

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**FARKLI ASİDİK İÇECEKLERİN RESTORATİF
MATERYALLERİN YÜZEY SERTLİKLERİNE OLAN
ETKİLERİNİN İN-VİTRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. Ebru USLU CENDER

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Eda GÜLER

**Samsun
Temmuz- 2013**

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Dt. Ebru USLU CENDER tarafından Yrd. Doç. Dr. Eda GÜLER danışmanlığında hazırlanan “Farklı Asidik İçeceklerin Restoratif Materyallerin Yüzey Sertliklerine Olan Etkilerinin İn-vitro Olarak Değerlendirilmesi” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından 22/07/ 2013 tarihinde yapılan sınav ile Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalında DOKTORA Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Bilinç BULUCU

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı

Üye: Doç. Dr. Ertan ERTAŞ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. Ebru ÖZSEZER DEMİRYÜREK

Ondokuz Mayıs Üniversitesi; Endodonti Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. Cemal YEŞİLYURT

Karadeniz Teknik Üniversitesi; Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı

Üye : Yrd. Doç. Dr. Eda GÜLER

Ondokuz Mayıs Üniversitesi; Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı

ONAY:

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

22 / 07 / 13

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Süleyman KAPLAN

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimime başladığım ilk günden itibaren tüm çalışmam süresince bana destek olan, çalışmalarımda bilgi ve deneyimlerini paylaşarak bana yol gösteren emeğini asla unutmayacağım doktora tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Eda GÜLER'e,

Doktora eğitimime ara vermeden önce seminerimi tamamlamamı sağlayarak bir şekilde bugün burada, bu konumda olmama vesile olan içtenlikle saygı duyduğum Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı başkanımız Sayın Prof. Dr. Bilinç BULUCU'ya,

Tez izleme komitesinde yer alan, çalışmalarımda destek ve önerileri ile bana yol gösteren, Sayın Doç. Dr. Ertan ERTAŞ, Sayın Doç. Dr. Ebru ÖZSEZER DEMİRYÜREK'e,

Çalışmamın istatistiksel sonuçlarını değerlendirmedeki yardımları için Sayın Prof. Dr. Yüksel BEK'e ve bu istatistiksel sonuçları yorumlamama yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Serhat ODABAŞ'a,

Çalışmam için gerekli kimyasal malzeme ve cihaz temini ile çalışmalarımada destek olan Sayın Prof. Dr. Halil KÜTÜK'e ve Mahya Diş Deposu çalışanlarına,

Çalışmalarım sırasında bana bilgi ve deneyimleri ile yön veren hiç bir zaman yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. M. Erhan SARI'ya,

Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda yer alan tüm öğretim üyelerine ve asistan arkadaşlarıma,

Doktora eğitimim boyunca her konuda desteğini her zaman yanımda hissettiğim, Endodonti Anabilim Dalı başkanı Sayın Prof. Dr. Hikmet AYDEMİR'e, Endodonti Anabilim Dalı öğretim üyelerine ve asistan arkadaşlarıma,

Fakültemizde bizlere sağlamış oldukları bilimsel çalışma ortamından dolayı Dekanımız Sayın Prof. Dr. Selim ARICI ve Dekan Yardımcılarımıza,

Doktora eğitimim boyunca emeği geçen tüm Diş Hekimliği Fakültesi ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü çalışanlarına,

Bugünlere gelmemde maddi ve manevi olarak bana her zaman destek olan sevgili annem Emine USLU ve sevgili babam Osman Arif USLU'ya,

Doktora eğitimim boyuca tüm stresime katlanan, yaptığı makale çevirileri ile tezimde de büyük emeği geçen sevgili eşim İlker CENDER'e ve canım kızım Arya'ya,

Sonsuz Teşekkürler...

ÖZET
FARKLI ASİDİK İÇECEKLERİN RESTORATİF MATERYALLERİN YÜZEY
SERTLİKLERİNE OLAN ETKİLERİNİN İN-VİTRO OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ

Ebru USLU CENDER, Doktora Tezi

Amaç: Bu çalışmanın amacı; farklı asidik içeceklerin kliniklerimizde sıkça kullanılan restoratif materyallerin yüzey sertlikleri üzerine etkilerini incelemektir.

Materyal ve Metot: Bu çalışmada asidik içecekler olarak kola, vişne suyu, elma suyu, enerji içeceği ve portakal suyu; restoratif materyal olarak ise Filtek Silorane, Filtek Z-550, Filtek Ultimate Flowable, Dyract Extra, Fuji II LC kullanıldı. Her bir restoratif materyalden 8 mm çapında ve 2 mm kalınlığında toplam 300 örnek hazırlandı. Başlangıç yüzey sertlik değerleri, Barcoll yüzey sertlik ölçüm cihazı ile ölçüldü. Her bir örnek 5 sn asidik içecek içerisinde daha sonra 5 sn yapay tükürükte bekletildi. Söz konusu içeceklerin içilme şekline uygun olarak, bu döngü 10 kez tekrarlandı. Kontrol grubu, örnekler döngüye tabi tutulmaksızın yapay tükürük içerisinde saklandı. 1 ayın sonunda restoratif materyallerin yüzey sertlikleri tekrar ölçüldü. İstatistiksel değerlendirme “Tekrarlanan Ölçümlü Varyans Analizi” ve “Tukey çoklu karşılaştırma testi” ile yapıldı.

Bulgular: İstatistiksel analiz sonuçlarına göre; başlangıç yüzey sertlik değerleri bakımından Filtek Z-550'nin en yüksek değere sahip olduğu ortaya konuldu. Deney sonrası restoratif materyaller içerisinde en çok etkilenen Filtek Z 550'dir; diğer materyaller ise aynı oranda etkilenmiştir ($p<0,05$). Deneyde kullanılan sıvılardan yapay tükürük yüzey sertlik değerlerini kullanılan asidik içeceklerden daha az azaltarak istatistiksel olarak farklı etki yaratmıştır ($p<0,05$); diğerleri arasında ise istatistiksel olarak fark bulunmamıştır.

Sonuç: Materyaller içecek gruplarına göre değerlendirildiğinde beş farklı asidik içeceğin etkisinin benzer olduğu tespit edilmiş ve bu sonuç içeceklerin pH değerlerinin birbirine yakın olması ile açıklanmıştır. Yüzey sertlik değişimi bakımından Filtek Z 550 dışında tüm materyallerin benzer şekilde etkilendiği belirlenmiştir. Bu sonuç kısa çalışma süresine bağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yüzey sertliği, asidik içecekler, kompozit rezin, RMGI, kompomer.

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Temmuz 2013

ABSTRACT

AN IN VITRO EVALUATION OF THE EFFECTS OF DIFFERENT ACIDIC BEVERAGES ON THE SURFACE HARDNESS OF RESTORATIVE MATERIALS

Ebru USLU CENDER, Ph. D. Thesis

Aim: The aim of this study is to examine the effects of different acidic beverages on the surface hardness of restorative materials which are frequently used in clinical practices.

Material and Method: In this study, cola, sour cherry juice, apple juice, energy drink and orange juice were used as acidic beverages while Filtek Silorane, Filtek Z-550, Filtek Ultimate Flowable, Dyract Extra and Fuji II LC served as restorative materials to be tested. A total of 300 samples with a diameter of 8mm and thickness of 2mm were prepared, using all the restorative materials in question. Initial surface hardnesses of the samples were measured with a Barcoll surface hardness measurement device. Each sample was put in these solutions for 5 seconds after which they were placed in artificial saliva for 5 seconds. Imitating the drinking procedure of these drinks, this cycle was repeated for 10 times. The control group was stored in the artificial saliva without any exposure to this cycle. At the end of the one-month-period, surface hardnesses of the restorative materials were measured again. “Repeated Measures Analysis of Variance” and “Tukey’s Multiple Range Test” were used for statistical analysis.

Findings: Statistical analysis showed that Filtek Z-550 had the highest initial surface hardness. Filtek Z-550 was also the most affected restorative material after the experiment. Other restorative materials were affected similarly ($p < 0.05$). Of the liquids used in the experiment, artificial saliva reduced the surface hardnesses less, compared with the other liquids and caused a statistically significant effect ($p < 0.05$). There were no statistically significant differences among the other liquids.

Result: The evaluation of the restorative materials with regard to beverage groups revealed that five different acidic beverages had similar effects, which was due to the similar pH values of the beverages. It was found out that all restorative materials, except for Filtek Z-550, were affected similarly with respect to surface hardness changes. This result was attributed to the short experimental period.

Key Words: Surface hardness, acidic beverages, resin composite, RMGI, compomer.

Ondokuz Mayıs University, Samsun, July 2013

SİMGELER ve KISALTMALAR

CIS	Cam iyonomer siman
%	Yüzde işareti
H	Hidrojen
pH	Hidrojen iyon konsantrasyonu negatif logaritması
≤	Küçük, eşittir işareti
>	Büyüktür işareti
GERD	Gastro-özefageal reflü hastalığı
CO ₂	Karbondioksit
TA	Titre edilebilir asidite
l	Litre
ml	Mililitre
EDTA	Etilendiamin tetra asetik asit
FHAP	Florhidroksiapatit
CaF ₂	Kalsiyum florür
pKa	Asit-baz titrasyonlarından veya iletkenlik ölçümlerinden tayin edilebilen asit ayrışma sabitinin (-) logaritması.
CPP-ACP	Casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate
MMP	Matriks metalloproteinaz
EGCG	Epigallocatechin-3-gallate
CI	Cam-iyonomer
RMCI	Rezin-modifiye cam iyonomer
UV	Ultraviyole
Bis-GMA	Bisfenol-A Glisidil metakrilat
EDMA	Etilen glikol dimetakrilat
TEGDMA	Trietilen glikol dimetakrilat
UDMA	Ürethan dimetakrilat
Bis-EMA	Bisfenol-A ethoxylated dimetakrilat
MPTS	3-metakriloksi propil trimetoksi silan
CQ	Kamferokinon
MBC	Metakrilat esaslı kompozitler

nm	Nanometre
μm	Mikrometre
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
RBC	Rezin esaslı kompozitler
TCD	Trisiklodekan
Ormoserler	Organically modified ceramics
HEMA	2-Hidroksietilmetakrilat
TCB	Bütan tetra karboksilik asit ve HEMA'nın reaksiyon ürünü
ART	Atravmatik restoratif tedavi
mW	Miliwatt
LED	Light Emitting Diode
PAC	Plazma ark
mW/cm^2	Miliwatt/ santimetre kare
TPO	Trimethyl benzoyl phosphine oxide
sn	Saniye
ADA	Amerikan Dental Association
ISO	International Organization For Standartization
mm	Milimetre
N	Newton
HBW	Brinell sertlik değeri
kgf	Kilogram kuvvet
RHN	Rockwell sertlik değeri
KHN	Knoop sertlik değeri
VHN	Vickers sertlik değeri
kg	Kilogram
mm^2	Milimetrekare
BHT	Butil hidroksi tolüen
gr	Gram
$^{\circ}\text{C}$	Derece santigrat
ANOVA	Varyans Analizi
Sig.	Önem düzeyi
mmol	Milimol

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
SİMGELER ve KISALTMALAR	vi
İÇİNDEKİLER	viii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Diş Aşınmaları	4
2.1.1. Atrizyon	6
2.1.2. Abrazyon.....	6
2.1.3. Abfraksiyon.....	8
2.1.4. Erozyon.....	9
2.1.5. Önleyici ve Tedavi Edici Yöntemler.....	19
2.1.6. Restoratif Materyallerin Erozyonla İlişkisi.....	23
2.2. Kompozit Resin Esaslı Dolgu Maddeleri.....	24
2.2.1. Kompozit Resin Esaslı Dolgu Maddelerinin Yapısı.....	25
2.2.2. Kompozit Resinlerin Sınıflandırılması.....	29
2.2.3. Kompozit Resinlerle İlgili Son Gelişmeler.....	36
2.3. Poliasit- Modifiye Kompozit Resinler (Kompomerler).....	39
2.4. Cam- İyonomer Simanlar	42
2.4.1. Cam- İyonomer Simanların Özellikleri ve Kullanım Yerleri.....	43
2.4.2. Cam- İyonomer Siman Türleri.....	44
2.4.3. Resin Modifiye Cam İyonomerler.....	44
2.5. Polimerizasyonda Kullanılan Işık Kaynakları.....	47
2.5.1. Ultraviyole ışık kaynakları.....	47
2.5.2. Quartz-Tungsten Halojen Işık Kaynakları.....	47
2.5.3. Light- Emitting- Diode Işık Kaynakları.....	48
2.5.4. Lazer Işık Kaynakları.....	49
2.5.5. Plazma Ark Işık Kaynakları.....	49
2.6. Yüzey Sertliği.....	50
2.6.1. Restoratif Materyallerin Yüzey Sertliklerinin Ölçülmesi.....	51
2.6.2. Sertlik Ölçüm Metotları.....	51

3. MATERYAL VE METOT	57
3.1. Kullanılan Materyaller.....	57
3.1.1. Filtek Silorane (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD).....	59
3.1.2. Filtek Z 550 (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD).....	60
3.1.3. Filtek Ultimate flowable (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD).....	60
3.1.4. Dyract Extra (Dentsply DeTrey, Konstanz, Almanya).....	61
3.1.5. Fuji II LC Capsule (GC Corporation, Tokyo, Japonya).....	63
3.2. Çalışmada Kullanılan Sıvılar.....	64
3.3. Çalışmada Kullanılan Cihazlar	66
3.3.1. Hilux Ultra Plus Halojen Işık Cihazı.....	66
3.3.2. 3 M ESPE Elipar Freelig 2 Led Işık Cihazı.....	67
3.3.3. Barcol Yüzey Sertlik Ölçüm Cihazı.....	68
3.4. Test Örneklerinin Hazırlanması.....	70
3.5. İstatistiksel Değerlendirme.....	76
4. BULGULAR	77
4.1. Başlangıç Değerleri.....	77
4.2. Deney Sonrası Genel Bulgular.....	78
4.2.1. Filtek Silorane’ın Deney Sonrası İstatistik Sonuçları.....	81
4.2.2. Filtek Z 550’nin Deney Sonrası İstatistik Sonuçları.....	82
4.2.3. Filtek Ultimate Flowable’ın Deney Sonrası İstatistik Sonuçları.....	83
4.2.4. Dyract Extra’nın Deney Sonrası İstatistik Sonuçları.....	84
4.2.5. Fuji II LC’nin Deney Sonrası İstatistik Sonuçları.....	85
5. TARTIŞMA	86
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	102
KAYNAKLAR	103
ÖZGEÇMİŞ	119

1. GİRİŞ

Son yıllarda teknolojik gelişmelere paralel olarak insanların estetiğe gösterdikleri önem nedeniyle diş renginde restoratif materyaller üreilmeye başlanmıştır. Bu estetik restoratif materyaller silikat simanlar, akrilik rezinler, cam iyonomer simanlar ve kompozit rezinlerdir (Willems ve ark., 1993; Dayangaç, 2011a).

Kompozit rezinlerle karşılaştırıldığında cam iyonomer simanlar (CIS) zayıf mekanik özelliklerinden dolayı posterior bölgede sınırlı kullanım alanına sahiptirler (Beresescu ve Brezeanu, 2011).

Cam iyonomer simanların arka grup dişlerde sınırlı kullanımı kompozit rezinlerle karşılaştırıldığında zayıf olan mekanik özelliklerine bağlıdır (Magni ve ark., 2010).

Kompomer olarak bilinen poliasit modifiye kompozit rezin, 1990'ların başında üretilmiştir. Geleneksel kompozit rezinlerin estetiği ile cam iyonomer simanların florür salınımı ve adezyonunu birleştiren yeni bir restoratif materyal sınıfı olarak sunulmuştur (Nicholson, 2007).

Sert diş yapılarına bağlanma kapasiteleri, amalgam restorasyonlarından civa salınımı ile ilgili kaygılar ve estetik ile ilgili giderek artan talepler bu rezin esaslı restoratif materyallerin diş hekimliğinde giderek artan miktarda kullanımı ile sonuçlanmıştır (Turssi ve ark., 2003; Aliping-Mckenzie ve ark., 2004). Resin esaslı kompozitlerin yapısı 50 yıl önce ilk kullanılmaya başlandıktan bu yana önemli ölçüde değişmiştir (Luiz ve ark., 2007; Ferracane, 2011). Bu değişikliklerin en önemlisi, doldurucu boyutunun azaltılarak miktarının artırılması ile daha kolay ve etkili şekilde polisajlanabilen ve çok daha fazla aşınma direnci gösteren materyaller üretilmesidir (Luiz ve ark., 2007; Ferracane, 2011).

Kompozit rezinler, diş hekimliği alanında kullanılmaya başlandığından bu yana hem arka grup hem de ön grup restorasyonlarda yaygın olarak kullanılmıştır. Polimerizasyon büzülmesi ve sekonder çürüklere ilave olarak plak birikimi ve renklenme önemli sorunlarından bazılarıdır (Ertaş ve ark., 2006).

Akışkan kompozitler genellikle düşük viskoziteyle üretilirler. Doldurucu içeriği azaltıldığından mekanik özellikleri bir miktar azalmıştır (Dayangaç, 2011a; Ferracane 2011).

Estetik bir restorasyonun ömrü, tedavi yöntemine, hekimin yeteneğine, seçilen dolgu maddesine, hastanın ağız hijyenine, beslenme alışkanlıklarına, okluzyona, diş fırçalama veya diş gıcırdatma gibi alışkanlıklara bağlıdır (Turssi ve ark., 2003; Botsalı ve Şener, 2008; Dayangaç, 2011a).

Bu nedenle restoratif materyallerin hekim tarafından çok iyi bilinmesi gerekmektedir (Turssi ve ark., 2003; Dayangaç, 2011a).

Diş aşınması, karşılıklı yüzeylerin aşınması doğal bir süreçtir. Diş aşınmaları; atrizyon, erozyon, abrazyon ve abfraksiyonu içeren çok faktörlü bir etyolojiye sahiptir (Imfeld, 1996; Barlett, 2011)

Diş erozyonu, bakteri olmaksızın diş yapısının kimyasal çözünme nedeniyle kaybı olarak tanımlanabilir (Eisenburger ve Addy, 2002; Kitchens, 2007; Çoğulu ve ark., 2008; Johansson ve ark., 2012).

Gençlik döneminde popüler olan karbonatlı içecek içme alışkanlığı genellikle erişkinlik döneminde de devam eder. Spor içeceklerinin çok tüketilmesi eroziv potansiyellerini de arttırmaktadır (Wonghantee ve ark., 2006).

Literatürde diş erozyonu ya dış kaynaklı (ekzojen) ya iç kaynaklı (endojen) faktörlere bağlanmaktadır. diş erozyonuna katkıda bulunan dış kaynaklı faktörler arasında aşırı meyve suyu, meşrubat tüketimi bulunurken; iç kaynaklı faktörler genellikle dişin gastrik sıvılara maruz kalması ile ilişkilendirilmiştir (Tahmassebi ve ark., 2006; Yu ve ark., 2009; Johansson ve ark., 2012).

Süt ve su hariç olmak üzere, meşrubatların iki nedenden dolayı dişlerde hasara yol açtığı iddia edilmiştir. İlk olarak, bazı içeceklerin düşük pH değeri ve yüksek asitliği mine yüzeyinde erozyona yol açmaktadır. İkinci olarak da, içeceklerdeki şeker plak mikroorganizmaları tarafından metabolize edilmekte ve bu da diş çürüklerine yol açan organik asitleri ortaya çıkarmaktadır (Tahmassebi ve ark., 2006).

Erozyona uğramış dişlerin tedavisinde diş rengi restoratif materyallerin kullanımı oldukça yaygındır. Bunun nedenlerinden biri aşınmış dişlerde daha fazla madde kaybı yaratmadan minimal invaziv teknikle uygulayabileceğimiz diş rengi restoratif materyallerin belirli bir kavite preparasyonu gerektirmemesidir (Çoğulu ve ark., 2008).

Çalışmalar; cam iyonomer simanlar, poliasit modifiye kompozit rezinler ve kompozit rezin gibi diş rengindeki restoratif materyallerin de diş erozyonundan

etkilendiğini göstermiştir. Ağız ortamı, tükürük eroziv süreci değiştirmektedir. Bazı diş rengeindeki dolgu maddeleri sürekli tükürük içinde kalınca yüzey sertlikleri artabilmektedir (Wongkhantee ve ark., 2006; Yu ve ark., 2009).

Asitli yiyecek ve içeceklerin diş hekimliğinde kullanılan diş rengi restoratif materyallere etkisinin incelendiği çalışmalarda restoratif materyallerin yüzey sertliğini farklı oranlarda düşürdüğü tespit edilmiştir (Sarı ve ark., 2010).

Bu çalışmanın hipotezi; çalışmada kullanılan asidik içeceklerin restoratif materyallerin yüzey sertliğini etkileyebileceği düşüncesidir.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Diş Aşınmaları

Günümüzde ortalama yaşam süresinin uzamasına, sistemik florür uygulamalarına, beslenme alışkanlıklarının düzeltilmesine ve bireylerin doğal dişlerini ağızda tutma isteklerine bağlı olarak dişler daha uzun süre ağızda kalmaktadır. Dişlerin uzun süre ağızda kalması arzu edilen bir durum olmakla birlikte, aşınma sorununu da beraberinde getirmektedir (Çelik, 2005; Eligüzeloğlu, 2007).

Aşınma, birbiri ile temas halindeki yüzeyler arasındaki etkileşim sonucu materyalin dereceli olarak kaybı şeklinde tanımlanabilir (Correr ve ark., 2006). Diş aşınması, özellikle karşılıklı yüzeylerin aşınması doğal bir süreç olarak kabul edilmekte ve yaygın olarak görülen klinik bir bulgudur. Normal şartlar altında fizyolojiktir. Diş aşınmasının erken dönem işaretleri hemen hemen tüm yetişkinlerde görülür ancak daha ciddi diş aşınma formları nüfusun yaklaşık %10'unda gözlemlenir (Bartlett, 2011).

Ağız içinde, çürük dışında kronik yıkıcı olayların farklı şekilleri dişleri etkilemektedir. Bu yıkımlar klinikte aşınmalar olarak karşımıza çıkmaktadır (Çelik ve ark., 2007).

Aşınmaların oluşumunda genelde farklı etkenler rol oynamaktadır (Borcic ve ark., 2004; Ritter ve ark., 2009).

Diş aşınmaları, oluşumunda rol oynayan etkenlere bağlı olarak, atrizyon, erozyon, abrazyon ve abfraksiyon olarak isimlendirilmektedir (Eisenburger ve Addy, 2002; Lussi ve ark., 2004).

Dişlerin birbirleriyle olan temasları sonucu oluşan aşınma atrizyon, dişlerde dış etkenlerle meydana gelen sert doku kayıpları abrazyon, dişlerin asit ataklarından etkilenerek kimyasal olarak çözünmesi erozyon, aşırı okluzal streslerin etkisiyle servikal bölgede oluşan aşınmalar ise abfraksiyon olarak tanımlanmaktadır (Imfeld, 1996; Grippo ve ark., 2004) (Tablo 1).

Tablo 1. Diş yüzey aşınmalarının etiyojisi (Grippo ve ark.'dan, 2004)

PATODİNAMİK MEKANİZMALAR	ETİYOLOJİK ETKENLER
<p>Stres (Mikroçatlak / Abfraksiyon)</p> <p>İç kaynaklı</p> <p>Dış kaynaklı</p>	<p>-Parafonksiyon: Bruksizim, diş gıcırdatma</p> <p>-Okluzyon: Premature temas, ekzentrik yük</p> <p>-Yutma</p> <p>-Sert yiyeceklerin ısırılması: Çiğneme</p> <p>-Alışkanlıklar: Kalem, pipo, tırnak gibi yabancı maddelerin ısırılması.</p> <p>-Mesleki davranışlar: Üflemler enstrüman çalmak, yabancı maddeleri tutmak için dişleri kullanmak.</p> <p>-Diş gereçleri: Ortodontik, çıkarılabilen diş klempleri</p>
<p>Korozyon (Kimyasal Bozulma)</p> <p>İç kaynaklı</p> <p>Dış kaynaklı</p>	<p>-Plak: Asidojenik ve proteolitik bakteriler</p> <p>-Diş eti oluk sıvısı</p> <p>-Gastroözofageal reflü hastalarında gastrik sıvı, bulimia, geğirme</p> <p>-Asidik içeceklerin , narenciye sularının tüketimi</p> <p>-Asidik endüstriyel gazlara ve diğer çevre faktörlerine mesleki maruz kalma</p>
<p>Aşınma</p> <p>İç kaynaklı (atrizyon)</p> <p>Dış kaynaklı (abrazyon)</p>	<p>-Parafonksiyon: Bruksizm, diş gıcırdatma</p> <p>-Yutma</p> <p>-İri partiküllü yiyeceklerin ısırılması</p> <p>-Diş hijyen araçlarının uygun olmayan kullanımı: Diş fırçası, diş macunu, diş ipi, kürdan, ara yüz temizleyicileri</p> <p>-Kötü ağız alışkanlıkları: Tırnak yeme, pipo kullanımı, tütün çiğneme, dişlerle saç tokası açmak</p> <p>-Mesleki davranışlar: Dişle ip eğirme, cam üfleme, üflemler çalgı çalma</p> <p>-Diş gereçleri: Çıkarılabilir protez kroşe ve tırnakları</p>

2.1.1. Atrizyon

Atrizyon, alt çene parafonksiyonel veya fonksiyonel hareketleri sırasında dişin dişle temasından kaynaklanan mekanik bir aşınmadır (Imfeld, 1996; Eisenburger ve Addy, 2002; Addy ve Shellis, 2006; Bartlett ve ark., 2011; Roberson, 2011).

a) Atrizyon Lezyonlarının Etiyolojisi

Atrizyon, büyük oranda yaşlanma ile ilgilidir. Normal çiğneme fonksiyonunun etkisiyle yavaş ve düzenli olarak meydana gelirse, fizyolojik atrizyon olarak tanımlanır. Eğer hastada yaşına göre normalden daha fazla aşınma varsa, patolojiden bahsedilebilir. Diş malpozisyonları ve kapanış bozukluğu olan hastalarda, prematür kontakların varlığında patolojik atrizyon görülebilir. Çiğneme fonksiyonu dışında dişlerin temasa gelmesi bruksizm olarak isimlendirilmekte ve bu durum patolojik atrizyonun ana nedeni sayılmaktadır. Bruksizm; okluzal interferenslerin diş sıkma hareketini tetiklemesiyle başlar ve psikolojik faktörlerin etkisiyle uzun süre devam edebilir (Grippio ve ark., 2004; Çelik, 2005).

b) Atrizyon Lezyonlarının Klinik Görünümü

Atrizyon, dişlerin insizal, okluzal ve proksimal yüzeylerinde yaşlanmaya bağlı olarak gelişir. Atrizyonun erken safhalarında aşınma ön dişlerin insizal kenarları ve arka grup dişlerin okluzal yüzeylerinde parlak yüzeyler olarak görülmektedir. Çok düzgün ve parlak olan bu lezyonlar kapanışta olan karşıt dişlerde de benzer şekilde izlenmektedir. Şiddetli vakalarda dentin dokusu açığa çıkabilir ki bu aşınmanın hızını artırır (Çelik ve ark., 2007; Barlett, 2011).

2.1.2. Abrazyon

Abrazyon, diş dışındaki kuvvetlerden, çeşitli objelerden kaynaklanan mekanik bir aşınmadır (Imfeld, 1996; Eisenburger ve Addy, 2002; Bartlett, 2011; Roberson, 2011).

Ağızda dişlerle temas eden yabancı cisimlerin yarattığı aşırı mekanik yük ile oluşan diş sert dokularının patolojik kaybıdır (Imfeld, 1996).

a) Abrazyon Lezyonlarının Etiyolojisi

Diş abrazyonu bazı alışkanlıklara ve mesleki özelliklere bağlı olarak gelişebilir. Örneğin pipo içenlerin, dişleriyle kuruyemiş veya fındık kıranların, tırnak yeme alışkanlığı olan kişilerin dişlerinde insizal kenarlarda aşınma görülebilir. Marangozlar, terziler ve müzisyenler de mesleki özellikleri nedeniyle dişlerinde en fazla aşınma

görülen kişiler arasında yer alırlar. Diş abrazyonunun servikal bölgelerde en sık görülme nedeni diş fırçalama ve bununla ilişkili faktörlerdir (Grippo ve ark., 2004).

Hastaya ilişkin değişkenler:

- a) Diş fırçalama yöntemleri
- b) Diş fırçalama kuvveti
- c) Diş fırçalamaya harcanan süre
- d) Diş fırçalama sıklığı
- e) Diş fırçalamanın başlatıldığı bölge ve dişlerin diş arkındaki pozisyonları

Kullanılan materyallere ilişkin değişkenler:

- a) Diş fırçasının şekli ve kıl sertliği
- b) Kullanılan diş macununun aşındırıcı özelliği ve miktarı (Saxton ve Cowell, 1981).

b) Abrazyon Lezyonlarının Klinik Görünümü

Abrazyon lezyonları, klinikte dişlerin insizal, okluzal ve servikal yüzeylerinde kama ve çanak şeklinde pürüzsüz ve parlak yüzeyler olarak gözlenirler. Servikal bölgelerde görülen kama şeklindeki lezyonlar dişetine paralel olarak uzanırlar. Bu lezyonlar genellikle üst köpek ve küçük azı dişlerin yanak yüzeylerinde gözlenmektedir (Sangnes, 1976; Çelik ve ark., 2007).

c) Abrazyon Lezyonlarının Erozyon Lezyonlarıyla İlişkisi

Asidik solüsyonlar, diş sert dokusunun geri döndürülemez kaybının yanı sıra, diş yüzeylerini sürekli yumuşatarak onları abrazyon gibi mekanik kuvvetlere karşı daha hassas hale getirir (Imfeld, 1996; Attin, 2006; Mathias ve ark., 2009).

Klinik ortamda, aşındırıcılık, diş fırçalama, hidrojen (H) iyon konsantrasyonu negatif logaritması (pH), tamponlama kapasitesi ve diş macunundaki florür içeriği gibi bir dizi değişken ile ilişkilidir. Asidik demineralizasyonun diyet solüsyonları ve diş fırçalama gibi rutin mekanik abrazyon süreçleri ile bir araya gelmesi diş yapısının yüzey kaybını artırır. Farklı diş macunlarının abrazyona maruz kalan ve kalmayan erozyonlu dentin yüzeyleri üzerindeki etkilerini inceleyen in situ bir çalışmada, abrazyonun asit tarafından yumuşatılmış diş yüzeylerinin aşınmasını artırdığı ortaya konulmuştur. Diş macunlarındaki florür konsantrasyonları, erozyon ve erozyon artışı abrazyon sonucu

meydana gelen dentin aşınmasını azaltabilir ancak inhibe edemez (Grippo ve ark., 2004; Mathias ve ark., 2009).

2.1.3. Abfraksiyon

Diş üzerindeki güçlü ekzentrik okluzal kuvvetler mikroskopik esnemeye yol açmakta, bu da servikal bölgede stres konsantrasyonuna neden olarak diş dokusu kaybını, mikro çatlakları da beraberinde getirmektedir. Bu olay abfraksiyon olarak adlandırılır (Imfeld, 1996; Miller ve ark., 2003; Grippo ve ark., 2004; Addy ve Shellis, 2006; Bartlett, 2011; Roberson, 2011). Dişlerin servikal bölgelerinde abfraksiyon süreci mineyi abrazyon ve erozyonun etkilerine hazır hale getirir (Eisenburger ve Addy, 2002).

a) Abfraksiyon Lezyonlarının Etiyolojisi

Abfraksiyon lezyonları dişin servikal bölgesinde mine kaybına neden olabilmektedir (Vanuspong ve ark., 2002).

Uzun yıllardan bu yana bu lezyonların abrazyon veya erozyonun etkileri sonucu oluştuğu bilinmektedir. Son yıllarda araştırmacılar tüberküller arası esneme hareketinin bu tür lezyonlarla ilişkisini gösteren yeni bir teori ortaya atmışlardır (Rees, 2002).

Diş esnekliği; okluzal kuvvetler altında lateral veya aksiyel bükülme olarak tanımlanmaktadır. Dişlerde meydana gelen bu esneme, mine ve onu destekleyen dentin dokusunda çatlakların oluşmasına neden olur ve doku kaybıyla sonuçlanan hidroksiapatit kristalleri arasındaki bağların yıkılmasına neden olan çekme ve sıkıştırma kuvvetleri meydana getirir (Rees, 1998; 2002).

Dişlerde görülen abfraksiyon lezyonlarının dişin uzun aksına yüklenen okluzal kuvvetlerin ekzantrik olarak yayılmasının bir sonucu olduğu düşüncesi (tooth flexure theory) vardır. Bu teoriye göre parafonksiyonel kuvvetler, bir veya birkaç diş güçlü gerilme, sıkıştırma ve kesme tipi kuvvetlere maruz bırakılmaktadır. Okluzal kuvvetlere bağlı deformasyonlar servikal bölgelerde gerilme ve sıkıştırma kuvvetleri oluştururlar (Litonjua ve ark., 2003). Lee ve Eakle'a (1996) göre bu gerilme kuvvetleri çürüksüz servikal lezyonların etyolojisinde primer rol oynamaktadır.

Abfraksiyon, primer olarak çiğneme kaynaklı gerilme kuvvetlerinin etkisi ile oluşan diş dokusu kaybıdır (Palamara ve ark., 2000; Sneed, 2011).

b) Abfraksiyon Lezyonlarının Klinik Görünümü

Abfraksiyon lezyonları genellikle keskin kenarlı, pürüzsüz ve kama şeklinde yüzeyler olarak görülürler. Bu lezyonlar tek bir dişte oluşabildiği gibi bazen birkaç dişte de gözlenebilir (Imfeld, 1996). Abfraksiyon lezyonları sıklıkla disto-servikal bölgede olma eğilimindedir (Grippio ve ark., 2004).

2.1.4. Erozyon

Erozyon; bakteri olmaksızın diş dokusunun kimyasal olarak çözünmesi sonucu diş sert dokusu kaybıdır (Cairns ve ark., 2002; Correr ve ark., 2009; Mathias ve ark., 2009; Bartlett, 2011; Young ve Tenuta, 2011)

Ağız boşluğunda eroziv aşınmaya neden olan asitlerin en yaygın dış kaynağı diyetdir. En sık tüketilen asit türleri fosforik asit ve öncelikle sitrik ve malik asitler olmak üzere meyve asitleridir (Correr ve ark., 2006; Francisconi ve ark., 2008).

Tükürük akışı, tamponlama kapasitesi ve pH gibi etkenler erozyon lezyonlarının oluşumunda önemli bir rol oynar (Kitchens, 2007).

a) Erozyonun Klinik Belirti ve Komplikasyonları

Diş aşınmasının genelde erozyon, abrazyon ve atrizyonun bir kombinasyonunu içermesinden dolayı, çeşitli bileşiklerin etkisini ayırt etmek güçtür. Bununla birlikte, erozyon, abrazyon ve atrizyona özgü olan ve teşhise yardımcı olabilecek klinik özellikler vardır (Bartlett, 2011).

Başlangıçta erozyon, yüzey cilasının kaybı şeklinde görülmekte ve sadece mine temiz ve kuru olduğu zaman fark edilmektedir (Imfeld, 1996)

Erozyonun sadece mineyi etkilemekle kalmayıp aşırı dentin hassasiyeti, şiddetli vakalarda pulpanın açılması ve dişin kırılması gibi olumsuzluklarla da sonuçlanabileceği bildirilmiştir (West, 2006; Sarı, 2009).

Diş aşınmasının çok etkenli bir etiyojisi vardır ve birçok mekanizmanın bir sonucudur. Yakın geçmişte asit tarafından yumuşatılmış minenin bu şekilde yumuşatılmamış mineye göre mekanik etki ile aşınmasının daha kolay olacağı anlaşılmıştır (Johansson ve ark., 2012).

Alt çene dişlerinde erozyon görülme sıklığı üst çene dişlerine göre biraz daha fazladır. Sık etkilenen dişler kesici dişlerdir bunu köpek, küçük ve büyük azı dişlerin takip ettiği saptanmıştır. Abrazyonun aksine erozyonun çenelerin hem sol hem de sağ tarafında aynı anda bulunduğu bildirilmektedir (Sarı, 2009).

Erozyon özellikle ön dişlerin yanak yüzeylerinde camsı görünüme neden olur. Mamelonlarda kayıp, insizal uçlarda aşınma görülür. Şeffaflığın görülmesi geç dönem işaretçisidir ve üst ön dişlerin palatal yüzeylerinde önemli miktarda diş aşınması görülür. Servikal bölgedeki “V” şekilli lezyonların oluşumu genellikle abrazyon ve erozyonun bir kombinasyonudur (Bartlett, 2011).

Erken dönemde büyük azı ve küçük azı dişlerin okluzal yüzeylerinde belirgin dairesel kaviteler ortaya çıkabilir. Bu kaviteler çürüklerden farklı olarak serttir. Dentinin koyu sarısını çevreleyen beyazlaşmış minenin oluşturduğu bir haleye sahiptir. Bu lezyonlar genelde erozyonla ilişkilidir, abrazyonda katkıda bulunabilir (Lussi, 2006; Bartlett, 2011).

b) Diş Erozyonunun Teşhisi

Doğru klinik kararları alabilmek için erozyonun derecesini ve belirli aralıklardaki gelişimini bilmek gereklidir. Bunun için ileri optik veya lazer tarama yöntemlerinden daha basit “sıralı ölçek”e kadar birçok farklı teknikler bulunmaktadır (Attin, 2006). Sıralı ölçek (ordinal scale) genellikle epidemiyolojik çalışmalar için tasarlanmıştır ancak klinik kullanıma adapte edilebilir (Johansson ve ark., 2012) (Tablo 2) (Tablo 3).

Tablo 2. Maksiler ön dişlerin bukkal ve lingual yüzeyleri üzerindeki diş erozyonunun derecesini belirlemede kullanılan sıralı ölçek (Ganss ve Lussi'den, 2006; Johansson ve ark.'dan, 2012)

Derece	Kriterler
0	Görünür değişiklik yok, gelişim yapıları var, makro morfoloji sağlam
1	Pürüzsüz mine, gelişim yapıları tamamen veya kısmen kaybolmuş. Mine yüzeyi parlak, mat, düzensiz, “erimiş”, yuvarlak veya düz ve makro morfoloji genel olarak sağlam
2	Mine yüzeyi 1 numaralı derecedeki gibi. Makro morfoloji açıkça değişmiş, mine içinde faset veya konkavite, dentin açılımı yok
3	Mine yüzeyi 1 ve 2 derecedeki gibi. Makro morfoloji büyük ölçüde değişmiş veya dentin yüzeyinin 1/3'ü veya daha azı görünür
4	Mine yüzeyi 1,2 ve 3 derecedeki gibi. Dentin yüzeyi 1/3 veya daha fazla görünür veya dentinden pulpa görünmekte

Tablo 3. İlk kalıcı büyük azıların ve süt büyük azılarının okluzal yüzeylerindeki aşınmaların derecesini belirlemede kullanılan sıralı ölçek (Johansson ve ark.'dan, 2012)

Derece	Kriterler
0	Aşınma yok / sağlam tüberkül ucu
1	Yuvarlak tüberkül ucu
2	Aşınma \leq 1mm
3	Aşınma $>$ 1mm
4	Kaynaşmış aşınmalar: aynı diş üzerinde en az iki aşınma birbirine kaynaşmış

c) Erozyon Lezyonlarının Klinik Görünümü

Diyete bağlı olarak gelişen erozyon lezyonları, alt ve üst ön grup dişlerin yanak yüzeylerinde görülür. Erozyonun ilk işaretleri, perikimatanın olmadığı, ipeksi görünümlü, parlak bir yüzeydir. Daha ileri aşamalarda, yüzey daha da düzleşir veya minede konkavite oluşur ve bu konkavitenin genişliği derinliğinden çok daha fazladır. Lezyonun düzenli olmayan, dalgalı sınırları da mümkündür. Dişteki kayıp arttıkça daha az mineralize ve daha çözünür haldeki dentin dokusu açığa çıkmaktadır. Bu tür vakalarda dişlerde hassasiyet gelişmektedir (Imfeld,1996; Lussi ve ark., 2004).

Gastro-özefageal reflü'e (GERD) bağlı gelişen erozyon üst dişlerin palatinal ve okluzal yüzeylerinde ve alt arka grup dişlerin bukkal ve okluzal yüzeylerinde iç bükey lezyonlar şeklinde görülür (Imfeld,1996; Çelik ve ark., 2007).

d) Diş Erozyona Neden Olan Faktörler

Diş erozyonuna ve aşınmadaki rolüne olan ilgi 1990'ların ortalarından bu yana oldukça artmıştır. Ortaçağ popülasyonlarında bile diş erozyonunun varlığını gösteren bulgular mevcuttur (Johansson ve ark., 2012).

Diş erozyonunun genel nüfus içerisindeki yaygınlığı hakkında sınırlı bilgiler olmasına rağmen, son birkaç on yılda düzenli şekilde arttığı yönünde kanıtlar vardır (Yu ve ark., 2009).

Diş erozyonunun etiyolojisi karmaşık ve çok etkenlidir (Cairns ve ark., 2002; Kato ve ark., 2009). Literatürde diş erozyonunun etyolojisi dış kaynaklı veya iç kaynaklı etkenlere bağlanmaktadır (Hellwig ve Lussi, 2006; Edeer ve Martin, 2010) ve eroziv etki tükürüğün kalitesi ve miktarına göre değişebilmektedir (Wongkhantee ve ark., 2006; Eligüzeloğlu, 2007; Yu ve ark., 2009; Edeer ve Martin, 2010).

I. Dış Kaynaklı Faktörler

Ağzımıza giren asidik ürünlerin herhangi biri yani yediklerimiz, içtiklerimiz, ayrıca meslekle ilgili erozyon olarak tanımlanan ve sıklıkla dişlere ulaşan hava asidinin neden olduğu etkenler (örneğin belirli sanayi dallarında çalışan işçilerde veya şarap tadıcılarında, yüzücülerde) dışsal faktörler olarak kabul edilir (Jensdottir ve ark., 2004; Lussi ve Jaeggi, 2006b; Tahmassebi ve ark., 2006; Wongkhantee ve ark., 2006; Guldag ve ark., 2008; Johansson ve ark., 2012).

Sitrik asitli içeceklerin tüketimi son on yılda, kısmen sağlıklı bir diyet arayışı nedeniyle, artış göstermiştir. Bununla birlikte, in vitro, in situ ve in vivo araştırmalar bu tür içeceklerin erozyon yoluyla diş sert dokularının yüzeyine zarar verdiğini göstermiştir (Mathias ve ark., 2009). İçeceklerin eroziv özelliği ısısı, asit içeriğinin tipi, pH değeri ve asit konsantrasyonu ile ilişkilidir (Zero, 1996) (Tablo 4).

Tablo 4. Ekstresek etiyolojik faktörler (Zero'dan, 1996, Zero ve ark.'dan, 2006)

<p>Çevresel Faktörler</p> <ul style="list-style-type: none">• Savaş gereçleri fabrikası çalışanları• Pil fabrikası işçileri• Galvaniz fabrikası işçileri• Asit içeren aşındırma ve temizleme süreçlerine maruz kalan işçiler• Gübre fabrikası işçileri• Araştırma laboratuvarı çalışanları• Profesyonel şarap tadıcıları• Profesyonel yüzücüler
<p>Diyetsel Faktörler</p> <ul style="list-style-type: none">• Narenciye suları ve diğer asidik meyve suları• Asidik karbonatlı içecekler• Asidik karbonatsız içecekler• Asidik spor içecekleri• Şarap• Elma şarabı, suyu• Asidik bitki çayları• Salata sosları• Sirkeli konserveler• Asidik meyve, tatlı şekerlemeler

Tablo 4. devam Ekstresek etiyolojik faktörler (Zero'dan, 1996, Zero ve ark.'dan, 2006)

İlaçlar <ul style="list-style-type: none">• Demir ilaçları• Sıvı hidroklorik asit• C vitamini• Aspirin• Asidik ağız hijyeni ürünleri veya kalsiyum şelatlı ürünler• Asidik tükürük maddeleri ve tükürük akış uyaranları
Yaşam biçimi <ul style="list-style-type: none">• Asidik yiyecek ve içeceklerin aşırı tüketimi• Gece biberonla bebeklere asitli içecek verilmesi• Asidik meyve ve sebze bakımından zengin sağlıklı yaşam diyetleri• Ağır spor faaliyetleri• Diyet yapma• Ağız hijyeni uygulamaları

Asidik Yiyecek ve İçeceklerin Tipleri

Diş erozyonunun meyve suyu, enerji içecekleri ve kolalı içecekler gibi asidik potansiyele sahip yiyecek ve içeceklerle ilişkisi birçok çalışmada rapor edilmiştir (Bevenius ve L'Estrange, 1990; Zero, 1996; Grippo ve ark., 2004; Zero ve Lussi, 2006).

Kola tüketimi diş erozyonunun kabul edilebilir bir diş etkenidir (Jensdottir ve ark., 2004).

Karbonatlı içecekler çözeltideki karbondioksit (CO₂) tarafından oluşturulan karbonik asit ihtiva eder. CO₂ uçtuğunda ve içecek gazsız hale geldiğinde bile pH değeri düşük seviyede kalmaktadır (Tahmassebi ve ark., 2006).

Meşrubatlar düşük pH değerine katkıda bulunan farklı türde asitler içerebilir. Meyve suları, tatlı içecekler konsantre meyvelerden üretilirler. Portakalda sitrik asit, üzümde tartarik asit, elmada maleik asit bulunmaktadır (Tahmassebi ve ark., 2006; Kitchens, 2007).

Süt (6,72) ve siyah çayın (7,2) düşük pH değerleri nedeniyle erozyona neden olmadığı daha önceki çalışmalarda gösterilmiştir (Phelan ve Rees, 2003; Lussi ve ark., 2004).

Kurutulmuş meyve ürünlerinden yapılan meyve çaylarının da mine üzerinde eroziv etkiye sahip olduğu unutulmamalıdır. Bu çayların çoğu, yüksek eroziv potansiyele sahip olduğu bilinen yüksek sitrik asit içeriğine sahip meyvelerden üretilmektedir (Phelan ve Rees, 2003; Tahmassebi ve ark., 2006).

Mineralli içecekler, yumuşak içeceklerin oluşturduğu çürük ve diş erozyonunun problemleri karşısında daha güvenilir solüsyonlar olmakla birlikte son zamanlarda tatlandırmak için bu içecekler içerisine sıklıkla sitrik asit katıldığı ve bu nedenle saf sulardan daha fazla eroziv potansiyele sahip oldukları belirtilmektedir (Parry ve ark., 2001).

Yiyecek ve İçeceklerin Asit Titresi (asidojenize ve erozyon)

Genel olarak düşük pH değerine sahip gıdaların eroziv etkisi daha fazla olmaktadır (Wongkhantee ve ark., 2006; Kitchens, 2007). Eroziv etki sadece pH değerine bağımlı değildir; aynı zamanda içecek ve yiyeceklerin mineral içeriğinden, titre edilebilir asiditesinden (TA) ve kalsiyum-şelasyon özelliğinden etkilenmektedir (Lussi ve Jaeggi, 2006a). Diş erozyonu yüzey pH değeri 5,5'in altına düştüğünde görülmektedir (Grippio ve Simring, 1995; Guldag ve ark., 2008).

Bir yiyeceğin veya içeceğin asit içeriğini belirlemenin iki yolu vardır. Bunlar pH veya titre edilebilir asiditeyi ölçmektir. pH, H iyon konsantrasyonunun negatif logaritmasıdır. 0 ila 14 arasında ölçülür. Yedinin altındaki değerler asit içeriğini veya ortamını gösterir (Edwards ve ark., 1999; Kitchens, 2007).

TA seviyesi, belirli bir içeceğin potansiyel asiditesini ölçmek için daha gerçekçi ve doğru bir yoldur (Edwards ve ark., 1999).

Titrabilite, asidi nötralize etmek için gerekli alkali hacmi olarak tanımlanır (Bartlett, 2011).

TA, hem protonlanmış hem de protonlanmamış asit moleküllerinin toplam sayısıdır ve diş yüzeyi ile etkileşime geçecek gerçek hidrojen iyonlarının durumunu belirler (Kitchens, 2007).

Genel olarak ne kadar fazla titrasyon gerekirse, tamponlama kapasitesi de o kadar yüksek olur ve bunun sonucunda da diş minesinin erozyon potansiyeli de artar (Kitchens, 2007).

Düşük pH değerine ve yüksek titrabiliteye sahip kuvvetli asitler dişlerde hidroksiapatitin demineralizasyonuna neden olacaktır (Bartlett, 2011).

In vitro testler, sıcaklık, maruziyet süresi, pH, kalsiyum, fosfat ve florürün tamponlama özellikleri ve konsantrasyon gibi birtakım içecek özelliklerinin eroziv potansiyeli etkilediğini ortaya koymuştur (Young ve Tenuta, 2011).

İçme Şekli ve Tüketim Sıklığı

Meşrubat tüketimi son 50 yılda büyük artış kaydetmiştir ve 2002 yılı itibariyle yıllık yaklaşık 200 litre(I), günlük ise 450 mililitre (ml) seviyelerine ulaşmıştır. Bu rakamlar, tavsiye edilen günlük 1,9 litrelik sıvı alımının yaklaşık olarak %25'ini karşılamaktadır. Meşrubat tüketimindeki en büyük artış çocuklar ve gençler arasında görülmektedir. Okul öncesi çocukların %40'ı günlük 250 ml'den fazla meşrubat içerken, 12-19 yaş arası erkeklerde günlük tüketim 0.8 litre, 12-19 yaş arası kızlarda ise 0,6 litre olmuştur (Harrack ve ark., 1999; Jacobsen, 2005; Kitchens , 2007).

Yapılan çalışmalarda yetişkinlerde turunçgillerin ve meyve sularının günde iki seferden fazla tüketilmesinin ve haftada bir ya da daha fazla spor içecekleri veya elma sirkesi tüketilmesinin erozyon riskini arttırdığı gösterilmiştir (Jarvinen ve ark., 1991; O'Sullivan ve Curzon, 2000; Parry ve ark., 2001).

İzlanda'daki 15 yaş çocuk grubunda görülen diş erozyonu prevalansı %21,6 olarak tespit edilmiştir. Bu klinik bulgulara paralel olarak, İzlanda İstatistik Bürosu 1957 ile 2000 yılları arasında karbonatlı içeceklerin tüketiminde 16 kat artış olduğunu bildirmiştir. Bu tüketimde ise gençler en büyük yüzdeye sahiptir (Jensdottir ve ark., 2004).

Türkiye'de 11 yaş çocuk grubundaki diş erozyonu prevalansı ise Çağlar ve ark. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada %28 olarak bulunmuştur.

İçme şekli, yani asidik bir içeceğin nasıl içildiği eroziv atağın sonuçları bakımından çok önemlidir. Bekletici içiş tekniği yani yutmadan önce içeceği ağızda bekletmek erozyon riskini artırır, çünkü dişle içecek arasındaki temas artar (Johansson ve ark., 2012).

Şeker ihtiva eden içecekleri içmenin en az zararsız yolunun pipet kullanımı olduğu gözlenmiştir (Tahmassebi ve ark., 2006). En iyi pipetin dar çaplı olduğu ve ağızda mümkün olduğunca arka bölgede konumlandığında, hem kesici hem de azı dişler ile sıvı kontağını büyük ölçüde azalttığı tespit edilmiştir (O' Sullivan ve Curzon, 2000; Sarı, 2009).

İlaçlar ve Ağız Bakım Ürünleri

Çiğnenebilir C Vitamini veya hidroklorik asit takviyesi gibi asidik ilaçların alımı, antidepresan ve β -blokör'ler gibi hiposalivasyona veya ağız kuruluşuna neden olan ilaçlar, yan etki olarak kusmaya neden olan östrojen, kemoterapi ajanları, idrar söktürücüler ve demir sülfat gibi ilaçlar ve aerosol formlara göre düşük pH değerine sahip astım ilaçlarının toz formları ve fenilketonüre'nin tedavisinde kullanılan amino asit takviyeleri diş erozyonuna neden olan diğer dış etkenlerdir (Meurman ve Murtooma, 1986; Edeer ve Martin, 2010).

Bazı ağız bakım ürünleri etilendiamin tetra asetik asit (EDTA) içeren anti kalkulus gargaraların minede eroziv etkiye sahip olduğu bulunmuştur (Zero, 1996; Hellwig ve Lussi, 2006; Sarı, 2009).

II. İç Kaynaklı Faktörler

Gastrik Reflü

Altta yatan gastro-özefageal reflü rahatsızlığından kaynaklanan gastrik sıvının ($\text{pH} \leq 1$) kusulması, ağıza gelen gastrik asidin önemli nedenlerinden birisidir (Gregory-Head ve ark., 2000; Linnett ve Seow, 2001; Bartlett, 2006; Bartlett, 2011).

Gastrik reflü hastaları düşük tamponlama kapasitesine sahip olduklarından bu hastalarda daha şiddetli erozyon lezyonları meydana geldiği belirtilmiştir (Gregory-Head ve ark., 2000).

Kusma (Anoreksia Nervosa ve Bulimia)

Anoreksia Nervosa ve Bulimia genellikle 13 ila 20 yaş arasındaki bayanları etkileyen sık kusma tekrarları gösteren hastalıklardır (Bartlett, 2011).

Kusma sonucu üst kesici dişlerin palatal yüzeylerinde ve birinci büyük azı dişlerde erozyon görüldüğü belirtilmiştir (Shaw ve Smith, 1999; Bartlett, 2006).

Bu hastaların her kusmadan sonra dişlerini fırçaladıkları ve bununda abrazyonu arttırdığı savunulmaktadır (Milosevic, 1999; Shaw ve Smith, 1999).

Geviş Getirme

Normal popülasyonda göz ardı edilmiş olsa da geviş getirme genellikle zeka geriliği görülen hastaları etkilediğine inanılan özel bir tür gastrik hastalıktır. Bu hastalıkta yutulan katı yiyeceğin istemli veya istemsiz olarak yeniden çıkarılması ve daha sonra yeniden yutulması söz konusudur ki eroziv hasar oldukça ciddi olabilir (Johansson ve ark., 2012).

Çok sayıda hastalık ve sendrom diş erozyonu ile ilişkilidir. Hastalıklar sonucu tükürüğün nicelik ve niteliğinde kötüleşme, ağızdan solunum olabilmektedir. GERD ve yeme bozukluklarına ilaveten diğer eroziv sonuçlar yaratabilen hastalıklar diabet, yüksek tansiyon, serabral palsi, tükürük bezi agenezi, sjöngren ve down sendromu, alkol ve ekstazi gibi madde bağımlılığı ve kolalı içeceklerin neden olabildiği kafein bağımlılığıdır (Hellwig ve Lussi, 2006; Johansson ve ark., 2012).

e) Erozyonu Etkileyen ve Önleyen Faktörler

Eroziv sıvının ağıza alınması, sıvının diş yüzeyi ile teması, temas süresi, dudak ve yanak hareketleri, yutma alışkanlıkları, tükürüğün yapısı ve içeriği erozyon lezyonlarının büyüklüğünü ve yayılımını etkilemektedir. Tükürüğün tamponlama kapasitesi, minenin fiziksel ve kimyasal özellikleri, dişlerin kontur ve şekli de diğer önemli faktörlerdendir (Linetti ve ark., 2001) (Tablo 5).

Tablo 5. Eroziv diş aşınmasını etkileyen biyolojik faktörler (Hara ve ark.'dan, 2006)

- Tükürük: Akış hızı, içeriği, tamponlama ve stimülasyon kapasitesi
- Kazanılmış pelikül: Difüzyon sınırlayıcı özellikler, yapı olgunlaşma ve kalınlık
- Dişin yapısı ve türü (kalıcı ve süt; mine ,dentin) ve yapısı (örneğin, FHAP veya CaF₂ benzeri partikül olarak florür içeriği)
- Diş anatomisi ve okluzyonu
- Dişler ile ilişkili ağız yumuşak dokularının anatomisi
- Fizyolojik yumuşak doku hareketleri

Tükürük

Tükürük diş erozyonu için en önemli savunma mekanizmasıdır. Asidik ürünün ağız yoluyla temizlenmesi kişinin tükürük salgılama hızına ve ayrıca yutma yeteneğine göre değişir. Ağız kuruluğu olan bir bireyin normal tükürük salgılama hızına sahip bireye göre daha fazla erozyon riski altında olduğu gösterilmiştir (Imfeld, 1996; Hara ve ark., 2006; Johansson ve ark., 2012).

Uyarılmamış tükürük miktarı diş erozyonu ile direkt ilişkilidir (Jarvinen ve ark., 1988; 1991; Zero, 1996). Uyarılmamış tükürük pH değeri (5,3) uyarılmış tükürük pH değeri olan 7,8 göre daha düşük bulunmuştur (O'Sullivan ve Curzon, 2000).

Çalışmalar aynı bireyde ağzın farklı noktalarında kalınlık bakımından değişiklik gösteren tükürük pelikülünün mine üzerinde asit erozyonuna karşı koruma sağladığını göstermiştir (Young ve Tenuta, 2011; Johansson ve ark., 2012).

Ağız Bakım Uygulamaları

Ağız hijyeni iyi olan bireylerde diş erozyonu sıklıkla görülmektedir (Shaw ve Smith, 1999). Asitli içeceklerin tüketiminden hemen sonra diş fırçalama kaybı arttırmaktadır (Zero, 1996). Bazı ağız bakım ürünlerinin; gargaraların (örn. Listerine, pH: 3,59) düşük pH değerleri nedeniyle eroziv etki oluşturdukları bulunmuştur. Alkol içeriği ne kadar yüksek olursa, restoratif materyaller üzerindeki etki de o kadar olumsuz olmaktadır (Gürkan ve ark., 1997; Hellwig ve Lussi, 2006; Lamba ve ark., 2012).

İçeceklerin Eroziv Potansiyelini Azaltma

Diş erozyonuna olan ilgi meşrubatların ve diğer gıdaların eroziv potansiyellerinin değiştirilmesinin yollarının aranmasına yol açmıştır (Tahmassebi ve ark., 2006) (Tablo 6).

Erozyonun asit atağının bir sonucu olması nedeniyle, bunu azaltmanın en açık yollarından biriside içeceğin asit içeriğini azaltmaktır. Bu konuda bazı güçlükler ortaya çıkmaktadır, çünkü içeceklerin tat algılamaları keskin tatları ve asiditeleri ile ilişkilidir (Cairns ve ark., 2002).

Bir başka yol da içecekleri sulandırmaktır. Elde edilen sonuçlar, dilüsyonun ölçülen pH değerleri üzerinde oldukça az etkiye sahip olmasına rağmen, titre edilebilen asiditenin azaldığını göstermiştir (Tahmassebi ve ark., 2006).

Tablo 6. Yiyecek ve içeceklerin eroziv potansiyelini etkileyen kimyasal etkenler (Lussi ve Jaeggi'den, 2006a)

<ul style="list-style-type: none">• Ürünün pH değeri ve tamponlama kapasitesi• Asit türü (pKa değerleri)• Ürünün diş yüzeyine adezyonu• Ürünün şelatlama özellikleri	<ul style="list-style-type: none">• Kalsiyum konsantrasyonu• Fosfat konsantrasyonu• Florür konsantrasyonu
---	---

Asidik yiyecek ve içeceklere kalsiyum ve fosfat iyonları ilave etmek eroziv etki yönünden önemlidir (Attin ve ark., 2005; Jensdottir ve ark., 2005; Lussi ve Jaeggi, 2006a). Syed ve Chadwick (2009) yaptıkları bir çalışmada bazı asidik içeceklere UHT süt ilave ederek pH değerlerini yükseltmişler ve bu uygulamanın içeceklerin erozyona

neden olma potansiyellerini azalttığını bulmuşlardır (Çalışmada kullanılan Coca Cola'ya süt ekleyerek 3,56 olan pH değeri 6,67'e yükseltilmiştir).

Asit solüsyonlarına kalsiyum ve fosfat iyonları ilave etmenin insan minesini üzerindeki asit atağının görüntüsünde bir etkiye sahip olduğu yönünde rapor sunan ilk çalışmalardan birisi 1953 yılında Besic tarafından gerçekleştirilmiştir. Daha sonraki çalışmalarda da kalsiyum ve fosfat ile saturasyonun minenin pH 4-7 arasında çözünmesini önlediği rapor edilmiştir (Tahmassebi ve ark., 2006).

Rios ve ark. 2009 yılında yaptıkları bir çalışmayla aynı tamponlama kapasitesine sahip light kolanın (pH: 3) normal kolaya (pH: 2,6) göre daha az eroziv olduğunu ortaya koymuşlardır. Light kolanın içindeki aspartamın tükürük ile hidrolizi sonucu "amino asit phenylalanine" isimli bir maddenin ortaya çıktığını ve bu maddenin de light kolanın daha az eroziv olmasında etkili olabileceğini belirtmişlerdir.

Hughes ve ark.(1999) pH değerini arttırarak, titre edilebilir asitliği azaltarak ve kalsiyum ilave ederek ürün modifikasyonu gerçekleştirmek suretiyle mineye in situ şekilde oldukça az eroziv etki yapan "Ribena tooth kind" isimli bir içecek hazırlamışlardır. Bir diğer yaklaşım da, sitrat ilavesidir. Fakat sitratin erozyonu azaltmadaki faydası henüz açık değildir (Tahmassebi ve ark., 2006). Florür eroziv etkiyi azaltıcı özelliğe sahiptir (Wongkhantee ve ark., 2006).

2.1.5. Önleyici ve Tedavi Edici Yöntemler

Diş erozyonunun gelişimine katkıda bulunan sosyal, davranışsal ve çevresel faktörler arasındaki karmaşık etkileşimler erozyonun daha iyi anlaşılması ve tedavisi için oldukça önemlidir (Johansson ve ark., 2012).

Önlemler sadece bireysel değil ailesel yaşam tarzı değişiklikleri gerektirir. Diş üzerindeki asidik etkiyi ortadan kaldırmak veya azaltmak; örneğin farklı florürlü ürünler ile tedavi önermekten çok daha değerlidir. Bunların diş çürüğündeki etkileri kanıtlanmış olmakla birlikte diş erozyonuna olan etkileri daha sınırlıdır (Jaeggi ve ark., 2006; Johansson ve ark., 2012).

Bikarbonatla çalkalamak yapay şekilde oluşturulmuş erozyondan sonra diş yüzey kaybını azaltırken yüzey mikro sertliliğini değiştirmemektedir (Messias ve ark., 2010).

Piyasada diş erozyonunu önlemek için birçok ürün olmasına rağmen; erozyona karşı yeterince koruma sağlayan ürün veya formül bulunmamaktadır. Umut vadeden ürün de “casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate (CPP-ACP)” ticari adıyla GC Tooth mousse (GC corporation, Tokyo, Japonya)’dir (Lussi, 2009).

Kato ve ark. 2009 yılında yaptıkları bir çalışma ile yeşil çayın eroziv/abraziv şartlar altında dentin aşınmasını azalttığı sonucuna varmışlardır. Dentinin organik matriksini kimyasal olarak bozabilen proteazlar arasında dentin ve tükürükte bulunan matriks metalloproteinaz (MMP) da bulunur. MMP, asitler nedeniyle pH düştüğünde aktive olur. MMP’lerin diş erozyonundaki rolü üzerinde henüz araştırma bulunmamasına rağmen, çürüklerde meydana gelen süreçlerin eroziv lezyonlarda da söz konusu olduğu speküle edilebilir. Bu ise MMP inhibitörleri (klorheksidin) ile gerçekleştirilebilir. Yeşil çay polifenollerinin örneğın epigallocatechin-3-gallate (EGCG)’in MMP inhibitörü olabileceğı bulunmuştur. Yeşil çayın bu yolla erozyonu azalttığı düşünölebilir (Kato ve ark., 2009).

İleri derecede erozyon görölen vakalarda bile örneğın yeme bozukluğu ile birlikte görölenlerde bilgilendirme ve profilaksi eroziv hasar riskini azaltır (Johansson ve ark., 2012).

Diş hekimleri olarak, hastalarımızı sık meşrubat tüketiminin sonuçları hakkında eğitmemiz ve riski minimum seviyeye indirmek için de olumlu tavsiyelerde bulunmamız gerekmektedir. Bu içeceklerin kullanımının durdurulması yönünde yapılacak uyarıların başarılı olma ihtimali yoktur. Bu nedenle, dişle ilgili sağlık önerileri süt veya su dışındaki meşrubat alımını öğünler ile sınırlandırmalı ve dişlerin günde iki kez florörlü diş macunu ile fırçalanması bilgilerini içermelidir (Tahmassebi ve ark., 2006).

Diyet tavsiyesi ve travmatik olmayan diş fırçalama tekniklerinin öğretilmesi ile başarılı bir şekilde tedavi edilir (Bartlett, 2011) (Tablo 7).

Tablo 7. Meşrubatların diş sağlığı yönünden güvenli kullanımı için tavsiyeler (Tahmassebi ve ark.'dan, 2006)

<ul style="list-style-type: none">• Kullanım ve sulandırma ile ilgili olarak her zaman üreticinin talimatlarına uyun.
<ul style="list-style-type: none">• Tercihen öğünlerle birlikte içiniz.
<ul style="list-style-type: none">• İçme sürelerini kısa tutunuz.
<ul style="list-style-type: none">• Mümkünse pipet kullanın.
<ul style="list-style-type: none">• Soğuk meşrubatların daha az eroziv potansiyeli vardır.
<ul style="list-style-type: none">• İçecekler biberona konmamalı veya gece verilmemelidir.
<ul style="list-style-type: none">• Asidik içecek tüketimi sonrası diş fırçalamadan kaçınm.
<ul style="list-style-type: none">• Öğünleri peynir veya süt gibi yiyeceklerle bitirerek asitleri nötralize edin .
<ul style="list-style-type: none">• Düşük seviyede eroziv içecekler asidik meşrubatlara göre iyi bir alternatif olabilir.

Diş yüzeyi kaybı olan dişlerin restorasyonunda da önceden yapılacak tedavinin riskleri ve faydaları değerlendirilmelidir, izlenecek kesin bir yol yoktur. Kullanılacak materyallerin uzun vadeli sonuçları ile ilgili kanıt yoktur. Tüm bunlar karar verirken tedbirli olmayı gerektirir (Johansson ve ark., 2012) .

Aşınma lezyonlarının oluşumunu engellemek ve diş dokusu kaybını en aza indirmek için pek çok yöntem izlenmektedir. Öncelikle hekimler diş aşınmasının varlığını görebilmeli, lokalizasyonunu ve şiddetini saptamalı, nedenlerini bulmalı, daha sonra tedavi yaklaşımı belirlenmelidir. Aşınma lezyonları, genellikle diş hekimleri tarafından yapılan olağan diş kontrolleri sırasında teşhis edilirler. Lezyonlar, fizyolojik veya patolojik olabilmektedir (Holbrook ve ark., 2003).

Patolojik diş aşınmalarının teşhisinde bize rehber olabilecek birtakım belirleyici kriterler vardır. Bunlar:

1. Aşınma sonucu dişlerde hassasiyet görülmesi
2. Dentin dokusunun açığa çıkması
3. Dişlerin servikal bölgelerinde kama şeklinde kayıpların oluşması
4. Dişlerin insizal yada okluzal yüzlerinde çukur bölgelerin meydana gelmesi
5. Dişin pulpa dokusunun açığa çıkması

6. Diş aşınmasına bağlı olarak dişin canlılığını yitirmesi (Smith ve Knight, 1984).

Aşınma lezyonlarının önlenmesi ve tedavi edilmesi konusunda pek çok yaklaşım önerilmektedir. Bunları iki ana başlıkta toplamak gerekirse:

Korumaya Yönelik Yaklaşımlar

- a) Beslenme alışkanlıklarının değiştirilmesi
- b) Diş fırçalama alışkanlıklarının değiştirilmesi
- c) Okluzal uyumlama ve koruyucu splint uygulamaları

Tedaviye Yönelik Yaklaşımlar

Duyarlılık Giderici Tedavilerin Uygulanması

- 1) Duyarlılık giderici diş macunlarının kullanılması
(Stronsiyum,potasyum,oksalat tuzları ve florür içeren)
- 2) Duyarlılık giderici verniklerin uygulanması
- 3) Topikal florür uygulamaları
- 4) Dentin bağlayıcı ajanların uygulanması
- 5) Lazer uygulamaları

Restoratif Tedavi Seçenekleri (Smith ve ark.,1997; Çelik, 2005; Jaeggi ve ark., 2006; West, 2006; Çelik ve ark., 2007).

Eroziv aşınmadan kaynaklanan madde kaybı belirli bir dereceye ulaştığında oral rehabilitasyon gerekli hale gelir. Cam iyonomer (CI), rezin modifiye cam iyonomer (RMCI), kompomerler ve kompozit rezinler gibi günlük klinik uygulamalarda kullanılan restoratif materyaller diş yapısını, işlevini ve estetiğini yeniden oluşturmak için ve aynı zamanda aşırı hassasiyeti kontrol edebilmek için kullanılabilir (Honorio ve ark., 2008).

Gençlerde çoğunlukla kompozit rezinler tercih edilirken, geniş ölçüde aşınmış yetişkin dentisyonunda ise indirek seramik veneer, sabit veya hareketli protezler tercih edilmektedir. Esas olan ise önlemektir (Jaeggi ve ark., 2006; Johansson ve ark., 2012).

2.1.6. Restoratif Materyallerin Erozyonla İlişkisi

Düşük pH değerli solüsyonların olumsuz etkileri sadece diş yüzeyleri ile sınırlı değildir. Rezin esaslı materyallerin bozulmasını da hızlandırabilmektedir. (Wongkhantee ve ark., 2006; Mathias ve ark., 2009).

Erozyona uğramış dişlerin tedavisinde diş rengi restoratif materyallerin kullanımı oldukça yaygındır. Bunun nedenlerinden birisi, aşınmış dişlerde daha fazla madde kaybı yaratmadan minimal invaziv teknikle uygulayabileceğimiz diş rengi restoratif materyallerin belirli bir kavite preparasyonu gerektirmemesidir (Çoğulu ve ark., 2008).

Diş rengindeki dolgu maddelerinin de diş sert dokuları gibi asidik şartlar altında erozyona uğrama eğiliminde olduğu rapor edilmiştir (Wongkhantee ve ark., 2006).

Restoratif materyallerin klinik performansı da erozyondan etkilenmektedir. Daha önce gerçekleştirilen çalışmalar, asidik atağın, cam iyonomer simanların, poliasit modifiye kompozitlerin ve kompozit rezinlerin aşınma, yüzey ve fiziksel özellikleri üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğunu ortaya koymuştur (Han ve ark., 2008; Yu ve ark., 2009).

Restoratif materyallerin erozyona karşı mineye göre daha az hassas olmasına rağmen, eroziv atak en azından bir dereceye kadar restoratif materyallerin matriksinde ve doldurucusunda kötüleşmeye yol açabilmektedir. Bu nedenle, diş fırçası abrazyonunun ve erozyonun dolgu materyallerindeki madde kaybı üzerinde sinerjik bir etkiye sahip olduğu hipotezi öne sürülebilir. Bununla birlikte, erozyon ile diş fırçası abrazyonu kombinasyonunun diş rengindeki farklı restoratif materyaller üzerindeki potansiyel etkileri üzerine yayımlanan hiçbir bilgi bulunmamaktadır. Bu bilgi, diş hekimlerinin erozyona ve/veya abrazyona sıklıkla maruz kalan dişlerin restorasyonunda hangi tür restoratif materyali seçeceğinde önemli olabilir (Yu ve ark., 2009).

2.2. Kompozit Rezin Esaslı Dolgu Maddeleri

Adeziv restorasyonlar; “acid-etch” tekniğinin 1955 yılında Buonocore tarafından tanıtılmasından sonra gelişmeye başlamıştır (Gökçe ve Özel, 2005).

Rezin esaslı kompozitler ilk olarak 1960’ların başlarında geliştirildi; akrilik ve silikatlardan daha iyi mekanik özelliklere, daha düşük termal genleşme katsayısına, bağlanma sürecinde daha az boyutsal değişime ve aşınmaya karşı daha fazla dirence sahiptiler. Böylelikle klinik performans olarak daha üst düzey materyaller olarak kabul gördüler. Erken dönem kompozit rezinler kimyasal olarak aktive ediliyorlardı. Bir sonraki kuşak kompozit rezinler ise, ultraviyole (UV) dalga boyları ile başlatılan foto-aktifli kompozitlerdi. Bunlar daha sonra görünür dalga boylarında aktive edilen kompozit rezinler ile yer değiştirdi. Kompozit rezin teknolojisindeki sürekli ilerlemeler mükemmel dayanıklılığa, aşınma direncine ve doğal dişi taklit eden esnekliğe sahip kompozit rezin teknolojisi ile sonuçlandı. Özellikle de, nano teknolojinin kullanımı, bu materyallerin gelişiminde önemli etkiler yaratmıştır (Önal, 2004; Sakaguchi ve Mitra, 2012).

1962 yılında Dr. Ray L. Bowen tarafından geliştirilen “Bisfenol-A-glisidil metakrilat”(Bis-GMA, Bowen rezini) monomeri ile birlikte kompozit rezin esaslı restoratif maddeler günümüze kadar giderek artan bir şekilde kullanım alanları bulmuş, estetik özellikleri nedeniyle amalgama alternatif olmuş ve her geçen gün geliştirilen fiziksel özellikleri nedeniyle neredeyse amalgamın yerine geçmiştir (Murchison ve ark., 2006; Venturini ve ark., 2006; Chan ve ark., 2010; Rawls ve Whang, 2012).

Işıklı sertleşen rezin esaslı restoratif materyaller civa içermemeleri, estetik olmaları, çalışma zamanını uzatmaları ve sertleşme sürelerinin kısa olması nedeniyle günümüzde oldukça sık tercih edilmektedirler (Hilton ve Broome, 2006; Arısu ve ark., 2008).

Kompozit rezinler, 50 yıl önce sektöre sunulmalarından bu yana kullanımı giderek artan sağlam materyallerdir (Dos Santos ve ark., 2010; Mante ve ark., 2010). Kompozit rezinleri diğer birçoklarına göre daha popüler yapan birkaç özelliği vardır. En önemli olanlardan birisi de; mineye benzer şekilde kullanılan, pigmentlerin belirlediği çok çeşitli renk tonlarının bulunmasıdır (Chan ve ark., 2010).

1980'lerde arka grup dişlerde uygulanması amacıyla özel olarak geliştirilmiş ilk posterior kompozit rezinlerin üretildiğini görüyoruz. Bu kompozit rezinlerde partikül boyutları azaltılıp, doldurucu miktarı artırıldığından aşınma direnci daha da artmıştır. 1980'li yılların ortalarında görünür ışıkla polimerize olan kompozit rezinlerin yapısında önemli gelişmelerin olduğu; hibrit kompozit rezin olarak adlandırılan değişik partikül boyutlarına sahip kompozit rezinlerin kullanıma sunulduğu bilinmektedir (Hilton ve Broome, 2006).

Genel olarak, kompozit rezinler porselen ve amalgam ile benzer esneme dayanıklılığına, kırığa karşı dayanıklılığa ve gerilme dayanıklılığına sahiptir ve cam iyonomerlerden daha üstündürler. Di kompozitinin amalgam ile karşılaştırıldığında en belirgin şekilde yetersiz kaldığı özellik, kompozit rezinin birkaç kat daha düşük olduğu elastisite modülüdür (zorlanım çarpanı). Bu düşük elastisite modülü, yüksek stres altında okluzal yüzeylerde deformasyonu ve boyutsal değişimi artırabilir ve sonuçta artan yüzey teması nedeniyle ileri aşınmaya yol açabilir (Ferracane, 2011).

2.2.1. Kompozit Rezin Esaslı Dolgu Maddelerinin Yapısı

Kompozit rezinler şu bileşenlerden oluşmaktadır:

- a) Organik polimer matriks (Continuous phase).
- b) Dağılmış inorganik doldurucular (Dispersed phase).
- c) Ara bağlayıcılar (Silane coupling agent).
- d) Başlatıcı- hızlandırıcı sistem (Önal, 2004; Murchison ve ark., 2006; Yanıkoğlu ve ark., 2009; Chan ve ark., 2010; Dayangaç, 2011a; Miranda ve ark., 2011; Sakaguchi ve Mitra, 2012).

a) Organik Matriks Faz

Kompozit rezinlerde organik matriks olarak Bis-GMA, etilen glikol dimetakrilat (EDMA), yüksek viskoziteyi azaltmak amacıyla trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA), son yıllarda iyi adezyon sağlayan, renk değişime daha dirençli olan Ürethan dimetakrilat (UDMA) ve Bis-GMA'nın yerini alması için geliştirilen bisfenol-A ethoxylated dimetakrilat (Bis-EMA) gibi değişik monomerler kullanılmaktadır (Klapdohr ve Moszner, 2005; Aktürk, 2007; Yıkılğan ve ark., 2010; Dayangaç, 2011a; Ferracane, 2011; Ling ve ark., 2011; Miranda ve ark., 2011).

Bowen (1962) Bis-GMA rezini, bisfenol A ve glisidil metakrilat arasındaki reaksiyonun ürünü olan dimetakrilat monomerini sentezleyerek formüle etmiştir (Kim ve Shim, 2001; Donly ve Segura, 2009).

Bis-GMA, moleküle belirli bir sertlik veren iki fenil grubu ile moleküller arası hidrojen bağlantısını sağladığı düşünülen hidroksil gruplarına sahiptir. Bu özellikler Bis-GMA'ya oda sıcaklığında pekmeze ya da bala benzer bir tutarlılık sağlar. Bu tutarlılıktaki bir madde ile doldurucu partiküllerin karıştırılması zordur ve üreticiler viskoziteyi azaltmak için TEGDMA gibi bir sıvı sulandırıcı monomer kullanmak zorunda kalmaktadır (Mc Cabe ve Walls, 2008a; Rawls ve Whang, 2012).

Genel olarak bu dilute edici monomerlerin oranı ne kadar yüksek olursa polimerizasyon büzülmesi ve marjinal sızıntı riski ve buna bağlı sorunlar da o kadar fazla olacaktır (Rawls ve Whang, 2012).

b) İnorganik Faz

İnorganik faz ise matriks içine dağılmış olan çeşitli büyüklükteki kuartz (kristalin silika), koloidal silika, borosilikat cam, lityum aluminyum silikat, stronsiyum, baryum, zirkonyum, çinko ve yitriyum cam, baryum aluminyum silikat, stronsiyum aluminyum silikat gibi inorganik doldurucu partiküllerden oluşur (Dayangaç, 2011a).

Bunlar kompozit rezinlere bazı nitelikler kazandırır. Stronsiyum, baryum, çinko ve yitriyum rezine radyoopasite sağlar (Bayne ve Thompson, 2011; Roberson ve ark., 2011; Tait ve ark., 2011; Rawls ve Whang, 2012).

Silika partikülleri, karışımın mekanik niteliklerini güçlendirir, ışığı geçirir ve yayar (Murchison ve ark., 2006). Böylece kompozit rezine mineye benzer yarı şeffaf bir görüntü kazandırır. Saf silika, kristalin ve non kristalin formlarında bulunur. Kristalin formları serttir ancak kompozit rezinin bitirme ve polisaj işlemlerini güçleştirir. Bu nedenle kompozit rezinler, günümüzde silikanın nonkristalin formu (silicate glass) kullanılarak üretilmektedir (Bayne ve Thompson, 2011; Dayangaç, 2011a; Rawls ve Whang, 2012).

Radyoopak partiküller kompozit rezinde ısıl genişlemeyi arttırdıkları, silan bağlayıcı ajanlarını hidrolize ettikleri ve opasiteye neden oldukları için inorganik faza sınırlı miktarda eklenirler (Dayangaç, 2011a).

Partiküllerin büyüklüğü, türü, şekli ve miktarı kompozit rezinlerin fiziksel özelliklerini belirler. Partikül miktarı arttıkça, organik matriks oranı düşer, ısıl

genleşme katsayısı, polimerizasyon büzülmesi, su absorpsiyonu azalır; dayanıklılık, mekanik ve fiziksel özellikler artar; çalışılabilirlik ve viskozite kontrolü sağlanır (Moore ve Avery, 2004; Önal, 2004; Murchison ve ark., 2006; Rawls ve Whang, 2012).

Yüzey sertliği, pürüzlülüğü ve abrazyon direnci, büyük ölçüde doldurucu içeriği ve partikül boyutu tarafından belirlenen özelliklerdir (Mc Cabe ve Walls, 2008a).

İster yorgunluk isterse de abrazyon mekanizma nedeniyle oluşsun aşınma süreci kimyasal etkenler tarafından hızlandırılır. Bazı içeceklerde ve gıdalarda doğal olarak bulunan bazı solventler kompozitin rezin bileşimini yumuşatabilir. Diğer kimyasal ajanlar, özellikle de asitler, doldurucu bileşiğin bozulmasına yol açar ve bu sürece muhtemelen doldurucu-matriks bağlantısının kırılması eşlik eder. Zaten, bazı kompozit rezinlerin eroziv ortamda saklanması takiben saklama sıvısı içerisinde kompozit materyalinden gelen metalik iyonlar bulmak mümkündür. Bu kimyasal süreçler aşınma hızını anlamlı derecede etkileyebilir (Mc Cabe ve Walls, 2008a).

Termal genleşme ve polimerizasyon büzülmesi, doldurucu partiküllerin hacimsel yüzdesinin artırılmasıyla azaltılmaktadır. Doldurucu partiküllerin konsantrasyonu arttıkça elastisite modülü artmakta ve büzülmeyi minimize etme eğilimi sergilemektedir (Donly ve Segura, 2009).

c)Ara Bağlayıcılar

Kompozit rezinin ideal mekanik özelliklere ulaşması için organik rezin matriks ve inorganik doldurucu arasında güçlü bir bağ olmalıdır. Bu bağ doldurucu partiküllerin silan bağlayıcı ajan ile kaplanması dolayısı ile kompozit rezinin dayanıklılığının artırılması ve aynı zamanda çözünürlüğünün ve su emiliminin azaltılması ile sağlanır (Roberson ve ark., 2011).

En çok kullanılan bağlayıcı ajan 3-metakriloksi propil trimetoksi silan (MPTS)'dir (Mc Cabe ve Walls, 2008a; Dayangaç, 2011a; Sakaguchi ve Mitra, 2012).

Modern kompozit rezinlerde silika partiküllerinin yüzeyi silan bağlayıcı ajanlarıyla önceden kaplanarak, silika partiküllerinin yüzeyinde tek moleküllü ve çift fonksiyonlu çok ince bir katman oluşturulmuştur. Kimyasal olarak dayanıklı ve inert olan bu bileşikler sıvı halden esnek katı hale kadar çeşitli hallerde bulunabilirler. Bağlayıcı ajanlar seramik restorasyonlarda olduğu gibi iki fonksiyonlu organik molekulardır. Bir taraftan organik matriksin metakrilat grubuyla kovalent bağ yaparken diğer taraftan doldurucuların yüzeyindeki su ve hidroksil gruplarını absorbe ederek

yüzeyde esterleşirler. Silan bağlayıcı ajanları hem rezinin fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirir hem de rezin-partikül arayüzü boyunca suyun geçişini önleyerek hidrolitik dengeyi sağlar, rezinin çözünürlüğü ve su emilimini azaltır. Bu şekilde organik ve inorganik fazları birbirine bağlayarak suya dirençli kompozit rezinlerin oluşumu sağlanır (Önal, 2004; Deliktaş, 2006; Dayangaç; 2011a).

Kompozit rezinin özellikleri, doldurucu partiküllerinin büyüklüğü, bağlayıcı ajanların kalitesi ve aktivasyon süreci gibi çeşitli faktörleri modifiye etmek suretiyle farklı kullanım alanlarına göre değiştirilebilir. Bu özelliklere bağlı olarak, kompozit rezin ağzın farklı bölgelerinde kullanılabilir (Chan ve ark., 2010).

Bağlayıcı ajan, kompozit rezinde önemli bir role sahiptir. İşlevleri şu şekilde özetlenebilir:

- Doldurucu maddeyi rezin matrikse güçlü bir şekilde bağlayan bir ara yüzey köprüsü oluşturur.
- Kompozit rezinin mekanik özelliklerini arttırırken, klinik aşınma sırasında doldurucu maddenin matriksten ayrılmasını minimum seviyeye indirir.
- Sonuçta ortaya çıkan ara yüzey fazı, bitişik partiküller ile polimer matriksi arasındaki stres dağılımı için bir ortam hazırlar.
- Kompozit rezinin su emilimini minimum seviyeye indiren hidrofobik bir ortam sağlar (Sakaguchi ve Mitra, 2012).

d) Başlatıcı- Hızlandırıcı Sistem

Organik faz içerisinde polimerizasyon hızlandırıcı (accelerator), başlatıcıları (initiator), ultraviyole stabilizatörleri, rezinin ısı, ışık ve diğer yollarla kendi kendine polimerize olmasını engellemek ve raf ömrünü arttırmak için inhibitörler (4-metoksifenol ve 2,4,6-tersiyerbütülfenol) de bulunmaktadır (Willems ve ark., 1993; Dayangaç, 2011a; Rawls ve Whang, 2012).

Kompozit rezinlerin polimerizasyonu ışık veya kimyasal reaksiyon yoluyla gerçekleşir. Bunlardan ışık reaksiyonu daha yaygın olarak kullanılır. Işık aktivasyonu yaklaşık olarak 465 nanometre (nm)'de en yüksek dalga boyu seviyesine çıkan mavi ışık ile gerçekleştirilir ve bu da genellikle kamferokinon (CQ) gibi üretim sırasında % 0.1 -1.0 arasında değişen miktarlarda monomer karışımına ilave edilen foto-sensitizer ile absorbe edilir (Sakaguchi ve Mitra, 2012).

Metakrilat esaslı kompozitlerde (MBC) serbest radikaller aktivasyon ile birlikte oluşur. Reaksiyon, organik amin tarafından hızlandırılır. Hem aromatik hem de alifatik olmak üzere çeşitli aminler kullanılmaktadır. Bu iki amin türünün örnekleri aşağıda görülmektedir. Amin ve CQ, kompozit rezin ışığa maruz kalmadığı sürece, oda sıcaklığında oligomer bulunuyorsa stabildir. Kamferokinonun en yaygın foto-sensitizer (Abate ve ark., 2001; Murchison ve ark., 2006; Donly ve Segura, 2009) olmasına rağmen, özel estetik uygulamalar için farklı foto-sensitizer da kullanılmaktadır. CQ, polimerize edilmemiş kompozit rezine hafif bir sarılık verir. Rengin polimerizasyon sırasında açılmasına rağmen, bazen diş hekimleri renk tonlarını uyumlamakta zorluk yaşayabilmektedir (Sakaguchi ve Mitra, 2012).

Başlatıcı-hızlandırıcı sistemin rolü, sistemi sertleşmiş bir kitle haline getirmek üzere polimerize etmek ve çağraz bağlamaktır (Sakaguchi ve Mitra, 2012).

2.2.2. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

Kompozit rezinler sınıflandırmada inorganik partikül büyüklüğü, şekli, bu partiküllerin ağırlık ya da hacim olarak yüzdesi, polimer matrikse ekleniş biçimleri, polimerizasyon yöntemleri ve viskoziteleri kullanılmaktadır (Dayangaç, 2011a; Sakaguchi ve Mitra, 2012).

Ancak büyük bir hız ile çeşitli aşamalardan geçerek gelişmekte olan kompozit rezinler için yerleşmiş tek bir sınıflandırmadan söz etmek olanaksızdır (Dayangaç, 2011a).

Günümüzde geçerliliğini koruyan Lutz ve Phillips'in (1983) sınıflandırmasında inorganik doldurucu partiküllerin büyüklüğü ve miktarı esas alınmıştır.

Kompozit rezinler inorganik doldurucu partiküllerin büyüklüğüne göre:

1. Megafil
2. Makrofil, midifil
3. Minifil
4. Mikrofil
5. Nanofil
6. Hibrit kompozit rezinler diye sınıflandırılır (Bayne ve Thompson, 2011; Dayangaç, 2011a) (Tablo 8).

Tablo 8. Kompozit rezinlerin sınıflandırılması (Dayangaç'dan, 2011a)

İnorganik doldurucu partikül büyüklük ve yüzdesine göre (Ağırlıkça)		
Kompozit rezinler	İnorganik partikül büyüklüğü mikrometre (μm)	İnorganik doldurucu partikül yüzdesi (%)
Megafil	50-100 μm	
Makrofil	10-100 μm	% 70-80
Midifil	1-10 μm	% 70-80
Minifil	0,1- 1 μm	%75-85
Mikrofil	0,01-0,1 μm	%35-60
Hibrit	0,04-1 μm	%75-80
Nanofil	0,005-0,01 μm	
Polimerizasyon yöntemlerine göre		
Kimyasal olarak polimerize olan kompozit rezinler Işık ile polimerize olan kompozit rezinler Hem kimyasal hem de ışık ile polimerize olan kompozit rezinler		
Viskozitelerine göre		
Kondanse olabilen kompozit resinler (Packable) Akışkan kompozit resinler (flowable)		

Megafil Kompozit Resinler

Bu tür kompozit resinlerde doldurucu partiküller 50-100 μm büyüklüğündedir. Okluzal değim yüzeylerine ya da çok aşınan bölgelere yerleştirilmesi önerilen ve insert diye adlandırılan cam partiküller de mega doldurucu partiküller olarak adlandırılır (Önal, 2004; Dayangaç, 2011a).

Makrofil, midifil Kompozit Resinler

İlk kompozit resinler makrofillerdi. Bu kompozitler ortalama doldurucu madde çapı 20-30 μm olan büyük küre şeklinde veya düzensiz şekilli partiküller içeriyordu. Sonuçta ortaya çıkan kompozitler oldukça opak ve aşınmaya karşı düşük dirençli idi (Roberson ve ark., 2011; Sakaguchi ve Mitra, 2012).

Bu kompozit rezinler “geleneksel kompozitler” olarak da adlandırılmaktadır. Organik polimer matriks içerisinde dağılmış olan inorganik doldurucu partiküllerin yüzdesi yaklaşık % 70-80 dir. Ticari örnek: Adaptic (3M ESPE, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) (Önal, 2004; Dayangaç, 2011a, Roberson ve ark., 2011). Makrofil kompozit rezinlerde inorganik doldurucular kuartz ve /veya ağır metal cam partiküllerdir. Partiküllerin büyük ve sert olması, organik matriksin inorganik partiküllerden daha fazla aşınmasına yol açar. Bu da önemli bir sorun olan yüzey pürüzlülüğüne ve renklenmelere neden olur. Bu tür kompozit rezinlerin arka grup dişlerde kullanımı sakıncalıdır (Dayangaç, 2011a).

Minifil Kompozit Resinler

Partikül büyüklüğü 0,1-1 µm arasındadır. Partikül miktarı makrofil kompozitlere göre daha fazladır. Ticari örnekler: Concise (3M ESPE, ABD), Estilux (Heraeus Kulzer, Almanya) (Önal, 2004).

Bu tür kompozit rezinlerde inorganik doldurucular kuartzdan daha kırılğan, baryum ve stronsiyum gibi ağır metalleri içeren cam ile yoğunlaştırılmış partiküllerdir. Kuartz yerine bu tür partiküllerin kullanılması ile aşınmaya karşı direnç arttırılmış, daha düzgün bir yüzey elde etme olanağı bulunmuş ve kompozit rezine radyoopasite kazandırılmıştır. Bu tür kompozit rezinler sıklıkla II. ve IV. sınıf restorasyonlarda kullanılmaktadır (Dayangaç, 2011a). Alışlagelmiş makrofil kompozit rezinlere göre daha polisajlanabilirlik, görünüm ve dayanıklılık arasında sağladığı mükemmel denge bu sınıfı genel ön grup dişlerde kullanım için uygun kılmaktadır (Rawls ve Whang, 2012).

Mikrofil Kompozit Resinler

1970’lerin sonlarına doğru “mikro doldurucu” veya “cilalanabilir” kompozit rezinler geliştirilmiştir. Bu tür kompozit rezinlere aynı zamanda “ince bitim yapılabilen kompozit rezinler” de denilmektedir (Bayne ve Thompson, 2011; Roberson ve ark., 2011).

İnorganik doldurucular kolloidal slika partikülleri olup, partikül büyüklüğü 0,01- 0,1 µm arasındadır, partikül yüzdesi ise ağırlıkça % 35- 60’ dır (Moore ve Avery, 2004; Murchison ve ark, 2006; Roberson ve ark., 2011; Rawls ve Whang, 2012).

Küçük boyutlu partiküller, Bis-GMA’nın TEGDMA ile karışımı sırasında yoğun viskozite oluşturmakta ve çok miktarda monomer çözücü kullanılmasını

gerektirmektedir. Yoğunluk sorununu çözebilmek için önceden sertleştirilmiş mikrofil kompozit rezinler polimerize olmamış materyale katılmıştır. Önceden sertleştirilmiş partiküllerin büyüklüğü 1-20 µm olup toz oluşturma kadar öğütülmektedir. Bu tür kompozitler “heterojen mikrofil” veya “organik doldurucu kompozit rezinler” olarak bilinmektedir (Bayne ve Thompson, 2011; Rawls ve Whang, 2012). Prepolimerize rezinin miktarına bağlı olarak, büzülme mikrohibrit veya nano kompozit rezinlere göre daha fazla olabilmektedir (Sakaguchi ve Mitra, 2012).

Partikül oranındaki azalma buna bağlı olarak monomerin fazlaşması su absorpsiyonunu arttırmış, ısıl genleşme katsayısını yükseltmiş, elastisite modülünü azaltmıştır (Moore ve Avery, 2004; Dayangaç, 2011a; Sakaguchi ve Mitra, 2012). Geleneksel ve hibrit kompozit rezinlere göre bazı fiziksel özellikleri daha düşüktür. Yine de klinik olarak dayanıklıdır. Ayrıca düşük elastisite modülleri kompozit restorasyonun dişe benzer bir esnekliğe sahip olmasını sağlar ve bağlantı ara yüzeyini korur. Bu tür kompozit rezinler özellikle V. sınıf servikal defekt ve lezyonlarda, labial veneerlerde oldukça başarılıdır (Dayangaç, 2011a; Roberson ve ark., 2011). Ticari örnekler: Silux plus (3M ESPE, ABD), Durafil VS (Heraeus Kulzer, Almanya) (Önal, 2004).

Hibrit Kompozit Reziner

Geleneksel kompozit rezinlerin tercih edilen mekanik ve fiziksel özellikleri ile mikro doldurucu kompozit rezinlerin pürüzsüz yüzeyini bir araya getirmek için hibrit kompozit rezinler üretilmiştir. Bu materyaller ağırlıklarının genelde % 75- 85 oranında kolloidal silika ve ağır metaller içeren cam partiküllerinden oluşan inorganik doldurucular içerirler (Roberson ve ark., 2011; Rawls ve Whang, 2012).

Polimer matriksin az olması bu tür kompozit rezinlerin iyi kondanse edilmesine, polimerizasyon büzülmesinin azalmasına, aşınmaya karşı direncin yükselmesine ve pulpal irritasyonların azalmasına neden olur (Önal, 2004).

Hibrit ve mikrohibritler iyi aşınma dirençleri ve mekanik özellikleri vardır ve strese karşı direnç gerektiren uygulamalar için uygundur. Bununla birlikte, zaman içerisinde yüzey polisajlarını kaybederler ve pürüzlenirler (Sakaguchi ve Mitra, 2012).

Submikron büyüklüğündeki inorganik doldurucu partiküller (0,04 µm) ve küçük partiküller (1-4 µm) içermektedir. Bu nedenle yüzey düzgündür. Öncelikle estetik açıdan önemli olan ön bölgelerde, III. ve IV. sınıf restorasyonlarda, labial veneerlerde

aynı zamanda arka grup restorasyonlarda da kullanılabilir. Ticari örnekler: Filtek Z 250 (3M ESPE, ABD), Esthet-X (Dentsply, Almanya) (Murchison ve ark., 2006; Dayangaç, 2011a).

Nano Kompozit Rezinler

Son yıllarda nanoteknolojinin kompozit rezinlerin tasarımına ve üretimine dahil olması özelliklerinin büyük ölçüde gelişmesini sağlamıştır. Nano kompozit rezinler bu kompozit sınıfını oluşturmaktadır (Sakaguchi ve Mitra, 2012). Nanoteknolojinin diş hekimliğinde kullanımı ile kompozit rezinler hibrit, mikrohibrit, nanofil, nanohibrit olarak da sınıflandırılmıştır (Dayangaç, 2011a; Frauscher ve Ilie, 2012).

Nano Doldurucu Maddeler ve Nano Kompozit Rezinler

Bilimin hemen hemen tüm dallarında olduğu gibi, nanoteknoloji kendisine restoratif diş hekimliğinde de yer buldu. Kompozit rezin teknolojisindeki en son yenilik, doldurucu madde geliştirilmesinde nanoteknolojinin kullanımı olmuştur. Nanoteknoloji, çeşitli fiziksel ve kimyasal yöntemler kullanarak 1-100 nanometre arasında fonksiyonel materyaller ve yapılar üretimidir (Ilie ve ark., 2013). Nanoteknoloji, küçük ölçüleri sayesinde eşsiz özelliklere ve fonksiyonlara sahip yapılar oluşturmak için aygıtlar ve sistemler gerektirir. Bu nedenle, atomik ve/veya moleküler boyutta yapıları kontrol ve manipüle edebilme yeteneği gerektirir. Gerçek nano kompozit rezinlerin nanometre ölçüsünde doldurucu madde partiküllerine sahip olması gerekmesine rağmen, nanoteknoloji terimi bazen abartılmakta ve materyallerin tanımlanmasında yanlış anlamalara yol açmaktadır (Rawls ve Wang, 2012; Sakaguchi ve Mitra, 2012).

Nano doldurucuları, rezin esaslı kompozitlerde (RBC) kullanma fikrinin ardında kompozit rezinin akışkanlığını değiştirmeden doldurucu madde içeriğini arttırmak ve mekanik özellikleri geliştirmek isteği bulunuyordu (Ilie ve ark., 2013).

Günümüzde, kompozit rezinlerde kullanılan en yaygın nanomateryaller oksit nanopartiküllerdir. Yine günümüzde nanopartikül içeren iki farklı kompozit rezin bulunmaktadır:

- a) Nanofiller: Bunlar, rezin matriksinde nanometre büyüklüğünde (1-100 nm) partikül ihtiva eder. Daha büyük primer partiküller mevcut değildir.
- b) Nanohibritler: Bunlar, ilave nanometre büyüklüğünde partiküle sahip büyük partiküller (0,4-5 mikron) içerir. Bu nedenle, gerçek nanofill

kompozit rezin değil, hibrit materyallerdir (Rawls ve Whang, 2012; Sakaguchi ve Mitra, 2012).

Nanofil Kompozit Reziner

Nanofil kompozit rezinerler, yüzey düzgünlüğü ve estetik açıdan mikrofil, dayanıklılık açısından ise hibrit kompozit rezinlere benzer. Bu tür kompozit rezinlerde inorganik partiküllerin büyüklüğü 2-20 nm olup ışığın dalga boyundan (400-800 nm) küçüktürler. Ve bu da yüksek seviyede yarı saydam materyaller üretebilme imkanı tanır (Önal, 2004; Gökçe ve Özel, 2005; Dayangaç, 2011a, Rawls ve Whang, 2012; Sakaguchi ve Mitra, 2012).

Bu kompozit rezin sınıfını oluşturmak için iki tür nano partikül sentezlenip, kullanılmıştır. Birinci tür, esas olarak silikanın veya zirkonyumun tekil dağılımlı kümelenmemiş partikülleri olan nanometrik partiküllerden oluşmaktadır. Nano partiküllerin yüzeyi silan bağlayıcı ajan ajanlar ile işlenir ve bu onlara kompozit rezin yerleştirildikten sonra polimerize edildiğinde rezin matrikse bağlanabilme özelliği kazandırır. Nanoküme (nanocluster) adı verilen ikinci bir tür nanofiller geliştirilmiştir. Nanokümeler, kontrollü partikül boyutu dağılımına sahip kümeler elde etmek için nanometrik oksitlerin hafifçe katılaştırılması yoluyla elde edilirler. Nanokümeler tek başına silika çözeltilerinden sentezlenebildiği gibi, silika ve zirkonyum oksitlerinin karışımından da elde edilebilmektedir. Kümeleri oluşturmakta kullanılan nanomerlerin primer partikül boyutu 5-75 nm arasındadır. Nanokümelerde nanopartiküllerin kendi formlarını koruduğu unutulmamalıdır. Günümüzde, Filtek Supreme (3M ESPE, ABD) ticari adıyla bilinen tek bir gerçek nanofil kompozit rezin bulunmaktadır. Bu kompozit rezinde, nanometrik partiküller ile nanokümeler optimum seviyede kombine edilmiştir (Rawls ve Whang, 2012; Sakaguchi ve Mitra, 2012).

Restoratif materyallerin çoğunun başlangıç parlaklığı oldukça iyidir ancak hibrit kompozit rezinlerde büyük doldurucu maddelerin kopması parlaklık kaybına yol açar. Buna karşın, nanofil kompozit rezinlerde nanokümeler, abrazyon sırasında matrikse benzer bir oranda kopar. Bu, restorasyonun uzun süre pürüzsüz bir yüzeye sahip olmasını sağlar. Bu materyalin üç ve beş yıllık klinik kullanımından sonraki aşınma direnci insan minesininkine benzer olarak tespit edilmiştir (Sakaguchi ve Mitra, 2012).

Nanohibrit Kompozit Reziner

Bazı üreticiler mikrohibritlere nano boyutta partiküller ilave etmiştir. Bu kompozit reziner nanohibrit olarak tanımlanmaktadır. Bir kompozit rezinin pürüzsüzlülüğü ve aşınmasının genellikle en büyük doldurucu madde partiküllerinin boyutuna göre değişmesinden dolayı, nanohibritlerin yüzeyi birkaç yıllık klinik kullanım sonrasında yavaş yavaş matlaşmaktadır (Sakaguchi ve Mitra, 2012).

Kompozit Rezinerin Doldurucu Partiküllerine Göre Sınıflandırılması

- a) Homojen dolduruculu kompozit reziner (Kompozit sadece doldurucu partiküller ve polimerize olmamış matriks materyalinden oluşuyorsa).
- b) Hibrit dolduruculu kompozit reziner (Karma partikül boyutu içeren kompozitler).
- c) Heterojen dolduruculu kompozit reziner (Eğer içinde önceden polimerize olmuş kompozitler veya başka farklı doldurucular mevcutsa) (Bayne ve Thompson, 2011).

Kompozit Rezinerin Viskozitelerine Göre Sınıflandırılması

a) Kondanse Olabilen (Packable) Kompozit Reziner

Son yıllarda inorganik doldurucu partikül miktarı artırılarak (hacimce % 74) arka grup dişlerde kullanımı önerilen kondanse edilebilir visköz kompozit reziner üretilmiştir. “Posterior kompozit reziner” olarak da tanımlanan bu tür kompozitlerde temas noktalarının ideale yakın oluşturulabilmesi, karving işleminin yapılabilmesi, kaviteye basınç uygulanarak daha kolay yerleştirilmesi özellikle II.sınıf restorasyonlarda başarı ile kullanılabilmelerini sağlamıştır (Gökçe ve Özel, 2005; Dayangaç, 2011a; Roberson ve ark., 2011). Bu materyaller amalgamlar gibi kondanse edilebilir değildir ancak sıkıştırılabilirler ve düz yüzeyli aletler kullanılarak akmaya zorlanabilirler ve özellikle interproksimal kontakların daha rahat sağlanabilmesi için üretilmişlerdir (Önal, 2004; Nalçacı ve Ulusoy, 2005; Sakaguchi ve Mitra, 2012).

Kondanse olabilen kompozit rezinerin tipik özellikleri arasında, polimerizasyon derinliğinin fazla olması, düşük polimerizasyon büzülmesi, radyopasite ve düşük aşınma oranı sayılabilir (Sakaguchi ve Mitra, 2012). Dezavantajları arasında tabakalama tekniğinin zor uygulanması, zor kullanım özellikleri ve ön dişlerdeki zayıf estetik özellikleri sayılabilir (Suzuki, 2004; De Souza ve ark., 2005).

b) Akışkan Kompozit Reziner

Küçük partiküllü kompozit rezinerin ve hibrit kompozit rezinerin modifikasyonunun bir sonucu olan ve 1995’den beri popüler olan bu kompozitler

akışkan kompozit rezin olarak adlandırılmaktadır (Rawls ve Whang, 2012). Düşük doldurucu oranına ve bunun sonucu olarak düşük fiziksel özelliklere sahiptir, aşınma dirençleri düşüktür. Düşük doldurucu madde içeriklerinden dolayı, hibrit kompozit rezinlerden üç kat daha fazla polimerizasyon büzülmesi gösterirler. Yüksek polimerizasyon büzölmeleri nedeniyle her zaman ince tabakalar halinde uygulanmalıdırlar (Murchison ve ark., 2006; Roberson ve ark., 2011).

Partikül büyüklüğü 0.4-3.0 µm arasında, hacimsel doldurucu madde miktarı ise % 42-53 arasında değişiklik gösteren dimetakrilat rezin ve inorganik doldurucu maddeler içermektedir. Bu tür kompozit rezinler geleneksel hibrit kompozitlere göre daha düşük olan viskoziteleri sayesinde iğne uçlu bir şırınga ile uygulanabilirler. En son akışkan kompozit jenerasyonu ise, nano doldurucu maddeler içermektedir. Son yıllarda, self-adeziv akışkan kompozit rezinler de piyasaya çıkmıştır. Kerr firmasına ait “Vertise Flow” buna bir örnektir (Han ve ark., 2008; Ferracane, 2011; Sakaguchi ve Mitra, 2012).

Doldurucu partikül miktarı az olan 1.jenerasyon akışkan kompozit rezinler daha çok pit ve fissür sealant olarak; doldurucu partikül oranı daha fazla olan 2. jenerasyon akışkan kompozit rezinler ise konservatif olarak hazırlanmış I., II. ve V. sınıf kaviterlerde kullanılabilirler. Kondanse olabilen kompozit rezinlerin altında stres kırıcı olarak işlev görürler. Elastisite modülleri düşük olduğundan servikal abfraksiyon lezyonlarında, mine defektlerinde de kullanılmaktadır (Önal, 2004; Gökçe ve Özel, 2005; Yazıcı ve ark., 2008; Dayangaç, 2011a).

Düşük esneme katsayısına sahip, akışkan kompozit rezinlerin, kompozit restorasyonların altında liner olarak kullanılmalarının, polimerizasyon büzölmelerini engelleyerek restorasyon kenarlarında görölen aralanma oluşumunu ve mikrosızıntıyı azalttığı pek çok çalışmada bildirilmiştir (Bek ve ark., 2008).

2.2.3. Kompozit Resinlerle İlgili Son Gelişmeler

Restorasyonlar sayesinde elde edilen ağız-diş sağlığı kaybolan çiğneme fonksiyonunun, fonasyonun ve estetiğın yeniden kazandırılması restoratif diş hekimliğının amaçlarının başında gelmektedir. Bu nedenle restoratif materyallerle ilgili ilerlemelerde elde edilen son nokta, hiç bir zaman bu yöndeki gelişmelerin sonu olamaz. Dolayısıyla, kabul görmüş, yerleşmiş ve kullanıla gelmekte olan materyallerin bu yöndeki gelişimi ile ilgili çalışmalar, gerek adeziv sistemlerin ve polimer esaslı

restoratif materyallerin dezavantajlarını ortadan kaldırmaya yönelik, gerekse uygulanan teknik ve ışık kaynağı gibi yardımcı enstrümanların ve yöntemlerin iyileştirilmesine yönelik devam etmektedir (Gökçe ve Özel, 2005).

Son yıllarda rezin kimyasında ve ışıkla polimerizasyon aygıtlarında elde edilen gelişmeler, daha iyi fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip kompozit rezinler üretilmesini mümkün kılmıştır. Ayrıca, araştırmacılar sertlik, kompresif dayanıklılık, esneme direnci ve esneklik katsayısı gibi özellikleri geliştirmek için rezin matriks monomerlere odaklanmıştır (Cekic-Nagas ve ark., 2010).

Yeni üretilen kompozit rezinlerde hala kullanılmakta olan geleneksel Bis-GMA monomerine karşın nanohibrit kompozit rezinler için “dimer acid based dimethacrylate” (N'Durance, Septodont) ve “Trisiklodekan (TCD)-urethane monomeri” (Venus Diamond; Heraeus Kulzer, Almanya) gibi yeni tip matriks monomerleri geliştirilmiştir (Schmidt ve Ilie, 2012; Ilie ve ark., 2013).

Bis-GMA veya UDMA gibi geleneksel dimetakrilat monomerler ile karşılaştırıldığında, dimer asit dimetakrilat monomerler daha yüksek moleküler ağırlık ve oldukça düşük akışkanlığa sahip düşük başlangıç çift bağ konsantrasyonları göstermiştir. TCD üretan monomerlerin düşük akışkanlık özelliğinden dolayı, başka bir sulandırıcı kullanılmasına gerek yoktur (Ilie ve ark., 2013).

Kompozit rezinlerin organik matriksini oluşturan Bis-GMA formundaki dimetakrilatların temel yapısında yapılan bazı değişikliklerle ormoserler (organically modified ceramics), iyon salabilen ve silorane esaslı kompozit rezinler piyasaya sunulmuştur (Hahnel ve ark., 2010; Buchgraber ve ark., 2011; Dayangaç, 2011a).

Silorane Esaslı Kompozit Resin

"Silorane" son geliştirilen bir monomerdur. Deneysel silorane esaslı kompozit rezinlerde, olumlu biyouyumluluk, mekanik özellikler, polimerizasyon derinliği (8,5-10 mm) ve düşük büzülme oranları (hacimce % 0,5-0,8) elde edilmiştir (Gökçe ve Özel, 2005).

Polimerizasyondan kaynaklanan büzülme ve iç stresi azaltmak amacıyla geliştirilen bu monomerin adı, kimyasal yapı taşları olan siloksan ve oksiron'dan türetilmiştir. Siloksan endüstriyel uygulamalarda ayırt edici hidrofobitesisi ile bilinir. Oksiran ise tenis raketi, kayak gibi spor malzemelerinde ve otomotiv sanayisinde

yüksek kuvvetlere ve doğa şartlarına dayanabilen bir monomerdır ve uzun süredir kullanılmaktadır (Baltacıoğlu, 2011; Dayangaç, 2011a; Sakaguchi ve Mitra, 2012).

Siloksan özelliği, kompozit rezine hidrofobiklik kazandırır. Oksiran özelliği ise, katyonik polimerizasyon aracılığıyla halka açıcı çapraz bağlama sağlar ve böylece polimerizasyon büzülmesini azaltır (D'Alpino ve ark., 2011; Ivanoas ve ark., 2011; Schmidt ve ark., 2011). Silorane'ların polimerizasyonu için özel başlatıcı sistemler gerekir. Doldurucu partikül seçiminde dikkatli olunmalıdır. Doldurucu partikül yüzeyinde rezidüel bazlılık bulunursa, kompozit rezin stabilitesini kaybedebilir. Düşük büzülme özellikli silorane kompozit rezinde, doldurucu maddeyi oksiran matrikse bağlamak için bir epoksi fonksiyonlu bağlayıcı ajan olan 3-glisidoksipropiltrimetoksilan kullanılır (Sakaguchi ve Mitra, 2012).

Silorane, sikloalifatik oksiran bileşenin katyonik, halka-açılımlı polimerizasyonu sonucunda oluşur. MBC'ler polimerize olurken monomerler birbirlerine doğru hareket ederek bağlanır. Silorane esaslı rezinlerde ise katyonik halka-açılımlı monomerler açılarak düzleşir ve birbirlerine doğru uzayarak bağlanır. Bunun sonucunda metakrilat esaslı kompozit rezinlere oranla daha az büzülme gerçekleşir ve oluşan polimerizasyon stresleri de azalmış olur. İnorganik doldurucu olarak kuartz ve radyoopak yitrium florür partikülleri içeren Silorane'lar mikrohibrit kompozit rezin olarak da adlandırılır (Ernst ve ark., 2004; Dayangaç, 2011a; Rawls ve Whang, 2012).

Ayrıca, klinik uygulama sırasında bu materyalleri bağlamak için özel adeziv sisteme ihtiyaç duyulur. Bu adeziv iki bileşenden oluşmaktadır. Birinci bileşen bir "self-etch primer"dır. Birinci bileşenin hidrofilik yapıda olması diş dokusuna olan adezyon açısından önemlidir. İkinci bileşen ise, içerdiği bi-fonksiyonel asidik monomer sayesinde hidrofobik silorane rezininin oksiran grubuna bağlanmasını sağlamaktadır (Baltacıoğlu, 2011; Sakaguchi ve Mitra, 2012).

Geleneksel kompozit rezinlerden farklı moleküler yapısıyla ağız ortamında tükürük, su ve kimyasal maddeler karşısında daha dayanıklı olduğu ileri sürülen silorane esaslı kompozit rezin, Filtek Silorane (3M-ESPE, ABD) özellikle arka grup dişlerin restorasyonunda kullanılmak üzere geliştirilmiştir (Yıkılğan ve ark., 2010).

2.3. Poliasit Modifiye Kompozit Reziner (Kompomerler)

Rezin ve geleneksel cam iyonomer bileşenlerinden oluşan hibrit restoratif materyaller son yıllarda diş hekimliği alanında yaygın şekilde kabul görmekte ve kullanılmaktadır. Bunlar arasında poliasit modifiye kompozit rezin, rezin modifiye cam iyonomer simanlar ve kompomerler bulunmaktadır. Nem hassasiyeti ve erken dönem dayanıklılığında azalma gibi geleneksel restoratiflerin sahip olduğu sorunların üstesinden gelmek üzere tasarlanmalarına rağmen, bağlanma kontrolü, diş yapılarına adezyon, oklüzal yüke karşı yeterli dayanıklılık, florür salınımı ve estetik gibi klinik avantajlar da sağlamışlardır (Hse ve ark., 1999).

Yaygın olarak kompomer olarak bilinen poliasit modifiye kompozit rezinler, diş çürüklerinin hasara uğrattığı dişlerin restorasyonunda kullanılan bir grup estetik materyaldir. 1993’de geliştirilen kompomerler geleneksel kompozit rezinlerin estetiği ile cam iyonomer simanların florür salınımını ve adezyonunu birleştiren yeni bir sınıf dolgu materyali olarak sunuldu. Kompomer ismi ise, bu materyali oluşturan iki ana materyalden gelmektedir; kompozit rezinden gelen “komp” ve iyonomerden gelen “omer” (Türkün ve Gökay, 2002; Nicholson, 2007).

Adından da anlaşılacağı üzere, kompomerler kompozit rezin ile cam iyonomerlerin özelliklerini tek bir bileşende bir araya getirmektedir. Bununla birlikte, bu restoratif materyal grubu rezin modifiye cam iyonomerler ile aynı kategoride sınıflandırılmamalıdır ve “poliasit modifiye kompozit rezin” terimi daha uygun görünmektedir. Bu yeni rezin-iyonomer hibrit restoratif materyallerin diş hekimliğinde hızlı bir şekilde benimsenmesi büyük ölçüde kullanım kolaylıklarından kaynaklanmaktadır (Hse ve ark., 1999; Vanga; 2011).

Kompomer, uygun başlatıcılar kullanarak cam iyonomer siman’ın cam partiküllerini su içermeyen poliasit sıvı monomerlere uygulayarak elde edilen poliasit modifiye kompozit rezindir. Bu materyalin kullanımındaki mantık, cam iyonomerlerin florür salınım özelliğini kompozit rezinlerin dayanıklılığıyla birleştirmektir. Kompomerler, kompozit rezinlerden ve cam iyonomerlerden tamamen farklı özelliklere sahiptirler (Hse ve ark., 1999; Shen, 2012).

Kompomerler, toz-sıvı sistemleri de bulunmasına rağmen, restoratif uygulamalarda kullanılan tek pasta, ışıkla polimerize olan materyallerdir. Su içermeyen

bu materyaller, reaktif olmayan inorganik doldurucu partiküller, reaktif silikat cam partiküller, sodyum florür ve poliasit modifiye monomerler ihtiva eder (Shen, 2012).

Kompomerlerin önemli özelliklerinden birisi de hiç su ihtiva etmemeleridir ve bileşenlerinin büyük çoğunluğu da kompozit rezinler ile aynıdır. Bunlar genellikle, TEGDMA gibi viskozite azaltıcı sulandırıcı ile karıştırılan Bis-GMA veya türevleri ve/veya UDMA gibi büyük makro-monomerlerdir. Bu polimer sistemleri, quartz veya silikat cam gibi “non-reactive” inorganik tozlar ile doludur. Bu tozlar, materyalde doldurucu ile matriks arasındaki bağlantıyı kolaylaştırmak için bir silane ile kaplanır. Ayrıca, kompomerler geleneksel kompozit rezinlerden farklı ilave monomerler içerirler. Poliasit modifiye kompozit rezinlerde iki metakrilat grubu, iki de karboksilat grubu olan 2-hidroksietilmetakrilat (HEMA)’a hidrofilik monomerler eklenmiş ve böylece modifiye olmuştur. Bu türden en yaygın olarak kullanılan monomer, bütan tetra karboksilik asit ve HEMA’nın reaksiyon ürünü olan olan TCB’dir. Bu asit fonksiyonlu monomer çok küçük bir bileşendir ve kompomerler ayrıca cam-iyonomer simanlarda kullanılan türden reaktif cam tozu (Floro-alumino silikat, baryum alüminyum floro silikat, yiterbiyum triflorid) da ihtiva eder (Hse ve ark., 1999; Nicholson ve ark., 2003; Önal, 2004; Nicholson, 2007; Dayangaç, 2011b).

Kompomerler önce polimerizasyon daha sonra asit-baz reaksiyonu ile sertleşirler. Polimerizasyon ışık, asit-baz reaksiyonu ise su emilimi ile gerçekleşir. Cam tozu ile asit fonksiyonlu grubun reaksiyona girmesiyle, reaktif cam doldurucuların içinde bulunan florür salınır. Ancak tuz matriks ve hidrojel oluşmadığı için florür rezervuarı gibi davranamazlar. Bu nedenle florür salınımı oldukça kısıtlıdır (Önal, 2004; Nicholson, 2007; Dayangaç, 2011b).

Diş dokularına bağlanma özellikleri yoktur ve bu nedenle geleneksel kompozit rezinlerde kullanılan türden bonding ajanlarına gereksinim duyarlar (Nicholson, 2007). Kompomerlerin setlerinde bulunan bonding ajanı genelde primer ve adezivin tek şişede kombine edildiği tek fazlı bir bağlayıcı sistemdir. Diş sert dokularına bağlanmasında iki mekanizma rol oynamaktadır. Birincisi madde içindeki hidrofilik karboksilik asit üniteleri (fosfat penta akrilat ester), ikincisi ise bonding ajanıdır (Önal, 2004).

Florür salınım seviyeleri de cam iyonomer simanlarından oldukça düşüktür (Nicholson, 2007). CIS’lerden ve poliasit modifiye kompozit rezinlerden gerçekleşen

florür salınımı; hızlı bir başlangıç salınımı, ardından salınım hızında hızlı bir düşüş ile karakterizedir. Uzun vadede florür salınımında gerçekleşen bu düşüşün, materyallerin restorasyonların etrafındaki sekonder çürükleri inhibe etme yeteneğini sınırladığı düşünülmektedir çünkü uzun vadede gerçekleşen düşük florür salınımı tedavi için gerekli seviyelerde olmayabilir. Bununla birlikte, cam iyonomer simanların ve kompomerlerin, kaybedilen florür yerine ortamdaki florürü alabildiği rapor edilmiştir. Materyallerdeki florürün bu şekilde yeniden kazanılması, onlara uzun vadeli çürük inhibe etme özelliği sağlayabilir çünkü kazanılan florür yeniden salınır ve materyalin total florür salınımına katkıda bulunur (Itotaa ve ark., 2004).

Kompomerlerin mekanik özellikleri üzerine birçok çalışma yapılmıştır ve kompresif, çift eksenli (biaxial) esneklik ve çapsal (diametral) tensil dayanıklılığı, kırığa karşı dayanıklılık ve yüzey sertliği gibi birçok özellik için genel değerler rapor edilmiştir. Genel olarak, bu değerler geleneksel kompozit rezinlerinkinden çok fazla farklılık göstermemektedir (Nicholson, 2007; Donly ve Segura, 2009).

Kompomerlerin hepsi V.sınıf restorasyonlarda iyi klinik performans göstermez ve kompomerlerin renklenme sorunu da vardır. Su emilimi ve gıdaların neden olduğu renklenme sonucu yüzeydeki değişim bu durumun muhtemel nedenidir. 24 ay süren klinik bir çalışma, fisürleri kapatmak için kullanıldıklarında, marjinal bütünlük haricinde, rezin temelli kompozit silanlar gibi performans gösterdiklerini ortaya koymuştur. Kompomerler, I. ve II. sınıf restorasyonlarda kompozit rezinler kadar ve ortodontik bantlarda bağlayıcı ajan olarak kabul edilebilir bir performans göstermektedirler (Nicholson, 2007; Shen, 2012).

Kompomerlere örnek olarak Dyract AP, Dyract Extra (Dentsply, Almanya), Compoglass F (İvoclar Vivadent, Liechtenstein), F 2000 (3M Espe, ABD) verilebilir (Hse ve ark., 1999; Önal, 2004).

2.4. Cam- İyonomer Simanlar

Wilson ve Kent tarafından 1972 yılında geliştirilen CIS'lar günümüze kadar geçen sürede popüler bir restoratif materyal haline gelmiş ve çeşitli klinik uygulamalarda kendine yer bulmuştur (Kim ve ark., 1998; Nicholson, 1998; Hse ve ark., 1999; Mc Cabe ve Walls, 2008b; 2008c; Berzins ve ark., 2010; Maneenut ve ark., 2010; Bayrak ve ark., 2011; Roberson , 2011; Vanga, 2011).

Silikat simanla polikarboksilat simanın hibriti biçiminde tanımlanan klasik cam iyonomer simanlar toz-likit sisteminden oluşmaktadırlar. Toz, kalsiyum veya stronsiyum aluminoflorosilikat cam tozlarının, likit ise poliakrilik asit, akrilik-itakonik, akrilik-maleik asit ve sertleşme hızını çalışma süresini kısaltmaksızın arttırmak için eklenen tartarik asit kopolimerlerinin karışımıdır (Nicholson, 1998; Croll ve Nicholson, 2002; Moore ve Avery, 2004; Donly ve Segura, 2009; Maneenut ve ark., 2010; Dayangaç, 2011b; Hengtrakoola ve ark., 2011).

Bu asitler genel olarak polialkenoik asitler adı altında gruplandırılırlar. Polialkenoik asitlerin etkisi fosforik asitten daha azdır. Asidin etkisi ile diş yüzeyi temizlenir, smear tabaka uzaklaştırılır. Herhangi bir yüzey işlemi yapılmadan diş yüzeyine bağlanabilen tek materyal cam iyonomer simanlardır (Mc Cabe ve Walls, 2008b; Dayangaç, 2011b). Polialkenoik asitlerin polialkenoat tuzlarını oluşturması nedeniyle cam iyonomer simanlara polialkenoat simanlar adı da verilir. Kent, bu materyale "cam iyonomer" siman adını vermiş ve bu isim diş terminolojisinde yerini almıştır (Croll ve Nicholson, 2002; Dayangaç, 2011b).

Başlangıç reaksiyonu aşaması polimer zincirlerin halkadan doğrusal şekle dönüşmesine yol açan poliakrilik asidin iyonizasyonunu kapsamaktadır. İyonizasyon ile oluşan hidrojen iyonları, florür içeren kalsiyum aluminosilikat camına saldırmakta; metal ve florür iyonlarının salınmasına yol açmaktadır (Donly ve Segura, 2009). Bağlanma reaksiyonu, asit gruplarının cam yüzeyinden salınan katyonlar ile reaksiyona girmesi sonucu tuz oluşumunu içermektedir (Mc Cabe ve Walls, 2008b). Kalsiyum ve alüminyum iyonları poliakrilik aside karboksil gruplarından bağlanmakta ve sertleşen simanın matriksini oluşturmak amacıyla jel fazı başlatılmaktadır. Bu başlangıç sertleşmesi şekillendirilebilme özelliğine sahiptir; ancak bu aşamada cam iyonomer su emilimine son derece eğilimlidir. Ardından, alüminyum tuz köprüleri poliakrilik asit matriksi ile birlikte oluşmakta ve siman sertleşmektedir (Donly ve Segura, 2009).

Cam iyonomer, diş ara yüzünde hidrojen bağları oluşturmak amacıyla yüzey ıslanabilirliğini arttırarak siman içerisinde bulunan serbest hidrofilik karboksil grupları ile dentine bağlanabilmektedir. Aynı zamanda, ara yüzde iyon değişimi oluşmaktadır; kalsiyum iyonları fosfat ile yer değiştirmektedir (Donly ve Segura, 2009).

Karıştırılmaya başlanmasından itibaren çalışma süresi ortalama  dakikadır. Yaklaşık 24-72 saat içinde cam iyonomer siman daha dayanıklı bir yapı kazanır (Moore ve Avery, 2004; Dayangaç, 2011b).

2.4.1. Cam- İyonomer Simanların zellikleri ve Kullanım Yerleri

CIS'lar, okul öncesi çocuklarda ve generde kullanılan önemli restoratif ve yapıştırıcı materyallerden birisi haline gelmiştir. Bu materyaller diş yüzeyine kimyasal bağlar oluşturur, biyo-uyumludur, mine ve dentin tarafından alınmak üzere florür iyonları salarlar. Florür, cam iyonomer simandan ilk hafta maksimum düzeyde salınır, 2-3 hafta içinde azalır ancak florür etkisi yaklaşık 18 ay süreyle devam eder. Florrl diş macunu, ağız gargarası ve topikal olarak uygulanan solüsyonlar tarafından salınan florür iyonlarını alabilirler (Croll ve Nicholson, 2002; Dayangaç, 2011b).

Cam iyonomer simanın termal genleşme katsayısı diş yapısına benzerdir, kompozit rezinlere bağlanma ve florür salarak sekonder çürüğü nleme avantajlarına sahiptir (Donly ve Segura, 2009).

Cam iyonomer simanların dezavantajları arasında neme karşı hassasiyet, aşırı kurulukta çatlak oluşumu, abrazyona, çekme ve gerilme kuvvetlerine karşı az dayanıklılık, renklenme sayılabilmektedir (nal, 2004).

Kavite taban materyali olarak kullanımlarına ilave olarak, core yapımında, protez restorasyonlarının ve ortodontik bantların yapıştırılmasında kullanılmaktadırlar. Ayrıca, travmatik restoratif tedavi (ART) tekniğinde ve yapıştırıcı siman olarak da kullanılmaları önerilmiştir. III. ve V. sınıf kavite restorasyonları için uygulanırken, I. ve II. sınıf restorasyonlarda kullanımları sadece düşük stres alanlarında tavsiye edilmektedir. Geleneksel cam iyonomer simanların arka grup dişlerdeki sınırlı kullanımı, kompozit rezinlere göre daha kötü olan mekanik özelliklerine atfedilebilir (Magni ve ark., 2010).

CIS yaşlılarda ve çürük aktivitesi fazla olan kişilerde, süt dişlerinde, kök yüzey çürüklerinde, servikal erozyon, abrazyon lezyonlarında, II. ve III. sınıf slot ve

tünel restorasyonlarda, dentin desteğinden yoksun kavitelere ve açık sandwich yönteminde kullanılırlar (Dayangaç, 2011b).

2.4.2. Cam İyonomer Siman Türleri

Klasik cam iyonomer simanların fiziksel, kimyasal ve mekaniksel özelliklerini iyileştirmek amacıyla toz ve likit içeriğinde bazı değişiklikler yapılarak farklı siman türleri geliştirilmiştir (Dayangaç, 2011b). Daha sağlam ve dayanıklı cam iyonomer materyaller geliştirme amacıyla 1980'lerde bir üretici cam tozuna gümüş amalgam tozu ekledi (Miracle Mix, GC ABD). Bir başka üretici de, yüksek ısı fizyon adı verilen bir süreç kullanarak cam tozunu gümüş elementi (sermet) ile kombine etti (Ketac-Silver, 3M ESPE, Almanya). Deneysel simanları güçlendirmek için fiber ilavesi de araştırıldı (Croll ve Nicholson, 2002; Hengtrakoola ve ark., 2011).

RMCI nem ile ilgili hassasiyet sorunlarının bazılarının üstesinden gelmek ve estetik ve fiziksel özellikleri geliştirmek amacıyla 1990'ların başında geliştirildi (Kim ve ark., 1998; Croll ve Nicholson, 2002; Maneenut ve ark., 2010).

2.4.3. Rezin Modifiye Cam İyonomerler

Rezin modifiye cam iyonomerler mekanik özellikleri geliştirme, bağlanma süresini ve neme karşı hassasiyeti azaltma çabaları sonucu geliştirilmiştir. RMCI'lar cam iyonomerlerin ve kompozit rezinlerin bir hibritidir ve bu nedenle asit esaslı ve polimerize edilebilen bileşikler ihtiva eder. RMCI'lar genellikle florealüminosilikat camlardan, foto-başlatıcılardan, poliakrilik asitten, sudan ve HEMA gibi bir suda çözünür metakrilat monomerden formüle edilir. RMCI'lar florür salar ve geleneksel CI ürünleri gibi diş yüzeyine kimyasal olarak bağlanırken, aynı zamanda erken dönemde daha fazla dayanım gösterir (Hse ve ark., 1999; Moore ve Avery, 2004; Berzins ve ark., 2010).

Sertleşme, cam iyonomer simanların bilinen asit-baz reaksiyonu ve HEMA'nın polimerizasyonu ile gerçekleşir. Bununla birlikte, eğer materyal HEMA için kimyasal bir indikatör içeriyorsa HEMA'nın polimerizasyonu başlar (Triple-cure). Eğer materyal sadece ışıkla sertleşen bir sistem ise, HEMA mavi ışığın ekspozisyonundan sonra polimerize olur (Dual-cure). Her iki durumda da ilk sertleşme HEMA'nın polimerizasyonu ile sonuçlanır. Daha yavaş ilerleyen asit-baz reaksiyonu matriksi teşkil eden HEMA'yı güçlendirir. Triple-cure sertleşme mekanizmasına sahip simanların dual-cure olanlara göre avantajları; rezinin ilave olarak kimyasal olarak polimerizasyonu ve

ışığın ulaşamadığı alanlarda da polimerizasyonun gerçekleşmesidir (Önal, 2004; Dayangaç, 2011b).

HEMA salınımı, esas olarak polimerizasyonu takip eden ilk 24 saat içerisinde gerçekleşir ve HEMA'nın rezin modifiye cam iyonomerlerin biyouyumluluğunu sağlayan madde olduğuna hiç şüphe yoktur. HEMA'nın ağızda bulunduğu noktadan sistematik şekilde dağılım ve hastalarda görülen yan etkilerin kaynağı olma potansiyelleri vardır. Bununla birlikte, üreticinin talimatlarına göre uygun şekilde polimerize edildiklerinde bile, HEMA monomerini salabilirler. Bu hemen dentinden pulpaya doğru nüfuz eder ve pulpaya gelir gelmez iltihaptan hassasiyete kadar çeşitli yan etkilere ve hastada potansiyel alerjik reaksiyonlara neden olabilir (Nicholson ve Czarnecka, 2008).

Diş personelleri (diş hekimi ve hemşire) açısından ise, tek bir temasla ve çok düşük konsantrasyonlarda bile kişide hassasiyete neden olduğu ortaya konmuş bir madde olan HEMA'ya uzun süreli maruziyetten kaynaklanan potansiyel sorunlar vardır. HEMA diş hekimliğinde kullanılan lateks eldivenlere penetre edebilir ve eder etmez de değişen ciddiyet derecelerinde dermatite neden olabilir. Uçucudur ve buharı solunabilir. Bu da, solunum sisteminde olumsuz etkilere yol açabilir. Diş personeli de risk altındadır çünkü korunmamış cilt ile temas hafiften ileri dereceye varıncaya kadar çeşitli alerjik reaksiyonlara yol açabilir. HEMA'nın uçucu olmasından dolayı, HEMA buharını soluma riski de vardır (Nicholson ve Czarnecka, 2008).

Bu ürünler ile makul sonuçlar alabilmek için, yerleştirme ve şekillendirmeyi karıştırmadan hemen sonra gerçekleştirmek en iyi yoldur. Kapsül materyallerin çoğu, karıştırılan materyalin kapsülden doğrudan hazırlanmış olan kaviteye sıkılmasını sağlayan enjektörler ile sunulmaktadır. Rezin modifiye cam iyonomerlerin su ihtiva etmesine ve kısmen asit-baz reaksiyonu ile bağlanmasına rağmen, rezinin varlığı simanı nem tarafından kontaminasyondan koruyor görünmektedir. Bu nedenle, vernik veya rezin koruması bu kategorideki çoğu materyal için tavsiye edilmemektedir. Bir başka önemli etken de, geleneksel cam iyonomerlerin bitirme ve polisajı simanın olgunlaşmasını sağlamak için 24 saat sonraya ertelenmesine karşın, ışıkla aktive edilen rezin modifiye materyallere polimerizasyondan hemen sonra bitirme ve polisaj işlemleri yapılabilmektedir (Mc Cabe ve Walls, 2008c).

RMCI'in en iyi fiziksel özelliklerini elde edebilmek için, karışımın mümkün olan en yüksek toz/sıvı oranını gerektirdiği ancak bunun için de cam tozunun karıştırma sırasında asit solüsyonu ile iyice ıslatılması gerektiği keşfedilmiştir. Bu tür bir karışım, sadece spatula yardımıyla el ile karıştırılan siman ile mümkündür. Ayrıca, sadece toz/sıvı oranı ile ilişkisi olmayan çeşitli markaların fiziksel özellikleri arasında farklılıkların bulunduğu da unutulmamalıdır (Croll ve Nicholson, 2002).

Mekanik özellikleri uygulamaları bakımından kabul edilebilirdir ve diş yüzeyine bağlanma ve florür salınımı gibi klinik olarak faydalı özellikleri vardır (Nicholson, 1998; Nicholson ve Czarnecka, 2008).

Özetle, RMCI'lar, daha uzun çalışma süresi, ışıkla polimerize olma, daha kolay klinik prosedürler ve kullanım, ağız ortamında daha az çözünürlük, gelişmiş mekanik dayanıklılık ve estetik gibi özellikleri ile geleneksel cam iyonomer simanlara göre daha üstün özelliklere sahiptirler (Hse ve ark., 1999; Önal, 2004).

Genel olarak, RMCI'lar retansiyon açısından iyi görünmektedir. Sekonder çürükler ve post-operatif hassasiyet sorun teşkil etmemektedir. Bununla birlikte, marjinal özellikleri, yüzey özellikleri ve renklenme sorunu için aynı yorumlar yapılamaz. Özellikle çürük kavitelerindeki retansiyon, yüzey özellikleri ve biyolojik etkiler bakımından davranışları hakkında daha fazla uzun vadeli araştırmaya ihtiyaç vardır (Sidhu, 2010).

Rezin modifiye cam iyonomer simanlar, diş çürüklerinden etkilenmiş dişlerin onarımı için faydalı materyallerdir. RMCI'lar yaklaşık olarak 20 yıldır piyasadadırlar, kaide, yapıştırıcı siman, restoratif materyal olarak kullanılmak üzere formüle edilebilirler. Kök çürükleri, servikal lezyonlarda, süt dişlerinde I. ve II. sınıf restorasyonlarında kullanılabilir (Nicholson ve Czarnecka, 2008; Maneenut ve ark., 2010; Sidhu, 2010; Roberson ve ark., 2011).

Ticari örnek olarak; Fuji II LC (GC, Japonya), Vitremer, Photac Fil Quick (3M ESPE, Almanya) verilebilir (Croll ve Nicholson, 2002; Dayangaç, 2011b).

2.5. Polimerizasyonda Kullanılan Işık Kaynakları

Kompozit rezinlerin ışık ile polimerizasyon olanağı hekimlere yeterli çalışma zamanı, istenilen morfolojiyi verebilme ve değişik tonlarda kompozitlerin tabaka halinde uygulanması gibi birçok kolaylık sağlamıştır (Rawls ve Whang, 2012).

Genel olarak kompozit rezinlerin polimerizasyonu 400 miliwatt (mW) güçte ve dalga boyu 400-500 nm olan ışık kaynakları ile sağlanır (Dayangaç, 2011a).

Üreticiler ışık ile polimerizasyonu sağlamak amacı ile mor ötesi, lazer, halojen, “light emitting diode” (LED) ve plazma ark (PAC) gibi değişik ışık cihazları geliştirmişlerdir. Günümüzde en yaygın kullanılanları halojen ve LED ışık cihazlarıdır (Botsalı ve Şener, 2008; Rawls ve Whang, 2012).

2.5.1. Ultraviyole Işık Kaynakları

İlk kez 1972 yılında kullanıma sunulmuş ancak zamanla hasta ve hekime zararlı olabileceği gerekçesiyle vazgeçilmiş ve yerine görünür ışık kullanılmıştır (Dayangaç, 2011a).

2.5.2. Quartz-Tungsten Halojen Işık Kaynakları

Kuartz-tungsten-halojen, diş hekimliği uygulamalarında yaygın olarak kullanılan ışık kaynaklarıdır (Alpöz ve ark., 2008; Rode ve ark., 2009). Halojen ışık kaynakları elektrotların birleştiği tungsten bir bobin içerir. Bobin, havayla temasın engellenmesi amacı ile çok yüksek sıcaklıklara dayanabilen aynı zamanda da filamentlerden yayılan ışığa şeffaf bir geçiş sağlayan kuartz bir yapı ile sarılmıştır. Kuartz yapı içerisinde inert, halojen esaslı bir bileşik bulunmaktadır. Farklı lambalar farklı inert gazlar içerirler. Bu gazlar değişik ısılarda yanarlar böylece çeşitli seviyelerde enerji çıkışı elde edilmiş olur (Bektaş ve ark., 2006).

Üretilen ışığın spektrumu geniştir ve yüksek ısı oluşturur. Bu nedenle belirli dalga boyundaki ışık elde etmek için filtreleme yapılmalıdır ve yükselen ısının da bir fan yardımıyla düşürülmesi gerekmektedir. Aynı cihazda ışığın çıkış gücü ve süresi ayarlanabilmektedir. Halojen ışık cihazlarının gücü 400 mW/cm²'den 1300 mW/cm²'ye kadar değişebilir. Filtrelenmiş ışık, uygun bir alet yoluyla (ışık ucu) uygulama bölgesine aktarılır. Bu ışık rehberi rijit (plastik veya cam çubuk) veya fleksible (fiber optik; sıvı transmisyonu şeklinde) olabilir (Mills ve ark., 2002a; Uhl ve ark., 2002; Yoon ve ark., 2002, Baltacıoğlu, 2011; Dayangaç, 2011a; Rawls ve Whang, 2012).

Halojen ışık kaynaklarının en pahalı parçası filtre mekanizmasıdır. Bu filtreler özelliklerini kaybettiklerinde dış yüzeyine daha fazla enerji ulaşır. Bu fazla enerji pulpa içerisindeki ısıyı artırabilir. Filtre edilemeyen kızılötesi ışık pulpa ve mukozada ısı oluşumuna neden olur. Bu nedenle halojen ışıkların bütün aksamaları ve ışık verimi periyodik olarak kontrol ettirilmelidir (Bektaş ve ark., 2006).

Halojen ışık cihazlarının dezavantajları arasında 100 saatlik düşük ampül ömürleri, ışık filtresinin ve reflektörünün zamanla eskimesi, kullanımları sırasında oluşan yüksek ısı sayılabilir (Martin, 1998; Pilo ve ark., 1999; Deliktaş ve Ulusoy, 2006; Arısu ve ark., 2008). Cihaz gücünün kontrolü için bir radyometre kullanılabilir (Mills ve ark., 2002b; Tarle ve ark., 2002).

2.5.3. Light- Emitting- Diode Işık Kaynakları

Halojen ışık kaynaklarına alternatif olarak geliştirilen bir diğer ışık kaynağı LED'lerdir (Alpöz ve ark., 2008). LED'ler kuantum mekaniği etkisiyle görülebilir mavi ışık yayan kaynaklardır (Jandt ve ark., 2000; Kurachi ve ark., 2001).

LED ışık cihazlarının temel özelliği 400-500 nm dalga boyu aralığında, sadece görülebilir ışık üretmeleridir. Etkin spektrumları ise 450-490 nm dalga boyudur (Stahl ve ark., 2000; Kurachi ve ark., 2001; Mills ve ark., 2002b).

LED ışık cihazları, optimum dalga boyunda ışık verdiklerinden halojen ve plazma ark ışık cihazlarındaki gibi üretilen ışığın filtre edilmesine gerek yoktur. Bu nedenle elde edilen enerjinin neredeyse tamamı polimerizasyon için kullanılabilir (Jandt ve ark., 2000; Mills ve ark., 2002a; Uhl ve ark., 2002, Baltacıoğlu, 2011).

Bu tür ışık kaynaklarının, polimerizasyon başlatıcı olarak kamferokinon içeren kompozit rezinlerin polimerizasyonunda etkili olduğu, "trimethyl benzoyl phosphine oxide" (TPO) içeren kompozitlerin polimerizasyonunda ise etkili olmadığı görülmüştür. Bu nedenle LED ışık kaynakları kullanılacağı zaman, polimerize edilecek restoratif materyalin yapısı iyi bilinmelidir (Vandewalle ve ark., 2004; Dayangaç, 2011a).

Polimerizasyon sırasında ısı oluşmaz, fan soğutmasına gerek duyulmadığından sessiz çalışır. Hafif, kablosuz, ergonomik olması, şarj edilebilmesi hekime kullanım kolaylığı sağlar. Klinik ömürleri daha uzundur (10.000 saat) (Arısu ve ark., 2008; Botsalı ve Şener, 2008; Dayangaç, 2011a).

Bütün bu avantajlarının yanı sıra LED ışık kaynaklarının iki önemli dezavantajı bulunmaktadır. Birincisi LED ışık kaynaklarının enerji spektrumu dar olduğu için başlatıcı olarak sadece CQ içeren kompozit rezinleri polimerize edebilir. Daha kısa dalga boylarında aktive olan başlatıcılar içeren bazı kompozit rezin ve adeziv sistemlerin polimerizasyonunda yetersiz kalırlar. Diğer bir dezavantajı ise enerji çıkış gücüne rağmen kompozit rezinlerin koyu renklerinde uygulama süresinin artırılmasına rağmen diğer kaynaklarla elde edilen polimerizasyon oranı sağlanamamaktadır. Bu problem son zamanlarda üretilen daha güçlü LED ışık kaynakları ile ortadan kaldırılabilmektedir (Bektaş ve ark., 2006).

2.5.4. Lazer Işık Kaynakları

Uzun yıllar tıp alanında uygulanan lazer ışık kaynakları rezinlerin polimerizasyonu dışında kavite preprasyonunda, dentin duyarlılığının giderilmesinde, başlangıç çürüklerin teşhisinde olmak üzere diş hekimliğinde de yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Işık spektrumu (400- 500 nm) çok dar olan lazer ışık kaynaklarında polimerizasyon süresi, görünür ışık kaynaklarından kısadır. Lazer ışık kaynakları, yumuşak ve sert lazerler olmak üzere iki şekilde piyasaya sürülmüştür. Uygulama sırasında koruyucu gözlük kullanılması gerekmektedir (Dayangaç, 2011a). Hemen hemen hiç kızılötesi ışık dalgaları olmadığı için pulpa ve ağız dokularında ısı artışı en aza indirilmiştir. Işık fiberoptik sistemlerle iletilir. Kompozit rezinlerin polimerizasyonunda kullanıldığı gibi beyazlatma işlemlerinde, ağız ülserlerinin tedavisi ve yumuşak doku cerrahisinde de kullanılmaktadır (Bektaş ve ark., 2006)

2.5.5. Plazma Ark Işık Kaynakları

Işık kaynağı xenon ark lambasıdır. Plazma yüksek ısıda pozitif iyonlardan ve elektronlardan oluşmuş iyonize gaz anlamına gelmektedir. Böylece çok yüksek seviyelerde enerji oluşturulur. Halojen ışık kaynaklarına göre ömrü daha uzundur, yüksek ısı oluştururlar, çok yer kaplar ve pahalıdırlar. Işık yoğunluğu 2000 mW/cm² olduğundan, polimerizasyon daha kısa sürede (3-8 saniyede (sn)) gerçekleşir. Bu olayın polimerizasyon büzülmesinde artmaya neden olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Bektaş ve ark., 2006; Dayangaç, 2011a; Rawls ve Whang, 2012).

2.6. Yüzey Sertliği

Mineralojide, bir maddenin görelî sertliği onun çizilmeye karşı direncidir. Metalurjide ise, diğêr birçok disiplinde olduğu gibi, bu kavram “çentiklemeye (indentaiton)” karşı direnç olarak kabul edilir. Modern sertlik testlerinin çoğu bu kavrama dayanmaktadır (Anusavice, 2012).

Restoratif doldurucu materyallerin klinik başarısına katkıda bulunan en önemli fiziksel özelliklerden biri yüzey sertliğidir ve restoratif materyallerin mekanik özelliklerini belirler. Çizilme ve aşınmaya karşı direnci arttırdığı gibi, materyalin çeşitli kuvvetler karşısında kolayca deforme olmasını da önleyerek klinik başarıyı etkilemektedir (Deliktaş ve Ulusoy, 2006, Çoğulu ve ark., 2008).

Restoratif materyaller ağız içerisinde pek çok etkiye maruz kalmaktadırlar, bu etkilere başarılı bir şekilde karşı koyabilmeleri yüksek düzey sertlik değerlerine sahip olmaları ile mümkündür. Düşük yüzey sertliği ya da yüzeydeki yumuşama materyalin aşınmasını arttırmaktadır (Taşveren, 2005; Ersoy ve ark., 2007).

Yüksek yüzey sertlik değerlerinin daha yaygın polimerizasyon gösterdiği ve sertlik testlerinin kompozit rezinler için polimerizasyon derecesini değerlendirmede direkt bir yöntem olduğu bildirilmiştir (Aguiar ve ark., 2005). Bis-GMA organik matriksli rezinlerin yüzey sertlik değeri hidrofilik olan üretan dimetakrilattan fazladır. Işıkla polimerize olan kompozit rezinler karıştırma işlemi yapılmadığı, dolayısıyla iç pörözite oluşmadığı için daha dirençlidirler. Doldurucusuz rezinlere göre dolduruculu rezinlerin sertliği artmaktadır. Resin sistemlerin yüzey sertliğinin ve basınca dayanımının doldurucu içeriği yükselmesiyle arttığı belirtilmektedir (Taşveren, 2005).

Resin esaslı bir dolgu materyalinde inorganik doldurucu partiküllerin oranı, büyüklüğü, dağılımı ve tipi, organik matriksinin yapısı ve polimerizasyon şekli materyalin sertlik değerlerini etkileyen faktörlerdendir. Örneğin inorganik doldurucu partikül miktarındaki artış, ilgili materyal için daha yüksek sertlik değerlerini ifade edebilmektedir (Nalçacı ve Ulusoy, 2005; Deliktaş ve Ulusoy, 2006; Botsalı; 2008; De Oliveira ve ark., 2010).

Diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin kendi yapısal özelliklerinin restorasyonun başarısında önemli yer aldığı bilinmektedir. Restoratif materyallerin diş hekimliğini en çok ilgilendiren özelliklerinden biri, kullanılan materyalin sertlik derecesidir (Taşveren, 2005).

2.6.1. Restoratif Materyallerin Yüzey Sertliklerinin Ölçülmesi

İdeal bir dolgu maddesinde aranılan önemli özelliklerden birisi de sertliktir; çünkü sertlik çizilmeye olan direnci arttırdığı gibi, maddenin çeşitli kuvvetler karşısında kolayca deforme olmasını da önlemektedir. Arka grup dişlerde kullanılan dolgu materyallerinin aşınmaya ve oklüzal kuvvetlere karşı yeterli dirence sahip olması materyalin yapısal özellikleri ile yakından ilgilidir (Seymen ve Gülhan, 1996). Sertlik testi, bir izaçar üzerine standart bir kuvvet veya ağırlık uygulayarak gerçekleştirilir. Bu, derinlik, alan veya genişlik bakımından mikroskop altında ölçülebilen simetrik şekilli bir iz oluşturur. İz boyutları daha sonra sertlik değerleri ile ilişkilendirilir. Standart bir izaçara sabit bir yük uygulandığında, izin boyutları test edilen materyale penetrasyona karşı direnç ile ters orantılı olarak değişir. Bu nedenle, yumuşak materyaller için hafif yükler kullanılır (Braga ve ark., 2012).

Yüzey sertliği ölçümleri yapılırken örneklerin üzerinde birkaç ölçüm yapıp bunların ortalamaları alınmaktadır. Yapılan sertlik ölçümlerindeki değerlerden biri diğerlerinden çok farklı değer de ise ortalamaya dahil edilmeyip bu farkın mutlaka belirtilmesi gerekmektedir (Seymen ve Gülhan, 1996).

2.6.2. Sertlik Ölçüm Metotları

Sertlik testleri, Amerikan Dental Association (ADA) ve International Organization For Standardization (ISO) tarafından geliştirilen standartlara göre üretilen dolgu materyalleri için uygulanmaktadır. Çeşitli türde yüzey sertlik testleri bulunmaktadır. Bunların büyük bir kısmı, bir maddenin yüzeyinin belirli bir yük altında elmas bir ucun veya çelik bir topun penetrasyonuna direnme özelliğine dayanmaktadır. Diş hekimliğinde kullanılan kompozit rezin esaslı restoratif materyallerin yüzey sertlik ölçümlerinde Brinell, Rockwell, Shore, Barcol, Knoop ve Vickers en fazla kullanılan test metotlarıdır. Günümüze değin, yüzey sertliği konusunda bir çok çalışma yapılmış ve bu araştırmalarda çeşitli mikrosertlik ölçüm teknikleri uygulanmıştır. Bu testlerden hangisinin seçilmesi gerektiği test edilecek materyale bağlıdır. Sertlik ile ilgili çalışmalarda çeşitli metodların kullanıldığı görülmektedir. (Seymen ve Gülhan, 1996; Taşveren, 2005; Anusavice, 2012).

Brinell Sertlik Testi

Brinell sertlik testi, diş hekimliğinde kullanılan metalik materyallerin ve metallerin sertliğini ölçmede yaygın olarak kullanılmaktadır. Brinell sertlik değeri, diş

altın alaşımlarının oransal limiti ve nihai gerilim direnci ile ilişkilidir. Brinell sertlik testi, metallerin sertliğini ölçmekte kullanılan en eski testlerden birisidir. Bu testte, sert çelikten bir top belirli bir yük altında materyalin polisajlı yüzeyine uygulanır. Yöntem, genellikle 1,6 milimetre (mm) çapında olan küçük çelik veya volfram karbür topun 123 Newton (N)'luk yük ile penetrasyonuna karşı dirence dayanır. Bir materyalin Brinell sertliğini test ederken, uç test edilen örnek ile 30 saniyeliğine temas eder ve bundan sonra kaldırılır ve oluşan iz çapı dikkatli şekilde ölçülür. Yük, belirlenen iz yüzeyinin alanına bölünür ve çıkan orana da Brinell sertlik değeri adı verilir. Bu değer genellikle HB veya BHN olarak veya son zamanlarda ifade edildiği şekliyle HBW olarak belirtilir. Bu nedenle, belirli bir yük için iz ne kadar küçük olursa, materyalin sertliği de o kadar yüksek olur. Brinell sertlik testinin oldukça geniş bir iz alanı oluşturması nedeniyle, bu test ortalama sertlik değerlerini tespit etmekte iyi, oldukça lokalize değerleri ortaya çıkarmakta ise zayıftır (Anusavice, 2012; Braga ve ark., 2012).

Rockwell Sertlik Testi

Rockwell Sertlik Testi hızlı sertlik ölçümleri yapabilmek için geliştirilmiştir. Brinell testine bir bakıma benzer, bir çelik top veya konik elmas uç kullanılır. İz çapını ölçmek yerine penetrasyon derinliği aletin kadranında doğrudan okunur. Farklı yükler uygulanabilir (60-150 kilogramkuvvet (kgf) arası [588-1470 N arası]). Her bir kombinasyon özel bir Rockwell çizelgesinde tanımlanır (Anusavice, 2012; Braga ve ark., 2012).

Farklı materyalleri test etmek için farklı büyüklükte çentik uçları bulunur. Rockwell sertlik değeri (RHN olarak ifade edilir), belirli bir ize veya uygulanan yüke göre tespit edilir. İz derinliğinin doğrudan okunabilmesi sayesinde Rockwell testi endüstride yaygın kullanım bulmuştur. Bununla birlikte, ne Brinell testi ne de Rockwell testi kırılğan maddeler için uygundur (Anusavice, 2012).

Yüzeysel Rockwell yöntemi, diş hekimliğinde kullanılan plastikleri (akrilik protezler, pit ve fissür sealantlar, kompozit rezinler) test etmek için kullanıla gelmiştir. Bu yöntem oldukça hafif bir yük (30kgf [294 N]) ve standart Rockwell yöntemlerine göre oldukça geniş (12,7 mm) çaplı bir top kullanır. Test, ilk olarak 3 kgf'lik (29,4 N) bir ön yükün (küçük yük) uygulanması ile başlar. Daha sonra, 30 kgf'lik (294 N) büyük yük 10 dakika boyunca örneğe uygulanır ve okuma yapılır. Diş plastiklerinin

viskoelastik olmasından dolayı, büyük yük kaldırılır kaldırılmaz bir iz oluşur. Aşağıdaki eşitlik kullanılarak aynı örnek üzerinde düzelme yüzdeliği hesaplanır:

$$\text{Düzelme yüzdeliği} = \{ (A-B) / A \} \times \%100$$

Bu formülde, A 10 dakika boyunca uygulanan büyük yükün oluşturduğu izin derinliği, B büyük yük kaldırıldıktan sonra geçen 10 dakikanın sonundaki izin derinliğidir. Rockwell sertlik testinin avantajları arasında sertliğin doğrudan okunması ve viskoelastik materyallerin test edilmesine uygun olması sayılabilir. Dezavantajları arasında ise, bir ön yükün gerekli olması, daha fazla süreye ihtiyaç duyulması ve yükün kaldırılmasından sonra izin hemen yok olabilmesi bulunmaktadır (Braga ve ark., 2012).

Shore A Sertlik Testi

Daha önce anlatılan sertlik ölçümleri elastomerlerin sertliğini ölçmekte kullanılamaz çünkü yük kaldırıldıktan sonra iz hemen kaybolur. “Shore A durometre” adlı bir cihaz, sertliğin materyallerin elastikiyeti bakımından ölçüldüğü elastomerlerin nispi sertliğini tespit etmek için kauçuk sanayinde kullanılır. Cihaz, çapı 0,8 mm olan ve 1,6 mm’lik bir silindire dönüşen kör uçlu bir izaçardan oluşur. İzaçar, 0 ila 100 birim arasında derecelendirilmiş bir cetvele bir kaldıraç ile iliştilir. İzaçar örneğe tamamen penetre ederse, 0 değeri okunur. Hiç penetrasyon olmazsa, 100 birimlik sonuç elde edilir. Elastomerlerin viskoelastik olmasından dolayı, doğru bir okuma yapmak zordur çünkü izaçar penetre etmeye devam eder. Genelde kullanılan yöntem, izaçarı sıkıca ve çabucak bastırmak ve maksimum değeri Shore A sertliği olarak kaydetmektir. Bu test, yumuşak protez liner’larını, ağız koruyucuları ve maksilofasiyal elastomerleri değerlendirmek üzere kullanılmaktadır (Braga ve ark., 2012).

Knoop Sertlik Testi

Knoop sertlik testi, mikro-iz test yönteminin gereksinimlerini karşılamak üzere geliştirilmiştir. Bu test yöntemi uygulanan yükün 3,6kgf’ı (35 N) geçmediği ince plastik veya metal levhalar veya kırılğan materyaller için uygundur. Knoop yöntemi izaçara değişik yüklerin uygulanabileceği şekilde tasarlanmıştır. Bu nedenle, ortaya çıkan iz alanı uygulanan yüke ve test edilen materyallerin yapısına göre değişir. Bu yöntemin avantajı, sadece test yükünün değiştirilmesi ile çok çeşitli sertlik değerlerine sahip farklı materyallerin test edilebilmesidir. Oldukça hafif yük uygulamalarının çok hassas mikro-

izler ortaya çıkarmasından dolayı, bu test yöntemi belirli bir bölgede sertlik değerleri değişen materyalleri incelemek için kullanılabilir (Braga ve ark., 2012).

Knoop sertlik testi, geometrik konfigürasyonda kesilen elmas uçlu bir alet kullanır. Oluşan iz, eşkenar dörtgendir ve en büyük köşegeninin uzunluğu ölçülür. Yük, oluşan alana bölünür ve Knoop sertlik değeri (HK veya KHN olarak ifade edilir) bulunur. İz oluştuğunda ve izaçar uzaklaştığında Knoop izinin şekli, oluşan izin elastik olarak yeniden düzelmesinin kısa köşegende gerçekleşmesine neden olur. Oluşan stres, sadece küçük eksenin boyutlarının düzelme sonrası değişikliğe uğramasına neden olur. Bu nedenle sertlik, test edilen materyalin esnekliğinden bağımsızdır. Ayrıca, yük 0,1 kgf'den 1kgf'e kadar değişiklik gösterebilir ve böylece bu test ile oldukça sert materyallerden çok yumuşak materyallere (mine, dentin, sement, porselen ve akrilik protezler, çinko fosfat siman...gibi) kadar çok farklı türden materyallerin sertliği ölçülebilir (Anusavice, 2012).

Bu yöntemin dezavantajları arasında, fazlaca cilalanmış ve düz bir örnek istemesi ve daha az kontrollü diğer yöntemlere göre oldukça fazla olan test süresi gerektirmesi sayılabilir (Braga ve ark., 2012).

Vickers Sertlik Testi

Vickers sertlik testi, Knoop ve Brinell testinde kullanılan ile aynı sertlik testi prensibine sahiptir. Bununla birlikte, çelik bir top yerine kare tabanlı bir piramit kullanılır. Farkı, 136 derecelik piramit şeklindeki elmas ucun belirli bir yük ile materyale uygulanmasıdır. Oluşan izin yuvarlak yerine kare olmasına rağmen, Vickers sertlik değerini (HV veya VHN olarak ifade edilir) hesaplamak için kullanılan yöntem, BHN için kullanılan ile aynıdır ve burada da yük, izin alanına bölünür. İzin köşegenlerinin uzunluğu ölçülür ve ortalaması alınır (Anusavice, 2012; Braga ve ark., 2012). Vickers sertlik değeri kilogram (kg) olarak ifade edilen deney yükünün milimetrekare (mm^2) olarak ifade edilen iz alanına bölümüdür. İzin görüntüsü mikroskop yardımıyla ölçme ekranına aktarılarak ölçme ekranındaki hareketli iki cetvel yardımıyla köşegenlerin uzunlukları hassas bir şekilde ayrı ayrı ölçülüp ortalaması alınmaktadır (Seymen ve Gülhan, 1996).

Vickers testi, diş döküm altın alaşımlarının standart testlerinde kullanılır. Bu test kırılğan materyallerin sertliğini belirlemek için uygundur. Bu nedenle, diğer döküm

diş alaşımlarının yanı sıra diş yapılarının sertliğini ölçmede de kullanılmaktadır (Anusavice, 2012; Braga ve ark., 2012).

Knoop ve Vickers testleri, Brinell ve Rockwell makrosertlik testlerine göre “mikrosertlik testleri” olarak sınıflandırılır. Hem Knoop hem de Vickers testleri 9,8 N'den düşük yükler uygular. Oluşan izler küçüktür ve 19 µm'den az derinliktedir. Bu nedenle, ince objelerin küçük bölgelerindeki sertliği ölçebilirler. Rockwell ve Brinell testleri daha büyük alanlarda ortalama değerler verir (Anusavice, 2012).

Barcol Sertlik Testi

Barcol sertlik ölçüm testi yay şeklinde, yüklenebilir, sivri bir çelik ucun penetrasyon direncinin ölçümüyle sertlik değerlerinin elde edildiği bir metottur. Materyal yüzeyi içine penetre olan batıcı ucun penetrasyon derinliği, mutlak Barcol sayılarına dönüştürülür. Bu metotta örnekler, 10 kg'lık sabit bir yük uygulayacak şekilde dizayn edilmiş, Barcol Impressor olarak bilinen, elle tutulan sertlik ölçerin batıcı ucunun altına yerleştirilir. Cihazın üzerinde yer alan kadran göstergesi maksimuma ulaşana kadar örneğe doğru uniform bir basınç uygulanır ve gösterge 0 ve 100 arasında kalibre edilmiş bir skala üzerinde direkt bir değer verir. Plastik endüstrisinde de çok yaygın olarak kullanılan Barcol sertlik değerleri, rezinlerin polimerizasyon derecesini belirlemek için de kullanılmaktadır (Deliktaş, 2006).

Barcol sertlik testi, kompozit rezinlerin polimerizasyon derinliğini incelemeye kullanılan bir yöntemdir. Barcol izaçar, 1mm çapında olan ve test edilen yüzeye bastırılan bir yay yüklü iğnedir. Cetvelde okunan değer izaçar yüzeye penetre ettikçe azalır. Bir kompozit rezinin polimerizasyon derinliği, kalınlığı 0,5-6,0 mm arasında değişen örneklerin hazırlanması ile gerçekleştirilir. Araştırmalar, bir kompozit rezinin Barcol sertliğinde %10'luk bir azalmanın esneme direncinde %20'lik bir azalma ile sonuçlandığını ortaya koymuştur (Braga ve ark., 2012).

Shore ve Barcol testleri gibi daha az gelişmiş ölçüm yöntemleri kauçuğun ve plastik diş materyallerinin sertliğini ölçmek için kullanılır. Bu testler, genellikle endüstride kalite kontrol için kullanılan türden portatif izaçarlar kullanır. Bu testlerin prensipleri ayrıca çentiklemeye karşı dirence de dayanır. Ekipmanları genellikle yaylı metal izaçar ile sertliğin doğrudan okunduğu bir kadrandan oluşur. Sertlik değeri izaçar ucun materyale penetrasyon derinliğine göre okunur (Anusavice, 2012).

Taşınabilir olması ve ölçümlerin direk olarak izlenebilmesi kolaylığından dolayı bir çok çalışmada Barcol yüzey sertlik ölçüm cihazı kullanılmıştır (Deliktaş ve Ulusoy, 2006).

Bu çalışmanın amacı, tüketimleri gittikçe artan asidik içeceklerin restoratif materyallerin yüzey sertlik özelliklerine olan etkilerini araştırmaktır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Kullanılan Materyaller

Bu çalışmada aynı renkteki (A2) 1 adet nanohibrit, 1 adet mikrohibrit, 1 adet poliasit modifiye kompozit rezin, 1 adet rezin modifiye cam iyonomer ve 1 adet akışkan kompozit kullanılmış ve 6 farklı sıvıda bekletilerek yüzey sertlik değerlerindeki değişiklikler incelenmiştir. Çalışmada kullanılan restoratif materyaller Tablo 9'da gösterilmektedir.

Tablo 9. Çalışmada kullanılan restoratif materyaller ve içerikleri

Materyaller	Türü	Kompozisyon	Renk	Üretici firma	Üretim No
Filtek Silorane	Mikro-hibrit Kompozit Resin	Silorane -esaslı hidrofobik rezinmatriks, kamferokinon, ytiryum florid. Ağırlıkça %76 doldurucu	A2	3M/ESPE, St. Paul, MN, (Amerika Birleşik Devletleri)	N361058
Filtek Z - 550	Nano-hibrit Kompozit Resin	Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA,UDMA. Ağırlıkça % 81,8 inorganik doldurucu	A2	3M/ESPE, St. Paul, MN, (Amerika Birleşik Devletleri)	N316660
Filtek Ultimate flowable	Akışkan kompozit rezin	BİS-GMA, TEGDMA. Ağırlıkça % 65 inorganik doldurucu	A2	3M/ESPE, St. Paul, MN, (Amerika Birleşik Devletleri)	N375701

Tablo 9. Devam Çalışmada kullanılan restoratif materyaller ve içerikleri

Dyract Extra	Poliasit Modifiye Kompozit (Kompomer)	UDMA resin/TCB resin, stronsiyum ve alüminyum-floro-alümino silikat, stronsiyum florid, foto başlatıcı / sabitleyici	A2	Dentsply DeTrey, Konstanz, (Almanya)	1104001712
Fuji II LC	Rezin modifiye cam iyonomer siman	HEMA, metakrilat, tartarik ve poliakrilikasit, floro-alümino silikat. Ağırlıkça % 58 Doldurucu	A2	GC Corporation, Tokyo, (Japonya)	1111021

3.1.1.Filtek Silorane (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD)

Filtek silorane I. sınıf ve II. sınıf kaviteLER için kullanılan mikro-hibrit yapıda siloksan-oksiran esaslı bir kompozit rezindir (Şekil 1). Ağırlıkça %76 (hacimce % 55) doldurucu içerir. Silorane rezini, CQ-iodniyum tuzu ve elektron vericisi içeren başlatıcı sistemi, kuartz doldurucu, ytiriyum florür, stabilizatörler ve pigmentler içerir. Adeziv olarak kendi yapısına uygun olarak geliştirilmiş Silorane Sistem Adezivi kullanılmaktadır. Bu adeziv iki şişeden oluşan self-etch bir sistemdir. A şişesinde fosforlanmış metakrilatlar, vitrabond kopolimeri, Bis-GMA, HEMA, su, etanol, silanlanmış silika doldurucu, başlatıcılar ve stabilizatörler bulunur. B şişesinde ise hidrofobik dimetakrilat, fosforilize edilmiş metakarilatlar, TEGDMA, silanlanmış silika doldurucu, başlatıcılar ve stabilizatör bulunur. 400-500 nm gücündeki halojen ışık cihazlarıyla 40 saniye; 500-1000 mW/cm² gücündeki led cihazlarıyla 40 sn, 1000-1500 mW/cm² gücündeki led cihazlarıyla ise 20 sn polimerize etmek yeterlidir (3M ESPE Filtek Silorane kullanım talimatı, 2007; Baltacıoğlu, 2011).



Şekil 1. Filtek Silorane kompozit rezin materyali

3.1.2. Filtek Z 550 (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD)

3M ESPE Filtek Z 550 nano hibrit universal restoratif, görünür ışıkla aktive edilen, radyopak bir kompozit rezindir (Şekil 2). Hem ön hemde arka grup dişlerin restorasyonları için tasarlanmıştır. Filtek Z 550'deki doldurucu madde, yüzey modifiye zirkonyum/ silika ve 20 nm yüzey modifiye silika partiküllerinin bir kombinasyonudur. İnorganik doldurucu miktarı ağırlık olarak % 81.8 (hacimce % 67,8)'dir. Silika için partikül boyutu 20 nm, zirkonyum/ silika için ise yaklaşık 0,1-10 mikrondur. Filtek Z 550, Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, PEGDMA ve TEGDMA rezinleri içerir. Restorasyonun diş yapısına kalıcı olarak bağlanması için bir diş adezivi kullanılır. Filtek Z 550, minimum 400 mW/cm² gücündeki halojen veya led ışık cihazlarıyla polimerize edilebilir; 2 mm'lik dolgu materyali için polimerizasyon süresi yaklaşık olarak 20 sn'dir. (3M ESPE Filtek Z 550 kullanım klavuzu, 2011; Lainovic ve ark., 2013).



Şekil 2. Filtek Z 550 kompozit rezin materyali

3.1.3. Filtek Ultimate Flowable (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD)

3M ESPE Filtek Ultimate flowable, düşük viskoziteye sahip, görünür ışıkla aktive olan, radyopak, akışkan bir nano kompozit rezindir (Şekil 3). Restoratif şırıngalar içinde ambalajlanmışlardır. Çeşitli renk tonlarında kullanıma sunulmuştur. Filtek Ultimate akışkan kompozitle birlikte sunulan renk tonları Filtek Ultimate

universal kompozitle uyumlu olacak şekilde tasarlanmıştır. Filtek Ultimate akışkan kompozit, Bis-GMA, TEGDMA ve Prokrilat reçineler içerir. Doldurucu partikül büyüklükleri 0,1 ile 5,0 mikron arasında olan ve aglomere edilmemiş/ agregatlanmamış yüzeyi modifiye edilmiş 20 nm silika doldurucu, aglomere edilmemiş/ agregatlanmamış yüzeyi modifiye edilmiş 75 nm silika doldurucu ve bir yüzeyi modifiye agregatlanmış zirkonia/öbekler (20 nm silika ve 4 ile 11 nm zirkoni partiküllerinden ibaret olan) ytterbium triflüorid dolgunun bir kombinasyonudur. Öbeklerin ortalama büyüklüğü 0,6-10 mikron arasındadır. İnorganik doldurucu oranı ağırlık olarak % 65'tir (hacimce % 46). III. ve V. sınıf, minimal invaziv kavite restorasyonlarında, direk restorasyonların altında kaide olarak, pit ve fissür örtücü olarak kullanılabilir (3M ESPE Filtek Ultimate flowable kullanım klavuzu, 2010).

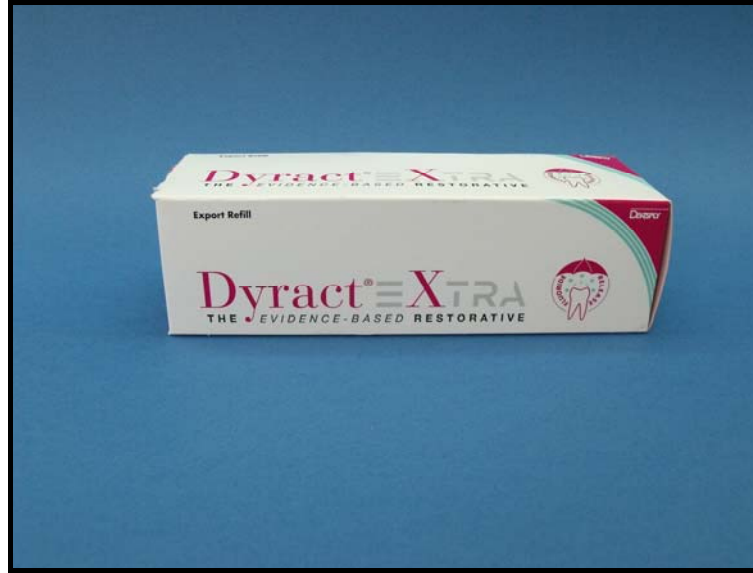


Şekil 3. Filtek Ultimate flowable kompozit rezin materyali

3.1.4. Dyract Extra (Dentsply DeTrey, Konstanz, Almanya)

Dyract Extra ön ve arka grup dişlerdeki tüm kavite sınıfları için endikedir (Şekil 4). Dyract Extra restoratif materyali özellikle çocukların, yetişkinlerin, yaşlıların ve yüksek çürük riski altındaki diğer hastaların tedavisinde tavsiye edilmektedir. Dyract Extra restoratif materyalinin kendine özgü özellikleri, florür içeren reaktif doldurucu madde camları, Dentsply'in patentli asit modifiye monomerleri ile bir arada sunmasından kaynaklanmaktadır. Dyract Extra restorasyonları sürekli olarak florür

iyonları salar ve diş restorasyonlarının arayüzünde bir asit tamponu olarak işlev görür. Dyract Extra, Xeno III Single Step Self-Etching Adhesive ve Prime & Bond NT (Nanotechnology Dental Adhesive) gibi en son ve en hızlı adezivler ile bile başarılı bir şekilde kullanılabilir. Kapsül formundadır, kaviteye özel tabancası ile taşınır, çeşitli renk tonlarında kullanıma sunulmuştur. Yapısında UDMA, karboksilik asit modifiye dimetakrilat (TCB rezin), TEGDMA, trimetakrilat rezin, kamferokinon, etil-4-dimetilaminbenzoat, butil hidroksi tolüen (BHT), stabilizatör, stronsiyum-alüminosodyum-floro-fosfor-silikat cam, yüksek dağılımlı silikon dioksit, stronsiyum florür, demir oksit ve titanyum dioksit pigmentleri bulunmaktadır. Minimum 500 mW/cm² gücündeki ışık cihazlarıyla, opak renkler dışındaki 2 mm'lik Dyract Extra restoratif materyali için polimerizasyon süresi yaklaşık 10 saniyedir (Demirci ve ark., 2008; Dentsply Dyract Extra internet sitesi, 2013).



(a)



(b)

Şekil 4. Dyract Extra poliasit modifiye kompozit rezin materyali

3.1.5. Fuji II LC Capsule (GC Corporation, Tokyo, Japonya)

Kapsül formunda radyopak rezinle güçlendirilmiş cam iyonomer restoratif simandır (Şekil 5). III. ve V. sınıf restorasyonlarda, kısmi servikal erozyonlarda, kök yüzeyi çürüklerinde, süt dişi restorasyonlarında, kor yapımında, radyopaklık gereken durumlarda, geriatrik uygulamalarda ve ayrıca kaide veya liner olarak kullanılabilir. Çeşitli renk tonlarında kullanıma sunulmuştur. Toz/ likit oranı 0,33 gram(gr) / 0,10 gr; karıştırma süresi 10 saniye; çalışma süresi 3 dakika 15 saniye ve ışık tutma süresi 20 saniyedir. Kapsül aktivasyonu ve simanın kaviteye yerleştirilmesi için bir GC kapsül tabancası kullanılır. Aktivasyondan sonra kapsül amalgamatörle 10 saniye boyunca karıştırılır (Şekil 6). Daha sonra GC kapsül tabancası ile kaviteye yerleştirilir. Kavite yüzeyinden nem uzaklaştırılır fakat kavite çok kurutulmaz. Yaklaşık olarak 470 nm dalga boylu uygun bir ışık kaynağı ile 20 saniye ışık uygulanır. Final örtücü olarak GC Fuji Varnish (kuru hava) veya GC Fuji Coat LC (10 saniye ışık polimerizasyonu) veya G-Coat Plus (20 saniye ışık polimerizasyonu) kullanılabilir (GC Fuji II LC Capsule kullanım klavuzu, 2008).



(a)

(b)

Şekil 5. Fuji II LC Capsule rezin modifiye cam iyonomer siman



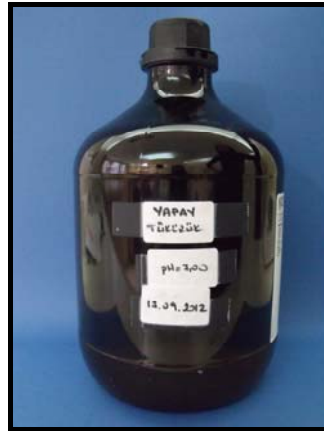
Şekil 6. Çalışmada kullanılan amalgamatör

3.2. Çalışmada Kullanılan Sıvılar

Çalışmada Cappy (ABD) marka vişne, elma ve portakal suyu; Coca Cola (ABD) firmasına ait kola ve RedBull (Avusturya) marka enerji içeceği kullanılmıştır (Şekil 7). İçecekler düzenli olarak her gün yenileriyle değiştirilmiştir. Çalışmada kontrol grubu olarak da Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Anabilim Dalı tarafından hazırlanan yapay tükürük kullanılmıştır (Şekil 8). Sıvıların pH ölçümü Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Anabilim Dalı tarafından sağlanan multi-parameter analyser (Consort C864) ile yapılmıştır (Şekil 9). Kullanılan sıvıların pH değerleri Tablo 10’da gösterilmektedir.



Şekil 7. Çalışmada kullanılan asidik içecekler



Şekil 8. Yapay tükürük



Şekil 9. Sıvıların pH değeri ölçümünde kullanılan multi-parametre analizör

Tablo 10. Çalışmada kullanılan asidik içecekler ve kontrol grubu olan yapay tükürük

Ürün	Üretici Firma	içerik	pH Değerleri
Kola	Coca cola (ABD)	Su, şeker, karbondioksit, renklendirici, cola özütü, kafein, asitliği düzenleyici (fosforik asit)	2,14
Vişne suyu (Cappy)	Coca cola (ABD)	Su, konsantreden üretilmiş vişne suyu (en az %35), şeker (sakkaroz / glikoz şurubu), asitliği düzenleyici (sitrik asit)	2,86
Elma suyu (Cappy)	Coca cola (ABD)	Konsantreden üretilmiş elma suyu (%100), su, aromalar, asitliği düzenleyici (sitrik asit)	3,14
Enerji içeceği	RedBull (ABD)	Su, sakkaroz, glikoz, karbondioksit, taurin, kafein, inositol, glukoronolakton, vitaminler, asitlik düzenleyici (sodyum sitratlar)	3,21
Portakal suyu (Cappy)	Coca cola (ABD)	Konsantreden üretilmiş portakal parçacıklı portakal suyu (%100) su, aromalar	3,60
Yapay tükürük	Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Anabilim Dalı	1,160 gr/ litre (L) Sodium Chloride, 0,600 g/L Calcium Chloride, 0,600 g/L Potassium Phosphate, 1,491g/L Potassium Chloride, 0,050 g/L Sodium Fluoride, pH değerini 7' ye getirmek için de eser miktarda Sodium Hydroxide	7,0

3.3. Çalışmada Kullanılan Cihazlar

Bu çalışmada kullanılan cihazlar Tablo 11’de gösterilmektedir.

Tablo 11. Çalışmada kullanılan cihazlar

CİHAZLAR	FİRMA
Halojen ışık cihazı	Hilux Ultra Plus, Benlioglu Dental, Ankara, Türkiye
Led ışık cihazı	3M ESPE Elipar Freeligt 2 Almanya
Barcol yüzey sertlik ölçüm cihazı	Sheen , GYZJ 935, Barber Colman Company U.K.
Multi-parameter analizser	Consort C864 Belçika
Etüv	Nüve İncubator, EN 025, Ankara, Türkiye
Amalgamatör	Silamat S5, İvoclar Vivadent Almanya

3.3.1. Hilux Ultra Plus Halojen Işık Cihazı

Çalışmada hazırlanan kompozit rezin örneklerin polimerizasyonunu sağlamak için tungsten halojen ışık cihazı olarak Hilux Ultra Plus (Benlioglu Dental, Ankara, Türkiye) kullanılmıştır (Şekil 10). Cihaz, ana kutuya ilave olarak bir tabanca ve ucunda 11 mm çaplı, 60°eğimli fiber optik ışık ileticiden oluşmaktadır. Beş farklı polimerizasyon modu bulunmaktadır. Hızlı, Steady, Ramp (3,5,10,15 sn), Beyazlatma ve adeziv işlemlerinin kendi süre çizelgeleri (2 saniyeden 20 dakikaya kadar) ve tüm endikasyonları kapsayacak şekilde ışık yoğunluğu (%40-%100 arası) bulunmaktadır. Seçilen moda göre ışık yoğunluğu otomatik olarak uygulanır. El aletinde tüm işlevleri kontrol edebilmek için dijital geri sayım sayacı vardır Tabanca üzerindeki dijital göstergeden polimerizasyon süresi ayarlanabilir. Işık cihazının yoğunluğu, her bir örnek polimerizasyonu öncesi, fiber optik uç ana kutu üzerindeki sensör işaretine konulduktan sonra, cihazın üzerinde yer alan digital göstergeli ışık-metre ile ölçülerek kontrol edilmiştir. Kullanılan ışığın dalga boyu 500 nm olup, yoğunluğu yaklaşık 700 mW/cm²’ dir. 81W veya 75W yüksek çıkışlı Hilux marka lamba içermektedir. Etkili ve sessiz

soğutma fanı mevcuttur. Otoklavlanabilir, görüntü ışık kılavuzu vardır (Hilux Ultra Plus İnternet sitesi, 2013).



Şekil 10. Hilux Ultra Plus halojen ışık kaynağı ve cihaz üzerindeki ışık yoğunluğu ölçer

3.3.2. 3M ESPE Elipar FreeLight 2 Led Işık Cihazı

Elipar FreeLight 2, ışıkla polimerize edilen dolgu materyallerinin polimerizasyon süresini yarıya indirmektedir. 1200 mW/cm^2 lik ışık yoğunluğuna ve 430-480 nm dalga boyuna sahiptir. Dolgu materyallerinin güvenilir bir şekilde polimerizasyonunu sağlar.

Elipar FreeLight 2, halojen lamba kullanan cihazlara göre daha dar bir emisyon spektrumuna sahiptir. Polimerizasyon ışığı fotobaşlatıcı tarafından daha etkili bir şekilde kullanılabilir çünkü yayılan dalga boyu spektrumu başlatıcının maksimal emilim aralığında yoğunlaşmaktadır.

3M ESPE tarafından geliştirilen Filtek Supreme gibi yenilikçi restorasyon kompozitlerinde, Elipar FreeLight 2 sadece 10 sn sonra 2.00mm'den fazla polimerizasyon derinliği oluşturur. Yine 3M ESPE'nin geliştirdiği Z100 MP gibi kompozit rezinlerde ise bu süre 20 sn'dir. Konvansiyonel bir halojen lamba için ise bu süre 40 sn'dir.

Şarj istasyonuna ilave olarak kablosuz bir tabancadan ve 360° rotasyon yapabilen, standart 8 mm çaplı, otoklavda steril edilebilen bir ışık ileticiden oluşur

(Şekil 11). Tabancanın kablosuz oluşu çalışma kolaylığı sağlamaktadır. Etkin termal özellikleri sayesinde Elipar FreeLight 2 kullanım sırasında sürekli artan ısıyı yüksek kaliteli metal haznesi sayesinde dışarı atar. Bir fana veya havalandırmaya ihtiyaç duyulmaması sayesinde tüm yüzey bir dezenfektan ile hızlıca silinebilir.

Diş hekimliği için geliştirilmiş yüksek performanslı Elipar FreeLight 2 hemen hemen tüm ışıkla polimerizasyon endikasyonlarında kullanılabilir. 5, 10, 15 ve 20 saniyelik polimerizasyon süreleri arasından seçim yapılabilir. Standart mod ve yumuşak başlangıçlı polimerizasyon modu olmak üzere seçilebilir iki polimerizasyon modu; seçilebilir dört polimerizasyon süresi, entegre ışıklı ölçüm ünitesi mevcuttur (3 M Espe Elipar Freelight 2 internet sitesi, 2013).



Şekil 11. Elipar Freelight 2 led ışık cihazı

3.3.3. Barcol Yüzey Sertlik Ölçüm Cihazı

Alüminyum ve alüminyum alaşımları, bakır, pirinç ile plastik ve fiberglas içeren materyallerin sertlik testi için uygun bir alettir. Kullanımı kolay olup, operatörün elinin hareket edebileceği her alanda ve her pozisyonda kullanılabilir. Hafiftir, sadece 510 gramdır (gr). İhtiyaca göre seçilebilecek üç model mevcuttur. Standart paket şunları içerir: Cihaz taşıma çantası, uyumlama aygıtı, iki adet yedek izaçar ucu (Şekil 12). Test alanı pürüzsüz olmalı ve hiçbir hasar izi olmamalıdır. Ölçüm için tek yapmanız gereken, izaçar ucunun materyale gelecek şekilde cihaza baskı uygulamaktır. İzaçar test edilen

yüzeye dik konumda olmalıdır. Cihaza basınç uygulandığında, batıcı uç incelenen materyal içine penetre olur ve sertlik ölçümleri, 0 ile 100 arasında dereceye ayrılmış bir kadran üzerinden hemen gözlenebilir. Yük uygulaması öncesi ve ayrı ölçümler arasında bekleme gerektirmez. Geniş ölçüm skalası pek çok materyalin test edilmesine olanak sağlar (Barcol sertlik ölçüm cihazı internet sitesi, 2013).



Şekil 12. Barcol yüzey sertlik ölçüm cihazı

3.4. Test Örneklerinin Hazırlanması

Çalışmada her bir restoratif materyale (Filtek Silorane, Filtek Z 550, Filtek Ultimate Flowable, Dyract Extra, Fuji II LC) ait 60 adet örnek olmak üzere toplam 300 adet örnek hazırlanmıştır. Çalışmamızda test edilecek örneklerin hazırlanması için 8 mm çapında ve 2 mm derinliğinde pleksiglass bir kalıp kullanıldı (Şekil 13). 1 mm kalınlığında bir cam tabakanın üzerine önce şeffaf matriks bant (ESR-P Universal strip) konularak, üzerine pleksiglass kalıplar yerleştirildi (Şekil 14).



Şekil 13. Örneklerin hazırlanmasında kullanılan kalıp



Şekil 14. Örneklerin hazırlanmasında kullanılan şeffaf bant ve cam

Kalıp içerisine, tercih edilen restoratif materyal yerleştirildikten sonra üst yüzey, önce şeffaf matriks bant sonra 1 mm kalınlığında ince bir mikroskop camı ile kapatılarak fazla materyalin uzaklaşması için sabit bir basınç uygulandı. Halojen ışık cihazı (Hilux Ultra Plus, Benlioğlu, Türkiye) ile polimerize edilecek örnekler; ışık cihazının ucu restoratif materyal yüzeyine dik olacak şekilde tutularak, 20-40 sn (ilgili materyalin kullanım klavuzunda yazıldığı gibi) süreyle polimerize edildi. Test örnekleri polimerize edilmeden önce ışık ucu, polimerizasyon cihazının üzerinde bulunan sensör üzerine değecek şekilde yerleştirilip, digital göstergeli ışık ölçerden ışık yoğunluğu okunarak kontrol edildi. LED ışık cihazı (Elipar Freelight 2, 3M Espe, Almanya) ile

polimerize edilecek örnekler (Filtek Silorane); ışık cihazının ucu kompozit rezin yüzeyine dik olacak şekilde tutularak, üst yüzeylerinden, üretici firmanın verdiği değer olan 1000 mW/cm^2 ışık şiddetinde ışık uygulanarak, 20 sn süreyle polimerizasyon sağlandı. Her bir örneğin polimerizasyonu öncesi, ışık ucu polimerizasyon cihazının üzerinde bulunan sensör üzerine degecek şekilde yerleştirilerek ışık yoğunluğu kontrol edildi. Işıkla polimerizasyonun ardından matriks bantlar uzaklaştırıldı ve örnek üst yüzeyleri, sırayla 600-800-1000-1200 grenlik zımparayla zımparalanarak yüzey polisajı gerçekleştirildi (Şekil 15).



Şekil 15. Zımpara

Örnekler deney süresince saklanmak üzere küçük şeffaf cam kavanozlara konuldu. Kullanılan yapay tükürüğün ışıktan etkilenmemesi için kavanozlar alüminyum folyo ile kaplandı. Üzerlerine her gruba ait etiketler yapıştırıldı. Deney sırasında sıvıların rahat dökülmesi için, kavanozların üzeri tül ve lastikle kapatıldıktan sonra kapakları örtüldü (Şekil 16). Sıvılar bir beher yardımıyla boşaltıldı (Şekil 17).



Şekil 16. Örneklerin saklandığı cam kavanoz



Şekil 17. Sıvıların boşaltıldığı beher

Polimerizasyonun tamamlanabilmesi için örnekler 24 saat 37°C yapay tükürük içerisinde etüv cihazında bekletildiler (Şekil 18). Çalışmada kullanılan yapay tükürüğün formülü; 1,160 gr/ litre (L) Sodium Chloride, 0,600 g/L Calcium Chloride, 0,600 g/L Potassium Phosphate, 1,491g/L Potassium Chloride, 0,050 g/L Sodium Fluoride, pH

değerini 7' ye getirmek için de eser miktarda Sodium Hydroxide' den oluşmaktadır (Toksoy-Topcu ve ark., 2009).



Şekil 18. Etüv cihazı

Her bir restoratif materyale ait örnekler polisajları tamamlandıktan sonra; beş farklı asidik içeceğe ve kontrol grubu olan yapay tükürüğe konulmak üzere altı farklı gruba ayrıldı (Tablo 12) (Şekil 19).

Tablo 12. Çalışma grupları

Grup Adı	Restoratif Materyal	Örnek sayısı (n)	Alt Grup	Örnek sayısı (n)
Grup 1	Filtek Silorane	n= 60	11- Kola	n=10
			12- Vişne	n=10
			13- Elma	n=10
			14- Enerji içeceği	n=10
			15- Portakal	n=10
			16-Yapay tükürük	n=10
Grup 2	Filtek Z 550	n= 60	21- Kola	n=10
			22- Vişne	n=10
			23- Elma	n=10
			24- Enerji içeceği	n=10
			25- Portakal	n=10
			26-Yapay tükürük	n=10

Tablo 12. Devam Çalışma grupları

Grup 3	Filtek Ultimate Flowable	n= 60	31- Kola 32- Vişne 33- Elma 34- Enerji içeceği 35- Portakal 36-Yapay tükürük	n=10 n=10 n=10 n=10 n=10 n=10
Grup 4	Dyract Extra	n= 60	41- Kola 42- Vişne 43- Elma 44- Enerji içeceği 45- Portakal 46-Yapay tükürük	n=10 n=10 n=10 n=10 n=10 n=10
Grup 5	Fuji II LC	n= 60	51- Kola 52- Vişne 53- Elma 54- Enerji içeceği 55- Portakal 56-Yapay tükürük	n=10 n=10 n=10 n=10 n=10 n=10

(İlk rakam restoratif materyali, ikinci rakam ise sıvıları ifade etmektedir)

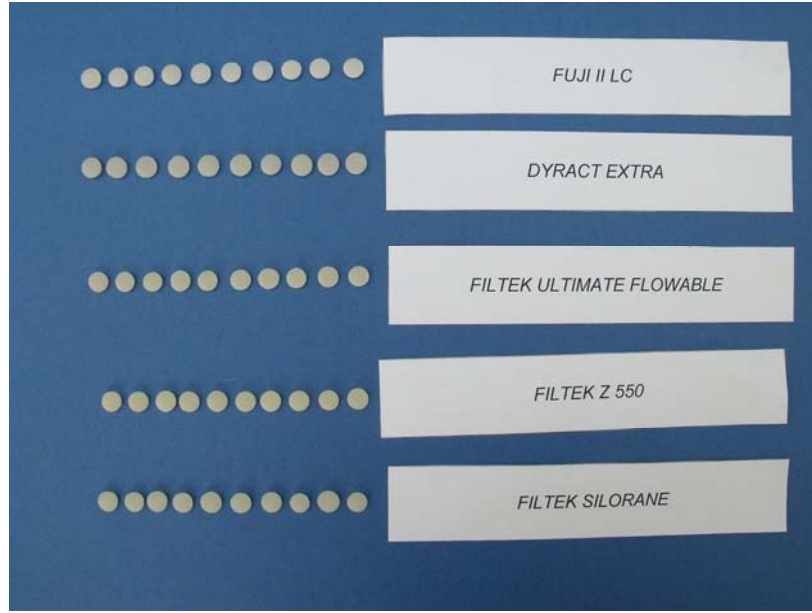
Restoratif materyallere ait her bir alt grup 10 adet örnekten oluşturuldu (Şekil 20).



Şekil 19. Çalışmada kullanılan deney grupları



(a)



(b)

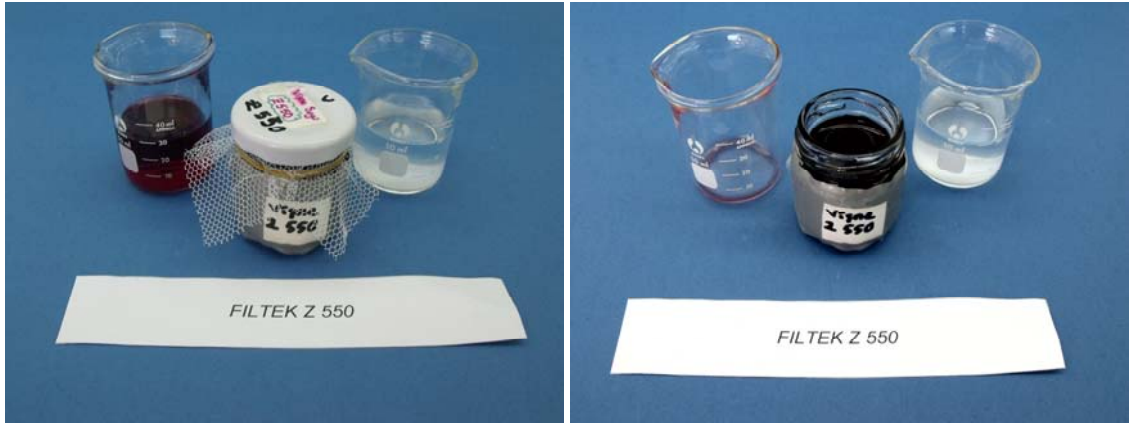
Şekil 20. Restoratif materyallere ait alt gruplar

Örnekler, yüzey sertlik ölçümleri yapılmadan önce kurutma kağıdı ile kurutuldu (Şekil 21). Örneklerin ilk yüzey sertlikleri, içeceklere batırılmadan önce Barcol yüzey sertlik ölçüm cihazı (GYZJ 935, Sheen, U.K.) ile her örnek yüzeyinden üçer adet olacak şekilde ölçüldü ve ortalamaları alınarak kaydedildi. Daha sonra örnekler beher yardımıyla 5 sn süresince 32,5 ml asidik içecek ve 5 sn yapay tükürük

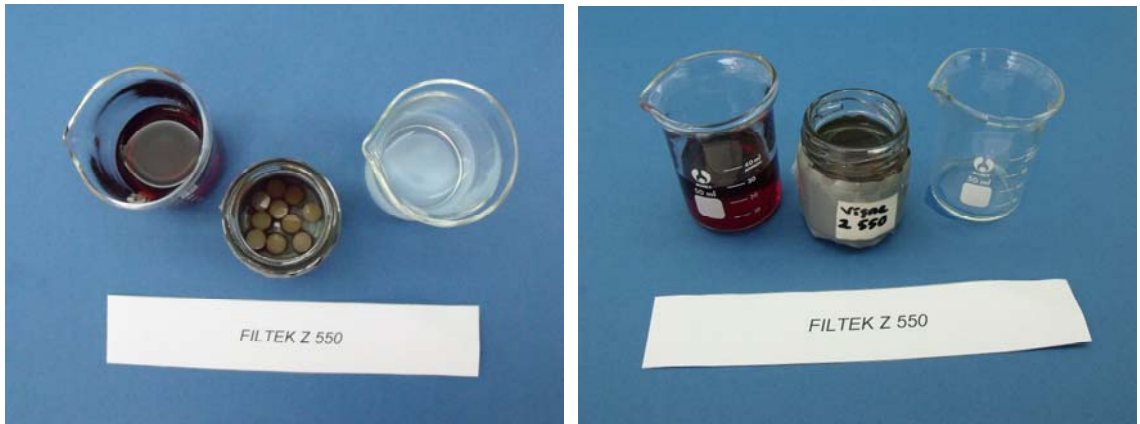
içerisine oda sıcaklığında 10 kez batırıldı (Şekil 22). Örneklerin içeceklerde bekletilme protokolü, bir bireyin günlük ortalama 325 mililitrelik bir meşrubatı içtiği düşünülerek düzenlenmiştir. Her örnek için toplam bekletme süresi 100 sn'dir (Wongkhantee ve ark., 2006). Örnekler bir sonraki işleme kadar 37°C de etüv cihazında yapay tükürük içerisinde bekletildi. Bu işlemler 1 ay boyunca tekrarlandı (Sıvılar her gün düzenli olarak yenileriyle değiştirildi). Bir ayın sonunda yüzey sertlikleri tekrar ölçüldü ve daha önceki sonuçlarla karşılaştırıldı.



Şekil 21. Kurutma kağıdı



(a) Asidik içeceğin Filtek Z 550 örneklerinin bulunduğu kavanoza konulması



(b) Asidik içecekle temas sonrası örnekler

Şekil 22. Restoratif materyallerin içeceklerle teması

3.5. İstatistiksel Değerlendirme

Yapılan “power and sample size” testi neticesinde, testin g¼c¼ %95 olarak kabul edildiğinde ¼rnek b¼y¼kl¼ę¼ 10 olarak tespit edilmiştir (Minitab 13.2 V.).

Çalışmadan elde edilen veriler ¼ncelikle normallik ve varyansların homojenliği testlerine tabi tutuldu. Normallik varsayımını kontrol etmek için Kolmogrov - Smirnov testinden, varyansların homojenliğini kontrol etmek için ise; Levene testinden yararlanıldı. Gerekli varsayımların sağlanması durumunda; maddeler ve sıvılar arasındaki farklılığı ortaya koymak için “Tekrarlanan ¼l¼ml¼ Varyans Analizi (ANOVA)” ve “Tukey oklu karşılaştırma testinden”, yararlanıldı.

İlk ve son ¼l¼mler arasındaki farklılığın anlamlı olup olmadığını tespit etmek amacıyla da Paired sample t- testi (bağımlı ¼rnekler için t-testi) uygulandı.

4. BULGULAR

Çalışmada hazırlanan toplam 300 örneğin Barcol yüzey sertlik ölçüm cihazı kullanılarak elde edilen deney öncesi ve deney sonrası Barcol sertlik değerlerinin, istatistiksel olarak Varyans analizi ile değerlendirilmesiyle elde edilen ortalamaları ve standart sapmaları SPSS v20 istatistik paket programı kullanılarak yapıldı.

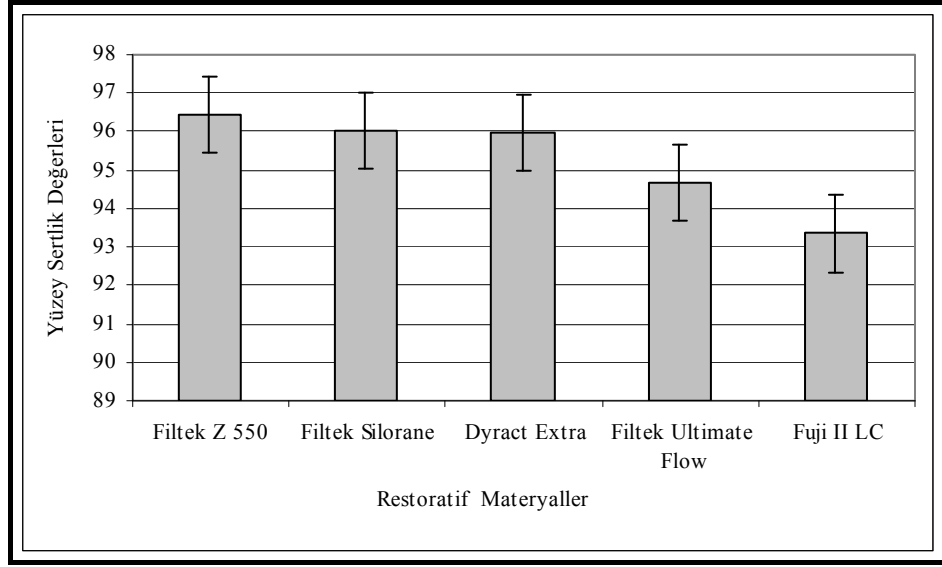
4.1. Başlangıç Değerleri

Araştırmada kullanılan Fuji II LC, Filtek Ultimate Flowable, Dyract Extra, Filtek Silorane, Filtek Z 550 restoratif materyallerinin yüzey sertlik ölçümleri istatistiksel olarak incelendiğinde aralarında önemli ($p<0.05$) düzeyde fark bulundu. Restoratif materyallerin arasındaki farklılık incelendiğinde en yüksek sertlik değerlerine Filtek Z 550 (96.44), Filtek Silorane (96.02) ve Dyract Extra'nın (95.98) sahip olduğu görüldü. Bu maddeleri sırasıyla Filtek Ultimate Flowable (94,68) ve yüzey sertliği en az olan Fuji II LC'nin (93.35) izlediği tespit edildi. Yapılan varyans analizi, Tukey ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonucunda bu değerler arasında önemli farklılığın olduğu görüldü (Tablo 13) (Şekil 23).

Tablo 13. Restoratif materyallerin başlangıçtaki yüzey sertlik ölçümlerinin varyans analiz sonucu

Tukey HSD ^a				
Restoratif Materyal	N	P < 0,05		
		c	b	a
Fuji II LC	60	93,35 c		
Filtek Ultimate Flow	60		94,68 b	
Dyract Extra	60			95,98 a
Filtek Silorane	60			96,02 a
Filtek Z 550	60			96,44 a
Önem düzeyi (Sig.)		1,000	1,000	,074

$p<0.05$, $n=60$, aynı hafle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur.



Şekil 23. Restoratif materyallere ait başlangıç yüzey sertlik değerleri

4.2. Deney Sonrası Genel Bulgular

Deney sonrası yapılan varyans analiziyle başlangıçtaki gibi restoratif materyaller arasında bir fark olduğu görüldü. Deney sonrası restoratif materyalleri yüzey sertlik değerlerine göre sıraladığımızda; Filtek Silorane, Filtek Z 550, Dyract Extra aynı sınıfta ve en yüksek değere sahip; Filtek Ultimate Flowable bunlardan daha düşük; Fuji II LC ise en düşük yüzey sertlik değerine sahip olarak bulundu. Kullanılan değerler deney öncesi ve sonrası değerlerin ortalamasıdır (Tablo 14).

Tablo 14. Restoratif materyallerin deney sonrası yüzey sertlik ölçümlerinin varyans analiz sonucu

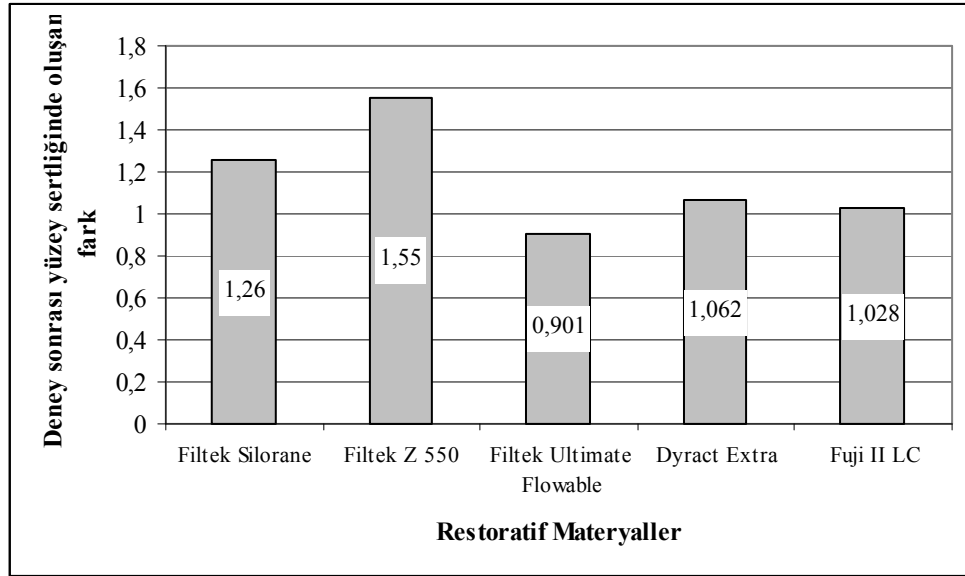
	Restoratif Materyaller	N	Duncan(a,b,c)		
			c	b	a
Duncan(a,b,c)	Fuji II LC	60	92,8335 c		
	Filtek Ultimate Flowable	60		94,2241b	
	Filtek Silorane	60			95,3884 a
	Dyract Extra	60			95,4481 a
	Filtek Z 550	60			95,6753 a
	Sig.			1,000	1,000

$p < 0.05$, $n=60$, aynı hafta gösterilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur

Restoratif materyaller içerisinde ise en çok etkilenen Filtek Z 550 olarak tespit edildi. Diğerleri arasında ise istatistiksel olarak fark bulunmadı ($p < 0,05$) (Tablo15) (Şekil 24).

Tablo 15. Farka göre restoratif materyallerin içeceklerden etkilenişi

	Restoratif materyaller	N	p<0,05	
			b	a
Duncan ^{a,,b,,c}	Filtek Ultimate Flowable	60	0.9015 b	
	Fuji II LC	60	1.0277 b	
	Dyract Extra	60	1.0625 b	
	Filtek Silorane	60	1.2600 b	1.2600 a
	Filtek Z 550	60		1.5532 a
	Sig.			.052



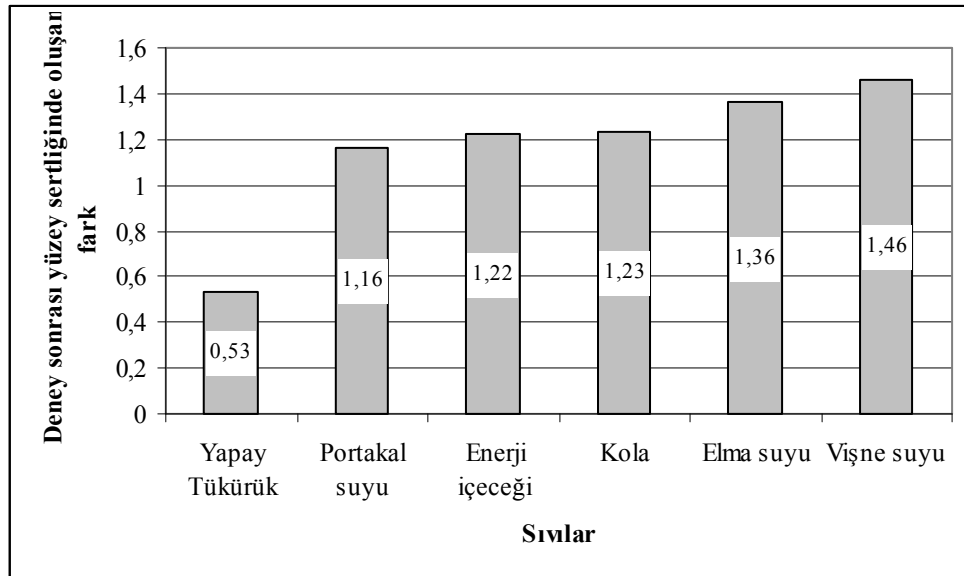
Şekil 24. Deney sonrası oluşan farka göre restoratif materyallerin karşılaştırılması

Deneyde kullanılan restoratif materyaller 6 farklı sıvıda bekletildi; bu sıvılardan yapay tükürük yüzey sertlik değerlerini diğer sıvılardan daha az azaltarak istatistiksel olarak farklı etki oluşturdu ($p<0,05$); asidik içecekler arasında ise istatistiksel olarak fark bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 16).

Tablo 16. İçeceklerin içerisinde tükürüğün farklı bir etkisinin olduğunu, diğerlerinin ise benzer bir etki yaptığını gösteren tablo

	Farklı sıvılarda bulunan restoratif mat.'lerin yüzey sertlik farkı	N	p< 0,05	
			b	a
Duncan^{a,b}	Yapay tükürük	50	.5292 b	
	Portakal suyu	50		1.1632 a
	Enerji içeceği	50		1.2220 a
	Kola	50		1.2340 a
	Elma suyu	50		1.3570 a
	Vişne suyu	50		1.4546 a
	Sig.		1.000	.164

İçecekler içinde vişne suyunun yüzey sertliğinde en çok azalmaya neden olduğu bulundu. İstatistiksel olarak ise deneyde kullanılan asik içeceklerin benzer etki yaptıkları tespit edildi ($p<0,05$) (Şekil 25).



Şekil 25. İçeceklerin restoratif materyallerin yüzey sertliğinde oluşturduğu değişime göre birbirleriyle olan ilişkisi

4.2.1. Filtek Silorane’ın Deney Sonrası İstatistik Sonuçları

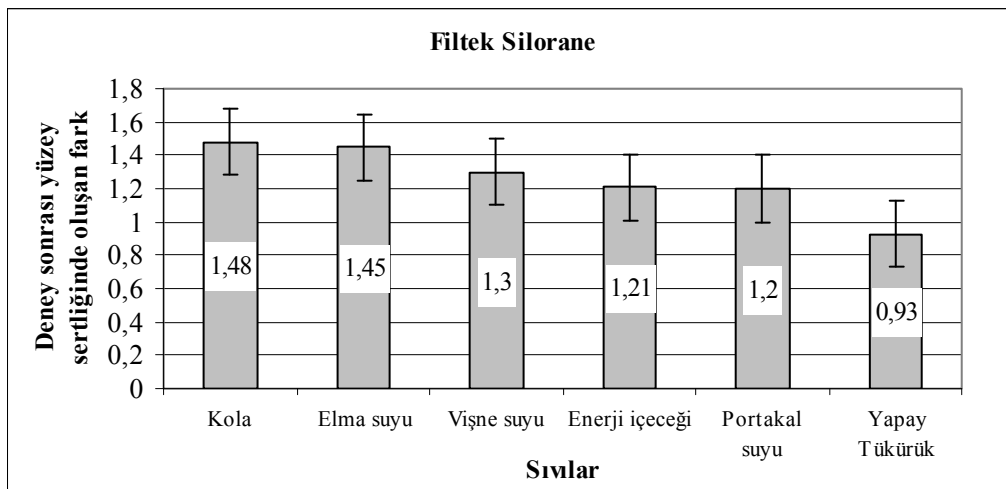
Filtek Silorane kullanılan restoratif materyallerin içerisinde başlangıçtaki yüzey sertlik değeri bakımından istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) düzeyde farklılık gösterdi. Deneyde kullanılan kola, vişne suyu, elma suyu, enerji içeceği, portakal suyu ve kontrol grubu olan yapay tükürüğün Filtek Silorane üzerine etkisine bakıldığında 1 ay sonra yüzey sertlik değeri azaldı ve bu azalış yapılan T - testi sonucunda istatistiksel olarak önemli bulundu.

1.ayda Filtek Silorane’nın yüzey sertlik değerindeki değişim dikkate alındığında; en çok azalışın kolada, bunu sırasıyla elma, vişne suyu, enerji içeceği, portakal suyu ve en az azalışın olduğu yapay tükürüğün izlediği görüldü. Filtek Silorane, deneyde kullanılan asidik içeceklerden istatistiksel olarak benzer şekilde etkilendi ($p<0,05$) (Tablo 17) (Şekil 26).

Tablo 17. İçeceklerin Filtek Silorane’ın yüzey sertliğinde oluşturduğu etki

Sıvılar	Deney sonrası yüzey sertliğinde oluşan fark
Kola	1,48 a
Elma suyu	1,45 a
Vişne suyu	1,30a
Enerji içeceği	1,21 a
Portakal suyu	1,20 a
Yapay Tükürük	0,93 b

$p<0.05$, $n=60$, aynı hafle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur.



Şekil 26. Deney sonrası, içeceklerin Filtek Silorane’nın yüzey sertliğine olan etkisine ait grafik

4.2.2. Filtek Z 550'nin Deney Sonrası İstatistik Sonuçları

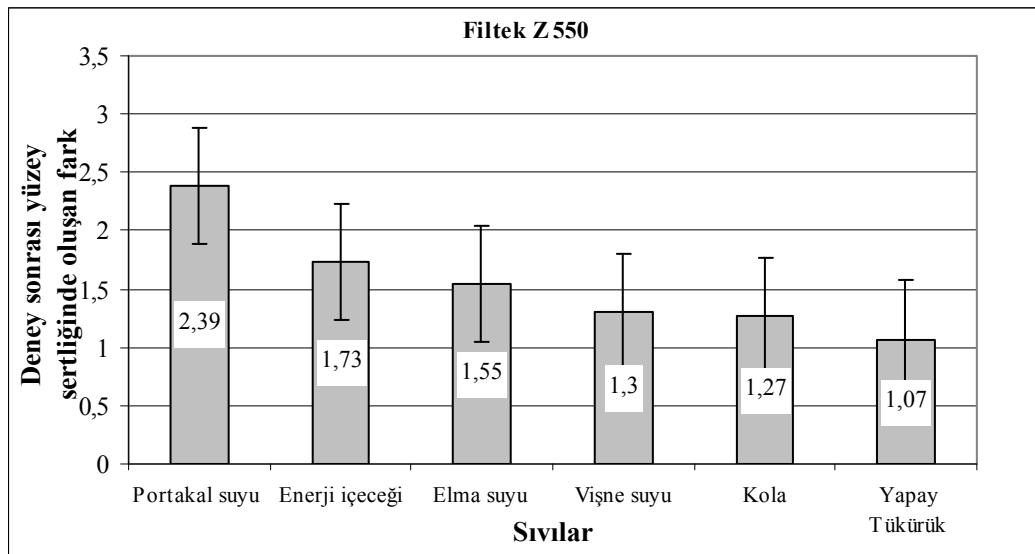
Deneyde kullanılan kola, vişne suyu, elma suyu, enerji içeceği, portakal suyu ve kontrol grubu olan yapay tükürüğün Filtek Z 550 üzerine etkisine bakıldığında 1 ay sonra yüzey sertlik değeri azaldı ve bu azalış yapılan T - testi sonucunda istatistiksel olarak önemli bulundu.

1.ayda Filtek Z 550'nin yüzey sertlik değerindeki değişim dikkate alındığında; en çok azalışın portakal suyunda, bunu sırasıyla enerji içeceği, elma, vişne suyu, kolanın ve en az azalışın olduğu yapay tükürüğün izlediği görüldü. Filtek Z 550, deneyde kullanılan asidik içeceklerden istatistiksel olarak benzer şekilde etkilendi ($p<0,05$) (Tablo 18) (Şekil 27).

Tablo 18. İçeceklerin Filtek Z 550'nin yüzey sertliğinde oluşturduğu etki

Sıvılar	Deney sonrası yüzey sertliğinde oluşan fark
Portakal suyu	2,39 a
Enerji içeceği	1,73 a
Elma suyu	1,55 a
Vişne suyu	1,30 a
Kola	1,27 a
Yapay Tükürük	1,07 b

$p<0,05$, $n=60$, aynı hafle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur.



Şekil 27. Deney sonrası, içeceklerin Filtek Z 550'nin yüzey sertliğine olan etkisine ait grafik

4.2.3. Filtek Ultimate Flowable'ın Deney Sonrası İstatistik Sonuçları

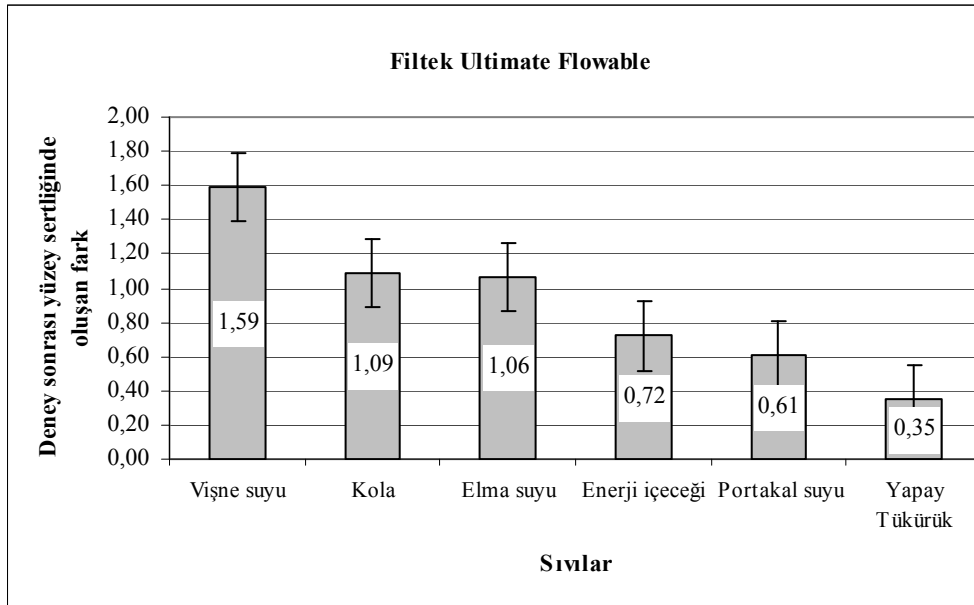
Deneyde kullanılan kola, vişne suyu, elma suyu, enerji içeceği, portakal suyu ve kontrol grubu olan yapay tükürüğün Filtek Ultimate Flowable üzerine etkisine bakıldığında 1 ay sonra yüzey sertlik değeri azaldı ve bu azalış yapılan T - testi sonucunda istatistiksel olarak önemli bulundu.

1.ayda Filtek Ultimate Flowable'ın yüzey sertlik değerindeki değişim dikkate alındığında; en çok azalışın vişne suyunda, bunu sırasıyla kola, elma suyu, enerji içeceği, portakal suyu ve en az azalışın olduğu yapay tükürüğün izlediği görüldü. Filtek Ultimate Flowable, deneyde kullanılan asidik içeceklerden istatistiksel olarak benzer şekilde etkilendi ($p<0,05$) (Tablo 19) (Şekil 28).

Tablo 19. İçeceklerin Filtek Ultimate Flowable'ın yüzey sertliğinde oluşturduğu etki

Sıvılar	Deney sonrası yüzey sertliğinde oluşan fark
Vişne suyu	1,59 a
Kola	1,09 a
Elma suyu	1,06 a
Enerji içeceği	0,72 a
Portakal suyu	0,61 a
Yapay Tükürük	0,35 b

$p<0.05$, $n=60$, aynı hafle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur



Şekil 28. Deney sonrası, içeceklerin Filtek Ultimate Flowable'ın yüzey sertliğine olan etkisine ait grafik

4.2.4. Dyract Extra'nın Deney Sonrası İstatistik Sonuçları

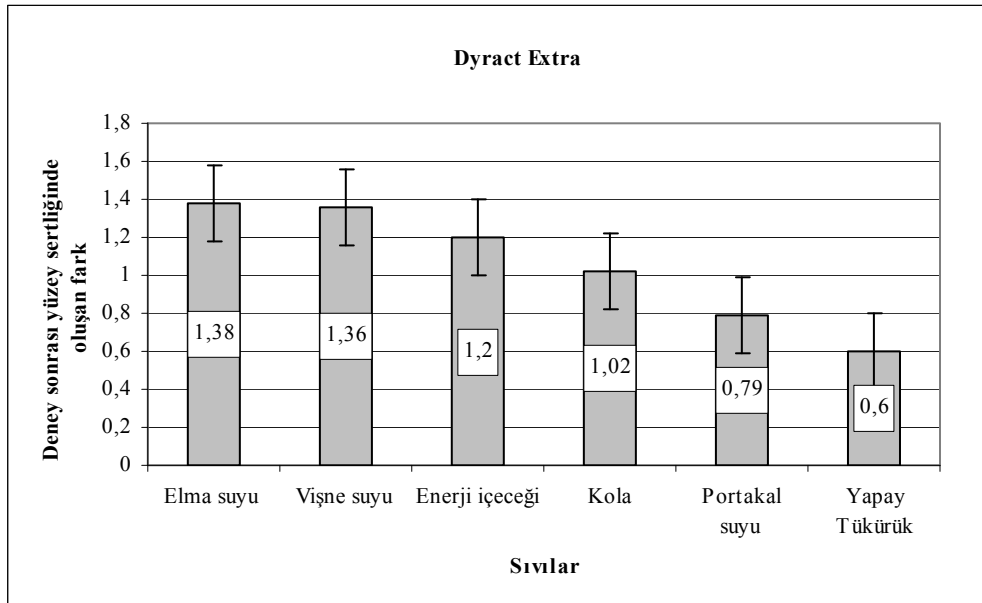
Deneyde kullanılan kola, vişne suyu, elma suyu, enerji içeceği, portakal suyu ve kontrol grubu olan yapay tükürüğün Dyract Extra üzerine etkisine bakıldığında 1 ay sonra yüzey sertlik değeri azaldı ve bu azalış yapılan T - testi sonucunda istatistiksel olarak önemli bulundu.

1.ayda Dyract Extra'nın yüzey sertlik değerindeki değişim dikkate alındığında; en çok azalışın elma suyunda, bunu sırasıyla vişne suyu, enerji içeceği, kola, portakal suyu ve en az azalışın olduğu yapay tükürüğün izlediği görüldü. Dyract Extra, deneyde kullanılan asidik içeceklerden istatistiksel olarak benzer şekilde etkilendi ($p<0,05$) (Tablo 20) (Şekil 29).

Tablo 20. İçeceklerin Dyract Extra'nın yüzey sertliğinde oluşturduğu etki

Sıvılar	Deney sonrası yüzey sertliğinde oluşan fark
Elma suyu	1,38 a
Vişne suyu	1,36 a
Enerji içeceği	1,20 a
Kola	1,02 a
Portakal suyu	0,79 a
Yapay Tükürük	0,60 b

$p<0,05$, $n=60$, aynı hafle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur



Şekil 29. Deney sonrası, içeceklerin Dyract Extra'nın yüzey sertliğine olan etkisine ait grafik

4.2.5. Fuji II LC'nin Deneysel Sonrası İstatistik Sonuçları

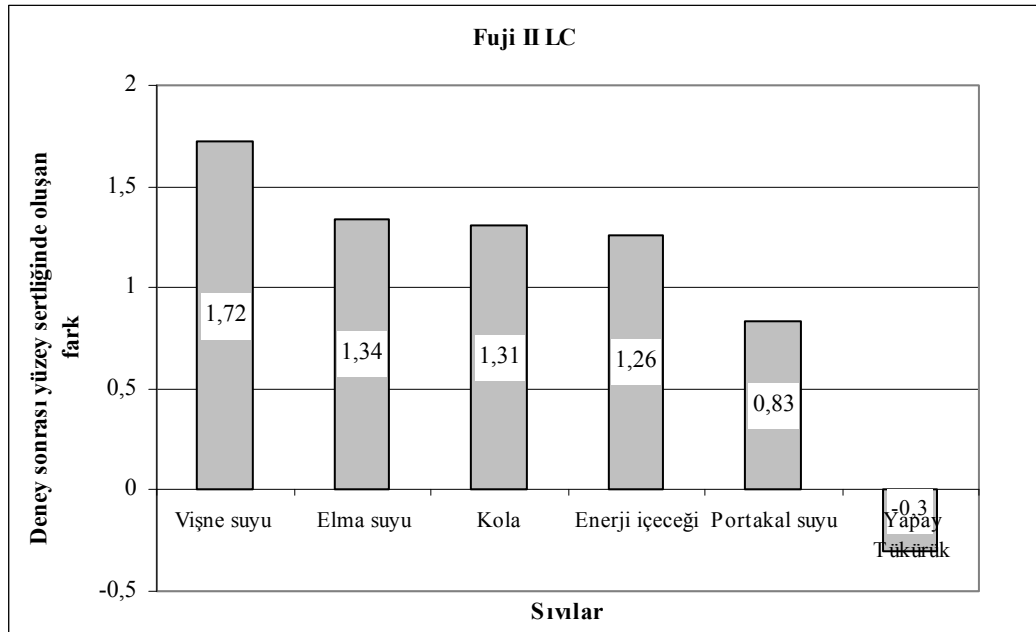
Deneyde kullanılan kola, vişne suyu, elma suyu, enerji içeceği, portakal suyu ve kontrol grubu olan yapay tükürüğün Fuji II LC üzerine etkisine bakıldığında 1 ay sonra yüzey sertlik değeri azaldı ve bu azalış yapılan T - testi sonucunda istatistiksel olarak önemli bulundu.

1.ayda Fuji II LC'nin yüzey sertlik değerindeki değişim dikkate alındığında; en çok azalmanın vişne suyunda, bunu sırasıyla elma suyu, kola, enerji içeceği ve portakal suyunun izlediği; yapay tükürükteki örneklerde ise yüzey sertlik değerlerinde bir miktar artış olduğu gözlemlendi. Fuji II LC, deneyde kullanılan asidik içeceklerden istatistiksel olarak benzer şekilde etkilendi ($p<0,05$) (Tablo 21) (Şekil 30).

Tablo 21. İçeceklerin Fuji II LC'nin yüzey sertliğinde oluşturduğu etki

Sıvılar	Deneysel sonrası yüzey sertliğinde oluşan fark
Vişne suyu	1,72 a
Elma suyu	1,34 a
Kola	1,31 a
Enerji içeceği	1,26 a
Portakal suyu	0,83 a
Yapay Tükürük	-0,30 b

$p<0,05$, $n=60$, aynı hafta gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur



Şekil 30. Deneysel sonrası, içeceklerin Fuji II LC'nin yüzey sertliğine olan etkisine ait grafik

5. TARTIŞMA

Diş aşınması, yaşam boyunca meydana gelen kümülatif bir süreçtir ve diş yüzeyinde önemli kayıplara yol açabilir. Erozyon, abrazyon ve atrizyonun hepsini kapsayan bir terimdir. Diş erozyonunu da kapsayan diş aşınması yeni bir olgu değildir. Yeni olan olgu, ana “diş hastalığı” olan diş çürüklerinin tüm toplumlarda azalmakta olması nedeniyle diş aşınmalarına olan ilginin artmasıdır (Lussi ve ark., 2004; Edeer ve Martin, 2010).

Diş erozyonu, diş sert dokularının, bakteriler söz konusu olmaksızın kimyasal süreç sonucunda aşınmaya uğraması nedeniyle patolojik, kronik ve lokalize kayıbdır (Grippo ve Simring, 1995; Phelan ve Rees, 2003; Lussi ve ark., 2004; Jensdottir ve ark., 2005; Edeer ve Martin, 2010).

Bazı araştırmacıların “erozyon” yerine “korozyon” terimini tercih etmelerine rağmen, ifade edilen yine dişlerin kimyasal aşınmasıdır. Diş erozyonu meydana geldiğinde, dişin sert dokuları yumuşar ve atrizyona, abrazyona yol açan mekanik kuvvetlere karşı hassasiyet artar (Edeer ve Martin, 2010).

Uzunca bir süredir asidik yiyecek ve içeceklerin diş sert dokularını yumuşatabileceği bilinmektedir. Potansiyel olarak eroziv olan yiyecek ve içeceklerin tüketimi, bazı diyet tavsiyeleri de dahil olmak üzere çeşitli nedenlerle artmaktadır. İçecek ve yiyeceklerde bulunan sitrik, malik, fosforik ve diğer asitlerin eroziv faaliyetleri birçok in vitro, in situ ve in vivo çalışma ile ortaya konmuştur (Lussi ve ark., 2004 ; Hamouda, 2011).

Birçok yiyecek ve içecek doğal dişlerin yanında restoratif materyallerin özelliklerini de etkiler. Daha önce gerçekleştirilen çalışmalar, düşük pH ortamlarına maruz kaldıklarında doldurucu maddelerin rezin materyallerden ayrıldığını ve matriks bileşenlerin de bozulduğunu göstermiştir. Birçok meşrubat asidiktir ve pH değerleri 3,0 veya daha düşüktür. Bu, uzunca bir süre ve sürekli olarak yudumlayarak asidik içecek tüketiminin diş minesini ve rezin materyali erozyona uğratacağı anlamına gelmektedir (Lussi ve ark., 2004; Han ve ark., 2008). Çalışmamızda kullanılan içeceklerin pH'sı, Phelan ve Rees (2003); Jensdottir ve ark.'nın (2005) kullandığı gibi elektronik bir pH metre ile oda sıcaklığında ölçüldü.

Bununla birlikte, diyetteki bir maddenin pH değeri tek başına erozyon potansiyelini göstermez çünkü erozyon sürecini etkileyen başka etkenler de vardır. Bu

etkenler pK_a değerleri, adezyon ve şelatlama özellikleri, kalsiyum, fosfat ve florür içeriği gibi kimyasal; yeme, içme alışkanlıkları, yaşam biçimi, aşırı asit tüketimi gibi davranışsal ve tükürüğün akış hızı, tamponlama kapasitesi, yapısı, pelikül oluşumu, diş yapısı ve yumuşak doku anatomisi gibi biyolojiktir. Erozyon ve abrazyonun etkileşimi bu rahatsızlığa yol açan ana etken olabilir (O'Sullivan ve Curzon, 2000; Lussi ve ark., 2004).

Bu etiyojik etkenlere ilave olarak, dişin morfolojisi, yumuşak doku etkileri ve tükürük özellikleri gibi zemin hazırlayıcı etkenler de bir bireyin erozyona karşı hassasiyetini etkileyebilir. Erozyon gelişiminde en önemli olarak gözlemlenen tükürük etkeni tamponlama kapasitesidir (O'Sullivan ve Curzon, 2000).

Asidik bir içecek veya sıvı ağza girdiğinde hacmi, mevcut tükürüğünkünden çok fazladır ve kısa bir süre için dişler, asidik solüsyonunkine benzeyen bir tükürük-asidik solüsyon karışımına maruz kalacaktır. Bu durum bir süre devam eder ve sonra eroziv sıvı ya yutulur ya tükürülür. Daha sonra tükürük akışı asitleri yıkar veya tamponlar. Tükürükle temas döngüleri tavsiye edilir çünkü klinik şartlara en çok bu yaklaşmaktadır (Young ve Tenuta, 2011).

Bu tür çalışmalarda tükürük kullanmak zordur, çünkü insan tükürüğünün yapısı karmaşıktır ve bireyin ağız sağlığına göre değişiklik gösterir (Mckenzie ve ark., 2003). Standart ve ideal tükürük ortamı sağlanabilmesi amacıyla çalışmamızda Francisconi ve ark. (2008); Honorio ve ark. (2008); Toksoy-Topcu ve ark. (2009); De Oliveira ve ark.'nın (2010) tercih ettiği gibi yapay tükürük kullanılmıştır.

Kritik pH seviyesi olan 5,5'ten daha düşük pH değerine sahip herhangi bir gıda maddesinin diş sert dokularını demineralize edebileceğini daha önceki çalışmalarda rapor edilmiştir (Grippio ve Simring, 1995). Geçmiş çalışmalarda test edilen içecekler arasında portakal suyu, elma suyu ve kolalı meşrubatlar bulunmaktadır. Bu içeceklerde yaygın olarak bulunan asitler ise sırasıyla sitrik, malik ve fosforik ve karbonik asitlerdir (Hengtrakoola ve ark., 2011).

Sitrik asitlerin eroziv potansiyeli oldukça belirgindir çünkü sitrik asit, apatitin kalsiyum gibi minerallerini bağlayabilen bir şelat ajanı olarak işlev görür (Attin ve ark., 2005; Yu ve ark., 2009). Sitrik asit, birçok meyve suyundaki temel asittir ve genelde 15-45 milimol (mmol) konsantrasyona sahiptir. Buna karşılık, alkollü olmayan içecekler

fosforik asit ihtiva eder (Hamouda, 2011). Bu çalışmada pH değerleri 5,5'den küçük olan sitrik ve fosforik asit içeren içecekler tercih edilmiştir.

Son zamanlarda ise, hem üstün estetik hem de yüksek stresli alanlarda ileri mekanik özellikler ile ön plana çıkan nano- kompozit rezinler piyasaya sürülmüştür (Sakaguchi ve Mitra, 2012). Güncel ve iddialı olmaları nedeniyle bu materyaller çalışmamıza dahil edilmiştir.

Polimerizasyondan kaynaklanan büzülme ve iç stresi azaltmak amacıyla; kimyasal yapı taşları siloksan ve oksiron olan "Silorane" ismi verilen bir monomer geliştirilmiştir (Ivanoas ve ark., 2011; Bechtold ve ark., 2012; Sakaguchi ve Mitra, 2012). İnorganik doldurucu olarak kuartz ve radyoopak ytriyum florür partikülleri içeren Silorane'lar mikrohibrit kompozit rezin olarak da adlandırılır (D'Alpino ve ark., 2012; Rawls ve Whang, 2012).

Kompozit rezinlerin geliştirilmesinden sonra, diğer restoratif materyaller de geliştirilmeye devam etti çünkü her yönden üstün özelliklere sahip tek bir materyal bulunmamaktadır. Son yıllarda, hibrit rezin-iyonomer restoratif materyaller alanında hızlı gelişmeler kaydedilmiştir. Bunlar arasında, poliasit modifiye kompozit rezinler ve son yıllarda kullanılmaya başlanılan rezin modifiye cam iyonomer simanlar sayılabilir (Hse ve ark., 1999; Chan ve ark., 2010; Hengtrakoola ve ark., 2011).

Poliasit modifiye kompozit rezinler, yapılarında su bulunmayan ancak geleneksel kompozit rezin monomerler (Bis-GMA veya üretan dimetakrilat) ile birlikte az sayıda karboksilik asit fonksiyonlu özel monomer grupları içeren tek bileşenli, ışıkla polimerize olan kompozit rezinlerdir (Nicholson ve ark., 2003).

Kompozit rezinler bazı kimyasal/gıda taklidi sıvılara maruz kaldığında, kompozit rezinin rezin matrisi yumuşayabilir ve doldurucu madde bileşenleri kaybedilebilir. Klinik uygulamalar için üretilen diğer restoratif materyallerden rezin modifiye cam iyonomer simanlar ve kompomerler, ağız boşluğunda, birçok solüsyondan (su, gıda maddesi) etkilenebilmektedir. Resin modifiye cam iyonomer siman ve poliasit modifiye kompozit rezinlerin yüzeyi de asidik ortamda yumuşamaktadır (Okte ve ark., 2006; Bayrak ve ark., 2011; Hamouda, 2011).

Düşük pH değerli sıvıların olumsuz etkileri sadece diş yüzeyleri ile sınırlı değildir. Resin esaslı materyallerin bozulmasını da hızlandırabilir (Mathias ve ark.,

2009). Rezin esaslı materyallerin yüzeyindeki bozulmalar doldurucu madde içeriğine, doldurucu maddenin dağılımına, rezin matriksin yapısına ve doldurucu madde yüzeyine silan uygulanmasına bağlıdır (Han ve ark., 2008). Bu nedenle biz de çalışmamızda farklı özellikteki restoratif materyalleri kullandık.

Çalışmamızda test edilecek örneklerin hazırlanması için Nalçacı ve Ulusoy (2005) ile İlday ve ark.'nın (2010) çalışmalarında tercih ettiği gibi 8 mm çapında ve 2 mm derinliğinde pleksiglass bir kalıp kullanıldı (Türkün ve Gökay, 2002; Nalçacı ve Ulusoy, 2005; Deliktaş ve Ulusoy, 2006; Yanıkoğlu ve ark., 2009).

Yüzey sertliği, sadece kompozit rezinleri çevreleyen ortamdan etkilenmez. Kullanılan kompozit rezinin kalınlığı da sertlik üzerine etkili olur. Bu nedenle görünür ışıkla aktive olan kompozit rezinler için önerilen, 2 mm'lik parçalar halinde yerleştirilmesidir (Deliktaş, 2006). Bu nedenle çalışmamızda; maksimum bir polimerizasyon sağlamak için, kompozit rezin örnekler, diğer çalışmalara benzer olarak (Martin, 1998; Ertaş ve ark., 2006; Wonghantee ve ark., 2006; Çoğulu ve ark., 2008) 2 mm kalınlığında hazırlanmıştır.

Estetik restorasyonların rengi matriksten, doldurucu maddenin yapısından, doldurucu madde içeriğinden, minör pigment ilavesinden, başlatıcı bileşenlerden ve doldurucu madde bağlayıcı ajanlarından etkilenir. Ayrıca, bu bileşenlerin her biri arasındaki etkileşimler de materyalin renk stabilitesi üzerinde rol oynayabilir (Diab ve ark., 2007). İn vitro deneylerin başarılı olabilmesi için kullanılan farklı tipteki materyallerin standardizasyonlarına dikkat edilmesi gerekmektedir (Sarı, 2009). Luiz ve ark. (2007) ile Arısu ve ark.'nın (2008) çalışmalarında olduğu gibi biz de çalışmamızda standart bir renk (A2) kullanmayı ve Maneenut ve ark. (2010) ile Vanga'nın (2011) çalışmalarında olduğu gibi rezin modifiye cam iyonomeri de kapsül formunda kullanmayı tercih ettik.

Kompozit rezinlerin yerleştirilmesi sırasında hava ile temastan kaynaklanan oksijen varlığı, rezin polimerizasyonunu bir dereceye kadar inhibe edebilir. Sonuçları etkileyebilecek düşük sertlikli bir oksijen inhibisyon tabakasını en aza indirmek ve daha düzgün bir yüzey oluşmasını temin etmek için çalışmamızda ışıkla polimerizasyon öncesi, kompozit rezin örneklerin alt ve üst yüzeylerine matriks stripler yerleştirilmiştir (Yap ve ark., 2001; Nalçacı ve Ulusoy, 2005; Deliktaş ve Ulusoy, 2006; Dos Santos ve ark., 2010; Hamouda, 2011). Üst yüzeydeki matriks striplerin üzerine, hem restoratif

materyelleri kalıp içinde tutmak, hem de restoratif materyelleri aradaki boşluğa zorlayarak yerleştirmek için, Kurachi ve ark.'nın (2001) önerdikleri gibi, 1 mm kalınlığında transparan bir mikroskop camı yerleştirildi.

Işık uçlarının, ışık ucu ile kompozit rezin arasındaki mesafe 1 mm olacak şekilde konumlandırılması tavsiye edilmektedir (Pires ve ark., 1993).

Bala ve ark. (2005), Nalçacı ve Ulusoy (2005) ve Alpöz ve ark.'nın (2008) çalışmalarına benzer şekilde, restoratif materyal ile ışık ucunun uzaklığı, bir mikroskop camının kullanımı ile 1 mm olarak standardize edilmiştir.

Polimerizasyon, birisi bir başlatıcı ve diğeri de bir aktivatör içeren iki bileşiğin karıştırılması suretiyle kimyasal olarak veya dışarıdan bir ultraviyole veya görünür ışık kaynağı tarafından aktive edilir. "Görünür ışık aktivasyonu" için gerekli mavi görünür ışığı sağlamada kullanılan geleneksel metot, kuartz tungsten halojen lambasının kullanımınıdır. Plazma, ark, LED gibi diğer sistemler de günümüzde mevcuttur (Mc Cabe ve Walls, 2008a).

Pek çok araştırmacı, kuartz tungsten halojen ışıkları ile polimerizasyon derinliğini arttırmak için 2 mm'lik kalınlığa göre 40 sn'den az olmayacak bir polimerizasyon süresini önermişlerdir (Kurachi ve ark., 2001; Dietschi ve ark., 2003).

Çalışmamızda 2 mm kalınlığında hazırlanan kompozit rezin örnekler, Dietschi ve ark. (2003), Nicholson ve ark.(2003) ile Deliktaş ve Ulusoy'un (2006) çalışmalarında olduğu gibi, kuartz tungsten halojen polimerizasyon cihazı ile 40 saniye uygulama süresi ile polimerize edilmiştir. LED polimerizasyon cihazı için ise üreticilerin tavsiye ettiği 20 saniyelik uygulama süresi kullanılmıştır.

Kompozit rezinlerin yüzey kalitesini etkileyen etkenlerden birisi de, bitirme ve polisaj işlemidir. Kompozit rezin yüzeyini selüloid strip ile bitirmek en pürüzsüz kompozit yüzeyini oluşturabilir fakat selüloid-strip ile bitirilmiş bir kompozit yüzeyinin mikro sertliğinin kompozit rezinin kendi yüzeyinden daha düşük olduğu rapor edilmiştir (Okte ve ark., 2006). Bitirme ve cila yapılmış bir yüzey ise doldurucu/camdan zengindir ve materyal kütesine daha yakın özelliğindedir (Kao, 1989).

Bu nedenlerden dolayı Correr ve ark. (2006) ile Maneenut ve ark.'nın (2010) çalışmalarında olduğu gibi; bizim çalışmamızda da yüzeydeki tabaka uzaklaştırılmıştır. Luiz ve ark. (2007); Mathias ve ark. (2009) ile Sarı'nın (2009) çalışmalarında olduğu

gibi restoratif materyaller 600-800-1000-1200 grenlik zımparayla zımparalanarak yüzey polisajları gerçekleştirilmiştir.

Yüzey sertliği, bitirme ve cila işlemlerinin yanısıra, sıcaklık ve su emiliminden de önemli derecede etkilenebilir (Hansen, 1983; Deliktaş, 2006). Ağız ortamının sıcaklığı 37°C olduğu için (Söderholm, 1990), araştırmaların çoğu oda sıcaklığında yapılır (Taşveren, 2005; Venturini ve ark., 2006; Honorio ve ark., 2008; Catelan ve ark., 2010). Bizim çalışmamızda da, bu araştırmacılara paralel olarak, hazırlanan örnekler 37°C'de etüvde bekletilmiştir.

Restoratif materyallerin klinik başarısına katkıda bulunan en önemli fiziksel özelliklerden biri yüzey sertliğidir ve restoratif materyallerin mekanik özelliklerini belirler. Çizilme ve aşınmaya karşı direnci arttırdığı gibi, materyalin çeşitli kuvvetler karşısında kolayca deforme olmasını da önleyerek klinik başarıyı etkilemektedir (Deliktaş ve Ulusoy, 2006, Çoğulu ve ark., 2008).

Çeşitli türde yüzey sertlik testleri bulunmaktadır. Diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin yüzey sertlik ölçümlerinde Brinell, Rockwell, Shore, Barcol, Knoop ve Vickers en fazla kullanılan test metotlarıdır (Seymen ve Gülhan, 1996; Taşveren, 2005; Shahdad ve ark., 2007; Anusavice, 2012).

Barcol sertlik testi, kompozit rezinlerin yüzey sertliğini belirlemede kullanılan bir yöntemdir. Barcol yüzey sertlik ölçümünün prensipleri çentiklemeye karşı dirence dayanır. Ekipmanları genellikle yaylı metal izaçar ile sertliğin doğrudan okunduğu bir kadrandan oluşur. Barcol izaçar, 1mm çapında olan ve test edilen yüzeye bastırılan bir yay yüklü iğnedir. Sertlik değeri izaçar ucun materyale penetrasyon derinliğine göre okunur. Cetvelde okunan değer izaçar yüzeye penetre ettikçe azalır, bu nedenle ilk okunan değer gerçek değerdir (Anusavice, 2012; Braga ve ark., 2012).

Bununla birlikte, bu testleri yapan herkes doğru ölçüm yapmaktaki zorlukları bilir. Bazı sertlik testlerinin (örneğin, Vickers ve Knoop) sahip olduğu kısıtlamalardan birisi de, izaçar çekildikten sonra sertlik izinin mikroskopik olarak ölçülme zorluğudur. Bu ölçümler ilk olarak optik sistemin çözünürlüğünden, ikinci olarak araştırmacının algısından ve son olarak da materyalin elastik olarak yeniden düzelmesinden etkilenir (Shahdad ve ark., 2007).

Taşınabilir olması ve ölçümlerin direkt olarak izlenebilmesi kolaylığı nedeniyle Barcol sertlik ölçüm cihazı yüzey sertliğinin değerlendirildiği çalışmalarda

yaygın olarak kullanılmaktadır (Mante ve ark., 1999; Abate ve ark., 2001; Mills ve ark., 2002b; Kauppi ve Combe, 2003). Bu nedenle biz de çalışmamızda, Bağış ve Ertaş (2000); Deliktaş ve Ulusoy (2006) ve Arısu ve ark.'nın (2008) çalışmalarında olduğu gibi Barcol yüzey sertlik cihazını kullandık.

Yüzey sertliği, emilen su miktarıyla ilişkilidir. Su emilimi arttıkça, hidrojel in şişmesi sonucu sertlik azalır (Okada ve ark., 2001).

Asidik içeceklerin restoratif materyallerin üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalarda çeşitli zaman dilimlerinde bekletme süreleri planlanmıştır. Bazı çalışmalarda 1 haftadan 1 aya kadar kadar değişen zaman dilimlerinde bekletme süreleri planlanmış (Honorio ve ark., 2008; İlday ve ark., 2010; Bayrak ve ark., 2011; Hamouda, 2011; Hengtrakoola ve ark., 2011) olmasına rağmen diğer çalışmalarda 1 aydan 1 yıla kadar değişen zaman dilimlerinde bekletme süreleri uygun görülmüştür (Aliping-McKenzie ve ark., 2004; Wongkhantee ve ark., 2006; Çoğulu ve ark., 2008; Dos Santos ve ark., 2010; Sarı ve ark., 2010).

Çalışmamızda belirlediğimiz sürenin (1 ay) klinik koşullarda asitli içeceklerin sık tüketilmesini yansıtabileceği düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda kola ve meyve sularının açıldıktan 1 hafta sonra gazını kaybettiği ve pH değerinin ise değişmediği saptanmıştır (Aliping-McKenzie ve ark., 2004; Çoğulu ve ark., 2008). Çalışmamızda ise Çoğulu ve ark. (2008) ile Sarı ve ark.'nın (2010) çalışmalarında olduğu gibi asitli içecekler pH değişikliğini engellemek için çalışma süresince her gün yenilenmişlerdir. Sarı ve ark.'nın (2010) çalışmalarında olduğu gibi bireylerin her gün bu içeceklerden tükettikleri kabul edilerek planlama yapılmıştır. Her döngü için yeni bir solüsyon (330 ml. içecek) kullanılmıştır.

Honorio ve ark. (2008) ile Dos Santos ve ark. (2010) günde 3 kez 5 dakika; Hamouda (2011) günde 3 saat; İlday ve ark. (2010), Hengtrakoola ve ark. (2011) 7 gün boyunca; Bayrak ve ark. (2011) 28 gün; Çoğulu ve ark.(2008) 3 ay boyunca örnekleri asidik sıvılarda bekletmişlerdir.

Zaman, hacim, solüsyonların akış hızı ve tüketim alışkanlıkları erken dönem erozyonu değerlendiren in vitro ve in situ çalışmaların ortak parametreleridir. Ağız içersinde pH' ın düşük olduğu süre 2 dakikadan fazla değildir, ve in vitro ve in situ modellerin in vivo şartları daha iyi taklit edebilmesi için benzer etkileşim süreleri

kullanılmalıdır. Farklı deney şartları, in vitro çalışmalardan farklı sonuçlar çıkmasına sebep olabilir (Young ve Tenuta, 2011).

Bizim çalışmamızda ise Wongkhantee ve ark.'nın (2006) çalışmalarında olduğu gibi örnekler 5 sn süresince 32,5 ml asidik içecek ve 5 sn yapay tükürük içerisine oda sıcaklığında 10 kez batırıldı ve toplam ıslanma süresi günlük 100 sn olarak belirlendi. Bu işlemler 1 ay boyunca tekrarlandı. Bir ayın sonunda yüzey sertlikleri tekrar ölçüldü ve daha önceki sonuçlarla karşılaştırıldı.

Ferracane ve ark. (1998), çalışmalarında deneysel kompozit rezinler kullanmışlar ve kompozit rezinlerin formülasyonunu sistemli olarak değiştirerek; güçlendirici doldurucuların hacimsel oranının yüzey sertliği üzerine etkisini araştırmışlardır. Doldurucu hacminin artmasının, yüzey sertliğini arttıracak; doldurucu hacmi azaldıkça yüzey sertliğinin azaldığını bulmuşlardır. Çalışmada, kullanılan materyaller içinde en yüksek yüzey sertlik değerleri, en yüksek doldurucu oranına sahip materyallerde izlenmiştir. Doldurucu oranı arttıkça daha fazla polimerizasyon gerçekleşmekte ve yüzey sertliği artmaktadır. Araştırmacılar, yüksek sertlik değerlerinin sadece yüksek doldurucu oranı ile ilişkili olmadığını, doldurucu cinsi, doldurucu boyutlarının kompozisyonu ve dağılımının da yüzey sertliğinde önemli faktörler olabileceğini ifade etmişlerdir (Ferracane ve ark., 1998; Deliktaş ve Ulusoy, 2006).

Ilie ve ark. (2013) yaptıkları bir çalışmada düşük doldurucu madde ağırlığına ve benzer doldurucu madde hacmine rağmen, nano-hibrit RBC'lerin mikrohibrit kompozit rezinlere göre Vickers sertlik değerlerini daha yüksek bulmuşlardır. Bunun sebeplerinden birisinin silika ve zirconia'dan üretilen nano doldurucu içermeleri olabileceğini belirtmişlerdir. Bu yapılar mikrofil kompozit rezinlerde kullanılan amorf camdan daha serttir. Fakat daha da muhtemel olan ise, bu özelliğin, doldurucu madde büyüklüğünü azaltma ve böylece partiküller arası mesafeyi azaltma sonucunda partiküller arasındaki organik matrikste meydana gelen değişikliklerden kaynaklanmasıdır (Ilie ve ark., 2013).

Geleneksel RBC'lere göre tamamıyla farklı monomer matriksine sahip olan silorane esaslı kompozit rezin Filtek Silorane, mikro-hibrit RBC'ler sınıfında ortalama mekanik özelliklere sahiptir (Ilie ve ark., 2013).

Kompozit rezinlerin yüzey sertliğindeki farklılıkları açıklayan nedenler, doldurucu madde konsantrasyonuna ve türüne dayanmaktadır. Daha önce gerçekleştirilen çalışmalar, matrikteki doldurucu maddelerin hacim/ağırlık başına büyüklük, şekil, dağılım ve içerik gibi değişkenlerin kompozit rezinlerin mekanik dayanıklılığını, sertliğini ve esneklik katsayısını etkilediğini ortaya koymuştur (D'Alpino ve ark., 2011; Bechtold ve ark., 2012).

Bechtold ve ark. (2012) yaptıkları bir çalışma ile ağırlıkça % 76 oranında doldurucu içeren Silorane esaslı kompozit rezinin (P 90); ağırlıkça % 83 oranında doldurucu içeren MBC'den (P 60) daha az yüzey sertliğine sahip olduğunu bulmuşlardır. Bu sonucun P 60'ın daha sert olan zirconia/silica içermesinden ve doldurucu oranının daha fazla olmasından kaynaklanabileceğini ifade etmişlerdir.

Bizim çalışmamızda da hacimce en yüksek doldurucu oranına sahip ve bir nano-hibrit kompozit rezin olan Filtek Z 550'in başlangıç yüzey sertlik değeri mikrohibrit kompozit rezin olan Filtek Silorane'dan daha yüksek bulunmuştur. Bunu sırasıyla Dyract Extra, Filtek Ultimate flowable, Fuji II LC takip etmiştir. Bu sonuçlar Wongkhantee ve ark. (2006); Sarı ve ark. (2010) ile uyumludur.

Poliasit modifiye kompozit rezinler, yüzey sertliği bakımından genel olarak geleneksel kompozit rezinlerden çok fazla farklılık göstermemektedir (Nicholson, 2007). Bizim çalışmamızda kullandığımız kompozit rezinlerle (Filtek Silorane, Filtek Z 550), kompomer (Dyract Extra) yüzey sertliği bakımından istatistiksel olarak aynı sınıfta bulunmuştur.

Hamouda (2011) farklı saklama ortamlarının etkisinin, hem rezin modifiye cam iyonomerde hem de poliasit modifiye kompozit rezinde benzer olduğunu belirlemişlerdir. Bu sonuç bizim çalışmamızla uyumludur.

İçeriklerinde hem asidik monomerlerin hem de cam doldurucuların bulunması, poliasit modifiye kompozit rezine asit-baz bir reaksiyonunu tetikleyecek nemi alma özelliği, bunun sonucu olarak da florür salımı ve asidik ortamları tamponlama özelliklerinin ortaya çıkması gibi yeni özellikler kazandırmaktadır (Nicholson, 2007). Deney sonunda Dyract Extra'nın, asidik içeceklerden etkilenişi, kullanılan diğer materyallerle benzer şekilde olmuştur. Daha çok etkilenmeyişi asidik ortamları tamponlama özelliklerine bağlı olabilir.

Aliping-Mckenzie ve ark. (2003) distile su, doğal ve yapay tükürüğün kompomer ve cam iyonomerlerin yüzey sertliğine olan etkisine yönelik yaptıkları çalışmada; 1 yıl sonunda distile su ve doğal tükürüğe göre az olmakla birlikte yapay tükürükte Fuji II LC'nin yüzey sertliğinde bir miktar artış tespit etmişlerdir. Bunun yüzeydeki değişikliklerden ziyade zaman içerisinde materyalde meydana gelen olgunlaşma süreçlerinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Ayrıca kullanılan yapay tükürük formüllerindeki çeşitlilik nedeniyle deney sonunda farklı sonuçların ortaya çıkabileceğini ifade etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da yapay tükürükte bekletilen kompozit rezinler ve poliasit modifiye kompozit rezinde yüzey sertlik değerlerinde bir azalma olmasına rağmen RMCI'de (Fuji II LC) bir miktar yüzey sertliği artışı gözlenmiştir.

Organik asitlerin Bis-GMA esaslı polimerleri yumuşattığı tespit edilmiştir. Bu yumuşama nedeniyle asit içeren sıvılara batırılan kompozit rezinlerin yüzey sertliğinin azaldığı ve bunun da TEGDMA gibi sulandırıcı ajanların ilavesinden kaynaklanabileceği rapor edilmiştir (Wongkhantee ve ark., 2006; Rios ve ark., 2008).

Söderholm ve ark. (1996), yapay tükürükte veya distile suda saklanan kompozitlerden ayrılan doldurucu maddeler rapor etmişlerdir. Bu araştırmacılar, saklama ortamının kompozitler üzerindeki en büyük etkisinin doldurucu madde bileşenlerinin yapay tükürüğe sızması olduğu sonucuna varmıştır.

Rezin matriksin su emmesinden dolayı genişlemesi ile doldurucu etrafında gerilim oluşabilir. Bu gerilim ise doldurucuları rezinin kütesinden ayrılmaya zorlayan etkilere daha hassas hale getirir (Dos Santos ve ark., 2010).

Çoğulu ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada, restoratif materyal olarak kullandıkları CI (Fuji IX Extra), RMCI (Ketac N100) ile kompomeri (Compoglass F), üç farklı içecekte (Coca cola, Sprite, portakal suyu) ve kontrol grubu olarak ise %0,9 izotonik sodyum klorür'de farklı sürelerde (1gün, 1hafta, 1ay ve 3ay) bekletmişlerdir. Materyallerin içecekler içerisinde 3 aylık bekletme süresi sonunda yüzey sertlik değerlerinin başlangıç değerlerine göre düşüş gösterdiğini, ancak bu düşüşün Fuji IX Extra ve Ketac N100'de daha anlamlı olduğunu, başlangıç yüzey sertlik değeri en yüksek olan Compoglass F'de en az düşüşün olduğunu saptamışlardır. Materyaller içecek gruplarına göre değerlendirildiklerinde ise; 3 farklı asitli içeceğin etkisinin benzer olduğu tespit edilmiştir. Bunun, incelenen içeceklerin pH değerlerinin birbirine

yakın olması nedeni ile olabileceğini ifade etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da 5 farklı asidik içecek, aynı materyalde benzer etki göstermiştir.

Aliping-Mckenzie ve ark. (2004) kola ve meyve sularının (portakal ve elma suyu) farklı RMCI'lar (Fuji II LC, Vitremer Core Buildup) ve kompomerlerin (Dyract Extra, F2000 Shade) yüzey sertliğine etkisini inceledikleri çalışmada, bütün örnekler asidik içecekte 37°C'de 1 yıl bekletilmiştir. Yüzey sertlikleri 1gün, 1 hafta, 1 ay, 3 ay, 6 ay ve 1 yıllık sürelerle ölçülmüştür. Dyract Extra ve F2000 Shade ile Fuji II LC ve Vitremer Core Buildup çalışmanın neticesinde birbirine benzer sonuçlar göstermişlerdir. 1 yıl sonunda ise meyve suyunda bekletilenlerin kolada bekletilen örneklerle kıyaslandığında yüzey sertliklerinin daha fazla azaldığı saptanmıştır. Bizim çalışmamızda da Dyract Extra ve Fuji II LC yüzey sertlik değerlerindeki değişim açısından asidik içeceklerden benzer şekilde etkilenmiş; ayrıca deneyde kullanılan vişne suyu yüzey sertlik değerlerinde koladan daha fazla azalma meydana getirmiştir.

Özellikle sitrik asit içeriği yüksek olan içeceklerin daha yıkıcı etki yarattığı belirtilmiştir. Ancak bu içeceklerin diş rengi restoratif materyaller üzerindeki etkisi, konu ile ilgili çalışmaların az olması nedeniyle tam bilinmemektedir (Çoğulu ve ark., 2008).

Bizim çalışmamızda da içecek grupları materyallerin yüzey sertliklerinde oluşturdukları azalmaya göre değerlendirildiklerinde; sitrik asit içeren vişne suyu yüzey sertlik değerlerinde en fazla azalmaya neden olmuştur. Fakat bu istatistiksel olarak önemli değildir.

Deliktaş (2006) yaptığı çalışmada LED ışık cihazı ile polimerizasyonun, sitrik asit gibi sulu solüsyonlar tarafından meydana getirilen kimyasal yumuşamaya daha dayanıklı bir polimer yapısına neden olduğunu tespit etmiştir. Halojen ışık cihazı ile polimerizasyonun ise, kimyasal yumuşamaya daha duyarlı bir polimer yapısına neden olduğunu ifade etmektedir. Bizim çalışmamızda da LED ışık cihazı ile polimerize edilen Silorane esaslı kompozit rezin, sitrik asitten diğer içeceklere göre daha az etkilenmiştir.

MBC'lerin, Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA ve TEGDMA'dan oluşan rezin matrislerine sahip olduğu daha önce belirtilmiştir. Bis-GMA'nın etoksilat versiyonu olan Bis-EMA haricinde diğer moleküller (Bis-GMA, UDMA ve TEGDMA) su emilimini artıran hidroksil gruplarına sahiptir. Filtek Silorane ise 3,4-epoksisikloheksil-

siklopolimetilsiloksan'a sahiptir. Böylece su emilimini engellemiştir. Bu nedenle, materyaller arasındaki kimyasal yapı farklılıkları da Filtek Silorane ve MBC'ler arasındaki yüzey sertlik farklılıklarına katkıda bulunmuş olabilir (Yeşilyurt ve ark., 2009).

Ilie ve ark.(2013) hidrofobik siloksan yapı nedeniyle, silorane esaslı kompozit rezinde MBC'den anlamlı derecede düşük su emilimi, çözünürlüğe ve ağız ortamını taklit eden saklama koşulları altında eskimeye karşı oldukça dayanıklılık olduğunu tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da yüzey sertliğindeki değişim yönünden Filtek Silorane, bir MBC olan Filtek Z 550'den daha az azalma göstermiştir.

Restoratif materyallerin likitlerden etkilenme durumları değişkenlik gösterebilmektedir. Lamba ve ark.'nın (2012) yaptıkları deneyde kompozit rezinlerin (Esthet X) özelliklerinin kompomerinkilere ve cam iyonomer simanlarınkine göre ağız gargaraları tarafından daha fazla etkilendiği görüldü. Bu nedenle, cam iyonomer restorasyon materyallerinin ve kompomerlerin ağız gargaralarını kompozitlere göre daha iyi tolere edebildiği varsayılabilir.

Wongkhantee ve ark. (2006) asidik yiyecek ve içeceklerin mine, dentin ve dolgu materyallerinin yüzeyinin sertliğine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada restoratif materyal olarak geleneksel kompozit rezin (Filtek Z-250), mikrofil kompozit rezin (Filtek A110), CI (GC Fuji IX), RMCI (Fuji II LC) ve kompomer (Dyract Extra) kullanılmıştır. İçecek ve yiyecek olarak kola, portakal suyu, spor içecekleri, ayran, meyveli yoğurt ve kontrol grubu olarak ise yapay tükürük kullanılmıştır. Çalışma sonunda mikrofil kompozit rezin ve RMCI'in asidik yiyecek ve içeceğe maruz bırakıldığında istatistiksel olarak yüzey sertliğinde azalma gösterdiği fakat CI, üniversal kompozit rezin ve poliasit modifiye kompozit rezinde istatistiksel olarak bir değişim olmadığı belirlenmiştir. Bu, kısa çalışma süresi ile açıklanmıştır. Mikrofil kompozit rezinin üniversal kompozit rezinle karşılaştırıldığında pH döngüsünden etkilenmiş olmasını ise mikrofil kompozitin, üniversal kompozit rezinden daha yüksek rezin içeriğine sahip olmasına bağlamışlardır.

Rios ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada CI (Ketacmolar), RMCI (Vitremar), kompozit rezin (Z 250) ve amalgam (Dispersalloy) kullanmışlardır. Günde üç kez beş dakika olmak üzere 7 gün boyunca bu materyalleri kola içerisinde bekletmişlerdir. Çalışmanın sonunda; diğer çalışmalardaki gibi en fazla aşınma ve yüzey sertlik

değerlerindeki en fazla değişimin CI'da; en az aşınma ve yüzey sertlik değerlerindeki en az değişimin ise kompozit rezinde tespit edilmediğini vurgulamışlardır. Bunun kısa deney süresinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada kompozit rezin, yüzey sertliğindeki değişim yönünden RMCI'den daha yüksek değer göstermiştir. Fakat istatistiksel olarak aralarında fark yoktur.

Francisconi ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada, restoratif materyal olarak; RMCI (Vitremer), CI (Ketacmolar), kompozit rezin (Z 250) ve amalgam (Dispersalloy) kullanmışlardır. Günde üç kez beş dakika olmak üzere 7 gün boyunca bu materyalleri kola içerisinde bekletmişlerdir. Deney sonunda restoratif materyallerin hem aşınma oranlarını hemde yüzey sertliklerindeki değişimlerini incelemişlerdir. Asidik içeceklerle temas sonrası istatistiksel olarak RMCI, kompozit rezin ve amalgam benzer aşınma göstermiştir. CI ve ondan farklı olmayan kompozit rezin ve amalgamla karşılaştırıldığında RMCI'in en yüksek aşınma oranına sahip olduğu sonucuna varmışlardır. Daha önceki çalışmalarda en çok aşınan CI en az aşınan ise kompozit rezin olarak tespit edildiğinden; bu sonuç beklenmemekteydi. Yüzey sertliğindeki değişim yüzdesi incelendiğinde ise; kolada ve kontrol grubu olan yapay tükürükteki tüm materyaller arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Daha önceki çalışmalarda, dolgu materyalleri bir hafta boyunca sürekli olarak asidik ortama batırılmıştır. Bu çalışmada ise örneklerin asidik içeceklerle toplam temas süresi 1 saat 15 dakikadır. Yüzey mikro sertliğindeki minimum değişim; pH döngüsünde kullanılan içeceğin türü ve asidik içeceklerle kısa temas süresi ile açıklanmıştır.

Honorio ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada restoratif materyal olarak; RMCI (Vitremer), CI (Ketacmolar), kompozit rezin (Z 250) ve amalgam (Dispersalloy) kullanmışlardır. Günde üç kez beş dakika olmak üzere 35 gün boyunca bu materyalleri kola içerisinde bekletmişlerdir. Deney sonunda CI ve RMCI kontrol grubu olan yapay tükürük ve diğer restoratif materyallerle karşılaştırıldığında yüzey sertliğinde en fazla değişim oluşturmuştur ($p < 0,05$).

Bizim çalışmamızda da kısa çalışma süresine (asidik içeceklerle temas süresi toplam 50 dakika) bağlı olarak Filtek Z 550 dışında tüm materyaller yüzey sertlik değerlerindeki değişim yönünden istatistiksel olarak benzer etki oluşturmuştur.

Çalışmamızda kullandığımız, nanohibrit kompozit rezinin (Filtek Z 550) sertlik değerleri, diğer çalışmaların verileriyle direkt olarak karşılaştırılamamıştır.

Çünkü diş literatürleri incelendiğinde, bu kompozit rezinin, asidik içeceklerde bekletilmesi sonrasında yüzey sertliğini değerlendiren bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Filtek Z 550 ile ilgili bulunan tek çalışma olan Lainovic ve ark. (2013) yaptıkları bir çalışma ile; kullandıkları mikrofil (Gradia Direct), mikrohibrit (Filtek Z 250), nanofil (Filtek Ultimate Body, Filtek Ultimate Translucent) ve nanohibrit (Tetric EvoCeram) kompozit rezinlere göre Filtek Z 550'nin yüksek yüzey pürüzlülüğü gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Bu sonucu da bu materyalin büyüklüğü 3µm'ye kadar ulaşabilen mikrometre partiküllerden ve 20 nm büyüklüğündeki çok küçük nanometre partiküllerden oluşan nano-hibrit kompozit rezin olması ile açıklamışlardır.

Bizim çalışmamızda kullandığımız Filtek Z 550 ile doldurucu ve matriks monomerler açısından yakın özellikte bir nanofil kompozit rezin olan Filtek Supreme (3M Espe, ABD) ; ağırlıkça % 78,5 oranında, boyutları 5-20 nm ile 20 nm olan ZrO₂ / SiO₂'den oluşan nanokümeler ve SiO₂ nanodoldurucu içermekte ve organik matriks olarak ise Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, TEGDMA'dan oluşmaktadır (Erdemir ve ark., 2012).

Erdemir ve ark. (2012), sitrik asit içeren spor ve enerji içeceklerinin farklı restoratif materyallerin yüzey sertliğine olan etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada bir adet kompomer (Compoglass F), bir adet minifilhibrit (Filtek Z 250), bir adet nanofil (Filtek Supreme) ve bir adet nanohibrit rezin (Premise) kullanılmıştır. Restoratif materyaller altı ay süresince günde 2 dakika olmak üzere spor ve enerji içeceğine batırılmıştır. Kontrol grubu olarak ise distile su kullanılmıştır. Yüzey sertlik değerlerindeki değişim 1.hafta, 1.ay ve 6.ay da yapılan ölçümlerle değerlendirilmiştir. 6 aylık süre sonunda deneyde kullanılan kompomerde, nanofil ve minifil hibrit rezinle karşılaştırıldığında yüzey sertliğinde anlamlı derecede bir azalma meydana gelmiştir. Yine 6 ayın sonunda, kompomer ile nanohibrit rezin; nanofil ile nanohibrit ve minifilhibrit ile nanofil rezin arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Kontrol grubu olan distile su, yüzey sertliğinde daha az azalma meydana getirerek diğer içeceklerden farklı bir etki oluşturmuştur. Bu sonuç bizim çalışmamızla uyumludur.

Erdemir ve ark.'nın (2012) yaptıkları çalışmada kullanılan kompomer, Bis-GMA, UDMA içermektedir. Bis-GMA ve UDMA esaslı polimerler, kimyasal ajanlarla etkileşim sonrası yumuşamaya karşı daha hassasdır. Diğer üç restoratif materyal ise

Bis-EMA ve TEGDMA içermektedir ve bunlar kimyasal atağa karşı daha iyi direnç sağlamaktadır (Yap ve ark., 2001; Moraes ve ark., 2010).

Kompozit rezinler, baryum cam, silika ve zirkonyum/silika doldurucu madde içermektedir. Kalay, baryum cam ve zirkonyum/silika gibi inorganik doldurucu madde içeren restoratif materyallerin kuartz doldurucu madde içerenlere göre sulu ortamlara karşı daha hassas olduğu önceki çalışmalarda gösterilmiştir (Yap ve ark., 2001; Yeşilyurt ve ark., 2009; Erdemir ve ark., 2012). Bizim çalışmamızda kullandığımız Filtek Z 550 de silika ve zirkonyum/silika doldurucu madde içermektedir ve kuartz doldurucu içeren Filtek Silorane'a göre asidik içeceklerden daha fazla etkilenmiştir.

Sonuç olarak, kompozit rezine ait doldurucu maddelerin çözünmesi ve doldurucu madde-rezin arayüzün ayrılması ağız ortamında da meydana gelebilir. Bu nedenle, RBC'lerde bozulma tipik olarak şu iki nedenden dolayı meydana gelir: (1) silan ve doldurucu madde partikülleri ile doldurucu madde-rezin matriksi arasındaki bağın hidrolitik bozulması ve sonuçta ayrılmanın gerçekleşmesi ve (2) suyun plastikleştirici faaliyeti sonucu diş rezinlerinin yumuşaması. Çözücülerin kompozit rezinler üzerindeki etkilerinde birçok etken rol oynamaktadır. Bunlar arasında, polimerlerin su emiciliği sayılabilir (Yeşilyurt ve ark., 2009).

Rezin matriks sistemlerde TEGDMA içeriğini artırmanın su emilimini artıracığı rapor edilmiştir çünkü bu monomer Bis-GMA ve UDMA ile karşılaştırıldığında daha fazla su emiciliğine sahiptir. Bunun yanı sıra, UDMA diyetten bulunan likitlerin çözücü etkilerine Bis-GMA esaslı materyallere göre daha hassastır (Yeşilyurt ve ark., 2009).

Rezin matriks organik çözeltiler tarafından hasara uğratılabilir. Diğer yandan, organik doldurucu maddelere, su ve sitrik asit zarar verebilir. Geçmiş çalışmalar, suyun MBC'lerin yüzey sertliğini azaltma etkisine sahip olduğunu ortaya koymuştur. RBC materyallerin su emilimi ve su çözünürlüğü bakımından ise, birçok etkene bağlı oldukları söylenebilir. Bunlar arasında, monomer rezinlerin kimyası, polimer matriksin polimerizasyon derecesi, doldurucu madde büyüklüğü, şekli, dağılımı ve doldurucu madde ile rezin matriks arasındaki arayüz özellikleri sayılabilir (Yeşilyurt ve ark., 2009).

Yüzey sertliğinin, hem su emilimi hem de sulu ortam ile temas süresinden önemli derecede etkilendiği bildirilmiştir (Hansen 1983; Yap, 1997).

Söderholm ve ark. (1996), kompozitlerden doldurucu madde sızıntısının distile su ile karşılaştırıldığında yapay tükürükte çok daha fazla olduğunu rapor etmiştir.

Yeşilyurt ve ark. (2009) uzun saklama periodlarının büyük istatistiksel fark yaratabileceğini belirtmişlerdir. Honorio ve ark. (2008), Rios ve ark.'nın (2008) yaptıkları çalışmanın süresini 35 güne çıkararak, Sarı ve ark.'nın (2010) çalışmalarında olduğu gibi, en yüksek yüzey sertlik değerine sahip restoratif materyalin en az etkilenmesi gibi beklenen sonuçları elde etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da restoratif materyaller içeceklerde daha uzun süre bekletilseydi sonuç farklı olabilirdi.

Badra ve ark. (2005), restoratif materyallerin mikrosertliği üzerine etkilerin materyalin özelliğine, saklama solüsyonunun tipine ve değerlendirme periyoduna göre sıralandığını, genel olarak saklama süresinin artmasının rezin özellikleri üzerine daha birikmiş bir etkiyle sonuçlanacağını belirtmişlerdir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1) Son yıllarda özellikle genç nüfus içerisinde meşrubat tüketiminin artış göstermesiyle birlikte diş erozyonu, önemli bir sorun haline gelmiştir. Asidik içeceklerin araştırmamızda kullanılan restoratif materyallerin yüzey sertlikleri üzerine etkili oldukları gözlenmiştir. Bu içecekler yakın pH değerleri nedeniyle, restoratif materyallerin yüzey sertlik değerleri üzerine benzer etki oluşturmuşlardır. Kontrol grubu olarak kullanılan yapay tükürük, materyallerin yüzey sertlik değerlerini deneyde kullanılan asidik içeceklerden daha az azaltarak istatistiksel olarak bir fark oluşturmuştur.

2) Restoratif materyallerin yüzey sertlik değerlerinde rakamsal olarak en büyük fark vişne suyunda gözlenmiştir. Deney sonunda, materyallerden Dyract Extra, Filtek Ultimate Flowable, Fuji II LC ve Filtek Silorane asidik içeceklerden benzer şekilde etkilenmiştir. Yüzey sertlik değerlerinde en fazla azalma Filtek Z 550'de meydana gelmiştir. Deney sonunda yüzey sertlik değerlerini yüksekten en aza doğru sıraladığımızda; Filtek Z 550, Filtek Silorane ve Dyract Extra en yüksek yüzey sertlik değerlerine sahip ve istatistiksel olarak yine aynı sınıfta; bunları Filtek Ultimate Flowable ve en az yüzey sertlik değerine sahip olan Fuji II LC takip etmiştir. Bu sonuç deney öncesiyle uyumludur.

3) Bu sonuçlar göstermektedir ki; eroziv potansiyele sahip içecekler, kullanılan restoratif materyallerin yüzey sertlik özelliklerini etkilemektedir. Bu tip çalışmaların in vivo çalışmalar ile desteklenmesi gerektiği ve ayrıca uzun saklama periodlarının daha büyük istatistiksel fark yaratabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abate PF, Zahra VN, Macchi RL. Effect of photopolymerization variables on composite hardness. *J Prosthet Dent.* 2001; 86: 632-635.
- Addy M, Shellis RP. Interaction between attrition, abrasion and erosion in tooth wear. *Monogr Oral Sci.* 2006; 20:17-31.
- Aguiar FHB, Braceiro ATB, Ambrosano GMB, Lovadino JR. Hardness and diametral tensile strength of a hybrid composite resin polymerized with different modes and immersed in ethanol or distilled water media. *Dent Mater.* 2005; 21: 1098–1103.
- Aktürk H. Kompozit rezinin yüzey sertlik değerleri üzerine farklı ışık cihazlarının etkisi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Doktora tezi, 2007; 3-10.
- Aliping- Mckenzie M, Linden RWA, Nicholson JW. The effect of saliva on surface hardness and water sorption of glass-ionomers and compomers. *J Mater Sci Mater Med.* 2003; 14: 869-873.
- Aliping- Mckenzie MA, Linden RWA, Nicholson JW. The effect of Coca-Cola and fruit juices on the surface hardness of glass-ionomers and compomers. *J Oral Rehabil.* 2004; 31: 1046–1052.
- Alpöz AR, Ertuğrul F, Cogulu D, Topaloglu Ak A, Tanoğlu M, Kaya E. Effects of light curing method and exposure time on mechanical properties of resin based dental materials. *Eur J Dent.* 2008; 2: 37- 42.
- Anusavice KJ. Mechanical properties of dental materials. İn: Anusavice KJ, Shen C, Rawls RH, editors. *Phillips' science of dental materials.* 12th., China, Elsevier Saunders. 2012; 4: 48-68.
- Arısu HD, Bala O, Üçtaşlı MB. Halojen veya led ışık kaynakları ile sertleştirilen farklı restoratif materyallerin barcoll sertlikleri. *GÜ Diş Hek Fak Derg.* 2008; 25(2): 19-24.
- Attin T, Weiss K, Becker K, Buchalla W, Wiegand A. Impact of modified acidic soft drinks on enamel erosion. *Oral Dis.* 2005; 11: 7-12.
- Attin T. Methods for assessment of dental erosion. *Monogr Oral Sci.* 2006; 20: 152-172.
- Badra VV, Faraoni JJ, Ramos RP, Palma-Dibb RG. Influence of different beverages on the microhardness and surface roughness of resin composites. *Oper Dent.* 2005; 30: 213-219.
- Bağış YH, Ertaş E. Işık ile sertleştirilen kompozit rezinin farklı ortamlarda bekletilmesinin yüzey sertliğine etkisi. *T Klin J Dental Sci.* 2000; 6: 41-47.

- Bala O, Ölmez A, Kalaycı Ş. Effect of led and halojen light curing on polymerization of resin based composites. J Oral Rehalbil. 2005; 32: 134-140.
- Baltacıoğlu İH. Nanodoldurucu içeren kompozitlerin farklı ışık cihazları ile mikrosızıntı yönünden karşılaştırılması. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Doktora tezi, 2011; 3-30.
- Barcol Sertlik Ölçüm Cihazı. Erişim: [http:// www. sheeninstruments.com/products/hardness/barcol-hardness-tester](http://www.sheeninstruments.com/products/hardness/barcol-hardness-tester).Erişim tarihi13.03.13.
- Bartlett D. Intrinsic causes of erosion. Monogr Oral Sci. 2006; 20: 119- 139.
- Bartlett D. Tooth wear. In: Ricketts D, Bartlett D, editors. Advanced operative dentistry. Çin, Churchill Livingstone. 2011; 4: 45 -50.
- Bartlett DW, Fares J, Shirodaria S, Chiu K, Ahmad N, Sherriff M. The association of tooth wear, diet and dietary habits in adults aged 18-30 years old. J Dent. 2011; 39: 811- 816.
- Bayne SC, Thompson JY. Biyomateryaller. In: Roberson MT, Heymann OH, Swift JE, editors. Art and science of operative dentistry. 5th Ed., Toronto, Mosby Elsevier. 2011; 4: 196-215.
- Bayrak S, Ozalp N, Okte Z. Effects of drinks on solubility of different restorative materials. Mat Res Innovat. 2011; 15(2): 83-86.
- Bechtold J, Dos-Santos PJ, Anido-Anido A, Di Hipolito V, Alonso RCB, D'Alpino PHP. Hardness, polymerization depth, and internal adaptation of Class II silorane composite restorations as a function of polymerization protocol. Eur J Dent. 2012; 6: 133-140.
- Bek G, Üçtaşlı MN, Eligüzeloğlu E, Ömürlü H, Arısu HD, Türköz E. Akışkan kompozit rezinlerin dentine mikrogerilim bağlanma dayanımı üzerine etkileri. GÜ Dış Hek Fak Derg. 2008; 25(2): 1-6.
- Bektaş ÖÖ, Siso ŞS, Eren D. Işık kaynakları, polimerizasyon ve klinik uygulamalar. EÜ Dışhek Fak Derg. 2006; 27:117-124.
- Beresescu G, Brezeanu LC. Effect of artificial saliva on the surface roughness of glass-ionomer cement. Scientific bulletin of the Petru Major University of Targu Mareş. 2011; 8(2):134-136.
- Berzins DW, Abey S, Costache MC, Wilkie CA, Roberts HW. Resin modified glass-ionomer setting reaction competition. J Dent Res. 2010; 89(1):82-86.
- Besic FC, Caries like enamel changes by chemical means. J Dent Res. 1953; 32: 830–839.

- Bevenius J, L'Estrange, P. Chairside evaluation of salivary parameters in patient with tooth surface loss: a pilot study. *Aust Dent J.* 1990; 35: 219–221.
- Borcic J, Anic I, Urek MM, Ferreri S. The prevalence of non-cariou cervical lesions in permanent dentition. *J Oral Rehabil.* 2004; 31: 117–123.
- Botsalı MS, Şener Y. Farklı ışık kaynaklarının pit ve fissür örtücülerin yüzey sertliği üzerine etkilerinin araştırılması. *SÜ Dişhek Fak Derg.* 2008; 17: 98-102.
- Botsalı SM. Rezin esaslı fissür örtücülerin farklı ışık kaynaklarıyla polimerizasyonu sonrasında açığa çıkan artık monomer miktarının, yüzey sertliğinin ve bağlanma dayanımının araştırılması. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya, Doktora tezi, 2008; 32-33.
- Bowen RL. Dental filling material compressing vinylsilane-treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bisphenol and glycidyl methacrylate US Patent. 1962; 3(6): 112.
- Braga RR, Pfeifer CS, Sakagucci RL. Testing of dental materials and biomechanics. In: Sakaguchi RL, Powers JM, editors. *Craig's restorative dental materials.* 13th., United States, Mosby Inc. 2012; 5: 83-107.
- Buchgraber B, Kqiku L, Allmer N, Jakopic G, Stadler P. Surface roughness of one nanofil an done silorane composite after polishing. *Coll Antropol.* 2011; 3: 879-883.
- Cairns AM, Watson M, Creanor SL, Foye RH. The pH and titratable acidity of a range of diluting drinks and their potential effect on dental erosion. *J Dent.* 2002; 30: 313–317.
- Catelan A, Briso ALF, Sundfeld RH, Dos Santos PH. Effect of artificial aging on the rouhness and microhardness of sealed composites. *J Esthet Restor Dent.* 2010; 22: 324-331.
- Cekic-Nagas I, Egilmez F, Ergun G. The effect of irradiation distance on microhardness of resin composites cured with different light curing units. *Eur J Dent.* 2010; 4: 440-446.
- Chan KHS, Mai Y, Kim H, Tong KCT, Ng D, Hsiao JCM. Review: Resin composite filling. *Materials.* 2010; 3:1228-1243.
- Correr GM, Alonso RCB, Sobrinho LC, Puppini-Rontani RM, Ferracane JL. In vitro wear of resin based materials - Simultaneous corrosive and abrasive wear. *J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater.* 2006; 78B: 105–114.
- Correr GM, Alonso RCB, Correa MA, Campos EA, Barotto-Filho F, Puppini-Rontani RM. Influence of diet and salivary characteristics on the prevalence of dental erosion among 12-year-old schoolchildren. *J Dent Child.* 2009; 76: 181-187.

- Çağlar E, Kargul B, Tanboga I, Lussi A. Dental erosion among children in an Istanbul public school. *J Dent Child*. 2005; 72: 5–9.
- Çelik Ç. Diş aşınmaları. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Doktora Tezi, 2005; 3-10.
- Çelik Ç, Özgünaltay G, Attar N. Diş aşınmaları. *Hacettepe Dişhek Fak Derg*. 2007; 31: 22-30.
- Çoğulu D, Ersin N, Topaloglu-Ak A. Asitli içeceklerin üç farklı restoratif materyalin yüzey sertliği üzerine etkisinin incelenmesi. *Dicle Dişhek Derg*. 2008; 9: 7-12.
- Croll TP, Nicholson JW. Glass ionomer cements in pediatric dentistry: review of the literature. *Pediatr Dent*. 2002; 24(5): 423- 429.
- D'Alpino PHP, Bechtold J, Dos santos PJ, Alonso RCB, Hipolito V, Silikas N, Rodrigues FP. Methacrylate-and silorane-based composite restorations: Hardness, depth of cure and interfacial gap formation as a function of the energy dose. *Dent Mater*. 2011; 27: 1162-1169.
- Dayangaç BG. Kompozit rezinler. İn: *Kompozit Restorasyonlar*. 2 .baskı, İstanbul, Quintessence. 2011a; 1: 1-25.
- Dayangaç BG. Cam iyonomer simanlar. İn: *Kompozit Restorasyonlar*. 2.baskı, İstanbul, Quintessence. 2011b; 7: 133-141.
- De Oliveira, Garcia PPNS, Dos Santos PA, Campos JADB. Surface roughness and hardness of a composite resin: Influence of finishing and polishing and immersion methods. *J Mater Res*. 2010; 13(3): 409-415.
- De Souza BF, Guimaraes PR, Silva CHV. A clinical evaluation of packable and microhybrid resin composite restorations: One- year report. *Quintessence Int*. 2005; 36: 41-48.
- Deliktaş D, Ulusoy N. Farklı ışık cihazlarının hibrit ve nanohibrit kompozit rezinlerin yüzey sertliğine etkisi. *AÜ Dişhek Fak Derg*. 2006; 31(1): 1-10.
- Deliktaş D. Farklı ışık cihazlarıyla polimerize edilen iki kompozit rezinin yüzey sertliği üzerine çeşitli likitlerin etkisi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Doktora tezi, 2006; 18, 84.
- Demirci M, Sancakli HŞ, Uysal Ö. Clinical evaluation of polyacid-modified resin composite (Dyract) in class V carious lesions: 5-year results. *Clin Oral Invest*. 2008; 12: 157-163.
- Diab M, Zaazou MH, Mubarak EH, Fahmy OMI. Effect of five commercial mouthrinses on the microhardness and color stability of two resin composite restorative materials. *Aust J Basic & Appl Sci*. 2007; 1(4): 667-674.

- Dietschi D, Marret N, Krejci I. Comparative efficiency of plasma and halojen light sources on composite micro hardness in different curing conditions. *Dent Mater.* 2003; 19: 493-500.
- Donly KJ, Segura A. Dental materyaller. İn: Pinkham JR, Casamassimo PS, Fields HW, Mc Tighe DJ, Nowak AJ, editors. Çocuk diş hekimliği. 4th., Ankara, Atlas kitapçılık, 2009; 20: 325-340.
- Dos Santos PA, Garcia PPNS, De Oliveira ALBM, Chinelatti MA, Palma-Dibb RG. Chemical and morphological features of dental composite resin influence of light curing units and immersion media. *Microsc Res and Tech.* 2010; 73: 176-181.
- Dyract Extra. Erişim: http://www.dentsply.es/DFU/eng/Dyract%20eXtra_eng.pdf. Erişim tarihi: 13.03.13.
- Edeer D, Martin CW. Occupational dental erosion. 1.baskı, Richmond BC: WorksafeBc Evidence Based Practice Group, 2010; 1-30.
- Edwards M, Creanor SL, Foye RH, Gilmour WH. Buffering capacities of soft drinks: the potential influence on dental erosion. *J Oral Rehabil.* 1999; 26: 923-927.
- Eisenburger M, Addy M. Erosion and attrition of human enamel in vitro Part I: Interaction effects. *J Dent.* 2002; 30: 341–347.
- Eligüzeloğlu E. Servikal bölgedeki çürüksüz lezyonlara farklı bağlayıcı sistemlerin bağlanma dayanımlarının in vivo ve in vitro olarak incelenmesi. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Doktora Tezi, 2007, 1-15.
- Erdemir U, Yıldız E, Eren MM, Özel S. Surface hardness of different restorative materials after long term immersion in sports and energy drinks. *Dent Mater J.* 2012; 31(5): 729-736.
- Ernst CP, Meyer GR, Klöcker K, Willershausen B. Determination of polimerization shrinkage stress by means of photoelastic investigation. *Dent Mater.* 2004; 20: 313-321.
- Ersoy M, Özel E, Gökçe K. Farklı uygulama yöntemlerinin kompozit rezinlerin mikrosertlikleri üzerine etkisi. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg.* 2007;17(1): 28-31.
- Ertaş E, Güler AU, Yücel AÇ, Köprülü H, Güler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J.* 2006; 25(2): 371-376.
- Ferracane JL, Berge HX, Condon JR. In vitro aging of dental composites in water— Effect of degree of conversion, filler volume, and filler/ matrix coupling. *J Biomed Mater Res.* 1998; 42: 465- 472.

- Ferracane JL. Resin composite—State of the art. *Dent mater.* 2011; 27: 29–38.
- Francisconi LF, Honorio HM, Rios D, Magalhaes AC, Machado MAAM, Buzalaf MAR. Effect of erosive pH cycling on different restorative materials and on enamel restored with these materials. *Oper Dent.* 2008; 33(2): 203-208.
- Frauscher K, Ilie N. Depth of cure and mechanical properties of nano-hybrid resin-based composites with novel and conventional matrix formulation. *Clin Oral Invest.* 2012; 16: 1425- 1434.
- Ganss C, Lussi A. Diagnosis of erosive tooth wear. *Monogr Oral Sci.* 2006; 20: 32-43.
- GC Fuji II LC Capsule kullanım klavuzu, 2008.
- Gökçe K, Özel E. Kompozit restorasyonlarda son gelişmeler. *AÜ Dişhek Derg.* 2005; 15(3): 52-60.
- Gregory-Head BL, Curtis DA, Kim L, Cello J. Evaluation of dental erosion in patients with gastroesophageal reflux disease. *J Prosthet Dent.* 2000; 83: 675-680.
- Grippio JO, Simring M. Dental erosion revisited. *Jada.* 1995; 126: 619-630.
- Grippio JO, Simring M, Schreiner S. Attrition, abrasion, corrosion and abfraction revisited: a new perspective on tooth surface lesions. *J Am Dental Ass.* 2004; 135: 1109–1118.
- Guldag UM, Buyukkaplan SU, Ay ZY, Katırcı G. A multidisciplinary approach to dental erosion: A case report. *Eur J Dent.* 2008; 2: 110-114.
- Gürgan S, Önen A, Köprülü H. In vitro effects of alcohol-containing and alcohol free mouthrinses on microhardness of some restorative materials. *J Oral Rehabil.* 1997; 24: 244-246.
- Hahnel S, Henrich A, Rosentritt M, Handel G, Bürgers R. Influence of artificial ageing on surface properties and streptococcus mutans adhesion to dental composite materials. *J Mater Sci Mater Med.* 2010; 21: 823-833.
- Hamouda IM. Effects of various beverages on hardness, roughness and solubility of esthetic restorative materials. *J Esthet and Restor Dent.* 2011; 23(5): 315-322.
- Han L, Okamoto A, Fukushima M, Okiji T. Evaluation of flowable resin composite surfaces eroded by acidic and alcoholic drinks. *Dent Mater J.* 2008; 27(3): 455-465.
- Hansen EK. After polymerization of visible light activated resins: Surface hardness vs. light source. *Scand J Dent Res* 1983; 91: 406-410.
- Hara AT, Lussi A, Zero DT. Biological factors. *Monogr Oral Sci.* 2006; 20: 88-99.

- Harrack L, Stay J, Story M. Soft drink consumption among U.S. children and adolescents: Nutritional consequences. *J Am Diet Assoc.* 1999; 99: 436-441.
- Hellwig E, Lussi A. Oral hygiene products and acidic medicines. *Monogr Oral Sci.* 2006; 20: 112-118.
- Hengtrakoola C, Kukiattrakoonb B, Kedjarune-Leggatc U. Effect of naturally acidic agents on microhardness and surface micromorphology of restorative materials. *Eur J Dent.* 2011; 5: 89-100.
- Hilton TJ, Broome JC. Direct posterior restorations. In: Summitt JB, Robbins JW, Hilton TJ, Schwartz RS, editors. *Fundamentals of operative dentistry.* 3rd., China, Quintessence publishing Co, Inc. 2006; 10: 289-339.
- Hilux Ultra Plus. Erişim: <http://www.benlioglu.com/hiluxcatalog.pdf>. Erişim tarihi: 13.03.13.
- Holbrook WP, Arnadottir IB, Kay EJ. Prevention. Part 3: prevention of tooth wear. *Br Dent J.* 2003; 195(2): 75-81.
- Honorio HM, Rios D, Francisconi LF, Magalhaes AC, Machado MAAM, Buzalaf MAR. Effect of prolonged erosive pH cycling on different restorative materials. *J Oral Rehabil.* 2008; 35: 947-953.
- Hse KMY, Leung SK, Wei SHY. Resin-ionomer restorative materials for children: A review. *Aust Dent J.* 1999; 44(1):1-11.
- Hughes JA, West NX, Parker DM, Newcombe RG, Addy M. Development and evaluation of a low erosive blackcurrant juice drink in vitro and in situ. 1. Comparison with orange juice. *J Dent.* 1999; 27: 285-289.
- Imfeld T. Dental erosion. Definition, classification and links. *Eur J Oral Sci.* 1996; 104: 151-155.
- Itotaa T, Carricka TE, Yoshiyamab M, McCabea JF. Fluoride release and recharge in giomer, compomer and resin composite. *Dent Mater.* 2004; 20: 789-795.
- Ivanovas S, Hickel R, Ilie N. How to repair fillings made by silorane-based composites. *Clin Oral Invest.* 2011; 15: 915- 922.
- İlday N, Bayındır YZ, Erdem V. Effect of three different acidic beverages on surface characteristics of composite resin restorative materials. *Mater Res Innovat.* 2010; 14(5): 385-391.
- Ilie N, Rencz A, Hickel R. Investigations towards nano-hybrid resin-based composites. *Clin oral Invest.* 2013; 17: 185- 193.

- Jacobsen MF. Liquid candy – How soft drinks are harming Americans' health. 1. Baski, Washington DC, Center for Science in the public interest. 2005; 1-15.
- Jaeggi T, Grüninger A, Lussi A. Restorative therapy of erosion. *Monogr Oral Sci.* 2006; 20: 200-214.
- Jandt KD, Mills RW, Blackwell GB, Ashworth SH. Depth of cure and compressive strength of dental composites cured with blue emitting diodes (LEDs). *Dent Mater.* 2000; 16: 41-47.
- Jarvinen V, Meurman JH, Hyvarinen H, Rytomaa I, Murtomaa H. Dental erosion and upper gastrointestinal disorders. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1988; 65: 298-303.
- Jarvinen VK, Rytomaa II, Heinonen OP. Risk factors in dental erosion. *J Dent Res.* 1991; 70: 942-947.
- Jensdottir T, Arnadottir IB, Thorsdottir I, Bardow A, Gudmundsson K, Theodors A, Holbrook WP. Relationship between dental erosion, soft drink consumption, and gastroesophageal reflux among Icelanders. *Clin Oral Invest.* 2004; 8: 91-96.
- Jensdottir T, Bardow A, Holbrook P. Properties and modification of soft drinks in relation to their erosive potential in vitro. *J Dent.* 2005; 33: 569-575.
- Johansson AK, Omar R, Carlsson GE, Johansson A. Dental erosion and its growing importance in clinical practice: From past to present. *International J Dent.* 2012: 1-17.
- Kao EC. Influence of food simulating solvents on resin composites and glass ionomer restorative cement. *Dent Mater.* 1989; 5: 201-208.
- Kato MT, Magalhaes AC, Rios D, Hannas AR, Attin T, Buzalaf MAR. Protective effect of green tea on dentin erosion and abrasion. *J Appl Oral Sci.* 2009; 17(6): 560-564.
- Kauppi MR, Combe EC. Polymerization of orthodontic adhesives using modern high-intensity visible curing lights. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003; 124: 316-322.
- Kim Y, Hirano S, Hirasawa T. Physical properties of resin-modified glass-ionomers. *Dent Mater J.* 1998; 17(1): 68-76.
- Kim O, Shim WJ. Studies on the preparation and dental properties of antibacterial polymeric dental restorative composites containing alkylated ammonium chloride derivatives. *J Polym Res.* 2001; 8: 49-57.

- Kitchens M. Effect of carbonated beverages, coffee, sports and high energy drinks, and bottled water on the in vitro erosion characteristics of dental enamel. *J Clin Pediatr Dent.* 2007; 31(3): 153-159.
- Klapdohr S, Moszner N. New inorganic components for dental filling composites. *Monatsh Chem.* 2005; 136: 21-45.
- Kurachi C, Tuboy AM, Magalhaes DV, Bagnato VS. Hardness evaluation of a dental composite polymerized with experimental LED-based devices. *Dent Mater.* 2001; 17: 309-315.
- Lainovic T, Vilotic M, Blazic L, Kakas D, Markovic D, Ivanisevic A. Determination of surface roughness and topography of dental resin-based nanocomposites using AFM analysis. *Bosn J Basic Med Sci.* 2013; 13(1): 34-43.
- Lamba B, Ponnappa KC, Lamba A. Effect of mouth rinses on the hardness of three tooth colored restorative materials. *J Stomat Occ Med.* 2012; 5: 64-69.
- Lee WC, Eakle WS. Stress-induced cervical lesions: Review of advances in the past 10 years. *J Prosthet Dent.* 1996; 75: 487-499.
- Ling J, Cong-rong C, Dong-chun J, Min-ho L, Tae-sung B, Cong Z, Xiao-yan Z, Young-chel P, Guang-chun J. Changes in mechanical properties of seven light cured composite resins after thermal cycling. *J South Med Univ.* 2011; 31(12): 1957-1962.
- Linnett V, Seow WK. Dental erosion in children: a literature review. *Pediatr Dent.* 2001; 23: 37-43.
- Litonjua LA, Andreana S, Bush PJ, Tobias TS, Cohen RE. Noncarious cervical lesions and abfractions. *J Am Dent Assoc.* 2003; 134: 845-850.
- Luiz BKM, Quintella CM, Friedrich LA, Silva EB, Veiga W, Prates LHM, Bertolino JR, Pires ATN. Effect of drinks on the surface properties of dental composites. *Polym Test.* 2007; 26: 855-861.
- Lussi A, Jaeggi T, Zero D. The role of diet in aetiology of dental erosion. *Caries Res.* 2004; 38(1): 34-44.
- Lussi A. Erosive tooth wear a multifactorial condition of growing concern and increasing knowledge. *Monogr Oral Sci.* 2006; 20: 1-8.
- Lussi A, Jaeggi T. Chemical factors. *Monogr Oral Sci.* 2006a; 20: 77-87.
- Lussi A, Jaeggi T. Occupation and sports. *Monogr Oral Sci.* 2006b; 20: 106-111.
- Lussi A. Dental erosion novel remineralizing agents in prevention or repair. *Adv Dent Res.* 2009; 21(1): 13-16.

- Lutz F, Phillips RW. A classification and evaluation of composite resin system. *J Prosthet Dent.* 1983; 50: 480-488.
- Magni E, Ferrari M, Hickel R, Ilie N. Evaluation of the mechanical properties of dental adhesives and glass-ionomer cements. *Clin Oral Invest.* 2010; 14: 79–87.
- Maneenut C, Sakoolnamarka R, Tyas MJ. The repair potential of resin-modified glass-ionomer cements. *Dent Mater.* 2010; 26: 659–665.
- Mante MO, Saleh N, Tana NK, Mante FK. Softening patterns of light cured glass ionomer cements. *Dent Mater.* 1999; 15: 303-309.
- Mante FK, Wadenya RO, Bienstock DA, Mendelsohn J, LaFleur EE. Effect of liquid rubber additions on physical properties of Bis-GMA based dental resins. *Dent Mater.* 2010; 26: 164-168.
- Martin FE. A survey of the efficiency of visible light curing units. *J Dent.* 1998; 26: 239-243.
- Mathias P, Lessa AG, Cavalcanti AN. Effect of erosive and abrasive challenges on the bond strength and marginal degradation of composite restorations. *Rev odonto ciênc.* 2009; 24(3): 290-294.
- Mc Cabe JF, Walls WGA. In: *Applied resin based filling materials. Dental materials.* 9th., Singapore, Blackwell (Munksgard). 2008a; 22: 195-224.
- Mc Cabe JF, Walls WGA. In: *Applied resin based filling materials. Glass ionomer restorative materials.* 9th., Singapore, Blackwell (Munksgard). 2008b; 24: 245-256.
- Mc Cabe JF, Walls WGA. In: *Applied resin based filling materials. Resin-modified glass ionomers and related materials.* 9th., Singapore, Blackwell (Munksgard). 2008c; 25: 257-264.
- Mckenzie MA, Linden RWA, Nicholson JW. The Physical properties of conventional and resin modified glass ionomer dental cements stored in saliva, proprietary acidic beverages, saline and water. *Biomaterials.* 2003; 24: 4063-4069.
- Messias DC, Turssi CP, Hara AT, Sera MC. Sodium bicarbonate solution as an anti-erosive agent against simulated endogenous erosion. *Eur J Oral Sci.* 2010; 118(4): 385–388.
- Meurman JH, Murtomaa H. Effect of effervescent vitamin C preparations on bovine teeth and on some clinical and salivary parameters in man. *Scand J Dent Res.* 1986; 94: 491-499.

- Miller N, Penaud J, Ambrosini P, Bautelliez C, Briancon S. Analysis of etiologic factors and periodontal conditions involved with 309 abfractions. *J Clin Periodontol.* 2003; 30: 828–832.
- Mills RW, Uhl A, Jandt KD. Optical power outputs, spectra and dental composite depths of cure, obtained with blue emitting diode (LED) and halogen light curing units (LCUs). *Br Dent J.* 2002a; 193: 459-463.
- Mills RW, Uhl A, Blackwell GB, Jandt KD. High power light emitting diode (LED) arrays versus halogen light polymerization of oral biomaterials: Barcol hardness, compressive strength and radiometric properties. *Biomaterials.* 2002b; 23: 2955-2963.
- Milosevic A. Eating disorders and the dentist. *Br Dent J.* 1999; 186: 109-113.
- Miranda DA, Bertoldo CES, Aguiar FHB, Lima DANL, Lovadino JR. Effects of mouthwashes on knoop hardness and surface roughness of dental composites after different immersion times. *Braz Oral Res.* 2011; 25(2): 168-173.
- Moore KB, Avery DR. Dental materials. In: McDonald RE, Avery DR, Dean JA, editors. *Dentistry for the child and adolescent.* 8th., USA, Mosby. 2004;16: 333-352.
- Moraes RR, Sinhoreti MA, Correr-Sobrinho L, Ogliari FA, Piva E, Petzhold CL. Preparation and evaluation of dental resin luting agents with increasing content of bisphenol-A ethoxylated dimethacrylate. *J Biomater Appl.* 2010; 24: 453-473.
- Murchison DF, Roeters J, Vargas MA, Chan DCN. Direct anterior restorations. In: Summitt JB, Robbins JW, Hilton TJ, Schwartz RS, editors. *Fundamentals of operative dentistry.* 3rd., China, Quintessence publishing Co, Inc. 2006; 9: 261-288.
- Nalçacı A, Ulusoy N. Farklı polimerizasyon zamanlarının kondanse edilebilir kompozit rezinlerin yüzey sertliği üzerine etkileri. *Ankara Üniv Diş hekim Fak Derg.* 2005; 32(2): 79-84.
- Nicholson JW. Chemistry of glass-ionomer cements: a review. *Biomaterials.* 1998; 19: 485-494.
- Nicholson JW, Gjorgievska E, Bajraktarova B. Changes in properties of polyacid-modified composite resins (compomers) following storage in acidic solutions. *J Oral Rehabil.* 2003; 30: 601-607.
- Nicholson JW. Polyacid-modified composite resins “compomers” and their use in clinical dentistry. *Dent Mater.* 2007; 23: 615–622.

- Nicholson JW, Czarnecka B. The biocompatibility of resin-modified glass-ionomer cements for dentistry. *Dent mater.* 2008; 2 4: 1702–1708.
- Okada K, Tosaki S, Hirota K, Hume WR. Surface Hardness change of restorative filling materials stored in saliva. *Dent Mater.* 2001; 17: 34-39.
- Okte Z, Villalta P, Garcia-Godoy F, Lu H, Powers JM. Surface hardness of resin composites after staining and bleaching. *Oper Dent.* 2006; 31(5): 623-628.
- O’Sullivan EA, Curzon ME. A comparison of asidic dietary factors in children with and without dental erosion. *J Dent Child.* 2000; 67: 186-192.
- Önal B. Kompozit dolgu maddeleri. İn: Restoratif dişhekimliğinde maddeler ve uygulamaları. İzmir, Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları. 2004; 20: 65-146.
- Palamara D, Palamara JEA, Tyas MJ, Messer HH. Strain patterns in cervical enamel of teeth subjected to occlusal loading. *Dent Mater.* 2000; 16: 412–419.
- Parry J, Shaw L, Arnaud MJ, Smith AJ. Investigation of mineral waters and soft drinks in relation to dental erosion. *J Oral Rehabil.* 2001; 28: 766-772.
- Phelan J, Rees J. The erosive potential of some herbal teas. *J Dent.* 2003; 31: 241-246.
- Pilo R, Oelgiesser D, Cardash HS. A survey output intensity and potential for depth of cure among light curing units in clinical use. *J Dent.* 1999; 27: 235-241.
- Pires JAF, Cvitko E, Denehy GE, Swift EJ. Effects of curing tip distance on light intensity and composite resin microhardness. *Quintessence Int.* 1993; 24:517-521.
- Rawls RH, Whang K. Resin- based composites. İn: Anusavice KJ, Shen C, Rawls RH, editors. *Phillips' science of dental materials.* 12th., China, Elsevier Saunders, 2012; 13: 275-306.
- Rees JS. The role of cuspal flexure in the development of abfraction lesions: a finite element study. *Eur J Oral Sci.* 1998; 106(6): 1028-1032.
- Rees JS. The effect of variation in occlusal loading on the development of abfraction lesions: a finite element study. *J Oral Rehabil.* 2002; 29:188-193.
- Rios D, Honorio HM, Francisconi LF, Magalhaes AC, De Andrade Moreira Machado MA, Buzalaf MAR. In situ effect of an erosive challenge on different restorative materials and on enamel adjacent to these materials. *J Dent.* 2008; 36: 152- 157.

- Rios D, Honorio HM, Magalhaes AC, Wiegand A, De Andrade Moreira Machado MA, Buzalaf MAR. Light cola drink is less erosive than the regular one: An in situ/ex vivo study. *J Dent.* 2009; 37: 163- 166.
- Ritter AV, Grippo JO, Coleman TA, Morgan ME. Prevalance of carious and non-carious cervical lesions in archaeological populations from North America and Europe. *J Esthet Restor Dent.* 2009; 21: 324-335.
- Roberson MT. Diş preparasyonlarında temel prensibler. In: Roberson MT, Heymann OH, Swift JE, editors. *Art and science of operative dentistry.* 5th Ed., Toronto, Mosby Elsevier. 2011; 6: 292-293.
- Roberson TM, Heyman HO, Ritter AV. Kompozit restorasyonlara giriş. In: Roberson MT, Heymann OH, Swift JE, editors. *Art and science of operative dentistry.* 5th Ed., Toronto, Mosby Elsevier. 2011; 11: 497-526.
- Rode KM, De Freitas PM, Lloret PR, Powell LG, Turbino ML. Micro-hardness evaluation of a micro-hybrid composite resin light cured with halogen light, light-emitting diode and argon ion laser. *Lasers Med Sci.* 2009; 24: 87-92.
- Sakaguchi RL, Mitra SB. Restorative materials-Composites and polymers. In: Sakaguchi RL, Powers JM, editors. *Craig's restorative dental materials.* 13th., United States, Mosby Inc. 2012; 9: 160-198.
- Sangnes G. Traumatization of teeth and gingiva related to habitual tooth cleaning procedures. *J Clin Periodontol.* 1976; 3: 94-103.
- Sarı EM. Günlük tüketilen yiyecek ve içeceklerin çocuklarda mine ve dolgu materyalleri üzerindeki etkisinin incelenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Doktora Tezi, 2009; 10-13, 103.
- Sarı ME, Koyuturk AE, Çankaya S. Günlük tüketilen yiyecek ve içeceklerin mine ve dolgu materyallerinin yüzey sertliği ve pürüzlülüğüne etkisi. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg.* 2010; 20(3): 153-161.
- Saxton CA, Cowell CR. Clinical investigation of the effects of dentifrices on dentin wear at the cemento-enamel junction. *J Am Dent Assoc.* 1981; 102: 38-43.
- Schmidt M, Kirkevang LL, Bindslev PH, Poulsen S. Marjinal adaptation of low-shrinkage silorane-based composite: 1 year randomized clinical trial. *Clin Oral Invest.* 2011; 15: 291-295.
- Schmidt C, Ilie N. The Mechanical stability of nano-hybrid composites with new methacrylate monomers for matrix compositions. *Dent Mater.* 2012; 28: 152-159.

- Seymen F, Gülhan A. Arka grup dişlerde kullanılan çeşitli dolgu materyallerinin yüzey sertliklerinin incelenmesi. *İstanbul Üniv Diş Hek Fak Derg.* 1996; 30: 145-152.
- Shahdad AS, McCabe JF, Bull S, Rusby S, Wassell WR. Hardness measured with traditional vickers and martens methods. *Dent Mater.* 2007; 23: 1079-1085.
- Shaw L, Smith AJ. Dental erosion- the problem and some practical solutions. *Br Dent J.* 1999; 186: 115-118.
- Shen C. Dental cements. In: Anusavice KJ, Shen C, Rawls RH, editors. *Phillips' science of dental materials.* 12th., China, Elsevier Saunders. 2012; 14: 307-339.
- Sidhu SK. Clinical evaluations of resin-modified glass-ionomer restorations. *Dent Mater.* 2010; 26: 7-12.
- Smith BGN, Knight JK. An index for measuring the wear of teeth. *Br Dent J.* 1984; 156: 435-438.
- Smith BGN, Bartlett DW, Robb ND. The prevalence, etiology and management of toothwear in the United Kingdom. *J Prost Dent.* 1997; 78: 367-372.
- Sneed WD. Noncarious cervical lesions: Why on the facial? A theory. *J Esthet Restor Dent.* 2011; 23(4): 197-200.
- Söderholm KJM. Filler leachability during water storage of six composite materials. *Scand J Dent Res.* 1990; 98: 82-88.
- Söderholm KJM, Mukherjee R, Longmate J. Filler leachability of composites stored in distilled water or artificial saliva. *J Dent Res.* 1996; 75(9): 1692-1699.
- Stahl F, Ashworth SH, Jant KD, Mills RW. Light-emitting diode (LED) polymerisation of dental composites: flexural properties and polymerisation potential. *Biomaterials.* 2000; 21: 1379-1385.
- Suzuki S. Does the wear resistance of packable composites equal that of dental amalgam? *J Esthet Restor Dent.* 2004; 16: 355-367.
- Syed J, Chadwick RG. A laboratory investigation of consumer addition of UHT milk to lessen the erosive potential of fizzy drinks. *Br Dent J.* 2009; 206: 1-8.
- Tahmassebi JF, Duggal MS, Malik-Kotru G, Curzon MEJ. Soft drinks and dental health: a review of the current literature. *J Dent.* 2006; 34: 2-11.
- Tait C, Ricketts D. Cores. In: Ricketts D, Bartlett D, editors. *Advanced operative dentistry.* Çin, Churchill Livingstone. 2011; 7: 88-89.

- Tarle Z, Meniga A, Knezevic A, Sutalo J, Ristic M, Pichler G. Composite conversion and temperature rise using a conventional, plasma arc and experimental blue LED curing unit. *J Oral Rehabil.* 2002; 29: 662-667.
- Taşveren S. İki farklı restoratif materyalin yüzey sertliklerinin karşılaştırılması. *Cumhuriyet Üniv Diş Hekim Fak Derg.* 2005; 8(2): 94-97.
- Toksoy-Topcu F, Sahinkesen G, Yamanel K, Erdemir U, Oktay EA, Ersahan S. Influence of different drinks on the colour stability of dental resin composites. *Eur J Dent.* 2009; 3: 50-56.
- Turssi CP, Purquerio MB, Sera MC. Wear of dental resin composites: Insights into underlying processes and assessment methods—A review. *J Biomed Mater Res. Part B: Appl Biomater.* 2003; 65B: 280–285.
- Türkün ŞL, Gökay N. Poliasit modifiye kompozit rezin materyallerin aşınma ve sertlik özelliklerinin hibrit bir kompozitle karşılaştırılması. *EU Dişhek. Derg.* 2002; 23: 137- 143.
- Uhl, A, Mills RW, Vowles RW, Jandt KD. Knoop hardness depth profiles and compressive strength of selected dental composites polymerized with halogen and LED light curing technologies. *J Biomed Mater Res.* 2002; 63: 729-738.
- 3M ESPE Elipar FreeLight 2. Erişim: <http://multimedia.3m.com/mws/mediawebservlet?66666UuZjcFSLXTtl8&X4X&cEVuQEcuZgVs6EVs6E666666--> Erişim tarihi: 1 3.03.13.
- 3M ESPE Filtek Silorane kullanım talimatı, 2007.
- 3M ESPE Filtek Ultimate flowable kullanım klavuzu, 2010.
- 3M ESPE Filtek Z 550 kullanım klavuzu, 2011.
- Vandewalle KS, Ferracane JL, Hilton TJ, Erickson RL, Sakaguchi RL. Effect of energy density on properties and marginal integrity of posterior resin composite restorations. *Dent Mater.* 2004; 20: 96-106.
- Vanga VN. Effect of Cola on surface microhardness and marginal integrity of resin modified glass ionomer and compomer restoration – An in vitro study. *People's Journal of Scientific Research.* 2011; 4(2): 34-40.
- Vanuspong W, Eisenburger M, Addy M. Cervical tooth wear and sensitivity: erosion, softening and rehardening of dentine; effects of pH, time and ultrasonication. *J Clin Periodontol.* 2002; 29: 351–357.
- Venturini D, Cenci MS, Demarco FF, Camacho GB, Powers JM. Effect of polishing techniques and time on surface roughness, hardness and microleakage of resin composite restorations. *Oper Dent.* 2006; 31(1): 11-17.

- West NX. Dentine hypersensitivity. *Monogr Oral Sci.* 2006; 20: 173-189.
- Willems G, Lambrechts P, Braem M, Vanherle G. Composite resins in the 21st century. *Quintessence Int.* 1993; 24: 641-657.
- Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, Tantbirojn D. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth coloured filling materials. *J Dent.* 2006; 34: 214–220.
- Yanıkoglu N, Duymuş ZY, Yılmaz B. Effects of different solutions on the surface hardness of composite resin materials. *Dent Mater J.* 2009; 28(3): 344–351.
- Yap AUJ. Post irradiation hardness of resin-modified glass ionomer cements and a polyacid-modified composite resin. *J Mater Sci Mater Med.* 1997; 8: 413-416.
- Yap AUJ, Tan SHL, Wee SSC, Lee CW. Chemical degradation of composite restoratives. *J Oral Rehabil.* 2001; 28: 1015-1021.
- Yazıcı RA, Celik C, Dayangac B, Ozgunaltay G. Effects of different light curing units modes on the microleakage of flowable composite resins. *Eur J Dent.* 2008; 2: 240-246.
- Yeşilyurt C, Yoldas O, Altıntas SH, Kusgoz A. Effects of food simulating liquids on the mechanical properties of a silorane based dental composite. *Dent Mater J.* 2009; 28(3): 362-367.
- Yıkılğan İ, Gürel MA, Bala O, Ömürlü H. Farklı estetik restoratif materyallerin su emilimi ve suda çözünürlüklerinin karşılaştırılması. *GÜ Diş Hek Fak Derg.* 2010; 27(2): 93-98.
- Yoon TH, Lee YK, Lim BS, Kim CW. Degree of polymerization of resin composites by different light sources. *J Oral Rehabil.* 2002; 29: 1165-1173.
- Young A, Tenuta LMA. Initial erosion models. *Caries Res.* 2011; 45 (1): 33–42.
- Yu H, Wegehaupt FJ, Wiegand A, Roos M, Atin T. Erosion and abrasion of tooth-colored restorative materials and human enamel. *J Dent.* 2009; 37(12): 913–922.
- Zero DT. Etiology of dental erosion extrinsic factors. *Eur J Oral Sci.* 1996; 104: 162-177.
- Zero DT, Lussi A. Behavioral Factors. *Monogr Oral Sci.* 2006; 20: 100-105.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Ebru USLU CENDER

Doğum Yeri: Samsun

Doğum Tarihi: 18.01.1976

Medeni Hali: Evli ve bir çocuk annesi

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

Lisans: Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, 1996-2002

Doktora: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Restoratif Diş tedavisi
Anabilim dalı; 2003-2005 / 2011-2013.

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl: Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Serbest
Muayenehanecilik.

E-posta: ecender@hotmail.com