



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



KOMPOZİT REZİNLERİN ÇÖZÜNÜRLÜĞÜ VE SU EMİLİMİ ÜZERİNE ASİDİK SIVILARIN ETKİSİ

Pouya KARİ

**DİŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Arzu MÜJDECİ**

**ANKARA
2017**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KOMPOZİT REZİNLERİN ÇÖZÜNÜRLÜĞÜ VE
SU EMİLİMİ ÜZERİNE ASİDİK SIVILARIN ETKİSİ**

Pouya KARİ

**DİŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Arzu MÜJDECİ**

**ANKARA
2017**

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Kompozit Rezinlerin Çözünürlüğü ve Su Emilimi Üzerine Asidik Sıvıların Etkisi” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir ve hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma ve araştırmalar tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı : Pouya KARI

Tarih :

İmza :

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalında

Pouya KARİ tarafından hazırlanan

“Kompozit Rezinlerin Çözünürlüğü ve Su Emilimi Üzerine Asidik Sıvıların Etkisi”

adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından DOKTORA TEZİ olarak OY

BİRLİĞİ/~~OY ÇOKLUĞU~~ ile kabul/~~ret~~ edilmiştir

Tez Savunma Tarihi: 20 / 12 / 2017

Prof.Dr.Mine B.ÜÇTAŞLI

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Jüri Başkanı

Prof.Dr.Arzu MÜJDECİ

Ankara Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Raportör

Doç.Dr.Kıvanç YAMANEL

Başkent Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Üye

Prof.Dr.Osman GÖKAY

Ankara Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Üye

Prof.Dr.Perihan ÖZYURT

Ankara Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Üye

Tez hakkında alınan jüri kararı Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet AKAN

Enstitü Müdür Vekili

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
İçindekiler	iv
Önsöz	vi
Simgeler ve Kısaltmalar	vii
Şekiller	ix
Çizelgeler	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Kompozit Resin Esaslı Dolgu Maddelerinin Yapısı	1
1.1.1. Organik Matriks	1
1.1.1.1. Monomer ve Komonomer	2
1.1.1.2. İnhibitörler	4
1.1.1.3. Polimerizasyon Başlatıcılar	5
1.1.1.4. Pigmentler	5
1.1.1.5. UV Stabilizatörleri	5
1.1.2. Ara Bağlayıcılar	5
1.1.3. İnorganik Doldurucular	6
1.2. Kompozit Resinlerin Sınıflandırılması	6
1.3. Kompozit Resin Materyalleri İle İlgili Son Gelişmeler	9
1.4. Kompozit Resinlerin Fiziksel Özellikleri	13
1.4.1. Su Emilimi	14
1.4.2. Çözünürlük	14
1.5. Su Emilimi ve Çözünürlük Ölçüm Yöntemleri	15
1.6. İçecekler	18
1.6.1. Karbonatlı (Gazlı) Soft (Hafif) İçecekler	20
1.6.2. Spor İçecekleri	22
1.6.3. Meyve İçecekleri	24
1.6.4. Fonksiyonel İçecekler	25
1.7. Gargaralar	27
1.8. Amaç	30
2. GEREÇ VE YÖNTEM	32

2.1. Çalışmada Kullanılan Kompozit Resin Materyalleri	32
2.2. Çalışmada Kullanılan İçecekler/Sıvılar	34
2.3. LED Işık Cihazı	35
2.4. Hassas Terazî	36
2.5. Elektronik Kumpas	36
2.6. pH Ölçüm Cihazı	36
2.7. Test Örneklerinin Hazırlanması ve Su Emilimi/Çözünürlük Ölçümlerinin Yapılması	36
2.8. Su Emilimi ve Çözünürlük Hesaplamaları	38
2.9. İstatistiksel analiz	39
3. BULGULAR	40
4. TARTIŞMA	49
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	63
ÖZET	66
SUMMARY	67
KAYNAKLAR	68
ÖZGEÇMİŞ	82

ÖNSÖZ

Çalışmamızın amacı farklı yapısal özelliklere sahip kompozit rezin materyallerin su emilimi ve çözünürlük özellikleri üzerine farklı asidik sıvı ortamlarının ve saklama süresinin etkisinin incelenmesidir.

Bu tez çalışması ve doktora eğitimine başladığım ilk günden itibaren bana her konuda tecrübesi ve sabrı ile yol gösteren, tezimin her aşamasında bana destek olan saygıdeğer hocam PROF. DR. ARZU MÜJDECİ'ye;

Doktora eğitimim süresince tecrübelerinden yararlandığım Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Öğretim Üyelerine ve yanlarında olmaktan büyük mutluluk duyduğum asistan arkadaşlarıma;

Doktora eğitimim boyunca benimle aynı sıkıntıları, aynı yorgunlukları yaşayan ve desteklerini esirgemeyen DR. DT. İSMAİL HAKKI BALTACIOĞLU'na;

Varlıklarından güç aldığım dostlarım DT. BİLAL DÖNMEZ ve DT. UMUT SEKİ'ye;

Tezimin deney aşamasındaki yardımlarından dolayı değerli arkadaşım MUSTAFA YEŞİL'e;

Tez çalışmamın istatistik hesaplamaları konusunda yardımlarını esirgemeyen Dr. FARZAD NOFOUZİ'ye,;

Beni bugünlere getiren ve hayat boyu her konuda tereddütsüz desteklerini hissettiğim canım aileme;

Tüm kalbimle teşekkür ve saygılarımı sunarım.

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
<	Küçüktür
=	Eşittir
>	Büyüktür
ADA	American Dental Association
Bis-EMA	Ethoksilenmiş bisfenol A glikol dimetakrilat
Bis-GMA	Bisfenol A glisidilmetakrilat
Ca	Kalsiyum
CaCl ₂	Kalsiyum klorür
CHX	Klorheksidin
cm	Santimetre
CO ₂	Karbondioksit
CPC	Setil piridinyum klorit
FT-NIR	Fourier-Transform Near-infrared
gr	Gram
H ₂ O	Su
HEMA	2-Hydroxy-Ethyl Methacrylate
ISO	International Organization for Standardization (Uluslararası Standartizasyon Organizasyonu)
Laser	Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
LCD	Likit kristal ekran
LED	Light Emitting Diode (Işık Yayan Diyot)
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mm ³	Milimetreküp
NIR	Near-infrared
nm	Nanometre
p	İstatistiksel Anlamlılık Değeri

PEGDMA	Polietilen Glilol Dimetakrilat
pH	Power of hydrogen (ortamdaki hidrojen iyonlarının konsantrasyonu)
sn	Saniye
TEGDMA	Trietilen glikol dimetakrilat
UDMA	Ürethan dimetakrilat
UV	Ultraviyole Stabilizatörleri
WHO	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
μm	Mikrometre



ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Bis-GMA molekülünün yapı formülü	3
Şekil 1.2. UDMA molekülünün yapı formülü	3
Şekil 1.3. TEGDMA molekülünün yapı formülü	4
Şekil 1.4. Bis-EMA molekülünün yapı formülü	4
Şekil 1.5. Doldurucu partikül büyüklüğünde genel bir azalmaya işaret eden kompozit rezinlerin geliştirilmesi	7
Şekil 1.6. Nanomer	10
Şekil 1.7. Nanocluster	11
Şekil 1.8. İçecekler ve sınıflandırılmaları	19
Şekil 2.1. Test örneklerinin hazırlanması	38
Şekil 3.1. Kompozit rezinlerin su emilim ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) değerleri üzerine zamanın etkisi	43
Şekil 3.2. Kompozit rezinlerin su emilim değerleri ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) üzerine sıvıların etkisi	45
Şekil 3.3. Sıvıların kompozit rezinlerin su emilim değerleri ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) üzerine zamana bağlı etkisi	46
Şekil 3.4. Kompozit rezinlerin çözünürlük değerleri ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) üzerine sıvıların etkisi	48

ÇİZELGELER

Çizelge 2.1. Çalışmada kullanılan kompozit rezinler ve içerikleri	33
Çizelge 2.2. Çalışmada kullanılan içerikler/sıvılar	35
Çizelge 3.1. Kompozit rezinlerin su emilim değerlerinin ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) kullanılan sıvılara ve zamana bağlı değişiminin genel ortalama tablosu	41
Çizelge 3.2. Su emilimine ait üç yönlü varyans analizi tablosu	42
Çizelge 3.3. Kompozit rezinlerin su emilim değerlerinin ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) zamana bağlı değişimi	43
Çizelge 3.4. Kompozit rezinlerin su emilim değerlerinin ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) kullanılan sıvılara bağlı değişimi	44
Çizelge 3.5. Kompozit rezinlerin su emilim değerleri ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) üzerine sıvıların etkisinin zamana bağlı değişimi	45
Çizelge 3.6. Kompozit rezinlerin çözünürlük değerleri ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) ortalamaları ve standart sapmaları ile sıvılara bağlı değişimi	46
Çizelge 3.7. Çözünürlüğe ait iki yönlü varyans analizi tablosu	47

1. GİRİŞ

Dental restorasyon materyali olarak kullanılan kompozit rezinler; kuvvetleri, hızlı polimerizasyonları, dişe yapışma kabiliyetleri ve estetik görünümleri sayesinde diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılan materyaller olmuşlardır (Ortengren ve ark., 2001a ve Zhang ve Xu, 2008). Kompozit terimi, birbiri içinde çözünmeyen ve erimeyen kimyasal olarak farklı iki maddenin üç boyutlu birleşimidir (Lutz ve Philips, 1983). Kompozitler 1962 yılında dimetakrilatların (epoksi rezin ve metakrilik asit) silanize kuvarz tozuyla birleştirilmesiyle geliştirilmişlerdir (Bowen, 1963). Günümüzde kullanılan geleneksel rezin esaslı kompozit malzemelerin çoğunluğu Bowen tarafından piyasaya sürülen dimetakrilat rezin esasına dayanmaktadır (Bowen, 1962).

1.1. Kompozit Resin Esaslı Dolgu Maddelerinin Yapısı

Kompozit rezinler üç ana bileşenden oluşmaktadır (Zimmerli ve ark., 2010):

1. Resin matriks (Organik içerik),
2. Ara bağlayıcılar,
3. İnorganik doldurucular.

1.1.1. Organik Matriks

Bu fazın yapısında Bis-GMA, UDMA, TEGDMA gibi monomerler ve komonomerler, inhibitörler, polimerizasyon başlatıcıları ve U.V. stabilizatörleri bulunmaktadır (Vasvudeva, 2009).

1.1.1.1. Monomer ve Komonomer

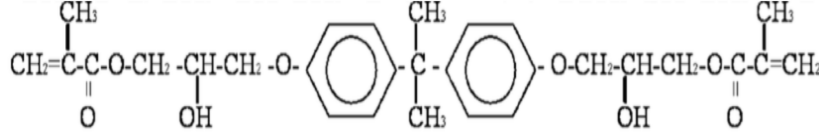
Bir monomer, bir polimer oluşturmak için diğer monomerlere kimyasal olarak bağlanabilecek küçük bir moleküldür. Polimer, monomerlerin birbirine bağlanması ile oluşur. Polimerizasyon ise; monomerlerin bir araya gelerek polimer oluşturmasıdır. Diş hekimliğinde kullanılan monomerler genellikle sıvı formdadırlar, polimerizasyon sürecinde katı forma dönüşürler (Ferracane, 2001).

Metil metakrilat rezinler diş hekimliğinde kullanılan ilk monomerlerdir. Metil metakrilat, oda sıcaklığında şeffaf olarak görülen bir sıvıdır ve karbon-karbon çift bağlarının oluşturduğu bir mekanizma ile polimerize olarak, polimetil metakrilatı oluşturur. Polimetil metakrilat, başlangıçta protez yapımı için bir baz rezini olarak tanıtılmış, daha sonra indirekt dolgu materyali olarak kullanılmıştır. Polimetil metakrilat su emme eğilimindedir ve bir zincir polimeri olduğundan, kloroform ve aseton gibi organik çözücülerde çözünür (Peutzfeldt, 1997 ve Rawls, 2003). Metil metakrilat rezinlerin düşük aşınma direnci ve çözünürlük gibi dezavantajları dolgu maddesi olarak kullanılabilecek olan epoksi rezinlerin geliştirilmesini sağlamıştır. Düşük bir büzülme ile çözünmez polimerler oluşturmalarına rağmen (Bowen, 1965), yavaş sertleşmeleri nedeni ile epoksi rezinlerin direkt dolgu materyali olarak kullanılmalarının uygun olmadığı sonucuna varılmıştır (Peutzfeldt, 1997).

Bis-GMA

Epoksi rezinlerden sonra diş hekimliğinde çıkar açan bir monomer olan 2,2-bis [4-(2- hidroksi-3-metakril-osipropoksi) fenil] propan geliştirilmiştir. Önce bisfenol-A ve glisidilmetakrilattan, daha sonra bisfenol A'nın diglisidil eterinden ve metakrilik asitten elde edilmişlerdir. Monomerin polimerizasyonu, iki metil metakrilat grubunun karbon-karbon çift bağı aracılığıyla olur (Floyd ve Dickens, 2006 ve Soderpolin ve Mariotti, 1999). Bis-GMA'nın metil metakrilat ve epoksi rezine göre avantajı; daha büyük molekül boyutuna sahip olması, kimyasal yapısı nedeni ile daha az uçucu olması, düşük polimerizasyon büzülmesine sahip olması, daha hızlı

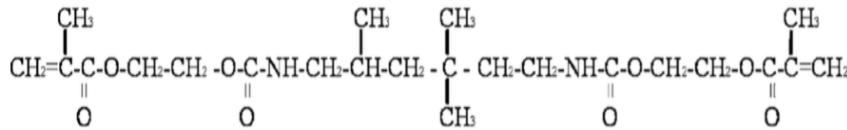
sertleşmesi ve daha güçlü ve sert rezin yapısı oluşturmaktadır (Şekil 1.1) (Peutzfeldt, 1997).



Şekil 1.1. Bis-GMA molekülünün yapı formülü (Ferracane, 2006)

UDMA

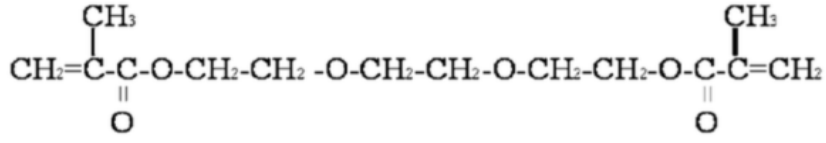
Diş hekimliğinde kullanılan bir diğer monomer UDMA (ürethan dimetakrilat) dır. Bis-GMA'ya benzer molekül ağırlığına sahip olan ancak daha akıcı olan bu monomerde (Ferracane, 2001), Bis-GMA'dan farklı olarak bisfenol-A'ya ait iskeletin yerini linear bir izosiyanat grubu almıştır (Rawls ve Esquivel-Upshaw, 2003). Tek başına kullanılabildiği gibi Bis-GMA veya TEGDMA gibi diğer sentetik monomerlerle birlikte de kullanılabilir. UDMA'nın avantajı akıcılığı, dayanıklılığı ve renk değişimine karşı daha dirençli oluşudur (Şekil 1.2) (Peutzfeldt, 1997).



Şekil 1.2. UDMA molekülünün yapı formülü (Ferracane, 2006)

TEGDMA

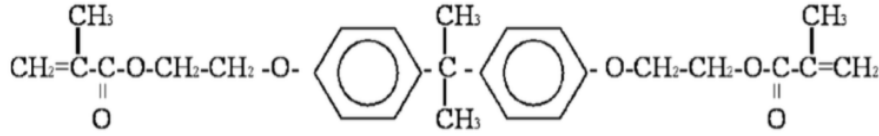
Bis-GMA'nın yüksek yoğunluğa sahip olması, inorganik doldurucuların yapıya dahil edilmesini engellemektedir. Yapıya doldurucuların eklenebilmesi için daha düşük molekül ağırlığına sahip monomerler Bis-GMA ile karıştırılmıştır. Bu amaçla en sık kullanılan komonomer trietilenglikol dimetakrilattır (TEGDMA). Ancak Bis-GMA'nın bu şekilde seyreltilmesi polimerizasyon büzülmesini arttırmaktadır (Şekil 1.3) (Peutzfeldt, 1997).



Şekil 1.3. TEGDMA molekülünün yapı formülü (Ferracane, 2006)

Bis-EMA

TEGDMA'nın düşük molekül ağırlığı, daha çok büzülmesi ve bir miktar hidrofilik olması nedeniyle yerine geçebilecek monomerlerden biri hidrofobik yapıya sahip olan etoksilenmiş bisfenol A glikol dimetakrilat (Bis-EMA(6)) dır. Bu nedenle, kompozit rezinlerde Bis-GMA/TEGDMA karışımları yerine vizkozitesi birbirine yakın UDMA/Bis-EMA(6) karışımları kullanılabilmektedir (Şekil 1.4) (Sideridou ve Achilias, 2005).



Şekil 1.4. Bis-EMA molekülünün yapı formülü (Ferracane, 2006)

1.1.1.2. İnhibitörler

İnhibitörler, saklama ve çalışma sırasında monomerlerin spontan olarak polimerize olmasını engellemek amacıyla kullanılırlar. En yaygın olarak kullanılan inhibitörler 4-metoksifenol ve 2,4,6-tertiyerbutil fenol'dür. İnhibitörler kompozit rezinlerin raf ömrünü uzatır ve uygun çalışma süresi sağlarlar (Ikemura ve Endo, 2010 ve Rawls ve Esquivel-Upshaw, 2003).

1.1.1.3. Polimerizasyon Başlatıcılar

Otopolimerizan kompozitlerde başlatıcı etki yapan dibenzol peroksit ve hızlandırıcı etki yapan N, N-bis (2 hidroksi etilen)-p-toludin gibi aromatik bir tersiyer amin kullanılır. Görünür ışıkla polimerize olan kompozitlerde 450-500 nm dalga boyundaki ışığı absorbe ederek polimerizasyonu başlatan başlatıcılar kullanılmaktadır. Fenilpropanedion, lucirin ve kamferokinon bunlara örnek olarak sayılabilir. Kompozit rezinlerde en çok kullanılan başlatıcı olan kamferokinon, ışığın etkisiyle harekete geçer ve amin ile reaksiyona girip serbest radikaller oluşturur (Bayne ve ark., 1994; Sturdevant ve ark., 1995 ve Willems ve ark., 1993).

1.1.1.4. Pigmentler

Doğal ve estetik bir görünüm sağlaması için kompozit rezin materyallerin şeffaf ve opak tonları olmalıdır ve bu tonları elde etmek için kompozit yapısına çeşitli pigmentler katılmaktadır (Rawls, 2003).

1.1.1.5. UV Stabilizatörleri

Özellikle otopolimerizan kompozitlerde sertleşme reaksiyonunun ardından reaksiyona girmeyen artık ürünler, ultraviyole ışığın etkisiyle parçalanarak kahverengi renkleşmelere sebep olabilirler. Bunu engellemek için yapıya UV stabilizatörleri (2-hidroksi-4-metoksibenzofenon) ilave edilebilir (Willems ve ark., 1993).

1.1.2. Ara Bağlayıcılar

Ara bağlayıcılar, doldurucu partiküllerin rezin matrikse bağlanmasını ve bağlantı streslerinin rezin matriks ile doldurucular arasında paylaşılmasını sağlar. Uygun şekilde yapıya yerleştirilmiş ara bağlayıcı ajanlar kompozit rezinlerin mekanik ve fiziksel özelliklerinin güçlenmesini sağlar, rezin/doldurucu arayüzüne suyun penetrasyonunu engeller. Ara bağlayıcılar olarak zirkonatların yanısıra γ -

metakriloksipropil trimetakrilan gibi organo silanlar sıklıkla kullanılır. Polimerizasyon sürecinde organo silan ile metakrilat grupları kovalent bağ yapar (Rawls ve Esquivel-Upshaw, 2003).

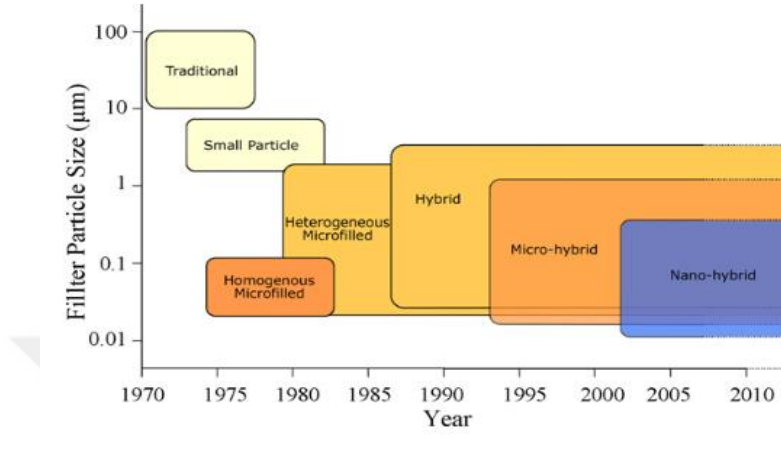
1.1.3. İnorganik Doldurucular

Kompozit rezinlerde inorganik doldurucular olarak cam partikülleri, lityum silikat, bor silikat ve hidroksil apatit kullanılır. Doldurucu içeriğin artırılması polimerizasyon büzülmesinin, lineer genleşme katsayısının ve su emiliminin azaltılmasının yanı sıra baskı ve gerilim kuvvetlerine direnç, elastik modülüs ve aşınma direncinde artış da sağlar (Kim ve ark., 2002). Ayrıca yapıya stronsiyum, zirkonyum, baryum, çinko gibi iyonlar ilave edilerek kompozit rezinlere radyopak görüntü özellikleri de verilmektedir (Dayangaç, 2011). Yapıdaki doldurucu miktarının artması, rezinin fiziksel özelliklerini geliştirir ancak akışkanlığını azaltır. Küçük boyutlu doldurucular estetik özellikleri geliştirirken büyük boyutlu doldurucular fiziksel özellikleri artırır. Büyük doldurucu yerine aynı oranda küçük doldurucu kullanılması da sürtünme yüzeyinin artmasına sebep olur ve akıcılığı azaltır (Sturdevant ve ark., 1995). İlk üretilen kompozit rezinlerdeki doldurucu partiküllerin boyutları 0.1-100 µm arasındayken, daha sonra boyutları 0.06-0.1 µm arasında değişen daha küçük partiküller üreilmeye başlanmıştır. Son yıllarda, teknolojik gelişmeler sayesinde nanoboyutlarda doldurucular üretilmiştir (Pukett ve ark., 2007).

1.2. Kompozit Resinlerin Sınıflandırılması

Kompozit rezinler; doldurucu ya da matriks kısmın miktarına ve içeriğine, vizkozitelerine (akışkan, kondanse edilebilir), polimerizasyon şekillerine (kimyasal yolla, UV ışıkla, görünür ışıkla, dual cure ve argon lazerle) ya da vizkozitelerine (akışkan, kondanse edilebilir) göre sınıflandırılabilirler. Kompozit rezinlerin doldurucu partikülleri üzerinde önemli değişiklikler yapılmıştır. Daha iyi fiziksel özellikler sağlamak amacıyla rezin matrikse katılan doldurucu partikül büyüklüğü yıllar geçtikçe azaltılmıştır (Şekil 1.5) (Ferracane, 1995; Ferracane, 2011 ve Ilie ve Hickel, 2011). En sık kullanılan sınıflandırma da, doldurucu partikül büyüklüğü ya da

doldurucu içeriği metoduna göre yapılan sınıflamadır (Dayangaç, 2011). Farklı araştırmacılar tarafından kompozit rezin materyaller ile ilgili olarak yapılmış çok sayıda sınıflandırma bulunmaktadır.



Şekil 1.5. Doldurucu partikül büyüklüğünde genel bir azalmaya işaret eden kompozit rezinlerin geliştirilmesi (Curtis ve ark., 2008)

Tez çalışmamızda kullandığımız kompozit rezinlerin içeriğine göre sınıflandırmalar şöyledir:

- Lutz ve Philips'e (1983) göre:

- a) Megafil dolduruculu kompozitler (50-100 µm)
- b) Makrofil dolduruculu kompozitler (10-100 µm)
- c) Midifil dolduruculu kompozitler (1-10 µm)
- d) Minifil dolduruculu kompozitler (0.1-1 µm)
- e) Mikrofil dolduruculu kompozitler (0.01-0.1 µm)
- f) Hibrit dolduruculu kompozitler (0.04-1 µm)
- g) Nanofil dolduruculu kompozitler (0.005-0.01 µm)

- Doldurucu Partikül Türüne Göre (Sturdevant ve ark., 1995):

- a) Homojen dolduruculu kompozitler

- b) Heterojen dolduruculu kompozitler
- c) Hibrit dolduruculu kompozitler olarak sınıflandırılmaktadır.

a. Homojen Dolduruculu Kompozitler

Bu kompozitlerin yapısında sadece polimerize olmamış organik matriks ve doldurucular bulunmaktadır. İnorganik doldurucu partiküller aynı boyuttadır ve silanizasyon dışında herhangi bir modifikasyon yapılmadan monomer matriks yapısında yer almışlardır (Dayangaç, 2011).

b. Heterojen Dolduruculu Kompozitler

Heterojen doldurucu kompozitlerin yapısında daha önceden polimerize edilmiş kompozit parçacıkları veya farklı doldurucular bulunmaktadır. Hem anterior hem posterior dişlerin restorasyonu için kullanılabilirler. Diğer kompozitlere göre fiziksel olarak daha üstün oldukları ve iyi polimerize olarak üstün biyolojik özellikler sağladıkları için avantajlıdır. En önemli dezavantajları ise önceden polimerize edilmiş inorganik doldurucu ile organik matriks arasında daha zayıf bağlanma görülmesidir (Dayangaç, 2011).

c. Hibrit dolduruculu kompozitler

Farklı büyüklükteki inorganik doldurucu partiküllerin karışımını içeren kompozit rezinlere hibrit kompozitler denir. 1980'lerin ortalarında geliştirilen bu kompozitler hem anterior hem de posterior bölgelerde kullanılabilir yapıdadır. Partikül büyüklüğü makro partiküllü rezinden daha küçük, partikül miktarı ise mikro partiküllü rezinden daha fazladır, her iki rezinin fiziksel ve mekanik özelliklerini taşırlar. (Dayangaç, 2011). En büyük partikülleri 1 μ büyüklüğündedir (Jackson ve Morgan, 2000). Hibrit doldurucu kompozitler, büyük doldurucuların sağladığı daha iyi mekanik özelliklerle, küçük doldurucuların sergilediği düşük yüzey pürüzlülüğü özelliğini bir araya getirmek için üretilmiştir. Anterior diş restorasyonlarında mikrofil kompozitlere

yakın estetik özellik sergilerler (Rawls, 2003). Doldurucu partikülleri içeren bu sınıflamalara ilaveten, daha iyi fiziksel özelliklere sahip kompozit rezinler üretmek amacıyla 1990'ların ortasında ortalama partikül büyüklüğü 0.4-1 µm olan ve ayrıca 40 nm silika partikülleri de içeren, %56-60 oranında doldurucuya sahip **mikrohibrit kompozit rezinler** piyasaya sürülmüştür. Bu kompozitler, mikrodolduruculu kompozitlerin iyi cilalanabilirlik gibi mekanik özelliklerinin ve hibrit kompozitlerin çiğneme kuvvetine karşı direnç gösterme gibi gelişmiş yüzey özelliklerinin kombine edilmesi sayesinde universal kompozitler olarak düşünülmüşlerdir. Daha uniform yapıda partiküllere sahip olduklarından fiziksel özellikleri daha üstündür, kaviteye uygulanmaları da, nispeten daha az yapışkan olduklarından dolayı daha kolaydır (Altun, 2005).

1.3. Kompozit Rezin Materyalleri İle İlgili Son Gelişmeler

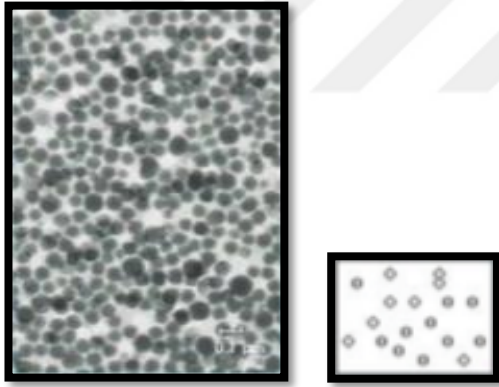
Üretildikleri yıldan beri diş hekimliğinde kullanılan kompozit rezinler oldukça fazla gelişime ve değişime uğramışlardır. Bu gelişmeler sonucunda siloran bazlı kompozitler, iyon salabilen kompozitler, ormoserler ve nano dolduruculu kompozitler üretilmiştir.

Diş Hekimliğinde Nanoteknoloji ve Nanokompozitler

“Nano” kelimesi yunanca kökenli olup metrenin milyarda biri anlamına gelir. Nanoteknoloji, çeşitli fiziksel ve kimyasal metodlarla 0.1-100 nm aralığında üretilmesidir (Kirk ve ark., 1991). Diş hekimliğinde de nanoteknoloji kullanılarak nanokompozit rezinler piyasaya sürülmüştür (Duke, 2003 ve Mitra ve ark., 2003). Nanokompozitler nanodolduruculu ve nanohibrit olmak üzere 2 şekilde bulunurlar:

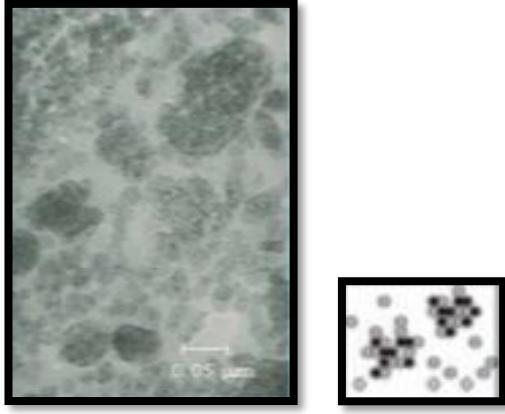
Nanodolduruculu Kompozitler

Kompozit materyaller içerisinde nanodoldurucuların katılması ile elde edilirler. Nano-büyüklikteki doldurucular ya izole edilmiş, ayrı ayrı ayrık partiküller olarak 5-100 nm boyutlarında, ya da büyüklüğü 100 nm'yi önemli ölçüde aşmış olan birincil nanopartiküllerin kaynaşmış agregatları (*cluster*) olarak kategorize edilebilirler (Cramer ve ark., 2011). Nanodolduruculu kompozitlerden 1990'ların başında bahsedilmeye başlanmıştır, ancak ilk ticari ürün (Filtek Supreme, 3M, ESPE) 2002 yılı sonlarında üretilmiştir (Bayne ve ark., 1994). Nanodolduruculu kompozitler doldurucular olarak nanomerler ve nanocluster agglomeratlardan oluşmaktadırlar (Hervas-Garcia ve ark., 2006; Mitra ve ark., 2003 ve Moszner ve Klapdohr, 2004). Nanomerler, nanobüyüklikte tek tek dağılmış, nan-aggrege, 20-75 nm boyutundaki silika dolduruculardır (Şekil 1.6) (George, 2011; Mitra ve ark., 2003 ve Moszner ve Klapdohr, 2004).



Şekil 1.6. Nanomer (Mitra ve ark., 2003)

Nanoclusterler ise, birincil zirkonya/silika (5-20 nm büyüklüğünde) ve silika nanomerik partiküllerinin kombinasyonunun aglomerasyonudur. Nanocluster aglomeratlar 0.6-1.4 μm boyutlarındadırlar (Şekil 1.7) (Hervas-Garcia ve ark., 2006).



Şekil 1.7. Nanocluster (Mitra ve ark., 2003)

Nanopartiküllü doldurucular geleneksel dolduruculardan daha küçük hacimlidirler ve bu yüzden organik matriks ile temas eden yüzey alanı artarak, organik-inorganik faz bağlantısı daha kuvvetli olmaktadır. Nanoclusterler, kompozit restorasyonuna gelen basınç kuvvetlerine karşı tek büyük bir partikül şeklinde direnç göstermektedirler. Kompozit rezinin yüzeyinde etkili olan aşındırıcı kuvvetler karşısında nanomer boyutta kopmalar meydana gelebildiğinden; nanodolduruculu kompozitlerin hem yüzey özelliklerinin uzun süre devam edebilmesini hem de aşınma dirençlerinin ve mekanik özelliklerinin yüksek olmasını sağlamaktadırlar. Nanodolduruculu kompozitlerin organik matriksinin içine nanomer ve nanocluster birlikte katılarak, ağırlıkça %72-87 oranında doldurucu içeren kompozit rezinler üretilmiştir. Bu yüzden nanodolduruculu kompozitler yeterli derecede klinik ve estetik performans sergilemişlerdir (Ure ve Harris, 2003).

İnorganik doldurucu oranının yüksek olması ve böylece organik yapının hacimce daha az olması sonucu polimerizasyon sürecinde ortaya çıkan büzülme oranı azalmaktadır. Nanodolduruculu partiküllerin boyutlarının görünür ışığın dalga boyundan daha küçük olması sonucu geniş renk spektrumlu estetik ve optik özellikler sergilemişlerdir. Anterior restorasyonlarda kullanımlarının uygunluğu, üstün cilalanabilme özellikleri ve bu cila özelliklerini uzun süre devam ettirebilmeleri en büyük avantajlarındandır (Condon ve Ferrecane, 2002; Mitra ve ark., 2003 ve Yap ve ark., 2004a).

Nanohibrit Kompozitler

Nanokompozitlerin bir diğeri tipi olan nanohibrit kompozitler 40-50 nm büyüklüğündeki nanopartiküllerden ve öğütülmüş cam dolduruculardan oluşur. (Hervas-Garcia ve ark., 2006; Mitra ve ark., 2003 ve Moszner ve Klapdohr, 2004). Nanodolduruculu kompozitler rezin matrikste tamamen nanobüyüklikte partiküller kullanırken (Mitra ve ark., 2003), nanohibrit kompozitler nanometrik ve geleneksel doldurucuların kombinasyonunu içerir (Swift, 2005) ve bu özelliği ile mikrohibrit kompozitlere benzerler (De Moraes ve ark., 2009).

Nano büyüklükteki inorganik doldurucu partiküller büyük partiküller arasına serpiştirildiği için yüzeyleri daha düzgündür ve bu nedenle estetik açıdan önemli olan anterior bölgelerde, labial veneerlerde, sınıf III ve V restorasyonlarda kullanılmaları önerilir. Ayrıca bu kompozitler stres alan bölgelerde de yaygın bir şekilde kullanılmaktadırlar (Dayangaç, 2011).

Nanoseramik kompozitler

Nanoteknolojinin gelişimi ile birlikte, 1997 yılında farklı bir kompozit rezin türü olarak üretilen inorganik-organik kopolimer ile karakterize organik olarak modifiye edilmiş seramik (Ormocer) kompoziti baz alan nanoseramik kompozit rezinler de piyasaya sürülmüştür (Ceram X, Ceram X mono, Ceram X Duo; Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany). Bu nanoseramik kompozitler 2 önemli özelliği ile geleneksel hibrit kompozitlerden farklıdırlar: Hibrit kompozitlerde tipik olarak kullanılan mikrodoldurucuların (silikon dioksit partiküllerinin aglomeratları) yerini, 10 nm büyüklüğünde nanodoldurucular içeren metakrilat-modifiye edilmiş silikon dioksit almıştır. Diğer farkı ise; geleneksel rezin matriksin, oldukça fazla dağılmış metakrilat modifiye edilmiş polisiloksan partiküller (2-3 nm) ile yer değiştirmiş olmasıdır. Bu nanoseramik kompozitlerdeki nanoseramik partiküller, inorganik-organik hibrit partiküllerdir. Hem nanoseramik partiküller hem de nanodoldurucular, polimerizasyon için mevcut metakrilat gruplara sahiptirler. Ayrıca bu kompozitler, mutajenik ve sitotoksik olduğu bildirilen TEGDMA içermezler (Hanks ve ark., 1991).

ve Schweikl ve Schmalz, 1999). Ormoser bazlı nanoseramik kompozitlerde, organik metakrilik kısım parçacıkları rezin matriksi polimerleştirilebilen hale getirirken, inorganik siloksan kısmı güç sağlar (Van Dijken ve Pallesen, 2015). Buna ilave olarak yapıdaki seramik partikülleri, inorganik siloksan kısmının direnç kazandırdığı inorganik-organik hibrit partiküller olarak tanımlanmıştır (Van Dijken ve Pallesen, 2015).

Üretici firmaya bağlı olarak farklı yapılarda nanoseramik kompozit rezinler üretilmiştir. Dimetakrilat bazlı kompozitlerden farklı monomer yapısının kullanıldığı, ormoser teknolojisinin nanoteknoloji ile kombine edilmesi sonucu elde edilen nanoseramik kompozit rezinlerin (Ceram X, Ceram X mono, Ceram X Duo) yanı sıra (Mahmoud ve ark., 2014), ormoser bazlı olmayan ancak aglomerasyon yolu ile yapısına inorganik seramik doldurucu katılarak “nanoseramik” olarak adlandırılmış ve piyasaya sürülmüş olan bir kompozit rezin de (Zenit, President, Munich, Germany) günümüzde mevcuttur.

1.4. Kompozit Rezinlerin Fiziksel Özellikleri

Restoratif maddelerin kimyasal, mekaniksel ve biyolojik özellikleri gibi fiziksel özelliklerinin de diş hekimi tarafından çok iyi bilinmesi gerekmektedir.

Su emilimi ve çözünürlük, kompozit rezin restorasyonların klinik başarısını etkileyen fiziksel özelliklerindendir (Dayangaç, 2011).

Su Emilimi ve Çözünürlük

Su emilimi ve çözünürlük restoratif materyallerde tamamen kontrol altına alınamayan ve klinik başarılarını olumsuz yönde etkileyen olaylardır. Restorasyonların kenar bütünlüğünün, yüzey özelliklerinin ve estetik görünümünün kaybına neden oldukları bilinmektedir (Rosenstiel ve ark., 1998 ve Yap ve Lee, 1997).

1.4.1. Su Emilimi

“Su emilimi”, diffüzyon kontrollü bir işlem olarak tanımlanır. Kompozit rezinlerde su emilimi büyük ölçüde organik rezin matriks içinde oluşur (Fan ve ark., 1985). Polimer matriks tarafından emilen su; rezin içindeki kimyasal bağların bozulması ya da suyun plastikleştirici etkisi ile yumuşaması sonucu hidrolitik yıkıma neden olup, mekanik özelliklerini azaltarak kompozit rezinlerde klinik başarısızlığa neden olabilir (Lee ve ark., 1998 ve Mandel, 1994). Kompozit rezin-su etkileşimi önemlidir ve önemi, ISO 4049 standartı ile açıklanmıştır. Bu standart, rezin bazlı materyallerin su emilimi ve su emme ile eş zamanlı olarak oluşan çözünürlük için bu tip materyallerin sahip olması gereken maksimum değerleri bildirir (International organization for standardization. BS EN ISO 4049:2000). Su emilimi, materyallerde boyutsal değişikliklere yol açtığı gibi renklenmelere ve marjinal konturlarda kırılmalara da neden olur (Lee ve ark., 1998).

1.4.2. Çözünürlük

Rezin bazlı kompozitlerin “çözünürlüğü” ise, kompozit yüzeyinden ayrılan reaksiyona girmemiş monomerlerin, oligomerlerin ve hatta doldurucu partiküllerin ve iyonların miktarı ile açıklanır (Ferracane, 2006). Kompozit rezin örnekler suda bekletildiklerinde bazı komponentleri, örneğin doldurucuların reaksiyona girmemiş monomerleri çözünür ve örnekten ayrılır. Bu da ağırlık kaybına neden olur ve “çözünürlük” olarak ölçülebilir (Ferracane ve Marker, 1992). Bu komponentlerin salınması aynı zamanda başlangıç boyutsal değişikliğini (Toledano ve ark., 2003), klinik performansını (Mabie ve Menis, 1978), restorasyonların estetik görüntüsünü (Pearson, 1979) ve materyalin biyouyumluluğunu (Oysaed ve Ruyter, 1986a) etkileyebilir.

Su molekülleri iki mekanizma ile kompozit rezinlerin yapısının bozulmasına yol açabilir. Birincisi, polimer ağı difüzyonudur; su molekülleri polimer ağı içerisine nüfuz eder, polimer zincirleri ile mikro boşluklar arasındaki boşluklara yerleşerek polimer matriksin plastikleşmesine ve şişmesine neden olur ve monomerlerin

ayrışmasına yol açan zincir ayrılmasını başlatır. İkinci olarak da, hidroliz reaksiyonudur; su molekülleri hidroliz reaksiyonu vasıtasıyla siloksan bağlarını (silika yüzeyinin silanol grupları ve silan bağlanma ajan arasındaki bağ) bozar ve doldurucuların ayrılmasına neden olur (Ferracane, 2006; Ito ve ark., 2005 ve Mandel, 1994). Bu olaylar; sertlik, dayanıklılık ve elastisite modülü gibi bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini azaltarak kompozit rezinlerin yumuşamasına veya bozulmasına yol açar (Ayatollahi ve ark., 2015).

Kompozit rezinlerde su Emilimi sonucu iki farklı reaksiyon meydana gelir. Bunlardan biri su alınması ve sonucunda ağırlık artışının oluşması, diğeri materyallerin suda çözünmesi (doldurucular ya da monomerler) ve sonucunda ağırlık azalmasının meydana gelmesidir (Toledano, 2003).

Kompozit rezinlerin su Emilimi ve çözünürlüğü üzerine; kompozit rezinlerin kompozisyonu, doldurucu partiküllerin miktarı ve içeriği, rezin matriks-doldurucu arasındaki bağın kuvveti (Ferracane ve Marker, 1992), reaksiyona girmemiş monomerler (Miguel ve ark., 2001), sıvı/solventte bekletilme süreleri ve bekletildikleri sıvı/solventin yapısı etkilidir (Oysaed ve Ruyter, 1986a). Burrow ve ark. (1999), HEMA gibi hidrofilik içerikler ya da hidrofilik kısımlar içeren rezin moleküllerinin su Emilimini önemli ölçüde arttırdığını açıklamışlardır. Kahraman (2005) da kompozit rezinlerin doldurucu miktarının, su absorpsiyonu için mikroboşlukları ve mevcut serbest hacmi etkilediğini bildirmiştir. Yüksek miktarda doldurucunun daha az mikroboşluk oluşturduğunu, su alımı için mevcut serbest hacmi azalttığını ve dolayısıyla erozyon ve yumuşamanın da azaldığını vurgulamışlardır. Ayrıca, doldurucu partikül-rezin matriks arasındaki arayüzey, kompozit rezin tarafından absorbe edilen suyun yerleştiği yerdir. Matriks-doldurucu arasındaki bağlantı iyi ise, arayüzdeki su alımının da daha az olacağı açıklanmaktadır (Wu ve McKinney, 1982).

1.5. Su Emilimi ve Çözünürlük Ölçüm Yöntemleri

Su Emilimi, kompozit rezinlerin fiziksel ve kimyasal yıkımında ana faktör olarak tanımlanmıştır. Su alımı; doldurucu-matriks arayüzünün yıkımı, matriksin

plastikleşmesi ve materyalin tensile kuvvetinin ve aşınma direncinin azalmasıyla doğrudan bağlantılıdır (Soderholm, 1981; Soderholm, 1983 ve Soderholm ve ark., 1984).

Dental materyaller için çok sayıda teknik özellikler ve standartlar mevcuttur. Bu standartların avantajı, tanımlanan test metodlarının laboratuvarlarda kolayca erişilebilen araçlarla tekrarlanabilir şekilde yapılabilmesidir. Materyallerin fiziksel parametrelerini değerlendirmek için standardize ISO protokolleri mevcuttur. Dental kompozitler için geçerli standart ISO 4049'dur ve "Diş hekimliği-polimer bazlı dolgu restorasyon ve yapıştırma materyalleri" için tanımlanmıştır. Bu standart, hem test metodlarını hem de minimal gereksinimleri karşılar. ISO standardındaki testlerin hepsi, test düzeneğinin ve kurulumunun tamamını tanımlayan standardize edilmiş protokollere sahiptir. Dental materyallerde ISO 4049 standardına göre analiz edilen fiziksel testler; fleksural kuvvet, sertleşme derinliği, renk stabilitesi, radyoopasite, su emilimi ve çözünürlük testleridir (Heintze ve Zimmerli, 2011).

Restorasyon materyallerin su emilimi ve çözünürlük çalışmalarında da genellikle **ISO 4049 standardı testi** kullanılmaktadır. Bu teste göre; hazırlanan örnekler desikatörde 37°C'de 22 saat, takiben 23°C'de 2 saat bekletilir. Daha sonra örnekler tartılır. Bu ağırlık değişikliği 0.1 mg'dan fazla olmayıncaya kadar tekrarlanır. Bu ağırlık, başlangıç ağırlığı m_1 olarak kaydedilir. Örneğin hacmini (v) hesaplamak için kurutma aşamasından sonra örneğin boyutları ölçülür. Daha sonra suda bekletilir ve suda bekletme sonrası yeniden tartılır (m_2) ve testin başlangıcındaki gibi aynı şekilde yeniden kurutulur. Örneğin ağırlığı sabit kaldığında, m_3 ağırlığı saptanır. Elde edilen değerlerden; $Wsp = \frac{m_2 - m_3}{v}$ formülüne göre su emilimi hesaplanır. Örnek materyalin ISO standardını karşılaması için, 40 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ 'den daha az su emilimi değerleri elde edilmelidir.

Çözünürlük testi için de, yukarıda anlatıldığı şekilde elde edilmiş olan değerler $Wsl = \frac{m_1 - m_3}{v}$ formülüne yerleştirilerek materyalin çözünürlüğü hesaplanır. ISO

standardına göre bu değerin de $7.5 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ 'ü aşmaması gerekmektedir (Heintze ve Zimmerli, 2011).

Kompozit rezinlerin su alımı için kullanılan ve sabit bir ağırlık elde edilinceye kadar düzenli aralıklarla örneklerin tartılmasını baz alan bu gravimetrik (ağırlık ölçümüne dayalı) metodoloji, örnek ve örneğin bulunduğu ortam/çevresi arasındaki dengeyi gösterir (Braden ve ark., 1976; Diaz-Arnold ve ark., 1992 ve Kalachandra, 1989). Pratikte suda bekletme sonrası örneğin ağırlığındaki değişiklik, absorbe edilen su olarak kabul edilir. Ağırlık değişimindeki alternatif mekanizmalar, örneğin polimer matriksin direkt yıkımı ya da iyon uzaklaşması dikkate alınmaz (Diaz-Arnold ve ark., 1992).

Su emilimi ve çözünürlük çalışmalarında en fazla kullanılan bu ISO standardı yöntemine alternatif olarak **spektroskopik metodoloji** önerilmiştir. Near-infrared bölgesinde su bantlarının bulunması; suyun near-infrared (NIR) spektroskopisi ile saptanabileceğinin anlaşılmasını sağlamıştır (Kaye, 1954). İlk olarak 1961 yılında Keyworth; suyun, 5200 cm^{-1} 'de odaklanmış geniş bir absorpsiyon bandı ile NIR absorpsiyonunu güçlü bir şekilde absorbe edişinden yola çıkarak organik solventlerdeki suyun ölçümü için **NIR spektroskopisi analizi** kullanımını göstermiştir. Bu analizde, NIR radyasyon bandı ilgili örnekten geçer ve mevcut su miktarı spektral bir manuplasyon programı kullanılarak 5200 cm^{-1} radyasyon absorbansında hesaplanır. Venz ve Dickens (1991) de kompozit rezin materyallerin su alımını izlemek ve hesaplamak için NIR spektroskopisini kullanmışlardır.

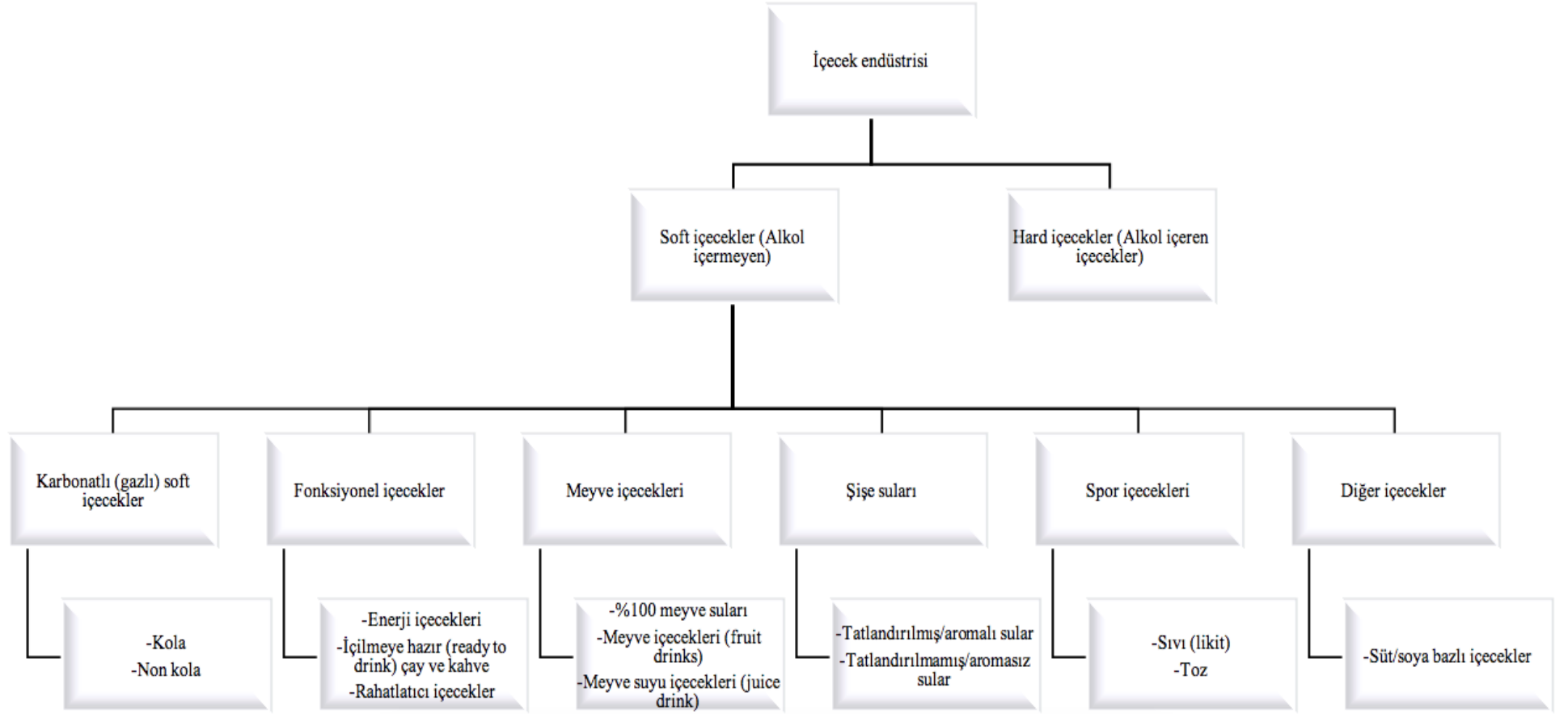
Fourier-transform near-infrared (FT-NIR) spektroskopisi de $4200\text{-}6500 \text{ cm}^{-1}$ spektral bölgenin üzerindeki spektraların toplanması ve kompozit rezinlerin su alımının takip edilmesi için kullanılan bir diğer spektroskopik metodolojidir. Her ne kadar suyun saptanması için near-infrared bölgesinin kullanılmasında zorluklarla karşılaşılabilse de spektroskopik metod non-destrüktif ve hızlı olma avantajlarına sahiptir (Keyworth, 1961).

Su emilimi ölçümünde kullanılabilecek bir diğer yöntem de **bilgisayar kontrollü lazer mikrometresidir**. Bu yöntemle, suda bekletme sonucu zamanla örneklerde oluşan değişikliklerin kinetiğinin anlaşılması hedeflenir (Martin ve Jedynakiewicz, 1998). Örnek diskler silika jel içeren desikatörde 48 saat tutulup maksimum kapasitede kontraksiyonu sağlanır. Örneklerin periyodik olarak ağırlık ölçümü ve boyutsal ölçümü yapılır. Ağırlık ölçümü, kalibre edilmiş elektronik mikrotartıda tartılır. Boyutsal ölçümler ise özel olarak oluşturulmuş otomatik lazer radial mikrometre (ALARM) ile ölçülür. Bu bir lazer mikrometresidir, örneğin üzerine lazer ışınını düşürür. Bu lazer ışığı, lazer oskülatörden emilir ve dönen poligon aynaya yönlenir. Otomatik lazer radial mikrometre, materyallerdeki küçük boyutsal değişikliklerin ölçümünde hassas bir cihazdır, non-kontakt bir sistemdir ve örneğe zarar vermeden yüksek çözünürlükte ölçüm yapabilir (Martin ve Jedynakiewicz, 1998).

1.6. İçecekler

Endüstriyel gelişimlere bağlı olarak dünya piyasasında farklı yapılarda çok sayıda içecek bulunmakta ve insanlar tarafından tüketilmektedir. Sayıları her yıl artan bu içecekler, **alkolik içecekler** (alcoholic beverages)/hard içecekler/sert içecekler (hard drinks) ve önemli miktarda **alkol içermeyen** (non-alcoholic)/soft içecekler/hafif içecekler (soft drinks) olarak sınıflandırılabilirler (Williams ve Goldsworthy, 2017).

Votka, şarap, likör gibi alkol içeren içecekler sert ya da alkolik içeceklerdir. Soft içecekler ise önemli miktarda alkol içermeyen hemen hemen tüm içeceklerdir. Soft içecekler; karbonatlı soft içecekler, meyve içecekleri, şişe suları, fonksiyonel içecekler, spor içecekleri ve diğer içecekler olarak farklı ürün sınıflarına ayrılabilirler. Her bir ürün sınıfı da alt gruplar içerebilir (Şekil 1.8) (Williams ve Goldsworthy, 2017).



Şekil 1.8. İçecekler ve sınıflandırılmaları (Williams ve Goldsworthy, 2017)

1.6.1. Karbonatlı (Gazlı) Soft (Hafif) İçecekler

Günümüzde yaygın olarak tüketilen içeceklerdendir. Maden suyundan sodaya, gazoz ya da kolaya kadar çeşitlidirler (Johnson ve ark., 2010). Bu tür içeceklerin adlandırılması oldukça karmaşıktır. Literatürde karbonatlı içeceklerin genel adının “soda” olduğu, ancak bir ülkeye ya da ülkenin farklı bölgelerine göre “soft içecekler, soda-gazoz, gazoz, gazlı içecekler, tonik” ya da marka isimlerine göre “Coke, Pepsi, Dr.Pepper” olarak farklı şekillerde adlandırıldıkları bildirilmiştir (Goldstein, 2017). Örneğin, Amerika ve Kanada’nın bazı yerlerinde “pop (gazoz)”, bazı yerlerinde “soda”, diğer bazı yerlerinde de “coke” kullanılırken; İngiltere’de “fizzy drink (gazlı içecek)”, İrlanda’da “mineral” denmektedir. Karbonatlı içecek üreticilerinin ulusal reklam amacıyla bu içecekleri farklı şekillerde adlandırdıkları; ancak, universal terim olması açısından, tatlandırılmış karbonatlı içecekler “soft drink” dendiği de bildirilmektedir (Hiskey, 2017). Soft drink denmesinin sebebi, sert içecek olarak bilinen içecek grubundan farklı olarak içinde alkol olmaması ya da %0.5’ten az alkol bulunmasıdır. Ülkemizde genellikle marka isimlerine göre adlandırılan bu içecekler, çalışmamızda, Williams ve Goldsworthy (2017) tarafından yapılan içecek sınıflamasında tanımlandığı gibi “karbonatlı içecek” şeklinde adlandırılmıştır.

Karbonatlı soft içeceklerin her birinin formülü farklı olsa da, temel ham maddeleri içeceğin ortalama %94’ünü oluşturan karbonatlı su ve %6-12’sini oluşturan tatlandırıcılardır (şeker, yüksek fruktozlu mısır şurubu ya da yapay tatlandırıcılar) (Avizienis, 2017). Ayrıca minör içerikler olarak da tadı belirginleştirmek ve tükürük akışını stimüle ederek susuzluk giderici etki sağlamak için asitler (çoğunlukla sitrik asit), koruyucular, emülsiyonlar, aroma arttırıcılar, renk/lezzet sağlamak için askorbik asit gibi antioksidanlar bulunur. Az miktarda sodyum ve kafein de içerirler (Goldstein, 2017 ve Williams ve Goldsworthy, 2017). Karbonatlı içeceklerin karbonatlı olmayan diğer içeceklerden ayırt edici özellikleri karbonatlı, tatlandırılmış ve aromalı olmalarıdır (Goldstein, 2017).

Karbonatlı içeceklerin belli başlı özellikleri, karbonasyon, asidite ve yüksek miktarda şeker ya da tatlandırıcı içermeleridir. *Karbonasyon*, gaz halindeki CO₂'nin basınç altında içecek solüsyonuna eklenmesi ve CO₂'nin çözünmesi sonucu meydana gelen, içeceklerin köpürmesini sağlayan (efervesan) ve baloncuk oluşmasını sağlayan kimyasal olaydır. İçecek şişesi ya da teneke kutusunun kapağı açıldığında çıkan patlama sesi de baloncuklar halinde salınan CO₂'nin sesidir (Johnson ve ark., 2010). *Asidite*, karbonatlı içeceklerin yaygın kimyasal özelliğidir. Kolalar ve sodalar modern toplumda tüketilen en asidik içecekler arasındadır (Johnson ve ark., 2010). Bu asidik yapı, kısmen çözünmüş CO₂'nin sitrik asit ve fosforik asit gibi katkı maddeleri ve H₂O (su) ile etkileşimi ile HCO₃ ve H⁺ ya dönüşmesinden kaynaklanır (Johnson ve ark., 2010).

Karbonatlı içecekler içerdikleri maddelere göre **kolalı içecekler** ve **kolalı olmayan içecekler** olarak sınıflandırılabilirler.

Kolalı içecekler; karamel, kola ekstraktı ve kafein içeren karbonatlı içecek grubudur (Aktaş ve Özdemir, 2012). 1886 yılında Dr. John S.Pemberton tarafından karbonatlı su ile bir şurup karıştırılarak elde edilen Coca-Cola ve 1890'ların başında kimyager Caleb Bardham tarafından üretilip 1903'te ticari marka olarak tescillenen Pepsi-Cola, en çok tüketilen ve istatistiklere göre önerilen günlük sıvı alımının yaklaşık % 67'sini oluşturan karbonatlı içeceklerdir (Kitchens ve Owens, 2007). 1886'da üretilen orijinal formu coca yaprağını ve kafein kaynağı olan kola ağacının meyvesi kola fındığını içerirken, 1904'ten beri kafein içeren formları da bulunmaktadır (Ishak ve ark., 2012).

Kolalı olmayan (non cola) içecekler ise; meyveli karbonatlı (gazlı) içecekler (belli düzeyde doğal meyve suyu içerir), tonikler (kinin sülfat veya naringin içerir), yapay veya esanslı içeceklerden (boya ve esansla üretilen içecek grubu) oluşan karbonatlı içeceklerdir.

1.6.2. Spor İçecekleri

Yaklaşık %70'i sudan oluşan insan vücudunda su kaybı önemli sağlık sorunlarına neden olur. Vücut ağırlığının %2'sinin dehidrasyonu bilişsel ve mental performans gibi aerobik faaliyetleri bozar (Day, 2017). Konsantrasyon kaybı, kalp atış hızında artış ve kan dolaşımında bozulmaya neden olabilir (Costill ve Saltin, 1974; Mitchell ve ark., 1988 ve Murray, 1988). Vücuttaki bu olumsuz değişimleri önlemek amacıyla 1960'larda üretilen spor içecekleri; yoğun bedensel aktivite sırasında vücuttan eksilen su ve bazı bileşenleri geri kazandırmak, enerji vermek, performansı arttırmak amacıyla özel olarak formüle edilmiş olan içeceklerdir (Herman, 2017 ve Owens ve ark., 2014). Orijinal olarak karbonhidrat ve sulu elektrolit formülasyonları olarak oluşturulmuşlardır. 3 tip spor içeceği vardır ve bunlar literatürde çoğunlukla izotonik, hipotonik ve hipertonic olarak sınıflandırılmıştır (Day, 2017).

-İzotonik Spor İçecekleri:

İnsan vücudundakine benzer su, mineral ve şeker içeceğine sahiptirler (Gatorade G02, Powerade ION4, AllSports, PowerBar). Terleme ile kaybedilen mineralleri ya da zorlayıcı egzersiz ile harcanan karbonhidratı yerine koymayı hedeflerler. Az şekerli çay ve kahve de izotonik içeceklerdendir.

-Hipotonik Spor İçecekleri:

Normal vücuttakinden daha az sodyum, vitamin ve mineral içerirler. Su orjinaldir ve yüksek miktarda bulunmaktadır (Herman, 2017). Şekersiz çay ve kahve de hipotoniktir. Karbonhidrat depolaması gerekmeyen, sadece suya ihtiyaç duyan sporcular (örneğin jimnastikçiler) için idealdirler. Hızlı bir hidrasyon sağlarlar. Terleme ile kaybedilen suyun yerini hızla alırlar ve vücut tarafından hızla emilirler (Day, 2017).

-Hipertonik Spor İçecekleri:

İnsan vücudundakinden daha fazla miktarda mineraller ve/veya karbonhidratlar içerirler. Bu yüzden sindirim sisteminden yavaş absorbe edilirler ve mide rahatsızlıklarına, kramplara neden olabilirler. Zor sindirim nedeniyle fiziksel aktivite esnasında değil, sonrasında alınmalıdırlar (Day, 2017). Günlük karbonhidrat alımını desteklemek ve kas glikojen depolarını doldurmak amacıyla kullanılırlar. Kaybedilen sıvıyı yerine koyabilmek için izotonik içeceklerle birlikte alınmalıdırlar (Herman, 2017). Az sayıda içilmeye hazır hipertonik spor içeceği vardır, çoğu toz karışımlar şeklinde satılır. İçilmeye hazır hipertonik içecek örneği Gatorade G03 serisidir. Bu ürün destekleyici protein de içerir. Meyve suları, süt, kremalı kahve de hipertonik içeceklerdendir (Day, 2017).

Literatürde spor içecekleri için yapılan bu sınıflamadan başka; spor içeceği tiplerini; sıvı yerine geçenler, karbonhidrat yükleyenler ve besin takviyesi spor içecekleri olarak tanımlayan sınıflamaya da rastlanmaktadır (Smith, 1992).

-Sıvı Yerine Geçen Spor İçecekleri:

Su kadar çabuk emilir ve genellikle 2 saatten az süren aktivitelerde kullanılırlar. Bu içecekler su yerine kullanılabilir ve fiziksel aktiviteden önce, aktivite esnasında ve sonrasında tüketilmelidirler (Gatorade, Max ve Carboplex II) (Smith, 1992). Bu içeceklerin çoğunda hızlı gastrik boşalma oranı sağlanır ve enerji sağlayan glikoz polimerleri bulunur. Bu nedenle bu içeceklerin bazıları hem sıvı yerine geçer, hem de karbonhidrat yükleyen içecekler kategorisinin ikisine de uyar (Mitchell ve ark., 1988).

-Karbonhidrat Yükleyen Spor İçecekleri:

Sıvı yerine geçen içeceklerden farkı, karbonhidrat yükleyen spor içeceklerinin daha fazla miktarda kas glikojeni üretmeleri ve böylece daha fazla dayanıklılık

sağlamalarıdır. Egzersiz öncesi ve sonrasında kullanılmalılardır (Gatorlode, Exceed High Carbohydrate Source ve Carboplex) (Smith, 1992).

-Besin Takviyesi Spor İçecekleri:

Bu takviyeler vitamin ve mineral içerir ve atletlerin dengeli diyet almasını sağlarlar. Kilo vermek isteyen sporcular yağlı ve kalorili gıdalar yerine bu içecekleri kullanabilirler. Kilo almak istendiğinde de kalori miktarını arttırmak için öğünlerle birlikte alınabilirler (Gatorpro ve Ultra Energy) (Smith, 1992).

1.6.3. Meyve İçecekleri

Meyve ve sebzeler; antioksidan içermeleri ve antioksidanların sağlıklı yaşam açısından öneminin anlaşılması ile birlikte ilgi odağı olmuşlardır ve tüketimleri artmıştır. Dünya sağlık örgütü (WHO) tarafından günde en az 5 kez meyve/sebze tüketilmesi tavsiyesi de, meyveye en yakın olan ya da meyveyi en iyi yansıtan içecekler olan meyveli içeceklerinin popüler olmasını sağlamıştır. Meyvelerden elde edilen içecekler, içerdikleri meyve oranına göre farklı kategorilere ayrılırlar; tamamen meyveden elde edilen ve %100 meyve oranına sahip olan içecekler “meyve suyu (fruit juice)” olarak adlandırılırlar (Artık, 2017). Meyve suyu, doğal olarak meyve dokusunda bulunan sıvının çıkarılması ya da sıkıştırılması ve daha sonra pastörize edilmesi ile elde edilen, hiçbir katkı maddesi içermeyen bir içecektir (Haskınacı, 2017). Sağlıklı, olgun, taze ya da soğukta muhafaza edilmiş bir veya birkaç çeşit meyveden elde edilen, elde edildiği meyvenin tipik renk, tat, koku özelliklerini gösteren, fermente olmamış ya da fermente olabilen ürünler olarak tanımlanmaktadır (Haskınacı, 2017). Meyve suyu meyveden elde edilebildiği gibi, meyve konsantresinin seyreltilmesi ile de hazırlanabilmektedir (Haskınacı, 2017).

Meyve oranı %10-24 arasında olanları içecekler “meyveli içecekler (juice drink)” dir. Şeker, gerektiğinde asit ve diğer katkı maddeleri içerirler (Artık, 2017).

Meyve oranı %3-9 arasında olanlar ise “aromalı içecek (fruit drink)” olarak adlandırılırlar (Artık, 2017). Bu gruptaki içeceklerin çoğu; şeker, meyve rengi ve gerçek meyve suyundakine benzer yapay tattan başka bir şey içermezler. Çok azı, küçük miktarda meyve ya da meyve suyu içerir (Olivia, 2017).

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğine göre meyveli içeceklerde bir diğer kategori, meyve oranı %25-99 arasında olan ve “meyve nektarı” olarak adlandırılan içeceklerdir (Artık, 2017). Bu gruba asit katılması yasak olup, minimum asit miktarı susuz sitrik asit olarak %2.56-7.68 gr/litre arasındadır (Haskınacı, 2017).

Portakal suyu Avrupa’da ve tüm dünyada en fazla tüketilen meyve suyudur. Vitamin C, potasyum, folat (folik asit) ve polifenol (hesperidin) gibi besleyiciler içerir ve çocuklarda günlük C vitamini ihtiyaının %15’ini, erişkinlerde ise %8’ini karşılar (Chanson-Rolle ve ark., 2016). Ayrıca kolesterol düşürücü potansiyele sahiptir. Portakal suyunda organik asitler bulunur. Özellikle sitrik asit belirgin miktardadır, diğer organik asitler de (tartarik, malik, benzoik ve süksinik asit) mevcuttur (Sinclair ve ark., 1945). Portakal suyu asidiktir ($pH \approx 3.3-4.1$) ve asiditesi sitrik asitten kaynaklanmaktadır, malik asit eser miktardadır (Sinclair ve ark., 1945).

1.6.4. Fonksiyonel İçecekler

Fonksiyonel içecekler nutrasötik gıdalar olarak bilinirler; sağlığa yararlı etkileri olan, besleyiciler-vitaminler ya da bitkisel takviyeler ile güçlendirilmiş gıda ya da gıda parçacıkları olarak tanımlanırlar. En yaygın takviyeler Ca, E vitamini, A vitamini, C vitamini ve ginkgo, ginseng, ekinezya gibi bitkilerdir (Villasenor ve ark., 2002). Bu yapılarından dolayı bu tip içecekler performans geliştirici ve metabolizmayı stimüle edici “canlandırıcı” olarak lanse edilirler. Ancak bu içeceklerin içerdiği kafein miktarı, gözardı edilemeyecek sağlık endişeleri oluşturmaktadır (McCusker ve ark., 2006).

Özellikle 18-35 yaş grubu için piyasaya sürülmüş olan **enerji içecekleri**, fonksiyonel içecek sınıfındadır. Tüketiciler tarafından enerji patlaması sağlama, fiziksel ve mental performansı artırma, konsantrasyonu güçlendirme amaçlarıyla kullanılırlar. Karbonhidratlar, kafein, glukoronolakton, aminoasitler (taurin), proteinler, vitaminler, mineraller, asitler ve ginkgo, ginseng, guarana, yerba mate gibi bitkisel ilaveler içerirler. Guarana ve yerba mate bu içeceklerin kafein miktarını arttırabilir. Enerji içeceklerindeki kafein miktarı markaya göre değişmekle birlikte, karbonatlı kolalı içeceklerinin yaklaşık 3 katı kadardır (Felix ve ark., 2013).

Enerji içeceklerin tüketilmesi; teşvik edici iddialar, modern reklam ve etiketler ile yıllar geçtikçe artış göstermektedir (Ishak ve ark., 2012). Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğine göre enerji içecekleri özel beslenme amaçlı gıdalar kapsamında değerlendirilmez ve içerdiği kafein miktarı 150 mg/L'den fazla olamaz. Kafein susuzluğa neden olduğundan, egzersiz sonrası içilmemesi tavsiye edilir. Çocuklar, 18 yaş altı kişiler ve hamile bayanların bu tür içeceklerden uzak durmaları önerilmektedir (Aktaş ve Özdemir, 2012). En popüler enerji içeceği RedBull'dur, 1987'de Avusturya'da, 1997'de USA'da üretilmiştir.

Yukarıda bahsedilen karbonatlı içecekler, spor içecekleri, enerji içecekleri ve meyve suları genellikle düşük pH'ya sahiptirler ve asidik yapıdadırlar. Asidik içecek tüketimi hem dişleri hem de restoratif materyalleri olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Çoğu soft içekte bulunan fosforik asit, sitrik asit veya sitratlar, dişin Ca'u ile şelatlar yapıp diş yıkımını arttırırlar (Oilo, 1992 ve Soderholm ve ark., 1996). Tatlarını arttırmak ve raf ömrünü uzatmak amacıyla içeriklerine sitrik asit ilave edilen spor içecekleri ve enerji içeceklerinin minenin yüksek miktarda çözünürlüğüne neden olacak potansiyele sahip oldukları rapor edilmiştir (Ehlen ve ark., 2008 ve Owens, 2007). Ayrıca, yüksek miktarda fosforik asit içeren karbonatlı içecek ve sitrik asit içeren portakal suyu dental restoratif materyallerin yüzey özelliklerinde bozulmaya ve erozyona yol açabilmektedir (Wongkhantee ve ark., 2006). İçeceklerin asiditesinin su moleküllerinin polimer matrikse penetrasyonunu kolaylaştırdığı, difüzyon katsayısını arttırdığı, plastikleştirici olarak rol oynadığı, polimer zincirleri arasındaki interaksiyonu azalttığı, su emilimini arttırdığı ve kompozit rezinlerin yıkımına neden

olduğu bildirilmektedir (Aliping-Mckenzie ve ark., 2004; Curtis ve ark., 2008; Wongkhantee ve ark., 2006 ve Zhang ve Xu, 2008).

1.7. Gargaralar

Asidik içecekler kadar oral bakım ürünleri de günlük hayatımızda oldukça sık kullanılmaktadır. Ağızda farklılık hissi oluşturmaları, ağız kokusunu azaltmaları, diş çürüğü ve periodontal hastalıkları önlemeleri sayesinde her ne kadar ağız kuruluşuna yol açtıkları ve baş-boyun kanseri insidansında artışa neden olabildikleri bildirilmiş olsa da estetiğe verilen önemin de artmasıyla birlikte ağız gargaralarının kullanımı oldukça artmıştır. Dolayısıyla ağızda mevcut restorasyonlar da sıklıkla ağız gargaralarına maruz kalmaktadırlar (Eliot ve ark., 2013; Kumar ve ark., 2013 ve Miranda ve ark., 2011).

Gargaralar, içerikleri ve etken maddelerine bağlı olarak dişler ve restoratif materyaller üzerinde zararlı etkilere neden olabilmektedir. Düşük pH ve yüksek alkol içeriğine sahip olan gargaralar, kompozit rezinlerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini etkileyebilmektedirler (Almeida ve ark., 2010). Asidik ürünler içeren gargaraların kompozit rezinlerde polimer arası etkileşimleri zayıflatıkları, su emilimi ve çözünürlüğü arttırabildikleri iddia edilmektedir. Asidik solüsyonlar kompozit rezinlerin polimer ağı içine yayılıp, polimer zincirlerini ayırır ve bir genişleme oluşturarak materyalin hacim boyutlarını etkilerler. Asmussen (1984) de, polimer matriksteki yumuşamanın asit mevcudiyetinde önemli şekilde arttığını bildirmiştir.

Gargaralardaki alkol konsantrasyonu da kompozit rezinlerin bozulmasını etkiler (Almeida ve ark., 2010; Festuccia ve ark., 2012 ve Miranda ve ark., 2011). İyi bir dimetakrilat çözücü olan alkol, kompozit materyalden ayrılan reaksiyona girmemiş monomer ve oligomerlerin miktarını arttırarak polimer matriksini genişletirebilir ve yumuşatabilir (Lee ve ark., 1998). Bu nedenle alkollü gargaralar kompozit rezinlerin sertlik, su emilimi ve çözünürlük özelliklerini olumsuz olarak etkileyebilirler (Festuccia ve ark., 2012; Kumar ve ark., 2013 ve Rocha ve ark., 2010).

Ağız Gargarası Türleri

Gargaralar reçeteli ya da reçetesiz olmak üzere iki şekilde satılırlar. *Reçetesiz* olanlar kozmetik ya da terapötik amaçlıdırlar. Kozmetik olan reçetesiz gargaralar dişleri beyazlatır ya da nefesi ferahlatırlar. Tatlandırıcılar, yağlar veya hidrojen peroksit gibi aktif maddeler içerirler. Ağız kokusunu geçici olarak kontrol eder ya da azaltırlar, ancak kokuya neden olan bakterileri öldüremedikleri için ya da koku oluşturan bileşikler kimyasal olarak inaktive edemedikleri için kötü kokunun nedenini ortadan kaldıramazlar. Bu gargaralar plak, gingivitis ya da çürüğü azaltmazlar. Terapötik olan reçetesiz gargaralar ise çürük ya da gingivitis gibi hastalıklara karşı koruyucu bir içeriğe sahiptirler. Flor içerenleri çürüğü önler veya azaltır. Bu gargaralar plak, gingivitis, çürük ve kötü kokuyu azaltmada yardımcı olurlar. Genelde terapötik gargaralar “periodontal hastalıklara neden olan mikroorganizmaları öldürme ya da büyümesini önleme” özelliğine sahiptirler ve bunlar ‘antimikrobiyal gargaralar’ olarak adlandırılmışlardır. Antimikrobiyal gargaralar klorheksidin (CHX), setil piridinyum klorit (CPC) ya da esansiyel yağlar gibi 3 aktif maddeden birini içerirler.

Reçeteli gargaralar ise tipik olarak anahtar bir aktif madde (klorheksidin) içermektedirler.

Antimikrobiyal Gargaralar

Antimikrobiyal gargaralar, etken maddelerine bağlı olarak 3 grup altında incelenebilirler.

-Klorheksidin içeren antimikrobiyal gargaralar:

Klorheksidin, plak ve gingivitis azaltmada en etkili ajandır ve ‘‘altın standart’’ olarak bilinmektedir (Moran, 2000). Oral kaviteye güçlü bir şekilde bağlanır ve antibakteriyel etkisi 7-12 saat yavaş salınımı ile devam eder (Ernst ve ark., 2005 ve Mandel, 1988). Klorheksidin katyonik olduğundan ve diş macunlarında bulunan

sodyum lauryl sülfat ya da kalay florür gibi anyonik florürler ile reaksiyona girerek inaktive olduğundan, klorheksidinli gargara kullanılırken diş fırçalama ile klorheksidinli gargara kullanımı arasında en az 30 dakika, ideal olarak 2 saat aralık bırakılması gerekmektedir (Farah ve ark., 2009).

-Setil piridinyum klorit içeren gargaralar:

Antiseptik ve geniş spektrumlu antimikrobiyal etkiye sahip katyonik gargaralardır. Hem gram (+) hem de gram (-) bakterilere karşı etkilidirler.

-Esansiyel yağlar içeren gargaralar:

Bitkilerin hoş kokulu komponentidirler ve fenolik bileşiklerden oluşurlar. Esansiyel yağları içeren gargaralar bakterisit etkiye sahiptirler. Aerob ve anaerob bakterileri öldürür, gingivitis ve halitosisi azaltırlar. %21.6-26.9 alkol içerirler, bu yüzden bazı hastalar tarafından tolere edilemeyen yanma hissi oluşabilir ve dişlerde hafif renk değişikliğine yol açabilirler (Sharma ve ark., 2005). Esansiyel yağlar, klorheksidin ve setil piridinyum kloritten farklı olarak nötral elektrik yüküne sahiptir ve gargara ya da macunlardaki diğer yüklü ajanlarla etkileşimleri yoktur (DePaola ve Spolarich, 2007). Bu gruptaki Listerine, ADA (American Dental Association) tarafından güvenli ve etkili antibakteriyel/antigingivitis gargarası olarak ilk onaylanan reçetesiz gargara. Listerine geniş spektrumlu antibakteriyel aktivite göstermektedir. Bakteriyel çoğaltmayı yavaşlatabilir ve plak olgunlaşmasını geciktirerek plak birikimini azaltabilir. Listerine'nin substantivitesi yoktur, ancak; plak ve gingivitiste önemli etki sağlamaya yetecek kadar antienflamatuar ve antibakteriyel etkiye sahiptir (Ouhayoun, 2003). Listerine %26.9 alkol içermektedir ve içerdiği etanol ve esansiyel yağlardan dolayı keskin bir tada sahiptir. Hiposalivasyonu olanlarda yüksek alkol içeriği nedeniyle tavsiye edilmez. Cool Mint Listerine ve Cool Citrus Listerine; aktif ajan seviyesi aynı tutulup, alkol oranı azaltılarak ve farklı bitki tatları ilave edilerek piyasaya sürülmüştür. Bu gargaraların etkileri Listerine ile aynıdır. Natural Citrus Listerine, Fresh Burst Listerine, Tartar Control Listerine de diğer isimleridir (Okuda ve ark., 1998).

1.8. Amaç

Bilindiği gibi, restoratif materyaller ağıza yerleştirildikleri andan itibaren suya, tükürüğe, oral hijyen prosedürlerinde kullanılan ajanlara maruz kalırlar ve su absorbe edebilirler (Ferracane ve ark., 1998 ve Kalachandra ve Turner, 1987).

Sıvıların aşırı absorpsiyonu; kompozit rezin matriksinin yumuşaması, bazı maddelerin salınması (reaksiyona girmemiş monomerler, monomerlerin yabancı maddeleri, katkı maddeleri, bozunma ürünleri) (Finer ve Santerre, 2007; Sideridou ve Achilias, 2005 ve Toledano ve ark., 2006) ve doldurucuların uzaklaşması (Martin ve ark., 2003) gibi olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Bu salınan maddeler, restorasyon etrafında bakterilerin büyümesine ve sekonder çürüklerin oluşumuna neden olabilir (Geurtsen ve ark., 1998; Sideridou ve ark., 2003 ve Yoshii, 1997), kompozit rezinlerin biyouyumluluk oranlarını düşürebilir (Eick ve ark., 2002). Bu maddelere uzun süre maruz kalınması sağlığa da zarar verebilmektedir (Mazzaoui ve ark., 2002). Bunlara ilaveten, su emilimi ya da su absorpsiyonu dental kompozitlerin bozulmasını da hızlandırabilir (Ortengren ve ark., 2001b ve Toledano ve ark., 2006) ve gerilme direnci, fleksibilite ve aşınma direnci gibi fiziksel/mechanik özelliklere zarar verebilir (Ferracane ve ark., 1998; Sarrett ve Ray, 1994 ve Toledano ve ark., 2006). Bu yüzden çeşitli sıvıların ve özellikle de asidik sıvıların kompozit rezinlerin su emilimi ve çözünürlüğü üzerine etkisini saptamak oldukça önemlidir. Kompozit rezinlerin çeşitli sıvılar karşısında su emilimi ve suda çözünürlük özellikleri pek çok çalışmada değerlendirilmiştir. Ancak, çalışmalarda bu amaçla genellikle distile su, yapay tükürük ve farklı etanol konsantrasyonlarının kompozit rezinler üzerindeki etkileri araştırılmıştır (Curtis ve ark., 2008; Goncalves ve ark., 2008 ve Zhang ve Xu, 2008).

Sıklıkla tüketilen asidik içecekler ve kullanılan gargaların kompozit rezinlerin renk, sertlik, pürüzlülük gibi farklı fiziksel-mekanik özellikleri üzerine etkisini değerlendiren çalışmalar olsa da, bu asidik sıvıların kompozit rezinlerin su emilimi ve çözünürlüğü üzerine etkilerini değerlendiren çok az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Almeida ve ark. (2010), De Moraes Porto ve ark. (2014) ve Ozer ve ark. (2014), gargaların kompozit rezinlerin su emilimi ve çözünürlüğü üzerine etkisini

incelemişlerdir. Yalnızca bir adet çalışmada (Rahim ve ark., 2012) kola ve portakal suyunda kompozit rezinlerin su emilimi ve çözünürlük özelliklerinin değerlendirildiği görülmüştür. Asidik sıvıların restoratif materyaller üzerindeki etkisini görmek ve hastalara bunların tüketimi ile ilgili tavsiyelerde bulunmak için gerekli bilgiye sahip olmak önem kazanmaktadır. Bu nedenle, çalışmamızda, farklı kompozit rezinlerin su emilimi ve çözünürlüğünün asidik oral hijyen ürünleri de dahil olmak üzere farklı asidik sıvılardan nasıl etkilendiğini incelemenin faydalı olacağı düşünülmüştür.

Bu amaçla, çalışmamızda, 4 farklı dental kompozit rezin materyallerinin (nanoseraamik, nanodolduruculu, nanohibrit ve mikrohibrit) karbonatlı içecek, portakal suyu, spor içeceği, enerji içeceği, gargara gibi farklı asidik sıvı ortamlarında ve kontrol grubu olarak distile suda, farklı değerlendirme sürelerinde su emilimi ve suda çözünürlük özellikleri incelenmiştir.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızda 4 farklı kompozit rezin materyalinin farklı asidik sıvı ortamlarında ve farklı sürelerde su emilimi ve çözünürlük özellikleri değerlendirilmiştir.

2.1. Çalışmada Kullanılan Kompozit Resin Materyalleri

Çalışmada nanohibrit Clearfil Majesty Esthetic (Kuraray, Okuyama, JAPAN), nanodoldurucu Filtek Ultimate Universal Restorative (3M ESPE, St. Paul, MN, USA), mikrohibrit Dynamic Plus (President, Duisburg, Germany) ve nanoseramik Zenit (President, Munich, Germany) kompozit rezinleri kullanılmıştır (Çizelge 2.1). Kullanılan bütün kompozit rezinlerin rengi A2 olarak seçilmiştir.

Clearfil Majesty Esthetic; nanohibrit bir kompozit rezindir. Organik fazında Bis-GMA (Bis-phenol A diglycidylmethacrylate), hidrofobik aromatik ve alifatik dimetakrilat monomerler; inorganik fazında ise silanize edilmiş baryum cam doldurucu, pre-polimerize edilmiş organik doldurucular mevcuttur. Doldurucuların büyüklükleri 0.37-1.5 µm arasındadır ve ortalama partikül büyüklüğü 0.7 µm'dir.

Filtek Ultimate Universal Restorative; nanodoldurucu yapıda olan, universal (hem anterior hem de posterior restorasyonlarda kullanılabilen) bir kompozit rezindir. Bis-GMA, UDMA (Urethane dimethacrylate), TEGDMA (Triethylene glycol dimethacrylate), PEGDMA (poly (ethylene glycol) dimethacrylate) ve Bis-EMA (ethoxylated bisphenol-A dimethacrylate) rezinlerini içermektedir. Doldurucu olarak serbest halde 20 nm silika partiküller, 4-11 nm zirkonya partiküller ve bunların birarada olduğu kümeler (20 nm silika ve 4-11 nm zirkonya partiküllerinden oluşan) içerir. Dentin tonları, ortalama 0.6-10 mikron büyüklüğünde kümelerden oluşur. İnorganik doldurucu oranı ağırlık olarak %78.5 ve hacimce %63.3'tür.

Dynamic Plus; görünür ışıkla aktive olan radyoopak ve mikrohibrit bir kompozit rezindir. Hem anterior hem de posterior restorasyonlarda kullanılabilir. Bis-GMA ve TEGDMA rezinleri içerir. Doldurucu olarak baryum aluminosilikat (ortalama partikül büyüklüğü $<1 \mu\text{m}$) ve fumed silikadan (ortalama partikül büyüklüğü $0.04 \mu\text{m}$) oluşur. Doldurucular hacimce %65, ağırlıkça %80 oranında bulunmaktadır.

Zenit; nanoseramik bir kompozit rezindir. Organik fazı diurethane dimethacrylate, butanediol dimethacrylate ve isopropylid-bis [2(3)-hydroxy-3(2)(4-phenoxy)propyl] bismethacrylate içerir. Doldurucu olarak cam doldurucular (ortalama partikül büyüklüğü $0.7 \mu\text{m}$), pyrogenic silika (ortalama partikül büyüklüğü 12 nm) ve aglomere edilmiş seramik nanopartiküller (ortalama partikül büyüklüğü $0.6 \mu\text{m}$) bulunmaktadır. Doldurucu miktarı hacimce % 70 ve ağırlıkça % 83'tür. Bukalemun etkisi vardır ve bu sayede dolgu renginin diş yapısına uyumu arttırılmıştır.

Çizelge 2.1. Çalışmada kullanılan kompozit rezinler ve içerikleri

MATERYALLER ve ÜRETİCİ FİRMALAR	Tipi	İÇERİK	DOLDURUCU TİPİ ve MİKTARI
Clearfil Majesty Esthetic (Kuraray, Okuyama, JAPAN)	Nanohibrit	-Bis-GMA -Hidrofobik aromatic dimetakrilat -Hidrofobik alifatik metakrilat	-Silanize edilmiş baryum cam doldurucu (ortalama partikül büyüklüğü $0.7 \mu\text{m}$) -Pre-polimerize nanofiller içeren organik doldurucular -Organik doldurucu yükü ağırlıkça %78, hacim olarak %66
Filtek Ultimate Universal Restorative (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)	Nanodoldurucu	-Bis-GMA -UDMA -TEGDMA -PEGDMA -Bis-EMA	-Non aglomere/non agrege silika doldurucular (20 nm) -Non aglomere/non agrege zirkonya doldurucular ($4-11 \text{ nm}$) -Agrege zirkonya/silica cluster (kümeleri) ($0.6 \mu\text{m}$) -İnorganik doldurucu oranı: %78.5 (ağırlık) %63.3 (hacim)
Dynamic Plus (President, Duisburg, Germany)	Mikrohibrit	-Bis-GMA -TEGDMA	-Baryum aluminosilikat (ortalama partikül büyüklüğü $\leq 1 \mu\text{m}$) -Fumed silika (ortalama partikül büyüklüğü $0.04 \mu\text{m}$) -Doldurucu miktarı: 80 (ağırlık %) 65 (hacim %)
Zenit (President, Munich, Germany)	Nanoseramik	-Diurethane dimethacrylate -butanediol dimethacrylate -Isopropylid-bis [2(3)-hydroxy-3(2)(4-phenoxy)propyl] bismethacrylate	-Cam doldurucular (ortalama partikül büyüklüğü $0.7 \mu\text{m}$) -Pyrogenic silika (ortalama partikül büyüklüğü 12 nm) -Aglomere edilmiş ve silanlanmış seramik nanopartiküller (ortalama partikül büyüklüğü $0.6 \mu\text{m}$) -Doldurucu miktarı: 83 (ağırlık %) 70 (hacim %)

2.2. Çalışmada Kullanılan İçecekler/Sıvılar

Çalışmada; karbonatlı içecek (Pepsi, Fruko Meşrubat San. Ltd. Şti., İstanbul, TÜRKİYE), portakal suyu (Cappy, Coca-Cola içecek A.Ş., İstanbul, TÜRKİYE), spor içeceği (Powerade Ice Blast, Coca-Cola içecek A.Ş., Tekirdağ, TÜRKİYE), enerji içeceği (Red Bull, Red Bull Gıda Dağıtım ve Paz. Tic. Ltd, İstanbul, TÜRKİYE), ağız gargarası (Listerine Cool Mint, Johnson & Johnson, İstanbul, TÜRKİYE) ve kontrol grubu olarak da distile su (Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Biyokimya A.D) kullanılmıştır (Çizelge 2.2).

Çalışmamızda kullandığımız karbonatlı içecek; su, fruktoz, glukoz şurubu, karbondioksit, renklendirici, orto fosforik asit, kafein ve aroma vericiler içermektedir. pH'sı 4'tür.

Portakal suyunun pH'sı 3.7 olup; su, sitrik asit, konsantre portakal parçacıklı portakal suyu ve aroma vericiler içermektedir.

Spor içeceği; su, dekstroz, fruktoz, asitliği düzenleyiciler, aroma vericiler, kıvam arttırıcılar, mineral tuzlar, tatlandırıcılar ve renklendirici içermektedir. pH'sı 5.3'tür.

Çalışmamızda kullanılan enerji içeceğin pH'sı 4.9 olup; su, sakkaroz, glikoz, sitrik asit, karbondioksit, asitlik düzenleyici, taurin, kafein, vitaminler, renklendiriciler ve aroma vericiler içermektedir.

Ağız gargarası esansiyel yağ içeren bir gargara olup, pH değeri 5.6 ve alkol miktarı %21.6'dır; su, timol, ökaliptol, metill salisilat, mentol, sorbitol solusyonu, poloxamer 407, benzoik asit, nane esansı, sodyum sakkarin ve sodyum benzoate içermektedir.

Kontrol grubu olarak kullandığımız distile suyun pH'sı 7.6 olarak ölçülmüştür.

Çizelge 2.2. Çalışmada kullanılan içerikler/sıvılar

SOLÜSYONLAR	Marka/Firma	İçerik	pH
Karbonatlı içecek	Pepsi, Fruko Meşrubat San. Ltd. Şti., İstanbul, TÜRKİYE	-Su, Fruktoz, Kafein (0.1 g/L) -Glukoz şurubu, Karbondioksit -Renklendirici (karamel), Aroma vericiler -Asitlik düzenleyici (ortofosforik asit)	4.0
Portakal suyu	Cappy, Coca-Cola İçecek A.Ş., İstanbul, TÜRKİYE	-Konsantreden üretilmiş portakal parçacıklı portakal suyu -Su, Sitrik asit -Aroma vericiler	3.7
Spor içeceği	Powerade Ice Blast, Coca-Cola İçecek A.Ş., Tekirdağ, TÜRKİYE	-Su, Dekstroz, Fruktoz, Tatlandırıcılar (sukraloz, asesulfam potasyum) -Asitliği düzenleyiciler (sitrik asit, sodyum sitrat, malik asit, potasyum sitrat) -Aroma vericiler, Renklendirici (brilliant blue) -Kıvam arttırıcılar (akasya gamı, ağaç reçinesinin gliserol esterleri) -Mineral tuzlar (magnezyum klorür, kalsiyum klorür, potasyum fosfat)	5.3
Enerji içeceği	Red Bull, Red Bull Gıda Dağıtım ve Paz. Tic. Ltd, İstanbul, TÜRKİYE	-Su, Sakkaroz, Glikoz, Sitrik asit, Karbondioksit -Asitlik düzenleyici (sodium bikarbonat) -Taurin, Kafein (150 mg/l), Aroma vericiler -Vitaminler (niasin, pantotenik asit, B6, B12) -Renklendiriciler (sade karamel, riboflavin)	4.9
Gargara	Listerine Cool Mint, Johnson & Johnson, İstanbul, TÜRKİYE	-Su, Mentol, Nane esansı, Sodyum benzoate -Timol, Ökaliptol, Metill salisilat, Sorbitol solusyonu -Poloxamer 407, Benzoik asit, Nodyum sakkarin -Alkol %21.6	5.6
Distile su (kontrol grubu)	A.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Biyokimya A.D.	-Distile su	7.6

2.3. LED Işık Cihazı

Kompozit rezin örneklerin polimerizasyonunda kablosuz LED ışık cihazı (Monitex Blue Lex GT-1200, Gülsa Tıbbi Cihazlar Ltd. Şti, İzmir, TÜRKİYE) kullanılmıştır. Cihaz üzerindeki LCD ekrandan çalışma ve cihazla ilgili bilgiler grafiksel olarak takip edilebilmektedir. Işık gücü 1200 mW/cm² dir ve cihazın üzerinde ışık gücü ölçer mevcuttur. Dalga boyu aralığı 450-470 nm'dir. LED lamba ömrü yaklaşık olarak 60.000 saattir. Ergonomik bir cihaz olup, şarj edilebilir lityum pili uzun süre cihazın çalışmasına imkân vermektedir. Cihazın içerisinde sabit manyetik fan bulunmaktadır ve bu sistem cihazın fazla ısınmasını önlemektedir.

2.4. Hassas Terazı

Çalışma boyunca örneklerin ağırlığının ölçümünde 0,0001 gr hassasiyette ölçüm yapabilen elektronik terazi (RADWAG Wagi Elektroniczne, AS 310.R2, Radom, Polonya) kullanılmıştır. Elektronik terazi her bir ölçümden önce kalibre edilmiştir. Elde edilen veriler gram biriminden mikrogram birimine dönüştürmek için 10^{-6} ile çarpılmıştır.

2.5. Elektronik Kumpas

Örneklerin boyutları elektronik kumpas (Mitutoyo–Absolute Digimatic NTD12-15C., Kanagawa, Japonya) kullanılarak ölçülmüştür.

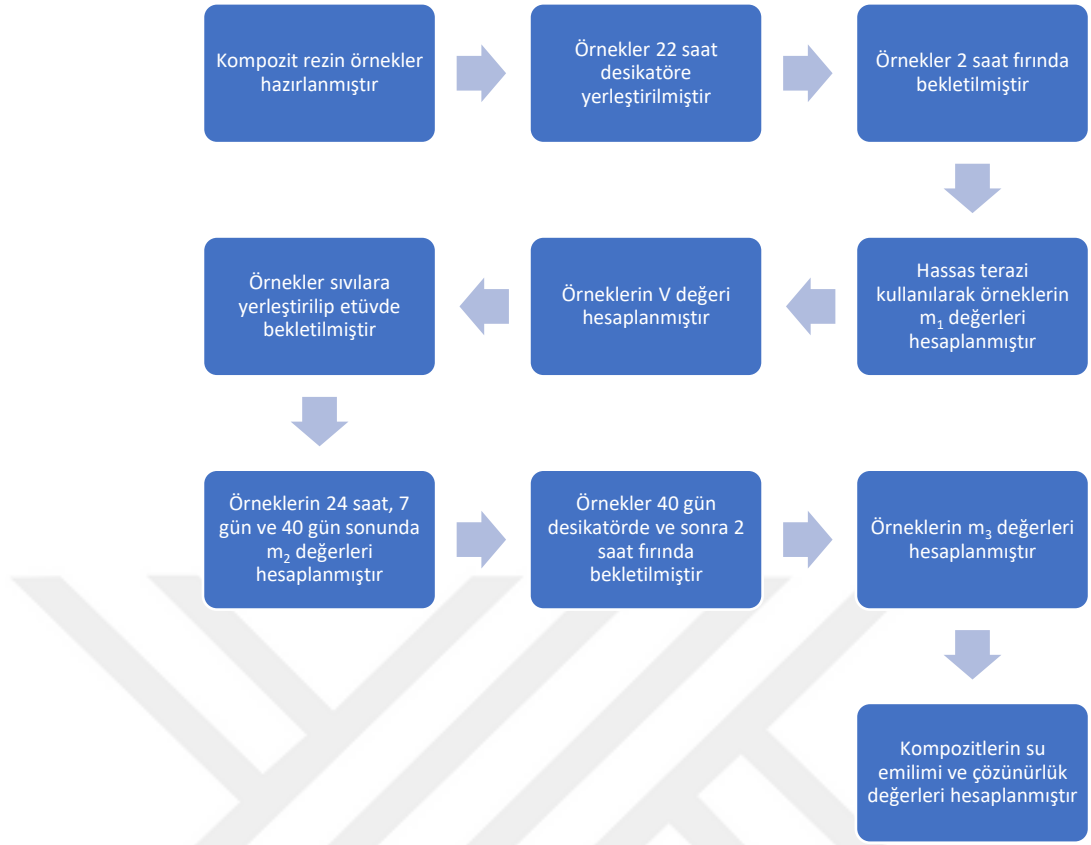
2.6. pH Ölçüm Cihazı

Çalışmamızda, pH ölçüm cihazı (SevenCompact pH/Ion S220, Mettler Toledo, Greifensee, İsviçre) kullanılarak kullanılan tüm sıvıların/içeceklerin pH ölçümleri yapılmıştır.

2.7. Test Örneklerinin Hazırlanması ve Su Emilimi/Çözünürlük Ölçümlerinin Yapılması

Çalışmamızda metal kalıplar kullanılarak her bir kompozit rezine ait 10 mm çapında 2 mm kalınlığında 48 adet örnek hazırlanmıştır. Kompozit rezinler yerleştirilmeden önce ince bir cam lamel ve şeffaf bant (Universal Strips, Extra Dental, İstanbul, Türkiye) bu kalıpların altında konumlandırılmıştır. Zenit, Dynamic Plus, Clearfil Majesty Esthetic ve Filtek Ultimate Universal Restorative kompozit rezinler kalıp içerisine yerleştirilmiş ve üzerine önce şeffaf bant, sonra ince 1 mm kalınlığında bir cam lamel konulmuştur ve parmak basıncı ile fazla kompozit rezinin uzaklaşması sağlanmıştır. Cam lamel uzaklaştırdıktan sonra LED ışık cihazının ucu her bir örneğe dik gelecek şekilde şeffaf bant üzerine yerleştirilmiş, her bir kompozit üretici firmanın

talimatları doğrultusunda polimerize edilmiştir (Zenit: 40 sn, Dynamic Plus: 20 sn, Clearfil Majesty Esthetic: 20 sn, Filtek Ultimate Universal Restorative: 40 sn). Çalışmamızda asidik sıvı olarak ağız gargarası; asidik içecekler olarak karbonatlı içecek, portakal suyu, spor içeceği, enerji içeceği; kontrol grubu olarak da distile su kullanılmıştır. Her bir kompozit rezine ait örnekler, her grupta 8 adet örnek olacak şekilde rastgele 6 gruba ayrılmıştır. Tüm örnekler, kompozit rezinlerden nemin uzaklaşmasını sağlamak için önce içerisinde CaCl_2 bulunan desikatörde (Labor-Teknik, İstanbul, Türkiye) $37\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 22 saat, daha sonra $23\pm 1^\circ\text{C}$ 'deki fırında 2 saat bekletilmiştir. Desikatörden alınan her bir örneğin ağırlığı hassas terazi ile ölçülüp, m_1 değeri olarak kaydedilmiştir. Her bir örneğin kalınlığı 3 farklı noktadan elektronik kumpasla ölçülmüştür ve hacimleri (V) mm^3 olarak hesaplanmıştır. Daha sonra örnekler çalışmada kullanılan sıvılar ile dolu (10 ml) plastik şişelerin içine yerleştirilerek 24 saat, 7 gün ve 40 gün süreyle $37\pm 1^\circ\text{C}$ 'de etüvde (GCA/Precision Scientific, Chicago, A.B.D) bekletilmiştir. Sıvılar 12 saat arayla değiştirilmiştir. 24 saat, 7 gün ve 40 gün sonunda sıvıların içerisinden alınan her bir örnek kurutma kâğıdı ile üzerindeki fazla su alındıktan sonra hassas terazide tekrar tartılmıştır. Elde edilen değerler m_2 değeri olarak kaydedilmiştir. Ölçümü yapılan örnekler tekrar desikatöre yerleştirilmiştir ve 37°C 'de 40 gün bekletildikten sonra $23\pm 1^\circ\text{C}$ 'deki fırında 2 saat tutulmuştur ve yeniden tartılarak sonuç ağırlıkları m_3 değeri olarak kaydedilmiştir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Test örneklerinin hazırlanması

2.8. Su Emilimi ve Çözünürlük Hesaplamaları

Kompozitlerin su emilimi ve çözünürlük değerleri aşağıdaki formül kullanılarak BS EN ISO 4049:2000 standartlarına göre (International Organization for Standardization) hesaplanmıştır.

$$(1) \text{ Su emilimi } (\mu\text{g}/\text{mm}^3) = \frac{m_2 - m_3}{v}$$

$$(2) \text{ Çözünürlük } (\mu\text{g}/\text{mm}^3) = \frac{m_1 - m_3}{v}$$

m_1 = Desikatörde kurutulan örneklerin suda bekletilmeden önceki ağırlıkları

m_2 = 24 saat, 7 gün ve 40 gün sıvıda bekletilmeyi takiben örneklerin ağırlıkları

m_3 = Örneklerin toplam 40 gün sıvılarda bekletilmeyi takiben 40 gün kurutulduktan sonraki ağırlıkları

v = Örneklerin hacmi= $\pi \times r^2 \times h$ (r =örneğin yarıçapı, h =örneğin 3 farklı noktadan ölçülen ortalama kalınlığı)

2.9. İstatistiksel Analiz

Elde edilen su emilimi değerleri SPSS software programı kullanılarak üç yönlü varyans analizi (three-way ANOVA) ve Duncan testi ile, çözünürlük değerleri ise iki yönlü varyans analizi (two-way ANOVA) ve Duncan testi ile istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Tüm istatistiksel analizler için $p=0.05$ seviyesi anlamlı kabul edilmiştir.

3. BULGULAR

Bir nanoseramik, bir nanohibrit, bir nanodoldurucu ve bir mikrohibrit kompozit rezinin karbonatlı içecek, portakal suyu, enerji içeceği, spor içeceği, gargara ve distile suda 24 saat, 7 gün ve 40 gün bekletildiklerinde sergiledikleri su emilimi değerleri ortalamaları ve standart sapmaları izelge 3.1’de verilmiştir.



Çizelge 3.1. Kompozit rezinlerin su emilim değerlerinin ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) kullanılan sıvılara ve zamana bağlı değişiminin genel ortalama tablosu

	Clearfil Majesty Esthetic			Filtek Ultimate Universal Restorative			Dynamic Plus			Zenit		
	24 saat	7 Gün	40 Gün	24 saat	7 Gün	40 Gün	24 saat	7 Gün	40 Gün	24 saat	7 Gün	40 Gün
Karbonatlı içecek	6.15±0.37	12.03±0.38	19.80±0.47	10.52±0.98	16.55±1.11	24.54±0.54	6.02±1.01	10.18±0.52	15.42±0.44	5.07±0.92	4.39±0.38	10.22±0.43
Spor içeceği	5.89±0.46	12.82±0.42	19.94±0.39	9.35±0.67	15.27±0.50	24.69±0.76	4.39±0.42	9.13±0.55	13.89±0.41	3.83±0.79	4.01±0.46	9.05±0.49
Enerji içeceği	8.69±0.60	15.33±0.57	27.77±0.76	11.57±1.12	18.19±1.13	27.65±1.02	6.04±0.76	12.25±1.06	20.65±1.07	3.52±0.64	5.22±0.62	12.91±0.97
Portakal suyu	5.53±0.47	9.56±0.41	19.36±0.65	9.41±0.57	15.03±0.56	24.24±0.39	5.69±0.36	9.85±0.61	15.43±0.72	3.53±0.91	4.15±0.60	9.09±0.65
Gargara	5.84±0.29	12.08±0.78	19.64±0.56	8.88±1.02	17.65±1.01	24.33±1.26	4.85±0.25	9.11±0.41	15.11±0.32	5.46±1.19	4.91±0.31	9.15±0.42
Distile su	3.94±0.29	9.65±0.90	20.54±0.96	6.83±0.28	14.37±0.36	23.94±0.45	4.81±0.20	10.02±0.31	17.58±0.75	2.17±0.41	4.06±0.11	9.29±0.42

Kompozit rezinlerin su emilimine ait verilerin üç yönlü varyans analizi ile farklı faktörler ve interaksyonlar için öneminin göstergesi çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Su emilimine ait üç yönlü varyans analizi tablosu

Varyans Kaynakları	Serbestlik Değeri	Su emilimi		
		Ortalama Kat Sayısı	F	P
Kompozit rezinler	3	2908.81	797.03	0.000**
Zaman	2	6967.35	1909.09	0.000**
Sıvılar	5	160.54	43.99	0.000**
Kompozit rezinler × Zaman	6	244.64	67.03	0.000**
Kompozit rezinler × Sıvılar	15	17.47	4.78	0.000**
Zaman × Sıvılar	10	27.12	7.43	0.000**
Kompozit rezinler × Zaman × Sıvılar	30	3.50	0.9591	0.730
Hata	504	3.65		
Genel	575			

** Önemli fark ($p < 0.01$)

3 ana faktör [kompozit rezinler (nanoseraamik, nanohibrit, nanodolduruculu, mikrohibrit); sıvılar (karbonatlı içecek, portakal suyu, enerji içeceği, spor içeceği, gargara, distile su); zaman (24 saat, 7 gün, 40 gün)] için önemli farklılıklar bulundu. 3 ana faktör arasındaki 3 yönlü interaksiyon (kompozit rezinler × zaman × sıvılar) istatistiksel olarak önemli değildi ($p=0.730$). Kompozit rezinler × zaman, kompozit rezinler × sıvılar, zaman × sıvılar arasındaki iki yönlü interaksiyonlar ise istatistiksel olarak önemli bulundu (interaksiyonların her biri için $p=0.000$) (izelge 3.2).

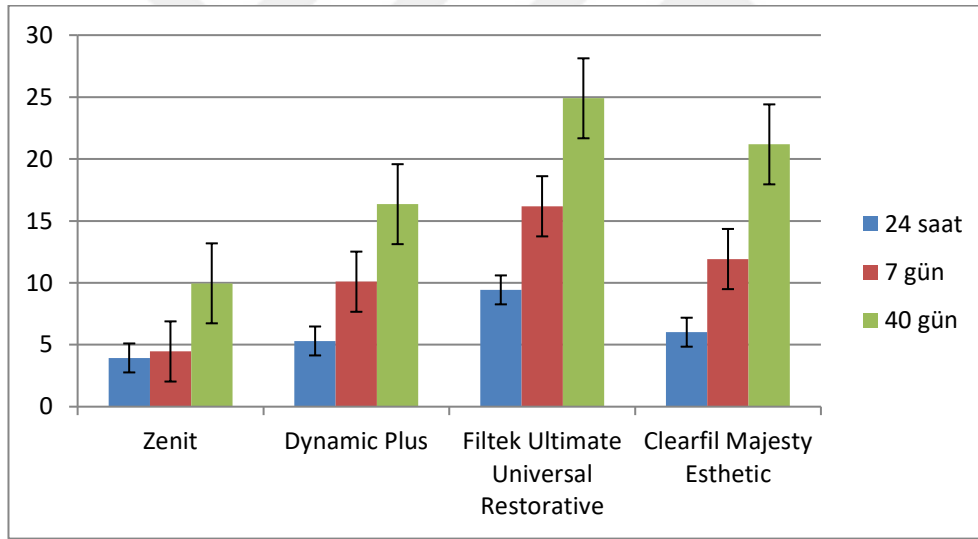
Kompozit rezinler ile zaman interaksiyonunu değerlendirmek amacıyla yapılan Duncan testine göre; hangi sıvı olduğuna bakılmaksızın, kullanılan kompozit rezinlerin tümünde su emilimi değerleri 24 saate kıyasla 40. günde istatistiksel olarak önemli ölçüde artmıştır. Zenit kompozit rezinde 24 saat ve 7 gün arasındaki su emilim değerleri benzer bulunmuş ($p > 0.05$), diğer tüm kompozit rezinlerde ise bekletme süreleri arasında istatistiksel olarak önemli farka rastlanmıştır ve 24 saat < 7 gün < 40 gün şeklinde saptanmıştır. Tüm zamanlarda en yüksek su emilimi Filtek Ultimate

Universal Restorative kompozit rezinde, en düşük su emilimi ise Zenit kompozit rezinde izlenmiştir (Çizelge 3.3 ve Şekil 3.1).

Çizelge 3.3. Kompozit rezinlerin su emilim değerlerinin ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) zamana bağlı değişimi

Kompozit	Zaman			Ortalama
	24 saat	7 Gün	40 Gün	
Zenit	3.93±0.36 H	4.46±0.19 GH	9.96±0.31 E	6.15±0.28 d
Dynamic Plus	5.31±0.24 FG	10.09±0.29 E	16.35±0.41 C	10.58±0.42 c
Filtek Ultimate Universal Restorative	9.43±0.38 E	16.18±0.38 C	24.90±0.36 A	16.84±0.57 a
Clearfil Majesty Esthetic	6.01±0.26 F	11.92±0.37 D	21.18±0.50 B	13.04±0.57 b
Ortalama	6.17±0.22 c	10.66±0.34 b	18.10±0.45 a	

Büyük harfler iteraksiyonun Duncan analizine ve küçük harfler ana faktörlerin Duncan analizine aittir.



Şekil 3.1. Kompozit rezinlerin su emilim ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) değerleri üzerine zamanın etkisi

Kompozit rezinler ile sıvılar arasındaki interaksiyonun değerlendirildiği Duncan testine göre; sıvıların kompozit rezinlerin su emilimi üzerine etkisi materyal bağımlı olmuş, her bir kompozit rezin kullanılan sıvılardan farklı şekillerde etkilenebilir. Zenit kompozit rezinde enerji içeceğinde bekletme ile; spor içeceği, portakal suyu ve distile sudan istatistiksel olarak farklı ve daha yüksek su emilimi izlenirken, Dynamic Plus (12.98 ± 1.35), Clearfil Majesty Esthetic (17.27 ± 1.68) ve Filtek Ultimate Universal Restorative (19.14 ± 1.5) kompozit rezinler diğer sıvılarla

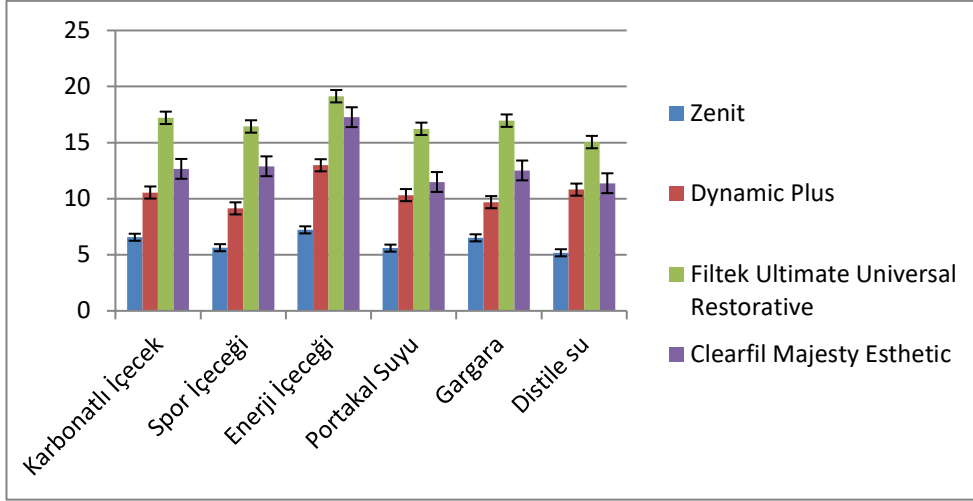
karşılaştırıldığında enerji içeceğinde istatistiksel olarak en yüksek su emilim değerlerini sergilemişlerdir.

Su emilimi, çalışmada kullanılan her bir sıvıda Zenit kompozit rezin için en düşük, Filtek Ultimate Universal Restorative için en yüksek değerler olarak elde edilmiştir. Clearfil Majesty Esthetic kompozit rezinin su emilim değerleri portakal suyu ve distile su dışında kullanılan tüm sıvılarda Dynamic Plus kompozit rezinden istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Portakal suyu ve distile suda Clearfil Majesty Esthetic ve Dynamic Plus kompozit rezinler birbirine benzer su emilimi sergilemişlerdir, bu değerler Zenit kompozit rezinden daha fazla, Filtek Ultimate Universal Restorative kompozit rezinden daha düşük bulunmuştur. (Çizelge 3.4 ve Şekil 3.2).

Çizelge 3.4. Kompozit rezinlerin su emilim değerlerinin ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) kullanılan sıvılara bağlı değişimi

Kompozit	Sıvı						Ortalama
	Karbonatlı İçecek	Spor içeceği	Enerji içeceği	Portakal suyu	Gargara	Distile su	
Zenit	6.56±0.64 IJ	5.63±0.60 J	7.22±0.95 I	5.59±0.65 J	6.51±0.57 IJ	5.18±0.65 J	6.12±0.28 d
Dynamic Plus	10.55±0.89 FGH	9.14±0.84 H	12.98±1.35 D	10.32±0.89 FGH	9.69±0.89 GH	10.81±1.25 FG	10.58±0.42 c
Filtek Ultimate Universal Restorative	17.21±1.29 B	16.44±1.36 BC	19.14±1.5 A	16.23±1.3 BC	16.96±1.45 B	15.05±1.47 C	16.84±0.57 a
Clearfil Majesty Esthetic	12.66±1.18 DE	12.89±1.21 DE	17.27±1.68 B	11.49±1.24 DEF	12.52±1.21 DE	11.38±1.49 EF	13.04±0.57 b
Ortalama	11.74±0.69 b	11.03±0.66 bcd	14.15±0.83 a	10.91±0.64 cd	11.42±0.66 bc	10.60±0.70 d	

Büyük harfler iteraksiyonun Duncan analizine ve küçük harfler ana faktörlerin Duncan analizine aittir.



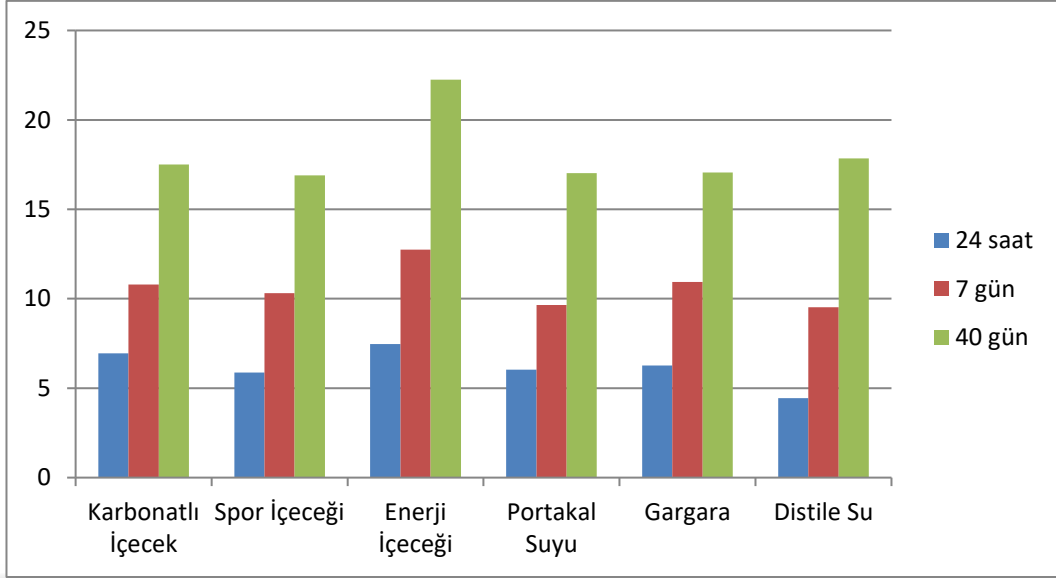
Şekil 3.2. Kompozit rezinlerin su emilim değerleri (µg/mm³) üzerine sıvıların etkisi

Su emilimi açısından sıvılar ile zamanın interaksyonunun değerlendirilmesinde kullanılan Duncan testi sonuçlarına göre; kompozit rezin türüne bakılmaksızın, 7.günde ve 40.günde enerji içeceği, kullanılan diğer içeceklerden istatistiksel olarak önemli derecede daha yüksek su emilimi sonuçları sergilemiştir (sırasıyla, 12.75 ± 0.96 , 22.25 ± 1.18). 24 saatte istatistiksel olarak en düşük su emilimi distile su grubunda saptanmıştır (4.44 ± 0.33). 24 saat bekletme süresinde enerji içeceği (7.46 ± 0.66) ile, distile su (4.44 ± 0.33), spor içeceği (5.87 ± 0.48) ve portakal suyundan (6.04 ± 0.48) istatistiksel olarak daha yüksek emilimi elde edilirken, 7.günde gargara ve distile su arasında istatistiksel olarak önemli fark saptandı ($p < 0.05$). Kullanılan sıvıların tümünde 24 saat sonunda elde edilen su emilim değerleri en düşük, 40 gün sonundaki değerler ise en yüksek olarak saptanmıştır (Çizelge 3.5 ve Şekil 3.3).

Çizelge 3.5. Kompozit rezinlerin su emilim değerleri (µg/mm³) üzerine sıvıların etkisinin zamana bağlı değişimi

Zaman	Sıvı						Ortalama
	Karbonatlı İçecek	Spor İçeceği	Enerji İçeceği	Portakal Suyu	Gargara	Distile Su	
24 saat	6.95±0.55 FG	5.87±0.48 G	7.46±0.66 F	6.04±0.48 G	6.26±0.47 FG	4.44±0.33 H	6.17±0.22 c
7 Gün	10.79±0.84 DE	10.31±0.79 DE	12.75±0.96 C	9.65±0.73 DE	10.94±0.89 D	9.53±0.70 E	10.66±0.34 b
40 Gün	17.50±0.97 B	16.90±1.09 B	22.25±1.18 A	17.03±1.03 B	17.06±1.06 B	17.84±1.02 B	18.10±0.45 a
Ortalama	11.74±0.69 b	11.03±0.66 bcd	14.15±0.83 a	10.91±0.64 cd	11.42±0.66 bc	10.60±0.70 d	

Büyük harfler itraksiyonun Duncan analizine ve küçük harfler ana faktörlerin Duncan analizine aittir.



Şekil 3.3. Sıvıların kompozit rezinlerin su emilim değerleri (µg/mm³) üzerine zamana bağlı etkisi

4 farklı kompozit rezinin 6 farklı sıvıdaki çözünürlük değerleri ortalamaları ve standart sapmaları çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Kompozit rezinlerin çözünürlük değerleri (µg/mm³) ortalamaları ve standart sapmaları ile sıvılara bağlı değişimi

Kompozit	Sıvı						Ortalama
	Karbonatlı İçecek	Spor İçeceği	Enerji İçeceği	Portakal Suyu	Gargara	Distile Su	
Zenit	-1.19±0.39 GHIJ	-1.83±0.42 J	-2.05±0.44 J	-0.88±0.46 GHIJ	-1.39±0.95 IJ	-1.61±0.69 J	-1.49±0.19 c
Dynamic Plus	1.44±0.53 CDEF	1.08±0.27 DEF	0.87±0.36 EF	0.44±0.59 EFGH	0.87±0.30 EF	0.36±0.51 EFGH	0.84±0.17 b
Filtek Ultimate Universal Restorative	2.86±0.59 ABC	2.62±0.56 BCD	4.28±0.23 A	1.99±1.07 BCDE	3.24±0.32 AB	0.19±0.25 FGHI	2.53±0.32 a
Clearfil Majesty Esthetic	0.38±0.55 EFGH	1.12±0.58 DEF	1.49±0.25 CDEF	0.48±0.36 FG	0.054±0.40 FGHI	-1.24±0.41 HIJ	0.38±0.22 b
Ortalama	0.87±0.34 a	0.75±0.38 a	1.15±0.53 a	0.51±0.28 a	0.69±0.40 a	-0.57±0.21 b	

Büyük harfler itiraksyonun Duncan analizine ve küçük harfler ana faktörlerin Duncan analizine aittir.

Kompozit rezinlerin çözünürlüğüne ait verilerin 2 yönlü varyans analizi sonuçları çizelge 3.7'de sunulmuştur. 2 ana faktör (kompozit rezinler, sıvılar) için 0.01 düzeyinde önemli farklılık tespit edilmiştir (sırasıyla, $p=0.000$, $p=0.002$). 2 ana faktör arasındaki iki yönlü interaksyonda (kompozit rezinler × sıvılar) 0.05 düzeyinde önemli farklılıklar saptanmıştır ($p=0.0118$).

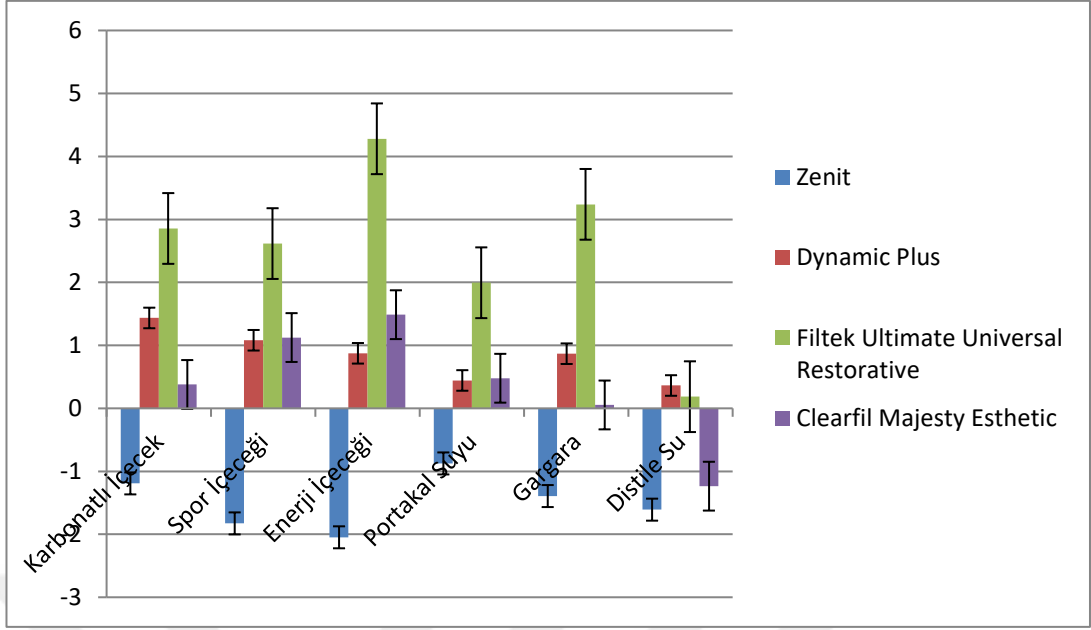
Çizelge 3.7. Çözünürlüğe ait iki yönlü varyans analizi tablosu

Varyans Kaynakları	Serbestlik Değeri	Çözünürlük		
		Ortalama Kat Sayısı	F	P
Kompozit rezinler	3	131.07	60.49	0.000**
Sıvılar	5	11.418	5.26	0.002**
Kompozit rezinler × Sıvılar	15	4.561	2.11	0.0118*
Hata	168	2.167		
Genel	191			

* Önemli fark (P<0.05)

** Önemli fark (P<0.01)

Kompozit rezinlerinin çözünürlük değerleri negatif değerler ve pozitif değerler şeklinde oluşmuştur. Çözünürlük açısından, kompozit rezinlerin sıvılar ile interaksiyonunun incelendiği Duncan testine göre; Zenit ve Dynamic Plus kompozit rezinlerinin çözünürlüğü tüm sıvılardan benzer şekilde etkilenirken, distile su Filtek Ultimate Universal Restorative kompozit rezinde en düşük çözünürlük değerleri sergilemiştir (0.19 ± 0.25). Filtek Ultimate Universal Restorative kompozit rezin için enerji içeceği, gargara ve karbonatlı içecek benzer çözünürlüğe neden olurken; enerji içeceğinde bekletme (4.28 ± 0.23), spor içeceği (2.62 ± 0.56) ve portakal suyundan (1.99 ± 1.07) istatistiksel olarak önemli derecede daha yüksek çözünürlüğe yol açmıştır. Clearfil Majesty Esthetic kompozit rezinde ise karbonatlı içecek, gargara ve distile su arasında istatistiksel olarak farka rastlanmazken, distile su ile kıyaslandığında portakal suyu, enerji içeceği ve spor içeceği ile elde edilen çözünürlük değerleri istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. Toplamda, en düşük çözünürlük Zenit kompozit rezinde ve negatif değerler olarak kaydedilmiştir, Filtek Ultimate Universal Restorative ise en yüksek çözünürlüğü sergilemiştir (Çizelge 3.6 ve Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Kompozit rezinlerin çözünürlük değerleri ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) üzerine sıvıların etkisi

Kompozit rezinlerin çözünürlüğü sıvılara bağlı olarak farklı şekilde etkilenmiştir. Diğer kompozitlere kıyasla; spor içeceği ve enerji içeceğinde en düşük çözünürlük Zenit kompozit rezinde izlenirken, gargara bekletilen Filtek Ultimate Universal Restorative kompozit rezin en yüksek çözünürlüğü sergilemiştir (Çizelge 3.6). Hangi kompozit rezin olduğuna bakılmaksızın, toplamda, en düşük çözünürlük distile suda; hangi sıvı olduğuna bakılmaksızın en yüksek çözünürlük Filtek Ultimate Universal Restorative kompozit rezinde, en düşük çözünürlük ise Zenit kompozit rezinde kaydedilmiştir (Çizelge 3.6).

4. TARTIŞMA

Bir restoratif materyalin ağızda uzun süre kalmasını saptamadaki ana faktörlerden biri, ağız ortamındaki kimyasal stabilitesidir. Polimer bazlı yapılarından dolayı kompozit rezinler, ağıza yerleştirilmelerinden itibaren sürekli etkileşim halinde oldukları sıvı ağız ortamından etkilenirler (Dos Santos ve ark., 2010 ve Ozer ve ark., 2014). Kompozit rezinlerin su Emilimi ve çözünürlükleri hakkında bilgi sahibi olmak onların ağız ortamındaki davranışını tatmin edebilmek açısından önemli olduğundan; bu çalışmada, 4 farklı kompozit rezinin 5 farklı asidik içecek/sıvıda ve distile suda farklı sürelerde bekletilmelerinin su Emilimi ve çözünürlük özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

Su Emilimi ve çözünme; rezin monomerin kimyası, polimer matriksin polimerizasyon derinliği (Ferracane, 1994), doldurucu partikül boyutları ve dağılımı (Calais ve Soderholm, 1988), polimerlerin hidrofilikliği ve ağız çapraz bağlanma yoğunluğu (Lee ve ark., 1998), rezin matriks ve doldurucu arayüzündeki maddelerden etkilenmektedir (Beatty ve ark., 1998 ve Oysaed ve Ruyter, 1986b). Dolayısıyla farklı kompozit rezin materyallerin farklı solüsyon/sıvılardan farklı şekillerde etkilendikleri bilindiğinden (Bagheri ve ark., 2007), çalışmamızda farklı kimyasal yapılara ve doldurucu tipi/büyükülüğü/miktarına sahip kompozit rezinler (nanodolduruculu, nanohibrit, mikrohibrit, nanoseramik) kullanılmıştır.

Kompozit rezinlerin renginin polimerizasyon dönüşüm derecesi üzerinde etkili olduğu ve koyu renk kompozit rezinlerde polimerizasyonun daha az olduğu ifade edilmiştir (Fowler ve ark., 1994; Koupis ve ark., 2004 ve Shortall ve ark., 1995). Bu yüzden çalışmamızda kullanılan kompozit rezinlerin tümü A2 renginde seçilmiştir.

Yapılan su Emilimi/çözünürlük çalışmalarında genellikle 10 mm ya da 15 mm çapında; 1 mm, 2 mm ya da 4 mm kalınlığında örneklerin kullanıldığı görülmektedir (Al Sunbul ve ark., 2015; Alrahlah ve ark., 2014 ve Archegas ve ark., 2008). Çalışmamızda kullanılan örnekler ışık cihazı ucunun çapının (11 mm) örnek çapından

(10 mm) büyük olmaması amacıyla 10 mm olarak hazırlanmış, klinikte rutin olarak uygulanan tabakalama yöntemini taklit edebilmek amacıyla da kalınlıkları 2 mm olarak seçilmiştir (Alrahlah ve ark., 2014). Benzer şekilde, Al Sunbul ve ark. (2015) ile Martin ve ark. (2003), çalışmalarında 10 mm çapında, Alrahlah ve ark. (2014) da, 2 mm kalınlığında örnekler kullanmışlardır.

Çalışmamızda hem oksijen inhibisyon tabakasını en aza indirmek, hem de daha düzgün bir yüzey elde edebilmek amacıyla, kompozit rezin örneklerin alt ve üst yüzeylerine şeffaf strip bantlar yerleştirilmiştir (Manhart ve ark., 2000; Saygili ve ark., 2003 ve Yap ve ark., 2001). Örneklerin üst yüzeyine yerleştirilen strip bantların üzerine, Kurachi ve ark. (2001) tarafından önerildiği şekilde, 1 mm kalınlığında transparan bir mikroskop camı (lamel) yerleştirilmiştir ve kompozit rezinlerin kalıp içerisine sıkıca yerleşmesi ve fazla kısımların taşarak uzaklaşması sağlanmıştır.

Rezin esaslı materyallerin polimerize edilmesi için kullanılan ışık cihazının ucu aracılığıyla iletilen ışık yoğunluğu ışık ucunun her bölgesinde aynı değildir, merkezden periferik doğru uzaklaşarak azalmaktadır (Harrington ve Wilson, 1995). Dolayısıyla ışık ucunun restorasyona olan mesafesi ve doğru yönlendirilmesi oldukça önemlidir (Shortall ve Harrington, 1996). Sakaguchi ve ark. (1992) polimerizasyon cihazının ucu ile kompozit rezin yüzeyi arasında 2 mm'lik bir mesafe olduğunda ışık yoğunluğunun %7; 4 mm'lik bir mesafe olduğunda ise ışık yoğunluğunun %25 oranında azaldığını açıklamışlardır. Bu yüzden, ışık ucu ile kompozit rezin arasındaki mesafe 1 mm olacak şekilde ışık uçlarının konumlandırılması tavsiye edilmektedir (Pires ve ark., 1993 ve Shortall ve Harrington, 1996). Bizim çalışmamızda da Bala ve ark. (2005) ile Yap ve ark. (2004b)'nın çalışmalarına benzer şekilde, kompozit rezin örneklerin üst yüzeyine bir mikroskop lameli yerleştirerek kompozit rezin-ışık ucu mesafesi 1 mm olarak standardize edilmiştir ve ışık yoğunluğunun azalması engellenmeye çalışılmıştır.

Sıcaklık değişiklikleri, içeceklerin iyonik bileşimini ve pH seviyesini etkileyebilir (Erdemir ve ark., 2013). Kompozit rezinlerin su emilimi ve çözünürlük özellikleri ısı/sıcaklıktan etkilendiğinden (Castro ve ark., 2013 ve Von Fraunhofer ve

Curtis, 1989), çalışmamızda bekleme süresi boyunca örnekler hem ağız ortamını taklit etmek hem de örneklerin maruz kaldığı ısıyı standardize etmek amacıyla $37\pm1^{\circ}\text{C}$ 'lik etüvde bekletilmişlerdir.

Kullanılan restoratif materyallerin yapısal özelliklerinin yanı sıra, bu materyallerin temasta olduğu sıvılar ya da bekletme solüsyonları da kompozit rezinlerin fiziksel/kimyasal özellikleri üzerinde etkili olan faktörlerdendir. Düşük pH'lı ortamlara maruz kaldıklarında kompozit rezinlerin matriks komponentlerinin dekompoze olduğu (Bayne ve ark., 1998 ve Kitchens ve Owens, 2007) ve doldurucuların rezin matriksten ayrıldığı (Abu-Bakr ve ark., 2000a) bildirildiğinden, çalışmamızda pH'sı 3.7-5.6 arasında olan asidik yapıdaki sıvı/içecekler kullanılmıştır. Karbonatlı içecek, spor içeceği, enerji içeceği ve portakal suyu, sıklıkla tüketilen içecekler olduğundan; gargara da ağız bakım ürünü olarak çoğunlukla kullanılan bir sıvı olduğundan çalışmada kullanılmaları tercih edilmiştir. Tükürük, gingival sıvılar ve su gibi nemli ağız ortamını taklit etmek amacıyla da diğer çalışmalarda olduğu gibi distile su kontrol grubu olarak kullanılmıştır (Food and Drug Administration, 1976). Distile su ayrıca kompozit rezinler üzerinde yıkım sürecinin sonucu olarak çeşitli etkiler oluşturduğu ispatlanmış olduğu için de kontrol grubu olarak seçilmiştir (Ferracane ve Condon, 1999; Lassila ve ark., 2002 ve Marghalani ve Watts, 2013).

Su emilimi ve çözünürlük değerleri üzerine kullanılan bekletme solüsyonlarının etkisini araştıran çalışmalarda, bekletme solüsyonları ya da solüsyonlarda bekletilme süreleri çeşitlilik göstermektedir. Restoratif materyallerin 1, 4, 24 saat solüsyonda bekletilme sonundaki değerlerinin incelendiği kısa dönem araştırmaların (Palin ve ark., 2005) ve 1, 4, 12, 26 haftalık orta dönem araştırmaların (Palin ve ark., 2005) yanı sıra; 300 gün, 1 yıl saklama süresi olan uzun dönem takipli araştırmalar (Alshali ve ark., 2015) da mevcuttur. Ayrıca, kompozit rezinlerin 7-60 günde su emilimi açısından doyma noktasına ulaştığı bildirilmiştir (Ferracane, 2006). Çalışmamızda, kompozit rezin örnekler 24 saat, 7 gün ve 40 gün boyunca asidik sıvılar ve distile su içerisinde bekletilerek kısa ve orta dönem performansları değerlendirilmiştir. pH değişikliklerinin difüzyonu ve rezin materyallerin çözünürlüğünü etkileyebileceği bilindiğinden, çalışmada kullanılan tüm sıvılar, pH

seviyesinde oluşabilecek varyasyonları önlemek amacıyla (Ortengren ve ark., 2004 ve Palin ve ark., 2005) 12 saat aralıklarla değiştirilmişlerdir.

Rezin bazlı restoratif materyallerin su Emilimi ve çözünürlüğünü tespit etmek amacıyla çok nadir olarak kullanılmış olan spektroskopik metodoloji (near-infrared spektroskopisi, fourier-transform near-infrared spektroskopisi) ve bilgisayar kontrollü lazer mikrometresi gibi yöntemler mevcut olsa da, çalışmalarda genellikle ISO 4049:2000 metodolojisi kullanılmaktadır. Kullanılması kolay, laboratuvarında kolay erişilebilir cihazlarla tekrarlanabilir şekilde yapılabilen, çalışmalarda yaygın olarak kullanılan güvenilir ve etkili bir metod olduğu ıspatlandığından (International Organization For Standardization) çalışmamızda da kompozit rezinlerin su Emilimi ve çözünürlük değerleri ISO 4049:2000 metodu kullanılarak ve bu metod rehberliğinde hazırlanmış olan formüllerden yararlanılarak elde edilmiş ve hesaplanmıştır.

Çalışmada kullanılan kompozit rezinlerin hepsi, kullanılan sıvılara ve zamana bağlı olarak su Emilimi sergilemişlerdir. Sıvılarda bekletilme süresinin kompozit rezinlerin su Emilimini önemli ölçüde etkilediği ve Emilimin zamanla arttığı, her bir kompozit rezinde 24 saat sonra elde edilen değerlerin 40 gün sonundaki değerlerden oldukça düşük olduğu görülmüştür. Nanoseramik Zenit kompozit rezin hariç diğer 3 kompozit rezinin su Emilimi 24 saat sonunda en düşük, 40.günde en yüksek olarak kaydedilmiş, 7 gün bekletme ile de 24 saatteki değerlerden çok, 40 günlük değerlerden az, su Emilimi saptanmıştır. Bu durum, sıvıların restoratif materyaller tarafından absorbe edildiği ve bu absorpsiyonun zamana bağlı olarak artmış olduğu şeklinde yorumlanabilir. Bu sonucumuz, su Emiliminin difüzyon kontrollü ve zamanla bağlantılı olduğunu rapor eden Wei ve ark (2011) ile, sıvı ortama daha uzun süre maruz kalma ile kompozit rezin yüzeyinde daha fazla olumsuz etkilerin oluşacağını bildiren De Moraes ve ark. (2008), Ferracane (2006) ve Von Fraunhofer ve ark. (2006) ile uyumludur.

Çalışmada kullandığımız içecek/sıvıların hepsi su bazlı idi. Bilindiği gibi su alımı yavaş bir süreçtir ve materyalin saturasyonu ya da dengeye ulaşması için bir süre gerekebilir (Ferracane, 2006 ve Toledano ve ark., 2003). Su molekülleri polimer ağı

nüfuz edip polimer zincirleri ile mikroboşluklar arasındaki alanlara yerleşerek polimer matriksin plastikleşmesine (Curtis ve ark., 2008; Ferracane, 2006 ve Ito ve ark., 2005) ve şişmesine neden olur ve polimer zincirleri arasındaki friksiyonel kuvvetleri azaltarak bu zincirlerin birbirinden ayrılmasına (Ayatollahi ve ark., 2015; Catelan ve ark., 2010 ve Nicholson ve ark., 2003) yol açar. Sıvılarda bekletilme süresi uzadığında bu etkiler de artar.

Zenit kompozit rezinde 24 saat ve 7 gün sonundaki su emilim sonuçları benzer bulunmuştur. Bu da, su emme kinetiğinin kompozit rezinlerin hepsi için aynı olmadığı, bazı rezinler için daha yavaş olabileceği şeklinde açıklanabilir (Ferracane ve Marker, 1992).

Çalışmada değerlendirdiğimiz tüm zaman dilimlerinde (24 saat, 7 gün, 40 gün) Zenit en düşük su emilimini sergilerken, en yüksek su emilimi Filtek Ultimate Universal Restorative kompozit rezinde görülmüştür. Zamanın etkisinin kompozit rezinler arasında farklı oluşuna ilaveten sıvıların etkisi de kompozit rezinler arasında farklı bulunmuş, her bir kompozit rezin su emilimi açısından asidik sıvılardan farklı şekilde etkilenmiştir. Hangi bekletme süresi olduğuna bakılmaksızın, kullanılan her bir sıvıda, kompozit rezinlerin su emilimi kıyaslandığında, Filtek Ultimate Universal Restorative kompozit rezin en yüksek, Zenit kompozit rezin en düşük su emilim değerleri oluşturmuşlardır. Yalnızca distile su ve portakal suyunda Dynamic Plus ve Clearfil Majesty Esthetic kompozitler benzer değerler vermiş, diğer tüm sıvılarda Clearfil Majesty Esthetic, Dynamic Plus'tan daha yüksek su emilimi göstermiştir. Kullandığımız kompozit rezinler arasındaki bu farklı su emilimi değerleri, farklı polimerik yapılarından kaynaklanmış olabilir.

Bilindiği gibi kompozit rezinlerin su emilimi ve çözünürlüğü, büyük ölçüde polimer ağıın yapısından etkilenir. Su; direkt absorpsiyon yoluyla kompozit rezinin polimerik matriksine girer, rezin matriks kısmının miktarı ve özellikleri ile doğru orantılı olarak su alım miktarı değişir (Fan ve ark., 1985 ve Sideridou ve ark., 2003). Dolayısıyla rezin matriksin monomer içeriği ve rezin polaritesi materyaller arasındaki farklı su emiliminin göstergesi olabilir. Polimerin polaritesi, yani su ile hidrojen bağı

oluşturacak hidrofilik polar alanların bulunması, su alma hızı ve miktarını kontrol eder (Geddes, 1975). Yapısında polar gruplar bulunan monomerler hidrofilik yapıdadırlar ve su molekülleri tarafından çekilerek H⁺ bağı oluşturmaya meyillidirler (Rahim ve ark., 2012). Metakrilat bazlı rezinlerin hidrofilik kısımlar içeren rezin molekülleri su emilimini önemli derecede arttırır, rezinin hidrofilisitesi ne kadar yüksekse su emme kapasitesi de o kadar artar (Burrow ve ark., 1999 ve Fontes ve ark., 2009). TEGDMA, Bis-GMA ve UDMA gibi monomerler, su absorpsiyon alanları olan polar hidrofilik kısımlar (TEGDMA: etilen dioksit, Bis-GMA: hidroksil, UDMA: üretan) içerirler (Da Silva ve ark., 2011; Goncalves ve ark., 2008 ve Kim ve ark., 2014). Filtek Ultimate Universal Restorative kompozit rezinin yapısında daha az hidrofilik olan Bis-EMA'ya ilaveten, hidrofilik özellikteki Bis-GMA, TEGDMA ve UDMA bulunması, çalışmamızda bu kompozit ile oluşan en yüksek su emiliminin nedeni olabilir. Polar kısımlara sahip olmalarının yanı sıra; Bis-GMA'nın düşük dönüşüm derecesi nedeniyle su alımına meyilli oluşu (Gajewski ve ark., 2012 ve Oysaed ve Ruyter, 1986a), TEGDMA'nın merkezde tekrarlayan ve suya afinitesi olan etoksi grubu içermesi (Arima ve ark., 1995), Bis-GMA bazlı rezine az miktarda TEGDMA eklenmesi ile su emiliminin artması (Kalachandra ve Turner, 1987) ve bu üç polar hidrofilik monomerin (Bis-GMA, TEGDMA, UDMA) birarada bulunması; Filtek Ultimate Universal Restorative kompozit rezinin su emilim değerlerinin, Bis-GMA ve TEGDMA içeren Dynamic Plus kompozit rezin ve Bis-GMA içeren Clearfil Majesty Esthetic kompozit rezinden daha fazla oluşunun açıklaması olabilir.

Zenit kompozit rezinin tüm sıvılardaki en düşük su emiliminin de, yapısında yukarıda bahsedilen hidrofilik monomerlerin bulunmamasından ve nanoseramik oluşundan kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz.

Filtek Ultimate Universal Restorative kompozitin tüm zamanlarda ve tüm sıvılarda en fazla miktarda su emmesi, nanodolduruculu kompozitlerin sıvıları absorbe etmeye daha fazla meyilli olduğunu açıklayan Almeida ve ark. (2010), Curtis ve ark. (2008) ve Da Silva ve ark. (2008)'nin çalışmaları ile uyumludur. Kompozit rezinlerdeki doldurucu partiküller su emilimine doğrudan katkıda bulunmasalar da, doldurucu partiküllere ve doldurucu-rezin matriks arasındaki bağlantıya bağlı olarak,

su, kompozit rezinlerdeki mikroboşluklara ya da doldurucuların yüzeyine adsorbe olabilir (Alshali ve ark., 2015). Polimerik matriks-doldurucu arasındaki arayüzey, suyun yerleşeceği en uygun yerdir (Rahim ve ark., 2012). Bu bilgiler ışığında, Filtek Ultimate Universal Restorative kompozitin en fazla su emilimi gösteren restoratif materyal olması; yapısındaki non-aglomere 20 nm silika doldurucudan dolayı daha büyük olan yüzey alanı/hacim oranının, yüksek miktarda hidrojen bağı kurma kabiliyetinde olan hidrofilik gruplu silandan oluşan (Curtis ve ark., 2008; Da Silva ve ark., 2008 ve Kalachandra ve Wilson, 1992) doldurucu-matriks arayüzünde daha fazla miktarda sıvı birikimine yol açmış olmasından kaynaklanmış olabilir (Wilson ve ark., 2005). Ayrıca, bir diğer neden olarak da yapısındaki agregre zirkonya/silika nonocuster doldurucuların poröz yapıya sahip olabileceği ve bu nedenle daha fazla sıvı girişine izin vermiş olabileceği düşünülebilir (Da Silva ve ark., 2008 ve Santos ve ark., 2002). Santos ve ark. (2002) da porözite ve doldurucu partikül agregatların kompozitlerin su emilimini arttırdığını; agregatların, polimer matriks tarafından zayıf bir şekilde impregnasyonunun (aşılınması) mikroboşluklar oluşturabildiğini ve bu nedenle agregatların içine doğru difüzyon sağlayabildiğini bildirmişlerdir.

Doldurucu partikül-rezin bağlantısına ilaveten, doldurucu partiküllerin miktarı, yapısı ve silanlanmış olup olmaması da kompozit rezinlerin farklı su emilimi ve çözünürlük özelliklerini açıklamaya yardımcı olabilir (Ferracane, 2006 ve Kalachandra ve Wilson, 1992). Doldurucu partiküller yeterince silanlanmışsa arayüzdeki su alımı az olur. Yüksek miktarda doldurucu içeren kompozitler polimer yapı içine difüze olacak olan su molekülleri için daha az boşluk ve geçiş yolları oluşturup, sıvı alımı için mevcut serbest hacmi ve dolayısıyla su absorpsiyonunu azaltırlar (Ferracane, 2006 ve Kahraman, 2005). Düşük doldurucu içeriği ve daha fazla miktardaki matriks kısmı ise suyun absorbe edilmesi için mevcut serbest hacmi artırıp su emiliminin yüksek olmasına neden olur (Kim ve ark., 2017). Çalışma sonucumuz bu bilgilerle kısmen uyumludur. Zenit kompozit rezin için tüm zamanlarda ve tüm sıvılardaki en düşük su emilimi, çok az da olsa kullanılan diğer kompozit rezinlere oranla daha fazla miktardaki (%83 ağırlık, %70 hacim) doldurucu içeriği ve silanlanmış nanoboyuttaki seramik doldurucular ile açıklanabilir. Ancak Filtek Ultimate Universal Restorative (%78.5), Clearfil Majesty Esthetic (%78) ve Dynamic

Plus (%80) kompozit rezinlerde benzer doldurucu oranlarına sahip olmalarına rağmen farklı su emilimi değerlerinin elde edilmiş olması, doldurucu partikül miktarı etkisi ile açıklanamaz.

Çalışmamızda, yapısında Bis-GMA'ya ilaveten hidrofobik aromatik ve alifatik dimetakrilat içeren Clearfil Majesty Esthetic kompozitin distile su ve portakal suyu hariç diğer tüm sıvılarda, yapısında Bis-GMA ve daha hidrofilik TEGDMA içermesine rağmen Dynamic Plus kompozit rezinden daha fazla su emilimi göstermesi, yapısındaki prepolimerize organik nanodolduruculardan kaynaklanmış olabilir. Bu dolduruculardaki organik kısmın da su emilimini ayrıca arttıran bir başka neden olabileceği düşünülebilir (Bociong ve ark., 2017). Alshali ve ark. (2015) ile Rahim ve ark. (2012) da prepolimerize doldurucuların polimerik hidrofilik gruplar aracılığı ile su adsorbsiyonunu teşvik ettiğini ve yüksek su emiliminden sorumlu olabileceğini bildirmişlerdir.

Kompozit rezinlerinin hidrolitik yıkımı, doldurucuların yapısında metalik iyonlar olduğunda daha da artmaktadır. Baryum ve çinko gibi doldurucular elektropozitif yapıdadırlar ve su ile reaksiyona girme eğilimindedirler. Sıvı ortamda, doldurucuların yüzeyinde iyon değişim mekanizması oluşmakta ve bu elementler sıvılardaki iyonlarla yer değiştirip suya/sıvıya geçerek silika ağına hidrojen iyonlarının penetre olmasına yol açmaktadır (Martos ve ark., 2003). Bu nedenle çalışmamızda tüm sıvılar/içeceklerde Zenit kompozit rezinden daha yüksek su alımı saptanmış olan Clearfil Majesty Esthetic ve Dynamic Plus kompozitlerdeki bu sonuçta, yapılarında bulunan baryum cam doldurucular ya da baryum aluminosilikat doldurucuların etkili olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamızın bir diğer sonucu olarak, her bir kompozit rezinin kullanılan sıvılardan etkilenme derecesine bakıldığında; Dynamic Plus, Filtek Ultimate Universal Restorative ve Clearfil Majesty Esthetic kompozitlerde enerji içeceğinde bekletme ile en yüksek su emilimi değerleri kaydedilmiştir. Kompozit rezinlerin hepsinde distile su, enerji içeceğinden daha az su emilimi sergilemiştir. Clearfil Majesty Esthetic için enerji içeceği dışında diğer tüm sıvılarda benzer su emilimi

izlenmiştir. Dynamic Plus kompozit rezinde distile suda bekletme ile spor içeceğine oranla daha yüksek su Emilimi oluşurken, Filtek Ultimate Universal Restorative kompozit rezin için su Emilimi karbonatlı içecek ve gargara da, distile sudan daha yüksek bulunmuştur. Zenit kompozit rezinde ise, her ne kadar istatistiksel olarak enerji içeceği ile karbonatlı içecek ve gargara ile benzer, ancak spor içeceği, portakal suyu ve distile sudan daha yüksek su Emilimi oluşsa da, rakamsal olarak en yüksek su Emilimi enerji içeceği ile elde edilmiştir. Bu sonuçlara dayanarak, asidik sıvıların kompozit rezinlerin su Emilimi üzerine etkisinin materyal bağımlı olduğu ve her bir rezinin sıvılardan farklı şekilde etkilendiği söylenebilir (Giti ve ark., 2016). Bu sonucumuz, sıvılarda/içeceklerde bekletme esnasında materyallerin davranışının rezinin ve solventin yapısına bağlı olduğunu, dolayısıyla da materyallerin su Emilimi/çözünürlük değerlerinin farklı şekilde oluştuğunu bildiren Palin ve ark. (2005)'nın sonuçları ile uyumludur. Benzer şekilde Giti ve ark. (2016) da asidik yapıların miktarındaki çeşitliliğin su Emilimi ve çözünürlüğü etkilediğini ve kompozit rezinler arasında saptanmış olan farklılıkların sebebi olabileceğini açıklamışlardır. Bagheri ve ark. (2007)'da bekletme solüsyonu tipinin ve bekletilen materyalin kompozit rezinlerin yıkımında önemli faktörler olduğunu bildirmişlerdir.

Bazık yapıda olan (pH=7.6) distile su dışında, çalışmada kullandığımız tüm içecek/sıvılar asidik yapıda idi ve pH'ları 3.7-5.6 arasındaydı. İstatistiksel olarak olmasa da, rakamsal olarak Zenit de dahil olmak üzere, çalışmada kullanılan kompozit rezinlerin su Emiliminin en fazla enerji içeceğinden etkilenmiş olması, enerji içeceğinin düşük pH'sı (pH=4.9) ve sitrik asit içeceği ile açıklanabilir. Yüksek asidite plastikleştirici olarak rol oynayıp polimer zincirleri arasındaki etkileşimi azaltarak su Emilimini artırır ve kompozit rezinlerinin yıkımına neden olur (Aliping-Mckenzie ve ark., 2004; Ortengren ve ark., 2001a ve Wongkhantee ve ark., 2006). Test solüsyonlarındaki asidik yapısının kompozit rezinlerin yıkımını etkilediği, sitrik asitin dental sert dokular ve rezin bazlı restoratif materyaller için en agresif ortam olduğu bilinmektedir (Abu-Bakr ve ark., 2000b; Barbour ve ark., 2003 ve Nicholson ve ark., 2003). Çalışmamızda kullandığımız sitrik asit içeren düşük pH'daki enerji içeceğinin, kompozit rezinlerin matrisinin hidrofilik komponenti ile uyumlu olduğu ve bu sayede kompozit rezinlerin organik fazında absorpsiyon ve penetrasyonu artırarak en

fazla su emilimi meydana getirdiği söylenebilir (Gordan ve ark., 2003; Okada ve ark., 2001 ve Suese ve Kawazoe, 2002). Sitrik asit zayıf trikarboksilik bir asittir, 3 adet COOH fonksiyonel grubu içerir. Bu fonksiyonel grupların, kompozit rezin matrislerinde bulunan metakrilat monomerlerin (Bis-GMA'daki -OH, TEGDMA ve Bis-EMA'daki -O, UDMA'daki -NH-) polar ucu ile hidrojen bağları yaptığı ve daha fazla su emilimine yol açtığı açıklanmıştır (Kamangar ve ark., 2015).

Sitrik asit içermesine rağmen spor içeceği ile ve sitrik asit içeriğinin yanısıra kullanılan sıvılar arasında en düşük pH'ya (pH=3.7) sahip olmasına rağmen portakal suyu ile kompozit rezinlerin hepsinde enerji içeceğinden daha düşük su emilimi meydana gelmiştir. Spor içeceğinin daha yüksek pH'ya (pH=5.3) sahip olmasının bu sonuçta etkili olduğu düşünülebilir. Enerji içeceğine oranla portakal suyunda görülen daha düşük su emilimi, kullandığımız portakal suyunun konsantreden üretilmiş olması ve portakal lifleri, tanecikleri içermesine bağlı olabilir. Portakal lifleri ya da tanelerinin içeceğin viskozitesini arttırabildiği, yüksek viskozitedeki portakal suyunun da, suyun kompozit polimeri içine girişini engellediği ve absorpsiyonunu geciktirdiği, sonuç olarak difüzyon katsayısını azalttığı (Rahim ve ark., 2012) ve portakal suyu ile su emiliminin de bundan dolayı enerji içeceğinden az olduğu söylenebilir.

Çalışmamızda portakal suyunun su emilimi değerlerinin tüm kompozit rezinler için distile su ve karbonatlı içecek ile benzer olduğu görülmüştür. Bu sonuç, her ne kadar su emilimi/çözünürlük çalışması olmasa da, kompozit rezinlerin yüzey sertliği üzerine etkisi açısından distile su ile karbonatlı içecek (alkolsuz karbonatlı bira) ve portakal suyu arasında fark olmadığını bildiren Kamangar ve ark. (2015)'nın sonuçlarıyla uyumludur. Çalışmalarında cam iyonomer siman ve kompomer kullanan Aliping-Mckenzie ve ark. (2004)'da meyve sularının (elma ve portakal) karbonatlı içecekten daha fazla eroziv etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Dinakaran (2014)'ının çalışmasında da sitrik asit içeren meyve suyu (lime), cam iyonomer siman ve kompomerde karbonatlı içecekten daha yüksek su emilimi ve çözünürlük oluşturmuştur.

Çalışmada kullandığımız asidik yapıdaki (pH=5.6) gargarada, kullandığımız diğer sıvılarda olduğu gibi su bulunmaktadır, ayrıca %21.6 alkol içermektedir. Alkol iyi bir dimetakrilat çözücüdür, polimer yapıları açıp su/sıvı difüzyonunu kolaylaştırır, materyalde şişmeye neden olup çapraz bağlanma yoğunluğunu azaltır ve rezinlerin fiziksel özelliklerinde azalma meydana getirir (De Moraes Porto ve ark., 2014). En az %9 etanol içeren içeceklerin kompozit rezinlerdeki yıkımı arttırdığı (Sarett ve ark., 2000), gargaralarda alkol bulunmasının kompozit rezinlerin su emme ve çözünürlük özelliklerini zıt yönde etkilediği bildirilmiştir (De Moraes Porto ve ark., 2014). Her bir kompozit rezin için sıvıların etkisi kıyaslandığında; oldukça yüksek konsantrasyonda alkol içermesine ilaveten yapısında zayıf asit olarak su bulunmasının kombine etki oluşturmadığı ve gargaranın diğer sıvılardan daha yüksek su emilimine neden olmadığı görülmüştür.

Gargara ile oluşan su emilimi Clearfil Majesty Esthetic, Filtek Ultimate Universal Restorative ve Dynamic Plus kompozitlerde diğer içecekler ve distile suya benzer değerlerde iken, enerji içeceğinden daha düşük bulunmuştur. Zenit kompozit rezinde ise gargara ile oluşan su emilimi distile su dahil kullanılan tüm sıvılara benzer değerler vermiştir. Ayrıca, gargara ile oluşan su emilimi en fazla Filtek Ultimate Universal Restorative kompozitte olmak üzere Bis-GMA içeren tüm kompozit rezinlerde (Filtek Ultimate Universal Restorative, Clearfil Majesty Esthetic ve Dynamic Plus) Zenit'ten yüksek bulunmuştur. Sıvıların çözünürlük parametresi polimerin çözünürlük parametresine yakın olduğunda maksimum sıvı alımının meydana geldiği (Hahnel ve ark., 2010) bilgisi ışığında, çalışmamızdaki bu sonuç, etanolün çözünürlük parametresinin ($26.2 \delta/\text{MPa}^{1/2}$) Bis-GMA'ninkine yakın olması ve Zenit kompozit rezinin Bis-GMA içermemesi ile açıklanabilir.

Sıvıların kompozit rezinlerin su emilimi üzerine etkisi zamana bağlı olarak değerlendirildiğinde; hangi kompozit rezin olduğuna bakılmaksızın tüm sıvılarda, bekletme süresi ile su emilimi arasında doğru orantı olduğu görülmüştür; değerler 24 saat < 7 gün < 40 gün şeklinde izlenmiştir. Her bir zaman diliminde sıvılar arasındaki su emilim değerlerine bakıldığında, 24 saat sonunda çalışmada kullanılan tüm sıvılar distile sudan daha yüksek su emilimi meydana gelmiştir. 7 gün ve 40 gün sonunda

enerji ieeğinde bekletme ile diğerk tüm sıvılardan daha yüksek su emilimi izlenmiştir. 7 gün sonunda distile su, gargara ve enerji ieeğinden daha düşük, 40 gün sonunda ise yalnızca enerji ieeğinden daha düşük su emilimi oluşturmuştur. Bu durum, enerji ieeğine daha uzun süre maruz kaldığında kompozit rezinler ile enerji ieeğindeki interaksiyonun arttığı ve enerji ieeğinin rezine daha iyi penetre olmuş olabileceğı (Okada ve ark., 2001) şeklinde yorumlanabilir.

Çalışmamızın bu sonucu, 1 hafta ve 1 ay sonunda spor ve enerji içeceklerinin distile suya kıyasla kompozit rezinlerin yüzey sertliğini azalttığını bildiren Erdemir ve ark. (2013)'nın sonuçlarıyla, enerji içeceklerinin etkisi açısından uyumludur.

Rezin bazlı kompozitlerin çözünürlüğü; yapıdan ayrılan reaksiyona girmemiş monomerler, doldurucular, iyonlar ve oligomerlerin salınması olarak tanımlanabilir (Ferracane, 2006). Çalışmamızda kompozit rezinlerin çözünürlüğünün kullanılan sıvılara bağlı olarak değiştiğı ve bu değişimin materyal ve sıvılara bağlı olarak farklı şekillerde meydana geldiğı, negatif değerden pozitif değere doğru değişen çeşitlilikte olduğu grlmştir.

Zenit kompozit rezinde çözünürlük değerleri tüm sıvılar için negatif olmuştur. Zenit ve Dynamic Plus kompozit rezinlerin çözünürlüğünün tüm sıvılardan benzer şekilde etkilendiğı izlenmiştir. Filtek Ultimate Universal Restorative kompozitte, diğerk sıvılarla kıyaslandığında en düşük çözünürlük değerleri distile su ile elde edilmiştir. Clearfil Majesty Esthetic kompozitin çözünürlüğü ise distile suda bekletme ile negative değer vermiş, spor ieeğı ve portakal suyundan daha düşük çözünürlük sergilemiştir.

Çözünürlükteki bu farklılıkların kompozit rezinlerin birbirinden farklı olan doldurucu partiküllerinden, monomer yapısından ve kullanılan sıvıların içeriğinden (Almeida ve ark., 2010) kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca, 40 gün sıvılarda bekletildikten sonra 40 gün desikatörde bekletilen kompozit rezinlerdeki bu kütle değişikliği farklılıklarının nedeni, su alma ve gerçek kütle kaybı arasındaki denge ile bağlantılı olabilir (Giti ve ark., 2016). Bu nedenle, kütle kaybı her bir materyal için

farklı olmuş olabilir. Absorbe edilen suyun bir kısmı rezin matrikse sıkıca bağlanıp (bound water) tamamen uzaklaştırılmazken (Diaz-Arnold ve ark., 1992), matrikse sadece zayıf bir şekilde bağlanmış olan (unbound water) su miktarının uzaklaşmış olması ile de farklı çözünürlük sonuçları alınmış olabilir (Giti ve ark., 2016).

Çalışmamızda elde edilen negatif çözünürlük değerleri ise; tam olmayan kuruma (Alshali ve ark., 2015) veya cam doldurucular ile metal oksitlerin suyla hidrolitik kimyasal reaksiyona girmesi ve kompozit rezin içinde metal hidroksit oluşturmamasından (Ortengren ve ark., 2001a) kaynaklanmış olabilir. Negatif çözünürlük; suyun rezin içine girdiğini (Al Sunbul ve ark., 2015), kompozit rezinlerin su alımının çözünürlüklerinden daha fazla olduğunu gösterebilir (Lopes ve ark., 2009; Malacarne ve ark., 2006 ve Mathias ve ark., 2014), ağırlık artışı anlamına gelir ve gerçek çözünürlük değerlerini maskeler (Alshali ve ark., 2015). Ayrıca çözünürlüğün negatif olması çözünürlük olmadığını göstermemekte, ancak düşük çözünürlük için ipucu olabilmektedir (Alshali ve ark., 2015). Çalışma sonuçlarımıza paralel olarak Munchow ve ark. (2014) ile Al Sunbul ve ark. (2015) da çalışmalarında kullandıkları solventler ile kompozit rezinlerde farklı değerlerde negatif çözünürlük verileri elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Hangi sıvı olduğuna bakılmaksızın, toplamda, en düşük çözünürlük Zenit kompozit rezinde ve negatif değerler olarak izlenirken, en yüksek çözünürlük Filtek Ultimate Universal Restorative kompozit rezinde oluşmuştur. Clearfil Majesty Esthetic ve Dynamic Plus kompozit rezinlerin çözünürlüğü ise birbirine benzer bulunmuştur. Hangi kompozit rezin olduğuna bakılmadığında ise, toplamda, en düşük çözünürlük diğer tüm sıvılarla kıyaslandığında distile suda saptanmıştır. Asit, rezin matriks içinde düşük pH'ya neden olarak dimetakrilat monomerlerden (Bis-GMA, TEGDMA, UDMA, Bis-EMA) ester gruplarının hidrolizisini katalize edip karboksilik asit ve alkol molekülleri oluşturmakta, bu reaksiyon da yıkımı hızlandırarak monomerlerin ayrılmasını teşvik etmektedir (Kim ve ark., 2017; Rodrigues ve ark., 2006 ve Takimoto ve ark., 2012). Bu nedenle çalışmamızda, genel olarak distile su ile oluşan ve çalışmada kullanılan asidik yapıdaki sıvılardan daha düşük olan çözünürlükte sıvıların içerdiği asidin etkili olduğu söylenebilir.

Kompozit rezinlerin asidik sıvılardaki su emilim ve çözünürlük değerlerini değerlendirmede kullandığımız ISO 4049:2000 standartına (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. BS EN ISO 4049:2000) göre, kompozit rezin materyaller 7 gün bekletme süresi içinde maksimum $40 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ su emilimi değerlerine ve $7.5 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ çözünürlük değerlerine sahip olmalıdırlar (Rahim ve ark., 2012). Çalışmamızda 7 gün sonunda maksimum su emilimi kullanılan tüm kompozit rezinler için $18.19 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ olarak saptanmıştır. 40 gün sonundaki maksimum su emilimi $27.77 \mu\text{g}/\text{mm}^3$, çözünürlük ise $4.28 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ değeri ile ISO standartlarının oldukça altında bulunmuştur. Bu açıdan, kullanılan nanodolduruculu, nanohibrit, mikrohibrit ve nanoseramik kompozit rezinlerin uzun ömürlü klinik kullanım için uygun olabileceği kanaatindeyiz.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; farklı yapılarıdaki kompozit rezinlerin farklı asidik sıvılara farklı sürelerde maruz kaldıklarında su emilimi ve çözünürlük özellikleri değerlendirilmiştir. Çalışmanın sınırları dahilinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

Çalışmamızdan elde ettiğimiz verilere göre:

1. Kompozit rezinlerin su emilimi değerleri zamana bağlı olarak değişmiştir;
 - Kompozit rezinlerin tümünde 24 saat sonundaki su emilim değeri en düşük iken 40 günde en yüksek olmuştur.
 - Filtek Ultimate Universal Restorative, Clearfil Majesty Esthetic ve Dynamic Plus kompozit rezinlerde su emilim değerleri 24 saat<7 gün<40 gün şeklinde olurken, Zenit kompozit rezin için 24 saat=7 gün<40 gün olarak elde edilmiştir.
 - Değerlendirilen bütün zamanlarda en yüksek su emilim değerini Filtek Ultimate Universal Restorative, en düşük su emilim değerini Zenit kompozit rezin göstermiştir.
 - 7.gün ve 40.günde su emilim değerleri Zenit<Dynamic Plus< Clearfil Majesty Esthetic< Filtek Ultimate Universal Restorative iken, 24 saat sonundaki su emilim değeri Zenit<Dynamic Plus= Clearfil Majesty Esthetic< Filtek Ultimate Universal Restorative şeklinde olmuştur.
2. Kompozit rezinlerin su emilimi değerleri kullanılan sıvılara bağlı olarak değişmiştir;
 - Zenit kompozit rezinin su emilim değeri enerji içeceğinde bekletme ile portakal suyu, spor içeceği ve distile suya göre daha yüksek bulunmuştur. Diğer kompozit rezinlerde ise enerji içeceğinde bekletilen kompozit rezinler diğer içeceklerle kıyaslandığında en yüksek su emilimini göstermiştir.

- Hangi kompozit rezin olduğuna bakılmaksızın, toplamda enerji ieeği en yüksek su emilimine neden olmuştur.
 - Her bir sıvının kompozit rezinlerin su emilimine etkisi incelendiğinde; portakal suyu ve distile suda Zenit<Dynamic Plus=Clearfil Majesty Esthetic< Filtek Ultimate Universal Restorative sıralaması izlenirken; diğer tüm sıvılarda Zenit<Dynamic Plus< Clearfil Majesty Esthetic< Filtek Ultimate Universal Restorative şeklinde sıralanmıştır.
3. Kompozit rezinlerin su emilimi sıvılara ve zamana bağlı olarak etkilenmiştir;
- 7.günde ve 40.günde, enerji ieeği en yüksek su emilimini göstermiştir.
 - 24 saat sonundaki en düşük su emilimi, distile su ile meydana gelmiştir.
 - Bekletilen tüm sıvılarda 24 saat sonundaki su emilimi değerleri en düşük, 40.gün sonundaki değerler en yüksek bulunmuştur.
4. Kompozit rezinlerin çözünürlüğü kullanılan sıvılardan etkilenmiştir;
- Zenit ve Dynamic Plus kompozit rezin tüm sıvılardan benzer şekilde etkilenmiştir, Filtek Ultimate Universal Restorative kompozit rezin, distile suda en düşük su emilimini göstermiştir.
 - Toplamda kompozit rezinlerin hepsinde en düşük çözünürlük distile suda elde edilmiştir.
 - Toplamda tüm sıvılarda en düşük znrlğ Zenit kompozit rezin, en yüksek znrlğ Filtek Ultimate Universal Restorative kompozit rezin sergilemiştir.
5. Çoğu yiyecek ve içecek, diş sağlığı üzerinde çok az fark edilir etkilere sahiptir. Dişlere ve restoratif materyallere en çok hasar verebilecek içeceklerin arasında, şeker içeren sıvılar/içecekler ve düşük pH'lı asidik içecekler bulunur. Çalışmamızda asidik sıvılar/ieelere maruz kalan 4 farklı kompozit rezinin su emilimi ve çözünürlük değerleri ISO 4049:2000 standartlarında belirlenmiş sınırlardan oldukça düşük bulunmuş olsa da ve bu kompozit rezinlerin klinik kullanım için güvenli olduğu düşünülse de,

diş hekimleri kompozit rezinlerin su emilimi ve çözünürlüğünün restorasyonların klinik ömrünü etkileyebileceğini düşünerek, hastalarını asidik yiyecek, içecek ve oral bakım ürünlerinin kullanımı konusunda bilgilendirmelidirler.



ÖZET

Kompozit Rezinlerin Çözünürlüğü ve Su Emilimi Üzerine Asidik Sıvıların Etkisi

Asidik sıvılar kompozit rezinlerin su emilimini ve çözünürlüğünü arttırabilir. Bu amaçla, bu çalışmada 4 farklı dental kompozit rezin materyalinin (Clearfil Majesty Esthetic, Filtek Ultimate Universal Restorative, Dynamic Plus, Zenit) farklı asidik sıvı ortamlarında (karbonatlı içecek, portakal suyu, spor içeceği, enerji içeceği, gargara ve kontrol grubu olarak distile su) su emilimi ve çözünürlük özellikleri değerlendirilmiştir. Her bir kompozit rezine ait (2x10 mm) disk şeklinde örnekler (n=48) hazırlanmış; kompozit rezinlerden nemin uzaklaşması için 37±1°C desikatörde 22 saat, 23±1°C fırında 2 saat bekletilmiştir. Her bir örneğin kütlesi hassas analitik terazi ile ölçülerek (m_1) değeri elde edilmiştir. Her bir kompozit rezin grubuna ait örnekler rastgele 6 gruba ayrılarak (n=8), her bir grup 37±1°C'de 10 ml asidik sıvılarda bekletilmiştir. Belli zaman aralıklarında (24 saat, 7 gün, 40 gün) örneklerin ölçümü yapıp (m_2) değerleri elde edilmiştir. Örnekler daha sonra kurutma fırınına konularak 40 gün bekletilmiş ve son ölçümleri alınmıştır (m_3). Elde edilen veriler ile kompozit rezinlerin su emilimi ve çözünürlüğü BS EN ISO 4049:2000 standardına göre iki farklı formül kullanılarak hesaplanmıştır. Su emilimine ait veriler 3 yönlü varyans analizi ve Duncan testi ile, çözünürlüğe ait veriler de iki yönlü varyans analizi ve Duncan testi ile istatistiksel olarak analiz edilmiştir (p=0.05 önem seviyesi).

Kompozit rezinlerin su emilimi zamana bağlı olarak değişmiş, 24 saat sonundaki su emilim değerleri tüm kompozit rezinler için 40 günlük değerlerden düşük bulunmuştur (p<0.05). Kullanılan sıvılara bağlı olarak kompozit rezinlerin su emilimi etkilenmiş, enerji içeceği Zenit hariç diğer tüm kompozit rezinlerde diğer sıvılarla kıyaslandığında en yüksek su emilimi sergilemiştir. Su emilimi, sıvılar ve zaman interaksyonundan da etkilenmiş, 7 gün ve 40 gün sonunda en yüksek su emilimi enerji içeceği ile elde edilmiştir (p<0.05). Çözünürlük değerleri incelendiğinde ise, kompozit rezinlerin çözünürlüğünün kullanılan sıvılardan, farklı şekilde etkilendiği görülmüştür. Toplamda en yüksek çözünürlük Filtek Ultimate Universal Restorative kompozitte, en düşük çözünürlük ise Zenit kompozitte izlenmiştir. Distile su, toplamda en düşük çözünürlüğe yol açan sıvı olmuştur (p<0.05).

Her ne kadar çalışmada kullanılan kompozit rezinlere ve asidik sıvılara bağımlı olarak kompozit rezinlerde farklı miktarlarda su emilimi ve çözünürlük meydana gelmiş olsa da, çalışmada kullanılan asidik sıvılar ile kompozit rezinler için elde edilen su emilimi ve çözünürlük değerleri ISO 4049:2000 standartlarında belirlenmiş sınırlardan oldukça düşük bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Asidik sıvılar, Çözünürlük, Kompozit rezin, Su emilimi.

SUMMARY

The Effect of Acidic Drinks on Solubility and Water Sorption of Composite Resins

Excessive intake of liquids may cause harmful effects on the structure and function of the composite resins. In this study, the effect of different acidic liquid environments (carbonated beverage, orange juice, sports drink, energy drink, mouthwash and as a control group distilled water) on water sorption and solubility of 4 different dental composite resin materials (Clearfil Majesty Esthetic, Filtek Ultimate Universal Restorative, Dynamic Plus, Zenit) were evaluated. For each composite resin, disc shaped (2x10 mm) composite resin specimens (n=48) were prepared and were stored at $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ for 24 hours and then in the oven at $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ for 2 hours. Masses of each composite resin specimen were measured with analytic balance and (m_1) values were obtained. Specimens of each composite resin were randomly separated for 6 groups (n=8), and each group were individually immersed in 10 ml of acidic liquids at $37\pm 1^{\circ}\text{C}$. At fixed time intervals (24 hours, 7 days, 40 days), masses of specimens were measured and (m_2) values were obtained. The specimens were then stored in drying oven for 40 days and (m_3) values were obtained. Sorption and solubility of composite resins were calculated according to BS EN ISO 4049:2000 using two different formulas and data were evaluated statistically by three way analysis of variance and Duncan tests for sorption, and tow way analysis of variance and Duncan tests for solubility ($p=0.05$ significance).

Time dependent changes were observed in sorption values of composite resins, the sorption values of all materials after 24 hours were lower than the values calculated after 40 days ($p<0.05$). The water sorption of composite resins changed due to the type of fluids used, the highest sorption values were observed in all groups, exposed to energy drink, except Zenit. Sorption values, were affected by time and type of acidic fluid environments. Interaction at the end of 7 and 40 days the highest sorption values were presented in energy drink group ($p<0.05$). When the solubility values were evaluated, it was calculated that the solubility of composite resins was affected differently from the fluids used. The highest solubility value was observed in Filtek Ultimate Universal Restorative and the lowest solubility was observed in Zenit composite resins. Distilled water caused lowest solubility values in all composite resins ($p<0.05$).

Although different water sorption and solubility values on composite resins have been obtained dependent upon composite resins and acidic fluids, the water sorption and solubility values obtained for composite resins with acidic fluids used in this study were lower than maximum requirement of ISO 4049:2000.

Keywords: Acidic liquids, Composite resin, Solubility, Water sorption.

KAYNAKLAR

- ABU-BAKR NH, HAN L, OKAMOTO A, IWAKU M (2000a). Effect of alcoholic and low-pH soft drinks on fluoride release from compomer. *J Esthet Dent.*, **12**: 97-104.
- ABU-BAKR N, HAN L, OKAMOTO A, IWAKU M (2000b). Changes in the mechanical properties and surface texture of compomer immersed in various media. *J Prosthet Dent*, **84**: 444-52.
- AKTAŞ A, ÖZDEMİR B (2012). İçki Teknolojisi. 2. Baskı. Ankara: Detay yayınları, s.: 24-29.
- AL SUNBUL H, SILIKAS N, WATTS DC (2015). Resin-based composites show similar kinetic profiles for dimensional change and recovery with solvent storage. *Dent Mater*, **31**: 201-17.
- ALIPING-MCKENZIE M, LINDEN RWA, NICHOLSON JW (2004). The effect of Coca-Cola and fruit juices on the surface hardness of glass-ionomers and 'compomers'. *J Oral Rehabil*, **31**:1046-52.
- ALMEIDA GS, POSKUS LT, GUIMARAES JG, DA SILVA EM (2010). The effect of mouthrinses on salivary sorption, solubility and surface degradation of a nanofilled and a hybrid resin composite. *Oper Dent*, **35**: 105-11.
- ALRAHLAH A, SILIKAS N, WATTS DC (2014). Hygroscopic expansion kinetics of dental resin-composites. *Dent Mater*, **30**: 143-8.
- ALSHALI RZ, SALIM NA, SATTERTHWAITE JD, SILIKAS N (2015). Long-term sorption and solubility of bulk-fill and conventional resin-composites in water and artificial saliva. *J Dent*, **43**: 1511-8.
- ALTUN C (2005). Kompozit dolgu materyallerinde son gelişmeler. *Gulhane Med J*, **47**: 77-82.
- ARCHEGAS LR, CALDAS DB, RACHED RN, VIEIRA S, SOUZA EM (2008). Sorption and solubility of composites cured with quartz-tungsten halogen and light emitting diode light-curing units. *J Contemp Dent Pract*, **9**: 73-80.
- ARIMA T, HAMADA T, MCCABE JF (1995). The effects of cross-linking agents on some properties of HEMA-based resins. *J Dent Res*, **74**: 1597-601.
- ARTIK N (2017). Meyve suyu konusunda hatalı bilgiler ve bilimsel gerçekler. Ankara Üniversitesi Gıda Güvenliği Enstitüsü. Erişim Adresi: [www.gidaguvencigi.ankara.edu.tr/2015/12/24/meyve-suyu-konusunda-hatali-bilgiler-ve- bilimsel-gercekler-prof-dr-nevzat-artik/]. Erişim Tarihi: 15/11/2017.
- ASMUSSEN E (1984). Softening of BISGMA-based polymers by ethanol and by organic acids of plaque. *Scand J Dent Res*, **92**: 257–61.
- AVIZIENIS A (2017). How a soft drink is made. Erişim Adresi: [www.madehow.com/Volume-2/Soft- Drink.html]. Erişim Tarihi: 15/11/2017.

- AYATOLLAHI MR, YAHYA MY, KARIMZADEH A, NIKKHOOFIFAR M, AYOB A (2015). Effects of temperature change and beverage on mechanical and tribological properties of dental restorative composites. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*, **54**: 69-75.
- BAGHERI R, TYAS MJ, BURROW MF (2007). Subsurface degradation of resin-based composites. *Dent Mater*, **23**: 944-51.
- BALA O, UCTASLI MB, TUZ MA (2005). Barcol hardness of different resin based composites cured by halogen or light emitting diode (LED). *Oper Dent*, **30**: 69-74.
- BARBOUR ME, PARKER DM, ALLEN GC, JANDT KD (2003). Human enamel dissolution in citric acid as a function of pH in the range 2.30< or =pH< or =6.30- A nanoindentation study. *Eur J Oral Sci*, **111**: 258-62.
- BAYNE SC, HERMANN HO, EDWARD J (1994). Update on dental composite restorations. *J Am Dent Assoc*, **125**: 687-701.
- BAYNE SC, THOMPSON JY, SWIFT EJ, STAMATIADIS P, WILKERSON M (1998). A characterization of first generation flowable composites. *J Am Dent Assoc*, **129**: 567-77.
- BEATTY WM, SWARTZ ML, MOORE BK, PHILIPS RW, ROBERTS TA (1998). Effect of microfiller fraction and silane treatment on resin composite properties. *J Biomed Mater Res*, **40**: 12-23.
- BOCIONG K, SZCZESIO A, SOKOLOWSKI K, DOMARECKA M, SOKOLOWSKI J, KRASOWSKI M, LUKOMSKA-SZYMANSKA M (2017). The influence of water sorption of dental light-cured composites on shrinkage stress. *Materials (Basel)*, **10**: 1-14.
- BOWEN RL (1962). Dental filling materials comprising of vinyl-silane fused silica and binder consisting of the reaction product of bisphenol and glycidyl methacrylate. *US Patent*, 3,066,112. 1-6.
- BOWEN RL (1963). Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *J Am Dent Assoc*, **66**: 57-64.
- BOWEN RL (1965). Use of epoxy resins in restorative materials. *J Dent Res*, **35**: 360-9.
- BRADEN M, CAUSTON EE, CLARKE RL (1976). Diffusion of water in composite filling materials. *J Dent Res*, **55**: 730-2.
- BURROW MF, INOKOSHI S, TAGAMI J (1999). Water sorption of several bonding systems. *Am J Dent*, **12**: 295-8.
- CALAIS JG, SODERHOLM KJ (1988). Influence of filler type and water exposure on flexural strength of experimental composite resin. *J Dent Res*, **67**: 836-40.
- CASTRO FL, CAMPOS BB, BRUNO KF, REGES RV (2013). Temperature and curing time affect composite sorption and solubility. *J Appl Oral Sci*, **21**: 157-62.

- CATELAN A, BRISO AL, SUNDFELD RH, DOS SANTOS PH (2010). Effect of artificial aging on the roughness and microhardness of sealed composites. *J Esthet Restor Dent*, **22**: 324-30.
- CHANSON-ROLLE A, BRAESCO V, CHUPIN J, BOUILLOT L (2016). Nutritional composition of orange juice: A comparative study between french commercial and home-made juices. *Food Nutr Sci*, **7**: 252-61.
- CONDON JR, FERRACANE JL (2002). Reduced polymerization stress through non-bonded nanofiller particles. *Biomaterials*, **23**: 3807-15.
- COSTILL DL, SALTIN B (1974). Factors limiting gastric emptying during rest and exercise. *J Appl Physiol*, **37**: 679-83.
- CRAMER NB, STANSBURY JW, BOWMAN CN (2011). Recent advances and developments in composite dental restorative materials. *J Dent Res*, **90**: 402-16.
- CURTIS AR, SHORTALL AC, MARQUIS PM, PALIN WM (2008). Water uptake and strength characteristics of a nanofilled resin-based composite. *J Dent*, **36**: 186-93.
- DA SILVA EM, ALMEIDA GS, POSKUS LT, GUIMARAES JG (2008). Relationship between the degree of conversion, solubility and salivary sorption of a hybrid and a nanofilled resin composite. *J Appl Oral Sci*, **16**: 161-6.
- DA SILVA EM, GONCALVES L, GUIMARAES JG, POSKUS LT, FELLOWS CE (2011). The diffusion kinetics of a nanofilled and a midfilled resin composite immersed in distilled water, artificial saliva, and lactic acid. *Clin Oral Investig*, **15**: 393-401.
- DAY M (2017). The Science of Sports Drinks. Erişim Adresi: [http://www.hendonpub.com/tactical_response/articles/2013/0708/the_science_of_sports_drinks]. Erişim Tarihi: 15/11/2017.
- DAYANGAÇ B (2011). Kompozit Rezin Restorasyonlar. Ankara: Güneş Kitapevi Ltd. Şti., s.: 4-20.
- DE MORAES PORTO IC, DAS NEVES LE, DE SOUZA CK, PAROLIA A, BARBOSA DOS SANTOS N (2014). A comparative effect of mouthwashes with different alcohol concentrations on surface hardness, sorption and solubility of composite resins. *Oral Health Dent Manag*, **13**: 502-6.
- DE MORAES RR, GONCALVES LDE S, LANCELLOTTI AC, CONSANI S, CORRER-SOBRINHO L, SINHORETI MA (2009). Nanohybrid resin composites: nanofiller loaded materials or traditional microhybrid resins. *Oper Dent*, **34**: 551-7.
- DE MORAES RR, MARIMON JL, SCHNEIDER LF, SINHORETI MA, CORRER-SOBRINHO L, BUENO M (2008). Effects of 6 months of aging in water on hardness and surface roughness of two microhybrid dental composites. *J Prosthodont*, **17**: 323-6.
- DEPAOLA LG, SPOLARICH AE (2007). Safety and efficacy of antimicrobial mouthrinses in clinical practice. *J Dent Hyg*, **81**: 1-15.

- DIAZ-ARNOLD AM, ARNOLD MA, WILLIAMS VD (1992). Measurement of water sorption by resin composite adhesives with near-infrared spectroscopy. *J Dent Res*, **71**: 438-42.
- DINAKARAN S (2014). Sorption and solubility characteristics of compomer, conventional and resin modified glass-ionomer immersed in various media. *IOSR-JDMS*, **13**: 41-5.
- DOS SANTOS PA, GARCIA PP, DE OLIVEIRA AL, CHINELATTI MA, PALMA-DIBB RG (2010). Chemical and morphological features of dental composite resin: influence of light curing units and immersion media. *Microsc Res Tech*, **73**: 176-81.
- DUKE ES (2003). Has dentistry moved into the nanotechnology era? *Compend Contin Educ Dent*, **24**: 380-2.
- EHLEN LA, MARSHALL TA, QIAN F, WEFEL JS, WARREN JJ (2008). Acidic beverages increase the risk of in vitro tooth erosion. *Nutr Res*, **28**: 299-303.
- EICK JD, KOSTORYZ EL, ROZZI SM, JACOBS DW, OXMAN JD, CHAPPELOW CC, GLAROS AG, YOURTEE DM (2002). In vitro biocompatibility of oxirane/polyol dental composites with promising physical properties. *Dent Mater*, **18**: 413-21.
- ELIOT MN, MICHAUD DS, LANGEVIN SM, MCCLEAN MD, KELSEY KT (2013). Periodontal disease and mouthwash use are risk factors for head and neck squamous cell carcinoma. *Cancer Causes Control*, **24**: 1315-22.
- ERDEMIR U, YILDIZ E, EREN MM, OZEL S (2013). Surface hardness evaluation of different composite resin materials: influence of sports and energy drinks immersion after a short-term period. *J Appl Oral Sci.*, **21**: 124-31.
- ERNST CP, CANBEK K, DILLENBURGER A, WILLERHAUSEN B (2005). Clinical study on the effectiveness and side effects of hexetidine and chlorhexidine mouthrinses versus a negative control. *Quintessence Int*, **36**: 641-52.
- FAN PL, EDAHL A, LEUNG RL, STANFORD JW (1985). Alternative interpretations of water sorption values of composite resins. *J Dent Res*, **64**: 78-80.
- FARAH CS, MCINTOSH L, MCCULLOUGH MJ (2009). Mouthwashes. *Aust Prescr*, **32**: 162-4.
- FELIX KR, BRESSAN MC, KANIS LA, DE OLIVEIRA MT (2013). Assessment of acid neutralizing capacity in cola-based drinks and energy beverages by artificial saliva. *J Contemp Dent Pract*, **14**: 578-81.
- FERRACANE JL (1994). Elution of leachable components from composites. *J Oral Rehabil*, **21**: 441-52.
- FERRACANE JL (1995). Current trends in dental composites. *Crit Rev Oral Biol Med*, **6**: 302-18.
- FERRACANE JL (2001). New polymer resins for dental restoratives. *Oper Dent Suppl*, **6**: 199-209.

- FERRACANE JL (2006). Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater*, **22**: 211-22.
- FERRACANE JL (2011). Resin composite-State of the art. *Dent Mater*, **27**: 29-38.
- FERRACANE JL, BERGE HX, CONDON JR (1998). In vitro aging of dental composites in water- effect of degree of conversion, filler volume, and filler/matrix coupling. *J Biomed Mater Res*, **42**: 465-72.
- FERRACANE JL, CONDON JR (1999). In vitro evaluation of the marginal degradation of dental composites under simulated occlusal loading. *Dent Mater*, **15**: 262-7.
- FERRACANE JL, MARKER VA (1992). Solvent degradation and reduced fracture toughness in aged composites. *J Dent Res*, **71**: 13-9.
- FESTUCCIA MSCC, GARCIA LFR, CRUVINEL DR, PIRES-DE-SOUZA FCP (2012). Color stability, surface roughness and microhardness of composites submitted to mouthrinsing action. *J Appl Oral Sci*, **20**: 200-5.
- FINER Y, SANTERRE JP (2007). Influence of silanated filler content on the biodegradation of bisGMA/TEGDMA dental composite resins. *J Biomed Mater Res A*, **81**: 75-84.
- FLOYD CJ, DICKENS SH (2006). Network structure of Bis-GMA- and UDMA- based resin systems. *Dent Mater*, **22**: 1143-9.
- FONTES ST, FERNANDEZ MR, DE MOURA CM, MEIRELES SS (2009). Color stability of a nanofill composite: effect of different immersion media. *J Appl Oral Sci*, **17**: 388-91.
- FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (1976). FDA Guidelines for chemistry and technology requirements of indirect additive petitions. Department of Health, Education and Welfare, Washington DC, USA: p.:11.
- FOWLER CS, SWARTZ ML, MOORE BK (1994). Efficiency testing of visible-light-curing units. *Oper Dent*, **19**: 47-52.
- GAJEWSKI VE, PFEIFER CS, FROES-SALGADO NR, BOARO LC, BRAGA RR (2012). Monomers used in resin composites: degree of conversion, mechanical properties and water sorption/solubility. *Braz Dent J*, **23**: 508-14.
- GEDDES DA (1975). Acids produced by human dental plaque metabolism in situ. *Caries Res*, **9**: 98-109.
- GEORGE R (2011). Nanocomposites- A review. *J Dent Oral Biosci*, **2**: 38-40.
- GEURTSSEN W, LEHMANN F, SPAHL W, LEYHAUSEN G (1998). Cytotoxicity of 35 dental resin composite monomers/additives in permanent 3T3 and three human primary fibroblast cultures. *J Biomed Mater Res*, **41**: 474-80.
- GITI R, VOJDANI M, ABDUO J, BAGHERI R (2016). The comparison of sorption and solubility behavior of four different resin luting cements in different storage media. *J Dent (Shiraz)*, **17**: 91-7.

- GOLDSTEIN D (2017). The oxford companion to sugar and sweets. Erişim Adresi: [https://www.foodpolitics.com/wp-content/uploads/soda_oxsweets_15.pdf]. Erişim Tarihi: 15/11/2017.
- GONCALVES L, FILHO JD, GUIMARAES JG, POSKUS LT, SILVA EM (2008). Solubility, salivary sorption and degree of conversion of dimethacrylate-based polymeric matrixes. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, **85**: 320-5.
- GORDAN VV, PATEL SB, BARRETT AA, SHEN C (2003). Effect of surface finishing and storage media on bi-axial flexure strength and microhardness of resin-based composite. *Oper Dent*, **28**: 560-7.
- HAHNEL S, HENRICH A, BURGERS R, HANDEL G, ROSENTRITT M (2010). Investigation of mechanical properties of modern dental composites after artificial aging for one year. *Oper Dent*, **35**: 412-9.
- HANKS CT, STRAWN SE, WATAHA JC, CRAIG RG (1991). Cytotoxic effects of resin components on cultured mammalian fibroblasts. *J Dent Res*, **70**: 1450-55.
- HARRINGTON E, WILSON HJ (1995). Determination of radiation energy emitted by light activation units. *J Oral Rehabil*, **22**: 377-85.
- HASKINACI Ş (2017). Meyve suyu sektör araştırması. Erişim Adresi: [http://www.ito.org.tr/itoyayin/0003317.pdf]. Erişim Tarihi: 15/11/2017.
- HEINTZE SD, ZIMMERLI B (2011). Relevance of in vitro tests of adhesive and composite dental materials, a review in 3 parts. Part 1: Approval requirements and standardized testing of composite materials according to ISO specifications. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, **121**: 804-16.
- HERMAN J (2017). What type of sport drinks are there? Erişim Adresi: [https://www.livestrong.com/article/412887-what-type-of-sport-drinks-are-there/]. Erişim Tarihi: 15/11/2017.
- HERVAS-GARCIA A, MARTINEZ-LOZANO MA, CABANES-VILA J, BARJAU-ESCRIBANO A, FOS-GALVE P (2006). Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, **11**: 215-20.
- HISKEY D (2017). Why carbonated beverages are called “soft drinks”. Erişim Adresi: [http://www.todayifoundout.com/index.php/2011/07/why-carbonated-beverages-are-called-soft-drinks/]. Erişim Tarihi: 15/11/2017.
- IKEMURA K, ENDO T (2010). A review of development of radical photopolymerization initiators used for designing light-curing dental adhesives and resin composites. *Dent Mater J*, **29**: 481-501.
- ILIE N, HICKEL R (2011). Resin composite restorative materials. *Aust Dent J*, **1**: 59-66.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. BS EN ISO 4049:1988 Dentistry-Resin-based filling materials.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. BS EN ISO 4049:2000 Dentistry-Polymer-based filling, restorative and luting materials. Brussels; 2000.

- ISHAK WW, UGOCHUKWU C, BAGOT K, KHALILI D, ZAKY C (2012). Energy drinks: psychological effects and impact on well-being and quality of life- A literature review. *Innov Clin Neurosci*, **9**: 25-34.
- ITO S, HASHIMOTO M, WADGAONKAR B, SVIZERO N, CARVALHO RM, YIU C, RUEGGERBERG FA, FOULGER S, SAITO T, NISHITANI Y, YOSHIYAMA M, TAY FR, PASHLEY DH (2005). Effects of resin hydrophilicity on water sorption and changes in modulus of elasticity. *Biomaterials*, **26**: 6449-59.
- JACKSON RD, MORGAN M (2000). The new posterior resins and a simplified placement technique. *J Am Dent Assoc*, **131**: 375-83.
- JOHNSON T, GERSON L, HERSHCOVICI T, STAVE C, FASS R (2010). Systematic review: the effects of carbonated beverages on gastro-oesophageal reflux disease. *Aliment Pharmacol Ther*, **31**: 607-14.
- KAHRAMAN R (2005). Effects of the aluminum filler content on moisture diffusion into epoxy adhesives in distilled water and sea water. *J Appl Polym Sci*, **98**: 1165-71.
- KALACHANDRA S (1989). Influence of fillers on the water sorption of composites. *Dent Mater*, **5**: 283-8.
- KALACHANDRA S, TURNER DT (1987). Water sorption of polymethacrylate networks: bis- GMA/TEGDM copolymers. *J Biomed Mater Res*, **21**: 329-38.
- KALACHANDRA S, WILSON TW (1992). Water sorption and mechanical properties of light-cured proprietary composite tooth restorative materials. *Biomaterials*, **13**: 105-9.
- KAMANGAR SSH, GHAVAM M, MIRKHEZRI Z, KARAZIFARD MJ (2015). Comparison of the effects of two different drinks on microhardness of a silorane-based composite resin. *J Dent (Shiraz)*, **16**: 260-6.
- KAYE W (1954). Near-infrared spectroscopy: I. Spectral identification and analytical applications. *Spectrochimica Acta*, **6**: 257-87.
- KEYWORTH DA (1961). Determination of water by near-infrared spectrophotometry. *Talanta*, **8**: 461-9.
- KIM HJ, BAGHERI R, KIM YK, SON JS, KWON TY (2017). Influence of curing mode on the surface energy and sorption/solubility of dental self-adhesive resin cements. *Materials (Basel)*, **10**: 1-13.
- KIM KH, ONG JL, OKUNO O (2002). The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. *J Prosthet Dent*, **87**: 642-9.
- KIM YK, MIN BK, SON JS, KIM KH, KWON TY (2014). Influence of different drying methods on microtensile bond strength of self-adhesive resin cements to dentin. *Acta Odontol Scand*, **72**: 954-62.
- KIRK RE, OTHMER DF, KROSCSWITZ J, HOWE-GRANT M (1991). Encyclopedia of Chemical Technology. 4th Ed. New York: Wiley: 397.

- KITCHENS M, OWENS BM (2007). 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*, **31**: 153-9.
- KOUPIS NS, VERCRUYSE CW, MARKS LA, MARTENS LC, VERBEECK RM (2004). Curing depth of (polyacid-modified) composite resins determined by scraping and a penetrometer. *Dent Mater*, **20**: 908-14.
- KUMAR S, PATEL S, TADAKAMADLA J, TIBDEWAL H, DURAISWAMY P, KULKARNI S (2013). Effectiveness of a mouthrinse containing active ingredients in addition to chlorhexidine and triclosan compared with chlorhexidine and triclosan rinses on plaque, gingivitis, supragingival calculus and extrinsic staining. *Int J Dent Hyg*, **11**: 35-40.
- KURACHI C, TUBOY AM, MAGALHAES DV, BAGNATO VS (2001). Hardness evolution of a dental composite polymerized with experimental LED-based devices. *Dent Mater*, **17**: 309-15.
- LASSILA LV, NOHRSTROM T, VALLITTU PK (2002). The influence of short-term water storage on the flexural properties of unidirectional glass fiber-reinforced composites. *Biomaterials*, **23**: 2221-9.
- LEE SY, HUANG HM, LIN CY, SHIH YH (1998). Leached components from dental composites in oral simulating fluids and the resultant composite strength. *J Oral Rehabil*, **25**: 575-88.
- LOPES LG, JARDIM FILHO ADA V, DE SOUZA JB, RABELO D, FRANCO EB, DE FREITAS GC (2009). Influence of pulse-delay curing on sorption and solubility of a composite resin. *J Appl Oral Sci*, **17**: 27-31.
- LUTZ F, PHILIPS RW (1983). A classification and evaluation of composite resin system. *J Prosthet Dent*, **50**: 480-8.
- MABIE CP, MENIS DL (1978). Microporous glassy fillers for dental composites. *J Biomed Mater Res*, **12**: 435-72.
- MAHMOUD SH, EL-EMBABY AE, ABDALLAH AM (2014). Clinical performance of ormocer, nanofilled, and nanoceramic resin composites in Class I and Class II restorations: a three-year evaluation. *Oper Dent*, **39**: 32-42.
- MALACARNE J, CARVALHO RM, DE GOES MF, SVIZERO N, PASHLEY DH, TAY FR, YIU CK, CARRILHO MR (2006). Water sorption/solubility of dental adhesive resins. *Dent Mater*, **22**: 973-80.
- MANDEL ID (1988). Chemotherapeutic agents for controlling plaque and gingivitis. *J Clin Periodontol*, **15**: 488-98.
- MANDEL ID (1994). Antimicrobial mouthrinses: overview and update. *J Am Dent Assoc*, **125**: 2-10.
- MANHART J, KUNZELMANN KH, CHEN HY, HICKEL R (2000). Mechanical properties of new composite restorative materials. *J Biomed Mater Res*, **53**: 353-61.

- MARGHALANI HY, WATTS DC (2013). Viscoelastic stability of resin-composites aged in food-simulating solvents. *Dent Mater*, **29**: 963-70.
- MARTIN N, JEDYNAKIEWICZ N (1998). Measurement of water sorption in dental composites. *Biomaterials*, **19**: 77-83.
- MARTIN N, JEDYNAKIEWICZ NM, FISHER AC (2003). Hygroscopic expansion and solubility of composite restoratives. *Dent Mater*, **19**: 77-86.
- MARTOS J, OSINAGA PWR, OLIVEIRA E, CASTRO LAS (2003). Hydrolytic degradation of composite resins: Effects on the microhardness. *Mater Res*, **6**: 599-604.
- MATHIAS P, SANTOS SR, AGUIAR TR, SANTOS PR, CAVALCANTI AN (2014). Cigarette smoke: effects on water sorption and solubility of restorative dental composites. *Gen Dent*, **62**: 54-7.
- MAZZAOUI SA, BURROW MF, TYAS MJ, ROONEY FR, CAPON RJ (2002). Long-term quantification of the release of monomers from dental resin composites and a resin-modified glass ionomer cement. *J Biomed Mater Res*, **63**: 299-305.
- MCCUSKER RR, GOLDBERGER BA, CONE EJ (2006). Caffeine content of energy drinks, carbonated sodas, and other beverages. *J Anal Toxicol*, **30**: 112-4.
- MIGUEL A, DE LA MACORRA JC, NEVADO S, GOMEZ J (2001). Porosity of resin cements and resin-modified glass-ionomers. *Am J Dent*, **14**: 17-21.
- MIRANDA DA, BERTOLDO CES, AGUIAR FHB, LIMA DANL, LOVADINO JR (2011). Effects of mouthrinse on knoop hardness and surface roughness of dental composites after different immersion times. *Braz Oral Res*, **25**: 168-73.
- MITCHELL JB, COSTILL DL, HOUMARD JA, FLYNN MG, FINK WJ, BELTZ JD (1988). Effects of carbohydrate ingestion on gastric emptying and exercise performance. *Med Sci Sports Exerc*, **20**: 110-5.
- MITRA SB, WU D, HOLMES BN (2003). An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc*, **134**: 1382-90.
- MORAN JM (2000). Home-use oral hygiene products: mouthrinses. *Periodontol 2000*, **48**: 42-3.
- MOSZNER N, KLAPDOHR S (2004). Nanotechnology for dental composites. *Int J Nanotechnol*, **1**: 130-56.
- MUNCHOW EA, FERREIRA AC, MACHADO RM, RAMOS TS, RODRIGUES-JUNIOR SA, ZANCHI CH (2014). Effect of acidic solutions on the surface degradation of a micro-hybrid composite resin. *Braz Dent J*, **25**: 321-6.
- MURRAY R (1988). Fluid replacement, gastrointestinal function, and exercise. *J Athl Train*, **23**: 215-9.
- NICHOLSON JW, GJORGIEVSKA E, BAJRAKTAROVA B, MCKENZIE MA (2003). Changes in properties of polyacid-modified composite resins (compomers) following storage in acidic solutions. *J Oral Rehabil*, **30**: 601-7.

- OILO G (1992). Biodegradation of dental composites/glass-ionomer cements. *Adv Dent Res*, **6**: 50-4.
- OKADA K, TOSAKI S, HIROTA K, HUME WR (2001). Surface hardness change of restorative filling materials stored in saliva. *Dent Mater*, **17**: 34-9.
- OKUDA K, ADACHI M, LIJIMA K (1998). The efficacy of antimicrobial mouth rinses in oral health care. *Bull Tokyo Dent Coll*, **39**: 7-14.
- OLIVIA (2017). Difference between fruit juice and fruit drink. Erişim Adresi: [<http://www.differencebetween.com/difference-between-fruit-juice-and-vs-fruit-drink/>]. Erişim Tarihi: 16/11/2017.
- ORTENGREN U, WELLENDORF H, KARLSSON S, RUYTER IE (2001a). Water sorption and solubility of dental composites and identification of monomers released in an aqueous environment. *J Oral Rehabil*, **28**: 1106-15.
- ORTENGREN U, ANDERSSON F, ELGH U, TERSELIUS B, KARLSSON S (2001b). Influence of pH and storage time on the sorption and solubility behaviour of three composite resin materials. *J Dent*, **29**: 35-41.
- ORTENGREN U, LANGER S, GORANSSON A, LUNDGREN T (2004). Influence of pH and time on organic substance release from a model dental composite: a fluorescence spectrophotometry and gas chromatography/mass spectrometry analysis. *Eur J Oral Sci*, **112**: 530-7.
- OUHAYOUN JP (2003). Penetrating the plaque biofilm: impact of essential oil mouthwash. *J Clin Periodontol*, **30**: 10-2.
- OWENS BM (2007). The potential effects of pH and buffering capacity on dental erosion. *Gen Dent*, **55**: 527-31.
- OWENS BM, MALLETT JD, PHEBUS JG (2014). Effects of carbonated cola beverages, sports and energy drinks and orange juice on primary and permanent enamel dissolution. *Austin J Dent*, **1**: 1-7.
- OYSAED H, RUYTER IE (1986a). Water sorption and filler characteristics of composites for use in posterior teeth. *J Dent Res*, **65**: 1315-8.
- OYSAED H, RUYTER IE (1986b). Composites for use in posterior teeth. Mechanical properties tested under dry and wet conditions. *J Biomed Mater Res*, **20**: 261-71.
- OZER S, SEN TUNC E, TULOGLU N, BAYRAK S (2014). Solubility of two resin composites in different mouthrinses. *Biomed Res Int*, Article ID 580675, 1-4.
- PALIN WM, FLEMING GJ, BURKE FJ, MARQUIS PM, RANDALL RC (2005). The influence of short and medium-term water immersion on the hydrolytic stability of novel low-shrink dental composites. *Dent Mater*, **21**: 852-63.
- PEARSON GJ (1979). Long term water sorption and solubility of composite filling materials. *J Dent*, **7**: 64-8.

- PEUTZFELDT A (1997). Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci*, **105**: 97-116.
- PIRES JA, CVITKO E, DENEHY GE, SWIFT EJJR (1993). Effects of curing tip distance on light intensity and composite resin microhardness. *Quintessence Int*, **24**: 517-21.
- PUKETT AD, FITCHIE JG, KIRK PC, GAMBLIN J (2007). Direct composite restorative materials. *Dent Clin North Am*, **51**: 659-75.
- RAHIM TN, MOHAMAD D, MD AKIL H, AB RAHMAN I (2012). Water sorption characteristics of restorative dental composites immersed in acidic drinks. *Dent Mater*, **28**: 63-70.
- RAWLS KJ (2003). Mechanical Properties of Dental Materials. In: Phillips' science of dental materials 11th Ed. Ed: ANUSAVICE, K.J. St. Louis: W.B. Saunders, p.: 69-143.
- RAWLS KJ, ESQUIVEL-UPSHAW J (2003). Restorative Resins. In: Phillips' science of dental materials 11th Ed. Ed: ANUSAVICE, K.J., St. Louis: W.B. Saunders, p.: 399-437.
- ROCHA ACC, LIMA CSA, SANTOS MCMS, MONTES MAJR (2010). Evaluation of surface roughness of a nanofill resin composite after simulated brushing and immersion in mouthrinses, alcohol and water. *Mat Res*, **13**: 77-80.
- RODRIGUES FILHO LE, BURGER LA, KENSHIMA S, BAUER JR, MEDEIROS IS, MUENCH A (2006). Effect of light-activation methods and water storage on the flexural strength of two composite resins and a compomer. *Braz Oral Res*, **20**: 143-7.
- ROSENSTIEL SF, LAND MF, CRISPIN MJ (1998). Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent*, **80**: 280-301.
- SAKAGUCHI RL, DOUGLAS WH, PETERS MC (1992). Curing light performance and polymerization of composite restorative materials. *J Dent*, **20**: 183-8.
- SANTOS C, CLARKE RL, BRADEN M, GUITIAN F, DAVY KW (2002). Water absorption characteristics of dental composites incorporating hydroxyapatite filler. *Biomaterials*, **23**: 1897-904.
- SARETT DC, COLETTI DP, PELUSO AR (2000). The effects of alcoholic beverages on composite wear. *Dent Mater*, **16**: 62-7.
- SARRETT DC, RAY S (1994). The effect of water on polymer matrix and composite wear. *Dent Mater*, **10**: 5-10.
- SAYGILI G, SAHMALI S, DEMIREL F (2003). Changes in the mechanical properties of tooth-colored direct restorative materials in relation to time. *Polym Adv Technol*, **14**: 616-22.
- SCHWEIKL H, SCHMALZ G (1999). Triethylene glycol dimethacrylate induces large deletions in the hprt gene of V79 cells. *Mutat Res*, **438**: 71-8.
- SHARMA N, CHARLES CH, LYNCH MC, QAQISH J, MCGUIRE JA, GALUSTIANS JG, KUMAR LD (2005). Adjunctive benefit of an essential oil-containing mouthrinse in

- reducing plaque and gingivitis in patients who brush and floss regularly: a six-month study. *J Am Dent Assoc*, **135**: 496-04.
- SHORTALL A, HARRINGTON E (1996). Guidelines for the selection, use and maintenance of visible light activation units. *Br Dent J*, **180**: 383-7.
- SHORTALL AC, WILSON HJ, HARRINGTON E (1995). Depth of cure of radiation activated composite restoratives-influence of shade and opacity. *J Oral Rehabil*, **22**: 337-42.
- SIDERIDOU I, TSERKI V, PAPANASTASIOU G (2003). Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials*, **24**: 655- 65.
- SIDERIDOU ID, ACHILIAS DS (2005). Elution study of unreacted Bis-GMA, TEGDMA, UDMA, and Bis-EMA from light-cured dental resins and resin composites using HPLC. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, **74**: 617-26.
- SINCLAIR WB, BARTHOLOMEW ET, RAMSEY RC (1945). Analysis of the organic acids of orange juice. *Plant Physiol*, **20**: 3-18.
- SMITH J (1992). A look at the components and effectiveness of sports drinks. *J Athl Train*, **27**: 173-6.
- SODERHOLM KJ (1981). Degradation of glass filler in experimental composites. *J Dent Res*, **60**: 1867-75.
- SODERHOLM KJ (1983). Leaking of fillers in dental composites. *J Dent Res*, **62**: 126-30.
- SODERHOLM KJ, MUKHERJEE R, LONGMATE J (1996). Filler leachability of composites stored in distilled water or artificial saliva. *J Dent Res*, **75**: 1692-9.
- SODERHOLM KJ, ZIGAN M, RAGAN M, FISCHLSCHWEIGER W, BERGMAN M (1984). Hydrolytic degradation of dental composites. *J Dent Res*, **63**: 1248-54.
- SODERPOLIN KJ, MARIOTTI A (1999). BIS-GMA-based resins in dentistry: Are they safe? *J Am Dent Assoc*, **130**: 201-208.
- STURDEVANT CM, ROBERSON TM, HEYMANN HO, STURDEVANT JR (1995). *The Art and Science of Operative Dentistry*. 3rd Ed. St. Louis: Mosby-Year Book Inc., p.: 252-63.
- SUESE K, KAWAZOE T (2002). Wear resistance of hybrid composite resin for crown material by the two-body sliding test. *Dent Mater J*, **21**: 225-37.
- SWIFT E JR (2005). Nanocomposites. *J Esthet Restor Dent*, **17**: 3-4.
- TAKIMOTO M, ISHII R, IINO M, SHIMIZU Y, TSUJIMOTO A, TAKAMIZAWA T, ANDO S, MIYAZAKI M (2012). Influence of temporary cement contamination on the surface free energy and dentine bond strength of self-adhesive cements. *J Dent*, **40**: 131-8.

- TOLEDANO M, OSORIO R, OSORIO E, AGUILERA FS, ROMEO A, DE LA HIGUERA B, GARCIA-GODOY F (2006). Sorption and solubility testing of orthodontic bonding cements in different solutions. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, **76**: 251-6.
- TOLEDANO M, OSORIO R, OSORIO E, FUENTES V, PRATI C, GARCIA-GODOY F (2003). Sorption and solubility of resin-based restorative dental materials. *J Dent*, **31**: 43-50.
- URE D, HARRIS J (2003). Nanotechnology in dentistry: reduction to practice. *Dent Update*, **30**: 10-5.
- VAN DIJKEN JW, PALLESEN U (2015). Eight-year randomized clinical evaluation of class II nanohybrid resin composite restorations bonded with a one-step self-etch or a two-step etch- and-rinse adhesive. *Clin Oral Investig*, **19**: 1371-9.
- VASVUDEVA G (2009). Monomer systems for dental composites and their future: A review. *J Calif Dent Assoc*, **37**: 389-98.
- VENZ S, DICKENS B (1991). NIR-spectroscopic investigation of water sorption characteristics of dental resins and composites. *J Biomed Mater Res*, **25**: 1231-48.
- VILLASENOR IM, SIMON MK, VILLANUEVA AM (2002). Comparative potencies of nutraceuticals in chemically induced skin tumor prevention. *Nutr Cancer*, **44**: 66-70.
- VON FRAUNHOFER JA, CURTIS PJR (1989). Physical and mechanical properties of anterior and posterior composite restorative materials. *Dent Mater*, **5**: 365-8.
- VON FRAUNHOFER JA, KELLEY JI, DEPAOLA LG, MEILLER TF (2006). The effect of a mouthrinse containing essential oils on dental restorative materials. *Gen Dent*, **54**: 403-7.
- WEI YJ, SILIKAS N, ZHANG ZT, WATTS DC (2011). Diffusion and concurrent solubility of self-adhering and new resin-matrix composites during water sorption/desorption cycles. *Dent Mater*, **27**: 197-205.
- WILLEMS G, LAMBRECHTS P, BRAEM M, VANHERLE G (1993). Composite resins in the 21st century. *Quintessence Int*, **24**: 641-57.
- WILLIAMS JD, GOLDSWORTHY P (2017). Breaking down the chain: A guide to the soft drink industry. Erişim Adresi: [https://www.foodpolitics.com/wp-content/uploads/SoftDrinkIndustryMarketing_11.pdf]. Erişim Tarihi: 15/11/2017.
- WILSON KS, ZHANG K, ANTONUCCI JM (2005). Systematic variation of interfacial phase reactivity in dental nanocomposites. *Biomaterials*, **26**: 5095-103.
- WONGKHANTEE S, PATANAPIRADEJ V, MANEENUT C, TANTBIROJN D (2006). Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials. *J Dent*, **34**: 214-20.
- WU W, MCKINNEY JE (1982). Influence of chemicals on wear of dental composites. *J Dent Res*, **61**: 1180-3.

- YAP A, LEE CM (1997). Water sorption and solubility of resin-modified polyalkenoate cements. *J Oral Rehabil*, **24**: 310-4.
- YAP AU, YAP SH, TEO CK, NG JJ (2004a). Finishing/polishing of composite and compomer restoratives: effectiveness of one-step systems. *Oper Dent*, **29**: 275-9.
- YAP AU, SOH MS, HAN TT, SIOU KS (2004b). Influence of curing lights and modes on cross-link density of dental composites. *Oper Dent*, **29**: 410-5.
- YAP AU, TAN SHL, WEE SSC, LEE CW, LIM ELC, ZENG KY (2001). Chemical degradation of composite restoratives. *J Oral Rehabil*, **28**: 1015-21.
- YOSHII E (1997). Cytotoxic effects of acrylates and methacrylates: relationships of monomer structures and cytotoxicity. *J Biomed Mater Res*, **37**: 517-24.
- ZHANG Y, XU J (2008). Effect of immersion in various media on the sorption, solubility, elution of unreacted monomers, and flexural properties of two model dental composite compositions. *J Mater Sci Mater Med*, **19**: 2477-83.
- ZIMMERLI B, STRUB M, JEGGER F, STADLER O, LUSSI A (2010). Composite materials: composition, properties and clinical applications. A literature review. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, **120**: 972-86.

ÖZGEÇMİŞ

I- Bireysel Bilgiler

Adı : Pouya
Soyadı : Kari
Doğum Yeri ve Tarihi : Tebriz, 24/07/1985
Uyruğu : İRAN
Medeni Durumu : Bekar
İletişim Adresi ve Telefonu : Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı Beşevler-
ANKARA
Tel : 0 538 854 31 15
Elektronik Posta : puya_ka@hotmail.com

II- Eğitimi

2014-2017 : Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Diş Hastalıkları ve Tedavisi AD., Ankara
2006-2013 : Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Samsun
Yabancı Dili : İngilizce, Farsça, Arapça, Azerice

III- Ünvanları

2013 : Diş Hekimi
2014 : Araştırma Görevlisi

IV- Mesleki Deneyimi

2014 : Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı/
Doktora Öğrencisi

V- Bilimsel İlgi Alanları

Yayınlar:

1. KARİ P (2017). Amalgam Toksikolijisi ve insan Sağlığı Üzerine Etkisi. *AÜ Diş Hek Fak Derg.*
2. DEĞER C, KARİ P, MÜJDECİ A (2017). Kompozit Resinlerin Su Emilimi ve Çözünürlüğü Üzerine Gargaraların Etkisi. *AÜ Diş Hek Fak Derg*, 44(3): 123-33.
3. KARI P (2016). Treatment Of White Spot Lesions With Resin Infiltration Technique: A Case Report. *Journal of International Oral Research Society.*

Posterler:

1. Deger C, Mujdeci A, Kari P (2017). The Effect Of Mouthrinses On Sorption And Solubility Of Composite Resins. 19th AIC INTERNATIONAL CONGRESS & CONSEURO 11-13 May, Bologna, Italy.
2. Pouya KARI (2016). Restoration of an Anterior Tooth with Fiber-Post and Composite: a Case Report. International Oral Research Association (Orad) 1. International Scientific Congress 18-20 Kasım, Ankara, Türkiye.
3. Pouya KARI (2016). Restoration of an Endodontically Treated Tooth with a CAD/CAM Resin Nano Ceramic Endocrown: a Case Report. International Oral Research Association (Orad) 1. International Scientific Congress 18-20 Kasım, Ankara, Türkiye.
4. Pouya KARI (2016). Treatment of White Spot Lesions with Resin Infiltration Technique: a Case Report. International Oral Research Association (Orad) 1. International Scientific Congress 18-20 Kasım, Ankara, Türkiye.
5. Pouya Kari (2016). Üst Çene Anterior Dişlerde Oluşmuş Geniş Çürüklerin Estetik Rehabilitasyonu: Vaka Raporu. Restoratif Dişhekimliği Derneği 20. Uluslararası Bilimsel Kongresi 27-28 Ekim, İstanbul, Türkiye.
6. Pouya Kari (2016). Endodontik Tedavi Görülmüş Dişlerde CAD/CAM İle Tek Seansta Restorasyonu: Olgu Sunumu. Restoratif Dişhekimliği Derneği 20. Uluslararası Bilimsel Kongresi 27-28 Ekim, İstanbul, Türkiye.

7. Pouya Kari (2016). Anterior Opak Mine Lezyonlarının Rezin İnfiltrasyon Yöntemi İle Rehabilitasyonu: Olgu Sunumu. Restoratif Dişhekimliği Derneği 20. Uluslararası Bilimsel Kongresi 27-28 Ekim, İstanbul, Türkiye.
8. Pouya Kari (2016). İntrakoronal Bleaching Yöntem İle Anterior Dişlerin Estetik Rehabilitasyonu: Olgu Sunumu. Restoratif Dişhekimliği Derneği 20. Uluslararası Bilimsel Kongresi 27-28 Ekim, İstanbul, Türkiye.

VI- Bilimsel Etkinlikleri

Verdiği Seminerler

- Power Diş Fırçaları
- Amalgam Toksikolojisi ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

VII- Diğer Bilgiler

Kongre ve Sempozyum Katılımları:

- **1. Uluslararası ORAD Kongresi** 18-20 Kasım 2016, Ankara, Türkiye.
- **20. Uluslararası Restoratif Dişhekimliği Derneği (RDD) Bilimsel Kongresi** 27-28 Ekim 2016, İstanbul, Türkiye.
- **18. Uluslararası Estetik Dişhekimliği (EDAD) Kongresi** 17-19 Ekim 2014, İstanbul, Türkiye.
- **21. Uluslararası Türk Dişhekimleri Birliği (TDB) Bilimsel Kongre ve Sergisi** 28-30 Kasım 2014, İzmir, Türkiye.

Katıldığı Eğitim Seminerleri ve Kursları:

1. Türk Diş Hekimliği Birliği (TDB), Adeziv Dişhekimliği Derneği (ADD), “3.Gülsa İnovasyon Günleri” Sertifikalı. 9 Aralık 2017, Ankara, Türkiye.
2. Dentsem “Uygulamalı Rubber Dam Teknikleri Eğitimi” Sertifikalı. 1 Ekim 2017, İstanbul, Türkiye.

3. Kerr Dental DT STUDY CLUB Seminer-Webiner “Estetik ve Fonksiyonel Anterior Restorasyonları Nasıl Yapabiliriz?” Seminer. Ekim 2017, Türkiye.
4. Türk Diş Hekimliği Birliği (TDB) “Preperasyondan Simantasyona Lamina” Bilimsel etkinliği. Sertifikalı. 29 Nisan 2017, Kocaeli, Türkiye.
5. Paşa Dental “Dental Adezyon İleri Düzey Seminer Eğitimi” Zafer Çehreli. Sertifikalı. 21 Mayıs 2017, İstanbul, Türkiye.
6. Ankara Diş Hekimliği Fakültesi, Türk Endodonti Derneği “Endodontide İleri Görüntüleme Yöntemlerinin Uygulama alanları” Seminer. Mayıs 2017, Ankara, Türkiye.
7. Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi “Dental Fotoğrafçılık” Sertifikalı. 12-19-26 Nisan 2017, Ankara, Türkiye.
8. Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi “Kompozit Resinlerin Polimerizasyonları Esnasında Pulpa Odasında Meydana Gelen Isı Değişimleri” Seminer. Şubat 2017, Ankara, Türkiye.
9. Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi “Flor Salan Restoratif Materyaller” Seminer. Şubat 2017. Ankara, Türkiye.
10. Türk Diş Hekimliği Birliği (TDB), Ankara Diş Hekimleri Odası (ADO) “Mikro Sızıntıyı Önlemek İçin Neler Yapılmalı” Zafer Çehreli. Seminer. 1 Aralık 2016, Ankara, Türkiye.
11. Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi “CAD/CAM ile Dijital Dişhekimliği, Ölçü, Tasarım, Materyal ve Üretim” Seminer. Kasım 2016, Ankara, Türkiye.
12. Kerr Dental DT STUDY CLUB Seminer-Webiner “Dental fotoğrafçılık; Ben Çektim Oldu mu?” Seminer. 30 Kasım 2016, Türkiye.
13. Santa Dental “Esthetic Update” Sertifikalı. 28 Ekim 2016, İstanbul, Türkiye.
14. Hitit Güneşi Diş Hekimliği Çalışma Grubu “Adeziv Diş Hekimliğinde Güncel Uygulamalar” Zafer Çehreli. Seminer. 25 Eylül 2016, Ankara, Türkiye.
15. Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi “Hemostatik Ajanların Adezyon Üzerine Etkisi” Seminer. Mayıs 2016. Ankara, Türkiye.
16. Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi “Matriks Metalloproteinazlar (MMP) ve Adezyondaki Yeri” Seminer. Aralık 2015, Ankara, Türkiye.

17. Ankara Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitim Programı. Sertifikalı. 2 Ekim 2015, Ankara, Türkiye.
18. Ankara Diş Hekimleri Odası (ADO) “Travmatik Dental Yaralanmalarda Klinik Yaklaşımlar” Sertifikalı. 2 Mayıs 2015, Ankara, Türkiye.
19. Hitit Güneşi Diş Hekimliği Çalışma Grubu “Gülüş Tasarımı, Porselen Laminalar & Dijital Diş Hekimliği” Seminer. Mayıs 2015.
20. Ankara Diş Hekimleri Odası (ADO) “Anterior Kompozit Restorasyonlar” Zafer Çehreli. Seminer. 26 Şubat 2015, Ankara, Türkiye.
21. "Anterior Kompozit Restorasyonlar & Renk Algısında 5 Boyut" Serhat Köken Sunum & Workshop. Ocak 2015, Ankara, Türkiye.
22. Ondokuz Mayıs Üniversitesi “BioHorizons Dental İmplantoloji Semineri” Sertifikalı. 28 Kasım 2012, Samsun, Türkiye.