



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**FARKLI İÇERİKLERE SAHİP YAPAY DİŞLERİN RENK
STABİLİTELERİNİN İNCELENMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dt. GÜLÜMSER ÖRKÜN

**Samsun
Mayıs-2017**



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

FARKLI İÇERİKLERE SAHİP YAPAY DİŞLERİN RENK STABİLİTELERİNİN İNCELENMESİ

UZMANLIK TEZİ

Dt. Gölümser ÖRKÜN

Danışman
Prof. Dr. Y. Şinasi SARAÇ

Samsun
Mayıs-2017

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince engin bilgilerini, tecrübelerini benimle paylaşan ve sonsuz hoşgörüsünü esirgemeyen, tezimi gerçekleştirmemde büyük emeği geçen Sayın Prof. Dr. Y. Şinasi SARAÇ'a,

Bu süreçte mesleğime ve her bakımdan gelişimime katkıları, destekleri, anlayışlı yaklaşımları ve yapıcı eleştirileri için değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Duygu SARAÇ, Sayın Doç. Dr. Murat YENİSEY, Sayın Doç. Dr. Çağrı Ural, Sayın Doç. Dr. Şafak KÜLÜNK, Sayın Doç. Dr. Tolga KÜLÜNK ve Sayın Doç. Dr. Murat Kurt'a,

Mesleki eğitimim ve disiplinimin temel taşlarını oluşturan, ufkumu açan Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nden değerli hocalarıma ve asistanlarıma,

Tezimdeki istatistiksel analiz değerlendirmelerine sağladığı katkılarından ve desteklerinden dolayı Sayın Yrd. Doç. Dr. Naci MURAT'a

Laboratuvar çalışmalarım sırasında sağladıkları manevi destek ve kolaylıklar için İbrahim DOĞDU ve Osman GÜRSOY başta olmak üzere teknisyen laboratuvarı çalışanlarına ve ayrıca OMÜ Mikrobiyoloji Anabilim Dalı hocalarına,

Asistanlık dönemim boyunca tanıdığım, iyi ki tanımışım dediğim, dostluklarını kazandığım, her şeyden önce iyi birer insan olarak hayatımda iz bırakan Bahar KÜÇÜK SELÇUK, Özgür ÖZTÜRK, İsmail KAYA, Necati KALELİ, Betül YILMAZ EVMEK, Onur ETÖZ, İdris KAVUT, Elçin ABBASOV, Rafat SASANY, Yaser EL HALAWANİ, Mohanad SHOMAL ve Amro WARRAK'a,

Hayatımın iyi ve kötü her anında yanımda olan, bu günlere ulaşmamda büyük emek sahibi olan anneme ve babama, desteğini her zaman yanımda hissettiğim kardeşime,

Yoğun çalışma dönemimde yardımlarını ve sevgisini esirgemeyen nişanlım Remzi ÇÖL'e

Teşekkür ederim.

ÖZET

FARKLI İÇERİKLERE SAHİP YAPAY DIŞLERİN RENK STABİLİTELERİNİN İNCELENMESİ

Amaç: Bu tez çalışmasının amacı; kimyasal içerikleri farklı olan dört grup yapay dişin, üç farklı solüsyonda belirli zaman aralıklarında bekletilmesi sonucu görülen renk stabiliteilerinin ve birbirlerine göre oluşan renk değişim farklarının in-vitro koşullarda incelenmesidir.

Materyal ve Metot: Çalışmada polimetil metakrilat (PMMA), isosit, çift çapraz bağlı PMMA ve nano hibrit kompozit rezin materyallerinin her birisi için 30 adet olacak şekilde toplam 120 adet en büyük boyutlarda ve en düz vestibül yüzeylere sahip üst santral yapay dişler kullanıldı. Bu yapay dişler kahve, çay ve distile su solüsyonlarında bekletilerek başlangıç, 1. gün, 1. hafta, 2. hafta ve 4. hafta renk değerleri orta üçlü bölgesinden spektrofotometre cihazı ile ölçülerek L^* , a^* ve b^* cinsinden kaydedilerek renk değişimleri ΔE cinsinden hesaplanmıştır. Elde edilen değerler iki yönlü varyans analizi ve tekrarlı varyans analizi ile incelendi.

Bulgular: Çalışmanın sonuçları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, her bir ölçüm zamanı içerisinde materyallerin ana etkileri incelendiğinde en yüksek boyanma ortalamasına sahip olan grup isosit iken en az boyanan grup nano hibrit kompozit rezin olarak tespit edilmiştir. Solüsyonların boyama etkileri incelendiğinde de kahve solüsyonu en yüksek boyayıcı etkiye sahip iken çay, kahve solüsyonuna göre daha az boyama etkisine sahiptir. Zamansal olarak değerlendirildiğinde her bir materyalin farklı solüsyonlardaki renk değişimleri zamanla artış göstermektedir. 4.haftanın sonuna kadar meydana gelen renk değişimleri istatistiksel olarak anlamlı olsa da ortalama renk değişimleri klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içerisinde bulunmuştur.

Sonuç: Çay ile karşılaştırıldığında en boyayıcı solüsyonun kahve olduğu görülmüştür. Hem çay hem de kahve solüsyonu içinde en çok renklenen yapay diş grubu PE (isosit), en az renklenen yapay diş grubu ise PH (nanohibrit kompozit) olarak belirlenmiştir. Klinik olarak kabul edilemez renk değişimi sadece PE grubunda görülmüştür. Renklenmenin zamanla tüm gruplarda arttığı, en hızlı artışın ise tüm zamanlarda PE grubunda olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Renk, Renk değişikliği, Yapay Dişler, Geleneksel Akrilik, Nanohibrit Kompozit, Kompozit, Çift Çapraz Bağ, Absorpsiyon, Adsorpsiyon

Gülümser ÖRKÜN, Uzmanlık Tezi
Ondokuz Mayıs Üniversitesi - Samsun, Mayıs-2017

ABSTRACT
**INVESTIGATION OF COLOR STABILITIES OF ARTIFICIAL TEETH WITH
DIFFERENT CONTENT**

Aim: The purpose of this thesis is; to investigate the color stability and color change differences of four groups of artificial teeth with different chemical contents exposed to three different solutions for specified time intervals according to each other in in-vitro conditions.

Material and Method: In the study, 30 for each and a total of 120 pieces of upper central artificial teeth, composed of polymethyl methacrylate (PMMA), isosit, double cross-linked PMMA and nano hybrid composite resin materials with large sized and flatest vestibule surfaced, were used. Color values of these artificial teeth were measured by spectrophotometer from medium triple zone at the beginning, 1st day, 1st week, 2nd week and 4th week and recorded as L*, a* and b*, and color changes were calculated as ΔE . The obtained values were analyzed by two-way analysis of variance and repeated measures analysis of variance.

Results: When the results of the study were evaluated statistically and the main effects of the materials were examined within each measurement time, the group with the highest staining average was the isosit, while the least stained group was identified as the nano hybrid composite resin. When the dyeing effects of the solutions are examined, the coffee solution has the highest dyeing effect while the tea has less dyeing effect than the coffee solution. Measurement according to time shows that the color change of each material in different solutions increases over time. Although the color changes that took place until the end of the 4th week were statistically significant, the average color changes were found within clinically acceptable limits.

Conclusion: Compared with tea, the most dyeing solution was found to be coffee. PE (isosit) was considered as the most stained artificial tooth group and PH (nano hybrid composite) was the least stained artificial tooth group in both tea and coffee solution. Clinically unacceptable color change was only seen in the PE group. It was seen that staining increased in all groups over time and the fastest increase was seen in the PE group at all times.

Keywords: Color, Color Change, Artificial Teeth, Conventional Acrylic, Nanohybrid Composite, Composite, Double Cross-Link, Absorption, Adsorption

Gülümser ÖRKÜN, Specialization Thesis

SİMGELER VE KISALTMALAR

°	Derece
%	Yüzde
°C	Santigrat derece
°K	Kelvin derece
µm	Mikro metre
3D	3 boyutlu
a*	CIE sisteminde rengin kırmızı-yeşil eksenindeki koordinatı
ab	Siyah zemindeki kırmızı-yeşil renk
Al	Alüminyum
aw	Beyaz zemindeki kırmızı-yeşil renk
b*	CIE sisteminde rengin sarı-mavi eksenindeki koordinatı
b	Siyah
Ba	Baryum
b_b	Beyaz zemindeki sarı-mavi renk
b_w	Beyaz zemindeki sarı-mavi renk
CAD	Bilgisayar destekli tasarım
CAM	Bilgisayar destekli üretim
Ce	Seryum
CIE	Uluslararası Aydınlatma Komisyonu Renk Sistemi
cm³	Santimetre küp
DCL	Çift çapraz bağlı PMMA
F	Varyans analiz test istatistiği
GPa	Gigapascal
Gr	Gram
IVO	PMMA
kcal	Kilokalori
kg	Kilogram
KO	Kontrast Oranı
L*	CIE Sisteminde Açıklık (Lightness)
L	Litre

L_b	Siyah zemindeki parlaklık
LED	Light emitting diode
L_w	Beyaz zemindeki parlaklık
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mm²	Milimetre kare
MPa	Megapascal
NCC	Natural Color Concept
nm	Nanometre
p	Anlamlılık düzeyi
ppm	Parts per million (milyonda bir birim)
Pb	Kurşun
PE	İsosit
PH	Nano Hibrit Kompozit Rezin
PMMA	Polimetil Metakrilat
RGB	Red, gren, blue (kırmızı, yeşil, mavi)
Si	Silisyum
Sr	Strontiyum
TP	Translusesni Parametresi
UDMA	Üretandimetakrilat
UV	Ultra Violet
VHN	Vickers Hardness Number (Vickers Sertlik Numarası)
w	Beyaz
Y_b	Siyah arka planda yansıyan ışık miktarı
Y_w	Beyaz arka planda yansıyan ışık miktarı
Zr	Zirkonyum
ΔE	Renk Farklılığı

İÇİNDEKİLER

ÖZET	IV
ABSTRACT.....	V
SİMGELER VE KISALTMALAR	VI
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Yapay Dişler.....	3
2.1.1. Yapay Dişlerde Bulunması Gereken Özellikler.....	3
2.1.2. Yapay Diş Malzemeleri	4
2.1.3. Yüzey Sertliği	14
2.1.4. Yüzey Pürüzlülüğü	15
2.1.5. Yapay Dişlerin Renk Stabilitesi.....	16
2.2. Diş Hekimliğinde Renk.....	18
2.2.1. Işık Kaynağı.....	20
2.2.2. Cisim.....	21
2.2.3. Gözlemci.....	21
2.2.4. Optik Özellikler	23
2.3. Diş Hekimliğinde Renkle İlgili Kavramlar	26
2.3.1. Opasite	26
2.3.2. Opalesans	26
2.3.3. Translusensi	26
2.3.4. Transparanlık	27
2.3.5. Fosforesans	27
2.3.6. Floresans	27
2.3.7. Metamerizm	29
2.4. Renk Sistemleri	29
2.4.1. Munsell'e Göre Rengin Boyutları.....	30
2.4.2. CIE L*a*b* Renk Sistemi	35
2.5. Diş Hekimliğinde Kullanılan Renk Ölçüm Yöntemleri.....	40
2.5.1. Görsel Renk Ölçümü	40
2.5.2. Aletsel Renk Ölçümü.....	44
2.6. Adsorpsiyon ve Absorpsiyon	15

3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	54
3.1. Çalışmada Kullanılan Cihaz ve Materyaller	54
3.2. Örneklerin Hazırlanması	55
3.2.1. Solüsyonların hazırlanması.....	59
4. BULGULAR	65
5. TARTIŞMA.....	94
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	109
7. KAYNAKLAR.....	110
8. ÖZGEÇMİŞ.....	134



1. GİRİŞ

Tam ve bölümlü protezler; kaybedilen dişlerin ve komşu dokuların çiğneme, konuşma ve estetik gibi ağız içi fonksiyonlarının iade ve idamesini sağlar. Protezlerin yapımı esas olarak fonksiyonel, kozmetik, fonetik, psikolojik ve biyolojik olmak üzere beş amaca yöneliktir. Bu amaçların tamamı; hastanın beslenmek için çiğneyebilmesi, daha estetik bir görünüme sahip olması, konuşmasının anlaşılabilir olması, dişsizlikten kaynaklanan psikolojik sorunlarının çözümünün sağlanması, dokuların devamlılığının ve bütünlüğünün korunmasına yöneliktir (Çalikkocaoğlu, 2010).

Tüm dişlerin kaybı ve kısmi diş kaybı olan ağızlarda kaybedilen diş, kemik ve yumuşak dokunun yerine konması gereklidir. Günümüz diş hekimliği protez uygulamaları kapsamında implant destekli tedaviler oldukça yaygın ve güvenilir olmasına karşın her zaman implant destekli tedaviler yapılamamaktadır. Aşırı kemik rezorpsiyonu, sistemik kontraendikasyonların varlığı, sosyoekonomik durum gibi nedenlerle implant destekli sabit restorasyonların yapılamadığı durumlarda yaptığımız klasik tam ve bölümlü protezlerde ve bazı durumlarda implant destekli overdenture ve hibrit protezlerde yapay takım dişler kullanılmaktadır. Protez kullanımı süresince yapay dişler; yiyeceklere ve çay, kahve gibi toplumda sık tüketilen içeceklere maruz kalarak renklenmekte ve görüntüsü olumsuz yönde değişmektedir. Dolayısıyla diş hekimliğinde kullanılan diğer restoratif materyaller gibi yapay dişlerin de renk stabilitesi konusu önem kazanmaktadır (Polyzois ve ark., 1997; Jagger ve ark., 1999).

Dental tedavilerde restorasyonun başarısını belirleyen en önemli kriterlerden olan estetiğin sağlanabilmesi ve özellikle de devamlılığının korunabilmesi; dental materyal seçiminde diş hekimini yönlendiren vazgeçilmez unsurlardandır. Protezin rengi ve görüntüsü en önemli özelliklerin başında gelir. Komşu dokuların rengini ve görüntüsünü aynı/benzer şekilde karşılamalıdır (Kahramanoğlu ve Özkan, 2013). Estetik materyallerin uygulandıkları andaki renklerini, bozulmadan muhafaza etmesi istenir. Çünkü renklenme major estetik başarısızlıklardandır (Khokhar ve ark., 1991) fakat renk değişikliği kaçınılmazdır. Önemli olan klinik olarak kabul edilebilir renk değişikliğinin olmasıdır.

Estetiğin devamlılığının sağlanabilmesi materyal seçimi ile ilgili olup materyalin renklenmelere karşı dayanıklılığı, hastanın oral hijyeni, kahve, çay, sigara gibi

renklendirici etkisi bulunan içecekleri tüketme sıklığı gibi faktörlere bağlıdır (Güler ve ark., 2013).

Gelişen teknoloji ve yapılan araştırmalarla birlikte yapay dişlerin fiziksel özellikleri de geliştirilmekte ve güçlendirilmektedir. Geçmişten günümüze porselen, akrilik, kompozit ve bunların değişik modifikasyonları yapay diş malzemesi olarak kullanılmıştır. Son yıllarda aşınma, çarpma ve boyanma direncini geliştirmek ve yüksek parlatılabilirlik özelliklerini kazandırmak amacıyla nano-kompozit rezinden yapay dişler üretilmeye başlanmıştır.

Bu tez çalışmasının amacı; kimyasal içerikleri farklı olan dört grup yapay dişin, üç farklı solüsyonda belirli zaman aralıklarında bekletilmesi sonucu görülen renk stabilitelerinin ve birbirlerine göre oluşan renk değişim farklarının in-vitro koşullarda incelenmesidir. Çalışmanın hipotezi, kullanılan farklı yapay diş grupları ve solüsyonların boyayıcı etkileri arasında anlamlı farklılık olacağı şeklinde dir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1.Yapay Dişler

Yapay dişler estetik, fonksiyon ve fonasyon açısından hareketli bölümlü ve tam protezlerin önemli bileşenleridir (Denli ve ark., 1996; Köksal ve Dikbaş, 2008). Posterior dişler çiğneme, arklar arası ilişkinin korunması ve kaybedilmiş yüz konturunun restorasyonunu sağlarlar. Anterior dişler ise çiğneme fonksiyonuna yardım eder, estetiğin düzeltilmesinde önemli rol oynar ve fonasyonun temininde aracılık yaparlar (Çalikkocaoğlu, 2010). Oklüzyonu rehabilite etmekte uygun yapay dişi seçmek için hastayla ilgili bazı fiziksel ve biyolojik faktörleri bilmek gerekir. Tedavinin bu aşamasındaki amaç iyi fonksiyon gören, hastanın normal bir şekilde konuşmasını sağlayan, estetik açıdan memnun edici ve rezidüel kretlerdeki dokuları rahatsız etmeyen protezler yapmaktır. Yapay dişlerin seçimi nispeten daha az zaman alıcı bir prosedürdür ama deneyim gerektirir (Fenton, 2004).

Diş seçiminde diş hekiminin görevi hastaya yeterli bilgi vermek, rehberlik etmek ve seçenekleri sunmaktır. Yapay diş seçimini etkileyen faktörler arasında hastanın beklentisi ve ekonomik durumu da yer alır (Fenton, 2004).

2.1.1. Yapay Dişlerde Bulunması Gereken Özellikler

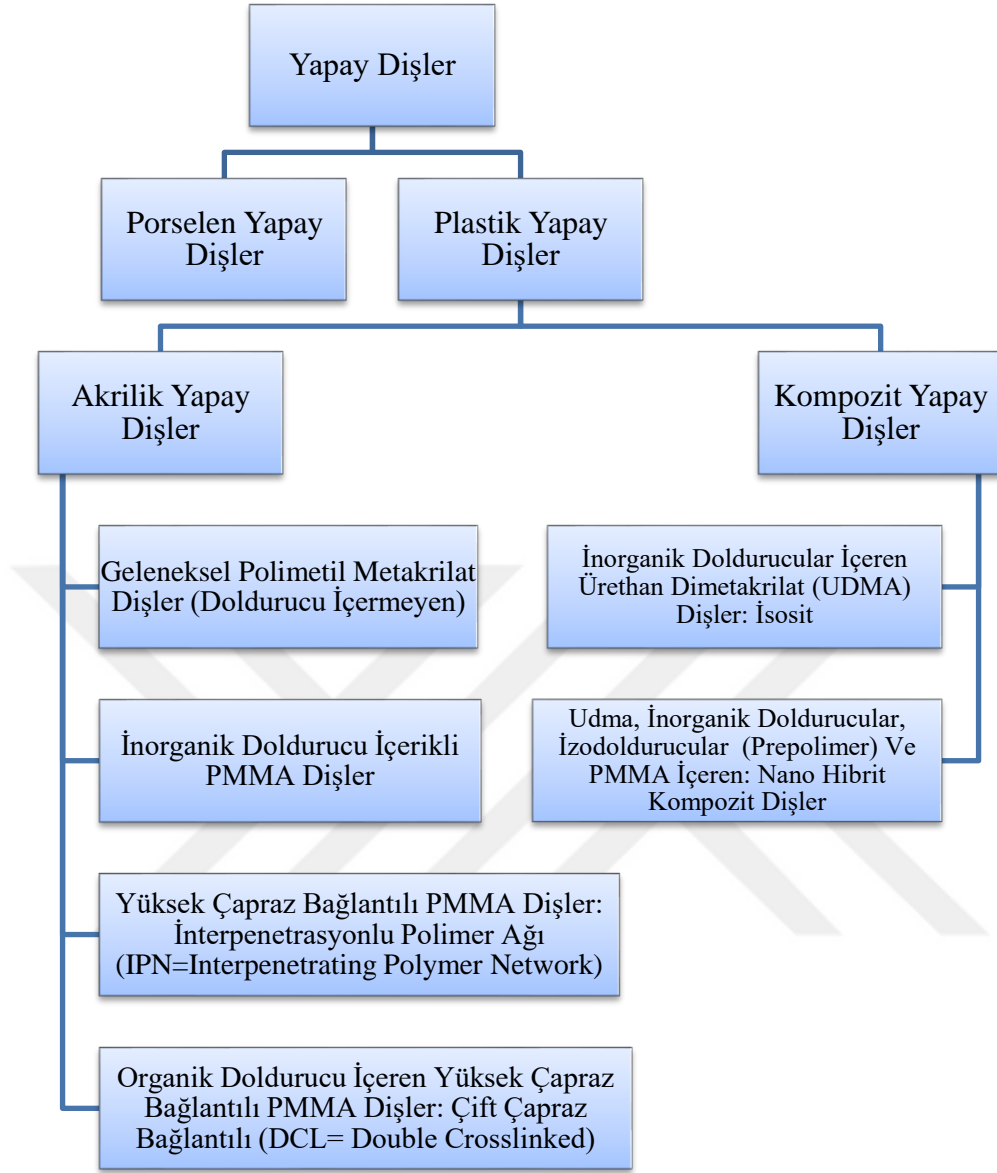
Tam ve bölümlü hareketli protezlerin yapımında kullanılan yapay dişlerin fiziksel dayanıklılıkları ve estetik görünümleri en önemli fiziksel özellikleridir. Ön ya da arka bölgelerde kullanım amaçlarına göre aranan nitelikleri değişkenlik göstermektedir. Ön bölgelerde kullanılan dişlerde estetik gereksinimler öne çıkarken, arka bölgelerde kullanılan dişlerde çiğneme kuvvetlerine dayanabilecek yapısal sağlamlık aranmaktadır (Anusavice ve ark., 2013). Oluşturulan oklüzyonun korunması, çiğneme etkinliğinin devamlılığı ve estetik gereksinimler yapay dişlerde aranan birçok özelliğin başında gelmektedir. İdeal olarak yapay dişler renk, şekil ve translusensi yönünden doğal dişlerden ayırt edilemez olmalıdır. Protez kaidesi ile yapay diş arasında iyi bir bağlanma olmalıdır. Yani, yapay diş ve kaide materyali uyumlu olmalıdır. Yapay dişlerin düşük yoğunluğu, protezin ağırlığını fazla arttırmamaları açısından bir avantajdır. Kırılmaya dirençli olabilmeleri için yapay dişler güçlü ve sağlam, ağızdaki aşındırıcı kuvvetlere karşı da yeterince sert olmalıdırlar (McCabe ve Walls, 2008).

Yapay diş üretiminde kullanılan materyallerin renk stabilitesi, pürüzsüz yüzey ve aşınma direnci gibi iyi mekanik ve fiziksel özelliklere sahip olması beklenir (Kawano ve ark., 2002).

Yapay dişlerin mekanik ve fiziksel özelliklerini; kullanılan materyalin kimyasal yapısı, oral hijyen ve protez temizleme alışkanlığı, protezi kullanım süresi, beslenme alışkanlıkları gibi faktörler etkilemektedir.

2.1.2. Yapay Diş Malzemeleri

Günümüz diş hekimliğinde hareketli protezlerde kullanılan yapay dişler porselen ve plastik olmak üzere iki ana gruba ayrılır (Şekil 1). Porselenin yapay diş olarak kullanılması 19. yüzyılın başlangıcına dayanırken, plastik esaslı yapay dişler 1940'larda kullanılmaya başlanmıştır ve günümüzde porselen yapay dişlere oranla daha fazla tercih edilmektedir (Çalikkocaoğlu, 2010).



Şekil 1. Yapay Dişlerin Üretildiği Malzemeler

Tablo 1’de yapay dişlerin bazı fiziksel ve mekanik özellikleri yer almaktadır.

Tablo 1. Yapay Dişlerin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri (McCabe ve Walls, 2008)

	Akrilik Rezin	Porselen
Yoğunluk (gr/cm ³)	1,2	2,4
Isısal Genleşme Katsayısı (ppm°C ⁻¹)	80	7
Elastik Modülü (GPa)	2,5	80
Sertlik (VHN) (kg/mm ²)	20	500

Porselen yapay dişler, tam ve bölümlü protezlerde kullanılan ilk diş materyalleri olmalarına rağmen, günümüzde nispeten daha az kullanılmaktadırlar. Akrilik ve modifiye akrilik polimerlerden yapılan akrilik dişler porselen dişlerin yerini almıştır, çünkü akrilik dişler karşıt doğal dişi aşındırmazlar, akrilik protez kaidesine kimyasal olarak bağlanırlar, oklüzal kuvvetleri bünyelerinde daha iyi toplayarak dişsiz kretleri korurlar. Ayrıca protezi uyumlama esnasında da polimer dişleri modifiye etmek oldukça kolaydır. Genel olarak polimer dişlerin özellikleri yeterince uygun olduğundan, porselen dişler bazı klinik durumlar dışında tercih edilmezler (Çalikkocaoğlu, 2010).

Porselen dişler akrilik dişlere nazaran 2 kat daha yoğundur ve bu durum proteze ağırlık kazandırır. Ağırlık artışı alt protezler için avantaj olsa da üst protezler için dezavantajdır. Porselen dişler su emerek boyutsal değişiklik göstermezler ve alevden etkilenmezler ancak ani ısı değişimleri çatlaklara neden olabilir. Bu sebeple porselen yapay dişlere sahip bir protezin polimerizasyonu takiben hemen soğuk suya atılması yanlıştır (Ateş, 1993; Suzuki, 2004; Ersu ve ark., 2007).

Plastik ve porselen dişler arasındaki seçim vakaya göre değişir. Genel olarak, plastik dişler zayıf kretli hastalarda, doğal dişlerin karşısında ve arklar arası mesafe sınırlı olduğunda endikedir. Porselen dişler kret desteği iyi olduğu zaman ve alt ve üst protezler birbirini karşıladığında endikedir. Plastik ve porselen dişleri karşılıklı olarak kullanmak avantajlıdır çünkü porselen ve plastik arasındaki sürtünme herhangi bir diğer kombinasyondan daha düşüktür ve ses çıkmasını engeller. Bu endikasyonlara rağmen İngiliz diş hekimleri arasında yapılan bir araştırma, hekimlerin %96'sının protezlerin anterior ve posterior bölgesinde plastik dişleri kullandıklarını göstermiştir (Craig ve Powers, 2002).

Porselen dişlerin en önemli dezavantajları; kırılabilirlik, rezorbe kretlerde kullanıldığında aşırı yük iletilmesi, çiğneme esnasında sese neden olması, protez kaide materyali ile bağlantı yetersizliği ve karşıt oklüzyon ile uyumlama zorluğu ve parlatma güçlüğüdür (Ersu ve ark., 2007).

Porselen dişler çiğneme kuvvetlerini absorbe etmeyip, direkt kemiğe iletirler. Bu sebeple alveol kretleri rezorbe olmuş yaşlı hastalarda kullanılmamalıdır. Ayrıca porselen dişler plastik dişlerden 3 kat daha fazla ses çıkarırlar. Ancak plastik dişler gibi ağız sıvılarından etkilenmez ve boyutsal değişiklikler göstermez. Porselen yapay dişlere sahip bir protezin uyumlama aşamasında aşındırılması da zordur ayrıca aşındırılan porselenin

glazürünün yapılması söz konusu değildir. Fakat çeşitli gereçlerle yüzey düzgünleştirilebilir. Porselen dişlerin doğal dişlere veya altın restorasyonlara karşı kullanılması kontrendikedir. Çünkü bu durumda doğal dişlerde ve altın restorasyonlarda büyük ölçüde aşınmalar olmaktadır (Ateş, 1993; Suzuki, 2004; Ersu ve ark., 2007).

Alt ve üst protezlerin her ikisinde de porselen dişlerin bulunduğu olgularda arada su veya tükürük olduğu zaman sürtünme katsayısı daha fazladır. Plastik dişler karşılıklı olduğunda aynı katsayı daha azdır. Glazürsüz porseleninin karşıt altın restorasyonda meydana getirdiği aşınma glazürlü porselenden daha fazladır. Yani eğer porselen diş kullanılacaksa glazürünün düzgün olmasına dikkat edilmelidir. Protezin karşısında doğal dişler veya altın restorasyonlar varsa veya hastanın kretleri zayıf ve kretler arası mesafe az ise plastik dişlerin kullanımı daha uygundur. Porselen dişler ise alveol kretlerinin yüksek, kemik dokusunun sağlıklı ve kretler arası mesafenin yeterli olduğu olgularda ve alt üst total protez yapılacağı zamanlarda endike olabilir (Çalikkocaoğlu, 2010). Endikasyonu kısıtlı olan porselen dişlerin en büyük avantajları ise zamanla renklenme göstermemeleri ve estetik olmalarıdır.

Akrilik rezin dişlerin hızlı aşınmalarından dolayı porselen dişler tercih edilmekle birlikte porselenin kırılma eğilimi nedeniyle akrilik dişler popülarite kazanmıştır. Güçlendirilmiş akrilik rezin ve yeni kompozit rezin dişlerin aşınma dirençleri daha fazladır ve son 20 yıldır porselenin yerini almıştır (Fenton, 2004).

Yüksek dayanıklılığı, optik özellikleri, düşük su absorpsiyonu ve boyutsal stabilitesinin iyi olması nedeniyle polimetilmetakrilat (PMMA); günümüzde de diş hekimliğinin hemem hemen her alanında kullanılmaktadır (Craig ve Powers, 2002).

Plastik dişlerin ana maddesi polimetilmetakrilattır. Bu maddenin kimyasal özellikleri ağızda kullanılmaya uygundur. Toksik değildir ve ağız sıvılarında erimez. Sadece keton ve aromatik hidrokarbonlarda bir dereceye kadar eriyebilir (Ateş, 1993; Rendon ve ark., 2007, Hahnel ve ark., 2009). Ancak kompresif basınçlara ve abrazyonlara karşı mukavemeti, elastik modülü, elastik limiti ve sertliği diğer restoratif maddeler ve doğal diş mine ve dentini ile mukayese edildiğinde daha düşüktür. Fakat aşınmalara karşı daha az dayanıklı olması gibi bir dezavantaj bazı durumlarda avantaj olarak düşünülebilir. Çünkü bu durumda dişlerin aşındırılması ve sonrasında cilalanması kolaydır. Ayrıca protezlerin kullanımı sırasında dişlerin karşılıklı uyumu, kendiliğinden sağlanabilir. Gene düşük elastiklik modülü darbe dayanımını artırır, kırılganlığı ve çatlama önler. Düşük

elastiklik modülü aynı zamanda dişlerin çiğneme ve konuşma esnasında ses çıkarmasını da önler (Ateş, 1993).

Hem plastik hem de porselen dişler oral sıvılarda çözülmezler. Porselen dişler, ketonlar ve aromatik hidrokarbonlar gibi organik çözücülere karşı dirençlidir. Bunlar, çapraz bağlar içermeyen plastik dişlerle reaksiyona girerler. Polimetil metakrilattan oluşan plastik dişler sıvı absorbe ederler, dolayısıyla suda bekletildiklerinde boyutsal değişim gösterirler. Bu konuda vinil akrilikler daha iyidir. Porselen dişler suda bekletildiklerinde boyutsal değişim göstermezler (Craig ve Powers, 2002). Plastik dişlerin labial yüzlerini oluşturan mine yüzeyleri, yüzeyde oluşabilecek deformasyonlara karşı dentin yüzeylerinden daha dayanıklıdır. (Craig ve Powers, 2002; Powers ve Sakaguchi, 2006).

Daha önce de belirtildiği gibi akrilik dişlerin aşınma direnci düşüktür ve bu aşınma direncini arttırmak için çeşitli metotlar kullanılmıştır. Bunlardan bazıları dişin yüzeyini radyasyona tabi tutmaktır. Ayrıca Seryum (Ce), Kurşun (Pb) bileşikleri veya bazı peroksitleri kullanarak dişe gamma, nötron veya röntgen ışıması verilmesi denenmiştir (Ateş, 1993). Bunlara ek olarak polimetilmetakrilat içine alümina tozlarının katılması ve bu maddelerin yüzeyinin silanla kaplanması sonucu, aşınmanın büyük ölçüde azaldığı ve reçinenin, fiziksel ve mekanik özelliklerinin de güçlendiği görülmüştür (Suzuki, 2004). Bazı üreticiler de az miktarda silikon dioksit gibi inorganik doldurucu partikülleri PMMA yapısına katarak aşınma direncini arttırmaya çalışmışlardır.

Günümüzde çapraz bağlantı ajanları kullanılmaktadır. Geleneksel akrilik rezin dişler lineer (çizgisel) polimer yapıya sahiptir (Ersu ve ark., 2007). Çapraz bağlantı ajanlarının bulunması ve üretim sırasındaki kalıplama tekniklerinin değişmesi, akrilik dişlerde büyük bir gelişme meydana getirmiştir (Çalikkocaoğlu, 2010, Ateş, 1993; Suzuki, 2004; Hahnel ve ark., 2009). Çapraz bağlantılı akrilik dişler değişik polimer teknolojilerinin yardımıyla gelişmiştir ki bunlar karıştırılmış polimer (blend polymer), interpenetre polimer ağı (interpenetrating polymer network-IPN) ve çift çapraz bağlantıdır (Stober ve ark., 2006; Ogle ve Davis, 1998; Rendon ve ark., 2007; Suzuki, 2004; Ghazel ve ark., 2008). Bu çalışmalar aşınma direnci kadar çatlamalara karşı dayanıklılığı da arttırmak içindir (Rendon ve ark., 2007; Ghazel ve ark., 2008).

Çapraz bağlantı dişin her yüzüne eşit miktarda dağıtılmamaktadır. Dişler çeşitli renklerde tabakalar halinde yapılır. Böylece kesici kenara doğru kademeli olarak

şeffaflaşır. Yapım sırasında önce vestibül ve oklüzal kısım yapılıp ve çapraz bağlantıyla güçlendirilir. Daha sonra kalıp çok daha az çapraz bağlantı içeren monomer – polimer karışımıyla doldurulup polimerize edilir. Gingival kenarda çapraz bağlantı ya hiç kullanılmaz ya da çok düşük oranda kullanılır. Bunun sebebi dişin akrilik kaideye bağlanabilmesi içindir. Çünkü kaide maddesinin monomeri çapraz bağlantıyı eritemez. Lingual ve krete bakan yüzeylerdeki daha az çapraz bağ ile; işlem görmemiş protez kaidesindeki monomer, yapay dişin polimerini hafifçe kabartır ve monomerin penetrasyonunu ve kimyasal bağlanmayı güçlendirir (Mosharraf ve Haghghi, 2009; Bragaglia ve ark., 2009).

Yapay dişin koronal kısmı çapraz bağlı polimerden oluşur. Çiğneyici ve kesici kenarda yiyeceklerdeki çözücülere maruz kalındığında oluşabilecek çatlamalara karşı dirençli olabilmeleri için, çapraz bağlantı oranı fazladır. Çapraz bağlar ayrıca daha iyi aşınma direnci sağlarlar (Loyaga-Rendon ve ark., 2007; Çalikkocaoğlu, 2010). Çapraz bağlantılı plastikler, ağ şeklindeki yapıları nedeni ile ketonlar ve aromatik hidrokarbonlar gibi organik çözücülere, ayrıca ısıya ve şekil değiştirmeye karşı da daha dirençlidirler (Çalikkocaoğlu, 2010; Suzuki, 2004).

Akrilik yapay dişler protez kaidesi ile aynı temel materyallerden üretilirler ve bu polimerlerin fiziksel özellikleri protez kaidesi için kullanılan polimerler ile benzerdir. Polimer dişlerin bileşiminde çeşitli diş renkleri üretebilmek için farklı pigmentler kullanılır. Estetik için plastik dişler farklı renk, translusensi ve kalınlıklardaki tabakalarla üretilirler böylece dişler insizal ve oklüzal kısımlarında daha açık olurlar. Polimerdeki doldurucular düzenlenerek renk ve translusensi ayarlanabilir. Ayrıca aşınmaya karşı direnç de artar (Çalikkocaoğlu, 2010; Craig ve Powers, 2002).

Benzer şekilde ürethandimetakrilat (UDMA) kompozit matrikse sahip, inorganik dolduruculu akrilik rezin yapay dişler de aşınmaya dirençlidir ve piyasada mevcuttur (Hirano ve ark., 1998; Hahnel ve ark., 2009). Doldurucuların miktarı, geometrisi, boyutları ve polimer matriksin özellikleri polimer materyalinin özelliklerini etkilemektedir (Rendon ve ark., 2007).

Aşınmalara daha dirençli çapraz bağlantılı yapay dişlerin yanında günümüzde mikro ve nano dolduruculu kompozit rezin dişler de kullanılmaya başlanmıştır (Stober ve ark., 2006, Ersu ve ark., 2007, Hahnel ve ark. 2009, Ghazel ve ark., 2008).

Son zamanlarda kompozit materyaller, yapay diş materyali olarak ilgi görmüş ve modifiye edilmiş, aşınmaya karşı dirençli yeni diş materyalleri olarak piyasaya sunulmuştur (Craig ve Powers, 2002; Heintze ve ark., 2012). Piyasada mevcut kompozit rezin yapay dişler birçok özellikleri açısından farklılık gösterirler. Bu özellikler doldurucu şekli, doldurucu miktarı, polimer tipi ve çapraz bağlılık derecesidir. Yapay diş olarak iyi fiziksel özelliklerinin yanında renklenmeye karşı çok dirençli değildirlir (Imamura ve ark., 2008). Bu yeni yapay dişlerin klinik performansları ile ilgili yeterli bilgi bulunmamaktadır. Bu yüzden bu yapay dişlerin özelliklerini değerlendiren çalışmalara gerek vardır (Loyaga-Rendon ve ark., 2007).

Kompozit rezin yapay dişler 1980'lerde daha yüksek aşınma direnci ve protez kaidesine daha fazla bağlanma kuvveti arayışı ile ortaya çıkmıştır (Ghazal ve ark., 2008, Zeng ve ark., 2005). Bu dişler oldukça üstün estetik ve mekanik özellikler sergilemektedirler (Hahnel ve ark., 2009). Üstün estetik özelliklerinin sebebi üç veya dört tabakadan oluşmalarıdır. Çünkü geleneksel akrilik dişler ve çapraz bağlantılı akrilik dişler temel olarak 2 tabakalı bir yapı gösterirler (Rendon ve ark., 2007). Kompozit dişlerdeki inorganik doldurucuların kompozit matriks ile olan adezyonunun artırılması için silan uygulaması da önerilmiştir (Hirano ve ark., 1998). Yapılan çalışmalarda kompozit dişlerdeki organik doldurucu yüzdesi arttıkça aşınma direncinin arttığı bulunmuştur (Zeng ve ark., 2005). Ayrıca kompozit rezin dişlerde doldurucu yüzdesi arttıkça termal ekspansiyon katsayısı ve polimerizasyon büzülmesi de azalmaktadır. İnorganik doldurucular silisyum (Si)'dan oluşmaktadır. Ancak son zamanlarda Al, Ba, Sr, Yr ve Zr gibi elementler de mekaniksel özellikleri geliştirmek ve radyoopasite için kullanılmaktadır. Doldurucuların yüzdesi kadar boyutları da akrilik rezinin özelliklerini etkilemektedir; daha büyük doldurucular ile daha fazla sertlik, esneme modülü ve kuvvet elde edilirken daha küçük doldurucu boyutu ile daha düzgün yüzeyler elde edilmektedir (Rendon ve ark., 2007). Mikro dolduruculu kompozit dişler, geleneksel akrilik dişlere göre daha yüksek aşınma direnci göstermektedir. Nanokompozit rezin dişler ise yüksek polisajlanabilme yeteneği, yüksek darbe ve lekelenme direnci için geliştirilmiştir. (Ghazal ve ark., 2008, Zeng ve ark., 2005).

Nanoteknolojinin dental materyaller üzerindeki etkisiyle nano dolduruculu kompozitten yapay dişler de (Veracia, Shofu, Kyoto, Japan; Mondial, Heraeus Kulzer, Hanau, Germany; Phonares II, Ivoclar, Schaan, Liechtenstein) üretilmiştir. Bu yapay

dişlerde nano boyutlu olan inorganik doldurucular, matrikste yığılma yapmadan homojen bir şekilde dağılmışlardır. Bu yüzden dişlerde aşınma olduğu zaman bile yüzeyin düzgünlüğü korunmuştur. Yapılan testler sonucu nanokompozit yapay dişlerin akrilik dişlerden ve mikrofil kompozit dişlerden daha dayanıklı ve aşınma direncinin de daha fazla olduğu görülmüştür (Suzuki, 2004; Loyaga-Rendon ve ark., 2007; Ghazal ve ark., 2008a; Ghazal ve ark., 2008b)

Nano kompozit dişler ürethandimetakrilat, polimetilmetakrilat ve metilmetakrilatın kopolimeri ve düzgün olarak dağılmış nanoboyutlu doldurucu partiküllerden oluşmuştur. Yapılan bir çalışmada nanokompozit diş, geleneksel akrilik dişe göre daha fazla aşınma direnci göstermiştir ve daha sert bulunmuştur. Ancak çapraz bağlantılı ve mikro-dolduruculu kompozit dişlerle arasında çok belirgin bir fark bulunmamıştır (Suzuki, 2004). Başka bir çalışmada kompozit resin dişler yine akrilik resin dişlerden daha yüksek aşınma direnci göstermiş, ancak seramik dişler onlardan daha da dayanıklı bulunmuştur (Ghazal ve ark., 2008; Stober ve ark., 2006; Hirano ve ark., 1998; Ersu ve ark., 2007). Bu çalışmalara göre okluzal stabilitenin korunmasının öncelikli olduğu durumlarda, doğal dişler ile porselen antagonist dişlerin kullanılması önerilmiştir (Ghazal ve ark., 2008).

Akrilik veya kompozit resin posterior dişler özellikle karşıt arkta doğal dişler veya altınla restore edilmiş oklüzal yüzeyler varsa tercih edilir. Bu resin dişler karşıt arkta yapay dişlerin neden olacağı atrizyon ve madde kaybını azaltır. Ayrıca akrilik resin dişler arklar arası mesafenin az olduğu ve yapay dişin boyunun kısa olacağı durumlarda da kullanılır. Resin dişlerin protez kaidesine kimyasal olarak bağlanması dişlerin kaideden kopmasını engeller (Fenton, 2004).

Özellikle hareketli bölümlü protezlerde interoklüzal mesafenin yetersiz olduğu durumlarda, oklüzyonun yeniden oluşturulmasında akrilik yapay dişlerin çok büyük uygulama kolaylığı vardır. Optimum oklüzyonun sağlanabilmesi ve devamlılığın korunabilmesi, akrilik dişlerin yüzey sertliği değerine bağlıdır. Akrilik dişler mine veya porselen karşısında daha düşük sertlik değerine sahiptirler. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki; karşıt doğal dentisyon ile oklüzyon sağlamada ve implant üstü protetik restorasyonların yapımında stres azaltıcı etkilerinden dolayı akrilik dişler yaygın bir şekilde tercih edilmektedir (Hirano ve ark., 1998; Diaz-Arnold ve ark., 1999).

Bir materyalin sertlik değeri aşınması ile bağlantılıdır. Akrilik dişler karşıt dişlerde aşınmaya neden olmadıkları için avantaj sağlarken, aşınan akrilik dişlerin oluşturulmuş oklüzyonun korunmasında sorun yaratması sıkıntı vericidir. Oklüzyon dikey boyut kaybı, çiğneme etkinliğinin azalması, kapanış bozuklukları sonucu çoğu zaman restorasyonun yenilenmesi gerekmektedir (Abe ve ark., 1997). Akrilik dişlerin bu yetersiz fiziksel özellikleri zaman içerisinde geliştirilmiştir. Temel olarak yapısında polimetil metakrilat (PMMA) ve çapraz bağlar içeren ajanlar mevcuttur. Akrilik dişler ile modifiye rezin dişler arasındaki en büyük fark mikro yapılarıdır. Akrilik dişler lineer polimer yapıya sahipken, modifiye rezin dişlerin tamamı çapraz bağlar içeren bir yapıya sahiptir. Akrilik dişlere optimum oranda çapraz bağların eklenmesi fiziksel ve mekanik özelliklerini belirgin oranda güçlendirmektedir. Bu dişlerin yüzey sertliklerini arttırmak ve mekanik özelliklerini güçlendirmek için yapılarına mikrodolduculu kompozit materyaller ilave edilmiştir (Zuccari ve ark., 1997; Abe ve ark., 2001; Shahdad ve ark., 2007).

Şeffaf bir reçine olan PMMA dalga boyu 0.25 µm olan UV ışığını bile geçirebilir. Bazı fiziksel ve mekanik özellikleri Tablo 2’de gösterilmiştir (Anusavice ve ark., 2013).

Tablo 2. PMMA’nın Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Knoop Sertlik Değeri (kg/mm²)	18 – 20
Çekme Dayanımı (MPa)	59
Elastiklik Modülü (MPa)	2400
Özgül Ağırlığı (gr/ml)	1.19

PMMA son derece stabil bir reçine olup UV ışığı ile renk değişikliğine uğramaz. Isıya karşı da kimyasal stabilite gösterir. 125 °C’de yumuşar, 125 – 200 °C arasında depolimerizasyon başlar. 450 °C’de polimerin %90’ı monomere depolimerize olur. PMMA diş hekimliğinde genellikle tek başına kullanılmaz. Metil metakrilat monomerinden oluşan likit, toz haline getirilmiş PMMA ile karıştırılarak hamur haline getirilir ve kalıplanır. Metil metakrilat oda sıcaklığında şeffaf bir likittir. Mükemmel bir organik çözücüdür. Yüksek buharlaşma özelliğine sahiptir (Ateş, 1993; Mc Cabe ve Walls, 2008; Anusavice ve ark., 2013). Bazı fiziksel özellikleri Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Metil Metakrilatın Fiziksel Özellikleri

Ergime Noktası (°C)	- 48
Kaynama Noktası (°C)	100.3
Yoğunluk (20 °C’de) (gr/ml)	0.945
Polimerizasyon Isısı (kcal/mol)	12.9

Likidin büyük bir kısmını metilmetakrilat monomeri oluşturur, ayrıca kendi kendine polimerizasyonu önlemek için % 0.003 – 0.1 oranında bir inhibitör (hidrokinin) ve dibütül-fitalat gibi düşük molekül ağırlıklı esterlerden oluşan plastikleştirici maddeler içermektedir. Bunların dışında eğer otopolimerizan bir akrilik ise, “tersiyer amin” veya “süksinik asit” içerikli kimyasal bir akseleratör ilave edilmiştir. En çok kullanılan aminler N, N-dimetil paratoluidin ve N, N-dihidroksietil paratoluidin’dir. Ayrıca çapraz bağlantılı bir akrilik ise %2 - 14 oranında “glükoldimetakrilat” ve “alilmetakrilat” gibi çapraz bağlantı ajanları içerir. Bu ajanlar iki uzun polimer molekülünü birbirine bağlarlar. Böylece akrilik çatlama, çizilme ve aşınmaya karşı dirençli bir hale gelir (Anusavice ve ark., 2013).

PMMA; plastik dişlerin yapımı için uygun özelliklere sahiptir. Toksik değildir. Ağız sıvılarında erimez fakat bazı organik çözücülerde eriyebilir. Tablo 4’te PMMA’nın bazı mekanik ve fiziksel özellikleri sunulmuştur (Craig ve Powers, 2002).

Tablo 4. Akrilik Dişlerin Mekanik ve Fiziksel Özellikleri

Baskı Dayanımı (Compression Strength) (MPa)	76
Elastiklik Modülü (GPa)	2.5
Sertlik (kg/mm²)	20
Yoğunluk (gr/cm³)	1.2
Termal Genişleme Katsayısı (ppm°C-1)	80

Özellikle sertlikteki bu düşük değer akrilik dişlerin en büyük dezavantajı olarak görülmektedir. Fakat aslında bu dezavantaj bazı durumlarda bir avantaj olabilmektedir. Mesela yumuşaklık ve aşınma oklüzyonun ve dikey boyutun değişmesine sebep olabilir ama aşındırma ve cila işlemlerinde üstünlük oluşturur. Aynı zamanda çiğneme sırasında aşınarak kendi kendine balanslı oklüzyon sağlayabilir. Akrilik dişlerin elastiklik

modülünün düşük olması darbe dayanımını artırır, kırılma direnci artırır (Craig ve Powers, 2002).

2.1.3. Yüzey Sertliği

Dental materyallerin fiziksel özelliklerinin değerlendirilmesinde dikkate alınması gereken önemli unsurlardan biri de sertlik derecesidir. Yüzey sertliği çeşitli fiziksel ve kimyasal faktörlerden etkilenir.

Sertlik, bir materyalin lokal deformasyona karşı koyabilme yeteneğidir. Materyalin sürekli yükleme veya penetrasyon direnci olarak da tanımlanabilir. Sertlik testlerinde, bilinen boyutlardaki bir uç, materyalin yüzeyine belli bir kuvvet ve süre baskı yapar. Materyalin sertliği, oluşan iz derinliğine veya alanına göre hesaplanır. İz boyutları büyüdükçe materyalin sertliği azalır, küçüldükçe sertliği artar. Sertlik ölçüm sonuçları, genellikle 'yük/alan' formülüne göre ifade edilir (O'Brien, 2008).

Sertlik, aşınma direnci ile bağlantılı görülür ve yapay diş malzemeleri için en çok incelenen mekanik özelliktir (Loyaga-Rendon ve ark., 2007). Yapay dişlerin mikrosertliğini belirlemek için diğer çalışmalara da uygun olarak Vickers sertlik testi kullanılmıştır. Rijit polimerlerin sertliğini incelemeye Vickers geçerli bir cihazdır (Paravina ve ark., 2003).

Su, polimerlerin mekanik özelliklerini etkileyen olası bir faktördür ve polimerize edilmiş materyal üzerinde plastikleştirme/sünderme etkisi vardır. Paravina ve arkadaşları (2003), akrilik rezin yapay dişleri 90 gün suda bekletme sonucunda Vickers sertliklerinin (VHN) düştüğünü göstermişlerdir. Sıcaklıktaki artış da polimerlerin su emilimini hızlandırır (Campanha ve ark., 2005). Yüzey sertliği, yoğunluğun göstergesi olarak da kullanılabilir; daha yoğun bir materyal aşınmaya ve yüzey bozulmalarına karşı daha dirençlidir denebilir (Diaz-Arnold ve ark., 1999).

Sertlik ölçümü için birçok farklı metot mevcuttur. Günümüzde en sık kullanılanları;

Brinell, Knoop, Rockwell ve Vickers sertlik testleridir. Bu metotlarda; deforme olmayan küresel veya konik bir ucun deney materyaline batırılması karşısında materyalin gösterdiği direnç ölçülür. Uygun olarak seçilen sert uç belli bir zaman süresinde, belirlenen bir yük altında materyale batırıldığında, materyal üzerinde bir iz bırakır. Bu iz boyutları ölçülerek deneysel bir sertlik numarası elde edilir. Materyalin sertliği ile bu iz boyutları ters orantılıdır. Her testte farklı iz şekilleri oluşturulur. Yüzey sertliği

ölçümlerinde, örnek yüzeyinden, birkaç ölçüm yapıp ortalamaları alınır. Materyalin sertliği arttıkça, sertlik numarası da artar (Seymen ve Gülhan, 1996).

2.1.4. Yüzey Pürüzlülüğü

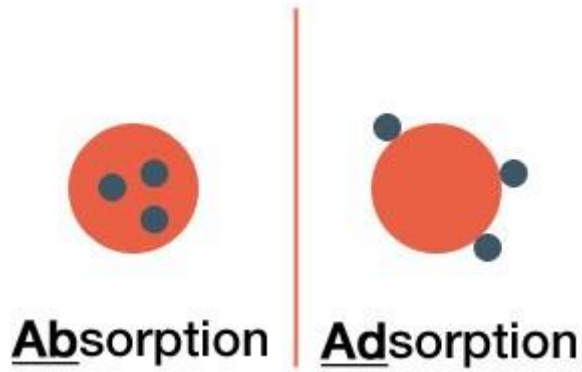
Tam ve bölümlü protezlerde kullanılan akrilik rezin ve kompozit rezin yapay dişlere aşındırma yapmak gerektiği zaman, uygun bitirme ve parlatma işlemleri ile yüzey özellikleri iyileştirilir. Resin kompozitin yüzey kalitesi materyalin yapısal özelliklerine ve parlatma yöntemine bağlıdır (Kakaboura ve ark., 2007). Hasta konforu, optimum estetik, ağız hijyeni ve klinik başarı elde etmek için yüzey pürüzlülüğü en aza indirilmelidir (Tholt de Vasconcellos ve ark., 2006).

Parlak ve düzgün bir yüzey, dental materyallerin estetik bir görünüm sağlamaları için çok önemlidir. Ayrıca bu görünümü ağız içinde de uzun bir süre boyunca devam ettirebilmeleri gerekir. Estetik bir görünüm sağlamanın yanında düzgün bir yüzey, renklenmiş tabakanın oluşmasını ve plak retansiyonunu da engeller. Bunların yanında, düzgün bir yüzey sayesinde sürtünme katsayısı düşer ve bu da aşınma oranını azaltabilir (Kakaboura ve ark., 2007; Atabek ve ark., 2010; Yılmaz ve Özkan, 2010). Böylece dental materyalin klinik başarısı artar. Yüzey özellikleri ayrıca resin kompozitler gibi kırılğan materyallerin kırılma dirençlerini de etkiler (Kakaboura ve ark., 2007).

Düzgün yüzeyli kompozit rezinlerde resin matriks ve inorganik doldurucular homojen aşınmayı engelleyecek sertliktedir (Yılmaz ve ark., 2008). Pürüzlü yüzeyler materyalin bükülme dayanıklılığını azaltır (Bessing ve Wiktorsson, 1993). Oral kavitede, mekanik direnci iyi olmayan dental materyaller çözünmeye uğrayabilirler ve bu da materyalin yüzey pürüzlülüğünü artırır (Yanıkoglu ve ark., 2009).

2.1.5. Adsorpsiyon ve Absorpsiyon

Absorpsiyon, bir akışkanın başka bir sıvı veya katı cisim (emici madde) ile çözülmesi işlemidir. Adsorpsiyon ise bir maddedeki (gaz veya sıvı da olabilir) atom, iyon veya moleküllerin emici maddenin yüzeyine yapışması, tutunması işlemidir. Adsorpsiyon yüzey-tabanlı bir prosestir. Bu iki kavram arasındaki temel fark absorpsiyon, toplu, hacimsel ve büyük bir prosestir. Endotermik bir reaksiyondur. Sıcaklık ile etkilenmez, tekdüzedir. Absorpsiyon genelde difüzyon ile gerçekleşir. Adsorpsiyon ise yüzeysel bir reaksiyondur. Ekzotermik bir reaksiyondur. Düşük sıcaklık ile yönetilir. Sabit şekilde artar ve kararlı hale gelir (Keller ve Staudt, 2005).



Şekil 2. Absorpsiyon ve adsorpsiyon arasındaki fark

2.1.6. Yapay Dişlerin Renk Stabilitesi

Hareketli protezlerde estetiği yakalamak için önemli faktörlerden biri, yapay diş materyalinin renk stabilitesidir (Köksal ve Dikbaş, 2008; Silva ve ark., 2011) ve bu da diş seçiminde önemli bir kriterdir (Doray ve ark., 2001).

Renk stabilitesi, bir materyalin belli bir ortamda ve belli bir süre boyunca rengini korumasıdır ve diş hekimliğinde kullanılan materyaller için önemli bir fiziksel özelliktir (Mutlu-Sağesen ve ark., 2001). Geleneksel akrilik dişler abrazyondan ve boyayıcı pigmentlerden daha kolay etkilenirler ve uzun dönem kullanımda içeceklerdeki pigmentler tarafından boyanırlar. Bu estetik dezavantajı elimine etmek için porselen ve güçlendirilmiş akrilik yapay dişler geliştirilmiştir ve klinikte yaygın olarak kullanılmaktadır (Denli ve ark., 1996; Mutlu-Sağesen ve ark., 2001).

Rezin bazlı materyallerin renklenmesine iç ve dış kaynaklı faktörler neden olabilir. İç faktörler, materyalin kimyasal stabilitesi ve polimer matriksinin oksidasyon özellikleri ile ilgilidir. Dış faktörleri ise, boyalı gıdaların adsorpsiyon veya absorpsiyonu ile diyet alışkanlıkları şeklinde gruplandırmak mümkündür. Bütün bu faktörlere zemin hazırlayan ve akrilik materyallerin renklenmesinde etkili olan bazı durumlar vardır. Bunlar, yabancı materyallerin kontaminasyonu, porözite, laboratuvar aşamasındaki hatalar, kötü ağız hijyeni, yüzey hataları ve materyallerin cilalanabilirlikleridir (Hasanreisöğlü ve ark., 1988; Um ve Ruyter., 1991; Buyukyılmaz ve Ruyter, 1994; Uludağ ve Kılıçarslan, 1995; Denli ve ark., 1996; Jin ve ark., 2003; Kolbeck ve ark., 2006; Çörekçi ve ark., 2010).

Su birikimi ve foto-oksidasyon içsel renk değişiminden sorumlu tutulmuştur. Su, oksidasyon ve hidroliz gibi kimyasal bozulmalara ve devamında da restoratif materyallerin optik özelliklerinin değişmesine neden olur (Sham ve ark., 2004). Çalışmalarda kompozit materyallerin su absorpsiyonunun kompozit materyallerin doldurucu içeriği (Braden ve Clarke, 1984; Oysaed ve Ruyter, 1986) ve rezin materyallerin çapraz bağlantısından (Arima ve ark., 1995) etkilendiği gösterilmiştir.

Yapay dişlerin renk stabiliteleri sadece kimyasal ve fiziksel özelliklerine değil, hastaların beslenme alışkanlıklarına da bağlıdır. Çay, soya sosu, tanik asit, meyan kökü, kakao, kahve ve klorheksidinli gargaralar hem doğal dişler hem de protez bileşenlerinde renk değişimine neden olurlar. Yiyecek, içecek, ilaç ve nikotindeki pigmentler akrilik rezin restorasyonlar üzerinde, kompozit rezin ve güçlendirilmiş rezin restorasyonlara göre daha fazla birikirler (Scotti ve ark., 1997; Türker ve ark., 2006). Birçok çalışma çay, kahve, kola, meyve suyu, şarap ve nikotinin dental materyallerde renk değişimine neden olduğunu göstermiştir (Keyf ve Etikan, 2004; Güler ve ark., 2005b; Ertaş ve ark., 2006; Türker ve ark., 2006; Imamura ve ark., 2008; Toksoy Topcu ve ark., 2009; İmirzalioglu ve ark., 2010; Yıldırım ve ark., 2012; Kheraif ve ark., 2013; Moon ve ark., 2014; Yapar ve Gül, 2015; Mousavi ve ark., 2016).

Asırlardır insanlar, toplumun yöresel ve kültürel özelliklerine göre hazırlanan doğal içecekleri içmişlerdir. Sanayileşme ve gıda teknolojisinin gelişmesi ile alkollü içecekler ve doğal içecekler dışında birçok yeni içecekler sunulmuş ve bu içecekler içime hazır şekilde yemeklerle ya da yemek aralarında çok miktarda tüketilmeye başlanmıştır. (Orbak ve ark., 2002). Ortalama günlük su ihtiyacı 2-3 litredir ve batılı ülkelerde bunun yarısından fazlası içeceklerden karşılanır (Tahmassebi ve ark., 2006). İçecek tüketimi yaş, cinsiyet, ırk ve fiziksel aktivite gibi birçok faktöre bağlıdır (Forshee ve Storey, 2003).

Çocukluktan yetişkin döneme geçişte özellikle beslenme alışkanlıklarında pek çok değişiklikler meydana gelmektedir. Bu değişikliklerden en dikkate değer olanı alkolsüz içeceklerdeki tüketimin artmasıdır (Babayiğit ve ark., 2006; Tahmassebi ve ark., 2006). Kolalı içecekler, gazozlar, tonikler, sodalar, meyve suyu vb. içecekler alkolsüz içkiler (soft drinks) olarak tanımlanır ve bu içeceklerde sitrik asit, tartarik ve fosforik asit ile bikarbonatlar bulunmaktadır (Babayiğit ve ark., 2006; Navarro ve ark., 2011).

Türkiye’de alkolsüz içeceklerin kişi başı tüketimlerinin aylık; 2000 yılında 4,4 litre, 2002’de 4,6 litre, 2004’te 6,4 litreye ulaştığı gözlenmiştir (Babayiğit ve ark., 2006).

Babayiğit ve arkadaşlarının 2006 yılında, genç erişkin erkeklerde alkolsüz içecek tüketim alışkanlıklarını araştırdıkları çalışmada, haftalık kişi başı içilen kolalı içecekler ortalamasını $1,4 \pm 2,1$ L/hafta, kola dışı gazlı içecek ortalamasını $0,8 \pm 1,5$ L/hafta, meyve suyu ortalamasını $0,7 \pm 1,2$ L/hafta olarak bulmuşlardır.

Kolalı içecekler tüm dünyada her yaşta fazla oranlarda tüketilen içeceklerdir (Turgut ve ark., 2004). Sürücüoğlu ve Çakıroğlu'nun öğrencilerin hazır yiyecek tercihleri üzerinde yaptıkları bir çalışmanın sonucunda genç tüketiciler arasında kolalı içeceklerin tüketiminin çok yaygın olduğu görülmüştür (Sürücüoğlu ve Çakıroğlu, 2000)

Türkiye'de kişi başına meyve suyu tüketimi 2000 yılında yıllık olarak 5 litreyken (Doyuran ve Gültekin, 2002), 2007 yılında bu oran yaklaşık olarak 10,1 litredir (Ekşi ve Akdağ, 2008) ve son yıllarda giderek arttığı düşünülmektedir. Meşrubatçılar Derneği (MEDER) 2010 yılında kişi başına düşen yıllık gazlı içecek tüketimini 40 litre olarak açıklamıştır.

Kahve, bütün dünyada sık tüketilen bir içecektir. Son yıllarda Türkiye'de de kahve tüketimi, Türk kahvesi seviyesine ulaşmıştır (Rakıcıoğlu ve ark., 1998). Avrupa'da yıllık 3 kg düzeyinde olan kişi başına kahve tüketimi Türkiye'de 200-250 g düzeyinde olsa da bu miktar artmaktadır (Küçer, 2010).

Türkiye'de kişi başına yıllık çay tüketimi 2,8 kg'dır. Araştırmalara göre Türkiye'de her 100 kişiden 96'sı her gün çay içmektedir. Son yıllarda yaşam standartları ve değişen eğilimlere bağlı olarak poşet çay tüketiminde artış yaşanmıştır. Bu açıdan bakıldığında Türkiye'de yılda 900 milyon poşet çay tüketilmektedir (Küçer, 2010).

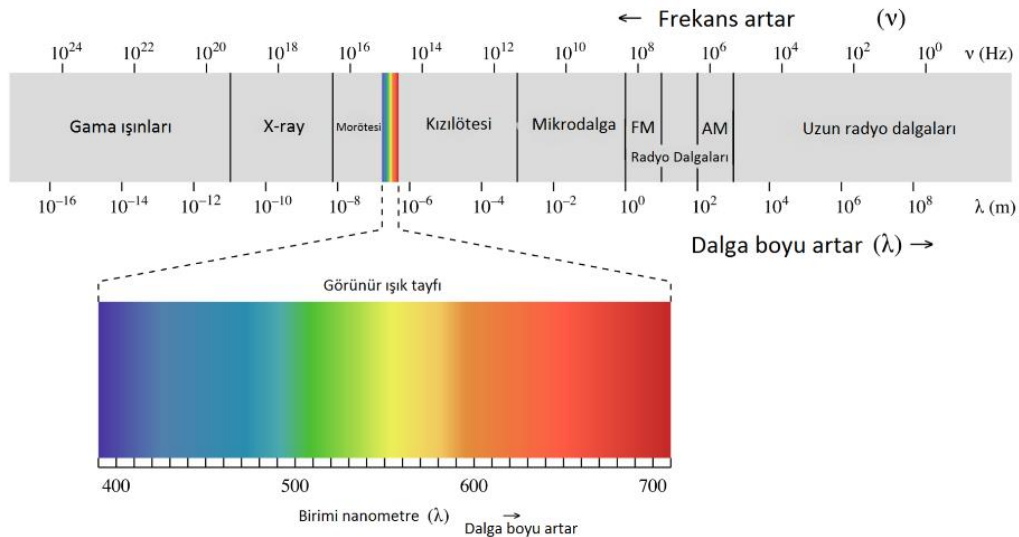
2.2.Diş Hekimliğinde Renk

Renk, görme sisteminde cisimlerden yansıyan ışıklara cevap olarak ortaya çıkan fizikokimyasal bir algıdır (Kahramanoğlu ve Özkan, 2013). Aynı zamanda; Renk, ışık enerjisinin fiziksel olarak bir cisim ile karşılaşması ve bu olayın da bir gözlemci tarafından psikofiziksel olarak algılanması ile oluşur (Mayekar, 2001; Brewer ve ark., 2004). Algı subjektif bir durum iken, algıyı oluşturucu fiziksel uyarın olan ışık objektif bir durumdur. Cisimden yansıyan ya da geçen beyaz ışık, renk algısı oluşturur. 400 nanometre (nm) dalga boyuna sahip ışık mor renk, 700 nm dalga boyuna sahip ışık kırmızı renktir. Bu iki dalga boyu arasında mavi, yeşil ve sarı renk algılanır (O'Brien, 2008). Renk algısını etkileyebilecek üç ana faktör vardır. Bunlar; ışık kaynağı, gözlenen cisim

ve gözlemcidir (Knispel 1991; Russell ve ark., 2000; Joiner, 2004; Kahramanoğlu ve Özkan, 2013).

Rengin algılanmasında en temel faktör ışıktır ve ışık olmaz ise renk de var olamaz. Işık kaynağı akkor haline gelmiş metallere güneşe kadar her ne olursa olsun, renk, yansıyan veya yayılan beyaz ışıktan ya da bu ışık demetinin bir parçasından meydana gelir. Rengin görülebilmesi için yeterli ışığa ihtiyaç vardır, eğer yetersiz ışık söz konusu ise objeler renkli görünmez. Göze gelen ışık retinada toplandıktan sonra impulslar halinde beyne iletilir. Retinadaki koni şeklindeki hücreler renkten sorumludur ancak rengin algılanabilmesi için gerekli bir eşik değeri söz konusudur. Eğer eşik değeri aşılamazsa renk algılanamaz (Ulusoy ve ark., 1992).

Işık, nanometreler ile ifade edilen dalga boylarının meydana getirdiği görülebilir elektromanyetik bir radyasyondur ve 1 nm'nin milyarda biridir. Kırıldığında ise bir spektrum oluşturur. Bu spektrumun bir ucunda kozmik gamma ışınları, diğer ucunda ise AM radyo yayın dalgaları bulunmaktadır. Görünür ışık, bu elektromanyetik spektrumun kızılötesi ve ultraviyole ışınları arasında kalan, 380-789 nm'lik kısmında yer almaktadır. İnsan gözü 400 nm'lik mor ve 700 nm'lik koyu kırmızı arasındaki dalga boyuna duyarlıdır. Bu alana, görünür ışık spektrumu adı verilmektedir (Ulusoy ve ark., 1992; Touati ve ark., 1999; Chu ve ark., 2010). Görünür ışık spektrumu Şekil 3'te gösterilmektedir.



Şekil 3. Elektromanyetik Spektrum (<https://tr.wikipedia.org/wiki/Işık>)

Görünür ışık spektrumunda renkler, kısa dalga boyundan uzun dalga boyuna doğru mor, mavi, yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı şeklinde sıralanmıştır. Farklı dalga boylarındaki bu uyaranların retinada oluşturdukları etki, gözlemci tarafından algılanan cisimlerin farklı renkliliğini oluşturmaktadır (Joiner, 2004; Kahramanoğlu ve Özkan, 2013). Rengin algılanması, ışık kaynağından gelen ışığın cisim yüzeyinden yansımaları, kırılması veya emilmesi sonucunda göze ulaşarak beyinde algılanması ile gerçekleşmektedir (Seghi ve ark., 1986; Karamouzou ve ark., 2007). Renk, bir cisim ile ışık enerjisinin fiziksel etkileşimi neticesinde gözlemcinin subjektif olarak algıladığı psikolojik bir yanıtıdır (Brewer ve ark., 2004; Kahramanoğlu ve Özkan, 2013).

Bir ışık kaynağının yaydığı farklı dalga boyundaki ışık ışınları, onun spektral güç dağılımını belirler. Homojen spektrumlu ışıklar, özellikle renk eşleştirmesinde kullanılacak ışık kaynaklarında aranan bir özelliktir ve güneş ışığı tüm renkleri kapsayan homojen spektruma sahiptir. Ancak dünyanın farklı bölgelerinde ve günün değişik saatlerinde güneş ışınları homojen enerji dağılımı içermezler (Kahramanoğlu ve Özkan, 2013). Homojen spektrumlu olmayan bir ışık kaynağı altında cismin renklerinden enerjisi daha fazla olan daha fazla yansırken, daha az olan ise daha az yansıtılarak cismin renginin farklı algılanmasına yol açar (Lee ve ark., 2005; Kim ve ark., 2007).

Transparan objelerin yüzeyi ve densitesi tarafından absorbe edilen ışık miktarı belirlenir ve geçen ışığın dalga boyları algılanan rengi oluşturur. Materyal tamamen transparan ise bütün ışık geçecek ve renk beyaz olarak algılanacaktır. Materyal tamamen opak ise tüm ışık absorbe edilecek ve siyah renk algılanacaktır. Solit bir obje bazı dalga boylarını absorbe eder ve diğerlerini yansıtır. Bu durumda ise obje yansıyan dalga boyunun rengi olarak algılanır (Çal ve ark., 2006).

2.2.1. Işık Kaynağı

Elektromanyetik spektrumun 400 nm'den 700 nm'ye kadar olan aralığı görünen spektrumdur. Renkler, bu spektrumdaki ışığın değişik dalga boylarıyla eşleştirilmiştir (Brewer ve ark., 2004; Sarıkaya ve Güler, 2009). Örneğin; mavi kısa dalga boyu, yeşil orta dalga boyu kırmızı ise uzun dalga boyu ile tanımlanmıştır. Beyaz tüm dalga boylarının karışımından oluşur. Her ışık kaynağı, bu spektrum içindeki ışığın farklı miktarlardaki değişik dalga boylarını içerdiğinden, cisimi aydınlatan ışık kaynağı rengin algılanmasını etkilemektedir (Brewer ve ark., 2004; Joiner, 2004; Sarıkaya ve Güler, 2009).

2.2.2. Cisim

Cismin ışığı yansıtma veya soğurma miktarları cismin renk özelliklerini belirlemede önemlidir. Cismin spektral yansıtma ya da soğurma eğrisi grafiksel bir eğridir ve sayısal olarak o rengi tanımlamanın bir yoludur (Joiner, 2004).

Cisimlerin renk farklılıkları grafikteki absorbe edilen ya da yansıyan enerji ile tanımlanır. Örneğin; kırmızı bir cisim kırmızı dalga boyunu yeşil ya da maviden daha çok yansıttığı için öncelikle kırmızı görünür. Ancak gözlemcinin görme ve beyin sistemi tüm renklerin algılanmasını etkilemektedir (Knispel, 1991; Joiner, 2004).

2.2.3. Gözlemci

Gözlemciye ait faktörler, rengin belirlenmesindeki son faktörlerdir. Gözün ışık- renk dalgalarındaki titreşimleri retina üzerindeki reseptörlerle algılaması ve bu uyarıları optik sinir aracılığı ile beyne göndermesi sonucu renk kavramı oluşur (Knispel, 1991; Russell ve ark., 2000; Brewer ve ark., 2004). Yansıyan ışık retina üzerine geldiğinde, ışığa duyarlı sinir hücreleri olan basil ve koni reseptörleri tarafından algılanır (Russell ve ark., 2000; Brewer ve ark., 2004). Düşük aydınlatma şartlarında görmeden sadece basil reseptörleri sorumludur ve bu reseptörler objelerin rengini değil koyuluk-açıklığının (Skotopik görme, siyah-beyaz görme) algılanmasını sağlar. Yüksek aydınlatma şartlarında ise renk algılanmasını koni reseptörlerince gerçekleştirilir (fotopik görme, renkli görme). Koni reseptörleri, üç temel renk (kırmızı, mavi, yeşil) için özelleşmiş olan 3 çeşit hücreden oluşmaktadır. Bu üç koni hücrenin ışık dalga boyu absorpsiyon eğrileri önemli ölçüde birbirlerini örterler. Bundan dolayı da görülebilir ışık dalga boyları birden fazla koniyi değişik oranlarda uyararak çok çeşitli renk tonlarının algılanmasını sağlar (Joiner, 2004; Öngül, 2006).

İnsan gözü 400-500 nm arasını mavi, 500-600 nm arasını yeşil, 600-700 nm arasını kırmızı olarak algılar (Tablo 5). Doğadaki tüm renkler yalnızca bu üç dalga boyunun farklı yoğunluklarda kullanılmasıyla elde edilir. Üçünün %100 karışımıyla beyaz, her bir eleman %0 oranına indirildiğindeyse ışıksızlık yani siyah renk ortaya çıkacaktır (Knispel, 1991; Russell ve ark., 2000; Brewer ve ark., 2004).

Tablo 5. Renklerin Dalga Boylarına Göre Dağılımı

Renğin Çeşidi	Dalga Boyu (nm)
Mor	380-450
Mavi	450-490
Yeşil	490-560
Sarı	560-590
Turuncu	590-630
Kırmızı	630-780

Işık kaynağı, cisim ve gözlemci dışında renk algılamasını etkileyecek diğer faktörleri de şöyle sıralayabiliriz: (Anusavice ve ark., 2013)

- Işık şiddeti
- Renk reseptörlerinin yorgunluğu
- Cinsiyet
- Yaş
- Hafıza ve kültürel geçmiş

Renğin algılanması, görünür ışığın farklı dalga boylarının emilimi ve yansımaları ile mümkündür. Bir cisim, renk spektrumundaki kendi rengi dışındaki tüm renkleri emer, kendi rengini ise yansıtır. Siyah renk, ışığın tüm dalga boylarını emerken, beyaz tümünü yansıtmaktadır. Cisim mavi ise, mavi dışındaki tüm dalga boylarını emer, sadece mavi renk dalga boyunu yansıtır (Ulusoy ve ark., 1992; O'Brien, 2008).

Diş hekimliğinde renk algısı ve doğal diş ile en uyumlu rengin bulunması oldukça zorlanılan bir konudur. Renk algısı subjektif olduğu için, deneyimli ve iyi eğitilmiş bir göz çok daha iyi sonuçlar çıkarmaktadır. Diş hekimi renk seçimini yaparken farklı algılarla karşılaşır dolayısıyla rengi tam olarak belirleyemeyebilir (Sproull, 2001b). Bir dişin rengi;

- Işık kaynağının (ör: gün ışığı, yapay ışık) spektral enerji dağılımına,
- Dişin spektral karakteristiği, ışığı emebilmesi, yayabilmesi ve geçirebilmesi
- Gözün hassasiyeti
- Dişin renginin belirlendiği koşullar, ör: siyah arka plan, kuru- ıslak zemin, açı ve ışığın yoğunluğu gibi faktörlerden etkilenmektedir (Mc Lean, 1976).

Clark 1930’lu yıllarda, “Renk de şekiller gibi üç boyuta sahiptir ancak genel bir kullanıma sahip değildir. Çoğumuz, rengin nasıl isimlendirilip ölçüleceğini bilmiyoruz. Bir başka deyişle biz dış hekimleri, bir renk sorununu çözebilecek kadar iyi eğitilmiş değiliz.” sözü ile rengin karmaşık yapısını açıklamaya çalışmıştır. Rengin 3 boyutlu olduğunun 1611 yılında Sigfried Forsius tarafından tanımlanmasından beri, uzunlukta ve ağırlıkta olduğu gibi renkleri de sayılar ile ifade edebilmek için birçok araştırmacı çaba sarfetmiştir. Bir materyale üç boyutunu veren; uzunluk, genişlik ve yükseklik kavramları bilinmesine rağmen, bu boyutların renge uygulanması karmaşık bir sistemdir (Ulusoy ve Toksavul, 1992; Ferracane ve ark., 1998).

Gözlemciye ilişkin faktörler, rengin belirlenmesindeki son bileşendir. Bilindiği gibi, gözün ışık- renk dalgalarındaki titreşimleri retina üzerindeki reseptörlerle algılaması ve bu uyarıları renk sinirleri aracılığıyla beyne göndermesi sonucunda renk kavramı oluşmaktadır. Yansıyan ışık retina üzerine geldiğinde, ışığa duyarlı sinir hücreleri olan çubuk ve koni hücreleri tarafından algılanır. Çubuk hücreleri, bakılan nesnenin biçimini siyah-beyaz olarak algılamakta, koni hücreleri yalnızca kırmızı, mavi veya yeşil ışığa duyarlı olan 3 tür hücreden meydana gelir ve nesnenin renklerini oluştururlar. Bu iki hücreden alınan uyarıların birlikte değerlendirilmesi sonucunda beyinde renkli bir görüntü oluşur (Knispel, 1991; Tunçdemir, 2008).

2.2.4. Optik Özellikler

Optik özellikler, görünür ışığın yansımalarını herhangi bir şekilde etkileyen tüm faktörlerdir. Bunlar içerisinde renk en belirgin optik özelliktir. Bir cismin rengi, sadece cismin yapısını oluşturan renklendirme maddesi ve tonu ile değil, aynı zamanda cismin üzerine gelen ışığı ne kadar yansıttığı veya kırdığıyla da alakalıdır (Aladağ, 2003). Buna göre cisim ışık geçirgenliğine göre şeffaf (transparan), yarı şeffaf (transludent) ve opak (geçirimsiz) özellikte olabilir (Arikawa ve ark., 2007; Ota ve ark., 2012).

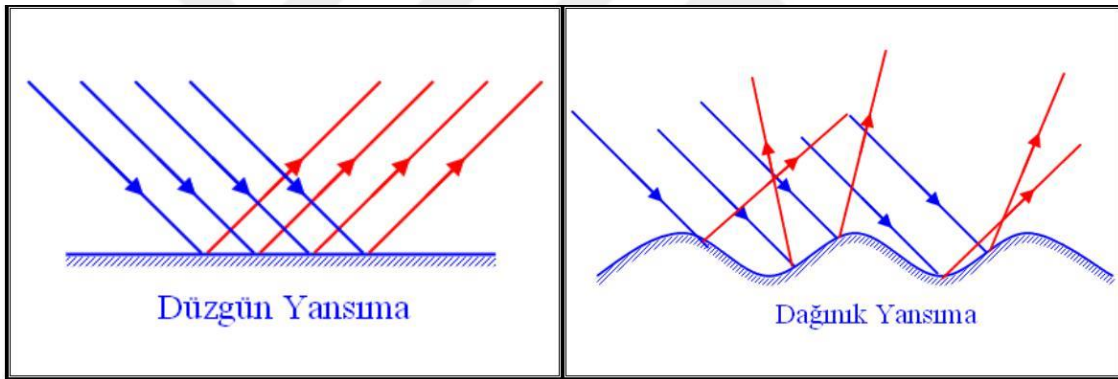
Işığın Emilimi

Işık kaynağından yayılan ışınlar bir objenin üzerine düştüğünde, objenin rengi dışındaki ışık ışınları obje tarafından emilir. Elektromanyetik spektrum içinde tüm dalga boylarındaki ışığı emen cisim siyah olarak algılanır. Üzerine gelen ışık ışınlarının tamamını yansıtan bir cisim ise beyaz olarak algılanır. Objeye tarafından emilen ışığın türünü, sadece objenin içerdiği rengin dalga boyu değil, aynı zamanda ışık kaynağından

çıkan ışık demetinin dalga boyu da etkiler. Farklı ışık kaynakları altında objenin rengi farklı algılanabilmektedir (Çal ve ark., 2004).

Işığın Yansımaları

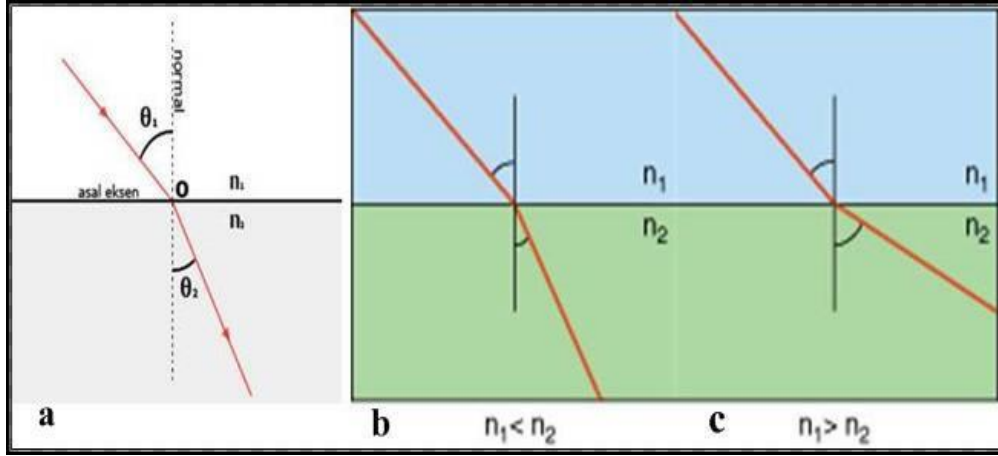
Işık ışınlarının bir yüzeye çarpıp geri dönmesine yansımaya denir. Işık kaynağından objeye ulaşan ve yansıyan ışık ışınları, obje tarafından emilmeyen, obje ile aynı dalga boyundaki ışınları içerir. Yani objenin rengi, emilmeden üzerinden yansıyan ışık sayesinde algılanır ve bu ışığın dalga boyu renk algısını belirler. Yüzeyi düzgün bir obje üzerine gelen ışık ışınlarının, obje üzerine geldiği açının aynısıyla geri yansımaya düzgün yansımaya, yüzeyi düzgün olmayan bir objeye gelen ışık ışınlarının değişik açılarda birçok yöne yansımaya ise dağınık yansımaya denir (Şekil 4). Doğal dişlerdeki prizmatik ve interprizmatik yapılar arasında dağınık yansımaya olduğundan restoratif materyallerin yapısının da bu özellikte olması beklenir (Craig ve Powers, 2002;).



Şekil 4. Işığın Düzgün ve Dağınık Yansımaları (Dede, 2011'den)

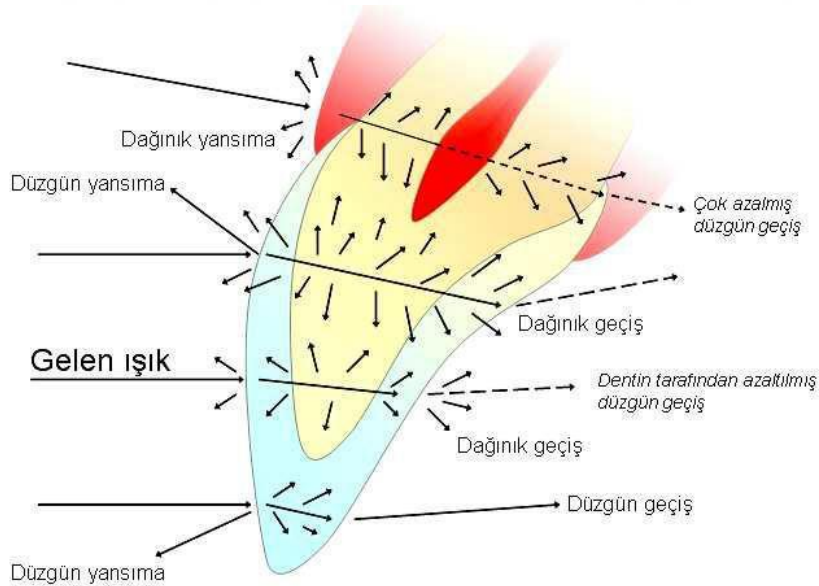
Işığın Kırılması

Işığın kırılması, ışığın oblik olarak bir ortamdan diğerine geçerken hızında bir azalma ile birlikte yön değiştirmesi olayıdır. Işığın, farklı yoğunluktaki iki ortam için hız oranları, ortamın kırılma indisini (n) verir. Işığın havadaki kırılma indisi '1' olarak kabul edilir. Bir yüzeye çarpan ışığın çarptıktan sonra hızı artarsa, ışık normalden uzaklaşarak kırılır. (Şekil 5) Tersisi olması durumunda ise normale yaklaşarak kırılır (Touati ve ark., 1999; Chu ve ark., 2010).



Şekil 5.(a) İki Farklı Ortamdan Geçen Işık Işını ve Normalle Yaptığı Açılar, (b) Daha Yoğun Bir Ortama Giren Işık Işınının Hızının Azalmasıyla Normale Yaklaşması, (c) Daha Az Yoğun Ortama Girerek Normalden Uzaklaşması (Dede, 2011'den)

Doğal dişler birkaç farklı tabaka içeren karmaşık bir histolojik yapıya sahiptir. Mine ve dentin ara yüzeyi önemli bir geçiş alanıdır. Bu geçiş alanları gelen ışık için ayrı kırılma ortamları anlamına gelmektedir (Şekil 6). Dental restorasyonlarda kullanılan materyaller, gelen ışığa yönelik benzer bir etkinin elde edilmeye çalışıldığı tipte materyallerdir (Touati ve ark., 1999; Chu ve ark., 2010).



Şekil 6. Doğal Dişte Işığın Yansıma, Kırılma ve Saçılması (Öngül, 2006'dan)

2.3.Diş Hekimliğinde Renkle İlgili Kavramlar

2.3.1. Opasite

Materyalin gizlenebilme gücünün ölçüsü olarak kabul edilmiştir. Başka bir deyişle, cismin ışığı geçirmesini engelleme özelliğidir (Kahramanoğlu ve Özkan, 2013). Opak materyaller ışığın bir bölümünü absorbe eder kalanını da yansıtırlar. Göze geri yansıtılan baskın dalga boyları, cismin algılanan rengidir (Fondriest, 2003). Eğer bir cisim, gelen ışınların hepsini yansıtıyorsa beyaz, hepsini absorbe ediyorsa siyah görünür.

2.3.2. Opalesans

Opelasans, bir materyalin kısa dalga boyuna sahip ışık yaymasıdır. Işık yayılmasının nedeni, materyalin içinde bulunan, görünür ışık spektrumundaki dalga boyundan daha kısa dalga boyuna ve matris materyalinden daha yüksek ışık kırma indeksine sahip partiküllerin varlığıdır. Bu özellik materyale, yansıyan ışık altında mavimsi-beyaz bir görünüm; iletilen ışık altında ise turuncu-kahverengi bir görünüm vermektedir (Kahramanoğlu ve Özkan, 2013).

Dişin mine tabakasındaki hidroksi apatit kristalleri diş opelasans özellik vermekte; yansıyan ışıkta mavimsi, iletilen ışıkta ise turuncu görünür (Lee ve ark., 2005; Ahmad, 2006; Lee ve Yu, 2007; Lee, 2008; Cho ve ark., 2009). Bu özellik de diş derinlik ve canlılık kazandırmaktadır (Fondriest, 2003).

2.3.3. Translusensi

Translulentlik, materyalin içerisinde ışık geçebilmesi, yani ışığı geçirme özelliğidir (Fondriest, 2003). Translusensi, transparanlık ve opasite arasındaki bir derece olarak tarif edilebilmektedir. Diş hekimliğinde kullanılan seramikler, kompozit ve akrilik rezinler gibi pek çok materyal, dişin doğal görünümünü yakalayabilmek için translulent özellik taşır (Ota ve ark., 2012; Kahramanoğlu ve Özkan, 2013). Yüksek translusentlik daha açık renkte bir görünüm sağlar. Daha translusens bir cisim, arkasındaki rengi ve görüntüyü daha çok gösterir. Translulentlik, cisim içinde artan saçılma ile azalır (O'Brien, 2008).

Seramik translusensisi, kalınlık, kristalin yapı ve fırınlama sayısı gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Vichi ve ark., 2000; Hefferan ve ark., 2002b). Termal siklus translusensiyi azaltırken, gelen ışığın dalga boyunun artması translusensiyi arttırmaktadır

(Chu ve ark., 2007). Aynı zamanda translusensi miktarı, seramik materyalinin artan renk doygunluğu (chroma) ve parlaklığı (value) ile azalmaktadır (Shiraishi ve ark., 2011).

Translusensi genellikle kontrast oran (contrast ratio–KO) veya translusensi parametresi (TP) ile belirlenmektedir (Miyagawa ve ark., 1981; Johnston ve ark., 1995; Powers ve Sakaguchi, 2006). KO, bir cisimden siyah arka plan (black–b) üzerinde iken yansıyan ışık miktarının (Yb) beyaz arka plan (white–w) üzerinde iken yansıyan ışık miktarına (Yw) oranıdır (Yb/Yw) ve translusensi karşılaştırmaları için en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. KO opak materyaller için 1'e yaklaşırken, transparan materyaller için 0'a yaklaşmaktadır (Antonson ve Anusavice, 2001; Heffernan ve ark., 2002a)

TP ise bir cismin beyaz (w) ve siyah (b) arka plan üzerindeki renk farkıdır ve translusensinin görsel değerlendirmesi ile direkt uyusmaktadır (Johnston ve ark., 1995).

$$TP = [(L_b - L_w)^2 + (a_b - a_w)^2 + (b_b - b_w)^2]^{1/2}$$

2.3.4. Transparanlık

Transparanlık, bir materyalin içinden ışığın tamamı ile geçmesidir. Saydam bir materyalin arkasında herhangi bir cisim yer alıyorsa, bu cisim net olarak görülebilir. Cam, transparan bir materyaldir. Saydamlık, yüksek translüsenslik değeridir (Kahramanoğlu ve Özkan, 2013).

Diş hekimliğinde, özellikle anterior grup dişlere yapılan restorasyonlarda, doğal diş etkisi verilebilmesi için kesici kenarlara transparan porselen işlenir. Bu tip porselen, parlak olmadığından yansıtma özelliği de azdır, dolayısı ile minenin transparan etkisi taklit edilebilmektedir (Mayekar, 2001).

2.3.5. Fosforesans

Esas olarak fosfor içeren bileşenlerde görülen ve radyant enerjiyle uyarılan elektronların fazla enerjilerini biraz gecikme ile saçması sonucu ortaya çıkan ışılda özelliği olup, dental materyallerin özellikleri arasında bulunmaz (Chu ve ark., 2010).

2.3.6. Floresans

Bir materyalin üzerine gelen radyant enerjiyi absorbe ederek, lumin enerji yaymasıdır. Yayılan ışığın dalga boyu genelde gelen radyasyonunkinden daha uzundur.

Tipik olarak mavi ışık veya ultraviyole ışıktaki, materyaldeki elektronlar daha yüksek bir enerji düzeyine çıkar ve elektronların eskiden bulunduğu düşük enerji düzeyine inerken kazanmış oldukları bu enerji görünür spektrumda floresans ışık olarak

oluşur. Materyal üzerine radyasyon geldiğinde materyal floresans aktivite gösterir (ışık saçır), bittiğinde floresans aktivite de sona erer (Craig ve Powers, 2002).

UV ışınlar, restorasyonların canlı görünme derecelerinde çok önemli rol oynarlar (Fondriest, 2003). Şekil 7’de UV ışık doğal diş veya restorasyona çarptığında görülebilir radyasyon yayılımı gösterilmiştir (Ahmad, 2006). Spektrumun mavi bölgesinde en büyük yoğunluğa sahip polikromatik mor ötesi ışınlar olması halinde doğal dişler floresans özellik gösterirler. Doğal dişler siyah ışık altında mavi beyaz floresansa sahiptirler (Belli ve Kesim, 1996).



Şekil 7. Doğal Dişler Ultraviyole Işığa Maruz Kaldığında Görünür Işık Yayararak Floresans Özellik

Dişler beyaz gün ışığında renk özelliklerine bakılmaksızın değerlendirildiğinde, en yüksek floresans değeri 450 nm dalga boyunda tespit edilmiş ve bu değer 680 nm dalga boyuna doğru giderek azalmıştır (Finger ve ark., 1996). Floresans özelliği dişlerin daha parlak ve beyaz gözükmesini sağlarken, gün ışığında dişlerin renklerinin değişik algılanmasına neden olur. Floresans özelliğin doğal dişlerin canlılığını yansıtan en önemli faktörlerden biri olduğu kabul edilmektedir. Floresans özelliğin bu önemi, doğal dişle benzer optik özellikler taşıyan dental porselenlerin imal edilmesi hususunda önemli bir faktördür.

Dental porselenler de ultraviyole ışık altında bu özelliği gösterirler. Geçmişte, doğal floresansı taklit edebilmek için dental seramiklere uranyum bileşikler eklenirdi ancak radyoaktif özelliği nedeniyle bu materyalin kullanımından kaçınılmıştır. Günümüzde evropiyum, seryum ve itriyum gibi elementler kullanılmaktadır (Monsenego ve ark., 1993).

2.3.7. Metamerizm

Metamerizm, bir ışık kaynağında belirlenmiş bir cismin renginin diğer bir ışık kaynağı altında farklı görünmesidir (Knispel, 1991; Mayekar, 2001; Watts ve Addy, 2001).

Parlak ışıkta kırmızı- sarı tayf ön plana çıkarken tayfin mavi ucu zayıflar. Aksine floresan ışık kaynağında güç mavi- yeşil uca kayar ve bu yüzden mavi- yeşil renk baskın olarak algılanır.

Doğal güneş ışığı da rengini değiştirir. Öğle vakti, gökyüzü içine aldığı az miktarda hava ile mavi görünür. Sabaha karsı ve akşamüstü güneş ısığı daha kısa dalga boylu mavi ısıq atmosfer tarafından dağıtıldığı için yalnızca kırmızı- turuncu ışığı içine alır ve kırmızı- turuncu görünür (Watts ve Addy, 2001).

Metamerizm, iki değişik objenin spektral yansıma eğrilerindeki farklılıklardan kaynaklanan bir durumdur (Groh ve ark., 1992; O'Brien, 2008). Dental restorasyonlar ve doğal minenin farklı spektral yansıma eğrilerine sahip olmalarından dolayı metamerizm olayı kaçınılmazdır. Metamerizmi önlemek için, yapılan restorasyonlarda renklerin en basit kombinasyonlarının kullanılması, gün ışığında son kontrolün yapılmasıyla renk seçiminin farklı ışık kaynakları altında yapılması ve diş hekimi ile teknisyenin aynı ışık kaynağını kullanmaları önerilmiştir (Belli ve Kesim, 1996).

2.4. Renk Sistemleri

Renk sistemleri nesnelere renk parametrelerini tanımlamak için kullanılmaktadırlar. Bu sistemler eğitim amaçlı olarak renk tanımlama ve endüstride renk belirlenmesinde kullanılmaktadır. Geniş kullanıma sahip sistemlerin hemen hepsi geçtiğimiz yüzyılın ortalarında geliştirilmiştir (Tablo 6) (Kuehni, 2002; Joiner, 2004; Kahramanoğlu ve Özkan, 2013).

Tablo 6. Renk Sistemleri ve Geliştirildiği Tarihler

Tarih	Sistem	Geliştirenin Adı
1905	Munsell renk sistemi	Munsell
1916	Otswald renk sistemi	Otswald
1931	CIE sistemi	Comm. Int. l'Eclairage
1955	DIN sistemi	Richter
1962	NCS	Hard ve Sivik
1968	Coloroid renk sistemi	Nemcsisc
1976	CIE L*a*b sistemi	Comm. Int. l'Eclairage

Günümüzde diş hekimliğinde; doğal diş ve restorasyonların objektif renk değerlendirmelerinde genellikle iki renk sistemi kullanılır (Touati ve ark., 1999; Chu ve ark., 2010). Bu sistemler Munsell renk sistemi ile CIE L*a*b* renk sistemidir (Pizzamiglio, 1991).

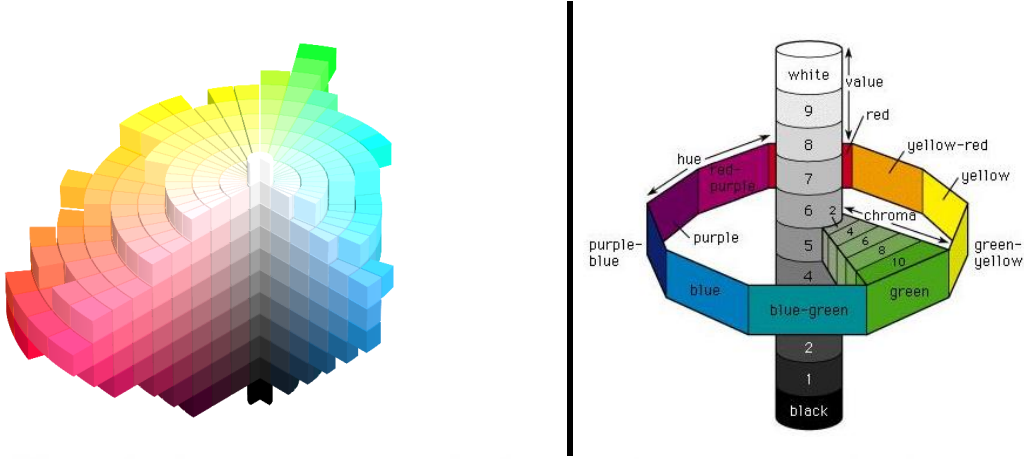
Rengin standart, sayısal değerlerle tanımlanabilmesi için geliştirilen çeşitli renk ölçekleri arasında Munsell'in renk sistemine ilave olarak dünyaca kabul edilebilirliği, güvenilirliği, esnekliği ve uygulama kolaylığı açısından en çok tercih edilen sistem, CIE L*a*b* (Comission Internationale de L'Eclairage) renk sistemi'dir (Sproull, 2001a).

2.4.1. Munsell'e Göre Rengin Boyutları

Munsell sistemi, 1905 yılında Amerikalı ressam Albert H. Munsell, tarafından geliştirilmiş olan sistemdir (Ulusoy ve Toksavul, 1992; Sproull, 2001a). Munsell'in sistemi, diş hekimliğinde de renk seçimi için uygun bir sistem olarak kabul edilmiştir (Fondriest J, 2003).

En eski sistem olan Munsell sisteminin birçok farklı versiyonu üretilmiştir. Sistem, renklerin 3 boyutlu olarak organizasyonunu göstermektedir. Munsell'in renk şeması küre veya silindire benzetilebilir. Bu silindir içerisinde rengin neye göre yer aldığı bilinirse çok daha rahat anlaşılabilir. Renksiz ışınlar silindirin merkezindedir. En üstte saf beyaz yer alırken, saf siyah ise en altta bulunur. Temel prensibi, birbirine komşu örnekler arasındaki görsel boşluk eşitliğine dayanmaktadır. Her örneğin üç farklı özelliği vardır: hue, value ve kroma (Minolta Document: Precise Color Communication: The Essentials

of imaging. Minolta Co. Ltd, Osaka–Japan; Pizzamiglio, 1991; Ulusoy ve Toksavul, 1992). Şekil 8 Munsell'in renk şemalarını göstermektedir.



Şekil 8. (a) Munsell'in Renk Şeması I, (b) Munsell'in Renk Şeması II
(www.britannica.com/science/Munsell-color-system)

Hue (Renk Tonu)

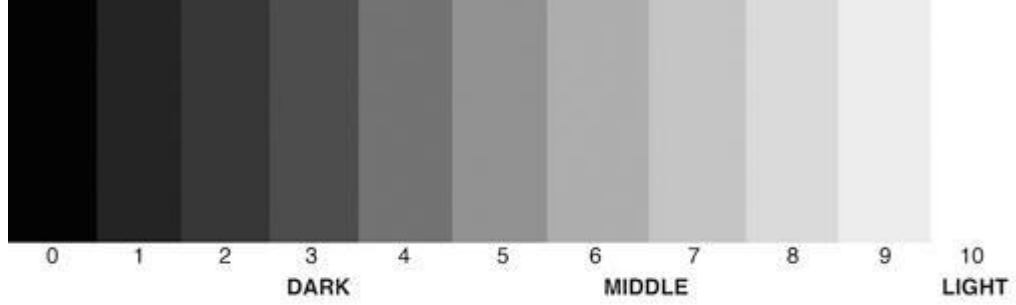
Hue, renk veya renk çeşidi anlamına gelir (Schwabacher ve ark., 1994). Bir rengi diğerinden ayıran niteliktir. Munsell, “Bir renk ailesini diğerinden ayırmak için kullandığımız özellik” olarak tanımlamaktadır. Hue; mavi, kırmızı ya da yeşil gibi, bir objenin baskın rengini belirlemektedir. Temel olarak retina üzerinde etkili olan ve spesifik bir dalga boyundaki ışık tarafından yaratılan renktir (Ulusoy ve Toksavul, 1992).

Munsell'in renk çemberinde 10 adet hue (renk çeşidi) bulunmaktadır. Bunlar: kırmızı (R), sarı-kırmızı (YR), sarı (Y), yeşil (G), yeşil-sarı (GY), mavi (B), mavi-yeşil (BG), mor-mavi (PB), mor (P) ve kırmızı-mor (RP) şeklinde adlandırılmaktadır (Craig ve Powers, 2002; Ulusoy ve Toksavul, 1992; Sproull, 2001a, 2001b).

Value (Renk Değeri)

Value, açık rengi koyu renkten ayıran, cismin parlaklık veya matlık derecesini gösteren özelliktir. Sistemin en altında siyah, en üstünde ise beyaz renk bulunmaktadır. Siyah kısım 0, beyaz ise 10 ile numaralandırılır. Bu değerler arasında siyahtan beyaza doğru olan gri tonları value değerlerini oluşturur. Munsell sisteminde saf beyaz 10, saf siyah ise 0 olarak belirlenmiş ve ulaşılmaz olarak değerlendirilmiştir. Bu nedenle sistemde 9 farklı value değeri bulunmaktadır. Value değerinin artması rengin daha açık olması anlamına gelmektedir (Minolta Document: Precise Color Communication: The

Essentials of imaging. Minolta Co. Ltd, Osaka–Japan; Ulusoy ve Toksavul, 1992; Sproull, 2001a; Anusavice ark., 2013) (Şekil 9).

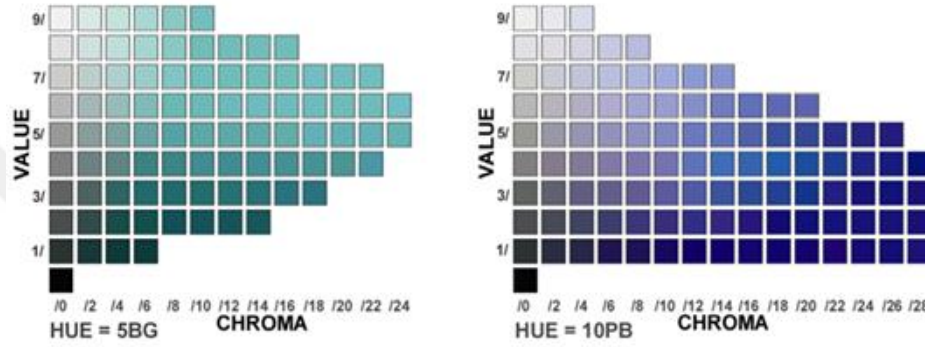
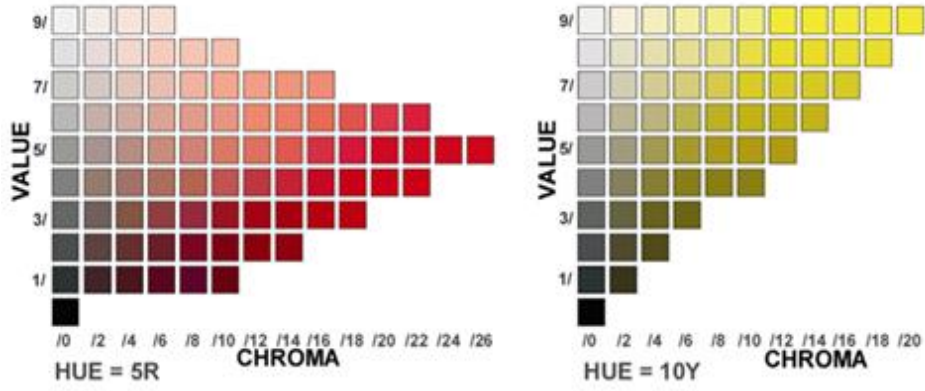


Şekil 9. Munsell Renk Sisteminde Value Değerleri (Chu ve ark., 2010)

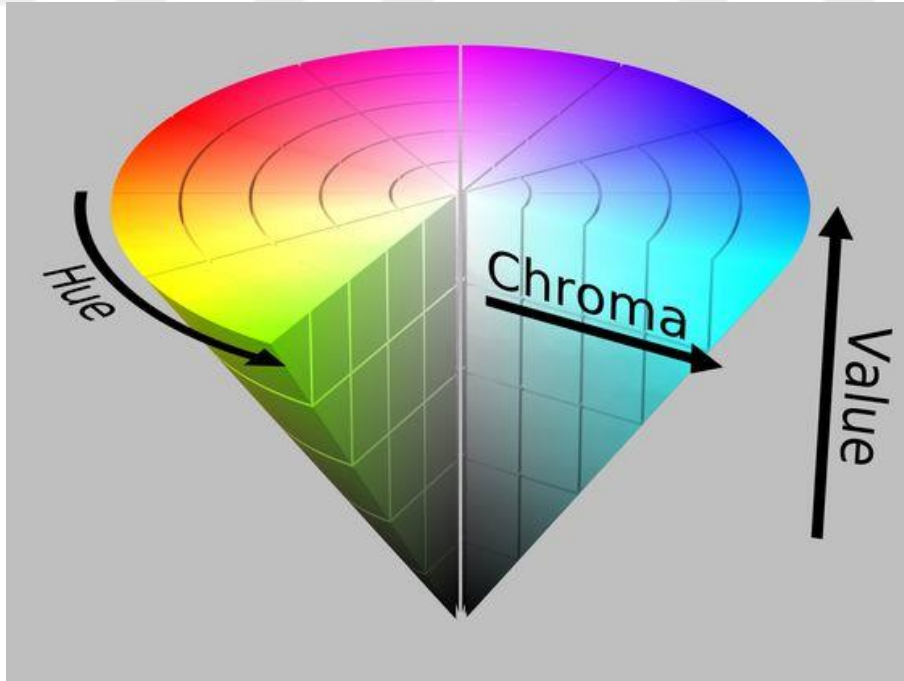
Kroma (Renk Yoğunluğu)

Rengin doygunluk derecesini gösteren kroma, kuvvetli bir rengi zayıf bir renkten ayırabilmeyi sağlar. Rengin saflığı, gücü ya da berraklığı olarak da nitelendirilmektedir (Mc Lean, 1976; Rosentiel ve ark., 2001). İki dış aynı hue değerine sahip olduğunda, biri diğerinden daha yoğun ya da saf olarak görülebilir. Bu yoğunluk, dış renginin doygunluğu ya da Hue'dan kaynaklanan rengin gücünden gelmektedir. Dolayısı ile kroma, rengin içindeki hue miktarını belirleyen faktördür. (Şekil 10)

Bir rengin içine gri eklenmesi, kroma değerinin düşmesine sebep olur ancak hue değişmez. Katılan gri tonunun value değeri önem kazanır. Eğer katılan rengin value değeri düşükse, bu durumda value ve kroma değerleri düşer. Orjinal renkten daha yüksek value değerine sahip bir gri katılırsa, ortaya çıkan renk yine aynı hue değerine, daha düşük kroma ve daha yüksek value değerine sahip olacaktır. Eğer orjinal renk ile aynı value değerine sahip bir gri renk eklenirse, sadece kroma azalacak, diğer değerler ise aynı kalacaktır. (Şekil 11) Kroma değerleri, akromatik veya gri=0, yüksek oranda doymuş renk=18 arasında değişmektedir (Sproull, 2001a, 2001b; Anusavice ark., 2013).

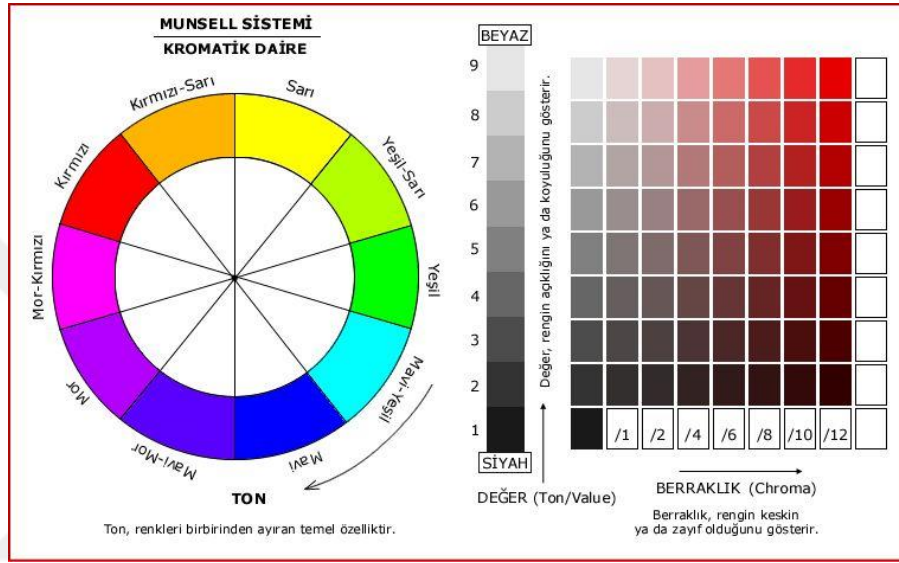


Şekil 10. Renk Sisteminde Chroma (http://facweb.cs.depaul.edu/sgrais/munsell_color_system.htm)



Şekil 11. Chroma, Value ve Hue Grafiği (<https://commons.wikimedia.org>)

Munsell sistemine göre, herhangi bir renk, bu üç özellik kullanılarak açıklanabilmektedir. Hue, value ve kroma değerleri sayesinde renk, sistemin skala aralığında sayısal olarak açıklanabilir hale gelmektedir. Bu numaralandırma sistemine “Munsell Notasyonu” adı verilmektedir. Bu sisteme göre herhangi bir rengin belirtilmesi hue, value/kroma veya H V/C şeklindedir (Ulusoy ve Toksavul, 1992). Şekil 12 Munsell’in numaralandırma sistemini göstermektedir.

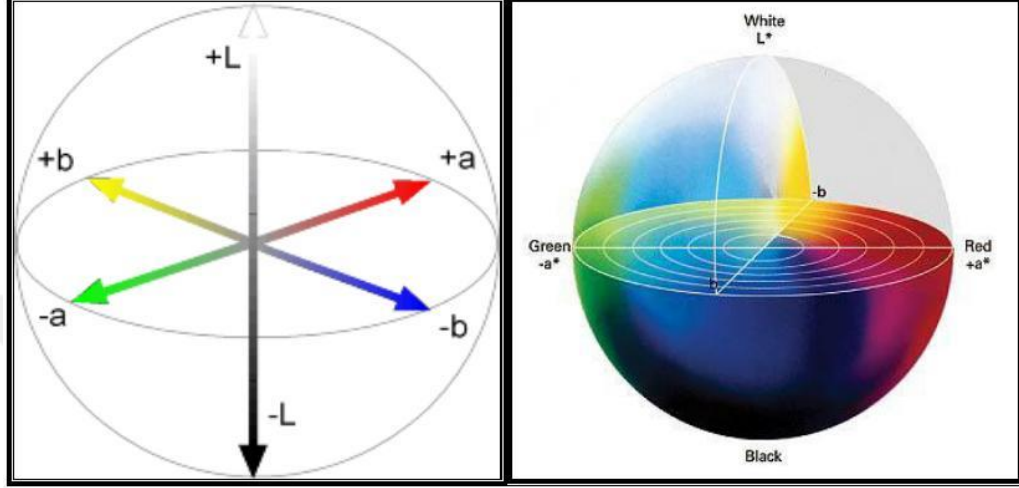


Şekil 12. Munsell’in Üç Boyutlu Renk Şemaları (www.britannica.com)

Munsell renk sistemi içi dolu bir küre ya da silindir özelliklerine sahip bir şekildir. Merkezde renksiz veya akromatik eksen bulunur, en altta saf beyaz renk en üstte ise saf siyah renk yer alır. Hue boyutu merkez eksen etrafında sıralanmış 10 renk ile belirtilir. Kroma ise, merkezden çemberin dışında doğru saf renge kadar ulaşır. Merkeze yaklaşıldıkça renkler soluklaşır. Eksen etrafındaki tekerlekler value değerlerini göstermektedir. Sistemin altındaki tekerlekte koyu renkler, üst kısmında ise açık renkler bulunmaktadır (Sproull, 2001a).

CIE L*a*b* renk sisteminde de renk Munsell renk sisteminde olduğu gibi üç koordinatta verilir ve tüm renkler bu koordinatların oluşturduğu eksenlerin kesiştiği merkez etrafında bulunan bir küre üzerinde yer alır (Şekil 13). Munsell sistemindeki Hue, Value, Chroma değerleri, CIE L*a*b* renk sisteminde L*, a* ve b* koordinatlarında belirtilir. CIE L*a*b* renk sisteminde renklerin L*, a* ve b* koordinatlarına göre dağılımları lineerdir, daha düzgün bir sıralama gösterir ve farklı renkler arasındaki

uzaklıklar eşittir. Bu nedenle de renk ölçümü ve renk ayrımı yapıldığı durumlarda, dış hekimliği araştırmaları ve literatürde en sık kullanılan renk sistemidir (Seghi ve ark., 1986; Tung ve ark., 2002; Fondriest, 2003; Joiner, 2004; Bayındır ve Uzun, 2007; Karaagaclioglu ve Yılmaz, 2008).

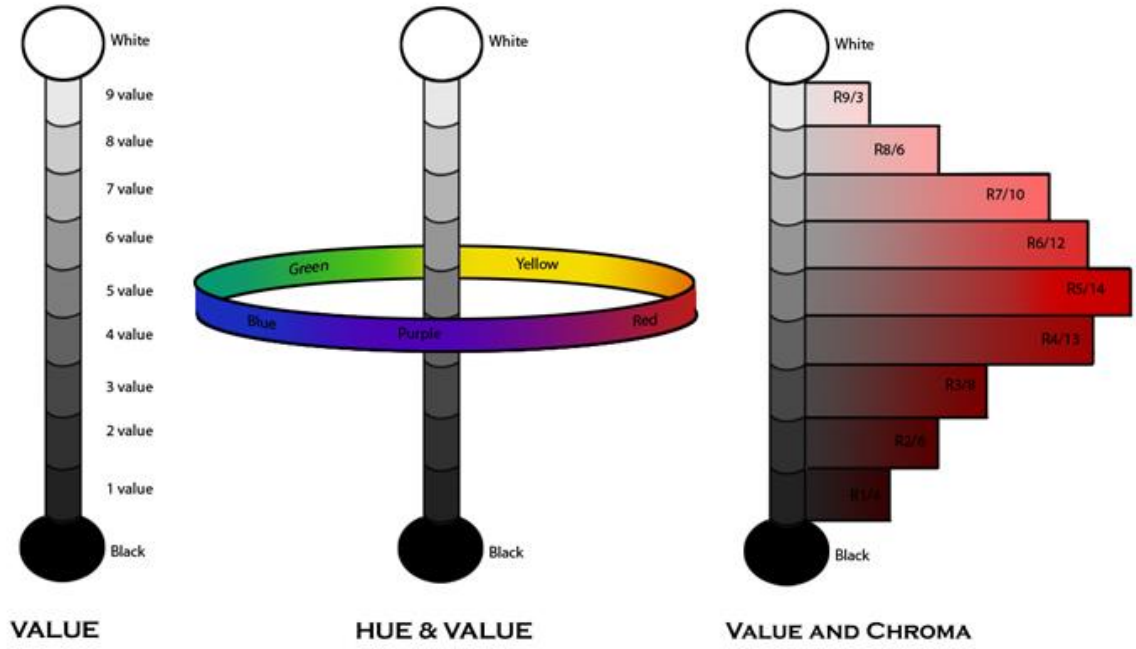


Şekil 13. CIE L*a*b* Üç Boyutlu Renk Sistemi (Joiner, 2004)

2.4.2. CIE L*a*b* Renk Sistemi

1976 yılında “Commision de l’Eclairage” tarafından, CIE L*a*b* renk sistemi geliştirilmiştir. Birçok ülkede yaygın olarak kullanılmakta ve standart olarak kabul edilmektedir (Bayındır ve Wee, 2006). Bir rengin uyarımı değiştiği zaman, gözlemci bir süre sonra renkte bir farklılık algılayacaktır. CIE L*a*b* renk uzayının en belirgin özelliği renk sisteminin algılama yönünden düzgün değişim göstermesidir. CIE L*a*b* renk sistemi, Munsell renk sistemi üzerine kuruludur ve sistemde rengin üç boyutu bulunmaktadır (Schwabacher ve ark., 1994).

Bu sistem Munsell renk notasyonu (Şekil 14) ile benzerlik göstermektedir (Joiner, 2004, Turgut ve Bağış, 2012; Kahramanoğlu ve Özkan, 2013), ancak Munsell renk sistemine göre avantajı, klinik olarak yorumlanabilmesi, renk farklılıklarının tanımlanabilmesidir (Touati ve ark., 1999; Chu ve ark., 2010).



Şekil 14. Munsell Renk Notasyonu (<http://ennisart.blogspot.com.tr/2010/11/munsell-color-notation.html>)

CIE $L^*a^*b^*$ standart renk sisteminde rengin koordinatlarını tarif eden üç farklı eksen bulunmaktadır. Bu eksenler L^* , a^* ve b^* sembolleriyle ifade edilirler. Bu üç koordinatın kesişim yeri, cismin renk değerini belirler.

Bu sistemde L^* koordinatı Munsell sistemindeki Value değeri ile orantılıdır ve rengin açıklık, koyuluk veya siyah-beyaz karakterini gösterir. L^* parametreleri dikey eksende bulunur, açık renkler L^* dikey ekseninde daha yukarıda ve daha yüksek değere sahipken koyu renkler eksenin daha altında ve daha düşük değerdeler. Saf siyah (mutlak siyah) rengin L^* değeri 0 iken saf beyazın (mutlak beyaz) L^* değeri 100'dür.

CIE $L^*a^*b^*$ sisteminde a^*b^* , Munsell sistemindeki Hue ve Chroma değerleri ile orantılıdır. a^* parametreleri yatay eksende olup, bir cismin kırmızı (+) ile yeşil (-) arasındaki kroma koordinatlarını gösterir. Değeri arttıkça renk kırmızıya azaldıkça yeşile kayar. b^* parametreleri de a^* yatay eksenine dik olan yatay ekseninde olup yine cismin sarı (+) ile mavi (-) arasındaki koordinatlarını gösterir. Değeri arttıkça renk sarıya azaldıkça maviye kayar. a^*b^* koordinatlarının 0 değerleri nötral renkleri (beyaz, gri) verirken bu değerlerin artması rengin daha yoğun ve doygun olduğunu gösterir (Şekil 14) (Eliades ve ark., 2001; Tung ve ark., 2002; Joiner, 2004; Haselton ve ark., 2005; Xie and Ann Heng, 2006; Guler ve ark., 2005a, 2005b; Saraç ve ark., 2006; Bayındır ve Wee, 2006; Park ve

ark., 2006; Cho ve ark., 2007; Karamouzos ve ark., 2007; Lee ve Yu, 2007; Paravina ve ark., 2007; Küçükkesmen ve ark., 2008; Ahn ve Lee, 2008b; Trakyalı ve ark., 2009; Ayyıldız ve ark., 2011). Örneğin, kırmızı bir elmanın rengi A harfi ile gösterilir. Diyagramdaki koordinatları ise $L^*=42,83$, $a^*=45,04$ ve $b^*=9,52$ 'dir. A2 renkli bir porselenin rengi ise yüksek bir $L^*(72,99)$ değeri, düşük bir $a^*(1)$ değeri ve yüksek bir $b^*(14,41)$ değeri ile belirtilir (Anusavice ve ark., 2013).

CIE Lab renk sisteminin avantajı, görsel renk algılaması esasına göre renk aralıklarının eşit mesafede, düzenli bir şekilde düzenlenmiş olmasıdır (O'Brien, 2008; Karamouzos ve ark., 2007). Bununla birlikte diğer bir avantajı da görsel algıdaki seçiciliği sağlaması ve klinik olarak anlamlı bir şekilde renk farklılıklarını ifade edebilmesidir (Joiner, 2004). CIE $L^*a^*b^*$ renk sisteminde renkler geometrik olarak dizildiğinden iki renk arasındaki farklılıklar matematiksel olarak hesaplanabilir (Touati ve ark., 1999; Chu ve ark., 2010; Joiner, 2004). İki renk uyarımı arasındaki renk farklılığı (ΔE), bu renklerin $L^*a^*b^*$ değerlerinin aşağıdaki formül ile hesaplanması ile elde edilmektedir (Dancy ve ark., 2003; Ertan ve Sahin, 2005; Guler ve ark., 2005a, 2005b; Uludağ ve ark., 2007; Karamouzos ve ark., 2007; de Azevedo Cubas ve ark., 2011; Chaiyabutr ve ark., 2011).

Ayrıca CIE $L^*a^*b^*$ renk sistemi, tüm ışık kaynaklarının standardizasyonunu sağlayarak, insan görsel algılamasındaki varyasyonları elimine eder (Touati ve ark., 1999; Chu ve ark., 2010). CIE $L^*a^*b^*$ renk sisteminde renkler geometrik olarak dizildiğinden iki renk arasındaki farklılıklar matematiksel olarak hesaplanabilir (Touati ve ark., 1999; Chu ve ark., 2010); Joiner, 2004). İki renk uyarımı arasındaki renk farklılığı (ΔE), aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır (Uludag ve ark., 2007; Karamouzos ve ark., 2007; De Azevedo Cubas ve ark., 2011; Chaiyabutr ve ark., 2011).

$$\Delta E = [(L^*)^2 + (a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$$

$$\Delta E_{2-1} = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2} = [(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2]^{1/2}$$

ΔE formülünde yer alan L_1, a_1 ve b_1 ilk ölçüm değerleri iken, L_2, a_2 ve b_2 ise ikinci ölçüm değerleridir. ΔE değeri, aynı ya da farklı örneklerin zaman içindeki L^*, a^*, b^* koordinatlarındaki değişikliklerin miktarını ifade eder. Bu değerinin sıfır olması bu iki rengin aynı olduğu, ΔE değerinin sıfırdan farklı olması ise renk farklılığı olduğu anlamına gelir.

İnsan gözü bu renk farklılıklarını gözleme açısından sınırlıdır ve 1 in altındaki ΔE değerlerini algılayamamaktadır (Büyükılmaz ve Ruyter 1994). 1 ile 3,3 arasındaki ΔE değerleri, renk farklılıklarının klinik olarak algılanabilir ve kabul edilebilir aralığını temsil etmektedir. Renkle ilgili yapılmış çalışmalarda, bazı araştırmacılar renk değişiminin klinik koşullar altında kabul edilemeyeceği değerin 3,7 ΔE birimden büyük olması gerektiğini ifade etmektedir (Jognston ve Kao, 1989; Douglas, 2000). Fakat bazıları ise klinik koşullar altında 3,3 ve bundan daha büyük ΔE değerlerinin kabul edilemeyeceğini rapor etmişlerdir. (Schulze ve ark., 2003; Tunçdemir 2008).

Renk değişimlerinin gingival ve insizal bölgede daha fazla görüldüğü düşünülürse tecrübeli bir gözlemci dişin orta üçlüsüne odaklanmalıdır. Aletlerde de pozisyonlandırıcı apereyler kullanılarak bu sağlanır. Ayrıca bu yüzeyler dişin en düz yüzeyleridir. Renk farklılıklarının ortaya çıkmaması için kullanılan cihazın standart sapması düşük olmalıdır (Johnston, 2009).

O'Brien (2008)'a göre klinik renk toleransı aşağıdaki Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. ΔE Değerleri ve Klinik Renk Toleransı (O'Brien, 2008'den uyarlanmıştır.)

Renk Farklılığı (ΔE)	Klinik Renk Eşleşmesi
0	Mükemmel
0,5-1	Çok iyi (Renk değişimi görsel olarak fark edilemez)
1-2	İyi (Renk değişimi kısmen farkedilebilir)
2-3,5	Klinik olarak kabul edilebilir
>3,5	Uyumsuz

Ghinea ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada ΔE değerini klinik olarak algılanabilir ve kabul edilebilir olarak ikiye ayırmışlardır. Algılanabilir renk değişikliğini; klinik gözlemci tarafından farkedilebilen çok küçük renk değişikliği olarak ifade etmişlerdir. Kabul edilebilir renk değişikliğini ise; renk değişikliğinin olduğunu fakat bu farklılığın klinik kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğunu ifade etmişlerdir. ΔE değerinin 1,8 olması klinik olarak algılanabilirlik eşik değerini, 3,46 olması ise klinik olarak kabul edilebilirlik eşik değerini belirttiğini bildirmişlerdir. Bu durumda ΔE değerinin 1,8 altında bir değer alması klinik olarak algılanamayan renk değişikliğini, 1,8 ve 3,46 arası değer alması klinik olarak algılanabilir fakat kabul edilebilir renk değişikliğini, 3,46'dan büyük

değer alması ise klinik olarak kabul edilemez yani uyumsuz renk değişikliğini ifade etmektedir.

Renk farklılığının ΔE değeri ile belirtilmesi oldukça kullanışlıdır ve CIE renk sistemine ideal bir renk tespit sistemi olma özelliği katmıştır (Hindle ve Harrison, 2000).

Renk farklılıklarını elde etmede CIELAB (ΔE_{ab}) formülünü baz alarak geliştirilmiş farklı formüllerde kullanılmıştır. Paravina ve ark. (2015) tarafından kullanılan diğer bir formülde CIELAB2000 (ΔE_{00}) formülüdür. ΔE_{00} aşağıdaki gibidir hesaplanmaktadır:

$$\Delta E_{00} = \left[\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right)^2 \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right)^2 \right]^{1/2}$$

Burada:

$\Delta L'$, $\Delta C'$ ve $\Delta H'$ değerleri sırasıyla value, chroma ve hue değerleri farkını göstermektedir. R_T ise rotasyon formülü olarak isimlendirilmektedir ve mavi bölgedeki chroma ve hue farkları arasındaki etkileşimi temsil etmektedir. S_L , S_C ve S_H genel renk farklılıklarındaki düzeltme katsayısı olarak ağırlık fonksiyonları şeklinde tanımlanmıştır. K_L , K_C , K_H katsayıları ise deneysel koşullar için düzeltme terimlerini ifade etmektedir.

Renk ölçüm komitesi tarafından geliştirilen diğer bir ölçüm formülü de CMC dir (Berger-Schunn, 1994). CMC'nin hesaplanmasında kullanılan formül aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

$$\Delta E_{CMC(l:c)} = [(\Delta L^*/lS_L)^2 + (\Delta C_{ab}^*/cS_C)^2 + (\Delta H_{ab}^*/S_H)^2]^{1/2}$$

Burada da S_L , S_C ve S_H bileşenleri ağırlık fonksiyonları olarak tanımlanmıştır. C_{ab}^* ve H_{ab}^* bileşenleri ise aşağıdaki gibi elde edilmektedir:

$$C_{ab}^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}, \Delta H_{ab}^* = [(\Delta E_{ab}^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C_{ab}^*)^2]^{1/2}$$

Günümüzde kullanılan renk sisteminin yanında CIE, 1931 yılında aydınlatma koşulları ile ilgili bir sistem de önermiştir. Bu sisteme göre; parlak ışık (A), direkt güneş ışığı (B) ve ortalama gün ışığı (C) şeklinde üç farklı standart aydınlatma koşulu kullanılmaktadır. Ancak B ve C aydınlatıcıları floresan materyallerin ölçümünde başarısız bulunarak 1964 yılında sisteme bir dizi D (D65) aydınlatıcı eklenmiştir.

Günümüzde halen bazı C aydınlatıcılar kullanılsa da B aydınlatıcı tipi kullanılmamaktadır. Halen kullanılan standart A tipi aydınlatıcı, ev tipi tipik tungsten aydınlatıcılarıdır. Akkor elektrik ampullerinin (tungsten) aydınlatmasına karşılık gelir ve sarımsı-kırmızı renkte bir ışık oluşur. 2856 °K renk ısısına sahiptir (Touati ve ark., 1999; Chu ve ark., 2010). En sık kullanılan D aydınlatıcıları D65 ve D50' dir. D50 aydınlatma koşulları 5000 °K renk ısısına sahiptir ve yaklaşık olarak az bulutlu fakat açık bir günde öğle vakti doğal gün ışığına yakındır. Renk ısısı 6500 °K olan D65 aydınlatıcı, ortalama gün ışığına karşılık gelir (Joiner, 2004; Ahn ve Lee, 2008a).

2.5. Diş Hekimliğinde Kullanılan Renk Ölçüm Yöntemleri

Doğal dişlere uygun renklerde restorasyon yapımı için renk seçimi estetik diş hekimliğinin en zor işlemlerinden birisidir (Yap ve ark., 1999). Belirli bir diş renginin analizinde kullanılacak temelde iki yöntem bulunmaktadır:

- Görsel Renk Ölçümü
- Aletsel Renk Ölçümü

Diş hekimliğinde renk seçimi için en sık kullanılan yöntem; diş ve renk skalalarına ait örneklerin karşılaştırılmasıdır. Görsel renk tespit yöntemleri pratik olmalarına rağmen oldukça subjektif yöntemlerdir. Bununla beraber cihaz yardımıyla yapılan ölçümlerden objektif ve hızlı sonuç alınmasının yanı sıra, bu sonuçların matematiksel verilere dönüştürülebilmesi gibi avantajları mevcuttur. (Johnston ve Kao, 1989; Seghi, 1990; Bayındır ve Wee, 2006; Omar ve ark., 2010).

2.5.1. Görsel Renk Ölçümü

Görsel renk analizinde en sık başvurulan yöntem renk skalalarının kullanımınıdır. (Lee ve ark., 2001; Dancy ve ark., 2003; Chu ve ark., 2010). Ancak görsel renk ölçümü yöntemleriyle yapılan renk seçimlerinin tutarlılığını etkileyebilecek pek çok faktör bulunmaktadır:

- Ortamı aydınlatan ışığın spektral özellikleri ve şiddetine bağlı faktörler
- Renk seçimi yapan bireyin beceri, deneyim, cinsiyet, yaş ve renk reseptörlerinin yorgunluğu gibi bireysel varyasyonları ve ruhsal durumu
- Renk seçiminde kullanılan renk tablalarının doğal dişe ait tüm renkleri barındıracak yeterlilikte olması

- Renk tablasındaki örneklerin, renk düzlemlerine göre sistematik yerleştirilmemesi (Sproull, 2001a).

Dişin renk tonu insizal bölgeden kole bölgesine kadar farklılık gösterebileceğinden dolayı hekimin, genel olarak dişin esas temel rengini veren sadece orta 1/3 bölgesini değerlendirmesi önerilir (Guo ve ark., 2000).

Işık kaynağına bağlı faktörler

Renk algısı üzerinde gözlemci kadar ışık kaynağı da önemli rol oynamaktadır. Işık, renk fenomeninin başlangıcıdır ve ışık olmadan renk de yoktur (Öngül, 2006). Dental kliniklerde genelde doğal gün ışığı, florasan ve tungsten flamanlı ışık kaynaklarından faydalanılmaktadır. Tungsten flamanlı ışık kaynaklarında ağırlıklı olarak kırmızı ve sarı spektrumlu ışık hakim olduğundan, bu ışık kaynağı altında objelerin rengi de kırmızı ve sarıya çalar. Florasan lambalarda ise mavi-yeşil spektrumun ağırlığına bağlı olarak objeler daha mavi görülür (Touati ve ark., 1999; Brewer ve ark., 2004; Chu ve ark., 2010).

Gün ışığı normalde tüm renk spektrumlarını içermesine rağmen, günün zamanı, nem ve kirliliğe bağlı olarak, gün ışığının içeriğinde renk spektrum dağılımında bazı düzensizlikler olabilir. Örneğin sabah ve akşam saatlerinde mavi spektrumlu kısa dalga boyundaki ışık atmosfer tarafından dağıtıldığı için yalnızca kırmızı-turuncu dalga boyundaki ışığı içine alır ve kırmızı-turuncu renkte görünür. Gün ışınının dengeli bir dağılım gösterdiği, aydınlık bir günün öğle saatinde kuzeyden gelen, 6500 ΔK renk sıcaklığındaki gün ışığı, görsel renk ölçümü için ideal olarak kabul edilmektedir (Stockman ve Sharpe, 1998; Touati ve ark., 1999; Watts ve Addy, 2001).

Dental ünite ışıkları renk seçimi için kullanılmamalıdır. Bunların çoğu, yüksek oranda kırmızı-sarı spektrumdaki ve düşük oranda mavi uçtaki ışığı dışarı veren akkor ışıklardır ve göz kamaşması oluşturarak gözleri yorar. Bu nedenle, bir dental ünite ışığının kullanımından sonra hemen renk seçimi yapılması yanlıştır (Fondriest, 2003).

İdeal bir ışık kaynağının gözü rahatsız etmemesi, kolay ve rahat bir renk seçimine izin vermesi ve yaydığı ışığın standart olması gerekmektedir. Doğru bir renk ölçümü yapabilmek amacıyla, ideal aydınlatma özelliği taşıyan rengi düzeltilmiş lambalar da kullanılabilir. Bu tip bir lambadan çıkan ışık kırmızı, yeşil ve mavi dalga boylarının dengeli karışımında, doğal gün ışığına benzer özellikte, beyaz ve 5500-6500 °K renk

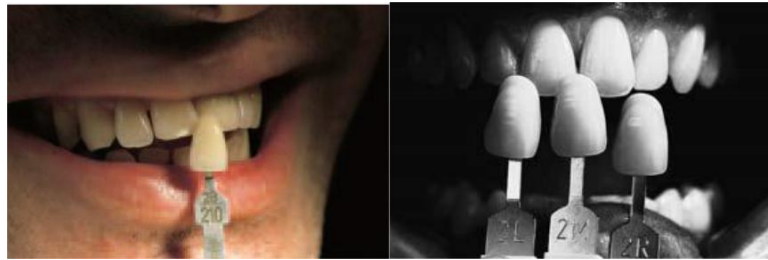
sıcaklığında olmalıdır (Fondriest, 2003; Da Silva ve ark., 2008; Sarıkaya ve Güler, 2009; Ayyıldız ve ark., 2011).

Gözlemciyle ilişkili faktörler

Renk; ışık kaynağı, obje ve gözlemcinin kompleks bir reaksiyonu olan subjektif bir algıdır (Mayekar, 2001). Erkeklerde %8, bayanlarda %0,5 oranında görülen renk körlüğü de renk algısında hataya neden olur. Bu kişiler yeşil ve kırmızıya hassas koni fotoreseptörlerinin olmamasına bağlı kırmızıyı yeşilden ayırt edemezler (O'Brien, 2008). Renk algılaması böyle olan kişiler normal olan kişilere göre hatalı renk seçeceklerdir (Davison ve Myslinski, 1990).

Rengin algılanması, retinaya ulaşan ışığın çubuk ve koni hücrelerince uyarılması, sinirler aracılığıyla beyne gönderilmesi ve yorumlanması yoluyla gerçekleşir. Düşük ışık yoğunluklarında çubuk hücreleri konilerden daha baskın olduğu için renk algısı zayıflar. Öte yandan, parlaklık artışı da renk algısında değişikliklere yol açabilir (Bezold-Brucke Etkisi) (Russel ve ark., 2000). Ayrıca bu hücrelerin bir renge odaklanıp algılaması 5-6 saniyeyi geçmez. Bu yüzden daha uzun süre odaklanma renk seçiminde hataya neden olur (Öngül, 2006). Renk algısı kişiden kişiye farklılık gösterebileceği gibi aynı bireyde de farklılıklar gösterebilir. Bu sağ ve sol göz arasındaki algılama farklılığından kaynaklanmaktadır (binoküler etki).

Aynı şekil ve renkteki cisim yan yana getirildiğinde biri diğerinden daha açık renk ve daha büyükmüş gibi gözükebilir. Bu yüzden renk seçimi yapılırken renk skalası dişin yanına değil dişin altında tutulmalıdır (Şekil 15) (Chu ve ark., 2010).



Şekil 15. Renk seçimi yapılırken renk skalasının diş tutulumu (Ahmad, 2006)

Yaşlanma, ilaç kullanımı, yorgunluk ve hastalıklara bağlı olarak gözün bu fonksiyonunda yaşanacak bozukluklar, rengin algılanmasını da değiştirmektedir (Ayyıldız ve ark., 2011).

Göz merceğinin esnekliği, yaşla birlikte değişir. Çocuklukta çok esnek olan mercek yıllar geçtikçe bu özelliğini yitirir ve değişik uzaklıklar üzerinde odaklama güçleşir. Mercek en düşük eğrilik konumunda sertleşme eğiliminde olduğundan, yaş ilerledikçe göz giderek daha uzaktaki nesnelere odaklayabilir. Bu nedenle, sağlıklı gözde net görülen en yakın nokta 20'li yaşlarda yaklaşık 17 cm, 40 yaşından sonra ise yaklaşık 40 cm'dir. Ayrıca yaşlanmayla birlikte lens sararır. İleri yaşlarda kahverengimsi bir görünüm alır. Bunun sonucunda yaşlı kişilerde sarı ile beyaz arasında ayırım yapmak güçleşir. Genellikle yaşlanmayla birlikte renkler daha uzun dalga boyuna sahip gibi algılanır. Bu eğilim 30 yaş civarında başlar ve 50 yaşından sonra daha belirgin hale gelir. 60 yaşından sonra rengi belirleme yeteneği azalır (Strenk ve ark., 2005).

Renk algısına bazı ilaç ve maddeler de şu şekilde etki eder (Chu ve ark., 2010):

- Alkol; uzun dalga boyuna sahip renklerin daha açık, kısa dalga boyundakilerin daha koyu algılanmasına neden olur.
- Kafein; alkolün yarattığı etkinin tersini oluşturur.
- Santonin; sarı ve yeşil renge duyarlılık artarken, kırmızı, mavi ve mor renklere duyarlılık azalır. Her şey sarımsı görünür.
- Morfin; alkolün yaptığı etkiye hemen hemen benzer etki yapar.

Renk Eşleştirme Rehberleri

Diş hekimliğinde renk eşleştirmesi için birçok araç bulunmakla beraber, en sık uygulanan yöntem, standart renk eşleştirme rehberi ile dışın aynı ışık altında gözlemlenmesi ve görsel olarak karşılaştırılmasıdır (Seghi ve ark., 1989; Donahue ve ark., 1991; Joiner, 2004; Park ve ark., 2006; Sarıkaya ve Güler, 2009; Ayyıldız ve ark., 2011). Diş hekimliğinde porselenin kullanılmaya başlaması ile keşfedilen yöntem, iki yüz yıl öncesine kadar uzanmaktadır (Powers ve Sakaguchi, 2006). Ancak bazı araştırmacılara göre görsel renk analizinin üç dezavantajı vardır (Seghi ve ark., 1989; Altunsoy, 2001; Saraç ve ark., 2005):

- Renk skalalarındaki mevcut renkler yetersizdir,
- Diş hekimleri arasında ve aynı kişinin günün farklı saatlerinde seçilen renkte tutarsızlık olmakta ve yorgunluk, yaşlanma, duygular, aydınlatma şartları, gözün önceki tecrübeleri, cisim ile aydınlatmanın pozisyonu ve metamerizm gibi birçok kontrolsüz etken standart renk saptamasına engel olur,

- Elde edilen sonuçları CIE renk uzayında göstermek olanaksızdır.

Diş rengini ayırt edebilme yeteneğinin eğitim ve deneyim ile arttırılabileceği bildirilmekte ve bu amaçla, diş hekimlerinin renk eşleştirme rehberleri ve teknikleri hakkında eğitim almaları önerilmektedir (Okubo ve ark., 1998; Watts ve Addy, 2001). Klinikte yapılan renk tespiti esnasında, kullanılan restoratif materyale ait renk skalasının, üretici talimatlarına, genel prensiplere uygun kullanılmasının büyük önemi vardır. Ayrıca laboratuvar işlemlerinde de aynı skalanın kullanılması, skalalar arası dönüştürmede yaşanacak hataların önüne geçecektir (Bayındır ve Wee, 2006; Sarıkaya ve Güler, 2009; Ayyıldız ve ark., 2011).

Renk Skalaları

Renk skalaları görsel rehberler olarak kullanılırlar; sadece rehberlik görevi yaparlar, birebir bitmiş sonucu göstermezler. Nötr bir çevre, doğru miktarda ve nitelikte ışığın sağlanması ve göz yorulmasının mevcut olmaması, doğru bir renk seçimine ulaşmak için önemli önkoşullardır (Gürel, 2004). Mevcut skala sistemlerinin üretiminde bazı tutarsızlıklar görülse de günümüzde en çok kullanılan renk skala sistemleri şunlardır:

- Vita Classic (Vita, Bad Sackingen, Germany),
- Vitapan 3D-Master (Vita),
- Chromascop (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein),
- Kişiyeye özel ya da spesifik chroma ve value rehberleri (Ahmad, 2006).

Günümüzde en çok tercih edilen yöntem renk skalalarının kullanımı olmasına rağmen doğal dişteki floresans ve opalesans derecelerinin yakalanamaması, minenin translüsens miktarının belirlenememesi, mine yapısının ve kalınlığının hesaba katılamaması ve en önemlisi objektif bir değerlendirme yapılamaması renk skalalarının kullanımını sınırlandırmıştır (Ahmad, 2006). Bütün bu zorluklara rağmen insan gözü küçük renk farklılıklarını algılayabilecek kapasitede olsa da, bu farklılıkları derecelendirebilme konusunda yetersiz kalmaktadır (Chu ve ark., 2010).

2.5.2. Aletsel Renk Ölçümü

Dental materyallerin veya diş renginin analizinde görsel renk ölçümü yöntemleri yanında, rengin daha detaylı olarak belirlenmesi amacıyla, farklı cihazlar kullanılmaktadır (Tablo 8). Renk ölçümünde cihaz kullanmanın en büyük avantajı

nesnelliğin elimine edilmesidir (Okubo ve ark., 1998; Dancy ve ark., 2003; Joiner, 2004; Ahmad, 2006; Chu ve ark., 2010).

Bu amaçla kullanılabilir malzemeler;

- Kolorimetreler
- Spektrometreler
- Spektrofotometreler
- Dijital fotoğraf makineleridir (Kim-Pusateri ve ark., 2009; Chu ve ark., 2010).

Kullanılan cihazın tipine ve ölçülecek cisme göre optik elementlerin düzenlenmesi farklılık göstermektedir. Optik elementler; ışık kaynağı, entegre edilmiş küre, dalga boyu seçme cihazı ve fotoresptörden oluşur. Tercih edilen ışık kaynakları titreşimli ksenon ve halojen lambalardır (Powers ve Sakaguchi, 2006).

Cihaz kullanılarak yapılan renk ölçümlerinin; bireysel, çevre ve aydınlatma koşullarından etkilenmemesi ve elde edilen sonuçların tekrarlanabilir ve matematiksel olarak hesaplanabilir olması gibi avantajları mevcuttur. Bununla beraber; daha maliyetli olması, aletin doğru kalibre edilmediği veya kullanılmadığı zaman hatalı sonuçlar alınabilmesi gibi dezavantajları da mevcuttur (Seghi, 1990; Okubo ve ark., 1998; Wee ve ark., 2002; Joiner, 2004; Bayındır ve Wee, 2006; Chu ve ark., 2010).

Tablo 8. Diş hekimliğinde renk seçiminde kullanılan cihazlar

Ürün	Cihaz Tipi	Donanım	Ölçüm Alanı	Kullanımı
ClearMatch (Smart Technology, Ore)	Yazılım, dijital renk analizi	Dijital kamera	Görüntü boyutu büyütmeyle bağlı	Bireysel ve farklı skalalarla uyumlu seçim
Shade Eye NCC (Shofu Dental, Calif)	Kolorimetre	Kablosuz, küçük el aleti	3 mm prob çapı	Shofu ve Vita klasik porselen renk seçimi
ShadeScan (Cynovad, Kanada)	Dijital renk analizi	Fiber optik kablolu LCD ekranlı el aleti	Tüm diş görüntüsü	Vita klasik porselen renk seçimi
Shade Vision (X-rite, Mich)	Dijital kolorimetrik analiz ile dijital görüntü	Kablosuz, LCD ekranlı el aleti	Tüm diş görüntüsü	Farklı skalalarla uyumlu seçim
Vita Easyshade (Vident, Calif)	Spektrofotometre	Kablolu, küçük el aleti	5 mm prob çapı	Vita porselenleri, Vita klasik ve 3D Master renk skalası
Vita Easyshade Compact (Vident, Calif)	Spektrofotometre	Kablosuz, küçük el aleti	5 mm prob çapı	Vita porselenleri, Vita klasik ve 3D Master renk skalası
SpectroShade (MHT, İsviçre)	Spektrofotometre, yazılım, dijital renk analizi	Fiber optik kablolu LCD ekranlı el aleti, dijital kamera	Tüm diş görüntüsü	Farklı skalalarla uyumlu seçim
IKAM (Metalor, İsviçre)	Yazılım, dijital renk analizi	Dijital kamera	Görüntü boyutu büyütmeyle bağlı	Bireysel ve farklı skalalarla uyumlu seçim

Kolorimetre

Kolorimetre, ışığın dalga boyu ve yoğunluğuna göre renk ölçümü yapmaktadır (Anusavice ve ark., 2013). Kolorimetreler rengin sayısal olarak değerlendirilebilmesine olanak tanır (Şekil 16). Gözdeki algılayıcılarla aynı özellikteki üç renk filtresi yardımıyla yansıyan ışık ışınlarını kırmızı, yeşil ve mavi renk oranlarını çözümlenerek hesaplama yapmaktadır (Knispel, 1991; Chu ve ark., 2010). Cisme ulaşan ışık miktarı fotodiyot filtreler ile kontrol edilir, cisimden yansıyan ışık miktarı ise bir sensör yardımıyla tekrar ölçülür (Kim-Pusateri ve ark., 2009).



Şekil 16. Kolorimetre Cihazı (Shofu Dental Corp., 4025 Bohannon Drive, Menlo Park, CA 94025
www.e-dental.com/doc/color-matching-system-0002)

Kolorimetrelerin kullanımı, spektrometre ve spektrofotometrelere göre daha kolay ve daha az maliyetlidir. Ancak aletin filtrelerinin zamanla eskimesine bağlı olarak tutarlılığı, sürekliliği ve filtrelerin tekrar CIE renk sistemine uyumlu sonuç vermesi olasılığı zayıflar. Aletin bir diğer dezavantajı da metamerizm miktarının ölçülmesinde kullanılamamasıdır (bir grup örneğin aynı ışık kaynağı ve görme açısı şartlarında aynı olan spektral yansımaları şartlar değiştiğinde değişebilmektedir) (Powers ve Sakaguchi, 2006). Ayrıca translüsent materyallerin renklerinin belirlenmesinde, ışığın kırılarak, dağılmasından dolayı sonuçlarda problemler yaşanabilir. Örneğin, gerçek diş ile aynı renkteki metal seramik restorasyonun kolorimetrik sonuçlarında farklılık görülebilir. Bu duruma ‘‘edge loss’’ adı verilmektedir (Okubo ve ark., 1998; Joiner, 2004).

Edge-loss miktarı, translüsent materyalin üzerinde bulunduğu arka plana, aydınlatma kaynağından gelen ışığın boyutuna ve doğrultusuna bağlıdır (Johnston ve ark., 1996). Bolt ve ark. (1994) küçük açıklığa (aperture) sahip renk ölçüm cihazlarının translüsent materyallerin ölçümlerinde yanlış sonuçlar verdiklerini ileri sürmüşlerdir. Gölgeleme oluşturmayacak bir eksternal ışık kaynağı ile büyük açıklığa sahip renk ölçüm cihazlarının kombine edilmesiyle, edge loss’un önlenilebileceği belirtilmiştir (Bolt ve ark., 1994; Gozalo-Diaz ve ark., 2007).

Diş hekimliğinde renk tespiti için tasarlanmış ilk enstrüman (Chromascan, Sterngold, Stamford, Conn) 1980’lerin başında tanıtılmıştır. Ara yüzlerde kullanımı zor olduğundan yetersiz sonuç verdiği için başarılı olamamıştır (Powers ve Sakaguchi, 2006).

İkinci kuşak kolorimetrelerden, Shade Eye NCC (Natural Color Concept) Chroma Meter (Shofu Dental) dairesel ölçüm yapabilen bir algılayıcı ve titreşimli zenon flaş ile aydınlatma yapabilen bir proba sahiptir. Ölçümler probun dış yüzeyine temas ettirilmesi ile gerçekleştirilir. Cihazın üzerinde rengi alınacak materyalin cinsinin seçilerek ona göre kalibrasyon yapılmasına olanak sağlar. Böylelikle kolorimetredeki ışığın yansıma ve dağılımı kaybolması sorunu çözülebilmektedir (Seghi ve ark., 1989; Okubo ve ark., 1998; Joiner, 2004; Kim-Pusateri ve ark., 2009; Chu ve ark., 2010). Bu cihazın en önemli eksiği renk ölçüm sonuçlarının sadece Shofu'nun Vitage Halo porselen tozuyla yapılan restorasyonlar için seramik karışım miktarını hesaplamasıdır. Ancak diğer skala tipleri içinde karşılaştırmalı sonuçlar vermektedir. Günümüzde bu cihaz piyasada bulunmamaktadır (Joiner, 2004; Turgut ve Bağış, 2012; Kahramanoğlu ve Özkan, 2013).

Bir diğer kolorimetre türü olan ShadeScan (Cynovad, Montreal, Kanada) ise özellikle bilgisayar destekli tasarım ve üretim (CAD/CAM) teknolojileri ile üretimi yapılan restorasyonlarda kullanımı başarıyla sonuç veren bir cihazdır. Dışın tüm yüzeyinin analizini verir ve popüler renk skalalarıyla uyumludur (Turgut ve Bağış, 2012; Kahramanoğlu ve Özkan, 2013).

Spektroradyometreler rengin radyometrik değerlerin ölçümünde kullanılırlar. Renk ölçümünü, insan gözüne benzer şekilde nesneye temas etmeden yapmaktadırlar.

Renk ölçümü için, aydınlatma kaynağı kullanılmaktadır. Ölçüm sonuçlarını gerçek görüş şartlarında gerçekleştirebilmeleri bu aletlerin olumlu özelliğidir. Ancak ölçüm açısındaki ufak değişiklikler bile sonuçlarda büyük sapmalara neden olmaktadır ve kullanım hassasiyeti bu aletlerin dezavantajlarıdır (Johnston, 2009; Turgut ve Bağış, 2012).

Spektrofotometre

Spektrofotometreler yüzey renginin ölçülmesinde en yaygın kullanılan aletlerdir. Temel çalışma prensibi, rengi ölçülecek nesneden ve standart beyaz zeminden yansıyan ışığı görülebilir spektrumda 1-25 nm aralıklarla ölçmektir (Chu ve ark., 2010). Kalite kontrolü ve yöntem formülasyonu amacıyla kullanılmaktadırlar. Dental araştırmalar ve klinik çalışmalarda porselenler, restoratif rezinler, yapay dişler, dental materyaller ve renk skalalarındaki renk değişiminin tespitinde kullanılmaktadırlar (O'Brien, 2008; Sarıkaya ve Güler, 2009). Ayrıca metamerizm etkisini değerlendirebilirler (Ishikawa-Nagai ve ark., 2005; Çal ve ark., 2006). Spektrofotometreler, kolorimetrelere göre daha

uzun ömürlüdürler (Kim-Pusateri ve ark., 2009). Kolorimetrelere göre daha doğru ve sistematik ölçüm sonuçları verirler ve kolorimetreler daha çok düz yüzeylerden ölçüm yapabilmek için tasarlanmış olduklarından, klinik kullanımda daha çok spektrofotometreler tercih edilmektedir.

Ayrıca standart koşullarda hata payı kolorimetreye göre daha düşüktür, tutarlıdır ve zamanla bu standardizasyonunda değişiklik yaşanmaz (Okubo ve ark., 1998; Paul ve ark., 2004; Küçükkesmen ve ark., 2008; Da Silva ve ark., 2008; Karaagaçlıoğlu ve Yılmaz., 2008; Kim-Pusateri ve ark., 2009; Chu ve ark., 2010).

Kolorimetrelerden farklı olarak metamerizmi de değerlendirebilmektedirler. Kolorimetrelere göre daha doğru ve sistematik ölçüm sonuçları verirler ve kolorimetreler daha çok düz yüzeylerden ölçüm yapabilmek için tasarlanmış olduklarından, klinik kullanımda daha çok spektrofotometreler tercih edilmektedir. Ayrıca standart koşullarda hata payı kolorimetreye göre daha düşüktür, tutarlıdır ve zamanla bu standardizasyonunda değişiklik yaşanmaz (Okubo ve ark., 1998; Paul ve ark., 2004; Küçükkesmen ve ark., 2008; Da Silva ve ark., 2008; Karaagaçlıoğlu ve Yılmaz, 2008; Kim-Pusateri ve ark., 2009; Chu ve ark., 2010).

Spektrofotometrenin avantajları; objektif olması, standart koşullarda hatasız sonuç vermesi, tutarlı sonuç vermesi ve metamerizmin değerlendirilebilir olması. Spektrofotometrenin dezavantajları; pahalı olması, klinik kullanımı pratik değildir ve standardizasyonun sağlanması güçtür (Ishikawa ve ark., 2005).

Bir spektrofotometre üç ana elemandan oluşur:

- Işık kaynağı,
- Işık kaynağını cisme yansıtacak ve cisimden yansıyacak ışığı toplayacak bir araç (fiber optik uç)
- Geri yansıyan ışığın yoğunluğunu dalga boyu cinsinden hesaplayan bir spektrofotometre (Öngül, 2006).

Spektrofotometrelerde farklı renk ısısına sahip ışık şekilleri kullanılabilmeyle birlikte çoğunlukla D55 ve D65 olarak tanımlanan ve 5500-6500 °K renk ısısına sahip aydınlatma tipi olan çeşitleri tercih edilmektedir. Spektrofotometrelerin içerdiği geniş çaplı fiber optikler paslanmaz çelik bir kanalın içinde belirli bir dizilişte bulunurlar. Dıştaki tabakada bulunanlar dışı aydınlatırken iç kısımdakiler spektrofotometre için

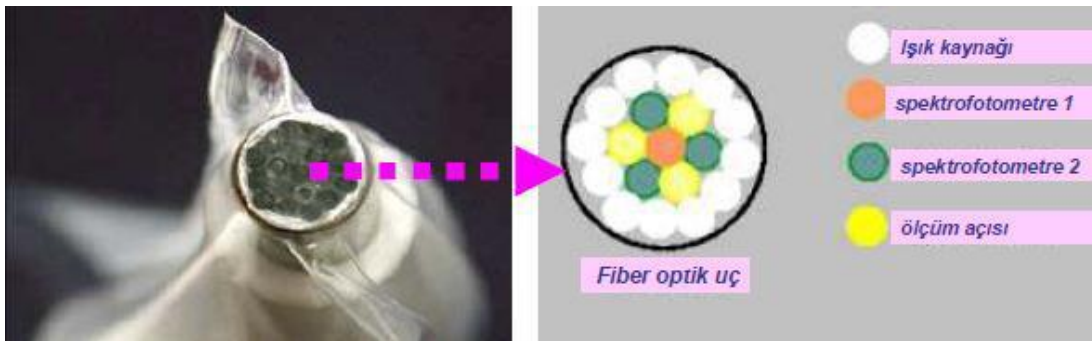
gereken bilgiyi sağlayacak optiklerden ve açığı denetleyici sensör fiberlerden oluşmaktadır (Şekil 17) (Öngül, 2006).

Spektrofotometrelerin artan bir şekilde diş hekimliği araştırmalarında kullanıldığı rapor edilmiştir (Okubo ve ark., 1998).

Görsel renk analizi ile spektrofotometre ile renk analizinin karşılaştırıldığı çalışmalarda spektrofotometrelerin daha üstün olduğu savunulmaktadır (Fani ve ark., 2007; Da Silva ve ark., 2008; Gehrke ve ark., 2009).

Paul ve arkadaşları spektrofotometrelerin 0.48 ΔE hata payı ile yüksek derecede tekrarlanabilir sonuçlar verdiğini rapor etmişlerdir. Çalışmada, spektrofotometre ile yapılan ölçüm tekrarlarının %83,3' ü eşleştirilen, üç gözlemci tarafından yapılan ölçümlerde sadece %26,6 lık bir eşleşme saptanmıştır (Paul ve ark., 2002).

2002 yılında kullanıma giren VITA Easysshade spektrofotometre (Lagouvardos ve ark., 2009), fiberoptik kabloyla ana üniteye bağlanan bir el aparatından oluşmaktadır. Cihazın dış yüzeyi ile temasta olan probu yaklaşık 5 mm çapındadır. Prob 19 adet 1 mm çapında fiberoptik demet içermektedir (Şekil 17). Ölçüm işlemi sırasında diş, probun etrafında bulunan halojen lamba tarafından dairesel 0° açılı bir geometri ile aydınlatılmaktadır. El aparatı ölçüm işlemi sırasında çok sayıda spektrometre kullanılmaktadır.



Şekil 17. Spektrofotometrelerdeki Fiber Uç ve İçeriği (Öngül, 2006'dan)

Spektrometrelerin bir kısmı ışık kaynağını görüntülemekte, diğer kısmı ise dişe giren ve iç kısmında yayılan ışık miktarını iki farklı noktadan ölçmektedir. Bu iki farklı noktadan yapılan ölçüm değeri yayılma, translusensi ve materyalin kalınlığı da göz önüne alınarak hesaplanmaktadır. Ölçüm yapılmadan önce ölçüm modu (diş, restorasyon veya renk skalası) seçilmelidir. Cihaz renk ölçümü sonucunu Vitapan Classical ve Toothguide

3D-Master skalalarına göre vermektedir (Brewer ve ark., 2004; Chu ve ark., 2010). 2008 yılında piyasaya sunulan VITA Easyshade Compact, VITA Easyshade' in ikinci jenerasyonudur. Cihazın kablosuz ve mobil olması, klinik uygulamalarda kolaylık sağlamaktadır. Diş yüzeyinin aydınlatılmasında LED (light emitting diode) ışık kaynağı kullanan cihazın üreticileri, ölçümlerin aydınlatma koşullarından etkilenmeyeceğini öne sürmektedirler. Vitapan Classical ve Toothguide 3D-Master skalalarına göre renk ölçümü verebilen cihaz, son 25 ölçümü kendi hafızasında saklayabilmektedir.

2013 yılında piyasaya sürülen VITA Easyshade Advance 4.0, Vitapan Classical ve Toothguide 3D-Master, Linearguide 3D-Master skalalarına göre renk ölçümü yapabilen cihaz, son 30 ölçümü kendi hafızasında saklayabilmektedir (Şekil 18.a ve Şekil 18.b).



Şekil 18. (a) Vita Easyshade Compact, (b) Vita Easyshade Advance (www.vita-zahnfabrik.com)

Daha önceki çalışmalar spektrofotometrelerin pahalı olması, klinik kullanımlarının zor olması ve standardizasyonunun olmaması gibi sebeplerle bazı dezavantajlarını belirtmişlerdir (Analoui ve ark., 2004; Ishikawa-Nagai ve ark., 2005).

Fakat günümüzde CAD/CAM sistemlerinin ve estetik özellikleri yüksek restorasyonların kullanımının artması klinisyenleri daha doğru renk belirleme yöntemlerini kullanmaya zorlamaktadır. Vita Easyshade, Vita Easyshade Compact (Vident, Brea, California) (Şekil 19) ve VITA Easyshade Advance 4.0 gibi kullanımı pratik spektrofotometrelerin piyasaya sürülmesi hem klinik kullanımı kolaylaştırmış hem de popüler skala değerlerini de gösterdiği için standardizasyonu sağlamıştır.



Şekil 19. (a) Vita Easyshade, (b) Vita Easyshade Compact

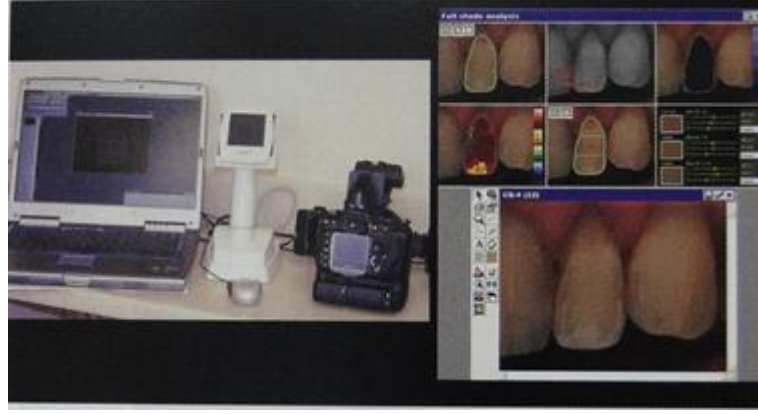
www.vita-zahnfabrik.com/resourcesvita/shop/en/en_3055135.pdf

Dijital Kameralar ve Görüntü Sistemleri

Renk ölçümünde dijital kameraların kullanımı son yıllarda gittikçe popüler hale gelmiştir. Sistemin avantajı, tek bir noktanın ölçülmesi değil, tüm objenin renk görünümünün imaj halinde elde edilebilmesidir (Chu ve ark., 2010).

Kolorimetrik ve multispektral olarak iki farklı yaklaşım kullanılır. X, Y, Z tristimulus değerleri bir formül ile hesaplanarak R, G, B (Red, Green ve Blue) olarak ifade edilir (Powers ve Sakaguchi, 2006). Kamera algılayıcıları CIE'nin standart gözlemcisi ile aynı spektral hassasiyete sahip olmadığı için kameradaki RGB değerleri CIE'nin XYZ değerleri ile eşleşmez. Bu nedenle ölçüm yapılırken kameranın RGB değerleri CIE'nin XYZ değerleri ile uyumlu hale getirilmelidir. Bu işleme kamera kalibrasyonu adı verilir. Bu amaçla en çok tercih edilen yöntem, bilinen XYZ değerlerinin bulunduğu bir referans tablo yardımıyla kameranın ayarlanması ve her parça için ortalama RGB değerlerinin bu şekilde kaydedilmesidir.

Dijital kameralar ile renk ölçümü yapmak, klinik ve laboratuvar arasında daha kolay bağlantı sağlanması açısından son derece faydalıdır. Geleneksel renk skalalarıyla beraber alınan fotoğraflar, bu bağlantıyı daha da arttırmakta ve bu fotoğraflar ayrıca dışın translusensi, opasite özellikleri ve yüzey karakteristiği hakkında da bilgi vermektedir. Bu bilgilerin teknisyene aktarılması restorasyonun estetik sonucunu büyük ölçüde etkilemektedir. Ancak tek başına dijital kameraların renk analizi için kullanılması ise çok etkili değildir (Sarıkaya ve Güler, 2009; Chu ve ark., 2010). Bu cihazlara örnek olarak SpectroShade (MHT, İsviçre) (Şekil 20) ve IKAM (Metalor, İsviçre) gösterilebilir.



Şekil 20. SpectroShade Sistemi (MHT, İsviçre). (Chu, 2007'den)

Yapılan bir çalışmada (Wee ve ark., 2006), dijital fotoğraf makinelerinin renk doğruluğu incelenmiş ve farklı makineler ile farklı kalibrasyon ayarlarının ΔE değerinde 1.79-5.25 arası değişim meydana getirdiği ve bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu gösterilmiştir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Çalışmada Kullanılan Cihaz ve Materyaller

Kimyasal içerikleri farklı olan dört grup yapay dişin, üç farklı solüsyonda belirli zaman aralıklarında bekletilerek, birbirlerine göre renk değişim farklarının ve bu renk değişimine farklı solüsyonların etkilerinin in-vitro koşullarda incelendiği tez çalışmamızda, kullanılan materyaller ve cihazlar Tablo 9 ve Tablo 10’da görülmektedir.

Tablo 9. Materyaller Tablosu

Materyal	Detay Bilgi / Tür	Üretici Firma	
Dişler	IVO	PMMA	Ivoclar Vivadent (Schaan, Lihtenştayn)
	PE	İsosit (PMMA incileri ile birlikte çapraz bağ ile güçlendirilmiş inorganik mikro doldurucu kompozit resin; UDMA)	Ivoclar Vivadent (Schaan, Lihtenştayn)
	DCL	Çift Çapraz Bağlı PMMA	Ivoclar Vivadent (Schaan, Lihtenştayn)
	PH	Nano Hibrit Kompozit Resin (UDMA + inorganik doldurucular + silanlanmış silika inorganik doldurucu prepolimer + birleştirici PMMA)	Ivoclar Vivadent (Schaan, Lihtenştayn)
Mum	Pembe Mum	Cavex (Haarlem, Hollanda)	
Mufla	Metal Döküm	Dilek (Samsun, Türkiye)	
Alçı	Tip 2 Alçı	Alstone (Ankara, Türkiye)	
Sıcak Akrilik	Toz, Metilmetakrilat Polimer (PMMA) ve Renklendiriciler; Likit, Metilmetakrilat Monomer (MMA) ve Etilen Glikol Dimetakrilat	Panacryl Rubydent (İstanbul, Türkiye)	
Distile Su	Distile Su	MELAdest 65 (Berlin, Almanya)	
Çay	Yellow Label Poşet Çay	Lipton (Glaskov, İskoçya)	
Kahve	Nescafe Classic	Nestle (Vevey İsviçre)	
Diş Fırçası	Extra Soft	Oral-B (ABD)	

Tablo 10. Çalışmada Kullanılan Cihazlar

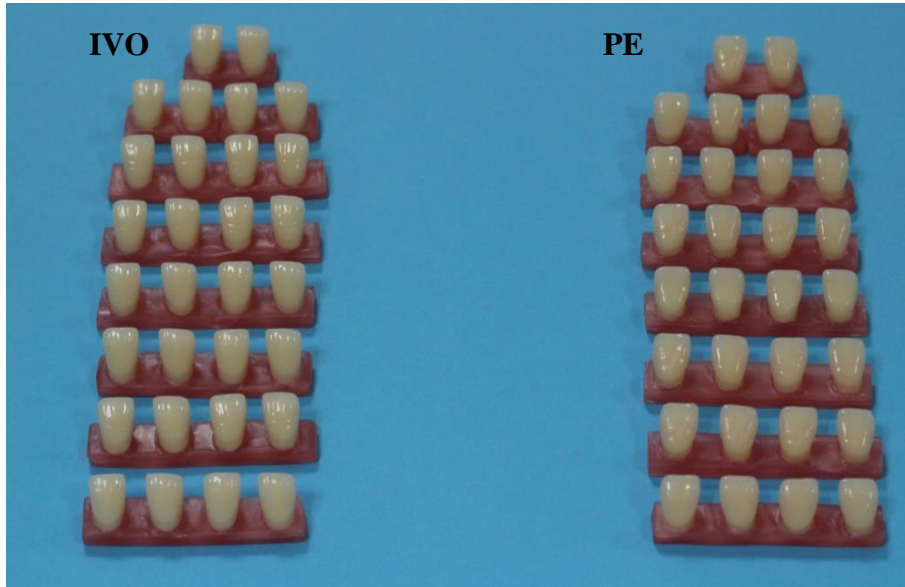
Cihaz	Model	Üretici Firma
Etüv Cihazı	SL Shel Lab 2425	Sheldon Manufacturing, Inc. (Cornelius, Amerika)
Renk Ölçüm Cihazı	Easyshade Compact	Vita-Zahnfabrik (Säckingen, Almanya)
Distile Su Cihazı	MELAdest 65	Melag (Berlin, Almanya)

Çalışmada Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Laboratuvarı ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarı olanaklarından yararlanılmıştır.

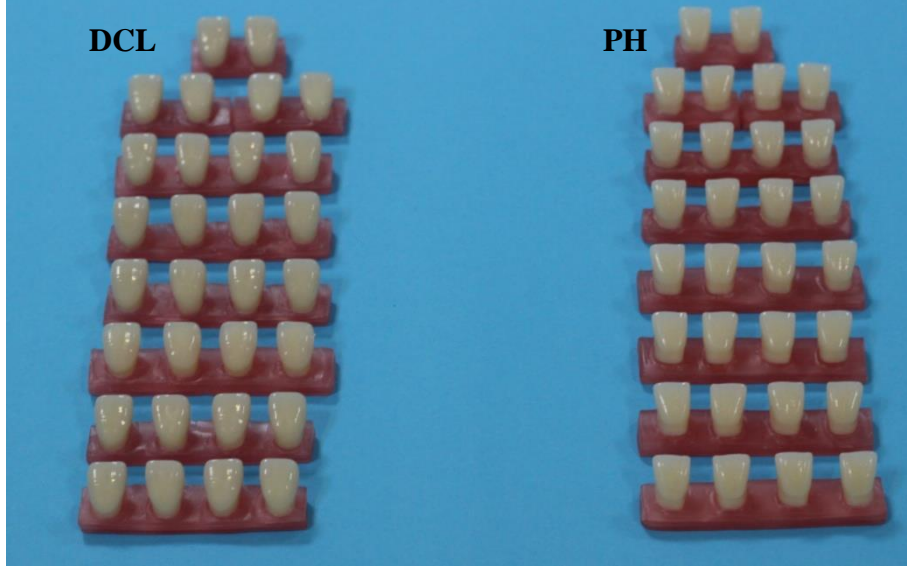
3.2.Örneklerin Hazırlanması

Çalışmada kullanılan her yapay diş grubu için 30 adet olacak şekilde toplam 120 adet en büyük boyutlarda ve en düz vestibül yüzeylere sahip A1 renğinde üst santral yapay dişler temin edildi.

Aynı gruptaki dişler birlikte ve yaklaşık 45 derece açıyla duracak şekilde yan yana bir mum kaide üzerine dizildi (Şekil 21 ve Şekil 22).

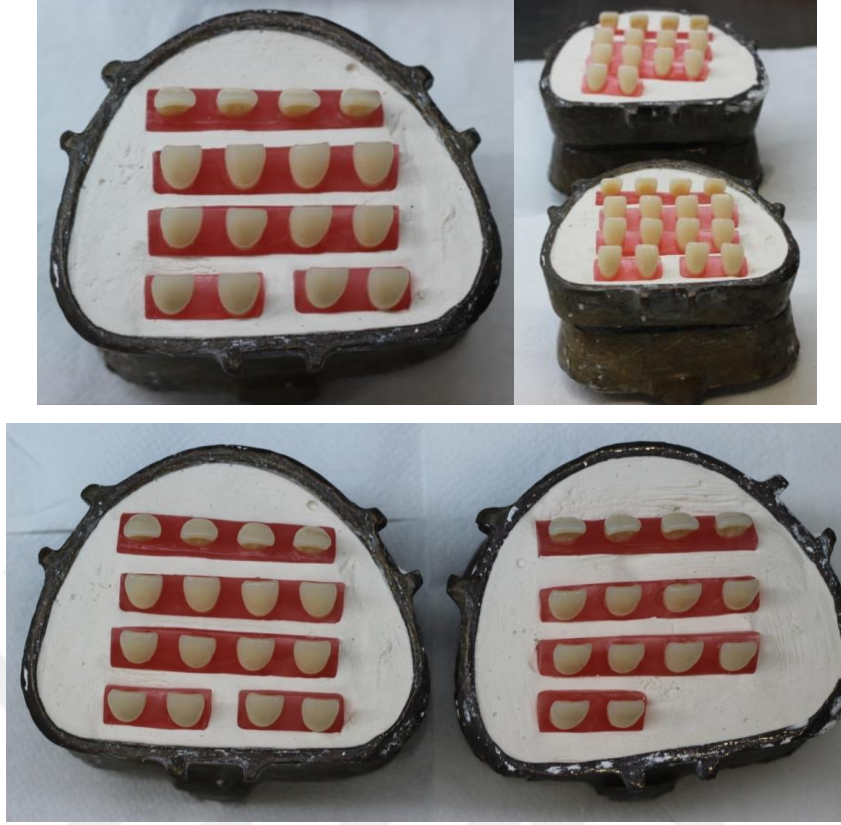


Şekil 21. IVO ve PE Örnekleri



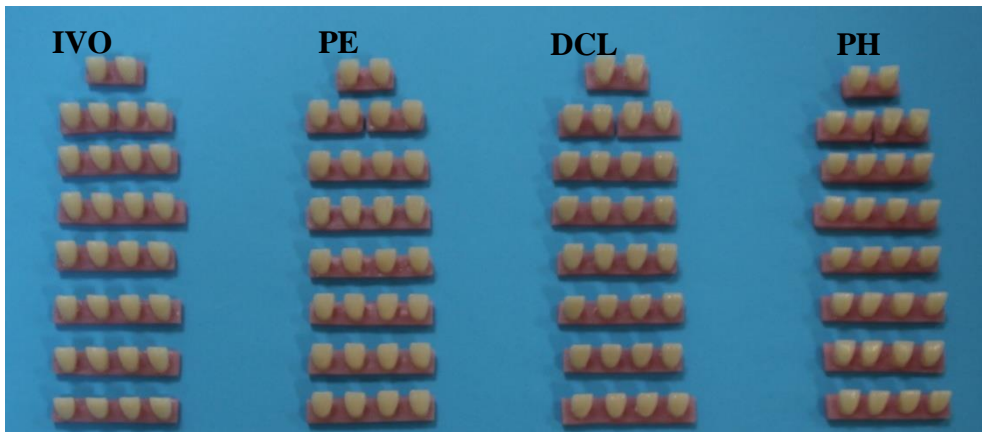
Şekil 22. DCL ve PH Örnekleri

Mum kaide üzerindeki dişler protezin yapım aşamasındaki işlemlerin taklit edilmesi amacıyla Şekil 23'te gösterildiği gibi muflaya alındı. Mufla kapatıldıktan sonra brite yerleştirilip sıkıştırıldı. Alçının sertleşmesi için 30 dakika beklendikten sonra mufla mumun erimesi için kaynar suda 3-5 dakika bekletildi. Daha sonra mufla açılarak kaynar su ve diş fırçası yardımıyla mum artıkları temizlendi ve mufla soğumaya bırakıldı. Mufla soğuduktan sonra üretici talimatlarına uygun olarak sıcak akrilik hamuru hazırlandı ve tepim işlemi uygulandı. Daha sonra mufla kapatılarak 15 dakika presde bekletildi. Presden çıkartılan mufla brite alındı ve soğuk su dolu kaynatma kabı içine bırakıldı. Yaklaşık 30 dakika sonra suyun kaynamasını takiben mufla 30 dakika daha kaynatıldıktan sonra sıcak sudan çıkartılarak kendi haline soğumaya bırakıldı.



Şekil 23. Örneklerin Muflaya Alınması

Örnekler mufladan çıkarıldıktan sonra akan musluk suyu altında yıkanarak temizlendi ve akrilik kaide üzerindeki akrilik çapakları frez ile tesfiye edilerek uzaklaştırıldı (Şekil 24).



Şekil 24. Akrilik Tepim İşlemi Sonrası Örneklerin Görünümü

Akrilik kaidelerin alt yüzeyine suda çıkmayan bir marker kalemle (Edding 140 S Permanent Pen Super Fine) grup adının kısaltması yazılarak her bir kaide ve her bir diş numaralandırıldı ve ilk renk ölçümleri yapılanaya kadar distile su içinde bekletildiler. Her bir örnek dişin vestibül 1/3 orta yüzeyinden standart olarak renk ölçümlerinin yapılabilmesi için bir silikon indeks hazırlandı. Ölçümler beyaz bir fon zemin üzerinde yapıldı (Şekil 25). Bu indeks yardımıyla spektrofotometrenin okuyucu ucu her seferinde örnek dişler üzerinde doğru olarak konumlandırıldıktan sonra Vita Easyshade Compact cihazı (Şekil 26) ile örneklerin ilk renk ölçümleri (0. Gün) yapıldı ve her bir diş için 3 kere üst üste ölçülerek L, a, b değerleri T_0 olarak kaydedildi. Daha sonra tüm yapay diş grupları herbiri 10 adet örnek içerecek şekilde 3 ayrı alt gruba ayrıldı ve plastik bölmeli kapaklı kutular içine yerleştirildi.



Şekil 25. Silikon İndeks ile Renk Ölçümünün Yapılması



Şekil 26. Easyshade Compact Cihazı ile Renk Ölçümü ve L, a, b Değerlerinin Tespiti

3.2.1. Solüsyonların hazırlanması

Çay solüsyonu: 1 lt kaynayan suya Lipton demlik poşet çaylardan 5 adet konuldu. Elektrikli çaydanlıkta 20 dakika demlenerek cam şişe içerisine süzüldü (Şekil 27).



Şekil 27. Lipton Yellow Label Tea

Kahve solüsyonu: 1 lt kaynayan suya 20 gr olacak şekilde 2 gr'lık Nestle Nescafe Classic kahve paketlerinden (Şekil 28) 10 adet konularak cam şişe içerisinde hazırlandı.



Şekil 28. Nestle Nescafe Classic

Distile su: Distile su cihazından 1 lt distile su temin edildi (Şekil 29).

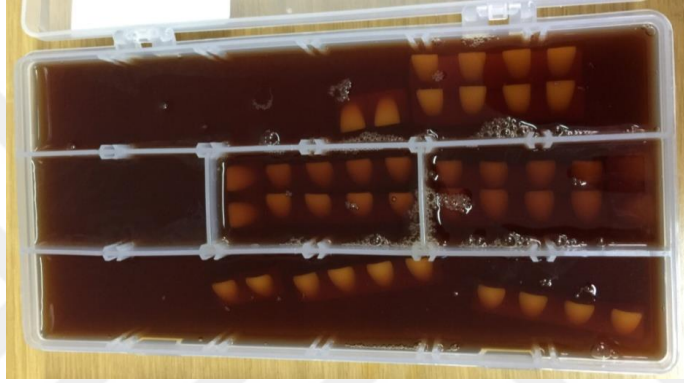


Şekil 29. Distile Su Cihazı

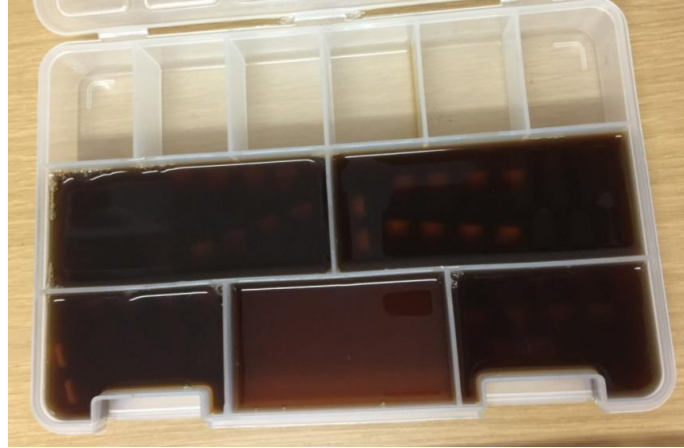
Hazırlanan solüsyonlar, Şekil 30, Şekil 31, Şekil 32 ve Şekil 33'te gösterildiği gibi, ilgili kutudaki örneklerin tamamen üzerini kapatacak şekilde uygun miktarlarda konuldu.



Şekil 30. Dişlerin Distile Su Solüsyonu İçerisine Konulması



Şekil 31. Dişlerin Çay Soltüsyonu İçerisine Konulması

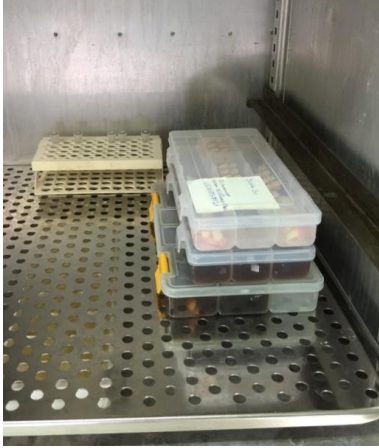


Şekil 32. Dişlerin Kahve Solüsyonu İçerisine Konulması



Şekil 33. Örneklerin Solüsyonlar İçindeki Görünümleri

Kutuların kapakları kapatılarak, Şekil 34'te gösterildiği gibi, 37°C'de çalışır vaziyette bulunan etüv cihazına yerleştirildi.



Şekil 34. Örneklerin Etüv Cihazına Yerleştirilmesi

24 saat sonunda örnekler etüvden ve kutularından çıkarılarak musluk suyu altında, yumuşak fırça (Oral-B ekstra soft) ile her yüzeye on fırça darbesi gelecek şekilde yukarıdan aşağıya süpürme hareketiyle yıkandı ve hemen sonrasında kâğıt havluyla silinerek kurulandı (Şekil 35). Bu şekilde ölçüme hazır hale gelen örnekler silikon indeks yardımıyla ve yine her bir diş için 3'er kere olmak üzere spektrofotometre cihazıyla ölçümleri yapıldı ve T_1 değeri olarak kaydedildi.



Şekil 35. Örneklerin Musluk Suyu Altında Yıkınması

Ölçümler tamamlandıktan sonra solüsyonlar taze olacak şekilde tekrar hazırlandı ve ilgili kutulara doldurularak etüv cihazına tekrar yerleştirildi.

1 hafta sonra yukarıda bahsedilen yıkama ve kurulama işlemlerini takiben aynı şekilde ölçümler tekrarlandı ve T_2 değerleri olarak kaydedildi. Örnekler üzerinde 2. ve 4. haftanın sonununda da yukarıda anlatıldığı şekilde ölçümler yapıldı ve T_3 ve T_4 değerleri olarak kaydedildi. Her ölçüm aşamasında her bir diş için 3'er kere yapılan ölçümlerin aritmetik ortalaması alındı. Bu işlem akışı Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11. Diş Gruplarının Belirlenen Zamanlardaki L, a, b Değerlerinin Elde Edilmesi

Zaman	n _T =120											
	PE			IVO			DCL			PH		
	n=10	n=10	n=10	n=10	n=10	n=10	n=10	n=10	n=10	n=10	n=10	n=10
T₀ (Başlangıç)	L _{0Ç}	L _{0K}	L _{0DS}	L _{0Ç}	L _{0K}	L _{0DS}	L _{0Ç}	L _{0K}	L _{0DS}	L _{0Ç}	L _{0K}	L _{0DS}
	a _{0Ç}	a _{0K}	a _{0DS}	a _{0Ç}	a _{0K}	a _{0DS}	a _{0Ç}	a _{0K}	a _{0DS}	a _{0Ç}	a _{0K}	a _{0DS}
	b _{0Ç}	b _{0K}	b _{0DS}	b _{0Ç}	b _{0K}	b _{0DS}	b _{0Ç}	b _{0K}	b _{0DS}	b _{0Ç}	b _{0K}	b _{0DS}
T₁ (1. Gün)	L _{1Ç}	L _{1K}	L _{1DS}	L _{1Ç}	L _{1K}	L _{1DS}	L _{1Ç}	L _{1K}	L _{1DS}	L _{1Ç}	L _{1K}	L _{1DS}
	a _{1Ç}	a _{1K}	a _{1DS}	a _{1Ç}	a _{1K}	a _{1DS}	a _{1Ç}	a _{1K}	a _{1DS}	a _{1Ç}	a _{1K}	a _{1DS}
	b _{1Ç}	b _{1K}	b _{1DS}	b _{1Ç}	b _{1K}	b _{1DS}	b _{1Ç}	b _{1K}	b _{1DS}	b _{1Ç}	b _{1K}	b _{1DS}
T₂ (1. Hafta)	L _{2Ç}	L _{2K}	L _{2DS}	L _{2Ç}	L _{2K}	L _{2DS}	L _{2Ç}	L _{2K}	L _{2DS}	L _{2Ç}	L _{2K}	L _{2DS}
	a _{2Ç}	a _{2K}	a _{2DS}	a _{2Ç}	a _{2K}	a _{2DS}	a _{2Ç}	a _{2K}	a _{2DS}	a _{2Ç}	a _{2K}	a _{2DS}
	b _{2Ç}	b _{2K}	b _{2DS}	b _{2Ç}	b _{2K}	b _{2DS}	b _{2Ç}	b _{2K}	b _{2DS}	b _{2Ç}	b _{2K}	b _{2DS}
T₃ (2. Hafta)	L _{3Ç}	L _{3K}	L _{3DS}	L _{3Ç}	L _{3K}	L _{3DS}	L _{3Ç}	L _{3K}	L _{3DS}	L _{3Ç}	L _{3K}	L _{3DS}
	a _{3Ç}	a _{3K}	a _{3DS}	a _{3Ç}	a _{3K}	a _{3DS}	a _{3Ç}	a _{3K}	a _{3DS}	a _{3Ç}	a _{3K}	a _{3DS}
	b _{3Ç}	b _{3K}	b _{3DS}	b _{3Ç}	b _{3K}	b _{3DS}	b _{3Ç}	b _{3K}	b _{3DS}	b _{3Ç}	b _{3K}	b _{3DS}
T₄ (4. Hafta)	L _{4Ç}	L _{4K}	L _{4DS}	L _{4Ç}	L _{4K}	L _{4DS}	L _{4Ç}	L _{4K}	L _{4DS}	L _{4Ç}	L _{4K}	L _{4DS}
	a _{4Ç}	a _{4K}	a _{4DS}	a _{4Ç}	a _{4K}	a _{4DS}	a _{4Ç}	a _{4K}	a _{4DS}	a _{4Ç}	a _{4K}	a _{4DS}
	b _{4Ç}	b _{4K}	b _{4DS}	b _{4Ç}	b _{4K}	b _{4DS}	b _{4Ç}	b _{4K}	b _{4DS}	b _{4Ç}	b _{4K}	b _{4DS}

(Ç= Çay solüsyonu, K= Kahve solüsyonu, DS= Distile su)

Bu ortalamalar kullanılarak ΔE farkları aşağıdaki formülasyon kullanılarak hesaplandı.

$$\Delta E = ([L_1 - L_2]^2 + [a_1 - a_2]^2 + [b_1 - b_2]^2)^{1/2}$$

Elde edilen değerler iki yönlü varyans analizi ile incelenerek anlamlı çıkan etkilerin incelenmesinde çoklu karşılaştırma testlerinden Tukey HSD ve Tamhane's T2 testleri kullanıldı. Zamansal ölçümlerin analizinde ise tekrarlı varyans analizi kullanıldı.

4. BULGULAR

Çalışmada elde edilen veriler IBM SPSS V23 (Chicago, USA) ile analiz edildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilk ile incelendi. Her bir zaman farklarına göre delta hesapları iki yönlü varyans analizi ile incelendi. Varyansların homojenliğinde Leven testi kullanıldı. Homojen olan grupların karşılaştırılmasında Tukey HSD, homojen dağılmayanlarda ise Tamhane's T2 testi kullanıldı. Zamansal ölçümlerin analizinde ise tekrarlı varyans analizi kullanıldı. Sonuçlar aritmetik ortalama \pm standart sapma şeklinde sunuldu. Anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak alındı. Her grubun ortalama L, a, b değerleri ve standart sapmaları Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. Gruplara Ait L, a, b Değerlerinin Ortalamaları ve Standart Sapmaları

Ölçüm zamanı		PE	PH	DCL	IVO
T₀ (Başlangıç)	L	80,33 \pm 2,44	81,57 \pm 0,49	85,19 \pm 2,27	84,44 \pm 0,82
	a	0 \pm 0,52	-2,77 \pm 0,13	-1,2 \pm 0,58	-1,1 \pm 0,19
	b	19,93 \pm 2,21	15,87 \pm 1,24	22,72 \pm 1,97	17,67 \pm 1,21
T₁ (1. Gün)	L	79,54 \pm 2,34	81,25 \pm 0,49	84,83 \pm 2,38	83,88 \pm 0,69
	a	0,14 \pm 0,56	-2,75 \pm 0,2	-1,05 \pm 0,62	-1,34 \pm 0,17
	b	19,21 \pm 2,24	15,56 \pm 1,14	22,61 \pm 1,92	17,16 \pm 1,14
T₂ (1. Hafta)	L	79,14 \pm 2,26	80,94 \pm 0,61	84,48 \pm 2,46	83,53 \pm 0,72
	a	0,25 \pm 0,4	-2,77 \pm 0,28	-0,82 \pm 0,82	-1,19 \pm 0,18
	b	18,63 \pm 2,21	15,31 \pm 1,19	22,14 \pm 1,88	16,67 \pm 1,22
T₃ (2. Hafta)	L	78,62 \pm 2,25	80,69 \pm 0,61	84,02 \pm 2,53	83,03 \pm 0,85
	a	0,33 \pm 0,48	-2,7 \pm 0,3	-0,96 \pm 0,61	-1,23 \pm 0,11
	b	18,23 \pm 2,12	15,14 \pm 1,19	21,72 \pm 1,89	16,43 \pm 1,06
T₄ (4. Hafta)	L	78,07 \pm 2,2	80,35 \pm 0,62	83,89 \pm 2,58	82,81 \pm 0,88
	a	0,43 \pm 0,52	-2,63 \pm 0,28	-0,81 \pm 0,54	-1,15 \pm 0,15
	b	17,73 \pm 1,99	14,8 \pm 1,07	21,54 \pm 1,84	16,13 \pm 1,14

İki yönlü varyans analizine göre Tablo 13'te verilen 0. Gün - 1. Gün farkları incelendiğinde gruplar ile solüsyonların ana etkileri istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,001$). Grup solüsyon etkileşimi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$).

Tablo 13. 0. Gün -1. Gün Farklarının İncelenmesi

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	7,289	3	2,430	125,835	<0,001
Solüsyon	5,133	2	2,567	132,931	<0,001
Grup*Solüsyon	0,682	6	0,114	5,884	<0,001

F: Varyans analizi test istatistiği

Tablo 14'te grupların ortalamaları, solüsyonların ortalamaları ve grup solüsyon etkileşimlerine ait ortalama değerler sunuldu. Grupların ana etkileri incelendiğinde PH ile DCL arasında farklılık yok iken diğerleri arasında farklılık söz konusudur. En düşük ortalama PH ve DCL gruplarına aittir. Solüsyonların ana etkileri incelendiğinde ise 3 solüsyonun da ortalamaları birbirinden farklıdır. Distile su için ortalama 0,5 iken çay için 0,8 ve kahve için de 1 olarak elde edilmiştir. 0. Gün - 1. Gün farklarının grup ve solüsyon ana etkileri çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 15 ve Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 14. 0. Gün - 1. Gün Farklarının Grup ve Solüsyona Göre Tanımlayıcı İstatistikleri

	PE	PH	DCL	IVO	Toplam
Distile Su	0,9 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,2	0,6 ± 0,1	0,5 ± 0,2a
Çay	1,1 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,5 ± 0,1	1,0 ± 0,1	0,8 ± 0,3b
Kahve	1,3 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,9 ± 0,3	1,3 ± 0,2	1,0 ± 0,3c
Toplam	1,1 ± 0,2a	0,5 ± 0,2b	0,6 ± 0,3b	1,0 ± 0,3c	0,8 ± 0,4

a-c: Aynı harfe sahip gruplar/solüsyonlar arasında fark yoktur

Tablo 15. 0. Gün-1. Gün Grup Ana Etkileri Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Karşılaştırılan Grup	p
PE-PH	<0,001
PE-DCL	<0,001
PE-IVO	0,001
PH-DCL	0,056
PH-IVO	<0,001
DCL-IVO	<0,001

Tablo 16. 0. Gün - 1. Gün Solüsyon Ana Etkileri Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

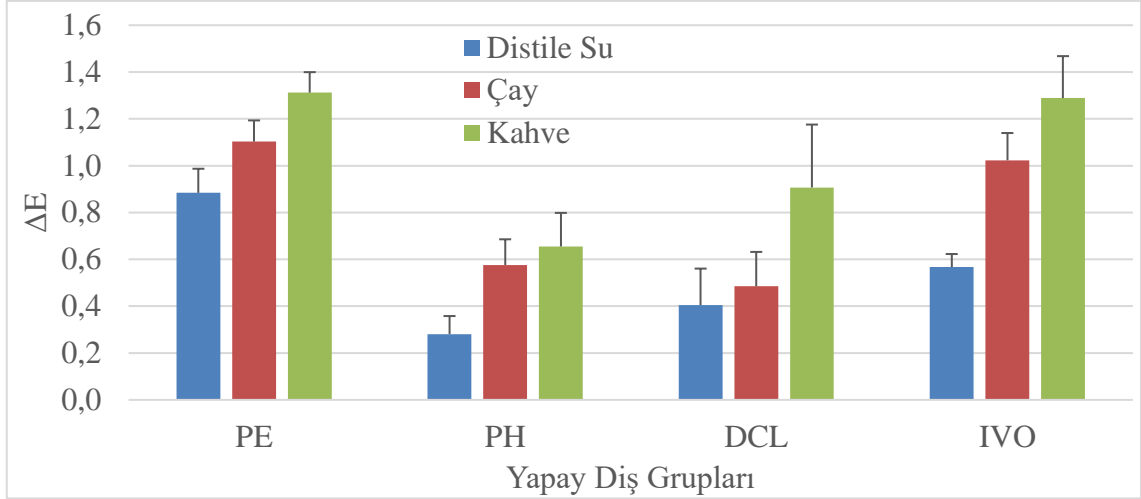
Karşılaştırılan Grup	p
Distile Su- Çay	<0,001
Distile Su-Kahve	<0,001
Çay-Kahve	0,001

Tablo 17’de grup solüsyon etkileşim sonuçları sunulmuştur. Aynı harfe sahip olan etkileşimler arasında farklılık yok iken farklı harfe sahip olan etkileşimler arasında farklılık vardır. En düşük ortalama PH distile suda meydana gelirken bu ortalama DCL distile su ve DCL çaydan farklılık göstermemektedir. 0. Gün ile 1. Gün farklarına ait ortalama standart sapma grafiği Şekil 36’da verilmiştir.

Tablo 17. 0. Gün ile 1. Gün Grup Solüsyon Etkileşim Karşılaştırmaları

Grup	Solüsyon	Karşılaştırma Göstergesi
PE	Kahve	A
IVO	Kahve	AB
PE	Çay	BC
IVO	Çay	CD
DCL	Kahve	CD
PE	Distile Su	D
PH	Kahve	E
PH	Çay	EF
IVO	Distile Su	EF
DCL	Çay	EFG
DCL	Distile Su	FG
PH	Distile Su	G

Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur.



Şekil 36. 0. Gün - 1. Gün Farklarına Ait Ortalama Standart Sapma Grafiği

İki yönlü varyans analizine göre Tablo 18’de verilen 0. Gün - 1. Hafta farkları incelendiğinde gruplar ile solüsyonların ana etkileri istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,001$). Grup solüsyon etkileşimi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$).

Tablo 18. 0. Gün - 1. Hafta Farklarının İncelenmesi

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	15,135	3	5,145	143,568	<0,001
Solüsyon	16,300	2	8,150	231,936	<0,001
Grup*Solüsyon	1,240	6	0,207	5,881	<0,001

F: Varyans analizi test istatistiği

Tablo 19’da grupların ortalamaları, solüsyonların ortalamaları ve grup solüsyon etkileşimlerine ait ortalama değerler sunuldu. Grupların ana etkileri incelendiğinde tüm gruplar arasında farklılık söz konusudur. En düşük ortalama PH grubuna aittir. Solüsyonların ana etkileri incelendiğinde ise 3 solüsyonun da ortalamaları birbirinden farklıdır. Distile su için ortalama 0,8 iken çay için 1,4 ve kahve için de 1,7 olarak elde edilmiştir. 0. Gün - 1. Hafta farklarının grup ve solüsyon ana etkileri çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 20 ve Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 19. 0. Gün - 1. Hafta Farklarının Grup ve Solüsyona Göre Tanımlayıcı İstatistikleri

	PE	PH	DCL	IVO	Toplam
Distile Su	1,3 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,6 ± 0,3	0,9 ± 0,1	0,8 ± 0,3a
Çay	2,0 ± 0,2	0,9 ± 0,1	1,1 ± 0,3	1,7 ± 0,1	1,4 ± 0,5b
Kahve	2,2 ± 0,2	1,3 ± 0,3	1,6 ± 0,2	1,8 ± 0,1	1,7 ± 0,4c
Toplam	1,8 ± 0,4a	0,9 ± 0,4b	1,1 ± 0,5c	1,5 ± 0,4d	1,3 ± 0,6

a-d: Aynı harfe sahip gruplar/solüsyonlar arasında fark yoktur

Tablo 20. 0. Gün - 1. Hafta Grup Ana Etkileri Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Grup	p
PE-PH	<0,001
PE-DCL	<0,001
PE-IVO	<0,001
PH-DCL	<0,001
PH-IVO	<0,001
DCL-IVO	<0,001

Tablo 21. 0. Gün - 1. Hafta Solüsyon Ana Etkileri Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

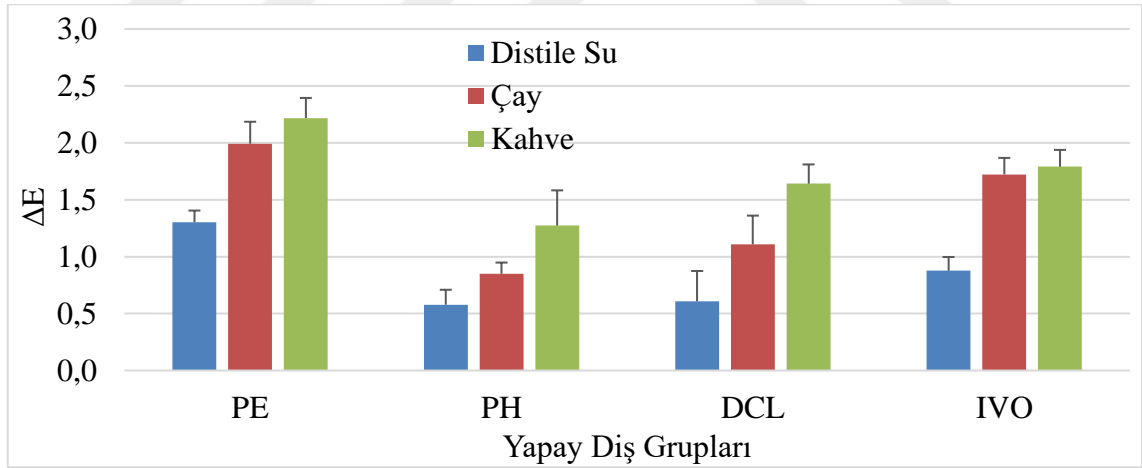
Karşılaştırılan Grup	p
Distile Su- Çay	<0,001
Distile Su-Kahve	<0,001
Çay-Kahve	0,001

Tablo 22’de grup solüsyon etkileşim sonuçları sunulmuştur. Aynı harfe sahip olan etkileşimler arasında farklılık yok iken farklı harfe sahip olan etkileşimler arasında farklılık vardır. En düşük ortalama PH distile su da meydana gelirken bu ortalama DCL distile su ve PH çaydan farklılık göstermemektedir. 0. Gün ile 1. Hafta farklarına ait ortalama standart sapma grafiği Şekil 37’de verilmiştir.

Tablo 22. 0. Gün ile 1. Hafta Grup Solüsyon Etkileşim Karşılaştırmaları

Grup	Solüsyon	Karşılaştırma Göstergesi
PE	Kahve	A
PE	Çay	AB
IVO	Kahve	BC
IVO	Çay	BC
DCL	Kahve	C
PE	Distile Su	D
PH	Kahve	D
DCL	Çay	DE
IVO	Distile Su	EF
PH	Çay	EFG
DCL	Distile Su	FG
PH	Distile Su	G

Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur



Şekil 37. 0. Gün - 1. Hafta Farklarına Ait Ortalama Standart Sapma Grafiği

İki yönlü varyans analizine göre Tablo 23'te verilen 0. Gün - 2. Hafta farkları incelendiğinde gruplar ile solüsyonların ana etkileri istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,001$). Grup solüsyon etkileşimi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$).

Tablo 23. 0. Gün - 2. Hafta Farklarının İncelenmesi

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	26,755	3	8,918	188,070	<0,001
Solüsyon	42,790	2	21,395	451,179	<0,001
Grup*Solüsyon	2,317	6	0,386	8,144	<0,001

F: Varyans analizi test istatistiği

Tablo 24'te grupların ortalamaları, solüsyonların ortalamaları ve grup solüsyon etkileşimlerine ait ortalama değerler sunuldu. Grupların ana etkileri incelendiğinde tüm gruplar arasında farklılık söz konusudur. En düşük ortalama PH grubuna aittir. Solüsyonların ana etkileri incelendiğinde ise 3 solüsyonun da ortalamaları birbirinden farklıdır. Distile su için ortalama 1 iken çay için 2 ve kahve için de 2,5 olarak elde edilmiştir. 0. Gün - 2. Hafta farklarının grup ve solüsyon ana etkileri çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 25 ve Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 24. 0. Gün - 2. Hafta Farklarının Grup ve Solüsyona Göre Tanımlayıcı İstatistikleri

	PE	PH	DCL	IVO	Toplam
Distile Su	1,6 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,8 ± 0,2	1 ± 0,1	1,0 ± 0,4a
Çay	2,6 ± 0,2	1,4 ± 0,3	1,8 ± 0,3	2,3 ± 0,2	2,0 ± 0,5b
Kahve	3,4 ± 0,3	1,6 ± 0,3	2,3 ± 0,2	2,6 ± 0,2	2,5 ± 0,7c
Toplam	2,5 ± 0,8a	1,2 ± 0,5b	1,6 ± 0,7c	2,0 ± 0,7d	1,8 ± 0,8

a-d: Aynı harfe sahip gruplar/solüsyonlar arasında fark yoktur

Tablo 25. 0. Gün - 2. Hafta Grup Ana Etkileri Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Grup	p
PE-PH	<0,001
PE-DCL	<0,001
PE-IVO	<0,001
PH-DCL	<0,001
PH-IVO	<0,001
DCL-IVO	<0,001

Tablo 26. 0. Gün - 2. Hafta Solüsyon Ana Etkileri Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

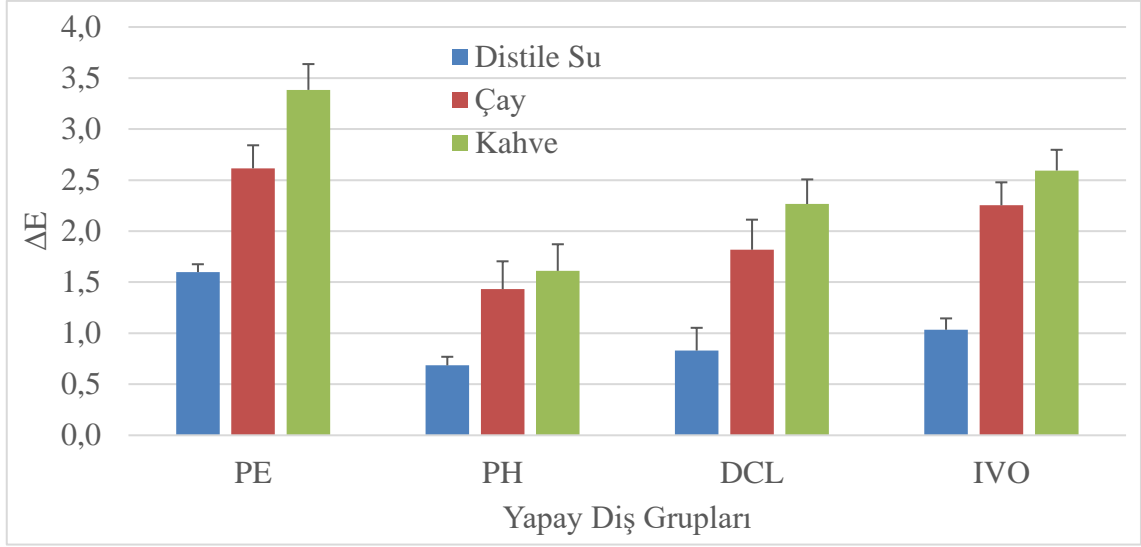
Karşılaştırılan Grup	p
Distile Su- Çay	<0,001
Distile Su-Kahve	<0,001
Çay-Kahve	0,001

Tablo 27’de grup solüsyon etkileşim sonuçları sunulmuştur. Aynı harfe sahip olan etkileşimler arasında farklılık yok iken farklı harfe sahip olan etkileşimler arasında farklılık vardır. En düşük ortalama PH distile su da meydana gelirken bu ortalama DCL distile sudan farklılık göstermemektedir. 0. Gün ile 2. Hafta farklarına ait ortalama standart sapma grafiği Şekil 38’de verilmiştir.

Tablo 27. 0. Gün ile 2. Hafta Grup Solüsyon Etkileşim Karşılaştırmaları

Grup	Solüsyon	Karşılaştırma Göstergesi
PE	Kahve	A
PE	Çay	B
IVO	Kahve	B
DCL	Kahve	C
IVO	Çay	C
DCL	Çay	D
PH	Kahve	DE
PE	Distile Su	DE
PH	Çay	E
IVO	Distile Su	F
DCL	Distile Su	FG
PH	Distile Su	G

Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur



Şekil 38. 0. Gün - 2. Hafta Farklarına Ait Ortalama Standart Sapma Grafiği

İki yönlü varyans analizine göre Tablo 28’de verilen 0. Gün - 4. Hafta farkları incelendiğinde gruplar ile solüsyonların ana etkileri istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,001$). Grup solüsyon etkileşimi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$).

Tablo 28. 0. Gün - 4. Hafta Farklarının İncelenmesi

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	44,183	3	14,728	266,721	<0,001
Solüsyon	79,762	2	39,881	722,255	<0,001
Grup*Solüsyon	6,916	6	1,153	20,874	<0,001

F: Varyans analizi test istatistiği

Tablo 29’da grupların ortalamaları, solüsyonların ortalamaları ve grup solüsyon etkileşimlerine ait ortalama değerler sunuldu. Grupların ana etkileri incelendiğinde tüm gruplar arasında farklılık söz konusudur. En düşük ortalama 1,7 ile PH grubuna aittir.

Tablo 29. 0. Gün - 4. Hafta Farklarının Grup Ve Solüsyona Göre Tanımlayıcı İstatistikleri

	PE	PH	DCL	IVO	Toplam
Distile Su	1,7 ± 0	0,9 ± 0,1	1 ± 0,1	1,2 ± 0,2	1,2 ± 0,3a
Çay	3,5 ± 0,3	1,9 ± 0,2	2,2 ± 0,3	2,8 ± 0,1	2,6 ± 0,7b
Kahve	4,6 ± 0,4	2,3 ± 0,3	2,6 ± 0,3	3 ± 0,2	3,1 ± 0,9c
Toplam	3,3 ± 1,2a	1,7 ± 0,6b	1,9 ± 0,7c	2,3 ± 0,8d	2,3 ± 1,1

a-d: Aynı harfe sahip gruplar/solüsyonlar arasında fark yoktur

Solüsyonların ana etkileri incelendiğinde ise 3 solüsyonun da ortalamaları birbirinden farklıdır. Distile su için ortalama 1,2 iken çay için 2,6 ve kahve için de 3,1 olarak elde edilmiştir. 0. Gün - 4. Hafta farklarının grup ve solüsyon ana etkileri çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 30 ve Tablo 31’de verilmiştir.

Tablo 30. 0. Gün - 4. Hafta Grup Ana Etkileri Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Grup	p
PE-PH	<0,001
PE-DCL	<0,001
PE-IVO	<0,001
PH-DCL	<0,001
PH-IVO	<0,001
DCL-IVO	<0,001

Tablo 31. 0. Gün - 4. Hafta Solüsyon Ana Etkileri Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

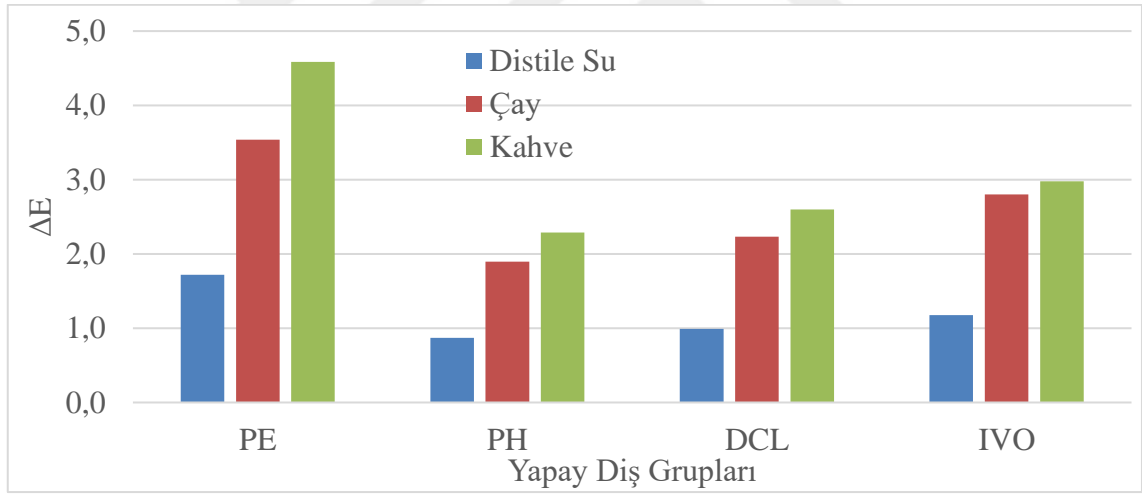
Karşılaştırılan Grup	p
Distile Su- Çay	<0,001
Distile Su-Kahve	<0,001
Çay-Kahve	0,001

Tablo 32’de grup solüsyon etkileşim sonuçları sunulmuştur. Aynı harfe sahip olan etkileşimler arasında farklılık yok iken farklı harfe sahip olan etkileşimler arasında farklılık vardır. En düşük ortalama PH distile su, IVO ve DCL suda görülmektedir. Bu 3 etkileşim arasında farklılık yoktur. 0. Gün ile 4. Hafta farklarına ait ortalama standart sapma grafiği Şekil 39’da verilmiştir.

Tablo 32. 0. Gün ile 4. Hafta Grup Solüsyon Etkileşim Karşılaştırmaları

Grup	Solüsyon	Karşılaştırma Göstergesi
PE	Kahve	A
PE	Çay	B
IVO	Kahve	C
IVO	Çay	CD
DCL	Kahve	DE
PH	Kahve	EF
DCL	Çay	FG
PH	Çay	GH
PE	Distile Su	H
IVO	Distile Su	I
DCL	Distile Su	I
PH	Distile Su	I

Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur



Şekil 39. 0. Gün - 4. Hafta Farklarına Ait Ortalama Standart Sapma Grafiği

Tablo 33'te grupların solüsyonlar içerisinde zamana göre ΔE değişimlerinin analiz sonuçları sunulmuştur. Gruplardaki dişlerin ilgili solüsyonlar içerisinde bekletilmesinden sonra 1. gün, 1. hafta, 2. hafta ve 4. haftada ΔE değerleri elde edilmiştir. 4 farklı zamandaki ΔE 'lerin başlangıç noktasına göre farklarının zamanla değişimleri tekrarlı varyans analizi ile incelendi. Buna göre PE grubunda distile su, çay ve kahve solüsyonlarında 4 farklı zamandaki ölçümlerin başlangıç noktasında göre farklarının ortalama değerleri farklılık göstermektedir ($p < 0,001$). Tüm zamanların ortalamaları

arasında fark vardır ve en büyük ΔE değeri T_0-T_4 . hafta da elde edilmiştir. Benzer şekilde PE grubundaki dişlerin çay ve kahvede bekletilmesiyle elde edilen değerler zamanla farklılık göstermektedir ($p<0,001$). Zaman ilerledikçe ΔE değerleri de artmaktadır.

PH grubunda distile su, çay ve kahve solüsyonlarında 4 farklı zamandaki ölçümlerin başlangıç noktasında göre farklarının ortalama değerleri farklılık göstermektedir ($p<0,001$). Tüm zamanların ortalamaları arasında fark vardır ve en büyük ΔE değeri T_0-T_4 . haftada elde edilmiştir. Benzer şekilde PH grubundaki dişlerin çay ve kahvede bekletilmesiyle elde edilen değerler zamanla farklılık göstermektedir ($p<0,001$). Zaman ilerledikçe ΔE değerleri de artmaktadır.

DCL grubunda distile su, çay ve kahve solüsyonlarında 4 farklı zamandaki ölçümlerin başlangıç noktasında göre farklarının ortalama değerleri farklılık göstermektedir ($p<0,001$). Tüm zamanların ortalamaları arasında fark vardır ve en büyük ΔE değeri T_0-T_4 . hafta da elde edilmiştir. Benzer şekilde DCL grubundaki dişlerin çay ve kahvede bekletilmesiyle elde edilen değerler zamanla farklılık göstermektedir ($p<0,001$). Zaman ilerledikçe ΔE değerleri de artmaktadır.

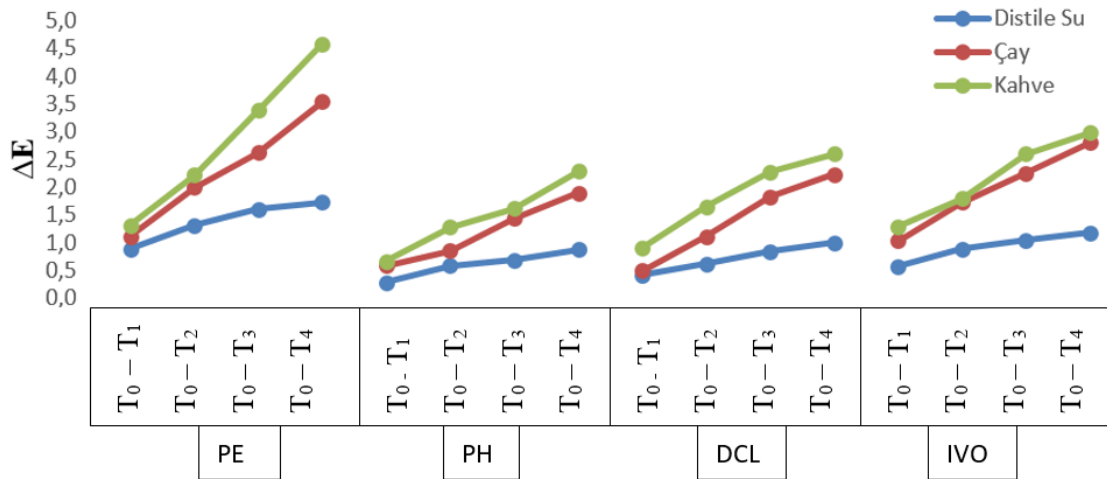
IVO grubunda distile su, çay ve kahve solüsyonlarında 4 farklı zamandaki ölçümlerin başlangıç noktasında göre farklarının ortalama değerleri farklılık göstermektedir ($p<0,001$). T_0-T_2 . hafta ölçüm ortalamaları ile T_0-T_1 . hafta ölçüm ortalamaları ve T_0-T_4 . hafta ortalamaları arasında fark yoktur. Diğer zamanlar arasında ise fark vardır. Benzer şekilde IVO grubundaki dişlerin çay ve kahvede bekletilmesiyle elde edilen değerler zamanla farklılık göstermektedir ($p<0,001$). Zaman ilerledikçe ΔE değerleri de artmaktadır.

Tablo 33. Grupların solüsyonlar içerisinde zamana göre ΔE değişimlerinin analizi

Grup	Zaman	Distile Su	Çay	Kahve
PE	T ₀ - T ₁	0,9 ± 0,1a	1,1 ± 0,1a	1,3 ± 0,1a
	T ₀ - T ₂	1,3 ± 0,1b	2,0 ± 0,2b	2,2 ± 0,2b
	T ₀ - T ₃	1,6 ± 0,1c	2,6 ± 0,2c	3,4 ± 0,3c
	T ₀ - T ₄	1,7 ± 0,0d	3,5 ± 0,3d	4,6 ± 0,4d
	Test İstatistiği	F=283,847	F=399,708	F=341,576
	p	<0,001	<0,001	<0,001
PH	T ₀ - T ₁	0,3 ± 0,1a	0,6 ± 0,1a	0,7 ± 0,1a
	T ₀ - T ₂	0,6 ± 0,1b	0,9 ± 0,1b	1,3 ± 0,3b
	T ₀ - T ₃	0,7 ± 0,1c	1,4 ± 0,3c	1,6 ± 0,3c
	T ₀ - T ₄	0,9 ± 0,1d	1,9 ± 0,2d	2,3 ± 0,3d
	Test İstatistiği	F=104,525	F=140,762	F=67,959
	p	<0,001	<0,001	<0,001
DCL	T ₀ - T ₁	0,4 ± 0,2a	0,5 ± 0,1a	0,9 ± 0,3a
	T ₀ - T ₂	0,6 ± 0,3b	1,1 ± 0,3b	1,6 ± 0,2b
	T ₀ - T ₃	0,8 ± 0,2c	1,8 ± 0,3c	2,3 ± 0,2c
	T ₀ - T ₄	1 ± 0,1d	2,2 ± 0,3d	2,6 ± 0,3d
	Test İstatistiği	F=73,346	F=157,952	F=109,005
	p	<0,001	<0,001	<0,001
IVO	T ₀ - T ₁	0,6 ± 0,1a	1,0 ± 0,1a	1,3 ± 0,2a
	T ₀ - T ₂	0,9 ± 0,1b	1,7 ± 0,1b	1,8 ± 0,1b
	T ₀ - T ₃	1 ± 0,1bc	2,3 ± 0,2c	2,6 ± 0,2c
	T ₀ - T ₄	1,2 ± 0,2c	2,8 ± 0,1d	3 ± 0,2d
	Test İstatistiği	F=69,881	F=232,901	F=296,655
	p	<0,001	<0,001	<0,001

F: Tekrarlı Varyans Analizi test istatistiği, a-d: Aynı harfe sahip zamanlar arasında fark yoktur.

Grupların solüsyonlar içinde zamana bağlı olarak ΔE değişimlerini gösteren grafik Şekil 40'ta verilmiştir.



Şekil 40. Grupların Solüsyonlar İçerisinde Zamana Bağlı ΔE Değişimleri

İki yönlü varyans analizine göre Tablo 34’te verilen 1. Gün - 1. Hafta farkları incelendiğinde gruplar ile solüsyonların ana etkileri istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,001$). Grup solüsyon etkileşimi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$).

Tablo 34. 1. Gün - 1. Hafta Farklarının İncelenmesi

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	2,662	3	0,887	17,212	<0,001
Solüsyon	3,368	2	1,684	32,669	<0,001
Grup*Solüsyon	2,851	6	0,475	9,217	<0,001

F: Varyans analizi test istatistiği

Tablo 35’te grupların ortalamaları, solüsyonların ortalamaları ve grup solüsyon etkileşimlerine ait ortalama değerler sunuldu. Grupların ana etkileri incelendiğinde PE, IVO ile DCL arasında farklılık yoktur. PH grubu ortalama değeri diğerlerine göre farklılık göstermektedir. Solüsyonların ana etkileri incelendiğinde ise 3 solüsyonun da ortalamaları birbirinden farklıdır. Distile su için ortalama 0,5 iken çay için 0,7 ve kahve için de 0,9 olarak elde edilmiştir. 1. Gün - 1. Hafta farklarının grup ve solüsyon ana etkileri çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 36 ve Tablo 37’de verilmiştir.

Tablo 35. 1. Gün - 1. Hafta Farklarının Grup Ve Solüsyona Göre Tanımlayıcı İstatistikleri

	PE	PH	DCL	IVO	Toplam
Distile Su	0,5 ± 0,2	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,2	0,7 ± 0,2	0,5 ± 0,2a
Çay	1 ± 0,3	0,3 ± 0,1	0,7 ± 0,3	0,9 ± 0,2	0,7 ± 0,4b
Kahve	1 ± 0,2	0,7 ± 0,3	1,1 ± 0,3	0,6 ± 0,3	0,9 ± 0,3c
Toplam	0,9 ± 0,3a	0,4 ± 0,3b	0,7 ± 0,4a	0,7 ± 0,2a	0,7 ± 0,3

a-c: Aynı harfe sahip gruplar/solüsyonlar arasında fark yoktur

Tablo 36. 1. Gün - 1. Hafta Grup Ana Etkileri Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Grup	p
PE-PH	<0,001
PE-DCL	0,184
PE-IVO	0,370
PH-DCL	<0,001
PH-IVO	<0,001
DCL-IVO	1,000

Tablo 37. 1. Gün - 1. Hafta Solüsyon Ana Etkileri Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

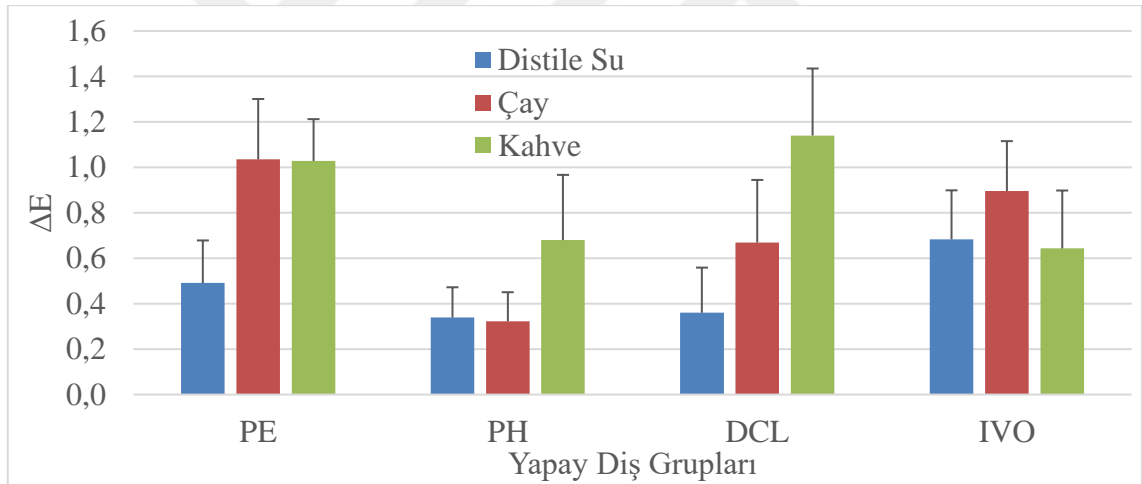
Karşılaştırılan Grup	p
Distile Su- Çay	<0,001
Distile Su-Kahve	<0,001
Çay-Kahve	0,018

Tablo 38’de grup solüsyon etkileşim sonuçları sunulmuştur. Aynı harfe sahip olan etkileşimler arasında farklılık yok iken farklı harfe sahip olan etkileşimler arasında farklılık vardır. En düşük ortalama PH çayda elde edilmiştir. PH çay ile PH Distile su, DCL Distile su, PE Distile SU ve IVO kahve arasında istatistiksel olarak farklılık yoktur. 1. Gün ile 1. Hafta farklarına ait ortalama standart sapma grafiği Şekil 41’de verilmiştir.

Tablo 38. 1. Gün ile 1. Hafta Grup Solüsyon Etkileşim Karşılaştırma Göstergeleri

Grup	Solüsyon	Karşılaştırma Göstergesi
DCL	Kahve	A
PE	Çay	A
PE	Kahve	A
IVO	Çay	AB
IVO	Distile su	BC
PH	Kahve	BC
DCL	Çay	BCD
IVO	Kahve	BCDE
PE	Distile su	CDE
DCL	Distile su	CDE
PH	Distile su	DE
PH	Çay	E

Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur



Şekil 41. 1. Gün - 1. Hafta Farklarına Ait Ortalama Standart Sapma Grafiği

İki yönlü varyans analizine göre Tablo 39’da verilen 1. Gün - 2. Hafta farkları incelendiğinde gruplar ile solüsyonların ana etkileri istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,001$). Grup solüsyon etkileşimi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$).

Tablo 39. 1. Gün - 2. Hafta Farklarının İncelenmesi

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	8,433	3	2,811	34,240	<0,001
Solüsyon	19,179	2	9,590	116,816	<0,001
Grup*Solüsyon	3,610	6	0,602	7,329	<0,001

F: Varyans analizi test istatistiği

Tablo 40'ta grupların ortalamaları, solüsyonların ortalamaları ve grup solüsyon etkileşimlerine ait ortalama değerler sunuldu. Grupların ana etkileri incelendiğinde DCL ile IVO arasında farklılık yoktur. Diğerleri arasında ise farklılık vardır. En düşük ortalama ise PH grubuna aittir. Solüsyonların ana etkileri incelendiğinde ise 3 solüsyonun da ortalamaları birbirinden farklıdır. Distile su için ortalama 0,7 iken çay için 1,3 ve kahve için de 1,6 olarak elde edilmiştir. 1. Gün - 2. Hafta farklarının grup ve solüsyon ana etkileri çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 41 ve Tablo 42'de verilmiştir.

Tablo 40. 1. Gün - 2. Hafta Farklarının Grup ve Solüsyona Göre Tanımlayıcı İstatistikleri

	PE	PH	DCL	IVO	Toplam
Distile Su	0,8 ± 0,2	0,5 ± 0,1	0,6 ± 0,2	0,9 ± 0,3	0,7 ± 0,3a
Çay	1,6 ± 0,3	0,9 ± 0,3	1,4 ± 0,3	1,4 ± 0,3	1,3 ± 0,4b
Kahve	2,2 ± 0,4	1 ± 0,3	1,9 ± 0,5	1,4 ± 0,2	1,6 ± 0,6c
Toplam	1,5 ± 0,7a	0,8 ± 0,3b	1,3 ± 0,6c	1,2 ± 0,4c	1,2 ± 0,6

a-c: Aynı harfe sahip gruplar/solüsyonlar arasında fark yoktur

Tablo 41. 1. Gün - 2. Hafta Grup Ana Etkileri Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Grup	p
PE-PH	<0,001
PE-DCL	0,002
PE-IVO	<0,001
PH-DCL	<0,001
PH-IVO	<0,001
DCL-IVO	1,000

Tablo 42. 1. Gün - 2. Hafta Solüsyon Ana Etkileri Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

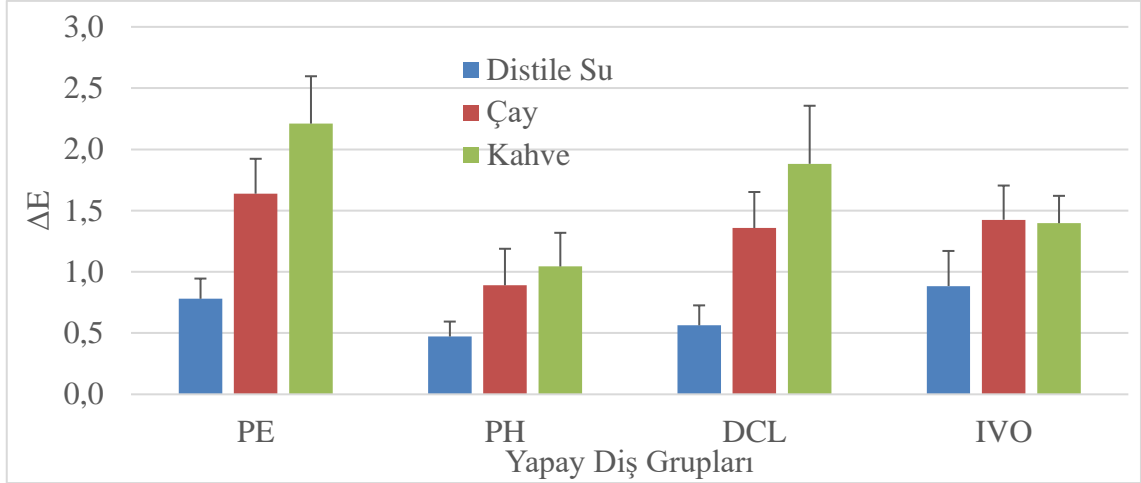
Karşılaştırılan Grup	p
Distile Su- Çay	<0,001
Distile Su-Kahve	<0,001
Çay-Kahve	0,001

Tablo 43'te grup solüsyon etkileşim sonuçları sunulmuştur. Aynı harfe sahip olan etkileşimler arasında farklılık yok iken farklı harfe sahip olan etkileşimler arasında farklılık vardır. En düşük ortalama PH Distile suda elde edilmiştir. PH Distile su ile DCL Distile su, PE Distile su, IVO Distile su, PH çay ve PH Kahve arasında fark yoktur. 1. Gün ile 2. Hafta farklarına ait ortalama standart sapma grafiği Şekil 42'de verilmiştir.

Tablo 43. 1. Gün ile 2. Hafta Grup Solüsyon etkileşim karşılaştırmaları

Grup	Solüsyon	Karşılaştırma Göstergesi
PE	Kahve	A
DCL	Kahve	AB
PE	Çay	BC
IVO	Çay	CD
IVO	Kahve	CD
DCL	Çay	CD
PH	Kahve	DE
PH	Çay	EF
IVO	Distile su	EF
PE	Distile su	EF
DCL	Distile su	F
PH	Distile su	F

Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur



Şekil 42. 1. Gün - 2. Hafta Farklarına Ait Ortalama Standart Sapma Grafiği

İki yönlü varyans analizine göre Tablo 44'te verilen 1. Gün - 4. Hafta farkları incelendiğinde gruplar ile solüsyonların ana etkileri istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,001$). Grup solüsyon etkileşimi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$).

Tablo 44. 1. Gün - 4. Hafta Farklarının İncelenmesi

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	16,388	3	5,463	60,858	<0,001
Solüsyon	45,344	2	22,672	252,582	<0,001
Grup*Solüsyon	8,532	6	1,422	15,842	<0,001

F: Varyans analizi test istatistiği

Tablo 45'te grupların ortalamaları, solüsyonların ortalamaları ve grup solüsyon etkileşimlerine ait ortalama değerler sunuldu. Grupların ana etkileri incelendiğinde DCL ile IVO arasında farklılık yoktur. Diğerleri arasında ise farklılık vardır. En düşük ortalama ise PH grubuna aittir. Solüsyonların ana etkileri incelendiğinde ise 3 solüsyonun da ortalamaları birbirinden farklıdır. Distile su için ortalama 0,8 iken çay için 1,9 ve kahve için de 2,3 olarak elde edilmiştir. 1. Gün - 4. Hafta farklarının grup ve solüsyon ana etkileri çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 46 ve Tablo 47'de verilmiştir.

Tablo 45. 1. Gün - 4. Hafta Farklarının Grup ve Solüsyona Göre Tanımlayıcı İstatistikleri

	PE	PH	DCL	IVO	Toplam
Distile Su	0,9 ± 0,2	0,7 ± 0,1	0,7 ± 0,1	1 ± 0,2	0,8 ± 0,2a
Çay	2,5 ± 0,3	1,4 ± 0,2	1,8 ± 0,3	1,9 ± 0,2	1,9 ± 0,5b
Kahve	3,4 ± 0,4	1,7 ± 0,4	2,3 ± 0,6	1,8 ± 0,2	2,3 ± 0,8c
Toplam	2,3 ± 1,1a	1,2 ± 0,5b	1,6 ± 0,8c	1,6 ± 0,5c	1,7 ± 0,8

a-c: Aynı harfe sahip gruplar/solüsyonlar arasında fark yoktur

Tablo 46. 1. Gün - 4. Hafta Grup Ana Etkileri Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Grup	p
PE-PH	<0,001
PE-DCL	<0,001
PE-IVO	<0,001
PH-DCL	<0,001
PH-IVO	<0,001
DCL-IVO	1,000

Tablo 47. 1. Gün - 4. Hafta Solüsyon Ana Etkileri Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

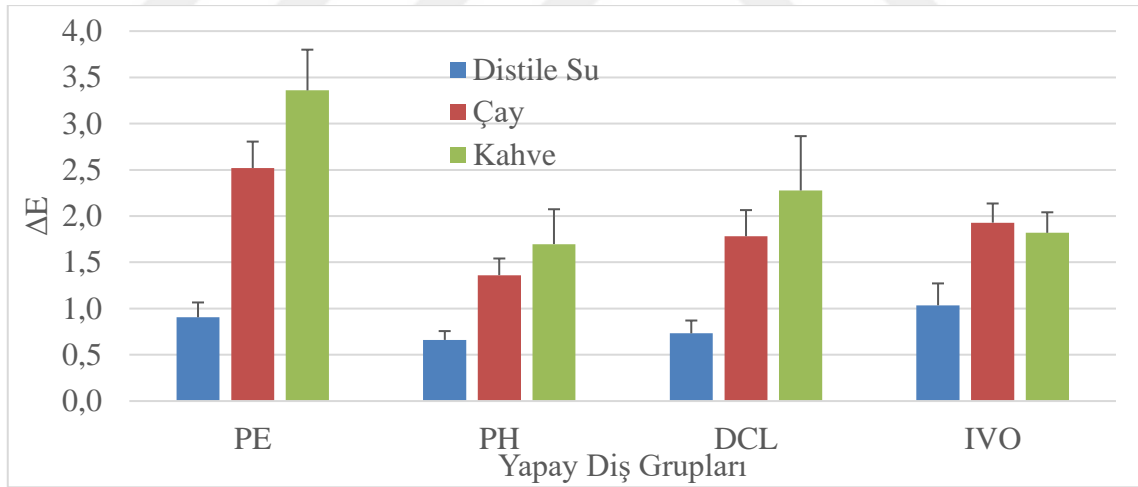
Karşılaştırılan Grup	p
Distile Su- Çay	<0,001
Distile Su-Kahve	<0,001
Çay-Kahve	0,001

Tablo 48’de grup solüsyon etkileşim sonuçları sunulmuştur. Aynı harfe sahip olan etkileşimler arasında farklılık yok iken farklı harfe sahip olan etkileşimler arasında farklılık vardır. En düşük ortalama PH Distile suda elde edilmiştir. PH Distile su ile DCL Distile su, PE Distile su ve IVO Distile su arasında fark yoktur. 1. Gün ile 4. Hafta farklarına ait ortalama standart sapma grafiği Şekil 43’te verilmiştir.

Tablo 48. 1. Gün ile 4. Hafta Grup Solüsyon Etkileşim Karşılaştırmaları

Grup	Solüsyon	Karşılaştırma Göstergesi
PE	Kahve	A
PE	Çay	B
DCL	Kahve	BC
IVO	Çay	CD
IVO	Kahve	D
DCL	Çay	DE
PH	Kahve	DE
PH	Çay	EF
IVO	Distile su	FG
PE	Distile su	G
DCL	Distile su	G
PH	Distile su	G

Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur



Şekil 43. 1. Gün - 4. Hafta Farklarına Ait Ortalama Standart Sapma Grafiği

İki yönlü varyans analizine göre;

Tablo 49’da verilen 1. Hafta - 2. Hafta farkları incelendiğinde gruplar ile solüsyonların ana etkileri istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,001$). Grup solüsyon etkileşimi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$).

Tablo 49. 1. Hafta - 2. Hafta Farklarının İncelenmesi

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	2,598	3	0,866	8,261	<0,001
Solüsyon	10,334	2	5,167	49,285	<0,001
Grup*Solüsyon	1,764	6	0,294	2,804	0,014

F:Varyans analizi test istatistiği

Tablo 50’de grupların ortalamaları, solüsyonların ortalamaları ve grup solüsyon etkileşimlerine ait ortalama değerler sunuldu. Grupların ana etkileri incelendiğinde PH grubu ortalama değeri diğerlerine göre farklılık göstermektedir. En düşük ortalama ise PH grubuna aittir. Solüsyonların ana etkileri incelendiğinde ise 3 solüsyonun da ortalamaları birbirinden farklıdır. Distile su için ortalama 0,3 iken çay için 0,7 ve kahve için de 1 olarak elde edilmiştir. 1. Hafta - 2. Hafta farklarının grup ve solüsyon ana etkileri çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 51 ve Tablo52’de verilmiştir.

Tablo 50. 1. Hafta - 2. Hafta Farklarının Grup ve Solüsyona Göre Tanımlayıcı İstatistikleri

	PE	PH	DCL	IVO	Toplam
Distile Su	0,3 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,3	0,3 ± 0,2a
Çay	0,8 ± 0,2	0,6 ± 0,3	0,8 ± 0,2	0,8 ± 0,4	0,7 ± 0,3b
Kahve	1,3 ± 0,4	0,5 ± 0,2	1,2 ± 0,4	1,1 ± 0,6	1,0 ± 0,5c
Toplam	0,8 ± 0,5a	0,4 ± 0,3b	0,7 ± 0,4a	0,8 ± 0,5a	0,7 ± 0,5

a-c: Aynı harfe sahip gruplar/solüsyonlar arasında fark yoktur

Tablo 51. 1. Hafta - 2. Hafta Grup Ana Etkileri Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Grup	p
PE-PH	<0,001
PE-DCL	1,000
PE-IVO	1,000
PH-DCL	0,002
PH-IVO	0,001
DCL-IVO	1,000

Tablo 52. 1. Hafta - 2. Hafta Solüsyon Ana Etkileri Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

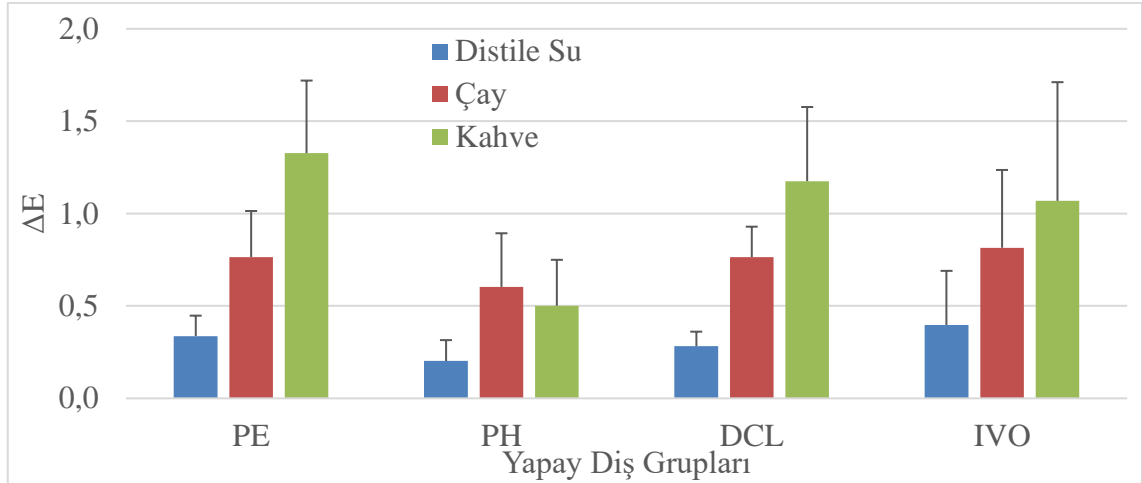
Karşılaştırılan Grup	p
Distile Su- Çay	<0,001
Distile Su-Kahve	<0,001
Çay-Kahve	0,001

Tablo 53'te grup solüsyon etkileşim sonuçları sunulmuştur. Aynı harfe sahip olan etkileşimler arasında farklılık yok iken farklı harfe sahip olan etkileşimler arasında farklılık vardır. En düşük ortalama PH Distile suda elde edilmiştir. PH Distile su ile DCL Distile su, PE Distile su, IVO Distile, PH kahve ve PH çay su arasında fark yoktur. 1. Hafta ile 2. Hafta farklarına ait ortalama standart sapma grafiği Şekil 44'te verilmiştir.

Tablo 53. 1. Hafta ile 2. Hafta Grup Solüsyon Etkileşim Karşılaştırmaları

Grup	Solüsyon	Karşılaştırma Göstergesi
PE	Kahve	A
DCL	Kahve	AB
IVO	Kahve	ABC
IVO	Çay	BCD
PE	Çay	BCDE
DCL	Çay	BCDE
PH	Çay	CDEF
PH	Kahve	DEF
IVO	Distile su	DEF
PE	Distile su	DEF
DCL	Distile su	EF
PH	Distile su	F

Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur



Şekil 44. 1. Hafta - 2. Hafta Farklarına Ait Ortalama Standart Sapma Grafiği

İki yönlü varyans analizine göre Tablo 54’te verililen 1. Hafta - 4. Hafta farkları incelendiğinde gruplar ile solüsyonların ana etkileri istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,001$). Grup solüsyon etkileşimi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$).

Tablo 54. 1. Hafta - 4. Hafta Farklarının İncelenmesi

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	7,169	3	2,390	20,812	<0,001
Solüsyon	29,093	2	14,546	126,695	<0,001
Grup*Solüsyon	4,541	6	0,757	6,592	<0,001

F: Varyans analizi test istatistiği

Tablo 55’te grupların ortalamaları, solüsyonların ortalamaları ve grup solüsyon etkileşimlerine ait ortalama değerler sunuldu. Grupların ana etkileri incelendiğinde PE grubu ortalama değeri diğerlerine göre farklılık göstermektedir. En düşük ortalama ise PE grubuna aittir. Solüsyonların ana etkileri incelendiğinde ise 3 solüsyonun da ortalamaları birbirinden farklıdır. Distile su için ortalama 0,5 iken çay için 1,3 ve kahve için de 1,7 olarak elde edilmiştir. 1. Hafta - 4. Hafta farklarının grup ve solüsyon ana etkileri çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 56 ve Tablo 57’de verilmiştir.

Tablo 55. 1. Hafta - 4. Hafta Farklarının Grup ve Solüsyona Göre Tanımlayıcı İstatistikleri

	PE	PH	DCL	IVO	Toplam
Distile Su	0,5 ± 0,2	0,4 ± 0,1	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,2a
Çay	1,6 ± 0,3	1,1 ± 0,2	1,2 ± 0,2	1,3 ± 0,2	1,3 ± 0,3b
Kahve	2,5 ± 0,5	1,1 ± 0,5	1,5 ± 0,3	1,4 ± 0,6	1,7 ± 0,7c
Toplam	1,5 ± 0,9a	0,9 ± 0,5b	1,1 ± 0,5b	1,1 ± 0,6b	1,1 ± 0,7

a-c: Aynı harfe sahip gruplar/solüsyonlar arasında fark yoktur

Tablo 56. 1. Hafta - 4. Hafta Grup Ana Etkileri Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Grup	p
PE-PH	<0,001
PE-DCL	<0,001
PE-IVO	<0,001
PH-DCL	0,140
PH-IVO	0,217
DCL-IVO	1,000

Tablo 57. 1. Hafta - 4. Hafta Solüsyon Ana Etkileri Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

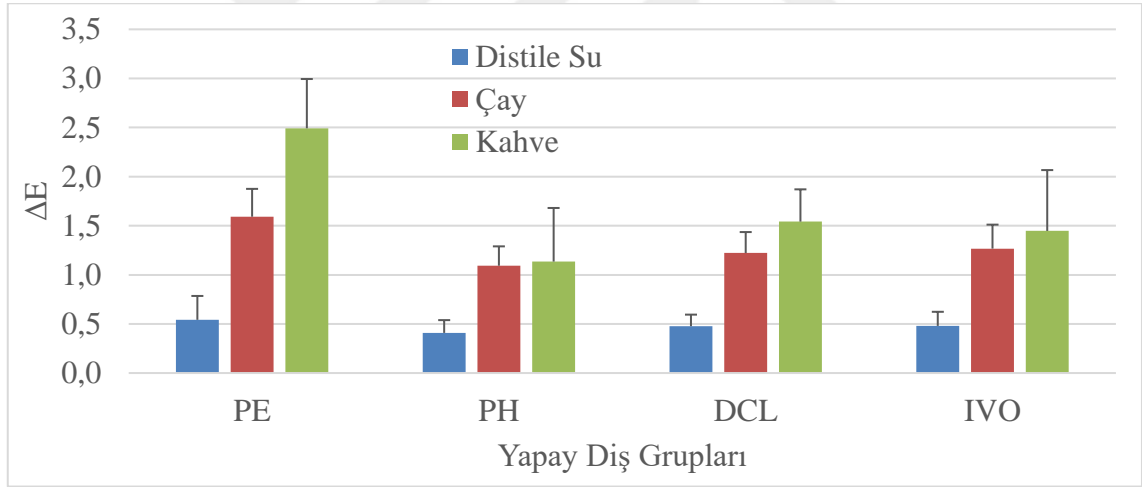
Karşılaştırılan Grup	p
Distile Su- Çay	<0,001
Distile Su-Kahve	<0,001
Çay-Kahve	0,001

Tablo 58’de grup solüsyon etkileşim sonuçları sunulmuştur. Aynı harfe sahip olan etkileşimler arasında farklılık yok iken farklı harfe sahip olan etkileşimler arasında farklılık vardır. En düşük ortalama PH Distile suda elde edilmiştir. PH Distile su ile DCL Distile su, PE Distile su ve IVO Distile su arasında fark yoktur. 1. Hafta ile 4. Hafta farklarına ait ortalama standart sapma grafiği Şekil 45’te verilmiştir.

Tablo 58. 1. Hafta ile 4. Hafta Grup Solüsyon Etkileşim Karşılaştırmaları

Grup	Solüsyon	Karşılaştırma Göstergesi
PE	Kahve	A
PE	Çay	B
DCL	Kahve	B
IVO	Kahve	B
IVO	Çay	B
DCL	Çay	B
PH	Kahve	B
PH	Çay	B
PE	Distile su	C
IVO	Distile su	C
DCL	Distile su	C
PH	Distile su	C

Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur



Şekil 45. 1. Hafta - 4. Hafta Farklarına Ait Ortalama Standart Sapma Grafiği

İki yönlü varyans analizine göre Tablo 59’da verilen 2. Hafta - 4. Hafta farkları incelendiğinde gruplar ile solüsyonların ana etkileri istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,001$). Grup solüsyon etkileşimi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$).

Tablo 59. 2. Hafta - 4. Hafta Farklarının İncelenmesi

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	3,085	3	1,028	14,526	<0,001
Solüsyon	9,482	2	4,741	66,970	<0,001
Grup*Solüsyon	2,542	6	0,424	5,984	<0,001

F: Varyans analizi test istatistiği

Tablo 60'ta grupların ortalamaları, solüsyonların ortalamaları ve grup solüsyon etkileşimlerine ait ortalama değerler sunuldu. Grupların ana etkileri incelendiğinde PE grubu ortalama değeri diğerlerine göre farklılık göstermektedir. En düşük ortalama ise PE grubuna aittir. Solüsyonların ana etkileri incelendiğinde ise 3 solüsyonun da ortalamaları birbirinden farklıdır. Distile su için ortalama 0,3 iken çay için 0,7 ve kahve için de 0,9 olarak elde edilmiştir. 2. Hafta - 4. Hafta farklarının grup ve solüsyon ana etkileri çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 61 ve Tablo 62'de verilmiştir.

Tablo 60. 2. Hafta - 4. Hafta Farklarının Grup ve Solüsyona Göre Tanımlayıcı İstatistikleri

	PE	PH	DCL	IVO	Toplam
Distile Su	0,3 ± 0,2	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,1a
Çay	1 ± 0,3	0,5 ± 0,2	0,6 ± 0,2	0,7 ± 0,2	0,7 ± 0,3b
Kahve	1,5 ± 0,3	1 ± 0,5	0,8 ± 0,5	0,6 ± 0,2	0,9 ± 0,5c
Toplam	0,9 ± 0,6a	0,6 ± 0,4b	0,5 ± 0,4b	0,5 ± 0,2b	0,6 ± 0,4

a-c: Aynı harfe sahip gruplar/solüsyonlar arasında fark yoktur

Tablo 61. 2. Hafta - 4. Hafta Grup Ana Etkileri Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Grup	p
PE-PH	<0,001
PE-DCL	<0,001
PE-IVO	<0,001
PH-DCL	1,000
PH-IVO	1,000
DCL-IVO	1,000

Tablo 62. 2. Hafta - 4. Hafta Solüsyon Ana Etkileri Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

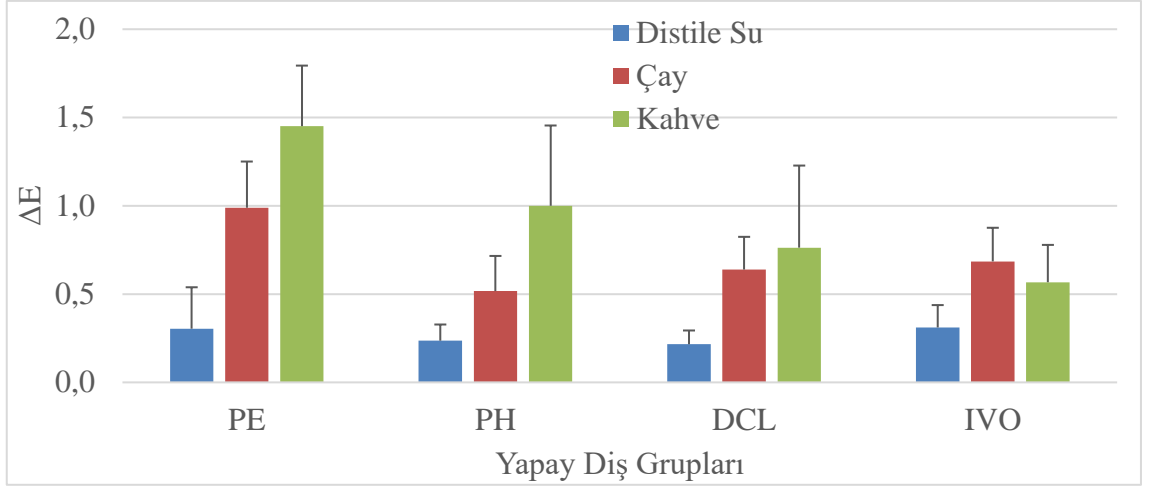
Karşılaştırılan Grup	p
Distile Su- Çay	<0,001
Distile Su-Kahve	<0,001
Çay-Kahve	0,001

Tablo 63'te grup solüsyon etkileşim sonuçları sunulmuştur. Aynı harfe sahip olan etkileşimler arasında farklılık yok iken farklı harfe sahip olan etkileşimler arasında farklılık vardır. En düşük ortalama DCL Distile suda elde edilmiştir. DCL Distile su ile PH Distile su, PE Distile su, IVO Distile su, PH çay ve IVO Kahve arasında fark yoktur. 2. Hafta ile 4. Hafta farklarına ait ortalama standart sapma grafiği Şekil 46'da verilmiştir.

Tablo 63. 2. Hafta ile 4. Hafta Grup Solüsyon Etkileşim Karşılaştırmaları

Grup	Solüsyon	Karşılaştırma Göstergesi
PE	Kahve	A
PH	Kahve	B
PE	Çay	B
DCL	Kahve	BC
IVO	Çay	BCD
DCL	Çay	BCD
IVO	Kahve	CDE
PH	Çay	CDE
IVO	Distile su	DE
PE	Distile su	DE
PH	Distile su	E
DCL	Distile su	E

Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur



Şekil 46. 2. Hafta - 4. Hafta Farklarına Ait Ortalama Standart Sapma Grafiği



5. TARTIŞMA

Diş hekimliği alanında renk değişimi çalışmaları, gözle değerlendirme yöntemi ve renk analiz cihazları kullanılarak yapılmaktadır. Renk değişiminin gözle değerlendirilmesi yanıltıcıdır. Görsel olarak yapılan değerlendirmeler subjektif gözlemlere dayandığı için renk değerlendirmelerinde farklılıklar olabilmektedir. Renk ölçüm cihazlarının kullanılması, rengin değerlendirilmesine ait temel zorlukların ortadan kaldırılmasını sağlamaktadır. Ayrıca, renk ölçüm cihazları sayesinde nicel ölçümler yapılabilir, ölçümler tekrarlanabilir ve güvenilir sonuçlar elde edilir (Aysan ve ark., 2011). Bu nedenlerden ötürü günümüzde renk analiz çalışmalarında, izafiyetten uzak, objektif verilere dayandırılan renk analiz cihazlarının kullanımı gözle değerlendirmeye tercih edilmektedir (Um ve Ruyter, 1991; Denli ve ark., 1996).

Dental materyallerin renklenmesinin görsel değerlendirme yoluyla yapıldığı çalışmalar bulunmaktadır (Johnston ve Kao, 1989; Douglas ve Brewer, 1998; Joiner, 2004). Ancak sayısal değerlerin renklenme miktarını ölçmede daha kesin sonuçlar verdiği, spektrofotometre ve kolorimetre gibi cihazlarla yapılan ölçümlerin oluşabilecek hataları elimine ettiği (Johnston, 2009) ve özellikle spektrofotometreyle yapılan ölçümlerin en doğru sonucu verdiği bildirilmiştir (Chu ve ark., 2010).

Renk değişikliği değerlendirilirken ölçüm hassasiyetini etkileyen faktörler vardır. Bunlar materyalin yüzey özellikleri, ışığın yansıma açısı, ışığın materyal tarafından emilimi, ölçüm cihazının yaklaşım açısı ve ölçümün yapıldığı arka plan olarak sıralanabilir (Douglas ve Przyblaska, 1999; Sham ve ark., 2004). Işığın yansıma açısının eşit olması açısından ölçümler günün aynı saatlerinde, aynı yerde, aynı ışık altında yapılarak hata payı azaltılmaya çalışılmıştır. Ölçüm cihazının yaklaşım açısının ölçüm hassasiyetini etkilememesi için silikon indeks yardımıyla cihazın ucunun materyale dik gelmesi sağlanarak standardize edilmesi ve başarılı sonuçlar için, renk ölçüm cihazlarının ölçümler esnasında yatay ve dikey yönde hareketsizliğinin sağlanması tavsiye edilmiştir (Douglas ve Przyblaska, 1999; Haselton ve ark., 2005). Bu nedenle bu çalışmada, renk ölçüm cihazının her iki düzlemde hareketsizliğini sağlayan silikon bir indeks kullanılarak ölçümlerin standardizasyonu sağlanmıştır.

Renk ölçüm cihazlarının doğru ve tekrarlanabilir ölçümler yapabilmeleri için materyal ve cihazın ölçüm yapan yüzeyi arasındaki uyumun iyi olması gereklidir. Aksi takdirde geri dönen ışık miktarı azalacağından 'edge-loss' denilen ölçüm hataları

meydana çıkacaktır (Haselton ve ark., 2005; Park ve ark., 2006). Aletsel renk ölçümlerinin düz yüzeye sahip cisimlerde başarılı olduğu belirtilmiştir (Park ve ark., 2006). Bu yüzden çalışmamızda renk ölçümleri için santral dişlerin bukkal yüzeylerinin en düz yüzeylere sahip olan orta üçlü bölgesi kullanılmıştır. Bununla birlikte, Rosentritt ve arkadaşları (1998), yapay dişlerin renk stabilitesini in vivo olarak değerlendirdikleri çalışmalarında, renk değişimi ölçümünün yapay dişin servikal, orta veya insizal üçlü bölgelerinden yapılması arasında bir fark olmadığını belirtmişlerdir.

Geçici restoratif materyalleri ve dental kompozitler üzerinde yapılan çalışmalarda materyalin rengiyle boyanmanın bağlantılı olduğuna dikkat çekilmiş ve açık renkli materyallerin koyu renkli olanlara göre daha fazla boyandığı teyit edilmiştir (Eldiwany ve ark., 1995; Uchida ve ark., 1998; Mutlu-Sağesen ve ark., 2005). Buna dayanarak Köksal ve Dikbaş (2008), A1 rengindeki dişleri seçmişlerdir çünkü bu renkteki dişlerin daha belirgin boyanma etkisine sahip olduğu iddia edilmiştir. Bu yüzden çalışmamızda A1 renkteki dişler seçilip kullanılmıştır.

Gregorius ve arkadaşları 2012 yılında güçlendirilmiş akrilik yapay dişler üzerinde kırmızı şarap, kahve ve yaşlandırmanın renk stabilizasyonuna etkisini inceledikleri çalışmalarında, renk ölçümleri için intra-oral spektrofotometre olarak Vita Easyshade Compact cihazını kullanmışlardır. Spektrofotometrenin ucunun tekrarlı ölçümlerde dişin aynı yüzeyine temas etmesi için pozisyonlandırıcı bir indeks üretmişlerdir. Vita Easyshade Compact cihazı uzun yıllardır hem laboratuvar hem de klinik çalışmalarda sıklıkla tercih edilen, tekrarlanabilir ölçümlerle ve sayısal verilerle objektif sonuçlar elde edilebilen, kullanımı açısından rahat ve pratik bir cihazdır (Lehmann ve ark., 2010; Lehmann ve ark., 2011; Kurtulmuş-Yılmaz ve ark., 2014; Gomez-Polo ve ark., 2014). Bu tez çalışmasında da Vita Easyshade Compact cihazı kullanılarak objektif verilere dayalı renk analizi çalışması gerçekleştirilmiştir.

CIE L*a*b* renk sistemi çok küçük renk farklılıklarının tespit edilmesine olanak veren, en popüler renk uzayıdır (Alghazali ve ark., 2012).

Gözlemci uygulama sonrası ya da belirli zaman aralıklarında ΔE değerini rapor edebilir ve bu ΔE değeri materyallerin göreceli renk değişimini gösterir. Bu yüzden ΔE değeri; tek tek L*, a*, b* değerlerinden daha anlamlıdır (Yannikakis ve ark., 1998; Silva ve ark., 2011). Bu sebepten ötürü çalışmamızda analizler için sadece ΔE değerleri kullanılmıştır.

ΔE değerleri her ne kadar renk değişimlerini ifade etse de bu değerleri klinik ortamda veya bir gözlemcinin gözü ile algılanan renk değişimiyle eşleştirmek, zor bir durumdur (Razzong ve ark., 1994). Farklı dental materyaller üzerine renk değişiminin algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik ΔE değerleri için çok miktarda in vivo ve in vitro çalışma bulunmaktadır (Douglas ve Brewer, 1998; Regain ve Johnston, 2000; Douglas ve ark., 2007; Alghazali ve ark., 2012).

Gregorius ve arkadaşları (2012), klinik olarak kabul edilebilir ΔE değeri için eşik değerini 3,5 olarak kabul etmişlerdir. Yapay dişlerin solüsyonlar içerisinde 7 günden fazla bekletilmesiyle daha fazla renk değişimi görüleceğini fakat alt sınır olarak 7 gün bekletmeyi seçtiklerini bildirmişlerdir. Kahve ve kırmızı şaraba gün içinde dişlerin ortalama 5-10 dakika maruz kaldığını düşünerek 7 gün bu solüsyonlarda bekletmenin 34-67 aylık içecek tüketimine karşılık geleceğini söylemişlerdir. Ghinea ve arkadaşları (2010), dental seramiklerde renk farklılıkları için ΔE 'nin algılanabilirlik eşik değerini 1,88, klinik olarak kabul edilebilir eşik değerini ise 3,5 olarak rapor etmişlerdir.

Literatürdeki diğer çalışmalarda ise ΔE için algılanabilirlik eşik değeri 1,0 (Kuehni ve Marcus, 1979), 2,7 (Regain ve Johnston, 2000) ve 3,3 (Ruyter ve ark., 1978) olarak kabul edilmiştir. Yapay dişlerin görsel olarak değerlendirilmesiyle ilgili yapılan bir çalışmada ΔE için algılanabilir eşik değeri 2,6 iken klinik olarak kabul edilebilir eşik değeri 5,5 olarak rapor edilmiştir (Douglas ve ark., 2007). Belirgin şekilde yüksek eşik değerleri diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında görsel ve aletsel ölçüm ortamlarının farklılığından ve optimal olmayan renk değerlendirme koşullarından kaynaklanmaktadır (Paravina ve Swift, 2009).

Yaptığımız çalışmada bazı araştırmacıların yaptığı gibi ΔE değeri için klinik olarak kabul edilebilir eşik değeri 3,5 olarak alınmıştır (Gregorius ve ark., 2012; Ghinea ve ark., 2010).

Yapılan çalışmalarda ΔE_{00} ve ΔE_{ab} ile elde edilen eşik değerler incelenmiştir. Yapılan değerlendirmelerde ΔE_{00} ile elde edilen eşik değerlerin ΔE_{ab} den daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Lee, 2005; Wee ve ark., 2007; Paravina ve ark., 2015). Yapılan bu çalışmalarda ΔE_{00} ve ΔE_{ab} arasında pozitif yönlü güçlü bir korelasyon tespit edilmiş fakat ΔE_{00} ve ΔE_{ab} değerlerinin istatistiksel olarak karşılaştırılması yapılmamıştır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda ΔE_{ab} formülü de halen kullanılmaya devam edilmektedir (Moon ve ark., 2014; Kurtulmuş-Yılmaz ve Deniz, 2014; Ayaz ve ark., 2014; Mousavi

ve ark., 2016). Bu çalışmada amacımız sadece renk değişim miktarlarını hesaplamak olup, algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik eşik değerlerini karşılaştırmak olmadığından CIELAB dışındaki diğer formüller kullanılmamıştır.

Çalışmamızda renk değişimleri (ΔE) materyallerin solüsyonlara konmadan önceki başlangıç L^* , a^* , b^* değerleri, 1 günlük, 1 haftalık, 2 haftalık ve 4 haftalık L^* , a^* , b^* değerlerinden çıkarılarak elde edilmiştir. Bu sayede materyallerin başlangıçtaki temel renkleri arasındaki farkların çalışma sonucunu etkilemesi durumu ortadan kaldırılmıştır.

Akrilik dişlerin boyanabilmesiyle ilgili çalışmalarda, farklı boyayıcı solüsyonlarda bekletilmesiyle farklı derecelerde renk değişiklikleri olduğu gösterilmiştir (İmirzalıoğlu ve ark., 2010; Mutlu-Sağesen ve ark., 2001; Um ve Ruyter, 1991).

Güler ve arkadaşları (2005b), çay, kahve, kola, vişne suyu ve kırmızı şarabın kompozit rezin restorasyonları boyama miktarını araştırmışlardır. Örnekler solüsyonlarda 24 saat bekletilmiştir. Araştırmacılar test süresini belirlerken 1 bardak içeceğin içilme süresini 15 dakika, günlük ortalama içecek alım miktarını da 3,2 bardak olarak kabul etmişlerdir. Buradan yapılan hesaplama göre 24 saatlik solüsyonda bekleme süresinin yaklaşık olarak 1 aylık içecek alım miktarını simüle ettiği belirtilmiştir.

Dental materyallerin renk stabilitesi çalışmalarında içeceklerde bekletme süreleri ve ortam ısısı farklılıklar göstermektedir. Zuo ve arkadaşları (2016) tarafından 37°C sabit sıcaklıkta 4 farklı marka akrilik materyali çay, kahve, kola ve şarap içerisinde 1, 7 ve 28 gün bekletmişlerdir. Benzer şekilde bir başka çalışmada da 37°C sabit sıcaklıkta akrilik materyalleri çay, kahve ve nikotin içerisinde 1, 7 ve 30 gün bekletilerek renk ölçümleri yapılmıştır (İmirzalıoğlu ve ark., 2010). Oğuz ve arkadaşları (2007), tarafından yapılan çalışmada ise dört farklı yumuşak astar ve bir PMMA esaslı akrilik materyalin sadece çay ve kahvedeki renklenme miktarları 1, 3, 9, 24, 48 ve 96 saatlik bekletmeler sonrası ölçülmüştür. E Silva ve arkadaşları (2014), tarafından yapılan çalışmada ise iki tür kompozit materyal farklı içeceklerde ve sabit oda sıcaklığında 1, 2, 4, 8 ve 12 haftalık periyotlarla bekletilerek ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Literatürdeki çalışmalarda farklı restorasyon materyalleri boyayıcı ajan içeren solüsyonlarda 4 hafta ve bazen daha fazla bekletilerek oluşan renk değişimleri değerlendirilmiştir (Köksal ve Dikbaş, 2008; Mutlu-Sağesen ve ark., 2001; Omata ve ark., 2006; Singh ve Aggarwal, 2012; Sapulveda-Navarro ve ark., 2011).

Dört haftalık solüsyonda bekletme periyodu kimi araştırmacılara göre çok uzun gelebilir fakat çoğu in vitro çalışmada solüsyonların giderek artan boyayıcı sonuçlarına erişebilmek için çalışmaların 4 haftalık süreye kadar devam ettirilmesine karar verilmiştir (Sato ve ark., 1993; Mutlu-Sağesen ve ark., 2001; Um ve Ruyter, 1991; Yannikakis ve ark., 1998; Inokoshi ve ark., 1996; Fujita ve ark., 2006; Omata ve ark., 2006).

Çalışmamızda literatür çalışmalarındaki bekletme sürelerinin, günlük ortalama içecek tüketimi hesaplamasına göre, 24 saatlik solüsyon içerisinde bekletmenin 1 aylık içecek tüketimine eşdeğer varsayılmasına dayanarak, çalışmamızdaki örnekler solüsyonlar içerisinde 24 saat, 1 hafta, 2 hafta ve 4 hafta bekletilmiş ve ölçümler 1. gün, 7. gün, 14. gün ve 28. günde gerçekleştirilmiştir. Böylece 1 gün bekletmenin 1 aylık içecek tüketimine, 7 gün bekletmenin 7 aylık tüketime, 14 gün bekletmenin 14 aylık tüketime ve 28 gün bekletmenin 28 aylık (2,3 yıl) içecek tüketimine karşılık geldiği düşünülmüştür.

Yapılan çalışmalarda çay, kahve ve kola solüsyonları popülasyonda en sık tüketilen içecekler olduğu için seçilmektedirler. Birçok çalışmada renklenmeye sebep olan içecekler olarak kahve ve çay başta gelmektedir. Bu içecekler aynı zamanda akrilik dişler, kompozit dişler ve porselen dişler üzerindeki renk değişikliğini değerlendirmek için önceki çalışmalarda da kullanılmıştır (Mutlu-Sağesen ve ark., 2005; Güler ve ark., 2005a; Türker ve ark., 2006; Köksal ve Dikbaş, 2008; Imamura ve ark., 2008; İmirzalıoğlu ve ark., 2010; Aysan ve ark., 2011; Sepulveda-Navarro ve ark., 2011; Yıldırım ve ark., 2012; Jafari ve ark., 2014; Goiato ve ark., 2014; Mousavi ve ark., 2016). Bu nedenle bu tez çalışmasında da renk değişimini değerlendirmek amacıyla, tüketim sıklığını da dikkate alarak kahve ve çay kullanılmıştır.

Yıldırım ve arkadaşları (2012), farklı solüsyonlarda bekletilen akrilik dişlerin renklenme düzeylerini araştırdıkları çalışmalarında, iki farklı marka akrilik diş grubunu boyayıcı solüsyon olarak çay, kahve, şarap, kola ve kontrol grubu olarak distile suda yani beş farklı solüsyon içerisinde bekleterek; 1., 7. ve 30. günlerde renk değişimi ölçümlerini yapmışlar ve diş gruplarının birinci ve ikinci zaman aralıklarında boyanmalarının önemli derecede farklı olduğu, üçüncü zaman aralığında ise önemli bir fark olmadığı görülmüş, İkinci zaman diliminde dişlerin renklenmeleri, birinci zaman dilimindeki renklenmeye göre daha yüksek seviyelerde bulunmuştur. Bu durum zamanla renklenmenin arttığını düşündürmüştü ve boyanma miktarının zamana bağlı olarak azalarak arttığı rapor

edilmiştir. Diş gruplarından bir tanesinde kahve solüsyonu en boyayıcı solüsyon olarak tespit edilmiş, diğer diş grubunda ise kola en yüksek boyayıcı solüsyon olarak belirlenmiştir. Bunun sebebinin ise kola yapısındaki asitin, bu gruptaki dişlerin kimyasal yapısını çözerek boyanmaya neden olduğu düşünülmüştür. Kahvede hem absorpsiyon hem adsorpsiyon ile boyanma meydana geldiği önceki çalışmalarda gösterilmiştir (Mutlu-Sağesen ve ark., 2001; Ertaş ve ark., 2006; Salman ve Al-Gaban, 2011; Yıldırım ve ark., 2012; Mousavi ve ark., 2016). Başka bir çalışmada ise, değişik solüsyonlarda bırakılan akrilik rezin materyallerin Türk kahvesinde bekletildiğinde en fazla renklendikleri ifade edilmiştir (Yeşil Duymuş ve Yanıkoğlu, 2010).

Mutlu-Sağesen ve arkadaşları (2001), farklı yapay dişlerin renk stabilizasyonunu inceledikleri çalışmalarında, iki grup porselen yapay diş, iki grup güçlendirilmiş akrilik yapay diş ve iki grup da geleneksel akrilik yapay diş kullanmışlardır. Bizim çalışmamızda olduğu gibi bu grupları 1 gün, 1 hafta, 2 hafta ve 4 hafta çay, kahve, kola gibi boyayıcı solüsyonlar içerisinde bekleterek renk ölçümlerini yapmışlardır. Genel olarak sonuçlar incelendiğinde çalışmanın tamamında kahve solüsyonu en boyayıcı solüsyon olarak belirlenmiştir. En az renk değişimine neden olan solüsyon ise distile su olmuştur. Yapılan pek çok çalışma da Mutlu-Sağesen ve arkadaşlarını (2001) destekler şekilde kahvenin çaydan daha boyayıcı özellikte bir materyal olduğu bulunmuştur (Luce ve Campell, 1988; Dietschi ve ark., 1994; Seghi, 1990; Gökay ve ark., 1998; Chan ve ark., 1980; Chan ve ark., 1981; Scotti ve ark., 1997). Mutlu-Sağesen ve ark. (2001), çay ve kahvenin hazırlanış şekli ve konsantrasyonunun da sonuçları değiştirebileceğini de ifade etmişler ve çalışmalarında gerçek içecek oranlarına göre solüsyonları hazırlamışlardır.

Akrilik dişlerin renk değişimlerinin akrilik materyalin su emme özelliğiyle açıklanabileceği farklı çalışmalarda vurgulanmıştır (Satoh ve ark., 1993; Mutlu-Sağesen ve ark., 2001; Belli ve ark., 1997). Su emilimi aynı zamanda çay ya da kahve gibi boyayıcı içeceklerin de absorpsiyonundan sorumludur ve materyallerin matriksinin hidrofilik doğası su absorpsiyonunda etkilidir (Mundim ve ark., 2010, Vichi ve ark., 2004; Ferracane ve ark., 1998).

Mousavi ve arkadaşlarının, 2016 da yaptığı çalışmada, üç farklı akrilik yapay diş grubu çay, kahve ve kola içerisinde 3 hafta ve 6 hafta bekletilerek renk stabilizasyonları karşılaştırılmıştır. Akrilik dişlerdeki renk değişikliği 1. ve 3. haftalarda yüksek iken 3. ve 6. haftalar arasında daha düşük bulunmuştur. Bunun sebebinin akrilik rezinin absorpsiyon

özelliğiyle ilgili olduğu düşünülmüş, solüsyona koyulduktan sonra ani bir renk değişimi olduğu halde bir süre sonra pigmentler açısından doygunluğa ulaşmış daha da fazla renk değişimi göstermediği görülmüştür. Yine akrilik dişler üzerinde çay neredeyse eşit renk değişikliğine sebep olurken, kahve 6. haftanın sonunda en yüksek renk değişikliğini göstermiştir. Ivoclar marka diş grubunda kola 6. haftanın sonunda daha fazla renk değişikliğine sebep olmuştur.

Salman ve Al-Gaban (2011), farklı boyayıcı ajanların akrilik dişlerin renk stabilizasyonları üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, boyayıcı solüsyon olarak kahve, çay, kola ve kontrol grubu olarak distile su kullanmışlardır. 24 saat sonra, 1 hafta sonra, 2 hafta sonra ve 1 ay sonra renk ölçümleri yapmışlardır. Sonuç olarak en boyayıcı solüsyonun kola, ikinci sıradakinin ise kahve olduğu belirtilmiştir. Çünkü kolanın içeriğindeki fosforik asit ve karbonik asitin akrilik dişlerin mine tabakasında yüzeyde çizikler, aşınmalar oluşturarak renk değişimine sebep olduğu daha önceki bazı çalışmalarda da görülmüştür (Luce ve Camphell, 1988; Köksal ve Dikbaş, 2007).

Yaptığımız çalışmada; PE grubunda distile su, çay ve kahve solüsyonlarında 4 farklı zamandaki ölçümlerin başlangıç noktasında göre farklarının ortalama değerleri farklılık göstermektedir ($p < 0,001$). Tüm zamanların ortalama renk değişimleri arasında farklılık gözlemlenmiştir. Distile suda 1. günden 4. haftaya kadar renk değişimi azalarak artmıştır. Çay solüsyonunda ise 1.gün ve 1. haftada hızlı bir artış söz konusu olmuş ve 2. haftaya doğru artış azalarak devam etmiştir. 4. haftaya doğru renk değişimi artarak farklılık göstermiştir. Kahve solüsyonunda ise ortalama renk değişimi 4. haftaya doğru artış eğilimini devam ettirmiştir. Literatüre uyumlu olarak bu tez çalışmamızda da kahve 4. haftanın sonunda en yüksek renk değişimine sebep olmuştur. Her bir solüsyonda da ortalama renk değişimi en fazla T_0-T_4 'te elde edilmiştir.

PH grubunda distile su, çay ve kahve solüsyonlarında 4 farklı zamandaki ölçümlerin başlangıç noktasına göre farklarının ortalama değerleri farklılık göstermektedir ($p < 0,001$). Distile suda ortalama ΔE değerleri 1. günden 4. haftaya kadar azalarak artış göstermiştir. Yine en yüksek renk değişimi T_0-T_4 'te elde edilmiştir. Çay solüsyonunda ise ortalama ΔE değeri 1. günden 2. haftaya kadar artış göstermiş ve bu artış miktarı 2. hafta ile 4. haftada da aynı şekilde artış elde edilmiştir. Kahve solüsyonunda ise ortalama ΔE değerleri 1. günden 1. haftaya kadar hızlı bir yükseliş göstermiş daha sonra 2. haftaya doğru artış miktarındaki değişimde azalarak bir yükselme

gözlemlenmiş ve 4. haftaya doğru artış miktarı 2. haftaya göre daha yüksek elde edilmiştir (Şekil 39).

DCL grubunda distile su, çay ve kahve solüsyonlarında dört farklı zamandaki ölçümlerin başlangıç noktasına göre farklarının ortalama değerleri farklılık göstermektedir ($p<0,001$). Distile suda ortalama ΔE değeri sabit bir miktarda 4. haftaya doğru artış göstermiştir. Çay solüsyonundaki renk değişimi 1. günden 2. haftaya kadar yükselerek devam etmiş 2. haftadan 4. haftaya geçişte ise renk değişimindeki artış miktarı önceki zamanlara göre azalma göstermiştir. Kahve solüsyonunda ise 1. günden 2. haftaya kadar artış miktarı sabit iken 2. haftadan 4. haftaya kadar artış miktarında ise azalma söz konusu olmuştur.

IVO grubunda distile su, çay ve kahve solüsyonlarında 4 farklı zamandaki ölçümlerin başlangıç noktasına göre farklarının ortalama değerleri farklılık göstermektedir ($p<0,001$). Distile su da 1. günden 2. haftaya kadar renk değişiminde artış söz konusu iken 2. ve 4. hafta arasında fark yoktur. 2. haftadan 4. haftaya kadar renk değişiminde (ΔE) 0,2 birimlik bir artış olsa da bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Çay solüsyonunda ise 1. günden 4. haftaya kadar renk değişimi azalarak artış göstermiştir. Tüm zamanlar açısından ortalama değerler arasında fark vardır. Kahve solüsyonunda ise 1. günden 2. haftaya kadar yükselerek artış gösteren ΔE değeri 2. haftadan 4. haftaya doğru artış miktarını azaltarak yükselmiştir. DCL grubu için çay ve kahve solüsyonunda, IVO grubu için ise kahve solüsyonunda 2. Haftadan 4. haftaya kadar renk değişimindeki artış miktarının azalmasının sebebinin, çay ve kahvenin örneklerin yüzeylerine belli bir kalınlığa ulaşana kadar çökmesi ve doygunluğa ulaşip bu aşamadan sonra solüsyonun içerisine geri çözünmesi olduğu düşünülmüştür (Keskin, 2002).

Stober ve arkadaşlarının (2001), yaptıkları çalışmada dişlerdeki renk değişiminin solüsyonlarda bekleme süresiyle orantılı olarak arttığı ve kahvenin en fazla boyayıcı etkiye sahip solüsyon olduğu ifade edilmekte ve çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

Tüm grupların kahve solüsyonunda bekletilmesi sonucu ortalama renk değişiminin giderek arttığı ve PE grubundaki dişlerin kahve solüsyonunda 4. hafta sonunda elde edilen renk değişimlerinin klinik olarak kabul edilebilir sınırların dışına çıktığı gözlemlenmiştir. Yine PE grubunda çay solüsyonu için incelediğimizde 4. hafta

sonunda elde edilen renk değişimi klinik olarak kabul edilebilir limitlerin üst sınırında ($\Delta E = 3,5$) elde edilmiştir.

Dental materyallerin renklenmesinde uzun dönem kullanımları esnasında birçok faktör etkili olabilir. Çalışmamızda kullandığımız kahve ve çay solüsyonlarındaki renk değişimlerine etki eden faktörler farklı araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur. Bu faktörler, leke birikimi, su emilimi, içeriğin çözünmesi, içsel pigmentlerin parçalanması ve yüzey pürüzlülüğüdür. Çay, kahve, şarap ve yiyeceklerde kullanılan yapay boyalar yapay dişlerin renklenmesini arttırabilir (İmirzalıoğlu ve ark., 2010). Tannin çay ve kahvedeki yüksek boyayıcı özelliğe sahip ortak bileşendir (Nordbö ve ark., 1983). Ayrıca çay yaprakları, yüksek miktarlarda çaya tadını ve özelliğini veren flavonoid ve metilksantin bileşikleri içerirler ve yapraklardaki bu çay flavinleri sarımsı-kahverengimsi boyanmaya sebep olur. Kahve için işlenme aşamaları, depolama süreci, sıcaklık ve nem kahvenin kimyasal yapısını değiştirebilir. Kahvenin içeriğinde bulunan kafein ve kafeik asit, çaya benzer şekilde polimer yapısındaki materyaller üzerinde boyanmaya sebep olabilir (Keskin, 2002). Çay ve kahve ikisi de farklı polaritelerde sarı renkli boyayıcı etkenlere sahiptir. Çaydaki gibi yüksek polariteli yapılar önce ayrırır. Kahvedeki düşük polariteli yapılar ise daha geç ayrırır. Çayın boyayıcı etkisi polar boyayıcı yapıların materyallerin yüzeyine adsorpsiyonuyla ortaya çıkar ve bu dişlerin fırçalanmasıyla temizlenebilir. Kahvenin boyayıcı etkisi ise polar boyayıcı yapıların hem derin absorpsiyonu hem de yüzeye adsorpsiyonu yoluyla meydana gelir ve bu yüzden temizlenmesi daha zordur (Keskin, 2002). Bu adsorpsiyon ve boyayıcı yapıların materyalin organik yapısı içeriğine penetrasyonu, kahvedeki sarı renkli boyayıcı yapıların polimer fazı içeriğine girmesiyle açıklanmıştır (Um ve Ruyter, 1991).

Bir çalışmada üç tip güçlendirilmiş akrilik diş ve iki tip porselen dişin kahve, çay ve kolaya maruz bırakıldıklarında görülen renk değişimlerine bakılmıştır. Bunun sonucunda en fazla boyayıcı solüsyonun kahve olduğu, renk değişiminin zamana bağlı olduğu ve renk değişikliğinin fazla olmasının solüsyon içeriğinde bekletme süresinin artmasıyla ilgili olduğu gösterilmiştir (Köksal ve Dikbaş, 2008).

Gregorius ve arkadaşlarının (2012) çalışmasında da bu bulgular desteklenir şekilde kahvenin yapay dişleri daha sarı hale getirdiği ve daha çok renklendirdiği bulunmuştur. Aynı zamanda kırmızı şarap da kahveyle benzer değerlerde renk değişimine sebep olmuştur.

Tekrarlı varyans analizi sonucuna göre PE grubu kendi içinde değerlendirildiğinde gerek distile su gerek çay gerekse kahve solüsyonlarında zamana göre 1. günden 4. haftaya kadar ortalama ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu görülmüştür. ΔE ortalama değeri 4. haftanın sonuna kadar istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde yükselmiştir. Başlangıçta distile suda 0,9 olan ortalama ΔE değeri 4. haftada 1,7'ye yükselirken, çayda 1,1 'den 3,5'e, kahvede ise 1,3'ten 4,6'ya yükselmiştir. Dört farklı yapay diş grubunu incelediğimiz bu çalışmada, gruplar içerisinde en fazla renk değişiminin PE grubunda olduğu ve bu renk değişiminin literatürde de belirtildiği gibi su emilimine bağlı olduğu düşünülmüştür. Kompozit materyallerin su absorbe etme özelliği vardır. Polimer yapıların su absorpsiyon duyarlılığı, matriksin hidrofilik yapısı ve moleküllerin iyonik özellikleri su absorpsiyon seviyesi üzerinde etkilidir. Su absorpsiyonu aynı zamanda çay ve kahve gibi boyayıcı içeceklerin absorpsiyonuna da sebep olur (Vichi ve ark., 2000; Mundim ve ark., 2010).

Tekrarlı varyans analizi sonucuna göre PH grubu kendi içinde değerlendirildiğinde gerek distile su gerek çay gerekse kahve solüsyonlarında zamana göre 1. günden 4. haftaya kadar elde edilen ortalama ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu görülmüştür. ΔE ortalama değeri 4. haftanın sonuna kadar istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde yükselmiştir. Başlangıçta distile suda 0,3 olan ortalama ΔE değeri 4. haftada 0,9'a yükselirken, çayda 0,6'dan 1,9'a, kahvede ise 0,7'den 2,3'e yükselmiştir. Birkaç farklı çalışmada rezin matriks tipinin kompozit rezinlerin renk stabilizasyonunda en büyük rolü oynadığı ve trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) içeren kompozit rezinlerdeki renklemenin üretan dimetakrilat (UDMA) içerenlerden daha fazla olduğu rapor edilmiştir (Güler ve ark., 2009; Gönülol ve Yılmaz, 2012; Imazato ve ark., 1995). Bu monomerler rezin matriksini hidrofilik yaparak su ve diğer sıvıların emilimini arttırarak renk değişimine sebep olurlar. Literatürde doldurucu maddelerin yapısının da aynı zamanda renklenme sonuçlarına da etki ettiği vurgulanmıştır. Renklenme, amin hızlandırıcıların oksidasyonu ve organik matriks ve matriks doldurucu ara yüzeyindeki değişimlere bağlı olarak, rezinin matriksi içinde, doldurucular içinde ve bunların ara yüzeylerinde oluşur. Eğer doldurucular silanlanmazsa rezin matriksin su emilimine bağlı olarak şişmesiyle ara yüzlerde boşluklar ve mikro çatlaklar oluşur (Omata ve ark., 2006; Gönülol ve Yılmaz, 2012; Imamura ve ark., 2008).

Imamura ve arkadaşlarının (2008) kompozit rezin yapay dişlerin renk değişikliği üzerine doldurucu tipinin ve polisajın etkisini araştırdıkları çalışmalarında silanlanmış doldurucu içeren kompozit rezin yapay dişler renk değişimine karşı silanlanmamış rezinlere göre daha iyi direnç göstermiştir.

Yılmaz ve arkadaşlarının (2008) yaptığı bir çalışmada hibrit yapıları kompozitler ile nanohibrit yapıları kompozit rezin restorasyon materyalleri farklı içeceklerde bekletilmiştir. Çalışmanın sonucunda nanohibrit kompozit materyalde daha az renk değişimi görülmüştür ve bunun nedenini nanohibrit yapıları kompozitte nano boyutlu doldurucular sayesinde daha pürüzsüz yüzey sağlanmasına bağlamışlardır. Bu bilgilerin ışığında çalışmamızda kullanılan PH grubunda en az renk değişimi değerlerinin elde edilmesinin ve su emilimine karşı dirençli olmasının sebebinin, bu gruptaki dişlerin nanohibrit kompozit materyalden oluşması ve yapılarında nano doldurucuların, silanlanmış SiO₂ doldurucuların bulunması ve matriksinin yapısında ise UDMA içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

DCL grubunda gerek distile su gerek çay gerekse kahve solüsyonlarında zamana göre 1. günden 4. haftaya kadar elde edilen ortalama ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu görülmüştür. ΔE ortalama değeri 4. haftanın sonuna kadar istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde yükselmiştir. Başlangıçta distile suda 0,4 olan ortalama ΔE değeri 4. haftada 1'e yükselirken, çayda 0,5'ten 2,2'ye, kahvede ise 0,9'dan 2,6'ya yükselmiştir.

Çapraz bağlı ajanlar ve doldurucular akrilik dişlere eklenerek renklenmeye karşı direnç sağlamaları, yüzey çatlaklarından korunmaları ve aşınmaya karşı direnç göstermeleri amaçlanmıştır (Powers, 2006). Renk değişikliği değerlerinin daha düşük olması yüksek oranda hidrofobik çapraz bağların ve doldurucu içeriğinin olması ve böylece daha az su emilimi gerçekleşmesiyle açıklanabilir (Şahin ve ark., 2015).

Renk değişimi diyet ile alınan gıdalardaki renk pigmentlerinin yüzeyi boyaması ya da sıvı ile birlikte pigmentlerin kaide materyali içine doğru difüze olarak moleküller arasına geçmesi sonucu olmaktadır. PH ve DCL grubundaki dişlerde renk değişiminin daha az olması materyalin pigmentlerin difüzyonuna izin vermemesi ile açıklanabilir. PH ve DCL'nin renk değişimine karşı daha dirençli olması doldurucu varlığına ve büyüklüğüne bağlı olarak yoğunluğunun artmasına ve bu sayede su emiliminin daha az

olmasına bağlanabilir. Renklenmede boyayıcı maddelerin molekül büyüklüğünün de etkili olduğunu belirtilmiştir (Aysan ve ark., 2011).

Çapraz bağlı plastikler göreceli olarak kimyasal çözücülere karşı dirençlidir fakat bazı organik çözücüler tarafından belli bir dereceye kadar yumuşatılırlar. Plastikler yumuşadığı zaman, organik boyalar dış tabakaya tutunurlar ve renklenmeye sebep olurlar (Craig ve Powers, 2002). Yapay dişlerin yüzeylerinin zamanla aşınma ve kimyasal bozunma sonucu pürüzlenmesi, düzgün yüzeylere göre mekanik olarak daha fazla boya tutulumuna sebep olarak dışsal boyanma miktarını arttırabilir (Iazetti ve ark., 2000; Yılmaz ve Özkan, 2007).

Tekrarlı varyans analizi sonucunda IVO grubu kendi içinde değerlendirildiğinde distile suda zamanla değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 2. hafta ve 4. hafta ölçümleri arasında farklılık yok iken diğer zaman dilimlerinde farklılık tespit edilmiştir. 2. hafta ile 4. hafta arasında farklılık çıkmaması sadece IVO grubunda görülmüştür. Çay solüsyonunda 1,0 olan ortalama ΔE değeri 4. haftada 2,8'e, kahvede ise 1,3 olan ortalama ΔE değeri 3,0'a yükselmiştir.

Kurtulmuş-Yılmaz ve Deniz (2014) tarafından yapılan çalışmada yapay dişlerin boyanma hassasiyetinin materyalin yapısına ve boyayıcı solüsyona bağlı oldukları bulunmuştur. Renk değişimlerini tespit edebilmek için renk ölçümünde klinik spektrofotometre olan Vita Easysshade Compact kullanılmıştır. Yapılan çalışmada geleneksel akrilik, çapraz bağlı akrilik ve nanokompozit diş gruplarının kırmızı şarap, çay ve kahve solüsyonlarındaki renk değişimleri incelenmiştir. Geleneksel akrilik diş gruplarından bir tanesi çalışmamızda da kullandığımız IVO grubudur. Kurtulmuş-Yılmaz ve Deniz (2014) tarafından yapılan çalışmada IVO grubu diğer gruplara göre renk değişimine karşı daha dirençli iken bu tez çalışmasındaki gruplar arasında PH ve DCL den daha yüksek renk değişimi göstermiştir. Bunun literatürden farklı olmasının nedeni literatürde kullanılan çapraz bağlı dişlerin üretici firmalarının farklı olması ve farklı kimyasal içeriklere sahip olabileceğidir.

Literatürde geleneksel PMMA yapay dişler olan Ivostar (IVO) diğer geleneksel akrilik, güçlendirilmiş çapraz bağlı akrilik ve kompozit dişlere göre daha iyi renk stabilizasyonu göstermişlerdir. Diğer geleneksel PMMA grubu olan Major Dent ise daha yüksek ΔE değerleri göstermiştir. Major Dent grubunda yüksek ΔE değerleri saptanması, materyalin fazla miktarda hidrofilik monomer likiti içermesiyle ilişki olabileceğini

düşündürmektedir (Kurtulmuş-Yılmaz ve Deniz, 2014). Monomer likitinin hidrofobik ve hidrofilik karakteri PMMA bazlı materyallerin renk stabilizasyonu üzerinde etkiye sahiptir. Genel olarak hidrofilik materyaller yüksek derecelerde renk değişimi gösterirler (Hersek ve ark., 1999). PMMA bazlı dişler yüksek dönüşüm oranına ve dönüşüm reaksiyonundan sonra ortaya çıkan ve renk stabilizasyonunda bozulmaya, kötüleşmeye sebep olan düşük seviyelerde dibenzoil peroksit içeriğine sahiptirler (Rosentritt ve ark., 1998). Buna bağlı olarak literatürde IVO grubunun diğer geleneksel akrilik dişlere göre renk değişime karşı daha dirençli olmasının nedenin, farklı üretici firmalarına ait materyaller içerisinde bulunan dibenzoil peroksit seviyelerindeki farklılıklara bağlı olabileceği düşünülmektedir. Bu tez çalışmasında kullanılan tüm gruplar aynı üretici firmaya ait farklı kimyasal içeriklere sahip materyallerdir. Farklı kimyasal içeriğe sahip olan materyaller içerisinde IVO grubu PH ve DCL grubundan daha yüksek renk değişimi göstermiştir. Aynı üreticiye ait 4 farklı kimyasal içeriğe sahip yapay dişlerin seçilme sebebi, çalışmada materyallerin içeriklerinin homojenize edilmesidir. Önceki çalışmalarda hem farklı markalar hem farklı gruplar çalışılmıştır. Çalışmamızda ise markayı sabit tutarak standart sağlanması ve farklı içeriğe sahip materyallerin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

PE grubunda distile su için 4. haftanın sonuna kadar meydana gelen renk değişikliği 1,7, çayda 3,5 ve kahvede de 4,6 olarak elde edilmiştir. Literatürde renk değişikliğinin 3,5 olması kabul edilebilirdir. Bu çalışmada kabul edilebilir renk değişimi sınırları üzerinde renklenmeye sebep olan solüsyon kahve olarak karşımıza çıkmaktadır. Çay solüsyonu ise renk değişiminin klinik olarak kabul edilebilir sınır değeri olan 3,5 olarak elde edilmiştir.

PH grubunda ise 4. haftanın sonuna kadar meydana gelen renk değişikliği distile suda 0,9, çayda 1,9 ve kahvede 2,3 olarak elde edilmiştir. PH grubundaki renk değişimi literatürdeki kabul edilebilir sınırlar içerisinde yer almaktadır.

DCL grubunda 4. haftanın sonuna kadar meydana gelen renk değişikliği distile suda 1, çayda 2,2 ve kahvede de 2,6 olarak elde edilmiştir. Kabul edilebilir sınırlar içerisinde bir renk değişimi söz konusudur.

IVO grubunda da benzer bir yapı ortaya çıkmıştır. 4. haftanın sonuna kadar meydana gelen renk değişikliği distile suda 1,2, çayda 2,8 ve kahvede de 3,0 olarak elde edilmiştir. Elde edilen bu değişiklikler klinik olarak kabul edilebilir değişikliklerdir.

Denli ve arkadaşları (1996), beş farklı akrilik rezin dişte sigara, kahve, kırmızı şarap, vişne suyu ve çayın boyayıcı etkilerini araştırmışlar ve ölçümler sonucunda bütün örneklerde zamana bağlı olarak özellikle 2. haftanın sonunda renk değişimi gözlemlenmiştir. En fazla renk değişimi sigara ve kahve gruplarında meydana gelmiştir. Bu tez çalışmasında ise Denli ve arkadaşlarının (1996) yapmış olduğu çalışmadan farklı olarak renk değişimleri arasında tüm zaman dilimlerinde istatistiksel olarak farklılık gözlemlenmiştir. Renk değişim miktarları 1. günden itibaren istatistiksel olarak artış göstermiştir. Genel olarak elde edilen ΔE değerleri klinik olarak kabul edilebilir değerler aralığında yer almıştır. Sadece PE grubu dişler kahve slüsyonunda 4. haftanın sonunda klinik olarak kabul edilebilir değerler dışına çıkmıştır. Çay solüsyonunda ise renk değişimi klinik olarak kabul edilebilir üst sınırdan elde edilmiştir. En fazla renk değişimi kahve solüsyonunda elde edilmiştir.

Rezin bazlı materyallerde renklenme kompleks bir olgudur ve yüzey pürüzlülüğü, kimyasal ve fiziksel etkileşimler gibi farklı mekanizmalarla bağlantılıdır (Güler ve ark., 2009; Gönülol ve Yılmaz, 2012; Doray ve ark., 2003).

Restorasyonların renklenmesi materyallerin derin bölgelerindeki fizikokimyasal reaksiyonlarla ilgili iç faktörlere ya da boyalı gıdaların absorpsiyon ve adsorpsiyonu gibi dış faktörlere bağlıdır (Nasim ve ark., 2010; Abu-Bakr ve ark., 2000). Dış faktörlere bağlı renk değişiklikleri aynı zamanda diyet (Rosentritt ve ark., 1998), oral hijyen, materyalin kompozisyonu ve yüzey pürüzlülüğünden etkilenirler (Ergun ve ark., 2005; Jandan ve ark., 2007; Shina ve Rawls, 2009; Sen ve ark., 2002; Minami ve ark., 2007). Akrilik dişlerin renklenmesinde kimyasal yapının stabilitesi, polimer matriks yapıdaki oksidasyon özelliği gibi faktörler rol oynamaktadır (Büyükyılmaz ve Ruyter, 1994). Oral kavitede restoratif materyallerin boyanma derecesi diyet alışkanlıkları ile yakından ilgilidir (Gökay ve Müjdecı, 1999). Burrow ve Makinson (1991) gün ışığı ve suyun da renklenmede etkili olabileceğini ancak diyet alışkanlıklarının daha önemli olduğunu bildirmişlerdir. Imamura ve arkadaşları (2008) yaptıkları çalışmalarda, klinik kullanım süresince protezlerin diyet alışkanlıklarına bağlı sıcaklık değişimlerine ya da protez temizleme preparatları gibi kimyasal değişimlere maruz kaldıklarını belirtmişlerdir. Bu durumların yapay dişlerin renklenmesiyle de bağlantılı olduğu dikkate alınmalıdır. Ancak çalışmamızda termal yaşlandırma işlemi yapılmamıştır.

Aşınma ve kimyasal olarak indirgenme ve çözümler sonucunda oluşan pürüzlü yüzeyler aynı zamanda dışsal renklenmeyi artırırlar (Lazetti ve ark., 2000). Yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimi arasında kesin bir bağlantı kurmak genellikle mümkün olmayabilir, fakat yüzey pürüzlülüğü boyaların adsorpsiyonu için ana sebep olarak gösterilmektedir. Boyayıcıların rezin materyellerin organik fazı üzerine adsorpsiyon ve absorpsiyonu, aynı zamanda yetersiz polimerize olan yüzeylerin tepkimeye açık olmasındaki artış da boyanmaya sebep olarak düşünülmüştür (Saraç ve ark., 2006; Güler ve ark., 2009; Doray ve ark., 2003).

Um ve Ruyter (1991), rezin esaslı veneer materyallerinin kahve ve çaydan etkilenmelerini inceledikleri çalışmalarında, oluşan boyanmanın fırçalama ile azaltılabileceğini belirtmişlerdir. Büyükyılmaz ve Ruyter'in (1994) yaptığı çalışmada da çay ve kahvenin protez kaide materyallerinde neden olduğu yüzeyel renklenmenin fırçalamayla azaltılabileceği belirtilmiştir.

Beslenme alışkanlığıyla birlikte oral kavitedeki sıcaklık, nem, mikroorganizmalar, tükürüğün yapısı ve miktarı da dental materyallerdeki renk değişimi üzerinde etkilidir. İleriki çalışmalarda oral kavitedeki bu faktörlerin renk değişimi üzerine etkilerinin incelenmesi tavsiye edilmektedir. Çalışmalar sırasında kullanılan materyallerin tipinin ve geometrisinin, solüsyonların çeşidinin ve aletsel renk ölçümlerinin sistematik tekniklerinin farklı olmasının, ortaya çıkacak olan renk değişimi değerlerini etkileyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Çalışmamızda termal devirlendirme ve yaşlandırma işlemi yapılmamış, materyallerin yüzey pürüzlülüğü ve buna sebep olan faktörler ve ayrıca ağız ortamında bulunan tükürüğün ve mikroorganizmaların renk değişimi üzerindeki etkisi incelenmemiştir. Bunlar çalışmamızın limitasyonlarıdır. Bu etkenlerin incelendiği daha uzun takip süreleri olan in vitro ve in vivo çalışmalar yapılmalıdır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın sınırları içinde ulaşılan sonuçlar ve öneriler şunlardır:

- Çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre test edilen farklı yapay diş grupları ve solüsyonların boyayıcı etkileri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuş ($p<0,05$) ve hipotezimiz kabul edilmiştir.
- Çay ile karşılaştırıldığında en boyayıcı solüsyonun kahve olduğu görülmüştür.
- Hem çay hem de kahve solüsyonu içinde en çok renkleneyen yapay diş grubu PE (isosit), en az renkleneyen yapay diş grubu ise PH (nanohibrit kompozit)'dir.
- Klinik olarak kabul edilemez renk değişimi sadece PE grubunda görülmüştür.
- Renklenmenin zamanla tüm gruplarda arttığı, en hızlı artışın ise tüm zamanlarda PE grubunda olduğu görülmüştür.
- Diş hekimleri yapay diş seçimleri sırasında bu materyallerin renk değişimi olasılığını göz önünde bulundurmalı ve hastalar protezlerin fırçalanması, bakımı ve çay, kahve gibi içeceklerin renklendirici etkileri konusunda bilgilendirilmelidir.
- Termal devirleme gibi yaşlandırma işlemlerinin ve yüzey pürüzlülüğünün, farklı içeriklere sahip yapay dişlerin renk değişimine etkisinin daha uzun sürelerde takip edilerek incelendiği in vitro ve in vivo ileri çalışmalar yapılmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- Abe Y, Sato Y, Akagawa Y, Ohkawa S. An in vitro study of high-strength resin posterior denture tooth wear. *International Journal of Prosthodontics* 1997;10(1):28-34.
- Abe Y, Sato Y, Tajı T, Akagawa Y, Lambrechts P, Vanherle G. An in vitro wear study of posterior denture tooth materials on human enamel. *Journal of oral rehabilitation* 2001;28(5):407-412.
- Abu-Bakr N, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Color stability of compomer after immersion in various media. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2000; 12:258-63.
- Ahmad I. *Protocols for predictable aesthetic dental restorations*. 1st Ed., Navarra Blackwell Munksgaard. 2006;77-97.
- Ahn JS, Lee YK. Color distribution of a shade guide in the value, chroma, and hue scale. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2008a;100(1):18-28.
- Ahn JS, Lee YK. Difference in the translucency of all ceramics by the illuminant. *Dental Materials* 2008b;24(11):1539-1544.
- Aladağ A. Vitapan Classical ve Vitapan 3-D Master renk anahtarları kullanılarak renk seçimi yapılmış metal destekli seramik kronların, doğal dişe göre renk uyumlarının araştırılması. Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Doktora Tezi, 2003; 10-142.
- Alghazalı N, Burnside G, Moallem M., Smith P, Preston A, Jarad FD. Assessment of perceptibility and acceptability of colour difference of denture teeth. *Journal of Dentistry* 2012; 40: e10-e17.
- Altunsoy S. Farklı post-core materyalleri ve siman renkleri kullanılarak, In-Ceram ve IPS Empress tam seramik restorasyonlardaki renk değişikliğinin incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Doktora Tezi, 2001
- Analoui M, Papkosta E, Cochran M, Matis B. Designing visually optimal shade guides. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2004 Oct;92(4):371-6.
- Antonson SA ve Anusavice KJ. Contrast ratio of veneering and core ceramics as a function of thickness. *International Journal of Prosthodontics* 2001;14(4):316-320.

- Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. Phillip's Science of Dental Materials. 12th Ed., St. Louis: W.B. Saunders, 2013;73-277.
- Arikawa H, Kanie T, Fujii K, Takahashi H, Ban S. Effect of filler properties in composite resins on light transmittance characteristics and color. Dent Mater J. 2007;26(1):38-44.
- Arıma T, Murata H, Hamada T. Properties Of Highly Cross-Linked Autopolymerizing Reline Acrylic Resins. The Journal of Prosthetic Dentistry 1995;73(1): 55-59.
- Atabek D, Sillelioglu H, Olmez A. The efficiency of a new polishing material: nanotechnology liquid polish. Operative Dentistry 2010;35(3):362-369.
- Ateş M. Protez kaide maddesi olarak kullanılan akriliklerin yapay plastik dişlere bağlanma dayanımı, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul 1993; 9-140.
- Ayaz EA, Altıntaş SH, Turgut S. Effects of cigarette smoke and denture cleaners on the surface roughness and color stability of different denture teeth. The Journal of prosthetic dentistry 2014;112(2):241-248.
- Aysan İ, Uçar Y, Üşümez A. Üç farklı kaide materyalinin farklı solüsyonlardaki renk stabilitesinin karşılaştırılması. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 2011;21(3):219-225.
- Ayyıldız S, Güler AU, Özdemir OS, Dede DÖ. Farklı renk skalalarının ve ışık kaynaklarının renk seçimine etkisinin incelenmesi. Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences 2011;17(1):30-5.
- Babayiğit MA, Oğur R, Tekbaş ÖF, Hasde M. Genç erişkin erkeklerde alkolsüz içecek tüketim alışkanlıklarının ve etki eden faktörlerin araştırılması. Genel Tıp Dergisi 2006;16(4): 161-168.
- Bayındır F, Uzun İH. Tam seramik kron sistemleri. J Dent Fac Ataturk Uni. 2007;2:33-42.
- Bayındır F, Wee AG. Diş rengi seçiminde bilgisayar destekli sistemlerin kullanımı. Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi 2006;30(3):40-46.

- Belli E, Kesim B. Dişhekimliğinde ışık, renk ve renk seçimi. S.Ü. Dişhekimliği Fakültesi Dergisi 1996;6 48-55.
- Belli S, Tanrıverdi FF, Belli E. Colour stability of three esthetic laminate materials against to different staining agents. Journal of Marmara University Dental Faculty 1997;2:643-648.
- Berger-Schunn A. Practical color measurement: a primer for the beginner, a reminder for the expert. New York: John Wiley & Sons; 1994; 42–166.
- Bessing C, Wiktorsson A. Comparison of two different methods of polishing porcelain. European Journal of Oral Sciences 1983;91(6): 482-487.
- Bolt RA, Bosch JJ, Coops JC. Influence of window size in small-window colour measurement, particularly of teeth. Physics in Medicine and Biology 1994;39(7):1133-42.
- Braden M, Clarke RL. Water absorption characteristics of dental microfine composite filling materials. I. Proprietary materials. Biomaterials, 1984;5(6): 369-372.
- Bragaglia LE, Luiz HM, Maria CM, The Role of Surface Treatments on the Bond between Acrylic Denture Base and Teeth. Braz Dent J. 2009;20(2): 156-161
- Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. Dental Clinics of North America 2004;48(2):v, 341-58.
- Burrow MF, Makinson OF. Color change in light cured resins exposed to daylight. Quint Int 1991;22:733.
- Büyükyılmaz S, Ruyter IE. Color stability of denture base polymers. International Journal of Prosthodontics 1994;7(4):372-382.
- Campanha NH, Paravina AC, Vergani CE, Machad, AL. Effect of microwave sterilization and water storage on the Vickers hardness of acrylic resin denture teeth. The Journal of Prosthetic Dentistry 2005 93(5), 483-487.
- Chaiyabutr Y, Kois JC, Lebeau D, Nunokawa G. Effect of abutment tooth color, cement color, and ceramic thickness on the resulting optical color of a CAD/CAM glass ceramic lithium disilicate-reinforced crown. J Prosthet Dent. 2011;105(2):83-90.

- Chan KC, Fuller JL, Hormati AA. The ability of foods to stain two composite resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1980;43:542-5.
- Chan KC, Hormati AA, Kerber PE. Staining calcified dental tissues with food. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1981;46:175-178.
- Cho BH, Lim YK, Lee YK. Comparison of the color of natural teeth measured by a colorimeter and Shade Vision System. *Dental Materials* 2007;23(10):1307-1312.
- Cho MS, Yu B, Lee YK. Opalescence of all-ceramic core and veneer materials. *Dental Materials* 2009;25(6):695-702.
- Chu SJ, Devigus A, Mieleszk AJ. *Fundamentals of color: shade matching and communication in esthetic dentistry*. Second Edition. Quintessence Publishing Company 2010; 1-22
- Chu FCS, Chow TW, Chai J. Contrast ratios and masking ability of three types of ceramic veneers. *The Journal of prosthetic dentistry* 2007; 98: 359-364.
- Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of dentistry*, 2010, 38: e2-e16.
- Craig, RG, Powers JM. *Restorative Dental Materials*. 11th Ed., St. Louis, Missouri: Mosby, Inc., 2002; 672-675.
- Çal E, Sonugelen M, Guneri P, Kesercioglu A, Kose T. Application of a digital technique in evaluating the reliability of shade guides. *Journal of Oral Rehabilitation* 2004;31(5): 483-491.
- Çal E, Güneri P, Köse T. Comparison of digital and spectrophotometric measurements of colour shade guides. *Journal of Oral Rehabilitation* 2006;33(3):221-8.
- Çalikkocaoğlu S. *Tam Protezler*. İstanbul: Quinstenssence Yayıncılık, 2010; 31-437.
- Çörekçi B, Irgın C, Malkoç S, Öztürk B. Effects of staining solutions on the discoloration of orthodontic adhesives: an in-vitro study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2010;138.6: 741-746.

- Da Silva JD, Park SE, Weber HP, Ishikawa-Nagai S. Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. *J Prosthet Dent.* 2008;99(5):361-8.
- Dancy WMK, Yaman P, Dennison JB, O'Brien WJ, Razzoog ME. Color measurements as quality criteria for clinical shade matching of porcelain crowns. *J Esthet Restor Dent.* 2003; 15:114-22.
- Davison SP, Myslinski NR. Shade selection by color vision-defective dental personnel. *J Prosthet Dent.* 1990;63(1):97-101.
- de Azevedo Cubas GB, Camacho GB, Demarco FF, Pereira-Cenci T. The effect of luting agents and ceramic thickness on the color variation of different ceramics against a chromatic background. *Eur J Dent.* 2011;5(3):245-52.
- Denli N, Uludağ B, Kılıçarslan MA, Özkan T. Resistance of artificial acrylic resin teeth to staining. *Türkiye Klin. Dişhek. Bil. Derg.*, 1996; 2: 38-42.
- Diaz-Arnold AM, Dunne JT, Jones AH. Microhardness of provisional fixed prosthodontic materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1999;82(5): 525-528.
- Dietschi D, Campanile G, Holz J, Meyer JM. Comparison of color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. *Dental Materials* 1994; 10:353-62.
- Donahue JL, Googkind RJ, Schwabacher WB, Aeppli DP. Shade color discrimination by men and women. *J Prosthet Dent.* 1991;65 (5):699-703.
- Doray PG, Li D, Powers JM. Color stability of provisional restorative materials after accelerated aging. *Journal of Prosthodontics* 2001;10(4): 212-216.
- Doray PG, Eldiwany MS, Powers JM. Effect of resin surface sealers on improvement of stain resistance for a composite provisional material. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2003;15:244-50.
- Douglas RD, Brewer JD. Acceptability of shade differences in metal ceramic crowns. *Journal Prosthetic Dentistry* 1998;79:254-60.
- Douglas Rd, Przybylska M. Predicting porcelain thickness required for dental shade matches. *Journal Prosthetic Dentistry* 1999;82(2): 143-149.

- Douglas RD. Color stability of new-generation indirect resins for prosthodontic application. *Journal Prosthetic Dentistry* 2000;83(2): 166-170.
- Douglas RD, Steinhauer TJ, Wee AG. Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. *Journal Prosthetic Dentistry* 2007;97:200-8
- Doyuran SD, Gültekin M. Türkiye’de meyve suyu sektörü. *Gıda Mühendisliği Dergisi* 2002;13: 35-39.
- e Silva MLDA, da Cunha Medeiros FDS, Meireles SS, Duarte RM, ve Andrade AKM. The effect of drinks on color stability and surface roughness of nanocomposites. *European Journal of Dentistry* 2014;8(3):330.
- Ekşi A, Akdağ, E. 2000’den 2007’ye Türkiye’de meyve suyu üretimi ve tüketimi. 4. *Mevsim Meyve Suyu*. 2008; 62:18-23.
- Eldiwany M, Friedl KH, Power JM. Color stability of light-cured and post-cured composites. *American Journal of Dentistry* 1995;8(4):179-181.
- Eliades T, Kakaboura A, Eliades G, Bradley TG. Comparison of enamel colour changes associated with orthodontic bonding using two different adhesives. *The European Journal of Orthodontics* 2001; 23(1): 85-90.
- Ergun G, Mutlu-Sağesen L, Özkan Y, Demirel E. In vitro color stability of provisional crown and bridge restoration materials. *Dental Materials Journal* 2005;24(3):42-50.
- Ersu B, Hannak WB, Freesmeyer WB. Tam ve bölümlü protezlerde kullanılan akrilik rezin dişlerin sertliklerinin karşılaştırılması. *Hacettepe Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi* 2007;31(4): 58-64.
- Ertan AA, Sahin E. Color stability of low fusing porcelains: an in vitro study. *Journal of Oral Rehabilitation* 2005; 32(3):58-61.
- Ertaş E, Güler AU, Yücel AC. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dental Materials Journal*., 2006;8(3):330-336.

- Fani G, Vichi A, Davidson CL. Spectrophotometric and visual shade measurements of human teeth using three shade guides. *American Journal of Dentistry* 2007;20(3):142-146.
- Fenton AH. Selecting and arranging prosthetic teeth and occlusion for the edentulous patient. In: *Prosthodontic Treatment for Edentulous Patients*. 12th Ed. Ed.: G. A. Zarb, C. L. Bolender. St. Louis: Mosby, Inc., 2004; 298-307.
- Ferracane JL, Berge XH, Condor JR. In vitro aging of dental composites in water effect the degree of conversion, filler volume and filler/matrix coupling. *Journal of Biomedical Materials Research* 1998; 42:465-472.
- Finger WJ, Lee KS, Podszun W. Monomers with low oxygen inhibition as enamel/dentin adhesives. *Dental Materials* 1996;12(4):256-61.
- Fondriest J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* 2003;23(5):467-79.
- Fondriest J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* 2003;23: 467-79.
- Forshee RA, Storey ML. Total beverage consumption and beverage choices among children and adolescents. *International Journal Of Food Sciences And Nutrition* 2003;4(4): 297-307.
- Fujita M, Kawakami S, Noda M, Sano H. Color change of newly developed esthetic restorative material immersed in food-simulating solutions. *Dental Materials Journal* 2006; 25:352-359.
- Gehrke P, Riekeberg U, Fackler O, Dhom G. Comparison of in vivo visual spectrophotometric and colorimetric shade determination of teeth and implant-supported crowns. *Int J Comput Dent*. 2009;12(3):247-63.
- Ghazal M, Hedderich J, Kern M. Wear of feldspathic ceramic, nano-filled composite resin and acrylic resin artificial teeth when opposed to different antagonists. *European Journal of Oral Sciences* 2008; 116(6):585-592.

- Ghazal M, Yang B, Ludwig K, Kern M. Two-body wear of resin and ceramic denture teeth in comparison to human enamel. *Dental Materials* 2008a; 24(4): 502-507.
- Ghazal M, Albashaireh ZS, Kern M. Wear resistance of nanofilled composite resin and feldspathic ceramic artificial teeth. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2008b;100(6): 441-448.
- Ghinea R, Perez M, Herrera L, Rivas MJ, Yebra A ve Paravina RD. Color difference thresholds in dental ceramics. *Journal of Dentistry* 2010;38:e57-e64.
- Goiato MC, Nobrega AS, dos Santos DMD, Andreotti AM ve Moreno A. Effect of different solutions on color stability of acrylic resin-based dentures. *Brazilian Oral Research* 2014; 28(1):1-7.
- Gomez-Polo C, Gomez-Polo M, Celemin-Vinuela A, De Parga JAMV. Differences between the human eye and the spectrophotometer in the shade matching of tooth color. *Journal of Dentistry* 2014; 42:742-745.
- Gozalo-Diaz DJ, Lindsey DT, Johnston WM, Wee AG. Measurement of color for craniofacial structures using a 45/0-degree optical configuration. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2007; 97(1):45-53.
- Gökay O, Yılmaz B, Akın S, Müjdecı A. Farklı bitirme tekniklerinin bir hibrid kompozitin renk stabilitesi üzerine etkilerinin değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası* 1998;25:211-20.
- Gökay O, Müjdecı A. Üç restoratif dolgu maddesinin renk stabilitesinin değerlendirilmesi. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences* 1999;5(3):184-190.
- Gönüloğ N, Yılmaz F. The effects of finishing and polishing techniques on surface roughness and color stability of nano composites. *Journal of Dentistry* 2012; 40:64-70.
- Gregorius WC, Kattadiyil M, Goodacre CJ, Roggenkamp CL, Powers JM, Paravina RD. Effects of ageing and staining on color of acrylic resin denture teeth. *Journal of Dentistry* 2012;40:47-54

- Groh CL, O'Brien WJ, Boenke KM. Differences in color between fired porcelain and shade guides. *International Journal of Prosthodontics* 1992;5(6):510-4.
- Guo H, Wang F, Feng H, Gou X, Li K, Wu T, Yao C. The investigation of color selection of 4340 cases of ceramic restorations. *West China Journal of Stomatology* 2000;18(3):174-177.
- Güler AU, Kurt S, Külünk T. Effects of various finishing procedures on the staining of provisional restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2005a;93(5):453-8.
- Güler AU, Yılmaz F, Külünk T, Güler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2005b;94(2):118-24.
- Güler AU, Güler E, Yücel AC, Ertaş E. Effects of polishing procedures on color stability of composite resins. *Journal of Applied Oral Science* 2009;17:108-112.
- Güler E, Gönüloğlu N, Yücel AÇ, Yılmaz F, Ersöz E. Farklı içeceklerde bekletilen kompozit rezinlerin renk stabiliteilerinin karşılaştırılması. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2013; 21(1):24-29.
- Gürel G. Porselen Laminat Venerler Bilim ve Sanatı. Quintessence Yayıncılık Ltd. Şti., 2004; 347-366.
- Hahnel S, Behr M, Handel G. Two body wear of artificial acrylic and composite resin teeth in relation to antagonist material. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2009;101:269-278.
- Hasanreisioğlu U, Kalıpçılar B, Karağaçoğlu L. Sabit protezlerde kullanılan bazı estetik maddelerde renk stabilitesinin araştırılması. *A.Ü. Diş Hek. Fak. Derg.*, 1988;15:289-294.
- Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dawson DV. Color stability of provisional crown and fixed partial denture resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2005;93(1): 70-75.

- Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: core materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2002a;88(1):4-9.
- Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part 2: Core and veneer materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2002b;88: 10-15.
- Heintze SD, Zellweger G, Grunert I, Muñoz-Viveros CA, Hagenbuch K. Laboratory methods for evaluating the wear of denture teeth and their correlation with clinical results. *Dental Materials* 2012;28(3): 261-272.
- Hersek N, Canay S, Uzun G, et al. Color stability of denture base acrylic resins in three food colorants. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1999;81:375-9.
- Hindle JP, Harrison A. Tooth colour analysis by a new optoelectronic system. *The European Journal of Prosthodontics And Restorative Dentistry* 2000; 8(2): 57-61.
- Hirano S, May KB, Wagner WC, Hacker CH. In vitro wear of resin denture teeth. *The journal of Prosthetic Dentistry* 1998;79(2): 152-155.
- Iazetti G, Burgess JO, Gardiner D, Ripps A. Color stability of fluoride-containing restorative materials. *Operative Dentistry* 2000;25:520-5.
- Inokoshi S, Burrow ME, Kataumi M, Yamada T, Takatsu T. Opacity and color changes of tooth-colored restorative materials. *Operative Dentistry* 1996;21:73-80.
- Imamura S, Takahashi H, Hayakawa I, Loyaga-Rendon PG, Minakuchi S. Effect of filler type and polishing on the discoloration of composite resin artificial teeth. *Dental Materials* 2008;27(6): 802-808.
- Imazato S, Tarumi H, Kobayashi K, Hiraguri H, Oda K, Tsuchitani Y. Relationship between degree of convention and internal discoloration of light activated composites. *Dental Materials* 1995; 14:23-30.
- Ishikawa- Nagai S, Ishibashi K, Tsuruta O, Weber HP. Reproducibility of tooth color gradation using a computer color- matching technique applied to ceramic restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2005; 93(2):129-37.

- İmirzalıoğlu P, Karacaer O, Yılmaz B, Özmen I. Color stability of denture acrylic resins and a soft lining material against tea, coffee, and nicotine. *Journal of Prosthodontics* 2010; 19(2): 118-124.
- Jafari K, Hekmatfar S, Badakhsh S. The effect of mouthwashes on surface hardness of dental ceramics. *Journal of Dental Biomaterials* 2014; 1:23-26.
- Jagger DC, Harrison A, Jandt KD. The reinforcement of dentures. *Journal of Oral Rehabilitation* 1999;(26):185-194.
- Jandan R, Roulet J, Latta M, Kaminsky M, Ruttermann S. Effect of exponential polymerization on color stability of resin-based filling materials. *Dental Materials* 2007; 23:696-704.
- Jin C, Nikawa H, Makihiro S, Hamada T, Furukawa M, Murata H. Changes in surface roughness and colour stability of soft denture lining materials caused by denture cleansers. *Journal of Oral Rehabilitation* 2003; 30(2): 125-130.
- Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *Journal of Dental Research* 1989; 68(5): 819-822.
- Johnston WM, Ma T, Kienle BH. Translucency parameter of colorants for maxillofacial prostheses. *International Journal of Prosthodontics* 1995;8(1): 79-86.
- Johnston WM, Hesse, NS, Davis BK, Seghi RR. Analysis of edge-losses in reflectance measurements of pigmented maxillofacial elastomer. *Journal of Dental Research* 1996; 75(2):752-760.
- Johnston WM. Color measurement in dentistry. *Journal of Dentistry* 2009; 37:e2-e6.
- Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *Journal of Dentistry* 2004;32(1):3–12.
- Kahramanoğlu E, Özkan YK. Diş hekimliğinde estetik ve renk. *Cumhuriyet Dental Journal*, 2013, 16.4: 339-347.
- Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine* 2007;18(1): 155-163.

- Karaağaçlıoğlu L, Yılmaz B. Influence of cement shade and water storage on the final color of leucite-reinforced ceramics. *Operative Dentistry* 2008; 4:386-391.
- Karamouzos A, Papadopoulos MA, Kolokithas G, Athanasiou AE. Precision of in vivo spectrophotometric colour evaluation of natural teeth. *Journal of Oral Rehabilitation* 2007;34(8):613-21.
- Kawano F, Ohguri T, Ichikawa T, Mizuno I, Hasegawa A. Shock absorbability and hardness of commercially available denture teeth. *International Journal of Prosthodontics* 2002;15(3): 243-247.
- Keller JU, Staudt R. Gas adsorption equilibria: experimental methods and adsorptive isotherms. Springer Science & Business Media, 2005; 2-3.
- Keskin S. The treatment of prosthetic dental materials with hypochlorite. Middle East Technical University Msc. PhD Thesis 2002.
- Keyf F, Etikan I. Evaluation of gloss changes of two denture acrylic resin materials in four different beverages. *Dental Materials* 2004;20(3): 244-251.
- Kheraif AA, Qasim SS, Ramakrishnaiah R, ur Rehman I. Effect of different beverages on the color stability and degree of conversion of nano and microhybrid composites. *Dental Materials* 2013;32: 326-331.
- Khokhar ZA, Razzoog ME, Yaman P. Color stability of restorative resins. *Quintessence Int.* 1991;22:733-737.
- Kim SH, Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC. Metameric effect between dental porcelain and porcelain repairing resin composite. *Dent Materials* 2007;23(3):374-379.
- Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2009;101(3):193-199.
- Knispel G. Factors affecting the process of color matching restorative materials to natural teeth. *Quintessence International* 1991;22(7):525-31.

- Kolbeck C, Rosentritt M, Lang R, Handel G. Discoloration of facing and restorative composites by UV-irradiation and staining food. *Dental Materials* 2006; 22(1): 63-68.
- Köksal T, Dikbaş I. Effect of various drinks on color stability of denture base materials. *Academic Dental* 2007; 9:20-24.
- Köksal T, Dikbaş I. Color stability of different denture teeth materials against various staining agents. *Dental Materials* 2008;27(1): 139-144.
- Küçükeşmen HC, Üşümez A, Öztürk N, Eroğlu E. Change of shade by light polymerization in a resin cement polymerized beneath a ceramic restoration. *Journal of Dentistry* 2008; 36: 219–223.
- Kuehni FG, Marcus RT. An experiment in visual scaling of small color differences. *Color Research & Application* 1979; 4:83-91.
- Kuehni RG. The Early Development of the Munsell System. *Color Research and Application* 2002; 27:20-27.
- Kurtulmuş-Yılmaz S, Deniz ST. Evaluation of staining susceptibility of resin artificial teeth and stain removal efficacy of denture cleansers. *Acta Odontologica Scandinavica* 2014; 72(8):811-818.
- Küçer N. The relationship between Daily caffeine consumption and withdrawal symptoms: a questionnaire-based study. *Turkish Journal of Medical Sciences* 2010;40(1): 105-108.
- Lagouvardos PE, Fougia AG, Diamantopoulou SA, Polyzois GL. Repeatability and interdevice reliability of two portable color selection devices in matching and measuring tooth color. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2009;101(1):40-45.
- Iazzetti G, Burgess JO, Gardiner D, Ripps A. Color stability of fluoride-containing restorative materials. *Operative Dentistry* 2000; 25(6): 520-525.
- Lee Y, Lim B, Kim C, Powers JM. Comparison of color of resin composites of White and translucent shades with two shade guides. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2001;13(3):179-186.

- Lee YK. Comparison of CIELAB ΔE^* and CIEDE2000 color-differences after polymerization and thermocycling of resin composites. *Dental Materials* 2005;21(7):678-682.
- Lee YK, Lu H, Powers JM. Measurement of opalescence of resin composites. *Dental Materials* 2005;21(11):1068-74.
- Lee YK, Yu B. Measurement of opalescence of tooth enamel. *Journal of Dentistry* 2007;35(8):690-694.
- Lee YK. Influence of filler on the difference between the transmitted and reflected colors of experimental resin composites. *Dental Materials* 2008;24(9):1243-1247.
- Lehmann KM, Igiel C, Schmidtman I, Scheller H. Four Color-measuring devices compared with a spectrophotometric reference system. *Journal of Dentistry* 2010; 38:65-70.
- Lehmann KM, Devigus A, Igiel C, Wentaschek S, Azar MS, Scheller H. Repeatability of color-measuring devices. *European Journal of Esthetic Dentistry* 2011;6(4):428-435.
- Loyaga-Rendon PG, Takahashi H, Hayakawa I, Iwasaki N. Compositional characteristics and hardness of acrylic and composite resin artificial teeth. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2007; 98(2): 141-149.
- Luce MS, Campbell CE. Stain potential of four microfilled composites. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1988; 60(2):151-154.
- Mayekar SM. Shades of a color. Illusion or reality? *Dental Clinics of North America* 2001; 45(1): 155-172.
- McCabe JF, Walls AWG. *Applied Dental Materials*. 9th Ed, Blackwell Science Ltd. London, UK, 2008; 133-135.
- Mc Lean JW. *The Science and Art of Dental Ceramics*, Monographs III and IV Quint Pub., Chicago, 1976.
- Minami H, Hori S, Kurashige H, et al. Effect of thermal cycling on surface texture of restorative composite materials. *Dent Mater J* 2007;26:316-22.

- Minolta Document 2017. Precise Color Communication: The Essentials of imaging.
https://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/pdf/color_communication.pdf
- Miyagawa Y, Powers JM, O'Brien WJ. Optical properties of direct restorative materials. *Journal of Dental Research* 1981; 60(5):890-894.
- Monsenego G, Burdairon G, Clerjaud B. Fluorescence of dental porcelain. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1993; 69(1):106-113.
- Moon A, Powers JM, Kiat-amnuay S. Color stability of denture teeth and acrylic base resin subjected daily to various consumer cleansers. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2014; 26(4): 247-255.
- Moon YS, Sohn DS, Moon JW, Lee JH, Park IS, Lee JK. Comparative histomorphometric analysis of maxillary sinus augmentation with absorbable collagen membrane and osteoinductive replaceable bony window in rabbits. *Implant Dentistry* 2014;23(1):29-36.
- Mosharraf K, Haghghi M. A comparison of acrylic and multilithic teeth bond strengths to acrylic denture base material. *J Contemp Dent Pract* 2009;10(5): e17-e24.
- Mousavi S, Narimani S, Hekmatfar S, Jafari K. Colour Stability of Various Types of Acrylic Teeth Exposed to Coffee, Tea and Cola. *Journal of Dental Biomaterials* 2016;3(4):335-340.
- Mundim FM, Garcia LFR, Pires-De-Souza FCP. Effect of staining solutions and repolishing on color stability of direct composites. *Journal of Applied Oral Science* 2010; 18:249-254.
- Mutlu-Sağesen L, Ergün G, Özkan Y, Bek B. Color stability of different denture teeth materials: an in vitro study. *Journal of Oral Science* 2001;43(3): 193-205.
- Mutlu-Sağesen L, Ergün G, Özkan Y, Semiz M. Color stability of a dental composite after immersion in various media. *Dental Materials Journal* 2005;24:382-390.

- Nasim I, Neelakantan P, Sujeer R, Subbarao C. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins: an in vitro study. *Journal of Dentistry* 2010;38(2):e137-e142.
- Navarro R, Vicente A, Ortiz AJ, Bravo LA. The effects of two soft drinks on bond strength, bracket microleakage, and adhesive remnant on intact and sealed enamel. *The European Journal of Orthodontics* 2011;33(1): 60-65.
- Nordbö H, Attramadal A, Eriksen, HM. Iron discoloration of acrylic resin exposed to chlorhexidine or tannic acid: a model study. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1983;49(1): 126-129.
- Ogle RE, Davis EL. Clinical wear study of three commercially available artificial tooth materials: thirty-six month results. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1998;79(2): 145-151.
- O'Brien WJ. *Dental Materials and their Selection*. 4rd Ed., Chicago, USA: Quintessence Publishing, 2008; 25-37, 25-167.
- Oğuz S, Mutluat MM, Doğan OM, Bek B. Color change evaluation of denture soft lining materials in coffee and tea. *Dental Materials* 2007; 26(2):209-216.
- Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1998; 80(6):642-648.
- Omar H, Atta O, El-Mowafy O, Khan SA. Effect of CAD-CAM porcelain veneers thickness on their cemented color. *Journal of Dentistry* 2010;38(2):95-9.
- Omata Y, Uno S, Nakaoki Y, Tanaka T, Sano H, Yoshida S, Sidhu SK. Staining of hybrid composites with coffee, oolong tea, or red wine. *Dental Materials* 2006;25:125-131.
- Orbak R, Dayı E, Atasever M. Köpeklerde dişeti sağlığı üzerine asitli içeceklerin etkisini gösteren deneysel bir çalışma. *Turk J. Vet. Anim. Sci.* 2002;26: 1277-1281.
- Ota M, Ando S, Endo H, Ogura Y, Miyazaki M, Hosoya Y. Influence of refractive index on optical parameters of experimental resin composites. *Acta Odontologica Scandinavica* 2012;70(5):362-367.

- Oysaed H, Ruyter IE. Water sorption and filler characteristics of composites for use in posterior teeth. *Journal of Dental Research* 1986;65(11): 1315-1318.
- Öngül D. İki güncel renk anahtarının renk seçimindeki üstünlüklerinin spektrofotometrik analiz ile klinik olarak değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Doktora Tezi, 2006.
- Paravina RD, Majkic G, Imai FH, Powers JM. Optimization of tooth color and shade guide design. *Journal of Prosthodontics* 2007; 16(4): 269-276.
- Paravina RD, Swift EJ. Color in dentistry: match me, match me not. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2009;21:133-139.
- Park JH, Lee YK, Lim BS. Influence of illuminants on the color distribution of shade guides. *The journal of Prosthetic Dentistry* 2006;96(6):402-11.
- Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hammerle CHF. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *Journal of Dental Research* 2002;81(8):578-82.
- Paul SJ, Peter A, Rodoni L, Pietrobon N. Conventional visual vs spectrophotometric shade taking for porcelain-fused-to-metal crowns: a clinical comparison. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2004;24(3):222-31.
- Paravina AC, Vergani CE, Machado AL, Giampaolo ET, Teraoka MT. The effect of disinfectant solutions on the hardness of acrylic resin denture teeth. *Journal of Oral Rehabilitation* 2003;30(7): 749-752.
- Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, Sakai M, Takahashi H, Tashkandi E, Perez M. Color difference thresholds in dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2015;27(1):1-9.
- Pizzamiglio E. A color selection technique. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 1991; 66(5): 592-596.
- Polyzois GL, Yannikakis SA, Zissiz AJ. Color changes of denture base materials after disinfection and sterilization immersion. *International Journal of Prosthodontics* 1997;10(1):83-89.

- Powers JM, Sakaguchi RL. Craig's Restorative Dental Materials. 12th Ed., St. Louis, Missouri: Mosby, Inc., 2006; 544-545.
- Razzong ME, Lang BR, Russel MM, May KB. A comparison of the color stability of conventional and titanium dental porcelain. The Journal of Prosthetic Dentistry 1994; 72:453-546.
- Regain JC, Johnston WM. Color acceptance of direct dental restorative materials by human observers. Color Research & Application 2000; 25:278-285.
- Rendon PG, Takashi H, Hayawaka I, Iwasaki N. Compositional characteristics and hardness of acrylic and composite resin artificial teeth. Journal of Prosthetic Dentistry 2007; 98:141-149.
- Rosentritt M, Esch J, Behr M, Leibrock A, Handel G. In vivo color stability of resin composite veneers and acrylic resin teeth in removable partial dentures. Quintessence International 1998; 29(8):517-522.
- Russell MD, Gulfraz M, Moss BW. In vivo measurement of colour changes in natural teeth. Journal of Oral Rehabilitation 2000;27(9):786-792.
- Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. Dental Materials 1978;3:246-251.
- Salman FD, Al-Gaban RMJ. The effect of various staining agents on color stability of acrylic denture teeth materials (In vitro study). Journal of Kerbala University 2011;9(1):199-211.
- Saraç D, Saraç YŞ, Külünk Ş, Ural C, Külünk T. The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins. The Journal of Prosthetic Dentistry 2006; 96(1): 33-40.
- Saraç D, Saraç YŞ, Külünk T, Külünk Ş. Farklı kor ve dentin kalınlıklarının tam seramik materyalinden ışık geçişi üzerine etkisi. Acta Odontologica Turcica 2005; 22(3): 169-174.
- Sarıkaya I, Güler AU. Diş hekimliği uygulamalarında renk kavramı. Türkiye Klinikler J Dental Sci. 2009;15(2):118-29.

- Satoh Y, Nagai E, Azaki M, Morikawa M, Ohyama T, Toyoma H, Itoh S, Sakuri H, Iwasawa A, Ohwa M. Study on high-strength plastic teeth. Tooth discoloration. The Journal of Nihon University School of Dentistry 1993;35(3):192-199.
- Schwabacher WB, Goodkind RJ, Lua MJR. Independence of the hue, value, and chroma in the middle site of anterior human teeth. Journal of Prosthodontics 1994;3(4):188-192.
- Scotti R, Mascellani SC, Forniti F. The in vitro color stability of acrylic resins for provisional restorations. Journal of Prosthodontics 1997;10(2):164-168.
- Schulze AK, Marshall SJ, Gansky SA, Marshall GW. Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. Dental Materials 2003;19(7): 612- 619.
- Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. The Journal of Prosthetic Dentistry 1986; 56:35-40.
- Seghi RR, Hewlett ER, Kim J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. Journal of Dental Research 1989;68:1760- 1764.
- Seghi RR. Effects of instrument-measuring geometry on colorimetric assessments of dental porcelains. Journal of Dental Research 1990;69(5):1180-1183.
- Sen D, Goller G, Issever H. The effect of two polishing pastes on the surface roughness of bis-acryl composite and methacrylate-based resins. The Journal of Prosthetic Dentistry 2002; 88:527-32.
- Sepulveda-Navarro WF, Arana-Correa BE, Borges CP, Jorge JH, Urban VM, Campanha NH. Color stability of resins and nylon as denture base material in beverages. Journal of Prosthodontics 2011;20(8):632-638.
- Seymen F, Gülhan A. Arka grup dişlerde kullanılan çeşitli dolgu materyallerinin yüzey sertliklerinin incelenmesi. Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry 1996;30(3):145-152.

- Shahdad SA, McCabe JF, Bull S, Rusby S, Wassell RW. Hardness measured with traditional Vickers and Martens hardness methods. *Dental Materials* 2007;23(9): 1079-1085.
- Sham AS, Chu FC, Chai J, Chow TW. Color stability of provisional prosthodontic materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2004;91(5): 447-452.
- Shina D, Rawls H. Degree of conversion and color stability of the light curing resin with new photoinitiator systems. *Dental Materials* 2009;25(8):1030-1038.
- Shiraishi T, Wood DJ, Shinozaki N, Noort RV. Optical properties of base dentin ceramics for all-ceramic restorations. *Dental Materials* 2011; 27(2): 165-172.
- Silva PM, Acosta EJ, Jacobina M, Pinto LR, Porto VC. Effect of repeated immersion solution cycles on the color stability of denture tooth acrylic resins. *Journal of Applied Oral Science* 2011;19(6): 623-627.
- Singh SV, Aggarwal P. Effect of tea, coffee and turmeric solutions on the colour of denture base acrylic resin: An in vitro study. *The Journal of Indian Prosthodontic Society* 2012;12(3):149-153.
- Sproull RC. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. *The Journal of prosthetic dentistry* 2001a; 86: 453-547.
- Sproull RC. Color matching in dentistry. Part II. Practical applications of the organisation of color. *The Journal of prosthetic dentistry* 2001b; 86: 458-464.
- Stober T, Gilde H, Lenz P. Color stability of highly filled composite resin materials for facings. *Dental Materials* 2001;17(1): 87-94.
- Stober T, Lutz T, Gilde H, Rammelsberg P. Wear of resin denture teeth by two-body contact. *Dental Materials* 2006;22(3): 243-249.
- Stockman A, Sharpe LT. Human cone spectral sensitivities: a progress report. *Vision Research* 1998;38(21):3193-206
- Strenk SA, Strenk LM, Koretz JF. The mechanism of presbyopia. *Progress in Retinal and Eye Research* 2005;24(3):379-393.

- Suzuki S. In vitro wear of nano-composite denture teeth. *Journal of Prosthodontics* 2004;13(4):238-243.
- Sürücüoğlu MS, Çakıroğlu FP. Ankara Üniversitesi öğrencilerinin hızlı hazır yiyecek tercihleri üzerinde bir araştırma. *Tarım Bilimleri Dergisi* 2000;6(3):116-121.
- Şahin O, Dede DÖ, Köroğlu A, Yılmaz B. Influence of surface sealant agents on the surface roughness and color stability of artificial teeth. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2015;114(1):130-137.
- Tahmassebi JF, Duggal MS, Malik-Kotru G, Curzon ME. Soft drinks and dental health: a review of the current literature. *Journal of Dentistry* 2006;34(1): 2-11.
- Tholt De Vasconcellos B, Miranda-Júnior WG, Prioli R, Thompson J, Oda M. Surface Roughness İn Ceramics With Different Finishing Techniques Using Atomic Force Microscope And Profilometer. *Operative dentistry* 2006;31(4): 442-9.
- Toksoy Topcu F, Şahinkesen G, Yamanel K, Erdemir U, Aybala-Oktay E, Erşahan Ş. Influence of different drinks on the colour stability of dental resin composites. *European J Dent* 2009;3(1):50-56
- Touati B, Miara P, Nathanson D, Giordano R. *Esthetic dentistry and ceramic restorations.* London: Martin Dunitz. 1999; 39-59
- Trakyalı G, Özdemir FI, Arun T. Enamel Colour Changes at Debonding and After Finishing Procedures Using Five Different Adhesives. *The European Journal of Orthodontics* 2009; 31(4): 397-401.
- Tunçdemir A. Hızlandırılmış yaşlandırmadan sonra konvansiyonel kompozit ve fiberle güçlendirilmiş kompozit materyallerinin renk ve translusensi değişikliklerinin incelenmesi. Konya, Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı. Doktora Tezi, 2008.
- Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of an Intraoral Dental Colorimeter. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2002;88(6):585-90.

- Turgut MD, Tekçiçek M, Çetin N, Pınar A, Ölmez S, Alpar R. Türkiye’de tüketilen bazı kolalı içeceklerin eroziv etkileri. Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi 2004;28(3):8-14.
- Turgut S, Bağış B. Diş hekimliğinde renk ve renk ölçüm yöntemleri. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 2012; 5: 65-75.
- Türker SB, Koçak, A., Aktepe, E. Effect of five staining solutions on the colour stability of two acrylics and three composite resins based provisional restorations. The European journal of prosthodontics and restorative dentistry 2006;14(3): 121-125.
- Uchida H, Vaidyanathan J, Viswanadhan T, Vadiyanathan TK. Color stability of dental composites as a function of shade. J. The Journal of Prosthetic Dentistry 1998;79(4): 372-377.
- Uludag B, Usumez A, Sahin V, Eser K, Ercoban E. The effect of ceramic thickness and number of firings on the color of ceramic systems: an in vitro study. The Journal of Prosthetic Dentistry 2007;97(1):25-31.
- Uludağ B, Kılıçarslan MA. Farklı tipteki restoratif rezin materyallerin boyanabilirlik özelliklerinin karşılaştırılması. Ankara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi 1995;22(3): 269-273.
- Ulusoy M, Toksavul S. Kuron köprü çalışmalarında diş renginin önemi ve renkle ilgili temel kavramlar. Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi 1992;13: 29-36.
- Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. Quintessence International 1991; 22(5): 377-386.
- Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. The Journal of Prosthetic Dentistry 2000; 83(4): 412-417.
- Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Color and opacity variation in three different resin based composite product after water ageing. Dental Materials 2004;20(6):530-534.
- Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. British Dental Journal 2001;190(6):309-16.

- Wee AG, Monaghan P, Johnston WM. Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2002;87(6):657-66.
- Wee AG, Lindsey DT, Kuo S, Johnston WM. Color accuracy of commercial digital cameras for use in dentistry. *Dental Materials* 2006; 22(6): 553- 559.
- Wee AG, Lindsey DT, Shroyer KM, Johnston WM. Use of a porcelain color discrimination test to evaluate color difference formulas. *The Journal of prosthetic dentistry* 2007;98(2): 101-109.
- Xie J, Ann Heng P. Color image diffusion using adaptive bilateral filter In: *Engineering in Medicine and Biology Society, 2005. IEEE-EMBS 2005. 27th Annual International Conference of the. IEEE, 2006. p. 3433-3436.*
- Yanıkoğlu N, Duymuş ZY, Yılmaz B. Effects of different solutions on the surface hardness of composite resin materials. *Dental Materials* 2009;28(3): 344-351.
- Yannikakis SA, Zissiz AJ, Polyzois GL, Caroni C. Color stability of provisional resin restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1998; 80(5):533-539.
- Yap AU, Sım CP, Loh WL, Teo JH. Human-Eye versus computerized color matching. *Operative Dentistry* 1999; 24:358-363.
- Yapar MI, Gül P. Farkli içeceklerde bekletilen siloran ve dimetakrilat esasli kompozitlerin renk stabilitelerinin karsilastirilmesi. *Acta Odontologica Turcica* 2015, 32(2): 51.
- Yeşil Duymuş Z, Yanıkoğlu N, Arık M. Evaluation of color changed of acrylic resin materials in the different solutions. *Asian Journal of Chemistry* 2010;22(9):6669-6676.
- Yıldırım MP, Yanıkoğlu N, Bayındır F. An evaluation of staining levels of acrylic teeth immersed in different solution. *Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi* 2012;33(1):32-37.

- Yılmaz K, Özkan P. Farklı parlatma yöntemleri uygulanmış dental kompozitlerde, farklı solüsyonların renge olan etkisi. Ankara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi 2007;34(2): 61-67.
- Yılmaz K, Özkan P, Öztaş DD. Farklı içecekler ve parlatma yöntemlerinin, iki farklı estetik restoratif materyalin yüzey pürüzlülüğüne etkisi. Ankara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi 2008;35(1): 27-34.
- Yılmaz K, Özkan P. Profilometer evaluation of the effect of various polishing methods on the surface roughness in dental ceramics of different structures subjected to repeated firings. Quintessence International 2010;41(7): 41-47.
- Zeng J, Sato Y, Ohkubo C, Hosoi T. In vitro wear resistance of three types of composite resin denture teeth. Journal of Prosthetic Dentistry 2005;94(5):453-457.
- Zuccari AG, Oshida Y, Moore BK. Reinforcement of acrylic resins for provisional fixed restorations. Part I: Mechanical properties. Bio-medical Materials and Engineering 1997;7(5): 327-343.
- Zuo W, Feng D, Song A, Gong H, Zhu S. Effects of organic-inorganic hybrid coating on the color stability of denture base resins. The Journal of Prosthetic Dentistry 2016; 115(1):103-108.

8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Gülümser ÖRKÜN

Doğum Yeri: Denizli, Türkiye

Doğum Tarihi: 01.11.1988

Medeni Hali: Bekar

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

Eğitim Durumu:

Denizli Anadolu Lisesi, 2002-2006

Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, 2006-2011

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, 2014-2017

Çalıştığı Kurumlar:

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, 2014-2017.

Adres: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Kurupelit, Samsun, Türkiye

Telefon: 0539 587 7926

E-posta: gulumser.orkun@outlook.com