

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANA BİLİM DALI

**YÜZ PROTEZLERİNDE KULLANILAN SİLİKON ELASTOMERLERİN
RENK STABİLİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. İhsan ORAL

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Cemal AYDIN

ANKARA
Nisan 2013

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANA BİLİM DALI

**YÜZ PROTEZLERİNDE KULLANILAN SİLİKON ELASTOMERLERİN
RENK STABİLİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. İhsan ORAL

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Cemal AYDIN

Bu tez, Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından
03/2010-22 proje numarası ile desteklenmiştir.

ANKARA
Nisan 2013

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Doktora Programı çerçevesinde
yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak
kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi : 16.04.2013

İmza

Prof. Dr. Cemal AYDIN
Gazi Üniversitesi
Jüri Başkanı

(Üye) İmza

Prof. Dr. Handan YILMAZ
Gazi Üniversitesi

(Üye) İmza

Prof. Dr. İbrahim TULUNOĞLU
Hacettepe Üniversitesi

(Üye) İmza

Prof. Dr. Hişam DEMİRKÖPRÜLÜ
Gazi Üniversitesi

(Üye) İmza

Prof. Dr. Turan KORKMAZ
Gazi Üniversitesi

(Yedek üye) İmza

Doç. Dr. Alper ÇAĞLAR
Başkent Üniversitesi

(Yedek üye) İmza

Prof. Dr. Caner YILMAZ
Gazi Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	i
İçindekiler	ii
Şekiller	v
Grafikler	vii
Tablolar	viii
Semboller, Kısaltmalar	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1.Yüz Protezlerinin Tarihçesi	3
2.2. İdeal Çene Yüz Protezi Materyalinde Bulunması	7
2.2.1. İdeal uygulama özellikleri	7
2.2.2. İdeal fiziksel ve mekanik özellikler	8
2.2.3. İdeal biyolojik özellikler	9
2.3. Çene Yüz Protezi Yapımında Kullanılan Materyaller	9
2.3.1. Akrilik rezinler	10
2.3.2. Akrilik kopolimerler	10
2.3.3. Polivinil klorit (PVC) ve kopolimerleri	11
2.3.4. Poliüretan esaslı elastomerler	12
2.3.5. Silikon elastomerler	12
2.4. Polimerizasyon	15
2.4.1. İlave polimerizasyon	16
2.4.2. Kondenzasyon tip polimerizasyon	16
2.5.1. Rengin algılanması	17
2.5.1.1. Işık kaynağı	17
2.5.1.2. Cisim	18
2.5.1.3. Gözlemci	19
2.5.2. Rengin boyutları	19
2.5.3. Rengin ölçülmesi	20

2.5.3.1. Munsell renk sistemi	20
2.5.3.2. CIE L*a*b* renk sistemi	22
2.5.3.3. RGB renk sistemi	24
2.5.4. Renk rehber sistemleri	24
2.5.4.1. Spektrofotometre	25
2.5.4.2. Kolorimetre	26
2.5.5. Çene-yüz protezlerinde renklendirme	27
2.5.5.1. Renk uygulama metodları	30
2.5.5.2. Pigmentler	32
2.6. Yüz Protezlerinde Bozulma	34
2.7. Materyalleri Eskitme Yöntemleri	35
2.8. Atlas UV2000 Hızlandırılmış Hava Koşullandırma Test Cihazı	36
2.9. Konu İle İlgili Çalışmalar	38
3. GEREÇ ve YÖNTEM	43
3.1. Araştırmamızda Kullanılan Silikon Elastomerler	43
3.3. Metal Kalıpların Hazırlanması	47
3.4. Mum Örneklerin Hazırlanması Ve Alçı Kalıpların Elde Edilmesi	47
3.5. Silikon Örneklerin Hazırlanması	49
3.5.1. Cosmesil M511 silikon örneklerin hazırlanması	50
3.5.2. Cosmesil M522 silikon örneklerin hazırlanması	54
3.5.3. Multisil-Epithetic silikon örneklerinin hazırlanması	57
3.6. Silikon Örneklerinin Renk Ölçümlerinin Yapılması ve Yapay Eskitilmesi	59
3.7. İstatistik Analiz	63
4. BULGULAR	65
4.1. İstatistik Analiz	65
4.2. Boyama Çeşitlerinin Grup İçi Değerlendirilmesi	67
4.2.1. İç boyama grup içi değerlendirme	67
4.2.2. Fiber boyama grup içi değerlendirme	78
4.2.3. Dış boyama grup içi değerlendirme	91

5. TARTIŞMA	104
6. SONUÇ	131
7. ÖZET	133
8. SUMMARY	135
9. KAYNAKLAR	137
10. EKLER	149
10.1. Teşekkür	149
11. ÖZGEÇMİŞ	150

ŞEKİLLER

Şekil 1: Munsell renk diagramı	21
Şekil 2: CIE diagramı	22

RESİMLER

Resim 1: Silikon Multisil Seti	43
Resim 2: Silikon Cosmesil Seti	43
Resim 3: Silikon Cosmesil M511	44
Resim 4: Silikon Cosmesil M522	44
Resim 5: Silikon Multisil-Epithetic	45
Resim 6: Cosmesil İç Boyama Pigmentleri	45
Resim 7: Cosmesil Fiber Boyama Pigmentleri	46
Resim 8: Cosmesil Dış Boyama Pigmentleri	46
Resim 9: Multisil İç Boyama Pigmentleri	46
Resim 10: Multisil Fiber Boyama Pigmentleri	46
Resim 11: Multisil Dış Boyama Pigmentleri	46
Resim 12: Mum örneklerin alüminyum kalıpta hazırlanması	47
Resim 13: Mum örneklerin piring mufladaki görüntüsü	48
Resim 14: Piring muflada mum eritildikten sonra oluşan alçı kalıp	48
Resim 16: Hassas tartı	50
Resim 17: Siman camında silikonun karıştırılması	50
Resim 18: Kuru sıcak hava fırını	51
Resim 19: Cosmesil marka yüzey kaplama silikonu	53
Resim 20: Digital kalınlık ölçer ile silikon örneklerin ölçülmesi	54
Resim 21: Hazırlanan 240 adet silikon örnek	59
Resim 22: SpectroEye marka spektrofotometre	60
Resim 23: Kalıplara yerleştirilen silikon örnekler	61
Resim 24: Silikonların daha dar çaptaki alüminyum kalıp ile sıkıştırılması	61

Resim 25: Alüminyum kalıp içindeki silikon örnekler	62
Resim 26: Atlas UV2000 Hızlandırılmış Hava Koşullandırma Test Cihazı	62

GRAFİKLER

Grafik 1: İç boyama, 300 saatte renklerin materyallere göre ΔE değeri	77
Grafik 2: İç boyama, 450 saatte renklerin materyallere göre ΔE değeri	77
Grafik 3: İç boyama, 600 saatte renklerin materyallere göre ΔE değeri	77
Grafik 4: Fiber boyama, 300 saatte renklerin materyallere göre ΔE değeri	90
Grafik 5: Fiber boyama, 450 saatte renklerin materyallere göre ΔE değeri	90
Grafik 6: Fiber boyama, 600 saatte renklerin materyallere göre ΔE değeri	90
Grafik 7: Dış boyama, 300 saatte renklerin materyallere göre ΔE değeri	102
Grafik 8: Dış boyama, 450 saatte renklerin materyallere göre ΔE değeri	102
Grafik 9: Dış boyama, 600 saatte renklerin materyallere göre ΔE değeri	102

TABLÖLAR

Tablo 1: CIE renk toleransı	24
Tablo 2: Çalışmadaki örnek grupları	49
Tablo 3: ΔE (renk değişimi) değerlerinin dört yönlü varyans analizi sonuç tablosu	66
Tablo 4: İç boyama grubunun 300 saat eskitme süresinde farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler	67
Tablo 5: İç boyama grubunun 450 saat eskitme süresinde farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler	69
Tablo 6: İç boyama grubunun 600 saat eskitme süresinde farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler	71
Tablo 7: İç boyama grubunun 300 saat eskitme süresinde farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler	73
Tablo 8: İç boyama grubunun 450 saat eskitme süresinde farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler	74
Tablo 9: İç boyama grubunun 600 saat eskitme süresinde farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler	75
Tablo 10: Fiber boyama grubunun 300 saat eskitme süresinde farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler	78
Tablo 11: Fiber boyama grubunun 450 saat eskitme süresinde farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler	80

Tablo 12: Fiber boyama grubunun 600 saat eskitme süresinde farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler	83
Tablo 13: Fiber boyama grubunun 300 saat eskitme süresinde farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler ve çoklu karşılaştırmalar	85
Tablo 14: Fiber boyama grubunun 450 saat eskitme süresinde farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler	87
Tablo 15: Fiber boyama grubunun 600 saat eskitme süresinde farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler	88
Tablo 16: Dış boyama grubunun 300 saat eskitme süresinde farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler	91
Tablo 17: Dış boyama grubunun 450 saat eskitme süresinde farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler	93
Tablo 18: Dış boyama grubunun 600 saat eskitme süresinde farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler	95
Tablo 19: Dış boyama grubunun 300 saat eskitme süresinde farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler	97
Tablo 20: Dış boyama grubunun 450 saat eskitme süresinde farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler	99
Tablo 21: Dış boyama grubunun 600 saat eskitme süresinde farklı materyallerdeki, farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler	100

SEMBOLLER, KISALTMALAR

M.Ö.	Milattan önce
MPDS	Metakriloksipropil-terminated polidimetilsiloksan
Ark.	Arkadaşları
°C	Santigrad derece
UV	Ultraviyole
PVC	Polivinil klorit
%	Yüzde
HTV	Isı ile polimerize olan silikonlar
RTV	Oda ısısında polimerize olan silikonlar
nm.	Nanometre
CRI	Renk verme indisi
CIE	Uluslararası aydınlatma komisyonu
ΔE	Renk değişimi
Kj	Kilo joule
m ²	Metrekare
T.C.	Türkiye Cumhuriyeti
cm.	Santimetre
mm.	Milimetre
gr.	Gram
dk.	Dakika
p	Olasılık değeri
M	Molar

1. GİRİŞ

Yüz protezleri, kanser cerrahisi sonrasında, kaza sonucunda veya doğumsal olarak meydana gelen doku ve organ kayıplarını yerine koymak amacıyla yapılan restorasyonlardır. Burun, kulak, göz ya da baş ve boyun bölgesindeki herhangi bir kayıp sonucu yüz bütünlüğünün bozulması genellikle psikolojik problemlere sebep olmaktadır ve hastaları toplumdan uzaklaştırmaktadır. Günümüzde gelişmiş cerrahi tekniklere rağmen bu defektlerin tedavisi her zaman mümkün olmamaktadır. Bu durumlarda defektlerin başarılı bir yüz protezi ile restore edilmesi, hastaların topluma kazandırılmasına katkıda bulunmakta ve yaşam kalitelerini arttırmaktadır. Başarılı bir yüz protezinin renk, şekil, yüzey detayları ve translüsensi bakımından kaybedilen dokuları taklit edebilmesi istenmektedir. Bu özelliklere sahip bir protez yapılabilmesi için önemli faktörlerden bir tanesi uygun materyal seçimidir.

Günümüze kadar yüz protezlerinin yapımında pek çok malzeme kullanılmıştır. 1960'lı yıllarda piyasaya sürülen silikonlar günümüzde en çok kullanılan materyaller olmuştur. Silikonlar, iç ve dış boyama işlemleri ile insan derisinin doğal rengini sağlayan, şeffaf yapılarının pigmentler ile istenen miktarda opaklaştırılarak derinin yarı şeffaf görünümünü taklit eden ve esneklik özellikleri ile doğal görünümlü ve estetik açıdan tatmin edici yüz protezlerinin yapımına olanak veren materyallerdir. Son yıllarda geliştirilen silikonlar, mükemmel estetik özelliklerinin yanı sıra proteze yeterli dayanıklılığı sağlayan mekanik özelliklere de sahiptir. Ancak silikon materyalinde meydana gelen değişiklikler sebebiyle bu protezler zamanla renk uyumunu kaybetmekte ve mekanik özelliklerinde değişiklikler meydana gelmektedir. Silikon yüz protezlerinin yapısında oluşan renk değişimi, silikonun yapısı içine eklenen pigment maddeleri ve çevre şartlarından etkilenmektedir.

Yapımı uzun klinik ve laboratuvar aşamaları ile hassas bir çalışma gerektiren yüz protezlerinin kullanım süreleri, 6 ay ile 2 yıl arasında sınırlı olduğu bilinmektedir. Literatürler incelendiğinde hem in-vivo çalışmalar hem de in-vitro çalışmalar yüz protezlerinin kullanım süresini sınırlayan en önemli sebeplerden birinin renk değişimi sonucu renk uyumunun bozulması olduğunu göstermektedir.

Yapısal farklılıklarına bağlı olarak farklı mekanik ve fiziksel özelliklere sahip çok sayıda silikon kullanıma sunulmuştur. Bu silikonlar polimerizasyon mekanizmasına göre ilave ve kondanse polimerize silikonlar olarak ikiye ayrılırlar. Kondanse ve ilave polimerize silikonlar birbirlerinden farklı kimyasal yapıya sahiptirler. Mevcut literatürler incelendiğinde, güncel silikon materyallerinin mekanik özellikleri, çeşitli fiziksel özellikleri ve biyolojik uyumlulukları açısından karşılaştırıldığı görülmüştür. Fakat renk stabilitesinin değerlendirildiği çalışmaların yetersiz olduğu gözlenmiştir. Diğer yandan çene-yüz protezi silikon elastomerlerin renk stabilitesini değerlendiren çalışmalar, iç boyama ve iç boyamada kullanılan boyalar üzerine yoğunlaşmıştır. Klinik uygulamada sık başvuru alan dış boyama yönteminin ve derinin damarlı, heterojen görünümünü sağlamak için kullanılan fiber yapılı boyaların renk stabilitesinin değerlendirildiği çalışmalar çok azdır.

Bu çalışmada, iç boyama, fiber boyama ve dış boyama yöntemleriyle renklendirilmiş ve renklendirilmemiş üç çeşit silikon elastomerin yapay eskitme sonundaki renk stabilitesinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1.Yüz Protezlerinin Tarihçesi

Çene-yüz protezleri konjenital, travmatik, patolojik nedenlerle oluşan defektlerin restorasyonunda kullanılmaktadır^{1,2,3,4}. İnsanoğlunun, doğumsal veya kazanılmış bir yüz deformitesini yapay yollarla tedavi etmeyi ilk olarak hangi tarihte denediği konusunda kesin bir kayıt yoktur. Yüz protezlerinin kullanımı arkeolojik çalışmalarda Eski Mısırlılara ve Çin'e kadar uzanmaktadır^{1,5,6}.

Yüz protezleri ile ilgili ilk kayıt dördüncü Mısır hükümdarlığı zamanına rastlamaktadır. Arkeologlar yaptıkları çalışmalarda eski Çin'de odundan, mumdan, topraktan yapılmış yapay kulaklar, gözler, burunlar bulmuşlardır. M.Ö. 1000 yılında Yunan ve Roma döneminde altın ve gümüşten yüz maskeleri yapılmıştır. Ancak burada da bu maskelerin, yüzü savaş sırasında yaralanmadan korumak amacıyla mı, yoksa bir yüz deformitesini gizlemek amacıyla mı yapıldığı bilinmemektedir¹.

Kayıtlara geçmiş ilk yüz protezi Fransız cerrah Ambroise Pare (1510–1590) tarafından yapılmıştır. Bu dönemde çok yüksek oranda bacak amputasyonu vakaları bulunmaktadır. Bu vakalar Pare'yi yapay organ yapımı konusunda çalışmalar yapmaya yöneltmiş ve gümüşten burun, kulak, göz protezleri yapmıştır. Pare, 1579 yılında yayınlanan "Opera" adlı kitabında kulak, göz ve burun protezlerinin yapım teknikleri hakkında bilgi vermiştir¹. Diğer bir yüz protezi ise Tycho Brahe'nin bir demirci ustasına yaptırdığı gümüş ve bakırın birlikte kullanıldığı bir burun protezidir. Brahe bu protezi kendi tasarladığı ve ömrünün sonuna kadar kullandığı için yüz protezlerinin babası olarak adlandırılmaktadır⁷.

1678–1761 yılları arasında modern bilimsel dişhekimliğinin öncüsü sayılan Pierre Fauchard yüz protezleri üzerine araştırmalar yapmıştır. Palatinal defektler için palatal protezler tasarlamış ve hastalarda denemiştir. Alt ve üst çene protezlerde tutuculuk için yaylar kullanmıştır. Çalışmaları yüz protezlerinin gelişiminde bir basamak olmuştur^{1,5}.

1889’ da Claude Martin seramikten burun protezi yapmıştır³. 19. yüzyılın sonlarına doğru vulkanize kauçuk, diş hekimliğinde ve yüz protezlerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Upham vulkanize kauçuk kullanarak burun ve kulak protezi yapım tekniklerini geliştirmiş ve bunları yayınlamıştır⁷. 1905 yılında Ottofooy, Baird ve Baker siyah vulkanize kauçuğu burun protezleri yapımında kullanılabilecek bir materyal olduğunu açıklamışlardır. Daha sonra pembe vulkanize kauçuk bu buluşa eklenmiş ve artistik boyalarla boyanmıştır. Ancak vulkanize kauçuk serttir ve yüze uygulanması sırasında çevre dokularla oluşturduğu uyumsuzluklar dezavantaj oluşturmaktadır⁸.

1913 yılında jelâtin-gliserin bileşeni insan derisinin yumuşaklığını ve esnekliğini taklit edebilmek ve yüz protezlerinde kullanılmak amacıyla piyasaya sürülmüştür. Bercowitsch, bu ürünün suda eriyen boyalar ile boyanma tekniklerini yayınlamış ancak bu üründen elde edilen protezin kullanım ömrünün kısa olması pratikte kullanılmasını engellemiştir^{8,9}. Bütün bu dezavantajlarına rağmen vulkanize kauçuk yüz protezleri yapımında uzun süre kullanılmış, değişik renklendirme tekniği denenerek materyalin kullanılabilirliği artırılmaya çalışılmıştır. Kazanjian¹⁰, bu amaçla yaptığı çalışmada sellüloid boyaların, vulkanize kauçuktan yapılmış protezlerin renklendirilmesinde kullanılabileceğini belirtmiştir.

1930' larda Clark ve Bulbain prevulkanize sıvı lâteks epitez yapımında kullanmışlardır. Bu materyalin en önemli dezavantajı aşırı büzülmesi ve renk değıştirmesidir⁸.

1942 yılında Schnebel tarafından akrilik rezin bulunmuş ve dişhekimliğinin hemen hemen her sahasında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. 2. Dünya Savaşı yıllarında çene yüz protezi yapımında sıvı lâteks, vulkanit, porselen gibi maddelerin yerini metil metakrilat rezinleri almıştır. Aynı yıllarda göz protezlerinde kornea ve sklerea, beyaz ve şeffaf akrilikten yapılmaya başlanmıştır. 1945' ten sonra polimer kimyasında büyük gelişmeler olmuş ve değışik türde plastizerler elde edilmiştir. Bu plastizerler ile metil metakrilatın türevlerinden yumuşak akrilik türevleri geliştirilmiştir¹¹.

Akrilik rezin sert bir materyal olmasına rağmen şeffaflık, kullanım kolaylığı, renklendirilebilme özellikleri nedeniyle hekimlerin tercih nedeni olmuştur^{5,8}. 1940' larda plastisol kopolimer ve vinil klorit, akriliklerin yerine esnek ve yumuşak olmaları nedeniyle çene yüz protezi yapımında kullanılmıştır⁸.

Silikon elastomerler 1960'da ilk olarak Barnhart tarafından çene yüz protezi materyali olarak kullanılmıştır. Esnek, dayanıklı, kimyasal olarak inert olmaları, kolay uygulanabilmeleri ve su emmemeleri nedeniyle tercih edilen bir malzeme olmuştur^{1,8}. 1970–1980' lerde poliüretan elastomerler yüz protezlerinin yapımında yırtılma gerilimi yüksek, esnek, iç ve dış boyamaya elverişli materyaller olmaları sebebiyle Gonzales ve Goldberg tarafından kullanılmaya başlamıştır. 1980' de isopropan poliüretan tanıtılmıştır⁵. 1979 yılında MDX 4–4210, 1981 yılında Episil, 1982 yılında Cosmesil piyasaya sürülmüştür⁸.

1987 yılında Udagama silikondan yapılmış protezin yüzeyine ince bir prefabrike poliüretan tabaka yapıştırarak adheziv tutunmasını ve yırtılma direncini arttırmak amacıyla bir teknik geliştirmiştir. Birçok besleme malzemesi test edilmiş; bunların içine metil metakrilat, etilmetakrilat, polivinilasetat, polivinilbüteral de dahil edilmiştir. Poliüretanın tercih edilmesindeki sebep yüksek yırtılma direncine sahip olması, şeffaf olması, kalıplanabilir olması ve su bazlı deri adhezivleriyle uyumlu olmasıdır. Ancak bağlayıcı ajanın yırtılmasıyla ilerleyen dönemlerde silikon poliüretanın ayrılmasına sebep olduğu görülmüştür¹².

Lai ve ark.¹³, metakriloksipropil-terminated polidimetilsiloksan (MPDS-MF) bazlı yeni yüz protezi malzemesinin fiziksel özelliklerini A-2186 silikon elastomerle kıyaslamışlardır. Metakriloksipropil-terminated polidimetilsiloksanın iyi bir kimyasal yapısı vardır. Çapraz polisiloksan silikon elastomer özelliğini sağlar. Zincirin sonundaki dimetakrilat grupları, ısısal polimerizasyonla kolayca serbest radikalleri oluşturur. Silikonun içindeki metakrilat grupları, silikonun hidrofobik özelliğini azaltarak silikon bazlı olmayan adesivlere tutunma kapasitesini arttırırlar. MPDS ısı ile polimerize olduğu için protez yapımı sırasındaki çalışma zamanı uzundur. Polimer ağı içindeki metakrilat varlığı; yırtılma direncini ve bağlanma direncini arttırır .

Çene yüz protezleri için istenilen fiziksel ve mekanik özelliklere sahip, uygulanması kolay, iç ve dış renklendirme yapılabilen, toksik ve karsinogenik olmayan, dokulara zarar vermeyen, temizlenebilen ve doğal görünümlü ideal materyaller elde etmek amacıyla çalışmalar hala devam etmektedir^{14,15}.

Günümüzde çene yüz protezlerinde en yaygın olarak kullanılan materyal silikonlardır. Silikonların zaman içerisinde güneş

ışınları, temizleyici ajanlar, hava kirliliği gibi nedenlerle renk değiştirmesi, kullanım sırasında ince kenarlarda meydana gelen yırtılmalar, boyutsal değişimler ve kullanım süresinin kısa olmasından dolayı ideal çene yüz protezi materyali üzerine araştırmalar devam etmektedir^{16,17}.

2.2. İdeal Çene Yüz Protezi Materyalinde Bulunması

Gereken Özellikler

Lewis ve ark.¹⁸, yüz protezlerinde olması gereken özellikleri 3 kategoride sınıflandırmışlardır:

1. Uygulama özellikleri.
2. Fiziksel ve mekanik özellikler.
3. Biyolojik özellikler¹⁴.

2.2.1. İdeal uygulama özellikleri

1. Kolay şekilendirilebilmeli.
2. Uygulamadan sonra kimyasal olarak inert olmalı.
3. Uygulama esnasında ve sonrasında boyutsal stabiliteye sahip olmalı.
4. Piyasadaki iç ve dış renklendiricilerle kolaylıkla boyanabilmeli.
5. Kalıplanması kolay olmalı.
6. Uygulaması kolay olmalı.
7. Gerektiğinde tamir edilebilmeli.
8. Detay verilebilme özelliği olmalı.
9. Renklendiricilerin homojen dağılımına izin verecek yeterlilikte yüksek viskoziteye sahip olmalı.

10. Raf ömrü uzun olmalı.
11. Çalışma zamanı uzun olmalı.
12. Viskozitesi kolay uygulamaya olanak verecek kadar düşük olmalı.
13. Yanıcı olmamalı.
14. Bileşenleri toksik olmamalı.
15. Uygulamadan sonra poröz olmamalı.
16. Uygulama sonrası renk kaybı olmamalı.
17. Uygulama öncesi ve sonrası kokusuz olmalı.
18. Kullanım süresince iç ve dış boyamasını koruyabilmeli.
19. Uygulama zamanı kısa olmalı¹.

2.2.2. İdeal fiziksel ve mekanik özellikler

1. Çevre dokulara uygun dinamik özelliklere sahip olmalı.
2. Kenarları yırtılmaya karşı dirençli olmalı.
3. Abrazyona karşı dirençli olmalı.
4. Yüksek yırtılma kuvveti olmalı.
5. Yüksek çekme kuvveti olmalı.
6. Sürtünme katsayısı düşük olmalı.
7. Düşük ısısal iletkenlik göstermeli.
8. Uzama katsayısı yüksek olmalı.
9. Kokusuz olmalı.
10. Yanmamalı.
11. Su emmemeli.
12. Dokulara uyumlu yumuşaklığı olmalı.
13. Saydam olmalı.
14. Plastikleştirici eklenmesine gerek olmadan esnekliği değişken olmalı.
15. Yüzey gerilimi düşük olmalı.

16. Özgöl ağırlığı düşük olmalı¹.

2.2.3. İdeal biyolojik özellikler

1. Destek dokularla uyumlu olmalı.
2. Alerjen olmamalı.
3. Toksik olmamalı.
4. Renk stabilitesi olmalı.
5. Boyutsal stabilitesi olmalı.
6. Dokulara uyumlu esnekliğı olmalı.
7. Aşırı yüksek ve düşük ısılarda (-4.5 °C, 60 °C) esnekliğini koruyabilmeli.
8. Çözücü ve adesivlere karşı inert olmalı.
9. Ucuz olmalı.
10. Altta kalan dokuların salgılarına geçirgen olmalı.
11. Çevresel renk bozulmalarına karşı dirençli olmalı.
12. Mikroorganizma üremesine karşı dirençli olmalı.
13. Kullanım süresince yumuşaklığını koruyabilmeli.
14. İki yıl veya daha uzun süre kullanılabilmesi¹.

2.3. Çene Yüz Protezi Yapımında Kullanılan Materyaller

Çene yüz protezlerinin yapımı oldukça zordur ve kullanım süreleri 6 ay ile birkaç yıl arasında değişmektedir. Protezlerin yapımı pahalıdır¹⁹. Bu materyaller şunlardır:

- 1- Akrilik rezinler
- 2- Akrilik kopolimerler
- 3- Polivinil klorit ve kopolimerleri
- 4- Poliüretan esaslı elastomerler
- 5- Silikon elastomerler¹.

2.3.1. Akrilik rezinler

Akrilik rezinler, çene yüz protezlerinde, obtüratörlerin, göz ve geçici yüz protezlerinin yapımında ve daimi yüz protezlerine destek sağlamak amacıyla kullanılır²⁰. Akrilik rezinler yapısal formülünde vinil grup içeren etilenden türerler. Diş hekimliğinde kullanılan rezinler metakrilik asitlerin türevleridir ve ilave tip reaksiyonla polimerize olurlar. En sık kullanılan tip metil metakrilattır²¹. Akrilikler ısı ile polimerize ve oda sıcaklığında polimerize olan rezinler olarak ikiye ayrılırlar^{22,23}. Akrilikler birçok adhezivle uyumludur. Adheziv ve artıkları kolayca temizlenebilir²⁴.

Renk stabilitesinin iyi olması, dayanıklılığı, iç ve dış renklenmeye uygun olması olumlu özelliklerindendir. Yüzey yenilemesi için uygundur. Doku yapıştırıcıları ile uyum içinde kullanılabilir ve yapıştırıcı maddeler yüzeyden kolayca temizlenebilir¹. Deri hissi göstermemesi, sert olması, yüz hareketlerinde esnememesi dezavantajlarındandır²⁵. Ayrıca ısısal iletkenliğinin yüksek olması nedeniyle soğuk ortamlarda rahatsızlık hissi vermesi de olumsuz özelliklerindendir¹.

2.3.2. Akrilik kopolimerler

Yumuşak ve esnek bir materyal olmasına rağmen istenmeyen özelliklerinden dolayı yaygın olarak kullanılmamıştır¹. Metilmetakrilat ve akrilat rezinlerin plastizerler ile kombinasyonu sonucu oluşurlar²¹. Plastizerlerin kullanılmasındaki amaç daha esnek bir materyal elde etmektir. Fakat bir süre sonra bu materyaller sertleşme göstererek ilk özelliklerini kaybederler. Ağız içinde kullanılan yumuşak astar materyalleri bu gruba örnektir¹. Yumuşak akriliklerin oda sıcaklığında ve ısı ile polimerize olan iki şekli vardır. Yumuşak akriliklerin geniş renk skalası vardır. Kozmetikleri iyi kabul ederler. Adhezivlerle uyumludurlar^{22,23}.

Yapım ve renklendirilmeleri zor, dayanıklılıkları düşük, kenar uyumları ve kenar dayanıklılığı kötüdür. Ultraviyole (UV) ışınlarından etkilenirler¹. Yumuşak akrilikler buhara maruz kaldıkları zaman yapışkan bir hal alırlar. Çabuk kirlendikleri için bu tür protezlerin sık sık yıkanıp temizlenmesi gerekir²².

2.3.3. Polivinil klorit (PVC) ve kopolimerleri

Günümüzde çok kullanılmamakla birlikte bir zamanlar vinil polimerler en çok kullanılan materyallerdi^{22,23,26}. Polivinil klorit sert bir maddedir, oda sıcaklığında elastomerik özellik verebilmek için plastikleştirici, dayanıklılığını arttırmak için çapraz bağlama maddeleri ve renk sabitliğini temin etmek için renk ayarlayıcılar ilave edilmiştir^{22,23}. PVC şeffaf, tatsız, kokusuz ve sert bir rezindir. Sıcakta ve UV ışığında kararır². Vinilkloride %2–%20 vinil asetat eklenerek kopolimerler üretilmiştir. Polivinil asetat ışığa karşı dirençlidir. Eskime, güneş ışığına direnç, esneklik yönlerinden doğal kauçuklardan daha iyidirler^{1,2}.

Çene yüz protezlerinin yapımında en çok tercih edilen kopolimerler plastisol ve organasoldür². Materyale esnekliği veren kullanılan plastizerin cinsi ve miktarıdır. Plastizer ve rezin arasında kimyasal bir birleşme yoktur. Zamanla materyal içerisindeki plastizer yapıdan uzaklaşır. Plastizer yapının kaybıyla materyal esnekliğini yitirir ve sertleşir¹. Fiziksel özellikleri değişen ve sertleşen materyal, vücut dokularında irritasyon yapmaya başlar. Kenarları kolay yırtılabilir ve yüzey yapışkanlığından dolayı çabuk kirlenirler. UV, ışık, ozon ve peroksitlerle temas ettiklerinde rengini yitirirler. Zamanla deri üzerinde yağ bezlerinden, kozmetiklerden ve çözücülerden sıvı emerek doğal görüntüsünü kaybederler. Termoplastik materyallerdir. Metal kalıplar gerektirirler ve yüksek sıcaklıkta sertleşirler. Kullanım süreleri ise kısa olup 3–6 aydır¹.

2.3.4. Poliüretan esaslı elastomerler

Bir katalizör varlığında isosiyonatla biten bir polimerle ve hidroksil grupla biten bir polimerin birleşmesi sonucu meydana gelir. Bu elastomerlere poliüretan denmesinin sebebi üretan bağlarının bulunmasıdır¹.

Elastikiyeti canlı dokularla uyumludur ve dokunulduğunda canlılık hissi verir. Alerjik olmayan bir materyaldir ve boyutsal stabilitesi iyidir. Plastizerler kullanılmadan düşük elastik modülü, yüksek yırtılma gerilimi ve iyi bir uzama yüzdesi gösterir. Kullanım dayanıklılıkları PVC' den üstündür. Dış ve iç boyamaya imkan verirler. Derideki girinti ve çıkıntılara kolayca yerleşebildikleri için görünümleri estetikdir^{1,27}.

Oda ısısında sertleşen bu materyallerin polimerizasyonu çok özel şartları gerektirir. Sıcaklığın kontrolü dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Uygulama ısısı 100°C olup alçı kalıplar kullanılabilir. Nem kontaminasyonundan kaçınılmalıdır. Nemli ortamda karbondioksit ortaya çıkacak ve poröz yapıda bir elastomer oluşacaktır^{21,25}. Bu maddeyle çalışmak zordur ve çalışırken hassasiyet gerektirirler. Adheziv sistemlerle biyouyumluluğu zayıf ve adezivlerin protezlerden temizlenmesi zordur. UV ışığından etkilenirler. Kullanım ömrü ise oldukça kısa olup 3–6 aydır¹.

2.3.5. Silikon elastomerler

Çene yüz protezlerinin yapımında en yaygın olarak kullanılan malzemelerdir. Polidimetilsiloksanlar olarak da adlandırılırlar²⁸. Silikonlar doğada bulunmazlar ve tamamen yapay maddelerden meydana gelmişlerdir. Organik ve inorganik bileşimlerin karışımından oluşmuşlardır. Üretimlerindeki ilk basamak silikanın elemental silikona indirgenmesidir.

Daha sonra çeşitli reaksiyonlarla silikon, metil klorit ile birleşerek dimetildiklorsiloksani oluşturur. Dimetildiklorsiloksan da su ile birleşerek polimeri meydana getirir. Bu polimerler solgun, beyaz, saydam sıvılar olup akışkanlığı polimer zincirinin uzunluğu ile belirlenir. İlave olarak doldurucular eklenerek dayanıklılık arttırılır. Renklendirme için de boyar maddeler eklenmektedir. Vulkanize ajanlar ve antioksidanlar plastik formdan lastik yapıya geçişi sağlamak için kullanılır. Uzun zincirli polimerler çeşitli bölgelerden birbirine bağlanarak (çapraz bağlanma) sağlam bir iskelet yapı meydana getirir. Polimerlerin bu şekilde çapraz bağlanmasına vulkanizasyon denir. Bu yapı silikonların UV ışık altında bozulmalarına karşı direnç sağlar¹.

Silikonların bazı avantaj ve dezavantajları vardır.

Silikonların avantajları

1. Biyolojik olarak uyumludur.
2. İç ve dış boyamaya uygundur.
3. Yarı şeffaf olması nedeniyle derinin şeffaflığı taklit edilebilir.
4. Son derece estetik protezler elde edilebilir.
5. İnce şekillendirilebilen esnek kenarlar sayesinde dokularla doğal bir geçiş sağlanabilir.
6. Mekanik özellikleri iyidir.
7. Manüplasyonu kolaydır.
8. Temizlenmesi kolaydır.
9. Fiziksel ve kimyasal olarak inerttir.
10. Isısal iletkenliği azdır^{1,6,23,25,28}.

Silikonların dezavantajları

1. Zamanla renk değişimi göstererek renk uyumunu kaybeder.

2. Zamanla mekanik özelliklerinde bozulma görülür.
3. Protezin vücut salgılarında temasta olan yüzeylerinde mikroorganizma birikimi görülebilir^{1,6,23,25,28}.

Polimer zincirlerinin çapraz bağlanması sonucu oluşan polimerizasyonun gerçekleşebilmesi için basınç, ısı, kimyasal ajanlar gibi katalizörler kullanılır^{6,23,25}. Uygulanan katalizörler de iki tipe göre farklılık gösterir.

Silikon elastomerler polimerizasyon için uygulanan sıcaklığa göre ikiye ayrılır.

- A. Yüksek ısıda polimerize olan (HTV) silikon elastomerler.
- B. Oda ısısında polimerize olan (RTV) silikon elastomerler

5,21,29

a) Yüksek ısıda polimerize olan (HTV) silikon elastomerler

Polimerizasyon mekanizması ilave tip polimerizasyon reaksiyonu ile olup çapraz bağlanma şeklindedir. HTV silikonlar diklorobenzol peroksit başlatıcı, silika doldurucular, % 5 vinil yan zincirleri polidimetilvinil siloksan bileşiminden oluşur. Isı yoluyla başlatıcı ajanın ayrışması sonucu polimerizasyon için gerekli serbest radikaller oluşur²³.

Oldukça visköz, opak, beyaz bir materyaldir. HTV silikonlar, RTV silikonlara göre daha iyi fiziksel ve mekanik özelliklere sahiptir. Materyal yüksek yırtılma gerilimi gösterir. RTV elastomerlerle kıyaslandığında gerekli katalizörün katılması ve renklendirme için daha zor şekillendirme ve uygulama özelliğine sahiptir. Polimerizasyon metal kalıplarda basınç uygulanarak ve ısı altında gerçekleşir^{1,30,31}. İşlem ısısı 220 °C' dir²³. Translüsens özellikleri ve dayanıklılıkları yönünden RTV silikon elastomerlerden üstündür²¹. Renk stabiliteleri iyidir ve UV ışıktan

etkilenmezler. Biyouyumluluğu iyi bir materyaldir⁸. RTV elastomerlerle kıyaslandığında daha çok tercih edilmektedir^{27,30}. Ancak yapımında RTV silikonlara göre daha fazla malzemeye ihtiyaç vardır ve yapımı daha uzun sürer. Yüzey sertliğinin yüksek olması, opak olması ve iç renklendirmedeki zorluk istenmeyen özelliklerdendir¹.

b) Oda ısısında polimerize olan (RTV) silikon elastomerler

RTV silikonları hidrit ve vinil içeren siloksanları içerirler ve kloroplatinik asit katalizörü ile polimerize olmaktadır. Bu özellikleri ile ilave silikon ölçü materyali ile benzerlik gösterirler^{8,19,32}. Çene yüz protezlerinin yapımında en çok kullanılan malzemelerden biridir. Fiziksel özellikleri iyi ve işlenmesi kolaydır²³. İç boyama tekrarlanabilir⁸. HTV silikonlara göre daha rezilienttir. Fiziksel ve kimyasal özelliklerini yüksek ısı farklılaşmalarında koruyabilirler^{2,17,20}. Elastomerin katalizörle karıştırılması sırasında hava kabarcıkları ortaya çıkar. Bu kabarcıklar deri üzerindeki sıvıların oluşan boşluklarda birikmesine ve yırtılmaya neden olur. Yırtılma ilk olarak boşluk ve çentiklerin olduğu alanlarda başlar ve protez boyunca ilerler. Tamir edilmeleri oldukça zordur. Çekme gerilimini arttırmak, renk bozulmasını ve sararmasını engellemek için silika doldurucular ilave edilir²¹. HTV silikonlara göre daha dayanıksızdır⁸.

2.4. Polimerizasyon

Monomerlerin, polimer oluşturmak için gösterdiği kimyasal reaksiyona polimerizasyon denir. Polimerizasyon ilave veya kondanse tipi bir reaksiyonla olur³³.

2.4.1. İlave polimerizasyon

İki molekülün birleşerek daha büyük bir üçüncü molekül oluşturmaya ilave reaksiyon denir. İlave polimerizasyon, monomerle tekrar polimerize olabilecek reaktif grupların oluşması ile karakterizedir³³. Ortamdaki monomer bitene kadar hiç durmadan devam eder. Uygulaması basittir. Ancak tepkimeyi kontrol etmek kolay değildir⁶.

Kondenzasyon polimerizasyonu ile kıyaslandığında, ilave polimerizasyon daha büyük moleküller meydana getirir. İlave polimerizasyonda bileşikte değişiklik yoktur. Makromoleküller bileşimin yapısını değiştirmezler. Polimerle aynı kimyasal yapıya sahip monomerlerden oluşmaktadır⁶.

2.4.2. Kondenzasyon tip polimerizasyon

Kondanse tip reaksiyon iki veya daha çok molekülün kimyasal reaksiyonla daha büyük bir makromolekül oluşturmaktır. Bu tip polimerizasyonun ilave tip polimerizasyondan farkı, ana bileşimin farklı moleküllerden oluşması ve sonuç olarak ana ürünün yanında alkol, su, halojen asitleri veya amonyak gibi yan ürünler ortaya çıkmasıdır. Günümüzde dental restorasyon ve protetik uygulamalarda kullanılmamaktadır²³. Çünkü reaksiyonlar çok yavaş olma eğilimindedir ve uygun uzunlukta polimer oluşturamaz. Polimer zincirinin uzunluğu materyalin özelliklerini etkilemesi açısından önemlidir³⁴.

Çene yüz protezlerinde kullanılan materyallerin mekanik özelliklerinin iyi olması kadar, biyolojik özellikleri de iyi olmalıdır. Protezin şekli, rengi ve dokusu, protezi çevreleyen dokularla çok iyi bir uyum sağlamalıdır²⁷. Çene yüz protezlerinin yapımı bir bilim olduğu kadar aynı

zamanda bir sanattır. Deri tonlarını etkileyici bir şekilde taklit edebilmek için, renk teorisini iyi anlamak gerekmektedir³⁵.

2.5. Renk

Renk, insan gözünün görebildiği ışık tayfının elektromanyetik

dalga boyudur. Çevremizdeki nesnelere yeni bir boyut kazandıran renk gerçekte ışıktır. Nesnenin üzerine düşen ışığın bir bölümü nesne tarafından emilirler, yansıyan ışık olarak gözümüze gelen ışık ise renktir³⁶⁻⁴⁰.

Güneş ışığı karmaşıktır; dalga boyları ve kırılma indisleri farklı sonsuz sayıda ışıınımdan meydana gelir. Bu durum güneş ışığının analizinde kolayca görülebilir. Newton güneş tayfında 7 renk ayırt etmiştir. Bunlar kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, lacivert ve mordur^{36,39,40}. Tüm görülebilir renkler sadece 3 temel renk içerir; kırmızı, yeşil, mavi. Diğer renkler bu renklerin uygun kombinasyonu ile sağlanabilmektedir¹⁹.

2.5.1. Rengin algılanması

Rengin algılanmasını sağlayan 3 ana faktör ışık kaynağı, gözlenen cisim ve gözlemcidir⁴¹.

2.5.1.1. Işık kaynağı

Işık, dalga boylarından oluşan elektromanyetik radyasyondur. Elektromanyetik spektrumun bir ucunda radyo dalgaları diğer ucunda kozmetik gama ışınları bulunur. Bu spektrumun yaklaşık ortasında, kırmızı ötesi ile mor ötesi dalga boyları arasında ise görünür

ışık yer alır. İnsan gözü 400 (mor) – 700 (koyu kırmızı) nm. arası dalga boyundaki ışığa duyarlıdır. Buna “görünür ışığın spektrumu” denmektedir⁴²⁻⁴⁵. Renkler bu spektrumdaki ışığın değişik dalga boylarıyla eşleştirilmiştir. Örneğin kırmızı uzun, yeşil orta, mavi ise kısa dalga boylarıyla tanımlanmıştır. Her bir ışık kaynağı, bu spektrumun içindeki ışığın farklı miktardaki dalga boylarını içerdiğinden, cismi aydınlatan ışık kaynağı rengin algılanmasını etkilemektedir⁴⁶.

Çevresel faktörler ve aydınlatma durumu renk seçiminde önemli rol oynamaktadır⁴⁷. Belli bir ışık altında aynı renkte gibi görünen cisimler başka bir ışık altında farklı görülebilir. Bu olay ‘metamerizm’ olarak adlandırılır. Aydınlatmanın standardizasyonunun sağlanması, metamerizm etkilerini azaltır. İdeal durum objelerin aynı renk yansıma eğrisine sahip olmalarıdır. Renk tespiti için en uygun zaman 12.00–15.00 saatleri arasındadır. Gün içindeki zaman, değişik mevsimler ve hava şartları gün ışığının rengini etkiler, yani standart bir gün ışığı mevcut değildir. Sabahın erken saatleri ve akşam günışığı daha kırmızıdır²³.

Işık kaynağı değiştiğinde, cisimden yansıyan ışık değişecek ve renk farklılığı algılanacaktır. Renk ısı, spektral reflektans eğrisi ve renk verme indisi (CRI) gibi parametreler standart bir gün ışığı elde etmek amacıyla kullanılmaktadırlar. Renk seçiminde 90’ nın üzerindeki CRI tavsiye edilmektedir⁴⁸.

2.5.1.2. Cisim

Bir cismin ışığı soğurma ve yansıtma miktarı, onun renk özelliklerini belirlemede önemlidir. Bu özellikleri bir eğri şeklinde grafiksel olarak göstermek ve böylece rengi sayısal değerlerle ifade etmek mümkündür⁴¹.

2.5.1.3. Gözlemci

Yansıyan ışık retina üzerine geldiğinde, ışığa duyarlı sinir hücreleri olan koni ve çubuk hücreleri tarafından algılanır. Çubuk hücreleri, bakılan nesnenin biçimini siyah-beyaz olarak algılamak, koni hücreleri yalnızca mavi, yeşil ve kırmızı ışığa duyarlı olan 3 tür hücreden meydana gelir ve nesnenin renklerini oluştururlar. Bu iki hücreden alınan uyarıların birlikte değerlendirilmesi sonucunda beyinde renkli bir görüntü oluşur⁴⁹.

Renk algılanmasının doğruluğu ışık tarafından uyarılan retinal alanın büyüklüğüne de bağlıdır. Işığın yoğunluğu gözbebeğinin daralıp genişleme miktarını kontrol ederek, retinanın ışıkla karşılaşan alanını belirlemektedir. İlaç kullanımı, yaşlanma ve hastalıklar nedeniyle gözbebeğinin bu fonksiyonunda değişiklik olması nedeniyle rengin algılanmasını da değiştirmektedir⁴¹. Rengin hatalı algılanmasına neden olan bir diğer faktör, gözlemciye renk görme bozukluklarıdır⁵⁰.

2.5.2. Rengin boyutları

Rengin algılanmasına etki eden bileşenler, rengin fiziksel boyutlarıdır. Munsell'e göre rengin 3 boyutu vardır⁵¹. Bunlar; ton (hue), parlaklık (value) ve doygunluk (chroma) olarak adlandırılmıştır⁵².

Ton (hue): Renk veya renk çeşidi anlamına gelir. Rengi tanıtan, diğer renklerden ayrılmasını sağlayan özelliktir. Munsell sisteminde bir ton' u belirlemede bazı basit harfler kullanılmıştır. Kırmızı için R, sarı-kırmızı için YR ve sarı için Y vb... Her bir ton kendi içinde 10 eşit parçaya ayrılmıştır^{43,44,45,53}.

Parlaklık (value): Saf siyahtan saf beyazlığa olan aralıktaki rengin açıklık/koyuluğunu ifade eder ve hiçbir ton içermez. Parlaklık olarak da tanımlanabilen bu özellik sadece siyahlık ve beyazlığın derecesi olarak kabul edilir. Beyaz yüksek değer, siyah düşük değerdir. Beyaz 10, siyah ise 0 olarak kabul edilir⁵⁴.

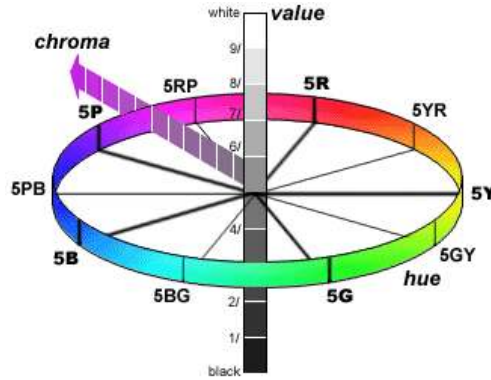
Doygunluk (chroma): Bir rengin doygunluğunu veya saflığını belirtir. Örneğin bazı dişler diğerlerine göre daha sarı görünebilir. Renk çeşidi ton aynıdır, yani sarı her iki dişte de aynı sarıdır ancak birindeki sarılık miktarı diğerinden daha çoktur^{43,44,45,53}.

2.5.3. Rengin ölçülmesi

Rengin yalnızca algılanmasında değil, başkalarına aktarmakta da büyük sorunlar yaşanmaktadır. Bunun çözümü ve rengin standart, sayısal değerlerle tanımlanabilmesi için geliştirilen çeşitli renk ölçekleri arasında Munsell ve CIE L*a*b* en çok kullanılan ölçeklerdir. Günümüzde bilgisayar sistemleriyle sayısal görüntülerin kliniklerden laboratuvarlara direk olarak iletilmesiyle bu sistemlerde kullanılan RGB (red, green, blue) gibi renk ölçekleri de dolaylı olarak dişhekimliği uygulamalarında kullanılmaktadır^{5,55,56}.

2.5.3.1. Munsell renk sistemi

Bu sistem ton, parlaklık ve doygunluk için Munsell koordinat numaralarını kullanmaktadır. Munsell' in tanımladığı renk ailesi bir dikey eksenle katı bir şekil olarak temsil edilmektedir. Ton eksen etrafında açılı yerleşir, doygunluk eksenden dışarı ışınal artar, parlaklık dikey yönde artar (Şekil 1)^{5,57}.



Şekil 1: Munsell renk diagramı

Munsell renk sistemindeki 10 ton, kırmızı(R), sarı-kırmızı(YR), sarı(Y), yeşil-sarı(GY), yeşil(G), mavi-yeşil(BG), mavi(B), mor-mavi(PB), mor(P) ve kırmızı-mor(RP)' dir. İnsan derisi Munsell'in kırmızı ton alanlarına düşmektedir. Munsell' de ton numerik olarak 10 üniteye ayrılmaktadır. Örneğin kafkas insan derisi 5YR'dir. Her tonun merkezi 5'e ayrılmıştır. Her işaret ikinci bir ondalık kesire ayrılmıştır^{5,57}.

İkinci Munsell tanımlayıcısı olan parlaklık, bir rengin aydınlık ve karanlığını 1'den 10'a oranlayarak tanımlar. 1 parlaklık değeri total siyahın, 10 değeri ise tam beyazın aydınlık ya da karanlığını tanımlar. Örneğin Kafkas ırkının derisinin ışığının rengi 7 veya 8 parlaklık değerindedir^{5,58}.

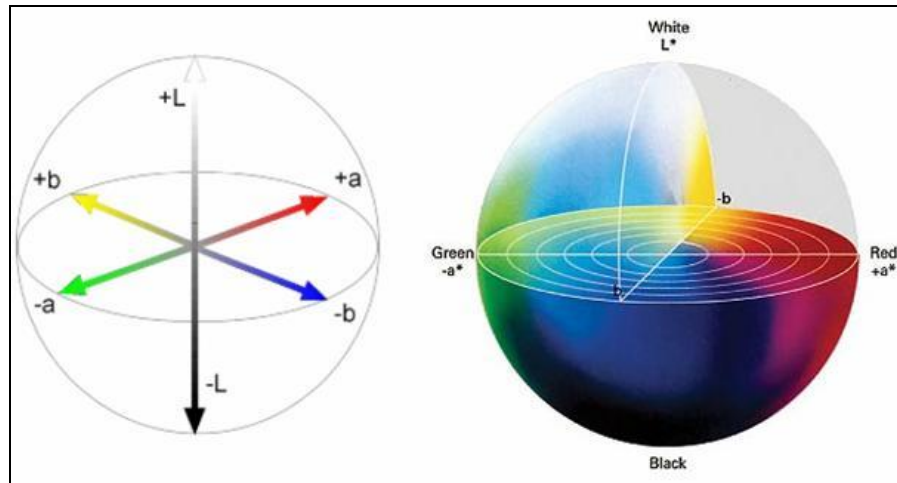
Ton ve parlaklık tanımlamalarına benzemeyen doygunluk skalasının sınırları mevcut renklerle sınırlandırılmıştır. Tam gri 0 doygunluğa sahiptir. Tüm pigmentler 5 ile 14 arası doygunluğa sahiptir. İnsan derisinin doygunluğu genel olarak 2 ile 4 arasındadır. Yani insan derisi tüm pigmentlerden daha gridir^{5,57}.

2.5.3.2. CIE L*a*b* renk sistemi

Munsell' den sonra ışık ve renk üzerine araştırmalar yapan uluslararası bir kuruluş olan CIE, 1931' de X,Y,Z tristimulus değerlerini tanımladı. Bu sistemde kullanılan sensörler, X,Y,Z değerlerini belirten insan gözünün retinasında da bulunan temel 3 renge (X=kırmızı, Y=yeşil, Z=mavi) duyarlıdır. CIE, 1976' da ise şu anda yaygın olarak kullanılmakta olan L*,a*,b* renk değerlerinden oluşan CIE L*a*b* renk sistemini tanımladı^{43,44,45,53}.

Renk uzayındaki eşit mesafeler hemen hemen eşit algılanan dereceler şeklinde temsil edilir. Bu dereceler Munsell renk sisteminde keyfidir. CIE L*a*b* renk sistemi, Munsell renk sistemine göre daha avantajlıdır^{54,56}.

Bu sisteme göre rengin 3 farklı boyutu bulunmaktadır (Şekil 2). Tüm renkler, 3 farklı eksenin kesişerek merkezini oluşturduğu küre içinde yer alır^{45,53,58,59,60}.



Şekil 2: CIE diagramı

Bu eksenler şunlardır:

“L*” dikey eksen: cismin beyaz(+) / siyah(-) arasındaki parlaklık veya açıklık koyuluk koordinatlarını,

“a*” yatay eksen: cismin kırmızı(+) / yeşil(-) arasındaki doygunluk koordinatlarını,

“b*” yatay eksen: cismin sarı(+) / mavi(-) arasındaki doygunluk koordinatlarını gösterir.

Bu üç koordinatın kesişim yeri o rengin değerini verir. Bu sistem tek bir değerle renk değişimini tanımlayabilir. Bu değer ΔE değeridir. İki ölçüm arasındaki renk değişimi;

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

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

L_1^* , a_1^* , b_1^* test öncesi ilk renk değerleri, L_2^* , a_2^* , b_2^* ise test sonrası renk değerleridir^{45,53,58,59,60}.

ΔE renk farklılığı, ΔL^* , Δa^* ve Δb^* iki örneğin CIE L^* , a^* , b^* renk değişkenleri arasındaki farklardır. ΔE değerleri farklı örneklerin veya aynı örneklerin zaman içindeki L^* , a^* , b^* koordinatlarındaki değişikliklerin miktarını matematiksel olarak ifade eder. İnsan gözü bu renk farklılıklarını gözleme açısından sınırlıdır ve 1' in altındaki ΔE değerlerini algılayamamaktadır⁶¹. 1 ile 3,3 arasındaki ΔE değerleri, renk farklılıklarının klinik olarak algılanabilir ve kabul edilebilir aralığını temsil etmektedir.

Klinik koşullar altında 3,3 ve bundan daha büyük ΔE değerlerinin ise kabul edilemeyeceği rapor edilmiştir⁶². O' Brien⁶³, a göre klinik renk toleransı aşağıdaki Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1: CIE renk toleransı

Renk farklılığı değeri	Klinik renk uyumu
0	Kusursuz
0,5–1	Mükemmel
1–2	İyi
2–3,5	Kabul edilebilir
>3,5	Uyumsuz

2.5.3.3. RGB renk sistemi

RGB modeli (Red, Green, Blue) doğada mevcut tüm renkleri elde edebilmek için kırmızı, mavi ve yeşil rengi karıştıran bir sistemdir. Her renk %100 oranında karıştırıldığında beyaz, %0 oranında karıştırıldığında ise siyah elde edilir. Bu sistem daha çok bilgisayar ekranlarından doğrudan emilimle çalışan cihazlarda kullanılmaktadır⁶⁴.

2.5.4. Renk rehber sistemleri

Dişhekimliğinde renk analizi; görsel ve aletsel renk analizi şeklinde iki kategoriye ayrılır. Görsel renk analizi, test edilen örneğin renk standartlarıyla karşılaştırılmasıdır. Görsel renk analizi gözlemcinin radyant enerji stimülasyonuna karşı oluşan psikolojik ve fizyolojik cevaplarına bağlıdır. Yaşlanma, yorgunluk, duygular, aydınlatma şartları, gözün önceki

tecrübeleri, cisim ile aydınlatmanın pozisyonu ve metamerizm gibi birçok kontrolsüz etken yanlış renk seçimine neden olmaktadır⁶⁵. Renk farklılıklarını saptamada gözle yapılan incelemeler hassas değildir. Sonuçlar kişiden kişiye, gözlem koşullarına bağlı olarak değişebilir⁶⁶.

Aletsel renk analizi ise optik aletlerle test edilen örnekten yansıyan ışığın analiz edilmesiyle yapılır. Aletsel renk analizinde spektrofotometreler ve kolorimetreler kullanılmaktadır⁶⁷.

2.5.4.1. Spektrofotometre

Rengin yansımasını, geçirgenliğini ve gerçek emilimini ölçmek için kullanılan fotometrik bir ayardır. Bu cihazlar devamlı bir renk çizgisi oluşturmak için yapılarında prizma veya dağıtıcı parçalar içerirler⁶⁸. Çoklu sensör adı verilen spektrofotometrik sistem ile çalışır. Üç sensör yerine, birçok dalga boyunda detaylı ölçüm yapabilecek çok sayıda sensör içerir. Ayrıca farklı ışık kaynaklarında ölçüm yapıldığında kolorimetre cihazı metamerizmi ayırt edemezken, spektrofotometre cihazı üç farklı ışık kaynağı altında (A-10° ampul ışığı, D65-10° günışığı, F2-10° floresan ışığı) farklı ve detaylı ölçüm değerleri verir⁵³.

Spektrofotometrelerin avantajları;

1. Objektiftir.
2. Metamerizm değerlendirilebilir.
3. Standart koşullarda hatasız sonuç verir.
4. Yüksek derecede tekrarlanabilir sonuçlar verir^{25,69,70}.

Spektrofotometrelerin dezavantajları;

1. Klinik kullanımı pratik değildir.
2. Pahalıdır.

3. Standardizasyonu güçtür^{69,71}.

2.5.4.2. Kolorimetre

Standart bir renk kalibrasyonuna dayanarak rengi tespit edilecek objedeki renk verilerini analiz eden cihazdır⁶⁷. Bir kolorimetre cihazı tristimulus metoduna göre çalışır. Yani insan gözünün retinasında olduğu gibi sadece 3 dalga boyundaki ışığı ölçen 3 sensör içerir⁵³.

Dişhekimliğinde, renk değerlendirme amacıyla dizayn edilen ilk cihaz 1980'li yılların başlarında Cromascan ticari isminde takdim edilmiştir. Fakat sınırlı hassasiyeti ve kullanım zorluğu nedeniyle çok başarılı olamamıştır⁶⁷.

Kolorimetre translusent materyalleri okumada yetersiz olduğundan kolorimetre ile toplanan veriler belirli bir şekilde değişebilir. Bu nedenle renk ölçümünde standart bir arka plan kullanılmalıdır⁵⁸.

Kolorimetrelerin avantajları;

1. Spektrofotometrelere göre ekonomiktir.
2. Kullanımı kolaydır²⁵.

Kolorimetrelerin dezavantajları;

1. Maliyeti fazladır.
2. Yarı saydam materyalleri okumada yetersizdir, çünkü ölçümler materyalden ışık saçılmasından etkilenebilir.
3. Düz ve eğimli yüzeylerde uyumsuz sonuçlar verebilir^{6,63,72,73}.

Bu cihazlar üç uyaranlı x, y, z değerlerini veya CIE L*, a*, b* değerlerini verirler. Bu değerler matematiksel olarak analiz edilebilir ve farklı objelerin renk parametreleri karşılaştırılabilir⁷⁴.

2.5.5. Çene-yüz protezlerinde renklendirme

Çene-yüz protezleri, vücut parçalarını kaybetmiş kişilerin fiziksel ve sosyal rehabilitasyonuna çeşitli yollarla yardımcı olur. Kişinin özellikle burun, göz, kulak gibi bazı vücut bölgelerine uygulanan protezlerinin sosyal yaşantısını etkiliyeceğinden dolayı doğala yakın, gerçekçi görünmesi önemlidir. Bununla birlikte gerçekçi görünüm için sağlanan yüksek standartlara rağmen henüz çene-yüz protezleri için hala yeterli başarı elde edilememiştir^{5,75}.

Çene-yüz protezlerinde gerçekçi görünümü sağlamak için 4 faktör gerekmektedir. Bunlar renk, heterojenite, translusensi ve ana yapıdır⁵.

a) Renk

İnsan derisi ile uyumlu doğal bir yüz protezi elde etmek için derinin rengini tam olarak tarif edip, kullanılacak pigmentleri doğru seçmemiz gerekir. Hastanın deri tonuyla uygun renklendirmenin yapılabilmesi için, renk özelliklerinin iyi kavranmış olmasının yanı sıra aydınlatma koşullarının iyi olması da son derece önemlidir⁵.

Metamerizmi en aza indirmek için gün ışığı en uygun aydınlatma koşuludur. Floresan, gün ışığı yetersiz olduğunda, gün ışığına en yakın aydınlatmayı sağlar. Hasta belli bir çevrede çok zaman geçiriyorsa, renklendirme o çevrenin aydınlatma koşullarında da

yapılabilir. Renklendirmelerin yapıldığı odanın genel rengi doğal gri-mavi olmalıdır. Renklendirme deneme yanılma yoluyla yapıldığında metamerizmin önüne geçilmesi zordur. Renklendirmede spektrofotometre ve renk formülü kullanılması metamerizmi en aza indirecek sağlıklı renk seçimi yapılmasını sağlar^{5,23,76}.

Derinin renk özellikleri

Deriye kendine özgü rengini veren melanin pigmenti; üst derinin taban hücrelerinin altında ya da arasında bulunan ve melanosit denen dallanmış hücrelerce üretilir. Sarışın ya da esmer kişilerde hatta beyaz ya da siyah ırklarda santimetre kareye düşen melanosit sayısı hemen hemen aynıdır. Dolayısıyla derinin rengi, bu hücrelerin niceliğinden çok niteliğine bağlıdır. Güneş ışığında uzun süre kalmış kişilerde de melanosit sayısı yerine; mor ötesi ışınlarla karşı koruyucu önlem olarak bu hücrelerin etkinliği artar⁷⁷.

Deriye rengini veren beş pigment mevcuttur. Bunlar melanin, melanoid, oxyhemoglobin, indirgenmiş hemoglobin ve karotendir. Derinin farklı tabakalarında bulunan pigmentler, derinin temel renk, doygunluk ve parlaklık özelliklerini verirler⁷⁷.

Derinin rengi keranositlerde biriken melanozomların sayı ve kümeleşmelerine bağlıdır. Bu nedenle, siyah ırk ile beyaz ırk arasında farklar görülür. Siyah ırkta keranositlerdeki pigment büyük kümeler halinde ve sayıca çoktur⁷⁷.

Derinin pigment dağılımında kalıtsal kontrol yanında, hormonlar ve ortam faktörleri de etkilidir. Bu arada, melanin stimüle

hormon (MSH) aşırı pigmentasyonda etkindir. Gebelikte yüz ve bazı vücut bölgelerinde oluşan lekeler, hormonlara bağlı olarak belirir⁷⁷.

Derinin rengi sarıdan koyu siyaha kadar değişir. Renk ile deri arasında şu hususlar dikkati çeker⁷⁷.

a) Pigmente ek olarak karotin içeriği de renk oluşmasında rol oynar.

b) Alt deri damarları soluk veya kırmızı renge sebep olur. Anemide soluktur. Oksihemoglobinin etkisi ile kırmızımsı, redüklenmiş hemoglobin ile ise mavimsi (siyanotik) görünüş damarlara bağlı olarak gelişir.

c) Beyaz ırkta, stratum spinosumda melanin yoktur. Buna karşın renkli ırklarda, keratinleşmiş tabakalarda bile pigment bulunur. Ayrıca alt deride melanin içeren hücreler görülür. Bu husus aşırı deri pigmentasyonuna neden olur.

d) Derinin rengini tayin eden en önemli faktör melanin ve karoten miktarıdır. Ayrıca dermisteki kan damarlarının miktarı ve bu damarlar içinde akan kanın rengi de önemlidir⁷⁷.

b) Heterojenite

Gerçek deri, benler, pürüzlülükler, küçük veya büyük venler, kızarıklıklar, bronzluklar, çiller gibi yapıları içeren heterojen bir yapıya sahiptir. Bir protezin deri komponenti bu sayılan heterojeniteleri taklit etmelidir. Gerçekçilik arzu edildiğinde sadece mufla içindeki renklendirilmiş kütle yeterli olmamaktadır⁵.

c) Translüsensi

İçinde daha fazla ışık geçiren alanlar bulunan insan derisi oldukça translüsenstir. Bu gerçek bir görünüm sağlamada çok önemlidir. Ayrıca çok tabaka uygulaması renge derinlik hissi verir. Translüsensiyi sağlayabilmek için şeffaf baz silikon materyale ihtiyaç duyulmaktadır⁵.

d) Ana yapı

Doğal deri yapısı, bir protezin gerçekçiliğinde oldukça önemlidir. Deri ince çizgiler, makroskobik kırışıklıklar ve katlantılar, küçük yükselteler, gözenekler ve bunun yanında stratum corneum gibi mikroskobik yapılar içerir. Bütün bu yapısal elemanların bilinerek protezde taklit edilmesi, o protezin gerçekçi görünümüne büyük ölçüde katkı sağlar⁵.

2.5.5.1. Renk uygulama metodları

Çene yüz protezlerinde uygulanan 3 çeşit boyama işlemi vardır. Bunlar iç boyama, fiber boyama ve dış boyama işlemidir^{5,21,22,57,78}.

a) İç boyama

Renklendirmede ilk aşama iç boyamadır. İç boyama değişik pigment parçacıklarının kullanılmasıyla derinlemesine renklendirmeyi sağlar. Baz silikon elastomerin içine pigmentin karıştırılmasıdır. Amaç derinin bilinen fizyolojik renklerine yaklaşabilmektir. İç boyamanın en önemli avantajı gerçek gibi görüntü vermesidir. İç boyama uygulamada gerçekçiliğin bütün 4 faktörünü içerir; renk, heterojenite, translüsensi ve ana yapı. İç boyama yapılmış silikonlar kalıplara kat kat uygulanır. İç boyamanın bazı dezavantajları da vardır^{5,22,21,57,58,78}.

1- Özellikle şeffaf olmayan kalıplardan dolayı, yapılan renklendirme hatalarını düzeltmek zordur.

2- Kalıp yüzeyi ulaşılabilir olmadığı zaman boyama kontrolü zor olur.

3- Sayısal renk ölçümleri ve renk formülasyonlarına ihtiyaç vardır. Birçok protezci için pratikte iç boyamayı uygulamak zordur^{5,21,22,57,78}.

b) Dış boyama

Renklendirmede ikinci aşama dış boyamadır. Dış boyama, bitmiş proteze doğal deri rengini gölge ve konturlarla sağlayan işlemdir. Bunu sağlamak için, pigmentler fırça yardımıyla silikon üzerine sürülerek kullanılmaktadırlar^{5,22,21,57,78}.

Dış boyamada pigmentler dış ortamdan etkilenir. Bunu önlemek için iki çeşit silikon materyali kullanılır. Birincisi nemle polimerize olan (moisture-cure) silikon, ikincisi ilave polimerize olan (ilave-cure) silikon materyalidir. Nemle polimerize olan silikon, oda ısısında yavaş polimerize olur. İlave polimerize olan silikon ise ısı ile polimerize olur. Bu silikonlar, pişirilmiş protezin üzerine dış boyama için yayılan pigmentlerin içinde ana materyal olarak etkin bir şekilde sıklıkla kullanılabilir⁵.

Boyalar fırçalama uygulaması için toluen ve xylene gibi maddelerle seyreltilebilir. Ayrıca bu maddeler fırçaların temizlenmesi için kullanışlıdır^{5,22,21,78}.

Dış boyamanın kısmen daha kolay kullanım avantajı vardır. Dış boyama hasta üzerinde son renk karşılaştırmasına izin verir. Olumsuz olarak mikroskopik doku ve ince çizgileri doldurarak dokuyu etkiler. Ayrıca yüzeydeki yoğunlaşan pigment yığınları translüensliği etkiler ve doğal olmayan parlaklığa neden olur. Dış boyama yaparken renkler ve heterojenite mümkün olduğu kadar aynısı yapılmalıdır. Kenar uyumu iyi ve mümkün olduğu kadar aynısı olmalıdır. Matlık oluşmaması için yoğun tonlama yapılmaması gerekir. Dış boyamada bir alanın boyanarak koyulaştırılması kolaydır, fakat rengi açmak zordur. Onun için seçilen ve kullanılan pigmentlerin oranları daha açık olacak şekilde ayarlanmalıdır⁵.

İç boyama dış boyamadan fazla tercih edilir. Pratikte iç ve dış boyamanın birlikte olduğu hibrit teknik kullanılır. İç boyama uygulamasını az miktarda dış boyama uygulaması takip eder^{5,19,57}.

c) Fiber boyama

Ayrıca klinik uygulamada sık başvuru alan, derinin damarlı, heterojen görünümünü sağlamak için kullanılan fiber yapılı boyalar vardır. İç boyamada kullanılan boyalar karıştırıldıktan sonra kullanılabilir. Uygulama tekniği iç boyama yöntemiyle aynıdır. Fiber yapılı boyalar silikon elastomerin translüens özelliğini etkilemeden renk değişiklikleri yapmak için eklenir. Silikona doku görünümü sağlar. Silikonun tamamen homojen görünmesini engeller^{5,57,79,80}.

2.5.5.2. Pigmentler

Çene-yüz protezlerinin rengi restoratif materyale boya maddelerinin katılmasıyla sağlanır. Elde edilen rengin stabilitesi protez materyali ve kullanılan boyaya bağlıdır. Boyalar organik ve inorganik

renklendiricilerden elde edilir. Pigmentler çözünmeyen parçacıklardır. İnorganik pigmentler genellikle ışığı absorbe ederler. Bunlara örnek olarak titanyum oksit (beyaz), demir oksit (kahverengi), kobalt oksit (mavi) ve krom veya bakır oksit (yeşil) verilebilir. Genellikle boyamada inorganik pigmentler seçilmektedir. Çünkü bunların rengi organik pigmentlere göre daha sabit ve kalıcıdır^{22,21,26,78}.

Pigmentler karıştırıldığında gözlenen renk, pigmentler tarafından seçici emilimi ve esas rengin yansımalarıyla oluşur. Pigmentler temel içeriğine göre sınıflandırılmaktadır. Organik terimi bir hayvan, bir bitki ya da sentetik orijinli pigmentler için kullanılabilir. Organik pigmentler karbon ve hidrojenlerden türemişlerdir¹⁷.

İnorganik pigmentler, metal atomları içerirler ve karbon ve hidrojenlerden oluşmamışlardır. İnorganik terimi mineral orijinli pigmentler için kullanılabilir. İnorganik pigmentler doğal toprak, yüksek derecede ısıtılmış toz doğal toprak ya da sentetik orijinli olabilirler^{17,81}.

Renk seçerken aşırıya kaçmaya engel olmalı ve deri renklerinin kırmızı-sarı bölge arasından daha uzakta yüksek doygunlukta ve tonda boyalar kullanılmamalıdır. İnsan Renklendirme Sisteminde (Human Coloration System) kullanılan boyalar iyi renk stabilitesine ve düşük toksisiteye sahiptir. Ayrıca silikonların polimerizasyonunu kısıtlamazlar. Titanyum dioksit, kırmızıya çalan koyu kahverengi (burnt sienna), koyu kahverengi (raw sienna), fildişi karası (ivory black), toprak kırmızısı (red ocher), mars kırmızısı (mars red), mars kahverengisi (mars brown), toprak sarısı (yellow ocher), hint kırmızısı (indian red), açık yeşilimsi mavi (cerulean blue) ve ftalosiyanın yeşili (phthalocyanine green) İnsan Renklendirme Sistemi'nde kullanılan pigment çeşitlerine örnektir⁵.

2.6. Yüz Protezlerinde Bozulma

Yüz protezlerinin uygulamasında karşılaşılan en önemli sorunlardan birisi de kullanım süresinin kısalığı ve bozulmasıdır¹⁷.

Bir maddenin bozulması kompleksliğinin azalması ve fiziksel özelliklerinin değişmesi demektir¹⁷. Bozulmaya başlayan bir polimerde yumuşama, kırılma, çatlama ve renk kaybı görülür. Bir polimerin fiziksel özellikleri yalnız kimyasal bileşimi ile ilgili değildir. Molekül ağırlığı, dallanması, dağılımı, kristalleşme özellikleri, çapraz bağlanma özellikleri de fizik özelliklerinin şekillenmesinde rol oynar. Polimerin zincir yapısının parçalanması ile molekül ağırlığı azalır. Parçalanmış zincirlerden yeni bağlar meydana gelmesiyle daha uzun veya halkalı molekül yapıları oluşur. Molekül ağırlığının azalması ile polimerlerin fiziksel direnci düşer ve polimerlerin yumuşaklıkları artar⁸².

Bozulma reaksiyonlarına etkili ajanlar ısı, ışık, ozon, yüksek enerjili radyasyon, oksijen, mekanik stresler, nem ve endüstriyel merkezli kirlenicilerdir. Yüz protez materyalleri bu ajanlardan en çok ısı, nem, ultraviyole, ozon ve endüstriyel kirlenicilerin etkisi altındadır. Bozulmanın derecesi polimerlerin yapısal özelliklerine ve ajanların etki miktarına göre değişir¹⁷.

Çene yüz protezi yapım aşamaları oldukça zor ve zahmetlidir. Bu yüzden hastalar için masraflı bir işlemdir. Fakat, bu protezlerin yırtılmaları veya renk kaybetmelerinden dolayı kısa sürede kullanılamaz hale geldikleri için, araştırmacılar ideal özelliklerde, uzun dönem klinik hizmeti verebilecek mevcut silikon materyallerinin geliştirilmesi için çalışmalar yapmaktadırlar. Bu araştırmalarda, protezlere

etki eden UV ışını, sıcaklık, nem ve hava kirliliği gibi şartları sağlayabilmek için bazı eskitme yöntemleri geliştirilmiştir²⁶.

2.7. Materyalleri Eskitme Yöntemleri

Yapılan çalışmalarda, renk deneylerinde 3 temel yaşlandırma yöntemi kullanılmıştır. Bunlar;

1- Dış ortamda bekletilerek doğal yolla eskitme.

2- Karanlıkta bekletme.

3- Eskitme test cihazında UV ışınına maruz bırakma
17,26,80,81,83

Doğal yolla eskitme işleminde, hazırlanan örnekler açık havada bekletilerek güneş ışığına, hava kirliliğine, ortam sıcaklığına ve neme maruz bırakılırlar. Örnekler eskitilmek istenilen süre kadar dışarıda bekletilmesi gerekir. Bu yüzden eskitme süresi uzundur. Eskitme işlemi gece–gündüz ve mevsimsel şartlardan etkilenir^{26,80,83}.

Karanlıkta bekletme işlemi ise kontrol grubu oluşturmak için yapılır. Örnekler, normal oda sıcaklığı ($23^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ} \text{C}$) ve nemde ($\%50 \pm \%5$), ışık almayacak şekilde kapalı bir kaptaki karanlıkta bekletilir. Eskitilmek istenilen süre kadar örnekler karanlıkta saklanır^{26,80,83}.

Suni yaşlandırma, herhangi bir materyalin gerçek kullanım süresi içerisinde karşılaşacağı dış etkenleri gerçek kullanım süresinden daha kısa bir süre içerisinde uygulayıp, oluşabilecek gerçek süreci tahmin etmeye yarayan bir test metodudur. Bugüne kadar yapılan çalışmaların

çoğunda, materyallerdeki bozulmanın değerlendirilmesinde iklim odaları kullanılmıştır. Bu yöntem diğer eskitme yöntemlerinden avantajlıdır. Eskitme test cihazı materyallerde nem, güneş ışığı, termal şok gibi nedenlerle oluşan etkinin yaratılması amacıyla kullanılmaktadır. Eskitme test işlemi, materyallerde zamana bağlı olarak meydana gelen biyolojik, fiziksel ve estetik değişikliklerin oluşturulması açısından önemlidir^{1,3,17,26,81,83}.

2.8. Atlas UV2000 Hızlandırılmış Hava Koşullandırma Test Cihazı

Teknolojideki gelişmelerle birlikte eskitme test cihazlarında da gelişmeler olmuştur. Bu yeni cihazlardan biri olan Atlas UV2000 hızlandırılmış hava koşullandırma test cihazı, güneş ışığının, nemin ve yağmurun materyaller üzerinde oluşturduğu hasarı taklit eder. Böylece iç ve dış ortamlarda nem ve ışığa maruz kalan materyallerin dayanıklılığı belirlenmektedir⁸⁴.

Atlas UV2000 test cihazı, materyallere farklı sıklarlarda nem, ısısal şok, UV ve kontrollü olarak yükselen sıcaklıklar uygulamaktadır^{84,85}.

Cihaz, materyal üzerinde birkaç ay ve yılda meydana gelecek hasarı birkaç gün veya haftada oluşturur⁸⁴. Oluşan hasarlar saydamlık kaybı, renk değişimi, renk solması, matlaşma, çatlak oluşumu, su emmesi, puslu görünüm, direnç kaybı, oksitlenme şeklinde olabilir. Bu test verileri mevcut maddelerin geliştirilmesinde, yeni madde seçiminde ve ürün dayanıklılığını etkileyen faktörlerin belirlenmesinde bize yardımcı olur⁸⁵.

Materyallerde iklim etkisiyle oluşan eskimenin nedenleri sıcaklık, güneş ışınları ve nemdir. Materyalin maruz kaldığı sıcaklığın,

güneş ışınlarının ve nemin oranına göre meydana gelen etkiler değişmektedir. Hızlandırılmış hava koşullandırma test cihazı bu üç etkiyi yaratacak özelliğe sahiptir⁸⁶.

Atlas UV2000 test cihazı eskitme işlemini oluşturmak için güneş ışığının etkisini UV floresan lambalarıyla oluşturur. Bu cihazda UV-A ve UV-B olmak üzere iki tip floresan UV lambası kullanılmaktadır. UV-A lambaları 295 nm. ile 365 nm. dalga boyu aralığında ışınlar yayarlar. UV lambaları yüksek miktarda UV ışını yaymalarından dolayı materyalin hızla yıpranmasına neden olurlar. UV lambalarının ortama yaydığı sıcaklık 50 °C ile 80 °C arasındaki bir değerde seçilir⁸⁴.

Ağız ortamı nemli bir ortam olduğu için nemin meydana getirdiği hasarı oluşturmak için eskitme cihazının kondensasyon mekanizması kullanılır. Yoğunlaşma siklusu sırasında su haznesi buhar oluşturmak için ısıtılır. Sıcak buhar test odasını yaklaşık olarak % 100 nemli tutar. Bu siklusta ortam sıcaklığı 40–60 °C arasında herhangi bir sıcaklıkta programlanır⁸⁴.

Cihazda su sprey mekanizması da mevcuttur. Materyal üzerinde ısısal şok oluşturmak için materyal üzerine direkt su püskürtür. Her bir kondenzasyon siklusunun başlangıcında birkaç dakika uygulanarak ani ısı değişikliğine neden olup şok etkisi yaratır^{84,85}.

Bu cihaz haftanın 7 günü 24 saat kontrol edilebilir. Böylece sıcaklık ve sikluslar çeşitli şekillerde programlanabilir⁸⁴. Hızlandırılmış hava koşullandırma test cihazının üreticisi 300 saatlik eskitmenin klinik hizmetin bir yılına eşit olduğunu bildirmektedir^{85,87}.

2.9. Konu İle İlgili Çalışmalar

Goiato ve arkadaşları⁸⁸, yüz protezlerinde kullanılan 2 tür RTV silikon elastomerin (Silastic MDX 4–4210 ve Silastic 732) renk stabilitelere kimyasal dezenfeksiyonun ve saklama zamanının etkisini değerlendirmişlerdir. Dezenfeksiyon için Efferdent marka protez temizleyici ajan ve nötral sabun kullanılmıştır. 2 ay sonra örneklerin renk değerleri ölçülmüştür. Örneklerin ortalama renk değerleri arasında istatistik farklılıklar gözlemlenmiştir. Efferdent ile dezenfeksiyon, istatistik olarak ortalama renk değerlerine tesir etmemiştir. Saklama zamanı ve dezenfeksiyon istatistiksel olarak renk stabilitesini etkilemiştir; dezenfeksiyon silikon materyali için ağartma etkeni olarak rol oynamıştır.

Kiat-amnuay ve arkadaşları⁸⁹, yapay eskitmeye maruz kalan MDX4–4210 Tip A maxillofacial elastomerlerin renk stabilitesi üzerine pigmentlerin ve opak maddelerin etkilerini incelemişlerdir. %5, %10, %15 konsantrasyonlarında 5 çeşit opak madde 5 farklı yağ pigmenti ile karıştırılmıştır. 3 konsantrasyonda da opak ajanlarla karıştırılan yağ pigmentleri MDX4–4210 tip A silikon elastomerinin zamanla olan renk bozulmalarından korunmasına yardım etmiştir.

Polyzois⁸³, bu çalışmada açık hava şartlarında 1 yıl boyunca bekletilen içinde pigment olmayan Silskin 2000, Elastosil M3500, Ideal marka 3 silikon elastomerinin renk stabilitesini araştırmışlardır. Yüz silikon elastomerlerinin 1 yıl açık hava şartlarına maruz kalmasıyla gözle görülür algılanabilir renk farklılıkları oluştuğunu belirtmişlerdir. Maruz kalınan süre ve silikon elastomerler renk stabilitesini etkileyen önemli faktörlerdir. Araştırmacı, Silskin 2000' in Elastosil M3500 ve Ideal'den daha az renk stabilitesi gösterdiğini belirtmiştir.

Lemon ve arkadaşları⁸¹, pigment içeren yüz elastomerlerinin renk stabilitesi üzerine geniş spektrumlu UV ışığının etkisini değerlendirmişlerdir. Örnekleri dış ortamda 150–450 kJ/m² radyant enerjiye maruz bırakmışlardır. Örneklerin rengi çok az değişmiştir ama algılanabilecek düzeyde olmuştur. Yapay eskitme yapılan örneklerde görülen renk değişimi, dış hava şartlarında görülen renk değişiminden fazla olmuştur. UV ışık soğurucu UV-5411, örnekleri renk değişikliğinden koruyamamıştır.

Bryant ve arkadaşları⁹⁰, doğal olarak renklendirilmiş Silastic MDX 4–4210 marka yüz protez materyali üzerine, UV radyasyonunun neden olduğu renk değişikliğini azaltmak için kullanılan fotoğraf koruyucu ya da UV soğurucu ajanların kullanımının etkisini değerlendirmişlerdir. Bunun için 15 faktör güneş koruyucu 3 çeşit güneş kremi ve PABA (para-aminobenzoik asit) kullanılmıştır. Bütün örnekleri yapay eskitmeye maruz bırakmışlardır. Araştırmacılar, test edilen fotoğraf koruyucu ajanların, Silastic MDX 4–4210 'un UV radyasyonundan korunması için gereken yeterli değeri sağlamadığını belirtmişlerdir.

Mancuso ve arkadaşları⁹¹, pigment içeren ve pigment içermeyen Silastic 732 RTV ve Silastic MDX 4–4210 marka yüz protez silikonlarının yapay eskitme önce ve sonrası renk stabilitelerini karşılaştırmışlardır. Silastic 732 RTV ve Silastic MDX 4–4210 silikonlarının benzer davranış sergilediği hiçbir grupta, herhangi bir eskitme zamanına ilişkin görsel olarak dikkate değer değişiklikler görülmediği belirtilmiştir.

Leow ve arkadaşları⁹², bu çalışmada el ve maxillofacial protez silikonlarının uzun dönemdeki renk değişikliğini incelemişlerdir. Renk karışımıyla uygun doku rengi sağlanan protezleri elde etmek için 7 renk boya incelenmiştir. Bu renk pigmentlerinin solmama özellikleri

karşılaştırılmıştır. Pigmentler suspansiyon (sıvıda erimeyen tanecikler halinde), pat halinde ve kuru pigment halinde sunulmuş. Hazırlanan örnekler 9 ay klinik kullanımlarına eşdeğer olacak şekilde eskitilmişlerdir. Pigment renkleri, renklerinin solmama özelliği yönünden sistematik bir şekilde sıralanmıştır. Pigment süspansiyonlarının pigment patlarından daha iyi renk stabilitesi olduğunu belirtmişlerdir.

Gary ve arkadaşları¹⁶, 3 pigmentin birbirinden ayrı olarak özel RTV silikon elastomerine katıldığında tahmin edilebilir renk değişimlerinin olup olmadığına bakmışlardır. Aynı örnekler farklı bölgelerde (Phoneix ve Miami) güneş ışığına maruz bırakılmış ve bölgeler arasında renk değişimi olduğu görülmüştür.

Craig ve arkadaşları⁹³, çalışmalarında maxillofacial protezlerde kullanılan polivinil klorid, poliüretan ve silikon elastomerin renk stabiliteelerini hızlandırılmış eskitmeden sonra spektrofotometre kullanarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar, silikonların renk stabilitelerinin diğer elastomerlerden daha iyi olduğunu belirtmişler ve eskitmeden sonraki renk stabilitesine dayanarak, bazı silikon elastomerlerin son derece ümit verici olduğunu açıklamışlardır.

Koran ve arkadaşları¹⁷, spektrofotometre kullanarak 11 çeşit maxillo-facial pigmentin hızlı eskitmeden sonraki renk stabiliteelerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar, pigmentlerden 7' sinin mükemmel renk stabilitesi gösterdiğini, 4' ünün ise klinik kullanımlarında daha çok renk değiştirdiğini belirtmişlerdir.

Yu ve arkadaşları⁹⁴, Silastic 44210 RTV silikonunu dudak boyası, plak boyama solüsyonu ve metilen mavisi ile lekeliyorlar. Bu lekeler kimyasal olarak birbirinden farklı 4 çözücü ile uzaklaştırılmıştır.

Bu çözücüler toluen, benzen, 1.1.1-trikloroetan ve n-hexane'dir. İlave edilen örnekler pigment stabilitesini değerlendirmek için 11 maxillofacial pigment ile yapılmıştır. Sonuçlar, çözücü uygulamadan önce ve sonra yapılan spektrofotometre ölçümleri ile elde edilmiştir. Araştırmacılar, çözücü tarafından lekelerin uzaklaştırılmasının, pigment içeren elastomerin daha az renk kaybı göstermesinde etkili olduğunu kanıtlamışlardır.

Yu ve arkadaşları⁹⁵, yaptıkları çalışmada Silastic 44210 silikon elastomeri lekelenmeden önce 11 maxillofacial pigment ile renklendirmişlerdir. Örnekler, dudak boyası, metilen mavisi ve plak boyama solüsyonu tarafından boyanmıştır. Bu lekeler 1.1.1-trikloroetan içeren çözücü tarafından çıkartılmıştır. Lekelemeyen önce, lekelenmeden sonra ve çözücü uygulamasından sonra renk parametre ölçümleri yapılmıştır. Araştırmacılar, pigment içeren örneklerin çok az renk kaybı gösterdiğini, çözücü tarafından bu lekelerin uzaklaştırılmasının renk kaybını azalttığını belirtmişlerdir.

Yu ve arkadaşları⁹⁶, çene-yüz silikonunu sigara dumanı ile lekelenmişlerdir. Çözücü olarak 1.1.1-trikloroetan kullanarak lekeyi uzaklaştırmışlardır. Spektrofotometre ile ölçümlerde sigara dumanının elastomerde büyük renk değişikliğine sebep olduğunu bulmuşlardır. Araştırmacılar, çözücünün silikon materyalinin rengini değiştirmeden tümüyle lekenin çıkartılmasında etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Ma ve arkadaşları⁷⁹, boya maddesi olarak kullanılan opak maddelerin, kuru pigmentlerin, fiber boyaların ve bunların farklı oranlarda karıştırılmasının silikonun renklenmesine etkisini araştırmışlardır. Işık emme ve yayma katsayıları ve boya maddelerinin konsantrasyonları arasında önemli ölçüde doğrusal ilişki bulmuşlardır. Bu ilişkinin boya

maddeleri ve elastomer arasında arasına meydana gelen optik etkileşimi gösterdiğini vurgulamışlardır.

Beatty ve arkadaşları⁹⁷, çalışmalarında 5 yağ pigmenti kullanarak örneklerle iç boyama ve dış boyama uygulamışlar ve yapay eskitmeden sonraki renk stabilitelerine bakmışlardır. Dış boyama uygulanan örneklerde daha az renk değişikliği görüldüğünü, yağ pigmentiyle yapılan yüzey boyamasının renk değişikliğini azaltabileceği ve yeteri miktarda pigmenti koruyabileceğini belirtmişlerdir.

Haug ve arkadaşları⁸⁰, sık kullanılan elastomer pigment kombinasyonlarının bozunduktan sonraki renk stabilitelerini incelemişlerdir. Silikon elastomer olarak Silastic medical adhesive tip A, Silastic 4-4210 ve Silicone A-2186 elastomerleri, pigment olarak ise kuru boyaları, fiber boyaları, yağlı boyaları, kaolin ve sıvı kozmetikleri kullanmışlardır. Örnekleri 6 ay boyunca hem doğal hava şartlarında hem de karanlık oda şartlarında eskitmişlerdir ve oluşan renk değişikliklerini değerlendirmişlerdir. Doğal hava şartlarına maruz kalan örneklerin, karanlıkta saklanan örneklerden daha çok renk değişikliği gösterdiklerini belirtmişlerdir.

Çalışmanın amacı, yüz protezlerinin yapımında kullanılan üç farklı silikon elastomerin, farklı renklendirici ajanlar ile renklendirilmiş ve renklendirilmemiş örneklerinin, eskitme işleminden sonraki renk değişikliği değerlerini hesaplamak ve farklı parametrelerde birbirleriyle karşılaştırmaktır.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Araştırma Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı ve T.C. Karayolları Genel Müdürlüğü Teknik Araştırma Birimi Fizik Laboratuvarlarında yapılmıştır.

Bu çalışmada, yüz protezlerinin yapımında kullanılan üç farklı yüz protezi silikon elastomerin farklı renklendirici ajanlar ile renklendirilmiş ve renklendirilmemiş örneklerinin eskitme işlemi yapılmadan önce ve yapıldıktan sonraki renk farklılık değerleri saptanmış ve istatistik olarak değerlendirilmiştir.

3.1. Araştırmamızda Kullanılan Silikon Elastomerler

Bu çalışmada üç farklı silikon elastomer olmak üzere Cosmesil M511 (Principality Medical Ltd, Newport, İngiltere), Cosmesil M522 (Principality Medical Ltd, Newport, İngiltere), ve Multisil-Epithetic (Bredent, Senden, Almanya) kullanılmıştır (Resim 1, 2).



Resim 1: Silikon Multisil Seti



Resim 2: Silikon Cosmesil Seti

1- Cosmesil M511, ilave polimerizasyonla yüksek sıcaklıkta polimerize olur. Katalizörü ile birlikte kullanılır (Resim 3). Karıştırması kolaydır. Çalışma süresi ortalama 1 saattir. Polimerizasyon süresi 100 °C' de ortalama 1 saattir.



Resim 3: Silikon Cosmesil M511

2- Cosmesil M522 (Resim 4) kondanse polimerizasyonla oda sıcaklığında 24 saatte polimerize olur. Çapraz bağlantı ajanı ve katalizör içerir. Çalışma süresi ortalama 1 saattir. Yüksek dayanıklılığa sahiptir.



Resim 4: Silikon Cosmesil M522

3- Multisil-Epithetic, ilave polimerize vinil polidimetilsiloksan esaslı olup yumuşak epitezlerin yapımında kullanılır. Silikon çift kartuş şeklindedir. Baz silikon ve katalizörü birlikte çift kartuşun içindedir. Şeffaf çift kartuş tabanca şeklindeki ölçme aleti içine yerleştirilir (Resim 5). Silikon, karıştırma ucu kullanılarak veya direkt olarak kartuştan karıştırma kağıdı üzerine alınarak kullanılabilir. Multisil-Epithetik silikon elastomeri,

kalıba yerleştirildikten sonra, 60 °C' deki fırında 30 dakikada sertleştirilmelidir. Multisil-Epithetic şeffaf, ısıtma yapılmadan da oda sıcaklığında 12 saatte tamamen sertleşir.



Resim 5: Silikon Multisil-Epithetic

3.2. Araştırmamızda Kullanılan Renklendirici Ajanlar

Her bir silikonun renklendirilmesinde kendi üretici firması tarafından yüz protezlerinin yapımında kullanılmak üzere üretilmiş boya malzemeleri kullanılmıştır. Cosmesil M511 ve Cosmesil M522 için aynı iç boyama, fiber boyama ve dış boyama seti kullanılmıştır. Multisil-Epithetic materyalinin kendi boyama seti mevcuttur (Resim 6, 7, 8, 9, 10, 11). Araştırmada beyaz, kırmızı, sarı ve kahverengi olmak üzere 4 farklı renkte pigment kullanılmıştır.



Resim 6: Cosmesil İç Boyama Pigmentleri



Resim 7: Cosmesil Fiber Boyama Pigmentleri



Resim 8: Cosmesil Dış Boyama Pigmentleri



Resim 9: Multisil İç Boyama Pigmentleri



Resim 10: Multisil Fiber Boyama Pigmentleri



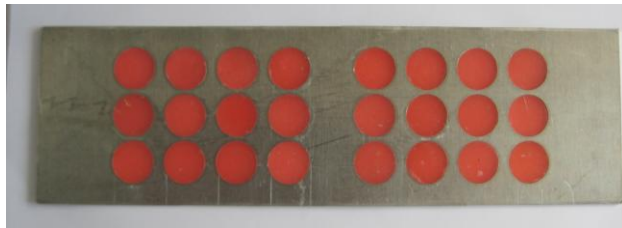
Resim 11: Multisil Dış Boyama Pigmentleri

3.3. Metal Kalıpların Hazırlanması

Silikon örneklerin hazırlanması ve hazırlanan silikonların eskitilmesi için eni 8 cm., boyu 26 cm. ve kalınlığı 2 mm. olan 20 adet alüminyum kalıp hazırlandı. Kalıpların tüm yüzeylerinin cilalı olmasına dikkat edildi. Hazırlanan 10 kalıp üzerine alüminyum plakalarla uyumlu, silikonların ölçülerine uygun olarak tornada çapı 1,8 cm., kalınlığı 2 mm. olacak şekilde 24 adet delik açıldı. Böylece toplam 240 adet örnek alacak şekilde 10 kalıp elde edildi. Diğer 10 kalıptaki disklerin çapı 1,7 cm. olacak şekilde hazırlandı. Bunlar diğer kalıplara destek olmak ve silikonların düşmesini önlemek için kullanıldı.

3.4. Mum Örneklerin Hazırlanması Ve Alçı Kalıpların Elde Edilmesi

Standart mum örnekler elde etmek için kalıpların üzerine 0,8 cm. kalınlığında cam kestirildi. Mum örneklerin hazırlanmasında plaka mumlar kullanıldı. Camlar temizlendikten sonra alüminyum kalıp üzerine yerleştirildi. Alüminyum kalıpların içerisine damlatma yöntemiyle mum yığıldı ve soğumaya bırakıldı (Resim 12). Sertleşen mum örnekler ince bir siman spatülü yardımıyla ayrılarak kalıpların içerisinden çıkartıldı. Tüm örnekler bir kumpas (Mannesmann 823–160, Almanya) yardımıyla ölçüldü. Böylece 240 adet, 1,8 cm. çapında, 2 mm. kalınlığında ve disk şeklinde mum örnekler hazırlandı.



Resim 12: Mum örneklerin alüminyum kalıpta hazırlanması

Mum örneklerinin hazırlanmasından sonra muflaya alma ve mum eritme işlemine geçildi. Muflaya alma işleminde tam ve bölümlü protez yapımında kullanılan piring muflalar kullanıldı. Her bir muflaya en az 5 adet mum örnek koyuldu. Her gruptan belirtilen şekil ve boyutlara uyan en iyi 5 örnek seçildi. Muflaya alma işlemleri sırasında deformasyonu önlemek amacıyla sert model alçısı kullanıldı. Sert alçı muflanın alt yarısına döküldükten sonra donmadan mum örnekler mufla içine yerleştirildi. Alçının sertleşmesi sonrası alçı yüzeylere, ince bir tabaka lak uygulaması yapıldı. Muflalar kaynar suda 10 dakika bekletildikten sonra artık mumlar mufladan uzaklaştırıldı ve kurumaya bırakıldı. Böylece silikon örneklerin elde edilebilmesi amacıyla kullanılacak 5 adet alçı kalıp hazırlandı. Her kullanımdan sonra kalıplar ince grenli zımpara kağıdı ve el sabunu ile iyice temizlendi ve kurutuldu (Resim 13, 14).



Resim 13: Mum örneklerin piring mufladaki görüntüsü



Resim 14: Piring muflada mum eritildikten sonra oluşan alçı kalıp

3.5. Silikon Örneklerin Hazırlanması

Bu çalışmada üç farklı silikon elastomer kullanıldı. Bunlar Cosmesil M522, Cosmesil M511 ve Multisil-Epithetic' dir. Her bir silikon elastomere iç boyama, fiber boyama ve dış boyama uygulandı. Bu boyama çeşitlerinin her birinde beyaz, sarı, kırmızı, kahverengi ve bunların eşit miktarda karışımından oluşturulan karışık renk kullanıldı. Ayrıca pigment içermeyen örnekler de hazırlandı ve renklendirilen örneklerle karşılaştırıldı. Her bir renkten 5 adet (n=5) örnek elde edildi. Böylece bir çeşit silikondan her bir boyama grubu için 25 örnek hazırlandı. Her bir silikona 3 çeşit boyama yapılacağı için bir silikon çeşidinden, renklendirilen 75 örnek elde edildi. Renklendirme yapılmayan grupta ise her bir silikondan 5 adet örnek yapıldı. Böylece her bir silikondan 80 olmak üzere toplam 240 örnek hazırlandı (Tablo 2).

Tablo 2: Çalışmadaki örnek grupları

GRUPLAR	COSMESİL M511	COSMESİL M522	MULTİSİL- EPİTHETİC
İÇ BOYAMA	BEYAZ	BEYAZ	BEYAZ
	SARI	SARI	SARI
	KIRMIZI	KIRMIZI	KIRMIZI
	KAHVE	KAHVE	KAHVE
	KARIŞIK	KARIŞIK	KARIŞIK
FİBER BOYAMA	BEYAZ	BEYAZ	BEYAZ
	SARI	SARI	SARI
	KIRMIZI	KIRMIZI	KIRMIZI
	KAHVE	KAHVE	KAHVE
	KARIŞIK	KARIŞIK	KARIŞIK
DIŞ BOYAMA	BEYAZ	BEYAZ	BEYAZ
	SARI	SARI	SARI
	KIRMIZI	KIRMIZI	KIRMIZI
	KAHVE	KAHVE	KAHVE
	KARIŞIK	KARIŞIK	KARIŞIK
RENKLENDİRME YAPILMAYAN	ŞEFFAF	ŞEFFAF	ŞEFFAF

3.5.1. Cosmesil M511 silikon örneklerin hazırlanması

Cosmesil M511 ilave polimerize olan bir silikondur ve katalizörü ile birlikte kullanılır. Bu ilave tip silikon elastomer örneklerinin hazırlanması sırasında üretici firmanın tavsiye ettiği şekilde baz silikon ve katalizör ağırlık olarak 10:1 oranında uygulandı. Silikon ağırlığını ölçmek için 0,0001 gr.' a duyarlı hassas tartı cihazı (Precisa XB 220A, Precisa Instruments AG, Dietikon, İsviçre) kullanıldı. Silikon elastomer siman camı üzerinde paslanmaz çelik spatül ile karıştırıldı (Resim 15, 16). Silikon hamurunu yeterli miktarda hazırlamak amacıyla 20 gr. baz silikon, 2 gr. katalizör olmak üzere 22 gr. silikon-katalizör karışımı kullanıldı. Bu işlemler her bir boyama işleminde her pigment uygulamasında tekrarlandı. 5 adet renklendirme yapılmayan ve 75 adet de renklendirme yapılan olmak üzere 80 adet örnek hazırlandı.



Resim 15: Hassas tartı Resim 16: Siman camında silikonun karıştırılması

a) Renklendirme yapılmayan şeffaf Cosmesil M511 silikon örneklerinin hazırlanması:

Siman camı üzerinde spatül yardımıyla karıştırılıp hazırlanan silikon, alçı kalıbın içine yerleştirildi. Silikon, alçı kalıbın içinde hava

kabarcıklarının uzaklaştırılması için 5 dakika bekletildi. Muflanın üst parçası kapatılarak hava kabarcıklarının uzaklaştırılması için preste 5 dakika boyunca sıkıştırıldı. Brit ile sıkıştırılan mufla içindeki örnekler üreticilerin talimatlarına uygun olarak 100 °C' de 1 saat kuru sıcak hava fırınında (FN500, Nüve A.Ş., Ankara, Türkiye) bekletilerek polimerize edildi (Resim 17). Mufladan çıkarılan silikon örnekler, gerekli tesviye işlemi yapılarak renk ölçümü için hazır hale getirildi. Tesviye işleminde silikonların büyük saçakları makasla kesildi, küçük saçakları ise trimleme frezleri ile uzaklaştırıldı. Bu grup aynı anda karıştırılan ve aynı muflada polimerize edilen toplam 5 örnekten oluşturuldu.



Resim 17: Kuru sıcak hava fırını

b) İç boyama yapılan Cosmesil M511 silikon örneklerinin hazırlanması:

Bu grupta siman camı üzerinde hazırlanan Cosmesil M511 silikona kendi iç boyama setinde bulunan beyaz, sarı, kırmızı, kahverengi ve karışık renkte 5 çeşit boya karıştırıldı. Sadece opaklaştırıcı olarak kullanılan beyazın karıştırılıp başka renklendirme yapılmayan beyaz renk grubu (opaklaştırıcı renk) ile kırmızı, sarı, kahverengi ve bu 3 rengin eşit miktarlarda karıştırılması ile elde edilen karışık renk grubu ile oluşan toplam 5 farklı grup oluşturuldu. Her bir boyadan üretici firmanın önerdiği

oranda kullanıldı. Beyaz renk grubunda silikona sadece 0,024 gr. beyaz boya eklendi (Toplam ağırlığın % 0,1' i), diğer gruplara ise hem 0,024 gr. beyaz boya hem de 0,024 gr. sarı, kırmızı, kahverengi ve karışık renk boyalardan herhangi birisi kondu ve spatül ile homojen bir şekilde karıştırıldı. Karışık renk elde ederken sarı, kırmızı ve kahverengi renklerden 0,008' er gr. kullanıldı ve silikona homojen bir şekilde ilave edildi. Sonra renklendirilen silikonlar muflalara yerleştirildi ve kuru sıcak hava fırınında bekletilerek polimerize edildi. Mufladan çıkarılan silikon örnekler, gerekli tesviye işlemi yapılarak renk ölçümü için hazır hale getirildi. Her bir grup aynı anda karıştırılan ve aynı muflada polimerize edilen 5 adet örnekten oluşturuldu ve toplam 25 örnek hazır hale getirildi.

c) Fiber boyama yapılan Cosmesil M511 silikon örneklerinin hazırlanması:

Aynı şekilde hazırlanan Cosmesil silikona kendi boyama setindeki beyaz, sarı, kırmızı, kahverengi ve karışık renkte 5 çeşit fiber boya karıştırıldı. Sadece opaklaştırıcı olarak kullanılan beyazın karıştırılıp başka renklendirme yapılmayan beyaz renk grubu (opaklaştırıcı renk) ile kırmızı, sarı, kahverengi ve bu 3 rengin eşit miktarlarda karıştırılması ile elde edilen karışık renk grubu ile oluşan toplam 5 farklı grup oluşturuldu. Her bir boyadan üretici firmanın önerdiği oranda kullanıldı. Beyaz renk grubunda silikona sadece 0,15 gr. beyaz boya (Toplam ağırlığın % 0,7' si), diğer gruplara ise hem 0,15 gr. beyaz boya hem de 0,15 gr. sarı, kırmızı, kahverengi ve karışık renk boyalardan herhangi birisi eklendi ve spatül ile homojen bir şekilde karıştırıldı. Karışık renk elde ederken sarı, kırmızı ve kahverengi renklerden 0,05' er gr. kullanıldı ve silikona homojen bir şekilde ilave edildi. Sonra renklendirilen silikonlar muflalara yerleştirildi ve kuru sıcak hava fırınında bekletilerek polimerize edildi. Her bir grup aynı anda karıştırılan ve aynı muflada polimerize edilen 5 adet örnekten oluşturuldu. Tesviye işlemi yapılarak toplam 25 örnek hazır hale getirildi.

d) Dış boyama yapılan Cosmesil M511 silikon örneklerinin hazırlanması:

Dış boyama işleminin uygulanacağı örneklerin hazırlanması için silikon-katalizör karışımına 0,024 gr. beyaz boya ilave edilerek iç boyama ve fiber boyama gruplarında yapılan şekilde polimerize edildi. Tesviye işlemi yapılarak 25 örnek hazır hale getirildi. Hazırlanan örneklerle dış boyama uygulanmadan önce örnekler iki mikroskop camı arasına sıkıştırılarak kalınlıkları 0,01 mm.' ye hassas bir dijital kalınlık ölçer ile ölçüldü ve her bir örneğin kalınlığı kaydedildi. Temizlenen yüzeyler beyaz, kırmızı, sarı, kahverengi ve karışık renkte Cosmesil dış boyama materyalleri ile boyandı. Karışık boya rengi kırmızı, sarı ve kahverengi renkte boyaların eşit miktarda karışımıyla yapıldı. Dış boyama yapılan yüzeyi korumak amacıyla üretici firma tarafından tavsiye edilen Cosmesil marka yüzey kaplama silikonu boyanmış yüzeye uygulandı (Resim 18).



Resim 18: Cosmesil marka yüzey kaplama silikonu

Silikon uygulandıktan sonra yüzeye mikroskop camı yerleştirilerek hem bu kalınlığın ayarlanması ve hem de yüzeye uygulanan silikonun düz bir yüzeye sahip olması sağlandı. Dijital kalınlık ölçer ile örneklerin kalınlığı 2,5 mm. olarak gösterecek şekilde sıkıştırıldı (Resim 19).



Resim 19: Digital kalınlık ölçer ile silikon örneklerin ölçülmesi

Mikroskop camlarının arasında kalan kaplama silikonun polimerizasyonu üretici firmanın tavsiyesine uygun olarak 24 saat oda sıcaklığında bekletilerek sağlandı.

3.5.2. Cosmesil M522 silikon örneklerin hazırlanması

Cosmesil M522, kondanse polimerizasyonla oda sıcaklığında 24 saatte polimerize olur. Çapraz bağlantı ajanı ve katalizör içerir. Diğer silikonda olduğu gibi 20 gr. baz silikon kullanıldı. Hassas terazi ile tartılıp siman camı üzerine konan silikon içine boya maddeleri karıştırıldıktan sonra üretici firmanın talimatına göre 40 damla çapraz bağlayıcı ajan, 40 damla da katalizör kullanıldı. Katalizör karıştırıldıktan sonra, üretici firma tarafından 15 dakika olarak önerilen çalışma süresine dikkat edildi. Bu işlemler her bir boyama işleminde her pigment uygulamasında tekrarlandı. 5 adet renklendirme yapılmayan, 75 adet renklendirilen olmak üzere toplam 80 adet örnek hazırlandı.

a) Renklendirme yapılmayan şeffaf Cosmesil M522 silikon örneklerinin hazırlanması:

20 gr. baz silikon, 40 damla katalizör ve 40 damla çapraz bağlayıcı ajan ile spatül yardımıyla siman camı üzerinde karıştırıldıktan sonra pirinç muflaya yerleştirildi. Muflanın üst parçası kapatılarak hava kabarcıklarının uzaklaştırılması için preste 5 dakika boyunca sıkıştırıldı. Brit ile sıkıştırılan mufla içindeki örnekler üreticilerin talimatlarına uygun olarak oda sıcaklığında 24 saat bekletildi. 24 saat sonra mufladan çıkarılan örnekler tesviye edildikten sonra renk ölçümü için hazır hale getirildi.

b) İç boyama yapılan Cosmesil M522 silikon örneklerinin hazırlanması:

Bu grupta siman camı üzerinde hazırlanan Cosmesil M522 silikona, kendi iç boyama setinde bulunan beyaz, sarı, kırmızı, kahverengi ve karışık renkte 5 çeşit boya, Cosmesil M511 silikonun iç boyama grubundaki gibi karıştırıldı. Ardından 40' ar damla çapraz bağlayıcı ajan ve katalizör damlatılıp homojen bir şekilde karıştırıldı. Sonra renklendirilen silikonlar muflalara yerleştirildi ve hava kabarcıklarının uzaklaştırılması için preste 5 dakika boyunca sıkıştırıldı. Britin içerisine yerleştirilen örnekler üreticilerin talimatlarına uygun olarak oda sıcaklığında 24 saat bekletildi. 24 saat sonra mufladan çıkarılan örnekler tesviye edildikten sonra renk ölçümü için hazır hale getirildi. Her bir grup aynı anda karıştırılan ve aynı muflada polimerize edilen 5 adet örnekten oluşturuldu. Böylece toplam 25 örnek hazır hale getirildi.

c) Fiber boyama yapılan Cosmesil M522 silikon örneklerinin hazırlanması:

Aynı şekilde hazırlanan Cosmesil M522 silikona kendi boyama setindeki beyaz, sarı, kırmızı, kahverengi ve karışık renkte 5 çeşit

fiber boya, Cosmesil M511 silikonun fiber boyama grubundaki gibi karıştırıldı. Ardından 40' ar damla çapraz bağlayıcı ajan ve katalizör damlatılıp karışım homojen bir şekilde spatül yardımıyla karıştırıldı. Sonra muflalara yerleştirilen renklendirme yapılmış silikonlar preste 5 dakika boyunca sıkıştırıldı ve britin arasına yerleştirilen mufla içindeki örnekler üreticilerin talimatlarına uygun olarak oda sıcaklığında 24 saat bekletildi. 24 saat sonra mufladan çıkarılan örnekler tesviye edildikten sonra renk ölçümü için hazır hale getirildi. Her bir grup aynı anda karıştırılan ve aynı muflada polimerize edilen 5 örnekten oluşturuldu. Böylece toplam 25 örnek hazır hale getirildi.

d) Dış boyama yapılan Cosmesil M522 silikon örneklerinin hazırlanması:

Dış boyama işleminin uygulanacağı örneklerin hazırlanması için silikona 0,024 gr. beyaz boya ilave edilerek homojen bir şekilde karıştırıldı. Ardından 40' ar gr. çapraz bağlayıcı ajan ve katalizör damlatılarak karışım homejen bir şekilde karıştırıldı. Aynı şekilde silikonlar muflaya yerleştirildi, preste 5 dakika boyunca sıkıştırıldı ve britin arasına yerleştirilen mufla içindeki örnekler üreticilerin talimatlarına uygun olarak oda sıcaklığında 24 saat bekletildi. Tesviye işlemi yapılarak 25 örnek hazır hale getirildi. Hazırlanan örnekler Cosmesil M511 silikonunda olduğu gibi dış boyama işlemi uygulandı. Dış boyama yapılan yüzeyi korumak amacıyla üretici firma tarafından tavsiye edilen Cosmesil marka yüzey kaplama silikonu boyanmış yüzeye uygulandı. Mikroskop camlarının arasında kalan kaplama silikonun polimerizasyonu üretici firmanın tavsiyesine uygun olarak 24 saat oda sıcaklığında bekletilerek sağlandı.

3.5.3. Multisil-Epithetic silikon örneklerinin hazırlanması

Multisil-Epithetic ilave polimerize olan bir silikondur. Baz silikon ve katalizörü birlikte çift kartuşun içindedir. Üretici firmanın tavsiye ettiği şekilde, çift kartuş ölçme aletinin içine yerleştirildi ve karıştırma ucu kullanarak baz materyal ve katalizörü karıştırıldı. Silikon hamurunu yeterli miktarda hazırlamak amacıyla 22 gr. silikon-katalizör karışımı hassas terazide ölçüldü. Bu işlemler her bir boyama işleminde her pigment uygulamasında tekrarlandı. 5 adet renklendirme yapılmayan, 75 adet renklendirilen olmak üzere toplam 80 adet örnek hazırlandı.

a) Renklendirme yapılmayan şeffaf Multisil-Epithetic silikon örneklerinin hazırlanması:

Siman camı üzerine koyulan silikon, alçı kalıbın içine spatül yardımıyla yerleştirildi. Silikon alçı kalıbın içinde hava kabarcıklarının uzaklaştırılması için 5 dakika bekletildi. Muflanın üst parçası kapatılarak hava kabarcıklarının uzaklaştırılması için preste 5 dakika boyunca sıkıştırıldı. Britin arasına sıkıştırılan mufla içindeki örnekler üreticilerin talimatlarına uygun olarak 60 °C' de 30 dk. kuru sıcak hava fırınında bekletilerek polimerize edildi. Mufladan çıkarılan silikon örnekler, gerekli tesviye işlemi yapılarak renk ölçümü için hazır hale getirildi.

b) İç boyama yapılan Multisil-Epithetic silikon örneklerinin hazırlanması:

Bu grupta siman camı üzerinde hazırlanan Multisil-Epithetic silikona, kendi iç boyama setinde bulunan beyaz, sarı, kırmızı, kahverengi ve karışık renkte 5 çeşit boya, Cosmesil M511 ve Cosmesil M522 silikonlarının iç boyama gruplarındaki gibi karıştırıldı. Sonra renklendirilen

silikonlar muflalara yerleştirildi ve kuru sıcak hava fırınında bekletilerek polimerize edildi. Her bir grup aynı anda karıştırılan ve aynı muflada polimerize edilen 5 adet örnekten oluşturuldu. Tesviye işlemi yapılarak toplam 25 örnek hazır hale getirildi.

c) Fiber boyama yapılan Multisil-Epithetic silikon örneklerinin hazırlanması:

Aynı şekilde hazırlanan Multisil-Epithetic silikona, kendi boyama setindeki beyaz, sarı, kırmızı, kahverengi ve karışık renkte 5 çeşit fiber boya, Cosmesil M511 ve Cosmesil M522 silikonlarının fiber boyama gruplarındaki gibi karıştırıldı. Sonra renklendirilen silikonlar muflalara yerleştirildi ve kuru sıcak hava fırınında bekletilerek polimerize edildi. Her bir grup aynı anda karıştırılan ve aynı muflada polimerize edilen 5 adet örnekten oluşturuldu. Tesviye işlemi yapılarak toplam 25 örnek hazır hale getirildi.

d) Dış boyama yapılan Multisil-Epithetic silikon örneklerinin hazırlanması:

Dış boyama işleminin uygulanacağı örneklerin hazırlanması için silikon-katalizör karışımına 0,024 gr. beyaz boya ilave edilerek iç boyama ve fiber boyama gruplarında yapılan şekilde polimerize edildi. Tesviye işlemi yapılarak 25 örnek hazır hale getirildi. Hazırlanan örnekler Cosmesil M511 ve Cosmesil M522 silikonlarında olduğu gibi dış boyama işlemi uygulandı. Dış boyama yapılan yüzeyi korumak amacıyla üretici firma tarafından tavsiye edilen Multisil-Epithetic marka yüzey kaplama silikonu boyanmış yüzeye uygulandı. Mikroskop camlarının arasında kalan kaplama silikonun polimerizasyonu üretici firmanın tavsiyesine uygun olarak 24 saat oda sıcaklığında bekletilerek sağlandı.



Resim 21: SpectroEye marka spektrofotometre

Renk ölçümleri sırasında yapılan değerlendirmeler L^* a^* b^* renk uzayında yapılmıştır. CIE $L^*a^*b^*$ sistem, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIE (International Commission of Illumination) tarafından geliştirilmiştir ve Diş Hekimliği literatüründe renklerin rakamsal ifadesinde sıklıkla kullanılan bir sistemdir. CIE $L^*a^*b^*$ renk sisteminde, rengin koordinatları belirtilir;

L^* : Açıklık koyuluğu (L' nin artan pozitif değerleri daha açık renkleri, azalan negatif değerleri daha koyu renkleri) göstermektedir.

a^* : Kırmızı/yeşil skalada rengin koordinatını (a' nin artan pozitif değerleri kırmızının artışı, azalan negatif değerleri yeşilin artışı) göstermektedir.

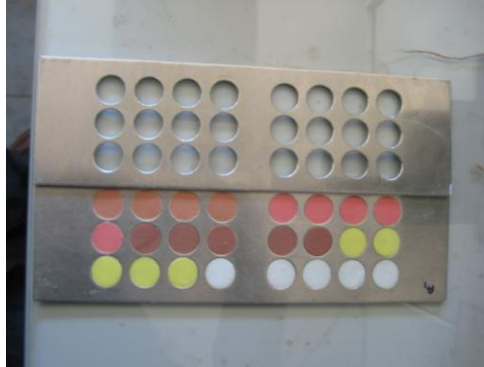
b^* : Sarı/mavi skalada rengin koordinatını (b' nin artan pozitif değerleri sarının artışı, azalan negatif değerleri mavinin artışı) göstermektedir.

Her bir örnekten 5 ölçüm yapıldı ve L^* , a^* , b^* ’nin ortalama değerleri kaydedildi. Tüm lmler beyaz zemin üzerinde uygulandı. Renk lm yapılan silikon örnekler yapay eskitme için hazırlanan alüminyum kalıplara yerleştirildi (Resim 22).



Resim 22: Kalıplara yerleştirilen silikon rnekler

Alüminyum kalıplar kendisinden 1 mm. daha dar çapta hazırlanan alüminyum kalıplarla sıkıştırıldı (Resim 23).



Resim 23: Silikonların daha dar çaptaki alüminyum kalıp ile sıkıştırılması

Her bir alüminyum kalıp her bir alüminyum plakaya yerleştirilip eskitme cihazındaki yerine koyuldu (Resim 24).



Resim 24: Alüminyum kalıp içindeki silikon örnekler

Silikon örneklerin yapay eskitme işlemleri, Atlas UV2000 hızlandırılmış hava koşullandırma test cihazında (Atlas Electric Devices Company, Amerika) yapıldı (Resim 25).



Resim 25: Atlas UV2000 Hızlandırılmış Hava Koşullandırma Test Cihazı

Eskitme cihazı içerisindeki silikon örnekler % 90 nem oranında, 120 dk. periyotlarda 18 dk. distile su püskürtmesi, $60^{\circ}\text{C} \pm 2'$ de 8 saat ışıma, $50^{\circ}\text{C} \pm 2'$ de 4 saat kondenzasyon işlemi yapılarak eskitildi. Örneklerin 300 saat, 450 saat ve 600 saatlik eskitilme işlemlerinden sonra silikon örnekler yapay eskitme cihazından çıkartıldı. Renk ölçümleri tekrar yapılmadan önce, bütün örnekler oda sıcaklığında $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ de 24 saat

bekletildi. Her bir örneğin eskitmeden önce ve 300 saat, 450 saat ve 600 saat eskitmeden sonra elde edilen L^* , a^* , b^* değerleri bilgisayara kaydedildi. 300 saatlik eskitme silikon elastomerlerin 1 yıllık klinik kullanım süresine karşılık gelmektedir. Renk değişiklikleri ΔE , eskitmeden önceki ve sonraki L^* , a^* , b^* değerleri kullanılarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

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

Çalışmada, renk değişikliği (ΔE) sonuçlarını yorumlarken hem değerler istatistiksel olarak anlamlılıklarına göre karşılaştırıldı, hem de örneklerin klinik olarak gözle görülebilirlik ve kabul edilebilirlikleri karşılaştırıldı. Silikon elastomer örneklerden elde edilen $\Delta E > 1,1$ algılanabilir, $\Delta E < 3$ ise kabul edilebilir sınır olarak belirlendi.

3.7. İstatistik Analiz

Elde edilen değerlerin istatistik sonuçları, tekrarlı ölçümlü dört yönlü varyans analizi ve Post-Hoc çoklu karşılaştırma test yöntemlerinden Bonferroni testi kullanılarak değerlendirildi.

İlk önce, bulunan ortalama ΔE değerleri Kormogorov-Smimow Z testi ile değerlendirildi. Ortalama ΔE değerleri normal dağılım gösterdiği için, örneklerin istatistiğinde parametrik analiz kullanılmasına karar verildi. Parametrik analizlerden biri olarak kullanılan dört yönlü varyans analizinde, bir bağımlı değişken ve dört bağımsız değişken yer almaktadır. Ayrıca aynı silikondan 3 farklı ölçüm alındığı için tekrarlı ölçümlü ANOVA analizi kullanılmıştır. Bu analizde her bağımsız değişkenin birden fazla düzeyi (grup) bulunmaktadır. Elde edilen ΔE değeri bağımlı değişkendir ve materyal, boyama, eskitme süresi ve renk

olarak 4 adet bağımsız değişken bulunmaktadır. İlk aşamada, her bir bağımsız değişkenin bir bütün olarak anlamlı bir etkiye sahip olup olmadığı incelendi. Grup ortalamalarının farkının anlamlılığı için yapılan tekrarlı ölçümlü dört yönlü varyans analizi ile F istatistiği hesaplandı. F istatistiğinin olasılık değerine bakıldı. İstatistiksel olarak anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ alındı ve sonuçlar % 95' lik güven aralığında değerlendirildi. İkinci aşamada, grup ortalaması birbirinden farklı olan değişkenlerde, fark gösteren grup ortalamasının tespiti için Post-Hoc çoklu karşılaştırma testi yapıldı. Bu test için kullanılan istatistik Levene's test ile belirlendi. Bu teste göre ortalama ΔE değerleri dağılımı homojen olduğu için Bonferroni testi istatistiği kullanıldı.

Araştırma sonucunda, tekrarlı ölçümlü dört yönlü varyans analizini kullanarak, eskitme zamanlarının, materyallerin, uygulanan boyama tekniğinin ve renklerin, örneklerin renk değişikliği (ΔE) üzerindeki ortak etkisinin anlamlı olup olmadığı tespit edildi. Bu dört faktörün bağımlı değişken (ΔE) üzerindeki ortak etkisinin anlamlı olduğu bulunduğu, alt faktörlerin ortalama puanları incelenerek betimsel yorumlamalar yapıldı.

4. BULGULAR

Araştırmamızda iç boyama, fiber boyama ve dış boyama yöntemleriyle renklendirilmiş ve renklendirilmemiş üç çeşit silikon elastomerinin yapay eskitme sonundaki renk stabilitelerinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Silikon elastomerlere 300 saat, 450 saat ve 600 saat eskitme işlemi uygulanarak silikon elastomerlerin eskitmeden önce ve eskitmeden sonraki renk değerleri ölçüldü. Ölçülen L^* , a^* , b^* renk değerlerinden elde edilen ΔE değerleri analiz edilerek farklı boyama çeşitleri içindeki farklı eskitme sürelerinde, materyaller ve renk çeşitleri arasındaki farklılıklar değerlendirildi.

4.1. İstatistik Analiz

Araştırmada kullanılan tekrarlı ölçümlü dört yönlü varyans analizinde bir bağımlı değişken ve birden fazla sayıda bağımsız değişken yer almaktadır. Aynı örnekten üç ölçüm yapıldığı için tekrarlı ölçümlü analiz kullanılmıştır. Bu analizde her bağımsız değişkenin birden fazla düzeyi (grup) bulunmaktadır. Analizde amaç bağımlı değişkenin ortalamasının bağımsız değişkenlere göre farklılık gösterip göstermediğini test etmektir.

Verilerin analizi SPSS.16 paket programı kullanılarak yapıldı. Dört yönlü varyans analizi ile materyalin, rengin, boyama çeşidinin ve eskitme sürelerinin etkileşimi gösterildi. Araştırmada kullanılan bağımlı değişken ΔE renk farklılığını ifade eder. Dört yönlü varyans analizi kullanılarak ΔE ortalamalarının materyal, renk, boyama çeşidi, eskitme süresi gibi faktörlere göre farklılık gösterip göstermediği test edildi. İstatistiksel olarak anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ alındı ve sonuçlar % 95' lik güven aralığında değerlendirildi. Anlamlı bulunan değerler için Post Hoc Bonferroni Testi kullanılarak materyaller, renkler, boyama türleri ve eskitme süreleri arasında çoklu karşılaştırmalar yapıldı.

ΔE değerlerinin dört yönlü varyans analiz sonuçları Tablo 3' de gösterildi.

Tablo 3: ΔE (renk değişimi) değerlerinin dört yönlü varyans analizi sonuç tablosu

Kaynak	Kare Toplamları	Serbestlik Derecesi	Kare Ortalamaları	F	p değeri
Düzeltilmiş Model	112272.994(b)	161	697,348	445,746	0,000
Sabit	115.466,009	1	115.466,009	73.806,101	0,000
Zaman	2.853,854	2	1.426,927	2951,014	0,000
materyal	78,675	2	39,337	10,557	0,000
renk	59.963,673	5	11.992,735	3218,423	0,000
boyama	6.345,938	2	3.172,969	851,512	0,000
Zaman * materyal	18,811	4	4,703	9,726	0,000
Zaman * renk	8.186,263	10	818,626	1692,993	0,000
materyal * renk	122,374	10	12,237	3,284	0,001
Zaman * materyal * renk	62,533	20	3,127	6,466	0,000
Zaman * boyama	12,268	4	3,067	6,343	0,000
materyal * boyama	363,375	4	90,844	24,379	0,000
Zaman * materyal * boyama	3,964	8	0,496	1,025	0,416
renk * boyama	33.818,661	10	3.381,866	907,573	0,000
Zaman * renk * boyama	104,019	20	5,201	10,756	0,000
materyal * renk * boyama	325,428	20	16,271	4,367	0,000
Zaman * materyal * renk * boyama	13,160	40	0,329	0,680	0,933
Hatalar	1.013,764	648	1,564		
Toplam	228.752,767	810			
Düzeltilmiş Toplam	113.286,758	809			

Bu tabloda bağımlı değişken $\Delta E'$ dir. Yapılan varyans analizi sonucunda zaman, materyal, renk, boyama bağımsız değişkenleriyle elde edilen sonuçlarda p değerlerine bakarak, zaman * materyal * boyama (p değeri =0,416) ve zaman * materyal * renk * boyama (p değeri =0,933) etkileşimlerinin anlamsız olduğu tespit edildi. Bunun dışında kalan tüm faktör ve etkileşimler %5 anlamlılık düzeyinde anlamlıdır ve bağımlı değişkenin ortalaması bu faktör düzeylerinde farklılık gösterir.

Tablo 4–21' de tek tek değişkenlerin alt gruplarına ilişkin ortalama değerler ve temel tanımlayıcı istatistikler verilmiştir. Varyans analizinin sonraki aşamasında Bonferroni testi uygulanarak çoklu karşılaştırmalar yapılmıştır. Bonferroni testi sonuçları tablolarda koyu renkte harfli, sayılı ya da sembolü gösterim şeklinde belirtilmiştir. Aynı harfi, sayılı ya da sembolü içeren gruplar arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$). Ayrıca örneklerin klinik olarak gözle görülebilirlik ve kabul edilebilirlikleri karşılaştırılmıştır. Silikon örneklerden elde edilen $\Delta E>1,1$ algılanabilir, $\Delta E<3$ ise kabul edilebilir sınır olarak belirlenmiştir.

Kabul edilebilir sınırdan düşük olan değerler koyu, algılanabilir sınırdan düşük olan değerler ise hem koyu hem de altı çizili yazılmıştır.

4.2. Boyama Çeşitlerinin Grup İçi Değerlendirilmesi

4.2.1. İç boyama grup içi değerlendirme

a) Materyallerin karşılaştırması

Tablo 4: İç boyama grubunun 300 saat eskitme süresinde farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler

Boyama	Zaman	Renk	Materyal	Ortalama	Standart sapma	% 95 Güven aralığında	
						En düşük	En yüksek
İÇ BOYAMA	300 Saat	Beyaz	Cosmesil M511 A	1,938	0,24753	0,840	3,036
			Cosmesil M522 A	1,152	0,25352	0,054	2,250
			Multisil-Epithetic A	1,844	0,48706	0,746	2,942
		Kırmızı	Cosmesil M511 a	31,974	0,54574	30,876	33,072
			Cosmesil M522 a	31,842	0,80298	30,744	32,940
			Multisil-Epithetic a	31,814	0,34832	30,716	32,912
		Sarı	Cosmesil M511 1	35,278	1,13343	34,180	36,376
			Cosmesil M522 1	35,708	1,23977	34,610	36,806
			Multisil-Epithetic 2	32,792	1,29024	31,694	33,890
		Kahverengi	Cosmesil M511 X	0,360	0,23864	-0,738	1,458
			Cosmesil M522 X	0,302	0,19318	-0,796	1,400
			Multisil-Epithetic X	0,370	0,21201	-0,728	1,468
		Karışık	Cosmesil M511 x	9,048	0,30606	7,950	10,146
			Cosmesil M522 x	8,160	0,36939	7,062	9,258
			Multisil-Epithetic x	8,900	0,25739	7,802	9,998
		Şeffaf	Cosmesil M511 α	1,632	0,32821	0,534	2,730
			Cosmesil M522 α	2,246	0,43833	1,148	3,344
			Multisil-Epithetic α	1,524	0,33269	0,426	2,622

İkili karşılaştırmalarda gruplar arasındaki farklar harfler, sayılar ve semboller ile belirtilmiştir. Aynı harfi, sayıyı ya da sembolü içeren gruplar arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir. Ayrıca, kabul edilebilir sınırdan düşük olan değerler koyu, algılanabilir sınırdan düşük olan değerler ise hem koyu hem de altı çizili yazılmıştır.

Tablo 4' de iç boyama grubunun 300 saat eskitme süresi sonunda farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı incelendi. Beyaz, kırmızı, kahverengi, karışık ve şeffaf renk gruplarındaki Cosmesil M511, Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$).

Sarı renk grubundaki Cosmesil M511 ve Cosmesil M522 materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$). Multisil-Epithetic ile Cosmesil M511 ve Multisil-Epithetic ile Cosmesil M522 materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en düşük ortalama ΔE değeri Multisil-Epithetic materyalinde görüldü.

Beyaz, kahverengi renklerin ve şeffaf grubun bütün silikon örneklerinin ΔE değerleri kabul edilebilirdir ($\Delta E<3$). Kahverengi rengin bütün silikon örneklerinin ΔE değerleri ise algılanabilir sınırdan düşüktür ($\Delta E<1,1$). Diğer bütün değerler kabul edilebilir sınırın üzerindedir ($\Delta E>3$).

Tablo 5: İç boyama grubunun 450 saat eskitme süresinde farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler

Boyama	Zaman	Renk	Materyal	Ortalama	Standart sapma	% 95 Güven aralığında	
						En düşük	En yüksek
İÇ BOYAMA	450 Saat	Beyaz	Cosmesil A M511	2,142	0,31515	1,044	3,240
			Cosmesil A M522	1,664	0,36862	0,566	2,762
			Multisil-Epithetic A	2,130	0,60626	1,032	3,228
		Kırmızı	Cosmesil a M511	32,480	0,33882	31,382	33,578
			Cosmesil a M522	32,664	0,32539	31,566	33,762
			Multisil-Epithetic a	32,498	0,21799	31,400	33,596
		Sarı	Cosmesil 1 M511	36,400	0,63467	35,302	37,498
			Cosmesil 1 M522	36,376	0,85996	35,278	37,474
			Multisil-Epithetic 2	33,592	0,55296	32,494	34,690
		Kahverengi	Cosmesil X M511	0,286	0,13390	-0,812	1,384
			Cosmesil X M522	0,708	0,37393	-0,390	1,806
			Multisil-Epithetic X	0,786	0,17743	-0,312	1,884
		Karışık	Cosmesil x M511	9,066	0,19295	7,968	10,164
			Cosmesil x M522	8,012	0,33327	6,914	9,110
			Multisil-Epithetic x	8,656	0,32261	7,558	9,754
		Şeffaf	Cosmesil α M511	21,962	2,14251	20,864	23,060
			Cosmesil β M522	19,066	1,58781	17,968	20,164
			Multisil-Epithetic α	21,652	1,14574	20,554	22,750

İkili karşılaştırmalarda gruplar arasındaki farklar harfler, sayılar ve semboller ile belirtilmiştir. Aynı harfi, sayıyı ya da sembolü içeren gruplar arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir. Ayrıca, kabul edilebilir sınırdan düşük olan değerler koyu, algılanabilir sınırdan düşük olan değerler ise hem koyu hem de altı çizili yazılmıştır.

Tablo 5' de iç boyama grubunun 450 saat eskitme süresi sonunda farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı incelendi. Beyaz, kırmızı, kahverengi ve karışık renk gruplarındaki Cosmesil M511, Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$).

Sarı renk grubundaki Cosmesil M511 ve Cosmesil M522 materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$). Multisil-Epithetic ile Cosmesil M511 ve Multisil-Epithetic ile Cosmesil M522 materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en düşük ortalama ΔE değeri Multisil-Epithetic materyalinde görüldü.

Şeffaf renklendirme yapılmayan gruptaki Cosmesil M511 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$). Cosmesil M522 ile Cosmesil M511 ve Cosmesil M522 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en düşük ortalama ΔE değeri Cosmesil M522 materyalinde görüldü.

Beyaz ile kahverengi renklerin bütün silikon örneklerinin ΔE değerleri kabul edilebilirdir ($\Delta E<3$). Kahverengi rengin bütün silikon örneklerinin ΔE değerleri ise algılanabilir sınırdan düşüktür ($\Delta E<1,1$). Diğer bütün değerler kabul edilebilir sınırın üzerindedir ($\Delta E>3$).

Tablo 6: İç boyama grubunun 600 saat eskitme süresinde farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler

Boyama	Zaman	Renk	Materyal	Ortalama	Standart sapma	% 95 Güven aralığında	
						En düşük	En yüksek
İÇ BOYAMA	600 Saat	Beyaz	Cosmesil M511 A	2,180	0,33466	1,082	3,278
			Cosmesil M522 A	1,660	0,28151	0,562	2,758
			Multisil-Epithetic A	2,244	0,58731	1,146	3,342
		Kırmızı	Cosmesil M511 a	33,448	0,20729	32,350	34,546
			Cosmesil M522 a	33,616	0,26425	32,518	34,714
			Multisil-Epithetic a	33,398	0,35549	32,300	34,496
		Sarı	Cosmesil M511 1	38,000	0,49183	36,902	39,098
			Cosmesil M522 1	37,594	0,55855	36,496	38,692
			Multisil-Epithetic 2	35,402	0,61186	34,304	36,500
		Kahverengi	Cosmesil M511 X	0,350	0,21875	-0,748	1,448
			Cosmesil M522 X	0,430	0,20928	-0,668	1,528
			Multisil-Epithetic X	0,796	0,42389	-0,302	1,894
		Karışık	Cosmesil M511 x	9,212	0,14550	8,114	10,310
			Cosmesil M522 x	8,076	0,36569	6,978	9,174
			Multisil-Epithetic x	8,928	0,41463	7,830	10,026
		Şeffaf	Cosmesil M511 α	21,126	2,80960	20,028	22,224
			Cosmesil M522 β	18,844	1,56193	17,746	19,942
			Multisil-Epithetic α	21,326	1,11711	20,228	22,424

İkili karşılaştırmalarda gruplar arasındaki farklar harfler, sayılar ve semboller ile belirtilmiştir. Aynı harfi, sayıyı ya da sembolü içeren gruplar arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir. Ayrıca, kabul edilebilir sınırdan düşük olan değerler koyu, algılanabilir sınırdan düşük olan değerler ise hem koyu hem de altı çizili yazılmıştır.

Tablo 6' da iç boyama grubunun 600 saat eskitme süresi sonunda farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı incelendi. Beyaz, kırmızı, kahverengi ve karışık renk gruplarındaki Cosmesil M511, Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$).

Sarı renk grubundaki Cosmesil M511 ile Cosmesil M522 materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$). Multisil-Epithetic ile Cosmesil M511 ve Multisil-Epithetic Cosmesil M522 materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en düşük ortalama ΔE değeri ise Multisil-Epithetic materyalinde görüldü.

Şeffaf renklendirme yapılmayan gruptaki Cosmesil M511 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$). Cosmesil M522 ile Cosmesil M511 ve Cosmesil M522 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en düşük ortalama ΔE değeri Cosmesil M522 materyalinde görüldü.

Beyaz ile kahverengi renklerin bütün silikon örneklerinin ΔE değerleri kabul edilebilirdir ($\Delta E<3$). Kahverengi rengin bütün silikon örneklerinin ΔE değerleri ise algılanabilir sınırdan düşüktür ($\Delta E<1,1$). Diğer bütün değerler kabul edilebilir sınırın üzerindedir ($\Delta E>3$).

b) Renklerin karşılaştırması

Tablo 7: İç boyama grubunun 300 saat eskitme süresinde farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler

Boyama	Zaman	Materyal	Renk	Ortalama	Standart sapma	% 95 Güven aralığında	
						En düşük	En yüksek
İÇ BOYAMA	300 Saat	Cosmesil M511	Beyaz A	1,938	0,24753	0,840	3,036
			Kırmızı B	31,974	0,54574	30,876	33,072
			Sarı C	35,278	1,13343	34,180	36,376
			Kahverengi D	0,360	0,23864	-0,738	1,458
			Karışık E	9,048	0,30606	7,950	10,146
			Şeffaf A	1,632	0,32821	0,534	2,730
		Cosmesil M522	Beyaz a,d	1,152	0,25352	0,054	2,250
			Kırmızı b	31,842	0,80298	30,744	32,940
			Sarı c	35,708	1,23977	34,610	36,806
			Kahverengi d	0,302	0,19318	-0,796	1,400
			Karışık e	8,160	0,36939	7,062	9,258
			Şeffaf a	2,246	0,43833	1,148	3,344
		Multisil- Epithetic	Beyaz 1	1,844	0,48706	0,746	2,942
			Kırmızı 2	31,814	0,34832	30,716	32,912
			Sarı 2	32,792	1,29024	31,694	33,890
			Kahverengi 3	0,370	0,21201	-0,728	1,468
			Karışık 4	8,900	0,25739	7,802	9,998
			Şeffaf 1,3	1,524	0,33269	0,426	2,622

İkili karşılaştırmalarda gruplar arasındaki farklar harfler ve sayılar ile belirtilmiştir. Aynı harfi ya da sayıyı içeren gruplar arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir.

Tablo 7' de iç boyama grubunun 300 saat eskitme süresi sonunda farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı incelendi. Cosmesil M511 materyalinde beyaz ve şeffaf grubun ortalama ΔE değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$), diğer tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri sarı, en düşük ortalama ΔE değeri ise kahverengi renk grubunda görüldü.

Cosmesil M522 materyalinde beyaz ile kahverengi renklerin ve beyaz renk ve şeffaf grubun ortalama ΔE değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$), diğer tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p<0,05$).

Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri sarı renk grubunda, en düşük ortalama ΔE değeri ise kahverengi renk grubunda görüldü.

Multisil-Epithetic materyalinde beyaz renk ile şeffaf grubun, kahverengi renk ile şeffaf grubun ve kırmızı ile sarı renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$). Diğer tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en düşük ortalama ΔE değeri kahverengi renk grubunda görüldü.

Tablo 8: İç boyama grubunun 450 saat eskitme süresinde farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler

Boyama	Zaman	Materyal	Renk	Ortalama	Standart sapma	% 95 Güven aralığında	
						En düşük	En yüksek
İÇ BOYAMA	450 Saat	Cosmesil M511	Beyaz A	2,142	0,33466	1,044	3,240
			Kırmızı B	32,480	0,20729	31,382	33,578
			Sarı C	36,400	0,49183	35,302	37,498
			Kahverengi D	0,286	0,21875	-0,812	1,384
			Karışık E	9,066	0,14550	7,968	10,164
			Şeffaf F	21,962	2,80960	20,864	23,060
		Cosmesil M522	Beyaz a	1,664	0,28151	0,566	2,762
			Kırmızı b	32,664	0,26425	31,566	33,762
			Sarı c	36,376	0,55855	35,278	37,474
			Kahverengi a	0,708	0,20928	-0,390	1,806
			Karışık d	8,012	0,36569	6,914	9,110
			Şeffaf e	19,066	1,56193	17,968	20,164
		Multisil-Epithetic	Beyaz 1	2,130	0,58731	1,032	3,228
			Kırmızı 2	32,498	0,35549	31,400	33,596
			Sarı 2	33,592	0,61186	32,494	34,690
			Kahverengi 1	0,786	0,42389	-0,312	1,884
			Karışık 3	8,656	0,41463	7,558	9,754
			Şeffaf 4	21,652	1,11711	20,554	22,750

İkili karşılaştırmalarda gruplar arasındaki farklar harfler ve sayılar ile belirtilmiştir. Aynı harfi ya da sayıyı içeren gruplar arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir.

Tablo 8' de iç boyama grubunun 450 saat eskitme süresi sonunda farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı incelendi. Cosmesil M511 materyalinde tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri

arasındaki farklar anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri sarı, en düşük ortalama ΔE değeri kahverengi renk grubunda görüldü.

Cosmesil M522 materyalinde beyaz ve kahverengi renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$), diğer tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri sarı renk grubunda görüldü.

Multisil-Epithetic materyalinde beyaz ile kahverengi renklerin ve kırmızı ile sarı renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$). Diğer tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p<0,05$).

Tablo 9: İç boyama grubunun 600 saat eskitme süresinde farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler

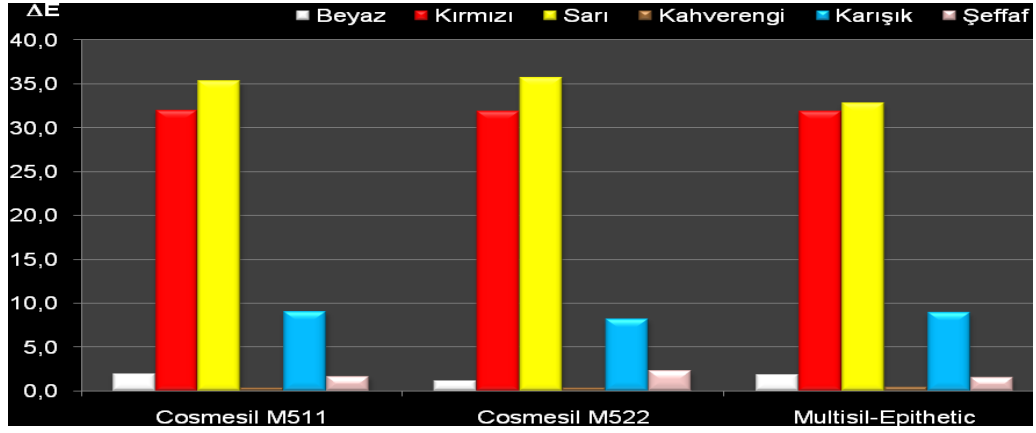
Boyama	Zaman	Materyal	Renk	Ortalama	Standart sapma	% 95 Güven aralığında	
						En düşük	En yüksek
İÇ BOYAMA	600 Saat	Cosmesil M511	Beyaz A	2,180	0,33466	1,082	3,278
			Kırmızı B	33,448	0,20729	32,350	34,546
			Sarı C	38,000	0,49183	36,902	39,098
			Kahverengi D	0,350	0,21875	-0,748	1,448
			Karışık E	9,212	0,14550	8,114	10,310
			Şeffaf F	21,126	2,80960	20,028	22,224
		Cosmesil M522	Beyaz a	1,660	0,28151	0,562	2,758
			Kırmızı b	33,616	0,26425	32,518	34,714
			Sarı c	37,594	0,55855	36,496	38,692
			Kahverengi a	0,430	0,20928	-0,668	1,528
			Karışık d	8,076	0,36569	6,978	9,174
			Şeffaf e	18,844	1,56193	17,746	19,942
		Multisil-Epithetic	Beyaz 1	2,244	0,58731	1,146	3,342
			Kırmızı 2	33,398	0,35549	32,300	34,496
			Sarı 3	35,402	0,61186	34,304	36,500
			Kahverengi 1	0,796	0,42389	-0,302	1,894
			Karışık 4	8,928	0,41463	7,830	10,026
			Şeffaf 5	21,326	1,11711	20,228	22,424

İkili karşılaştırmalarda gruplar arasındaki farklar harfler ve sayılar ile belirtilmiştir. Aynı harfi ya da sayıyı içeren gruplar arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir.

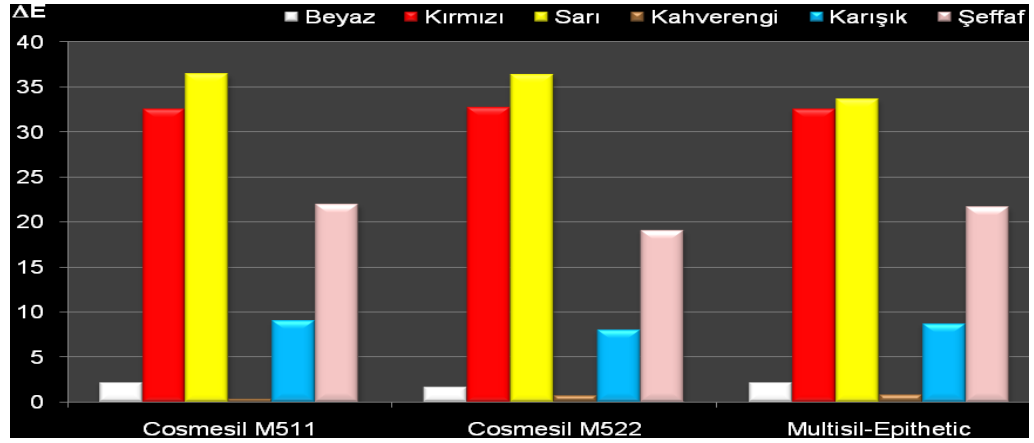
Tablo 9' da iç boyama grubunun 600 saat eskitme süresi sonunda farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı incelendi. Cosmesil M511 materyalinde, tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p < 0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri sarı, en düşük ortalama ΔE değeri ise kahverengi renk grubunda görüldü.

Cosmesil M522 materyalinde beyaz ve kahverengi renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($p > 0,05$), diğer tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p < 0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri sarı renk grubunda görüldü.

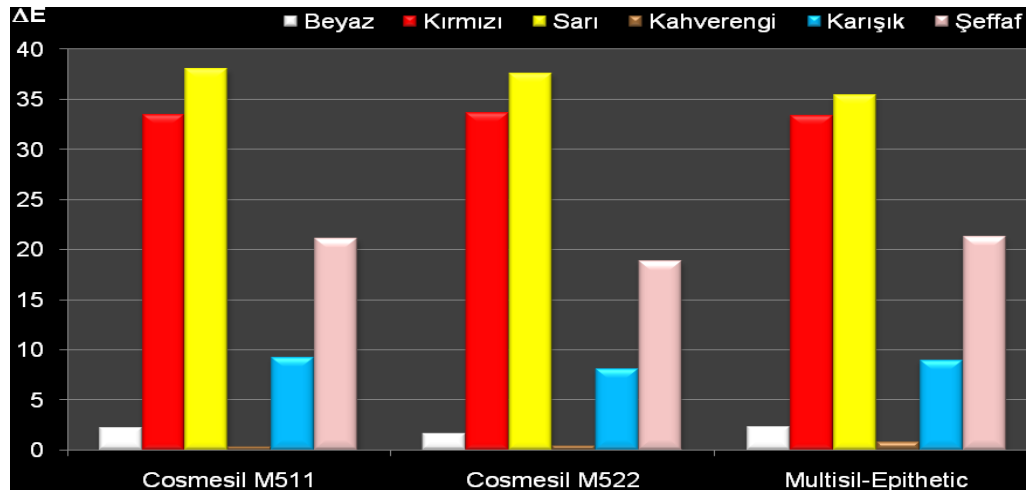
Multisil-Epithetic materyalinde beyaz ile kahverengi renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($p > 0,05$) . Diğer tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p < 0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri sarı renk grubunda görüldü.



Grafik 1: İç boyama, 300 saatte renklerin materyallere göre ΔE değeri



Grafik 2: İç boyama, 450 saatte renklerin materyallere göre ΔE değeri



Grafik 3: İç boyama, 600 saatte renklerin materyallere göre ΔE değeri

4.2.2. Fiber boyama grup içi değerlendirme

a) Materyallerin karşılaştırması

Tablo 10: Fiber boyama grubunun 300 saat eskitme süresinde farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler

Boyama	Zaman	Renk	Materyal	Ortalama	Standart sapma	% 95 Güven aralığında	
						En düşük	En yüksek
FİBER BOYAMA	300 Saat	Beyaz	Cosmesil M511 A	2,062	0,44104	0,964	3,160
			Cosmesil M522 A	2,042	0,38324	0,944	3,140
			Multisil-Epithetic A	1,480	0,29942	0,382	2,578
		Kırmızı	Cosmesil M511 a	13,076	0,84311	11,978	14,174
			Cosmesil M522 b	15,286	0,88529	14,188	16,384
			Multisil-Epithetic c	9,296	1,15368	8,198	10,394
		Sarı	Cosmesil M511 1	7,462	0,33275	6,364	8,560
			Cosmesil M522 2	9,742	0,63397	8,644	10,840
			Multisil-Epithetic 1	6,804	0,37447	5,706	7,902
		Kahverengi	Cosmesil M511 X,Y	6,122	0,92923	5,024	7,220
			Cosmesil M522 X	7,010	0,27632	5,912	8,108
			Multisil-Epithetic Y	5,470	0,32435	4,372	6,568
		Karışık	Cosmesil M511 x	6,996	0,52415	5,898	8,094
			Cosmesil M522 y	8,628	0,98614	7,530	9,726
			Multisil-Epithetic z	5,300	0,58779	4,202	6,398
		Şeffaf	Cosmesil M511 α	1,632	0,32821	0,534	2,730
			Cosmesil M522 α	2,246	0,43833	1,148	3,344
			Multisil-Epithetic α	1,524	0,33269	0,426	2,622

İkili karşılaştırmalarda gruplar arasındaki farklar harfler, sayılar ve semboller ile belirtilmiştir. Aynı harfi, sayıyı ya da sembolü içeren gruplar arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir. Ayrıca, kabul edilebilir sınırdan düşük olan değerler koyu, algılanabilir sınırdan düşük olan değerler ise hem koyu hem de altı çizili yazılmıştır.

Tablo 10' da fiber boyama grubunun 300 saat eskitme süresi sonunda farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri

arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı incelendi. Beyaz renk grubundaki Cosmesil M511, Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$).

Kırmızı renk grubundaki Cosmesil M511, Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri Cosmesil M522 materyalinde, en düşük ortalama ΔE değeri ise Multisil-Epithetic materyalinde görüldü.

Sarı renk grubundaki Cosmesil M511 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$). Cosmesil M522 ile Cosmesil M511 ve Cosmesil M522 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri Cosmesil M522 materyalinde görüldü.

Kahverengi renk grubundaki Cosmesil M511 ile Cosmesil M522 ve Cosmesil M511 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$). Cosmesil M522 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri Cosmesil M522 materyalinde, en düşük ortalama ΔE değeri ise Multisil-Epithetic materyalinde görüldü.

Karışık renk grubundaki Cosmesil M511, Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri Cosmesil M522, en düşük ortalama ΔE değeri Multisil-Epithetic materyalinde görüldü.

Şeffaf renklendirme yapılmayan gruptaki Cosmesil M511, Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$).

Beyaz renk ile şeffaf grubun bütün silikon örneklerinin ΔE değerleri kabul edilebilirdir ($\Delta E<3$). Diğer bütün değerler kabul edilebilir sınırın üzerindedir ($\Delta E>3$).

Tablo 11: Fiber boyama grubunun 450 saat eskitme süresinde farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler

Boyama	Zaman	Renk	Materyal	Ortalama	Standart sapma	% 95 Güven aralığında	
						En düşük	En yüksek
FIBER BOYAMA	450 Saat	Beyaz	Cosmesil M511 A	2,564	0,65832	1,466	3,662
			Cosmesil M522 A	2,424	0,14724	1,326	3,522
			Multisil-Epithetic A	1,442	0,17655	0,344	2,540
		Kırmızı	Cosmesil M511 a	14,030	0,72024	12,932	15,128
			Cosmesil M522 b	15,894	0,76455	14,796	16,992
			Multisil-Epithetic c	11,164	0,55527	10,066	12,262
		Sarı	Cosmesil M511 1	8,226	0,30948	7,128	9,324
			Cosmesil M522 2	9,812	0,33685	8,714	10,910
			Multisil-Epithetic 1	7,770	0,43445	6,672	8,868
		Kahverengi	Cosmesil M511 X,Y	6,576	0,88889	5,478	7,674
			Cosmesil M522 X	7,788	0,17824	6,690	8,886
			Multisil-Epithetic Y	5,984	0,33148	4,886	7,082
		Karışık	Cosmesil M511 x	7,432	0,53560	6,334	8,530
			Cosmesil M522 y	9,280	0,93362	8,182	10,378
			Multisil-Epithetic x	6,194	0,73466	5,096	7,292
		Şeffaf	Cosmesil M511 α	21,962	2,14251	20,864	23,060
			Cosmesil M522 β	19,066	1,58781	17,968	20,164
			Multisil-Epithetic α	21,652	1,14574	20,554	22,750

İkili karşılaştırmalarda gruplar arasındaki farklar harfler, sayılar ve semboller ile belirtilmiştir. Aynı harfi, sayıyı ya da sembolü içeren gruplar arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir. Ayrıca, kabul edilebilir sınırdan düşük olan değerler koyu, algılanabilir sınırdan düşük olan değerler ise hem koyu hem de altı çizili yazılmıştır.

Tablo 11' de 450 saat eskitme süresi sonunda fiber boyama grubunun farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı incelendi. Beyaz renk grubundaki Cosmesil M511, Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$).

Kırmızı renk grubundaki Cosmesil M511, Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri Cosmesil M522, en düşük ortalama ΔE değeri ise Multisil-Epithetic materyalinde görüldü.

Sarı renk grubundaki Cosmesil M511 ve Multisil-Epithetic materyalleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$). Cosmesil M522 ile Multisil-Epithetic ve Cosmesil M522 ile Cosmesil M511 materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri Cosmesil M522 materyalinde görüldü.

Kahverengi renk grubundaki Cosmesil M511 ile Cosmesil M522 ve Cosmesil M511 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$). Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri Cosmesil M522 materyalinde, en düşük ortalama ΔE değeri ise Multisil-Epithetic materyalinde görüldü.

Karışık renk grubundaki Cosmesil M511 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir

($p>0,05$). Cosmesil M522 ile Multisil-Epithetic ve Cosmesil M522 ile Cosmesil M511 materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri Cosmesil M522 materyalinde görüldü.

Şeffaf renklendirme yapılmayan gruptaki Cosmesil M511 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$). Cosmesil M522 ile Cosmesil M511 ve Cosmesil M522 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en düşük ortalama ΔE değeri Cosmesil M522 materyalinde görüldü.

Beyaz rengin bütün silikon örneklerinin ΔE değerleri kabul edilebilirdir ($\Delta E<3$). Diğer bütün değerler kabul edilebilir sınırın üzerindedir ($\Delta E>3$).

Tablo 12: Fiber boyama grubunun 600 saat eskitme süresinde farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler

Boyama	Zaman	Renk	Materyal	Ortalama	Standart sapma	% 95 Güven aralığında	
						En düşük	En yüksek
FIBER BOYAMA	600 Saat	Beyaz	Cosmesil M511 A	2,612	0,61504	1,514	3,710
			Cosmesil M522 A	2,348	0,18308	1,250	3,446
			Multisil-Epithetic A	1,556	0,22733	0,458	2,654
		Kırmızı	Cosmesil M511 a	14,672	0,77264	13,574	15,770
			Cosmesil M522 b	16,554	0,77329	15,456	17,652
			Multisil-Epithetic c	12,102	0,37185	11,004	13,200
		Sarı	Cosmesil M511 1,2	9,522	0,30703	8,424	10,620
			Cosmesil M522 1	10,850	0,50418	9,752	11,948
			Multisil-Epithetic 2	8,872	0,49454	7,774	9,970
		Kahverengi	Cosmesil M511 X,Y	7,010	0,85082	5,912	8,108
			Cosmesil M522 X	8,222	0,42387	7,124	9,320
			Multisil-Epithetic Y	6,384	0,35047	5,286	7,482
		Karışık	Cosmesil M511 x,y	7,758	0,48277	6,660	8,856
			Cosmesil M522 x	9,542	0,99808	8,444	10,640
			Multisil-Epithetic y	6,780	0,58237	5,682	7,878
		Şeffaf	Cosmesil M511 α	21,126	2,80960	20,028	22,224
			Cosmesil M522 β	18,844	1,56193	17,746	19,942
			Multisil-Epithetic α	21,326	1,11711	20,228	22,424

İkili karşılaştırmalarda gruplar arasındaki farklar harfler, sayılar ve semboller ile belirtilmiştir. Aynı harfi, sayıyı ya da sembolü içeren gruplar arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir. Ayrıca, kabul edilebilir sınırdan düşük olan değerler koyu, algılanabilir sınırdan düşük olan değerler ise hem koyu hem de altı çizili yazılmıştır.

Tablo 12' de fiber boyama grubunun 600 saat eskitme süresi sonunda farklı renk çeşitlerindeki, farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı incelendi. Beyaz renk grubundaki Cosmesil M511, Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$).

Kırmızı renk grubundaki Cosmesil M511, Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri Cosmesil M522 materyalinde, en düşük ortalama ΔE değeri ise Multisil-Epithetic materyalinde görüldü.

Sarı renk grubundaki Cosmesil M511 ile Cosmesil M522 ve Cosmesil M511 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$). Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri Cosmesil M522 materyalinde, en düşük ortalama ΔE değeri ise Multisil-Epithetic materyalinde görüldü.

Kahverengi renk grubundaki Cosmesil M511 ile Cosmesil M522 ve Cosmesil M511 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$). Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri Cosmesil M522 materyalinde, en düşük ortalama ΔE değeri ise Multisil-Epithetic materyalinde görüldü.

Karışık renk grubundaki Cosmesil M511 ile Cosmesil M522 ve Cosmesil M511 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$). Cosmesil M522 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri Cosmesil M522 materyalinde, en düşük ortalama ΔE değeri ise Multisil-Epithetic materyalinde görüldü.

Şeffaf renklendirme yapılmayan gruptaki Cosmesil M511 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$). Cosmesil M522 ile Cosmesil M511 ve Cosmesil M522 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en düşük ortalama ΔE değeri Cosmesil M522 materyalinde görüldü.

Beyaz rengin bütün silikon örneklerinin ΔE değerleri kabul edilebilirdir ($\Delta E<3$). Diğer bütün değerler kabul edilebilir sınırın üzerindedir ($\Delta E>3$).

b) Renklerin karşılaştırması

Tablo 13: Fiber boyama grubunun 300 saat eskitme süresinde farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler ve çoklu karşılaştırmalar

Boyama	Zaman	Materyal	Renk	Ortalama	Standart sapma	% 95 Güven aralığında	
						En düşük	En yüksek
FIBER BOYAMA	300 Saat	Cosmesil M511	Beyaz A	2,062	0,44104	0,964	3,160
			Kırmızı B	13,076	0,84311	11,978	14,174
			Sarı C	7,462	0,33275	6,364	8,560
			Kahverengi D	6,122	0,92923	5,024	7,220
			Karışık C,D	6,996	0,52415	5,898	8,094
			Şeffaf A	1,632	0,32821	0,534	2,730
		Cosmesil M522	Beyaz a	2,042	0,38324	0,944	3,140
			Kırmızı b	15,286	0,88529	14,188	16,384
			Sarı c	9,742	0,63397	8,644	10,840
			Kahverengi d	7,010	0,27632	5,912	8,108
			Karışık c	8,628	0,98614	7,530	9,726
			Şeffaf a	2,246	0,43833	1,148	3,344
		Multisil- Epithetic	Beyaz 1	1,480	0,29942	0,382	2,578
			Kırmızı 2	9,296	1,15368	8,198	10,394
			Sarı 3	6,804	0,37447	5,706	7,902
			Kahverengi 4	5,470	0,32435	4,372	6,568
			Karışık 4	5,300	0,58779	4,202	6,398
			Şeffaf 1	1,524	0,33269	0,426	2,622

İkili karşılaştırmalarda gruplar arasındaki farklar harfler ve sayılar ile belirtilmiştir. Aynı harfi ya da sayıyı içeren gruplar arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir.

Tablo 13' de fiber boyama grubunun 300 saat eskitme süresi sonunda farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı incelendi. Cosmesil M511 materyalinde karışık ile sarı, karışık ile kahverengi ve beyaz renk ile şeffaf grubun ortalama ΔE değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$), diğer tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri kırmızı renk grubunda görüldü.

Cosmesil M522 materyalinde karışık ile sarı renklerin ve beyaz renk ile şeffaf grubun ortalama ΔE değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$), diğer tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri kırmızı renk grubunda görüldü.

Multisil-Epithetic materyalinde kahverengi ile karışık renklerin ve beyaz renk ile şeffaf grubun ortalama ΔE değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$), diğer tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri kırmızı renk grubunda görüldü.

Tablo 14: Fiber boyama grubunun 450 saat eskitme süresinde farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler

Boyama	Zaman	Materyal	Renk	Ortalama	Standart sapma	% 95 Güven aralığında	
						En düşük	En yüksek
FIBER BOYAMA	450 Saat	Cosmesil M511	Beyaz A	2,564	0,65832	1,466	3,662
			Kırmızı B	14,030	0,72024	12,932	15,128
			Sarı C	8,226	0,30948	7,128	9,324
			Kahverengi C	6,576	0,88889	5,478	7,674
			Karışık C	7,432	0,53560	6,334	8,530
			Şeffaf D	21,962	2,14251	20,864	23,060
		Cosmesil M522	Beyaz a	2,424	0,14724	1,326	3,522
			Kırmızı b	15,894	0,76455	14,796	16,992
			Sarı c	9,812	0,33685	8,714	10,910
			Kahverengi d	7,788	0,17824	6,690	8,886
			Karışık c,d	9,280	0,93362	8,182	10,378
			Şeffaf e	19,066	1,58781	17,968	20,164
		Multisil-Epithetic	Beyaz 1	1,442	0,17655	0,344	2,540
			Kırmızı 2	11,164	0,55527	10,066	12,262
			Sarı 3	7,770	0,43445	6,672	8,868
			Kahverengi 4	5,984	0,33148	4,886	7,082
			Karışık 3,4	6,194	0,73466	5,096	7,292
			Şeffaf 4	21,652	1,14574	20,554	22,750

İkili karşılaştırmalarda gruplar arasındaki farklar harfler ve sayılar ile belirtilmiştir. Aynı harfi ya da sayıyı içeren gruplar arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir.

Tablo 14' de fiber boyama grubunun 450 saat eskitme süresi sonunda farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı incelendi. Cosmesil M511 materyalinde sarı, kahverengi ve karışık renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$), diğer tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri şeffaf grupta, en düşük ortalama ΔE değeri ise beyaz renk grubunda görüldü.

Cosmesil M522 materyalinde karışık ile sarı ve karışık ile kahverengi renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$), diğer tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri şeffaf grupta, en düşük ortalama ΔE değeri ise beyaz renk grubunda görüldü.

Multisil-Epithetic materyalinde karışık ile sarı ve karışık ile kahverengi renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$), diğer tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri şeffaf grupta, en düşük ortalama ΔE değeri ise beyaz renk grubunda görüldü.

Tablo 15: Fiber boyama grubunun 600 saat eskitme süresinde farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler

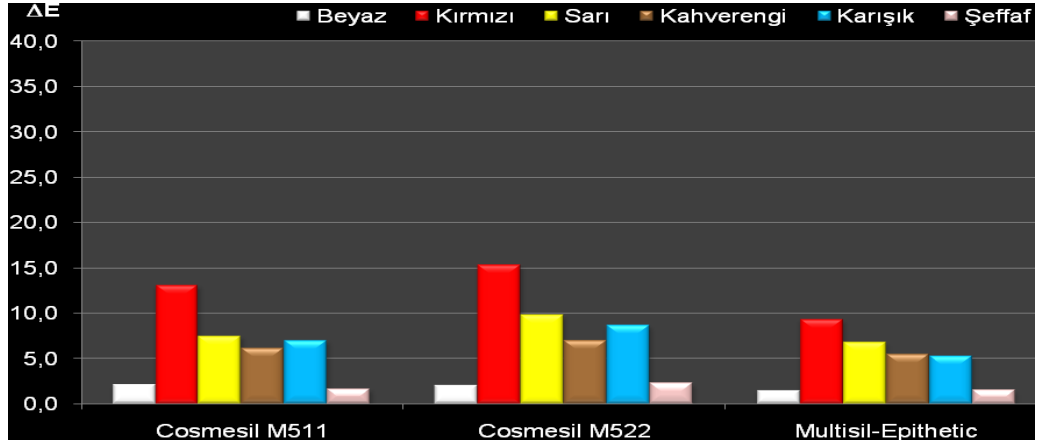
Boyama	Zaman	Materyal	Renk	Ortalama	Standart sapma	% 95 Güven aralığında	
						En düşük	En yüksek
FIBER Boyama	600 Saat	Cosmesil M511	Beyaz A	2,612	0,61504	1,514	3,710
			Kırmızı B	14,672	0,77264	13,574	15,770
			Sarı C	9,522	0,30703	8,424	10,620
			Kahverengi D	7,010	0,85082	5,912	8,108
			Karışık C,D	7,758	0,48277	6,660	8,856
			Şeffaf E	21,126	2,80960	20,028	22,224
		Cosmesil M522	Beyaz a	2,348	0,18308	1,250	3,446
			Kırmızı b	16,554	0,77329	15,456	17,652
			Sarı c	10,850	0,50418	9,752	11,948
			Kahverengi d	8,222	0,42387	7,124	9,320
			Karışık c,d	9,542	0,99808	8,444	10,640
			Şeffaf e	18,844	1,56193	17,746	19,942
		Multisil-Epithetic	Beyaz 1	1,556	0,22733	0,458	2,654
			Kırmızı 2	12,102	0,37185	11,004	13,200
			Sarı 3	8,872	0,49454	7,774	9,970
			Kahverengi 4	6,384	0,35047	5,286	7,482
			Karışık 4	6,780	0,58237	5,682	7,878
			Şeffaf 5	21,326	1,11711	20,228	22,424

İkili karşılaştırmalarda gruplar arasındaki farklar harfler ve sayılar ile belirtilmiştir. Aynı harfi ya da sayıyı içeren gruplar arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir.

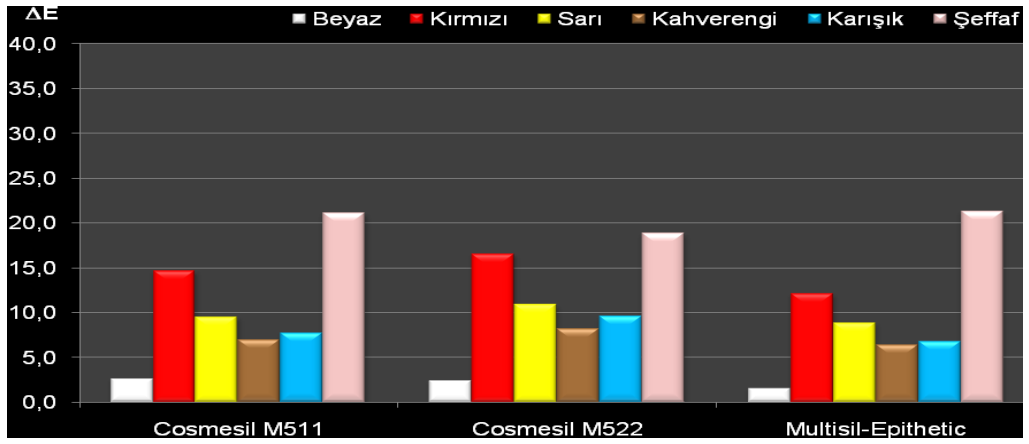
Tablo 15' de fiber boyama grubunun 600 saat eskitme süresi sonunda farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı incelendi. Cosmesil M511 ve Cosmesil M522 materyallerinde karışık ile sarı ve karışık ile kahverengi renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$), diğer tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak

anlamli en yüksek ortalama ΔE değerleri şeffaf gruplarda, en düşük ortalama ΔE değeri ise beyaz renk gruplarında görüldü.

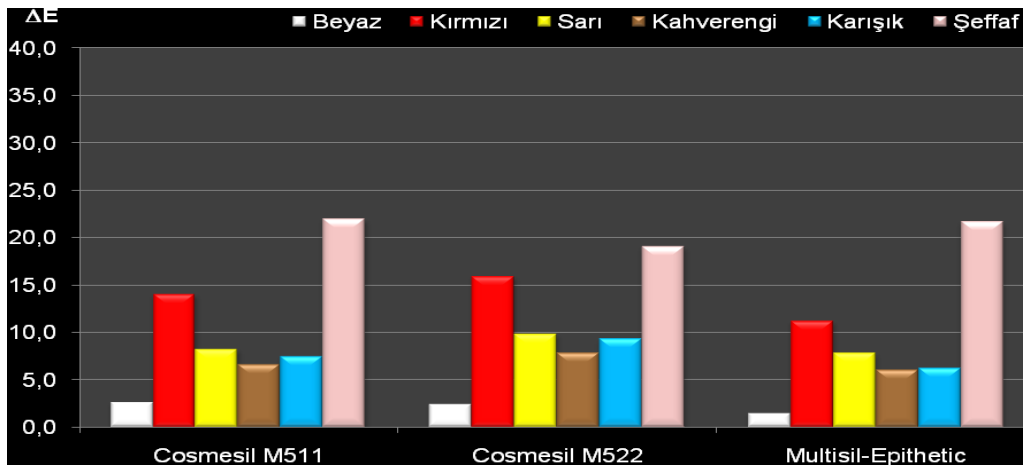
Multisil-Epithetic materyalinde kahverengi ile karışık renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamli değildir ($p>0,05$), diğer tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamli en yüksek ortalama ΔE değerleri şeffaf gruplarda, en düşük ortalama ΔE değeri ise beyaz renk gruplarında görüldü.



Grafik 4: Fiber boyama, 300 saatte renklerin materyallere göre ΔE değeri



Grafik 5: Fiber boyama, 450 saatte renklerin materyallere göre ΔE değeri



Grafik 6: Fiber boyama, 600 saatte renklerin materyallere göre ΔE değeri

4.2.3. Dış boyama grup içi değerlendirme

a) Materyallerin karşılaştırılması

Tablo 16: Dış boyama grubunun 300 saat eskitme süresinde farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler

Boyama	Zaman	Renk	Materyal	Ortalama	Standart sapma	% 95 Güven aralığında		
						En düşük	En yüksek	
DIŞ BOYAMA	300 Saat	Beyaz	Cosmesil M511	A	5,300	1,92117	4,202	6,398
			Cosmesil M522	A	3,260	0,42526	2,162	4,358
			Multisil-Epithetic	A	3,922	0,61288	2,824	5,020
		Kırmızı	Cosmesil M511	a,b	5,466	2,28851	4,368	6,564
			Cosmesil M522	a	4,024	4,01027	2,926	5,122
			Multisil-Epithetic	b	6,820	1,13464	5,722	7,918
		Sarı	Cosmesil M511	1	33,398	1,65085	32,300	34,496
			Cosmesil M522	2	30,314	3,56602	29,216	31,412
			Multisil-Epithetic	1	34,124	2,25333	33,026	35,222
		Kahverengi	Cosmesil M511	X	1,448	0,66841	0,350	2,546
			Cosmesil M522	X	0,956	0,52396	-0,142	2,054
			Multisil-Epithetic	X	2,872	1,05888	1,774	3,970
		Karışık	Cosmesil M511	x	7,236	0,69816	6,138	8,334
			Cosmesil M522	y	3,844	0,53617	2,746	4,942
			Multisil-Epithetic	y	4,638	0,67529	3,540	5,736
		Şeffaf	Cosmesil M511	α	1,632	0,32821	0,534	2,730
			Cosmesil M522	α	2,246	0,43833	1,148	3,344
			Multisil-Epithetic	α	1,524	0,33269	0,426	2,622

İkili karşılaştırmalarda gruplar arasındaki farklar harfler, sayılar ve semboller ile belirtilmiştir. Aynı harfi, sayıyı ya da sembolü içeren gruplar arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir. Ayrıca, kabul edilebilir sınırdan düşük olan değerler koyu, algılanabilir sınırdan düşük olan değerler ise hem koyu hem de altı çizili yazılmıştır.

Tablo 16' da dış boyama grubunun 300 saat eskitme süresi sonunda farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri

arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı incelendi. Beyaz renk grubundaki Cosmesil M511, Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$).

Kırmızı renk grubundaki Cosmesil M511 ile Cosmesil M522 ve Cosmesil M511 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$). Cosmesil M522 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri Multisil-Epithetic materyalinde, en düşük ortalama ΔE değeri ise Cosmesil M522 materyalinde görüldü.

Sarı renk grubundaki Cosmesil M511 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$). Cosmesil M522 ile Cosmesil M511 ve Cosmesil M522 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en düşük ortalama ΔE değeri Cosmesil M522 materyalinde görüldü.

Kahverengi renk grubundaki Cosmesil M511, Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$).

Karışık renk grubundaki Cosmesil M522 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$). Cosmesil M511 ile Cosmesil M522 ve Cosmesil M511 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri Cosmesil M511 materyalinde görüldü.

Şeffaf renklendirme yapılmayan gruptaki Cosmesil M511, Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$).

Kahverengi renk ile şeffaf grubun bütün silikon örneklerinin ΔE değerleri kabul edilebilirdir ($\Delta E<3$). Kahverengi renkte Cosmesil M522 silikon örneklerinin ΔE değerleri algılanabilir sınırdan düşüktür ($\Delta E<1,1$). Diğer bütün değerler kabul edilebilir sınırın üzerindedir ($\Delta E>3$).

Tablo 17: Dış boyama grubunun 450 saat eskitme süresinde farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler

Boyama DİŞ BOYAMA	Zaman 450 Saat	Renk	Materyal	Ortalama	Standart sapma	% 95 Güven aralığında	
						En düşük	En yüksek
		Beyaz	Cosmesil M511 A	5,236	1,71392	4,138	6,334
			Cosmesil M522 A	3,254	0,39361	2,156	4,352
			Multisil-Epithetic A	3,746	0,53724	2,648	4,844
		Kırmızı	Cosmesil M511 a	6,844	3,79880	5,746	7,942
			Cosmesil M522 b	3,774	4,49858	2,676	4,872
			Multisil-Epithetic a	6,372	1,89757	5,274	7,470
		Sarı	Cosmesil M511 1	37,536	1,50104	36,438	38,634
			Cosmesil M522 2	33,484	2,76763	32,386	34,582
			Multisil-Epithetic 1	38,044	2,10759	36,946	39,142
		Kahverengi	Cosmesil M511 X	1,564	0,66048	0,466	2,662
			Cosmesil M522 X	1,674	1,30138	0,576	2,772
			Multisil-Epithetic X	2,642	1,37260	1,544	3,740
		Karışık	Cosmesil M511 x	8,250	0,55745	7,152	9,348
			Cosmesil M522 y	4,218	0,41716	3,120	5,316
			Multisil-Epithetic y	5,080	0,43641	3,982	6,178
		Şeffaf	Cosmesil M511 α	21,962	2,14251	20,864	23,060
			Cosmesil M522 β	19,066	1,58781	17,968	20,164
			Multisil-Epithetic α	21,652	1,14574	20,554	22,750

İkili karşılaştırmalarda gruplar arasındaki farklar harfler, sayılar ve semboller ile belirtilmiştir. Aynı harfi, sayıyı ya da sembolü içeren gruplar arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir. Ayrıca, kabul edilebilir sınırdan düşük olan değerler koyu, algılanabilir sınırdan düşük olan değerler ise hem koyu hem de altı çizili yazılmıştır.

Tablo 17' de dış boyama grubunun 450 saat eskitme süresi sonunda farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı incelendi. Beyaz renk grubundaki Cosmesil M511, Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$).

Kırmızı renk grubundaki Cosmesil M511 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$). Cosmesil M522 ile Cosmesil M511 ve Cosmesil M522 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en düşük ortalama ΔE değeri Cosmesil M522 materyalinde görüldü.

Sarı renk grubundaki Cosmesil M511 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$). Cosmesil M522 ile Cosmesil M511 ve Cosmesil M522 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en düşük ortalama ΔE değeri Cosmesil M522 materyalinde görüldü.

Kahverengi renk grubundaki Cosmesil M511, Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$).

Karışık renk grubundaki Cosmesil M522 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$). Cosmesil M511 ile Cosmesil M522 ve Cosmesil M511 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri Cosmesil M511 materyalinde görüldü.

Şeffaf renklendirme yapılmayan gruptaki Cosmesil M511 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$). Cosmesil M522 ile Cosmesil M511 ve Cosmesil

M522 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en düşük ortalama ΔE değeri Cosmesil M522 materyalinde görüldü.

Kahverengi rengin bütün silikon örneklerinin ΔE değerleri kabul edilebilirdir ($\Delta E<3$). Diğer bütün değerler kabul edilebilir sınırın üzerindedir ($\Delta E>3$).

Tablo 18: Dış boyama grubunun 600 saat eskitme süresinde farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler

Boyama	Zaman	Renk	Materyal	Ortalama	Standart sapma	% 95 Güven aralığında	
						En düşük	En yüksek
DIŞ BOYAMA	600 Saat	Beyaz	Cosmesil M511 A	5,270	1,72731	4,172	6,368
			Cosmesil M522 A	3,124	0,42454	2,026	4,222
			Multisil-Epithetic A	3,448	0,68707	2,350	4,546
		Kırmızı	Cosmesil M511 a	7,908	4,53421	6,810	9,006
			Cosmesil M522 a	6,152	2,42105	5,054	7,250
			Multisil-Epithetic a	7,040	1,57753	5,942	8,138
		Sarı	Cosmesil M511 1	40,642	1,38236	39,544	41,740
			Cosmesil M522 2	35,638	3,22493	34,540	36,736
			Multisil-Epithetic 1	40,788	2,08496	39,690	41,886
		Kahverengi	Cosmesil M511 X	1,282	0,52770	0,184	2,380
			Cosmesil M522 X	0,976	0,81568	-0,122	2,074
			Multisil-Epithetic X	2,858	1,38797	1,760	3,956
		Karışık	Cosmesil M511 x	8,700	0,46341	7,602	9,798
			Cosmesil M522 y	4,858	0,78725	3,760	5,956
			Multisil-Epithetic y	5,618	0,52433	4,520	6,716
		Şeffaf	Cosmesil M511 α	21,126	2,80960	20,028	22,224
			Cosmesil M522 β	18,844	1,56193	17,746	19,942
			Multisil-Epithetic α	21,326	1,11711	20,228	22,424

İkili karşılaştırmalarda gruplar arasındaki farklar harfler, sayılar ve semboller ile belirtilmiştir. Aynı harfi, sayıyı ya da sembolü içeren gruplar arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir. Ayrıca, kabul edilebilir sınırdan düşük olan değerler koyu, algılanabilir sınırdan düşük olan değerler ise hem koyu hem de altı çizili yazılmıştır.

Tablo 18' de dış boyama grubunun 600 saat eskitme süresi sonunda farklı renk çeşitlerindeki farklı materyallerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı incelendi. Beyaz renk grubundaki Cosmesil M511, Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$).

Kırmızı renk grubundaki Cosmesil M511, Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$).

Sarı renk grubundaki Cosmesil M511 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$). Cosmesil M522 ile Cosmesil M511 ve Cosmesil M522 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en düşük ortalama ΔE değeri Cosmesil M522 materyalinde görüldü.

Kahverengi renk grubundaki Cosmesil M511, Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$).

Karışık renk grubundaki Cosmesil M522 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$). Cosmesil M511 ile Cosmesil M522 ve Cosmesil M511 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri Cosmesil M511 materyalinde görüldü.

Şeffaf renklendirme yapılmayan gruptaki Cosmesil M511 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark

anlamli değildir ($p>0,05$). Cosmesil M522 ile Cosmesil M511 ve Cosmesil M522 ile Multisil-Epithetic materyallerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamli en düşük ortalama ΔE değeri Cosmesil M522 materyalinde görüldü.

Kahverengi rengin bütün silikon örneklerinin ΔE değerleri kabul edilebilirdir ($\Delta E<3$). Kahverengi renkte Cosmesil M522 silikon örneklerinin ΔE değerleri algılanabilir sınırdan düşüktür ($\Delta E<1,1$). Diğer bütün değerler kabul edilebilir sınırın üzerindedir ($\Delta E>3$).

b) Renklerin karşılaştırması

Tablo 19: Dış boyama grubunun 300 saat eskitme süresinde farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler

Boyama	Zaman	Materyal	Renk	Ortalama	Standart sapma	% 95 Güven aralığında	
						En düşük	En yüksek
DİŞ BOYAMA	300 Saat	Cosmesil M511	Beyaz A	5,300	1,92117	4,202	6,398
			Kırmızı A	5,466	2,28851	4,368	6,564
			Sarı B	33,398	1,65085	32,300	34,496
			Kahverengi C	1,448	0,66841	0,350	2,546
			Karışık A	7,236	0,69816	6,138	8,334
			Şeffaf C	1,632	0,32821	0,534	2,730
		Cosmesil M522	Beyaz a	3,260	0,42526	2,162	4,358
			Kırmızı a	4,024	4,01027	2,926	5,122
			Sarı b	30,314	3,56602	29,216	31,412
			Kahverengi c	0,956	0,52396	-0,142	2,054
			Karışık a	3,844	0,53617	2,746	4,942
			Şeffaf a,c	2,246	0,43833	1,148	3,344
		Multisil- Epithetic	Beyaz 1	3,922	0,61288	2,824	5,020
			Kırmızı 2	6,820	1,13464	5,722	7,918
			Sarı 3	34,124	2,25333	33,026	35,222
			Kahverengi 1,4	2,872	1,05888	1,774	3,970
			Karışık 1,2	4,638	0,67529	3,540	5,736
			Şeffaf 4	1,524	0,33269	0,426	2,622

İkili karşılaştırmalarda gruplar arasındaki farklar harfler ve sayılar ile belirtilmiştir. Aynı harfi ya da sayıyı içeren gruplar arasındaki fark istatistik olarak anlamli değildir.

Tablo 19' da dış boyama grubunun 300 saat eskitme süresi sonunda farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri

arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı incelendi. Cosmesil M511 materyalinde beyaz, kırmızı ile karışık renklerin ve kahverengi renk ile şeffaf grubun ortalama ΔE değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$), diğer tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri sarı renk grubunda görüldü.

Cosmesil M522 materyalinde beyaz, kırmızı, karışık renkler ile şeffaf grubun ve kahverengi renk ile şeffaf grubun ortalama ΔE değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$), diğer tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri sarı, en düşük ortalama ΔE değeri ise kahverengi renk grubunda görüldü.

Multisil-Epithetic materyalinde beyaz, kahverengi ile karışık renklerin, kırmızı ile karışık rengin ve kahverengi renk ile şeffaf grubun ortalama ΔE değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$), diğer tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri sarı renk grubunda, en düşük ortalama ΔE değeri ise şeffaf grupta görüldü.

Tablo 20: Dış boyama grubunun 450 saat eskitme süresinde farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler

Boyama	Zaman	Materyal	Renk	Ortalama	Standart sapma	% 95 Güven aralığında	
						En düşük	En yüksek
DIŞ BOYAMA	450 Saat	Cosmesil M511	Beyaz A	5,236	1,71392	4,138	6,334
			Kırmızı A,D	6,844	3,79880	5,746	7,942
			Sarı B	37,536	1,50104	36,438	38,634
			Kahverengi C	1,564	0,66048	0,466	2,662
			Karışık D	8,250	0,55745	7,152	9,348
			Şeffaf E	21,962	2,14251	20,864	23,060
		Cosmesil M522	Beyaz a,c	3,254	0,39361	2,156	4,352
			Kırmızı a,c	3,774	4,49858	2,676	4,872
			Sarı b	33,484	2,76763	32,386	34,582
			Kahverengi a	1,674	1,30138	0,576	2,772
			Karışık c	4,218	0,41716	3,120	5,316
			Şeffaf d	19,066	1,58781	17,968	20,164
		Multisil- Epithetic	Beyaz 1,4	3,746	0,53724	2,648	4,844
			Kırmızı 2	6,372	1,89757	5,274	7,470
			Sarı 3	38,044	2,10759	36,946	39,142
			Kahverengi 4	2,642	1,37260	1,544	3,740
			Karışık 1,2	5,080	0,43641	3,982	6,178
			Şeffaf 5	21,652	1,14574	20,554	22,750

İkili karşılaştırmalarda gruplar arasındaki farklar harfler ve sayılar ile belirtilmiştir. Aynı harfi ya da sayıyı içeren gruplar arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir.

Tablo 20' de dış boyama grubunun 450 saat eskitme süresi sonunda farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı incelendi. Cosmesil M511 materyalinde beyaz ile kırmızı renklerin ve kırmızı ile karışık renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$), diğer tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri sarı, en düşük ortalama ΔE değeri ise kahverengi renk grubunda görüldü.

Cosmesil M522 materyalinde beyaz, kırmızı ile kahverengi renklerin ve beyaz, kırmızı ile karışık renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$), diğer tüm ikili

karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p < 0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri sarı, en düşük ortalama ΔE değeri ise kahverengi renk grubunda görüldü.

Multisil-Epithetic materyalinde beyaz ile karışık renklerin, kırmızı ile karışık renklerin ve beyaz ile kahverengi renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($p > 0,05$), diğer tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p < 0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri sarı, en düşük ortalama ΔE değeri ise kahverengi renk grubunda görüldü.

Tablo 21: Dış boyama grubunun 600 saat eskitme süresinde farklı materyallerdeki, farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri için tanımlayıcı değerler

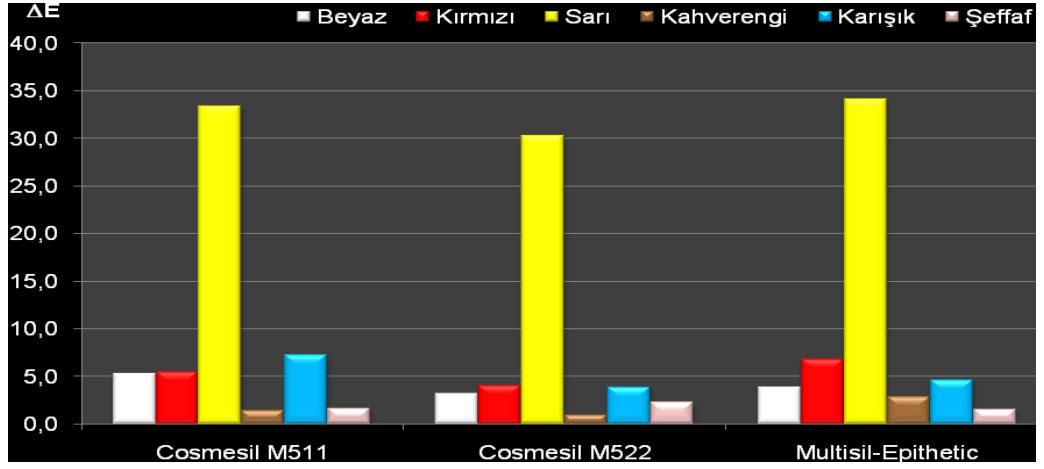
Boyama	Zaman	Materyal	Renk	Ortalama	Standart sapma	% 95 Güven aralığında	
						En düşük	En yüksek
DİŞ BOYAMA	600 Saat	Cosmesil M511	Beyaz A	5,270	1,72731	4,172	6,368
			Kırmızı B	7,908	4,53421	6,810	9,006
			Sarı C	40,642	1,38236	39,544	41,740
			Kahverengi D	1,282	0,52770	0,184	2,380
			Karışık B	8,700	0,46341	7,602	9,798
			Şeffaf E	21,126	2,80960	20,028	22,224
		Cosmesil M522	Beyaz a,d	3,124	0,42454	2,026	4,222
			Kırmızı b	6,152	2,42105	5,054	7,250
			Sarı c	35,638	3,22493	34,540	36,736
			Kahverengi a	0,976	0,81568	-0,122	2,074
			Karışık d,b	4,858	0,78725	3,760	5,956
			Şeffaf e	18,844	1,56193	17,746	19,942
		Multisil- Epithetic	Beyaz 1	3,448	0,68707	2,350	4,546
			Kırmızı 2	7,040	1,57753	5,942	8,138
			Sarı 3	40,788	2,08496	39,690	41,886
			Kahverengi 1	2,858	1,38797	1,760	3,956
			Karışık 1,2	5,618	0,52433	4,520	6,716
			Şeffaf 5	21,326	1,11711	20,228	22,424

İkili karşılaştırmalarda gruplar arasındaki farklar harfler ve sayılar ile belirtilmiştir. Aynı harfi ya da sayıyı içeren gruplar arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir.

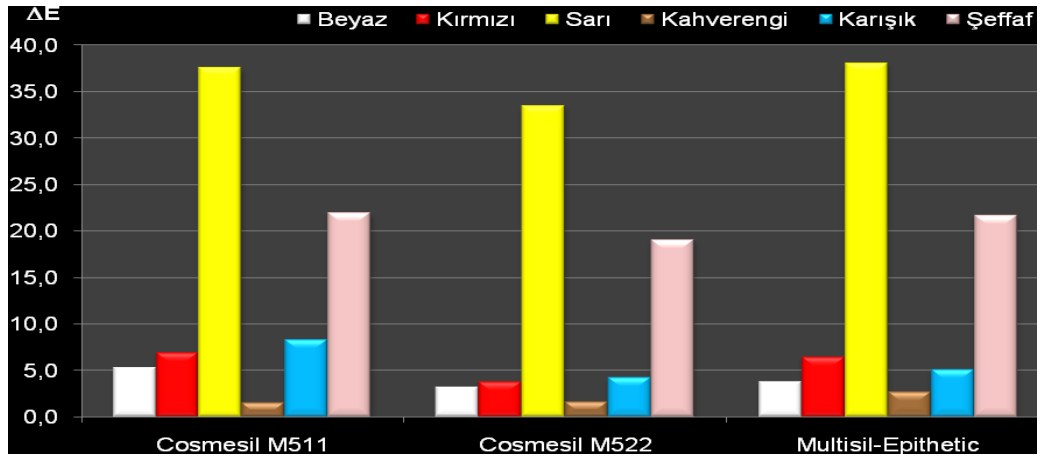
Tablo 21' de dış boyama grubunun 600 saat eskitme süresi sonunda farklı materyallerdeki farklı renk çeşitlerinin ortalama ΔE değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı incelendi. Cosmesil M511 materyalinde kırmızı ile karışık renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$), diğer tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri sarı renk grubunda, en düşük ortalama ΔE değeri ise kahverengi renk grubunda görüldü.

Cosmesil M522 materyalinde beyaz ile kahverengi renklerin, beyaz ile karışık renklerin ve kırmızı ile karışık renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$), diğer tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri sarı renk grubunda, en düşük ortalama ΔE değeri ise kahverengi renk grubunda görüldü.

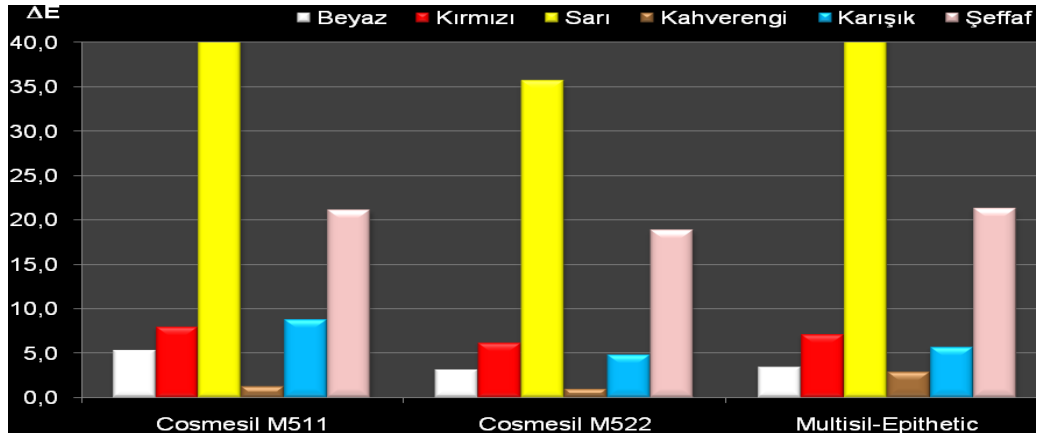
Multisil-Epithetic materyalinde beyaz, kahverengi ile karışık renklerin ve kırmızı ile karışık renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$), diğer tüm ikili karşılaştırmalarda renklerin ortalama ΔE değerleri arasındaki farklar anlamlıdır ($p<0,05$). Buna göre istatistik olarak anlamlı en yüksek ortalama ΔE değeri sarı renk grubunda, en düşük ortalama ΔE değeri ise kahverengi renk grubunda görüldü.



Grafik 7: Dış boyama, 300 saatte renklerin materyallere göre ΔE değeri



Grafik 8: Dış boyama, 450 saatte renklerin materyallere göre ΔE değeri



Grafik 9: Dış boyama, 600 saatte renklerin materyallere göre ΔE değeri

Sonuç olarak, farklı boyama çeşitlerinde ve farklı eskitme sürelerinde materyallerin renklere göre, renklerin de materyallere göre farklı ΔE değerleri aldığı ve istatistik olarak karşılaştırmalarında farklılıklar olduğu görülmektedir. Zamanla değerleri artmaktadır. İç boyama ve fiber boyama gruplarında en fazla Cosmesil M522 (RTV), en az Multisil-Epithetic (HTV) silikonu, dış boyama grubunda ise en az Cosmesil M522 (RTV) silikonu renk değiştirmiştir. İç boyama ve dış boyama gruplarında en fazla renk değişikliğini sarı renk, en az renk değişikliğini kahverengi renk grubu göstermiştir. Fiber boyama grubunda ise en fazla renk değişikliğini kırmızı renk, en az renk değişikliğini beyaz renk grubu göstermiştir. 300 saat eskitilen renklendirme yapılmayan (şeffaf) silikonların ΔE değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır, fakat 450 ve 600 saat eskitme süresinde Cosmesil M522 silikonu en az renk değişikliği gösteren materyal olmuştur. Fiber boyama içinde, şeffaf silikonlar, 450 ve 600 saat eskitme süresinde diğer renklerle karşılaştırıldığında en fazla renk değişikliği gösteren, 300 saat eskitme süresinde ise beyaz renk ile birlikte en az renk değişikliği gösteren grup olmuştur. İç boyamada kullanılan kahverengi ve beyaz pigmentler, fiber boyamada kullanılan beyaz pigmentler ve dış boyamada kullanılan kahverengi pigmentler klinik olarak kabul edilebilirdir ($\Delta E < 3$). İç boyamada kullanılan kahverengi pigmentler ile Cosmesil M522 silikonunun dış boyamasında kullanılan kahverengi pigmentler gözle görülemez derecede az renk değiştirmiştir ($\Delta E < 1,1$).

5. TARTIŞMA

Çene-yüz protezleri konjenital, travmatik, patolojik nedenlerle oluşan defektlerin restorasyonunda kullanılmakta olan başarılı bir tedavi seçeneğidir^{1,2,3,4}. Ancak, bu protezleri kullanan hastaların memnuniyeti ilk birkaç yıl içerisinde gittikçe azalmaktadır. Protez materyali olarak kullanılan elastomer ve renklendirici ajanlarda zamanla meydana gelen değişiklikler nedeniyle çene yüz protezlerinin sıkça değiştirilmesi gerekmektedir. Bu değişikliklere çevresel faktörler de etki eder. Renk değişiklikleri, aynı zamanda hastaların protezlerine gereken önemi vermemeleri ve kötü alışkanlıklarından dolayı oluşmaktadır. Ayrıca, çeşitli temizleyici maddelerin aşırı ve dikkatsiz kullanımı da renk değişikliği meydana getirmektedir⁹⁸.

Yapılan çalışmalar, protezlerde görülen dayanıklılık ve estetik kaybının yüz protezlerinde karşılaşılan en önemli sorunlar olduğunu göstermiştir. Jani ve Schaff⁹⁹, yaptıkları bir çalışmada 1 yıl içerisinde protezlerini tekrar yaptıran hastaların % 29' unun renk kaybı sebebiyle protezlerini yenilettiklerini ortaya koymuşlardır.

Chen ve arkadaşları¹⁰⁰, 138 hasta üzerinde yaptıkları bir çalışmada hastaların yüz protezlerine olan tepkilerini değerlendirmiş ve hastaların en sık şikayetçi oldukları konunun protezlerin rengi olduğunu belirtmişlerdir.

McKinstry RE⁵, yüz protezlerinin 1–3 yıl arası kullanılabileceğini ve protezlerin düzeltilmesi, tamir edilmesi ve yenilenmesinin bir nedeninin de protezlerin renk değiştirmesi olduğunu belirtmiştir.

Zaman içerisinde geliştirilen her türlü yüz protez malzemesi için farklı renklendirici ajanlar denenmiş ve kullanım sonucu oluşan renk kaybının kullanılan materyalin renk tutma kapasitesine, renklendirici ajanın özelliğine ve hastanın günlük alışkanlıklarına bağlı olduğu görülmüştür^{98,99}.

Çene yüz protezlerinin yapımında günümüzde en çok tercih edilen materyal silikonlardır. Silikonlar diğer materyallere göre doğal görünmeleri, fiziksel özelliklerinin, renk stabilitelerinin iyi olması ve uzun ömürlü olmaları nedeniyle tercih edilmektedirler^{1,93,101}.

Craig ve arkadaşları⁹³, PVC, poliüretan ve silikon polimerlerin renk stabilitesini eskitme öncesi ve sonrası spektrofotometre ile değerlendirmişlerdir. Silikonların uygulama kolaylığı ve eskitme sonrası renk stabilitesi yönünden en ideal materyaller olduğunu bildirmişlerdir.

Yu ve arkadaşlarının¹⁰¹ açıklamalarına göre, Wiens iki poliüretan elastomer ve bir silikon elastomeri eskitme öncesi ve sonrası fiziksel özellikleri yönünden araştırmış ve silikon elastomerin değerlendirilen özellikler yönünden en az değişikliğe uğrayan materyal olduğunu açıklamıştır.

Silikonlar polimerizasyon ısılarına göre HTV ve RTV silikonlar olarak ikiye ayrılmaktadır. HTV silikonlar, biyouyumluluk, renk stabilitesi, dayanıklılık, esneklik, yumuşak ve doğal görünüşleri yönünden uygun materyallerdir. RTV silikonların ise kalıplanabilmeleri daha kolaydır ve iç renklendirmeleri tekrar yapılabilir. HTV silikonlar, mekanik, fiziksel ve translüsens özellikleri yönünden RTV silikonlarından üstündürler^{1,4}.

Bugüne kadar silikon elastomerlerle yapılan birçok renk çalışmasında RTV silikonlar kullanılmıştır^{16,81,86,92,102,102-107}. HTV silikonların renk stabilitesinin değerlendirildiği fazla çalışmaya rastlanmamıştır^{83,108,109,110}. HTV ve RTV silikonların renk stabilitesinin karşılaştırıldığı sadece birkaç çalışma mevcuttur^{83,108}.

Polyzois ve arkadaşları⁸³, renklendirilmemiş 2 HTV ve 1 RTV silikon elastomerin renk stabilitesini araştırmışlardır. Maruz kalınan süre ve kullanılan silikon elastomerlerin renk stabilitesini etkileyen önemli faktörler olduğunu belirtmişlerdir. RTV silikonların renk stabilitesini daha iyi bulmuşlardır. Hulterström ve arkadaşları¹⁰⁸, 3 RTV ve 5 HTV silikon elastomerin eskitme sonundaki renk ve opasite değişimlerini test etmişlerdir. HTV silikonların renk stabilitesini daha iyi bulmuşlardır.

Araştırmamızda her iki tip silikon elastomer kullanılmış, RTV ve HTV silikon elastomerlerinin renk stabiliteyi karşılaştırılmıştır. Araştırmamızda kullanılan Cosmesil M511 ve Multisil-Epithetic HTV, Cosmesil M22 ise RTV tip silikon elastomerdir. Bu silikonlar fiziksel özellikleri, biyouyumlulukları, renk stabiliteyi, görünümünün iyi olması, piyasaya yeni sürülmüş olmaları ve son zamanlarda yaygın olarak kullanılmaları nedeniyle tercih edilmiştir. Ayrıca literatürlerde, kullandığımız silikonların renk stabiliteyiyle ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Çene-yüz protezlerinin rengi, restoratif materyale pigment maddelerinin katılmasıyla sağlanır. Elde edilen rengin stabilitesi protez materyali ve kullanılan pigmente bağlıdır^{21,22,26,78}.

Bugüne kadar olan çalışmalarda pigment kullanılan ve kullanılmayan çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Hiç pigmentin kullanılmadığı

alışmalar az sayıdadır^{83,88,93,96,108}. Sadece pigmentli örneklerin kullanıldığı daha çok sayıda çalışma vardır^{16,17,81,86,94,95,105,111,112}. Fakat bugüne kadar yapılan araştırmalarda genellikle, hem pigment içeren örnekler hem de pigment içermeyen örnekler hazırlanmış ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır^{3,80,89,91,92,97,102,103,104,106,109,110,113-116}. Böylece evre şartları altında, hem silikonların kendi renk tutma kapasitesi, hem de pigmentlerin bu renk tutma kapasitesine nasıl etkide bulunduğu araştırılmıştır. Çalışmamızda pigment içeren ve içermeyen silikon örnekler hazırlanmış ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

Mayer¹¹⁷, pigmentleri temel içeriklerine göre sınıflandırmaktadır. Organik pigment terimi, bir hayvan, bir bitki ya da sentetik orjinli pigmentler için kullanılabilir. Organik pigmentler, karbon ve hidrojenden türemişlerdir. İnorganik pigmentler, karbon ve hidrojenden oluşmamışlardır, bunlar metal atomları içerirler. İnorganik pigment terimi, mineral orjinli pigmentler için kullanılabilir. İnorganik pigmentler, doğal toprak, yüksek derecede ısıtılmış toz doğal toprak ya da sentetik orjinli olabilirler. Genellikle boyamada inorganik pigmentlerin seçildiğini, inorganik pigmentlerin renginin organik pigmentlere göre daha sabit ve kalıcı olduğu belirtilmiştir.

Elastomer içinde kullanılan pigmentlerin isimleri karışıktır ve basit bir renk birçok isimle tanımlanabilmektedir¹¹⁷. Örneğin; titanyum beyazı; titanyum dioksit, anatas ya da rutil olarak bilinebilir. Çeşitli renk isimlerinin karışıklığını önlemek için renk isimleri sistemine ihtiyaç vardır. ASTM (American Society for Testing and Materials) tarafından renk isimleri indeksine uygun olarak bir pigment listesi geliştirilmiştir^{98,117}. ASTM, materyallerin saflık derecelerini ve kalıcılıklarını tanımlamak için standartlar oluşturmuştur. ASTM boyamada kullanılan pigmentlerin ışık yansıtma derecesini belirlemek için standart test metodları geliştirmiştir. Bu testler pigmentlerin doğal ya da taklit edilmiş güneş ışığına maruz

bırakılmasını içermektedir. Ayrıca ASTM test ederek onayladığı bazı pigmentleri sınıflandırmıştır¹¹⁸.

Kullanılan pigmentler, pasta, süspansiyon ve kuru pigment şeklinde olabilirler⁹². Bugüne kadar yapılan çalışmalarda birçok pigment çeşidi kullanılmıştır. Bunlar, kozmetik kuru pigmentler^{102,103}, kuru toprak pigmentleri^{3,17,79,80}, seramik pigmentler^{91,113}, yağ esaslı pigmentler^{81,89,97}, çeşitli silikon pigmentleri^{94,95,104,105,106}, fiber yapıdaki pigmentler^{80,90,109,111}, yağlı boyalar⁸⁰, sıvı kozmetikler^{80,91,111,113}, gül pembe deri renk tonu pigmentleridir^{110,114}. Yapılan çalışmalarda renk tonu olarak ise koyu kahverengi, hanza sarısı (hans yellow), alizarin kırmızısı (alizarin red)^{16,86}, kırmızı, toprak sarısı^{102,103}, kadmiyum ve baryum kırmızısı^{89,97}, kahverengi, beyaz, sarı, mavi^{17,79}, siyah, turuncu^{94,95}, kadmiyum sarısı, mars moru^{3,97}, pas rengi⁹⁰, yanık ten rengi, açık deve tüyü rengi ve pembe renkler¹¹¹ kullanılmıştır.

Andres ve arkadaşları¹⁵, yaptıkları ankette, hekimlerin % 51 oranında kuru pigment kullandığını belirtmişlerdir. Silikon elastomerler şeffaf olduğu için UV radyasyondan etkilenir, yüksek nem geçirgenliği vardır ve birçok gaz organik silikonları etkiler. Bu şartlara maruz kalındığında silikonun içindeki pigmentler de etkilenir, bununla birlikte iç boyama ve dış boyamada kullanılan pigmentlerin rengi mutlaka açılır.

McLaren⁹⁸, kuru pigmenti çok iyi bölünmüş renkli madde olarak tanımlamakta ve sıvı içinde karıştırılınca çözünmediğini, fakat sıvı içinde dağınık kaldığını belirtmektedir. Bazı pigmentlerin nerdeyse saf olan basit bileşikler olduğunu, diğer pigmentlerin ise yüksek saflıkta, fakat üretim sırasında eklenen bileşikler ile veya doğal lekelenerek içinde az miktarda elementler içerdiğini açıklamaktadır. Örnek olarak, saf koyu kahverenginin (raw sienna) demir oksit içeren doğal toprak olduğunu,

kırmızı kahverengi aşı boyasının (raw umber) da içeriğinin saf koyu kahverengi (raw sienna) ile benzer olduğu fakat manganez içerdiğini belirtmiştir.

Çalışmalarda titanyum beyazı kuru pigmenti, Georgia kaolin tozu, kalsine edilmiş kaolin tozu, Artskin beyazı^{89,103}, silikon pigment beyazı¹⁰⁶, titanyum dioksit, çinko oksit, kaolin tozu, çinko sitrat, talk⁷⁹ opak madde olarak kullanılmıştır. Ma ve arkadaşları⁷⁹, opaklaştırıcı maddelerin renkleri yansıtma özellikleri olduğunu ve silikonun renk stabilitesini arttırdığını belirtmişlerdir.

Kiat-amnuay ve arkadaşları¹⁰⁶, silikonda kullanılan pigmentlerin ve %5, %10, %15 oranlarında 4 çeşit opak maddenin (Georgia kaolin tozu, kalsine edilmiş kaolin tozu, Artskin beyazı, titanyum beyazı) eskitme işlemi uygulanan A-2000 marka çene yüz protez elastomerinin renk stabilitesine etkisini araştırmışlardır. Bu inorganik opaklaştırıcı ajanların farklı etkilerinin, içindeki saf olmayan kimyasalların oranına bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

UV ışınına maruz kalan pigment ve elastomer arasındaki kimyasal uyumsuzluk, pigmentin elastomerden ayrılmasına izin verir. Gözlemlenen renk değişimi, kimyasal etkileşim ya da uyumsuzluktan kaynaklanmaktadır⁹⁸.

Çalışmamızda ASTM test metodları ile uyum gösteren test cihazları kullanılmıştır. Ancak kullanılan pigmentler elastomerin üreticisinin ürün setinde yer alan pigmentlerden seçilmiştir. Kullanılan silikon elastomerlerle pigmentlerin uyumlu olması için, üreticinin önerdiği pigmentler kullanılmıştır. Bu pigmentlerin ASTM ışık yansıtma değerleri ve ASTM pigment sınıflandırması içindeki yeri bilinmemektedir.

Çalışmamızda, klinikte çene yüz protezi yapımında sık kullanılan, sarı, kırmızı, kahverengi, beyaz ve bu renklerin karışımı olan karışık renkte, silikonların kendi boyama setindeki inorganik yapıdaki kuru pigmentler kullanılmıştır. İnorganik pigment kullanmamızın sebebi organik pigmentlere göre daha sabit ve kalıcı olmasından dolayıdır. Opaklaştırıcı ajan olarak ise silikonların kendi boyama setindeki beyaz pigmentler kullanılmıştır. Ayrıca renklendirilmemiş şeffaf silikonlar da renklendirilmiş silikon elastomerle birlikte değerlendirilmiştir.

Silikonların pigment ile renklendirilmesi iç boyama, fiber boyama ve dış boyama yöntemleriyle gerçekleşir. İç boyama, silikonun polimerizasyonundan önce, iç boyama için üretilen pigment parçacıklarının silikonla birlikte karıştırılıp silikonun bütünüyle renklendirilmesi işlemidir. Dış boyama ise protezin son görünümünü elde etmede silikonun dış yüzeyine pigment uygulamasını içerir. Ayrıca klinik uygulamada sık başvuru alan, derinin damarlı, heterojen görünümünü sağlamak için kullanılan fiber yapılı boyalar vardır. Fiber boyalar iç boyama yaparken uygulanır. Gerçekçi ve doğal bir yüz protezi yapmak için pratikte bu boyama çeşitlerinin birlikte olduğu hibrit teknik kullanılır. İç boyama ve fiber boyama uygulamasını az miktarda dış boyama uygulaması takip eder^{6,10,56}.

Silikon elastomerler, yüz yapısı ve çevresinin rengi ile karşılaştırılarak, iç boyama ve dış boyama yöntemleriyle renklendirilir. Lewis ve arkadaşları⁹⁸, ideal çene yüz materyallerinin iç ve dış boyamaya uygun olması gerektiğini, protezlerin görünüşü ve mekanik özelliklerinin güneş ışığı ve diğer çevresel faktörlerden etkilenmemesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Çalışmalarda çoğunlukla iç boyama^{79,86,91,103,113} ve fiber boyama^{80,90,109,111,116} kullanılmıştır. Ancak dış boyamanın uygulandığı tek bir çalışmaya rastlanmıştır⁹⁷.

Çalışmamızda, iç boyama, fiber boyama ve dış boyama yöntemleri kullanılmıştır. Her silikonun kendi boyama setinde bulunan pigmentler, üretici firmanın önerdiği oranlarda siman camı üzerinde çelik spatül yardımıyla karıştırılmıştır. Her boyama çeşidinde, bütün silikonlara eşit miktarda pigment katılarak standardizasyon sağlanmıştır.

Kullanılan pigment konsantrasyonunu arttırmak renk değişimini azaltmaktadır⁹⁸. Fakat, silikonlar düşük koheziv enerji içerdiği için zayıf molekülerde birleşme meydana gelir ve küçük partiküller kümeleşme eğiliminde olur. Daha fazlası polimerden ayrılır ve materyalin kuvvetlenmesine katkısı olmaz⁶. Bu yüzden silikonlarla uyumlu yapıda ve üretici firmanın uygun gördüğü miktarlarda pigment kullanılmalıdır.

Ma ve arkadaşları⁷⁹, boya maddesi olarak kullanılan opak maddelerin, kuru pigmentlerin, fiber boyaların ve bunların farklı oranlarda karıştırılmasının Silastic MDX4–4210 silikonun renklenmesine etkisini araştırmışlardır. Kuru pigmentler ve opak maddeleri silikona % 0,1, 0,05 ve 0,02 konsantrasyonlarda, fiber boyaları ise % 1, 2 ve 0,5 oranlarında karıştırmışlardır. Opak maddelerin rengi yansıtma özelliklerinin çok fazla olduğunu bulmuşlardır. Işık emme ve yansıtma değerleri ve pigment maddelerinin konsantrasyonları arasında önemli ölçüde doğrusal ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Bu ilişki boya maddeleri ve elastomer arasında meydana gelen optik etkileşimi göstermiştir.

Yapılan çalışmalarda iç boyama ve fiber boyama yapılırken pigmentlerden çeşitli oranlarda kullanılmıştır. İç boyamada genellikle

% 0,1^{79,116} ve % 0,2^{86,91,94,95} oranlarında, fiber boyamada ise pigmentler % 0,5 ile % 3 arasındaki oranlarda kullanılmıştır^{79,111,116}. Opak madde olarak silikon beyaz pigmenti kullanıldığında, opak maddeden genellikle silikon pigmentleri oranında kullanılmıştır^{17,79,97,116}.

Çalışmamızda her silikonun kendi boyama setinde bulunan pigmentler, üretici firmanın önerdiği oranlarda kullanılmıştır. İç boyamada, opak maddeler (beyaz renk) ve kuru renk pigmentler (sarı, kırmızı, kahverengi) % 0,1 oranında; fiber boyamada, fiber kuru boyalar ve opak maddeler % 0,7 oranında karıştırılmıştır. Dış boyamada ise % 0,1 oranında beyaz pigment ile iç boyama işlemi uyguladığımız silikonlar, Beatty ve arkadaşlarının çalışmalarına⁹⁷ benzer şekilde, dış boyama için kullanılan pigmentler ve yüzey kaplama silikonunun toplam kalınlığı 0,5 mm. olacak şekilde mikroskop camı ile sıkıştırılmıştır. Bu şekilde, dış boyama uygulanan silikon örneklerinin toplam kalınlığı 2,5 mm. olmuştur.

Yapılan çalışmalarda silikonlar ve pigmentler çoğunlukla bir spatül yardımıyla el ile karıştırılmıştır^{16,80,89,91,102,103,104}. Bazı çalışmalarda ise silikonları karıştırmada vakum makinesi kullanılmıştır^{3,86,110}.

Hatamleh ve Watts¹¹⁰, iki farklı teknikle karıştırılan çene yüz silikon elastomerlerinde oluşan gözenek miktarını hassas odaklı bilgisayarlı tomografi (Micro-CT) kullanarak belirlemişler ve iki farklı eskitme yöntemi kullanarak pörözitenin renk stabilitesine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar, yapay eskitilen renklendirilmiş örneklerde, mekanik yolla karıştırılan örneklerin elle karıştırılan örneklerle göre daha az renk değişikliği gösterdiğini, yapay eskitilen ve sebum solüsyona maruz kalan renklendirilmemiş örneklerde ise, elle karıştırılan örneklerin mekanik yolla karıştırılan örneklerle göre daha az renk değişikliği gösterdiğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda silikon elastomer ve pigmentler paslanmaz çelik spatül kullanarak el ile karıştırılmıştır. Karışımın homojen olmasına dikkat edilmiştir. Üretici firmaların tavsiye ettikleri cam yüzeylerin kullanımı, paslanmaz çelik spatülle karıştırma ve lateks kontaminasyonunu önleme gibi hususlara dikkat edilmiştir.

Yapılan araştırmalarda renk değerleri, görsel yolla^{91,112}, kolorimetre^{80,86,83,111,114} ve spektrofotometre aletleri ile ölçülmüştür. En sık olarak spektrofotometre cihazı kullanılmıştır^{16,17,88,89,90,93,95,96,97,102,103,108,113}.

Cantor ve arkadaşları², çene yüz protezlerinin estetiği ve renk uyumunu değerlendirmişlerdir. Her dalga boyu için görünür spektrum içindeki yansıyan ışık miktarını değerlendirmek, ölçmek ve kaydetmek için spektrofotometre cihazı kullanmışlardır. Böylece doğru rengi seçmek için eklenen pigmentleri nicelik olarak sınıflandırmayı mümkün kılmışlardır. Ayrıca spektrofotometrik analiz yardımıyla, çene yüz materyallerinin insan cildini daha iyi taklit edebilmesinin mümkün olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda, deney örneklerinin eskitilmesi sonucunda ortaya çıkan renk değişikliklerinin ölçülmesinde, diğer araştırmalarda da sıkça kullanılan spektrofotometre aleti kullanılmıştır. Bu alet rengin yansımasını, geçirgenliğini ve gerçek emilimini ölçmek için kullanılan fotometrik bir apaceydir. Kolorimetre aletine göre daha objektif olması, metamerizmin değerlendirilebilmesi, standart koşullarda hatasız sonuç vermesi ve tutarlı sonuçlar vermesi nedeniyle spektrofotometre aleti tercih edilmiştir. Elde ettiğimiz her bir örneğin 5 ayrı noktasından ölçümler yapılarak bunların ortalamaları alınmıştır. Böylece polimerizasyon ve yüzey özelliklerinin herhangi bir sapma oluşturmamasının önüne geçilmeye çalışılmıştır. Ölçümlerden elde ettiğimiz L*, a*, b* değerleri CIEL*a*b*

sistemine göre değerlendirilmiş ve her bir örneğin ΔE değerleri hesaplanmıştır.

Spektrofotometre veya kolorimetre ile renk ölçümü yapılırken örneklerin üzerinde bulunduğu zemin, ışık geçirgenliği açısından çok önemlidir. Yapılan çalışmalarda beyaz ve siyah zemin üzerinde ölçülen örneklerin birbirinden farklı renk değerleri gösterdiği bulunmuştur^{90,93,116}. Bu nedenle çalışmamızda zeminin rengi etkilememesi için, ölçümler sadece beyaz zemin üzerinde yapılmıştır.

Renk ölçümlerinde aynı materyalin farklı kalınlıklarda olması rengin açıklık ya da koyuluğunu etkileyebilir. Yapılan çalışmalarda silikon örnekler 1 mm. ile 3,5 mm. arasında çeşitli kalınlıklarda hazırlanmıştır^{17,79,86,88,92,102,105,111}. Genelde 2 mm. kalınlıkta silikon elastomer örnekler elde edilmiştir^{89,97,102,103,104,106,113}, çünkü çene yüz protezlerinin ortalama kalınlığı yaklaşık 2 mm.'dir. Ayrıca, örneklerin çapları spektrofotometrenin probunun çapından büyük olması gerekir. Çalışmamızda silikonların kalınlığı 2 mm. olacak şekilde hazırlanmıştır. Kullandığımız spektrofotometre probunun çapı 3,2 mm.'dir. Hazırladığımız silikonların çapı ise 1,8 cm.'dir.

Yüz protezlerinin dezavantajlarından biri de uzun ömürlü olmamalarıdır. Silikon elastomerlerde pigment kullanıldığında renk değişimi beklenmektedir. Protezlerdeki renk değişimi UV ışığına maruz kalma, hava kirliliği, kozmetikler, protez temizlemek için kullanılan benzen yada xylene gibi güçlü çözücülere bağlı olabilir⁹⁸. Yapılan bir çalışmada 20 hastaya Cosmesil silikon elastomer kullanarak implant destekli kulak protezi uygulanmış ve 7 hastanın protezlerdeki renk kaybından şikayet ettiği bildirilmiştir. Hastalar, daha çok güneş ışığı ve deniz suyuna maruz

kalmışlardır. 21 ay kullanım süreci sonunda hastaların protezleri yeniden yapılmıştır¹¹⁹.

Hanson ve arkadaşları¹²⁰, çene yüz protezlerinin uzun süre dayanamadıklarını, protezin renk stabilitesinin ultraviyole ışığa maruz kalma, hava kirliliği, kozmetikler ve benzen, xilen gibi temizleme ajanlarının kullanımıyla değişebildiğini bildirmişlerdir.

Hastaların protezlerini kullanmaya başladıktan sonra 1–2 sene içerisinde yırtılma, kopma veya renk değişimine bağlı olarak yenilemeleri gerekmektedir. Kaynaklarda renk deneylerinde en çok kullanılan yaşlandırma sistemleri arasında dış ortamda bekletilerek doğal yolla eskitme^{16,80,83,86}, karanlıkta bekletme^{3,80,88,90,92} ve yaşlandırma apareyinde UV ışına maruz bırakma^{17,81,90,91,93,97,106} gibi farklı yöntemlere rastlanmaktadır. Bunların dışında Kiat-amnuay ve arkadaşları¹⁰², silikonları mikrodalga enerjisi ile eskitmişlerdir. Hatamleh ve arkadaşları¹¹⁴ ise silikonları hızlandırılmış eskitme cihazında, karanlık odada, açık havada, sebum ve asidik ter solüsyonunda, antimikrobiyal silikon temizleme solüsyonu ve sebum solüsyonu içinde hızlandırılmış eskitme cihazında eskiterek birbirleriyle karşılaştırmışlardır. Leow ve arkadaşları⁹² ise hızlandırılmış eskitme, karanlık odada bekletme, 35 °C ve 50 °C sıcak suda bekletme, 0,15 ve 5 M (Molar) yoğunluktaki tuzlu suda bekletme işlemlerini uygulayarak silikonları eskitmişlerdir. En sık kullanılan yöntem hızlandırılmış eskitme olmuştur. Eskitme test cihazı, materyallerde nem, güneş ışınları, ısısal şok gibi nedenlerle oluşan etkinin yaratılması amacıyla kullanılmaktadır. Bu nedenle eskitme test işlemi, materyallerde zamana bağlı olarak meydana gelen biyolojik, fiziksel ve estetik değişikliklerin oluşturulması açısından önemlidir^{1,3,17}.

Sweeney ve arkadaşları¹²¹, çene yüz protezlerinin renk stabilitesini değerlendirmek için hızlandırılmış yaşlandırma cihazının kullanılmasını önermişlerdir. Çalışmalarında Atlas marka yaşlandırma cihazı kullanmışlardır. Bu cihaz ile örnekler nem, sıcaklık, radyasyon ve açık hava atmosferine benzer şartlarda eskitilebilmektedir.

Çalışmalarda hızlandırılmış eskitme değeri olarak genellikle saat^{3,17,90,91,93,97,113,114,115}, bazı çalışmalarda ise kJ/m^2 birimi kullanılmıştır^{81,103,106}. Kullanılan kJ/m^2 birimi, eskitme cihazında verilen enerji miktarını ifade eder. Eskitme süresi olarak değerini hesaplarsak, 1 kJ/m^2 yaklaşık 1,12 saatlik eskitme değerine eşittir¹⁰².

Çalışmamızda, eskitme yöntemlerinden yaşlandırma cihazında UV ışına maruz bırakma yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem diğer yöntemlere göre daha hızlı bir etki gösterir. Çünkü testler devamlıdır, gece-gündüz ve mevsimsel şartlardan etkilenmez. Ayrıca örnekler karşılaşılabilecek maksimum miktarda ışık radyasyonu, sıcaklık ve nem gibi etkilere devamlı maruz kalırlar. Yaşlandırma apareyinde sağlanan gelişmeler ışığında örneklerimiz Atlas UV2000 hızlandırılmış eskitme apareyinde ısı ve nem kontrollü ortamda ultraviyole ışına maruz bırakılmıştır. Hızlandırılmış hava koşullandırma test cihazının üreticisi 300 saatlik eskitmenin klinik hizmetin bir yılına eşit olduğunu bildirmektedir^{85,87}. Örneklerimiz 300, 450 ve 600 saat eskitilmiştir. Bu süreler silikon elastomerlerin klinik hizmetlerinin 1, 1,5 ve 2 yılına karşılık gelmektedir.

Bugüne kadar yapılan çalışmaların çoğunda, materyallerdeki bozulmanın değerlendirilmesinde iklim odaları kullanılmıştır. Ancak renk yönünden stabil bir protezin yapılmasına olanak sağlayacak materyal içeriklerinin kombinasyonunu belirlemek için, tek tek her çevresel değişkenin etkilerinin daha iyi anlaşılabilmesi gereklidir²⁶.

Araştırmacılar çene yüz protezlerinde renk stabilitesi üzerine yapılan çalışmalardaki sonuçları yorumlarken hem değerlerin istatistik olarak anlamlılıklarına göre karşılaştırılmasına, hem de klinik olarak gözle görülebilirlik ve kabul edilebilirliklerinin karşılaştırılmasına karar vermişlerdir. Görsel yargılar, rengin uygunluk/uygunsuzluğu (algılanabilirlik) ve kabul edilebilirlik/kabul edilemez uygunsuzluk (kabul edilebilirlik) hakkında bilgi sağlar. Bu nedenle, renk değişikliklerindeki % 50 algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik sınırı gözlemcilerin % 50' si tarafından sırasıyla algılanabilir ve kabul edilebilir demektir. Bu değerler ölçülen materyalin cinsine göre değişebilir. Monokromatik kompozit veneerlerde algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik sırasıyla $\Delta E^*=2,7$, $\Delta E^*=3,3$ ' dür. 10 koyu, 10 açık renk tonu olan protezler değerlendirilmiş ve açık renk örneklerde algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik sırasıyla $\Delta E^*=0,8$, $\Delta E^*=1,8$, koyu renk örneklerde ise $\Delta E^*=1,3$, $\Delta E^*=2,6$ ' dır. Çene yüz protezlerinin cilt rengi örnekleri karşılaştırılmış, % 50 algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik sınırı, açık renk örneklerde sırasıyla $\Delta E^*=1,1$, $\Delta E^*=3$, koyu renk örneklerde ise $\Delta E^*=1,6$, $\Delta E^*=4,4$ ' dür. Bu değerlerdeki anlaşmazlıklar muhtemelen kullanılan materyallerin ve pigmentlerin farklılığından kaynaklanmaktadır¹⁰⁶.

Beatty ve arkadaşları³ ve Seghi ve arkadaşları¹²² yaptıkları çalışmalarda algılanabilir sınır değer olarak $\Delta E>2$ değerini kullanmışlardır.

Seghi ve arkadaşları¹²² ile Kuehni ve Marcus' a³⁷ göre $\Delta E^*>1$ durumunda renkteki değişim % 50 oranında gözle ayırt edilebilmektedir. $\Delta E^*>2$ olduğu durumlarda bu oran % 100' e çıkmaktadır.

Eğitilmiş insan gözü $\Delta E > 1$ durumunda renkteki değişimi algılayabilirken, eğitilmemiş göz sıklıkla $\Delta E < 2$ değerlerini fark edememektedir¹⁰³.

Son yapılan çalışmalarda silikon elastomerlerde algılanabilir ve kabul edilebilir sınır değer olarak sırasıyla $\Delta E^* = 1,1$ ve $\Delta E^* = 3$ kullanılmıştır^{80,103,106,112,114}.

Paravina ve arkadaşları¹¹², bu değerlerle ilgili yaptıkları çalışmada, açık ve koyu cilt rengiyle boyanmış çene yüz protezlerindeki renk farklılıkları için kabul edilebilir ve algılanabilir sınırları belirlemişlerdir. Araştırmada opaklaştırıcı ajan ve pigment ile karıştırılmış çene yüz silikon elastomerleri kullanarak, 15 çift açık renk örnek, 15 çift koyu renk örnek yapılmıştır. Her örnek çiftinin renk uyumluluğu/uyumsuzluğu ve kabul edilebilir/kabul edilemez uyumsuzluğu, izleme odasındaki kontrollü koşullar altında 45 değerlendirici tarafından görsel olarak değerlendirilmiştir. CIEL*a*b* algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik sınırını açık renk örnekler için sırasıyla $\Delta E^* = 1,1$ ve $\Delta E^* = 3$, koyu renk örnekler için ise sırasıyla $\Delta E^* = 1,6$ ve $\Delta E^* = 4,4$ olarak belirtmişlerdir. Deri eşidinin kabul edilebilirlik üzerine etkisi, algılanabilirlik üzerine etkisinden daha güçlü olduğu bulunmuştur.

Çalışmamızda örneklerden elde edilen ΔE değerleri hem istatistik olarak anlamlılıklarına göre karşılaştırılmış, hem de klinik olarak gözle görülebilirlik ve kabul edilebilirlikleri değerlendirilmiştir. Buna göre çalışmamızda kullandığımız algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik eşik değerleri sırasıyla $\Delta E^* = 1,1$, $\Delta E^* = 3$ dür. Yani $\Delta E^* > 1,1$ değerleri gözle görülebilir, $\Delta E^* > 3$ değerleri ise kabul edilemez değerlerdir. Elde edilen değerlerin istatistik sonuçları, tekrarlı ölçümlü dört yönlü varyans analizi ve

Post-Hoc çoklu karşılaştırma test yöntemlerinden Bonferroni testi kullanılarak değerlendirilmiştir.

Test metodlarının çeşitliliği ve pigmentler hakkında kısıtlı olan bilgilerden dolayı çalışmalar arasında karşılaştırma yapmak çok zordur. Bugüne kadarki çalışmalarda, Cosmesil M522, Cosmesil M511 ve Multisil-Epithetic materyallerinin ve silikon pigmentlerinin renk stabiliteleri ile ilgili herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle elde ettiğimiz sonuçlar diğer çalışmalarla birebir karşılaştırılamamaktadır.

Haug ve arkadaşları¹²³, 6 çeşit renklendirilmemiş elastomerde oluşan renk değişikliğini değerlendirmişlerdir. Örnekler 6 ay boyunca doğal hava şartlarında bekletilmiştir. Bütün örneklerde gözle görülebilir renk değişikliği gözlenmiştir.

Polyzois⁸³, açık hava şartlarında 1 yıl boyunca bekletilen içinde pigment olmayan Silskin 2000 (HTV silikon), Elastosil M3500 (RTV silikon) ve Ideal marka (HTV silikon) 3 silikon elastomerin renk stabilitesini karşılaştırmıştır. Yüz silikon elastomerlerinde gözle görülür renk farklılıkları oluştuğunu ve Elastosil M3500 (RTV)' ün en az, Silskin 2000 (HTV)' in ise en fazla renk değiştiren silikon elastomerler olduğunu belirtmiştir.

Çalışmamızda bu çalışmalarla benzer olarak, 300 saat eskitilen renklendirilmemiş bütün silikon örneklerde gözle görülebilir renk değişimi görülmüştür. Polyzois⁸³'in çalışmasından farklı olarak, RTV silikon (Cosmesil M522) en fazla renk değiştiren silikon olmuştur. Bunun nedeni farklı materyallerin ve eskitme yöntemlerinin kullanılması olabilir.

Hulterström ve arkadaşları¹⁰⁸, 3 kondanse silikon (Cosmesil Regular, Cosmesil High Compliance, R&S 330 T-RTV) ve 5 ilave silikon

(MDX 4–4210, Wacker RTV-ME 625, A–2186 Factor II, LSR 30–10:1, SEN 240) elastomerin eskitme sonundaki renk ve opasite değişimlerini test etmişlerdir. Örnekler $36\pm1^{\circ}\text{C}$ ' de kuru şartlarda yapay olarak, nemli şartlar altında $26\pm2^{\circ}\text{C}$ ' de saf suda yapay olarak, kuru ortamda $23\pm1^{\circ}\text{C}$ ' de karanlıkta ve nemli ortam altında $37\pm1^{\circ}\text{C}$ ' de saf suda karanlıkta yapay olarak 24, 96, 168, 336, 504, 840, 1176 ve 1512 saat eskitilmiştir. Araştırmacılar, ilave silikonların (HTV) grupça en az renk değişikliği gösterdiğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda bu çalışmayla benzer olarak, 300 saat eskitilen renklendirilmemiş ilave silikonlar (Cosmesil M511, Multisil-Epithetic), kondanse silikona (Cosmesil M522) göre daha düşük renk değişikliği göstermiştir. Fakat 450 ve 600 saat eskitmeden sonra renklendirilmemiş silikonlarda klinik olarak kabul edilemez şekilde aşırı bir renk değişimi görülmüştür ve RTV silikonda HTV silikonlara göre daha az renk değişimi olmuştur. Uzun dönemde görülen bu renk değişikliğinin silikonun UV ışığından aşırı etkilenmesinin yol açabileceği ve uzun dönemde kullandığımız HTV silikonların RTV silikonlara göre UV ışığından daha çok etkilendiği düşünülmüştür.

Haug ve arkadaşları⁸⁰, sık kullanılan elastomer pigment kombinasyonlarının eskitildikten sonraki renk stabilitelerini kolorimetre cihazı ile incelemişlerdir. Silikon elastomer olarak Silastic Medical Adhesive tip A (RTV), Silastic 4–4210 (RTV) ve Silicone A–2186 (RTV) elastomerleri, pigment olarak ise iç boyamada kullanılan kuru boya, fiber boya, yağlı boya, kaolin ve sıvı kozmetikler kullanmışlardır. Örnekleri 6 ay boyunca (kısa dönemde) hem doğal hava şartlarında hem de karanlık oda şartlarında eskitmişlerdir ve oluşan renk değişikliklerini değerlendirmişlerdir. Doğal hava şartlarına maruz kalan örneklerin, karanlık odaya maruz kalan örneklerden daha çok renk değiştirdiği bulunmuştur. İç boyamada kullanılan kuru boyaların ve Medical Adhesive

tip A renklendirilmemiş şeffafın gözle görülemeyen renk değişikliği gösterdiklerini, en çok renk değişikliğinin ise fiber boyalarda görüldüğünü, Silastic 4–4210 ve Silikon A–2186 renklendirilmemiş elastomer ve fiber boyaların klinik olarak kabul edilemez derecede yüksek renk değişikliği gösterdiğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda bu çalışmaya paralel olarak, kahverengi ve beyaz fiber boyama pigmentlerinde iç boyamada kullanılan kuru pigmentlerden daha çok renk değişikliği görülmüştür. Bu çalışmadan farklı olarak ise iç boyamada kullanılan kırmızı, sarı ve karışık kuru pigmentler, fiber boyama pigmentlerinden daha çok renk değiştirmişlerdir. Ayrıca çalışmamızda renklendirilmemiş silikonlarda 300 saat eskitme süresi (kısa dönemde) sonunda kabul edilebilir derecede iyi renk stabilitesi görülmüştür ve en az renk değişikliğinin Multisil-Epithetic (HTV) ve en çok renk değişikliğinin Cosmesil M522 (RTV) materyalinde olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmadaki eskitme yöntemlerinin, silikon elastomerlerin ve kullanılan pigmentlerin farklı olmasından dolayı bizim çalışmamızla birebir karşılaştırma yapılamamaktadır.

Ma ve arkadaşları⁷⁹, opak maddelerin, iç boyamada kullanılan kuru pigmentlerin, fiber boyaların ve bunların farklı oranlarda karıştırılmasının Silastic MDX4–4210 silikonun renklenmesine etkisini araştırmışlardır. Kullanılan fiber boya renklerinin mavi, beyaz, kahverengi, kırmızı, sarımsı kahverengi ve kızıl kahverengi olduğunu, kuru pigment renklerinin ise siyah, beyaz, kırmızı, mavi, sarı, kızıl kahverengi, açık kahverengi, kahverengi, koyu devetüyü rengi olduğunu belirtmişlerdir. En az renk değişikliğini fiber boyaların, en çok renk değişikliğini ise kuru pigmentlerin gösterdiğini söylemişlerdir. Kuru pigmentler içinde en çok renk değişikliğini sarı, en az renk değişikliğini ise siyah rengin gösterdiğini, fiber boyalar içinde en çok renk değişikliğini sarımsı kahverengi, en az renk değişikliğini ise mavi rengin gösterdiğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmada iç boyama ve fiber boyama karşılaştırılırken renklerin ortalaması alınmıştır. Bu çalışmayla benzer olarak, çalışmamızda fiber boyamada kullanılan pigmentlerin ΔE değerlerinin ortalaması alındığında fiber boyaların renk stabilitesinin daha iyi olduğu görülmektedir. Çalışmamızda bu çalışmanın sonuçlarıyla paralel olarak iç boyamadaki kuru boyalar içinde en çok renk değişimini sarı renk göstermiştir, ayrıca çalışmamızdaki iç boyama ve fiber boyama beyaz renk pigmentleri bu çalışmadakine benzer olarak iyi renk stabilitesi göstermiştir. Bu çalışmadan farklı olarak, iç boyamadaki kahverengi kuru boyalar gözle görülemez şekilde az renk, kahverengi fiber boyalar ise klinik olarak kabul edilemez şekilde çok renk değiştirmiştir. İç boyamadaki ve fiber boyamadaki kırmızı pigmentler klinik olarak kabul edilemez biçimde çok renk değiştirmiştir. Farklı silikonların, pigmentlerin, eskitme yöntemlerinin ve silikon kalınlıklarının kullanılmasından dolayı bu farklılıkların ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Beatty ve arkadaşları⁹⁷, 5 yağ pigmenti kullanarak, polidimetil siloksan elastomer örneklerle iç boyama ve dış boyama uygulamışlar, yapay eskitmeden sonraki renk stabilitelere bakmışlar ve renklendirilmemiş örneklerle karşılaştırmışlardır. Bu yağ pigmentlerinin titanyum beyazı, kadmiyum kırmızısı, kadmiyum sarısı, mars moru ve toprak sarısı olduğunu belirtmişlerdir. Hazırlanan örnekler 400, 600 ve 1800 saat yapay eskitmeye maruz bırakılmışlardır. Örneklerin renk ölçümleri için spektrofotometre aleti kullanılmıştır. Mars moru en az renk değiştiren renk olmuştur. Dış boyamada daha az renk değişikliği görülmüştür. Araştırmacılar, yağ pigmentiyle yapılan yüzey boyamasının, renk değişiklik insidansını azaltabileceğini ve elastomerin yeteri miktarda pigmenti muhafaza edebileceğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda kullanılan pigmentlerin ΔE değerlerinin ortalaması alındığında, bu çalışmaya benzer olarak, dış boyama yapılan

örnekler iç boyama yapılan örneklerden daha az renk değişikliği göstermiştir. Kırmızı iç boyama pigmentinin çok renk değiştirmesi bunun nedeni olarak gösterilebilir. 300 saat eskitilen renklendirilmemiş örnekler bu çalışmadakine benzer olarak iyi renk stabilitesi göstermiştir. Ayrıca bu çalışmadaki kırmızı ve sarı iç boyama pigmentlerinin ΔE değerleri çalışmamızdakine benzer şekilde yüksek bulunmuştur. Bu çalışmadan farklı olarak beyaz, sarı ve kırmızı dış boyama pigmentleri klinik olarak kabul edilemez derecede yüksek ΔE değeri göstermiştir. Ayrıca beyaz iç boyama pigmenti ise bu çalışmadan farklı olarak kabul edilebilir renk değişikliği göstermiştir. Bu farklılıkların, farklı elastomerlerin ve pigmentlerin kullanılmasından dolayı olduğu düşünülmektedir.

Han ve arkadaşları¹⁰⁴, nano oksitlerin A-2186 (RTV silikon) çene yüz silikon elastomerinin renk stabilitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. UV ışınının etkisini azaltmak için sıklıkla kullanılan nano boyutta partikülleri olan 3 farklı oksit (TiO_2 , ZnO , CeO_2) kullanmışlardır. Kırmızı, sarı, mavi ve bunların karışımı olan karışık renk ile renklendirilen ve renklendirilmeyen silikon elastomerler ile nano oksitlerin % 1, % 2 ve % 2,5' luk konsantrasyonları karıştırılmıştır. Pigment ve nano oksit eklenmeyen A-2186 silikonu kontrol grubu olmuştur. Bütün örnekler, yaşlandırma cihazında toplam 450 kJ/m^2 enerji alarak eskitilmiştir. CIE L^* , a^* , b^* değerlerini belirlemek için spektrofotometre cihazı kullanılmıştır. Kaydedilen renk değişikliklerini yorumlarken, % 50 algılanabilirlik ($\Delta E^*=1,1$) ve kabul edilebilirlik eşiğini ($\Delta E^*=3$) kullanmışlardır. Nano oksitlerin bütün karışımlarında kabul edilemez derecede en çok renk değişikliği sarı renkte görülmüştür. En az renk değişikliği TiO_2 'in % 2 ve % 2,5' luk ve CeO_2 ' nin % 1' lik konsantrasyonlarındaki karışımlarında belirlenmiştir. En çok renk değişikliği ise CeO_2 ' in % 2 ve % 2,5' luk ve ZnO ' nun % 1' lik konsantrasyonlarındaki karışımlarında görülmüştür. % 2' lik CeO_2 karışımı hariç karışık rengin bütün karışımlarının kabul edilebilir

düzeyde olduğu ve kırmızı rengin ise bütün karışımlarının kabul edilebilir derecede düşük olduğu bulunmuştur.

Bu çalışmayla paralel olarak, çalışmamızda iç boyama yapılan örneklerde kabul edilemez derecede en çok renk değişikliği sarı renkte belirlenmiştir. Renklendirilmeyen silikonların 300 saat eskitmelerindeki renk değişikliği oldukça azdır ve klinik olarak kabul edilebilir değerdedir. Fakat 450 ve 600 saat eskitilen renklendirilmemiş silikonlarda kabul edilemez derecede yüksek renk değişimi tespit edilmiştir. Bütün silikonların kırmızı ve karışık renklerdeki renk değişimi kabul edilemez derecede bu çalışmadakinden daha fazladır. Bunun nedeni, bu çalışmada kullanılan opak maddenin nano boyutta olması, opak maddenin karışımdaki yüzdesinin fazla olması, pigmentin, silikonların ve eskitme sırasındaki verilen enerji miktarının farklılığından kaynaklanabilir. Opaklaştırıcı maddenin partikül boyutları küçüldükçe, UV ışınını soğurma ve yansıtma miktarı arttığı için, UV ışın koruyuculuğunun arttığı belirtilmektedir.

Hatamleh ve Watts¹¹⁴, farklı çevresel eskitme şartlarına maruz kalan renklendirilmiş ve renklendirilmemiş TechSil S25 (HTV) marka çene yüz silikon elastomerinin renk stabiliteğini araştırmışlardır. 1. grup karanlık oda eskitmesine, 2. grup sebum (deri sekresyonu) solüsyonuna, 3. grup asidik ter solüsyonuna, 4. grup ışıkla eskitmeye, 5. grup doğal hava şartlarına, 6. grup silikon temizleyici solüsyona, 7. grup sebum solüsyonu ve ışıkla eskitmenin ikisine de maruz kalmıştır. 1., 2., 3. ve 5. gruplar 6 ay, 4. ve 7. grup 360 saat ve 6. grup 30 saat boyunca bu şartlardan etkilenmiştir. Bu bekletme zamanlarını protezin 12–18 ay klinik kullanım süresini taklit etmek için seçmişlerdir. 6 grupta gözle görülebilir renk değişiklikleri görülmüştür. En çok renk değişikliği sebum solüsyonu-UV yapay eskitmeye maruz kalan renklendirilmiş örneklerde, en az renk değişikliği ise kabul edilebilir şekilde silikon temizleme solüsyonunda kalan

örneklerde görülmüştür. Diğer bütün renklendirilmiş ve renklendirilmemiş TechSil S25 (HTV) silikon örneklerinde kabul edilemez derecede fazla renk değişiklikleri görülmüştür. Araştırmacılar, protezlerin klinik kullanımında deri sekresyonu ve gün ışığı radyasyonunun çok büyük gözle görülür renk değişikliğine yol açtığını belirtmişlerdir.

Çalışmamızda bu çalışmaya paralel olarak iç boyama yapılan ve UV ile yapay eskitilen kırmızı, sarı, karışık renkteki örneklerde klinik olarak kabul edilemez renk değişiklikleri görülmüştür. Bu çalışmadan farklı olarak, 300 saat eskitilen renklendirilmemiş ve beyaz ile renklendirilen silikon örneklerde klinik olarak kabul edilebilir renk değişikliği belirlenmiştir. Kahverengi ile renklendirilen silikon örneklerde ise gözle görülür renk değişikliği yoktur ve klinik olarak kabul edilebilir değerlerdedir. Bu farklılıkların, kullanılan farklı silikon ve pigmentlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kiat-amnuay ve arkadaşları¹⁰⁶, silikonda kullanılan pigmentlerin ve opak maddelerin, eskitme işlemi uygulanan A-2000 marka çene yüz protez elastomerinin renk stabilitesine etkisini araştırmışlardır. %5, %10, %15 oranlarında 4 çeşit opak madde ve opaklaştırıcı olarak kullanılan silikonun kendi beyaz rengi, kırmızı, sarı, koyu kahverengi ve bu renklerin karışımları olan karışık renk ve renklendirilmeyen şeffaf silikona karıştırılmışlardır. Renk ölçümleri için spektrofotometre aletini kullanmışlardır. Örnekleri 450 kJ/m² enerji veren hızlandırılmış eskitme cihazı ile eskitmişlerdir. Araştırmacılar, örnekler hakkında son değerlendirme yaparken, $\Delta E=3$ değeri % 50 kabul edilebilir, $\Delta E= 1,1$ değeri ise % 50 algılanabilen sınır değer olarak belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmadan, sarı rengin opaklaştırıcı ajanlarla yapılan tüm karışımlarında en yüksek renk değişimi değerlerini aldığını, koyu kahverengi rengin ise genelde gözle görülemeyecek derecede en düşük renk değişim değerlerini aldığını, kırmızı ve karışık renklerin renk değişim değerlerinin de oldukça

düşük olduğunu ve kabul edilebilir değerlerde olduğunu belirtmişlerdir. Opak grupları arasında % 5' lik Georgia kaolini, % 10' luk Artskin beyazı ve % 15' lik Titanyum beyazı karışımlarının en düşük renk değişim değerleri gösterdiği tespit edilmiştir.

Bu çalışmayla paralel olarak çalışmamızda, iç boyamada kullanılan sarı renk kabul edilemez derecede en çok renk değiştiren, kahverengi renk ise gözle görülemez derecede en az renk değiştiren grup olmuştur. Bu çalışmadan farklı olarak, opaklaştırıcı olarak kullanılan beyaz renk, 450 ve 600 saat eskitme süreleri sonunda kabul edilemez derecede çok renk değiştirmiştir. Kırmızı ve karışık renklerin renk değişimleri klinik olarak kabul edilen sınırı aşmıştır. Bu farklılıkların sebebinin, kullanılan farklı silikon, pigment ve opaklaştırıcı ajanlardan dolayı olduğu düşünülmektedir.

Kiat-amnuay ve arkadaşları¹⁰², % 10 konsantrasyonda titanyum beyazı opaklaştırıcı ajanı eklenmiş renklendirilmiş A-2186 çene yüz silikon elastomerini, 1,5 yıl mikrodalga sterilizasyonunu taklit etmek için mikrodalga enerjiye maruz bırakarak renk stabilitesini spektrofotometre yardımıyla ölçmüşlerdir. Silikona % 10 konsantrasyonda titanyum beyazı ekledikten sonra, 5 grup oluşturmuşlardır. Bunlar pigment olmayan grup (kontrol grubu), kırmızı, toprak sarısı, koyu kahverengi ve bu renklerin karışımı olan karışık renk grubudur. Kırmızı renk grubu en çok renk değişikliği gösteren grup olmuştur. Toprak sarısı ve koyu kahverengi grupları en az renk değişikliği gösteren gruplar olmuştur. Araştırmacılar, 18 ay sonunda bütün örneklerin renk stabilitelerinin kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğunu, sarı, koyu kahverengi ve beyaz rengin gözle görülemez derecede az renk değiştirdiğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmayla paralel olarak, çalışmamızda 18 ay sonunda (450 saat eskitme) iç boyama grubundaki kahverengi renk örneklerde gözle algılanamayacak kadar, beyaz renkte ise kabul edilebilir derece az renk değişikliği görülmüştür. Bu çalışmadan farklı olarak sarı, kırmızı ve karışık renk örneklerde kabul edilemez derecede fazla renk değişikliği görülmüştür. Bu farklılıkların, kullanılan farklı silikon, pigment, opak ya da opakların yüzdesinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Kiat-amnuay ve arkadaşları¹⁰³, farklı oranlarda karıştırılan opak maddelerin, yapay eskitmeye maruz bırakılan A-2186 çene yüz silikonunun renk stabilitesine etkisini değerlendirmişlerdir. % 5, %10, %15 oranlarında 4 çeşit opaklaştırıcı ajanı pigment eklenmemiş, kırmızı, toprak sarısı, koyu kahverengi ve bu renklerin karışımı olan karışık renk silikonlar ile karıştırmışlardır. Örneklerin renk değerlerini spektrofotometre yardımıyla ölçmüşlerdir. Örneklere 150, 300 ve 450 kJ/m² miktarlarında enerji verilmiştir. Kırmızı rengin opaklaştırıcı ajanlarla yapılan tüm karışımlarında gözle görülür derecede kabul edilemez olarak en yüksek renk değişimi değerlerini aldığı görülmüştür. Hiçbir kaolin grubu A-2186 silikonunu renk değişikliğinden koruyamamıştır. Toprak sarısı, en az renk değişikliği olan gruptur, fakat % 10 ve % 15' lik konsantrasyonlardaki kalsine edilmiş toz kaolin karışımlarında gözle görülebilir eşiği aştığı görülmüştür. Koyu kahverengi, 300 ve 450 kJ/m² de % 15' lik kalsine edilmiş toz kaolin karışımında gözle görülür derecede uyumsuz bir renk farklılık değeri göstermiştir. Karışık renk ise % 10' luk artskin beyazı ve %15' lik titanyum beyazı karışımları hariç kabul edilemez şekilde yüksek renk değişikliği göstermiştir. Kontrol grubu (beyaz renk) 300 ve 450 kJ/m² de gözle görülür eşiği çok az geçmiştir, fakat genelde algılanamaz derecede renk değişiklik değeri göstermiştir. % 5' lik kalsine edilmiş toz kaolin, % 10 ve % 15' lik artskin beyazı karışımları en düşük renk değişiklik değeri göstermiştir. Beklenmedik sonuç olarak, kuru pigmentler

yeteri kadar stabil bulunmamıştır. Klinisyenler, kırmızı pigmentlerin olası olumsuz etkisine karşı dikkatli olunması gerektiğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmayla paralel olarak, çalışmamızda iç boyamada kırmızı renk karışımlarının renk değişiklik değerleri kabul edilemez şekilde yüksek bulunmuştur. Karışık renk, kırmızı renkten daha az olmak üzere kabul edilemez biçimde yüksek renk değişiklik değeri göstermiştir. Kahverengi renk ise gözle görülemez derecede az renk değişikliği göstermiştir. Bu çalışmadan farklı olmak üzere, sarı renk çalışmamızda kabul edilemez derecede en çok renk değiştiren grup olmuştur. Bu farklılıkların, kullanılan farklı silikon, pigment, opak ya da opakların yüzdesinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Leow ve arkadaşları⁹², çene yüz ve silikon el protezlerinde uzun dönemde görülen renk değişimlerini araştırmışlardır. Renklendirilmemiş A-2186 silikon elastomeri ile silikona karıştırılan 21 pigmentin renk stabilitesini değerlendirmişlerdir. Süspansiyon, pat ve kuru pigmentleri test etmişlerdir. Örnekleri 9 ay klinik eskime süresine karşılık gelecek şekilde, karanlık oda şartlarında, UV ışığında, 35 °C ve 50 °C' de hassas etüvde, 0,15 M (Molar) ve 5 M konsantrasyonlarındaki tuzlu suda bekletmişler, eskitmeden önceki ve sonraki renk değerlerini kolorimetre yardımıyla ölçmüşler ve elde edilen ΔE değerlerini karşılaştırmışlardır. Pigmentlerde meydana gelen renk değişimlerinin daha çok UV ışığına bağlı olduğunu ve en fazla renk değişikliğinin UV ışığına maruz kalan beyaz pigment patında görüldüğünü belirtmişlerdir. Kuru pigmentler içinde en fazla renk değişikliğinin kırmızı renkte görüldüğünü söylemişlerdir. Yüksek sıcaklık derecesinde (50 °C) en fazla renk değişikliğini mavi pigment süspansiyonu, normal tuzlu suda (0,15 M) ise en fazla renk değişikliğini kırmızı kuru pigmentin sergilediğini belirtmişlerdir. 35 °C' de silikonların renk stabilitelerinin iyi olduğunu, pigment süspansiyonlarının pigment patlarına göre daha iyi renk stabilitesi gösterdiğini bulmuşlardır.

Bu çalışmayla paralel olarak, çalışmamızda kuru pigmentler kullanılmıştır ve kırmızı ve sarı rengin bütün boyama çeşitlerinde kabul edilemez derecede yüksek renk değişiklik değeri gösterdiği bulunmuştur.

Mancuso ve arkadaşları¹¹³, Silastic MDX4–4210 (RTV) ve Silastic 732 (RTV) silikon elastomerlerine ağırlığın % 0,2' si oranında kozmetik, demir oksit ve seramik pigmentler karıştırmışlardır. Bunun dışında renklendirilmemiş silikon örnekler de hazırlamışlardır. Hazırlanan örnekleri yapay eskitme cihazında 163, 351, 692 ve 1000 saat eskitmişlerdir. Eskitmeden önceki ve sonraki renk değerlerini spektrofotometre yardımıyla ölçmüşler ve elde edilen ΔE değerlerini karşılaştırmışlardır. Renklendirilmemiş örneklerin, 1000 saat eskitme sonunda en az renk değişimi gösteren grup olduğunu belirtmişlerdir. Renklendirilen örneklerden seramik pigmentlerin en az, kozmetik pigmentlerin ise en çok renk değiştiren grup olduğunu belirtmişlerdir. Seramik pigmentlerin farklı zamanlardaki değerleri arasında anlamlı farklılık görülmediği, bütün örneklerde renk değişiklik değerleri gözle algılanabilirlik sınırının altında olduğu bulunmuştur ($\Delta E < 1,1$).

Çalışmamızda bu çalışmayla benzer olarak, kahverengi kuru pigment, iç boyamadaki bütün silikonlarda ve dış boyamadaki Cosmesil M522 silikonunda gözle algılanabilir sınırın altında bulunmuştur. Bu çalışmadan farklı olarak, diğer bütün renk farklılık değerleri daha yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni kullanılan farklı silikonlar, pigmentler ve pigment oranları olabilir.

Beatty ve arkadaşları³, 5 kuru pigment ile renklendirilmiş ve renklendirilmemiş çene yüz elastomerini (A–2186 Faktör II, HTV silikonu) iki çeşit UV ışığına ve karanlık oda şartlarına uzun süre maruz bırakmışlar ve oluşan renk değişikliklerini değerlendirmişlerdir. Kullanılan pigmentler,

titanyum beyazı, kadmiyum sarısı, mars moru, kozmetik kırmızı ve kozmetik toprak sarısı renkleridir. Silikon örnekleri 400, 600 ve 1800 saat eskitmeye maruz bırakılmışlardır. Renk değerlerini ölçmek için spektrofotometre aleti kullanmışlardır. Renklendirilmemiş örneklerde bütün zaman aralıklarında gözle görülebilir renk değişikliği olmuştur. Titanyum beyazı bütün zaman aralıklarında gözle görülemeyecek kadar az renk değişikliği göstermiştir. Kozmetik kırmızı ve kadmiyum sarısı pigmentlerinde bütün zaman aralıklarında gözle görülür renk değişikliği görülmüştür. Bütün renkler içinde kozmetik kırmızı en çok, mars moru ise en az renk değiştiren pigment olmuştur. Mars moru ve kozmetik toprak sarısı pigmentleri gözle görülemeyecek kadar düşük renk değişikliği sergilemiştir. Kısa dönemde görülen renk değişiklikleri UV ışığına duyarlı pigmentlerden, uzun dönemde görülen renk değişiklikleri ise elastomerden kaynaklanabileceğini, renk stabilitesi yüksek olan pigmentlerin varlığında elastomerin UV ışığına hassaslığının azaldığını belirtmişlerdir.

Çalışmamızda bu çalışmayla benzer olarak, iç boyamada kullanılan kırmızı pigmentler gözle görülebilir şekilde çok fazla renk değişikliği gösterirken, beyaz pigmentler de algılanabilir sınıra yakın gözle görülebilir renk değişikliği göstermişlerdir. Bu çalışmadan farklı olarak sarı pigmentler gözle görülebilir şekilde çok fazla renk değişikliği göstermişlerdir. Bu farkın kullanılan sarı renkteki kuru pigmentin renk stabilitesinin düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuçta, kullandığımız çene yüz protezi materyallerinin renkleri başlangıçta uyumlu olsa da, eskitme işlemi sonrasında örneklerin çoğunda gözle görülebilir renk değişikliği olmuştur ve birçoğu klinik olarak uyumsuzdur. Bu nedenle, bu klinik renk uyumsuzluğu olan pigmentleri kullanarak yapılan çene yüz protezlerinin 1 yıl içerisinde yenilenmesi gerektiği düşünülmektedir.

6. SONUÇ

Çalışmada beyaz, kırmızı, sarı, kahverengi ve karışık renk pigmentler ile iç boyama, fiber boyama ve dış boyama yapılarak renklendirilmiş ve renklendirilmemiş şeffaf Cosmesil M511 (HTV), Cosmesil M522 (RTV) ve Multisil-Epithetic (HTV) silikon elastomerlerin 300, 450 ve 600 saat yapay eskitilmeleri sonrası ortalama ΔE (renk değişikliği) değerleri hesaplanmıştır.

Bütün örnekler eskitme süreleri boyunca renk değiştirmişlerdir. En çok renk değişimi ilk 300 saat eskitme süresi sonunda gerçekleşmiştir. Silikon elastomerler, 450 ile 600 saat eskitme süresi arasında çok az renk değiştirmiştir.

Renklendirme yapılmayan silikonlarda 300 saat eskitme süresi sonunda silikonların ΔE değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır. 450 ve 600 saat eskitme süresi sonunda en az renk değişikliğini Cosmesil M522 materyali göstermiştir.

İç boyama grubunda, 300, 450 ve 600 saat eskitme süreleri sonunda beyaz, kırmızı, kahverengi ve karışık renkte silikonların ortalama ΔE değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Sarı renkte ise Multisil-Epithetic materyali en az renk değişikliği gösteren silikon olmuştur.

Fiber boyama grubunda, 300, 450 ve 600 saat eskitme süreleri sonunda beyaz renkte silikonların ortalama ΔE değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Kırmızı, sarı, kahverengi, karışık renkte Cosmesil M522 en fazla, Multisil-Epithetic ise en az renk değiştiren silikon olmuştur.

Dış boyama grubunda, 300, 450 ve 600 saat eskitme süreleri sonunda beyaz ve kahverengi renkte silikonların ΔE değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Sarı renkte Cosmesil M522 materyali en az renk değiştiren silikon olmuştur. Karışık renkte Cosmesil M511 materyali en fazla renk değiştiren silikon olmuştur. Kırmızı renkte ise ilk 300 saatte Multisil-Epithetic materyali en fazla, Cosmesil M522 materyali ise en az renk değiştiren silikon olmuştur, 450 saatte Cosmesil M522 en az renk değiştiren silikon olmuştur, 600 saatte ise silikonların ΔE değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

İç boyama ve dış boyama grubunda, 300, 450 ve 600 saat eskitme süresi sonunda Cosmesil M511, Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic materyallerinde, sarı en fazla renk değiştiren, kahverengi ise en az renk değiştiren grup olmuştur.

Fiber boyama grubunda, 300, 450 ve 600 saat eskitme süreleri sonunda, Cosmesil M511, Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic materyallerinde, kırmızı en fazla renk değiştiren, beyaz renk ise en az renk değiştiren grup olmuştur.

İç boyamada kullanılan kahverengi ve beyaz pigmentler, fiber boyamada kullanılan beyaz pigmentler ve dış boyamada kullanılan kahverengi pigmentler klinik olarak kabul edilebilirdir ve silikonların renk stabilitesine katkıda bulunmaktadır. Bu silikon elastomerlere, iç boyama yapılırken sarı ve kırmızı, fiber boyama yapılırken sarı, kırmızı ve kahverengi, dış boyama yapılırken ise sarı, kırmızı ve beyaz pigment kullanılırken dikkat edilmesi gerekmektedir. Klinik renk uyumu kötü olan pigmentlerin kullanılmasıyla yapılan protezler renk stabilitesini uzun süre koruyamayacağı için, bu protezlerin 1 yıl içerisinde değiştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

7. ÖZET

Yüz Protezlerinde Kullanılan Silikon Elastomerlerin Renk Stabilitesinin Değerlendirilmesi

Çene yüz protezleri tümör, travma, konjenital bozukluklar gibi çeşitli nedenlerle oluşan defektlerin yerine yapılan protezlerdir. Günümüzde bu protezlerin yapımında en sık kullanılan materyaller silikonlardır. Silikonlar, çeşitli pigment maddeleri kullanılarak iç boyama, fiber boyama ve dış boyama yöntemleriyle renklendirilirler. Ancak silikonlarda zamanla renk değişimi meydana gelmektedir. Bu çalışmanın amacı, yüz protezlerinin yapımında kullanılan üç farklı silikon elastomerin, farklı renklendirici ajanlar ile renklendirilmiş ve renklendirilmemiş örneklerinin, eskitme işleminden sonraki renk değişikliği değerlerini hesaplamak ve farklı parametrelerde birbirleriyle karşılaştırmaktır.

Bu amaçla klinikte yaygın olarak kullanılan Cosmesil M511, Cosmesil M522 ve Multisil-Epithetic silikon elastomerleri ve silikonların kendi pigmentleri kullanılmıştır. Her bir silikon elastomere iç boyama, fiber boyama ve dış boyama işlemi uygulanmıştır. Bu boyama çeşitlerinin her birinde beyaz, sarı, kırmızı, kahverengi ve bunların eşit miktarda karışımından oluşturulan karışık renk kullanılmıştır. Ayrıca pigment içermeyen örnekler de hazırlanmış ve renklendirilen örneklerle karşılaştırılmıştır. Her bir renkten 5 adet (n=5) olmak üzere, 2 mm. kalınlığında disk şeklinde silikon örnekler elde edilmiştir. Elde edilen örnekler hızlandırılmış eskitme cihazında 300, 450 ve 600 saat eskitilmiştir. Örneklerin eskitmeden önceki ve sonraki L*,a*,b* değerleri spektrofotometre aleti ile ölçülmüş ve bu değerler kullanılarak ΔE (renk değişikliği) değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen değerlerin istatistik sonuçları, tekrarlı ölçümlü dört yönlü varyans analizi ve Post-Hoc çoklu

karşılaştırma test yöntemlerinden Bonferroni testi kullanılarak değerlendirilmiştir.

Araştırma sonucunda, iç boyama ve fiber boyama gruplarında en fazla Cosmesil M522 (RTV), en az Multisil-Epithetic (HTV) silikonu, dış boyama grubunda ise en az Cosmesil M522 (RTV) silikonu renk değiştirmiştir. İç boyama ve dış boyama gruplarında en fazla renk değişikliğini sarı renk, en az renk değişikliğini kahverengi renk grubu göstermiştir. Fiber boyama grubunda en fazla renk değişikliğini kırmızı, en az renk değişikliğini ise beyaz renk grubu göstermiştir. 300 saat eskitilen renklendirme yapılmayan (şeffaf) silikonların ΔE değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır, fakat 450 ve 600 saat eskitme süresinde Cosmesil M522 silikonu en az renk değişikliği gösteren materyal olmuştur. İç boyamada kullanılan kahverengi ve beyaz pigmentlerin, fiber boyamada kullanılan beyaz pigmentlerin ve dış boyamada kullanılan kahverengi pigmentlerin klinik olarak kabul edilebilir değerlerde olduğu belirlenmiştir ($\Delta E < 3$).

Anahtar kelimeler: Yüz protezi, silikon elastomer, hızlandırılmış eskitme, renk stabilitesi, spektrofotometre.

8. SUMMARY

Evaluation of color stability of silicone elastomers used in facial prosthesis

Maxillofacial prostheses are used for reconstruction of congenital, developmental and acquired defects of the head and neck. Silicone elastomers are commonly used materials for maxillofacial prosthesis. Silicones are colored with the techniques of intrinsic coloration, fiber coloration and extrinsic coloration by using a variety of pigment materials. However the color changes have been in silicones over time. The purposes of this study are to measure the color changes values after the ageing of three different silicone elastomers' coloured and non-coloured examples with several colorant agents used in maxillofacial prostheses and to compare them with each other in the different parameters.

For this aim, Cosmesil M511, Cosmesil M522 and Multisil-Epithetic silicone elastomers which are often used in the clinics and their pigments were used. Each silicone elastomer were subjected to intrinsic coloration, fiber coloration and extrinsic coloration. White, yellow, red, brown and mixture of same quantity of these colors were used in each of coloration types. And also specimens with no pigment were prepared and compared with the other specimens. For each color, 5 disk shaped silicone specimens (2 mm in thickness) were prepared. Specimens were aged in the accelerated aging machine for 300, 450 and 600 hours. The value of L^* , a^* , b^* were measured by the spectrophotometer and by using these values the ΔE (color changes) were calculated. The statistical analyses of these values were evaluated according to repeated

measurable four way analyses of variance and Bonferroni test which is a post- hoc multiple compare test method.

As a result of the study, the most color changes were in Cosmesil M522 (RTV) silicone, the least color changes were in Multisil-Epithetic (HTV) silicone in the intrinsic and fiber coloration groups. The least color changes were in Cosmesil M522 (RTV) silicone in extrinsic coloration group. Yellow colour had the most colour changes and the brown colour had the least colour changes in intrinsic and extrinsic coloration groups. In fiber coloration groups the red had the most and the white had the least colour changes. There was no significant difference in the ΔE values of the non coloured (transparent) 300 hours aged silicones, but during 450 and 600 hours ageing the Cosmesil M522 silicone had the least colour changes. Brown and white pigments used in intrinsic coloration, white pigments used in fiber coloration and brown pigment used in extrinsic coloration were stated that they are acceptable in clinical usage($\Delta E < 3$).

Key Words: Facial prosthesis, silicone elastomer, accelerated aging, colour stability, spectrophotometer.

9. KAYNAKLAR

- 1- Beumer J, Curtis T, Marunick M. Maxillofacial rehabilitation. Prosthodontic and surgical considerations. St. Louis: Ishiyaku EuroAmerica; 1996.p.377–455.
- 2- Cantor R, Webber RL, Stroud L, Gunnar R. Methods for evaluating prosthetic facial materials. J Prosthet Dent 1969; 21(3): 324–32.
- 3- Beatty MW, Mahana GK, Dick K, Jia W. Color changes in dry-pigmented maxillofacial elastomer resulting from ultraviolet light exposure. J Prosthet Dent 1995; 74(5): 493–8.
- 4- Bell WT, Chalian VA, Moore BK. Polydimethyl siloxane materials in maxillofacial prosthetics: evaluation and comparison of physical properties. J Prosthet Dent 1985; 54(3): 404–10.
- 5- McKinstry RE. Fundamentals of facial prosthetics. Arlington: ABI; 1995. p.79–198.
- 6- Anusavice KJ. Philips' science of dental materials. 11.ed. St Louis: Saunders Company;2003.p.143–169.
- 7- Bulbulian AH. Historical review. In facial prostheses. Philadelphia, London: W.B. Saunders Company;1945.p.5.
- 8- Bulbain AH. Facial prosthetics. Springfield: Charles C Thomas; 1973.p.10–29.
- 9- Bercowitsch GG. Facial restoration. Dental Cosmos 1928; 70: 167.
- 10- Kazanjian VH, Rowe AT, Young H. Prostheses of the mouth and face. J Dent Res 1932; 12: 651-93.
- 11- Keskin H, Özdemir T. Çene yüz protezleri. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları; 1995.
- 12- Udagama A. Urethane-lined silicone facial prostheses. J Prosthet Dent 1987; 58(3): 351–4.

- 13- Lai JH, Wang LL, DeLong RL, Hodges JS. New organosilicone maxillofacial prosthetic materials. *Dent Mater* 2002; 18(3): 281–6.
- 14- Moore DJ, Glaser ZR, Tabacco MJ, Linebaugh MG. Evaluation of polymeric materials for maxillofacial prosthetics. *J Prosthet Dent* 1977; 38(3): 319–26.
- 15- Andres CJ, Haug SP, Brown DT, Bernal G. Effects of environmental factors on maxillofacial elastomers. Part II: Report of survey. *J Prosthet Dent* 1992; 68(3): 519–22.
- 16- Gary JJ, Huget EF, Powell LD. Accelerated color change in a maxillofacial elastomer with and without pigmentation. *J Prosthet Dent* 2001; 85(6): 614–20.
- 17- Koran A, Yu R, Powers JM, Craig RG. Color stability of a pigmented elastomer for maxillofacial appliances. *J Dent Res* 1979; 58(5): 1450–4.
- 18- Lewis DH, Castleberry DJ. An assessment of recent advances in external maxillofacial materials. *J Prosthet Dent* 1980; 43(4): 426–32.
- 19- Craig RG, Ward ML. *Restorative dental materials*. 10 th ed. St. Louis: Mosby Publishing; 1997.p.540-51.
- 20- Ma T, Johnson M. A technique for fabrication of interim midfacial prostheses. *J Prosthet Dent* 1992; 68(6): 940–2.
- 21- Lontz JF. State-of-the-Art materials used for maxillofacial prosthetic reconstruction. *Dent Clin North Am* 1990; 34(2): 307–25.
- 22- Beumer J, Curtis TA, Firtell DN. *Maxillofacial rehabilitation prosthodontic and surgical considerations*. 1 st ed. London: The C.V. Mosby Comp; 1979.p.311-397.
- 23- Zaimoğlu A, Can G, Ersoy E, Aksu L. *Diş hekimliğinde maddeler bilgisi*. 1. Basım. Ankara: Ankara Üniversitesi;1993.p.165–81.

- 24- Mcneme SJ, Gonten AS, Woolsey GD. Effects of laboratory disinfecting agents on color stability of denture acrylic resins. J Prosthet Dent 1991; 66 (1): 132–6.
- 25- Powers JM, Sakaguchi RL. Craig's restorative dental materials. 12.ed. St. Louis: Mosby; 2006.p.149–159, 547–553.
- 26- Andres CJ, Haug SP, Munoz CA, Bernal G. Effects of environmental factors on maxillofacial elastomers. Part I: Literature review, J Prosthet Dent 1992; 68(2): 327–30.
- 27- Goldberg AJ, Craig RG, Filisko FE. Polyurethane elastomers as maxillofacial prosthetic materials. J Dent Res 1978; 57(4) :563–9.
- 28- Murata H, Hong G, Hamada T, Polyzois GL. Dynamic mechanical properties of silicone maxillofacial prosthetic materials and the influence of frequency and temperature on their properties. Int J Prosthodont 2003; 16(4): 369–74.
- 29- Bal BT, Öztürk E, Karakoca S. Maksillofasiyal protezlerin yapımında kullanılan materyallerdeki gelişmeler. ADO Klin Bilim Derg 2007; 1: 63–68.
- 30- Chalian VA, Majid AA, Leckrone WR. Milling machine for coloring heat-vulcanizing silicone materials in maxillofacial prosthetics. J Prosthet Dent 1974; 31(1): 78–82.
- 31- Pişkin T, Günay Y. Yüz protezi materyallerindeki gelişmeler. MUDHF Dergisi 1983;1: 33–6.
- 32- Muğan N. Çene yüz protezi. İstanbul: Gençlik Basımevi; 1979.
- 33- John FM. Diş hekimliği maddeler bilgisi. Nayır E (Çev), 7. Basım. İstanbul: İ.Ü. Basımevi; 1999.p.71-98.
- 34- Abdelnabi MM, Moore DJ, Sakumura JS. Invitro comparison study of MDX–4–4210 and polydimethyl siloxane silicone materials. J Prosthet Dent 1984; 51(4): 523–6.

- 35- Schaaf NG. Materials in maxillofacial prosthetics. Dent Clin North Am 1975;19(2): 347–56.
- 36- Ana Britannica. 26. cilt. İst: Ana yayıncılık;1993.p.206–8.
- 37- Kuehni RG, Marcus RT. An experiment in visual scaling of small color differences. Color Res Appl 1979; 4: 83–91.
- 38- Kılıç L. Görüntü estetiği. Yapı Kredi Yayınları;1994.p.45–55.
- 39- Meydan Larousse. 10. cilt. İst: Meydan Yayınevi;1972.p.528–31.
- 40- Temel Britannica. 14. cilt. İst: Ana Yayıncılık;1993.p.215–20.
- 41- Wozniak WT, Moser JB. How to improve shade matching in the dental operatory. Council on Dental Materials, Instrument and Equipment. J Am Dent Assoc 1981; 102(2): 209–10.
- 42- Joiner A. Tooth color: A review of the literature. J Dent 2004; 32: 3–12.
- 43- Sproull RC. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. J Prosthet Dent 2001; 86(5): 453–7.
- 44- Sproull RC. Color matching in dentistry. Part II. Practical application of the organization of color. J Prosthet Dent 2001; 86(5): 458–64.
- 45- Ulusoy M, Toksavul S. Kuron köprü çalışmalarında diş renginin önemi ve renkle ilgili temel kavramlar. Ege Dişhek Fak Der 1992; 13: 29- 36.
- 46- Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. Dent Clin North Am 2004; 48(2): 341–58.
- 47- Paul SJ, Peter A, Rodoni L, Pietrobon N. Conventional visual vs spektrophotometric shade taking for porcelain fused to metal crowns: a clinical comparison. Int J Periodont Rest Dent 2004; 24(3): 222–31.

- 48- Dykemia RW, Goodacre CJ, Phillips RW. Johnston' s modern practice in fixed prosthodontics, 4 th ed. Pennsylvania: WB Saunders Company; 1986.
- 49- Knispel G. Factors affecting the process of color matching restorative materials to natural teeth. Quintessence Int 1991; 22: 525–31.
- 50- Çal E, Güneri P, Bıçakçı A. Dişhekimliğinde estetik ikilem: Diş rengi. E.Ü. Dişhek Fak Derg 2005; 26: 117–25.
- 51- Russell MD, Gulfraz M, Moss BW. İn vivo measurement of color changes in natural teeth. J Oral Rehabil 2000; 27(9): 786–92.
- 52- Ubassy G. Shape and color, The key to successful ceramic restorations. Chicago: Quintessence;1995.p.17–30.
- 53- Handbook: The essentials of imaging, precise colour communication: Colour control from perception to instrumentation, Konica Minolta instrument division. Japan: Minolta Company;2004.p.1–57.
- 54- Bayındır F, Alwin GW. Diş rengi seçiminde bilgisayar destekli sistemlerin kullanımı. HÜ Dişhek Fak Derg 2006, 30(3) 40–6.
- 55- Seghi RR. Effects of instrume measuring geometry on colorimetric assesments of dental porcelains. J Dent Res 1990; 69(5): 1180–3.
- 56- O' Brein WJ, Groh CL, Boenke KM. A new, small color difference equation for dental shades. J Dent Res 1990; 69(11): 1762–4.
- 57- Taylor DT. Clinical maxillofacial prosthetics. Chicago: Quintessence Pub. Co., Inc;2000.p.233-264.
- 58- Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. J Prosthet Dent 1998; 80: 642–8.
- 59- Paravina RD. Evaluation of a newly developed visual shade-matching apparatus. Int J Prosthodont 2002; 15(6): 528–34.

- 60- Westland S. Review of the CIE system of colorimetry and its use in dentistry. *J Esthet Restor Dent* 2003; 15(1): 5–12.
- 61- Büyükyılmaz S, Ruyter IE. Color stability of denture base polymers. *Int J Prosthodont* 1994; 7(4): 372–82.
- 62- Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater* 1987; 3(5): 246–51.
- 63- O' Brein WJ. Dental materials and their selection. 3 th ed. Quintessence Publishing Co, Inc;2002.p.24-36.
- 64- Ishikawa-Nagai S, Sato RR, Shiraishi A, Ishibashi K. Using a computer color-matching system in color reproduction of porcelain restorations. Part 3: A newly developed spectrophotometer designed for clinical application. *Int J Prosthodont* 1994; 7(1): 50–5.
- 65- Berns RS, Bilmeyer FW, Saltzman M. Principles of color technology. 1 th ed. New York: John Wiley&sons; 2000.
- 66- Johnston WM, Kao EC. Assesment of appearence match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res* 1989; 68(5): 819–22.
- 67- Paravina RD, Powers JM. Esthetic color training in dentistry. Elsevier Mosby; 2004.p.165.
- 68- Yavuzylmaz H, Ulusoy M, Kedici S, Kansu G. Protetik Diş Tedavisi terimleri sözlüğü. Ankara: Türk Prostodonti ve İmplantoloji Derneği Ankara şubesi derneği yayınları; 2003.
- 69- Ishikawa-Nagai S, Ishibashi K, Tsuruta O, Weber HP. Reproducibility of tooth color radation using a computer color-matching technique applied to ceramic restorations. *J Prosthetic Dent* 2005; 93 (2), 129–37.

- 70- Cal E, Güneri P, Köse T. Comparison of digital and spectrophotometric measurement of color shade guides. J Oral Rehabil 2006; 33(3): 221–28.
- 71- Analoui M, Papkosta E, Cochran M, Matis B. Designing visually optimal shade guides. J Prosthet Dent 2004; 92(4): 371–76.
- 72- Hindle JP, Harrison A. Tooth color analysis by a new optoelectronic system. Eur J Prosthodont and Restor Dent 2000; 8(2): 57–61.
- 73- Cho BH, Lim YK, Lee YK. Comparison of the color of natural teeth measured by a colorimeter and shade vision system. Dent Mater 2007; 23(10): 1307–12.
- 74- Commission Internationale de L' Eclairage. Colorimetry, CIE Publication No. 15.2. 2 nd ed. Viena, Austria: Central Bureau of CIE; 1986.p.74.
- 75- Rahn AO, Boucher LJ. Maxillofacial prosthetics principles and consepts. Philedalphia: WB Saunders Company; 1970.
- 76- Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: A review of the literature. Br Dent J 2001; 190(6): 309–16.
- 77- Erbenli T. Histoloji 2. İst: İ.Ü. Tıp Fakültesi Yayınları; 1985.
- 78- Godoy AJ, Lemon JC, Nakamura SH, King GE. A shade guide for acrylic resin facial prostheses. J. Prosthet Dent. 1992; 68(1): 120–2.
- 79- Ma T, Johnston WM, Koran A. The color accuracy of Kubelka-Munk theory for various colorants in maxillofacial prosthetic material. J Dent Res 1987; 66(9): 1438-44.
- 80- Haug SP, Andres CJ, Moore BK. Color stability and colorant effect on maxillofacial elastomers. Part III: Weathering effect on color. J Prosthet Dent 1999; 81(4): 431–8.
- 81- Lemon JC, Chambers MS, Jacobsen ML, Powers JM. Color stability of facial prostheses. J Prosthet Dent 1995; 74(6): 613–8.

- 82- Maurice M. Rubber technology. New York: Von Nostrand Reinhold Company; 1980.
- 83- Polyozis GL. Color stability of facial silicone prosthetic polymers after outdoor weathering. J Prosthet Dent 1999; 82(4): 447–50.
- 84- Q-U-V Accelerated Weathering Tester kullanım kılavuzu. Cleveland, U.S.A.: The Q Panel Company.
- 85- Tari BF, Nalbant D, Doğruman AI F, Kustimur S. Surface roughness and adherence of *Candida albicans* on soft lining materials as influenced by accelerated aging. J Contemp Dent Pract 2007; 8(5): 18–25.
- 86- Tran NH, Scarbecz M, Gary JJ. Invitro evaluation of color change in maxillofacial elastomer through the use of an ultraviolet light absorber and a hindered amine light stabilizer. J Prosthet Dent 2004; 91(5): 483–90.
- 87- Anil N, Hekimoğlu C, Sahin S. Color stability of heat-polymerized and autopolymerized soft denture liners. J Prosthet Dent 1999; 81(4): 481–4.
- 88- Goiato MC, Pesqueira AA, Zavanelli AC. Color stability comparison of silicone facial prostheses following disinfection. J Prosthodont 2009; 18(3): 242–4.
- 89- Kiat-amnuay S, Mekayarajjananonth T, Powers JM. Interactions of pigments and opacifiers on color stability of MDX4–4210/ type A maxillofacial elastomers subjected to artificial aging. J Prosthet Dent 2006; 95(3): 249–57.
- 90- Bryant AW, Schaaf NG, Casey DM. The use of a photoprotective agent to increase the color stability of a tinted extraoral prosthetic silicone. J Prosthodont 1994; 3(2): 96–102.

- 91- Mancuso DN, Goiato MC, Dekon SF, Gennari-Filho H. Visual evaluation of color stability after accelerated aging of pigmented and nonpigmented silicones to be used in facial prostheses. *Indian J Dent Res* 2009; 20(1): 77–80.
- 92- Leow ME, Ow RK, Valiyaveetil S, Lee MH, Pho RW. Colourfast pigments in silicone hand and maxillofacial prostheses. *Prosthet Orthot Int* 2002; 26(2): 124–34.
- 93- Craig RG, Koran A, Yu R, Spencer J. Color stability of elastomers for maxillofacial appliances. *J Dent Res* 1978; 57(9-10): 866–71.
- 94- Yu R, Koran A, Raptis CN, Craig RG. Stain removal from a silicone maxillofacial elastomer. *J Dent Res* 1981; 60(10): 1754–8.
- 95- Yu R, Koran A, Craig RG, Raptis CN. Stain removal from a pigmented silicone maxillofacial elastomer. *J Dent Res* 1982; 61(8): 993–6.
- 96- Yu R, Koran A, Raptis CN, Craig RG. Cigarette staining and cleaning of a maxillofacial silicone. *J Dent Res* 1983; 62(7): 853–5.
- 97- Beatty MW, Mahana GK, Jia W. Ultraviolet radiation-induced color shifts occurring in oil-pigmented maxillofacial elastomers. *J Prosthet Dent* 1999; 82(4): 441–6.
- 98- Gary JJ, Smith CT. Pigments and their application in maxillofacial elastomers: A literature review. *J Prosthet Dent* 1998; 80(2): 204–8.
- 99- Jani RM, Schaaf NG. An evaluation of facial prostheses. *J Prosthet Dent* 1978; 39(5): 546–50.
- 100- Chen MS, Udagama A, Drane JB. Evaluation of facial prostheses for head and neck cancer patients. *J Prosthet Dent* 1981; 46(5): 538–44.
- 101- Yu R, Koran A, Craig RG. Physical properties of maxillofacial elastomers under conditions of accelerated aging. *J Dent Res* 1980; 59(6): 1041–7.

- 102- Kiat-amnuay S, Johnston DA, Powers JM, Jacob RF. Color stability of dry earth pigmented maxillofacial silicone A-2186 subjected to microwave energy exposure. *J Prosthodont* 2005; 14(2): 91–6.
- 103- Kiat-amnuay S, Lemon JC, Powers JM. Effect of opacifiers on color stability of pigmented maxillofacial silicone A-2186 subjected to artificial aging. *J Prosthodont* 2002; 11(2): 109–16.
- 104- Han Y, Zhao Y, Xie C, Powers JM. Color stability of pigmented maxillofacial silicone elastomers: effects of nano- oxides as opacifiers. *J Dent* 2010; 38(2): 100–5.
- 105- Hu X, Johnston WM. Concentration additivity of coefficients for maxillofacial elastomer pigmented to skin colors. *Dent Mater* 2009; 25(11): 1468–73.
- 106- Kiat-amnuay S, Beerbower M, Powers JM, Paravina RD. Influence of pigments and opacifiers on color stability of silicone maxillofacial elastomer. *J Dent* 2009; 37(1): 45–50.
- 107- Han Y, Kiat-amnuay S, Powers JM, Zhao Y. Effect of nano-oxide concentration on the mechanical properties of a maxillofacial silicone elastomer. *J Prosthet Dent* 2008; 100(6): 465–73.
- 108- Hultström AK, Ruyter IE, Philos D. Changes in appearance of silicone elastomers for maxillofacial prostheses as a result of aging. *Int J Prosthodont* 1999; 12(6):498–504.
- 109- Vickery JM, Paulus MW, Brantley WA, Culbertson BM, Johnston WM. Fundamental studies of maxillofacial materials: Part 1. Differential scanning calorimetric analyses of a heat-polymerized silicone. *Int J Prosthodont* 1995; 8(3): 221–7.
- 110- Hatamleh MM, Watts DC. Porosity and color of maxillofacial silicone elastomer. *J Prosthodont* 2011; 20(1): 60–6.

- 111- Over LM, Andres CJ, Moore BK, Goodacre CJ. Using a colorimeter to develop an intrinsic silicone shade guide for facial prostheses. *J Prosthodont* 1998; 7(4): 237–49.
- 112- Paravina RD, Majkic G, Del Mar Perez M. Color difference thresholds of maxillofacial skin replications. *J Prosthodont* 2009; 18(7): 618–25.
- 113- Mancuso DN, Goiato MC, Santos DM. Color stability after accelerated aging of two silicones, pigmented or not, for use in facial prostheses. *Braz Oral Res* 2009; 23(2): 144–8.
- 114- Hatamleh MM, Watts DC. Effect of extraoral aging conditions on color stability of maxillofacial silicone elastomer. *J Prosthodont* 2010; 19(7): 536–43.
- 115- Dos Santos DM, Goiato MC, Sinhoreti MA. Color stability of polymers for facial prosthesis. *J Craniofac Surg* 2010; 21(1): 54–8.
- 116- Johnston WM, Ma T, Kienle BH. Translucency parameter of colorants for maxillofacial prostheses. *Int J Prosthodont* 1995; 8(1): 79–86.
- 117- Mayer R. The artist's handbook of materials and techniques. 5th ed. New York: Viking Penguin; 1991.
- 118- Zerlaut G. Accelerated weathering and UV measurements. ASTM STP 781. Philadelphia: American society of testing and materials; 1982.
- 119- Watson RM, Coward TJ, Forman GH. Results of treatment of 20 patients with implant retained auricular prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995; 10(4): 445–9.
- 120- Hanson MD, Shipman B, Blomfield JV, Janus CE. Commercial cosmetics and their role in the coloring of facial prostheses. *J Prosthet Dent* 1983; 50(6): 818–20.

- 121- Sweeney WT, Fischer TE, Castleberry DJ, Cowperthwaite GF. Evaluation of improved maxillofacial prosthetic materials. J Prosthet Dent 1972; 27(3): 297–305.
- 122- Seghi RR, Hewlett ER, Kim J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. J Dent Res 1989; 68(12): 1760–4.
- 123- Haug SP, Andres CJ, Munoz CA, Bernal G. Effects of environmental factors on maxillofacial elastomers: Part IV-optical properties. J Prosthet Dent 1992; 68(5): 820–3.

10. EKLER

10.1. Teşekkür

Doktora eğitimim boyunca bana bilgi ve tecrübelerini aktaran ve kişisel desteği ile hep yanımda olan bölüm başkanımız, danışman hocam Prof. Dr. Cemal AYDIN' a;

Doktora tezimin hazırlanmasına olan katkılarından ve doktora eğitimim boyunca hertürlü desteğinden dolayı Prof. Dr. Handan YILMAZ' a;

Değerli bilgilerini ve deneyimlerini paylaşan ve bana sürekli destek olan hemşerim, değerli hocam Turan Korkmaz' a;

Doktora tezimin hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen arkadaşım Doç. Dr. Seçil KARAKOCA ve tüm asistan arkadaşlarıma;

Hayatımın her döneminde sonsuz sabır, anlayış ve özveri ile yanımda olan ve varlıklarıyla bana güç veren sevgili canım babam İbrahim ORAL' a, sevgili annem Feride ORAL' a, sevgili kardeşim İrem ORAL' a ve sevgili eşim İlknur ORAL' a içtenlikle teşekkür ederim.

11. ÖZGEÇMİŞ

Adı: İhsan

Soyadı: ORAL

Doğum Yeri ve Tarihi: Mersin, 29. 07. 1980

Eğitimi (Tarih sırasına göre yeniden eskiye doğru):

2013–2006, Doktora, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi A.B.D

2004–1999, Lisans, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

1998–1994, Lise, Mersin Dumlupınar Lisesi

1994–1991, Ortaokul, Mersin Mobil Ortaokulu

1991–1987, İlkokul, Mersin Mut Cumhuriyet İlkokulu

Yabancı Dili: İngilizce

Uluslararası Yayınlar:

1. Bankoğlu M, **Oral İ**, Gül EB, Yılmaz H. Influence of pigments and pigmenting methods on color stability of different silicone maxillofacial elastomers after one-year dark storage. J Craniofac Surg, 2013 (Basımda).

Uluslararası Poster ve Tebliğler:

1. Yerliyurt K., Akbulut N., Tumer K., **Oral İ**. Overdenture rehabilitation supported with implants and copings: a case report. Dental İstanbul Conference, İstanbul, (2012).

Projeler:

1. Yüz protezlerinde kullanılan silikon elastomerlerin renk stabilitesinin değerlendirilmesi, Gazi Üniversitesi projesi. **Araştırmacı**, 2012.