



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**DİŞ HEKİMLİĞİNDE DİŞLERDE RENK  
SEÇİMİNE; MESLEKİ DENEYİMİN VE  
GÜNCEL AYDINLATMA KAYNAKLARI İLE  
FARKLI SKALA KULLANIMININ  
ETKİLERİNİN, DİJİTAL ANALİZ İLE  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Güzin ŞAHİN

UZMANLIK TEZİ

Prof. Dr. Sedanur TURGUT

TRABZON-2025





TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**DİŞ HEKİMLİĞİNDE DİŞLERDE RENK  
SEÇİMİNE; MESLEKİ DENEYİMİN VE  
GÜNCEL AYDINLATMA KAYNAKLARI İLE  
FARKLI SKALA KULLANIMININ  
ETKİLERİNİN, DİJİTAL ANALİZ İLE  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Güzin ŞAHİN  
ORCID: 0000-0003-2284-0919

UZMANLIK TEZİ

Prof. Dr. Sedanur TURGUT  
ORCID: 0000-0003-2534-9279

TRABZON-2025

**ONAY SAYFASI**



## BEYAN

Bu tez çalışmasının Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Hazırlama ve Yazım Kılavuzu standartlarına uygun olarak yapıldığını ve yazıldığını, tezin akademik ve etik kurallara bağlı kalınarak gerçekleştirilmiş özgün bir bilimsel araştırma eserim olduğunu, tezde yer alan ve bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve kullanılan kaynakların kaynaklar listesinde yer aldığını, tezin çalışılması ve yazımı aşamalarında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

09.09.2025

Güzin ŞAHİN

## ***İthaf***

*Bu uzmanlık tezimi, benim bu günlere gelmem için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan ve her zaman yanımda olan sevgili aileme ithaf ediyorum.*



## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez dönemim boyunca desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, mesleki ve akademik bilgi birikimiyle bana rehberlik ederek bu süreci benim için kolaylaştıran çok değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Sedanur TURGUT'a,

Bilgi ve tecrübelerini her zaman sabırla paylaşan ve bana yol gösteren değerli hocalarım Prof. Dr. Elif AYDOĞAN AYAZ'a, Prof. Dr. Fatih Mehmet KORKMAZ'a, Doç. Dr. Mehmet UĞUR'a, Dr. Öğr. Üyesi Nesim ŞAHİN'e ve tezimin istatistiksel analizinde desteğini gördüğüm değerli hocam Prof. Dr. Tamer TÜZÜNER'e,

Uzmanlık eğitimim süresince birlikte güzel anılar biriktirdiğim değerli eşkıdemlilerim Aslıhan YAĞCIOĞLU'na, Muhammet Fatih BULUT'a, Mücahit GÜNER'e ve tüm asistan arkadaşlarıma, tezime katkı sağlayan sevgili öğrencilerimize,

Lise yıllarımdan beri kopmadığımız ve her anımda desteğini hissettiğim canım dostum Ayşe AKIN'a, üniversitede başlayan ve günden güne güçlenen bağımızla hep yanımda olan kıymetli dostum Aslınur MAMUK'a, üniversite yıllarımı güzelleştiren ve uzakta da olsa her zaman yanımda hissettiğim canım arkadaşım Zeynep TEKE'ye,

Varlıklarıyla bana güç veren, hayatımın her anında sevgilerini ve desteklerini hissettiğim kıymetli anneme ve kıymetli babama, biricik kardeşlerim Elif ŞAHİN'e ve Çınar ŞAHİN'e,

Yaptığım her işte olduğu gibi uzmanlık ve tez sürecimde de anlayışı ve desteğiyle daima yanımda olan yol arkadaşım Emre ÇETİNDİR'e,

Tüm kalbimle sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Güzin ŞAHİN

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

İÇ KAPAK SAYFASI

ONAY

BEYAN

İthaf

TEŞEKKÜR

İÇİNDEKİLER

vi

TABLolar DİZİNİ

ix

ŞEKİLLER DİZİNİ

xi

RESİMLER DİZİNİ

xiii

KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ

xv

ÖZET

xvi

ABSTRACT

xvii

1. GİRİŞ ve AMAÇ

1

2. GENEL BİLGİLER

3

2.1. Diş Hekimliğinde Renk

3

2.1.1. Optik Özellikler

4

2.1.1.1. Yansıma ve Kırılma

5

2.1.1.2. Opasite

5

2.1.2.3. Translusenslik (Yarı Saydamlık)

5

2.1.2.4. Transparanlık (Saydamlık)

6

2.1.2.5. Işıldama Özelliği

6

2.1.2.6. Opalesanlık

6

2.1.2.7. Metamerizm

7

2.1.2. Diş Hekimliğinde Kullanılan Renk Sistemleri

8

2.1.2.1. Munsell Renk Sistemi

8

2.1.2.2. CIE L\*a\*b\* (Commission Internationale de l'Eclairage) Renk Sistemi

10

2.1.3. Renk Ölçüm Yöntemleri

13

2.1.3.1. Görsel Ölçüm

14

2.1.3.2. Renk Ölçüm Cihazları (Aletsel) ile Ölçüm

18

2.1.3.2.1. Kolorimetreler

18

|                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.1.3.2.2. Spektrofotometreler                                                 | 20        |
| 2.1.3.2.3. Spektroradyometreler                                                | 22        |
| 2.1.3.2.4. Dijital Kameralar                                                   | 22        |
| 2.1.3.2.5. Ağız İçi Tarayıcılar                                                | 23        |
| 2.2. Renk Seçimini Etkileyen Faktörler                                         | 25        |
| 2.2.1. Işık Kaynakları                                                         | 25        |
| 2.2.2. Çevresel Etkenler                                                       | 28        |
| 2.2.3. Gözlemciyle İlişkili Etkenler                                           | 29        |
| 2.2.3.1. Renk Görme Bozukluğu                                                  | 29        |
| 2.2.3.2. Binoküler Fark                                                        | 29        |
| 2.2.3.3. Yaş                                                                   | 30        |
| 2.2.3.4. Cinsiyet                                                              | 30        |
| 2.2.3.5. Eğitim ve mesleki deneyim                                             | 30        |
| 2.2.3.6. Yorgunluk                                                             | 31        |
| 2.2.3.7. Duygular                                                              | 31        |
| 2.2.3.8. İlaçlar                                                               | 31        |
| 2.2.3.9. Beslenme                                                              | 31        |
| 2.3. Renk Seçiminde Dikkat Edilmesi Gereken Genel Prensipler                   | 32        |
| <b>3. GEREÇ ve YÖNTEM</b>                                                      | <b>34</b> |
| 3.1. Çalışma Gruplarının Belirlenmesi                                          | 34        |
| 3.2. Çalışma Dizaynı                                                           | 35        |
| 3.3. Veri Toplama                                                              | 36        |
| 3.3.1. Renk Farklılıklarının ( $\Delta E^*_{00}$ ) Hesaplanması                | 40        |
| 3.4. İstatistiksel Değerlendirme                                               | 41        |
| <b>4. BULGULAR</b>                                                             | <b>42</b> |
| 4.1. Skalalardaki Renklerin $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ Değerleri                    | 42        |
| 4.2. Katılımcı Gruplarına Göre Seçilen Renk Değerleri                          | 45        |
| 4.3. Katılımcıların Renk Seçimlerinin Değerlendirilmesi                        | 46        |
| 4.4. Katılımcılar Bazında Skalaların Değerlendirilmesi                         | 47        |
| 4.4.1. Grup AR'ye Ait Renk Seçimlerinin Skalalara Göre İkili Karşılaştırmaları | 47        |
| 4.4.2. Grup SÖ'ye Ait Renk Seçimlerinin Skalalara Göre İkili Karşılaştırmaları | 52        |
| 4.4.3. Grup PÖ'ye Ait Renk Seçimlerinin Skalalara Göre İkili Karşılaştırmaları | 57        |

|                                                            |            |
|------------------------------------------------------------|------------|
| 4.5. Katılımcılardan Bağımsız Skalaların Değerlendirilmesi | 62         |
| 4.6. Skalalar Bazında Katılımcıların Değerlendirilmesi     | 66         |
| 4.7. Skalalardan Bağımsız Katılımcıların Değerlendirilmesi | 70         |
| 4.8. Tüm Korelasyonlar                                     | 73         |
| 4.8.1. AR Bazında Korelasyonlar                            | 73         |
| 4.8.2. SÖ Bazında Korelasyonlar                            | 75         |
| 4.8.3. PÖ Bazında Korelasyonlar                            | 77         |
| 4.8.4. Skalalar Arasındaki Korelasyonlar                   | 79         |
| 4.8.5. Gözlemci Grupları Arasındaki Korelasyonlar          | 81         |
| <b>5. TARTIŞMA</b>                                         | <b>83</b>  |
| <b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>                                | <b>103</b> |
| <b>7. KAYNAKLAR</b>                                        | <b>105</b> |
| <b>EKLER</b>                                               | <b>130</b> |
| Ek 1. Etik Kurul Onayı                                     | 131        |
| Ek 2. Bilgilendirilmiş Onam Formu                          | 134        |
| Ek 3. Gözlemci Takip Formu                                 | 135        |
| <b>ÖZGEÇMİŞ</b>                                            | <b>136</b> |

## TABLÖLAR DİZİNİ

| Tablo No                                                                                      | Sayfa |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Tablo 1. O'Brien'in klinik renk eşleşmesi değerleri                                           | 12    |
| Tablo 2. $\Delta E^*_{00}$ değerlerine göre klinik olarak renk eşleşmesi değerleri            | 13    |
| Tablo 3. Çalışmada kullanılan materyaller                                                     | 35    |
| Tablo 4. Gözlemci takip formu                                                                 | 40    |
| Tablo 5. $\Delta E^*_{00}$ değerlerine göre katılımcılara verilen puanlar                     | 41    |
| Tablo 6. VITA Toothguide 3D-MASTER renk skalası için ortalama $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ değerleri | 42    |
| Tablo 7. VITA Classical A1-D4 renk skalası için ortalama $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ değerleri      | 43    |
| Tablo 8. VITA Toothguide 3D-MASTER renk skalası için $\Delta E^*_{00}$ değerleri              | 44    |
| Tablo 9. VITA Classical A1-D4 renk skalası için $\Delta E^*_{00}$ değerleri                   | 44    |
| Tablo 10. Katılımcıların aldıkları puanların sayı ve yüzdeleri                                | 45    |
| Tablo 11. Katılımcı gruplarına ait $\Delta E^*_{ort}$ değerleri                               | 46    |
| Tablo 12. Grup AR için renk seçimlerinin karşılaştırılması                                    | 47    |
| Tablo 13. Grup SÖ için renk seçimlerinin karşılaştırılması                                    | 47    |
| Tablo 14. Grup PÖ için renk seçimlerinin karşılaştırılması                                    | 47    |
| Tablo 15. AR bazında tüm skalaların ikili karşılaştırmaları                                   | 48    |
| Tablo 16. SÖ bazında tüm skalaların ikili karşılaştırmaları                                   | 52    |
| Tablo 17. PÖ bazında tüm skalaların ikili karşılaştırmaları                                   | 57    |
| Tablo 18. Katılımcılar bazında skalalar üzerinden verilen puanlar [Ortanca (min–maks)]        | 62    |
| Tablo 19. Katılımcılardan bağımsız tüm skalaların ikili karşılaştırmaları                     | 62    |
| Tablo 20. Katılımcılardan bağımsız skalalar için verilen puanlar [Ortanca (min–maks)]         | 66    |
| Tablo 21. VCDL skalası bazında tüm katılımcıların ikili karşılaştırmaları                     | 66    |
| Tablo 22. V3DDL skalası bazında tüm katılımcıların ikili karşılaştırmaları                    | 67    |
| Tablo 23. VCSL skalası bazında tüm katılımcıların ikili karşılaştırmaları                     | 68    |
| Tablo 24. V3DSL skalası bazında tüm katılımcıların ikili karşılaştırmaları                    | 69    |
| Tablo 25. Skalalardan bağımsız tüm katılımcıların ikili karşılaştırmaları                     | 70    |
| Tablo 26. Skalalardan bağımsız katılımcılar için verilen puanlar [Ortanca (min–maks)]         | 72    |

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 27.</b> AR katılımcılarının skalalar için korelasyon analizleri | 74 |
| <b>Tablo 28.</b> SÖ katılımcılarının skalalar için korelasyon analizleri | 76 |
| <b>Tablo 29.</b> PÖ katılımcılarının skalalar için korelasyon analizleri | 78 |
| <b>Tablo 30.</b> Skalalara ait korelasyon analizleri                     | 80 |
| <b>Tablo 31.</b> Gözlemci gruplarına ait korelasyon analizleri           | 81 |



## ŞEKİLLER DİZİNİ

| Şekil No  |                                                                | Sayfa |
|-----------|----------------------------------------------------------------|-------|
| Şekil 1.  | AR bazında VCDL ve V3DDL skalalarının ikili karşılaştırılması  | 48    |
| Şekil 2.  | AR bazında, VCDL ve VCSL skalalarının ikili karşılaştırılması  | 49    |
| Şekil 3.  | AR bazında V3DDL ve V3DSL skalalarının ikili karşılaştırılması | 49    |
| Şekil 4.  | AR bazında VCSL ve V3DSL skalalarının ikili karşılaştırılması  | 50    |
| Şekil 5.  | AR bazında VCDL ve V3DSL skalalarının ikili karşılaştırılması  | 50    |
| Şekil 6.  | AR bazında, V3DDL ve VCSL skalalarının ikili karşılaştırılması | 51    |
| Şekil 7.  | AR bazında tüm skalaların karşılaştırılması                    | 52    |
| Şekil 8.  | SÖ bazında VCDL ve V3DDL skalalarının ikili karşılaştırılması  | 53    |
| Şekil 9.  | SÖ bazında VCDL ve VCSL skalalarının ikili karşılaştırılması   | 53    |
| Şekil 10. | SÖ bazında V3DDL ve V3DSL skalalarının ikili karşılaştırılması | 54    |
| Şekil 11. | SÖ bazında VCSL ve V3DSL skalalarının ikili karşılaştırılması  | 54    |
| Şekil 12. | SÖ bazında VCDL ve V3DSL skalalarının ikili karşılaştırılması  | 55    |
| Şekil 13. | SÖ bazında V3DDL ve VCSL skalalarının ikili karşılaştırılması  | 56    |
| Şekil 14. | SÖ bazında tüm skalaların karşılaştırılması                    | 57    |
| Şekil 15. | PÖ bazında VCDL ve V3DDL skalalarının ikili karşılaştırılması  | 58    |
| Şekil 16. | PÖ bazında VCDL ve VCSL skalalarının ikili karşılaştırılması   | 58    |
| Şekil 17. | PÖ bazında V3DDL ve V3DSL skalalarının ikili karşılaştırılması | 59    |
| Şekil 18. | PÖ bazında VCSL ve V3DSL skalalarının ikili karşılaştırılması  | 59    |
| Şekil 19. | PÖ bazında VCDL ve V3DSL skalalarının ikili karşılaştırılması  | 60    |
| Şekil 20. | PÖ bazında V3DDL ve VCSL skalalarının ikili karşılaştırılması  | 60    |
| Şekil 21. | PÖ bazında tüm skalaların karşılaştırılması                    | 61    |
| Şekil 22. | VCDL ve V3DDL skalalarının ikili karşılaştırılması             | 63    |
| Şekil 23. | VCDL ve VCSL skalalarının ikili karşılaştırılması              | 63    |
| Şekil 24. | V3DDL ve V3DSL skalalarının ikili karşılaştırılması            | 64    |
| Şekil 25. | VCSL ve V3DSL skalalarının ikili karşılaştırılması             | 64    |
| Şekil 26. | VCDL ve V3DSL skalalarının ikili karşılaştırılması             | 65    |
| Şekil 27. | V3DDL ve VCSL skalalarının ikili karşılaştırılması             | 65    |
| Şekil 28. | Katılımcıdan bağımsız tüm skalaların karşılaştırılması         | 66    |
| Şekil 29. | Tüm katılımcıların VCDL bazında karşılaştırılması              | 67    |
| Şekil 30. | Tüm katılımcıların V3DDL bazında karşılaştırılması             | 68    |

|                  |                                                           |    |
|------------------|-----------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 31.</b> | Tüm katılımcıların VCSL bazında karşılaştırılması         | 69 |
| <b>Şekil 32.</b> | Tüm katılımcıların V3DSL bazında karşılaştırılması        | 70 |
| <b>Şekil 33.</b> | AR ve SÖ katılımcılarının ikili karşılaştırılması         | 71 |
| <b>Şekil 34.</b> | AR ve PÖ katılımcılarının ikili karşılaştırılması         | 71 |
| <b>Şekil 35.</b> | SÖ ve PÖ katılımcılarının ikili karşılaştırılması         | 72 |
| <b>Şekil 36.</b> | Skalalardan bağımsız tüm katılımcıların karşılaştırılması | 73 |



## RESİMLER DİZİNİ

| Resim No  |                                                                    | Sayfa |
|-----------|--------------------------------------------------------------------|-------|
| Resim 1.  | Renk algısının beyin görsel korteksinde algılanması                | 3     |
| Resim 2.  | Elektromanyetik spektrum                                           | 4     |
| Resim 3.  | Metamerizm örneği                                                  | 7     |
| Resim 4.  | Munsell üç boyutlu renk sisteminde ana ve ara renklerin gösterimi  | 8     |
| Resim 5.  | Hue diyagramı                                                      | 9     |
| Resim 6.  | Value diyagramı                                                    | 9     |
| Resim 7.  | Value ve chroma diyagramı                                          | 10    |
| Resim 8.  | CIE L*a*b* Renk Sistemi                                            | 11    |
| Resim 9.  | VITA Classical A1-D4 renk skalası                                  | 15    |
| Resim 10. | VITA Linearguide 3D-MASTER renk skalası                            | 15    |
| Resim 11. | VITA Bleachedguide 3D-MASTER renk skalası                          | 15    |
| Resim 12. | VITA Toothguide 3D-MASTER renk skalası                             | 16    |
| Resim 13. | VITA Toothguide 3D-MASTER skalasında renk seçiminin ilk aşaması    | 16    |
| Resim 14. | VITA Toothguide 3D-MASTER skalasında renk seçiminin ikinci aşaması | 17    |
| Resim 15. | VITA Toothguide 3D-MASTER skalasında renk seçiminin son aşaması    | 17    |
| Resim 16. | Kolorimetre cihazı                                                 | 18    |
| Resim 17. | Kolorimetre cihaz yapısı                                           | 19    |
| Resim 18. | Kolorimetre çalışma prensibi                                       | 19    |
| Resim 19. | Spektrofotometre cihazı                                            | 20    |
| Resim 20. | Spektrofotometre cihaz yapısı                                      | 20    |
| Resim 21. | Spektrofotometre çalışma prensibi                                  | 21    |
| Resim 22. | OptiShade StyleItaliano cihazı                                     | 23    |
| Resim 23. | Ağız içi tarayıcı                                                  | 24    |
| Resim 24. | Ağız içi tarayıcı ile renk seçimi                                  | 24    |
| Resim 25. | Smile Lite renk düzeltici cihaz                                    | 27    |
| Resim 26. | Smile Lite MDP ışık cihazı                                         | 28    |
| Resim 27. | VITA Classical A1-D4 renk skalası                                  | 35    |

|                  |                                                                                                      |    |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Resim 28.</b> | VITA Toothguide 3D-MASTER renk skalası                                                               | 35 |
| <b>Resim 29.</b> | Smile Lite MDP ışık cihazı                                                                           | 36 |
| <b>Resim 30.</b> | VITA Easyshade V spektrofotometre                                                                    | 36 |
| <b>Resim 31.</b> | Renk ölçüm kutusu (viewing booth)                                                                    | 37 |
| <b>Resim 32.</b> | Renk seçiminin yapıldığı dairesel platform düzeneği                                                  | 37 |
| <b>Resim 33.</b> | VITA Classical A1-D4 renk skalasındaki renklerin spektrofotometre ile ölçülmesi                      | 37 |
| <b>Resim 34.</b> | VITA Toothguide 3D-MASTER renk skalasındaki renklerin spektrofotometre ile ölçülmesi                 | 38 |
| <b>Resim 35.</b> | Bulguların L*a*b* değerlerinin kaydedilmesi                                                          | 38 |
| <b>Resim 36.</b> | Katılımcıların VITA Classical A1-D4 renk skalası ve Smile Lite ışık kaynağı altında renk seçimi      | 39 |
| <b>Resim 37.</b> | Katılımcıların VITA Toothguide 3D-MASTER renk skalası ve Smile Lite ışık kaynağı altında renk seçimi | 39 |
| <b>Resim 38.</b> | Seçilen renklerin skalalardaki karşılıkları                                                          | 43 |

## KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ

### Kısaltmalar

|              |                                                         |
|--------------|---------------------------------------------------------|
| <b>AR</b>    | Araştırma Görevlileri                                   |
| <b>Ark.</b>  | Arkadaşları                                             |
| <b>CIE</b>   | Commission Internationale de l'Éclairage                |
| <b>CRI</b>   | Color Rendering Index (Renk Oluşturma İndeksi)          |
| <b>Maks</b>  | Maksimum                                                |
| <b>Min</b>   | Minimum                                                 |
| <b>Ort</b>   | Ortalama                                                |
| <b>PÖ</b>    | 3. Sınıf Öğrencileri                                    |
| <b>SÖ</b>    | 5. Sınıf Öğrencileri                                    |
| <b>vb.</b>   | Ve Benzeri                                              |
| <b>VC</b>    | VITA Classical A1-D4 Renk Skalası                       |
| <b>VCDL</b>  | VITA Classical A1-D4 Renk Skalası ve Gün Işığı          |
| <b>VCSL</b>  | VITA Classical A1-D4 Renk Skalası ve Smile Lite MDP     |
| <b>V3D</b>   | VITA Tootguide 3D-MASTER Renk Skalası                   |
| <b>V3DDL</b> | VITA Tootguide 3D-MASTER Renk Skalası ve Gün Işığı      |
| <b>V3DSL</b> | VITA Tootguide 3D-MASTER Renk Skalası ve Smile Lite MDP |

### Simgeler

|           |                      |
|-----------|----------------------|
| <b>°C</b> | Santigrat Derece     |
| <b>cm</b> | Santimetre           |
| <b>K</b>  | Kelvin               |
| <b>nm</b> | Nanometre            |
| <b>mm</b> | Milimetre            |
| <b>p</b>  | Anlamlılık           |
| <b>r</b>  | Korelasyon Katsayısı |

## ÖZET

### **Diş Hekimliğinde Dişlerde Renk Seçimine; Mesleki Deneyimin ve Güncel Aydınlatma Kaynakları ile Farklı Skala Kullanımının Etkilerinin, Dijital Analiz ile Değerlendirilmesi**

Çalışmanın amacı farklı aydınlatma koşulları altında farklı renk skalaları kullanılarak, farklı mesleki deneyime sahip gözlemcilerin renk seçme başarılarını değerlendirmektir.

Protetik diş tedavisi araştırma görevlileri (AR), klinik uygulama eğitimini tamamlamış 5. sınıf öğrencileri (SÖ) ve diş hekimliğinde renk seçimi teorik eğitimini almış 3. sınıf öğrencilerinden (PÖ) oluşan 60 kişilik katılımcı ( $n=20$ ), VITA Classical (VC) skalasından seçilen renkleri (A2, B2, C2, D2); farklı ışık kaynağı [doğal gün ışığı (DL) ve Smile Lite (SL); ışık düzeltici cihaz) ve farklı renk skalası [VC ve Toothguide 3D-MASTER (V3D)] kullanarak seçti. Renklerin  $L^*a^*b^*$  değerleri spektrofotometre ile ölçüldü (kontrol grubu). Veriler;  $0\Delta E^*_{00}=0$ ,  $0-1.8\Delta E^*_{00}=1$ ,  $>1.8\Delta E^*_{00}=2$  olacak şekilde puanlandı. İstatistiksel analizler Kruskal Wallis, Mann-Whitney U testi, Bonferroni ve Spearman korelasyon testi ile gerçekleştirildi ( $p<0.01$ ).

Işık düzeltici cihaz kullanımı sadece AR grubunda VC skalası kullanımında B2 ve C2 renk seçimlerinde anlamlı fark gösterdi ( $p<0.01$ ). Doğal gün ışığında VC ve V3D karşılaştırıldığında Grup AR ve SÖ'nün, B2 ve D2 renk seçimlerinde; Grup PÖ'nün ise D2 renk seçiminde anlamlı fark görüldü ( $p<0.01$ ). Işık düzeltici cihaz ile VC ve V3D karşılaştırıldığında Grup AR'nin tüm renk seçimlerinde, Grup SÖ ve PÖ'nün B2 ve D2 renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü ( $p<0.01$ ). Grup AR diğer katılımcı gruplarına göre daha başarılı seçimler yaptı. Tüm skalalar için Grup AR, SÖ ile karşılaştırıldığında C2 renk seçiminde; Grup AR ve SÖ, PÖ ile karşılaştırıldığında A2 ve C2 renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü ( $p<0.017$ ).

Farklı skalalar ve ışık düzeltici cihaz kullanımı, ideal renk seçimine etki etti. Mesleki deneyimi daha fazla olan hekimlerin renk seçimleri daha ideale yakın oldu. Işık düzeltici cihazın özellikle deneyimli gözlemcilerde ve VC skalası ile kullanımında daha etkili olduğu gözlemlendi.

**Anahtar Kelimeler:** Işık düzeltici cihaz, Mesleki deneyim, Renk, Renk skalası

## ABSTRACT

### **Evaluation of Tooth Shade Selection in Dentistry: Effects of Clinical Experience, Current Illumination Sources, and Different Shade Guides Using Digital Analysis**

The aim of the study is to evaluate the shade-matching accuracy of observers with different levels of professional experience, using different shade guides under different lighting conditions.

A total of 60 participants (n=20), consisting of prosthodontics research assistants (AR), 5th-year dental students who had completed clinical training (SÖ), 3rd-year dental students who had received theoretical training in shade selection (PÖ), selected shades (A2, B2, C2, D2) from the VITA Classical (VC), using different light sources [daylight (DL) and Smile Lite (SL); light-correcting device]] and different shade guides [VC and Toothguide 3D-MASTER (V3D)]. The  $L^*a^*b^*$  values of the shades were measured with a spectrophotometer (control group). Data were scored as follows:  $0\Delta E^*_{00}=0$ ,  $0-1.8\Delta E^*_{00}=1$ ,  $>1.8\Delta E^*_{00}=2$ . Statistical analyses were performed using Kruskal-Wallis, Mann-Whitney U, Bonferroni and Spearman's correlation tests ( $p<0.01$ ).

Usage of light-correcting device showed a significant difference only in Group AR in B2 and C2 shade selections with VC ( $p<0.01$ ). When VC and V3D were compared using daylight, Groups AR and SÖ showed significant differences in B2 and D2 shade selections, Group PÖ showed a significant difference in D2 ( $p<0.01$ ). When VC and V3D were compared with light-correcting device, Group AR showed significant differences in all shade selections, Group SÖ and PÖ showed significant differences in B2 and D2 ( $p<0.01$ ). Group AR made more accurate selections compared to other participant groups. For all shade guides, when Group AR was compared with Group SÖ, a significant difference was found in C2 shade selection. When Groups AR and SÖ were compared with Group PÖ, significant differences were found in A2 and C2 shade selections ( $p<0.017$ ).

Usage of different shade guides and light-correcting device affected the ideal shade selection. Clinicians with more clinical experience made shade choices closer to the ideal. Light-correcting device was observed to be more effective, especially with experienced observers and using VC shade guide.

**Keywords:** Light correcting device, Professional experience, Shade, Shade guide

## 1. GİRİŞ ve AMAÇ

Son yıllarda estetik kavramı diş hekimliğinde daha fazla önem kazanmış ve bu durum hem hastaların hem de hekimlerin beklentilerinde belirgin bir artışa yol açmıştır. Estetik bir restorasyon elde edebilmek için yalnızca doğru morfolojinin sağlanması yeterli olmayıp, aynı zamanda uygun renk uyumunun da sağlanması gerekmektedir. Dişlerin morfolojik özellikleri belirli kurallar çerçevesinde şekillendirilebilirken, renk tayini konusunda standartlaşmış kuralların ve ortak bir terminolojinin bulunmaması, bu süreci daha karmaşık hale getirmektedir (1).

Renk; gözlemci, obje ve ışık kaynağına bağlıdır. Bu faktörlerden herhangi birinin değişikliği rengin algılanmasını değiştirir (2).

Renk seçimi görsel ve enstrümantal (aletsel) yöntemlerle gerçekleştirilmektedir (3). Rengin görsel olarak değerlendirilmesi subjektiftir. Günümüzde bu işlem renk skalaları ile yapılmaktadır. Ayrıca skalalarda yer alan renklerin, renk analizinde yetersiz kalması, diş hekimi ile diş teknisyeni arasındaki iletişimde standardizasyonun sağlanamaması görsel renk analizinin dezavantajları arasındadır (4).

Renk ölçüm cihazları ile yapılan renk seçimi ise daha objektif, tekrarlanabilir ve hızlı sonuçlar ortaya koymaktadır (5). Günümüzde renk seçiminde kullanılan cihazlar spektrofotometreler, kolorimetreler, spektoradyometreler, dijital kameralar ve ağız içi tarayıcılarıdır (6). Spektrofotometreler diş hekimliğinde renk analizi ve seçimi konusunda kesin sonuçlar verebilen, kullanışlı aletlerdir (7).

Renk seçiminde, ışık kaynağı da oldukça fazla önem taşımaktadır. Renk seçimi için doğal gün ışığı önerilmesine rağmen gün içinde farklı saatlerde farklı dalga boyları baskın olabilmektedir. İdeal renk sıcaklığı olan 5500 K'nin mevcut olduğu açık ve parlak bir günde saat 10.00 ile 15.00 saatleri arasında renk eşleştirmesi yapmak en iyisidir (8). Fakat bu çoğu zaman mümkün olmadığından ve çevresel ışığın etkisini en aza indirmek amacıyla elle tutulan yardımcı ışık kaynakları ile ışık düzeltici cihazların kullanılması önerilmektedir (9).

Renk seçimi yapan gözlemci de seçilen rengi farklı algılayabilir. Diş hekimleri ve diş hekimliği öğrencileri, çalışma ortamlarında estetik restorasyonlar için renk seçimi yapmak zorundadır (10). Mesleki deneyim ve becerileri farklı olan gözlemcilerin renk seçimindeki başarısı belirsizdir. Bazı çalışmalar, gözlemcilerin klinik deneyimlerinin renk

seçme yeteneğini olumlu etkilemediğini savunurken (11–15), pek çok çalışma da bu deneyimin renklerin doğru seçimi üzerindeki başarı oranını artırdığını göstermektedir (16–19).

Aydınlatma koşulları, çevresel etkenler, hekimin yaşı, cinsiyeti, göz yorgunluğu, renk krlğu ve binokuler farklılıklar gibi faktörler renk seçiminde farklılıklar doğurabilir (5, 20). Bu faktörler aynı olsa bile gözlemciler rengi geçmişteki deneyimlerine ve oluşan renk referanslarına göre farklı şekilde yorumlayabilir, bu da ideal renkten uzak farklı renk seçimlerine neden olabilir (2).

Kapsamlı literatür araştırması yapıldığında, ideal renk seçimini etkileyen pek çok faktörün değerlendirildiği in-vivo çalışmaların yetersiz olduğu görülmüştür. Güncel olarak tercih edilen ışık düzeltici cihazların başarısı hakkında yeterli veri bulunmamaktadır.

Bu çalışmanın amacı; diş hekimliği klinik pratiğinde farklı aydınlatma koşulları ile farklı renk skalaları kullanılarak, farklı mesleki deneyime sahip gözlemci gruplarının ideal rengi seçme başarılarını değerlendirmektir.

Çalışmanın sıfır hipotezleri;

Hipotez 1: Renk seçiminde ışık düzeltici cihaz altında yapılan renk seçimi ile doğal gün ışığı altında yapılan renk seçimi arasında fark yoktur.

Hipotez 2: Diş hekimliğinde klinik tecrübenin ideal renk seçimine etkisi yoktur.

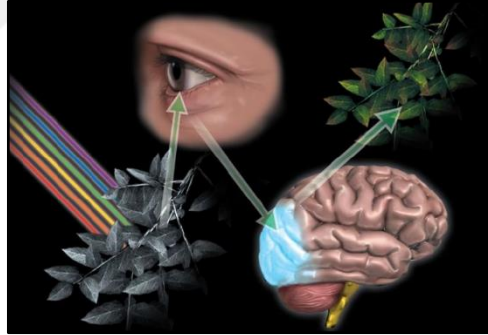
Hipotez 3: Farklı renk skalaları kullanımının ideal renk seçimine etkisi yoktur.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Diş Hekimliğinde Renk

Estetik diş hekimliğinin temel amacı, sağlıklı ve tatmin edici bir gülüş elde etmektir. Bu hedef, dental ve fasiyal dokuların uyumlu bir bütünlük oluşturmasıyla mümkün olur. Morfolojik, optik ve biyolojik açıdan kabul edilebilir bir gülüş tasarımında doğru renk seçimi kritik bir faktördür. Ancak diş rengi, görünür ışık spektrumunda dar bir aralıkta yer aldığından hekim için renk seçimi çoğu zaman güçlük yaratır. Bu nedenle estetik restorasyonlarda başarılı sonuçlar elde etmek için ışığın özelliklerinin, gözün bu ışığı nasıl algıladığının ve beynin bu algıyı nasıl yorumladığının anlaşılması büyük önem taşımaktadır (21).

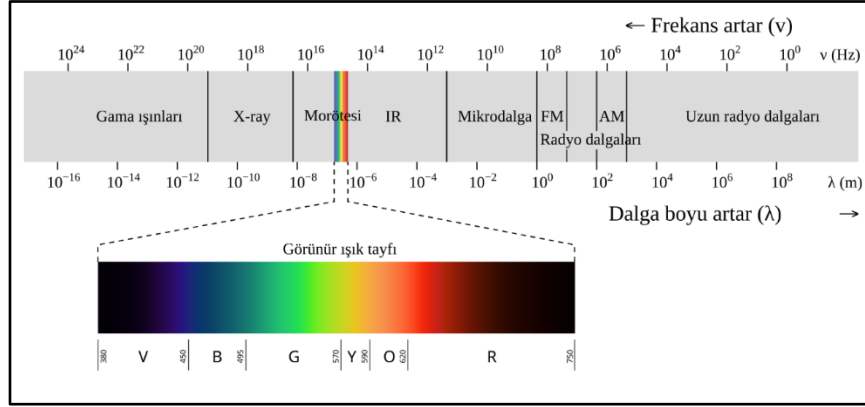
Renk, nesnelerden yansıyan ışığa insan görsel sisteminin tepki vermesiyle oluşan psikofiziksel bir algıdır (6). Bir rengin algılanabilmesi için, ışık bir nesneden yansıyor gözün retinasındaki sinir alıcılarını uyarır ve bu uyarılar, beynin görsel korteksinde yorumlanan sinyallere dönüştürülür (22) (Resim 1).



**Resim 1.** Renk algısının beyin görsel korteksinde algılanması (2)

Bir rengin oluşabilmesi için üç unsur gereklidir: ışık, nesne ve gözlemci. Bu üç unsurdan biri eksikse renk oluşamaz (2).

Bir enerji biçimi olan ışık, gözün retinasını etkileyebilen elektromanyetik spektrumun bir parçasıdır (Resim 2). Radyo dalgaları, x-ışınları, ultraviyole ve kızılötesi ışınların tümü elektromanyetik radyasyonun bir parçasıdır ve farklı dalga boylarına sahiptir. İnsan görsel sistemi sadece 400-700 nm'lik çok dar bir dalga boyu aralığına duyarlıdır ve bu alana görünür ışık spektrumu denir (2, 6, 23) Dişlerin renginin ışık kaynağına göre değişiminin nedeni tüm ışık kaynaklarının spektrumlarının farklı olmasıdır.



**Resim 2.** Elektromanyetik spektrum (24)

Dalga boyları absorpsiyon, yansıma ve yayılma ile göze ulaşır retinada bulunan koni ve çubuk (rod) şeklindeki iki farklı tip fotoreseptör hücresiyle algılanır. Çubuk hücreleri rengin parlaklığını yani ışık yoğunluğunu tespit eder. Bu hücreler renge duyarlı değildir ve renkleri grinin tonları olarak algılar. Karanlıkta çalışmayan koni hücreleri ise rengin algılanmasından sorumludur. Koni hücreleri üç tiptir ve her biri belirli bir rengin algılanmasına yardımcı olur (kırmızı, yeşil ve mavi) (25). Beyinde renkli bir görüntünün ifade edilebilmesi için koni ve çubuk hücrelerinin getirdiği uyarıların birlikte değerlendirilmesi gerekir (6, 26).

Bireyin renk algısını etkileyen birçok faktör vardır; bunlar arasında aydınlatma koşulları, arka plan etkileri, renk körlüğü, binoküler farklılıklar, göz yorgunluğu, yaş ve diğer fizyolojik faktörler yer alır (2).

### 2.1.1. Optik Özellikler

Işık, rengin algılanmasındaki temel unsur olarak kabul edilir. Işık bir cisme çarptığında dört farklı durum ortaya çıkabilir: ışık cismin içine yayılabilir, yüzeyden düzgün ya da dağınık şekilde yansiyabilir veya cisim tarafından emilebilir (27). Renk algısı, görünür ışığın farklı dalga boylarının absorpsiyonu ve yansımasıyla oluşur. Göze ulaşan ışık retinada toplanarak sinyaller halinde beyne iletilir. Renklerin algılanabilmesi için belirli bir eşik seviyesinin aşılması gerekir; bu eşik geçilmediği takdirde renk algısı oluşmaz (28).

#### **2.1.1.1. Yansıma ve Kırılma**

Işık ışınları hava ortamından başka bir ortama geçerken bir kısmı yansıyarak geri döner, bir kısmı ise kırılmaya ve emilime uğrayarak yön ve hız değiştirir ve yeni ortama iletilir. Işığın bu şekilde doğrultu değiştirmesine ışığın kırılması denir (8).

Diş yüzeyine gelen ışığın bir kısmı mineden yansırken, bir kısmı emilerek dentine ulaşır (8). Benzer bir ışık geçişi etkisi, seramik restoratif materyallerde de elde edilebilir. Çünkü seramik, optik olarak aktif ve ışığı kıran kristal yüzeyler içerir. Ayrıca, bu etkiyi dar alanlarda artırmak amacıyla farklı kırılma indislerine sahip cam fritler porselen tozuna eklenebilir (29).

#### **2.1.1.2. Opasite**

Opasite ışığın bir maddeden geçişini engellemesi veya azaltması olarak tanımlanır. Opak bir materyal ışığın bir kısmını absorbe ederken, bir kısmını yansıtmaktadır, yani ışığı kendi içinden geçirmez (26, 30–32). Eğer bir cisim üzerine gelen ışığın tamamını yansıtıyorsa rengi beyaz görünür. Cisme gelen ışığın hepsi absorbe oluyorsa ise cisim siyah görünür.

#### **2.1.1.3. Translusenslik (Yarı Saydamlık)**

Translusenslik, bir cismin ışığın bir kısmını geçirip bir kısmını da dağıtması, yayması anlamına gelir. Transparan ve opak arasındaki bir derece olarak tanımlanabilir (33). Bu materyaller ışığı farklı oranlarda dağıtarak arkasındaki nesnelerin tamamen görünmesi engeller (2, 32). Genel olarak, yarı saydamlık ve parlaklık ters orantılıdır (34). Yarı saydamlık arttıkça parlaklık yani objenin value değeri azalır çünkü göze geri yansıyan ışık miktarı azalır (28).

Doğal dişlerde görülen bu özellik, mine tabakasının özellikle insizal bölgelerinde yüksek oranda görüldüğünden ışık direkt olarak geçer. Dentin tabakasında daha az oranda görüldüğünden ışık daha az geçirgendir ve bu tabakada dağılarak yayılır. Mine dokusuna giren ışık, mine içinde yön değiştirilerek yayılır. Örneğin dişin bir yüzeyine polimerizasyon ışığı tutulduğunda tüm kuron aydınlanır. Bu, mine dokusunun yüksek optik yoğunluğa sahip olması ve çevresinin hava ya da dentin gibi daha düşük optik yoğunluklu dokularla sınırlanmış olmasından kaynaklanır (28).

Dental seramiklerinin optik yoğunluğu artırılarak doğal mine dokusunun fiber optik özellikleri taklit edilebilir. Seramistler, translusent mine tabakasını kullanarak renk

derinliği oluşturur ve restorasyona canlı doğal diş görünümü kazandırır. Yani translusensi, estetik bir seramik restorasyonun doğal dişi taklit edebilmesi için önemli parametrelerden biridir (2, 28, 29, 31).

#### **2.1.1.4. Transparanlık (Saydıamlık)**

Transparanlık, ışığın bir materyalin içinden tamamen geçebilmesi özelliğidir. Bu materyalin arkasındaki cisim net olarak görünebilir (26, 32). Saydıamlık derecesi, materyalin içerisinde saçılmanın artması ile azalma gösterir.

Transparanlık özellikle genç bireylerin dişlerinde, insizal kenarlar boyunca ince ve uzun alanlar olarak grlrlr.

#### **2.1.1.5. ışıldama özelliği**

Bu kavram, iki temel optik etki olan floresans ve fosforesansın birleşimiyle tanımlanır (28).

**Floresans zelliği:** Floresans, ışığın bir cisim tarafından absorbe edilmesi ve daha uzun bir dalga boyunda geri yayılmasıdır (34). Diş hekimliğinde floresans, doğal diş veya restoratif materyalin üzerine düşen ultraviyole ışığı absorbe ederek görünür ışık olarak geri yaymasıdır. Bu zellik dişlere parlak, canlı ve doğal bir görünüm kazandırır. Doğal dişte floresans esas olarak dentin dokusunda görülür çünkü dentin daha fazla organik bileşen içerir (28, 35–39). Restorasyon ile doğal diş farklı floresans değerlerine sahip olduğuunda renklerde uyumsuzluk görülür. Restorasyon ile doğal dişin estetik açıdan uyum sağlaması için dental porselenin yapısına floresans özelliğe sahip tozlar ilave edilmektedir (28). Böylece gözlemciye geri yansıyan ışık miktarı artırılır, renk bozuklukları maskelenir ve doygunluk azaltılır.

**Fosforesans zelliği:** Radyasyonun emilmesiyle başlayan ve radyasyon kesildikten sonra da elektronların fazla enerjilerinin bir süre daha gecikmeli olarak yayıldığı ışıldama özelliğidir (2). Fosforesans dental materyallerin özellikleri arasında bulunmaz (40).

#### **2.1.1.6. Opalesanlık**

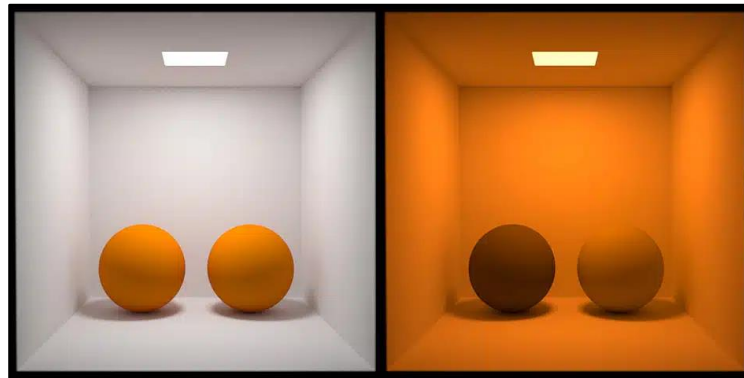
Opalesanlık, bir cismin yansıttığı ve geçirdiği ışıkta farklı bir renkte görünmesiyle tanımlanan optik bir özelliktir. Bu zellik materyallerin yansıyan ışıkta mavi, iletilen ışıkta ise kırmızı-turuncu tonlarında görünmesini sağlar (34). Aydınlatıldığuında, opaller ve mine

dokusu kırmızı ışığı geçirirken mavi ışığı materyal içinde saçma eğilimindedir. Bu nedenle, kesici kenar bölgesinde mine mavimsi görünür (38, 39, 41).

Mine dokusunda bulunan hidroksiapatit kristalleri doğal opale benzer şekilde prizmatik etki gösterir. Işık, diş dokularından ve dental materyallerden geçerken farklı dalga boylarında farklı translusenslik seviyeleri gösterir. Opalesan özellik, doğal dişlerin translüsen yapılarından kaynaklanmaktadır (42). Mine dokusunun opalesan etkileri, diş optik derinlik ve canlılık kazandırır, böylece diş daha parlak ve doğal görünür (28, 34).

#### 2.1.1.7. Metamerizm

Metamerizm, iki cismin bir ışık kaynağı altında aynı, farklı bir ışık kaynağı altında ise farklı algılanmasıdır (42) (Resim 3). Parlak ışık koşullarında, elektromanyetik spektrumun kırmızı ve sarı dalga boyları daha baskın hale gelirken, mavi dalga boyları zayıflar. Buna karşılık, floresan ışık kaynaklarında enerji dağılımı mavi-yeşil dalga boylarına kayar ve bu nedenle gözlemci tarafından baskın olarak bu tonlar algılanır (43). Doğal güneş ışığı da renk algısını etkileyen önemli bir faktördür. Öğle saatlerinde gökyüzü, içerdiği düşük yoğunluk nedeniyle mavi renkte görünür. Ancak gün doğumu ve gün batımı sırasında, kısa dalga boylu mavi ışık daha fazla saçıldığından, gözle görülen ışık büyük oranda kırmızı ve turuncu bileşenlerden oluşur. Bu nedenle, güneş ışığı bu zaman dilimlerinde kırmızı-turuncu tonlarda algılanır (44).



**Resim 3.** Metamerizm örneği (45)

Metamerizm, dental klinik ve laboratuvar arasındaki aydınlatma türünün farklılığından da kaynaklanabilir. Eğer bu ortamlardaki ışık kaynakları farklı ise dental materyaller farklı renklerde algılanabilir. Bu nedenle, renk seçimi sırasında metamerizmin

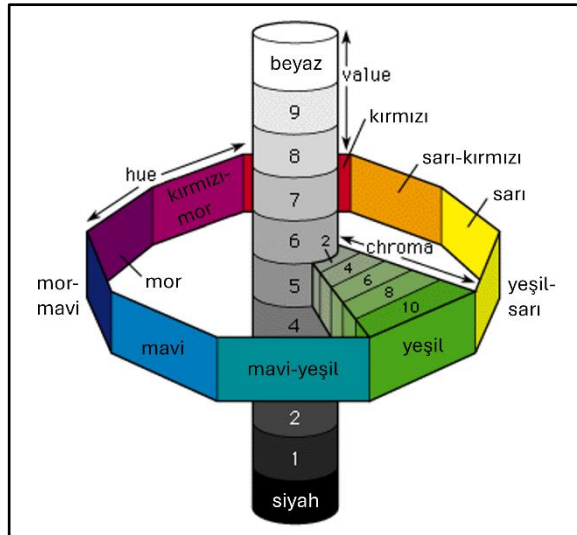
etkisini azaltmak veya ortadan kaldırmak için aydınlatma koşullarının standardize edilmesi gerekir (46, 47).

### 2.1.2. Dış Hekimliğinde Kullanılan Renk Sistemleri

Rengin algılanması kadar başkalarına aktarılması sırasında da pek çok sorunlar yaşanabilmektedir. Bu karmaşanın çözümü ve rengin standart, sayısal değerlerle tanımlanabilmesi için geliştirilen renk sistemleri arasında Munsell ve CIE  $L^*a^*b^*$  (CIE Commission Internationale de L'Eclairage ya da Uluslararası Aydınlanma Komisyonu) en çok kullanılan renk sistemleridir (48).

#### 2.1.2.1. Munsell Renk Sistemi

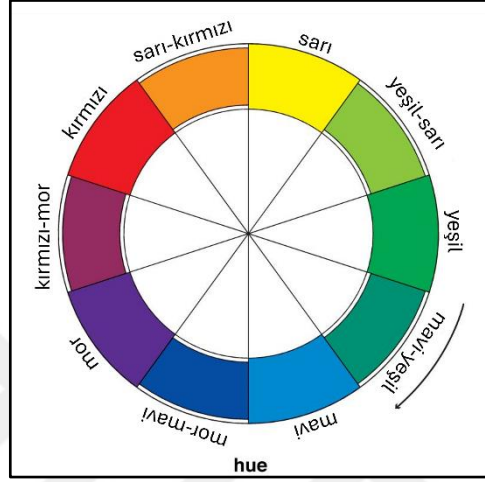
Munsell renk sistemi, Albert H. Munsell tarafından 1905 yılında geliştirilen en eski renk sistemidir (48). Munsell renk sisteminde rengin 3 değişkeni; rengin çeşidi (hue), doygunluğu/yoğunluğu (chroma) ve aydınlığı/parlaklığı (value) olarak tanımlanmıştır. Renkler, silindirik koordinatlar üzerinde 3 boyutlu olarak gösterilmektedir (Resim 4). Munsell sistemi, parlaklık derecesini temsil eden en üstte beyaz renk ve en altta siyah renk olmak üzere dikey bir eksen, ana renklerin saat yönünde dizildiği bir daire ile yatay yönde merkezden dışarı doğru artan doygunluktan oluşur (6, 49, 50).



**Resim 4.** Munsell üç boyutlu renk sisteminde ana ve ara renklerin gösterimi (51)

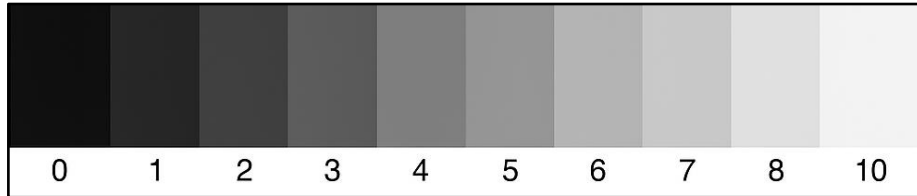
Hue (ana renk) rengin tonu, çeşidi ve karakteri olarak tanımlanır. Munsell, hue kavramını; “bir renk ailesini diğerinden ayırmaya yarayan değerdir, sarıyı kırmızıdan,

yeşili mavi veya mordan ayırmamızı sağlar” şeklinde ifade etmiştir (52). Hue silindirin çevresindeki halka üzerinde yerleşmiştir ve beş ana, beş ara renge ayrılmaktadır (53, 54). Bunlar; kırmızı, sarı-kırmızı, sarı, yeşil-sarı, yeşil, mavi-yeşil, mavi, mor-mavi, mor ve kırmızı-mor olarak adlandırılmaktadır (6, 55, 56) (Resim 5). Hue, VITA Classical renk skalasında A, B, C, D harfleriyle gösterilir (28).



**Resim 5. Hue diyagramı (51)**

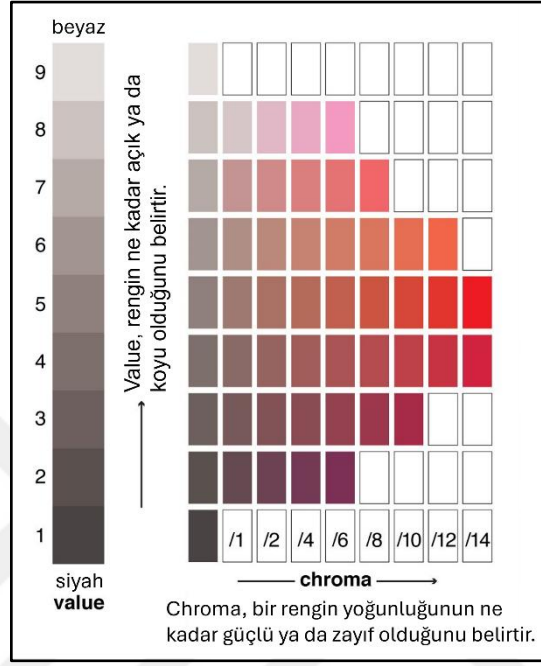
Value (aydınlık, parlaklık); cismin matlık veya parlaklık derecesini gösteren, açık rengi koyu renkten ayıran özelliktir. Value silindirin dikey ekseninde beyazdan siyaha kadar grinin tonlarını gösterir (53, 54) (Resim 6). Value değerinin artması rengin daha açık olması demektir (57). Munsell’e göre value siyah-beyaz bir skaladır. Bu skalada 0 siyah, 10 beyazdır.



**Resim 6. Value diyagramı (58)**

Chroma (doygunluk); ana rengin gücünü veya pigment yoğunluğunu ifade eder. Chroma yatay yönde ve merkezden dışarı doğru artmaktadır (53, 54). Hue derecesinin kuvveti olarak da bilinir (28). Munsell bu durumu; “kuvvetli bir rengi zayıf bir renkten

ayırıcı özellik” olarak tanımlamıştır (20, 55). Doygunluk ve parlaklık ters orantılıdır. Doygunluk arttıkça zaman parlaklık azalır (59, 60) (Resim 7). Chroma, VITA Classical renk skalasında numaralarla ifade edilir (28, 48).

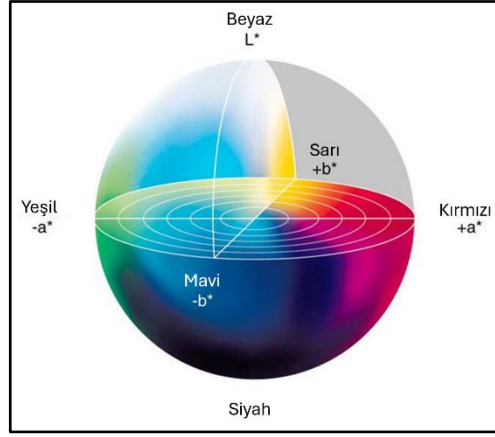


**Resim 7.** Value ve chroma diyagramı (51)

#### 2.1.2.2. CIE L\*a\*b\* (Commission Internationale de l'Eclairage) Renk Sistemi

1976 yılında Commission Internationale de l'éclairage tarafından geliştirilen bu sistem renk ölçümlerinde uluslararası standart olarak kabul edilmiştir ve dental araştırma alanında gittikçe artan yaygınlıkta kullanılmaktadır (46, 61).

Munsell renk sisteminde olduğu gibi CIELAB sisteminde de renk üç koordinatla tanımlanmaktadır ve tüm renkler bu koordinatların oluşturduğu eksenlerin kesiştiği merkez etrafında bulunan bir küre üzerinde yer alır (Resim 8).



**Resim 8.** CIE L\*a\*b\* Renk Sistemi (62)

Bu koordinat sisteminde dikey ekseninde olan  $L^*$  değeri, Munsell sistemindeki value değeri ile orantılıdır ve rengin aydınlığını, parlaklığını veya siyah-beyaz karakterini temsil eder. Bir cismin beyaz (+) ve siyah (-) arasındaki açıklık-koyuluk koordinatlarını gösterir. Skalada saf siyah 0, saf beyaz ise 100  $L^*$  değerini alır.  $L^*$  değerinin artması, materyalin parlaklığının artması olarak yorumlanmaktadır.

Rengin kromatik, veya siyah-beyaz olmayan karakterleri ise Munsell’de hue ve chroma ile temsil edilirken, bu sistemde  $a^*$  ve  $b^*$  ile temsil edilir.  $a^*$  ve  $b^*$  parametreleri birbirine dik iki yatay eksenindedir.  $a^*$  yatay eksen, herhangi bir cismin kırmızı ile yeşil arasındaki chroma koordinatlarını gösterir. Değer pozitif ise kırmızılığı, negatif ise yeşilliği temsil eder.  $b^*$  yatay eksen, bir cismin sarı ile mavi arasındaki chroma koordinatlarını gösterir. Değer arttıkça sarı renge, azaldıkça mavi renge yaklaşırlar.  $a^*$  ve  $b^*$  koordinatları nötral renklerde 0’a yaklaşırken daha doygun ve yoğun renklerde koordinatların değerleri artar (6, 32, 46, 49, 63).

CIELAB renk sisteminde iki renk arasındaki farklılıklar matematiksel olarak hesaplanabilir. Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE, Commission Internationale de l’Éclairage) zamanla ideal renk formülasyonu sağlamak adına CIELAB (CIE  $L^*a^*b^*$ , CIE76), CIE94 ve CIEDE2000 formüllerini geliştirmiştir (64). En çok kullanılan 2 renk değişim formülü; CIELAB ve CIEDE2000’dir. Bu formüllerde renk değişimi  $\Delta E^*_{ab}$  ve  $\Delta E^*_{00}$  sembolleri ile gösterilir. İki renk arasındaki renk farklılığı  $\Delta E_{ab}^*$  ile aşağıdaki formül kullanılarak elde edilmektedir (65):

$$\Delta E^*_{ab} = [(L^*_1 - L^*_0)^2 + (a^*_1 - a^*_0)^2 + (b^*_1 - b^*_0)^2]^{1/2}$$

Formülde yer alan  $L^*_0$ ,  $a^*_0$  ve  $b^*_0$  renklerin ilk ölçüm değerleri iken  $L^*_1$ ,  $a^*_1$  ve  $b^*_1$  ikinci ölçüm değerleridir.

$\Delta E^*$  değeri, aynı ya da farklı örneklerin zaman içindeki  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  koordinatlarındaki değişikliklerin miktarını ifade eder. Bu değerın sıfır olması bu iki rengin aynı olduğu, sıfırdan farklı olması ise renk farklılığı olduğu anlamına gelir (66). İki nesne arasındaki renk farkı, bu farkın görsel olarak algılanabilirlik ve estetik açıdan kabul edilebilirlik düzeyi bilinmeden klinik açıdan anlamlı değildir (67). Renk farklarını değerlendirmede iki ana eşik bulunur: algılanabilirlik eşiği (perceptibility threshold, PT) ve klinik kabul edilebilirlik eşiği (acceptability threshold, AT) (68, 69). Bu eşikler, dental materyal seçimine, klinik performans değerlendirmesine ve görsel ile enstrümantal bulguların yorumlanmasına rehberlik eden bir kalite kontrol aracı olarak kullanılabilir.

Renkle ilgili yapılmış çalışmalarda renk değişiminin klinik olarak kabul edilemez olması için; bazı araştırmacılar renk değişiminin  $3.3 \Delta E^*$  birimden (70–76), bazıları  $3.5 \Delta E^*$  birimden (77–79), bazıları  $3.7 \Delta E^*$  birimden (7, 80–93) fazla olması gerektiğini ifade etmektedir. O'Brien renk değişimlerinin  $3.5 \Delta E^*$  birime kadar olan düzeylerin klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içinde olduğunu bildirmiştir. O'Brien tarafından yapılan klinik renk eşleşmesi değerleri Tablo 1'de sunulmuştur (66).

**Tablo 1.** O'Brien'ın klinik renk eşleşmesi değerleri

| $\Delta E^*$ | Klinik Renk Eşleşmesi          |
|--------------|--------------------------------|
| 0-0.5        | Mükemmel                       |
| 0.5-1        | Çok iyi                        |
| 1-2          | İyi                            |
| 2-3.5        | Klinik olarak kabul edilebilir |
| >3.5         | Uyumsuz                        |

Belirli durumlardaki küçük renk değişikliklerinin tespitinde, homojen olmayan CIE  $L^*a^*b$  renk alanının düzensizliklerini giderebilmek için CIEDE2000 renk değişim formülü geliştirilmiştir. Işığın, chroma ve hue değerlerinin ve hue-chroma ilişkisinin, algılanan renk değişimi üzerinde etkisinin düzenlenmesiyle geliştirilmiştir.  $\Delta E^*_{00}$  formülüne göre renk değişimi aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (94):

$$\Delta E^*_{00} = [(\Delta L'/K_L S_L)^2 + (\Delta C'/K_C S_C)^2 + (\Delta H'/K_H S_H)^2 + R_T (\Delta C'/K_C S_C)(\Delta H'/K_H S_H)]^{1/2}$$

$$\Delta L' = L_2' - L_1'$$

$$\Delta C' = C_2' - C_1'$$

$$\Delta H' = 2\sqrt{(C_1' C_2')} \cdot \sin(\Delta h'/2)$$

CIEDE 2000 formülünde;  $\Delta L'$ ,  $\Delta C'$  ve  $\Delta H'$  iki farklı örnek arasındaki renk açıklığını (lightness), yoğunluğunu (chroma) ve renk tonunu (hue) ifade eder. Ağırlık faktörleri ( $S_L$ ,  $S_C$  ve  $S_H$ ),  $L$ ,  $a$ ,  $b$  koordinatlarındaki renk farkı çiftinin lokasyonundaki değişiklik için toplam renk farkını ayarlar. Deneysel koşullar için parametrik faktörler ( $K_L$ ,  $K_C$  ve  $K_H$ ) düzeltme terimleri olarak kullanılmıştır. Son olarak  $R_T$  (rotasyon işlevi) ise mavi bölgedeki renk ve ton farklılıkları arasındaki etkileşimi açıklamaktadır (69, 95, 96).

Son çalışmalar, CIEDE2000 formülünün renk farkının değerlendirilmesini CIELAB formülüne göre daha iyi açıklayabildiği, bu nedenle algılanabilirliği arttırdığı görülmüştür. CIEDE2000 formülüne göre algılanabilirlik eşiği  $\Delta E^*_{00}$  değeri 0.8, klinik kabul edilebilirlik  $\Delta E^*_{00}$  değeri ise 1.8 olarak kabul edilmektedir (94) (Tablo 2).

**Tablo 2.**  $\Delta E^*_{00}$  değerlerine göre klinik olarak renk eşleşmesi değerleri

| $\Delta E^*_{00}$ | Klinik Renk Eşleşmesi                   |
|-------------------|-----------------------------------------|
| 0.8               | Algılanabilirlik Eşiği                  |
| 1.8               | Klinik Olarak Kabul Edilebilirlik Eşiği |

### 2.1.3. Renk Ölçüm Yöntemleri

Diş hekimliğinde renk seçimi hastanın estetik beklentilerini karşılamak ve doğal bir görünüm elde etmek açısından büyük önem taşır. Renk seçimi klinisyen açısından dikkat ve özen gerektiren, titizlikle yapılması gereken bir işlemdir. Renk seçimi subjektif olduğu için her zaman tutarlı ve güvenilir sonuçlara ulaşmak zordur. Diş hekimleri arasında renk algısı farklılık gösterebildiği gibi, aynı hekimin farklı zamanlarda aynı rengi farklı şekilde algıladığı da bildirilmiştir (97). Diş renginin algılanmasını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır; ışık kaynağı, hastanın kıyafetleri ve makyajı, renk seçiminin yapılacağı ortamın duvar rengi ve dişin yüzey özellikleri bunlar arasında yer almaktadır (28, 98, 99).

Dental renk seçimi için görsel ya da enstrümantal (aletsel) yöntemler kullanılmaktadır.

### 2.1.3.1. Görsel Ölçüm

Görsel renk analizi, bir nesnenin renginin mevcut renk standartları ile karşılaştırılması şeklinde tanımlanabilir. Diş hekimliğinde en sık tercih edilen yöntem standart renk skalaları ile yapılan görsel renk seçimidir.

Diş hekimliğinde üretilen ilk sistematik renk skalası, 1931 yılında Dr. M. L. Clark tarafından geliştirilen ve 60 seramik örnek içeren Tooth Color Indicator'dır (Dr. M. L. Clark, ABD). Clark'ın öncülüğünü yaptığı bu girişimi takip eden asıl dönüşüm ise 1950'lerin ortalarında piyasaya sunulan Vitapan Classical (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) renk skalasıyla gerçekleşmiştir. 1990'ların sonlarında, daha bilimsel bir yaklaşımla geliştirilen Toothguide 3D-Master (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) ve daha sonrasında daha pratik kullanım amacıyla, VITA Linearguide 3D-Master (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) versiyonu da piyasaya sürülmüştür. Ayrıca Chromascop (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn), Bioform (Dentsply International, York, ABD), Noritake (Kuraray Noritake Dental Inc., Nagoya, Japonya), IPS e.max (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) gibi farklı firmalara ait özel skalalar da klinik ve laboratuvar kullanımı için geliştirilmiştir (100, 101).

Günümüzde pek çok renk skalası kullanılmakla birlikte, en yaygın olarak kullanılan renk skalaları arasında VITA Classical A1–D4 renk skalası ve VITA Toothguide 3D-MASTER renk skalası yer almaktadır (8).

VITA Classical A1–D4 renk skalası, diş hekimliğinde renk uyumunun değerlendirilmesinde uzun süredir kullanılmaktadır. VITA Classical renk skalasında sıralama ana renk (hue) göz önüne alınarak yapılmıştır. Skala A'dan D'ye kadar gruplanmış on altı renk tonundan oluşur (Resim 9). Skaladaki ana renkler harflerle ifade edilir; A: kırmızımsı kahverengi, B: kırmızımsı sarı, C: gri, D: kırmızımsı gri tonunu temsil eder (50). Rakamlar ise rengin yoğunluk derecesini belirtir. Bu skala ile renk seçimi yapılırken, ilk önce dişin ana rengi belirlenir, sonra yoğunluğu (chroma) değerlendirilir ve en son açıklık-koyuluk (value) değeri seçilir (8).

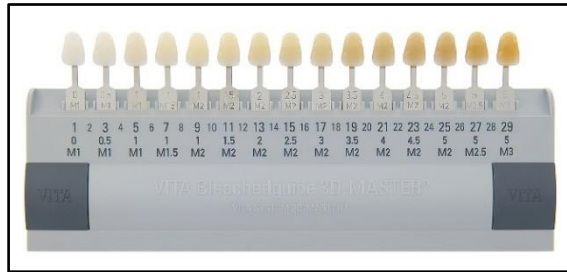


**Resim 9.** VITA Classical A1-D4 renk skalası (102)

VITA 3D-MASTER renk skalası, doğal diş renkleri üzerinde yapılan araştırmalarla geliştirilmiştir. Bu sistemde Linearguide (Resim 10), Bleachedguide (Resim 11) ve Toothguide (Resim 12) olmak üzere üç farklı renk skalası vardır (103).



**Resim 10.** VITA Linearguide 3D-MASTER renk skalası (104)



**Resim 11.** VITA Bleachedguide 3D-MASTER renk skalası (104)

Klinik uygulamalarda yaygın olarak kullanılan VITA Toothguide 3D-MASTER skalası, parlaklık (value) değerlerine göre altı gruba ayrılmış ve toplamda 29 farklı renk içermektedir. Skaladaki renkler, yatay ekseninde ana renklerine (hue), dikey ekseninde ise yoğunluklarına (chroma) göre sıralanmıştır. Grup dağılımı şu şekildedir: sıfıncı ve

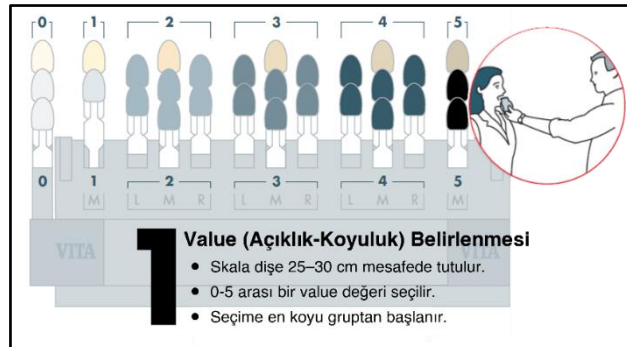
beşinci gruplarda üçer renk; birinci grupta iki renk; ikinci, üçüncü ve dördüncü gruplarda ise yedişer renk bulunmaktadır (103).



**Resim 12.** VITA Toothguide 3D-MASTER renk skalası (105)

Renk seçimi, üretici firmanın talimatları doğrultusunda üç aşamada gerçekleştirilmektedir:

1. İlk olarak açıklık-koyuluk (value) değeri belirlenir. Bunun için skalada yatay düzlemde yer alan ve 0'ın en açık ton, 5'in en koyu ton olduğu altı ana grup arasından seçim yapılır (101, 103, 106) (Resim 13).

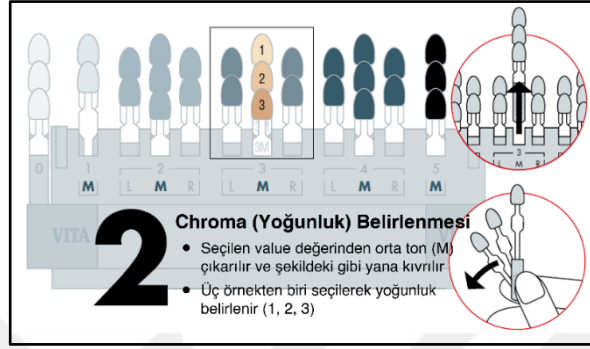


**Resim 13.** VITA Toothguide 3D-MASTER skalasında renk seçiminin ilk aşaması (105)

2. İkinci adımda yoğunluk (chroma) belirlenir (Resim 14). Açıklık-koyuluk (value) değerine göre ayrılan gruplarda farklı yoğunluk seçenekleri vardır:
  - Birinci grupta iki yoğunluk değeri (1, 2),
  - Sıfırıncı ve beşinci gruplarda üç yoğunluk değeri (1, 2, 3),

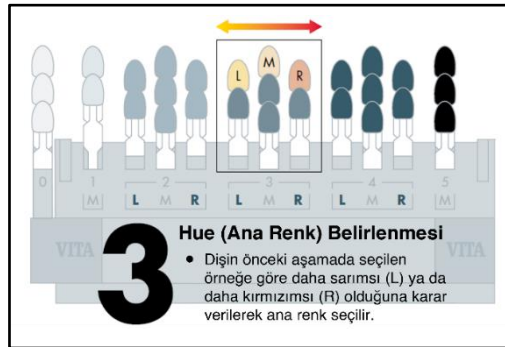
- İkinci, üçüncü ve dördüncü gruplarda ise beş yoğunluk değeri (1, 1.5, 2, 2.5, 3) bulunur.

Sayısal değer arttıkça renk yoğunluğu artar; buna göre en düşük yoğunluk 1, en yüksek yoğunluk 3'tür (101, 103, 106).



**Resim 14.** VITA Toothguide 3D-MASTER skalasında renk seçiminin ikinci aşaması (105)

3. Üçüncü adımda dişin ana rengi (hue) belirlenir (Resim 15). Skaladaki harfler ton farklılıklarını temsil eder: “L” sarımsı, “R” kırmızımsı, “M” sarı ile kırmızı arasındaki geçiş renklerini temsil eder. “M” tonu yalnızca sıfırıncı, birinci ve beşinci gruplarda bulunur (101, 103, 106).



**Resim 15.** VITA Toothguide 3D-MASTER skalasında renk seçiminin son aşaması (105)

Görsel renk seçimi; ortam koşulları, klinik deneyim, yaş, cinsiyet, göz yorgunluğu ve renk körlüğü gibi fizyolojik faktörlerden etkilenen subjektif bir yöntemdir (20, 107). Bunun yanı sıra, kullanılan renk skalalarının analiz açısından yetersiz kalabilmesi, farklı diş hekimleri arasında veya aynı hekimin farklı zamanlarda gerçekleştirdiği renk seçimlerinde tutarsızlıkların ortaya çıkması, diş hekimi ile diş teknisyeni arasındaki

iletişimde standardizasyonun sağlanamaması ve elde edilen sonuçların CIE renk sistemi ile ifade edilememesi gibi sınırlılıklar, görsel renk analizinin başlıca dezavantajları arasında yer almaktadır (4). Rengin algısındaki bu sınırlamalar, renk ölçüm cihazlarının kullanım gerekliliğini gündeme getirmiştir (47).

### 2.1.3.2. Renk Ölçüm Cihazları (Aletsel) ile Ölçüm

Renk ölçüm sonuçlarının istatistiksel ve matematiksel olarak değerlendirilebilmesine olanak tanımak, daha hızlı, tutarlı, güvenilir, objektif ve tekrarlanabilir renk seçimleri yapılabilmesi amacıyla dijital renk ölçüm yöntemleri geliştirilmiştir (50, 107). Günümüzde renk ölçümünde kullanılan başlıca cihazlar; kolorimetre, spektoradyometre, spektrofotometre, dijital fotoğraf makineleri ve ağız içi tarayıcılarıdır. Bu yöntem, görsel yolla yapılan renk seçimine göre daha objektif bir yöntemdir (50).

#### 2.1.3.2.1. Kolorimetreler

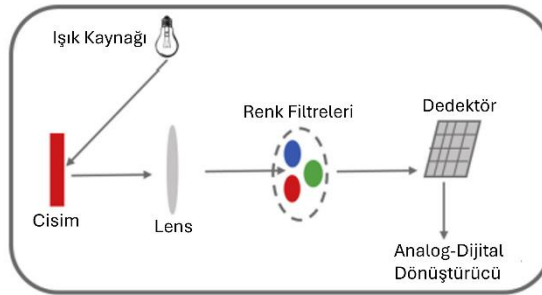
Kolorimetreler standart bir renk kalibrasyonuna dayanarak rengi belirlenecek objedeki renk verilerini analiz eden cihazlardır (Resim 16).



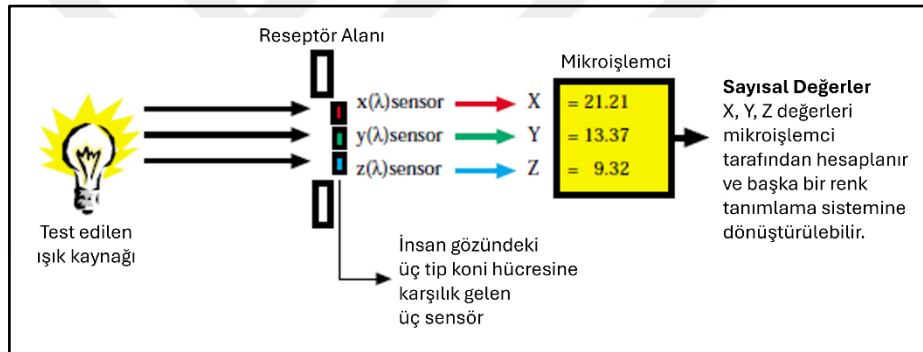
**Resim 16.** Kolorimetre cihazı (108)

Bu cihazlar genellikle üç uyaranlı  $x$ ,  $y$ ,  $z$  değerlerini veya CIE  $L^*a^*b^*$  değerlerini vermektedirler (50). Yüzey renklerinin ölçümünde, insan gözündeki koni tipi hücrelere benzer şekilde çalışan kırmızı, yeşil ve mavi ışık bileşenlerini algılamaya yönelik olarak tasarlanmış üç ayrı sensör bulunur (Resim 17). Bu sensörler, CIE  $x(\lambda)$ ,  $y(\lambda)$  ve  $z(\lambda)$  sistemine yakın sonuçlar elde edilebilmesi amacıyla kolorimetre içerisine yerleştirilmiştir (6, 109) (Resim 18). Ölçüm sırasında ışık kaynağından çıkan ışık yüzeye çarparak yansır

ve renk ölçüm cihazına geri dönerken kırmızı, yeşil ve mavi üç filtrelerden geçer. Bu filtreler aynı zamanda insan gözünün renkleri algılama biçimini taklit ederek, ışığın RGB (Red-Green-Blue) bileşenlerine ayrılmasını sağlar.



**Resim 17. Kolorimetre cihaz yapısı (110)**



**Resim 18. Kolorimetre çalışma prensibi (111)**

Dış hekimliğinde kullanılan kolorimetreler, hem in-vivo ve hem de in-vitro çalışmalarda oldukça başarılı bulunmuştur (83). Spektrofotometreler kadar ayrıntılı ölçümler yapamaması da sundukları veriler daha basit, yorumlanması daha kolay ve klinik kullanım açısından daha pratiktir. Cihazın kullanımı, spektrometre ve spektrofotometrelere göre daha kolay olup, cihazın maliyeti de daha düşüktür. Yapılan çalışmalarda kolorimetre ile elde edilen sonuçların yüksek derecede tekrarlanabilirliğe sahip olduğu bildirilmiştir (5, 112). Ancak cihaz içinde yer alan filtrelerin zamanla eskimesi, ölçümlerde tutarlılık ve süreklilik sorunlarına yol açabilir; bu da filtrelerin CIE renk sistemine uyumlu sonuçlar verme olasılığını zayıflatır. Cihazın bir diğer dezavantajı da metamerizm miktarının ölçülmesinde kullanılamamasıdır (113). Ayrıca, bu cihazlar düz yüzeylerde ölçüm yapacak şekilde tasarlandığından, dar açıklıklı başlığa sahip olan

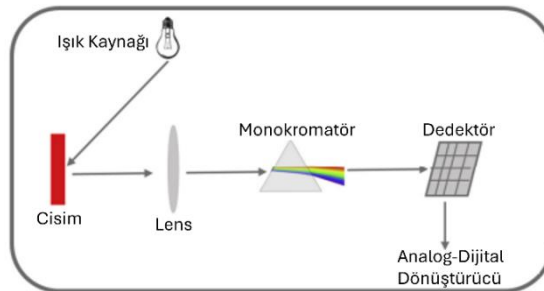
modellerde “edge loss” olarak tanımlanan ölçüm yapılacak yüzeyden yansıyan ışığın cihaza tam olarak geri dönememesi sorununa neden olur. Bu durum, kolorimetrelerin kullanımını kısıtlayan başlıca teknik sınırlamalardan biridir (3, 114). Diş hekimliğinde renk tespiti için üretilen ilk kolorimetre Chromascan (Sterngold, Stamford, Connecticut, ABD) olmuştur. Daha sonrasında üretilenlere ise ShadeEye NCC (Shofu Inc., Kyoto, Japonya), ShadeEye Ex (Shofu Inc., Kyoto, Japonya), ShadeStar (DeguDent GmbH, Hanau, Almanya), ShadeVision (X-Rite Inc., Grand Rapids, Michigan, ABD) ve ShadeScan (Cynovad Inc., Montreal, Kanada) örnek verilebilir (22).

#### 2.1.3.2.2. Spektrofotometreler

Spektrofotometreler, yüzey renklerinin hassas bir şekilde ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan cihazlardır (Resim 19). Bu cihazlar, içerisinde bir monokromatör, dedektör ve ışık kaynağı bulundurmakta ve çoklu sensör prensibiyle çalışmaktadır (Resim 20). Geniş bir dalga boyu aralığında ölçüm yapabilen sensörler ile donatılmış olan spektrofotometreler, insan gözünün algılayamayacağı renk farklarını tespit edebilme kapasitesine sahiptir. Cihazın çalışma prensibi, örnek yüzeyden yansıyan ışığın standart beyaz bir referans yüzeyden yansıyan ışığa oranlanarak ölçülmesine dayanmaktadır (115) (Resim 21).

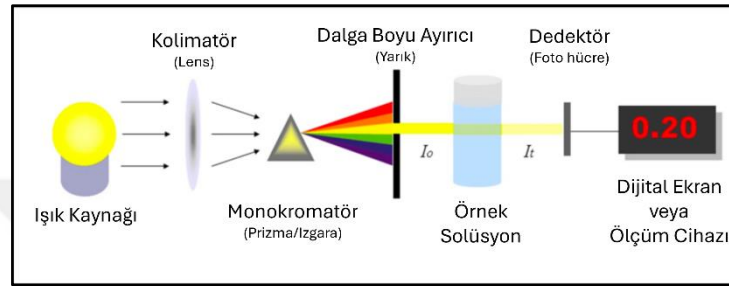


**Resim 19.** Spektrofotometre cihazı (116)



**Resim 20.** Spektrofotometre cihaz yapısı (110)

Spektrofotometreler, güneş ışığı, akkor ampul ışığı veya floresan ışık gibi farklı aydınlatma koşullarında değişken ölçüm değerleri verebilmektedir. Bu nedenle söz konusu cihazlar; bilimsel araştırmalarda, kalite kontrol süreçlerinde ve renk tanımlamalarında güvenilir bir ölçüm aracı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır (2, 115). Diş hekimliğinde dental materyallerin renk ölçümü ve iki cisim arasındaki renk farkının tespiti amacıyla kullanılmaktadır (61).



**Resim 21.** Spektrofotometre çalışma prensibi (117)

Spektrofotometrelerin kolorimetrelere kıyasla daha uzun bir çalışma ömrüne sahip olduğu bildirilmiştir (118). Renk ölçümünde kolorimetrelere göre daha yüksek doğruluk sağlayan donanıma sahiptirler (22). Kolorimetrelerde yalnızca üç temel RGB filtresi bulunurken, spektrofotometrelerde renk spektrumunun tamamını değerlendirmek üzere 31 farklı filtre yer almaktadır. Bu özellik, spektrofotometreleri teknik açıdan daha kapsamlı kılmaktadır. Kolorimetrelerden farklı olarak metamerizmi de ayırt edebilmektedir (6, 61). Ancak bu üstünlüklere rağmen, klinik kullanımları sınırlıdır. İnsan gözünü taklit eden filtrelerle sahip kolorimetrelerle elde edilen veriler, spektrofotometrelerle yapılan ölçümlerle karşılaştırıldığında oldukça başarılı ve güvenilir bulunmuştur. Özellikle in-vivo uygulamalarda, spektrofotometrelerin yüksek maliyetleri ve kullanım zorlukları, dental araştırmalarda ve klinik çalışmalarda yaygın kullanımını kısıtlayan başlıca faktörler olarak bildirilmektedir (112). Piyasada bulunan spektrofotometrelere VITA Easyshade (Compact, Advance, V) (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya), ShadeX (X-Rite Inc., Grand Rapids, Michigan, ABD), SpectroShade Micro (MHT Optic Research AG, Niederhasli, İsviçre), Crystaleye (Olympus Optical Co., Tokyo, Japonya) ve ShadePilot (DeguDent GmbH, Hanau, Almanya) örnek verilebilir (71).

#### **2.1.3.2.3. Spektoradyometreler**

Spektoradyometreler, radyometrik parametreler olan parlaklık ve ışıyım ölçümleri yapabilen cihazlar olup, diş hekimliğinde özellikle diş renginin ve seramik alt yapı materyallerinin translusensliğinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (6, 22, 61).

Renk ölçümü, insan gözüne benzer şekilde cisme temas etmeden gerçekleştirilir. Ölçüm sürecinde, hedeften gelen ışınlar cihazın optik sistemi tarafından toplanır ve monokromatöre uygun bir ışın demeti haline getirilir. Monokromatör içerisinde yer alan dağıtıcı bir eleman (örneğin prizma), gelen bu ışın demetini karşılar ve farklı dalga boylarına göre farklı açılarda dağıtır. Ölçüm sonuçları genellikle parlaklık ( $\text{cd/m}^2$ ) ve aydınlanma ( $\text{cd/sr/m}^2$ ) birimleriyle ifade edilir. Renk ölçümü gerçekleştirilirken aydınlatma kaynağı kullanılmaktadır.

Spektoradyometrelerin önemli avantajlarından biri, ölçüm sonuçlarını gerçek görsel koşullara yakın şekilde sunmalarıdır. Ayrıca, gözlem koşullarının standartlaştırıldığı ortamlarda hem doğrudan materyal üzerinde hem de yüzeyi parlak olan cisimler üzerinde, herhangi bir fiziksel temas olmadan renk ölçümü yapılabilmektedir. Ancak spektoradyometreler, spektrofotometreler gibi sabit bir ışık kaynağı içermediğinden renk ölçümleri sırasında tutarlı, tekrarlanabilir ve güvenli sonuçlar elde edilmesi zordur (66). Çünkü ölçüm açısında meydana gelebilecek küçük sapmalar bile sonuçlarda anlamlı değişikliklere neden olmaktadır. Cihazın kullanımında yüksek hassasiyet gerekmesi bu aletin dezavantajıdır (119).

#### **2.1.3.2.4. Dijital Kameralar**

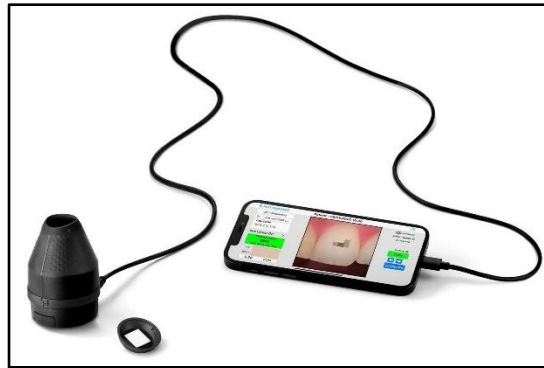
Son yıllarda dijital kameraların renk ölçümünde kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. Sistem genel olarak; bir dijital fotoğraf makinesi, bilgisayar, görüntü aktarımını sağlayan bir sürücü, bilgisayar yazılım programı ve bir renk sensöründen oluşmaktadır (6). Bu sistemde dişlerin görüntüleri standart koşullar altında dijital fotoğraf makinesiyle alınır ve elde edilen veriler bilgisayar yazılımı aracılığıyla CIE  $L^*a^*b^*$  değerleri cinsinden analiz edilir. Sistemin en önemli avantajı yalnızca tek bir noktayı değil, tüm objenin görünümünün değerlendirilmesidir (120).

Dijital kamera ile renk tespiti yapılması klinik ve laboratuvar arasındaki doğru iletişimin sağlanması açısından oldukça faydalıdır. Geleneksel renk skalaları kullanılarak

alınan fotoğraflar, bu iletişimi daha da güçlendirmekte olup, aynı zamanda dişin translusensliği, opasite özellikleri ve yüzey karakteristiği hakkında da bilgi sağlamaktadır (2, 43, 71).

Dijital kameraların renk ölçümünde kullanımı oldukça pratiktir; ancak ortam ışıklandırması ve fotoğrafın çekim açısı gibi faktörler renk algısında değişikliklere neden olabilmektedir (121).

Renk seçimi amacıyla kullanılabilecek bir başka teknik ise bir telefon uygulaması ve renk seçim yazılım programıyla entegre çalışan dijital kolorimetrelerdir. Bunun için Smile Line firması tarafından geliştirilmiş OptiShade StyleItaliano cihazı (Smile Line, Saint-Imier, İsviçre) kullanılmaktadır (Resim 22). Akıllı telefona bağlanan bu kolorimetre yardımıyla renk seçimi sonrasında, cihaz ekranında dişe ait  $L^*a^*b^*$  değerleri otomatik olarak görüntülenmektedir. Uygulama aracılığıyla elde edilen bu veriler diş teknisyenine doğrudan iletilebilmektedir. Bu sistem, diğer dijital renk ölçüm cihazlarına kıyasla daha düşük maliyetlidir (122). Öte yandan, dijital kameralar ve görüntüleme sistemleri, ilerleyen dönemlerde analiz edilebilmesine ve yeniden kullanılabilmesine olanak tanıyan kalıcı bir görüntü veri tabanı oluşturur (123).



**Resim 22.** OptiShade StyleItaliano cihazı (124)

#### **2.1.3.2.5. Ağız içi Tarayıcılar**

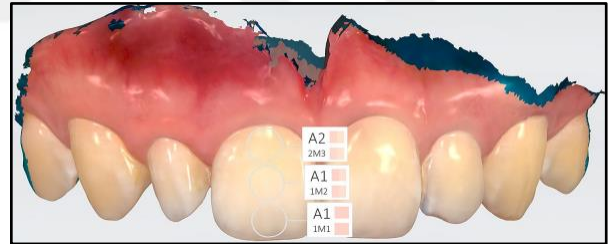
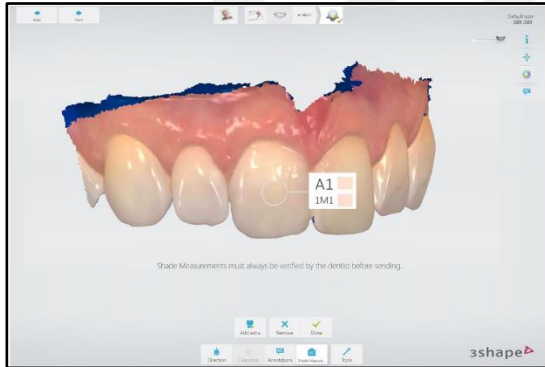
Gelişen teknolojiyle birlikte, ağız içi tarayıcıların kullanımının artmasıyla bu cihazlara entegre edilen renk belirleme özelliği sayesinde zaman ve maliyet tasarrufu sağlanması hedeflenmiştir (Resim 23). Dijital ölçü alma işlemi sırasında, diş üzerinden renk ölçümü yapılabilmektedir (125) (Resim 24). Bu sistemlerde hem VITA Classical hem de VITA 3D-MASTER renk skalalarına göre renk seçimi yapılabilmektedir (126).

Tarayıcılar, yüksek çözünürlüklü kameralarla donatılmıştır. Dişlerin LED (Light Emitting Diode) ışık kaynağı ile taranmasının ardından yazılım aracılığıyla diş rengi seçilir. Veriler renk parametreleriyle değil, doğrudan VITA renk skalası baz alınarak gösterilmektedir (127–129).

Bazı renk ölçüm cihazları (örneğin spektrofotometreler), dişin rengini CIE L\*a\*b\* gibi sayısal değerlerle ayrıntılı biçimde ifade ederken, ağız içi tarayıcılar yalnızca tek bir kodla (örneğin A1 ya da A2 vb.) sınırlı bilgi sağlamaktadır (130, 131).



**Resim 23.** Ağız içi tarayıcı (132)



**Resim 24.** Ağız içi tarayıcı ile renk seçimi (131, 133)

Ağız içi tarayıcılar, diş rengini ölçmenin yanı sıra üç boyutlu diş yüzeyi verilerini de toplayabilmektedir; ancak çeşitli sınırlamalar ve dış faktörler nedeniyle renk eşleştirme performansları etkilenebilmektedir.

Tarayıcılarla gerçekleştirilen renk seçimi süreci; ortam aydınlatması, görüntü yakalama, kullanılan renk analiz yazılımı ve seçilen renk kılavuzu modu gibi değişkenlerden etkilenebilmektedir.

## 2.2. Renk Seçimini Etkileyen Faktörler

### 2.2.1. Işık Kaynakları

Işık kaynağı, renk seçimi yapılacak dişe ulaşan ışığın şiddeti ve kalitesi üzerinde etkili olması nedeniyle kritik öneme sahiptir (22). Klinisyen, belirli dalga boylarının baskın olduğu ışık kaynakları yerine, tam spektrumlu ışık sağlayan kaynakları tercih etmelidir. Çünkü belirli dalga boylarına sahip ışık kaynağı kullanıldığında, nesne üzerinde bu dalga boylarına karşılık gelen renkler daha baskın algılanır ve bu durum renk seçiminde hatalara neden olabilir (42).

Görsel renk ölçümü, doğru renk sıcaklığı (color temperature) ve renk oluşturma indeksine (Color Rendering Index-CRI) sahip bir ışık kaynağı altında yapılmalıdır. Işık kaynaklarının renk kalitesi, verdikleri ışığın renk sıcaklığı ile değerlendirilir ve bu değer Kelvin (K) birimi ile ifade edilir (66). Renk ölçümü için ideal ışık kaynağı 5500 K renk ısıasına sahip olmalıdır (14, 28, 29, 134, 135). Öte yandan Renk Oluşturma İndeksi (Color Rendering Index-CRI), nesnelerin renklerini bir ışık kaynağının, referans bir ışık kaynağına kıyasla ne ölçüde doğru yansıttığını gösteren niceliksel bir ölçüttür (42). CRI değeri 0-100 arasında derecelendirilirken, ideal bir renk seçimi yapılabilmesi için 90'ın üzerinde olması önerilmektedir (14, 28, 134, 135).

CIE'nin önerdiği sistemde, üç farklı standart aydınlatma koşulu tanımlanmıştır: parlak ışık (A), direkt güneş ışığı (B) ve ortalama gün ışığı (C). Ancak, B ve C tipi aydınlatıcılar floresan materyallerin ölçümünde yetersiz bulunduğundan, bu sisteme D serisi aydınlatıcılar eklenmiştir (6). Günümüzde artık B tipi aydınlatıcılar kullanılmamaktadır. D serisi aydınlatıcılar arasında en sık kullanılanlar D50 ve D65'tir. D50, 5000 K renk sıcaklığına sahip olup az bulutlu, açık bir günde öğle vakti gözlemlenen doğal gün ışığını taklit eder (6, 26, 136). Renk sıcaklığı 6500 K olan D65 ise ortalama gün ışığına karşılık gelir.

Renk seçimi sürecinde kullanılan 3 farklı ışık kaynağı mevcuttur:

**Akkor Işık:** Yüksek oranda sarı dalga boyu içeren bir ışık yayar. Bu nedenle renk seçimi için uygun değildir. Dental ünitelerde kullanılan lambalar bu gruptadır. Akkor lambaların renk sıcaklığı 2700-3000 K arasındadır (137). CRI değeri düşüktür.

**Floresan Işık:** Yüksek oranda mavi dalga boyu içeren bu ışık kaynağı renk seçimi için uygun değildir. Floresan lambaların renk sıcaklığı 2700-6500 K arasında değişkenlik

gösterir. CRI değeri 50-80 arasındadır (42). Görsel renk ölçümü için rengi düzeltilmiş (color-corrected) floresan lambalar idealdir ve çeşitli firmalar tarafından piyasaya sürülmektedir (134).

**Doğal Gün Işığı:** Beyaz ışığın tüm dalga boylarını içeren spektruma en yakın ışık kaynağıdır ve bu özelliği nedeniyle renk belirleme işlemlerinde en ideal seçenek olarak kabul edilir. Aynı zamanda diğer ışık kaynaklarının değerlendirilmesinde referans olarak kullanılır (42). Gün ışığının ortalama renk sıcaklığı yaklaşık 6500 K'dir, ancak bu değer günün saati, hava durumuna bağlı bulutluluk oranı, nem oranı ve çevresel kirliliğe göre değişkenlik gösterebilir. Renk sıcaklığı gün doğumunda 3100-4300 K, gün ortasında 5000-7000 K, kapalı-bulutlu bir havada 6000-8000 K ve gün batımında 2500-3100 K arasında görülür. Doğal ışığın CRI değeri 100'e yakındır (22).

Renk seçimi sırasında ideal renk sıcaklığı 5500 K olarak belirtildiğinden, bu sıcaklığa sahip açık ve parlak havalarda sabah 10.00 ile öğleden sonra 15.00 arasında renk seçimi yapılması önerilir (8). Yapay ışıklandırma kullanıldığında ise gün ışığına eşdeğer olan 6500 K'lık ışık kaynaklarının kullanımı tavsiye edilir (68). Ayrıca, ışık kaynağının önerilen renk sıcaklığına ulaşip ulaşmadığını kontrol etmek amacıyla periyodik olarak renk sıcaklığı ölçer kullanılması önerilmektedir (60).

Renk seçimi sırasında göz önünde bulundurulması gereken bir diğer önemli unsur da ışığın yoğunluğudur. Yetersiz ışık yoğunluğu özellikle ince detayların algılanmasını zorlaştırır, ana renklerin seçiminde hatalara neden olabilir. Öte yandan, aşırı ışık yoğunluğu ise göz yorgunluğuna ve yine ana rengin hatalı seçilmesine yol açabilir (35). Dental ünitelerde kullanılan ışık kaynakları oldukça parlak olduğundan göz yorgunluğuna sebep olmaktadır. Bu nedenle, bu tür bir ışık altında uzun süre çalışıldıktan sonra gözler dinlendirilmeden renk seçimi yapılmamalıdır (28).

Aydınlatma tüpleri ile difüzör yüzeylerinde biriken toz ve kir varlığı, üretilen ışığın kalitesi ve miktarı üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceğinden, rutin olarak temizlenmesi gereklidir (2).

Diş hekimi muayenehanelerindeki ışık koşullarının mevsime, günün saatine, ortamdaki ışığın türüne göre değişimleri sonucu renk seçimi olumsuz etkilenebilmektedir. Bu nedenle, çevresel ışığın neden olabileceği görsel yanılgıları azaltmak amacıyla elle tutulan yardımcı ışık kaynaklarının kullanımı önerilmektedir. Bu tür cihazların ilk tiplerinde floresan tüpler tercih edilmiş ancak boyutlarının büyük olması ve kullanımının

zorluğu nedeniyle zamanla tasarımsal ve işlevsel iyileştirmelere ihtiyaç duyulmuştur. Gelişen teknolojiyle birlikte daha pratik ve kullanımı kolay cihazlar piyasaya sunulmuştur (9). Bu bulgular doğrultusunda, görsel renk seçimi sırasında Demetron Shade Light (KerrHawe, Bioggio, İsviçre) ve Smile Lite (Smile Line, İsviçre) gibi piyasada bulunan ışık düzeltici cihazlardan faydalanılabilir. Bu cihazlar, 5500-6500 K arasında değişen renk sıcaklıkları ile doğal gün ışığını taklit ederek daha doğru bir ışık ortamı sunmaktadır (138).

Çevresel ışığın etkisini en aza indirmek için kullanılan cihazlardan biri olan Smile Lite, 5500 K değerinde kalibre edilmiş LED aydınlatmasıyla, günün saati ya da hava koşullarından bağımsız olarak doğal, istikrarlı ve güvenilir bir ışık ortamı sunmaktadır (Resim 25). Yüksek ışık kalitesi sayesinde doğal dişlerin hue, value ve chroma değerlerini doğru ve güvenilir bir şekilde belirler. Cihazın dikdörtgen şeklindeki vizörü, hekimin gözlem alanını sınırlayarak, dış ortamdan gelen ışık, istenmeyen yansımalar ya da renk müdahaleleri gibi çevresel faktörlerin etkisini en aza indirir. Bu şekilde, daha kontrollü ve ideal bir çalışma alanı oluşturulmuş olur (139).



**Resim 25.** Smile Lite renk düzeltici cihaz (139)

Smile Lite, diş hekimlerine klinikte renk belirleme sürecinde, diş teknisyenlerine ise laboratuvar ortamında renk kontrolünde aynı ışık kalitesi ve referans değerleriyle çalışma imkanı sunarak klinik-laboratuvar arasındaki iletişimi ve iş birliğini artırır. Cihaz 30.000–50.000 saatlik uzun kullanım ömrü, hafif, kompakt ve ergonomik bir yapıya sahiptir. Cihaza entegre edilebilen özel polarizasyon filtresi, speküler (yansıtıcı) ve difüz (dağınık) yansımaları önemli ölçüde azaltarak diş yüzeyinin daha detaylı gözlemlenmesini sağlar. Bu gelişmiş filtre sayesinde hue, chroma ve value daha net algılanır, en küçük

detaylar ve karakteristik yapılar belirginleşir, dentin derinliği ve mine transparanlıkları daha iyi değerlendirilir (139).

Dental fotoğrafçılıkta akıllı telefon kullanımının yaygınlaşmasıyla, Smile Lite MDP adlı aydınlatma cihazı geliştirilmiştir (Resim 26). Cihaz 55–85 mm genişliğindeki tüm akıllı telefonlarla uyumlu olan ayarlanabilir evrensel bir adaptöre ve üç farklı LED ışık grubuna sahiptir. Ortada yer alan sekiz LED’li halka ışık, fotoğraflarda halka flaş etkisi yaratır. Her iki yanda bulunan altışar LED ampuller ise ikiz flaş etkisi sağlar. Bu üç aydınlatma grubu birbirinden bağımsız olarak kontrol edilebilir ve cihazda yer alan dört farklı güç kademesi sayesinde ışık şiddeti istenilen düzeye ayarlanabilir. Cihaz, ideal aydınlatma için gerekli olan 5500 K renk sıcaklığında ışık sağlar (140).

Merkezdeki LED ışık ile kamera merceği arasına yerleştirilebilen polarizasyon filtresi sayesinde diş yüzeyinde oluşabilecek parlamaların önüne geçilmektedir. Yan ışıklara takılabilen difüzörler ise yumuşatılmış ve homojen bir aydınlatma sağlar. Fotoğraf çekimi sırasında cihazın, nesneden 10–20 cm mesafede konumlandırılması önerilir. Kullanımı son derece pratik olan bu cihaz, herhangi bir özel uygulama, kalibrasyon ya da teknik eğitim gerektirmeden doğrudan kullanılabilir. Smile Lite MDP; renk belirleme işlemleri, tedavi planlaması, süreç takibi, klinik belgeleme, değerlendirme ve laboratuvar ile etkili iletişim kurulması gibi pek çok klinik ve teknik avantaj sağlamaktadır (140).



**Resim 26.** Smile Lite MDP ışık cihazı (140)

### 2.2.2. Çevresel Etkenler

Renk seçimini etkileyen çevresel faktörler, algılanan ton ve doygunluk üzerinde değişimlere yol açarak doğru renk eşlemesini zorlaştırabilir. Bu faktörler arasında renk

seçilen ortamının duvar renkleri, kullanılan ekipmanların rengi, hastanın kıyafeti, makyajı, ten rengi, hasta önlüğü ve dişlerin arka planı yer alır.

İdeal duvar rengi nötr gridir, çünkü nötr grinin tamamlayıcı rengi yoktur ve gözdeki koni reseptörleri üzerinde dinlendirici bir etkiye sahiptir (28, 29, 141). Bu nedenle, renk seçimi yapılacak klinik ortamında nötr gri bir arka plan tercih edilmeli, renkli giysilerin üzeri nötr gri bir örtüyle kapatılmalı ve hastanın makyajı çıkarılmalıdır (142). Ayrıca, renk seçiminin doğruluğunu artırmak için diş yüzeyinde mevcut olan dış lekeler varsa işlem öncesinde polisaj ile uzaklaştırılmalıdır (29).

### **2.2.3. Gözlemciyle İlişkili Etkenler**

#### **2.2.3.1. Renk Görme Bozukluğu**

Renk körlüğü olarak da bilinen renk görme bozukluğu (Color Vision Deficiency, CVD), insan gözünde kırmızı, yeşil ve mavi işığa duyarlı üç tip pigmentten birinin eksikliği ya da yokluğu sonucu ortaya çıkar. Bu pigmentler, insan gözünde renk algısından sorumlu olan koni hücrelerinde bulunur. Renk körlüğünden koni hücreleri sorumlu olduğundan kişinin hue ve chroma'yı ayırt etmesi value'yi ayırt etmesinden daha çok etkilenir. Çünkü value'dan temel olarak rod hücreleri sorumludur (2).

Diş hekimlerinin, klinik uygulamalarda renk algısının doğruluğu açısından renk körlüğünün değerlendirilmesi önerilmektedir. Eğer herhangi bir renk görme bozukluğu tespit edilirse, diş hekimi renk seçim sürecinde başka bir gözlemciden yardım almalıdır (134). Ishihara Testi, renk görme bozukluğunu belirlemek amacıyla kullanılan en yaygın ve güvenilir yöntemlerden biridir (143).

#### **2.2.3.2. Binoküler Fark**

Binoküler farklılık, sağ ve sol göz arasındaki algısal farkları ifade eder. Binoküler renk farkını değerlendirmek amacıyla, iki nesne eşit aydınlatma koşulları altında yan yana yerleştirilir. Eğer bu nesnelerden biri (rneğin sağdaki), diğerine göre daha açık görünüyorsa ve nesnelerin yerleri değiştirildiğinde sağda bulunan nesne hala açık görünmeye devam ediyorsa, bu durum binoküler bir renk farkının varlığına işaret eder. Renk skalası örneklerinin, renk eşlemesi yapılacak dişin yanına değil; doğrudan üstüne ya da altına yerleştirilmesi, binoküler algı farklarından kaynaklanabilecek görsel hataların en aza indirilmesine katkı sağlar (2).

#### **2.2.3.3. Yaş**

Yaşlanma, renk algısı ve dolayısıyla renk seçimi üzerinde olumsuz etkiler yaratır (2). Zamanla, gözün kornea ve lens yapıları sararmaya başlar, bu da bireyin sarı-kahverengi renklere karşı yatkınlığını artırır. Bu değişim, beyaz ile sarı tonlarının ayırt edilmesini güçleştirir. Bu süreç genellikle 30 yaş civarında başlar, 50 yaşından sonra daha belirgin hale gelir ve 60 yaşından sonra klinik olarak anlamlı düzeye ulaşır. 60 yaşından sonra birçok kişi, özellikle mavi ve mor renk tonlarını algılamada ciddi zorluklar yaşamaktadır (144, 145).

#### **2.2.3.4. Cinsiyet**

Kromatik anomaliler, doğru renk seçimini etkileyen etkili faktörlerden biridir ve bu tür görme bozuklukları erkek bireylerde kadınlara göre daha yaygın olarak görülmektedir. Erkeklerin yaklaşık %8'i ve kadınların %0.5'i bir dereceye kadar renk görme bozukluğuna sahiptir. Renk körlüğü, X kromozomuna bağlı kalıtsal geçişli bir bozukluk olduğu için, erkeklerde bu durumun görülme olasılığı kadınlara kıyasla 10 ila 20 kat daha fazladır. Bu genetik farklılık, bazı çalışmalarda kadınların renk eşleştirmede erkeklere göre daha başarılı olmalarının muhtemel nedenlerinden biri olarak gösterilmiştir (146). Ancak yine de, gözlemcinin cinsiyetine bağlı farklılıklar, literatürde ya yeterince ele alınmamış ya da sınırlı şekilde değerlendirilmiş olduğundan, halen tartışmalı bir konu olma niteliğini sürdürmektedir (10, 13, 15, 138, 147–153).

#### **2.2.3.5. Eğitim ve mesleki deneyim**

Renk eğitimi ve uygulamalı eğitim programları, uzun yıllardır bilim, sanat ve endüstri gibi birçok alanlarda kullanılmaktadır. Klinik diş hekimliğinde, estetik başarının önemli bir bileşeni olan doğal diş ile restorasyon arasındaki renk uyumunun ön plana çıkarılmasıyla birlikte, diş hekimliği fakültelerinde renk eğitime yönelik ilgi artmış ve bu doğrultuda eğitim veren kurumların sayısı da giderek çoğalmıştır. Bu kapsamda verilen eğitimler; renk teorisinin temelleri, renk gösterim sistemleri, uygun renk seçimi için gerekli ortam koşulları ve araçlar (renk skalaları), renk eşleştirme teknikleri ve diş hekimi ile diş teknisyeni arasındaki iletişim gibi konuları içermelidir (40).

Literatürde mesleki deneyimin ve renk kavramlarına ilişkin bilgi düzeyinin renk seçimindeki başarıyı artırabileceğini bildiren çalışmaların yanı sıra (16, 19, 40, 147, 150–152, 154), bu faktörlerin herhangi bir etkisinin bulunmadığını savunan görüşler de yer

almaktadır (12, 13, 15, 138, 148, 153, 155, 156). Ayrıca, bazı araştırmacılar renk eşleştirme becerisinin düzenli egzersizler ve renk kavramlarına yönelik eğitimlerle geliştirilebileceğini ileri sürmektedir (14, 147, 150, 157).

#### **2.2.3.6. Yorgunluk**

Yorgunluk, hatalı renk belirlemesinin en yaygın nedenlerinden biridir. Görsel algıdaki bozulmalar, sistemik, lokal veya zihinsel yorgunluğun sonucu olarak ortaya çıkar. Özellikle hue (ton) ve chroma (doygunluk) algısındaki hatalar, yorgunluk dönemlerinde daha belirgin hale gelir; bu durum, renklerin soluk veya bulanık algılanmasına da neden olabilir (2).

Art arda farklı hastalarda yapılan renk seçimleri, görsel yorgunluğu artırarak hatalı eşleşmelerin ortaya çıkmasına zemin hazırlar. Ayrıca, dental ünite ışıklarının yüksek yoğunluk ve parlaklıkta olması da göz yorgunluğunu tetikleyen başlıca faktörlerdendir. Bu nedenle, renk belirleme işlemi dental ünite ışığı açılmadan önce tamamlanmalıdır (158).

#### **2.2.3.7. Duygular**

Duygusal durum, renk algısını etkileyen fizyolojik faktörlerden biridir. Gözlemcinin duygusal durumu papiller çapında genişleme (dilatasyon) ya da daralma (konstriksiyon) gibi değişikliklere neden olabilir. Papiller çapı da gözün ışık alımını ve dolayısıyla renkleri ayırt etme yetisini doğrudan etkiler (2).

#### **2.2.3.8. İlaçlar**

İlaçlar ve maddelerin kullanımı, renk algısı üzerinde doğrudan ya da dolaylı etkiler yaratabilir. Alkol, kafein ve uyuşturucu maddeler gibi psikoaktif ajanların yanı sıra, reçeteli veya reçetesiz kullanılan çeşitli ilaçlar da görsel sistem üzerinde yan etkilere yol açabilir. Bu ilaçlar, retinadan başlayarak görsel kortekse kadar olan görsel yolun herhangi bir bölümünü etkileyebilir. Ancak, tüm farmakolojik yan etkilerde olduğu gibi bu etkilerin şiddeti ve türü kişiden kişiye farklılık gösterebilir (2).

#### **2.2.3.9. Beslenme**

Beslenme alışkanlıkları, yalnızca genel sağlık üzerinde değil, aynı zamanda göz sağlığı ve dolayısıyla renk algısı üzerinde de önemli bir etkiye sahiptir. Bazı araştırmacılar, doymuş yağ oranı yüksek gıdaların aşırı tüketimi ile makula dejenerasyonu arasında bir

ilişki olabileceğini belirtmişlerdir. Makula, retinanın merkezi bölgesi olup, keskin ve renkli görmeden sorumludur. Ayrıca, taze meyveler ve koyu yeşil yapraklı sebzelerin tüketiminin, makula dejenerasyonunun şiddetini azaltabileceğine veya ilerlemesini yavaşlatabileceğine dair kanıtlar bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, C ve E vitamini gibi antioksidanlar takviyeleri, bazı vakalarda hastalığın ilerleyişini yavaşlatma konusunda olumlu etkiler gösterdiği bilinmektedir. Çinko, lutein ve diğer eser elementler de göz sağlığı açısından kritik öneme sahiptir. Kısacası bireyin beslenmesi, yalnızca sistemik sağlık için değil, göz sağlığı açısından da vazgeçilmez bir faktördür (2).

### **2.3. Renk Seçiminde Dikkat Edilmesi Gereken Genel Prensipler**

Renk belirleme sürecinde kullanılan yöntem ya da sistem ne olursa olsun, başarılı ve tutarlı sonuçlar elde edebilmek için bazı temel ilkelere uyulması gerekmektedir (22, 29, 98).

1. Renk ölçümünün yapılacağı klinik veya laboratuvar ortamının duvar rengi, algılanan rengi etkileyebilir. Nötral gri tonlar algılamayı en az etkileyen ve gözü yormayan arka plan olarak önerilir (66).
2. Güneş ışığının gün içindeki değişkenliğinden etkilenmemek için pencere güneşlikleri kullanılabilir. Bu durumlarda, 5500 K renk sıcaklığına sahip ışık düzeltici cihazlar tercih edilmelidir. Aydınlatma araçlarının renk sıcaklıklarındaki değişimleri belirlemek için düzenli aralıklarla kontrol edilmeleri önerilir (159).
3. Renk seçimi asla dental ünite ışığı altında yapılmamalıdır, çünkü bu ışıklar genellikle sarı ton ağırlıklı ve yüksek yoğunluktadır ve algıyı bozabilir.
4. Hastanın parlak veya koyu renkli kıyafetlerini maskelemek için gri bir hasta önlüğü kullanılmalı, varsa ruj temizlenmelidir.
5. Renk ölçümü yapılacak olan diş yüzeyi temiz olmalı ve yüzeydeki plak, leke ve renk algısını etkileyebilecek diğer kalıntılar öncesinde polisaj ile temizlenmelidir (160).
6. Rengin saptanması süresince doğal dişlerin ıslak olmasına dikkat edilmelidir. Seçim, diş preparasyonu, dolgu için kavite hazırlanması veya diğer ağız içi işlemlerin öncesinde yapılmalıdır (29, 141, 161, 162). Çünkü işlem sonrası oluşan dehidratasyon, dişin value değerinin artmasına, chroma ve translüsensinin azalmasına neden olur. Dişlerin renk değişimine uğraması (160)

ve gözlerin yorulması gibi faktörlerden etkilenmemek için ilk iş olarak rengin belirlenmesi gerekmektedir.

7. Hasta, hekimin göz seviyesinde olmalıdır. Bu, retinanın renge en duyarlı bölgesinin (fovea) etkin biçimde uyarılmasını sağlar. Görüş mesafesi yaklaşık 25 cm olmalıdır.
8. Renk seçimi yapılırken skalalardaki renk örneği, dişin kesici kenarına hizalanacak şekilde konumlandırılmalıdır. Böylece, renk örneklerinin etkili bir şekilde dişlerden izole edilmesi sağlanarak, örnek ile doğal dişin birbiri üzerinde yansıma yapması engellenir.
9. Göz yorulmadan yapılan ilk gözlemler genellikle en doğru sonuçları verir. Aynı dişe 5 saniyeden uzun süre bakmak, renk algısında sapmalara neden olabilir. Bu nedenle dişe uzun süre dikkatle bakmaktan kaçınılmalı, özellikle sarı tonlara karşı duyarlılığın azalabileceği unutulmamalıdır.
10. Hekim renk seçimi sırasında, objeleri eşleştirmeden önce her dikkatli bakışı arasında gözlerini mavi bir objeye bakarak dinlendirmelidir . Mavi arka yapılar kullanmak daha turuncu seçimler yapmaya yol açabileceğinden önerilmemektedir. Arka yapı nötral gri renginde olmalıdır.
11. Value değeri gözler kısıldığında daha doğru tespit edilebilir; çünkü bu durumda göze gelen ışık miktarı azalır ve renkleri algılamayan ancak ışığa duyarlı olan rod hücreleri aktive olur.
12. Renk seçimi, metamerizmi önlemek amacıyla farklı ışık kaynakları (örneğin; gün ışığı, floresan, akkor lamba ve renk düzeltici ışık) altında tekrarlanarak kontrol edilmelidir (163).
13. Renk seçimi sırasında, ışığın yansıma şekli farklı açılardan gözlemlenerek değerlendirilmelidir. Bu sayede yüzey özellikleri ve translüsensi hakkında daha kapsamlı bilgi elde edilir.
14. Eğer tam bir renk eşleşmesi sağlanamıyorsa, daha düşük chroma ve daha yüksek value değerine sahip bir rengin tercih edilmesi önerilir. Çünkü restorasyonlara sonradan yapılan renklendirme işlemleriyle chroma'nın azaltılması ve value'nun artırılması zordur, bu durum genellikle opak bir görünümle sonuçlanır (164, 165).
15. Eğer mümkünse renk seçimi klinikteki yardımcı personellerin de görüşleri alınarak teyit edilmelidir.

### 3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışmada güncel olarak tercih edilen farklı aydınlatma koşulları altında farklı renk skalaları kullanılarak, farklı mesleki deneyime sahip gözlemci gruplarının renk seçme başarıları değerlendirilmiştir.

Araştırmanın Etik Kurul onayı, Karadeniz Teknik Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulundan 2024/7 protokol numarası ile alındı. Çalışmanın tüm aşamaları Karadeniz Teknik Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalında gerçekleştirildi.

#### 3.1. Çalışma Gruplarının Belirlenmesi

Örneklem büyüklüğünün hesaplanmasında Aswini Kumar ve arkadaşlarının 2019 yılında yapmış olduğu çalışma (166) esas alınarak gruplar arasında renk seçimi doğru/yanlış oranları açısından en fazla %25’lik fark oluşturacak ve alfa hata=0.05, beta hata=0.20 olacak şekilde toplamda 47 kişinin araştırmaya dahil edilmesi öngörüldü ancak muhtemel veri kayıpları göz önünde bulundurularak toplamda en az 60 kişinin (her bir grup için 20’şer) araştırmaya dahil edilmesi planlandı.

Çalışmaya, Karadeniz Teknik Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesinden 21-35 yaş aralığındaki 60 gözlemci gönüllülük esasına bağlı olarak katılım gerçekleştirdi. Katılımcılar her grupta 20 kişi (n=20) olacak şekilde seçildi; Grup AR: protetik diş tedavisi araştırma görevlileri, Grup SÖ: protetik diş tedavisi dersi klinik uygulama eğitimini tamamlamış olan 5. sınıf diş hekimliği öğrencileri, Grup PÖ: diş hekimliğinde renk seçimi teorik eğitimini almış olan 3. sınıf diş hekimliği öğrencileri.

Çalışmaya katılacak araştırma görevlileri en az 2 yılını doldurmuş olmak şartıyla Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalından seçildi. Çalışmaya katılacak öğrenciler ise “Diş Hekimliğinde Renk” dersini teorik olarak almış olmak şartıyla 3. sınıf öğrencilerinden ve Protetik Diş Tedavisi dersi klinik uygulama eğitimini tamamlamış olmak şartıyla 5. sınıf öğrencilerinden bilgisayar destekli programla randomize olarak seçildi. Tüm katılımcıların renk eşleştirme yetkinliğine sahip olduğu, Ishihara renk körlüğü testini (ISO TR 28642:2016) başarıyla tamamlanmasıyla doğrulandı.

Çalışmaya dahil edilen katılımcılara araştırmayla ilgili detaylı bilgi verilerek, renk ölçümü sırasında yapılacak işlemler anlatıldı ve katılımcılardan gönüllü onam formu ile imzalı onayları alındı. Bilgilendirilmiş onam formu imzalayan 21-35 yaş arası katılımcılar

çalışmaya dahil edildi. 35 yaşın üzerindeki katılımcılar, yaşa bağlı görme sorunlarından kaçınmak için çalışmaya dahil edilmedi.

### 3.2. Çalışma Dizaynı

Çalışmada iki farklı renk skalası, iki farklı ışık kaynağı kullanılarak spektrofotometre cihazı ile ölçümler yapıldı. Çalışmada kullanılan materyaller üretici bilgileri ile birlikte Tablo 3’te ve görselleri Resim 27-30’da gösterildi.

**Tablo 3.** Çalışmada kullanılan materyaller

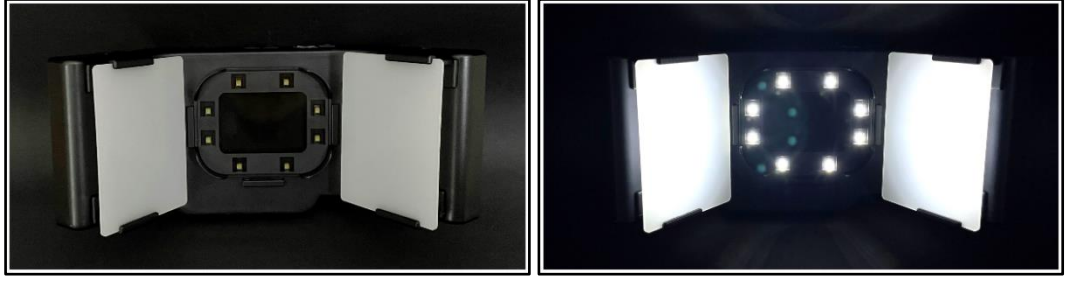
| Materyal Adı              | Materyal Tipi        | Üretici Firma                           |
|---------------------------|----------------------|-----------------------------------------|
| VITA Classical A1-D4      | Renk Skalası         | Vita Zahnfabrik, Bad Sachingen, Almanya |
| VITA Toothguide 3D-MASTER | Renk Skalası         | Vita Zahnfabrik, Bad Sachingen, Almanya |
| Smile Lite MDP            | Işık Düzeltici Cihaz | Smile Line, St-Imier, İsviçre           |
| VITA Easyshade V          | Spektrofotometre     | Vita Zahnfabrik, Bad Sachingen, Almanya |



**Resim 27.** VITA Classical A1-D4 renk skalası



**Resim 28.** VITA Toothguide 3D-MASTER renk skalası



**Resim 29.** Smile Lite MDP ışık cihazı



**Resim 30.** VITA Easys shade V spektrofotometre

### 3.3. Veri Toplama

Bu çalışmada eşleşmelerin yapılabilmesi için VITA Classical A1-D4 renk skalasından temel hue değerlerinden olan A2, B2, C2 ve D2 renkleri seçildi.

Tüm görsel ölçümler, 30x30x70 cm boyutlarında, nötral gri fonla kaplı, üst tarafında doğal gün ışığını taklit eden 5500 K'lik floresan lamba bulunan bir renk ölçüm kutusu (viewing booth) içerisinde gerçekleştirildi (Resim 31). A2, B2, C2 ve D2 renkleri, ağız içini taklit etmesi için siyah arka fon kullanılarak, bir dairesel platform üzerinde 45 derece açıyla eğimli olacak şekilde rastgele ve eşit aralıklarla yerleştirildi (Resim 32). Seçilen renklerin isimleri siyah bir bantla kapatıldı. Her renk bir etiketle numaralandırıldı ve diş formu dışı bakacak şekilde radyal olarak yerleştirildi. Aynı malzeme ve boyutta ek bir platform, bir bağlayıcı yardımıyla ilk platforma sabitlendi ve platformların birbirine göre hareket edebilmesi sağlandı. Dış etkenlerin etkisini en aza indirmek için, görüntüleme kabini içi nötral gri fonla kaplandı.



**Resim 31.** Renk ölçüm kutusu (viewing booth)

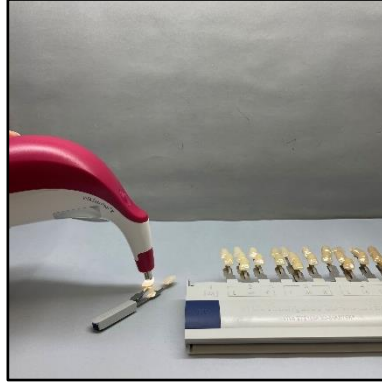


**Resim 32.** Renk seçiminin yapıldığı dairesel platform düzeneği

VITA Easyshade V spektrofotometre cihazı ile skalalardaki tüm renkler renk ölçüm kutusu içerisinde 3 kez ölçülüp ortalaması alındı (Resim 33 ve 34) ve  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri kaydedildi (Resim 35). Bu değerler ile kontrol grubu oluşturuldu.



**Resim 33.** VITA Classical A1-D4 renk skalasındaki renklerin spektrofotometre ile ölçülmesi

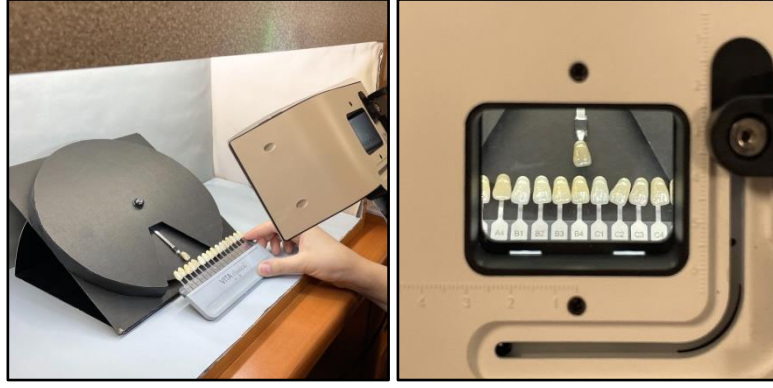


**Resim 34.** VITA Toothguide 3D-MASTER renk skalasındaki renklerin spektrofotometre ile ölçülmesi



**Resim 35.** Bulguların L\*a\*b\* değerlerinin kaydedilmesi

Katılımcılara VITA Classical A1-D4 renk skalasından seçilen 4 adet rengi (A2, B2, C2, D2); iki farklı renk skalası (VITA Classical A1-D4 renk skalası ve VITA Toothguide 3D-MASTER renk skalası) ve iki farklı ışık kaynağı (doğal gün ışığı ve Smile Lite MDP 5500 K ışık düzeltici cihaz) kullanarak rengi tahmin etmeleri istendi (Resim 36 ve 37). Seçimler; VITA Classical renk skalası ile doğal gün ışığı kullanımı (VCDL), VITA Classical renk skalası ile Smile Lite ışık cihazı kullanımı (VCSL), VITA Toothguide 3D-MASTER renk skalası ile doğal gün ışığı kullanımı (V3DDL) ve VITA Toothguide 3D-MASTER renk skalası ile Smile Lite ışık cihazı kullanımı (V3DSL) olacak şekilde 4 grup altında kaydedildi.



**Resim 36.** Katılımcıların VITA Classical A1-D4 renk skalası ve Smile Lite ışık kaynağı kullanarak renk seçimi



**Resim 37.** Katılımcıların VITA Toothguide 3D-MASTER renk skalası ve Smile Lite ışık kaynağı kullanarak renk seçimi

Yanıt kaydetme süresi sınırlı olmasa da, katılımcılara bir nesneye uzun süre bakmanın retina hücrelerinde yorgunluğa yol açabileceği bildirildi. Karşılaştırmalar arasında gözlerini rahatlatmaları için, mavi kartlara bakmaları önerildi. Tüm renk seçimleri günün aynı saatinde ve aynı ortamda yapıldı. Her bir katılımcıdan elde edilen veriler bir gözlemci takip formu doldurularak not edildi (Tablo 4).

**Tablo 4.** Gözlemci takip formu

|                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                     |                |                |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| <br>KARADENİZ<br>TEKNİK ÜNİVERSİTESİ<br>Diş Hekimliği Fakültesi<br>DHF | <b>Karadeniz Teknik Üniversitesi</b><br><b>Diş Hekimliği Fakültesi</b><br><b>Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı</b><br><b>Gözlemci Takip Formu</b> |                |                |                |
| <b>Gözlemci</b>                                                                                                                                         | <input type="checkbox"/> AR (Arş. Gör.)<br><input type="checkbox"/> SÖ (5. Sınıf Öğrencisi)<br><input type="checkbox"/> PÖ (3. Sınıf Öğrencisi)     |                |                |                |
|                                                                                                                                                         | <b>1. Renk</b>                                                                                                                                      | <b>2. Renk</b> | <b>3. Renk</b> | <b>4. Renk</b> |
| <b>Doğal gün ışığı kullanarak,</b><br><b>VITA Classical A1-D4 renk skalası ile</b>                                                                      |                                                                                                                                                     |                |                |                |
| <b>Doğal gün ışığı kullanarak,</b><br><b>VITA Toothguide 3D-MASTER renk skalası ile</b>                                                                 |                                                                                                                                                     |                |                |                |
| <b>Smile Lite 5500 K ışık düzeltici cihaz kullanarak,</b><br><b>VITA Classical A1-D4 renk skalası ile</b>                                               |                                                                                                                                                     |                |                |                |
| <b>Smile Lite 5500 K ışık düzeltici cihaz kullanarak,</b><br><b>VITA Toothguide 3D-MASTER renk skalası ile</b>                                          |                                                                                                                                                     |                |                |                |

### 3.3.1. Renk Farklılıklarının ( $\Delta E^*_{00}$ ) Hesaplanması

Katılımcıların seçtikleri renklerin renk değerleri ile kontrol grubundan elde edilen renk verileri  $\Delta E^*_{00}$  formülü kullanılarak renk farklılıkları hesaplandı.

$$\Delta E^*_{00} = [(\Delta L'/K_L S_L)^2 + (\Delta C'/K_C S_C)^2 + (\Delta H'/K_H S_H)^2 + R_T (\Delta C'/K_C S_C)(\Delta H'/K_H S_H)]^{1/2}$$

$$\Delta L' = L'_2 - L'_1$$

$$\Delta C' = C'_2 - C'_1$$

$$\Delta H' = 2\sqrt{(C'_1 C'_2) \cdot \sin(\Delta h'/2)}$$

CIEDE 2000 formülünde;  $\Delta L'$ ,  $\Delta C'$  ve  $\Delta H'$  sırasıyla iki örnek arasındaki açıklık, doygunluk ve ton farklılıklarını ifade eder. Ağırlandırma faktörleri ( $S_L$ ,  $S_C$  ve  $S_H$ ),  $L^*a^*b^*$  koordinatlarındaki renk farkı çiftinin konumuna bağlı olarak toplam renk farkını dengelemeye yarar. Deneysel koşullara bağlı düzeltmeler için parametrik faktörler ( $K_L$ ,  $K_C$  ve  $K_H$ ), mavi bölgedeki renk ve ton farklılıklarını hesaplamak için ise rotasyon fonksiyonu ( $R_T$ ) kullanılır.

Hesaplanan  $\Delta E^*_{00}$  değerlerine göre her bir katılımcıya algılanabilirlik eşiği ve kabul edilebilirlik eşiği dikkate alınarak 0, 1 ve 2 şeklinde puanlar verildi (Tablo 5).

**Tablo 5.**  $\Delta E^*_{00}$  değerlerine göre katılımcılara verilen puanlar

| $\Delta E^*_{00}$ | Katılımcıya verilen puan |
|-------------------|--------------------------|
| 0                 | 0                        |
| 0-1.8             | 1                        |
| >1.8              | 2                        |

### 3.4. İstatistiksel Değerlendirme

İstatistiksel analizler SPSS for Windows 22.0 (Statistical Package for the Social Sciences v22.0, SPSS Inc. Chicago, IL, ABD) programı ile gerçekleştirildi. Tanımlayıcı istatistikler medyan (ortanca), minimum-maksimum ve gerekli durumlarda frekans değerleri olarak verildi. Gruplar arası karşılaştırmalarda Kruskal Wallis, Mann-Whitney U testi ve Bonferroni düzeltmesi kullanıldı. Korelasyon analizleri Spearman korelasyon testi ile gerçekleştirildi. İkili karşılaştırmalarda 4 grup karşılaştırması için (VCDL, VCSL, V3DDL, V3DSL), kritik p değeri=0.008;  $p<0.01$  düzeyindeki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. 3 grup karşılaştırması için (AR, SÖ, PÖ),  $p<0.017$  düzeyindeki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

#### 4. BULGULAR

Spektrofotometre cihazı ile skaladaki seçilen renklerden elde edilen verilerin ortalaması  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  olarak kaydedildi ve elde edilen  $\Delta E^*_{00}$  değerlerine renk farklılıklarının klinik anlamlılık seviyesine göre puanlar verilerek istatistiksel analiz yapıldı ( $\Delta E^*_{00}=0$  için 0,  $\Delta E^*_{00}=0-1.8$  için 1,  $\Delta E^*_{00}>1.8$  için 2 puan).

##### 4.1. Skalalardaki Renklerin $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ Değerleri

VITA Classical A1-D4 renk skalası ve VITA Toothguide 3D-MASTER renk skalasında değerlendirilen renklerin ortalama  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri Tablo 6-7’de verildi.

**Tablo 6.** VITA Toothguide 3D-MASTER renk skalası için ortalama  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri

| Renk  | $L^*_{ort}$ | $a^*_{ort}$ | $b^*_{ort}$ |
|-------|-------------|-------------|-------------|
| 1M1   | 83.20       | -0.56       | 13.50       |
| 1M2   | 83.96       | -0.83       | 19.60       |
| 2L1,5 | 79.73       | -0.80       | 17.50       |
| 2L2,5 | 79.43       | -0.40       | 26.10       |
| 2M1   | 78.80       | 0           | 15          |
| 2M2   | 78.46       | 0.10        | 20.36       |
| 2M3   | 79.66       | 0.10        | 26.16       |
| 2R1,5 | 79.33       | 0.50        | 17.90       |
| 2R2,5 | 79.63       | 0.96        | 24.80       |
| 3L1,5 | 71.93       | 0.80        | 20.60       |
| 3L2,5 | 72.16       | 0.80        | 25.70       |
| 3M1   | 74.16       | 1.20        | 16.66       |
| 3M2   | 73.06       | 1.50        | 22.66       |
| 3M3   | 73.50       | 1.53        | 29.16       |
| 3R1,5 | 74.60       | 1.80        | 19.83       |
| 3R2,5 | 72.56       | 1.80        | 26.53       |
| 4L1,5 | 68.33       | 1.93        | 22.50       |
| 4L2,5 | 69.16       | 2.60        | 30.30       |
| 4M1   | 67.56       | 2.43        | 18.90       |
| 4M2   | 68.16       | 2.80        | 24.80       |
| 4M3   | 68.53       | 3.20        | 31.50       |
| 4R1,5 | 67.10       | 3.46        | 21.86       |
| 4R2,5 | 68.56       | 3.56        | 28.56       |
| 5M1   | 61          | 3.90        | 20.83       |
| 5M2   | 62.83       | 4.50        | 28.66       |
| 5M3   | 63.50       | 4.46        | 31.93       |

**Tablo 7.** VITA Classical A1-D4 renk skalası için ortalama L\*, a\*, b\* değerleri

| Renk | L* <sub>ort</sub> | a* <sub>ort</sub> | b* <sub>ort</sub> |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|
| A1   | 79.26             | -0.96             | 13.96             |
| A2   | 78.66             | -0.16             | 19.26             |
| A3   | 76.80             | -0.10             | 21.20             |
| A3,5 | 70.70             | 1.83              | 23.53             |
| A4   | 66.10             | 2.03              | 22.73             |
| B1   | 78.43             | -0.83             | 14.96             |
| B2   | 78.40             | -1.40             | 17.66             |
| B3   | 74                | -0.43             | 22.46             |
| B4   | 73.33             | -0.06             | 24.50             |
| C1   | 74.46             | -0.96             | 14.23             |
| C2   | 70.70             | -0.40             | 17.36             |
| C3   | 67.30             | 0.80              | 18.53             |
| C4   | 62.96             | 1.43              | 21.56             |
| D2   | 70.80             | -0.33             | 13.43             |
| D3   | 71.60             | 0.13              | 18.66             |
| D4   | 70.40             | -0.40             | 20.43             |

VITA Classical A1-D4 renk skalasından seçilen 4 adet renk ve her iki skaladaki renklere ait  $\Delta E^*_{00}$  değerleri Tablo 8-9'da verildi. VITA Classical A1-D4 renk skalasından seçilen 4 adet rengin, VITA Toothguide 3D-MASTER renk skalasındaki karşılıkları en düşük  $\Delta E^*_{00}$  değerlerine ve spektrofotometreden elde edilen değerlere göre hesaplandı (Resim 38).

**Resim 38.** Seçilen renklerin skalalardaki karşılıkları

**Tablo 8.** VITA Toothguide 3D-MASTER renk skalası için  $\Delta E^*_{00}$  değerleri

| Renk  | A2    | B2    | C2   | D2    |
|-------|-------|-------|------|-------|
| 1M1   | 4.58  | 4.19  | 9.22 | 8.86  |
| 1M2   | 3.69  | 4.01  | 9.53 | 10.02 |
| 2L1,5 | 1.40  | 1.16  | 7.05 | 7.92  |
| 2L2,5 | 3.42  | 4.48  | 7.75 | 9.19  |
| 2M1   | 2.41  | 2.23  | 6.10 | 5.94  |
| 2M2   | 0.66  | 2.26  | 5.95 | 6.88  |
| 2M3   | 3.49  | 4.69  | 7.92 | 9.34  |
| 2R1,5 | 1.16  | 2.30  | 6.39 | 6.83  |
| 2R2,5 | 3.06  | 4.52  | 7.67 | 8.97  |
| 3L1,5 | 5.06  | 5.55  | 2.38 | 4.34  |
| 3L2,5 | 5.77  | 6.53  | 4.53 | 6.70  |
| 3M1   | 3.90  | 4.35  | 3.25 | 3.67  |
| 3M2   | 4.72  | 5.62  | 3.86 | 5.71  |
| 3M3   | 6.20  | 7.22  | 6.38 | 8.46  |
| 3R1,5 | 3.64  | 4.67  | 4.04 | 5.21  |
| 3R2,5 | 5.96  | 6.93  | 5.25 | 7.31  |
| 4L1,5 | 8.14  | 8.68  | 4.07 | 5.87  |
| 4L2,5 | 9.04  | 9.86  | 6.84 | 8.95  |
| 4M1   | 8.78  | 9.22  | 4.12 | 5.11  |
| 4M2   | 8.75  | 9.46  | 5.30 | 7.13  |
| 4M3   | 9.81  | 10.65 | 7.54 | 9.60  |
| 4R1,5 | 9.52  | 10.17 | 5.47 | 6.79  |
| 4R2,5 | 9.29  | 10.16 | 6.72 | 8.68  |
| 5M1   | 14.38 | 14.78 | 9.32 | 10.06 |
| 5M2   | 13.55 | 14.17 | 9.43 | 10.94 |
| 5M3   | 13.49 | 14.16 | 9.80 | 11.52 |

**Tablo 9.** VITA Classical A1-D4 renk skalası için  $\Delta E^*_{00}$  değerleri

| Renk | A2    | B2    | C2   | D2   |
|------|-------|-------|------|------|
| A1   | 3.24  | 2.27  | 6.61 | 6.24 |
| A2   | 0     | 1.69  | 5.93 | 6.67 |
| A3   | 1.66  | 2.67  | 4.97 | 6.23 |
| A3,5 | 6.53  | 7.27  | 3.93 | 5.94 |
| A4   | 9.87  | 10.31 | 5.23 | 6.78 |
| B1   | 2.58  | 1.65  | 5.87 | 5.70 |
| B2   | 1.69  | 0     | 5.77 | 6.21 |
| B3   | 3.75  | 4.22  | 3.66 | 5.54 |
| B4   | 4.67  | 5.30  | 4.19 | 6.28 |
| C1   | 4.29  | 3.48  | 3.45 | 2.90 |
| C2   | 5.93  | 5.77  | 0    | 2.32 |
| C3   | 8.57  | 8.69  | 3.06 | 4.25 |
| C4   | 12.20 | 12.42 | 6.89 | 7.99 |
| D2   | 6.67  | 6.21  | 2.32 | 0    |
| D3   | 5.17  | 5.30  | 1.17 | 3.15 |
| D4   | 6.10  | 6.18  | 1.67 | 3.98 |

#### 4.2. Katılımcı Gruplarına Göre Seçilen Renk Değerleri

Tüm katılımcı gruplarının VCDL, V3DDL, VCSL ve V3DSL skalalarından seçtikleri renkler için aldıkları puanların sayısal veri ve yüzde değerleri Tablo 10'da verildi.

**Tablo 10.** Katılımcıların aldıkları puanların sayı ve yüzdeleri

|         |        | VCDL |       | V3DDL |       | VCSL |       | V3DSL |       |
|---------|--------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| Renkler | Puan   | Sayı | Yüzde | Sayı  | Yüzde | Sayı | Yüzde | Sayı  | Yüzde |
| Grup AR |        |      |       |       |       |      |       |       |       |
| A2      | 0      | 13   | %65   | 12    | %60   | 19   | %95   | 12    | %60   |
|         | 1      | 4    | %20   | 1     | %5    | 1    | %5    | 2     | %10   |
|         | 2      | 3    | %15   | 7     | %35   | -    | -     | 6     | %30   |
|         | toplam | 20   | %100  | 20    | %100  | 20   | %100  | 20    | %100  |
| B2      | 0      | 9    | %45   | 2     | %10   | 19   | %95   | 4     | %20   |
|         | 1      | 5    | %25   | -     | -     | 1    | %5    | -     | -     |
|         | 2      | 6    | %30   | 18    | %90   | -    | -     | 16    | %80   |
|         | toplam | 20   | %100  | 20    | %100  | 20   | %100  | 20    | %100  |
| C2      | 0      | 11   | %55   | 12    | %60   | 19   | %95   | 10    | %50   |
|         | 1      | 1    | %5    | -     | -     | -    | -     | -     | -     |
|         | 2      | 8    | %40   | 8     | %40   | 1    | %5    | 10    | %50   |
|         | toplam | 20   | %100  | 20    | %100  | 20   | %100  | 20    | %100  |
| D2      | 0      | 16   | %80   | 7     | %35   | 19   | %95   | 8     | %40   |
|         | 1      | -    | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -     |
|         | 2      | 4    | %20   | 13    | %65   | 1    | %5    | 12    | %60   |
|         | toplam | 20   | %100  | 20    | %100  | 20   | %100  | 20    | %100  |
| Grup SÖ |        |      |       |       |       |      |       |       |       |
| A2      | 0      | 12   | %60   | 9     | %45   | 16   | %80   | 13    | %65   |
|         | 1      | 3    | %15   | 3     | %15   | 2    | %10   | 1     | %5    |
|         | 2      | 5    | %25   | 8     | %40   | 2    | %10   | 6     | %30   |
|         | toplam | 20   | %100  | 20    | %100  | 20   | %100  | 20    | %100  |
| B2      | 0      | 9    | %45   | 4     | %20   | 15   | %75   | 4     | %20   |
|         | 1      | 5    | %25   | -     | -     | 2    | %10   | -     | -     |
|         | 2      | 6    | %30   | 16    | %80   | 3    | %15   | 16    | %80   |
|         | toplam | 20   | %100  | 20    | %100  | 20   | %100  | 20    | %100  |
| C2      | 0      | 7    | %35   | 5     | %25   | 13   | %65   | 8     | %40   |
|         | 1      | 1    | %5    | -     | -     | -    | -     | -     | -     |
|         | 2      | 12   | %60   | 15    | %75   | 7    | %35   | 12    | %60   |
|         | toplam | 20   | %100  | 20    | %100  | 20   | %100  | 20    | %100  |
| D2      | 0      | 1    | %90   | 6     | %30   | 17   | %85   | 8     | %40   |
|         | 1      | -    | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -     |
|         | 2      | 2    | %10   | 14    | %70   | 3    | %15   | 12    | %60   |
|         | toplam | 20   | %100  | 20    | %100  | 20   | %100  | 20    | %100  |
| Grup PÖ |        |      |       |       |       |      |       |       |       |
| A2      | 0      | 8    | %40   | 4     | %20   | 6    | %30   | 4     | %20   |
|         | 1      | 4    | %20   | 4     | %20   | 9    | %45   | 7     | %35   |
|         | 2      | 8    | %40   | 12    | %60   | 5    | %25   | 9     | %45   |
|         | toplam | 20   | %100  | 20    | %100  | 20   | %100  | 20    | %100  |

**Tablo 10. (Devamı)**

| <b>Grup PÖ</b> |        |    |      |    |      |    |      |    |      |
|----------------|--------|----|------|----|------|----|------|----|------|
| <b>B2</b>      | 0      | 6  | %30  | 3  | %15  | 8  | %40  | 1  | %5   |
|                | 1      | 2  | %10  | -  | -    | 8  | %40  | -  | -    |
|                | 2      | 12 | %60  | 17 | %85  | 4  | %20  | 19 | %95  |
|                | toplam | 20 | %100 | 20 | %100 | 20 | %100 | 20 | %100 |
| <b>C2</b>      | 0      | 3  | %15  | 4  | %20  | 7  | %35  | 3  | %15  |
|                | 1      | 1  | %5   | -  | -    | -  | -    | -  | -    |
|                | 2      | 16 | %80  | 16 | %80  | 13 | %65  | 17 | %85  |
|                | toplam | 20 | %100 | 20 | %100 | 20 | %100 | 20 | %100 |
| <b>D2</b>      | 0      | 15 | %75  | 4  | %20  | 14 | %70  | 4  | %20  |
|                | 1      | -  | -    | -  | -    | -  | -    | -  | -    |
|                | 2      | 5  | %25  | 16 | %80  | 6  | %30  | 16 | %80  |
|                | toplam | 20 | %100 | 20 | %100 | 20 | %100 | 20 | %100 |

Katılımcıların VCDL, V3DDL, VCSL ve V3DSL skalalarından seçtikleri her bir renk için  $\Delta E^*_{\text{ort}}$  değerleri Tablo 11’de verildi.

**Tablo 11. Katılımcı gruplarına ait  $\Delta E^*_{\text{ort}}$  değerleri**

|                | <b>VCDL Grubu</b> | <b>V3DDL Grubu</b> | <b>VCSL Grubu</b> | <b>V3DSL Grubu</b> |
|----------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| <b>Grup AR</b> |                   |                    |                   |                    |
| <b>A2</b>      | 1.22              | 1.70               | 0.08              | 1.38               |
| <b>B2</b>      | 1.55              | 2.65               | 0.08              | 2.49               |
| <b>C2</b>      | 2.12              | 2.48               | 0.15              | 2.78               |
| <b>D2</b>      | 0.85              | 4.84               | 0.14              | 3.99               |
| <b>Grup SÖ</b> |                   |                    |                   |                    |
| <b>A2</b>      | 1.67              | 1.73               | 0.76              | 1.30               |
| <b>B2</b>      | 2.11              | 3.01               | 1.03              | 2.60               |
| <b>C2</b>      | 2.64              | 4.44               | 1.38              | 3.69               |
| <b>D2</b>      | 0.64              | 4.78               | 0.62              | 4.14               |
| <b>Grup PÖ</b> |                   |                    |                   |                    |
| <b>A2</b>      | 2.52              | 2.83               | 2.15              | 2.44               |
| <b>B2</b>      | 3.32              | 3.46               | 1.82              | 3.15               |
| <b>C2</b>      | 3.93              | 4.35               | 3.10              | 4.87               |
| <b>D2</b>      | 1.03              | 5.52               | 0.98              | 5.33               |

#### 4.3. Katılımcıların Renk Seçimlerinin Değerlendirilmesi

Tüm katılımcılar için VCDL, V3DDL, VCSL ve V3DSL skalaları arasındaki renk seçimlerinin karşılaştırması Kruskal-Wallis testi ile yapıldı ( $p < 0.01$ ).

Grup AR için bulgular değerlendirildiğinde; A2 ve C2 renk seçimlerinde anlamlı fark görülmezken ( $p > 0.01$ ), B2 ve D2 renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü ( $p < 0.001$ ) (Tablo 12).

**Tablo 12.** Grup AR için renk seçimlerinin karşılaştırılması

|                    | <b>A2</b> | <b>B2</b> | <b>C2</b> | <b>D2</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Chi-Square</b>  | 8.773     | 41.146    | 10.767    | 22.120    |
| <b>df</b>          | 3         | 3         | 3         | 3         |
| <b>Asymp. Sig.</b> | 0.032     | 0.000     | 0.013     | 0.000     |

Grup SÖ için bulgular değerlendirildiğinde; A2 ve C2 renk seçimlerinde anlamlı fark görülmezken ( $p>0.01$ ), B2 ve D2 renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü ( $p<0.001$ ) (Tablo 13).

**Tablo 13.** Grup SÖ için renk seçimlerinin karşılaştırılması

|                    | <b>A2</b> | <b>B2</b> | <b>C2</b> | <b>D2</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Chi-Square</b>  | 5.547     | 23.642    | 6.888     | 23.456    |
| <b>df</b>          | 3         | 3         | 3         | 3         |
| <b>Asymp. Sig.</b> | 0.136     | 0.000     | 0.076     | 0.000     |

Grup PÖ için bulgular değerlendirildiğinde; A2 ve C2 renk seçimlerinde anlamlı fark görülmezken ( $p>0.01$ ), B2 ve D2 renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü ( $p<0.001$ ) (Tablo 14).

**Tablo 14.** Grup PÖ için renk seçimlerinin karşılaştırılması

|                    | <b>A2</b> | <b>B2</b> | <b>C2</b> | <b>D2</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Chi-Square</b>  | 4.108     | 24.254    | 2.679     | 21.997    |
| <b>df</b>          | 3         | 3         | 3         | 3         |
| <b>Asymp. Sig.</b> | 0.250     | 0.000     | 0.444     | 0.000     |

#### 4.4. Katılımcılar Bazında Skalaların Değerlendirilmesi

Skalaların ikili karşılaştırmaları Mann-Whitney U testi ile yapıldı ( $p<0.01$ ).

##### 4.4.1. Grup AR'ye Ait Renk Seçimlerinin Skalalara Göre İkili Karşılaştırmaları

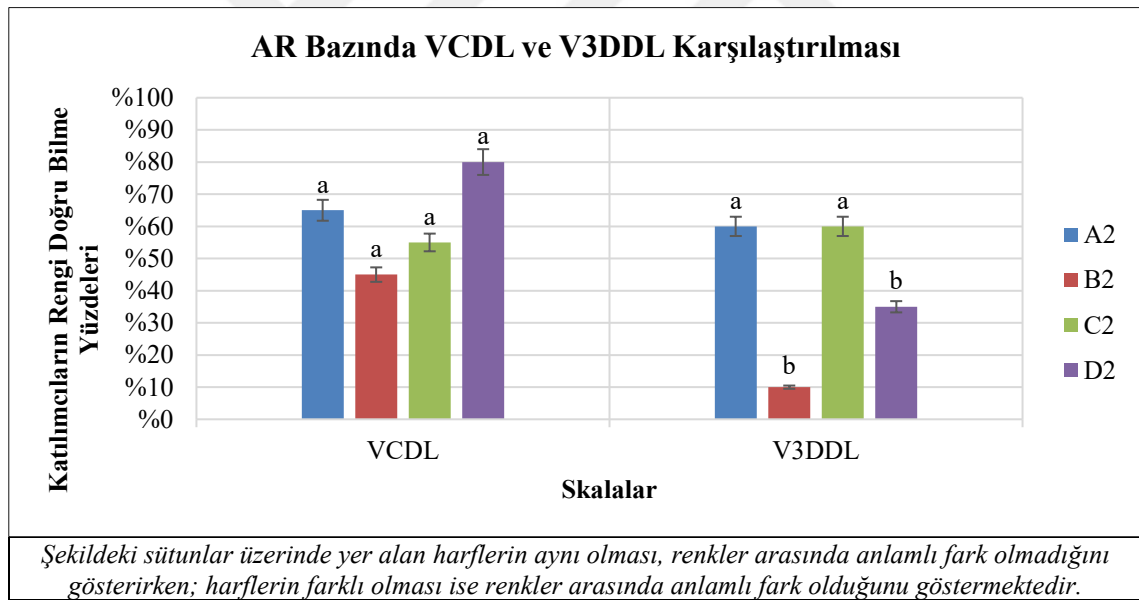
Grup AR'ye ait renk seçimlerinde kullanılan skalaların ikili karşılaştırmalarına ilişkin istatistiksel değerler Tablo 15'te verildi.

**Tablo 15.** AR bazında tüm skalaların ikili karşılaştırmaları

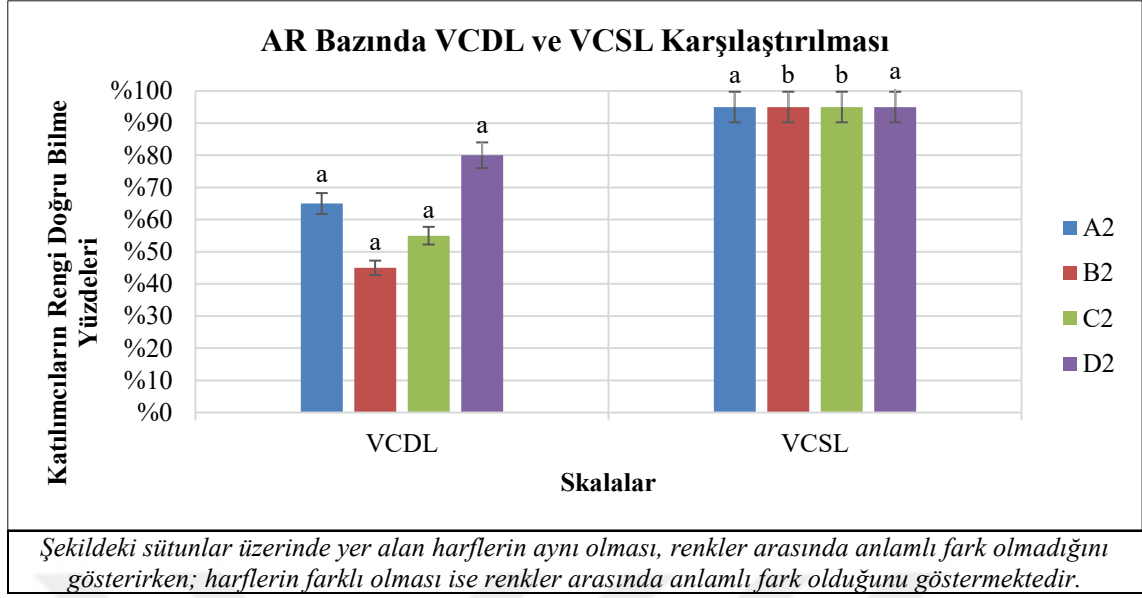
|       |   |       |  | p değeri |        |        |        |
|-------|---|-------|--|----------|--------|--------|--------|
|       |   |       |  | A2       | B2     | C2     | D2     |
| VCDL  | - | V3DDL |  | 0.479    | 0.000* | 0.851  | 0.004* |
| VCDL  | - | VCSL  |  | 0.017    | 0.001* | 0.004* | 0.157  |
| V3DDL | - | V3DSL |  | 0.901    | 0.382  | 0.530  | 0.747  |
| VCSL  | - | V3DSL |  | 0.007*   | 0.000* | 0.002* | 0.000* |
| VCDL  | - | V3DSL |  | 0.551    | 0.006* | 0.643  | 0.011  |
| V3DDL | - | VCSL  |  | 0.006*   | 0.000* | 0.009* | 0.000* |

\*p<0.01 düzeyinde anlamlıdır.

VCDL ve V3DDL skalaları karşılaştırıldığında A2 ve C2 renk seçimlerinde anlamlı fark görülmezken ( $p>0.01$ ), B2 ( $p=0.001$ ,  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{VCDL}=1.55$ ;  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{V3DDL}=2.65$ ) ve D2 ( $p=0.014$ ,  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{VCDL}=0.85$ ;  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{V3DDL}=4.84$ ) renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü (Şekil 1).

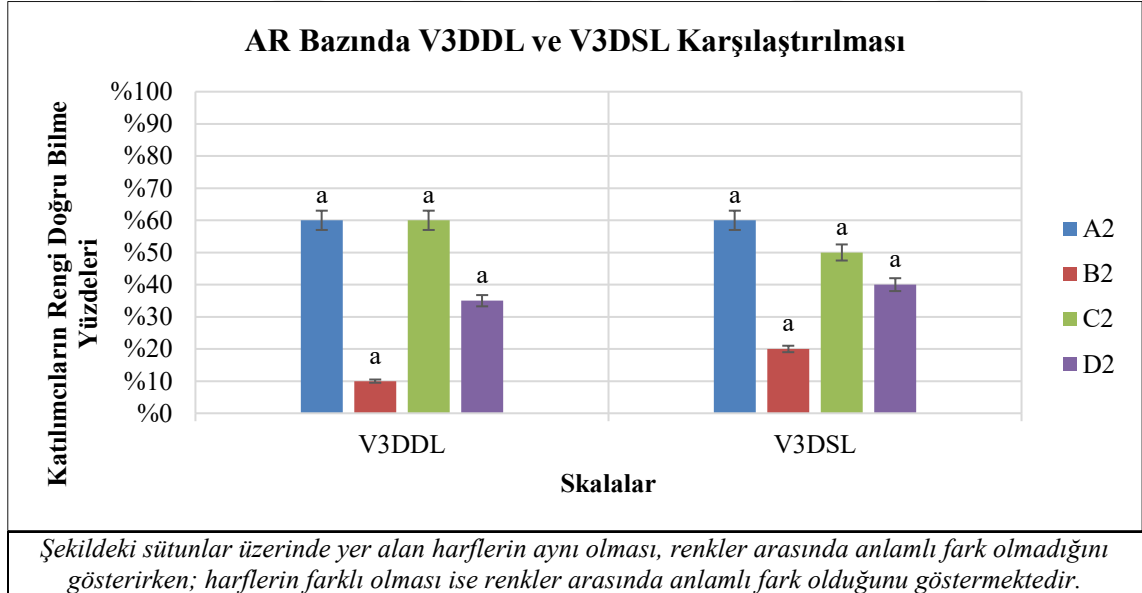
**Şekil 1.** AR bazında VCDL ve V3DDL skalalarının ikili karşılaştırılması

VCDL ve VCSL skalaları karşılaştırıldığında A2 ve D2 renk seçimlerinde anlamlı fark görülmezken ( $p>0.01$ ), B2 ( $p=0.001$ ,  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{VCDL}=1.55$ ;  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{VCSL}=0.08$ ) ve C2 ( $p=0.004$ ,  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{VCDL}=2.12$ ;  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{VCSL}=0.15$ ) renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü (Şekil 2).



**Şekil 2.** AR bazında, VCDL ve VCSL skalalarının ikili karşılaştırılması

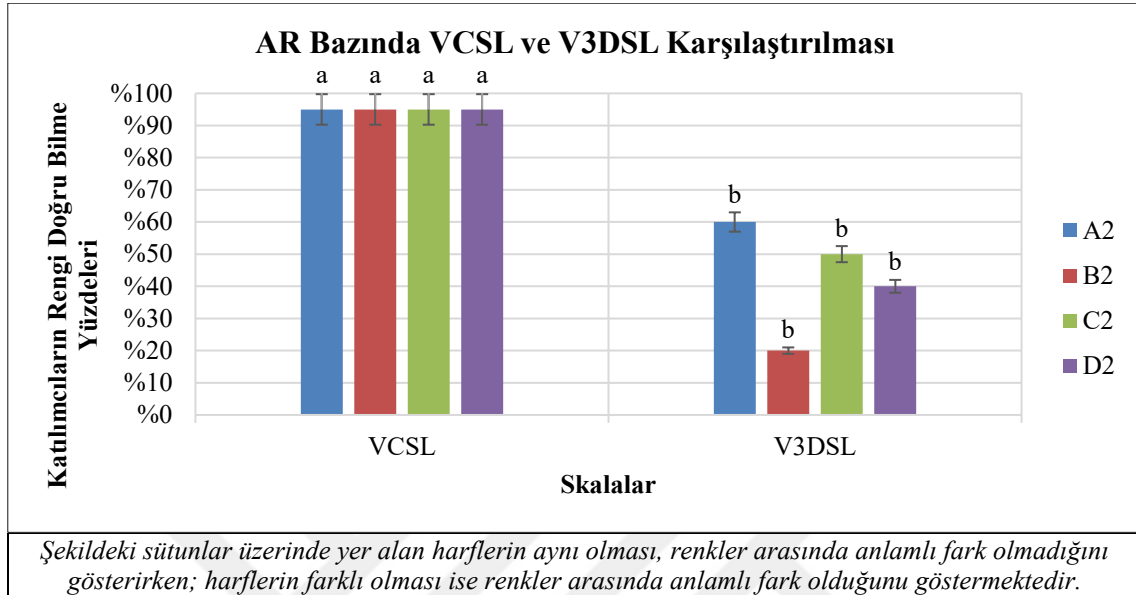
V3DDL ve V3DSL skalaları arasında karşılaştırıldığında renk seçimlerinde anlamlı fark görülmedi ( $p>0.01$ ) (Şekil 3).



**Şekil 3.** AR bazında V3DDL ve V3DSL skalalarının ikili karşılaştırılması

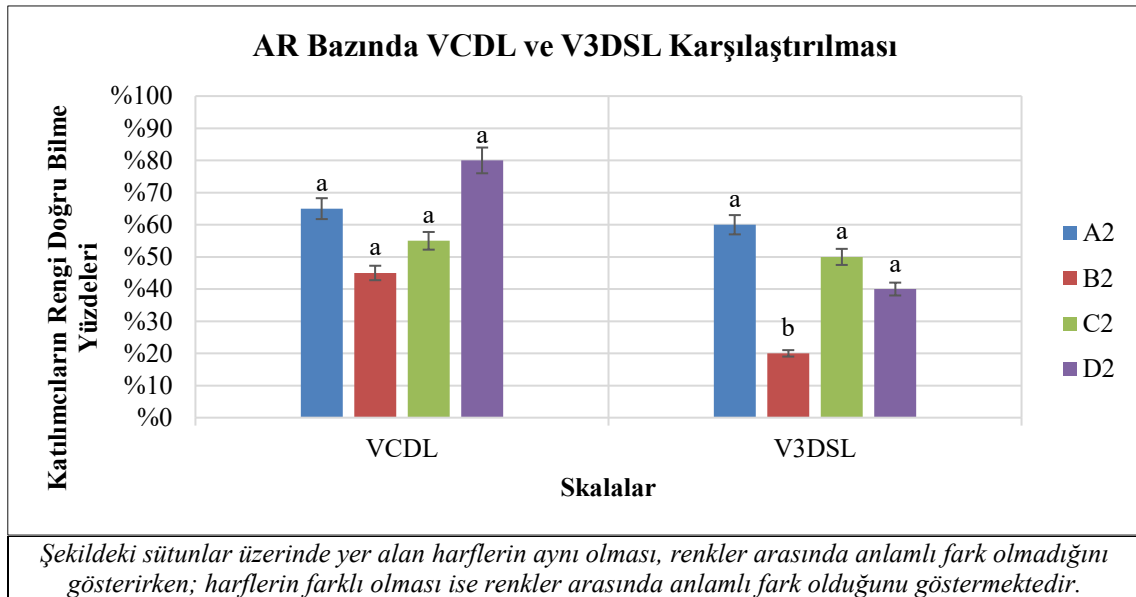
VCSL ve V3DSL skalaları karşılaştırıldığında tüm renk seçimlerinde [A2 ( $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{VCSL}=0.08$ ;  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{V3DSL}=0.38$ ), B2 ( $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{VCSL}=0.08$ ;  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{V3DSL}=2.49$ ), C2

( $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{VCSL}=0.15$ ;  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{V3DSL}=2.78$ ), D2 ( $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{VCSL}=0.14$ ;  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{V3DSL}=3.99$ ) anlamlı fark görüldü ( $p<0.01$ ) (Şekil 4).



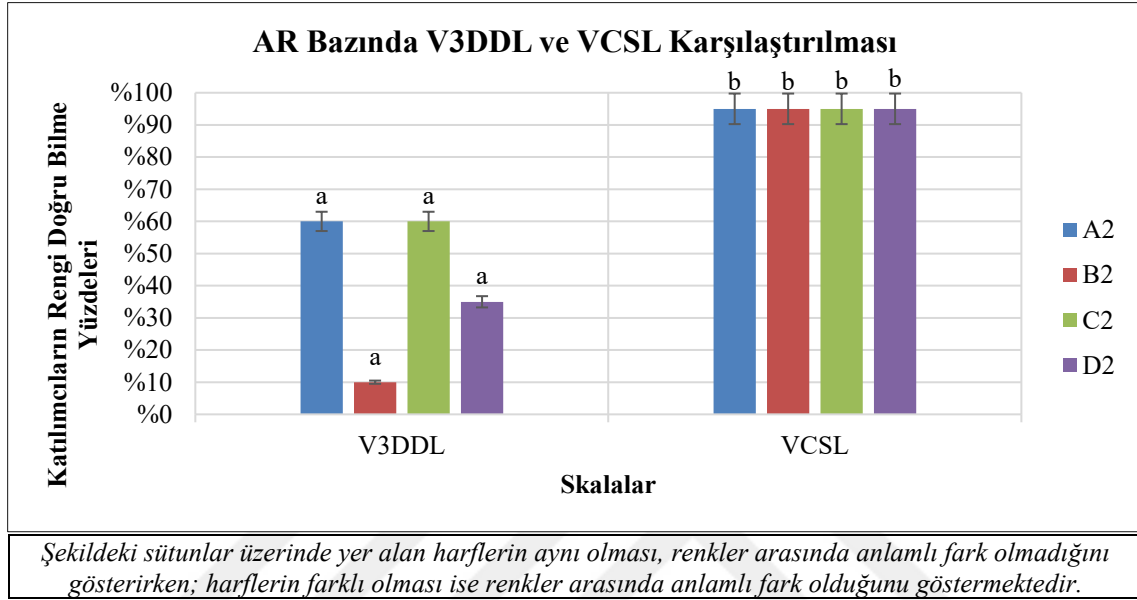
**Şekil 4.** AR bazında VCSL ve V3DSL skalalarının ikili karşılaştırılması

VCDL ve V3DSL skalaları karşılaştırıldığında sadece B2 ( $p=0.006$ ,  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{VCDL}=1.55$ ;  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{V3DSL}=2.49$ ) renk seçiminde anlamlı fark görüldü (Şekil 5).



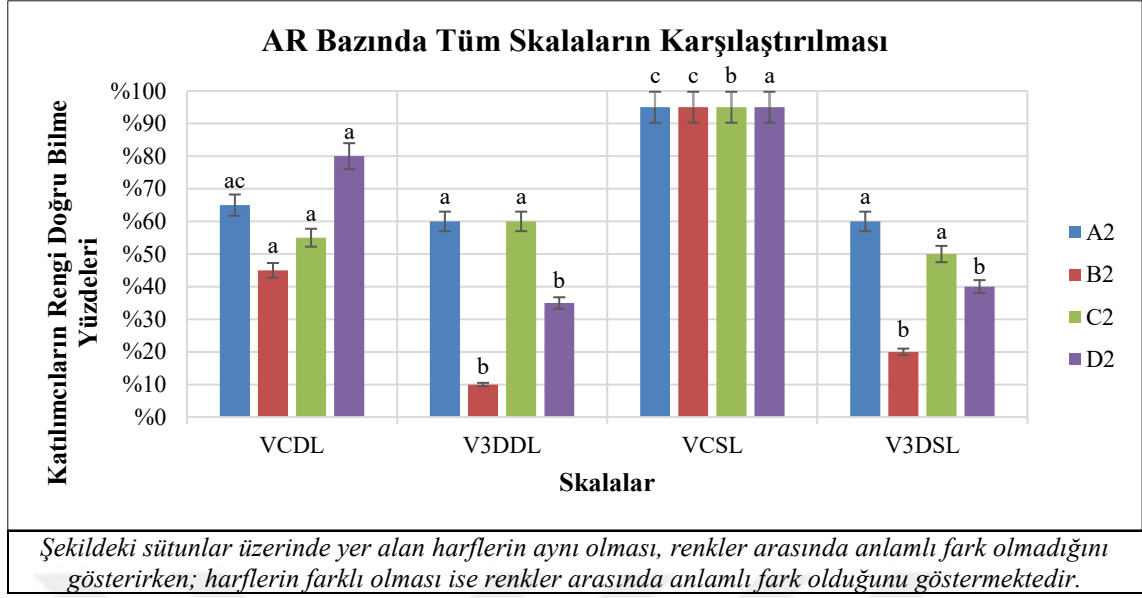
**Şekil 5.** AR bazında VCDL ve V3DSL skalalarının ikili karşılaştırılması

V3DDL ve VCSL skalaları karşılaştırıldığında tüm renk seçimlerinde [A2 ( $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{V3DDL}=1.70$ ;  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{VCSL}=0.08$ ), B2 ( $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{V3DDL}=2.65$ ;  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{VCSL}=0.08$ ), C2 ( $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{V3DDL}=2.48$ ;  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{VCSL}=0.15$ ), D2 ( $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{V3DDL}=4.84$ ;  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{VCSL}=0.14$ )] anlamlı fark görüldü ( $p<0.01$ ) (Şekil 6).



**Şekil 6.** AR bazında, V3DDL ve VCSL skalalarının ikili karşılaştırılması

Grup AR'ye ait renk seçimleri, VCDL ve V3DDL skalaları arasında karşılaştırıldığında B2 ( $p<0.001$ ) ve D2 ( $p=0.004$ ) renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü. VCDL ve VCSL skalaları arasında B2 ( $p=0.001$ ) ve C2 ( $p=0.004$ ) renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü. V3DDL ve V3DSL skalaları arasında renk seçimlerinde anlamlı fark görülmedi ( $p>0.01$ ). VCSL ve V3DSL skalaları arasında ise tüm renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü ( $p<0.01$ ). VCDL ve V3DSL skalaları arasında sadece B2 ( $p=0.006$ ) renk seçiminde anlamlı fark görüldü. V3DDL ve VCSL skalaları arasında tüm renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü ( $p<0.01$ ). AR bazında tüm skalaların karşılaştırılması Şekil 7'de verildi.



**Şekil 7.** AR bazında tüm skalaların karşılaştırılması

#### 4.4.2. Grup SÖ'ye Ait Renk Seçimlerinin Skalalara Göre İkili Karşılaştırmaları

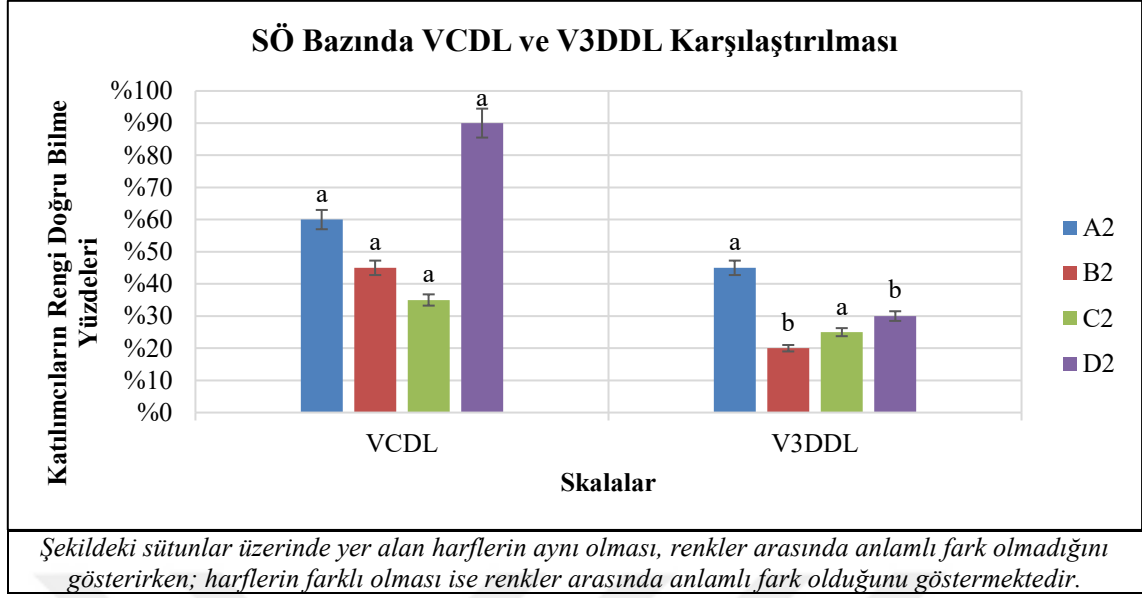
Grup SÖ'ye ait renk seçimlerinde kullanılan skalaların ikili karşılaştırmalarına ilişkin istatistiksel değerler Tablo 16'da verildi.

**Tablo 16.** SÖ bazında tüm skalaların ikili karşılaştırmaları

|       |   |       | p değeri |        |       |        |
|-------|---|-------|----------|--------|-------|--------|
|       |   |       | A2       | B2     | C2    | D2     |
| VCDL  | - | V3DDL | 0.302    | 0.006* | 0.362 | 0.000* |
| VCDL  | - | VCSL  | 0.159    | 0.071  | 0.081 | 0.637  |
| V3DDL | - | V3DSL | 0.287    | 1.000  | 0.317 | 0.513  |
| VCSL  | - | V3DSL | 0.226    | 0.000* | 0.118 | 0.004* |
| VCDL  | - | V3DSL | 0.912    | 0.006* | 0.899 | 0.001* |
| V3DDL | - | VCSL  | 0.018    | 0.000* | 0.012 | 0.001* |

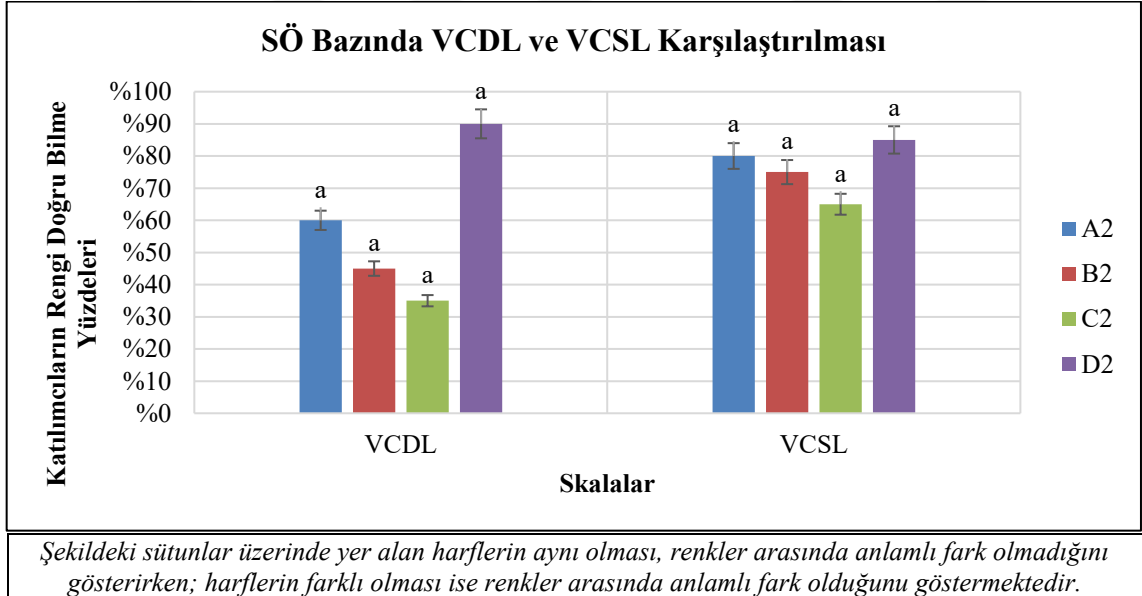
\*p<0.01 düzeyinde anlamlıdır.

VCDL ve V3DDL skalaları karşılaştırıldığında A2 ve C2 renk seçimlerinde anlamlı fark görülmezken ( $p>0.01$ ), B2 ( $p=0.006$ ,  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{VCDL}=2.11$ ;  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{V3DDL}=3.01$ ) ve D2 ( $p<0.001$ ,  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{VCDL}=0.64$ ;  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{V3DDL}=4.78$ ) renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü (Şekil 8).



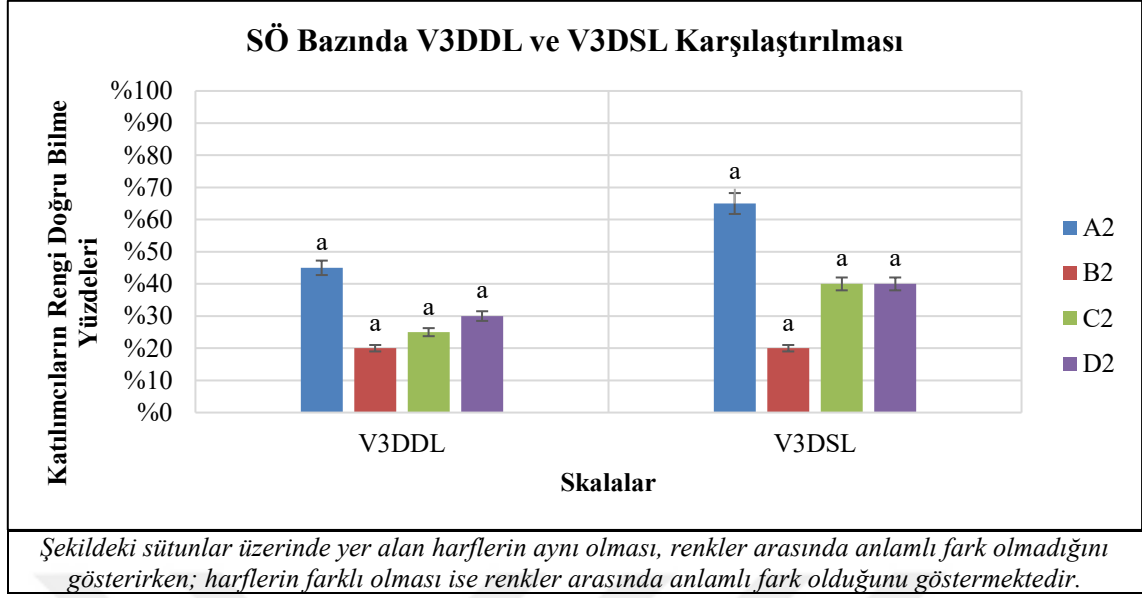
**Şekil 8.** SÖ bazında VCDL ve V3DDL skalalarının ikili karşılaştırılması

VCDL ve VCSL skalaları karşılaştırıldığında renk seçimlerinde anlamlı fark görülmedi ( $p>0.01$ ) (Şekil 9).



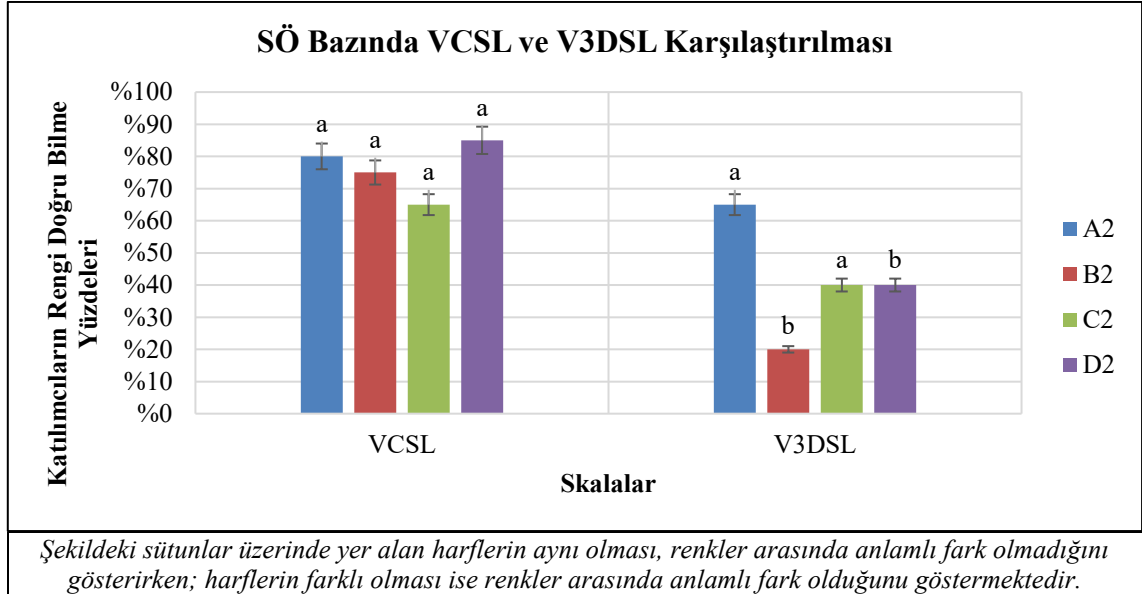
**Şekil 9.** SÖ bazında VCDL ve VCSL skalalarının ikili karşılaştırılması

V3DDL ve V3DSL skalaları karşılaştırıldığında renk seçimlerinde anlamlı fark görülmedi ( $p>0.01$ ) (Şekil 10).



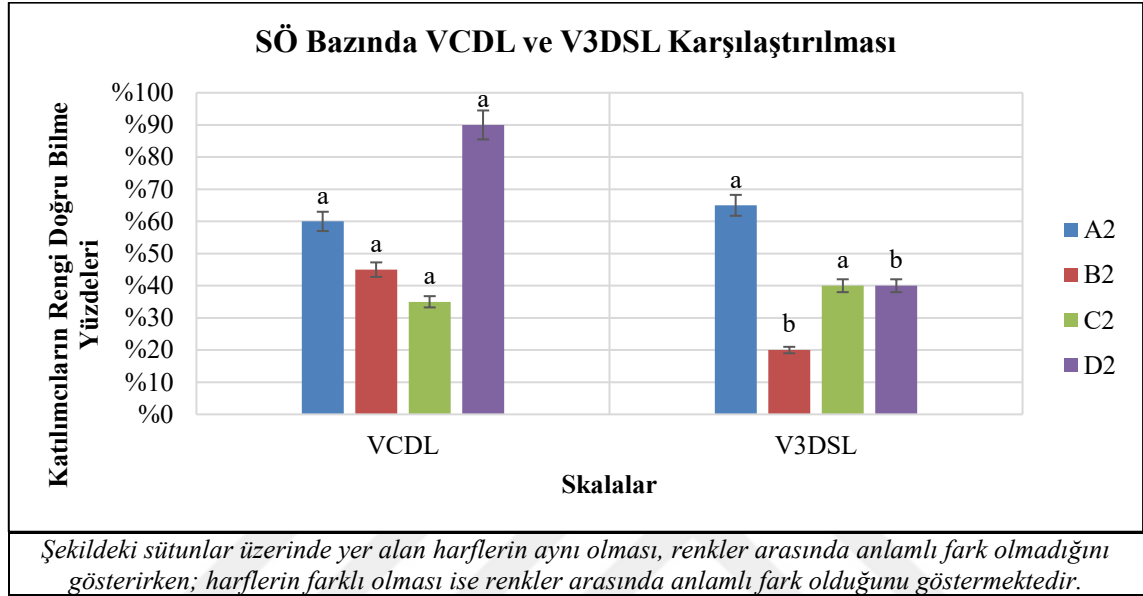
**Şekil 10.** SÖ bazında V3DDL ve V3DSL skalalarının ikili karşılaştırılması

VCSL ve V3DSL skalaları karşılaştırıldığında A2 ve C2 renk seçimlerinde anlamlı fark görülmezken ( $p > 0.01$ ), B2 ( $p < 0.001$ ,  $\Delta E^*_{\text{ort VCSL}} = 1.03$ ;  $\Delta E^*_{\text{ort V3DSL}} = 2.60$ ) ve D2 ( $p = 0.004$ ,  $\Delta E^*_{\text{ort VCSL}} = 0.62$ ;  $\Delta E^*_{\text{ort V3DSL}} = 4.14$ ) renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü (Şekil 11).



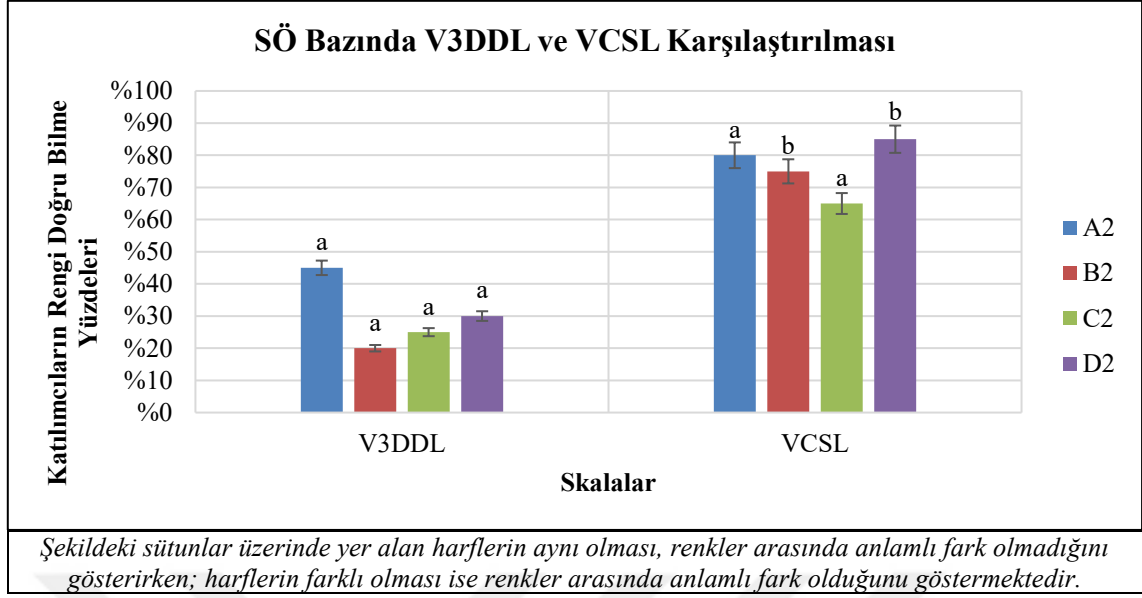
**Şekil 11.** SÖ bazında VCSL ve V3DSL skalalarının ikili karşılaştırılması

VCDL ve V3DSL skalaları karşılaştırıldığında A2 ve C2 renk seçimlerinde anlamlı fark görülmezken ( $p>0.01$ ), B2 ( $p=0.006$ ,  $\Delta E^*_{\text{ortVCDL}}=2.11$ ;  $\Delta E^*_{\text{ortV3DSL}}=2.60$ ) ve D2 ( $p=0.001$ ,  $\Delta E^*_{\text{ortVCDL}}=0.64$ ;  $\Delta E^*_{\text{ortV3DSL}}=4.14$ ) renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü (Şekil 12).



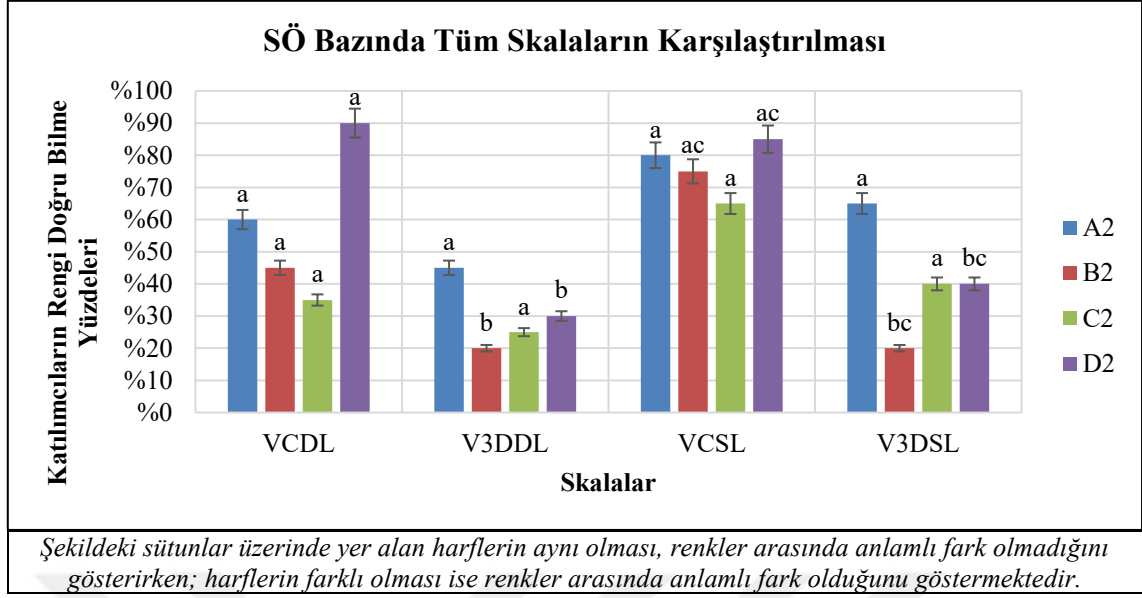
**Şekil 12.** SÖ bazında VCDL ve V3DSL skalalarının ikili karşılaştırılması

V3DDL ve VCSL skalaları karşılaştırıldığında A2 ve C2 renk seçimlerinde anlamlı fark görülmezken ( $p>0.01$ ), B2 ( $p<0.001$ ,  $\Delta E^*_{\text{ortV3DDL}}=3.01$ ;  $\Delta E^*_{\text{ortVCSL}}=1.03$ ) ve D2 ( $p=0.001$ ,  $\Delta E^*_{\text{ortV3DDL}}=$ ;  $\Delta E^*_{\text{ortVCSL}}=0.62$ ) renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü (Şekil 13).



**Şekil 13.** SÖ bazında V3DDL ve VCSL skalalarının ikili karşılaştırılması

Grup SÖ'ye ait renk seçimleri, VCDL ve V3DDL skalaları arasında karşılaştırıldığında B2 ( $p=0.006$ ) ve D2 ( $p<0.001$ ) renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü. VCDL ve VCSL skalaları arasında renk seçimlerinde anlamlı fark görülmedi ( $p>0.01$ ). V3DDL ve V3DSL skalaları arasında renk seçimlerinde anlamlı fark görülmedi ( $p>0.01$ ). VCSL ve V3DSL skalaları arasında ise B2 ( $p<0.001$ ) ve D2 ( $p=0.004$ ) renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü. VCDL ve V3DSL skalaları arasında B2 ( $p=0.006$ ) ve D2 ( $p=0.001$ ) renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü. V3DDL ve VCSL skalaları arasında B2 ( $p<0.001$ ) ve D2 ( $p=0.001$ ) renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü. SÖ bazında tüm skalaların karşılaştırılması Şekil 14'te verildi.



**Şekil 14.** SÖ bazında tüm skalaların karşılaştırılması

#### 4.4.3. Grup PÖ'ye Ait Renk Seçimlerinin Skalalara Göre İkili Karşılaştırmaları

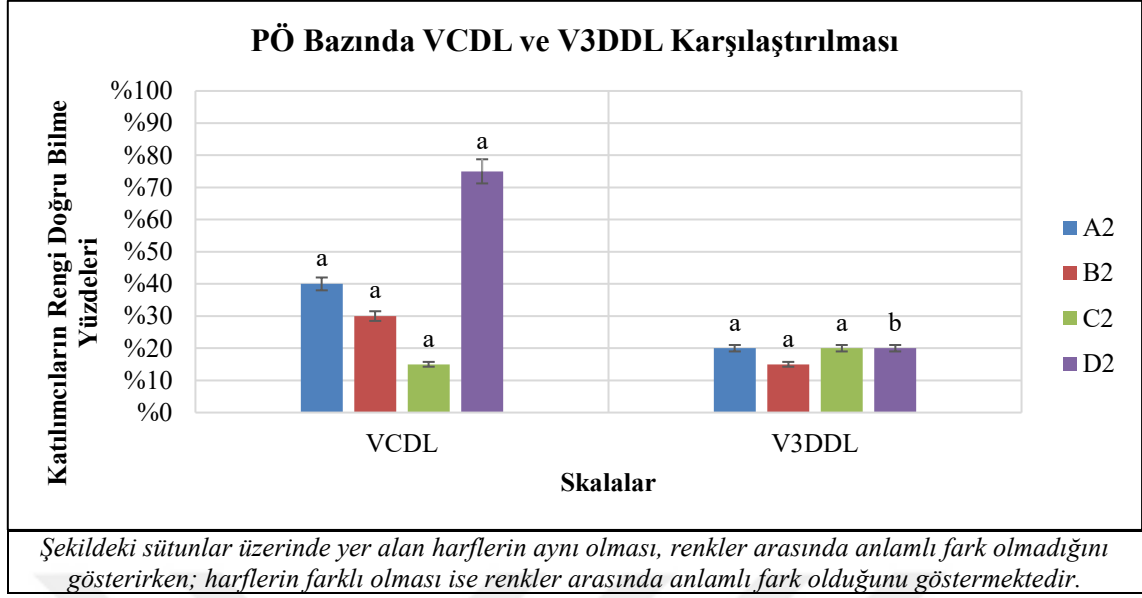
Grup PÖ'ye ait renk seçimlerinde kullanılan skalaların ikili karşılaştırmalarına ilişkin istatistiksel değerler Tablo 17'de verildi.

**Tablo 17.** PÖ bazında tüm skalaların ikili karşılaştırmaları

|       |   |       | p değeri |        |       |        |
|-------|---|-------|----------|--------|-------|--------|
|       |   |       | A2       | B2     | C2    | D2     |
| VCDL  | - | V3DDL | 0.157    | 0.103  | 0.938 | 0.001* |
| VCDL  | - | VCSL  | 0.863    | 0.065  | 0.243 | 0.727  |
| V3DDL | - | V3DSL | 0.475    | 0.298  | 0.681 | 1.000  |
| VCSL  | - | V3DSL | 0.214    | 0.000* | 0.149 | 0.002* |
| VCDL  | - | V3DSL | 0.386    | 0.010  | 0.727 | 0.001* |
| V3DDL | - | VCSL  | 0.064    | 0.000* | 0.294 | 0.002* |

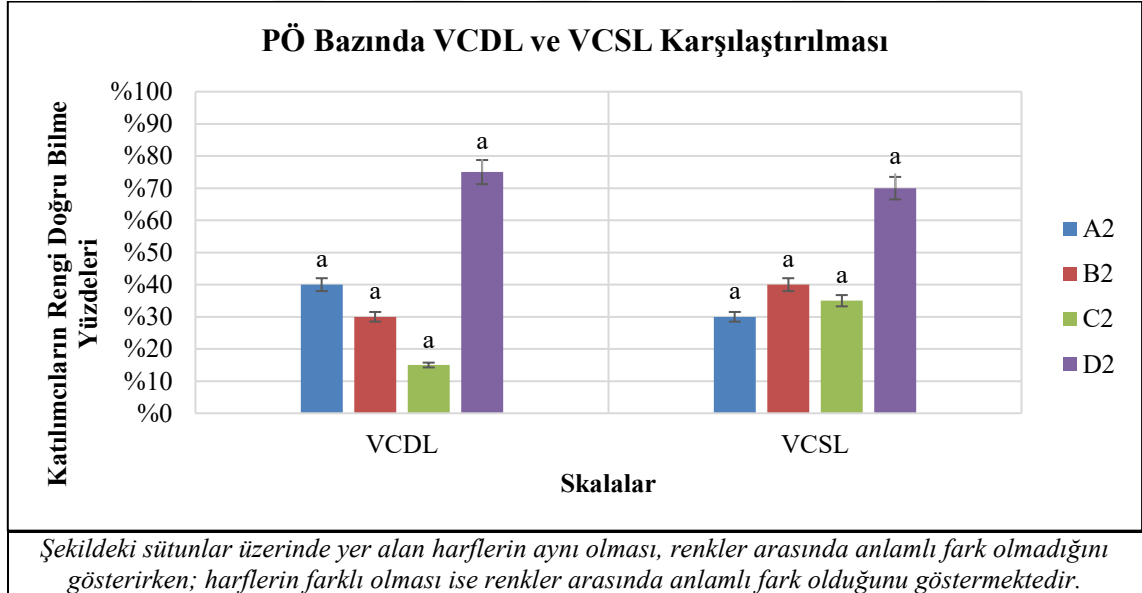
\*p<0.01 düzeyinde anlamlıdır.

VCDL ve V3DDL skalaları karşılaştırıldığında sadece D2 ( $p=0.001$ ,  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{VCDL}=1.03$ ;  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{V3DDL}=5.52$ ) renk seçiminde anlamlı fark görüldü (Şekil 15).



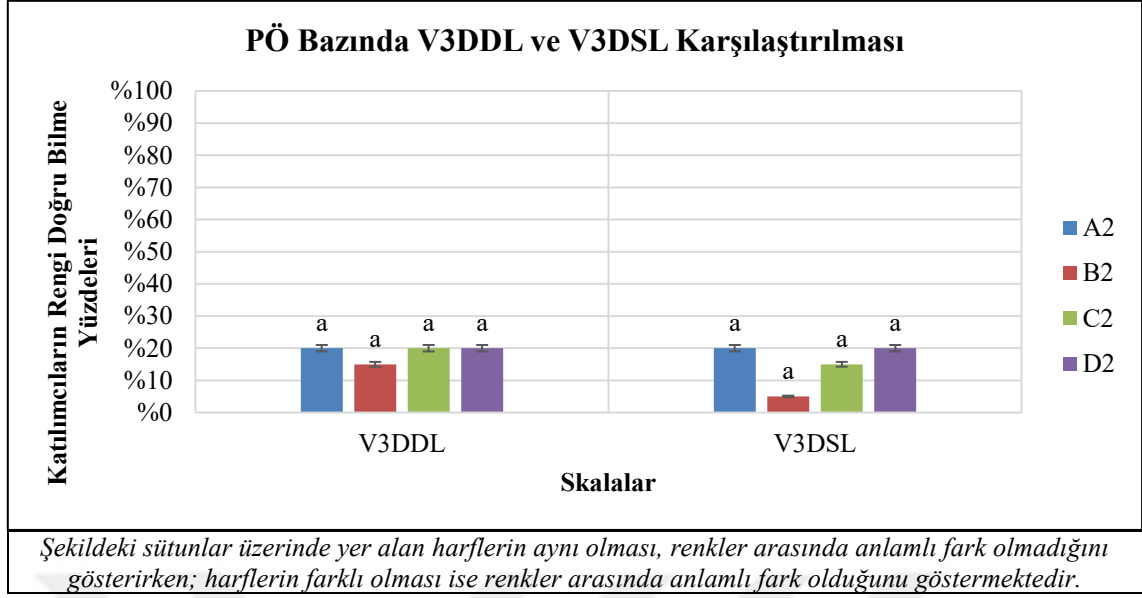
**Şekil 15.** PÖ bazında VCDL ve V3DDL skalalarının ikili karşılaştırılması

VCDL ve VCSL skalaları karşılaştırıldığında renk seçimlerinde anlamlı fark görülmedi ( $p>0.01$ ) (Şekil 16).



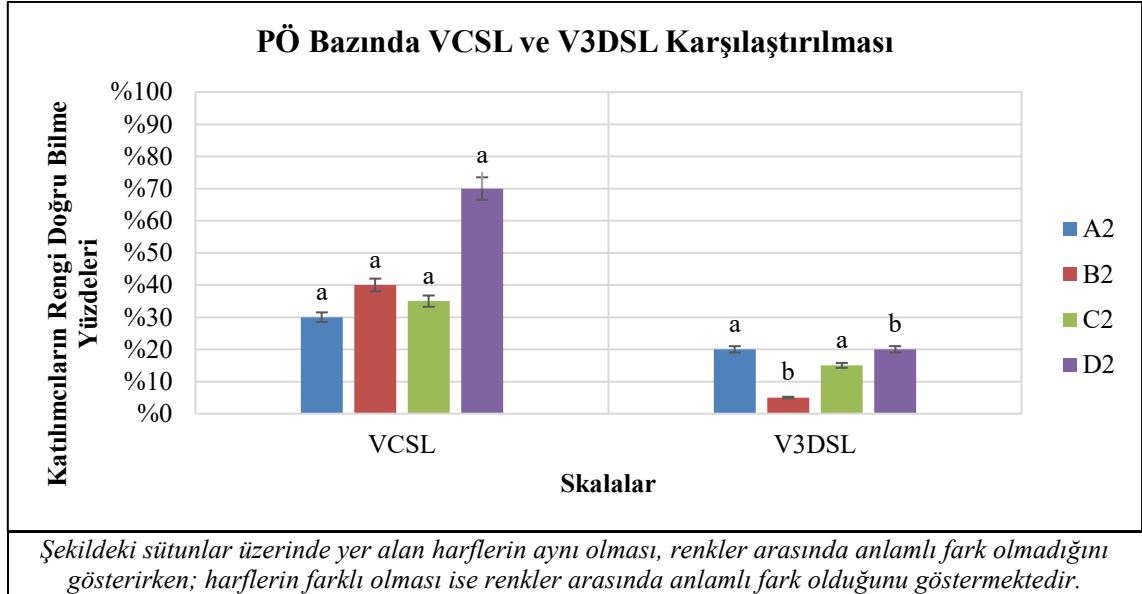
**Şekil 16.** PÖ bazında VCDL ve VCSL skalalarının ikili karşılaştırılması

V3DDL ve V3DSL skalaları karşılaştırıldığında renk seçimlerinde anlamlı fark görülmedi ( $p>0.01$ ) (Şekil 17).



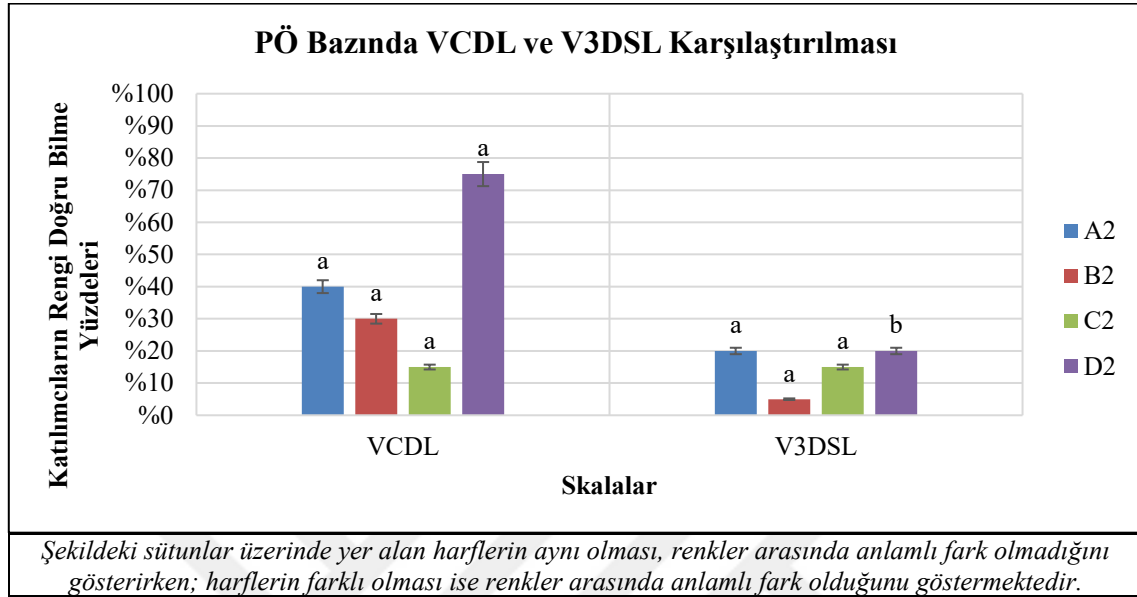
**Şekil 17.** PÖ bazında V3DDL ve V3DSL skalalarının ikili karşılaştırılması

VCSL ve V3DSL skalaları karşılaştırıldığında A2 ve C2 renk seçimlerinde anlamlı fark görülmezken ( $p > 0.01$ ), B2 ( $p < 0.001$ ,  $\Delta E^*_{\text{ort VCSL}} = 1.82$ ;  $\Delta E^*_{\text{ort V3DSL}} = 3.15$ ) ve D2 ( $p = 0.002$ ,  $\Delta E^*_{\text{ort VCSL}} = 0.98$ ;  $\Delta E^*_{\text{ort V3DSL}} = 5.33$ ) renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü (Şekil 18).



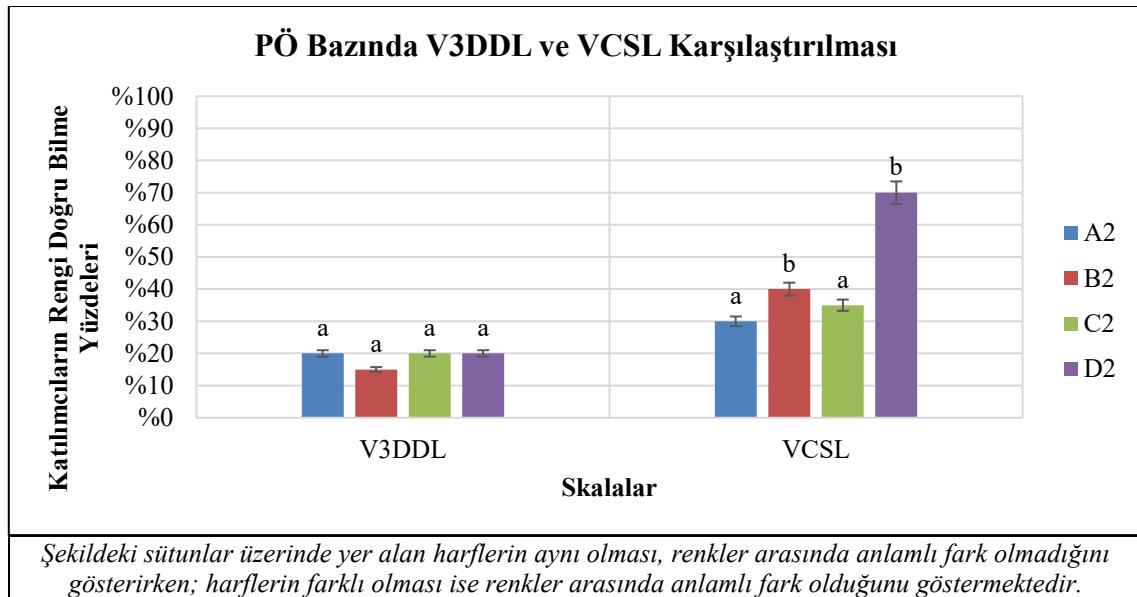
**Şekil 18.** PÖ bazında VCSL ve V3DSL skalalarının ikili karşılaştırılması

VCDL ve V3DSL skalaları karşılaştırıldığında sadece D2 ( $p=0.001$ ,  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{VCDL}=1.03$ ;  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{V3DSL}=5.33$ ) renk seçiminde anlamlı fark görüldü (Şekil 19).



**Şekil 19.** PÖ bazında VCDL ve V3DSL skalalarının ikili karşılaştırılması

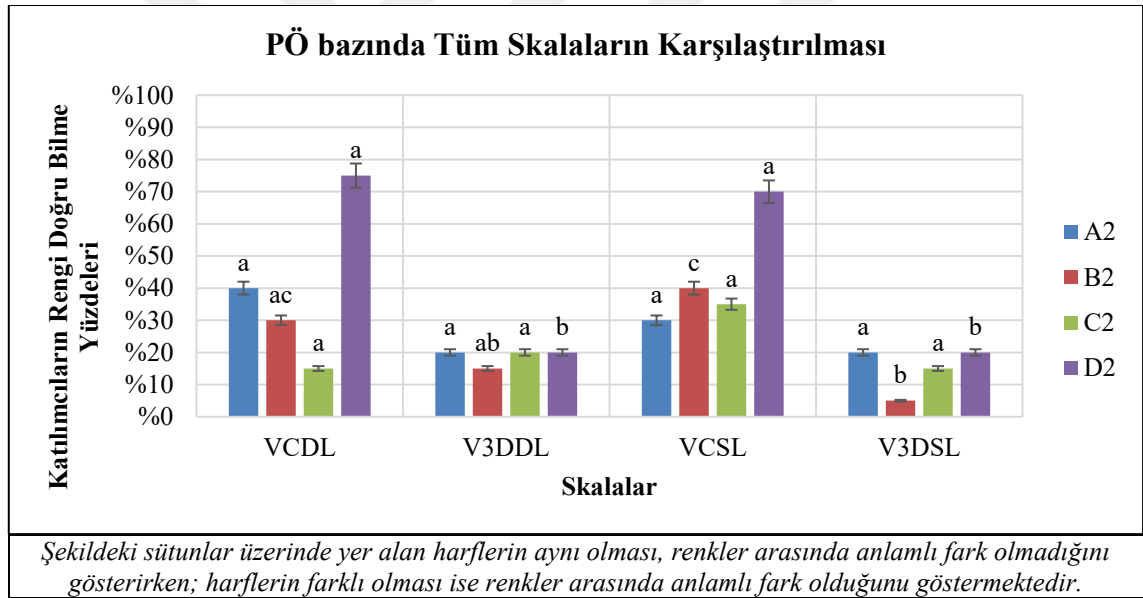
V3DDL ve VCSL skalaları karşılaştırıldığında A2 ve C2 renk seçimlerinde anlamlı fark görülmezken ( $p>0.01$ ), B2 ( $p<0.001$ ,  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{V3DDL}=3.46$ ;  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{VCSL}=1.82$ ) ve D2 ( $p=0.002$ ,  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{V3DDL}=5.52$ ;  $\Delta E^*_{\text{ort}} \text{VCSL}=0.98$ ) renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü (Şekil 20).



**Şekil 20.** PÖ bazında V3DDL ve VCSL skalalarının ikili karşılaştırılması

Grup PÖ'ye ait renk seçimleri, VCDL ve V3DDL skalaları arasında karşılaştırıldığında sadece D2 renk seçiminde anlamlı fark görüldü ( $p=0.001$ ). VCDL ve VCSL skalaları arasında renk seçimlerinde anlamlı fark görülmedi ( $p>0.01$ ). V3DDL ve V3DSL skalaları arasında renk seçimlerinde anlamlı fark görülmedi ( $p>0.01$ ). VCSL ve V3DSL skalaları arasında B2 ( $p<0.001$ ) ve D2 ( $p=0.002$ ) renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü. VCDL ve V3DSL skalaları arasında sadece D2 ( $p=0.001$ ) renk seçiminde anlamlı fark görüldü. V3DDL ve VCSL skalaları arasında B2 ( $p<0.001$ ) ve D2 ( $p=0.002$ ) renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü. PÖ bazında tüm skalaların karşılaştırılması Şekil 21'de verildi.

Katılımcılar bazında skalalar üzerinden verilen puanların ortanca, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri Tablo 18'de gösterildi.



**Şekil 21.** PÖ bazında tüm skalaların karşılaştırılması

**Tablo 18.** Katılımcılar bazında skalalar üzerinden verilen puanlar [Ortanca (min–maks)]

|                 | <b>A2</b>  | <b>B2</b>  | <b>C2</b>  | <b>D2</b>  |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>AR-VCDL</b>  | 0.00 (0–2) | 1.00 (0–2) | 0.00 (0–2) | 0.00 (0–2) |
| <b>AR-V3DDL</b> | 0.00 (0–2) | 2.00 (0–2) | 0.00 (0–2) | 2.00 (0–2) |
| <b>AR-VCSL</b>  | 0.00 (0–1) | 0.00 (0–1) | 0.00 (0–1) | 0.00 (0–1) |
| <b>AR-V3DSL</b> | 0.00 (0–2) | 2.00 (0–2) | 1.00 (0–2) | 2.00 (0–2) |
| <b>SÖ-VCDL</b>  | 0.00 (0–2) | 1.00 (0–2) | 2.00 (0–2) | 0.00 (0–2) |
| <b>SÖ-V3DDL</b> | 1.00 (0–2) | 2.00 (0–2) | 2.00 (0–2) | 2.00 (0–2) |
| <b>SÖ-VCSL</b>  | 0.00 (0–2) | 0.00 (0–2) | 0.00 (0–2) | 0.00 (0–2) |
| <b>SÖ-V3DSL</b> | 0.00 (0–2) | 2.00 (0–2) | 2.00 (0–2) | 2.00 (0–2) |
| <b>PÖ-VCDL</b>  | 1.00 (0–2) | 2.00 (0–2) | 2.00 (0–2) | 0.00 (0–2) |
| <b>PÖ-V3DDL</b> | 2.00 (0–2) | 2.00 (0–2) | 2.00 (0–2) | 2.00 (0–2) |
| <b>PÖ-VCSL</b>  | 1.00 (0–2) | 1.00 (0–2) | 2.00 (0–2) | 0.00 (0–2) |
| <b>PÖ-V3DSL</b> | 1.00 (0–2) | 2.00 (0–2) | 2.00 (0–2) | 2.0 0–2)   |

#### 4.5. Katılımcılardan Bağımsız Skalaların Değerlendirilmesi

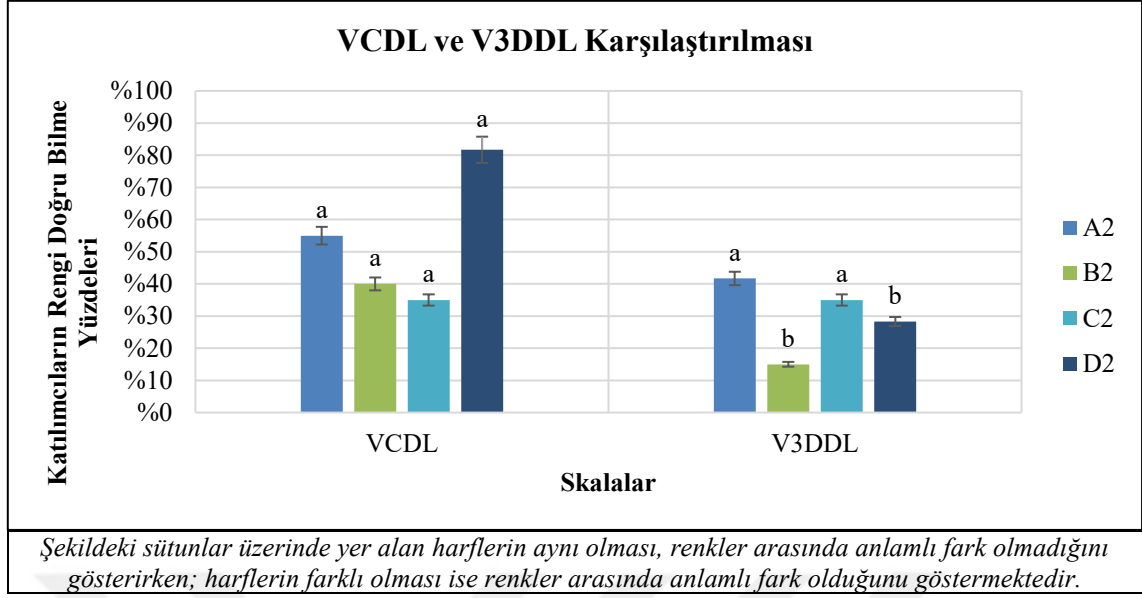
Skalaların ikili karşılaştırmaları Mann-Whitney U testi ile yapıldı ( $p < 0.01$ ). Katılımcılardan bağımsız olarak değerlendirilen skalaların ikili karşılaştırmalarına ilişkin istatistiksel değerler Tablo 19’da verildi.

**Tablo 19.** Katılımcılardan bağımsız tüm skalaların ikili karşılaştırmaları

|              |                |           |           | <b>p değeri</b> |           |  |
|--------------|----------------|-----------|-----------|-----------------|-----------|--|
|              |                | <b>A2</b> | <b>B2</b> | <b>C2</b>       | <b>D2</b> |  |
| <b>VCDL</b>  | - <b>V3DDL</b> | 0.063     | 0.000*    | 0.716           | 0.000*    |  |
| <b>VCDL</b>  | - <b>VCSL</b>  | 0.072     | 0.000*    | 0.002*          | 0.811     |  |
| <b>V3DDL</b> | - <b>V3DSL</b> | 0.328     | 1.000     | 1.000           | 0.555     |  |
| <b>VCSL</b>  | - <b>V3DSL</b> | 0.007*    | 0.000*    | 0.001*          | 0.000*    |  |
| <b>VCDL</b>  | - <b>V3DSL</b> | 0.370     | 0.000*    | 0.716           | 0.000*    |  |
| <b>V3DDL</b> | - <b>VCSL</b>  | 0.000*    | 0.000*    | 0.001*          | 0.000*    |  |

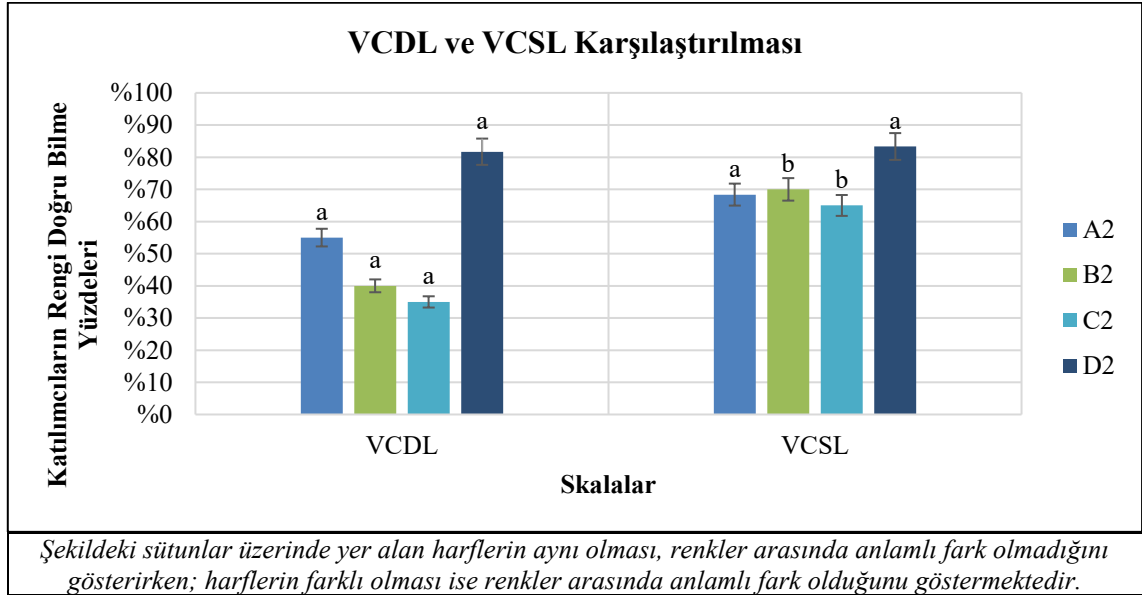
\* $p < 0.01$  düzeyinde anlamlıdır.

VCDL ve V3DDL skalaları karşılaştırıldığında A2 ve C2 renk seçimlerinde anlamlı fark görülmezken ( $p > 0.01$ ), B2 ve D2 renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü ( $p < 0.01$ ) (Şekil 22).



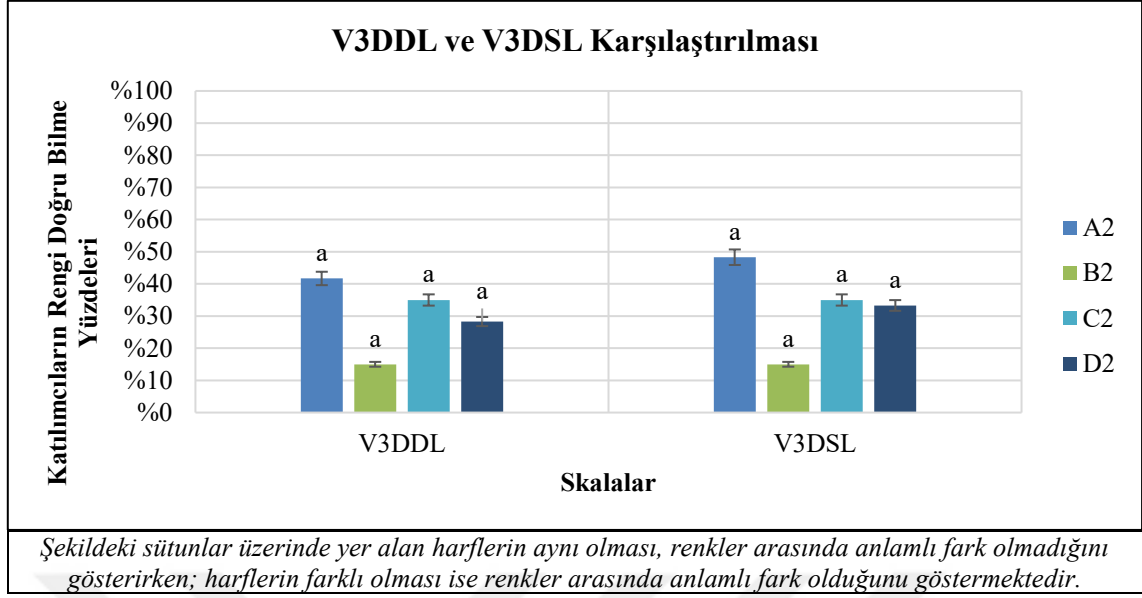
**Şekil 22.** VCDL ve V3DDL skalalarının ikili karşılaştırılması

VCDL ve VCSL skalaları karşılaştırıldığında A2 ve D2 renk seçimlerinde anlamlı fark görülmezken ( $p>0.01$ ), B2 ( $p<0.01$ ) ve C2 ( $p=0.002$ ) renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü (Şekil 23).



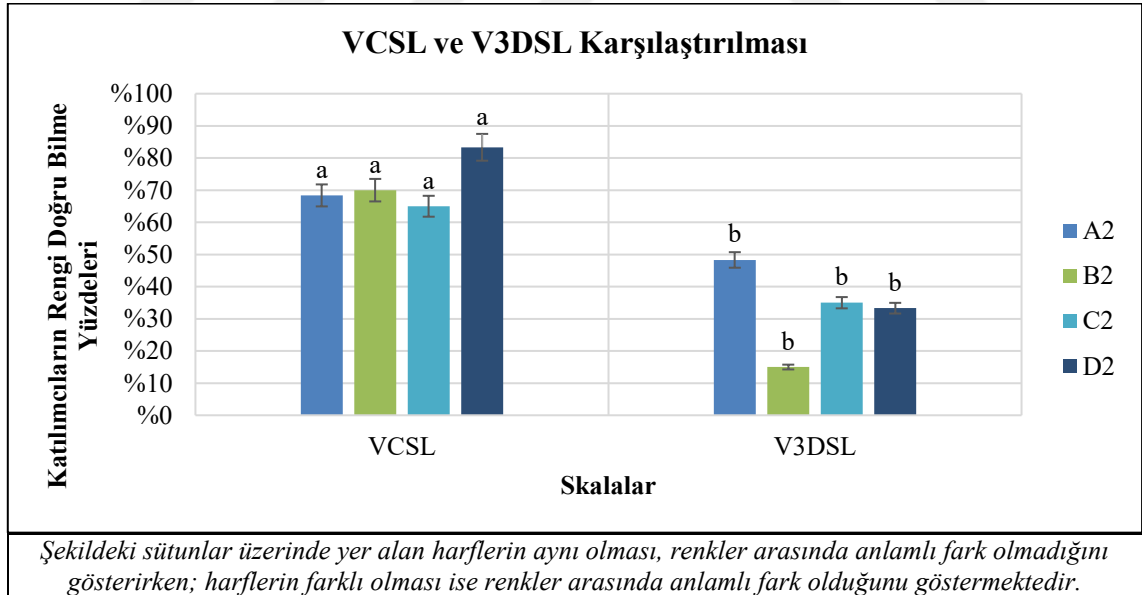
**Şekil 23.** VCDL ve VCSL skalalarının ikili karşılaştırılması

V3DDL ve V3DSL skalaları karşılaştırıldığında hiçbir renk seçiminde anlamlı fark görülmedi ( $p>0.01$ ) (Şekil 24).



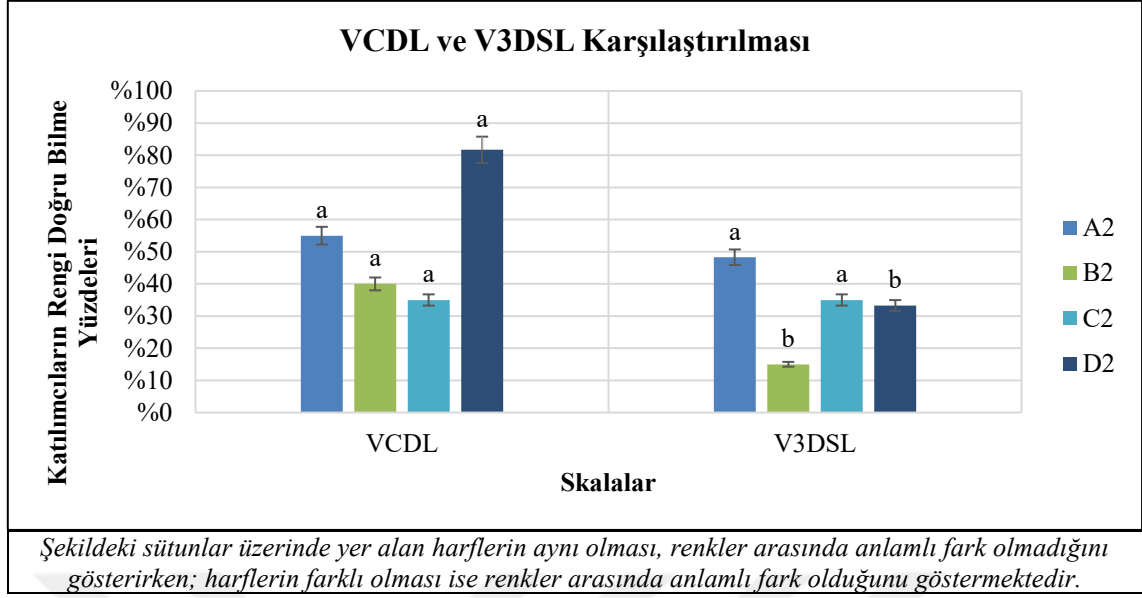
**Şekil 24.** V3DDL ve V3DSL skalalarının ikili karşılaştırılması

VCSL ve V3DSL skalaları karşılaştırıldığında tüm renk seçimlerinde anlamlı fark görülmüştür ( $p < 0.01$ ) (Şekil 25).



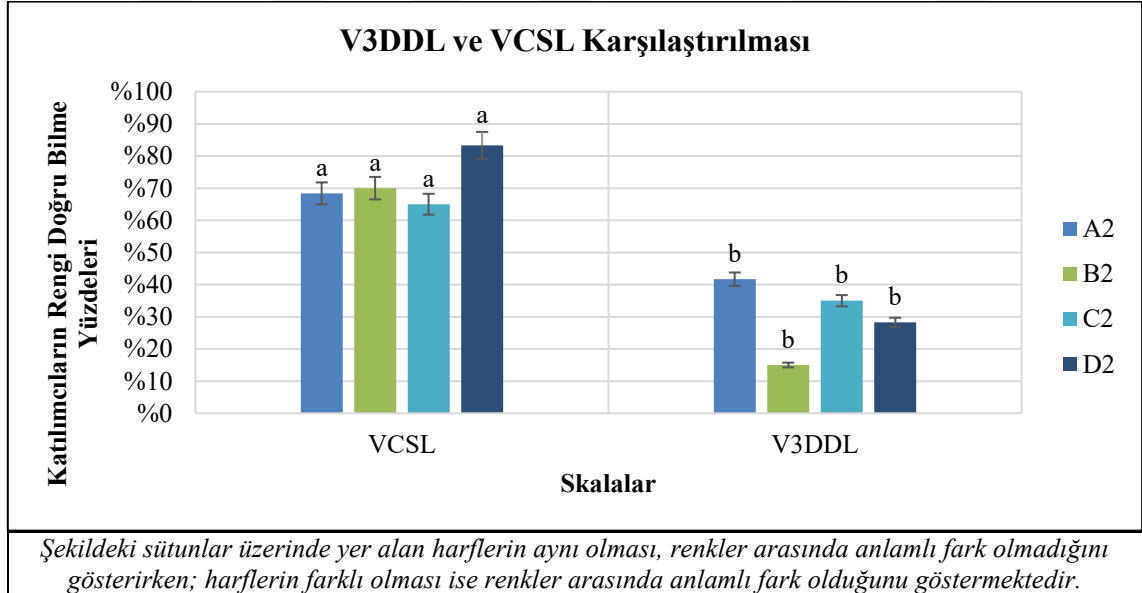
**Şekil 25.** VCSL ve V3DSL skalalarının ikili karşılaştırılması

VCDL ve V3DSL skalaları karşılaştırıldığında A2 ve C2 renk seçimlerinde anlamlı fark görülmezken ( $p > 0.01$ ), B2 ve D2 renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü ( $p < 0.001$ ) (Şekil 26).



**Şekil 26.** VCDL ve V3DSL skalalarının ikili karşılaştırılması

V3DDL ve VCSL skalaları karşılaştırıldığında tüm renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü ( $p < 0.01$ ) (Şekil 27).

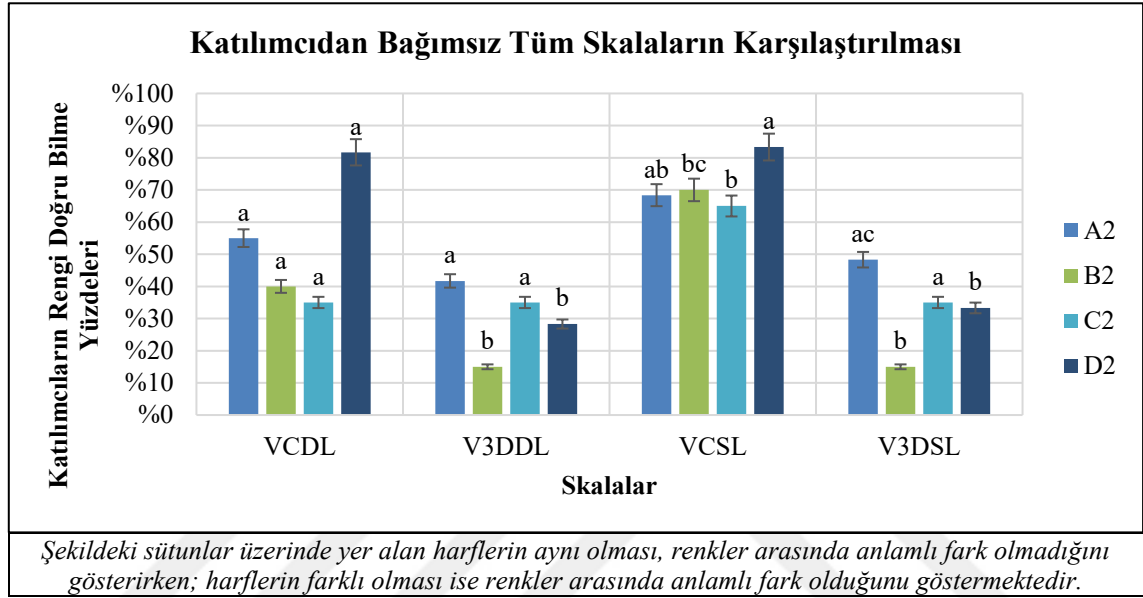


**Şekil 27.** V3DDL ve VCSL skalalarının ikili karşılaştırılması

Katılımcılardan bağımsız skalalar için verilen puanların ortanca, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri Tablo 20’de gösterildi. Tüm skalaların katılımcılardan bağımsız olarak karşılaştırması Şekil 28’te verildi.

**Tablo 20.** Katılımcılardan bağımsız skalalar için verilen puanlar [Ortanca (min–maks)]

|       | A2         | B2         | C2         | D2         |
|-------|------------|------------|------------|------------|
| VCDL  | 0.00 (0–2) | 1.00 (0–2) | 2.00 (0–2) | 0.00 (0–2) |
| V3DDL | 1.00 (0–2) | 2.00 (0–2) | 2.00 (0–2) | 2.00 (0–2) |
| VCSL  | 0.00 (0–2) | 0.00 (0–2) | 0.00 (0–2) | 0.00 (0–2) |
| V3DSL | 1.00 (0–2) | 2.00 (0–2) | 2.00 (0–2) | 2.00 (0–2) |

**Şekil 28.** Katılımcıdan bağımsız tüm skalaların karşılaştırılması

#### 4.6. Skalalar Bazında Katılımcıların Değerlendirilmesi

Katılımcıların ikili karşılaştırmaları Mann-Whitney U testi ile yapıldı ( $p < 0.017$ ).

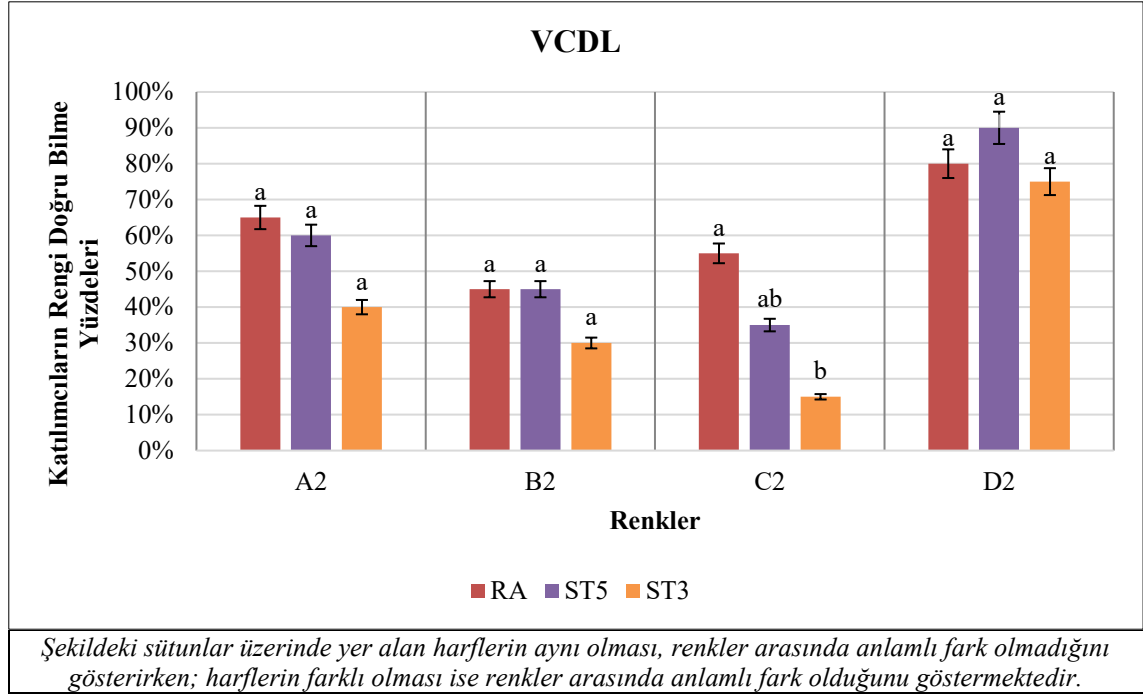
VCDL skalasında katılımcı gruplarının ikili karşılaştırmalarına ait istatistiksel değerler Tablo 21’de gösterildi.

**Tablo 21.** VCDL skalası bazında tüm katılımcıların ikili karşılaştırmaları

|       | p değeri |       |        |       |
|-------|----------|-------|--------|-------|
|       | A2       | B2    | C2     | D2    |
| AR-SÖ | 0.627    | 1.000 | 0.200  | 0.382 |
| AR-PÖ | 0.074    | 0.113 | 0.008* | 0.708 |
| SÖ-PÖ | 0.214    | 0.113 | 0.156  | 0.218 |

\* $p < 0.017$  düzeyinde anlamlıdır.

AR ve SÖ katılımcıları karşılaştırıldığında hiçbir renk seçiminde anlamlı fark görülmedi ( $p>0.017$ ). AR ve PÖ katılımcıları karşılaştırıldığında sadece C2 ( $p=0.008$ ,  $\Delta E^*_{\text{ort}}=2.12$ ; 3.93) renk seçiminde anlamlı fark görüldü. SÖ ve PÖ katılımcıları karşılaştırıldığında ise hiçbir renk seçiminde anlamlı fark görülmedi ( $p>0.017$ ). Tüm katılımcıların VCDL bazında karşılaştırması Şekil 29’da verildi.



**Şekil 29.** Tüm katılımcıların VCDL bazında karşılaştırılması

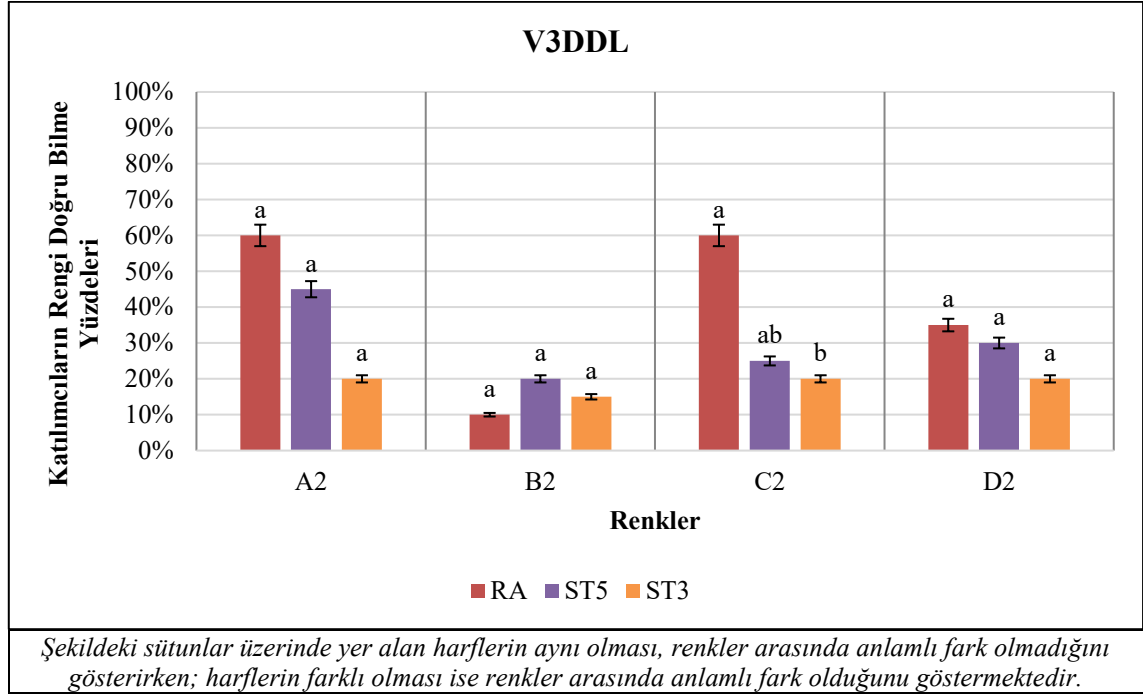
V3DDL skalasında katılımcı gruplarının ikili karşılaştırmalarına ait istatistiksel değerler Tablo 22’de gösterildi.

**Tablo 22.** V3DDL skalası bazında tüm katılımcıların ikili karşılaştırmaları

|       | p değeri |       |        |       |
|-------|----------|-------|--------|-------|
|       | A2       | B2    | C2     | D2    |
| AR-SÖ | 0.478    | 0.382 | 0.027  | 0.739 |
| AR-PÖ | 0.032    | 0.637 | 0.011* | 0.294 |
| SÖ-PÖ | 0.124    | 0.681 | 0.708  | 0.471 |

\* $p<0.017$  düzeyinde anlamlıdır.

AR ve SÖ katılımcıları karşılaştırıldığında hiçbir renk seçiminde anlamlı fark görülmedi ( $p>0.017$ ). AR ve PÖ katılımcıları karşılaştırıldığında sadece C2 ( $p=0.011$ ,  $\Delta E^*_{\text{ort}}=2.48$ ; 4.35) renk seçiminde anlamlı fark görüldü. SÖ ve PÖ katılımcıları karşılaştırıldığında ise hiçbir renk seçiminde anlamlı fark görülmedi ( $p>0.017$ ). Tüm katılımcıların V3DDL bazında karşılaştırması Şekil 30’da verildi.



**Şekil 30.** Tüm katılımcıların V3DDL bazında karşılaştırılması

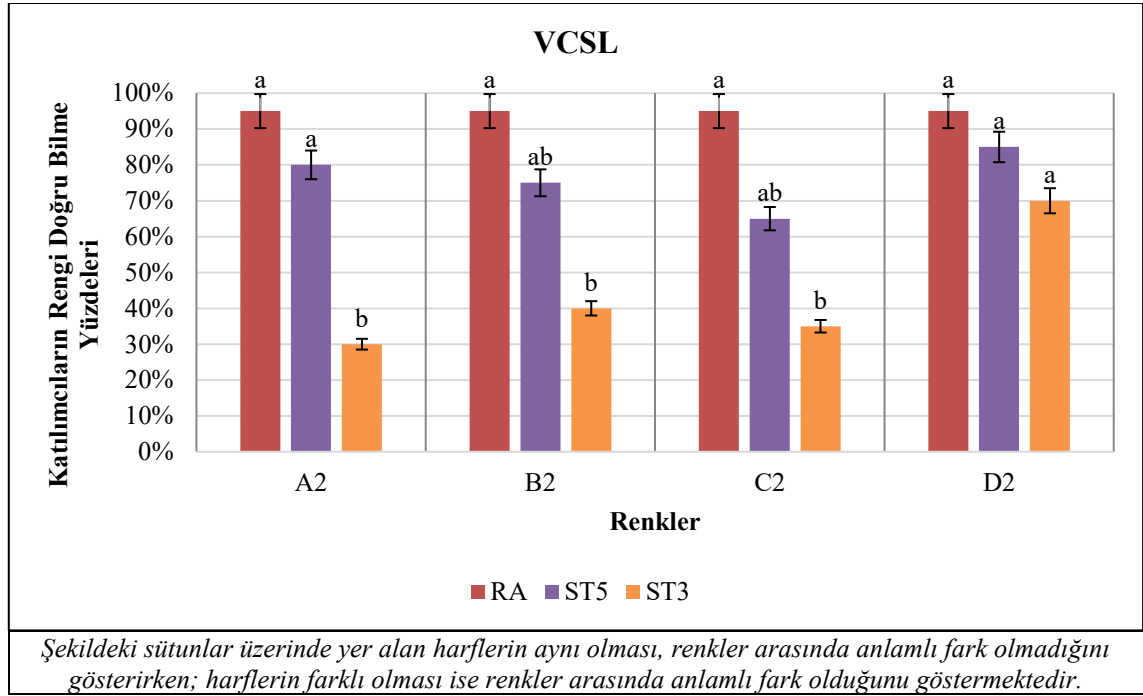
VCSL skalasında katılımcı gruplarının ikili karşılaştırmalarına ait istatistiksel değerler Tablo 23’te gösterildi.

**Tablo 23.** VCSL skalası bazında tüm katılımcıların ikili karşılaştırmaları

|       | p değeri |        |        |       |
|-------|----------|--------|--------|-------|
|       | A2       | B2     | C2     | D2    |
| AR-SÖ | 0.144    | 0.071  | 0.019  | 0.298 |
| AR-PÖ | 0.000*   | 0.000* | 0.000* | 0.040 |
| SÖ-PÖ | 0.004*   | 0.059  | 0.061  | 0.262 |

\* $p<0.017$  düzeyinde anlamlıdır.

AR ve SÖ katılımcıları karşılaştırıldığında hiçbir renk seçiminde anlamlı fark görülmedi ( $p>0.017$ ). AR ve PÖ katılımcıları karşılaştırıldığında A2 ( $p<0.001$ ,  $\Delta E^*_{\text{ort}}=0.08$ ; 2.15), B2 ( $p<0.001$ ,  $\Delta E^*_{\text{ort}}=0.08$ ; 1.82) ve C2 ( $p<0.001$ ,  $\Delta E^*_{\text{ort}}=0.15$ ; 3.10) renk seçimlerinde anlamlı fark görüldü. SÖ ve PÖ katılımcıları karşılaştırıldığında ise sadece A2 ( $p=0.004$ ,  $\Delta E^*_{\text{ort}}=0.76$ ; 2.15) renk seçiminde anlamlı fark görüldü. Tüm katılımcıların VCSL bazında karşılaştırması Şekil 31’de verildi.



**Şekil 31.** Tüm katılımcıların VCSL bazında karşılaştırılması

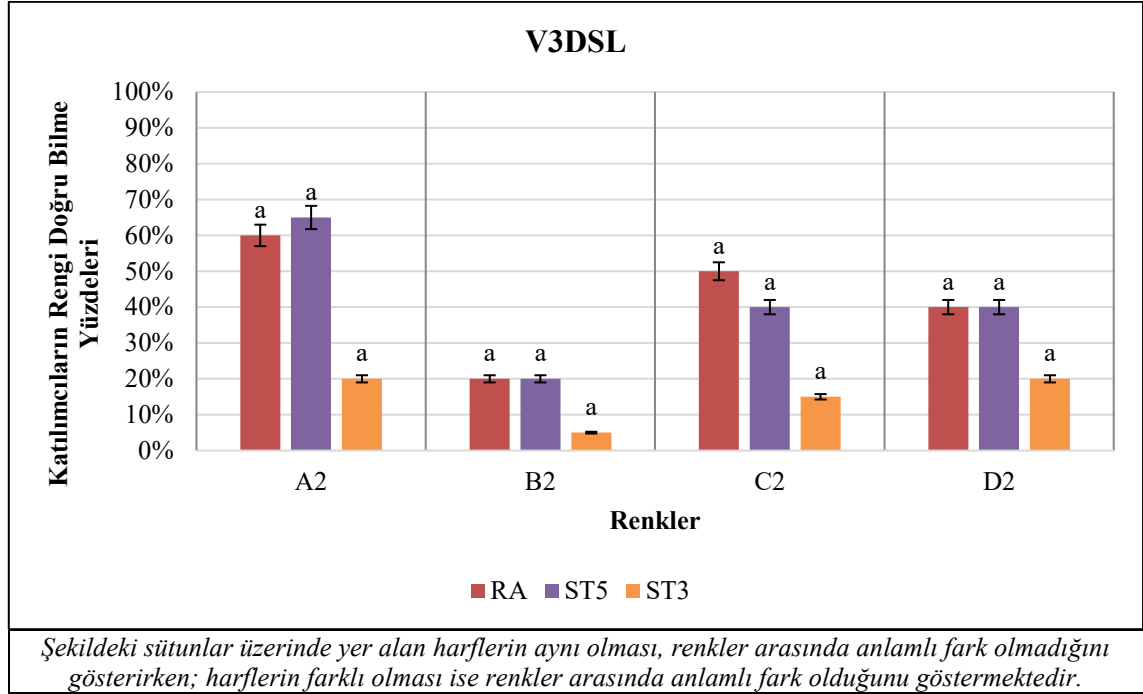
V3DSL skalasında katılımcı gruplarının ikili karşılaştırmalarına ait istatistiksel değerler Tablo 24’te gösterildi.

**Tablo 24.** V3DSL skalası bazında tüm katılımcıların ikili karşılaştırmaları

|       | p değeri |       |       |       |
|-------|----------|-------|-------|-------|
|       | A2       | B2    | C2    | D2    |
| AR-SÖ | 0.824    | 1.000 | 0.530 | 1.000 |
| AR-PÖ | 0.049    | 0.157 | 0.020 | 0.173 |
| SÖ-PÖ | 0.032    | 0.157 | 0.080 | 0.173 |

\* $p<0.017$  düzeyinde anlamlıdır.

AR ve SÖ katılımcıları karşılaştırıldığında hiçbir renk seçiminde anlamlı fark görülmedi ( $p>0.017$ ). AR ve PÖ katılımcıları karşılaştırıldığında yine hiçbir renk seçiminde anlamlı fark görülmedi ( $p>0.017$ ). SÖ ve PÖ katılımcıları karşılaştırıldığında ise yine hiçbir renk seçiminde anlamlı fark görülmedi ( $p>0.017$ ). Tüm katılımcıların V3DSL bazında karşılaştırması Şekil 32’de verildi.



**Şekil 32.** Tüm katılımcıların V3DSL bazında karşılaştırılması

#### 4.7. Skalalardan Bağımsız Katılımcıların Değerlendirilmesi

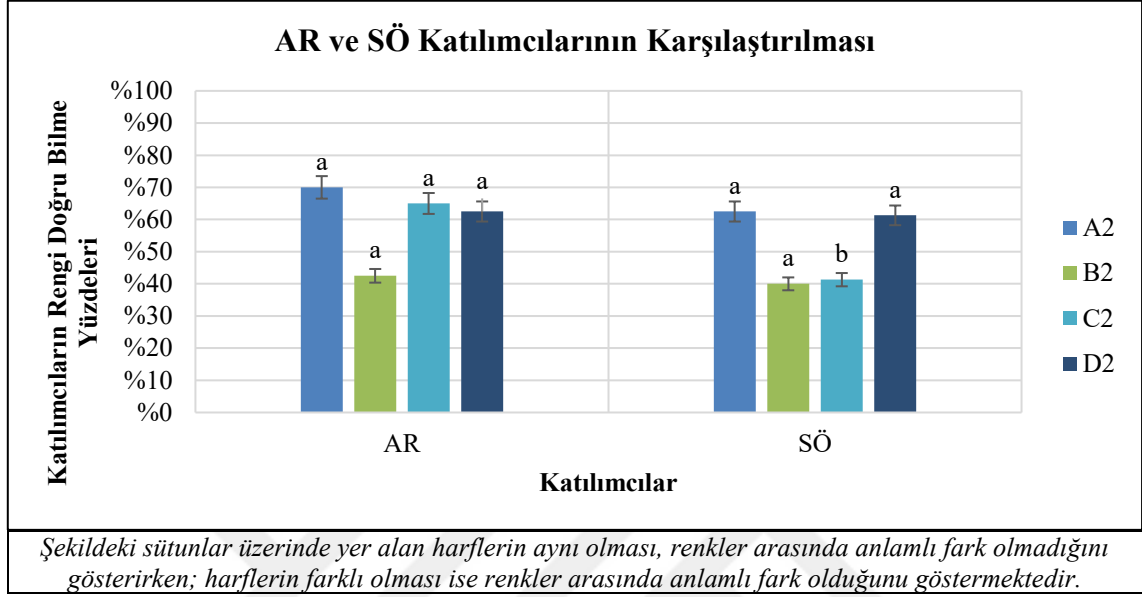
Katılımcıların ikili karşılaştırmaları Mann-Whitney U testi ile yapıldı ( $p<0.017$ ). Skalalardan bağımsız olarak katılımcı gruplarının ikili karşılaştırmalarına ait istatistiksel değerler Tablo 25’te gösterildi.

**Tablo 25.** Skalalardan bağımsız tüm katılımcıların ikili karşılaştırmaları

|       | p değeri |       |        |       |
|-------|----------|-------|--------|-------|
|       | A2       | B2    | C2     | D2    |
| AR-SÖ | 0.303    | 0.810 | 0.003* | 0.871 |
| AR-PÖ | 0.000*   | 0.021 | 0.000* | 0.040 |
| SÖ-PÖ | 0.000*   | 0.037 | 0.007* | 0.058 |

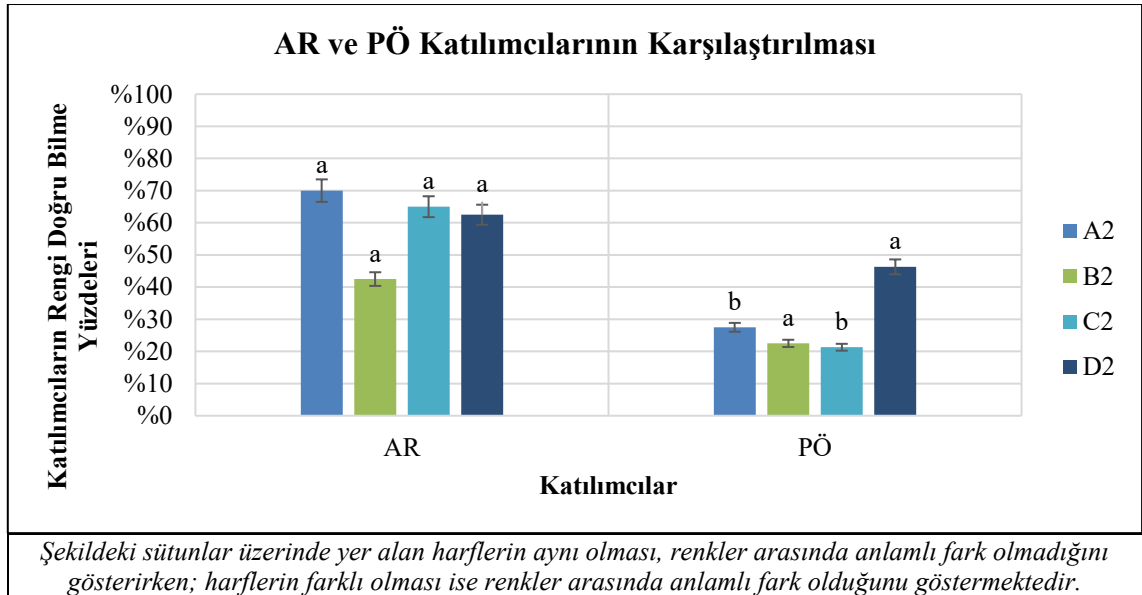
\* $p<0.017$  düzeyinde anlamlıdır.

AR ve SÖ katılımcıları karşılaştırıldığında A2, B2 ve D2 renk seçimlerinde anlamlı fark görülmezken ( $p>0.017$ ), sadece C2 renk seçiminde anlamlı fark görüldü ( $p=0.003$ ) (Şekil 33).



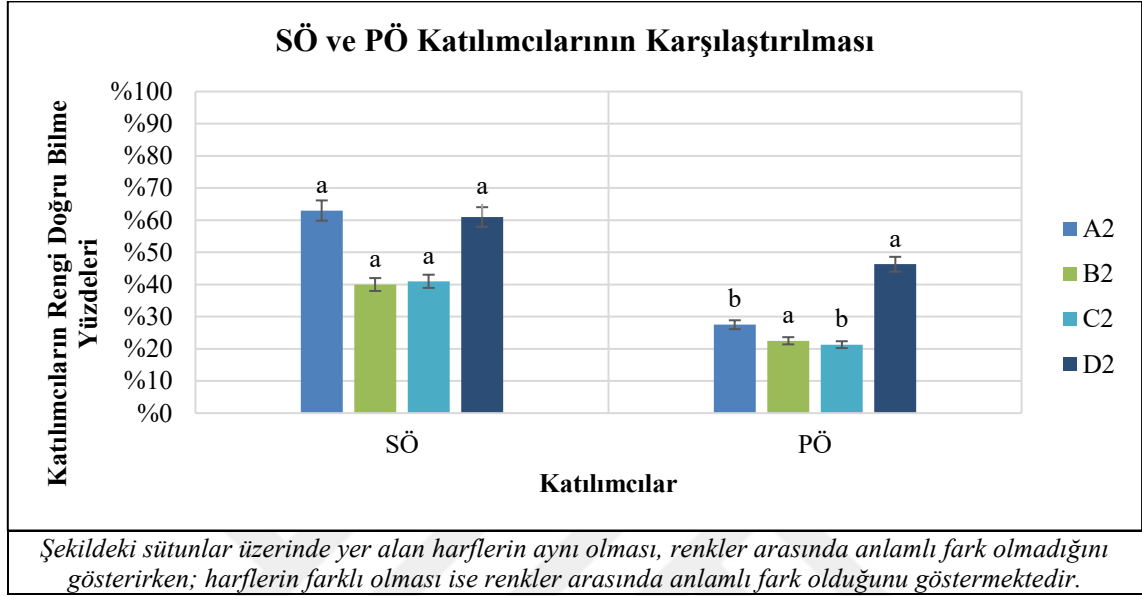
**Şekil 33.** AR ve SÖ katılımcılarının ikili karşılaştırılması

AR ve PÖ katılımcıları karşılaştırıldığında B2 ve D2 renk seçimlerinde anlamlı fark görülmezken ( $p>0.017$ ), A2 ve C2 renk seçiminde anlamlı fark görüldü ( $p<0.017$ ) (Şekil 34).



**Şekil 34.** AR ve PÖ katılımcılarının ikili karşılaştırılması

SÖ ve PÖ katılımcıları karşılaştırıldığında B2 ve D2 renk seçimlerinde anlamlı fark görülmezken ( $p>0.017$ ), A2 ( $p=0.007$ ) ve C2 ( $p<0.017$ ) renk seçiminde anlamlı fark görüldü (Şekil 35).

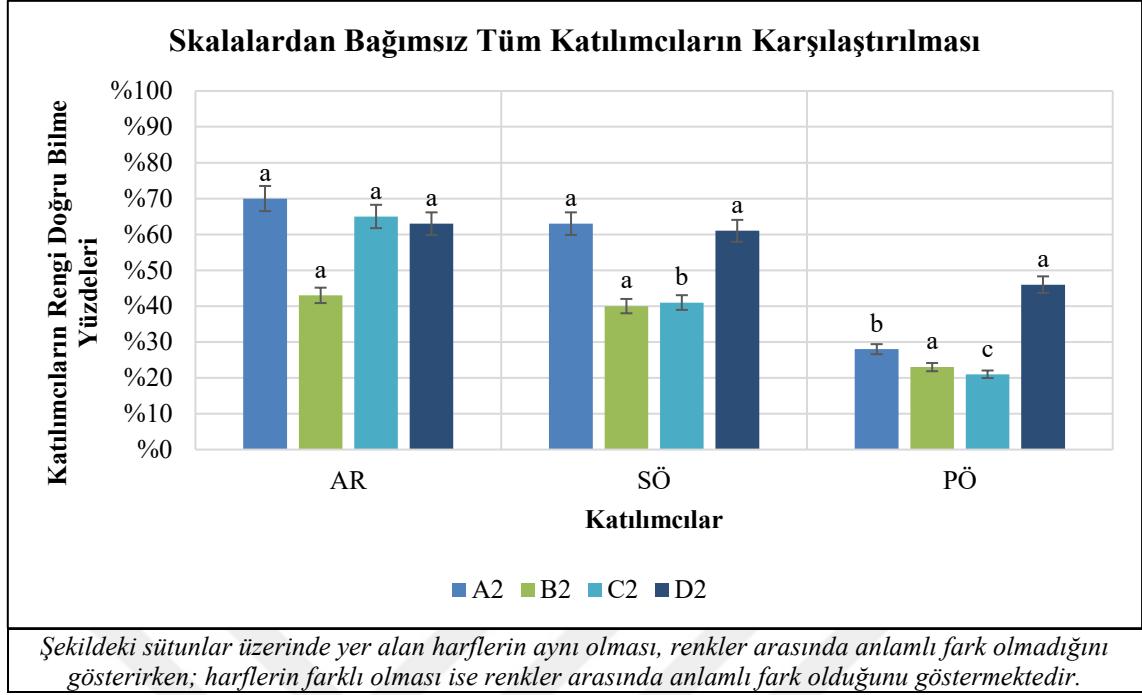


**Şekil 35.** SÖ ve PÖ katılımcılarının ikili karşılaştırılması

Skalalardan bağımsız katılımcılar için verilen puanların ortanca, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri Tablo 26’da gösterildi. Tüm katılımcıların skalalardan bağımsız karşılaştırması Şekil 36’da verildi.

**Tablo 26.** Skalalardan bağımsız katılımcılar için verilen puanlar [Ortanca (min–maks)]

|    | A2         | B2         | C2         | D2         |
|----|------------|------------|------------|------------|
| AR | 0.00 (0–2) | 1.50 (0–2) | 0.00 (0–2) | 0.00 (0–2) |
| SÖ | 0.00 (0–2) | 2.00 (0–2) | 2.00 (0–2) | 0.00 (0–2) |
| PÖ | 1.00 (0–2) | 2.00 (0–2) | 2.00 (0–2) | 2.00 (0–2) |



**Şekil 36.** Skalalardan bağımsız tüm katılımcıların karşılaştırılması

#### 4.8. Tüm Korelasyonlar

Her bir katılımcının farklı skalalarda yaptığı renk seçimleri arasındaki ilişkinin incelenmesi için Spearman korelasyon testi uygulanmıştır. Korelasyon katsayıları Dancey ve Reidy (167) tarafından önerilen sınıflamaya göre yorumlanmıştır:

- 0.0 – 0.2 → çok zayıf / önemsiz ilişki
- 0.2 – 0.4 → zayıf ilişki
- 0.4 – 0.6 → orta düzey ilişki
- 0.6 – 0.8 → güçlü ilişki
- 0.8 – 1.0 → çok güçlü ilişki

##### 4.8.1. AR Bazında Korelasyonlar

AR grubunun farklı renk skalalarında yaptıkları seçimler arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla yapılan korelasyon analizleri Tablo 27’de gösterildi.

**Tablo 27.** AR katılımcılarının skalalar için korelasyon analizleri

|              |                          | <b>A2</b> | <b>B2</b> | <b>C2</b> | <b>D2</b> |
|--------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>VCDL</b>  |                          |           |           |           |           |
| <b>A2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 1.000     | 0.231     | 0.159     | 0.384     |
|              | p değeri                 | .         | 0.328     | 0.502     | 0.094     |
| <b>B2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.231     | 1.000     | 0.222     | 0.651     |
|              | p değeri                 | 0.328     | .         | 0.347     | 0.002*    |
| <b>C2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.159     | 0.222     | 1.000     | 0.222     |
|              | p değeri                 | 0.502     | 0.347     | .         | 0.347     |
| <b>D2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.384     | 0.651     | 0.222     | 1.000     |
|              | p değeri                 | 0.094     | 0.002*    | 0.347     | .         |
| <b>V3DDL</b> |                          |           |           |           |           |
| <b>A2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 1.000     | -0.084    | -0.010    | -0.211    |
|              | p değeri                 | .         | 0.725     | 0.966     | 0.372     |
| <b>B2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | -0.084    | 1.000     | 0.272     | -0.245    |
|              | p değeri                 | 0.725     | .         | 0.246     | 0.299     |
| <b>C2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | -0.010    | 0.272     | 1.000     | -0.043    |
|              | p değeri                 | 0.966     | 0.246     | .         | 0.858     |
| <b>D2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | -0.211    | -0.245    | -0.043    | 1.000     |
|              | p değeri                 | 0.372     | 0.299     | 0.858     | .         |
| <b>VCSL</b>  |                          |           |           |           |           |
| <b>A2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 1.000     | 1.000     | -0.053    | -0.053    |
|              | p değeri                 | .         | .*        | 0.826     | 0.826     |
| <b>B2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 1.000     | 1.000     | -0.053    | -0.053    |
|              | p değeri                 | .*        | .         | 0.826     | 0.826     |
| <b>C2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | -0.053    | -0.053    | 1.000     | -0.053    |
|              | p değeri                 | 0.826     | 0.826     | .         | 0.826     |
| <b>D2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | -0.053    | -0.053    | -0.053    | 1.000     |
|              | p değeri                 | 0.826     | 0.826     | 0.826     | .         |
| <b>V3DSL</b> |                          |           |           |           |           |
| <b>A2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 1.000     | -0.224    | 0.359     | -0.244    |
|              | p değeri                 | .         | 0.342     | 0.121     | 0.300     |
| <b>B2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | -0.224    | 1.000     | -0.250    | -0.153    |
|              | p değeri                 | 0.342     | .         | 0.288     | 0.519     |
| <b>C2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.359     | -0.250    | 1.000     | 0.000     |
|              | p değeri                 | 0.121     | 0.288     | .         | 1.000     |
| <b>D2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | -0.244    | -0.153    | 0.000     | 1.000     |
|              | p değeri                 | 0.300     | 0.519     | 1.000     | .         |

\*Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır.

VCDL grubu için B2 ile D2 renkleri arasında güçlü pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptandı ( $r=0.651$ ,  $p=0.002$ ). Diğer renkler arasındaki korelasyonlar zayıf veya çok zayıf pozitif düzeyde olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0.05$ ).

V3DDL grubu için renkler arasında zayıf pozitif, zayıf negatif veya çok zayıf negatif düzeyde korelasyonlar saptanmış olup, bu ilişkilerin hiçbiri istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0.05$ ).

VCSL grubu için A2 ile B2 renkleri arasında mükemmel düzeyde ( $r=1.000$ ,  $p<0.001$ ) pozitif bir korelasyon saptandı. Diğer renkler arasındaki korelasyonlar ise çok zayıf negatif düzeyde olup, istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0.05$ ).

V3DSL grubu için en yüksek korelasyon A2 ile C2 renkleri arasında saptanmış olup ( $r=0.359$ ), bu ilişki zayıf pozitif düzeyde olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p=0.121$ ). Diğer renkler arasındaki korelasyonlar ise zayıf veya çok zayıf pozitif ve negatif düzeyde olup, istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0.05$ ).

#### **4.8.2. SÖ Bazında Korelasyonlar**

SÖ grubunun farklı renk skalalarında yaptıkları seçimler arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla yapılan korelasyon analizleri Tablo 28’de gösterildi.

**Tablo 28.** SÖ katılımcılarının skalalar için korelasyon analizleri

|              |                          | <b>A2</b> | <b>B2</b> | <b>C2</b> | <b>D2</b> |
|--------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>VCDL</b>  |                          |           |           |           |           |
| <b>A2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 1.000     | -0.180    | 0.300     | 0.495     |
|              | p değeri                 | .         | 0.449     | 0.199     | 0.026*    |
| <b>B2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | -0.180    | 1.000     | 0.180     | 0.047     |
|              | p değeri                 | 0.449     | .         | 0.447     | 0.846     |
| <b>C2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.300     | 0.180     | 1.000     | 0.268     |
|              | p değeri                 | 0.199     | 0.447     | .         | 0.253     |
| <b>D2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.495     | 0.047     | 0.268     | 1.000     |
|              | p değeri                 | 0.026*    | 0.846     | 0.253     | .         |
| <b>V3DDL</b> |                          |           |           |           |           |
| <b>A2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 1.000     | -0.295    | -0.033    | 0.206     |
|              | p değeri                 | .         | 0.207     | 0.891     | 0.384     |
| <b>B2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | -0.295    | 1.000     | 0.289     | 0.218     |
|              | p değeri                 | 0.207     | .         | 0.217     | 0.355     |
| <b>C2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | -0.033    | 0.289     | 1.000     | -0.126    |
|              | p değeri                 | 0.891     | 0.217     | .         | 0.597     |
| <b>D2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.206     | 0.218     | -0.126    | 1.000     |
|              | p değeri                 | 0.384     | 0.355     | 0.597     | .         |
| <b>VCSL</b>  |                          |           |           |           |           |
| <b>A2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 1.000     | 0.824     | 0.104     | 0.104     |
|              | p değeri                 | .         | 0.000**   | 0.662     | 0.661     |
| <b>B2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.824     | 1.000     | 0.312     | 0.032     |
|              | p değeri                 | 0.000**   | .         | 0.181     | 0.893     |
| <b>C2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.104     | 0.312     | 1.000     | -0.015    |
|              | p değeri                 | 0.662     | 0.181     | .         | 0.951     |
| <b>D2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.104     | 0.032     | -0.015    | 1.000     |
|              | p değeri                 | 0.661     | 0.893     | 0.951     | .         |
| <b>V3DSL</b> |                          |           |           |           |           |
| <b>A2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 1.000     | 0.091     | 0.148     | -0.074    |
|              | p değeri                 | .         | 0.704     | 0.533     | 0.756     |
| <b>B2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.091     | 1.000     | 0.102     | 0.102     |
|              | p değeri                 | 0.704     | .         | 0.669     | 0.669     |
| <b>C2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.148     | 0.102     | 1.000     | 0.167     |
|              | p değeri                 | 0.533     | 0.669     | .         | 0.482     |
| <b>D2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | -0.074    | 0.102     | 0.167     | 1.000     |
|              | p değeri                 | 0.756     | 0.669     | 0.482     | .         |

\*Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır. \*\*Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır.

VCDL grubu için A2 ile D2 renkleri arasında orta düzeyde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulundu ( $r=0.495$ ,  $p=0.026$ ). Diğer renkler arasındaki korelasyonlar ise zayıf pozitif veya çok zayıf pozitif ve negatif düzeyde olup, istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0.05$ ).

V3DDL grubu için renkler arasında zayıf pozitif, zayıf negatif veya çok zayıf negatif düzeyde korelasyonlar saptandı ancak bu ilişkilerin hiçbiri istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0.05$ ).

VCSL grubu için A2 ile B2 renkleri arasında çok güçlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir pozitif korelasyon saptandı ( $r=0.824$ ,  $p<0.001$ ). Diğer renkler arasındaki korelasyonlar ise zayıf pozitif veya çok zayıf pozitif ve negatif düzeyde olup, istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0.05$ ).

V3DSL grubu için renkler arasında çok zayıf düzeyde pozitif ve negatif korelasyonlar saptandı ancak bu ilişkilerin hiçbiri istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0.05$ ).

#### **4.8.3. PÖ Bazında Korelasyonlar**

PÖ grubunun farklı renk skalalarında yaptıkları seçimler arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla yapılan korelasyon analizleri Tablo 29'da gösterildi.

**Tablo 29.** PÖ katılımcılarının skalalar için korelasyon analizleri

|              |                          | <b>A2</b> | <b>B2</b> | <b>C2</b> | <b>D2</b> |
|--------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>VCDL</b>  |                          |           |           |           |           |
| <b>A2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 1.000     | -0.122    | 0.410     | 0.000     |
|              | p değeri                 | .         | 0.607     | 0.072     | 1.000     |
| <b>B2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | -0.122    | 1.000     | 0.462     | 0.460     |
|              | p değeri                 | 0.607     | .         | 0.040*    | 0.041*    |
| <b>C2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.410     | 0.462     | 1.000     | 0.043     |
|              | p değeri                 | 0.072     | 0.040*    | .         | 0.857     |
| <b>D2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.000     | 0.460     | 0.043     | 1.000     |
|              | p değeri                 | 1.000     | 0.041*    | 0.857     | .         |
| <b>V3DDL</b> |                          |           |           |           |           |
| <b>A2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 1.000     | 0.000     | -0.099    | 0.198     |
|              | p değeri                 | .         | 1.000     | 0.679     | 0.404     |
| <b>B2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.000     | 1.000     | 0.140     | -0.210    |
|              | p değeri                 | 1.000     | .         | 0.556     | 0.374     |
| <b>C2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | -0.099    | 0.140     | 1.000     | 0.375     |
|              | p değeri                 | 0.679     | 0.556     | .         | 0.103     |
| <b>D2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.198     | -0.210    | 0.375     | 1.000     |
|              | p değeri                 | 0.404     | 0.374     | 0.103     | .         |
| <b>VCSL</b>  |                          |           |           |           |           |
| <b>A2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 1.000     | 0.267     | 0.380     | 0.041     |
|              | p değeri                 | .         | 0.255     | 0.098     | 0.865     |
| <b>B2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.267     | 1.000     | 0.508     | 0.041     |
|              | p değeri                 | 0.255     | .         | 0.022*    | 0.865     |
| <b>C2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.380     | 0.508     | 1.000     | 0.252     |
|              | p değeri                 | 0.098     | 0.022*    | .         | 0.285     |
| <b>D2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.041     | 0.041     | 0.252     | 1.000     |
|              | p değeri                 | 0.865     | 0.865     | 0.285     | .         |
| <b>V3DSL</b> |                          |           |           |           |           |
| <b>A2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 1.000     | 0.343     | -0.013    | 0.304     |
|              | p değeri                 | .         | 0.139     | 0.956     | 0.193     |
| <b>B2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.343     | 1.000     | -0.096    | 0.459     |
|              | p değeri                 | 0.139     | .         | 0.686     | 0.042*    |
| <b>C2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | -0.013    | -0.096    | 1.000     | 0.140     |
|              | p değeri                 | 0.956     | 0.686     | .         | 0.556     |
| <b>D2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.304     | 0.459     | 0.140     | 1.000     |
|              | p değeri                 | 0.193     | 0.042*    | 0.556     | .         |

\*Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır.

VCDL grubu için B2 ile C2 renkleri arasında ( $r=0.462$ ,  $p=0.040$ ) ve B2 ile D2 renkleri arasında ( $r=0.460$ ,  $p=0.041$ ) orta düzeyde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı korelasyonlar saptandı. Diğer renkler arasındaki korelasyonlar ise orta pozitif veya çok zayıf pozitif ve negatif düzeyde olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0.05$ ).

V3DDL grubu için C2 ve D2 renkleri arasında orta düzeyde pozitif bir ilişki ( $r=0.375$ ) gözlemlendi ancak bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p=0.103$ ). Diğer renkler arasındaki korelasyonlar zayıf negatif veya çok zayıf pozitif ve negatif düzeyde olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0.05$ ).

VCSL grubu için B2 ile C2 renkleri arasında orta düzeyde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulundu ( $r=0.508$ ,  $p=0.022$ ). Diğer renkler arasındaki korelasyonlar ise zayıf veya çok zayıf pozitif düzeyde olup, istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0.05$ ).

V3DSL grubu için B2 ile D2 renkleri arasında orta düzeyde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulunmuştur ( $r=0.459$ ,  $p=0.042$ ). Diğer renkler arasındaki korelasyonlar ise zayıf pozitif veya çok zayıf pozitif ve negatif düzeyde olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0.05$ ).

#### **4.8.4. Skalalar Arasındaki Korelasyonlar**

Skalalar arasında katılımcılardan bağımsız olarak elde edilen renk seçimlerini değerlendirmek amacıyla yapılan korelasyon analizi Tablo 30'da gösterildi.

**Tablo 30.** Skalalara ait korelasyon analizleri

|              |                          | <b>A2</b> | <b>B2</b> | <b>C2</b> | <b>D2</b> |
|--------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>VCDL</b>  |                          |           |           |           |           |
| <b>A2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 1.000     | 0.010     | 0.327     | 0.263     |
|              | p değeri                 | .         | 0.939     | 0.011*    | 0.043*    |
| <b>B2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.010     | 1.000     | 0.321     | 0.433     |
|              | p değeri                 | 0.939     | .         | 0.013*    | 0.001**   |
| <b>C2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.327     | 0.321     | 1.000     | 0.178     |
|              | p değeri                 | 0.011*    | 0.013*    | .         | 0.174     |
| <b>D2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.263     | 0.433     | 0.178     | 1.000     |
|              | p değeri                 | 0.043*    | 0.001**   | 0.174     | .         |
| <b>V3DDL</b> |                          |           |           |           |           |
| <b>A2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 1.000     | -0.137    | 0.063     | 0.101     |
|              | p değeri                 | .         | 0.296     | 0.633     | 0.445     |
| <b>B2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | -0.137    | 1.000     | 0.181     | -0.057    |
|              | p değeri                 | 0.296     | .         | 0.166     | 0.665     |
| <b>C2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.063     | 0.181     | 1.000     | 0.081     |
|              | p değeri                 | 0.633     | 0.166     | .         | 0.536     |
| <b>D2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.101     | -0.057    | 0.081     | 1.000     |
|              | p değeri                 | 0.445     | 0.665     | 0.536     | .         |
| <b>VCSL</b>  |                          |           |           |           |           |
| <b>A2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 1.000     | 0.733     | 0.451     | 0.178     |
|              | p değeri                 | .         | 0.000**   | 0.000**   | 0.174     |
| <b>B2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.733     | 1.000     | 0.525     | 0.165     |
|              | p değeri                 | 0.000**   | .         | 0.000**   | 0.208     |
| <b>C2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.451     | 0.525     | 1.000     | 0.234     |
|              | p değeri                 | 0.000**   | 0.000**   | .         | 0.071     |
| <b>D2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.178     | 0.165     | 0.234     | 1.000     |
|              | p değeri                 | 0.174     | 0.208     | 0.071     | .         |
| <b>V3DSL</b> |                          |           |           |           |           |
| <b>A2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 1.000     | 0.090     | 0.245     | 0.023     |
|              | p değeri                 | .         | 0.496     | 0.059     | 0.859     |
| <b>B2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.090     | 1.000     | -0.015    | 0.099     |
|              | p değeri                 | 0.496     | .         | 0.911     | 0.452     |
| <b>C2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.245     | -0.015    | 1.000     | 0.148     |
|              | p değeri                 | 0.059     | 0.911     | .         | 0.258     |
| <b>D2</b>    | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.023     | 0.099     | 0.148     | 1.000     |
|              | p değeri                 | 0.859     | 0.452     | 0.258     | .         |

\*Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır. \*\*Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır.

VCDL skalası için, A2 ile C2 ( $r=0.327$ ,  $p=0.011$ ), A2 ile D2 ( $r=0.263$ ,  $p=0.043$ ) ve B2 ile C2 ( $r=0.321$ ,  $p=0.013$ ) renkleri zayıf pozitif ve anlamlı korelasyonlar gözlemlendi. En yüksek korelasyon B2 ile D2 arasında olup ( $r=0.433$ ,  $p=0.001$ ), bu ilişki orta düzey pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Diğer renkler arasındaki korelasyonlar ise çok zayıf düzeyde olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0.05$ ).

V3DDL skalası için, tüm renkler arasında çok zayıf düzeyde pozitif veya negatif korelasyonlar bulundu ancak bu ilişkilerin hiçbiri istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0.05$ ).

VCSL skalası için, A2 ile B2 ( $r=0.733$ ,  $p<0.001$ ) arasında güçlü, A2 ile C2 ( $r=0.451$ ,  $p<0.001$ ) ve B2 ile C2 ( $r=0.525$ ,  $p<0.001$ ) arasında ise orta düzeyde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı korelasyonlar bulundu. Diğer renkler arasındaki korelasyonlar ise çok zayıf veya zayıf pozitif düzeyde olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0.05$ ).

V3DSL skalası için, tüm renkler arasında zayıf pozitif veya çok zayıf pozitif ve negatif düzeyde korelasyonlar bulundu ancak bu ilişkilerin hiçbiri istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0.05$ ).

#### 4.8.5. Gözlemci Grupları Arasındaki Korelasyonlar

Gözlemcilerin renk seçimleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla skalalardan bağımsız olarak yapılan korelasyon analizi Tablo 31’de gösterildi.

**Tablo 31.** Gözlemci gruplarına ait korelasyon analizleri

|                |                          | A2     | B2      | C2      | D2      |
|----------------|--------------------------|--------|---------|---------|---------|
| <b>Grup AR</b> |                          |        |         |         |         |
| <b>A2</b>      | Korelasyon Katsayısı (r) | 1.000  | 0.225   | 0.256   | 0.106   |
|                | p değeri                 | .      | 0.044*  | 0.022*  | 0.351   |
| <b>B2</b>      | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.225  | 1.000   | 0.264   | 0.428   |
|                | p değeri                 | 0.044* | .       | 0.018*  | 0.000** |
| <b>C2</b>      | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.256  | 0.264   | 1.000   | 0.179   |
|                | p değeri                 | 0.022* | 0.018*  | .       | 0.111   |
| <b>D2</b>      | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.106  | 0.428   | 0.179   | 1.000   |
|                | p değeri                 | 0.351  | 0.000** | 0.111   | .       |
| <b>Grup SÖ</b> |                          |        |         |         |         |
| <b>A2</b>      | Korelasyon Katsayısı (r) | 1.000  | 0.144   | 0.187   | 0.223   |
|                | p değeri                 | .      | 0.202   | 0.096   | 0.047*  |
| <b>B2</b>      | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.144  | 1.000   | 0.295   | 0.343   |
|                | p değeri                 | 0.202  | .       | 0.008** | 0.002** |
| <b>C2</b>      | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.187  | 0.295   | 1.000   | 0.158   |
|                | p değeri                 | 0.096  | 0.008** | .       | 0.163   |
| <b>D2</b>      | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.223  | 0.343   | 0.158   | 1.000   |
|                | p değeri                 | 0.047* | 0.002** | 0.163   | .       |
| <b>Grup PÖ</b> |                          |        |         |         |         |
| <b>A2</b>      | Korelasyon Katsayısı (r) | 1.000  | 0.161   | 0.197   | 0.227   |
|                | p değeri                 | .      | 0.155   | 0.080   | 0.042*  |
| <b>B2</b>      | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.161  | 1.000   | 0.339   | 0.365   |
|                | p değeri                 | 0.155  | .       | 0.002** | 0.001** |
| <b>C2</b>      | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.197  | 0.339   | 1.000   | 0.229   |
|                | p değeri                 | 0.080  | 0.002** | .       | 0.041*  |
| <b>D2</b>      | Korelasyon Katsayısı (r) | 0.227  | 0.365   | 0.229   | 1.000   |
|                | p değeri                 | 0.042* | 0.001** | 0.041*  | .       |

\*Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır. \*\*Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır.

AR grubu için, A2 ile B2 ( $r=0.225$ ,  $p=0.044$ ), A2 ile C2 ( $r=0.256$ ,  $p=0.022$ ) ve B2 ile C2 ( $r=0.264$ ,  $p=0.018$ ) renkleri arasında zayıf pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı korelasyonlar bulundu. B2 ile D2 ( $r=0.428$ ,  $p<0.001$ ) arasında orta düzeyde anlamlı pozitif ilişki bulunmuştur. Diğer renkler arasındaki korelasyonlar ise çok zayıf pozitif düzeyde olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0.05$ ).

SÖ grubu için, A2 ile D2 ( $r=0.223$ ,  $p=0.047$ ), B2 ile C2 ( $r=0.295$ ,  $p=0.008$ ) ve B2 ile D2 ( $r=0.343$ ,  $p=0.002$ ) renkleri arasında zayıf pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı korelasyonlar bulundu. Diğer renkler arasındaki korelasyonlar ise çok zayıf pozitif düzeyde olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0.05$ ).

PÖ grubu için, A2 ile D2 ( $r=0.227$ ,  $p=0.042$ ), B2 ile C2 ( $r=0.339$ ,  $p=0.002$ ), B2 ile D2 ( $r=0.365$ ,  $p=0.001$ ) ve C2 ile D2 ( $r=0.229$ ,  $p=0.041$ ) renkleri arasında zayıf pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı korelasyonlar bulundu. Diğer renkler arasındaki korelasyonlar ise çok zayıf düzeyde pozitif olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0.05$ ).

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, farklı aydınlatma koşulları altında farklı renk skalaları kullanılarak, farklı mesleki deneyime sahip gözlemci gruplarının renk seçme başarıları dijital analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda “(I) Renk seçiminde ışık düzeltici cihaz altında yapılan renk seçimi ile doğal gün ışığı altında yapılan renk seçimi arasında fark yoktur” hipotezi kısmen kabul edildi. Çalışmanın sonuçlarına göre renk düzeltici cihaz VITA Classical skalası ile kullanıldığında AR grubunda B2 ve C2 renk seçimlerinde anlamlı farklılık görüldü. Diğer gözlemci gruplarında ve skalalarda renk seçimlerinde farklılık görülmedi.

“(II) Diş hekimliğinde klinik tecrübenin ideal renk seçimine etkisi yoktur” olarak belirlenen ikinci sıfır hipotezi kısmen kabul edildi. AR grubu C2 renk seçiminde SÖ grubuna göre, AR grubu A2 ve C2 renk seçimlerinde PÖ grubuna göre daha başarılı oldu. SÖ grubu da PÖ grubuna göre A2 ve C2 renk seçimlerinde daha başarılı oldu.

“(III) Farklı renk skalaları kullanımının ideal renk seçimine etkisi yoktur” olarak belirlenen üçüncü sıfır hipotezi kısmen kabul edildi. Doğal gün ışığı kullanılarak VITA Classical skalasıyla yapılan B2 ve D2 renk seçimleri 3D-MASTER skalasına göre daha doğru bulundu. Işık düzeltici cihaz kullanılarak VITA Classical skalasıyla yapılan tüm renk seçimleri 3D-MASTER skalasına göre daha doğru bulundu.

Ortam ve aydınlatma koşullarının renk seçimi üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır (114, 138, 150, 168–171). Diş kliniklerinde kullanılan aydınlatma gün ışığı, tavan aydınlatmaları ve dental ünite lambalarının oluşturduğu yapay ışığın bir karışımıdır (171). Dental ünitelerde kullanılan lambalar ile akkor ışık kaynakları, yüksek oranda sarı ışık yaydıkları için tavsiye edilmemektedir (2). Diş hekimi kliniklerinde bulunan aydınlatma koşulları mevsim, günün zamanı ve kullanılan ışık kaynağının çeşidine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir (100). Öğle saatlerindeki gün ışığının renk seçimi açısından ideal olduğu bildirilse de (19), gün ışığındaki değişkenlik nedeniyle yapay aydınlatma altında gerçekleştirilen renk seçimlerinin daha güvenilir olduğu belirlenmiştir (138, 172). Park ve ark.’nın yaptığı bir çalışmaya göre, bir renk skalasının value, chroma ve hue özellikleri, kullanılan aydınlatıcıya (D65, F2 ve A) göre anlamlı şekilde değişmektedir (173). Çalışmalarda ışık koşullarını standartlaştırmak için standart gün ışığı lambasının kullanımı, doğal gün ışığına kıyasla renk eşleştirme yeteneğini anlamlı şekilde artıran değerli bir yardımcı araç olarak değerlendirilmiştir (168, 174). Önceki çalışmalar, doğal

ışığın renk eşleştirme becerileri açısından en kritik faktörlerden biri olduğunu ortaya koymuştur (42, 175). Bu doğal ışık koşulu, ışık düzeltici cihazlar kullanılarak tutarlı biçimde sağlanabilir ve böylece daha doğru renk seçimi yapılabilir (19, 71, 176, 177).

İdeal koşullar klinik ortamlarda sağlanması zor olduğundan çevresel ışığın etkisini en aza indirmek ve görsel renk seçimi yöntemine yardımcı olmak için üst aydınlatmalarda renk düzeltmeli ışık tüpleri kullanımı önerilmiştir (178). Aynı zamanda elde taşınabilir renk düzeltmeli lambalar da mevcuttur ve bu tür lambaların kullanımıyla daha başarılı renk eşleştirme sonuçları rapor edilmiştir (138, 148). İlk nesil taşınabilir cihazlarda floresan tüpler bulunmakta olup, büyük boyutları ve kullanıcı dostu olmamaları gibi bazı olumsuz yönleri mevcuttu. En yeni ışık düzeltici cihazlar, kullanıcı dostu olmaları, çok yönlülükleri ve çapraz polarize filtrelerle bağlanabilme özellikleriyle dikkat çekmektedir (179). Araştırmalar, deneyimli klinisyenlerin ışık düzeltmeli cihazlarla yüksek doğrulukta renk eşlemesi yapabildiğini göstermiştir (180).

Işık düzeltici cihazlar, dengelenmiş ışık sağlayan el tipi, stabil aydınlatma cihazlarıdır ve renk eşleştirme ortamının güvenilirliğini artırmada, renk ayrımı sonuçlarındaki sapmaları azaltmada, renk algısında tutarlılığı arttırmada ve standartlaştırılmış ortam koşulları oluşturmada önemli rol oynarlar (9, 168, 176, 181–183). Bu cihazlar ışık parazitini azaltır ve görsel renk seçimi yöntemine yardımcı olmak amacıyla nötr bir netlik sağlayarak standart bir ışık atmosferi sunar. Bunlar standart gün ışığını (5500 K) simüle eden ışık kaynağına sahip, LED tabanlı, doğal gün ışığına benzer bir aydınlatma sağlayan el tipi lambalardır (9, 138, 179, 184). Çoğunlukla kullanılan dental spektrofotometrelerdeki ışık kaynağına benzer bir ışık üretir (9, 184). Günün saati, yılın mevsimi ve diş hekimi muayenehanelerindeki ışık kaynağının türü gibi değişkenlerdeki farklılıkları düzeltmeye yardımcı olur (184, 185). Işık düzeltici cihazların daha doğru renk eşleştirme sonuçları sağladığı iddia edilmektedir; bu da yeniden yapım gerekliliğini, ek randevuları ve maliyetleri azaltabilir (138, 173, 176, 186, 187).

Pek çok çalışma, diş rengi eşlemesi sırasında ışık düzeltici kaynakların kullanılmasını desteklemektedir ve ışık düzeltici cihazların kullanımının görsel renk seçimi performansını artırdığını göstermiştir (9, 148, 174, 182, 188, 189). Curd ve ark.'nın yaptıkları ortalama yaşı 26 olan 165 erkek ve 51 kadın öğrenciyi içeren çalışmada ışık düzeltici cihaz kullanımıyla yapılan renk eşleştirme skorlarının, doğal ışığa göre anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu belirtilmiştir (138). Liberato ve ark.'nın yaptığı çalışmada, ışık

düzeltilici cihaz kullanıldığında görsel yöntemle yapılan renk eşleştirmenin güvenilirliği artmıştır (190). Bu sonuç, LED ışık kaynaklarının renk eşleştirme doğruluğunu artırdığına dair önceki çalışmalarla örtüşmektedir (9, 176, 184). Dagg ve ark.; çalışmalarında ışık düzeltilici cihazın renk seçimi için en faydalı faktör olduğunu belirtmişlerdir (19). Bu sonuçlar, diş teknisyenlerinin geleneksel laboratuvar ışığı yerine ışık düzeltilici cihazlar kullandıklarında daha iyi eşleştirme skorları elde ettiklerini gösteren Jasinevicius ve ark.’nın yaptıkları çalışmayla da uyumludur (148).

Kurian ve ark.’nın yaptığı çalışmada, ışık düzeltilici cihaz kullanılarak yapılan görsel renk seçiminin, cihaz kullanılmadan yapılanlara göre spektrofotometrik ölçümlerle istatistiksel olarak daha güçlü bir ilişki gösterdiği bulunmuştur. Bu durum, ışık düzeltilici cihaz kullanmanın renk seçiminde güvenilirliği önemli ölçüde artırdığını ve standart spektrofotometreden elde edilen değerlerle benzer olduğunu ortaya koymuştur (191). McAndrew ve ark.’nın çalışmasında, renk düzeltilici ışık ile dijital kayıt cihazının birlikte kullanılması, dijital cihazın yalnızca normal aydınlatma koşullarında kullanılmasına kıyasla diş rengi eşleştirme başarısını artırmıştır. (192). Liberato ve ark.’nın yaptıkları bir başka çalışmanın bulguları, ışık düzeltilici cihazın, görsel ve aletsel yöntemler arasındaki renk benzerliğini artırdığını göstermiştir. Bu nedenle, ışık düzeltilici cihaz kullanımı, görsel renk seçiminin güvenilirliğini artırmak açısından faydalı görünmektedir (193). Jorquera ve ark.’nın yaptıkları çalışmada görsel yöntem, dijital kamera ve ışık düzeltilici cihazla kullanılan akıllı telefon olmak üzere üç farklı yöntemle renk seçimi yapılmış ve elde edilen seramik kronların, komşu doğal dişle renk uyumu değerlendirilmiştir. Görsel yöntemle yapılan renk seçimi kabul edilebilir eşik değerin üzerinde bulunurken ( $\Delta E^*_{ab}=5.32$ ), dijital kamera ( $\Delta E^*_{ab}=2.75$ ) ve ışık düzeltilici cihazla kullanılan akıllı telefon ( $\Delta E^*_{ab}=2.34$ ) ile elde edilen değerler kabul edilebilir sınırın altında bulunmuştur. Bu bulgu, akıllı telefonların gelişen kamera teknolojisi, renk düzeltilici yazılım desteği ve ışık standardizasyon ekipmanları ile artık renk seçiminde güvenilir bir alternatif haline geldiğini göstermektedir (179).

Gasparik ve ark.’nın yaptıkları çalışmada elde edilen sonuçlar, ışık düzeltilici lambanın kullanılması durumunda diş hekimliği öğrencilerinin renk eşleştirme yeteneğinin arttığını göstermiştir (9). Jouhar’ın yaptığı çalışmada aydınlatma koşullarındaki değişikliğin hem klinik hem de preklinik öğrencilerinde renk seçimi puanlarını anlamlı biçimde artırdığını göstermiştir. Mevcut bulgular, düzeltilici ışık cihazı altında elde edilen

ton eşleştirme puanlarının klinik ışığa göre anlamlı derecede daha yüksek olduğunu göstermiştir (194). Bu çalışmada elde edilen bulgular elde taşınan dengeli ışık cihazlarının uygun maliyetli ve ton eşleştirmeyi iyileştiren uygulamalar olduğunu bildiren diğer bazı çalışmalarla da uyumludur (168, 183, 195). Clary ve ark.'nın yaptıkları çalışmada gözlemciler renk seçiminde ışık düzeltici cihaz kullanımı ile ilgili eğitim vermiş ve öncesi-sonrası bulguları karşılaştırmıştır. Işık düzeltici cihaz kullanımı renk eşleştirme başarısını arttırmıştır (170). Bazı çalışmalar, ışık düzeltici cihazların renk görme bozukluğu olan bireylerde bile renk eşleştirme yeteneğini artırdığını ve bu cihazların renk eşleştirme becerilerini destekleyen umut verici araçlar olduğunu göstermiştir (187, 196).

Son zamanlarda, bu ışık düzeltici cihazlara polarizasyon filtreleri de eklenmiştir. Bu filtrelerin temel işlevi, yansıtıcı ışığı ve parlamayı azaltmak, dental yapılardaki detayların ve diş translusensinin daha doğru değerlendirilmesini sağlamaktır. Renkli olmayan bu filtre, parlak yüzeylerden gelen eğik yansımaları azaltarak, gereksiz yansımaları ortadan kaldırarak algılanan rengin koyuluğunu ve doygunluğunu artırabilir. Ancak, bildiğimiz kadarıyla şimdiye kadar polarizasyon filtrelerinin renk eşleştirme sürecindeki performansına olumlu etkisine dair herhangi bir çalışma yayımlanmamıştır (170, 174, 197, 198).

Liberato ve ark.'nın yaptıkları çalışmada, polarizasyon filtresinin ilave kullanımının görsel renk seçimini etkilemediğini bulmuşlardır. Bu bulguyla polarize filtrenin difüz yansımayı azalttığı bilinse de renk seçiminde görsel kaliteyi artırmadığı görülmüştür (193). Gasparik ve ark.'nın yaptıkları çalışmada polarizasyon filtresinin kullanımının, standart aydınlatma koşullarıyla karşılaştırıldığında renk eşleştirme sonuçlarını iyileştirmedeğini görmüşlerdir (9).

Bu çalışmada ışık düzeltici cihaz olarak Smile Lite kullanıldı. Birçok çalışmada (9, 179, 190, 198) kullanılan bu cihaz LED tabanlı teknoloji ile 5500 K renk sıcaklığına sahip olan, elde taşınabilir bir ışık düzeltici lambadır. Bu ışık kaynağı dental spektrofotometrelerin iç ışık kaynağına benzemektedir. Sahip olduğu dikdörtgen biçimli pencere sayesinde ışığın yönlendirilmesini ve çalışma alanının sınırlandırılmasını kolaylaştırır. Böylece gözlemcinin dikkatini çevresel dokulardan veya gereksiz yansımadan uzaklaştırarak doğrudan dişlere odaklanmasına yardımcı olur. Özellikle renk seçimi sırasında yalnızca ilgili dişin görünür hale gelmesi, gözün daha net ve kontrollü bir algı oluşturmalarını sağlar. Çalışmamızın sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde; ışık

düzeltilici cihaz kullanımının ideal renk seçimine katkısı olduğu görülmektedir. AR grubunun renk seçimlerinde VITA Classical skalası ile Smile Lite kullanımı daha yüksek doğruluk sağlarken (A2 için  $\Delta E^*_{ort}=0.08$ , B2 için  $\Delta E^*_{ort}=0.08$ , C2 için  $\Delta E^*_{ort}=0.15$  ve D2 için  $\Delta E^*_{ort}=0.14$ ), doğal gün ışığı kullanılarak yapılan seçimler daha düşük doğruluk gösterdi (A2 için  $\Delta E^*_{ort}=1.22$ , B2 için  $\Delta E^*_{ort}=1.55$ , C2 için  $\Delta E^*_{ort}=2.12$  ve D2 için  $\Delta E^*_{ort}=0.85$ ). Işık düzeltici cihaz A2 renk seçiminde kısmi bir doğruluk gösterdi. D2 rengi hem ışık düzeltici cihaz kullanımı ile hem de doğal gün ışığında düşük  $\Delta E^*_{00}$  değeri gösterdi. Doğal ışıpta A2 ile B2 arasında anlamlı bir korelasyon ilişkisi bulunmazken ( $r=0.231$ ,  $p>0,05$ ), Smile Lite altında bu iki renk arasında güçlü bir korelasyon ortaya çıktı ( $r=1.000$ ,  $p<0.001$ ). Bu durum, ışık kullanımının genel olarak renk seçim doğruluğunu arttırdığını gösterdi. Ayrıca birbirine yakın ton olan A2 ve B2'nin gözlemciler tarafından ışık düzeltici cihaz altında aynı doğrulukta değerlendirilmesini sağladığını göstermektedir. En belirgin artışın B2 ve C2 renklerinde görülmesi ışık standardizasyonunun özellikle L\* değerindeki farklılığa dayalı olarak etki göstermesinden kaynaklı olabilir (B2: L\*=78.4, a\*=-1.4, b\*=17.66; C2: L\*=70.7, a\*=-0.4, b\*=17.36).

SÖ grubunun VITA Classical skalası ile Smile Lite ışık düzeltici cihaz kullanarak yaptığı renk seçimlerinde (A2 için  $\Delta E^*_{ort}=0.76$ , B2 için  $\Delta E^*_{ort}=1.03$ , C2 için  $\Delta E^*_{ort}=1.38$ , D2 için  $\Delta E^*_{ort}=0.62$ ) renklerin doğru eşleştirilme yüzdesi, doğal gün ışığına oranla (A2 için  $\Delta E^*_{ort}=1.67$ , B2 için  $\Delta E^*_{ort}=2.11$ , C2 için  $\Delta E^*_{ort}=2.64$ , D2 için  $\Delta E^*_{ort}=0.64$ ) daha başarılı bulundu; ancak bu artış istatistiksel analizde anlamlı farklılık göstermedi ( $p>0.01$ ).

PÖ grubunda VITA Classical skalası ile renk seçiminde Smile Lite kullanımı daha yüksek doğruluk sağlarken (A2 için  $\Delta E^*_{ort}=2.15$ , B2 için  $\Delta E^*_{ort}=1.82$ , C2 için  $\Delta E^*_{ort}=3.10$ , D2 için  $\Delta E^*_{ort}=0.98$ ), doğal gün ışığı altında yapılan seçimler daha düşük doğruluk (A2 için  $\Delta E^*_{ort}=2.52$ , B2 için  $\Delta E^*_{ort}=3.32$ , C2 için  $\Delta E^*_{ort}=3.93$ , D2 için  $\Delta E^*_{ort}=1.03$ ) gösterdi; ancak bu farklılık istatistiksel analizde anlamlı bulunmadı ( $p>0.01$ ). A2, B2 ve C2 renklerinde elde edilen  $\Delta E^*_{00}$  değerleri her iki aydınlatma için de klinik kabul edilebilirlik sınırlarının üzerinde bulundu. Bu durum, PÖ grubunun renk seçimi konusunda tecrübesiz olmaları ve daha önce pratik yapmamış olmalarına bağlanabilir. Buna karşın D2 renginin kısmen daha düşük b\* değerine sahip olması (A2 için b\*=19.26, B2 için b\*=17.66, C2 için b\*=17.36, D2 için b\*=13.43) nedeniyle bu renk seçiminde daha düşük  $\Delta E^*_{00}$  değerleri çıkmış olabilir.

Genel olarak VITA Classical skalasının Smile Lite ışık düzeltici cihaz ile kullanımı ile (A2 için  $\Delta E^*_{ort}=0.99$ , B2 için  $\Delta E^*_{ort}=0.97$ , C2 için  $\Delta E^*_{ort}=1.54$ , D2 için  $\Delta E^*_{ort}=0.58$ ) renklerin doğru eşleştirilme yüzdesi doğal gün ışığına (A2 için  $\Delta E^*_{ort}=1.83$ , B2 için  $\Delta E^*_{ort}=2.32$ , C2 için  $\Delta E^*_{ort}=2.89$ , D2 için  $\Delta E^*_{ort}=0.84$ ) göre daha fazla bulundu.

Grup AR, SÖ ve PÖ için VITA Toothguide 3D-MASTER skalası ile Smile Lite ışık düzeltici cihaz altında yapılan ölçümlerde (A2 için  $\Delta E^*_{ort}=1.70$ , B2 için  $\Delta E^*_{ort}=2.74$ , C2 için  $\Delta E^*_{ort}=3.78$ , D2 için  $\Delta E^*_{ort}=4.48$ ), doğal gün ışığına (A2 için  $\Delta E^*_{ort}=2.08$ , B2 için  $\Delta E^*_{ort}=3.04$ , C2 için  $\Delta E^*_{ort}=3.75$ , D2 için  $\Delta E^*_{ort}=5.04$ ) kıyasla doğru eşleştirme oranlarında kısmi bir artış gözlemlendi. Ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0.01$ ). 3D-MASTER skalası için aydınlatma koşulları arasında bir korelasyon görülmemesi de bu sonuçları doğrular niteliktedir.

Optik parametrelerin belirlenmesinde, ölçümlerin gerçekleştirildiği arka plan renginin seçilen renge etkisinin incelendiği birçok çalışma mevcuttur. Klinik uygulamada arka plan çoğunlukla ağız boşluğunun karanlık yapısıyla temsil edilir (181, 189). Kontrastı artırmak amacıyla karşıt dental ark, alt dudak veya rubber dam kullanılması önerilmiştir (181). Ancak rubber dam kullanıldığında koyu arka plan nedeniyle diş olduğundan daha açık algılanabilir ve bu da restorasyonun çevre dokulara göre daha koyu yapılmasına neden olabilir (199).

Bazı araştırmacılar seçilen renkte arka plan renginin etkili olduğunu belirtmişlerdir (200–202). Ardu ve ark.; diş renginin spektrofotometrik olarak değerlendirilmesinde arka plan renginin etkisini incelemiştir. Çalışma bulgularına göre, beyaz, siyah ve gri arka planlar kullanılarak yapılan ölçümler ile arka plansız ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar gözlemlenmiştir. Siyah ve gri arka planların, oral çevre koşullarını daha gerçekçi bir şekilde yansıttığı belirtilmiştir (203). Bir başka çalışmada görsel renk belirlemede beyaz ve siyah arka planların, nötr griyle aynı düzeyde iyi sonuçlar verdiğini, kırmızı arka planların ise daha az etkili olduğu bulunmuştur (181). Başka bir çalışmada ise, pembe arka planların, mavi arka planlara göre daha yüksek uyum düzeyleri sağladığı belirlenmiştir. Gri, pembe veya mavi kağıt arka planların, gözün dişlerin sarılığını algılamasına yardımcı olabildiğini ve tekrarlayan karşılaştırma ihtiyacını azaltabildiğini bildirmişlerdir (188). Benzer şekilde, %18 gri gibi standartlaştırılmış bir arka plan, çevresel renklerin etkileşimini azaltabilir (193). Güven ve ark.'nın yaptıkları çalışmada renk

seçiminin yapıldığı kabin içerisini çevresel göz yanılsamalarını ve göz yorgunluğunu önlemeyi amaçlayan nötr gri zemin ile kaplamıştır (204).

Buna karşın Ma ve ark.'nın yaptıkları çalışmada arka plan renginin seçilen rengi etkilemediğini bildirmişlerdir (205). Liberato ve ark.'nın yaptıkları çalışmada, gri arka planın renk uyum seviyesini etkilemediğini, ancak ışık düzeltici cihaz olmadan yapılan görsel ve aletsel renk seçimleri arasındaki renk benzerliğini arttırdığını bulmuşlardır (193).

Bunlara ek olarak, dış rengi değerlendirmesinde herhangi bir zemin kullanılmaksızın, doğrudan ölçümlerle gerçekleştirilen araştırmalar da bulunmaktadır (176, 206–208).

Renk ölçüm kutusu ya da bilinen ismiyle “viewing booth”, renk değerlendirme süreçlerinde standart ve tekrarlanabilir aydınlatma koşulları sağlayan, ışık kontrollü bir gözlem kabinidir. İç yüzeyleri genellikle nötr gri tonlarında kaplanmış olup, dış ortam ışığının etkisini elimine edecek şekilde tasarlanmıştır. Kabin içerisinde standart gün ışığı veya tungsten ışığı gibi farklı ışık kaynakları bulunur ve bu sayede gözlemciler renk örneklerini istenen aydınlatma koşullarında değerlendirebilir. Metamerizmin tespit edilmesi, renk algısındaki gözlemciye bağlı değişkenliklerin azaltılması ve renk seçiminin standardizasyonunu sağlamak amaçlı kullanılabilir. Viewing booth kullanımının renk eşleştirme doğruluğunu artırdığı, gözlemciler arasındaki varyasyonu azalttığı ve elde edilen renk farkı verilerinin görsel algıyla daha yüksek korelasyon gösterdiği görülmektedir (204, 209). Bu nedenle viewing booth hem bilimsel araştırmalarda hem de klinik uygulamalarda renk değerlendirmesi için standart aydınlatma koşullarını sağlayan bir araç olarak kabul edilmektedir (40, 64, 69, 94, 170, 171, 181, 209–213).

Çalışmamızda evresel faktörlerin etkisini en aza indirmek amacıyla spektrofotometrik ölçümler nötral gri bir zemin ( $L^*=64.1$ ,  $a^*=0.3$ ,  $b^*=-3.4$ ) üzerinde yapıldı. Gözlemcilerin yaptıkları renk seçimleri ise görüntüleme kabininin ortasına yerleştirilen, özel olarak hazırlanmış 45° eğimli ve ağız ortamını taklit etmesi açısından siyah zeminli bir platform üzerinde yapıldı. Tüm bu ölçümler 5500 K'lik floresan lamba içeren bir renk ölçüm kutusu (viewing booth) içinde gerçekleştirilerek sonuçları etkileyebilecek çevresel faktörler en aza indirgenmeye çalışıldı.

Bir nesneye 15 saniyeden daha uzun süre bakıldığında retina adaptasyon gösterir ve renkler birbirine benzemeye başlar (2). Koni hücreleri sürekli uyarılmaya karşı hassas hale gelerek yorulabilir, bu nedenle ideal renk seçimi süresinin 5 saniyeden uzun tutulmaması

önerilir (6, 29). Bu durumu engellemek için nötr gri bir arka plana bakılarak gözler dinlendirilmelidir (2, 6, 29). Çalışmamızda gözlemcilere renk seçimlerini yaparken göz yorgunluğunu engellemek için 5-7 saniye içerisinde seçim yapmaları önerildi. İhtiyaç duyduklarında nötr gri arka plana bakarak gözlerini dinlendirmeleri istendi.

Diş rengi; görsel değerlendirme ya da cihazlarla ölçüm gibi çeşitli yöntemlerle belirlenmektedir (214). Renk algısındaki bireyler arası farklılıklar nedeniyle, görsel renk değerlendirmesi standardizasyondan yoksundur; bu durum renk ölçüm cihazları kullanımı ile iyileştirilebilir (81). Görsel renk ölçümü ile karşılaştırıldığında, cihazlarla yapılan renk ölçümü; objektif olması, rakamsal olarak ifade edilebilmesi ve hızlı elde edilebilmesi gibi avantajlar sağlamaktadır (215). Renk seçimi sırasında oluşabilecek insan hatalarını ve laboratuvara veri aktarımındaki yanlışlıkları ortadan kaldırmak amacıyla; kolorimetreler, spektrometreler, spektrofotometreler, dijital kamera ve görüntüleme sistemleri piyasaya sunulmuştur (216).

Spektrofotometreler yüzey renklerinin ölçülmesinde en sık kullanılan cihazlardır. Birçok çalışma, uygun koşullar sağlandığında spektrofotometrelerin doğruluğunu ve hassasiyetini en yüksek olarak değerlendirmiştir. Ayrıca, dental spektrofotometre, farklı aydınlatma koşulları arasında yüksek tutarlılık göstermiş ve bu koşullardan etkilenmediği ortaya konmuştur. Spektrofotometreler bilimsel çalışmalarda, dental materyallerin renklerinin ölçümünde, iki cisim arasındaki renk farkının tespiti amacıyla ve rengin tarif edilmesinde kullanılmaktadır.

Spektrofotometre, kolorimetre ve spektrometre gibi cihazlar renk belirlenmesinde standart bir ölçüm sağladıklarından dolayı konvansiyonel yöntemlere göre daha güvenilirlerdir (75, 78, 82, 118, 184, 217–227). Alet destekli renk belirleme yöntemleri objektiftir ve bu nedenle görsel yaklaşıma tamamlayıcı bir yöntem olarak önerilir (71, 190, 228, 229).

Hem görsel hem de aletsel yöntemlerin karşılaştırıldığı çalışmalarda, görsel renk değerlendirmesine kıyasla, spektrofotometrik analizlerin daha tekrarlanabilir olduğu ve daha iyi sonuçlar verdiği gösterilmiştir (71, 75, 78, 81, 82, 176, 180, 184, 217, 220–226, 229–234). Liberato ve ark.'nın yaptıkları çalışmanın bulguları, tüm gözlemciler için aletsel yöntemlerin (özellikle spektrofotometre ve ağız içi tarayıcı) görsel yöntemlere kıyasla daha güvenilir olduğunu göstermektedir (190). Bu sonuçlar, spektrofotometrelerin ve dijital tarayıcıların renk eşleştirmede daha başarılı olduğunu bildiren önceki araştırmalarla

uyumludur (223, 226, 235). Paul ve ark.'nın yaptıkları çalışmada spektrofotometrelerin toplam  $0.48 \Delta E^*_{ab}$  hata payı ile yüksek derecede tekrarlanabilir sonuçlar verdiğini bulmuşlardır. Ayrıca, doğal diş renginin belirlenmesinde sonuçların görsel değerlendirme ile uyumlu olduğunu bildirmişlerdir (81). Gehrke ve ark.; görsel renk seçimi ile spektrofotometre kullanarak aletsel renk seçimi yöntemlerini karşılaştırmış, spektrofotometre ile elde edilen sonucun daha tekrarlanabilir ve güvenilir olduğunu bildirmiştir (219). Chen ve ark.; görsel yöntem ve aletsel yöntemle gerçekleştirilen ölçümlerin incelendiği derleme çalışmasında, spektrofotometre cihazı ile gerçekleştirilen ölçümlerin daha kesin olduğunu belirtmişlerdir (118). Revilla-León ve ark.'nın yaptıkları bir klinik çalışmada kullanılan dental spektrofotometrenin önceki çalışmalarda olduğu gibi görsel renk değerlendirmeye kıyasla daha güvenilir bir yöntem olduğu gösterilmiştir (133).

Okubo ve ark.; renk ölçüm yöntemlerini karşılaştırdığı çalışmalarında, görsel ölçüm yöntemi ile %48 oranında doğruluk oranı bulurken, aletsel ölçüm yöntemi ile doğru renk eşleştirmesi oranının %50 olduğunu ve iki yöntem arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir (5). Yılmaz ve Karaağaçlıoğlu da görsel yöntem ile aletsel yöntemi karşılaştırmış ve görsel ölçüm ile daha doğru bir renk seçimi yapıldığını saptamışlardır (236).

Spektrofotometrelerden elde edilen veriler diş hekimleri ve diş teknisyenlerinin ortak kullanabileceği formata dönüştürülmelidir (231). Bazı spektrofotometreler dişlerin sadece  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerini değil, çok yaygın olarak kullanılan renk skalalarına uygun olarak renk kodlarını da bildirmektedir (81).

Revilla-León ve ark.'nın yaptıkları çalışmada doğrudan görsel renk seçimi daha az güvenilir olduğu için, spektrofotometre ile yapılan ölçümler kontrol grubu olarak kullanılmıştır (133). Çalışmamızda spektrofotometre cihazı ile yapılan ölçümler ve bu ölçümden elde edilen  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri kullanılarak kontrol grubu oluşturuldu. Bu değerler VITA Classical ve 3D-MASTER skalalarında karşılık gelen renk kodlarına dönüştürülerek analizleri yapıldı.

Renk farkı formülleri, iki nesne arasındaki algılanan renk farkını sayısal olarak ortaya koymak için oluşturulmuş temel denklemlerdir. Bu formüllerin amacı, görsel değerlendirmelerle aletsel renk farkı değerleri arasındaki korelasyonu artırmaktır. Bu korelasyonun iyileştirilmesi, diş hekimliğinde renk farklarının klinik olarak yorumlanabilmesi açısından önemlidir (101). Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE,

Commission Internationale de l'Éclairage), zamanla ideal renk formülasyonu sağlamak adına CIELAB (CIE76), CIE94 ve CIEDE2000 formüllerini geliştirmiştir (64). Bunlar sırasıyla  $\Delta E^*_{ab}$ ,  $\Delta E^*_{94}$ ,  $\Delta E^*_{00}$  olarak gösterilir. Bu formüllerde değer arttıkça, renk farkı da o kadar belirginleşir ve insan gözü tarafından daha kolay algılanır. Hesaplanan renk farklarıyla algılanan farklar arasındaki farkı en aza indirmek amacıyla günümüzde CIEDE2000 formülünün kullanılması önerilmektedir (237).

Paravina ve ark.'nın yaptıkları çalışmada hem kabul edilebilirlik hem de algılanabilirlik açısından CIEDE2000 formülünü, CIE94 formülüne kıyasla daha başarılı bulmuşlardır. Araştırmacılar, CIEDE2000 formülünün dental araştırmalarda ve in vivo aletsel çalışmalarda kullanılmasını önermiştir. Ayrıca, bu formülün görsel verilerle kıyaslandığında istatistiksel olarak daha başarılı sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir (64). Lee tarafından yapılan bir başka çalışmada, restoratif diş hekimliğinde kullanılan kompozitlerin renk farkı formüllerinin etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada  $\Delta E^*_{ab}$  ve  $\Delta E^*_{00}$  aralıklarının benzer olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle CIELab tabanlı renk farkı formüllerinin görsel ve aletsel yöntemler arasında tutarsızlık yaratabileceğini, ancak CIEDE2000 formülünün doğrulanmış verilerle daha uyumlu olduğunu ifade etmiştir (238). Üst ön kesici dişlerden dördünün kullanıldığı bir çalışmada, CIELAB ve CIEDE2000 formülleri ile renk farkları hesaplanmıştır. Bu çalışmada her iki formülün de %100 verimli olmadığı, ancak CIEDE2000 formülüyle yapılan eşleştirmelerin görsel algıya daha yakın sonuçlar verdiği bildirilmiştir (239). Son çalışmalar da, CIEDE2000 renk farkı formülünün diş hekimliği araştırmalarında ve diğer dental uygulamalarda kullanılması gerektiğini göstermektedir. Çalışmamızda bu çalışmalardaki önerilere göre katılımcıların skalalardan seçtikleri renk farkının hesaplanması için CIEDE2000 formülü kullanıldı. CIEDE2000 formülü kullanılarak hesaplanan  $\Delta E^*_{00}$  değerleri, katılımcıların farklı aydınlatma koşulları ve farklı skalalar altında yaptıkları renk seçimlerinin görsel algı ile ne ölçüde uyumlu olduğunu ortaya koymuştur.

Renk farklarını değerlendirmek için algılanabilirlik eşiği (PT) ve kabul edilebilirlik eşiği (AT) olmak üzere iki temel eşik vardır. Bu eşikler, dental materyallerin seçiminde rehberlik edecek, klinik performanslarını değerlendirecek ve klinik diş hekimliği, dental araştırma ve ardından gelen standardizasyon çalışmalarında görsel ve aletsel bulguları yorumlayacak bir kalite kontrol aracı olarak kullanılabilir (94). Bir renk farkının algılanması ve bu farkın kabul edilebilir olup olmadığı son derece önemlidir ve diş

hekimliği araştırmalarında, görsel ve aletsel renk eşleştirme karşılaştırmaları, dental renk skalaları ve renk uyumluluğu, renk stabilitesi ve renk etkileşimi ile ilgili alanlarda kullanılmıştır.

Paravina ve ark.'nın yaptıkları çok merkezli çalışmada 63 monokromatik seramik örneği genel diş hekimleri, diş hekimliği öğrencileri, diş teknisyenleri, yardımcı personeller ve halktan kişilerden oluşan 175 gözlemciye görüntüleme kabini altında karşılaştırmıştır. Bu çalışmayla diş rengine algılanabilirlik eşiği ve kabul edilebilirlik eşiği değerlerini belirlemeyi amaçlamıştır. CIEDE2000 formölüne göre algılanabilirlik eşiğini 0.8, kabul edilebilirlik eşiğini 1.8 olarak bulmuşlardır (94). Çalışmamızda algılanabilirlik eşiği ve kabul edilebilirlik eşiği 0.8–1.8 olarak belirlendi ve katılımcılara bu değerlere göre puanlar verildi ( $\Delta E^*_{00}=0$  için 0 puan,  $\Delta E^*_{00}=0-1.8$  için 1 puan,  $\Delta E^*_{00}>1.8$  için 2 puan.). VITA Classical skalasının Smile Lite ile kullanıldığında elde edilen tüm renk seçimlerinin kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu, hatta D2 renginin algılanabilirlik eşiğinin altında kaldığı görüldü (D2 için;  $\Delta E^*_{00}=0.58$ ). Buna karşılık, VITA Classical skalasının doğal gün ışığı altında kullanımı ve özellikle 3D-MASTER skalasının her iki ışık kaynağı altında kullanımında birçok  $\Delta E^*_{00}$  değeri AT sınırını aşmış ve klinik olarak kabul edilemez bulunmuştur. Bu sonuçlar, Smile Lite cihazının ışık koşullarını iyileştirerek renk seçimi doğruluğunu artırdığını, ancak özellikle 3D-MASTER skalasının karmaşık yapısından dolayı bu skala konusunda deneyimsiz olan tüm gözlemcilerde kabul edilemez  $\Delta E^*_{00}$  değerlerinin ortaya çıkabildiğini göstermektedir.

Diş hekimliğinde renk belirlemede en çok tercih edilen yöntem görsel olarak rengin seğilmesidir. Diş renklerinin ağız ortamında belirlenmesi kişiden kişiye değişkenlik göstermektedir. Görsel renk seçimi gözlemcinin ışık enerjisi uyarılarına verdiği fizyolojik ve psikolojik cevaplara bağlıdır (67, 97, 240) ve görsel diş rengi seçimi pek çok faktörden etkilenebilir (20, 29). Renk algılama farklılığı; yaş, cinsiyet, deneyim, yorgunluk, ruhsal durum, renk körlüğü gibi fizyolojik değişkenler ile aydınlatma koşulları, ışık kaynağının konumu, objenin göze göre konumu ve metamerizm gibi kontrol edilemeyen faktörlerden kaynaklanmaktadır (14, 63, 81, 154, 195, 232, 241–245). Ayrıca bu faktörlerden her birinin gözlemci üzerinde farklı yorumlara neden olacak etkileri de vardır. Dolayısıyla görsel karşılaştırmalar ile rengin değerlendirilmesi sonucunda tutarlı olmayan sonuçlar ortaya çıkabilmekte ve gözlemciler arasında renk algısının farklılığı nedeniyle güvensiz görölmektedir.

Diş hekimliğinde renk seçiminde karşılaşılan bir diğer problem, kullanılan renk skalalarının yetersizliğidir. Literatürde bazı araştırmacılar, mevcut skalalarda renk tonu belirlemek için sunulan örnek sayısının yetersiz olduğunu ve bu skalalarla hue, value ve chroma ayrımının doğru bir şekilde yapılamayacağını açıkça ifade etmiştir (246–248).

Görsel renk seçimi kullanılan skala türüne bağlı olarak da değişkenlik göstermektedir (3, 9, 86). VITA Classical ve VITA Toothguide 3D-MASTER skalaları arasında da görsel yöntem açısından farklılık gözlemlenmiştir (190).

VITA Classical renk skalası ile 3D-MASTER renk skalası karşılaştırıldığında, 3D-MASTER skalasının doğal diş rengi ile daha çok uyum göstermesi, daha geniş bir renk aralığına sahip olması, value, hue ve chroma gibi kabul gören renk algısı ilkelerine uygun olduğu için daha sistematik renk seçimini sağlayabilmesi gibi avantajları vardır (172, 246, 249–253). Bu renk skalası value temelli olup, diğer sistemlere kıyasla daha doğru renk eşlemesi sağladığı bildirilmiştir. Çünkü insan gözünün hue'daki küçük değişimlerden çok, value ve chroma'daki değişimlere karşı daha hassas olduğu söylenmektedir (60, 173). Buna karşın, daha az tecrübeye ve renk bilgisine sahip klinisyenler 29 sekmeli bu renk skalasını karmaşık, kullanımını zor bulmakta ve ayrıca value, hue ve chroma konseptini anlamakta zorlanmaktadırlar (101).

Hammad çalışmasında 10 protetik diş tedavisi uzmanı ve 10 genel diş hekimine VITA Classical ve 3D-MASTER kullandırarak 20 hastanın santral dişlerine renk seçimi yaptırmış ve tekrarlanabilirliklerini karşılaştırmıştır. Protez uzmanlarının VITA Classical renk skalası ile yaptıkları ölçümlerin genel diş hekimlerine oranla daha başarılı olduğunu gözlemlemiştir. Ayrıca genel diş hekimlerinin renk seçimlerinin tutarlılığının 3D-MASTER skalası kullanımı ile arttığını göstermiştir (254). Revilla-León ve ark.'nın yaptıkları çalışmada, VITA Classical renk skalası ile yapılan ölçümlerin, VITA 3D-Master skalasına kıyasla daha yüksek tutarlılık gösterdiğini bulmuştur (133). Bu sonuç Culic ve ark.'nın yaptıkları çalışmayla uyumludur (255). Meireles ve ark.; renk belirleme işlemlerinde VITA Classical skalasının, özellikle açık ya da koyu diş tonlarının ayırt edilmesinde etkili ve güvenilir bir araç olduğunu ifade etmişlerdir (208). Gasparik ve ark.'nın yaptıkları çalışmada gözlemciler, VITA Classical skalası kullandıklarında daha iyi eşleştirme sağlamıştır. Bu sonucu gözlemcilerin sınırlı deneyimi ve VITA Classical skalasının daha basit yapısıyla açıklamışlardır (9).

Bunlara karşın Analoui ve ark.; VITA Toothguide 3D-MASTER renk skalasının basit, tutarlı ve tekrarlanabilir sonuçlar sağladığını bildirmiştir (246). Nakhaei ve ark.; diş hekimliği öğrencileri, genel diş hekimleri ve uzman diş hekimlerinin renk seçimlerini VITA Classical ve 3D-MASTER skalalarıyla karşılaştırdığı çalışmasında, klinik deneyimi olmayan öğrenciler, 3D-MASTER renk skalası kullandığında diğer gruplar ile benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Bu durum, 3D-MASTER skalasının üç adımlı sistematik yaklaşımıyla açıklanabilir. Bu sayede deneyimsiz öğrenciler bile başarılı sonuçlara daha kolay ulaşabilmektedir (256). Bu bulgu, Hassel ve ark.'nın çalışmasıyla uyumludur ve söz konusu çalışmada diş hekimliği öğrencilerinden, hastanın diş rengini VITA Classical ve 3D-MASTER skalasıyla eşleştirmeleri istenmiş ve 3D-MASTER ile rengi belirlenen tüm restorasyonların herhangi bir düzeltmeye ihtiyaç duyulmadan uygulanabildiği, VITA Classical ile belirlenenlerin %17'sinin renk düzeltilmesi gerektirdiği bulunmuştur (177). Liberato ve ark.'nın yaptıkları çalışmada VITA 3D-MASTER skalasının rengi üç boyutta değerlendirmesi ve daha sistematik bir yaklaşım sunması nedeniyle daha güvenilir sonuçlar verdiğini bulmuştur (190). Bona ve ark.; diş hekimleri, diş hekimliği öğrencileri ve diş hekimi olmayan katılımcılardan oluşan üç ayrı gruba, VITA Classical ve 3D-MASTER skalalarıyla renk eşleştirmesi yaptırmıştır. Renk ve renk seçimi konusunda bilgi sahibi olmayan grubun VITA Classical skalasıyla daha doğru eşleştirmeler yaptığı, diş hekimlerinin ise 3D-MASTER skalasıyla daha başarılı sonuçlar elde ettikleri saptanmıştır (154). Oh ve ark. ise 3D-MASTER skalasının gözlemciler arasındaki renk seçimi tutarlılığını arttığını ifade etmişlerdir (257). Öngül ve ark.; 3D-MASTER sistemine göre hazırlanan seramik kuronların, VITA Classical sistemine göre doğal dişlere daha yakın renk eşleşmesi sağladığını belirtmiştir (93). Bayındır ve ark.; VITA Classical, 3D-MASTER ve Chromascope skalalarının kapsam hatalarını değerlendirdiği çalışmalarında, 3D-MASTER skalasının diğer skalalara kıyasla daha düşük hata oranına sahip olduğunu bildirilmişlerdir (21). Corciolani ve ark.; VITA Classical ve 3D-MASTER skalalarını karşılaştırdığı çalışmada kullanılan seramik sistemlerinin 3D-MASTER ile daha uyumlu olduğunu göstermişlerdir (258).

VITA Classical skalasıyla yapılan renk seçimlerinde daha başarılı sonuçlar elde edildiğini bildiren çalışmalar, bulgularımızla paralellik göstermektedir. Buna karşın, 3D-MASTER skalası ile yapılan renk seçimlerini daha doğru bulan araştırmalar ise sonuçlarımızla çelişmektedir.

Doğal gün ışığı altında VITA Classical skalası kullanımı (A2 için  $\Delta E^*_{ort}=1.80$ , B2 için  $\Delta E^*_{ort}=2.32$ , C2 için  $\Delta E^*_{ort}=2.89$ , D2 için  $\Delta E^*_{ort}=0.84$ ), 3D-MASTER skalası kullanımına göre (A2 için  $\Delta E^*_{ort}=2.08$ , B2 için  $\Delta E^*_{ort}=3.04$ , C2 için  $\Delta E^*_{ort}=3.75$ , D2 için  $\Delta E^*_{ort}=5.04$ ) tüm renk seçimlerinin daha doğru yapılmasını sağladı. Ancak bu farklar bazı renk ve gruplar için istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0.01$ ). Özellikle B2 ve D2 renk seçimlerinde fark daha belirgin olup, VITA Classical skalasının daha başarılı sonuçlar verdiği görüldü. AR ve SÖ gruplarında B2 ve D2 renk seçimlerinde anlamlı fark bulundu (AR-VC ile B2 için  $\Delta E^*_{ort}=1.55$ , D2 için  $\Delta E^*_{ort}=0.85$ ; AR-V3D ile B2 için  $\Delta E^*_{ort}=2.65$ , D2 için  $\Delta E^*_{ort}=4.84$ ; SÖ-VC ile B2 için  $\Delta E^*_{ort}=2.11$ , D2 için  $\Delta E^*_{ort}=0.64$ ; SÖ-V3D ile B2 için  $\Delta E^*_{ort}=3.01$ , D2 için  $\Delta E^*_{ort}=4.78$ ). PÖ grubunda ise yalnızca D2 renk seçiminde anlamlı fark saptandı (PÖ-VC ile D2 için  $\Delta E^*_{ort}=1.03$ ; PÖ-V3D ile D2 için  $\Delta E^*_{ort}=5.52$ ).

Smile Lite altında da VITA Classical kullanımı (A2 için  $\Delta E^*_{ort}=0.99$ , B2 için  $\Delta E^*_{ort}=0.97$ , C2 için  $\Delta E^*_{ort}=1.54$ , D2 için  $\Delta E^*_{ort}=0.58$ ), 3D-MASTER skalası kullanımına göre (A2 için  $\Delta E^*_{ort}=1.70$ , B2 için  $\Delta E^*_{ort}=2.74$ , C2 için  $\Delta E^*_{ort}=3.78$ , D2 için  $\Delta E^*_{ort}=4.48$ ) tüm renk seçimlerinin daha doğru yapılmasını sağladı. Genel olarak tüm renk seçimlerinde istatistiksel anlamlılık görülsede SÖ ve PÖ gruplarında bu anlamlılık sadece B2 ve D2 renkleriyle sınırlı kaldı (SÖ-VC ile B2 için  $\Delta E^*_{ort}=1.03$ , D2 için  $\Delta E^*_{ort}=0.62$ ; SÖ-V3D ile B2 için  $\Delta E^*_{ort}=2.60$ , D2 için  $\Delta E^*_{ort}=4.14$ ; PÖ-VC ile B2 için  $\Delta E^*_{ort}=1.82$ , D2 için  $\Delta E^*_{ort}=0.98$ ; PÖ-V3D ile B2 için  $\Delta E^*_{ort}=3.15$ , D2 için  $\Delta E^*_{ort}=5.33$ ).

Bulgularımız hem doğal gün ışığı hem de ışık düzeltici cihaz kullanılarak VITA Classical skalasıyla yapılan renk seçimlerinin sonuçlarının 3D-MASTER skalasına göre daha doğru olduğunu göstermektedir. Sonuçların, gözlemcilerin daha önce bu skalayı hiç kullanmamış olmaları ve skaladaki üç aşamalı seçim sisteminin karmaşık yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. Deneyimsiz katılımcılar için bu skala, renk seçim sürecini zorlaştırarak doğru eşleştirme oranlarını azaltmış ve sonuçların rastlantısal dağılım göstermesine yol açmıştır. 3D-MASTER skalası kullanıldığında, gözlemcilerin renk seçim başarılarının düşük olduğu ve  $\Delta E^*_{00}$  ortalamalarının daha yüksek olduğu görüldü. Bu durum VITA Classical skalasının rutin klinik uygulamalarda daha sık kullanılması ve basit yapısıyla gözlemciler tarafından daha kolay anlaşılabilir olmasıyla açıklanabilir. Ayrıca 3D-MASTER skalasının daha karmaşık yapısının deneyimsiz katılımcılar için güçlük oluşturmaları ve kullanılan skalalara yönelik eğitim eksikliği de bu sonucu etkilemiş olabilir.

Diş hekimliğinde başarılı bir estetik restorasyonun temel taşlarından biri doğru renk seçimidir ve bu süreç, hekimlerin mesleki deneyimi ile renk eğitimi düzeyinden de önemli ölçüde etkilenmektedir (19, 26, 138, 148). Yapılan çalışmalar, renk eşleştirme başarısının; klinik tecrübe, eğitim seviyesi ve görsel algı becerileriyle ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bazı araştırmacılar, mesleki deneyimin ve renk kavramlarına ilişkin özel bilgi birikiminin, renk seçimi başarısını artırdığını bildirmiştir (17, 18, 40, 150, 152, 259, 260). Öte yandan, bu faktörlerin herhangi bir etkisinin bulunmadığını öne süren çalışmalar da mevcuttur (12, 13, 15, 146, 156, 217, 261, 262). Ayrıca renk eşleştirme yetisinin; uygulama alıştırmaları ve renk bilgisine yönelik eğitimlerle geliştirilebileceğini savunan araştırmacılar da bulunmaktadır (147, 157, 259, 263–271).

Bona ve ark.; renk eşleştirme konusunda alınan önceki eğitimlerin ve diş hekimliğinde klinik deneyimin, renk eşleştirme doğruluğunun ortaya konmasında önemli roller oynadığını bildirmiştir (154). Erzincanlı ve Kazazoğlu yaptıkları çalışmada, tecrübeyle birlikte renk eşleştirme başarısının arttığı ve ayrıca renk kavramları ve renk eşleştirme prosedürleri hakkında eğitilmiş olmanın renk seçimine etkisi olduğunu göstermiştir (147). McMaugh ve ark.; genel diş hekimleri ile uzman diş hekimleri arasında renk tonu algısı açısından anlamlı bir fark bulunmadığını ancak; birinci sınıf öğrencileri ile uzman diş hekimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit ettiklerini ve uzman diş hekimlerinin zaman içinde renk seçiminde deneyim kazandığını ifade etmişlerdir (16). Dagg ve ark.'nın çalışmasında klinik deneyimin renk belirleme başarısı üzerine etkisini araştırmışlardır. On deneyimli diş hekimi ve on deneyimsiz diş hekimliği öğrencisinin katıldığı çalışmada deneyimli grubun renk seçiminde daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır (19). Diğer bir araştırmada en az iki yıl eğitim almış olan doktora öğrencileri ile ikinci sınıf diş hekimliği öğrencileri arasındaki renk eşleştirme başarısı karşılaştırılmış ve klinik bilgi ve deneyimin bu süreçte belirleyici olduğu sonucuna varılmıştır (272). Benzer şekilde farklı uzmanlık alanlarına sahip diş hekimleri, teknisyenler, bağımsız gözlemciler ve yardımcı sağlık personelinin karşılaştırıldığı bir çalışmada; renk seçimi konusunda daha sık uygulama yapan diş hekimlerinin diğer gruplara göre daha isabetli sonuçlar elde ettiği belirlenmiştir (151). Başka bir çalışmada ise diş hekimliği öğrencileri preklinik ve klinik aşamalarda gruplandırılmış ve klinik deneyimi olan öğrencilerin renk belirlemede daha başarılı performans gösterdiği saptanmıştır (273). Jouhar ve ark.'nın yaptıkları çalışmada düzeltici ışık altında klinik ve preklinik öğrencilerinin yaptıkları renk seçimleri arasında tüm tonlarda anlamlı fark bulunması,

klirik deneyimin ton seçimi doğruluğunu artırdığını göstermiştir (194). Miranda yaptığı çalışmada deneyimli klinisyenlerin, renk eşleştirmede doğru sonuçlara ulaşma konusunda istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha başarılı olduğunu göstermiştir (10). Alomari ve ark.; diş hekimleri ve diş teknisyenlerinin renk seçimini karşılaştırdıkları çalışmada VITA Classical skalasında teknisyenlerin daha yüksek oranda doğru eşleşme yaptığı bulunmuştur. Bu bulgu, çalışmanın yapıldığı kurumda renk seçimlerinin teknisyenler tarafından yapılması gibi kurumsal uygulamalardan kaynaklanmıştır (274). Gasparik ve ark.; diş hekimliği ğrencilerinin renk eşleştirme performanslarını değerlendirdiği çalışmasında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuş; üstün yetkinlik grubunun daha iyi sonuçlar elde ettiğini göstermiştir (9). Hammad yaptığı çalışmada protetik diş tedavisi uzmanlarının ve genel diş hekimlerinin renk seçme başarılarını karşılaştırmış ve deneyimli katılımcıların genel diş hekimlerine kıyasla çok daha isabetli seçimler yaptığını belirtmiştir (254).

Bazı alışmalar, aletsel renk seçimi yönteminin doğruluğunu değerlendirerek, görsel renk seçimine kıyasla daha güvenilir bir ölçüm yöntemi olduğunu göstermiştir ancak bu güvenilirlik ve doğruluk; gözlemcinin deneyimi gibi başka faktörlerden de etkilenebilmektedir (82, 275). Bona ve ark.’nın yaptıkları bir çalışmada, görsel ve aletsel renk seçimi arasındaki uyum değerlendirildiğinde, deneyimli diş hekimlerinin daha yüksek uyum sağladığını bulmuştur (154).

Tüm bunlardan farklı olarak, birçok çalışma deneyimin renk eşleştirme üzerinde etkili olduğu fikrine karşı çıkmaktadır. Davison ve Myslinski protetik diş tedavisi uzmanları ile asistanları arasında renk algısı bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit etmemiş ve klinik deneyimin bireylerin renk seçme becerilerini geliştirmediğini ileri sürmüşlerdir (11). Başka bir araştırmada 10 yıldan az ve 10 yıldan fazla mesleki deneyime sahip diş hekimlerinin renk seçme başarıları arasında anlamlı bir fark olmadığını ve deneyimin bu alandaki başarıyı artırmadığı belirtilmiştir (14). zdoğan ve ark.’nın yaptıkları çalışmada protetik diş tedavisi alanında lisansüstü eğitim gören öğrenciler ile lisans düzeyindeki öğrenciler arasında renk tonu algılama yetisi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark ortaya koyamamıştır (276). Gasparik’in yaptığı çalışmada öğrenciler ile genel diş hekimlerinin renk eşleştirme puanlarını karşılaştırmış ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamıştır (171). Jasinevicius ve ark.; klinik deneyimin ve mesleğin (ğrenciler, diş teknisyenleri, diş hekimleri veya halktan bireyler)

renk seçimi açısından belirleyici olmadığını belirtmişlerdir (148). Aswini ve ark.'nın yaptıkları çalışmada diş hekimliği öğrencileri, genel diş hekimleri ve uzman diş hekimlerinin renk eşleştirmelerini değerlendirmiş ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmediğini belirtmişlerdir (166). Nakhaei ve ark.; diş hekimliği öğrencileri, genel diş hekimleri ve uzman diş hekimlerinin yaptıkları renk seçimlerini karşılaştırdığı çalışmasında 3D-MASTER renk skalası kullanıldığında gruplar arasında anlamlı bir fark görülmemiş ve deneyimin renk seçimine etkisi olmadığı bildirilmiştir (256). Anirudh ve ark.'nın yaptıkları çalışmada öğrenciler ve diş hekimleri arasında görsel renk eşleştirme doğruluğunu araştırmış ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmiştir (209).

Çalışmamız, mesleki deneyimin renk seçiminde önemli bir faktör olarak kabul eden araştırmalarla uyumlu; ancak mesleki deneyimin etkisiz olduğunu belirten araştırmalarla çelişkilidir. Sonuçlarımıza göre katılımcılara ait  $\Delta E^*_{00}$  değerleri sırasıyla Grup AR'de A2 için  $\Delta E^*_{ort}=1.09$ , B2 için  $\Delta E^*_{ort}=1.69$ , C2 için  $\Delta E^*_{ort}=1.88$ , D2 için  $\Delta E^*_{ort}=2.45$ ; Grup SÖ'de A2 için  $\Delta E^*_{ort}=1.36$ , B2 için  $\Delta E^*_{ort}=2.18$ , C2 için  $\Delta E^*_{ort}=3.03$ , D2 için  $\Delta E^*_{ort}=2.54$ ; ve Grup PÖ'de A2 için  $\Delta E^*_{ort}=2.48$ , B2 için  $\Delta E^*_{ort}=2.93$ , C2 için  $\Delta E^*_{ort}=4.06$ , D2 için  $\Delta E^*_{ort}=3.21$  şeklinde bulundu. Gruplar arasında genel olarak karşılaştırma yapıldığında; AR grubunun en düşük  $\Delta E^*_{00}$  değerleriyle en başarılı grup olduğu, bu grubu sırasıyla SÖ grubunun ve PÖ grubunun izlediği görüldü. Bu sonuçlar deneyim düzeyiyle renk seçimi başarısı arasında pozitif bir bağlantı olduğunu göstermektedir. AR grubunun klinikte diğer gruplara oranla renk skalasını daha çok kullanmış olmaları, SÖ grubunun protetik diş tedavisi klinik eğitimi alırken renk seçimi yapmış olması ancak AR grubu kadar deneyimli olmaması ve PÖ grubunun daha önce renk skalasından hiç renk seçimi yapmamış olması sonuçları destekler niteliktedir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre AR grubu, SÖ grubuna kıyasla C2 renk seçiminde; PÖ grubuna kıyasla ise A2 ve C2 renk seçimlerinde daha yüksek doğruluk oranı gösterdi. Ayrıca SÖ grubu da PÖ grubuna kıyasla A2 ve C2 renk seçimlerinde daha başarılı bulundu.

Nakhaei ve ark.; VITA Classical skalasındaki renk grubunun (A, B, C, D gibi) öğrencilerin performanslarını etkilemediğini bildirmiştir (174). Curd ve ark. ise öğrencilerin C grubu renklerin seçiminde daha başarısız olduklarını belirtmişlerdir (138). Bu sonuç çalışmamızın sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Çalışmamızda C2 renginin öğrenci grupları tarafından diğer renklere kıyasla daha düşük başarıyla seçilmesinin

nedeni, diğer renklerin doğal dişlerde sıklıkla karşılaşılan renkler olması, C2'nin optik özellikleri nedeniyle görsel olarak ayrımının güç olması ve B2 ile renk tonlarının benzerlik göstermesi olduğu düşünülmektedir (B2 için  $a^*=-1.4$ ,  $b^*=17.66$ ; C2 için  $a^*=-0.4$ ,  $b^*=17.36$ ).

Diş renginin belirlenmesinde verilen eğitim ve öğretimin de fark yarattığı bildirilmiştir. Clary ve ark.'nın yaptıkları çalışmada çevrimiçi bir renk eğitimi ve öğretim programının tamamlanmasıyla renk eşleştirme kalitesinin anlamlı derecede arttığını göstermişlerdir (170). Ristic ve ark.'nın yaptıkları çalışmada iki öğrenci grubunun renk eşleştirmelerini karşılaştırmıştır. İlk oturumda iki gruba da renk seçimi yaptırıldıktan sonra gruplardan birine renk üzerine eğitim verilmiştir. Daha sonra iki grup tekrar renk seçimi yaptığında eğitim ve öğretime katılan grupta, ikinci oturumda istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme görülmüştür (40). Bergen yaptığı bir çalışmada, iki deney grubuna farklı renk eğitimi verildikten sonra, birinci ve ikinci deney grubundaki bireylerin sırasıyla %75 ve %80'inin puanlarını artırdığı, buna karşılık kontrol grubunun sadece %28'inin gelişme gösterdiği bildirilmiştir (277). Başka bir çalışmada, katılımcılardan dört metal-seramik kuru VITA Classical renk skalası kullanarak doğal ve yapay aydınlatma altında eşleştirmeleri istenmiştir. Eğitim ve öğretim, renk eşleştirme sonuçlarını eğitim öncesine göre iyileştirmiştir (278). Borbely ve ark.; bilgisayar yazılımı kullanılarak yapılan öğrenci eğitimlerinin renk eşleştirme becerilerini önemli ölçüde artırdığını bildirmiştir (279). Olms ve ark.'nın yaptıkları çalışmada diş hekimliği öğrencilerinden oluşan iki farklı gruba renk seçimi yaptırdıktan sonra gruplardan birine eğitim vermiştir. İkinci kez yapılan renk seçiminde eğitim alan grupta eğitim almayan gruba kıyasla belirgin bir iyileşme gözlenmiştir (280). Samra ve ark.; teorik ve uygulamalı eğitimin öğrencilerin renk eşleştirme yeteneğini olumlu etkilediğini raporlamıştır (281).

Renk seçiminde deneyimin etkisi mesleğin kaç yıldır yapıldığı kadar bir skalayla ne kadar süredir çalışıldığıyla da ilişkilendirilir (274). Renk seçimi için önceden alınmış eğitimlerin, renk skalasının doğru kullanımı üzerinde olumlu etkisi olduğu ve daha öngörülebilir sonuçlar sağladığı bildirilmiştir. Bilgiç ve ark.'nın yaptıkları çalışmada öğrenciler daha önceden tecrübeli olduğu VITA Classical skalasında başarılı sonuçlar elde ederken, 3D-MASTER skalasında başarısız sonuç elde etmiştir (282). Alomari ve ark.; VITA Classical ve IPS skalalarını karşılaştırmıştır. Bu çalışmada yalnızca bir katılımcı IPS skalasını daha önce kullanmıştır. Bu nedenle, klinik deneyim süresi bu skala ile eşleştirme

başarısını etkilememiştir. VITA Classical skalasında ise deneyimin eşleşme başarısını anlamlı şekilde etkilediği bulunmuştur (274). Nakhaei ve ark.; kullanılan renk skalası türü ile diş hekimliği öğrencileri, genel diş hekimleri ve uzman diş hekimlerinin yaptıkları renk seçimlerini değerlendirdiği çalışmada, genel diş hekimleri grubunun VITA Classical skalası kullanıldığında uzman diş hekimlerinden daha iyi eşleştirme yaptığını bulmuştur. Bunun nedeni olarak genel diş hekimlerinin yalnızca VITA Classical kullanması, buna karşın uzman diş hekimlerinin hem VITA Classical hem 3D-MASTER kullanmaları nedeniyle VITA Classical ile çalışırken kararsızlık yaşamaları veya hata yapmaları olasılığı gösterilebilir (256). Bu bulgular bizim çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Çalışmamızdan elde edilen bulgular incelendiğinde, tüm katılımcı gruplarının gerek doğal gün ışığı gerekse Smile Lite kullanarak VITA Classical skalası ile yaptığı seçimlerde (A2 için  $\Delta E^*_{00}=1.40$ , B2 için  $\Delta E^*_{00}=1.65$ , C2 için  $\Delta E^*_{00}=2.22$ , D2 için  $\Delta E^*_{00}=0.71$ ) 3D-MASTER skalasına kıyasla (A2 için  $\Delta E^*_{00}=1.89$ , B2 için  $\Delta E^*_{00}=2.89$ , C2 için  $\Delta E^*_{00}=3.76$ , D2 için  $\Delta E^*_{00}=4.76$ ) daha düşük  $\Delta E^*_{00}$  değerleri elde ettikleri görüldü. Bu durum renk eşleştirme başarısının VITA Classical skalasında daha yüksek olduğunu göstermektedir. Özellikle 3D-MASTER skalasında tüm gruplarda  $\Delta E^*_{00}$  değerlerinin anlamlı derecede yüksek olması, ışık düzeltici cihaz kullanılmasına rağmen katılımcıların bu skala kullanımında tecrübeli olmamaları veya 3D-MASTER skalasının kullanımının daha karmaşık olmasıyla açıklanabilir.

Yapılan çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde mesleki deneyim, kullanılan ışık kaynakları ve skala tipi farklılıklarının ideal renk seçimini etkilediği görülmektedir. Ancak bazı çalışmalar bu etkenlerin bazılarının ideal renk seçimini etkilemediğini göstermektedir. İdeal renk seçimi için tam ve net bilgiler olmamasına rağmen bizim çalışmamızdaki bulgular değerlendirildiğinde mesleki deneyim düzeyi arttıkça klinisyenlerin renk seçimi başarısı da artmaktadır. Ayrıca elde edilen bulgular, kullanılan skala tipinin ve özellikle ışık düzeltici cihaz kullanımının renk eşleştirme başarısını artırdığını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla hem mesleki deneyimin ilerlemesi hem de uygun aydınlatma koşullarının sağlanması ile dental restorasyonlarda estetik uyumun daha güvenilir ve tutarlı bir şekilde elde edilebileceği söylenebilir. Çalışmanın tek merkezli olarak yürütülmesi, çalışmanın limitasyonlarından biridir. Bu çalışmanın ileriki zamanlarında farklı eğitim merkezlerindeki farklı mesleki deneyime sahip bireyleri kapsayacak şekilde daha çok klinisyenin katılacağı çalışmalar planlanmaktadır. Çalışmanın bir diğer

limitasyonu ise; bu çalışmada katılımcılar iki farklı ışık kaynağı altında iki farklı skala ile aralıksız renk eşleştirmeleri yapmaları gerektiğinden katılımcılarda göz yorgunluğu oluşmuş olabilir ve sona yaklaştıkça belirlenen renkler bu durumdan etkilenmiş olabilir. Ayrıca tüm renk eşleştirmeleri standardizasyon sağlamak için VITA Classical skalasından hue'ya göre seçilen 4 adet yapay diş ile yapılmıştır. Renk eşleştirme için skaladaki renkleri kullanmak ve doğal diş kullanmamak klinik duruma uzak bir yaklaşım oluşturmuş olabilir. İleride in-vivo olarak doğal dişlerin kullanıldığı, farklı chroma ve value değerlerinin değerlendirildiği ve daha fazla sayıda katılımcının olduğu çalışmalar yapılabilir.



## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesinde uzmanlık eğitimi görmekte olan protetik diş tedavisi araştırma görevlileri ile aynı fakültede eğitim gören 5. sınıf öğrencileri ve 3. sınıf öğrencilerinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Farklı mesleki deneyime sahip katılımcıların farklı renk skalaları kullanımındaki başarısının ışık düzeltici cihaz eşliğinde değerlendirmesi amaçlanmıştır. Elde edilen veriler sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Renk seçiminde araştırma görevlileri, 5. sınıf öğrencilerinden daha başarılı seçimler yapmıştır. Renk seçimi konusunda sadece teorik bilgisi olan 3. sınıf öğrencileri ise en başarısız seçimleri yapan grup olmuştur. Bu sonuç mesleki tecrübenin renk seçme başarısını arttırdığını göstermektedir.
2. Farklı skala kullanımları renk seçme başarısında etkili olmuştur. Katılımcılar klinikte sıklıkla kullandıkları VITA Classical skalası ile daha doğru renk seçim sonuçları elde etmiştir. 3 boyutlu value, hue ve chroma içeren 3D-MASTER gibi skalalar daha fazla karışıklığa yol açıp, idealden uzak renk seçimine neden olabilir. Diş hekimliği lisans ve lisansüstü eğitiminde öğrencilere farklı renk skalaları ile pratik yapma imkanı verilmelidir. Diş hekimliği fakültelerinde renk bilimi ve renk seçimi eğitime daha fazla ağırlık verilmelidir.
3. Katılımcıların özellikle C2 renk seçiminde diğer renklere kıyasla daha düşük doğruluk oranıyla eşleştirme yaptığı görülmüştür. Dolayısıyla özellikle C2 gibi klinik uygulamalarda daha seyrek karşılaşılan fakat klinik açıdan kritik öneme sahip renklerin daha doğru algılanabilmesi için, öncelikle renklerin teorik bilgisi (hue, value, kroma vb.) en iyi şekilde öğrencilere verilmelidir. Bunun yanı sıra uygulamalı eğitimlerin maketler üzerinde yapılan pratik çalışmalarla artırılması ve çevrimiçi interaktif eğitim modülleri aracılığıyla farklı senaryolarla karşılaştırılmaları renk seçme becerilerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.
4. Renk seçimi yapılırken VITA Classical skalası ile ışık düzeltici cihaz kullanımı, doğal gün ışığı altında yapılan renk seçimine kıyasla daha başarılı renk seçimleri yapılmasını sağlamıştır. Klinisyenlerin kullanmaya daha yatkın oldukları ve teorik olarak daha iyi bildikleri skala ile ışık düzeltici cihaz kullanımı ideale yakın renk seçimleri yapılmasını desteklemektedir.

5. VITA Toothguide 3D-MASTER skalası ile ışık düzeltici cihaz kullanımı renk seçiminde genellikle ‘klinik olarak kabul edilir’ eşiğinin üzerinde bulunmuştur. Yani klinisyenler mesleki deneyiminden bağımsız olarak ideal renk seçiminden uzak bir eşleştirme yapmıştır. Bu durum katılımcıların bu skalayla fazla kullanım tecrübesi olmaması veya bu skalanın kullanımının diğerine göre daha karmaşık olması ile ilişkilendirilebilir.
6. Smile Lite ışık altında yapılan seçimlerde, katılımcılardan bağımsız olarak, daha ideal renk seçimleri yapıldı. Renk seçimi yapılırken sadece doğal gün ışığına bağlı kalınmamalı, kontrollü ışık kaynakları kullanılmalıdır. Smile Lite gibi ışık düzeltici cihazların, özellikle klinik uygulamalarda çevresel faktörlerden etkilenmemek ve renk eşleştirmede standardizasyonu artırmak için rutin olarak kullanılması önerilmelidir.
7. Her ne kadar görsel renk seçim yöntemleri sıklıkla kullanılsa da oluşabilecek hatalı seçimlerin önüne geçmek için aletsel renk ölçüm yöntemleri ile birlikte kullanılması tamamlayıcı bir renk seçim yöntemi olarak önerilmektedir.
8. Çalışma genel olarak mesleki deneyimin, ışık kaynağının ve skala seçiminin dış hekimliğinde renk seçim başarısını etkileyen önemli faktörler olduğunu göstermektedir. Çok merkezli, farklı mesleki deneyimlerin ve farklı aydınlatma koşullarının da değerlendirildiği ileriki dönemde yapılması planlanan çalışmalar, bu çalışmanın sonuçlarını daha iyi destekleyecektir.

## 7. KAYNAKLAR

1. Alkhatib MN, Holt R, Bedi R (2005). Age and perception of dental appearance and tooth colour. *Gerodontology* 22: 32–36.
2. Chu SJ, Devigus A, Paravina RD, Mieleszko AJ (2010). *Fundamentals of color: Shade matching and communication in esthetic dentistry*, 2nd ed. Quintessence Publishing.
3. van der Burgt TP, ten Bosch JJ, Borsboom PCF, Kortsmid WJPM (1990). A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 63: 155–162.
4. Lee Y, Lim B-S, Kim C-W, Powers JM (2001). Comparison of color of resin composites of white and translucent shades with two shade guides. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 13: 179–186.
5. Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S (1998). Evaluation of visual and instrument shade matching. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 80: 642–648.
6. Paravina RD, Pérez M, Powers JM (2004). *Esthetic color training in dentistry*, 1st ed. Elsevier Mosby.
7. Paul SJ, Peter A, Rodoni L, Pietrobon N (2004). Conventional visual vs spectrophotometric shade taking for porcelain-fused-to-metal crowns: A clinical comparison. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* 24: 222–231.
8. Önal B, Recen D, Türkün LŞ (2015). Restoratif diş hekimliğinde renk seçimi. *Türkiye Klinikleri Journal of Restorative Dentistry - Special Topics* 1: 21–27.
9. Gasparik C, Grecu AG, Culic B, Badea ME, Dudea D (2015). Shade-matching performance using a new light-correcting device. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 27: 285–292.
10. Milagres V, Teixeira ML, Miranda ME, Osorio Silva CH, Ribeiro Pinto JR (2012). Effect of gender, experience, and value on color perception. *Operative Dentistry* 37: 228–233.
11. Davison SP, Myslinski NR (1990). Shade selection by color vision-defective dental personnel. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 63: 97–101.

12. Sim CP, Yap AU, Teo J (2001). Color perception among different dental personnel. *Operative Dentistry* 26: 435–439.
13. Lagouvardos PE, Diamanti H, Polyzois G (2004). Effect of individual shades on reliability and validity of observers in colour matching. *The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry* 12: 51–56.
14. Barna GJ, Taylor JW, King GE, Pelleu GB (1981). The influence of selected light intensities on color perception within the color range of natural teeth. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 46: 450–453.
15. Paravina RD (2002). Evaluation of a newly developed visual shade-matching apparatus. *The International Journal of Prosthodontics* 15: 528–534.
16. McMaugh DR (1977). A comparative analysis of the colour matching ability of dentists, dental students, and ceramic technicians. *Australian Dental Journal* 22: 165–167.
17. O'Brien WJ, Nilsson DE (1997). Correlation between shade matching capabilities and the level of color education. *Journal of Dental Research* 76: 338.
18. Ragain JC, Johnston WM (2000). Color acceptance of direct dental restorative materials by human observers. *Color Research & Application* 25: 278–285.
19. Dagg H, O'Connell B, Claffey N, Byrne D, Gorman C (2004). The influence of some different factors on the accuracy of shade selection. *Journal of Oral Rehabilitation* 31: 900–904.
20. Joiner A (2004). Tooth colour: a review of the literature. *Journal of Dentistry* 32: 3–12.
21. Bayındır F, Kuo S, Johnston WM, Wee AG (2007). Coverage error of three conceptually different shade guide systems to vital unrestored dentition. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 98: 175–185.
22. Brewer JD, Wee A, Seghi R (2004). Advances in color matching. *Dental Clinics of North America* 48: 341–358.
23. Billmeyer F, Saltzman M (1981). Billmeyer and Saltzman's principles of color technology, 2nd ed. (F. Bilmeyer & M. Saltzman, editors) New York, USA: Wiley.

24. Ronan P, Gringer S (2013, February 19). EM spectrumrevised.png. Wikimedia Commons. Available at: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EM\\_spectrumrevised.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EM_spectrumrevised.png). [Accessed: 4 April 2025].
25. Fairchild MD (2005). Color appearance models, 2nd ed. Wiley–IS&T.
26. Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR (2012). Phillips’ science of dental materials, 12th ed. Elsevier Health Sciences.
27. Jahangiri L, Reinhardt SB, Mehra R V., Matheson PB (2002). Relationship between tooth shade value and skin color: An observational study. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 87: 149–152.
28. Fondriest JF (2003). Shade matching in restorative dentistry: The science and strategies. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* 23: 467–479.
29. Rosenstiel S. F., Land M. F., Walter R. D. (2022). Contemporary fixed prosthodontics, 6th ed. Elsevier.
30. Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA (2002). Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II: core and veneer materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 88: 10–15.
31. Fischer J (1999). Esthetics and prosthetics: An interdisciplinary consideration of the state of the art Quintessence Publishing Company.
32. Craig RG, Powers JM (2001). Restorative dental materials, 11th ed. St. Louis: Mosby.
33. O’Brien WJ (1985). Double layer effect and other optical phenomena related to esthetics. *Dental Clinics of North America* 29: 667–672.
34. Vadher R, Parmar G, Kanodia S, Chaudhary A, Kaur M, Savadhariya T (2014). Basics of color in dentistry: A review. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences* 13: 78–85.
35. Keyf F, Uzun G, Altunsoy S (2009). Diş hekimliğinde renk seçimi. *Hacettepe Dental Journal* 33: 52–58.
36. Orban BJ, Bhaskar SN (1976). Orban’s oral histology and embryology, 6th ed. St. Louis: C.V. Mosby Co.

37. Cornell D, Winter R (1999). Manipulating light with the refractive index of an all-ceramic material. *Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry (PPAD)* 11: 913–917.
38. Winter R (1993). Visualizing the natural dentition. *Journal of Esthetic Dentistry* 5: 102–117.
39. Overheim RD, Wagner DL (1982). *Light and color* John Wiley and Sons.
40. Ristic I, Stankovic S, Paravina RD (2016). Influence of color education and training on shade matching skills. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 28: 287–294.
41. ten Bosch JJ, Coops JC (1995). Tooth color and reflectance as related to light scattering and enamel hardness. *Journal of Dental Research* 74: 374–380.
42. Shammam M, Alla RK (2011). Color and shade matching in dentistry. *Trends in Biomaterials and Artificial Organs* 25: 172–175.
43. Sarıkaya I, Güler AU (2009). Diş hekimliği uygulamalarında renk kavramı. *Türkiye Klinikleri Diş Hekimliği Bilimleri Dergisi* 118–129.
44. Watts A, Addy M (2001). Tooth discolouration and staining: A review of the literature. *British Dental Journal* 190: 309–316.
45. Eclat Digital (2013, February 1). Metamers slider. Eclat Digital. Available at: <https://eclat-digital.com/wp-content/uploads/2013/02/metamers-slider.jpg>. [Accessed: 4 April 2025].
46. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ (1986). Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 56: 35–40.
47. Mayekar SM (2001). Shades of a color. Illusion or reality? *Dental Clinics of North America* 45: 155–172.
48. Wee AG (2001). Color Science, esthetics, and shade selection. In: Rosenstiel SF, Land M, Fujimoto J, editors. *Contemporary Fixed Prosthodontics*, 3rd ed. C. V. Mosby Company, pp 592–608.
49. Ulusoy M, Toksavul S (1992). Kuron köprü çalışmalarında diş renginin önemi ve renkle ilgili temel kavramlar. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 13: 29–36.

50. Bayındır F, Wee AG (2006). Diş rengi seçiminde bilgisayar destekli sistemlerin kullanımı. Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 30: 40–46.
51. The Editors of Encyclopaedia Britannica (2018, February 1). Munsell colour system. Encyclopedia Britannica. Available at: <https://www.britannica.com/science/Munsell-color-system>. [Accessed: 7 May 2025].
52. Munsell AH (1919). A color notation, 5th ed. New York: Munsell Color Company.
53. Horn DJ, Bulan-Brady J, Hicks ML (1998). Sphere spectrophotometer versus human evaluation of tooth shade. Journal of Endodontics 24: 786–790.
54. Phillips RW (1991). Skinner's science of dental materials, 9th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
55. Sproull RC (1973). Color matching in dentistry. Part II. Practical applications of the organization of color. The Journal of Prosthetic Dentistry 29: 556–566.
56. Hekimoğlu C, Anil N, Etikan I (2000). Effect of accelerated aging on the color stability of cemented laminate veneers. The International Journal of Prosthodontics 13: 29–33.
57. Cho B, Lee Y (2007). A shade guide model based on the color distribution of natural teeth. Color Research & Application 32: 278–283.
58. Datacolor Editors (2025, April 14). Choosing the right light-booth background: Munsell N5 vs N7. Datacolor. Available at: <https://www.datacolor.com/business-solutions/blog/munsell-in-light-booth-background/>. [Accessed: 7 May 2025].
59. Sikri VK (2010). Color: Implications in dentistry. Journal of Conservative Dentistry 13: 249.
60. Gürel G (2003). The science and art of porcelain laminate veneers Quintessence.
61. Turgut S, Bağış B (2012). Diş hekimliğinde renk ve renk ölçüm yöntemleri. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi Supplement 5: 65–75.
62. Cortez R, Luna-Vital DA, Margulis D, Gonzalez de Mejia E (2017). Natural pigments: Stabilization methods of anthocyanins for food applications. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 16: 180–198.

63. Berns RS (2000). Billmeyer and Saltzman's principles of color technology, 3rd ed. New York: Wiley-Interscience.
64. Ghinea R, Pérez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD (2010). Color difference thresholds in dental ceramics. *Journal of Dentistry* 38: e57–e64.
65. Pérez MM, Herrera LJ, Carrillo F, Pecho OE, Dudea D, Gasparik C, Ghinea R, Della Bona A (2019). Whiteness difference thresholds in dentistry. *Dental Materials* 35: 292–297.
66. O'Brien WJ (2002). Dental materials and their selection, 3rd ed. Chicago: Quintessence Publishing.
67. Douglas RD (1997). Precision of in vivo colorimetric assessments of teeth. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 77: 464–470.
68. International Organization for Standardization (ISO) (2016). ISO/TR 28642:2016 Dentistry — Guidance on colour measurement.
69. Perez MM, Ghinea R, Herrera LJ, Ionescu AM, Pomares H, Pulgar R, Paravina RD (2011). Dental ceramics: A CIEDE2000 acceptability thresholds for lightness, chroma and hue differences. *Journal of Dentistry* 39: e37–e44.
70. Ruyter IE, Nilner K, Möller B (1987). Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dental Materials* 3: 246–251.
71. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry* 38: e2–e16.
72. da Costa JB, McPharlin R, Paravina RD, Ferracane JL (2010). Comparison of at-home and in-office tooth whitening using a novel shade guide. *Operative Dentistry* 35: 381–388.
73. Türkün M, Çelik EU, Aladağ A, Gökay N (2010). One-year clinical evaluation of the efficacy of a new daytime at-home bleaching technique. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 22: 139–146.
74. Olms C, Setz JM (2013). The repeatability of digital shade measurement—A clinical study. *Clinical Oral Investigations* 17: 1161–1166.

75. Sarafianou A, Kamposiora P, Papavasiliou G, Goula H (2012). Matching repeatability and interdevice agreement of 2 intraoral spectrophotometers. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 107: 178–185.
76. Dietschi D, Abdelaziz M, Krejci I, Di Bella E, Ardu S (2012). A novel evaluation method for optical integration of Class IV composite restorations. *Australian Dental Journal* 57: 446–452.
77. O'Brien WJ, Boenke KM, Groh CL (1991). Coverage errors of two shade guides. *The International Journal of Prosthodontics* 4: 45–50.
78. Lehmann KM, Devigus A, Igiel C, Wentaschek S, Azar MS, Scheller H (2011). Repeatability of color-measuring devices. *European Journal of Esthetic Dentistry* 6: 428–435.
79. Ontiveros JC, Eldiwany MS, Paravina RD (2012). Clinical effectiveness and sensitivity with overnight use of 22% carbamide peroxide gel. *Journal of Dentistry* 40: e17–e24.
80. Johnston WM, Kao EC (1989). Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *Journal of Dental Research* 68: 819–822.
81. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle CHF (2002). Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *Journal of Dental Research* 81: 578–582.
82. Hassel AJ, Grossmann A, Schmitter M, Balke Z, Buzello AM (2007). Interexaminer reliability in clinical measurement of L\*a\*b\* values of anterior teeth using a spectrophotometer. *The International Journal of Prosthodontics* 20: 79–84.
83. Hassel AJ, Doz P, Nitschke I, Rammelsberg P (2009). Comparing L\*a\*b\* color coordinates for natural teeth shades and corresponding shade tabs using a spectrophotometer. *The International Journal of Prosthodontics* 22: 72–74.
84. Paravina RD, Johnston WM, Powers JM (2007). New shade guide for evaluation of tooth whitening—Colorimetric study. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 19: 276–283.
85. Haddad HJ, Salameh Z, Sadig W, Aboushelib M, Jakstat HA (2011). Allocation of color space for different age groups using three-dimensional shade guide systems. *The*

European Journal of Esthetic Dentistry: Official Journal of the European Academy of Esthetic Dentistry 6: 94–102.

86. Karamouzos A, Papadopoulos MA, Kolokithas G, Athanasiou AE (2007). Precision of in vivo spectrophotometric colour evaluation of natural teeth. *Journal of Oral Rehabilitation* 34: 613–621.
87. Sailer I, Holderegger C, Jung RE, Suter A, Thiévent B, Pietrobon N, Gebhard-Achilles W, Hämmerle CHF (2007). Clinical study of the color stability of veneering ceramics for zirconia frameworks. *The International Journal of Prosthodontics* 20: 263–269.
88. Choi J-H, Park J-M, Ahn S-G, Song K-Y, Lee M-H, Jung J-Y, Wang X (2010). Comparative study of visual and instrumental analyses of shade selection. *Journal of Wuhan University of Technology-Mater Sci Ed* 25: 62–67.
89. Sluzker A, Knösel M, Athanasiou AE (2011). Sensitivity of digital dental photo CIE L\*a\*b\* analysis compared to spectrophotometer clinical assessments over 6 months. *American journal of dentistry* 24: 300–304.
90. Khashayar G, Dozic A, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ (2012). Data comparison between two dental spectrophotometers. *Operative Dentistry* 37: 12–20.
91. Khashayar G, Dozic A, Kleverlaan C, Feilzer AJ (2012). Clinical success of shade guides arranged according to lightness measured digitally. *The International Journal of Prosthodontics* 25: 410–412.
92. Lopes Filho H, Maia LEG, Araújo MVA, Ruellas ACO (2012). Influence of optical properties of esthetic brackets (color, translucence, and fluorescence) on visual perception. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 141: 460–467.
93. Öngül D, Şermet B, Balkaya MC (2012). Visual and instrumental evaluation of color match ability of 2 shade guides on a ceramic system. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 108: 9–14.
94. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Della Bona A, Igiel C, Linninger M, Sakai M, Takahashi H, Tashkandi E, Perez MM (2015). Color difference thresholds in dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 27: S1–S9.

95. Luo MR, Cui G, Rigg B (2001). The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000. *Color Research & Application* 26: 340–350.
96. Ishikawa-Nagai S, Ishibashi K, Tsuruta O, Weber H-P (2005). Reproducibility of tooth color gradation using a computer color-matching technique applied to ceramic restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 93: 129–137.
97. Culpepper WD (1970). A comparative study of shade-matching procedures. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 24: 166–173.
98. Sorensen JA, Torres TJ (1987). Improved color matching of metal-ceramic restorations. Part I: A systematic method for shade determination. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 58: 133–139.
99. Raptis NV, Michalakis KX, Hirayama H (2006). Optical behavior of current ceramic systems. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* 26: 31–41.
100. Sengez G, Dörter C (2019). Estetik diş hekimliğinde renk seçimi. *Selçuk Dental Journal* 6: 213–220.
101. Paravina RD (2009). Performance assessment of dental shade guides. *Journal of Dentistry* 37: e15–e20.
102. VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG (2018). VITA classical A1–D4® [Ürün kataloğu] Bad Säckingen, Almanya.
103. Paravina RD, Goldstein RE (2018). Understanding color. Ronald E Goldstein's *Esthetics in Dentistry*, 3rd ed. Hoboken, USA: Wiley, pp 270–294.
104. VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG (2018). Shade determination: Visual and digital tools for tooth color selection Bad Säckingen, Almanya.
105. VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG (2018). VITA Toothguide 3D-MASTER [Ürün kataloğu] Bad Säckingen, Almanya.
106. Pohlen B, Hawlina M, Šober K, Kopač I (2016). Tooth shade-matching ability between groups of students with different color knowledge. *The International Journal of Prosthodontics* 29: 487–492.

107. Recen D, Önal B, Türkün LŞ (2015). Deneyimin kompozit rezinlerin renk seçimi üzerine etkisinin bir spektrofotometre kullanılarak değerlendirilmesi. *Acta Odontologica Turcica* 33: 12–17.
108. Shofu Inc. (2003). ShadeEye NCC [Ürün Kataloğu] Kyoto, Japan: Shofu Inc.
109. Konica Minolta (2007). Precise color communication: Color control from perception to instrumentation Tokyo, Japan: Konica Minolta Holdings, Inc.
110. Ly BCK, Dyer EB, Feig JL, Chien AL, Del Bino S (2020). Research techniques made simple: Cutaneous colorimetry: A reliable technique for objective skin color measurement. *Journal of Investigative Dermatology* 140: 3-12.e1.
111. Klimek R (2011, October). What color is that LED? SPIE Professional.
112. Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E (2002). The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 88: 585–590.
113. Sakaguchi RL, Powers JM (2006). Craig’s restorative dental materials, 13th ed. Elsevier Health Sciences.
114. Bolt RA, ten Bosch JJ, Coops JC (1994). Influence of window size in small-window colour measurement, particularly of teeth. *Physics in Medicine and Biology* 39: 1133–1142.
115. Wee AG, Rang EY, Johnston WM, Seghi RR (2000). Evaluating porcelain color match of different porcelain shade-matching systems. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 12: 271–280.
116. VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG (2023). VITA Easyshade V [Ürün kataloğu] Bad Säckingen, Almanya.
117. Khalid S, Drakhshaan, Alsawwa AG, Islam MK, Hashmat K, Yousaf AI, Sidiq AB, Subhani MS (2024). A comparative study of extraction and quantification methods of protein isolated from beans. *Insights-Journal of Health and Rehabilitation* 2.
118. Chen H, Huang J, Dong X, Qian J, He J, Qu X, Lu E (2012). A systematic review of visual and instrumental measurements for tooth shade matching. *Quintessence International* 43: 649–659.

119. Corciolani G, Vichi A, Louca C, Ferrari M (2010). Influence of layering thickness on the color parameters of a ceramic system. *Dental Materials* 26: 737–742.
120. Lath DL, Wildgoose DG, Guan YH, Lilley TH, Smith RN, Brook AH (2007). A digital image analysis system for the assessment of tooth whiteness compared to visual shade matching. *The Journal of Clinical Dentistry* 18: 17–20.
121. Doğan DA, Yüzügüllü B (2011). Renk seçiminde güncel teknolojik gelişmeler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2011: 65–72.
122. Cone MR, Choi J, Awdaljan M (2022). Optimized digital shade calibration technology for the restoration of a single central incisor. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 128: 1–3.
123. Brook AH, Smith RN, Lath DJ (2007). The clinical measurement of tooth colour and stain. *International Dental Journal* 57: 324–330.
124. Smile Line SA (2021). OptiShade StyleItaliano [Ürün kataloğu] St-Imier, İsviçre: Smile Line.
125. Brandt J, Nelson S, Lauer H-C, von Hehn U, Brandt S (2017). In vivo study for tooth colour determination—visual versus digital. *Clinical Oral Investigations* 21: 2863–2871.
126. Rutkūnas V, Dirsė J, Bilius V (2020). Accuracy of an intraoral digital scanner in tooth color determination. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 123: 322–329.
127. Fattouh M (2021). Repeatability of visual, spectrophotometer and intraoral scanner methods in shade matching: A comparative in-vivo study. *International Journal of Dentistry and Oral Science* 2439–2445.
128. Reyes J, Acosta P, Ventura D (2019). Repeatability of the human eye compared to an intraoral scanner in dental shade matching. *Heliyon* 5: e02100.
129. Yoon H, Bae J, Park J, Chun Y, Kim M, Kim M (2018). A study on possibility of clinical application for color measurements of shade guides using an intraoral digital scanner. *Journal of Prosthodontics* 27: 670–675.
130. Liu Y, Zhang R, Ye H, Wang S, Wang KP, Liu Y, Zhou Y (2019). The development of a 3D colour reproduction system of digital impressions with an intraoral scanner and a 3D printer: A preliminary study. *Scientific reports* 9: 20052.

131. Huang M, Ye H, Chen H, Zhou Y, Liu Y, Wang Y, Sun Y (2022). Evaluation of accuracy and characteristics of tooth-color matching by intraoral scanners based on Munsell color system: An in vivo study. *Odontology* 110: 759–768.
132. 3Shape (2020). 3Shape TRIOS [Ürün Kataloğu] 3Shape A/S.
133. Revilla-León M, Methani MM, Özcan M (2021). Impact of the ambient light illuminance conditions on the shade matching capabilities of an intraoral scanner. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 33: 906–912.
134. Wee AG (2006). Description of color, color replication process, and esthetics. In: Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J, editors. *Contemporary Fixed Prosthodontics*, 4th ed. St. Louis: Mosby, pp 709–739.
135. Carsten DL (2003). Successful shade matching—what does it take? *Compendium of Continuing Education in Dentistry* 24: 175–178, 180, 182.
136. Stockman A, Sharpe LT (1998). Human cone spectral sensitivities: A progress report. *Vision Research* 38: 3193–3206.
137. Onaygil S, Erkin E, Güler Ö (2004). Kompakt floresan lambalarda (KFL) ömür maliyet ilişkisi. ELECO'04 Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu.
138. Curd FM, Jasinevicius TR, Graves A, Cox V, Sadan A (2006). Comparison of the shade matching ability of dental students using two light sources. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 96: 391–396.
139. Smile Line SA (2023). Smile Lite [Ürün kataloğu] St-Imier, İsviçre: Smile Line.
140. Smile Line SA (2023). Smile Lite MDP2 [Ürün kataloğu] St-Imier, İsviçre: Smile Line.
141. Wee AG, Lindsey DT, Kuo S, Johnston WM (2006). Color accuracy of commercial digital cameras for use in dentistry. *Dental Materials* 22: 553–559.
142. Agrawal VS, Kapoor S (2013). Color and shade management in esthetic dentistry. *Universal Research Journal of Dentistry* 3: 120–127.

143. Bhardwaj R, Ram MS, Lai JSM (2017). To assess the effect of lighting on identifying the Ishihara colour vision plates in trichromats. *Ophthalmology Research: An International Journal* 7: 1–6.
144. Rosenthal O, Phillips R (1997). *Coping with color-blindness* New York: Avery.
145. Quackenbush TR (1997). *Relearning to see* Berkeley, CA: North Atlantic Books.
146. Haddad HJ, Jakstat HA, Arnetzl G, Borbely J, Vichi A, Dumfahrt H, Renault P, Corcodel N, Pohlen B, Marada G (2009). Does gender and experience influence shade matching quality? *Journal of Dentistry* 37: e40–e44.
147. Erzincanlı A, Kazazoğlu E (2018). Diş rengi seçiminde bilgi, tecrübe ve cinsiyetin etkisinin değerlendirilmesi. *Yeditepe Dental Journal* 14: 13–18.
148. Jasinevicius TR, Curd FM, Schilling L, Sadan A (2009). Shade-matching abilities of dental laboratory technicians using a commercial light source. *Journal of Prosthodontics* 18: 60–63.
149. Corcodel N, Rammelsberg P, Jakstat H, Moldovan O, Schwarz S, Hassel AJ (2010). The linear shade guide design of Vita 3D-master performs as well as the original design of the Vita 3D-master. *Journal of Oral Rehabilitation* 37: 860–865.
150. Barrett AA, Grimaudo NJ, Anusavice KJ, Yang MCK (2002). Influence of tab and disk design on shade matching of dental porcelain. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 88: 591–597.
151. Çapa N, Malkondu Ö, Kazazoğlu E, Çalikkocaoğlu S (2010). Evaluating factors that affect the shade-matching ability of dentists, dental staff members and laypeople. *The Journal of the American Dental Association* 141: 71–76.
152. Winkler S, Boberick KG, Weitz KS, Datikashvili I, Wood R (2006). Shade matching by dental students. *Journal of Oral Implantology* 32: 256–258.
153. Geary JL, Kinirons MJ (1999). Use of a common shade guide to test the perception of differences in the shades and value by members of the dental team. *Primary Dental Care: Journal of the Faculty of General Dental Practitioners (UK)* 6: 107–110.
154. Della Bona A, Barrett AA, Rosa V, Pinzetta C (2009). Visual and instrumental agreement in dental shade selection: Three distinct observer populations and shade matching protocols. *Dental Materials* 25: 276–281.

155. Al-Dosari A (2010). Reliability of tooth shade perception by dental professionals and patients. *Pakistan Oral & Dental Journal* 80: 244–249.
156. Afrashtehfar KI (2013). Increased predictability in tooth shade-matching. *Oral Health* 44–50.
157. Jaju RA, Nagai S, Karimbux N, Da Silva JD (2010). Evaluating tooth color matching ability of dental students. *Journal of Dental Education* 74: 1002–1010.
158. McCulloch AJ, McCulloch RM (1999). Communicating shades: A clinical and technical perspective. *Dental Update* 26: 247–252.
159. Jinoian V (1988). The importance of proper light source in metal ceramics. In: Preston JD, editor. *Perspectives in dental ceramics: Proceedings of the Fourth International Symposium on Ceramics* Chicago: Quintessence, p 229.
160. Chiche GJ, Pinault A (1994). *Esthetics of anterior fixed prosthodontics* Chicago: Quintessence Books.
161. Hagenbarth EA (1989). *The creative color system* Chicago: Quintessence.
162. Kahramanoğlu E, Kulak Özkan Y (2013). Diş hekimliğinde estetik ve renk. *Cumhuriyet Dental Journal* 16: 339–347.
163. Pizzamiglio E (1991). A color selection technique. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 66: 592–596.
164. Sproull RC (1977). Color order systems and their application in dentistry. In: Yamada HN, editor. *Dental porcelain: The state of the art* Los Angeles: University of Southern California.
165. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett SE (2012). *Fundamentals of fixed prosthodontics*, 4th ed. Chicago: Quintessence Publishing Co, Inc.
166. Aswini KK, Ramanarayanan V, Rejithan A, Sajeer R, Suresh R (2019). The effect of gender and clinical experience on shade perception. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 31: 608–612.
167. Dancey CP, Reidy J (2004). *Statistics Without Maths for Psychology* Harlow: Pearson Education.

168. Corcodel N, Rammelsberg P, Moldovan O, Dreyhaupt J, Hassel AJ (2009). Effect of external light conditions during matching of tooth color: an intraindividual comparison. *The International Journal of Prosthodontics* 22: 75–77.
169. Wee AG, Meyer A, Wu W, Wichman CS (2016). Lighting conditions used during visual shade matching in private dental offices. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 115: 469–474.
170. Clary JA, Ontiveros JC, Cron SG, Paravina RD (2016). Influence of light source, polarization, education, and training on shade matching quality. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 116: 91–97.
171. Gasparik C, Tofan A, Culic B, Badea M, Dudea D (2014). Influence of light source and clinical experience on shade matching. *Clujul Medical* 87: 30–33.
172. Paravina RD, Powers JM, Fay R-M (2002). Color comparison of two shade guides. *The International Journal of Prosthodontics* 15: 73–78.
173. Park J-H, Lee Y-K, Lim B-S (2006). Influence of illuminants on the color distribution of shade guides. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 96: 402–411.
174. Nakhaei M, Ghanbarzadeh J, Keyvanloo S, Alavi S, Jafarzadeh H (2013). Shade matching performance of dental students with three various lighting conditions. *The Journal of Contemporary Dental Practice* 14: 100–103.
175. Posavec I, Prpić V, Knezović Zlatarić D (2016). Influence of light conditions and light sources on clinical measurement of natural teeth color using VITA Easyshade Advance 4.0® Spectrophotometer. Pilot study. *Acta Stomatologica Croatica* 50: 337–347.
176. Pimental W, Tiossi R (2014). Comparison between visual and instrumental methods for natural tooth shade matching. *General Dentistry* 62: 47–49.
177. Hassel AJ, Koke U, Schmitter M, Beck J, Rammelsberg P (2005). Clinical effect of different shade guide systems on the tooth shades of ceramic-veneered restorations. *The International Journal of Prosthodontics* 18: 422–426.
178. Paravina RD (2010). Color in dentistry: Is “everything we know” really so? *Inside Dental Assisting* 11–19.

179. Jorquera GJ, Atria PJ, Galán M, Feureisen J, Imbarak M, Kernitsky J, Cacciuttolo F, Hirata R, Sampaio CS (2022). A comparison of ceramic crown color difference between different shade selection methods: Visual, digital camera, and smartphone. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 128: 784–792.
180. Tabatabaian F, Beyabanaki E, Alirezaei P, Epakchi S (2021). Visual and digital tooth shade selection methods, related effective factors and conditions, and their accuracy and precision: A literature review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 33: 1084–1104.
181. Dudea D, Gasparik C, Botos A, Alb F, Irimie A, Paravina RD (2016). Influence of background/surrounding area on accuracy of visual color matching. *Clinical Oral Investigations* 20: 1167–1173.
182. Śmielecka M, Dorocka-Bobkowska B (2020). Effects of different light sources on tooth shade selection. *Dental and Medical Problems* 57: 61–66.
183. Rayyan MM (2014). Comparison of hand held full spectrum light and two different lighting conditions on accuracy of visual tooth shade matching. *Egyptian Dental Journal* 60: 2531.
184. Fani G, Vichi A, Davidson CL (2007). Spectrophotometric and visual shade measurements of human teeth using three shade guides. *American Journal of Dentistry* 20: 142–146.
185. Sproull RC (1974). Color matching in dentistry. Part III. Color control. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 31: 146–154.
186. Miller LL (1993). Shade matching. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 5: 143–153.
187. Gökçe HS, Pişkin B, Ceyhan D, Gökçe SM, Arısan V (2010). Shade matching performance of normal and color vision-deficient dental professionals with standard daylight and tungsten illuminants. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 103: 139–147.
188. Najafi-Abrandabadi S, Vahidi F, Janal MN (2018). Effects of a shade-matching light and background color on reliability in tooth shade selection. *The International Journal of Esthetic Dentistry* 13: 198–206.

189. Borse S, Chaware S (2020). Tooth shade analysis and selection in prosthodontics: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Indian Prosthodontic Society* 20: 131.
190. Liberato WF, Barreto IC, Costa PP, de Almeida CC, Pimentel W, Tiossi R (2019). A comparison between visual, intraoral scanner, and spectrophotometer shade matching: A clinical study. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 121: 271–275.
191. Kurian N, Varghese VS, Sudharson NA, Wadhwa S, Narang C, Sethi N, Singh I (2023). A clinical study to evaluate the reliability of light-correcting devices in clinical shade selection. *Dental Research Journal* 20: 69.
192. McAndrew R, Chan PWL, Milward PJ (2010). An assessment of shade taking by dental undergraduates. *The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry* 18: 13–16.
193. Liberato WF, de Almeida EN, Gallito MA, Faria-e-Silva AL, Schneider LFJ, Cavalcante LMA (2024). Influence of a gray background and the illuminant on tooth shade selection. *The Journal of Prosthetic Dentistry*.
194. Jouhar R (2022). Comparison of shade matching ability among dental students under different lighting conditions: A cross-sectional study. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19: 11892.
195. Mete JJ, Dange SP, Khalikar AN, Vaidya SP (2013). Comparative study of shade matching performance of dental students under natural daylight and daylight lamp conditions. *The European Journal of Esthetic Dentistry: Official Journal of the European Academy of Esthetic Dentistry* 8: 192–199.
196. Paramei G V., Bimler DL, Cavanaugh CR (1998). Effect of luminance on color perception of protanopes. *Vision Research* 38: 3397–3401.
197. Mahn E, Tortora SC, Olate B, Cacciuttolo F, Kernitsky J, Jorquera G (2021). Comparison of visual analog shade matching, a digital visual method with a cross-polarized light filter, and a spectrophotometer for dental color matching. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 125: 511–516.

198. Bratner S, Hannak W, Boening K, Klinke T (2024). Comparison of different illumination intensities of mobile units for tooth color differentiation: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 131: 918–924.
199. Passon C, Lambert R (1994). Tooth-shade shift after rubber-dam isolation. *General Dentistry* 42: 148–152.
200. Ritter DD, Rocha RO, Soares FZM, Lenzi TL (2016). Do adhesive systems influence the color match of resin composites? *Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials* 14: 212–216.
201. Lee YK, Lim BS, Kim CW (2005). Difference in the colour and colour change of dental resin composites by the background. *Journal of Oral Rehabilitation* 32: 227–233.
202. Turgut S, Bağış B (2013). Effect of resin cement and ceramic thickness on final color of laminate veneers: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 109: 179–186.
203. Ardu S, Feilzer A, Devigus A, Krejci I (2008). Quantitative clinical evaluation of esthetic properties of incisors. *Dental Materials* 24: 333–340.
204. Güven M, Eroğlu E, Demirekin Z (2023). Comparison of CIE94 and CIEDE2000 color difference formulas using visual shade-matching. *Selçuk Dental Journal / Selçuk Üniversitesi 3 Uluslararası Yenilikçi Diş Hekimliği Kongresi Özel Sayı* 160–166.
205. Ma Y, Zhang N, Deng X (2010). Influence of background color on chromatic value of four all-ceramic system core materials. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi = Zhonghua Kouqiang Yixue Zazhi = Chinese Journal of Stomatology* 45: 367–369.
206. Pop-Ciutşila I-S, Colosi HA, Dudea D, Badea ME (2015). Spectrophotometric color evaluation of permanent incisors, canines and molars: A cross-sectional clinical study. *Medicine and Pharmacy Reports* 88: 537–544.
207. Özat PB, Tuncel İ, Eroğlu E (2013). Repeatability and reliability of human eye in visual shade selection. *Journal of Oral Rehabilitation* 40: 958–964.

208. Meireles SS, Demarco FF, Santos IS, Dumith SC, Della Bona A (2008). Validation and reliability of visual assessment with a shade guide for tooth-color classification. *Operative Dentistry* 33: 121–126.
209. Garg A, Raura N, Arora A, Shenoy R, Thomas M (2022). Effect of ocular dominance, clinical experience, and sex on the accuracy of shade selection. *Quintessence International* 53: 320–327.
210. de Livi GJS, Santana TR, Bragança RMF, de Bragança Garcez RMV, Faria-e-Silva AL (2023). The role of interface distance and underlying substrate on the color adjustment potential of single-shade composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 35: 1279–1285.
211. Pecho OE, Ghinea R, Perez MM, Della Bona A (2017). Influence of gender on visual shade matching in dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 29.
212. Pecho OE, Pérez MM, Ghinea R, Della Bona A (2016). Lightness, chroma and hue differences on visual shade matching. *Dental Materials* 32: 1362–1373.
213. Zahiruddin K, Banu S, Dharmarajan R, Kulothungan V, Vijayan D, Raman R, Sharma T (2010). Effect of illumination on colour vision testing with Farnsworth-Munsell 100 Hue Test: Customized colour vision booth versus room illumination. *Korean Journal of Ophthalmology* 24: 159.
214. Rimmer SE, Mellor AC (1996). Patients' perceptions of esthetics and technical quality in crowns and fixed partial dentures. *Quintessence international* 27: 155–162.
215. Çal E, Sonugelen M, Güneri P, Kesercioğlu A, Köse T (2004). Application of a digital technique in evaluating the reliability of shade guides. *Journal of Oral Rehabilitation* 31: 483–491.
216. Kiran R, Walsh LJ, Forrest A, Tennant M, Chapman J (2017). Forensic applications: Fluorescence properties of tooth-coloured restorative materials using a fluorescence DSLR camera. *Forensic Science International* 273: 20–28.
217. Bahannan SA (2014). Shade matching quality among dental students using visual and instrumental methods. *Journal of Dentistry* 42: 48–52.

218. Tunçdemir AR, Polat S, Öztürk C, Tunçdemir MT, Güngör AY (2012). Color differences between maxillar and mandibular incisors. *European Journal of General Dentistry* 1: 170–173.
219. Gehrke P, Riekeberg U, Fackler O, Dhom G (2009). Comparison of in vivo visual, spectrophotometric and colorimetric shade determination of teeth and implant-supported crowns. *International Journal of Computerized Dentistry* 12: 247–263.
220. Li Q, Wang YN (2007). Comparison of shade matching by visual observation and an intraoral dental colorimeter. *Journal of Oral Rehabilitation* 34: 848–854.
221. Lehmann KM, Igiel C, Schmidtman I, Scheller H (2010). Four color-measuring devices compared with a spectrophotometric reference system. *Journal of Dentistry* 38: e65–e70.
222. Çağlar A, Yamanel K, Gülşahı K, Bağış B, Özcan M (2010). Could digital imaging be an alternative for digital colorimeters? *Clinical Oral Investigations* 14: 713–718.
223. Alshiddi IF, Richards LC (2015). A comparison of conventional visual and spectrophotometric shade taking by trained and untrained dental students. *Australian Dental Journal* 60: 176–181.
224. Weyhrauch M, Igiel C, Pabst AM, Wentaschek S, Scheller H, Lehmann KM (2015). Interdevice agreement of eight equivalent dental color measurement devices. *Clinical Oral Investigations* 19: 2309–2318.
225. Tsiliagkou A, Diamantopoulou S, Papazoglou E, Kakaboura A (2016). Evaluation of reliability and validity of three dental color-matching devices. *International Journal of Esthetic Dentistry* 11: 110–124.
226. Igiel C, Lehmann KM, Ghinea R, Weyhrauch M, Hangx Y, Scheller H, Paravina RD (2017). Reliability of visual and instrumental color matching. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 29: 303–308.
227. Kim H-K (2018). Evaluation of the repeatability and matching accuracy between two identical intraoral spectrophotometers: An in vivo and in vitro study. *The Journal of Advanced Prosthodontics* 10: 252.
228. Yuan K, Sun X, Wang F, Wang H, Chen J (2012). In vitro and in vivo evaluations of three computer-aided shade matching instruments. *Operative Dentistry* 37: 219–227.

229. Da Silva JD, Park SE, Weber H-P, Ishikawa-Nagai S (2008). Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 99: 361–368.
230. Kröger E, Matz S, Dekiff M, Tran BL, Figgenger L, Dirksen D (2015). In vitro comparison of instrumental and visual tooth shade determination under different illuminants. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 114: 848–855.
231. Kielbassa AM, Beheim-Schwarzbach NJ, Neumann K, Nat R, Zantner C (2009). In vitro comparison of visual and computer-aided pre- and post-tooth shade determination using various home bleaching procedures. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 101: 92–100.
232. Derdilopoulou FV, Zantner C, Neumann K, Kielbassa AM (2007). Evaluation of visual and spectrophotometric shade analyses: a clinical comparison of 3758 teeth. *The International Journal of Prosthodontics* 20: 414–416.
233. Browning WD, Chan DC, Blalock JS, Brackett MG (2009). A comparison of human raters and an intra-oral spectrophotometer. *Operative Dentistry* 34: 337–343.
234. Jouhar R, Ahmed MA, Khurshid Z (2022). An overview of shade selection in clinical dentistry. *Applied Sciences* 12: 6841.
235. Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG (2009). Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 101: 193–199.
236. Yılmaz B, Karaağaçlıoğlu Lale (2011). In vitro evaluation of color replication of metal ceramic specimens using visual and instrumental color determinations. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 105: 21–27.
237. International Commission on Illumination (CIE) (2001). CIE 142:2001 — Improvement to industrial colour-difference evaluation.
238. Lee Y-K (2005). Comparison of CIELAB  $\Delta E^*$  and CIEDE2000 color-differences after polymerization and thermocycling of resin composites. *Dental Materials* 21: 678–682.

239. Pecho OE, Ghinea R, Alessandretti R, Pérez MM, Della Bona A (2016). Visual and instrumental shade matching using CIELAB and CIEDE2000 color difference formulas. *Dental Materials* 32: 82–92.
240. Gordon N (1998). Colour blindness. *Public Health* 112: 81–84.
241. Alshethri SE (2014). Evaluation of color changes in the Vitapan Classical Shade Guide after disinfection. *Operative Dentistry* 39: 317–324.
242. Pascual Moscardó A, Camps Alemany I (2006). Chromatic appreciation in the clinic and the laboratory. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal* 11: e363–e368.
243. Ortolan S, Persic S, Celebic A, Mehulic K (2013). Comparison of time consumption and color matching results of different dental occupational groups. *International Journal of Prosthodontics* 26: 478–486.
244. Pecho OE, Ghinea R, Perez MM, Della Bona A (2017). Influence of gender on visual shade matching in dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 29.
245. Preston JD, Ward LC, Bobrick M (1978). Light and lighting in the dental office. *Dental Clinics of North America* 22: 431–451.
246. Analoui M, Papkosta E, Cochran M, Matis B (2004). Designing visually optimal shade guides. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 92: 371–376.
247. Donahue JL, Goodkind RJ, Schwabacher WB, Aeppli DP (1991). Shade color discrimination by men and women. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 65: 699–703.
248. Sproull RC (1973). Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 29: 416–424.
249. Yuan JC-C, Brewer JD, Monaco EA, Davis EL (2007). Defining a natural tooth color space based on a 3-dimensional shade system. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 98: 110–119.
250. Kim-Pusateri S, Brewer JD, Dunford RG, Wee AG (2007). In vitro model to evaluate reliability and accuracy of a dental shade-matching instrument. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 98: 353–358.
251. Bergen SF, Paravina RD (2017). Color education and training in dentistry: A first-hand perspective. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 29.

252. Li Q, Yu H, Wang YN (2009). In vivo spectroradiometric evaluation of colour matching errors among five shade guides. *Journal of Oral Rehabilitation* 36: 65–70.
253. Paravina RD, Majkic G, Imai FH, Powers JM (2007). Optimization of tooth color and shade guide design. *Journal of Prosthodontics* 16: 269–276.
254. Hammad IA (2003). Intrarater repeatability of shade selections with two shade guides. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 89: 50–53.
255. Culic C, Varvara M, Tatar G, Simu MR, Rica R, Mesaros A, Buduru S, Gasparik C, Culic B (2018). In vivo evaluation of teeth shade match capabilities of a dental intraoral scanner. *Current Health Sciences Journal* 44: 337–341.
256. Nakhaei M, Ghanbarzadeh J, Alavi S, Amirinejad S, Rajatihaghi H (2016). The influence of dental shade guides and experience on the accuracy of shade matching. *The Journal of Contemporary Dental Practice* 17: 22–26.
257. Oh W, Koh I-W, O'Brien WJ (2009). Estimation of visual shade matching errors with 2 shade guides. *Quintessence International* 40: 833–836.
258. Corciolani G, Vichi A, Goracci C, Ferrari M (2009). Colour correspondence of a ceramic system in two different shade guides. *Journal of Dentistry* 37: 98–101.
259. AlSaleh S, Labban M, AlHariri M, Tashkandi E (2012). Evaluation of self shade matching ability of dental students using visual and instrumental means. *Journal of Dentistry* 40: e82–e87.
260. Simionato A, Pecho OE, Della Bona A (2021). Efficacy of color discrimination tests used in dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 33: 865–873.
261. Judeh A, Al-Wahadni A (2009). A comparison between conventional visual and spectrophotometric methods for shade selection. *Quintessence International* 40: e69-79.
262. Yılmaz B, Irmak Ö, Yaman BC (2019). Outcomes of visual tooth shade selection performed by operators with different experience. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 31: 500–507.
263. Alkhudairy R, Tashkandi E (2017). The effectiveness of a shade-matching training program on the dentists' ability to match teeth color. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 29.

264. Jain M, Jain V, Yadav N, Jain S, Singh S, Raghav P, Kohli J, Sharma A (2019). Dental students' tooth shade selection ability in relation to years of dental education. *Journal of Family Medicine and Primary Care* 8: 4010.
265. Corcodel N, Krisam J, Klotz A-L, Deisenhofer UK, Stober T, Hassel AJ, Rammelsberg P, Zenthöfer A (2018). Evaluation of small-group education on the shade determination ability of preclinical dental students—A controlled clinical trial. *European Journal of Dental Education* 22.
266. Corcodel N, Karatzogiannis E, Rammelsberg P, Hassel AJ (2012). Evaluation of two different approaches to learning shade matching in dentistry. *Acta Odontologica Scandinavica* 70: 83–88.
267. Olms C, Jakstat H (2016). Learning shade differentiation using toothguide trainer and toothguide training box: A longitudinal study with dental students. *Journal of Dental Education* 80: 183–190.
268. Pecho Yataco OE, Della Bona A (2020). Teaching and Training Color Determination in Dentistry. *Color and Appearance in Dentistry Cham: Springer International Publishing*, pp 39–46.
269. Beltrami R, Colombo M, Chiesa M, Bianchi S, Poggio C (2014). Scattering properties of a composite resin: Influence on color perception. *Contemporary Clinical Dentistry* 5: 501.
270. Paravina RD, O'Neill PN, Swift EJ, Nathanson D, Goodacre CJ (2010). Teaching of color in predoctoral and postdoctoral dental education in 2009. *Journal of Dentistry* 38: e34–e40.
271. Sınmazışık G, Trakyalı G, Tarçın B (2014). Evaluating the ability of dental technician students and graduate dentists to match tooth color. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 112: 1559–1566.
272. İnan H, Yapıcı DE, Şentürk Y, Toprak S, Çınar D, Yüzügüllü B (2008). Başkent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi öğrencileri ile restoratif diş hekimleri arasında renk eşleştirme yetilerinin karşılaştırılması. *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 32: 56–63.

273. apa N, Malkondu , Kazazoğlu E, alıkkocaoğlu S (2011). Effects of individual factors and the training process of the shade-matching ability of dental students. *Journal of Dental Sciences* 6: 147–152.
274. Alomari M, Chadwick RG (2011). Factors influencing the shade matching performance of dentists and dental technicians when using two different shade guides. *British Dental Journal* 211: e23–e23.
275. Ebeid K, Sabet A, Della Bona A (2021). Accuracy and repeatability of different intraoral scanners on shade determination. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 33: 844–848.
276. zdođan MS, zdođan S, Yılmaz C, Hasanreisodlu B, Akaboy C (2006). Diş hekimliği lisans öğrencileri ve protetik diş tedavisi anabilim dalı lisansüstü đrencilerinin Farnsworth-Munsell 100 Hue testi ile renk tonu algılama yeteneklerinin karşılaştırılması. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakóltesi Dergisi* 23: 91–95.
277. Bergen SF (1975). Color education for the dental profession (Master’s thesis). University of New York, College of Dentistry.
278. Paravina RD (2000). Techniques for improvement of clinical shade matching procedures (Ph.D. dissertation). University of Nis, School of Medicine.
279. Borbély J, Varsányi B, Fejérdy P, Hermann P, Jakstat HA (2010). Toothguide Trainer tests with color vision deficiency simulation monitor. *Journal of Dentistry* 38: e41–e49.
280. Olms C, Klinker T, Pirek P, Hannak WB (2013). Randomized multi-centre study on the effect of training on tooth shade matching. *Journal of Dentistry* 41: 1259–1263.
281. Samra APB, Moro MG, Mazur RF, Vieira S, De Souza EM, Freire A, Rached RN (2017). Performance of dental students in shade satching: Impact of training. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 29.
282. Bilgi O, Trker řB (2015). Diş hekimliği đrencilerinin renk lm başarılarının değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakóltesi Dergisi* 25: 199–204.