

**BOYANMIŞ PAMUKLU KUMAŞLARDA BAZI
RENK HASLIKLARININ DEĐIŐİM KİNETİĞİNİN
RENK ÖLÇÜMLERİ İLE ARAŞTIRILMASI**

Senem ÖZTÜRK



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BOYANMIŞ PAMUKLU KUMAŞLARDA BAZI RENK HASLIKLARININ
DEĞİŞİM KİNETİĞİNİN RENK ÖLÇÜMLERİ İLE ARAŞTIRILMASI**

Senem ÖZTÜRK

Doç. Dr. Behçet BECERİR
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2011
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Senem Öztürk tarafından hazırlanan “Boyanmış Pamuklu Kumaşlarda Bazı Renk Haslıklarının Değişim Kinetiğinin Renk Ölçümleri ile Araştırılması” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oyçokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Behçet BECERİR

Başkan: Doç. Dr. Behçet BECERİR
UÜ. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Tekstil Teknolojisi Anabilim Dalı

İmza

Üye: Prof. Dr. Mehmet Kanık
UÜ. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Tekstil Teknolojisi Anabilim Dalı

İmza

Üye: Yrd. Doç. Dr. Erhan Pulat
UÜ. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Enerji Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Kadri ARSLAN
Enstitü Müdürü

.. / .. / 2011

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullandığım verilerde herhangi bir tahribat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

28 /02/2011

Senem Öztürk

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BOYANMIŞ PAMUKLU KUMAŞLARDA BAZI RENK HASLIKLARININ DEĞİŞİM KİNETİĞİNİN RENK ÖLÇÜMLERİ İLE ARAŞTIRILMASI

Senem ÖZTÜRK

Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Behçet BECERİR

Bu çalışmada; pamuk lifinin ve reaktif boyarmaddelerin genel özellikleri incelenmiş ve pamuklu mamullerin reaktif boyarmaddeler ile boyanma yöntemleri araştırılmıştır. Renk kavramı incelenmiş ve renk farkı formülasyonları anlatılmıştır.

Çalışmada; reaktif boyarmaddeler ile emdirme ve çektirme yöntemlerine göre beş farklı boyarmadde ile üç farklı konsantrasyonda boyanan pamuklu kumaşlara tekrarlı uygulanan yıkama, su, asidik ve bazik ter haslığı testlerinin sonucunda renk ölçümleri yapılarak haslık testleri ve sonrası ortaya çıkan renk farkı, farklı renk farkı formülasyonları ile farklı aydınlatıcılar altında değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre boyarmaddelerin boyama ve haslık testleri sonrası renk ölçüm farklılıklarının bireysel boyarmadde özelliklerine göre değiştiği bulunmuştur. En yüksek renk farkı sonuçları CIELAB ve en düşük renk farkı sonuçları CIEDE2000 formülasyonlarından elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: pamuk, reaktif boyama, renk, renk haslıkları

2011, xi 132 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

INVESTIGATION OF SOME COLOR FASTNESS VARIATION KINETICS OF DYED COTTON FABRICS WITH COLOR MEASUREMENTS

Senem ÖZTÜRK

Uludağ University
Graduate School of Sciences
Department of Textile Engineering

Supervisor: Doç. Dr. Behçet BECERİR

In this study, general properties of cotton fibres and reactive dyes were examined and dyeing methods of cotton fabrics with reactive dyes were explained. Colour and colour difference formulas were examined and explained.

In this MSc Thesis, cotton fabrics were dyed reactive dyes at three different shades according to two different dyeing methods. Effects of repeated washing, water, acidic and alkaline perspiration fastness were investigated by different colour formulas under different illuminators. It was investigated that colour measurement results were varied upon individual dye characteristics according to the results of dyeings and fastness tests. The highest colour difference results were obtained by CIELAB colour formula where the lowest colour difference results were obtained by CIEDE2000 colour formula.

Key words: cotton, reactive dyeing, color, color fastness

2011, xi +132 pages.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu çalışmada emdirme ve çektirme yöntemlerine göre farklı renklerde ve farklı konsantrasyonlarda boyanan pamuklu kumaşlara bazı haslık testleri tekrarlı olarak uygulanmış ve testler sonrası renk ölçümleri yapılarak, boyama yöntemi, renk ve konsantrasyona bağlı olarak kıyaslamalar yapılmıştır.

Tez çalışmam boyunca hiçbir konuda desteğini esirgemeyen tez danışmanım Doç. Dr. Behçet Becerir'e ve test çalışmalarımda her türlü desteği veren Prof. Dr. Recep Eren'e teşekkürü bir borç bilirim. Laboratuar çalışmalarımda yardımını esirgemeyen Yeliz Yalçın ve Uzm. Kimya Mühendisi Haluk Yüce' ye teşekkür ederim.

Numune kumaş boyamalarımın olanağ sağlayan ve tüm desteği veren Akteks Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş. İşletme Müdürü Osman Oruç'a, Düz Boya Sorumlusu Yeşim Durgutlu'ya ve Laboratuar Görevlisi Gülnaz Demir' e teşekkür ederim.

Desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ve her zaman yanımda olan eşim Serhat Yılmaz'a, aileme ve değerli arkadaşlarım Aslıhan Aydın ile Fatih Kılıç' a çok teşekkür ederim.

Senem Öztürk
28/02/2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	iii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER	2
2.1. Pamuk Lifinin Genel Özellikleri	2
2.1.1. Pamuk lifinin fiziksel özellikleri	3
2.1.1.1. Uzunluk	3
2.1.1.2. İncelik	3
2.1.1.3. Mukavemet	4
2.1.1.4. Olgunluk	4
2.1.1.5. Esneklik	5
2.1.1.6. Uzama	5
2.1.1.7. Büküm	6
2.1.1.8. Yabancı maddeler ve tozlar	6
2.1.2. Pamuk lifinin kimyasal özellikleri	7
2.1.2.1. Sıcaklığın etkisi	9
2.1.2.2. Suyun etkisi	9
2.1.2.3. Asitlerin etkisi	10
2.1.2.4. Alkalilerin etkisi	10
2.1.2.5. Işığın etkisi	11
2.1.2.6. Oksidan ve redüktan maddelerin etkisi	11
2.1.2.7. Eterleşme reaksiyonları	11
2.1.2.8. Esterleşme reaksiyonları	13
2.2. Reaktif Boyarmaddeler	13
2.2.1. Reaktif boyarmaddelerin genel özellikleri	13
2.2.2. Reaktif boyarmaddelerin kimyasal yapıları	14
2.3. Reaktif Boyarmaddelerin Sınıflandırılması	16
2.3.1. Reaktif grupların kimyasal yapısına göre sınıflandırma	16
2.3.1.1. Nükleofilik yer değiştirme reaksiyonu veren reaktif gruplar	16
2.3.1.2. Nükleofilik katılma reaksiyonu veren reaktif gruplar	18
2.3.2. Kromofor gruplarına göre sınıflandırma	18
2.3.3. Reaktivliklerine göre sınıflandırma	20
2.3. Pamuklu Mamullerin Reaktif Boyarmaddelerle Boyanması	21
2.3.1. Reaktif boyarmaddelerle emdirme yöntemine göre boyama	22
2.3.2. Reaktif boyarmaddelerle çektirme yöntemine göre boyama	23
2.3.3. Emdirme ve çektirme yöntemlerinin boyarmadde verimlerine göre karşılaştırılmaları	24
2.3.4. Emdirme ve çektirme yöntemlerinin uygulama alanlarına göre karşılaştırılmaları	25
2.4. Renk Kavramı	25
2.4.1. Renk ölçümünde kullanılan cihazlar	32
2.4.1.1. Kolorimetreler	33

2.4.1.2. Spektrofotometreler	33
2.4.1.3. Dijital sistemler	36
2.4.2. Renk Uzayı	36
3. MATERYAL ve YÖNTEM	40
3.1. Materyal	40
3.1.1. Pamuklu kumaş	40
3.1.2. Reaktif boyarmaddeler	40
3.1.3. Kimyasal maddeler	40
3.1.4. Alet ve cihazlar	41
3.1.4.1. Laboratuvar tipi pad-batch numune boyama makinesi	41
3.1.4.2. Laboratuvar tipi jet numune boyama makinesi	41
3.1.4.3. Yıkama makinesi	42
3.1.4.4. Etüv	41
3.1.4.5. Spektrofotometre	42
3.1.4.6. Perspirometre	42
3.2. Yöntem	42
3.2.1. Reaktif boyamalar	42
3.2.1.1. Emdirme – soğukta bekletme yöntemine göre yapılan boyamalar	42
3.2.1.2. Çektirme yöntemine göre yapılan boyamalar	43
3.2.2. Yıkama haslığı testleri	43
3.2.3. Asidik ve bazik ter haslığı testleri	44
3.2.4. Su haslığı testleri	45
3.2.5. Renk ölçümleri ve renk farklılıkları	45
4. BULGULAR	46
4.1. Yıkama haslığı testleri sonuçları	46
4.1.1. Yıkama haslığı testleri sonrası kumaşlarda meydana gelen açıklık –koyuluk (L^*) değişimleri	46
4.1.2. Yıkama haslığı testleri sonrası kumaşlarda meydana gelen doygunluk (kroma) (C^*) değişimleri	52
4.1.3. Yıkama haslığı testleri sonrası kumaşlarda meydana gelen renk farkları	58
4.1.3.1. Emdirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda meydana gelen renk farkları	58
4.1.3.2. Çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda meydana gelen renk farkları	64
4.2. Su haslığı testleri sonuçları	70
4.2.1. Su haslığı testleri sonrası kumaşlarda meydana gelen açıklık –koyuluk (L^*) değişimleri	70
4.2.2. Su haslığı testleri sonrası kumaşlarda meydana gelen doygunluk (kroma) (C^*) değişimleri	76
4.2.3. Su haslığı testleri sonrası kumaşlarda meydana gelen renk farkları	82
4.2.3.1. Emdirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda meydana gelen renk farkları	82
4.2.3.2. Çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda meydana gelen renk farkları	85
4.3. Asidik ter haslığı testleri sonuçları	89
4.3.1. Asidik ter haslığı testleri sonrası kumaşlarda meydana gelen açıklık –koyuluk (L^*) değişimleri	89
4.3.1. Asidik ter haslığı testleri sonrası kumaşlarda meydana gelen doygunluk (kroma) (c^*) değişimleri	95
4.3.3. Asidik ter haslığı testleri sonrası kumaşlarda meydana gelen renk farkları	101

4.3.3.1. Emdirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda meydana gelen renk farkları	101
4.3.3.2. Çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda meydana gelen renk farkları	104
4.4. Bazik ter haslığı testleri sonuçları	108
4.4.1. Bazik ter haslığı testleri sonrası kumaşlarda meydana gelen açıklık –koyuluk (L^*) değişimleri	108
4.4.2. Bazik ter haslığı testleri sonrası kumaşlarda meydana gelen doygunluk (kroma) (c^*) değişimleri	114
4.4.3. Bazik Ter haslığı testleri sonrası kumaşlarda meydana gelen renk farkları	120
4.4.3.1. Emdirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda meydana gelen renk farkları	120
4.4.3.2. Çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda meydana gelen renk farkları	123
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	127
KAYNAKLAR	129
ÖZGEÇMİŞ	131
TEZ ÇOĞALTMA VE ELEKTRONİK YAYINLAMA İZİN FORMU	132

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Açıklama

L*	Açıklık -Koyuluk Ekseni
a*	Kırmızı-Yeşil Ekseni
b*	Sarı-Mavi Ekseni
C*	Kroma (Doygunluk)
ΔE^*	CIELAB Renk Farkı
X	Kırmızı Tristimulus Değeri
Y	Yeşil Tristimulus Değeri
Z	Mavi Tristimulus Değeri
X _n	Aydınlatıcının Kırmızı Tristimulus Değeri
Y _n	Aydınlatıcının Yeşil Tristimulus Değeri
Z _n	Aydınlatıcının Mavi Tristimulus Değeri
%R	Yüzde Reflektans Değeri

Kısaltmalar

Açıklama

Orj 1	Emdirme yöntemi için 2 g/L, çektirme yöntemi için %0,1'lik konsantrasyon
Orj 2	Emdirme yöntemi için 8 g/L, çektirme yöntemi için %1'lik konsantrasyon
Orj 3	Emdirme yöntemi için 16 g/L, çektirme yöntemi için %4'lük konsantrasyon
SED	Spektral enerji değişimi
AATCC	American Association of Textile Chemists and Colorists
CIELAB	CIELAB 1976 Renk Farkı Formülü
CMC (1:c)	SDC CMC (1:c) Renk Farkı Formülü
CIE94	CIELAB 1994 Renk Farkı Formülü
CIEDE2000	CIELAB 2000 Renk Farkı Formülü
CIE	Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
D65	CIE 65 Aydınlatıcısı
TL84	F11Aydınlatıcısı
F2	CIE F2 Aydınlatıcısı
CI	Color Index
A	CIE A Aydınlatıcısı

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Selülozun kimyasal yapısı	7
Şekil 2.2. Selülozun serbest OH grupları	7
Şekil 2.3. Selülozun asitler ile bozunması	10
Şekil 2.4. Cibacron Brilliant Red B	14
Şekil 2.5. MCT sınıfı boyarmadde	17
Şekil 2.6. TCP sınıfı boyarmadde	17
Şekil 2.7. DCT sınıfı boyarmadde	17
Şekil 2.8. DFMCP sınıfı boyarmadde	17
Şekil 2.9. FMCP sınıfı boyarmadde	17
Şekil 2.10. MFT sınıfı boyarmadde	17
Şekil 2.11. Diklorotriazin reaktif boyarmaddesi ile elyaf arasında gerçekleşen nükleofilik substitüsyonla reaksiyonu	17
Şekil 2.12. Azo grubu içeren reaktif oranj 14 boyarmaddesinin yapısı	18
Şekil 2.13. Antrakinon grubu içeren reaktif boyarmadde	19
Şekil 2.14. Ftalosiyanın grubu içeren reaktif boyarmadde	19
Şekil 2.15. Bakır kompleksi içeren azo boyarmadde	20
Şekil 2.16. Işık kaynağı, cisim ve gözlemci	26
Şekil 2.17. CIE standart aydınlatıcılarının spektral enerji dağılımları	29
Şekil 2.18. 10° Standart gözlemci için renk eşleme fonksiyonları	32
Şekil 2.20. CIE tarafından reflektans ölçümleri için önerilen aydınlatma ve gözlem şartları	35
Şekil 2.21. xy kromatise diyagramı	37
Şekil 2.22. CIELAB renk uzayı	38
Şekil 4.1. Mavi boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı testleri sonrası L* değerleri	46
Şekil 4.2. Kırmızı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı testleri sonrası L* değerleri	47
Şekil 4.3. Yeşil boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı testleri sonrası L* değerleri	48
Şekil 4.4. Siyah boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı testleri sonrası L* değerleri	49
Şekil 4.5. Sarı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı testleri sonrası L* değerleri	50
Şekil 4.6. Mavi boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı testleri sonrası C* değerleri	52
Şekil 4.7. Kırmızı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı testleri sonrası C* değerleri	53
Şekil 4.8. Yeşil boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı testleri sonrası C* değerleri	54
Şekil 4.9. Siyah boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı testleri sonrası C* değerleri	55
Şekil 4.10. Sarı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı testleri sonrası C* değerleri	56

Şekil 4.11. Mavi boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların su haslığı testleri sonrası L^* değerleri	70
Şekil 4.12. Kırmızı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların su haslığı testleri sonrası L^* değerleri	71
Şekil 4.13. Yeşil boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların su haslığı testleri sonrası L^* değerleri	72
Şekil 4.14. Siyah boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların su haslığı testleri sonrası L^* değerleri	73
Şekil 4.15. Sarı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların su haslığı testleri sonrası L^* değerleri	74
Şekil 4.16. Mavi boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların su haslığı testleri sonrası C^* değerleri	76
Şekil 4.17. Kırmızı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların su haslığı testleri sonrası C^* değerleri	77
Şekil 4.18. Yeşil boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların su haslığı testleri sonrası C^* değerleri	78
Şekil 4.19. Siyah boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların su haslığı testleri sonrası C^* değerleri	79
Şekil 4.20. Sarı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların su haslığı testleri sonrası C^* değerleri	80
Şekil 4.21. Mavi boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların asidik ter haslığı testleri sonrası L^* değerleri	89
Şekil 4.22. Kırmızı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların asidik ter haslığı testleri sonrası L^* değerleri	90
Şekil 4.23. Yeşil boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların asidik ter haslığı testleri sonrası L^* değerleri	91
Şekil 4.24. Siyah boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların asidik ter haslığı testleri sonrası L^* değerleri	92
Şekil 4.25. Sarı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların asidik ter haslığı testleri sonrası L^* değerleri	93
Şekil 4.26. Mavi boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların asidik ter haslığı testleri sonrası c^* değerleri	95
Şekil 4.27. Kırmızı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların asidik ter haslığı testleri sonrası c^* değerleri	96
Şekil 4.28. Yeşil boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların asidik ter haslığı testleri sonrası c^* değerleri	97
Şekil 4.29. Siyah boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların asidik ter haslığı testleri sonrası c^* değerleri	98
Şekil 4.30. Sarı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların asidik ter haslığı testleri sonrası c^* değerleri	99
Şekil 4.31. Mavi boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların bazik ter haslığı testleri sonrası L^* değerleri	108
Şekil 4.32. Kırmızı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların bazik ter haslığı testleri sonrası L^* değerleri	109
Şekil 4.33. Yeşil boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların bazik ter haslığı testleri sonrası L^* değerleri	110
Şekil 4.34. Siyah boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların bazik ter haslığı testleri sonrası L^* değerleri	111

Şekil 4.35. Sarı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların bazik ter haslığı testleri sonrası L* değerleri	112
Şekil 4.36. Mavi boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların bazik ter haslığı testleri sonrası C* değerleri	114
Şekil 4.37. Kırmızı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların bazik ter haslığı testleri sonrası C* değerleri	115
Şekil 4.38. Yeşil boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların bazik ter haslığı testleri sonrası C* değerleri	116
Şekil 4.39. Siyah boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların bazik ter haslığı testleri sonrası C* değerleri	117
Şekil 4.40. Sarı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların bazik ter haslığı testleri sonrası C* değerleri	118

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Pamuk liflerinin tipik kompozisyonu	7
Çizelge 2.2. Reaktif boyarmaddeler ile boyama yöntemleri	22
Çizelge 2.3. Görünür alan bölgeleri	27
Çizelge 3.1. Deneysel çalışmalarda kullanılan boyarmaddelerin özellikleri	40
Çizelge 3.2. Emdirme- Soğukta bekletme yöntemine göre yapılan boyamalarda kullanılan boyarmadde miktarları	42
Çizelge 3.3. Çektirme yöntemine göre yapılan boyamalarda önerilen kimyasal madde miktarları	43
Çizelge 4.1. Mavi boyarmadde ile boyanmış kumaşlarda yıkama haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları	58
Çizelge 4.2. Kırmızı boyarmadde ile boyanmış kumaşlarda yıkama haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları	59
Çizelge 4.3. Yeşil boyarmadde ile boyanmış kumaşlarda yıkama haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları	60
Çizelge 4.4. Siyah boyarmadde ile boyanmış kumaşlarda yıkama haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları	61
Çizelge 4.5. Sarı boyarmadde ile boyanmış kumaşlarda yıkama haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları	62
Çizelge 4.6. Mavi boyarmadde ile boyanmış kumaşlarda yıkama haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları	64
Çizelge 4.7. Kırmızı boyarmadde ile boyanmış kumaşlarda yıkama haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları	65
Çizelge 4.8. Yeşil boyarmadde ile boyanmış kumaşlarda yıkama haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları	66
Çizelge 4.9. Siyah boyarmadde ile boyanmış kumaşlarda yıkama haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları	67
Çizelge 4.10. Sarı boyarmadde ile boyanmış kumaşlarda yıkama haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları	68
Çizelge 4.11. Emdirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda su haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları	82
Çizelge 4.12. Çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda su haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları	85
Çizelge 4.13. Emdirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda asidik ter haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları	101
Çizelge 4.14. Çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda asidik ter haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları	104
Çizelge 4.15. Emdirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda bazik ter haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları	120
Çizelge 4.16. Çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda bazik ter haslığı Testleri sonrası meydana gelen renk farkları	123

1. GİRİŞ

Pamuk, yumuşak tuşeli olması, yüksek boyanabilirlik özelliği, yüksek mukavemet ve makinede yıkanabilir özelliğe sahip olması nedeniyle Dünya’da en yaygın olarak kullanılan doğal lifdir. Günümüzde pamuklu kumaş üretimi sentetik liflerden oluşan kumaşlara göre daha sağlıklı bir kullanım sundukları için önem kazanmıştır. Buna bağlı olarak pamuklu tekstil ürünlerinden kalite beklentileri artmış ve tekstil sektöründe bir defada üretimin giderek önem kazanması sonucu üretim hatalarını en aza indirmek en önemli amaç haline gelmiştir. Ülkemizde pamuk baskı ve boyamacılığında yüksek haslıkları, renk tonlarındaki canlılığı, kesikli, yarı kesikli ve kesiksiz çalışan birçok metoda uygun olmaları nedeniyle reaktif boyarmaddelerin kullanımı yaygındır. Ayrıca reaktif boyarmaddelerin selüloz esaslı liflerin yarısından çoğunun boyanması için kullanılması, günümüzde bu boyarmadde sınıfının diğer boyarmaddelerden daha hızlı bir büyüme trendine sahip olmasını sağlamıştır.

Dünya tekstil endüstrisinde en yüksek kullanım oranına sahip lif pamuk lifidir. Reaktif, küp, direkt, kükürt ve azoik boyarmaddeler, pamuk lifinin boyanmasında kullanılabilen boyarmaddelerdir. Sahip oldukları özelliklerden dolayı reaktif boyarmaddeler; pamuklu ürünlerin boyanmasında yaygın olarak kullanılan temel boyarmadde sınıfıdır.

Bazı reaktif boyarmaddeler sadece emdirme yöntemine uygunken, bazı reaktif boyarmaddeler çektirme yöntemine uygundur. Bazı reaktif boyarmaddeler ise, hem emdirme hem de çektirme yöntemine göre yapılan boyamalarda rahatlıkla kullanılabilir. Boyamalarda ekonomiklik ve istenen haslık özelliklerinin sağlanmasının ön planda olduğu dikkate alındığında, tüm yöntemlere uygun reaktif boyarmaddelerle pamuklu kumaşların boyanmasında hangi yöntemin seçilmesi gerekliliği büyük önem arz etmektedir.

Bu noktadan hareketle yapılan tez çalışmasında; pamuklu dokuma kumaşların reaktif boyarmaddelerle boyanmasında en çok kullanılan iki boyama prensibi (emdirme ve çektirme) vinilsülfon esaslı beş farklı renkteki reaktif boyarmadde gerçekleştirilmiş, renk ölçümleri ve sık uygulanan haslık testleri üzerinden karşılaştırılması yapılmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1. Pamuk Lifinin Genel Özellikleri

Dünyada çeşitli amaçlar için kullanılan liflerin % 61'i bitkisel, % 5'i hayvansal, % 34'ü kimyasal kökenlidir. Doğal lifler sınıfı içerisinde yer alan bitkisel liflerin sağlık özelliklerinin olumlu ve bakım şartlarının kolay olmaları her geçen gün bu liflere olan talebi arttırmaktadır (İçoğlu 2006).

Bitkisel lifler içinde yer alan pamuk, lif üretiminin % 54'ünü kapsadığı için endüstride önemli bir yere sahiptir. Sahip olduğu özelliklerden dolayı pamuk lifi asırlardır giyim malzemesi olarak değerini korumuştur.

Pamuk; bir yıllık ömrü olan 1–2 metre boyunda bir bitkidir. Sıcak iklimde ve fazla yağışlı olmayan yerlerde yetişir (cygm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/.../giyim/.../tekstil_lifleri.pdf, 2011).

Pamuklu kumaşlar yumuşaklık, nem emicilik, hava geçirgenliği gibi özellikleri sayesinde son derece rahattır. Islak halde artan lif mukavemeti sayesinde pamuklu kumaşlar çeşitli yaş terbiye işlemleri ve bakım işlemlerinden geçirilerek istenen özelliklere ulaştırılabilmektedir. Su iticilik, leke iticilik, güç tutuşurluk, çekmezlik gibi özellikler özel terbiye işlemleri ile elde edilebilir. Pamuk, bu terbiye işlemlerini kolaylıkla kabul eder. Normal kullanım ve bakım esnasında bu özellikleri fazla kaybetmez.(http://www.tekstilmuhendisi.net/tekstilde-pamuk-lifinin-onemi-ve-kullanim-alanlari/, 2011)

Pamuk üretimi, 2005 yılı itibariyle yaklaşık 26 milyon tondur. Genel olarak bakıldığında 1980–2003 yılları arasında dünya pamuk tüketimi yıllık % 1,6 artarken, toplam lif tüketimi yıllık % 2,6 artmıştır. 2000 yılı itibariyle, dünya pamuk tüketim miktarı tüm lifler içinde yaklaşık % 40'lık bir paya sahiptir. Bu rakamlar pamuk lifinin önemini açıkça ortaya koymaktadır. (İçoğlu 2006)

Pamuk lifi; gömlekler, bluzlar, elbiseler, etekler, iş giysileri, bebek çamaşırları, havlular, iç giyim, telalar, perdeler, halılar, döşemelik kumaşlar, yatak takımları, eldiven, eşarp, şapka, çorap ve ipliklerde kullanılır. (cygm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/.../giyim/.../ tekstil_lifleri.pdf, 2011)

2.1.1. Pamuk lifinin fiziksel özellikleri

Pamuk liflerinin fiziksel özellikleri bu liflerden elde edilecek ipliğin özelliklerine direkt etki edeceğinden büyük önem arz etmektedir. Pamuk liflerinin özelliklerinin ölçümünde eskiden ayrı ayrı cihazlar kullanılırken bugün HVI ve AFIS adı verilen modern sistemler kullanılmaya başlanmıştır. HVI demet halinde AFIS ise tek tek liflerin ölçümü ile sonuç vermektedir (<http://www.egelihracatcilar.com/DersNotlari/02/02.pdf>).

2.1.1.1. Uzunluk

Pamuk liflerinde uzunluk kalıtsal bir vasıftır. Bu vasıf belli bir dereceye kadar çevre şartlarına bağlıdır. Bir pamuk çiğidi üzerinde 1 – 2 mm'den başlayarak o varyetenin azami uzunluk sınırına kadar muhtelif uzunlukta birçok lifler bulunur. Lif uzunluğu pamuğun dokuma endüstrisinde hangi gaye ile kullanılacağı hakkında bir fikir vermektedir. Bu bakımdan pamuğun uzunluğunu ölçmek ve bunların dağılımlarını tespit etmek çok önemlidir. Tekstil sanayisinde kullanılan pamuğun uzunluğu 12 – 57 mm arasında değişmektedir ve üç ana sınıfta gruplandırılır;

- 18 mm' ye kadar olan kısa lifli pamuklar,
- 18 – 31 mm' ye kadar olan orta lifli pamuklar,
- 31 mm'den fazla olan uzun lifli pamuklar.

2.1.1.2. İncelik

Pamuklarda uzunluktan sonra en çok aranan özelliklerden biri incelikdir. İncelik de uzunluk gibi kalıtsal bir özelliktir. İncelik birimi olarak mikroner kullanılır. Pamuk için belirlenen incelik sınıflandırılması şöyledir;

- 3 ve daha az olan lifler çok ince,
- 3 – 3,9 arası ince,
- 4 – 4,9 arası orta,
- 5 –5,9 arası kaba,
- 6' dan daha fazla ise çok kaba sayılır.

2.1.1.3. Mukavemet

Pamuk liflerinde uzunluk ve incelik ile birlikte aranan özelliklerden birisi de mukavemettir. Sağlam iplik sağlam pamuk liflerinde yapılacağı için çok önemli bir parametredir. Pamuk liflerinin mukavemeti, olgunlaşma dereceleri, diğer bir deyişle selülozik tabakanın kalınlığı ve aynı zamanda liflerin inceliği ile ilgilidir. Selülozik çeperi kalın, tamamıyla olgunlaşmamış liflerin mukavemeti diğerlerinden üstündür.

Pamuk liflerinin teşekkülü sırasında dış çevre şartlarının uygun olması veya olmaması liflerde sekonder çeperin iyi meydana gelip gelmemesine etki eder. Bunlar lif mukavemetine ve dolayısıyla iplik mukavemetine tesir eden birer faktördür.

Mukavemet ortalamaları yüksek olan pamuk liflerinden imal edilen iplikler sağlam ve mukavim olur. Presley aleti ile tespit edilen mukavemet değerleri aşağıdaki gibidir;

- 93 ve daha yukarı ise mükemmel,
- 87 – 92 arasında ise çok sağlam,
- 81 – 86 arasında ise sağlam,
- 75 – 80 arasında ise orta derecede sağlam,
- 70 – 74 arasında ise oldukça sağlam,
- 70 ve daha düşük ise zayıf olarak değerlendirilir.

2.1.1.4. Olgunluk

Olgunluk tekstil lifleri içerisinde sadece pamuğa has bir özelliktir. Bilindiği gibi olgunluk pamuk lifinin sekonder çeperinin kalınlığı ile ilgilidir. Bu tabaka ne kadar kalın olursa lif o kadar olgun, ne kadar ince olursa lif o kadar az olgun ya da ölüdür. Pamuk liflerinde olgunlaşma, liflerde belirli bir günden sonra primer çeperin iç kısmında her gün depo edilen selüloz tabakalarıyla olmaktadır. Bu tabaka ne kadar kalın olursa lümen o kadar daralacak ve lif o kadar olgun olacaktır. Olgun olan lifler daha mukavemetli olacağından endüstride tercih edilirler. Olgun pamuk lifleri gayet sağlam olup mekanik proses sırasındaki gerilim muamelelere dayanabilir. Buna karşılık olgunlaşmamış lifler zayıf yumuşak olur. Bunlar eğirme prosesleri sırasında kırılabilirler gibi, üretilen ipliklerde nepsler meydana getirip olgun liflerden daha az boya emdikleri için düzgün olmayan boyamaya sebep olurlar. Bunlardan başka

olgunluk lif inceliğini de etkilemektedir. Pamuk lifinin ağırlığını, mukavemetini ve diğer özelliklerini meydana getiren ana yapı selülozdur. Bazı olgunlaşmamış liflerde selüloz veya ikinci çeper hiç olmayabilir. Herhangi bir pamuk numunesi içerisinde her bir lifin olgunluk derecelerinde de farklılıklar görülebilmektedir. İkinci çeperi kalın olan çok olgunlaşmış liflerin kesitleri hemen hemen dairesel olduğundan birçok liften oluşan olgun bir pamuk parlak bir görünüme sahiptir. Olgunlaşmamış liflerin şekilleri düzgün değildir, kesitleri de uzamış elips veya at nalı şeklinde olduğundan bunların oluşturduğu olgunlaşmamış pamuklar parlak olmayıp düz, ölü görünümleri vardır.

Olgun liflerde çeper kalınlığı lümen genişliğinin yarısından daha büyüktür. Olgunluk derecesini belirtmek için o numuneden en az 300 lifin ölçümü yapılmalıdır. Olgun liflerin yüzdesi:

- % 84 ‘den fazla ise numune çok olgun,
- % 77 – 84 arasında ise olgun,
- % 68 – 76 arasında ise orta derecede olgun,
- % 60 – 67 arasında ise az olgun,
- % 60’dan daha az oranda ise olgunlaşma derecesi düşük demektir.

2.1.1.5. Esneklik

Lifler tabii halde iken herhangi bir kuvvet çekimine maruz kalırlarsa kopmadan önce az veya çok uzamak suretiyle bu kuvvete karşı koymaya çalışırlar. Bu kuvvet kopma olmadan önce kalkacak olursa lifler tekrar eski hallerini almaya çalışacaklardır. Bu özelliğe elastikiyet ya da esneklik denir. Giyim eşyalarının üretiminde kullanılacak liflerin elastikiyet derecesi bakımından iyi bir özellik arz etmesi istenir. Lif boyunca % 1 oranında uzamayı sağlayan kuvvete elastikiyet katsayısı denir ve g/denye ile ifade edilir. Pamuk lifinin elastikiyet katsayısı 0,5 g/denye’ dir (<http://www.egelihracatcilar.com/DersNotlari/02/02.pdf>).

2.1.1.6. Uzama

Herhangi bir kuvvet altında kalan lifler önce bir uzama gösterir ve sonra kopar. Kopma anında ölçülen maksimum uzunluğa lifin uzama yeteneği denir. Pamuk lifinde uzama oranı % 7 – 15 arasında değişir. İnce liflerin uzama yeteneği daha üstündür.

2.1.1.7. Büküm

Pamuk liflerinde görülen bükümler liflerin iplik olma kabiliyeti üzerine etki eder. Liflerdeki bu bükümler olgunlaşması tamamlanan kozaların açılışları sırasında meydana gelir. Bir lifin belli bir uzunluğunda bulunan büküm sayısı o lifin bağlı bulunduğu kalıtsal özelliklere bağlıdır. Büküm sayısı; lif uzunluğu, inceliği ve olgunluk derecesiyle sıkı bir şekilde alakalıdır. Bükümlerin meydana gelmesinde lifin sekonder tabakasında bulunan selülozik kitlenin, lif çeperinin her yerinde aynı miktarda ve aynı yönde birikmemiş olmasının etkisi büyüktür. Kozalar açılırken bünyesinde bulunan suyun büyük bir kısmını kaybeden lifler bir taraftan yassılaştırken diğer taraftan da büzülme ve kısılmaya maruz kalırlar. Bu esnada liflerde kıvrımların meydana geldiği görülür. Lif olgunluğu tamamlanmadan kesilmiş olan liflerde bükümleri sayısı ya hiç yoktur veya çok azdır.

Pamuk liflerinin büküm sayıları değerlendirilirken 1 mm'de bulunan büküm sayıları incelenir. Buna göre;

- 1mm' de 1 – 2 büküm olanlar az bükümlü,
- 1mm' de 3 – 4 büküm olanlar orta bükümlü,
- 1mm' de 5 – 7 büküm olanlar çok bükümlü,
- 1mm' de 8'den daha fazla büküm olanlar fazla bükümlü olarak sınıflandırılır (<http://www.egelihracatcilar.com/DersNotlari/02/02.pdf>).

2.1.1.8. Yabancı maddeler ve tozlar

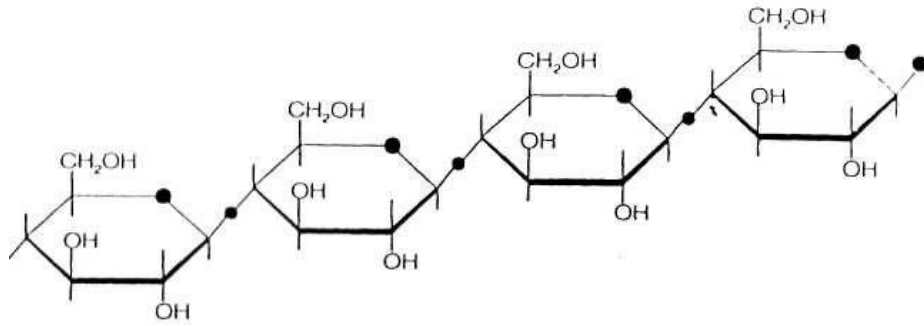
İplik üretimi açısından son derece önemli bir lif kalite parametresidir. Çünkü iplik aşamasına gelmeden önce liflerin muhakkak belli bir dereceye kadar yabancı madde ve tozlardan arındırılmış olması gerekmektedir. Bunu sağlayabilmek için de pamuğun yoğun mekanik işlemlerden geçirilmesi gerekmektedir. Bu işlemler de her zaman için başta lif kırılması olmak üzere birtakım zararlara yol açmaktadır. Dolayısı ile iplikhanelere gelen pamuğun mümkün olduğu kadar temiz olmasında büyük fayda bulunmaktadır. Balya halindeki pamuğun içinde bulunan yabancı madde miktarına (%) göre sınıflandırılması aşağıdaki gibidir;

- 1,2'ye kadar çok temiz,

- 1,2 – 2,0 temiz,
- 2,0 – 4,0 orta,
- 4,0 – 7,0 kirli,
- 7,0 ve üzeri çok kirli (www.egelihracatcilar.com/DersNotlari/02/02.pdf, 2011)

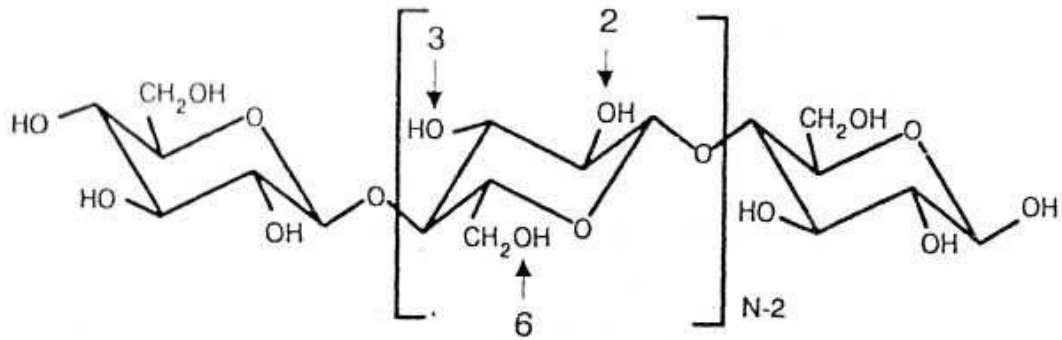
2.1.2. Pamuk lifinin kimyasal özellikleri

Çırçırılama ve mekanik temizlemeden sonra, ham pamuk lifi yaklaşık % 95 oranında selüloz içermektedir. Selülozun kimyasal yapısı Şekil 2.1’de gösterilmektedir.



Şekil 2.1. Selülozun kimyasal yapısı (Lewin 1998)

Pamuk lifi büyük ölçüde selüloz yapısında olup, pamuğun kimyasal reaktifliğini selüloz polimeri belirlemektedir. Selüloz polimeri, 1 ve 4 numaralı karbon atomlarından birbirine bağlanmış β -D glikozdan meydana gelmiştir. Şekil 2.2’de selülozun serbest OH grupları gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Selülozun serbest OH grupları (Lewin 1998)

Selülozun bu kimyasal yapısındaki 2–OH, 3–OH ve 6–OH grupları, selülozun bir polialkol etkisi göstermesine neden olmaktadır. Kimyasal maddelerin selüloz

moleküllerine etkisi büyük ölçüde bu gruplar üzerinden olmaktadır. Selüloz moleküllerinden oluşan zincirler birbirlerine moleküller arası hidrojen köprüleriyle bağlanırlar ve böylece mikrofibriller oluşur. Mikrofibrillerden de makrofibriller meydana gelmektedir. Makrofibriller de lif yapısında organize olmuş şekilde bulunurlar. Pamuk lifinin, yumuşak şartlar altında dietilaminoetil klorid ile reaksiyonunu baz alan kimyasal ölçüm OH'ların reaksiyona girme yeteneklerinin azalan sıraya göre 2-OH > 6-OH >> 3-OH şeklinde olduğunu göstermiştir. Hidroksil gruplarının toplam reaktifliği ve 2-OH, 3-OH ve 6-OH gruplarının relatif reaktifliği, şişirici ön işleme ve tepkime şartlarına göre farklılıklar göstermektedir (Bozok 2005).

Pamuk lifinin bünyesinde selülozdan başka su, azotlu maddeler, kül, şeker, pektin ve renk maddeleri mevcuttur. Çizelge 2.1'de pamuk liflerinde bulunan maddelerin bulunma yüzdeleri ve değişim aralıkları gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Pamuk liflerinin tipik kompozisyonu (Bozok 2005)

Bileşenler	Kuru ağırlığın %'si	
	Genel	Değişim Aralığı
Selüloz	95	88-96
Protein	1,3	1,1-1,9
Pektik maddeler	1,2	0,7-1,2
Kül	1,2	0,7-1,6
Yağ	0,6	0,4-1,0
Toplam şeker	0,3	0,1-1
Diğerleri	0,4	

Bu maddelerden bir kısmı pamuğun ilk gelişme devresinde daha yüksek oranda buldukları halde olgunlaşma derecesi ilerledikçe bunların oranı düşmekte, selüloz miktarı artmaktadır. Liflerin olgunlaşma süreci ilerledikçe selüloz oranı yükselir, diğer madde miktarları azalır.

Pektik maddeler: Tipik bir olgun pamuk lifi % 0,6 – % 1,2 oranında pektin ihtiva eder. Sıcak amonyum oksalat veya amonyum sitrat ile lifin pektini ekstrakte edilirse kalsiyum pektat halinde çöker. Pektini kantitatif olarak tespit etmek zordur. Sadece üronik asit yardımıyla doğruya yakın bir tahmin yapılabilir. Pektin daha ziyade primer çeperde lokalize olmuştur.

Mumlu ve yağlı maddeler: Kloroform, karbon tetra klorit, benzen veya diğer organik eriticilerle eritilen maddeler pamuk lifinin mumlu ve yağlı maddeleridir. Olgun pamuk lifi % 0,6 civarında mumlu ve yağlı maddeler içerir. Mumlar ve yağlar 85 – 90 C' de erirler. Pamuk liflerinde primer alkoller, normal yağ asitleri az miktarda mevcuttur. Mum aynı zamanda az miktarda gliserol, reçineli maddeler, hidro karbonlar ihtiva eder. Ham pamuk lifinden eğrilmiş iplik çoğunlukla mumlu halini muhafaza eder. Mumu alınmış pamuk eğrilmez. Mum eğrilme esnasında gereken nemi sağlar ve ipliklerde kayganlık meydana getirir.

Protein: Pamuk liflerinde az miktarda azotlu maddeler bulunur. Protein miktarı pamuğun çeşidine ve yetiştiği şartlara göre az çok değişir.

Kül: Pamuk liflerinin kaliteleri ihtiva ettikleri kül miktarının azlığına veya çokluğuna göre değişmektedir. Pamukların toplam kül miktarlarını tespit edebilmek için yabancı maddelerden temizlenmiş olan pamuk lifleri, bir fırında yakılarak geride kalanın miktarı tespit edilir.

2.1.2.1. Sıcaklığın etkisi

Pamuk liflerinin ısıya karşı gösterdikleri tepki; sıcaklığın, ısıtma süresinin, lifin nem içeriğinin ve havadaki nem oranının bir fonksiyonu şeklindedir. Ayrıca, kristalin bölge durumu ve polimerizasyon derecesi ile ısıtma çeşidi de termal bozunmayı etkilemektedir. Pamuk lifleri 140 °C'nin üzerine ısıtıldığında, mukavemet kaybı ve karbonil ile karboksil gruplarında artış görülmektedir. Mukavemetin tamamen kaybolması için, oksijen varlığında, 200 °C ve üzerinde birkaç saat tutulması ile ortaya çıkmaktadır. 200 °C'nin üzerinde ısıl dekompozisyon ve depolimerizasyon başlamaktadır. 200 °C ve 300 °C arasında birincil uçucu dekompozisyon gelişir. Selülozun 400 °C'nin üzerine ısıtılmasıyla kalan tek madde kömürdür.

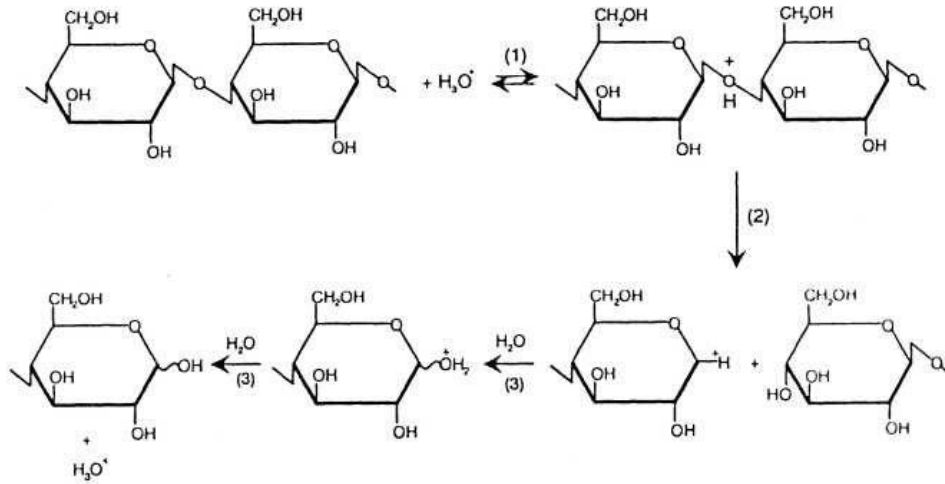
2.1.2.2. Suyun etkisi

Selüloz, hidrofilik özellikte olup, suyun varlığında şişme etkisi göstermektedir. Su molekülleri selüloz molekülleri içindeki kristalitlerin içerisine giremezler, yani intermiselar bir tepkime gösterirler. Ayrıca kristalitlerin dış yüzeyiyle de tepkimeye girerler. Kristalitler lif eksenine paralel şekilde uzandığından, dış yüzeydeki hidroksil grupları ile dipol çekim kuvvetleri ve hidrojen köprüleri üzerinden bağlanan su

molekülleri, lif kesitinde şişmeye neden olmaktadır. Uzunluktaki artış ise çok azdır. Pamuk liflerinin ıslandıklarında, rejenere selüloz liflerinin aksine mukavemetlerinde artış görülmektedir. Bunun temel sebebi de kristalin bölgelerin fazla olması ve makro molekül zincirlerinin uzun olmasıdır.

2.1.2.3. Asitlerin etkisi

Selüloz içeren liflere asitler kolaylıkla etki eder. Etki derecesi asidin cinsine, yoğunluğuna ve ısı derecesine bağlı olarak değişir. Organik ve madensel asitlerin pamuk ve selüloz üzerine olan etkisi aynı değildir. Pamuğun asitlerle bozunması olayı, Şekil 2.3.'te görüldüğü gibi glikosidik bağların hidrolizi sonucu oluşmaktadır. Reaksiyon üç adımda gerçekleşir.



Şekil 2.3. Selülozun asitler ile bozunması

2.1.2.4. Alkalilerin etkisi

Sulandırılmış alkali çözeltilerinin pamuk lifleri ve mamulleri üzerinde etkisi yoktur. Pamuk ve mamulleri 20 – 25 bome yoğunluktaki alkalilerle muamele edilirse pamuk liflerinin şiştiği, lif kanalının kapandığı, lif yüzeyinin düzleştiği görülür. Bunun sonucunda lifin mukavemeti artar, silindirik şeklini alır, şeffaflaşır ve parlaklaşır (İçoğlu 2006).

Sodyum hidroksit etkisi: Pamuğun sıvı sodyum hidroksit çözeltisiyle şişmesi, önemli bir ticari işlemdir ve merserizasyon olarak adlandırılır. Lityum hidroksit ve potasyum hidroksit bazları da pamuğun merserizasyonunu gerçekleştirebilir, fakat normal olarak

sodyum hidroksit kullanılmaktadır. Sodyum hidroksitle muamele sonucunda, pamuklu kumaşların boyarmadde afinitesi, kimyasal reaktifliği, stabilitesi, mukavemeti, parlaklığı ve düzgünlüğü gibi özellikleri gelişmektedir. İşlem görmüş pamuktaki yapısal değişmeler; kristal yapının selüloz I'den selüloz II'ye dönüşmesi, kristalitlerin uzunluğunun azalması, nem almanın artması ve kristalinite derecesinde azalma olarak belirlenmiştir.

2.1.2.5. Işığın etkisi

Çeşitli ışıklar lif ve dokuma maddelerinin değişme ve bozulmaları üzerine etki eder. Rutubet gün ışığının etkisini arttırarak mamullerin daha çabuk bozulma ve tahrip olmasını sağlar. Işık etkisine doğrudan maruz kalan pamuklu mamuller ultraviyole ışınlarının etkisi ve havanın oksijeni yardımıyla kimyasal değişikliğe uğrayarak mukavemet ve sağlamlıklarından önemli derecede kaybederler. Güneşin ultraviyole ışınları pamuğun zamanla oksidatif selüloza dönmesine neden olur ve mukavemet düşer. 2–3 hafta direkt güneş ışığına maruz kalan pamuğun mukavemeti % 50 oranında düşme göstermektedir.

Yüksek enerjili radyasyon selülozun oksidatif depolimerizasyonuna neden olmaktadır. Düşük dozajlarda lif özelliklerinde değişme görülmesi de yüksek dozajlarda pamuğun fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişme gözlenmektedir. Pamuğun oksidatif depolimerizasyonu içerdiği karbonil ve karboksil grupların artmasıyla orantılıdır.

2.1.2.6. Yükseltgen ve indirgen maddelerin etkisi

Yükseltgen maddelerin etkisi bunların cinsine, yoğunluğuna, ısıya ve etki süresine bağlı olarak değişir. Genel olarak yükseltgen maddeler ağartma işleminde kullanılır. Pamuk genelde sodyumbisülfid ve sodyum sülfoksilat gibi indirgenlerden zarar görmez.

2.1.2.7. Eterleşme reaksiyonları

Selüloz eterleri genel olarak çok stabildirler. Eterleşmiş pamukların çoğu hem asidik hem de bazik ortamlarda alt grupların hidrolitik ayrışmasına karşı çok dirençlidir. Bu dayanıklılıktan dolayı, pamuğa uygulanan birçok kimyasal apre işlemi eterleşme reaksiyonları üzerine kurulmuştur. Buruşmazlık yüksek terbiyesi, su geçirmezlik, güç tutuşurluk ve anti mikrobiyal apreler bu reaksiyon tipine örnek olarak gösterilebilir.

Kondenzasyon reaksiyonu temelli işlemler en stabil pamuk türevlerini üretmektedir. Diğer yandan, adisyon reaksiyonu temelli işlemler daha az stabil olan selüloz eterleri oluşturmaktadır. Stabiledeki bu düşmenin nedeni adisyon reaksiyonunun dengesinin doğasından kaynaklanmaktadır. Selüloz eterleşmesinin bu iki yapısının bilinen örnekleri olan karboksimetilleme ve siyanoetilleme ortamda alkali varlığında gerçekleştirilir.

Selüloz eterler genel olarak Sel-OR şeklinde gösterilir. Eter grubundaki R ile gösterilen, alkil, aromatik, heteroalkil, heteroçiklik ve diğer alt gruplar olabilir. Pamuk lifinin etilen oksitle verdiği eterleşme reaksiyonu şu şekildedir;



Fakat oluşan bu hidroksietil grubu kimyasal açıdan yüksek reaktifliğe sahiptir ve diğer etilen oksit molekülüyle tepkimeye girerek uzun alt grup zincirlerinin oluşmasını sağlar. Bu işleme aşırı eterleşmesi denir ve sonuçta Sel-O(CH₂CH₂O)_nH oluşur.

Buruşmazlık dayanımı: Pamuğun eterleşme tepkimelerinden en önemlisi, kumaşların buruşmaya karşı dayanımının geliştirildiği apre işlemleridir. Aldehitler; formaldehit ve gliyoksal, iki selüloz zincirindeki hidroksil gruplarıyla reaksiyona girerek onları tek zincire dönüştürür ve böylece birbirine bağlanan zincirlerden dolayı materyalin buruşma özelliği gelişir. Buruşmazlık yüksek terbiyesinde farklı kimyasallar da kullanılmaktadır.

Reaktif boyama: Bir diğer ticari eterleşme reaksiyonu da pamuğun reaktif boyarmaddelerle boyanması işlemidir. Bu konu üzerinde ileriki bölümlerde detaylı bilgi verilmiştir.

Güç tutuşurluk: Yanmaya karşı direnç gösterme özelliği, pamuk lifine uygulanan önemli apre işlemlerinden biridir. Yanmaya karşı kalıcı direnci arttıran birçok kimyasal geliştirmesine rağmen, değişik nedenlerden dolayı çok azı pratik uygulamaya uygundur. Özellikle azot ve fosfor içeren bileşikler güç tutuşurluk üzerinde çok etkili olduklarından kullanılmaktadırlar. Güç tutuşurluk apresi de bir eterleşme reaksiyonudur.

Çok fonksiyonlu özellikler: Selülozik liflerin N-metilol bileşikleriyle eterleşme reaksiyonu göstermesiyle esnek kompozit bir yapı oluşur. Eterleşme işlemiyle; kalıcı ütü

ve yaylanma özelliği, kir iticilik, antimikrobiyal özellik gibi birçok özellik materyale kazandırılabilir.

2.1.2.8. Esterleşme reaksiyonları

Selülozdaki hidroksil grupları; karboksilli asitlerle, anhidridlerle, izosiyanatlarla ve ketonlarla tepkimeye girebilirler. Bu şekilde selüloz esterleri oluşur ve ayrıca lif, iplik ve kumaş yapısında orijinallik bozulmaz. İşlem öncesi doğal pamuktaki kristalinite oranı yüksek olup, zincirler arasındaki hidrojen köprüleri kimyasal ajanların sızmasını engellemektedir. Bu nedenle mono fonksiyonel karboksilli asitler ve anhidritlerle esterleşme reaksiyonu öncesi life şişirici ajanlarla muamele yapılması gerekmektedir.

Asetilleme: Eğrilmiş veya dokunmuş pamuklu mamullerinin asetilleşmesi sonucunda materyalin ısı direncinde artış gözlenmektedir. Bölgesel olarak asetillenene pamuk ütü masalarında ve sıcak baslı çamaşır preslerinde kaplama olarak kullanılmaktadır.

Formaldehitsiz buruşmazlık dayanımı: Her molekülünde 3–4 karboksil grubu bulunan polikarboksilik asitlerle pamuk selülozunun yüksek sıcaklıkta çapraz bağlanmasının gerçekleşmesiyle, formaldehitsiz buruşmazlık yüksek terbiyesi materyale kazandırılmaktadır. En etkili asitler; BTCA (1,2,3,4 bütantetrakarboksillik asit), trikarboksilik asit ve sitrikasittir

İnorganik asitlerin esterleri: Pamuk lifi inorganik asitlerle de esterleşme reaksiyonu göstermektedir. Pamuk linterlerine uygulanan nitrik asitlerle selüloz nitratlar elde edilmektedir. % 13 oranında azot içeren bu selüloz nitratlar pamuk barutu olarak bilinirler. Yüksek sıcaklıkta mono veya diamonyum fosfatla muamele sonucu pamuk lifinin güç tutuşurluğu gelişmektedir.

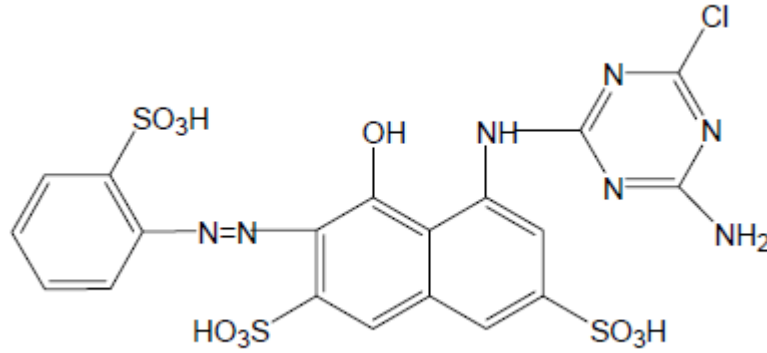
2.2. Reaktif Boyarmaddeler

2.2.1. Reaktif boyarmaddelerin genel özellikleri

Reaktif boyarmaddeler, pamuk, keten, yün, ipek gibi doğal lifler ile selüloz içeren karışım kumaşların boyama ve baskısında yaygın olarak kullanılan ve büyük önem taşıyan boyarmadde sınıfıdır. Bu boyarmadde sınıfına ‘ reaktif ‘ denmesinin nedeni; doğal ve bazı kimyasal yapıdaki lif makro molekülleriyle reaksiyona girerek kuvvetli

kovalent bağ oluşturan Cl, F, SO₂, ve CH=CH₂ atom veya atom gruplarını içermesidir. (Cıyanbekov 1996)

İlk reaktif boyarmaddeler 1956 yılında ICI firması tarafından piyasa çıkarılmıştır. İlk örneklerinden olan Cibacron Brilliant Red B'nin yapısı Şekil 2.4.'teki gibidir.



Şekil 2.4. Cibacron Brilliant Red B (Bozok 2005)

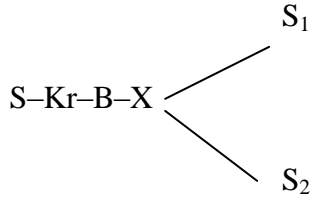
Piyasa çıktıkları ilk tarihten itibaren reaktif boyarmaddelerin selülozik liflerde kullanımı hızla gelişmiştir. Bu durumu tetikleyen en önemli nedenler; reaktif boyarmaddelerin renklerinin parlak, renk serilerinin geniş ve tam, lif ile boyarmadde arasında oluşan kovalent bağdan dolayı yaş haslıklarının yüksek olmasının yanında çok çeşitli yöntemlerle boyayabilmeleri, uygulamalarının basit olmaları, soğukta boyayabildikleri için büyük enerji tasarrufu sağlamaları, yatırım maliyetinin düşük ve atık suların arıtılmasının ucuz olması olarak sıralanabilir.

Pamuk liflerinin doğal tutumundan dolayı pamuklu kumaş kullanımındaki artışlar, selülozik lifler ve özellikle pamuktan üretilen çamaşır ve elbiselerin renk parlaklığı ve değişik fiziksel ve kimyasal etkilere karşı yüksek haslıklara sahip olma talepleri ve bu yüksek taleplerin reaktif boyarmaddeler tarafından karşılanabiliyor olması; reaktif boyarmaddelerin, pamuklu mamullerin boyanmasında günümüzde en çok kullanılan boyarmadde sınıfı olmasının temel nedenleri olarak sayılabilir.

2.2.2. Reaktif boyarmaddelerin kimyasal yapıları

Reaktif boyarmaddeler uygun koşullar altında lif ile kimyasal reaksiyona girerek, kovalent bağ oluşturma özelliğine sahip tek boyarmadde sınıfıdır. Bu boyarmaddeler

yüksek ölçüde suda çözünebilmektedir. Karakteristikleri; küçük ve basit molekül yapılarına sahip olmalarıdır. Küçük partikül özelliği sayesinde life hızlı bir şekilde nüfuz etmektedirler. Bütün reaktif boyarmaddelerde ortak olan özellik; hepsinin kromoforu taşıyan renkli bir grup yanında, bir reaktif grup, bir köprü grubu ve bir de moleküle çözünürlük sağlayan gruptan oluşmasıdır. Bu genel yapı aşağıdaki gibi formüle edilebilir (Cıyanbekov 1996):



S: Çözünürlük sağlayıcı grup (genellikle $-SO_3Na$, SO_3H)

Kr: Kromofor grup

B: Köprü grubu ($-NH$, $-NHCO$, $-SO_2$, $-NHSO_2$, $-NHCH_3$ ve diğerleri)

X: Reaktif grup

S_1 : Süstitüsyon reaksiyonu sırasında yer değiştiren süstitüent (genellikle Cl, F ve SO_2CH_3)

S_2 : Diğer süstitüentler

S: Çözünürlük sağlayıcı grup

Protein lifi ve selülozu boyayabilen reaktif boyarmaddelerde 1–4 adet sülfonik asit grubu bulunur. Yapıdaki bu sülfonik asit grupları reaktif boyarmaddenin çözünürlüğünü sağlamaktadır.

Kr: Kromofor grup

Reaktif boyarmadde yapısındaki kromofor grubu olup boyarmadde molekülüne renk vermektedir. Renk çeşitliliği kromofor grubunun yapısal farklılığıyla sağlanmaktadır. Örneğin; monoazo ve disazo yapısındaki kromofor grubu sarı, turuncu ve kırmızı renklerini, bakırlı mono ve disazo yapısındaki kromofor grubu mor, koyu kırmızı ve

lacivert renklerini, antrakinon ve ftalosiyanın türevlerinin ise parlak ve açık mavi renklerini verdiği bilinmektedir (Kuni 2009).

B: Köprü grubu

Reaktif grup ile moleküldeki renkli grubu birbirine bağlayan gruplara köprü bağları denilmektedir. Bu bağlar $-NH-$, $-CO-$, $-SO_2-$ gibi gruplarla yapılmaktadır.

X: Reaktif grup

Reaktif boyarmadde molekülünde reaktif grup, uygulandığı tekstil yüzeyinin fonksiyonel grubu ile kovalent bağ oluşturur. Örnek olarak reaktif gruplar selüloz yapısındaki hidroksil fonksiyonel grubu, yün molekülünde ise hidroksil, karboksil, amino ve tiyoalkol fonksiyonel grupları ile reaksiyona girerek kovalent bağ oluştururlar.

2.3. Reaktif Boyarmaddelerin Sınıflandırılması

Reaktif boyarmaddeler; reaktif gruplarının kimyasal yapılarına göre, reaktifliklerine göre ve kromofor gruplarına göre sınıflandırılabilirler.

2.3.1. Reaktif grupların kimyasal yapısına göre sınıflandırma

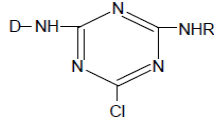
Reaktif boyarmaddelerin boyama yetenekleri, boyama yöntem ve şartları reaktif grupları tarafından belirlenir. Reaktif boyarmaddelerin reaktif grupları; boyama esnasında lif ile reaksiyona girerek kovalent bağ oluşturan kısımlardır. Bu reaktif gruplar selülozda $-OH$, poliamidlerde $-NH_2$, ve protein esaslı liflerde $-NH_2$ ve $-SH$ -gruplarıyla reaksiyona girerler.

Selülozun $-OH$ grupları ile boyarmadde arasındaki reaksiyon, reaktif grubun kimyasal yapısına bağlı olarak; ya selüloz esteri oluşturmak üzere nükleofilik yer değiştirme ya da selüloz eteri vermek üzere nükleofilik katılma reaksiyonları olarak gerçekleşir.

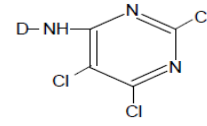
2.3.1.1. Nükleofilik yer değiştirme reaksiyonu veren reaktif gruplar

Reaktif grup olarak heteroçiklik halkalı yapıya sahip olan boyarmaddeler yer değiştirme mekanizmasına göre reaksiyon verirler. Bu gruba ait önemli reaktif gruplar; monoklortriazin (MCT), triklorprimidin (TCP), diklortriazin (DCT),

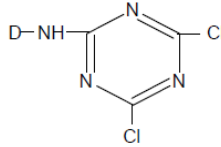
diflormonoklorprimidin (DFMCP), flormetilklorprimidin (FMCP), monoflortriazin (MFT), triflorprimidin (TFP)'dir.



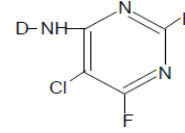
Şekil 2.5. MCT sınıfı boyarmadde



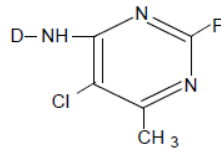
Şekil 2.6. TCP sınıfı boyarmadde



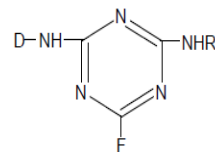
Şekil 2.7. DCT sınıfı boyarmadde



Şekil 2.8. DFMCP sınıfı boyarmadde

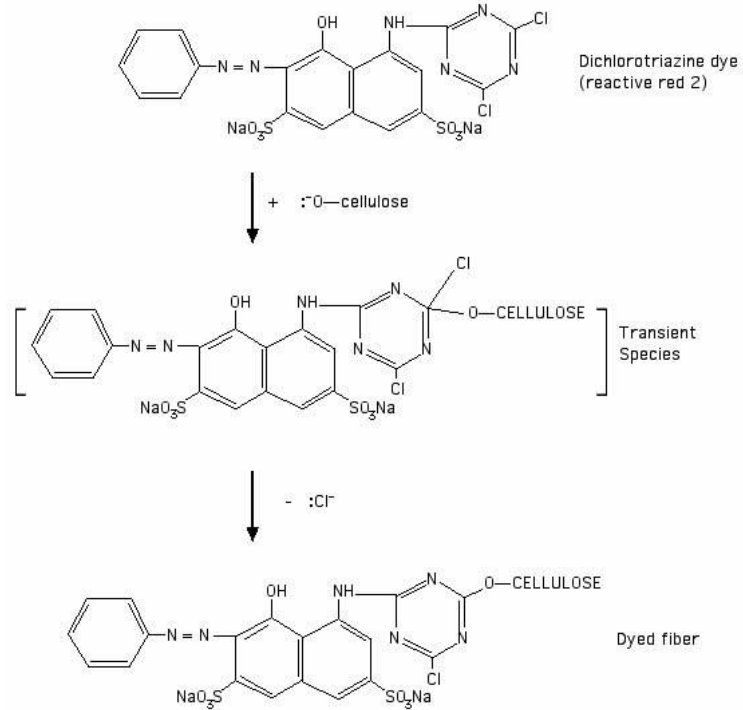


Şekil 2.9. FMCP sınıfı boyarmadde



Şekil 2.10. MFT sınıfı boyarmadde

Yer değiştirme reaksiyonu diklorotriazin boyarmaddelerinde şu şekilde meydana gelir:



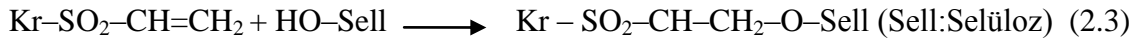
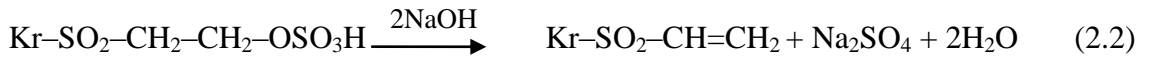
Şekil 2.11. Diklorotriazin reaktif boyarmaddesi ile lif arasında gerçekteş nükleofilik substitüsyonla reaksiyonu (Küni 2009)

2.3.1.2. Nükleofilik katılma reaksiyonu veren reaktif gruplar

Reaktif grup olarak vinilsülfon, akrilamid, alkilsülfonamid ve karbonazid gruplarına sahip olan boyarmaddeler katılma mekanizmasına göre reaksiyon verirler.

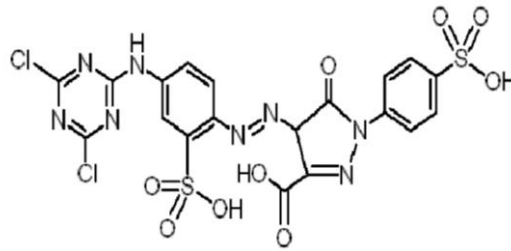
Bu tip reaksiyon veren boyarmaddeler ilk önce bazla katalizlenen bir eliminasyon reaksiyonu verir. Oluşan ürün yine bazla katalizlenerek lifin fonksiyonel grubuna katılma reaksiyonu ile sonuçlanır. Bu boyarmaddeler genellikle vinilsülfon ($-\text{SO}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$), sülfatoetilsülfon ($-\text{SO}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OSO}_3\text{Na}$) veya kloroetilsülfon ($-\text{SO}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Cl}$) gibi gruplardır.

Katılma reaksiyonları vinilsülfon boyarmaddelerinde şu şekilde meydana gelir:



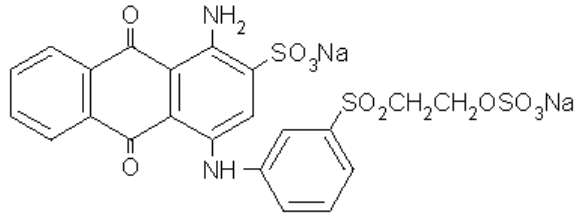
2.3.2 Kromofor gruplarına göre sınıflandırma

Reaktif boyarmaddelerde bulunan kromofor gruplarının çoğu asit boyarmaddelerinden türetilmiştir. Çoğunlukla azo, antrakinon ve ftalosiyanın türevleridir (Kamık 1988). Azo grubuna sahip reaktif boyarmaddeler; kromofor yapılarında azo ($-\text{N}=\text{N}-$) grubu bulunduran reaktif boyarmaddeler olup çoğu reaktif boyarmadde grupları bu sınıfa dahildir.



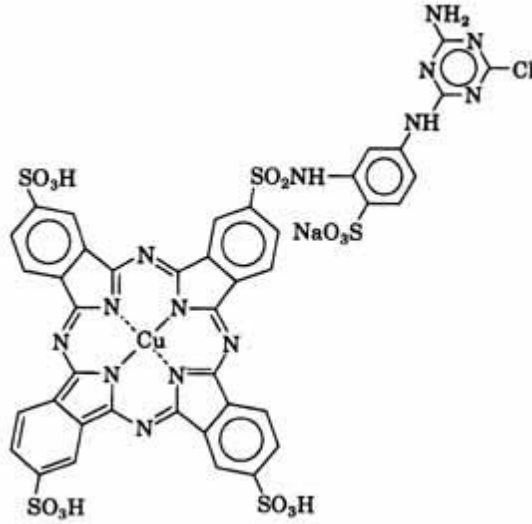
Şekil 2.12. Azo grubu içeren reaktif oranj 14 boyarmaddesinin yapısı (Kuni 2009)

Antrokinon grubuna sahip reaktif boyarmaddeler; kromofor yapılarında antrokinon grubu bulunduran reaktif boyarmaddelerdir.



Şekil 2.13. Antrakinon grubu içeren reaktif boyarmadde (Kuni 2009)

Ftalosiyenin grubuna sahip reaktif boyarmaddeler; kromoforlarında ftalosiyenin grubu bulunduran reaktif boyarmaddelerdir. Ftalosiyenin grubunu içeren reaktif boyar maddeler suda çözünürler ve parlak turkuaz ve yeşil renkleri sağlarlar. Reaktif ftalosiyenin boyarmaddesinin yapısında merkezi atom olarak bakır veya nikel bulunur, sülfonik asit gruplarıyla substitue olurlar ve ayrıca reaktif gruplar sülfonamid köprüleri üzerinden bağlanırlar (Kuni 2009).



Şekil 2.14. Ftalosiyenin grubu içeren reaktif boyarmadde (Kuni 2009)

Metal-kompleks azo grubuna sahip reaktif boyarmaddeler; kromofor yapılarında metal-kompleks azo grubu bulunduran reaktif boyarmaddelerdir. Metal kompleksi azo grubunun ışık enerjisine karşı dayanıklılığını artırmaktadır.

2.3. Pamuklu Mamullerin Reaktif Boyarmaddelerle Boyanması

Pamuklu mamullerin reaktif boyarmaddelerle boyanması üç adımdan oluşmaktadır;

1–Boyarmaddenin lifler tarafından alınması: Özellikle boyarmaddenin liflere olan substantivitesi ve difüzyon yeteneği tarafından belirlenir. Buna göre soğukta ve tuz ilave edilmesi durumunda substantivite artacağından boyarmadde alınması artmaktadır. Sıcaklık yükseldikçe substantivite azalmakta, buna karşılık difüzyon hızı artmaktadır.

2–Boyarmaddenin liflere fiksajı: Bu da daha çok reaktif grubun reaktifliği, boyama sıcaklığı, ve pH'ı tarafından belirlenir. Genel bir kabul olarak, pH değerinin bir basamak, sıcaklığın 20 °C yükseltilmesi reaksiyon hızını 10 kat arttırmaktadır.

3–Liflere bağlanmış olan boyarmaddenin mamulden uzaklaştırılması: Ard işlemler denilen bu adımda boyarmaddenin substantivitesi, fiksaj derecesi ve difüzyon yeteneği büyük rol oynamaktadır. Reaktif boyarmaddelerin yaş haslıkları büyük oranda bu ard işlemler tarafından belirlenir.

Reaktif boyarmaddeleri ile boyama yöntemleri Çizelge 2.2.'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.2. Reaktif boyarmaddeler ile boyama yöntemleri (Kanık 1988)

Boyama Yöntemleri		Açıklama	
Çektirme Yöntemleri	İplik Boyama	Bobin, çile v.b. boyama makinaları kullanılır. Flotte oranı: 1:8 – 1:15	
	Parça Boyama	Jiger, jet, haspel, overflow v.b. makinalar kullanılır. Flotte oranı: 1:3 – 1:5 (jiger); 1:5–1:10 (jet, overflow)	
Yarı Sürekli Yöntemler	Pad–batch	Tek Banyolu	Alkali ve boyarmadde aynı banyoda emdirilir, fiksaj için bekletilir.
		İki Banyolu	Boyarmadde çözeltisiyle emdirme – ara kurutma – alkali çözeltisiyle emdirme ve bekletmeden oluşur.
	Pad–Jig	Fularda boyarmadde çözeltisiyle emdirilen mamulun, jigerde alkali çözeltisiyle fiksajı tamamlanır.	
	Pad–Roll	Bazık boyarmadde çözeltisiyle emdirilen mamulun bir Enfraruj kanalından geçirilerek termobekletme odasına alınır.	
Sürekli Yöntemler	Pad–Steam	Tek Banyolu	Bazık boyarmadde çözeltisiyle emdirilen mamul ön kurutma ve buharlamadan geçirilerek fikse edilir.
		İki Banyolu	Boyarmadde çözeltisiyle emdirme – kurutma – alkali çözeltisiyle emdirme ve buharlama adımlarından oluşur.
	Pad–Dry	Bazık boyarmadde çözeltisiyle emdirilen mamul uzun süreli kurutma işlemine tabi tutulur.	
	Termofiksaj	Bazık boyarmadde çözeltisiyle emdirme – ara kurutma ve yüksek sıcaklıkta yapılan fiksaj adımlarından oluşur.	
	Bazık–Şok (Pad–Yaş Fiksaj)	Boyarmadde çözeltisiyle emdirilen mamul ara kurutmadan sonra sıcak alkali çözeltisiyle fiksaj edilir.	

Pamuklu mamüller, reaktif boyarmaddelerle hem çektirme, hem yarı sürekli hem de sürekli metotlara göre boyanabilmektedir. Bir boyarmaddenin belirli bir boyama metoduna uygun olup olmadığı boyarmaddenin içerdiği reaktif gruplar, boyarmaddenin difüzyon hızı ve substantivitesi ile saptanır.

2.3.1. Reaktif boyarmaddelerle emdirme yöntemine göre boyama

Emdirme yöntemine göre olan boyamalar, mamulün boyama banyosundan geçirilme esasına dayanır. Boya boyanasından geçen mamul hangi metoda göre fikse edilecekse bir

sonraki aşamada o metoda göre fikse işlemleri yapılır. Bu yöntemine göre olan boyamalar, sürekli (Pad– Steam, Pad –Dry, Pad– Termasol) ve yarı sürekli (Pad –Batch) olarak uygulanabilmektedirler.

Emdirme yöntemine göre yapılan boyamalar kısa sürede, kısa flotte oranlarında gerçekleştirilir. Kısa flotte oranlarında çalışılması su, boyarmadde, kimyasal madde tüketimlerini azaltırken, atık su oluşumunu da azaltmaktadır. Ancak boyama banyosundan olan geçiş süresinin çok kısa tutulması mamul üzerinde yetersiz aplikasyonlara neden olabilmektedir (Bulut 2010).

Bu yöntemine göre yapılan boyamalarda boyama banyosuna; boyarmadde ve alkali beraber verilebileceği gibi ayrı ayrı da verilebilir. Hepsinin bir arada verilmesine tek banyolu yöntem, ayrı ayrı verilmesine ise iki banyolu yöntem olarak adı verilir.

Emdirme yöntemine göre yapılan boyamalar, düşük enerji giderleri ile uzun partilerin ekonomik bir şekilde boyanmasına olanak sağlarlar. Bu yöntemine göre yapılan boyamaların tekrar edilebilirliği çektirme metoduna göre yapılan boyamalardan daha yüksektir. Ancak emdirme yöntemine göre yapılan boyamalar sonucu boyalı mamüllerde baş–son farkı, kanat farkı ve migrasyon gibi boyama düzensizlikleri ortaya çıkabilir. Bu nedenle emdirme yöntemine göre yapılan boyamalarda substantivitesi mümkün olduğunca düşük boyarmaddeler tercih edilmelidir çünkü yüksek substantiviteye sahip boyarmaddelerde, sıkma işleminden sonra mamule tutunan boyarmadde miktarı çok olduğundan, flotteye dönen boyarmadde miktarı düşük olmaktadır. Böylelikle ilk durumdan daha düşük bir boyarmadde oranı meydana gelir ve bu da mamul içerisinde ton farklılıklarına neden olur.

Emdirme yöntemlerinde uygulanan fiksaj süresi sürekli bir yöntem olan pad–steam yönteminde 60 saniye iken, yarı sürekli bir yöntem olan pad–batch yönteminde en az 2 saat olup bu süre 48 saate kadar çıkabilmektedir.

2.3.2. Reaktif boyarmaddelerle çektirme yöntemine göre boyama

Çektirme yöntemi; tekstil mamüllerinin partiler halinde (kısa metrajlarda) jiger, haspel, overflow ve jet makinelerinde boyanma yöntemidir. Bu yöntemine göre yapılan boyamalar uzun sürede ve yüksek flotte oranında gerçekleşir.

Çektirme yönteminde boyama kademeli veya hepsi içinde (all-in-one) yöntemlerinden birine göre yapılabilmektedir. Bu yöntemde boyarmadde alınma oranını etkileyen faktörler; boyarmaddenin substantivitesi, lif cinsi, flotte oranı, boyama çözeltisinin pH'ı, boyama sıcaklığı, tuz konsantrasyonu, cinsi ve flotteye ilave şekli, alkali konsantrasyonu ve cinsi, boyarmaddenin mevcut düzgünleşme özellikleri, boyarmadde konsantrasyonu, boyarmaddenin kimyasal reaktivitesi, mamulün gördüğü ön terbiye işlemlerinin yeterliliği, boyama cihazının tipi, boyama süresi olarak sıralanabilir (Bozok 2005).

Çektirme yöntemine göre yapılan boyamalarda; işlem süresi ve sıcaklık istenildiği gibi ayarlanabilir. Boyama, emdirme yöntemine göre daha basittir, kısa metrajlı partilerin boyanan mamüllerde baş-son farkı, kanat farkı, migrasyon gibi boyama hataları olmadan boyanmalarına olanak sağlar. Bu yönteme göre çalışan makineler çok amaçlı kullanılabilir (ağartma, yıkama, apre işlemleri gibi). Yatırım maliyetleri düşüktür.

Ancak çektirme yöntemine göre yapılan boyamalarda, mamul bir çok makinede halat halinde işlem gördüğünden mamul üzerinde kırık oluşma riski vardır. Uzun flotte oranı nedeniyle su, atık su, kimyasal madde, boyarmadde, yardımcı kimyasal madde tüketimleri, ısıtma, soğutma enerji giderleri açısından maliyetleri yüksektir. İşlem süreleri uzun olduğu için üretim hızları düşüktür.

Çektirme yöntemine göre yapılan boyamalarda substantivitesi yüksek ve orta seviyede olan boyarmaddeler kullanılmaktadır. Bu yönteme göre yapılan boyamalar yüksek reaktiviteye sahip boyarmaddeler seçildiğinde düşük sıcaklıkta (örneğin 60 °C) düşük reaktiviteye sahip boyarmaddeler seçildiğinde yüksek sıcaklıkta (örneğin 80 °C) yapılmaktadır.

2.3.3. Emdirme ve çektirme yöntemlerinin boyarmadde verimlerine göre karşılaştırılmaları

Boyarmadde verimi, fiksaj yüzdesi olarak nitelendirilir ve lifle bağ yapan boyarmadde miktarının, flottedeki toplam boyarmadde miktarına oranı olarak tanımlanır. Fiksaj yüzdesinin yüksek olması için çekim derecesinin de yüksek olması gerekmektedir. Çekim ve fiksaj derecesi, temelde boyarmaddenin reaktivitesi ve substantivitesi ile ilgilidir. Reaktif boyarmaddelerin substantivitelere genelde düşük olduğu için flotte

oranı, bu çekim ve fiksaj derecesini önemli ölçüde etkilemektedir. Flotte oranı arttıkça, boyarmadde verimi düşmekte; flotte oranı azaldıkça, boyarmadde verimi artmaktadır. Bilindiği üzere çektirme yöntemine göre çalışan makinelerde uzun flotte oranları kullanılmaktadır. Bu nedenle çektirme yönteminde boyarmadde verimi daha düşük olmaktadır. Emdirme yöntemlerinde ise kısa flotte oranı kullanılması boyarmadde veriminin yüksek olmasını sağlamaktadır. Pamuklu kumaşlar için uygulanan tüm emdirme yöntemlerinde birbirine benzer flotte oranları kullanılması, bu yöntemlerde yakın boyarmadde verimi alınmasına neden olur. Fakat proses parametrelerinde değişiklik yapılması ile farklı fiksaj yüzdeleri elde edilebilmektedir. Örneğin, pad-jig yönteminde ara kurutmanın yapılmasıyla, pad-batch yönteminden daha yüksek fiksaj derecesi elde edilmektedir.

2.3.4. Emdirme ve çektirme yöntemlerinin uygulama alanlarına göre karşılaştırılmaları

Kumaş yapısındaki farklılık, boyamada uygulanacak yöntemi etkilemektedir. Kumaşlar boyanabilme şekillerine göre; dokuma, örme ve havlı yapılar olmak üzere üç farklı kategoriye ayrılabilir. Genel olarak dokuma kumaşlarla, tüm boyama yöntemlerinde rahatlıkla çalışılabilmektedir. Fakat örme kumaşlar, özellikle esnek yapıları ve boyut stabiliteyi açısından, tüm yöntemlere göre boyanmaları uygun değildir. Emdirme yöntemlerine göre yapılacak boyamalar için pek uygun olmayan örme kumaşlar, ancak özel aparat ve makine konstrüksiyonlarıyla bu yöntemlerin uygulanmasını mümkün kılmaktadır. Örme kumaşların pad-batch yöntemine göre boyanması uygun iken pad-roll, pad-jig, pad-dry ve termofiksaj yöntemlerine göre boyanmaları uygun değildir. Havlı kumaşların boyanmasında, havların olumsuz etkilenmemesi boyama yönteminin seçilmesinde göz önüne alınan esas parametredir.

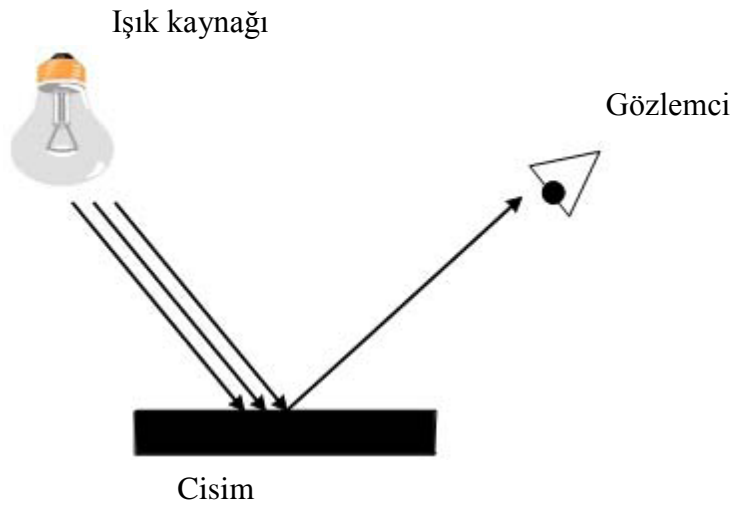
2.4. Renk Kavramı

Renk psikofizyolojik bir duyum olup günümüz modern dünyası için çok önemli ve vazgeçilmez bir olgudur. Çoğu durumda renk bir materyalin üretimde çok önemli bir faktördür ve satışa sunulan bir mamulün ticari başarısı için hayati öneme sahiptir (Becerir 2002). Farklı endüstriler için renk farklı parametrelerin göstergesi olarak ifade

edilirken bir tekstil ürününün tüketicide satın alma isteği uyandırmasında en önemli etkenlerin başında gelmektedir (Yeşil 2010).

Renk ölçüm birimi, bir rengi sayısal olarak ifade edilmek üzerine yapılan çalışmaları kapsar ve fizik, kimya gibi yalnızca malzemeye ait olan bilimlere değil, bunların yanında, psikoloji ve fizyoloji gibi biyolojik bilimlere de içine alır. Renk uygulamaları düşünüldüğünde, mimarlık, boyama, boya teknolojisi ve aydınlatma mühendisliği gibi değişik uygulamalı bilimlere de kapsamaktadır. Bu sebeple renk ölçümü, geniş tabanlı ve geniş uygulama alanındaki bir konu olmaktadır (Alpay ve ark. 2000)

Bir rengin algılanabilmesi için; ışık kaynağına, bu ışık kaynağının aydınlattığı bir cisme ve rengi aydınlatacak olan “göz/beyin” veya benzer faaliyette bulunan bir gözlemci gereklidir.



Şekil 2.16. Işık kaynağı, cisim ve gözlemci (McDonald 1987)

Rengin sayısal olarak ifade edilebilmesi için, bu üç öğenin her birinin sayısal olarak ifade edilmesi gerekmektedir. Yapılan ölçümlerin standart, elde edilen sonuçların da güvenilir ve kullanılabilir olması için kullanılan renk değerlendirme sistemi yukarıda verilen rengin temel bileşenlerini (nesne, aydınlatıcı ve gözlemci) tam ve eksiksiz olarak tanımlamalıdır (Becerir 2002).

Işık kaynağı: Elektromanyetik spektrum, görünür ışığı ve elektromanyetik enerjinin diğer formlarını içerir (X-ışınları, mor ötesi ışınlar, kızılötesi ışınlar, vb.). Görünür ışık, elektromanyetik radyasyonun bir çeşididir ve diğer formlardan farkı, insan gözünün

retinası tarafından algılanabilmesidir. Işığın karakterizasyonuna ait olan önemli parametreler; dalgaboyu, frekans, periyot ve dalga sayısıdır. Dalgaboyu (λ), dalga pikleri (tepe noktaları) arasındaki mesafedir ve dalgaboyu genellikle nanometre (nm, $1\text{nm} = 10^{-9}\text{ m}$) birimi ile ifade edilir.

Spektrum (ışık şeridi), bileşik bir ışığın bileşenlerine ayrılmasından doğan renkli ışınların tümü olarak tanımlanabilir. Gözün hassasiyeti uç noktalarda oldukça düşük olduğu için, uygulamada görünür spektrum 380–780 nm aralığı olarak alınır. Bu uç noktaların ötesi düşünüldüğünde, 380 nm'nin aşağısı ultraviyole ve 780 nm'nin yukarısı ise infrared olarak adlandırılır.

Elektromanyetik spektrum içerisinde görünür alan spektrumu 380–780 nm aralığında yer alır ve yaklaşık altı bölgeye ayrılır.

Çizelge 2.3. Görünür alan bölgeleri (Yeşil 2010)

Işık rengi	Dalgaboyu aralığı
Mor	380–450 nm
Mavi	450–490 nm
Yeşil	490–560 nm
Sarı	560–590 nm
Turuncu	590–630 nm
Kırmızı	630–780 nm

Yapısındaki değişkenliklerden dolayı, renk ölçümünde doğal ışık kaynağı olan güneş kullanılamaz, yapay ışık kaynakları kullanılır. Yapay ışık;

- Akkor ışık (tungsten filamanlı lamba)
- Gaz deşarjı (flüoresans lamba, sodyum ve civalı cadde lambaları, civa bazlı stat ve stüdyo lambaları)
- Fotoluminesans (flüoresans lambalar)
- Katodoluminesans (osiloskop ve bazı televizyonlar ile ekranlarda kullanılan katot ışını tüpleri) gibi değişik yöntemlerle elde edilebilir.

Işık kaynakları, Spektral Enerji Dağılımı (SED) değerleri ile karakterize edilir. Bir ışık kaynağının SED'si, ışık kaynağının her bir dalga boyundaki radyatif ışınımının gücüdür ($\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{nm}^{-1}$).

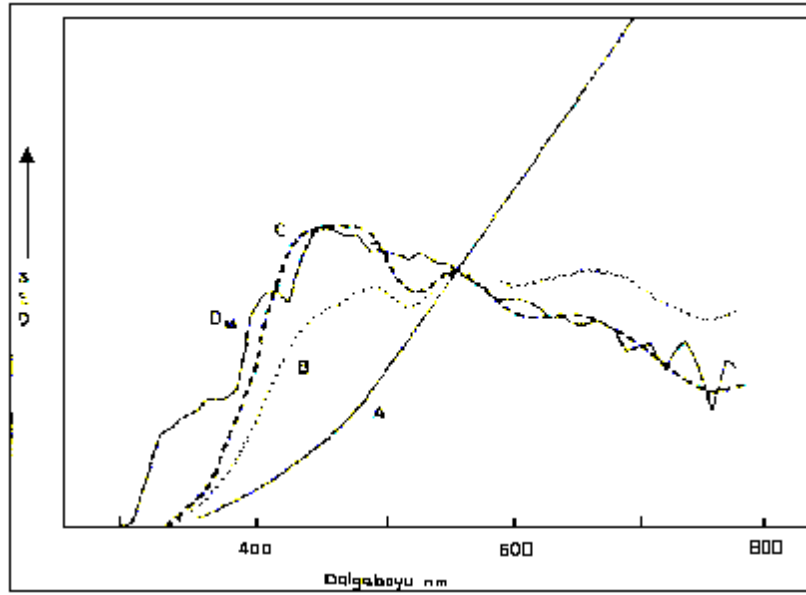
Yapay ışık kaynakları, mesela bir tungsten filamanlı lambanın radyasyonu (SED'si); lambanın ne kadar süre kullanılmış olduğuna, boyutlarına ve uygulanan voltaja göre değişiklik göstermektedir.

Bir ışık kaynağının önüne çeşitli renkte filtreler (jelâtin veya sıvı filtreler) konmak suretiyle SED değerlerinde değişiklikler yapılabilir. Bu durumda yeni SED değerlerine sahip bir sistem oluşturulmuş olacaktır. Eğer bu sistemin (gerçek bir ışık kaynağı ve filtre; örnek: tungsten filamanlı lambanın önüne farklı konsantrasyonlarda CuSO_4 çözeltileri konarak elde edilen sistem, vb.) SED değerleri tanımlanmışsa ve renk ölçümü konusunda standartları oluşturan CIE tarafından standart kaynak olarak adlandırılmış ise, bu ışık kaynağı aydınlatıcı (*illuminant*) olarak adlandırılır ve kullanıma sunulur.

Işık kaynaklarının adlandırılmasında ve SED değerlerinin belirtilmesinde, bir “Planck radyasyon kaynağı” olarak bilinen “siyah cisim” radyasyon kaynağının sıcaklığı kullanılabilir. *Siyah cisim*, teorik bir kavramdır ve kendisini istenilen bir sıcaklığa yükseltebilecek şekilde, içerisinden bir akışkan geçirilebilen bir ceket ile çevrilmiş içi boş bir cisim olarak düşünülebilir. Siyah cismin yapacağı ışıma, siyah cismin yapısına değil, yalnız ve yalnızca içinden geçen akışkanın sıcaklığına bağlı olmaktadır ve bu siyah cisim, içinden geçen akışkanın sıcaklık değeri ile isimlendirilmektedir (McDonald 1987).

Yapay ışık kaynaklarını kullanmak üzere seçerken, iki önemli hususa dikkat etmek gereklidir. Bunlar, ışık kaynağının lamba tesiri ve renk oluşturma indeksidir. Lamba tesiri, bilinen bir elektriksel güç girdisi için lamba tarafından yayılan ışığın miktarı olarak ifade edilmektedir. Renk oluşturma indeksi ise, seçilen referans bir ışık kaynağı altında bir lambanın, standart renkler serisindeki renkleri, gerçek renklerden ne derece değiştirebildiğinin ölçütüdür. CIE, 1931 yılında o zaman mevcut olan spektral karakterleri (SED değerleri) bilinen temel kaynaklarından bir seri standart aydınlatıcının renk ölçümünde kullanımını önermiştir. Bunlar, gün ışığı ve tungsten filamanlı lambalardır.

- CIE A Aydınlatıcısı:** 2856 °K renk sıcaklığına sahip bir siyah cisim radyasyon kaynağının SED değerlerine sahip, içi gaz dolu bir tungsten filamanlı lambanın ışığı tanımlanmaktadır.
- CIE B Aydınlatıcısı:** 4874 °K'deki direkt güneş ışığı taklit edilmeye çalışılmıştır.
- CIE C Aydınlatıcısı:** 6774 °K'deki ortam gün ışığı taklit edilmiştir.
- CIE D65 Aydınlatıcısı:** Renk sıcaklığı yaklaşık 6500 °K'dir ve gün ışığı taklit edilmektedir.



Şekil 2.17. CIE standart aydınlatıcılarının spektral enerji dağılımları (Becerir 1998)

Işık kaynakları, SED değerleri ile tanımlanır ve renk sıcaklıkları yaklaşımı ile de isimlendirilir (Yeşil 2010).

Cisim: Bir rengin algılanabilmesi için ışık kaynağının belirtilmesinden sonraki aşama, cisimlerin, görünür radyatif enerji ile etkileşimlerinin karakterizasyonudur. Radyatif enerji ile etkileşim, enerjinin korunumu yasalarına uygun olarak gerçekleşir. Cisme düşen radyatif enerji, sadece üç olaya sebebiyet vermektedir, bunlar, absorpsiyon, refleksiyon veya transmisyonudur. Bunlar kesin radyometrik büyüklükler yerine yüzde gibi göreceli terimler olarak ölçülürler. Böylece reflektans, yansıtılan enerjinin gelen enerjiye oranı olarak tanımlanabilir. Bütün değerlerin oransal ölçümler olduğu dikkate alınmalıdır. Spektrofotometrik büyüklükler, yüzde (% 0 – 100) veya faktör (0.0 – 1.0) olarak belirtilirler. Reflektans ve transmittans sadece dalga boyunun değil aydınlatma ve

izleme geometrisinin de fonksiyonudurlar. Parlaklık fenomeni ile de farklılıklar görülebilir. Kolorimetrik verilerin bu etkileşimlerini önlemek için, CIE, kolorimetri için birkaç aydınlatma ve izleme geometrileri belirlemiştir. Bunlar, ışık kaynağı, ölçüm yapılan yüzeyin düzlem normali ile yansıyan ışığı ölçen sistemin konumuna göre:

- $45^{\circ}/0^{\circ}$ ölçüm geometrisi,
- $0^{\circ}/45^{\circ}$ ölçüm geometrisi,
- diffüze/ 0° veya diffüze/ 8° ölçüm geometrisi ve
- 0° /diffüze ölçüm geometrisi olarak adlandırılırlar.

Üzerine bir ışık huzmesi (ışık demeti) düşürülen herhangi bir yüzeyden yapılan reflektans (yansıma), aynı ışık huzmesinin $BaSO_4$ ile kaplı beyaz plakadan yapılan reflektansı ile karşılaştırılarak (oranlanarak) % Reflektans olarak ifade edilir. $BaSO_4$ beyazının reflektans değeri, 100 birim kabul edilmektedir (Yeşil 2010).

Gözlemci: Işık kaynaklarının ve materyallerin standardizasyonu veya ölçümü, kolorimetri için gerekli fiziksel bilgiyi sağlamaktadır. Son olarak, insanın görme sisteminde oluşan etkinin nasıl sayısal olarak ifade edileceği problemi kalmaktadır. Bütün elektromanyetik spektrum üzerinde oluşan absorpsiyon ve emisyon, fiziksel fenomenlerdir ve insanlar sadece 380–780 nm civarındaki dalga boylarına duyarlıdır.

Enerji geçişleri 1.6–3.2 eV olduğunda görünür ışık absorblanır veya yayılır ve insanlar bu absorpsiyon veya emisyonu görsel olarak algırlarlar.

Gözbebeğinden içeri giren ışık, göz mercekle tarafından konsantre hale getirilir ve gözlemlenen cismin silueti retina üzerinde oluşturulur. Retinada, çubuksu ve konik hücreler olmak üzere, ışığa hassas pigment içeren çok sayıda hücre bulunmaktadır. Bu ışığa hassas pigmentlerin, opsin adı verilen bir protein molekülü içerdiği bilinmektedir. Çubuksu hücreler, düşük aydınlanma seviyelerinde aydınlık/karanlığın algılanmasında faaliyet gösterirken, gün ışığında olduğu gibi normal aydınlanma seviyelerinde konik hücreler rengin algılanmasında ve beyine görsel hissin iletilmesinde yardımcı olurlar. Konik hücreler, spektrumun mavi (420 nm), yeşil (530 nm) ve sarı – yeşil (560 nm) kısımlarında, çubuksu hücreler de 496 nm de en yüksek hassasiyeti gösterirler. Normal bir retinada yer alan bu üç farklı tipteki konik hücreler, maviye hassas konik hücreler,

yeşile hassas konik hücreler ve kırmızıya hassas konik hücreler şeklinde adlandırılırlar ve trikromatik renk ölçümünün temelini oluştururlar.

Gerçek denekler ile yapılan çalışmalar sonucunda, 1931 yılında CIE tarafından standart gözlemci kavramı tanımlanmıştır. 700 nm dalga boyunda kırmızı, 546,1 nm dalga boyunda yeşil ve 435,8 nm dalga boyunda mavi primer (birincil) referans uyarıcılar kullanılmış, bir görsel kolorimetre yardımıyla deneklerin monokromatik test lambasının rengini bu üç primer kaynağın şiddetlerini değiştirmek suretiyle eşlemeleri istenmiştir.

Bu deneysel çalışmanın sonucunda, insan gözünün farklı dalga boylarındaki ışığa karşı davranışını ifade eden üç adet hassasiyet eğrisi elde edilmiştir ve deneklerin 2°'lik gözlem açısı ile çalışmış olmalarından dolayı da bu eğriler, 2° Standart Gözlemci veya CIE 1931 Gözlemcisi olarak tanımlanmıştır (Öner 2006).

\bar{x}_λ : Kırmızı renk eşleştirme fonksiyonu,

\bar{y}_λ : Yeşil renk eşleştirme fonksiyonu ve

\bar{z}_λ : Mavi renk eşleştirme fonksiyonu olarak adlandırılabilir.

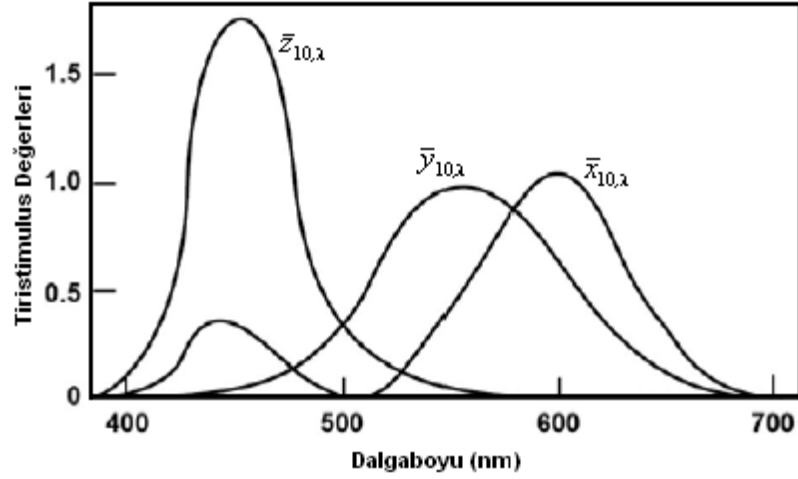
“ λ ” indisi, bu eğrilerin dalga boyuna bağımlı olarak değiştiğini göstermektedir. 1964 yılında yapılan çalışmalarda daha büyük bir gözlem açısı (10°) kullanılmıştır ve CIE, elde edilen yeni hassasiyet eğrilerini 10° Standart Gözlemci olarak tanımlanmıştır. Günümüzde yapılan hesaplamalarda, bu gözlemciye ait değerler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu gözlemci değerleri ile hesaplama yapıldığının belirtilmesinde aşağıdaki notasyonun kullanılması gereklidir.

$\bar{x}_{10,\lambda}$: CIE 10° standart gözlemcisine ait kırmızı hassasiyeti eğrisi

$\bar{y}_{10,\lambda}$: CIE 10° standart gözlemcisine ait yeşil hassasiyeti eğrisi

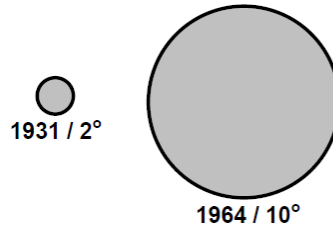
$\bar{z}_{10,\lambda}$: CIE 10° standart gözlemcisine ait mavi hassasiyeti eğrisi

Şekil 2.18.'de 10° standart gözlemci için renk eşleme fonksiyonları gösterilmektedir.



Şekil 2.18. 10° Standart gözlemci için renk eşleme fonksiyonları (McDonald 1997)

Günümüzde, 10° gözlem açısının, insan gözlemcilerin ortalama spektral yanıtını en iyi şekilde gösterdiğine inanılmaktadır, ancak 2° standart gözlemci de optimal izleme şartlarının tam olarak sağlanamadığı yol işaretleri gibi nesnelerin ölçümlerinde halen kullanılmaktadır. 2° ve 10° gözlemci için göreceli izleme alanı büyüklükleri Şekil 2.19'da gösterilmektedir (Yeşil 2010).



Şekil 2.19. Standart gözlemci için göreceli olarak izleme alanları (Yeşil 2010)

2.4.1. Renk ölçümünde kullanılan cihazlar

Opak yüzeylerden renk ölçümünde kullanılan cihazlar, temel olarak üç gruba ayrılabilir;

- Kolorimetreler,
- Reflektans spektrofotometreleri ve
- Dijital sistemler (dijital video, dijital kamera vb)

2.4.1.1. Kolorimetreler

Tristimulus kolorimetreleri, renk ölçümünde kullanılan en basit cihazlardır. İnsan gözünde olduğu gibi, kırmızı, yeşil ve mavi foto detektörlere sahiptirler ve tristimulus değerleri ölçerler. Genellikle, numuneyi normale göre 45° açı ile aydınlatan kuvars halojen ampul kullanılmaktadır. Numuneden yansıyan ışık, toplanarak, önünde her biri kendi ışığa hassas diyotunu bulunduran üç adet filtreye sahip bir detektöre yönlendirilir. Filtre/diyot kombinasyonlarından elde edilen sonuçlar gözün diferansiyel spektral algılamasını eşlemek için dönüştürülür. Kolorimetreler, bazı ciddi kısıtlamalarına rağmen, kalite kontrol durumlarında, renk farklılığının ölçülmesi amacıyla kullanışlı ve efektif fiyata sahip cihazlardır. Işık kaynağı ve filtre/diyot detektör sonuçlarının pratik realizasyonları genellikle sadece CIE tanımlamalarına uygun olduğu için, hassasiyetin mükemmelliği sınırlıdır. Sadece iki numune arasındaki relatif renk farklılığının öğrenilmesi istendiğinde, bu sınırlamalar çok önemli olmamaktadır. Ölçülen kolorimetrik değerler, sadece cihazda kullanılan ışık kaynağı için geçerlidir ve bazı durumlarda diğer ışık kaynaklarındaki durumun da görülmesi gereklidir. Bu sebepten dolayı, kolorimetreler ile metamerizma hakkında bir bilgi sahibi olunamaz, çünkü metameri, iki değişik ışık kaynağına ait spektral enerji dağılımı değerlerinden dolayı ortaya çıkmaktadır (Yeşil 2010).

Renk eşleme işlemlerinde, rengin farklı ışık kaynaklarındaki ölçümleri, metameri tespiti, sayısal standartlara göre renk farklılığının değerlendirilmesi ve kesin bir renk ölçümü için en uygun yol spektrofotometrelerin kullanılmasıdır. Renk ölçüm spektrofotometreleri, bir numunenin yansıttığı ışığın, üzerine gelen ışığa oranını tüm görünür spektrum boyunca belli noktalarda ölçen cihazlardır.

Reflektans değerleri, mükemmel yansıtıcının (genellikle baryum sülfat) % 100 değerine ayarlanarak genellikle yüzde olarak ifade edilir. Kolorimetrik hesaplamalarda ise fraksiyon cinsinden kullanılırlar.

2.4.1.2. Spektrofotometreler

Bir reflektans spektrofotometresi, basit renk izleme teorisine göre çalışır. Işık kaynağı, belirli bir aydınlatma ve izleme geometrisine göre numuneyi aydınlatır. Yansıtılan ışık, spektral bileşenlerine ayrılmak üzere spektral analizöre (ölçüm diyotları) gider.

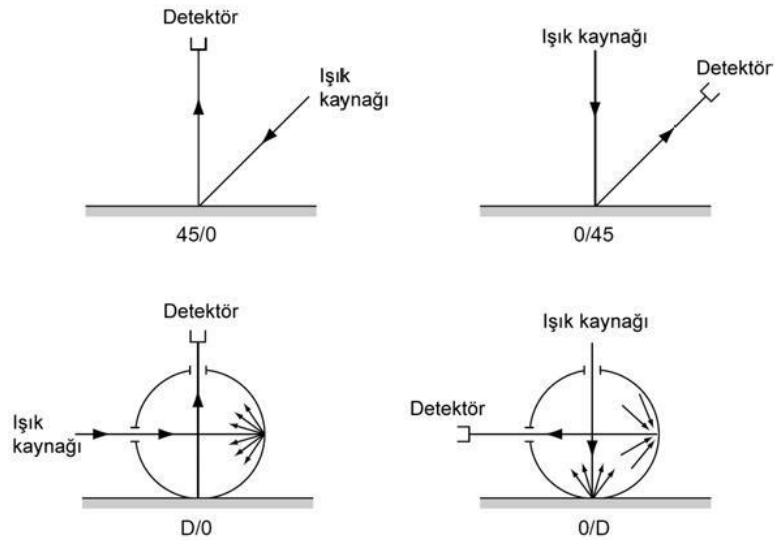
Böylece, görünür spektrum boyunca belirli noktalarda ışık detektörü ve elektronik kontrol ünitelerine ölçümü yapma imkânı verilir. Bu spektral analizör, spektrofotometrelerin, kolorimetrelere üstünlüğünü sağlar.

Spektrofotometreler ile elde edilen, spektral eğri, materyalin rengine ait parmak izi gibidir. Bu spektral eğrilerden tristimulus değerleri ve bunlar ile de diğer renk değerleri hesaplanabilir. Bu spektral değerler bilgisayarlı renk eşleme işlemlerinde de kullanılabilir. Spektrofotometreler farklı boyutlarda, şekillerde, geometrilerde ve konfigürasyonlarda olabilir. Spektrofotometrelerde, tek veya çift ışık huzmesi kullanan konfigürasyonlar bulunmaktadır. Çift ışınlı konfigürasyonlarda, ışık huzmesi, ışık kaynağından ikiye ayrılarak çıkar. Bir ışık huzmesi referans standardı aydınlatır ve diğeri ise ölçülecek numuneyi aydınlatır. Işık huzmeleri, tek bir monokromatöre ulaşmadan önce tekrar karıştırılabilir. Bazı durumlarda iki monokromatör kullanılabilir. Çift hüzmeli cihazlar, stabil olmayan ışık kaynakları, detektörler ve ilgili elektroniklerin söz konusu olduğu, spektrofotometrelerin ilk dönemlerinde oldukça popüler olarak kullanılmıştır. Çift hüzmeli cihazların bazı dezavantajları bulunmaktadır. Monokromatöre ulaşmak için ışık huzmesinin tekrar karıştırılması, çok dikkatli olarak yapılmalıdır. Işık yolları optik olarak aynı olmalıdır ve optik komponentlerin benzer etkiye sahip olması gerekmektedir. Eğer kullanılmışsa, aynalar, aynı zamanda kaplanmalıdır ve bu nedenle çift olarak değiştirilmelidir. Aynı zamanda, zaman içinde oluşan film veya toz da ışınları etkileyebilir. Bu gereksinimler çift hüzmeli cihazların daha karmaşık, düzene sokması zor ve pahalı olmasına neden olmuştur. Daha yakın zamanlarda teknolojinin gelişmesi çift hüzmeli cihazların hareketli parçalarının azalmasına ve daha ucuz olmasına neden olmuştur. Xenon lambalı cihazlarda, çift hüzmeli konfigürasyon, lambanın çakışından çakışına oluşan değişkenliklerden dolayı gerekli olmaktadır. Referans ölçümleri için, bazı durumlarda, fiber-optik teknoloji avantaj sağlamaktadır. Tek hüzmeli konfigürasyonda, ışık kaynağında tek ışık huzmesi vardır. Referans standart, cihazı kalibre etmek için ölçülür ve daha sonra kaldırılır. Nötr gri standart da aynı zamanda bu kalibrasyon prosesinde ölçülebilir ve küre duvarındaki değişimleri karşılamak için gri standarttaki yansıma temel alınarak matematiksel düzeltme yapılabilir. Tek hüzmeli konfigürasyonların iyi sonuçlar verebilmesi için, ışık kaynağı, detektör ve elektronik parçaların zaman içinde stabil olması gerekmektedir. Gerçek tek hüzmeli konfigürasyonlarda, küre içindeki veya ışık kaynağındaki

değişimlerin düzeltilmesi, kalibrasyon esnasında elde edilen verilerle yapılmaktadır. Stabil bir ışık kaynağı kullanmak ve cihazın kalibrasyonunu sık tekrarlamak (örneğin, 4–8 saate bir), bu düzeltmelerin kalibrasyon boyunca geçerli olmasını sağlamaktadır.

Renk ölçüm cihazlarında bir diğer önemli faktör de ölçüm geometrisidir. Ölçüm geometrisi, aydınlatma ve izleme açıları olarak düşünülebilir. Aydınlatma açısı, ışık huzmesinin ölçülecek cisme düştüğü açıdır. İzleme açısı ise detektörün ölçülecek cismi gördüğü açıdır.

ASTM ve CIE tanımlarına göre ilk sayı daima aydınlatma açısını “/” veya “:” işaretinden sonra gelen ikinci sayı da izleme açısını ifade eder. Böylece numune, düzlem normaline göre 45° açı ile duran bir ışık tarafından aydınlatılıyor ve detektör numuneyi üstünden görüntülüyorsa bu geometri 45/0 olarak ifade edilir. Bu geometri ucuz renk analizörleri ve kompakt reflektans ölçüm cihazlarında yaygındır. Eğer ışık kaynağı ve detektör yer değiştirirse geometri 0/45 olur. Cisim 0° de aydınlatılıyor ve toplayıcı olarak 180° boyunca gerçekleşen bütün saçınımı toplamak üzere entegre bir küre kullanılıyorsa geometri 0/d olarak tanımlanır. Tersini düşünülüğünde yani küre, ışık kaynağı ile aydınlatılıyor ve numunenin görüş açısı normal ise d/0 olarak ifade edilir, adı geçen geometriler renk ölçümünde yaygın olarak kullanılmaktadır. CIE tarafından tavsiye edilen ölçüm geometrileri Şekil 2.20.’de gösterilmektedir.



Şekil 2.20. CIE tarafından reflektans ölçümleri için önerilen aydınlatma ve gözlem şartları (Becerir 1998)

2.4.1.3. Dijital sistemler

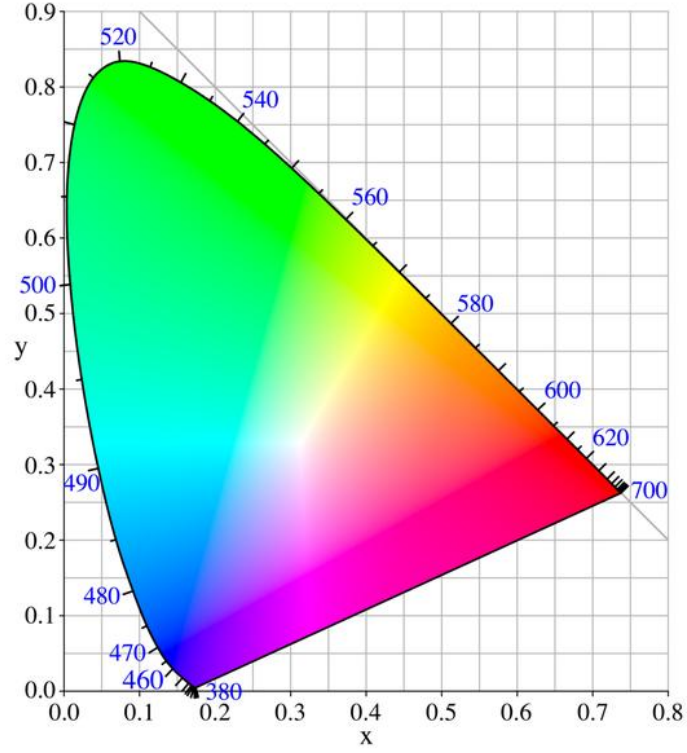
Kolorimetreler ve spektrofotometreler dışında, son yıllarda teknolojideki gelişim ile birlikte, dijital görüntü elde etme teknikleri kullanılarak da renk ölçümü yapılması ile ilgili çalışmalarda ilerlemeler yaşanmıştır. Tekstil materyallerinin lekeleme ve renk haslıklarının belirlenmesinde dijital kamera kullanılarak geliştirilen sistemler mevcuttur. Geleneksel spektrofotometrelerin uygun olmadığı, kompleks yüzey veya görüntülerin renk özelliklerinin ölçümü, giderek artan bir ihtiyaçtır. Yeni multi spektral görüntüleme sistemleri geliştirilmiştir, fakat parametrelerin (renk kanallarının sayısı, kanalların spektral özellikleri ve ışık kaynağı seçimi) nasıl olması gerektiği açıkça anlaşılmış değildir. Görüntüleme parametreleri ve paraziti dikkate alarak geliştirilen bir matematiksel model ile renk kanallarının sayısındaki artışın, spektral reflektansı daha iyi tahmin etmek için gerekli olmadığı belirtilmektedir. Parazit mevcudiyetinde, ışık kaynağının seçimi performansı önemli ölçüde etkilemektedir.

2.4.2. Renk uzayı

Günümüzde hemen hemen tüm modern renk ölçümü, renk spesifikasyonu, CIE sistemine dayanmaktadır. Bu sistem, 1931'de oluşturulmuştur, buna rağmen temel yapı ve prensiplerde değişiklik yapılmaksızın bu tarihten itibaren yeni eklemeler ve düzeltmeler yapılmıştır. CIE sistemi, renk algılama teorilerinden ziyade deneysel gözlemlere dayanmaktadır. Renk ölçümünde, ışık kaynağı, gözlemci ve yüzey daima göz önünde tutulmalıdır.

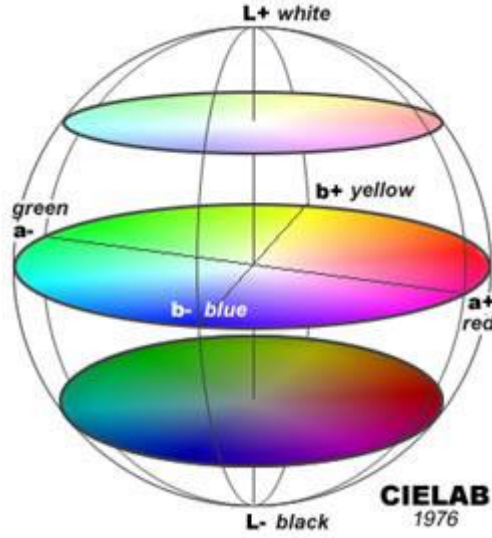
Rengi sayısal olarak ifade edebilmek için daha önce söz konusu edilen üç unsurun (ışık kaynağı, cisim ve gözlemci) sayısal olarak tanımlanmasının gerekli olduğu belirtilmiştir. Işık kaynağı, SED değerleri ile; cisme ait özellik, % Reflektans değerleri ile ve gözlemciye ait özelliklerde standart gözlemcinin renk eşleme fonksiyonları (renk hassasiyet değerleri) ile tanımlanmıştır. Her bir dalga boyunda bu unsurlara ait büyüklüklerin çarpımlarının toplamı, bize o rengin sayısal değerlerini verecektir (McDonald 1997). Bu değerler, o rengin tristimulus değerleri olarak adlandırılırlar ve X, Y ve Z ile ifade edilirler.

Şekil 2.21'de CIE xy kromatise düzlemi



Şekil 2.21. CIE xy kromatise düzlemi (Yılmaz 2002)

X, Y ve Z tristimulus değerleri, rengi sayısal olarak ifade edebilmekle birlikte renk hakkında bilgi vermemektedir. Rengin daha kolaylıkla anlaşılabilir bir tanımını yapmak üzere 1976 yılında CIE, X, Y ve Z tristimulus değerlerinden hesaplanan L^* , a^* ve b^* şeklindeki üç koordinatı bulunan ve CIELab sistemi olarak adlandırılan bir sistemi tanımlamıştır. Bu sistem tekstil endüstrisinde yaygın kullanım alanı bulmuştur. Bu parametrelerdeki '*' işareti, daha önce geliştirilmiş farklı renk sistemlerindeki benzer formüllerinden CIE formüllerini ayırt edebilmek için kullanılmaktadır.



Şekil 2.22. CIELAB renk uzayı
 (<http://digitalprintingevolution.blogspot.com/2010/04/colour-calibration-is-key-to-consistency.html>, 2011)

a^* ve b^* eksenleri birbirlerine dik açı yapar ve nötral noktada kesişir (parlaklığa bağlı olarak gri veya beyaz). Üçüncü eksen L^* , açıklık/koyuluğun (parlaklığın) bir ölçüsüdür ve a^* ve b^* eksenleri tarafından oluşturulan düzleme dik olup bu düzlemi nötral noktada kesmektedir. Aynı rengin farklı tonları, a^* ve b^* eksenleri tarafından oluşturulan düzlem içerisinde nötral noktadan dışarıya doğru uzanan bir hat üzerinde yer almaktadır. Burada, kırmızıdan sarıya doğru artış gösteren renk (dönme) açısı “h” (derece cinsinden), rengin bir ölçüsüdür. Örneğin $h = 0^\circ$ kırmızı bir renge, $h = 90^\circ$ sarı bir renk tonunu, $h = 270^\circ$ mavi bir renge karşılık gelmektedir. Nötral noktadan uzaktaki bir nokta, kromayı (C^*) ifade eder ve bu da belirli parlaklıktaki (L^* değerindeki) bir rengin canlılığının (doygunluğunun) bir ölçüsüdür. Bir renk, ya L^* , a^* ve b^* koordinatları ile ya da L^* , C^* ve h değerleri yardımıyla belirlenebilmektedir. Genel olarak, koloristik açıdan düşünüldüğünde rengin a^* ve b^* koordinatları yoluyla tanımlanmasından çok renk açısı h ve kroma C^* 'nin kullanımı yolu ile tanımlanması daha uygundur. Her iki durumda da L^* , rengin açık/koyuluğunun (parlaklığının) bir ölçüsünü ifade etmektedir. L^* 'nin değerleri, siyah için 0 değeri ile beyaz için 100 değeri arasında değişmektedir. Çok parlak renkler için a^* ve b^* 'nin en yüksek değerleri, yaklaşık +80 ve -80 arasındadır. Nötral nokta ($a^* = b^* = 0$) etrafında çizilen bir çember sabit kromaya sahip bir renk çemberini tanımlamaktadır ve kırmızıdan başlamak üzere h açısı (derece cinsinden) rengin bir ölçüsüdür

CIELab sisteminde L^* , a^* , b^* , C^* ve h aşağıdaki denklemler yardımıyla hesaplanmaktadır;

$$L^* = 116 (Y/Y_n)^{1/3} - 16 \quad Y/Y_n \leq 0,008856 \quad (2.4)$$

$$a^* = 500 [(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}] \quad X/X_n \leq 0,008856 \quad (2.5)$$

$$b^* = 200 [(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}] \quad Z/Z_n \leq 0,008856 \quad (2.6)$$

Y/Y_n değerlerinin 0,008856'ya eşit veya daha az olması durumunda aşağıdaki denklem geçerlidir:

$$L^* = 903,3(Y/Y_n) \quad Y/Y_n \leq 0,008856 \quad (2.7)$$

a^* ve b^* değerlerinin hesaplanması X/X_n , Y/Y_n ve Z/Z_n 'nin 0,008856'ya eşit veya daha az olması durumunda aşağıdaki denklemler yardımıyla yapılır:

$$a^* = 500[f(X/X_n) - f(Y/Y_n)] \quad (2.8)$$

$$b^* = 200[f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)] \quad (2.9)$$

$$f(X/X_n) = 7.787(X/X_n) + 16/116 \quad X/X_n \leq 0,008856 \quad (2.10)$$

$$f(Y/Y_n) = 7.787(Y/Y_n) + 16/116 \quad Y/Y_n \leq 0,008856 \quad (2.11)$$

$$f(Z/Z_n) = 7.787(Z/Z_n) + 16/116 \quad Z/Z_n \leq 0,008856 \quad (2.12)$$

X_n , Y_n ve Z_n , ölçümde kullanılan ışık kaynağının tristimulus değerleridir (Paydak 2006).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Pamuklu kumaş

Bu çalışmada % 100 pamuk ipliğinden, atkı ipliği numarası Ne 60/1, çözgü ipliği numarası Ne 60/1 atkı sıklığı 36 tel/cm, çözgü sıklığı 40 tel/cm, gramajı 75 g/m² ve örgüsü bezayağı olacak biçimde dokunmuş olan pamuklu kumaş kullanılmıştır. Bu kumaş tekstil endüstrisinde Ne 60/1 pamuk vual olarak bilinmekle birlikte, ön işlemleri yapılmış ve boyamaya hazır olarak Akteks Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş'den temin edilmiştir.

3.1.2. Reaktif boyarmaddeler

Yapılan çalışmada sarı, mavi, kırmızı, siyah ve yeşil olmak üzere 5 farklı renkte reaktif boyarmadde kullanılmıştır. Bu boyarmaddeler Akteks Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş'den temin edilmiş olup boyarmaddelere ait genel özellikler Çizelge 3.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneysel çalışmalarda kullanılan boyarmaddelerin özellikleri

Boyarmadde	Ticari Adı	Kimyasal Yapısı	Colour Index (CI)
Sarı	Golden Yellow RNL	Vinilsülfon	–
Mavi	Synazol Blue BB	Vinilsülfon	Blue 220
Kırmızı	Synazol Red BB	Vinilsülfon	Red 21
Siyah	Burazol Black GSP–EX	Vinilsülfon	–
Yeşil	*Synazol Blue BB/Golden Yellow RNL karışımı	Vinilsülfon	–

3.1.3. Kimyasal maddeler

Deneysel çalışmalar için reaktif boyamalarda ve haslık testlerinde kullanılan kimyasal maddeler aşağıdaki gibidir;

- Tuz: Sodyum klorür (NaCl)
- Soda: Sodyum karbonat (Na₂CO₃)
- Kostik: Sodyum hidroksit (NaOH)
- Sodyum silikat

- Histidin monohidroklorit monohidrat ($C_6H_9O_2N_3 \cdot HCl \cdot H_2O$)
 - Disodyum hidrojen ortofosfat dihidrat ($Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$)
 - Sodyum dihidrojen ortofosfat dihidrat ($NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$)
 - Asetik asit: (CH_3COOH)
 - Reaktif sabun
 - ECE referans deterjanı: ISO 105–CO6 yıkama haslığı testi standartına uygun deterjan
- Kullanılan bütün kimyasal maddeler ticari saflıktadır.

3.1.4. Alet ve cihazlar

3.1.4.1. Laboratuvar tipi pad–batch numune boyama makinesi

Emdirme – soğukta bekletme yöntemine göre yapılan boyamalar Aktteks Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş laboratuvarında bulunan Ataç marka numune boyama makinesinde gerçekleştirilmiştir.

3.1.4.2. Laboratuvar tipi jet numune boyama makinesi

Çektirme yöntemine göre yapılan boyamalar Aktteks Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş laboratuvarında bulunan 12 tüp kapasiteli ve gliserin ısıtmalı Ahiba marka numune boyama makinesinde gerçekleştirilmiştir.

3.1.4.3. Yıkama makinesi

Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü laboratuvarında bulunan Test Laboratuvar Cihazlar 412 NB HT marka ve modelindeki 12 tüp kapasiteli, programlanabilir ve su ısıtmalı yıkama makinesinde emdirme ve çektirme metoduna göre yapılan kumaşların yıkama haslığı testleri yapılmıştır.

3.1.4.4. Etüv

Haslık testlerinden sonra numune kumaşlar Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü laboratuvarında bulunan Heraeus marka etüvde kurutulmuştur.

3.1.4.5. Reflektans spektrofotometre

Haslık testlerinden sonra numune kumaşların renk ölçümleri Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü fizik laboratuvarında bulunan Konica Minolta CM 3600D marka ve modelindeki reflektans spektrofotometre ile yapılmıştır.

3.1.4.6. Perspirometre

Asidik, bazik ve su haslığı testleri James H Heal & Co Ltd Model 290 marka ve modelindeki perspirometre ile yapılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Reaktif boyamalar

3.2.1.1. Emdirme – soğukta bekletme yöntemine göre yapılan boyamalar

Emdirme–soğukta bekletme yöntemine göre yapılan boyamalar 2 g/L, 8 g/L ve 16 g/L olmak üzere 3 farklı boyarmadde konsantrasyonunda gerçekleştirilmiştir. Boyama esnasında kullanılan kimyasal maddelerin miktarları üreticileri tarafından önerilen miktarlar olup, Çizelge 3.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Emdirme– Soğukta bekletme yöntemine göre yapılan boyamalarda kullanılan boyarmadde miktarları

Boyarmadde Miktarı (g/L)	NaOH Miktarı (ml/L)	Sodyum silikat Miktarı (ml/L)
2	14	100
8	14	100
16	17	100

Emdirme işleminden sonra, numune kumaşlar sarılarak 6 saat bekletilmiştir. Beklemeden çıkan kumaşlar önce durulanmış, daha sonra 0,5 g/L asetik asit çözeltisi ile nötralizasyonu yapılmış ve ardından 2 g/L yıkama maddesi ile hazırlanan yıkama çözeltisinde 90 °C'de yıkanmıştır.

3.2.1.2. Çektirme yöntemine göre yapılan boyamalar

Çektirme yöntemine göre yapılan boyamalar kumaş ağırlığına göre % 0,1, % 1 ve % 4 olmak üzere 3 farklı boyarmadde konsantrasyonunda gerçekleştirilmiştir. Yapılan boyamaların banyo oranı 1:10'dur. Boyamaların yapıldığı kumaş miktarları 3 g olarak tartılmıştır. Kullanılan standart boyarmadde çözeltisi 1/100'lük konsantrasyonda olup, boyama esnasında kullanılan kimyasal maddeler üreticileri tarafından önerilen miktarlarda kullanılmıştır.

Çizelge 3.3. Çektirme yöntemine göre yapılan boyamalarda önerilen kimyasal madde miktarları

Boyarmadde Konsantrasyonu (%)	Tuz (g/L)	Soda (g/L)
< 0,5	20	10
0,5 – 1,0	30	15
1,0 – 2,0	40	20
2,0 – 3,0	50	20
3,0 – 4,0	60	20
4,0 – 5,0	70	20
5,0 – 6,0	80	20
> 6,0	80	20

Çektirme yöntemine göre yapılan boyamalar all-in-one yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Kullanılacak boyarmadde, kimyasal maddeler belirlenen miktarlarda tüpler içerisine kumaş ile birlikte konulduktan sonra boyama işlemi 60 °C'de 1 saat süreyle gerçekleştirilmiştir.

Boyamadan çıkan kumaşlar önce durulanmış, daha sonra 0,5 g/L asetik asit çözeltisi ile nötralizasyonu yapılmış ve ardından 2 g/L reaktif sabunu ile hazırlanan yıkama çözeltisinde 90 °C'de yıkanmıştır.

3.2.2. Yıkama haslığı testleri

Yıkama haslığı testleri ISO 105-C06 B1M standardına göre yapılmıştır. 4 mm x 10 mm olarak hazırlanan kumaş numuneleri, aynı ebatlarda kesilen multifiber kumaş ile tek bir kısa kenarı tarafından dikilerek yıkama işlemleri için hazırlanmıştır. Yıkama işlemleri,

yıkama haslığı test cihazında 50 °C’de 45 dakika olarak gerçekleştirilmiştir. 4 g / L ECE deterjanı ile hazırlanan yıkama çözeltisi her bir numune için 150 ml olarak kullanılmış ve tüplerin içerisine çözeltisi ve hazırlanan test numuneleriyle birlikte sürtünmeyi sağlamak amacıyla 0,6 mm çapında 50 adet çelik bilye konulmuştur.

3.2.3. Asidik ve bazik ter haslığı testleri

Asidik ter haslığı testleri ISO 105–E04 standardına göre yapılmıştır. Bu testler ile insan terinin pH’ına yakın değerlerde bir bazik bir de asidik çözelti hazırlanmıştır.

Bazik ter haslığı çözeltisi;

- 0,5 g/L histidin monohidroklorit monohidrat ($C_6H_9O_2N_3 \cdot HCl \cdot H_2O$)
- 5 g/ L sodyum klorür (NaCl)
- 2,5 g/L disodyum hidrojen ortofosfat dihidrat ($Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$)

kullanılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltinin pH’ı sodyum hidroksit ile pH 8 olarak ayarlanmıştır.

Asidik ter haslığı çözeltisi;

- 0,5 g/L histidin monohidroklorit monohidrat ($C_6H_9O_2N_3 \cdot HCl \cdot H_2O$)
- 5 g/ L sodyum klorür (NaCl)
- 2,2 g/L sodyum dihidrojen ortofosfat dihidrat ($NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$)

kullanılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltinin pH’ı sodyum hidroksit ile pH 5,5 olarak ayarlanmıştır.

Hem asidik hem de bazik ter haslığı için; 4 mm x 10 mm olarak hazırlanan kumaş numunleri, aynı ebatlarda kesilen multifiber kumaş ile tek bir kısa kenarı tarafından dikilmiş ve toplam ağırlıklarının 50:1 oranındaki çözelti içerisinde yarım saat bekletilmişlerdir. Bekleme işleminden sonra üzerlerindeki fazla çözelti baget çubuklar yardımı ile alınıp akrilik plakalar arasına yerleştirilmiş ve 12,5 kPa basınç altında, 37 ± 2 °C’de 4 saat süreyle etüvde bekletilmiştir.

3.2.4. Su haslığı testleri

Su haslığı testleri ISO 105–E01 standardına göre yapılmıştır. Su haslığı testi için; 4 mm x 10 mm olarak hazırlanan kumaş numunleri, aynı ebatlarda kesilen multifiber kumaş ile tek bir kısa kenarı tarafından dikilmiş ve toplam ağırlıklarının 50:1 oranındaki destile su içerisinde yarım saat bekletilmişlerdir. Bekleme işleminden sonra üzerlerindeki fazla su bağet çubuklar yardımı ile alınıp akrilik plakalar arasına yerleştirilmiş ve 12,5 kPa basınç altında, $37 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de 4 saat süreyle etüvde bekletilmiştir.

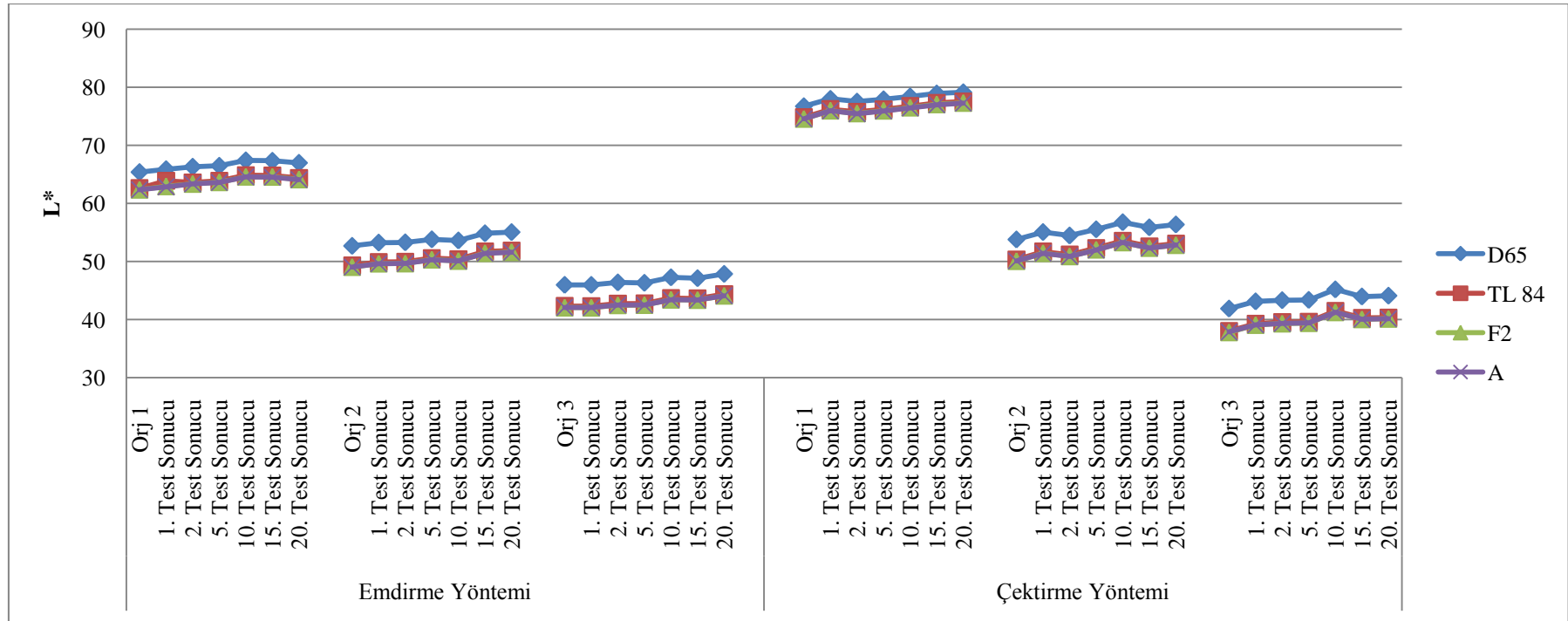
3.2.5. Renk lmleri ve renk farkı

Renk lmleri ve renk farkı hesaplamaları AATCC Evaluation Procedure 6 (Instrumental Colour Measurement) ve AATCC Evaluation Procedure 7'ye (Instrumental Assessment of the change in colour of a Test Specimen) göre yapılmıştır. Renk lmleri için Argetek renk ölçümü programı ve yazılımı kullanılmıştır.

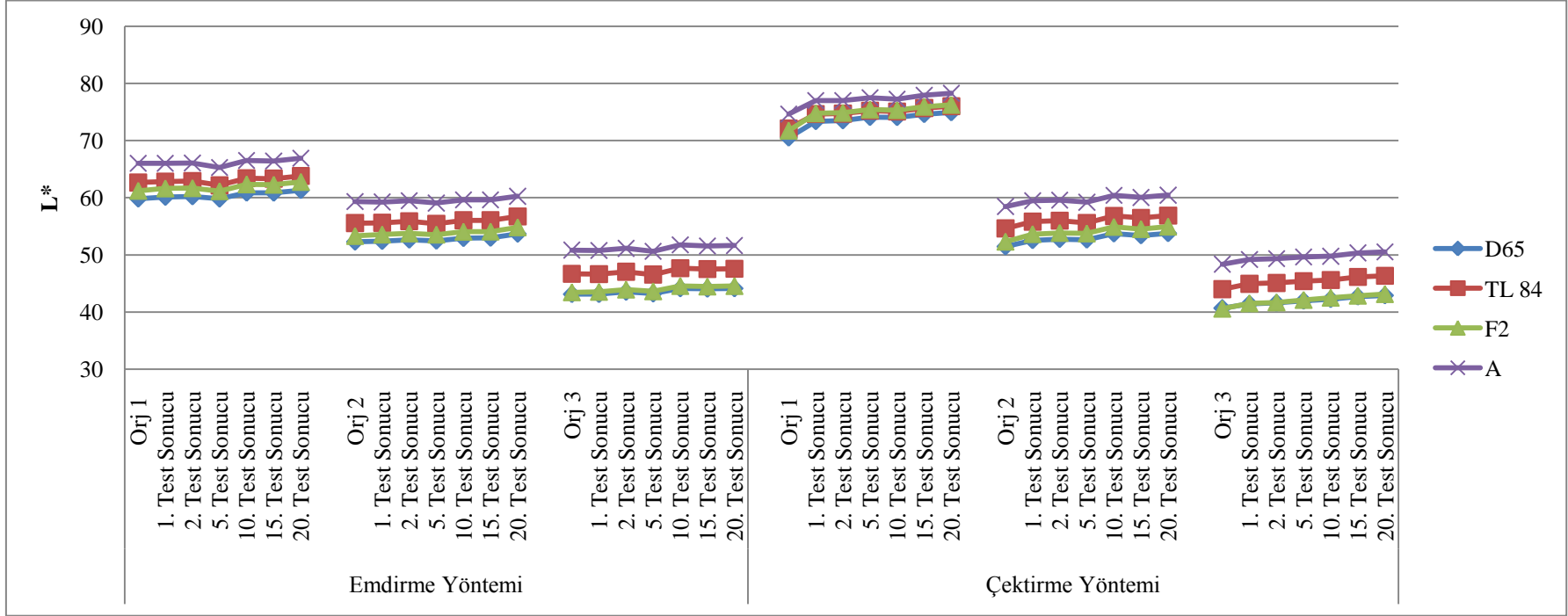
4. BULGULAR

4.1. Yıkama haslığı testleri sonuçları

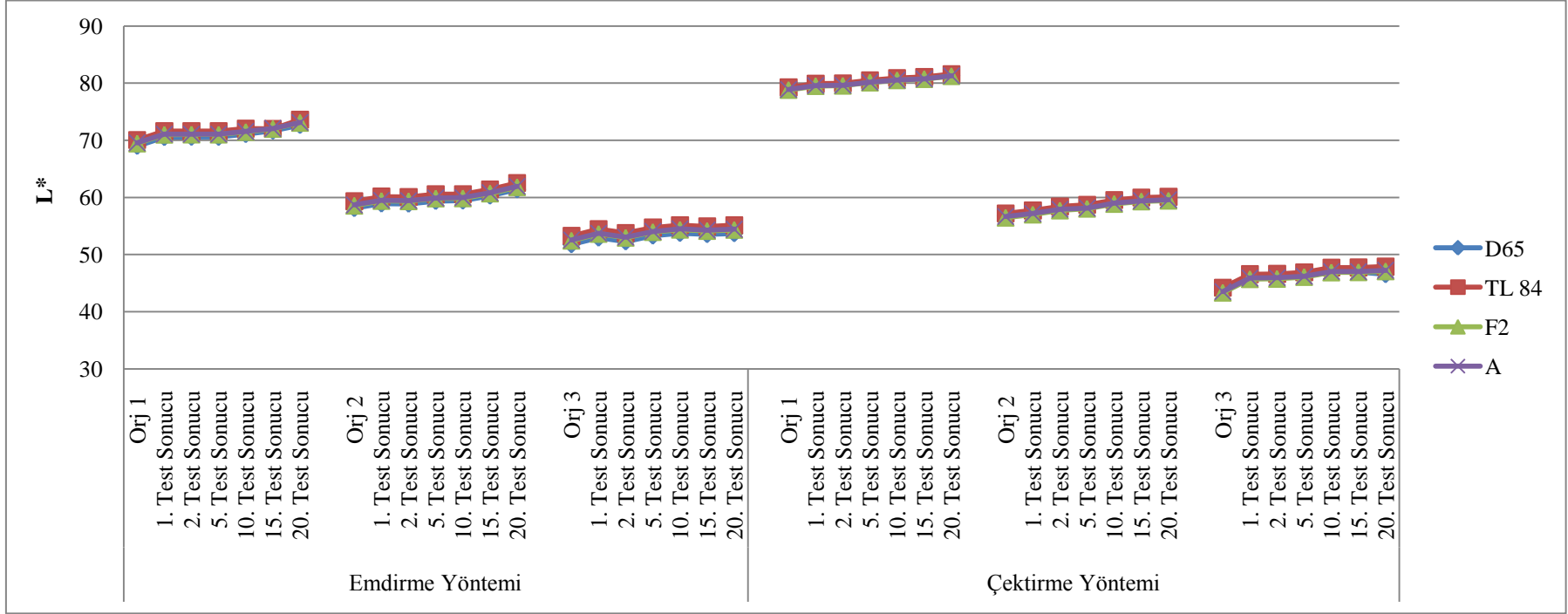
4.1.1. Yıkama haslığı testleri sonrası kumaşlarda meydana gelen açıklık –koyuluk (L^*) değişimleri



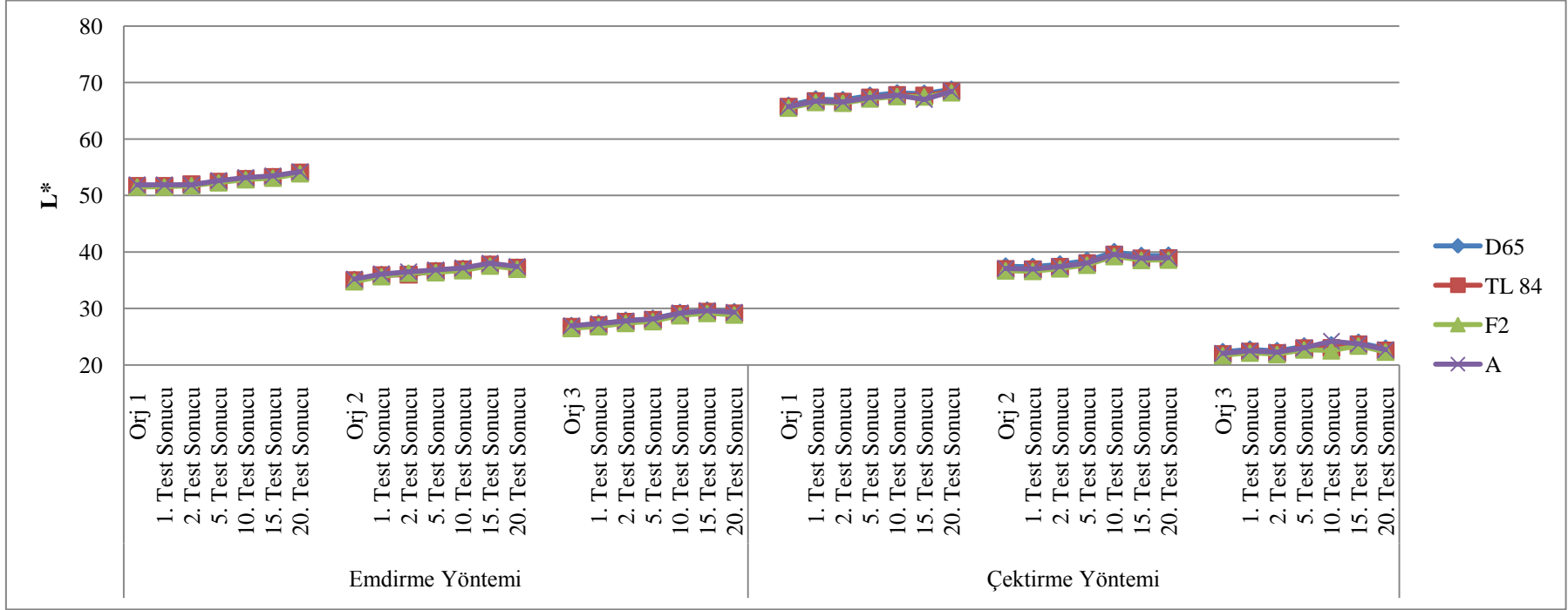
Şekil 4.1. Mavi boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı testleri sonrası L^* değerleri



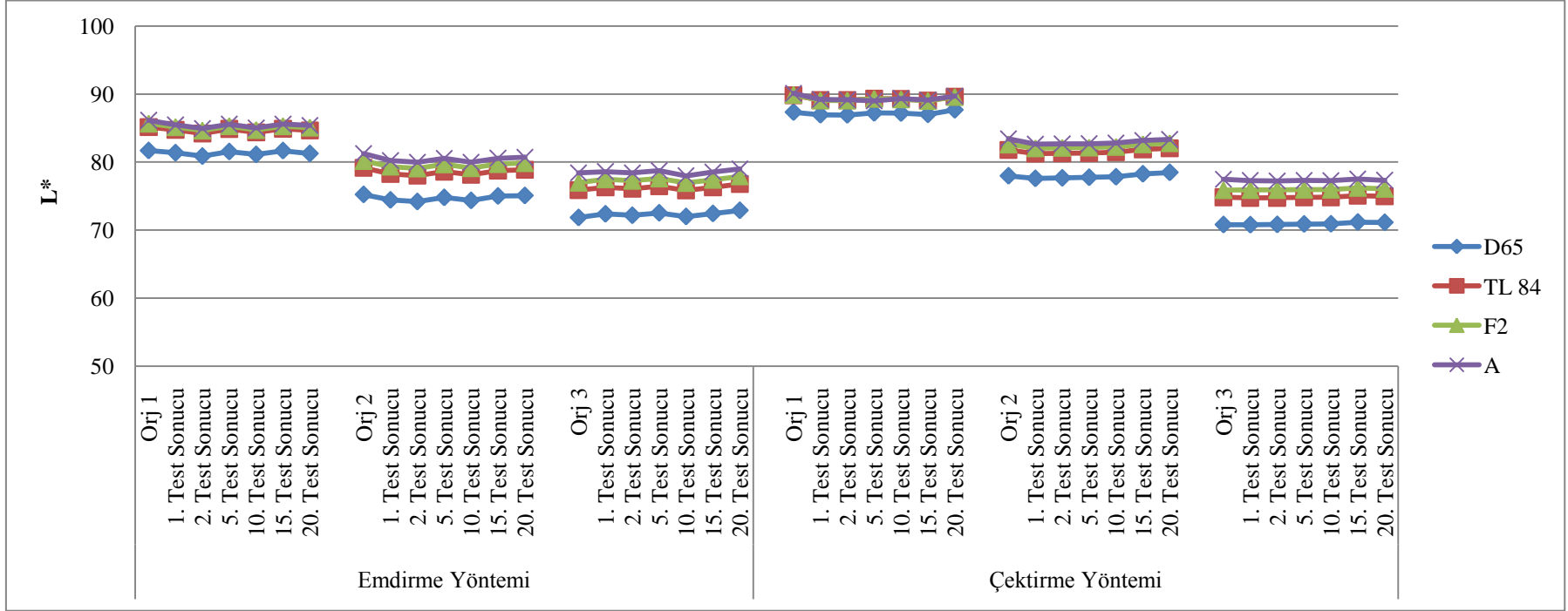
Şekil 4.2. Kırmızı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı testleri sonrası L* değerleri



Şekil 4.3. Yeşil boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı testleri sonrası L* değerleri



Şekil 4.4. Siyah boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı testleri sonrası L* değerleri



Şekil 4.5. Sarı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı testleri sonrası L* değerleri

Yıkama haslığı testleri sonucunda L^* değişimleri incelendiğinde;

Mavi boyarmadde ile emdirme ve ektirme yöntemine göre boyanmış kumaşların L^* değerlerinin Şekil 4.1.'de görüldüğü üzere, tekrarlanan testlere bağlı olarak arttığı yani rengin test sayısına bağlı olarak açıldığı gözlemlenmiştir. Mavi ile boyanan kumaşlar en açık renk tonunu D65 aydınlatıcısı altında verirken, TL84, F2 ve A aydınlatıcıları altında davranışlarının benzer olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 4.2.'de görüldüğü üzere kırmızı boyarmaddeler ile ektirme yöntemine göre en düşük konsantrasyonda yapılan boyamadan sonraki ilk yıkamada renk kaybının diğer konsantrasyonlardaki ilk yıkamadan sonraki renk kayıplarına göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Kırmızı ile boyanan kumaşlar en açık renk tonunu A aydınlatıcısı altında verirken, TL84, F2 ve D65 aydınlatıcıları altında davranışlarının benzer olduğu tespit edilmiştir.

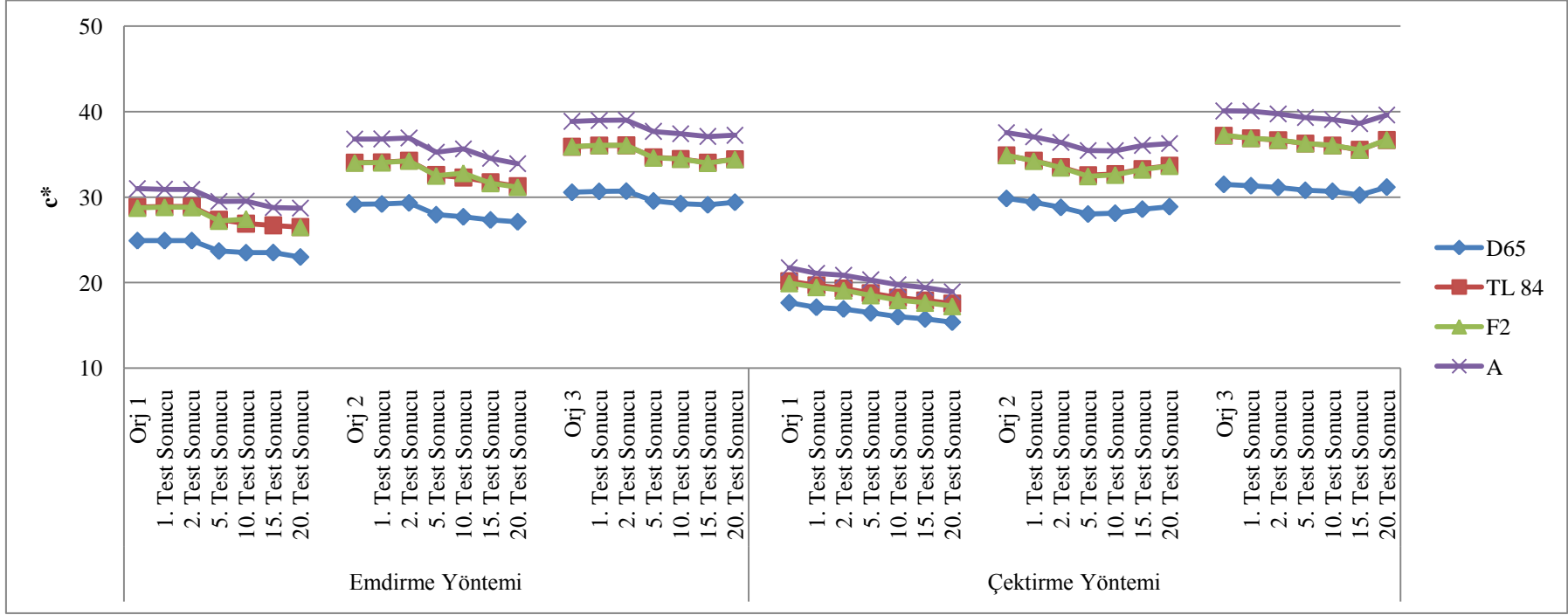
Yeşil boyarmadde ile boyanmış kumaşların L^* değerlerinin Şekil 4.3.'te görüldüğü üzere tüm aydınlatıcılar altında benzer davranış gösterdiği tespit edilmiştir. Çektirme yöntemine göre en yüksek konsantrasyonda boyanan kumaşların ilk yıkama haslığı testi sonrası renk değişim eğrisinin diğer testlere ve konsantrasyonlara göre daha dik eğimli olduğu gözlenmiştir.

Siyah boyarmadde ile emdirme ve ektirme yöntemine göre boyanmış kumaşların L^* değerlerinin Şekil 4.4.'te görüldüğü üzere, tekrarlanan testlere bağlı olarak arttığı yani rengin test sayısına bağlı olarak açıldığı ve L^* değerlerinin tüm aydınlatıcılar altında benzer davranış gösterdiği tespit edilmiştir.

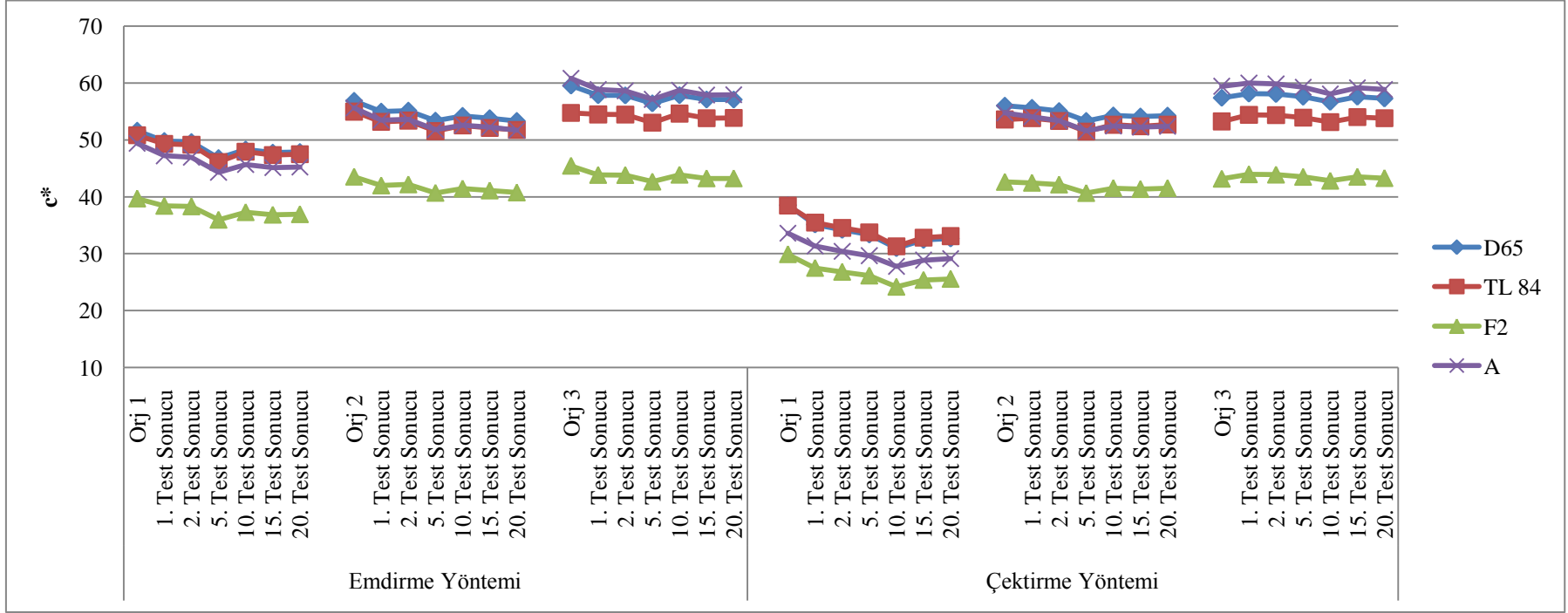
Sarı boyarmadde ile boyanan kumaşların L^* değerlerinin Şekil 4.5.'te görüldüğü üzere yıkama haslığı testlerine bağlı olarak radikal olarak değişmediği gözlenmiştir.

Şekil 4.1., Şekil 4.2., Şekil 4.3., Şekil 4.4. ve Şekil 4.5.'te görüldüğü gibi tüm renklerdeki boyarmaddeler ile emdirme ve ektirme yöntemine göre yapılan orta ve yüksek konsantrasyonlardaki boyamalar sonucunda doğunluk olarak yaklaşık değerlerin elde edildiği belirlenmiş ancak düşük konsantrasyonlarda yapılan boyamalarda emdirme yöntemine göre olan boyamanın ektirme yöntemine göre olandan daha koyu grldğu tespit edilmiştir

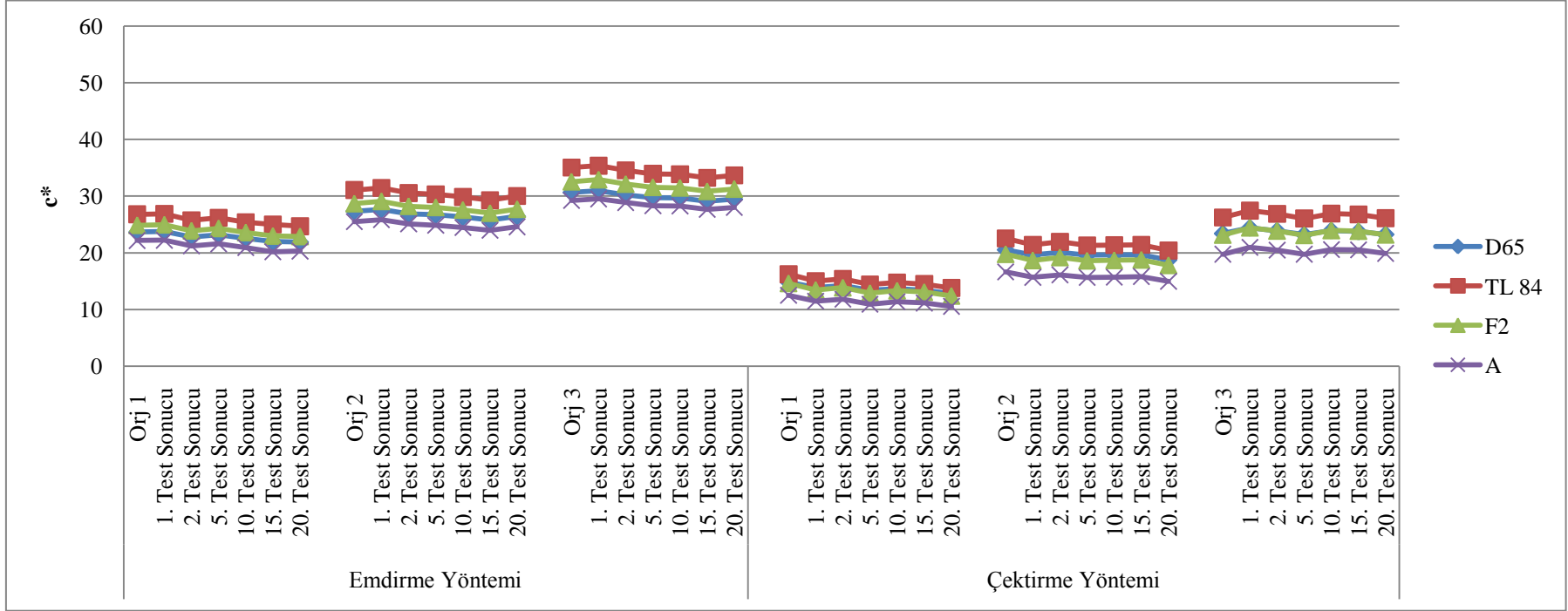
4.1.2. Yıkama haslığı testleri sonrası kumaşlarda meydana gelen doygunluk (kroma) (C*) değışimleri



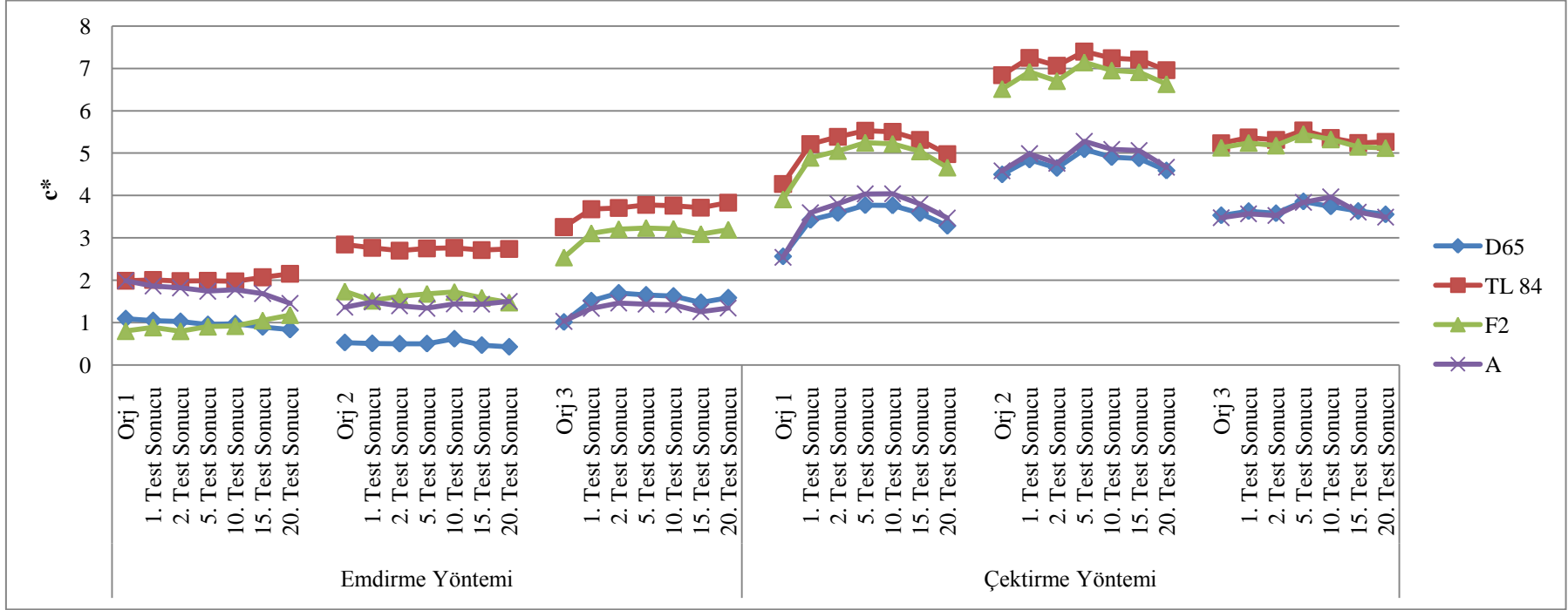
Şekil 4.6. Mavi boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı testleri sonrası C* değeri



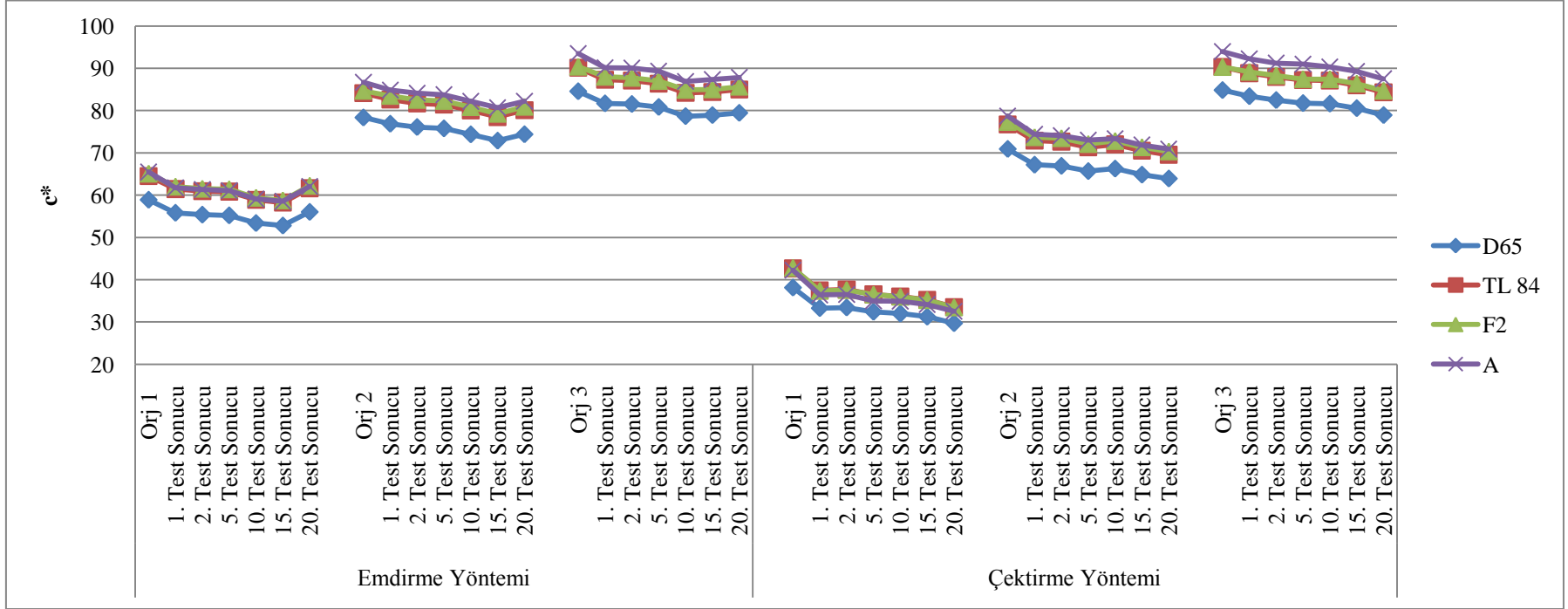
Şekil 4.7. Kırmızı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı testleri sonrası C* değerleri



Şekil 4.8. Yeşil boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı testleri sonrası C* değerleri



Şekil 4.9. Siyah boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı testleri sonrası C* değerleri



Şekil 4.10. Sarı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı testleri sonrası C* değerleri

Yıkama haslığı testleri sonucunda C*değişimleri incelendiğinde;

Şekil 4.6'da görüldüğü üzere mavi boyarmadde ile emdirme yöntemine göre boyanmış kumaşların C*değerlerinin ikinci testten sonra radikal olarak azaldığı ve rengin daha donuk görüldüğü gözlemlenmiştir. Mavi ile boyanan kumaşlar en doygun renk tonunu A aydınlatıcısı altında verirken, en donuk renk tonunu D65 aydınlatıcısı altında verdiği tespit edilmiştir.

Şekil 4.7.'de görüldüğü üzere kırmızı boyarmaddeler ile boyanmış kumaşlara yapılan testler sonucu kroma değişiminin aydınlatıcılara göre belirli bir kural çerçevesinde olmadığı ancak en donuk rengin tüm konsantrasyonlar ve yöntemler için F2 aydınlatıcısı altında elde edildiği gözlemlenmiştir.

Yeşil boyarmadde ile boyanmış kumaşların C* değerlerinin Şekil 4.8.'de görüldüğü üzere tekrar eden testlere göre azaldığı ve en yüksek kroma değerleri TL84 aydınlatıcısı altında elde edilirken, en düşük kroma değerlerinin A aydınlatıcısı altında elde edildiği tespit edilmiştir.

Siyah boyarmadde ile emdirme ve çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşların C*değerlerinin Şekil 4.9.'da görüldüğü üzere, belirli bir düzene bağlı olmadan değiştiiği tespit edilmiştir.

Sarı boyarmadde ile çektirme yöntemine göre boyanan kumaşların C* değerlerinin Şekil 4.10.'da görüldüğü üzere tekrar eden yıkama haslığı testlerine bağlı olarak azaldığı gözlemlenmiştir, özellikle ilk testten sonra meydana gelen değişimin diğer testlere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

4.1.3. Yıkama haslığı testleri sonrası kumaşlarda meydana gelen renk farkları

4.1.3.1. Emdirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda meydana gelen renk farkları

Çizelge 4.1. Mavi boyarmadde ile boyanmış kumaşlarda yıkama haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları

	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,689	0,594	0,422	0,371	1,283	1,280	0,529	0,540	0,597	0,591	0,253	0,256	0,599	0,551	0,320	0,289
<i>2. Test Sonucu</i>	1,006	0,967	0,497	0,474	1,047	1,019	0,476	0,471	1,045	1,020	0,464	0,468	1,059	1,031	0,482	0,467
<i>5. Test Sonucu</i>	1,797	1,346	1,009	0,832	2,031	1,486	1,007	0,829	2,052	1,488	1,000	0,806	2,047	1,465	1,016	0,847
<i>10. Test Sonucu</i>	2,304	2,087	1,012	0,971	2,564	2,294	1,118	1,082	2,583	2,308	1,129	1,096	2,664	2,309	1,162	1,120
<i>15. Test Sonucu</i>	2,802	2,225	1,465	1,251	3,163	2,448	1,515	1,299	3,201	2,461	1,517	1,281	3,199	2,424	1,518	1,322
<i>20. Test Sonucu</i>	1,963	1,708	0,954	0,846	2,191	1,874	1,008	0,902	2,199	1,871	1,000	0,890	2,201	1,851	1,002	0,912
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,577	0,570	0,266	0,284	0,591	0,582	0,281	0,297	0,597	0,591	0,281	0,300	0,583	0,578	0,275	0,292
<i>2. Test Sonucu</i>	0,713	0,653	0,375	0,359	0,705	0,637	0,355	0,339	0,703	0,640	0,346	0,333	0,695	0,646	0,357	0,346
<i>5. Test Sonucu</i>	1,835	1,362	0,994	0,827	2,007	1,436	0,974	0,823	2,045	1,451	0,981	0,808	2,068	1,432	0,989	0,862
<i>10. Test Sonucu</i>	1,527	1,151	0,856	0,710	1,636	1,184	0,806	0,672	1,675	1,200	0,815	0,657	1,636	1,169	0,806	0,692
<i>15. Test Sonucu</i>	3,225	2,544	1,767	1,519	3,519	2,672	1,740	1,498	3,544	2,666	1,720	1,448	3,443	2,598	1,684	1,500
<i>20. Test Sonucu</i>	2,902	2,523	1,438	1,342	3,182	2,689	1,513	1,431	3,210	2,698	1,517	1,420	3,205	2,663	1,502	1,451
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,199	0,124	0,132	0,101	0,230	0,128	0,131	0,090	0,202	0,106	0,109	0,069	0,170	0,094	0,103	0,073
<i>2. Test Sonucu</i>	0,441	0,421	0,216	0,208	0,438	0,408	0,219	0,191	0,439	0,410	0,220	0,189	0,438	0,412	0,222	0,193
<i>5. Test Sonucu</i>	1,597	0,981	1,002	0,755	1,565	0,854	0,824	0,547	1,586	0,842	0,805	0,491	1,548	0,833	0,836	0,598
<i>10. Test Sonucu</i>	1,374	1,321	0,684	0,660	1,449	1,379	0,732	0,645	1,442	1,371	0,727	0,634	1,427	1,356	0,718	0,636
<i>15. Test Sonucu</i>	2,465	1,708	1,474	1,160	2,552	1,674	1,319	0,950	2,570	1,659	1,295	0,884	2,474	1,607	1,285	0,979
<i>20. Test Sonucu</i>	2,390	2,043	1,252	1,103	2,585	2,158	1,293	1,067	2,599	2,156	1,291	1,045	2,594	2,130	1,281	1,087

Çizelge 4.2. Kırmızı boyarmadde ile boyanmış kumaşlarda yıkama haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları

	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,935	0,712	0,824	0,642	1,697	0,654	0,796	0,607	1,408	0,671	0,661	0,547	2,271	0,763	0,957	0,769
<i>2. Test Sonucu</i>	2,269	0,914	1,050	0,804	2,003	0,845	1,011	0,762	1,667	0,851	0,898	0,705	2,660	0,965	1,201	0,965
<i>5. Test Sonucu</i>	3,230	1,232	1,543	1,166	3,450	1,526	1,806	1,360	4,072	1,686	2,064	1,660	5,449	2,019	2,371	1,945
<i>10. Test Sonucu</i>	3,665	1,586	1,579	1,263	3,283	1,406	1,512	1,182	2,801	1,529	1,346	1,126	3,984	1,460	1,722	1,401
<i>15. Test Sonucu</i>	4,235	1,742	1,831	1,456	3,922	1,579	1,806	1,407	3,260	1,651	1,606	1,321	4,535	1,635	1,982	1,613
<i>20. Test Sonucu</i>	4,280	2,037	1,857	1,506	3,907	1,813	1,817	1,432	3,373	1,984	1,641	1,379	4,530	1,800	1,981	1,623
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,180	0,408	0,501	0,380	0,932	0,365	0,453	0,342	0,822	0,380	0,374	0,310	1,457	0,462	0,586	0,461
<i>2. Test Sonucu</i>	1,181	0,562	0,575	0,443	0,929	0,515	0,515	0,398	0,873	0,569	0,483	0,394	1,448	0,540	0,650	0,519
<i>5. Test Sonucu</i>	2,961	1,033	1,296	0,983	2,872	1,113	1,384	1,052	2,328	0,991	1,188	0,932	3,335	1,154	1,430	1,145
<i>10. Test Sonucu</i>	2,196	0,987	1,004	0,784	1,889	0,898	0,961	0,740	1,694	0,992	0,876	0,720	2,526	0,923	1,109	0,889
<i>15. Test Sonucu</i>	2,592	1,105	1,152	0,900	2,283	1,003	1,112	0,857	2,014	1,097	1,017	0,833	2,905	1,030	1,257	1,006
<i>20. Test Sonucu</i>	3,333	1,742	1,478	1,218	2,921	1,562	1,418	1,137	2,704	1,778	1,328	1,153	3,591	1,505	1,556	1,273
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,422	0,118	0,155	0,118	0,271	0,084	0,102	0,079	0,336	0,155	0,170	0,134	0,499	0,155	0,185	0,143
<i>2. Test Sonucu</i>	0,809	0,507	0,436	0,344	0,734	0,490	0,431	0,353	0,695	0,541	0,404	0,331	0,928	0,452	0,446	0,378
<i>5. Test Sonucu</i>	2,154	0,783	0,983	0,746	2,166	0,881	1,086	0,843	1,752	0,773	0,931	0,727	2,467	0,857	1,069	0,862
<i>10. Test Sonucu</i>	1,183	1,039	0,605	0,531	1,117	1,039	0,576	0,549	1,169	1,120	0,598	0,546	1,201	0,956	0,567	0,551
<i>15. Test Sonucu</i>	1,762	1,103	0,875	0,706	1,591	1,039	0,847	0,708	1,548	1,151	0,844	0,702	1,897	0,969	0,889	0,762
<i>20. Test Sonucu</i>	1,727	1,132	0,824	0,680	1,525	1,050	0,784	0,672	1,525	1,188	0,786	0,675	1,798	0,979	0,812	0,708

Çizelge 4.3. Yeşil boyarmadde ile boyanmış kumaşlarda yıkama haslıği testleri sonrası meydana gelen renk farkları

	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,540	1,535	0,627	0,605	1,540	1,538	0,601	0,590	1,545	1,543	0,607	0,597	1,529	1,525	0,649	0,610
<i>2. Test Sonucu</i>	1,847	1,660	0,955	0,806	1,874	1,616	0,863	0,777	1,861	1,644	0,868	0,782	1,845	1,627	1,042	0,862
<i>5. Test Sonucu</i>	1,694	1,619	0,912	0,742	1,671	1,575	0,754	0,676	1,678	1,596	0,773	0,689	1,700	1,586	1,021	0,813
<i>10. Test Sonucu</i>	2,394	2,162	1,217	1,036	2,424	2,079	1,110	1,004	2,403	2,115	1,125	1,011	2,384	2,111	1,227	1,064
<i>15. Test Sonucu</i>	2,986	2,749	1,386	1,244	2,733	2,143	1,373	1,185	2,968	2,661	1,365	1,234	3,243	2,728	1,607	1,445
<i>20. Test Sonucu</i>	4,116	3,790	1,976	1,730	4,153	3,692	1,870	1,693	4,139	3,745	1,877	1,706	4,075	3,715	2,024	1,772
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,865	0,811	0,385	0,389	0,923	0,852	0,417	0,407	0,930	0,857	0,420	0,415	0,880	0,823	0,400	0,398
<i>2. Test Sonucu</i>	0,899	0,799	0,409	0,406	0,927	0,791	0,414	0,404	0,911	0,808	0,409	0,406	0,838	0,766	0,381	0,379
<i>5. Test Sonucu</i>	1,425	1,294	0,720	0,659	1,445	1,274	0,659	0,634	1,439	1,305	0,663	0,644	1,419	1,276	0,793	0,689
<i>10. Test Sonucu</i>	1,697	1,412	0,867	0,782	1,767	1,364	0,841	0,771	1,731	1,392	0,838	0,776	1,670	1,379	0,850	0,778
<i>15. Test Sonucu</i>	2,686	2,299	1,277	1,214	2,770	2,223	1,269	1,201	2,723	2,263	1,270	1,211	2,631	2,261	1,231	1,192
<i>20. Test Sonucu</i>	3,414	3,314	1,505	1,516	3,397	3,254	1,470	1,474	3,403	3,281	1,485	1,497	3,387	3,290	1,470	1,492
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,198	1,166	0,544	0,584	1,222	1,183	0,554	0,583	1,245	1,200	0,564	0,600	1,204	1,174	0,551	0,585
<i>2. Test Sonucu</i>	0,661	0,535	0,314	0,309	0,698	0,529	0,319	0,308	0,670	0,550	0,312	0,309	0,619	0,530	0,291	0,292
<i>5. Test Sonucu</i>	1,796	1,568	0,849	0,852	1,833	1,521	0,828	0,826	1,806	1,566	0,830	0,841	1,755	1,547	0,821	0,832
<i>10. Test Sonucu</i>	2,212	2,019	1,027	1,057	2,227	1,941	1,001	1,017	2,209	1,975	1,010	1,035	2,193	2,007	1,014	1,044
<i>15. Test Sonucu</i>	2,368	1,892	1,151	1,106	2,471	1,805	1,139	1,080	2,416	1,845	1,142	1,094	2,324	1,858	1,100	1,081
<i>20. Test Sonucu</i>	2,293	2,003	1,121	1,096	2,331	1,946	1,076	1,056	2,313	1,982	1,085	1,076	2,252	1,966	1,073	1,069

Çizelge 4.4. Siyah boyarmadde ile boyanmış kumaşlarda yıkama haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları

	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,124	0,121	0,176	0,121	0,137	0,133	0,181	0,131	0,138	0,135	0,200	0,134	0,150	0,141	0,197	0,150
<i>2. Test Sonucu</i>	0,218	0,217	0,137	0,135	0,252	0,252	0,114	0,125	0,210	0,210	0,096	0,105	0,174	0,160	0,228	0,224
<i>5. Test Sonucu</i>	0,764	0,763	0,424	0,421	0,748	0,748	0,384	0,389	0,748	0,747	0,396	0,391	0,761	0,755	0,472	0,455
<i>10. Test Sonucu</i>	1,309	1,308	0,639	0,667	1,236	1,235	0,597	0,625	1,290	1,290	0,634	0,654	1,294	1,291	0,656	0,672
<i>15. Test Sonucu</i>	1,636	1,634	0,838	0,855	1,596	1,594	0,802	0,818	1,587	1,586	0,838	0,826	1,603	1,598	0,854	0,849
<i>20. Test Sonucu</i>	2,426	2,424	1,263	1,269	2,395	2,392	1,217	1,228	2,383	2,380	1,254	1,232	2,399	2,389	1,319	1,302
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,904	0,904	0,553	0,401	0,925	0,922	0,568	0,418	0,923	0,921	0,575	0,415	0,922	0,921	0,568	0,418
<i>2. Test Sonucu</i>	0,956	0,956	0,628	0,449	1,088	1,073	0,749	0,652	1,539	1,537	0,915	0,674	1,279	1,278	0,733	0,548
<i>5. Test Sonucu</i>	1,607	1,607	0,906	0,669	1,622	1,621	0,922	0,682	1,606	1,606	0,912	0,668	1,600	1,600	0,900	0,668
<i>10. Test Sonucu</i>	1,966	1,966	1,114	0,828	1,966	1,965	1,115	0,828	1,960	1,960	1,115	0,820	1,971	1,971	1,115	0,833
<i>15. Test Sonucu</i>	2,783	2,783	1,580	1,173	2,797	2,796	1,596	1,186	2,783	2,783	1,580	1,173	2,797	2,796	1,596	1,186
<i>20. Test Sonucu</i>	2,213	2,212	1,336	0,977	2,268	2,264	1,372	1,015	2,252	2,248	1,375	1,002	2,223	2,222	1,318	0,973
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,638	0,621	0,772	0,523	0,701	0,656	0,798	0,570	0,706	0,656	0,828	0,575	0,679	0,667	0,872	0,623
<i>2. Test Sonucu</i>	1,166	1,149	1,173	0,763	1,175	1,140	1,117	0,760	1,178	1,136	1,147	0,759	1,223	1,209	1,363	0,995
<i>5. Test Sonucu</i>	1,443	1,431	1,273	0,823	1,437	1,406	1,219	0,798	1,433	1,398	1,263	0,815	1,455	1,445	1,406	0,977
<i>10. Test Sonucu</i>	2,405	2,398	1,790	1,074	2,385	2,368	1,768	1,074	2,378	2,358	1,796	1,079	2,376	2,371	1,844	1,157
<i>15. Test Sonucu</i>	2,773	2,770	1,962	1,177	2,741	2,730	1,928	1,138	2,728	2,717	1,943	1,136	2,734	2,732	1,993	1,234
<i>20. Test Sonucu</i>	2,523	2,517	1,855	1,136	2,493	2,475	1,817	1,107	2,483	2,466	1,830	1,094	2,493	2,488	1,924	1,244

Çizelge 4.5. Sarı boyarmadde ile boyanmış kumaşlarda yıkama haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları

	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
Orj 1																
<u>1. Test Sonucu</u>	3,681	1,388	1,952	1,585	3,841	1,462	2,131	1,690	3,492	1,232	1,678	1,300	4,116	1,432	1,806	1,444
<u>2. Test Sonucu</u>	3,996	1,557	1,895	1,533	4,207	1,658	2,059	1,627	3,955	1,534	1,705	1,323	4,533	1,749	1,848	1,468
<u>5. Test Sonucu</u>	4,273	1,530	2,181	1,769	4,447	1,591	2,358	1,867	4,085	1,328	1,888	1,460	4,774	1,538	2,039	1,623
<u>10. Test Sonucu</u>	6,029	2,050	2,770	2,244	6,292	2,141	2,940	2,324	6,071	1,973	2,523	1,955	6,719	2,170	2,627	2,074
<u>15. Test Sonucu</u>	6,451	2,007	2,778	2,237	6,693	2,012	2,880	2,260	6,552	1,854	2,576	1,987	7,123	1,999	2,673	2,087
<u>20. Test Sonucu</u>	3,333	1,248	1,684	1,362	3,550	1,353	1,903	1,506	3,223	1,158	1,496	1,157	3,767	1,352	1,617	1,288
Orj 2																
<u>1. Test Sonucu</u>	2,123	1,055	1,061	0,889	2,322	1,161	1,184	0,971	1,827	0,988	0,915	0,736	2,457	1,224	1,072	0,874
<u>2. Test Sonucu</u>	2,620	1,218	1,009	0,806	2,854	1,339	1,095	0,858	3,101	1,416	1,477	1,171	2,983	1,420	1,073	0,832
<u>5. Test Sonucu</u>	2,852	0,891	1,158	0,907	3,053	0,985	1,267	0,980	2,632	0,822	1,036	0,775	3,202	1,030	1,174	0,884
<u>10. Test Sonucu</u>	4,404	1,461	1,753	1,377	4,691	1,607	1,929	1,500	4,254	1,465	1,620	1,216	4,879	1,678	1,717	1,284
<u>15. Test Sonucu</u>	5,662	1,393	2,019	1,508	5,901	1,452	2,114	1,558	5,593	1,327	1,909	1,363	6,134	1,468	1,994	1,405
<u>20. Test Sonucu</u>	4,331	1,196	1,756	1,373	4,530	1,270	1,905	1,476	4,067	1,061	1,575	1,168	4,719	1,222	1,674	1,234
Orj 3																
<u>1. Test Sonucu</u>	3,564	1,208	1,642	1,342	3,680	1,206	1,765	1,421	2,958	0,994	1,380	1,077	3,795	0,986	1,512	1,164
<u>2. Test Sonucu</u>	3,469	1,029	1,474	1,173	3,590	1,032	1,575	1,238	2,989	0,840	1,261	0,957	3,743	0,893	1,394	1,042
<u>5. Test Sonucu</u>	4,128	1,266	1,622	1,265	4,250	1,244	1,734	1,340	3,689	1,087	1,429	1,066	4,379	1,026	1,526	1,106
<u>10. Test Sonucu</u>	6,429	1,682	2,520	1,964	6,687	1,759	2,739	2,126	5,902	1,429	2,253	1,669	6,913	1,575	2,374	1,720
<u>15. Test Sonucu</u>	5,925	1,520	2,117	1,586	6,096	1,495	2,229	1,657	5,578	1,305	1,935	1,383	6,301	1,303	2,032	1,409
<u>20. Test Sonucu</u>	5,608	1,754	2,146	1,668	5,756	1,717	2,280	1,757	5,120	1,512	1,907	1,413	5,901	1,399	2,000	1,436

Emdirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda yıkama haslığı testleri sonucunda renk değişimleri incelendiğinde;

Çizelge 4.1., Çizelge 4.2, Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4.'te de görüldüğü üzere mavi, kırmızı, yeşil ve siyah boyarmadde ile boyanmış kumaşlarda tüm aydınlatıcılar için en düşük renk farklarının CIEDE2000, en yüksek renk farklarının ise CIELAB formülasyonu sonucu ortaya çıktığı gözlenmiştir. Ancak sarı boyarmadde için Çizelge 4.5.'te görüldüğü gibi düşük ve orta konsantrasyonlarda en yüksek renk farkı CIELAB, en düşük renk farkının CIEDE200 formülasyonuna göre elde edilirken, yüksek konsantrasyonlarda yapılan boyama için en düşük renk farkının CIE94 formülasyonuna göre ortaya çıktığı tespit edilmiştir.

Mavi, kırmızı, siyah ve yeşil boyarmaddeler incelendiğinde boyarmaddenin konsantrasyonu arttıkça kumaşlarda meydana gelen renk farklarının azaldığı tespit edilmiştir.

4.1.3.2. Çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda meydana gelen renk farkları

Çizelge 4.6. Mavi boyarmadde ile boyanmış kumaşlarda yıkama haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları

	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,450	1,352	0,762	0,715	1,524	1,450	0,702	0,660	1,534	1,464	0,690	0,655	1,515	1,405	0,648	0,610
<i>2. Test Sonucu</i>	1,080	0,893	0,560	0,509	1,259	1,040	0,622	0,558	1,269	1,046	0,627	0,569	1,272	1,011	0,669	0,570
<i>5. Test Sonucu</i>	1,699	1,379	0,928	0,809	1,979	1,582	1,019	0,899	2,001	1,595	1,024	0,908	1,998	1,550	1,065	0,909
<i>10. Test Sonucu</i>	2,404	1,960	1,348	1,153	2,761	2,206	1,454	1,266	2,804	2,228	1,455	1,278	2,803	2,176	1,492	1,280
<i>15. Test Sonucu</i>	2,941	2,466	1,558	1,367	3,361	2,755	1,695	1,510	3,406	2,787	1,709	1,527	3,402	2,724	1,735	1,519
<i>20. Test Sonucu</i>	3,349	2,749	1,806	1,594	3,817	3,079	1,963	1,741	3,854	3,099	1,964	1,755	3,923	3,060	2,009	1,781
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,450	1,340	0,715	0,691	1,545	1,402	0,738	0,722	1,561	1,409	0,736	0,716	1,483	1,363	0,719	0,712
<i>2. Test Sonucu</i>	1,722	1,157	1,056	0,826	1,876	1,172	0,983	0,725	1,861	1,136	0,936	0,651	1,705	1,080	0,927	0,715
<i>5. Test Sonucu</i>	3,196	2,345	1,866	1,532	3,433	2,400	1,752	1,402	3,437	2,369	1,698	1,311	3,240	2,281	1,675	1,390
<i>10. Test Sonucu</i>	3,681	3,194	1,844	1,688	4,057	3,408	1,941	1,794	4,063	3,394	1,916	1,758	3,924	3,311	1,855	1,774
<i>15. Test Sonucu</i>	2,691	2,295	1,398	1,254	2,924	2,419	1,416	1,285	2,931	2,410	1,396	1,252	2,810	2,343	1,359	1,270
<i>20. Test Sonucu</i>	2,769	2,621	1,257	1,280	3,000	2,779	1,382	1,416	3,034	2,800	1,398	1,430	3,019	2,768	1,381	1,431
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,537	1,381	0,886	0,795	1,489	1,349	0,829	0,678	1,468	1,337	0,805	0,648	1,438	1,306	0,828	0,668
<i>2. Test Sonucu</i>	1,715	1,564	0,956	0,833	1,852	1,621	1,006	0,774	1,727	1,570	0,932	0,722	1,653	1,529	0,920	0,724
<i>5. Test Sonucu</i>	1,985	1,697	1,129	0,943	2,054	1,729	1,109	0,835	2,026	1,704	1,074	0,787	1,925	1,657	1,056	0,810
<i>10. Test Sonucu</i>	3,609	3,420	1,913	1,687	3,793	3,549	2,036	1,614	3,759	3,522	2,007	1,571	3,642	3,457	1,960	1,565
<i>15. Test Sonucu</i>	2,925	2,412	1,660	1,358	3,072	2,472	1,630	1,199	3,059	2,448	1,597	1,139	2,895	2,373	1,552	1,183
<i>20. Test Sonucu</i>	2,265	2,236	1,156	1,036	2,396	2,336	1,281	1,025	2,395	2,335	1,281	1,017	2,347	2,302	1,253	1,009

Çizelge 4.7. Kırmızı boyarmadde ile boyanmış kumaşlarda yıkama haslıği testleri sonrası meydana gelen renk farkları

	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	4,611	3,224	2,106	1,815	4,230	2,933	2,086	1,721	3,944	3,241	1,813	1,636	4,910	2,966	2,335	2,022
<i>2. Test Sonucu</i>	5,510	3,544	2,563	2,191	5,089	3,223	2,543	2,089	4,530	3,472	2,200	1,951	5,830	3,253	2,836	2,453
<i>5. Test Sonucu</i>	6,485	4,182	2,957	2,564	6,013	3,792	2,928	2,445	5,385	4,097	2,565	2,313	6,723	3,812	3,226	2,821
<i>10. Test Sonucu</i>	8,443	4,579	3,726	3,334	7,929	4,111	3,619	3,170	6,793	4,368	3,231	3,043	8,231	4,040	3,808	3,454
<i>15. Test Sonucu</i>	7,518	4,776	3,355	2,957	6,972	4,323	3,266	2,794	6,240	4,657	2,918	2,684	7,554	4,285	3,536	3,146
<i>20. Test Sonucu</i>	7,470	4,991	3,292	2,918	6,885	4,519	3,177	2,733	6,314	4,910	2,880	2,663	7,445	4,478	3,437	3,063
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,155	1,095	0,514	0,549	1,217	1,192	0,534	0,568	1,369	1,340	0,648	0,672	1,224	1,021	0,500	0,491
<i>2. Test Sonucu</i>	1,679	1,350	0,757	0,733	1,424	1,368	0,653	0,667	1,604	1,540	0,718	0,765	1,845	1,202	0,771	0,689
<i>5. Test Sonucu</i>	3,087	1,505	1,300	1,076	2,620	1,319	1,225	0,983	2,486	1,621	1,118	1,020	3,388	1,287	1,376	1,115
<i>10. Test Sonucu</i>	2,961	2,355	1,329	1,278	2,533	2,244	1,193	1,147	2,818	2,618	1,264	1,315	3,128	2,094	1,313	1,181
<i>15. Test Sonucu</i>	2,922	2,098	1,335	1,214	2,480	1,968	1,217	1,095	2,613	2,281	1,212	1,202	3,156	1,839	1,360	1,175
<i>20. Test Sonucu</i>	3,046	2,419	1,379	1,318	2,609	2,325	1,231	1,185	2,871	2,666	1,296	1,341	3,223	2,153	1,369	1,228
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,084	0,784	0,510	0,418	1,568	1,038	0,716	0,612	1,365	1,043	0,740	0,601	1,071	0,858	0,507	0,490
<i>2. Test Sonucu</i>	1,122	0,930	0,528	0,447	1,556	1,147	0,689	0,612	1,360	1,152	0,688	0,579	1,057	0,979	0,482	0,499
<i>5. Test Sonucu</i>	1,307	1,276	0,679	0,585	1,559	1,413	0,745	0,694	1,580	1,546	0,813	0,704	1,281	1,260	0,602	0,635
<i>10. Test Sonucu</i>	1,919	1,637	1,014	0,843	1,836	1,683	0,990	0,889	1,980	1,937	1,029	0,890	2,055	1,484	0,936	0,880
<i>15. Test Sonucu</i>	2,117	2,036	1,120	0,960	2,347	2,181	1,164	1,085	2,314	2,283	1,197	1,041	2,068	1,990	1,001	1,037
<i>20. Test Sonucu</i>	2,286	2,238	1,197	1,036	2,460	2,368	1,218	1,153	2,563	2,560	1,322	1,157	2,253	2,152	1,062	1,107

Çizelge 4.8. Yeşil boyarmadde ile boyanmış kumaşlarda yıkama haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları

	D 65				TL84				D 65				TL84			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,334	1,035	1,132	0,769	1,474	1,039	1,149	0,840	1,419	1,043	1,123	0,827	1,360	1,055	1,323	0,894
<i>2. Test Sonucu</i>	1,076	0,931	0,859	0,572	1,134	0,901	0,822	0,596	1,110	0,912	0,805	0,590	1,102	0,934	1,025	0,682
<i>5. Test Sonucu</i>	2,199	1,795	1,904	1,252	2,341	1,761	1,864	1,315	2,286	1,774	1,818	1,306	2,267	1,832	2,316	1,509
<i>10. Test Sonucu</i>	2,118	1,884	1,237	0,983	2,201	1,855	1,231	1,052	2,153	1,882	1,200	1,017	2,072	1,859	1,392	1,041
<i>15. Test Sonucu</i>	2,427	2,120	1,405	1,151	2,537	2,102	1,412	1,241	2,467	2,131	1,366	1,187	2,353	2,092	1,574	1,192
<i>20. Test Sonucu</i>	3,247	2,786	1,960	1,590	3,399	2,753	1,992	1,713	3,307	2,786	1,941	1,657	3,151	2,747	2,126	1,638
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,236	0,879	1,007	0,694	1,373	0,883	1,028	0,736	1,335	0,893	1,039	0,749	1,251	0,899	1,169	0,792
<i>2. Test Sonucu</i>	1,413	1,343	0,761	0,679	1,413	1,296	0,743	0,671	1,409	1,310	0,761	0,685	1,400	1,321	0,775	0,691
<i>5. Test Sonucu</i>	2,007	1,759	1,371	1,042	2,062	1,710	1,273	1,028	2,034	1,743	1,287	1,042	2,021	1,763	1,731	1,207
<i>10. Test Sonucu</i>	2,671	2,520	1,474	1,286	2,694	2,470	1,391	1,269	2,684	2,504	1,414	1,289	2,646	2,492	1,700	1,370
<i>15. Test Sonucu</i>	3,005	2,887	1,506	1,406	3,033	2,862	1,436	1,397	3,033	2,904	1,453	1,417	2,971	2,863	1,726	1,475
<i>20. Test Sonucu</i>	3,565	3,187	1,933	1,723	3,662	3,131	1,934	1,753	3,608	3,183	1,940	1,765	3,468	3,150	2,048	1,755
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	2,629	2,412	1,690	1,335	2,776	2,494	1,672	1,375	2,793	2,512	1,726	1,395	2,778	2,532	1,876	1,470
<i>2. Test Sonucu</i>	2,505	2,418	1,548	1,264	2,578	2,472	1,484	1,274	2,603	2,492	1,537	1,288	2,647	2,529	1,746	1,394
<i>5. Test Sonucu</i>	2,683	2,674	1,355	1,276	2,709	2,701	1,354	1,300	2,759	2,753	1,407	1,312	2,703	2,702	1,353	1,282
<i>10. Test Sonucu</i>	3,541	3,475	1,982	1,740	3,654	3,565	1,991	1,795	3,696	3,600	2,051	1,806	3,663	3,572	2,073	1,819
<i>15. Test Sonucu</i>	3,514	3,460	1,998	1,740	3,665	3,590	2,022	1,810	3,726	3,641	2,108	1,835	3,626	3,550	2,006	1,787
<i>20. Test Sonucu</i>	3,057	3,030	1,667	1,495	3,729	3,710	1,925	1,818	3,771	3,756	1,981	1,823	3,777	3,756	2,062	1,863

Çizelge 4.9. Siyah boyarmadde ile boyanmış kumaşlarda yıkama haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları

	D 65				TL84				D 65				TL84			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,419	1,366	1,202	1,022	1,408	1,309	1,173	0,952	1,400	1,301	1,192	0,955	1,471	1,394	1,420	1,163
<i>2. Test Sonucu</i>	1,451	1,376	1,398	1,194	1,439	1,303	1,329	1,074	1,427	1,295	1,347	1,071	1,439	1,351	1,507	1,288
<i>5. Test Sonucu</i>	2,157	2,088	1,711	1,440	2,111	1,992	1,639	1,315	2,106	1,985	1,666	1,329	2,221	2,119	2,029	1,647
<i>10. Test Sonucu</i>	2,510	2,452	1,781	1,533	2,436	2,338	1,687	1,389	2,430	2,330	1,711	1,404	2,545	2,456	2,097	1,734
<i>15. Test Sonucu</i>	2,351	2,306	1,558	1,351	2,280	2,205	1,506	1,242	2,280	2,200	1,524	1,262	1,815	1,727	1,693	1,364
<i>20. Test Sonucu</i>	2,947	2,927	1,537	1,482	2,827	2,800	1,365	1,274	2,821	2,793	1,390	1,297	2,888	2,857	1,648	1,505
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,357	0,299	0,387	0,303	0,421	0,328	0,407	0,333	0,417	0,328	0,402	0,324	0,434	0,368	0,471	0,402
<i>2. Test Sonucu</i>	0,414	0,404	0,285	0,249	0,429	0,404	0,300	0,265	0,416	0,398	0,285	0,244	0,425	0,410	0,334	0,312
<i>5. Test Sonucu</i>	1,194	1,148	0,870	0,665	1,202	1,137	0,932	0,679	1,203	1,132	0,869	0,668	1,203	1,138	0,936	0,741
<i>10. Test Sonucu</i>	2,592	2,582	1,457	1,164	2,574	2,560	1,459	1,141	2,572	2,557	1,456	1,136	2,567	2,550	1,491	1,197
<i>15. Test Sonucu</i>	1,916	1,904	1,101	0,880	1,900	1,884	1,093	0,851	1,897	1,880	1,090	0,848	1,898	1,878	1,147	0,929
<i>20. Test Sonucu</i>	1,923	1,922	1,047	0,833	1,892	1,890	1,049	0,819	1,916	1,915	1,055	0,820	1,922	1,922	1,051	0,827
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,452	0,449	0,356	0,179	0,457	0,449	0,370	0,194	0,465	0,460	0,370	0,184	0,454	0,451	0,373	0,231
<i>2. Test Sonucu</i>	0,198	0,196	0,165	0,107	0,224	0,218	0,197	0,144	0,205	0,203	0,168	0,100	0,214	0,210	0,202	0,175
<i>5. Test Sonucu</i>	1,062	1,049	0,861	0,458	1,062	1,044	0,875	0,466	1,069	1,052	0,871	0,458	1,054	1,038	0,882	0,512
<i>10. Test Sonucu</i>	1,243	1,234	0,984	0,501	1,092	1,084	0,870	0,433	0,854	0,852	0,674	0,334	2,176	2,161	1,737	0,913
<i>15. Test Sonucu</i>	1,667	1,666	1,274	0,602	1,694	1,693	1,311	0,613	1,698	1,697	1,322	0,610	1,661	1,659	1,292	0,647
<i>20. Test Sonucu</i>	0,612	0,611	0,467	0,219	0,604	0,604	0,467	0,216	0,630	0,630	0,490	0,223	0,614	0,613	0,475	0,231

Çizelge 4.10. Sarı boyarmadde ile boyanmış kumaşlarda yıkama haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları

	D 65				TL84				D 65				TL84			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	5,450	2,345	3,176	2,581	5,637	2,272	2,970	2,387	5,696	2,242	2,778	2,267	6,141	2,426	2,921	2,460
<i>2. Test Sonucu</i>	5,447	2,430	3,366	2,703	5,588	2,341	3,153	2,496	7,451	2,800	3,483	2,911	6,179	2,516	3,082	2,578
<i>5. Test Sonucu</i>	6,237	2,574	3,449	2,852	6,507	2,487	3,283	2,680	6,540	2,435	3,093	2,560	6,489	2,661	3,187	2,677
<i>10. Test Sonucu</i>	6,741	2,807	3,786	3,130	7,032	2,707	3,585	2,929	7,084	2,656	3,379	2,801	7,592	2,870	3,552	3,030
<i>15. Test Sonucu</i>	7,424	3,045	4,027	3,373	7,802	2,982	3,829	3,174	7,883	2,961	3,665	3,077	8,369	3,168	3,831	3,299
<i>20. Test Sonucu</i>	8,857	3,504	4,510	3,882	9,418	3,399	4,390	3,737	9,502	3,369	4,268	3,669	9,875	3,529	4,392	3,850
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	4,193	1,329	1,858	1,490	4,424	1,425	2,020	1,593	3,969	1,211	1,649	1,254	4,640	1,414	1,769	1,358
<i>2. Test Sonucu</i>	4,465	1,381	1,961	1,569	4,684	1,470	2,120	1,669	4,190	1,233	1,734	1,316	4,949	1,453	1,879	1,440
<i>5. Test Sonucu</i>	5,462	1,471	2,083	1,608	5,712	1,524	2,175	1,648	5,393	1,378	1,941	1,429	5,608	1,543	2,025	1,522
<i>10. Test Sonucu</i>	5,145	1,546	2,236	1,788	5,393	1,627	2,419	1,904	4,863	1,354	1,986	1,505	5,665	1,563	2,132	1,628
<i>15. Test Sonucu</i>	6,471	1,827	2,597	2,046	6,706	1,834	2,743	2,124	6,254	1,578	2,361	1,764	7,046	1,713	2,495	1,863
<i>20. Test Sonucu</i>	7,369	2,060	2,870	2,250	7,647	2,038	3,014	2,320	7,228	1,790	2,649	1,972	7,973	1,882	2,763	2,051
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,724	0,511	0,766	0,616	3,403	2,944	1,347	1,211	1,372	0,394	0,626	0,483	1,966	0,547	0,795	0,614
<i>2. Test Sonucu</i>	2,669	0,737	1,107	0,873	2,750	0,747	1,155	0,897	2,251	0,591	0,935	0,706	2,962	0,746	1,102	0,824
<i>5. Test Sonucu</i>	3,158	0,715	1,068	0,764	3,227	0,696	1,078	0,756	2,915	0,620	0,961	0,662	3,539	0,818	1,246	0,906
<i>10. Test Sonucu</i>	3,467	0,889	1,327	1,016	3,603	0,910	1,413	1,073	3,097	0,747	1,171	0,859	3,779	0,860	1,305	0,940
<i>15. Test Sonucu</i>	4,422	1,070	1,518	1,106	4,560	1,040	1,576	1,134	4,076	0,942	1,380	0,972	4,759	0,976	1,530	1,052
<i>20. Test Sonucu</i>	6,107	1,433	2,103	1,541	6,328	1,440	2,221	1,621	5,782	1,266	1,953	1,378	6,530	1,329	2,072	1,420

Çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda yıkama haslığı testleri sonucunda renk değişimleri incelendiğinde;

Çizelge 4.6.'da gösterildiğı üzere mavi boyarmadde ile boyanmış kumaşlarda meydana gelen renk farklarının F2 aydınlatıcısı altında ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Mavi boyarmaddenin tüm konsantrasyonları için genel olarak en yüksek renk farklarının CIELAB, en düşük renk farklılıklarının ise CIEDE2000 formülasyonuna göre hesaplandığı tespit edilmiştir.

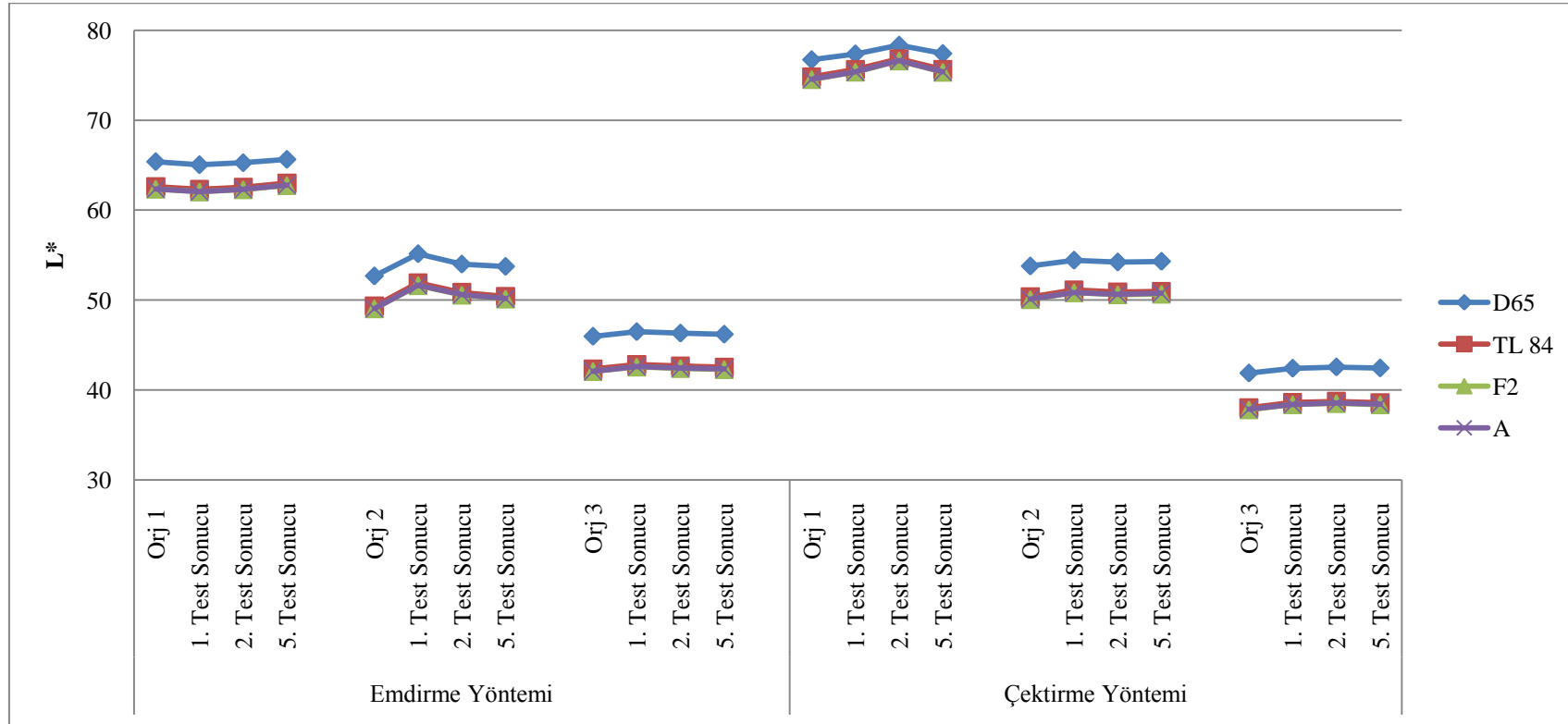
Benzer şekilde kırmızı, yeşil ve siyah boyarmaddeler ile boyanmış kumaşlar için de en yüksek renk farkının CIELAB, en düşük renk farkının ise CIEDE2000 formülasyonuna göre hesaplandığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.7., Çizelge 4.8., Çizelge 4.9.)

Çizelge 4.10'a bakıldığında ise sarı boyarmadde ile boyanmış kumaşlar için en düşük renk farkının genel olarak CIE94 formülasyonuna göre ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

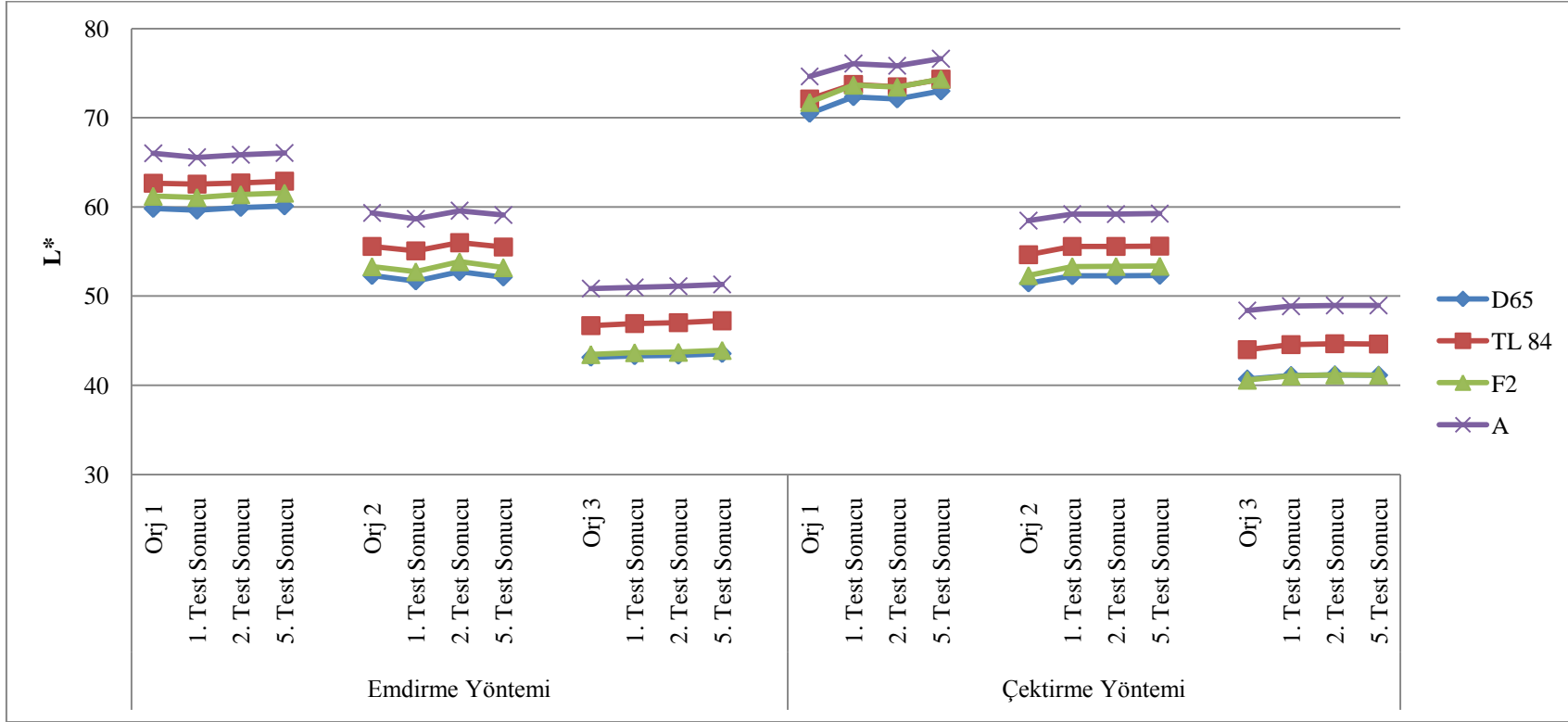
Genel olarak artan konsantrasyonlara bağılı olarak kumaşlarda meydana gelen renk farkının azaldığı gözlemlenmiştir.

4.2. Su haslığı testleri sonuçları

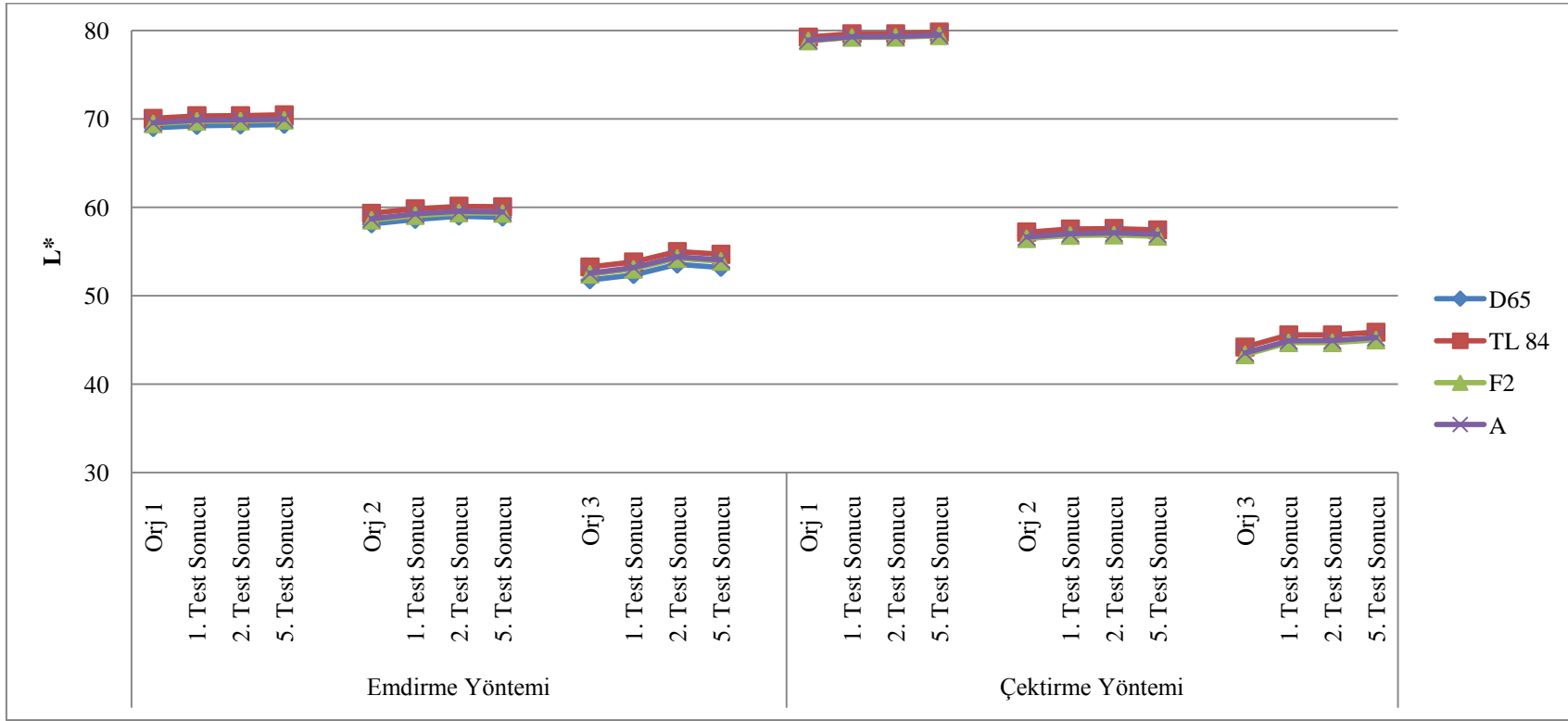
4.2.1. Su haslığı testleri sonrası kumaşlarda meydana gelen açıklık –koyuluk (L^*) değişimleri



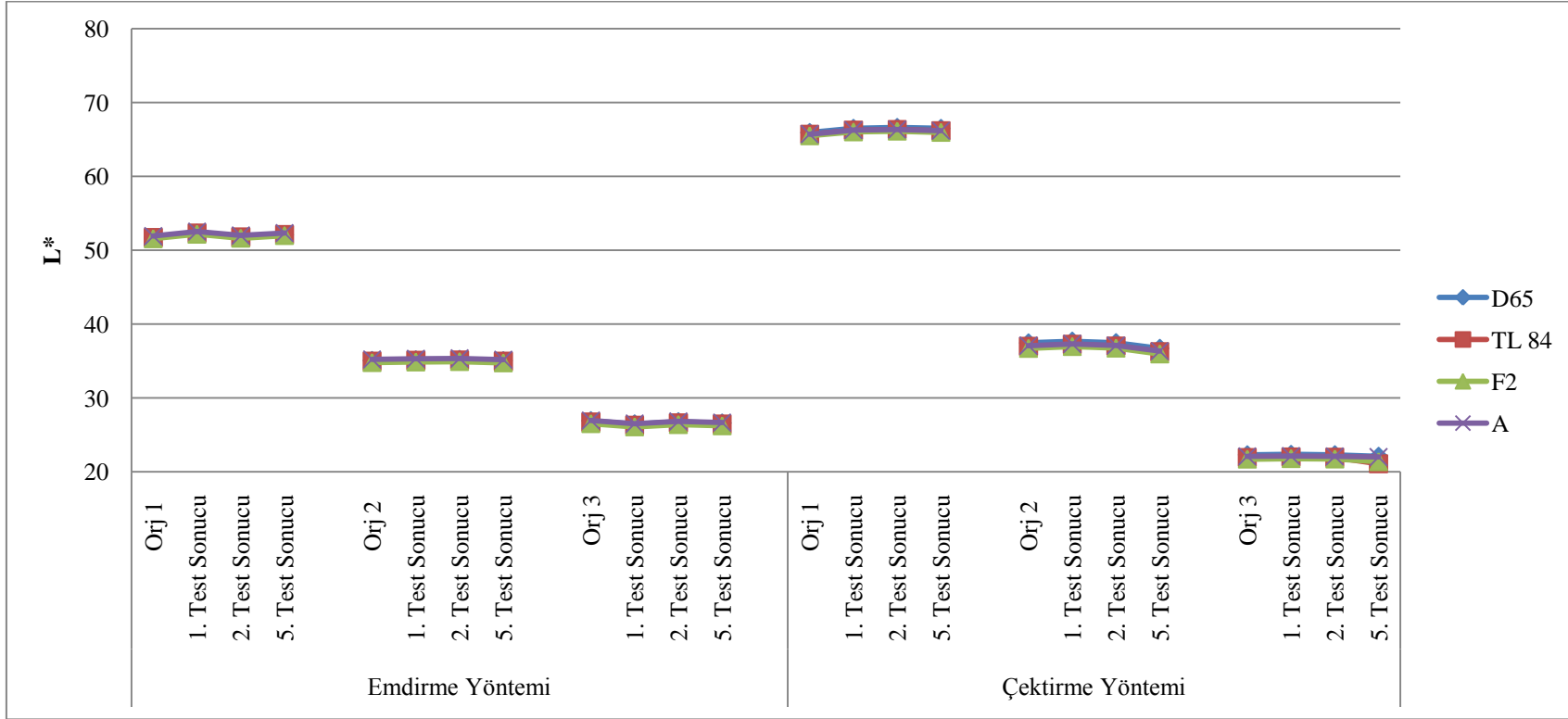
şekil 4.11. Mavi boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların su haslığı testleri sonrası L^* değerleri



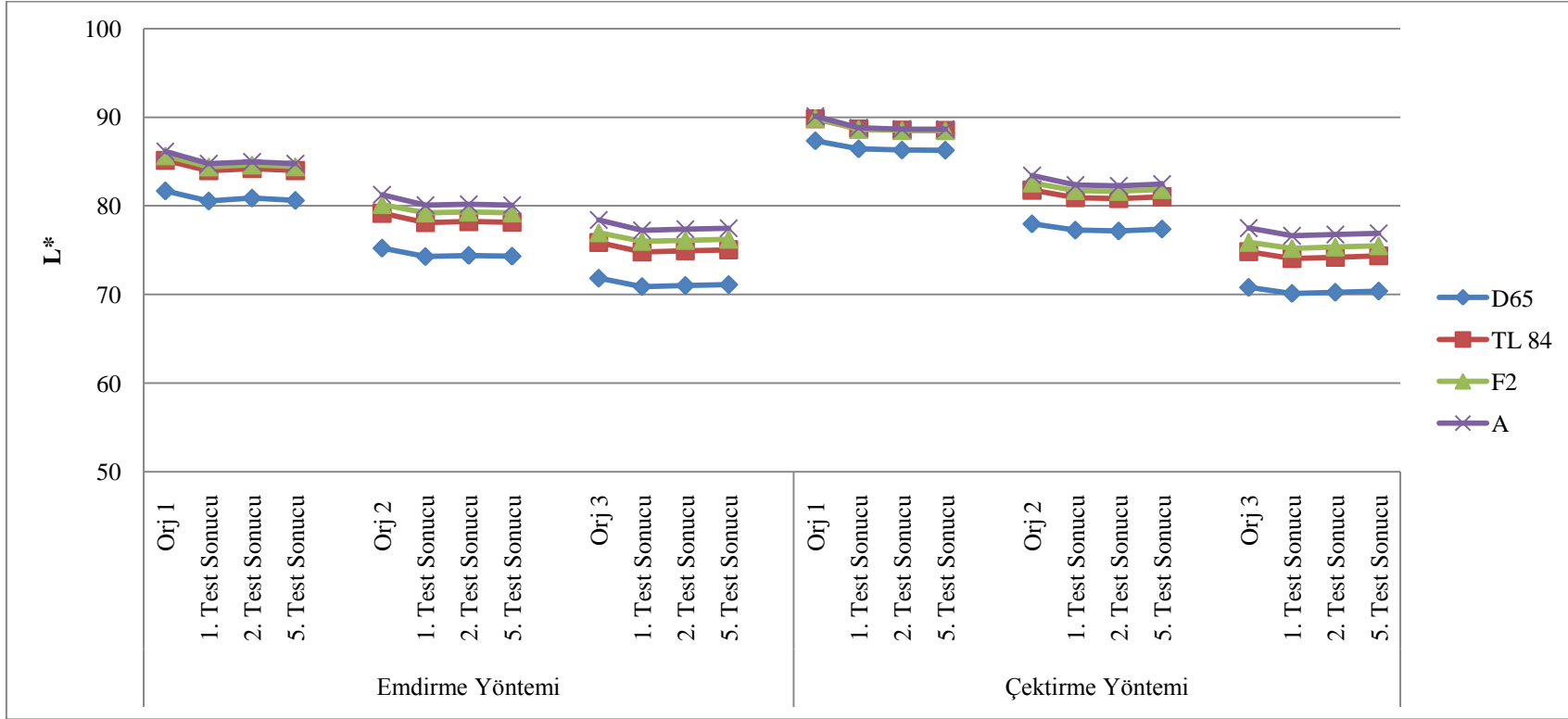
Şekil 4.12. Kırmızı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların su haslığı testleri sonrası L* değerleri



Şekil 4.13. Yeşil boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların su haslığı testleri sonrası L^* değerleri



Şekil 4.14. Siyah boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların su haslığı testleri sonrası L^* değerleri



Şekil 4.15. Sarı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların su haslığı testleri sonrası L* değerleri

Su haslığı testleri sonucunda L^* değişimleri incelendiğinde;

Şekil 4.11.'de görüldüğü üzere mavi boyarmadde ile emdirme ve çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşların L^* değerlerinin TL84, F2 ve A aydınlatıcıları altında benzer davranış gösterdikleri ancak en açık rengin D65 aydınlatıcısı altında görüldüğü tespit edilmiştir. Çektirme yöntemine göre orta ve düşük konsantrasyonlarda boyanan kumaşlarda L^* değişiminin ihmal edilebilir olduğu gözlenirken, düşük konsantrasyonda boyanan kumaşların renklerinin tekrar eden testlere bağlı olarak açıldığı tespit edilmiştir.

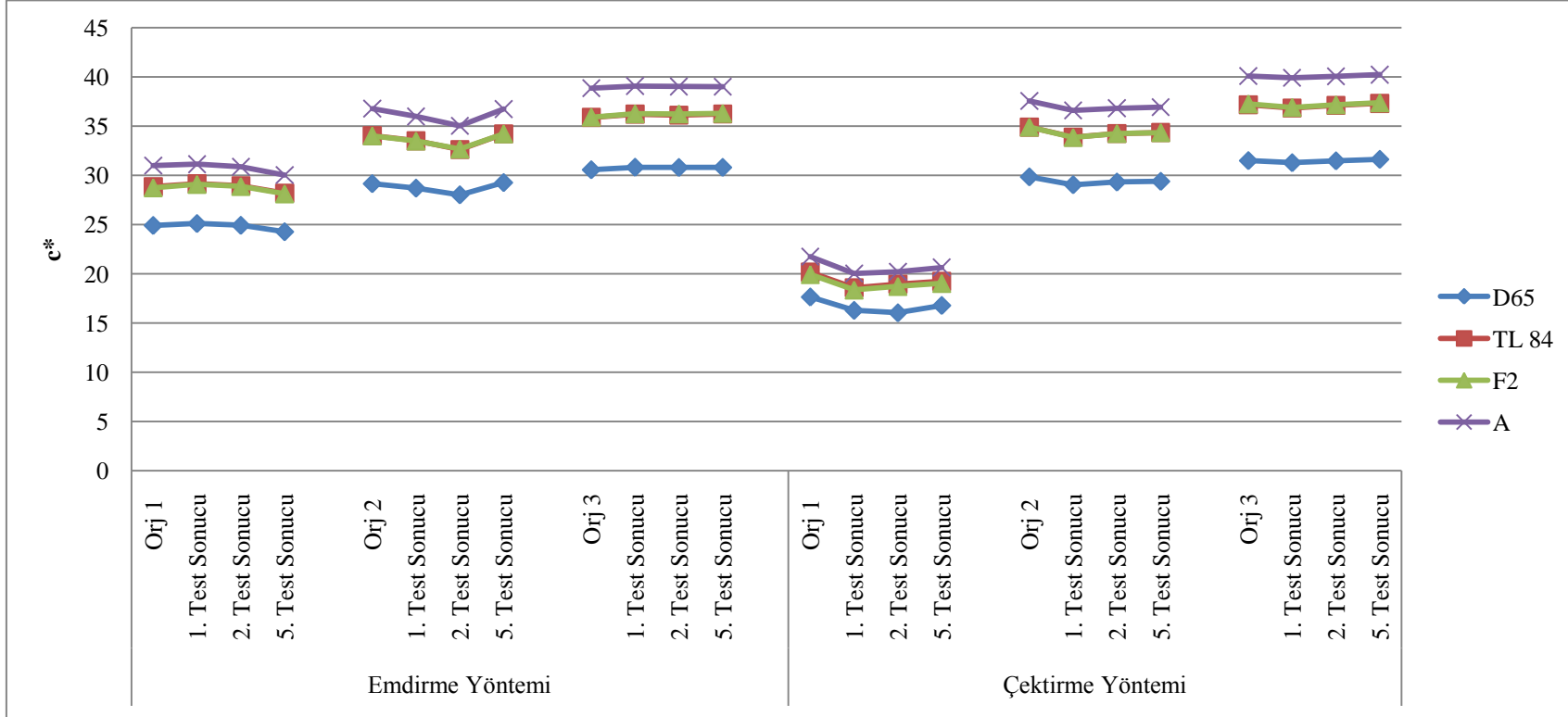
Şekil 4.12.'de görüldüğü üzere kırmızı boyarmaddeler emdirme ve çektirme yöntemine göre orta ve yüksek konsantrasyonlarda boyanmış kumaşların L^* değerlerinin birbirlerine yakın olduğu ancak düşük konsantrasyonda çektirme yöntemine göre yapılan boyama sonucu daha açık renklerin elde edildiği tespit edilmiştir. Tekrarlanan testlere bağlı olarak L^* değerlerinin arttığı ve en açık renklerin A aydınlatıcısı altında elde edildiği gözlemlenmiştir.

Yeşil boyarmadde ile boyanmış kumaşların L^* değerlerinin Şekil 4.13.'te görüldüğü üzere tüm aydınlatıcılar için aynı eğri ile temsil edilebileceği gözlemlenmiştir. Çektirme yöntemine göre düşük ve orta konsantrasyonda yapılan testler sonucu kumaşın açıklık ve koyuluğunda çok bir değişiklik gözlenmezken, yüksek konsantrasyonda boyanan kumaşlara yapılan ilk test sonucu rengin diğer konsantrasyonlara göre daha çok açıldığı tespit edilmiştir.

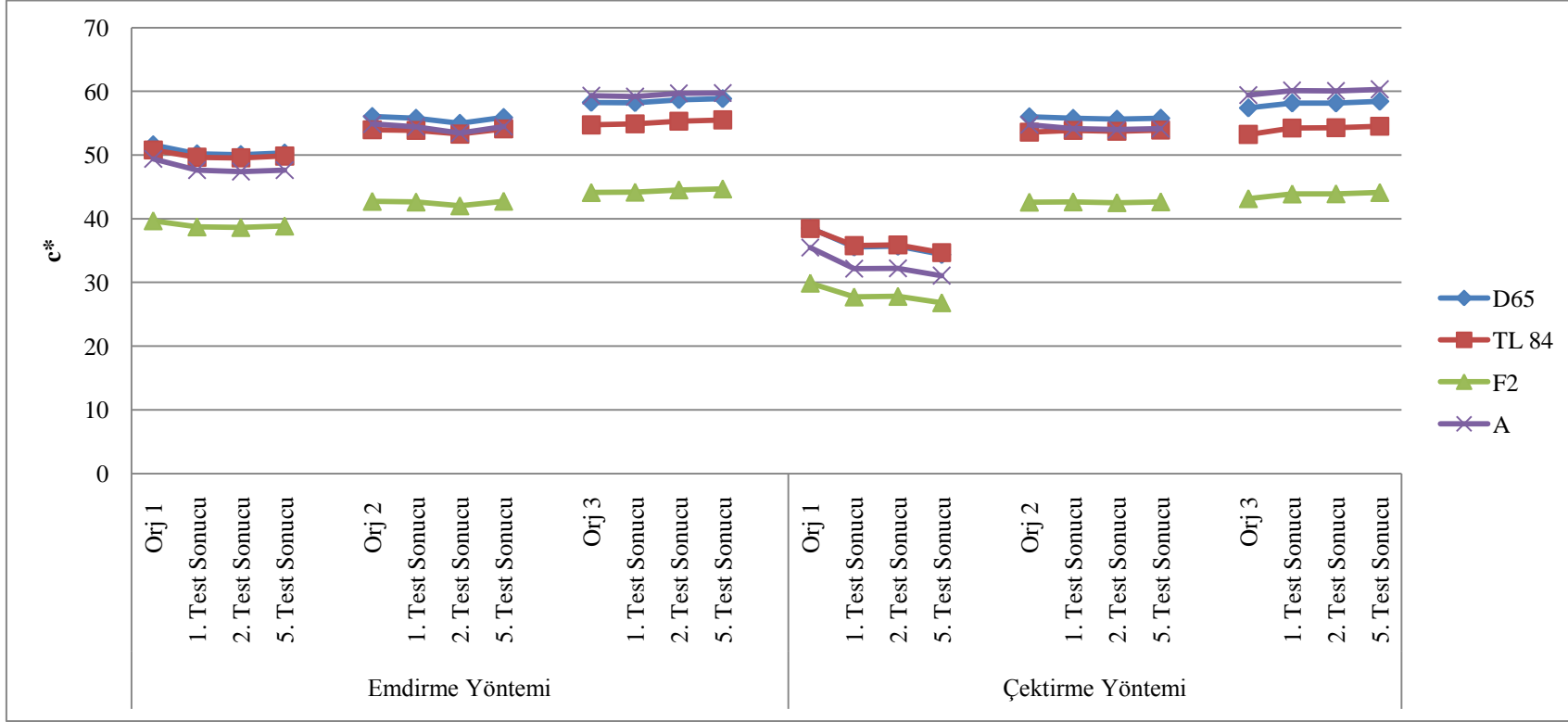
Siyah boyarmadde ile emdirme ve çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşların L^* değerlerinin Şekil 4.14.'te görüldüğü üzere, tüm aydınlatıcıların için benzer davranış gösterdiği gözlemlenmiştir. Orta konsantrasyonlarda boyanan kumaşın testler sonucu elde edilen L^* değerlerinin benzer olduğu gözlemlenirken, çektirme yöntemine göre düşük konsantrasyonda yapılan boyama sonrası elde edilen rengin emdirme yöntemine göre daha açık, yüksek konsantrasyonda yapılan boyama sonrası elde edilen rengin ise daha koyu olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 4.15.'te görüldüğü üzere sarı boyarmadde ile boyanan kumaşların L^* değerlerini tekrar eden testlere bağlı olarak azaldığı gözlemlenmiştir.

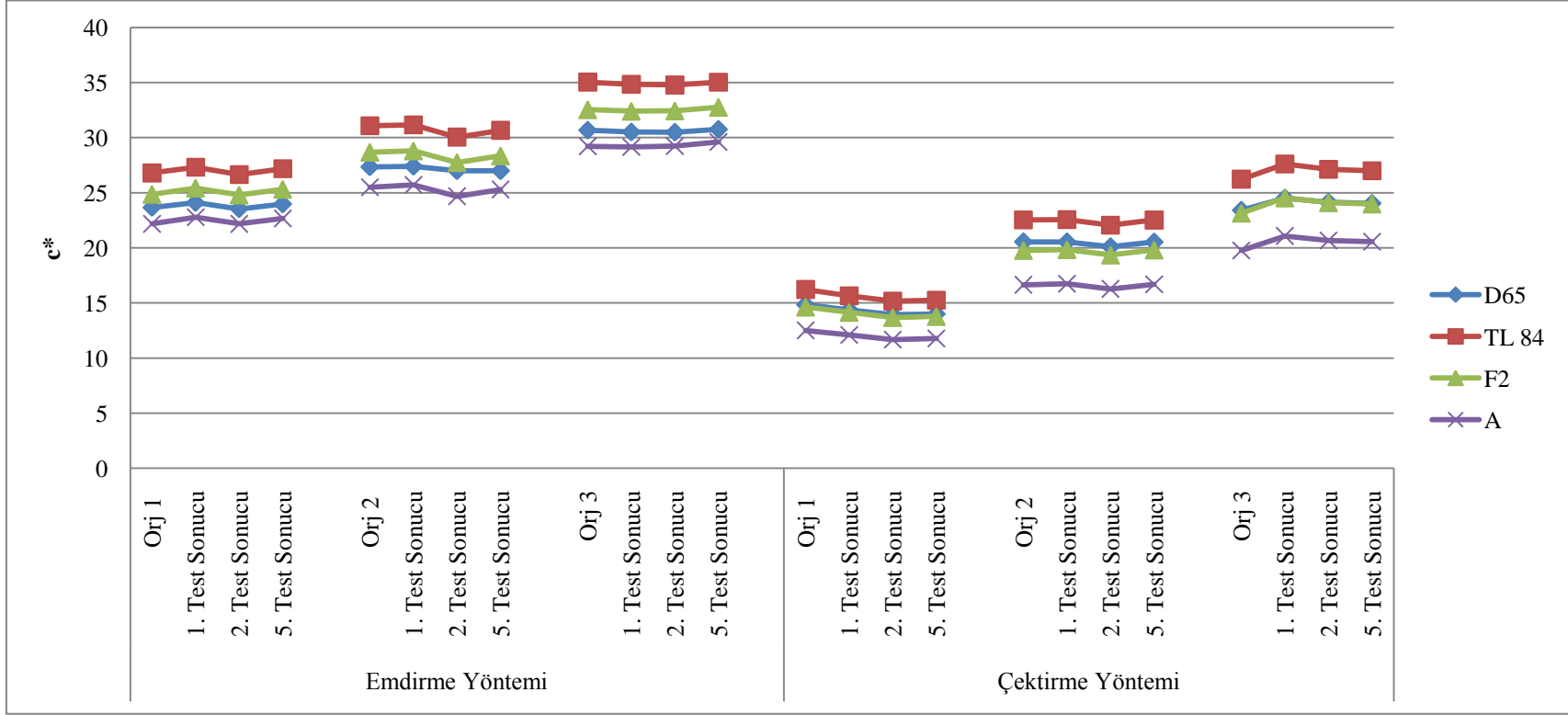
4.2.2. Su haslığı testleri sonrası kumaşlarda meydana gelen doygunluk (kroma) (C*) değişimleri



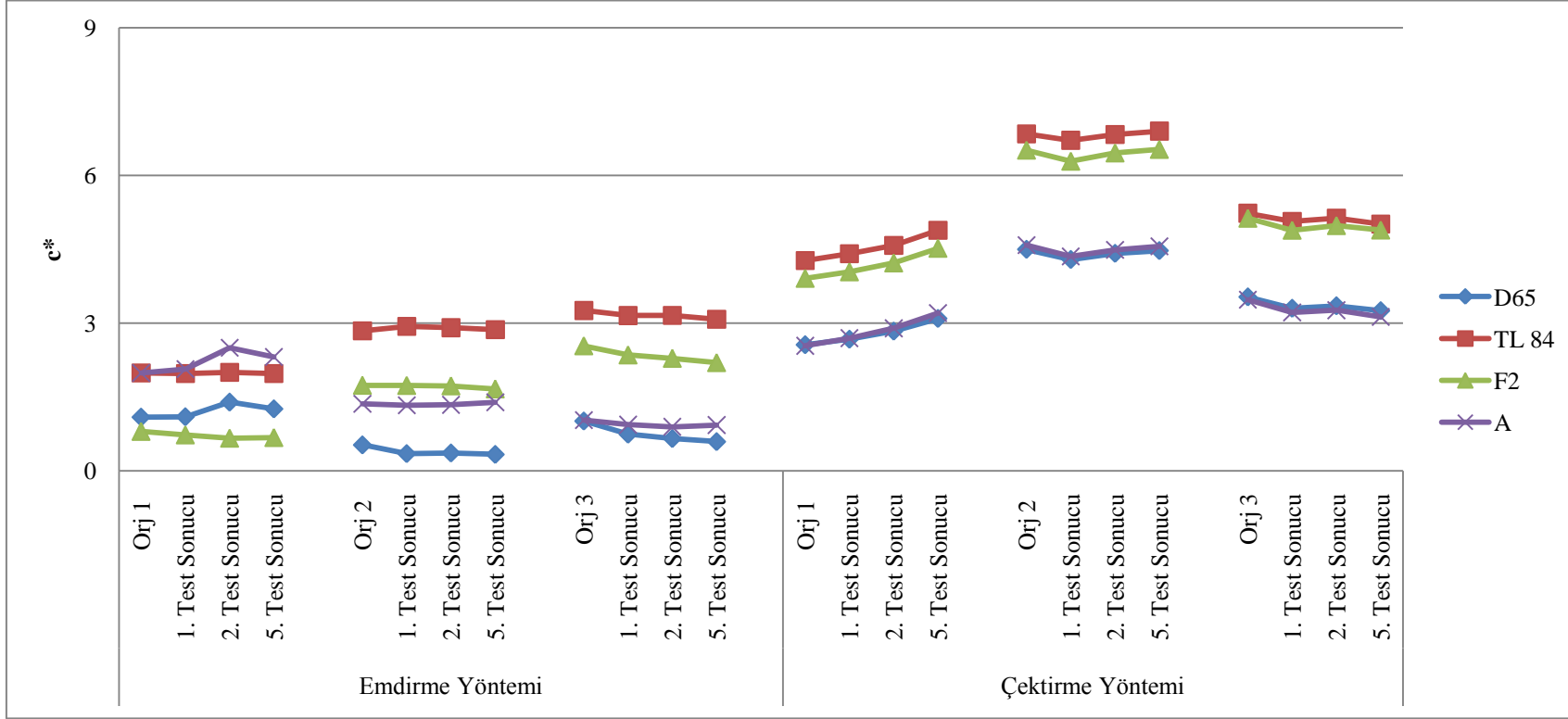
Şekil 4.16. Mavi boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların su haslığı testleri sonrası C* değerleri



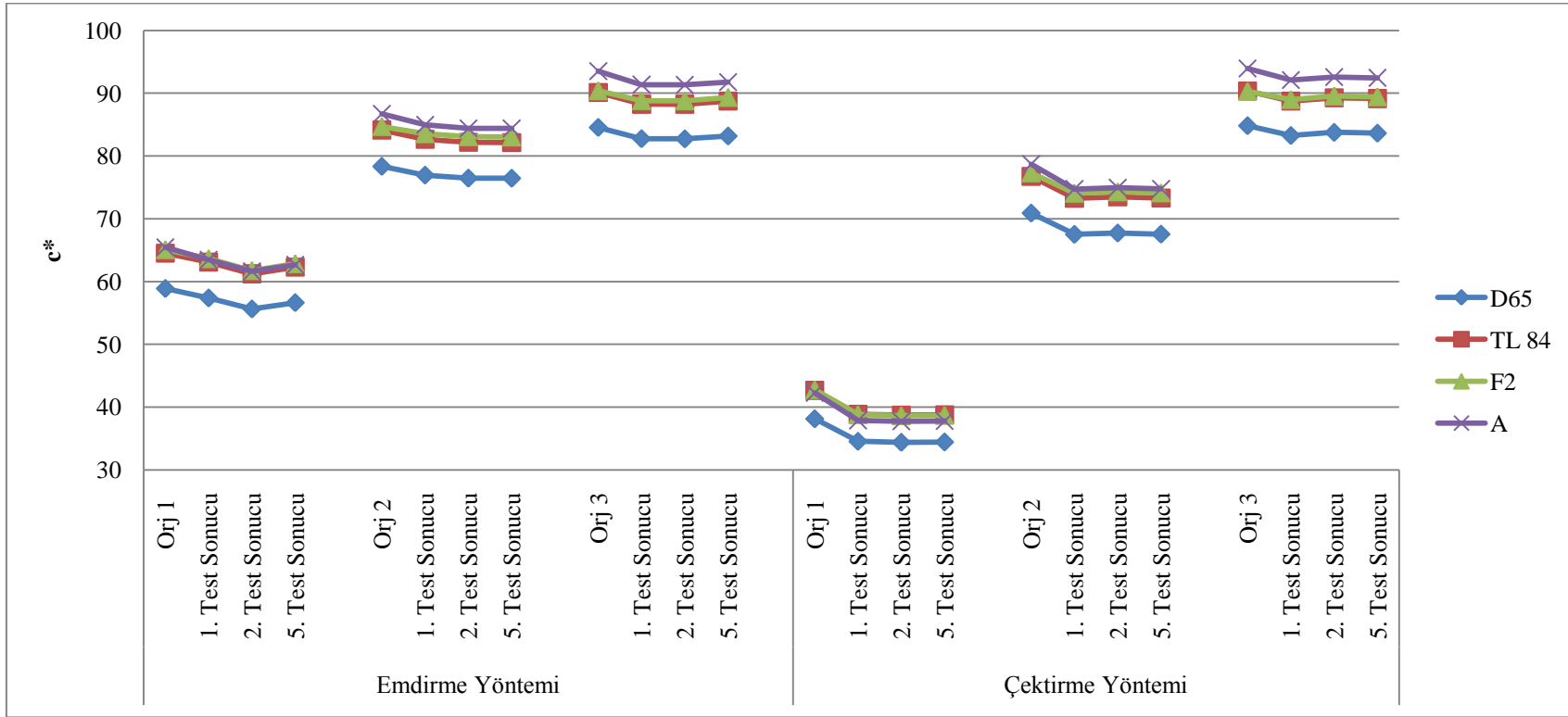
Şekil 4.17. Kırmızı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların su haslığı testleri sonrası C* değerleri



Şekil 4.18. Yeşil boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların su haslığı testleri sonrası C* değerleri



Şekil 4.19. Siyah boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların su haslığı testleri sonrası C* değerleri



Şekil 4.20. Sarı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların su haslığı testleri sonrası C* değerleri

Su haslığı testleri sonucunda C*değişimleri incelendiğinde;

Şekil 4.16'da görüldüğü üzere mavi boyarmadde ile emdirme ve çektirme yöntemine göre orta ve yüksek konsantrasyonlarda boyanan kumaşların doygunluk değerlerinin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Düşük konsantrasyonlarda çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşların kroma değerinin emdirme yöntemine göre daha donuk olduğu gözlemlenmiştir. Çektirme yöntemine göre düşük ve orta konsantrasyonda boyanan kumaşların ilk test sonrasında renk doygunluklarında radikal bir azalma olduğu gözlemlenmiştir.

Şekil 4.17.'de görüldüğü üzere kırmızı boyarmaddeler ile boyanmış kumaşlara yapılan testler sonucu kroma değişiminin aydınlatıcılara göre belirli bir kural çerçevesinde olmadığı ancak en donuk rengin tüm konsantrasyonlar ve yöntemler için F2 aydınlatıcısı altında elde edildiği gözlemlenmiştir. Çektirme yöntemine göre en düşük konsantrasyonda boyanan kumaşın ilk su haslığı testi sonucu kroma değerinde meydana gelen değişimin diğer yöntem ve konsantrasyonlara göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Yeşil boyarmadde ile boyanmış kumaşların C* değerlerinin Şekil 4.18.'de görüldüğü üzere genel olarak tekrar eden testlere göre azaldığı ve en yüksek kroma değerleri TL84 aydınlatıcısı altında elde edilirken, en düşük kroma değerlerinin A aydınlatıcısı altında elde edildiği tespit edilmiştir.

Siyah boyarmadde ile emdirme ve çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşların C*değerlerinin Şekil 4.19.'da görüldüğü üzere, belirli bir düzene bağlı olmadan değiştii tespit edilmiştir.

Sarı boyarmadde ile emdirme ve çektirme yöntemine göre boyanan kumaşların C* değerlerinin Şekil 4.20.'de görüldüğü üzere tekrar eden su haslığı testlerine bağlı olarak azaldığı gözlemlenmiştir, özellikle çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşların kroma değerinin ilk testten sonra diğer testlere göre daha çok azaldığı tespit edilmiştir.

4.2.3. Su haslığı testleri sonrası kumaşlarda meydana gelen renk farkları

4.2.3.1. Emdirme Yöntemine Göre Boyanmış kumaşlarda meydana gelen renk farkları

Çizelge 4.11. Emdirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda su haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları

	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
Mavi																
<u>Orj 1</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	0,654	0,519	0,466	0,398	0,603	0,443	0,368	0,290	0,588	0,427	0,339	0,263	0,550	0,419	0,371	0,296
<u>2. Test Sonucu</u>	0,594	0,440	0,481	0,423	0,452	0,314	0,331	0,287	0,430	0,295	0,297	0,267	0,519	0,351	0,391	0,306
<u>5. Test Sonucu</u>	0,880	0,561	0,579	0,477	0,863	0,564	0,475	0,363	0,830	0,552	0,448	0,327	1,188	0,697	0,650	0,502
<u>Orj 2</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	2,538	2,490	1,164	1,219	2,641	2,588	1,229	1,301	2,645	2,593	1,234	1,301	2,764	2,634	1,306	1,345
<u>2. Test Sonucu</u>	1,868	1,483	0,973	0,851	2,170	1,669	1,056	0,919	2,103	1,651	1,012	0,875	2,511	1,786	1,246	1,061
<u>5. Test Sonucu</u>	1,228	1,143	0,659	0,648	1,193	1,128	0,600	0,605	1,187	1,124	0,587	0,597	1,258	1,172	0,662	0,645
<u>Orj 3</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	0,696	0,590	0,397	0,343	0,647	0,539	0,334	0,266	0,657	0,543	0,338	0,263	0,669	0,570	0,374	0,305
<u>2. Test Sonucu</u>	0,635	0,490	0,398	0,333	0,576	0,426	0,317	0,241	0,573	0,418	0,305	0,222	0,607	0,468	0,369	0,293
<u>5. Test Sonucu</u>	0,684	0,481	0,459	0,380	0,613	0,390	0,352	0,258	0,608	0,379	0,335	0,235	0,636	0,439	0,412	0,323

Çizelge 4.11. Emdirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda su haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları (devam)

	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
Kırmızı																
<u>Orj 1</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	1,575	0,601	0,716	0,546	1,333	0,523	0,644	0,487	1,104	0,499	0,591	0,459	1,936	0,797	0,847	0,687
<u>2. Test Sonucu</u>	1,766	0,679	0,841	0,632	1,533	0,633	0,786	0,588	1,284	0,611	0,726	0,554	2,161	0,800	0,979	0,785
<u>5. Test Sonucu</u>	1,584	0,686	0,793	0,594	1,317	0,621	0,718	0,535	1,151	0,644	0,685	0,520	1,976	0,746	0,926	0,741
<u>Orj 2</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	0,671	0,615	0,293	0,312	0,531	0,510	0,243	0,250	0,577	0,568	0,257	0,279	0,785	0,669	0,320	0,319
<u>2. Test Sonucu</u>	1,300	0,627	0,594	0,471	0,961	0,557	0,488	0,391	0,979	0,650	0,488	0,421	1,584	0,580	0,673	0,538
<u>5. Test Sonucu</u>	0,308	0,209	0,166	0,136	0,175	0,081	0,071	0,058	0,157	0,128	0,097	0,080	0,487	0,265	0,210	0,178
<u>Orj 3</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	0,208	0,177	0,114	0,096	0,275	0,234	0,125	0,121	0,225	0,216	0,113	0,103	0,243	0,158	0,112	0,102
<u>2. Test Sonucu</u>	0,483	0,255	0,196	0,159	0,701	0,390	0,301	0,255	0,497	0,296	0,228	0,192	0,455	0,291	0,187	0,173
<u>5. Test Sonucu</u>	0,728	0,450	0,308	0,257	0,962	0,601	0,396	0,353	0,735	0,502	0,332	0,289	0,628	0,488	0,266	0,264
Yeşil																
<u>Orj 1</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	0,670	0,460	0,695	0,439	0,730	0,476	0,630	0,411	0,723	0,467	0,605	0,408	0,786	0,527	0,739	0,513
<u>2. Test Sonucu</u>	0,463	0,392	0,491	0,318	0,452	0,377	0,431	0,278	0,410	0,365	0,388	0,253	0,510	0,444	0,596	0,398
<u>5. Test Sonucu</u>	0,684	0,533	0,748	0,467	0,733	0,555	0,694	0,439	0,728	0,545	0,647	0,424	0,798	0,600	0,786	0,538
<u>Orj 2</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	0,637	0,574	0,565	0,381	0,599	0,554	0,428	0,314	0,597	0,554	0,426	0,316	0,731	0,642	0,675	0,467
<u>2. Test Sonucu</u>	1,216	0,953	0,576	0,549	1,849	1,170	1,376	0,975	1,244	0,917	0,590	0,552	1,212	0,962	0,646	0,580
<u>5. Test Sonucu</u>	0,906	0,814	0,589	0,467	10,433	7,006	12,538	8,042	0,859	0,790	0,475	0,411	0,924	0,852	0,731	0,541
<u>Orj 3</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	0,677	0,626	0,471	0,372	0,637	0,589	0,373	0,323	0,624	0,594	0,362	0,321	0,755	0,691	0,618	0,462
<u>2. Test Sonucu</u>	1,854	1,810	1,039	0,953	1,833	1,777	0,987	0,913	1,832	1,806	0,949	0,917	1,948	1,893	1,174	1,035
<u>5. Test Sonucu</u>	1,606	1,502	1,198	0,907	1,602	1,501	1,082	0,855	1,601	1,523	1,029	0,848	1,739	1,607	1,251	0,990

Çizelge 4.11. Emdirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda su haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları (devam)

	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
Siyah																
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,627	0,626	0,363	0,344	0,637	0,636	0,366	0,348	0,637	0,637	0,383	0,352	0,627	0,625	0,343	0,334
<i>2. Test Sonucu</i>	0,551	0,537	0,786	0,536	0,621	0,603	0,820	0,592	0,623	0,615	0,904	0,611	0,636	0,596	0,842	0,603
<i>5. Test Sonucu</i>	0,597	0,591	0,658	0,475	0,649	0,638	0,682	0,517	0,671	0,665	0,772	0,548	0,633	0,615	0,655	0,488
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,210	0,206	0,285	0,240	0,231	0,221	0,271	0,237	0,186	0,182	0,234	0,200	0,149	0,147	0,179	0,145
<i>2. Test Sonucu</i>	0,232	0,229	0,274	0,228	0,235	0,229	0,241	0,203	0,200	0,197	0,213	0,176	0,179	0,178	0,167	0,132
<i>5. Test Sonucu</i>	0,254	0,250	0,377	0,288	0,244	0,234	0,310	0,244	0,234	0,227	0,318	0,243	0,188	0,184	0,262	0,187
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,515	0,509	0,488	0,315	0,506	0,497	0,456	0,309	0,507	0,498	0,454	0,298	0,506	0,503	0,489	0,318
<i>2. Test Sonucu</i>	0,396	0,382	0,537	0,373	0,441	0,420	0,549	0,416	0,416	0,392	0,526	0,383	0,390	0,383	0,534	0,364
<i>5. Test Sonucu</i>	0,526	0,512	0,634	0,422	0,562	0,538	0,644	0,468	0,551	0,523	0,638	0,448	0,540	0,534	0,679	0,465
Sarı																
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	2,450	1,468	1,425	1,180	2,579	1,530	1,575	1,270	2,263	1,444	1,202	0,961	2,788	1,637	1,344	1,113
<i>2. Test Sonucu</i>	3,721	1,476	1,767	1,429	3,842	1,536	1,834	1,447	3,694	1,473	1,570	1,218	4,207	1,647	1,686	1,335
<i>5. Test Sonucu</i>	2,961	1,501	1,565	1,283	3,077	1,571	1,672	1,337	2,832	1,494	1,345	1,061	3,383	1,689	1,487	1,208
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	2,045	1,133	0,987	0,833	2,205	1,226	1,061	0,874	1,772	1,072	0,842	0,684	2,400	1,317	1,035	0,851
<i>2. Test Sonucu</i>	2,424	1,098	1,128	0,931	2,572	1,191	1,189	0,960	2,109	1,027	0,953	0,754	2,809	1,285	1,149	0,918
<i>5. Test Sonucu</i>	2,472	1,165	1,136	0,938	2,815	1,259	1,179	0,935	2,165	1,104	0,945	0,749	2,833	1,351	1,143	0,914
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	2,271	1,112	0,954	0,786	2,396	1,203	0,986	0,796	2,007	1,072	0,817	0,652	2,636	1,307	1,005	0,799
<i>2. Test Sonucu</i>	2,272	1,023	0,968	0,792	2,362	1,101	0,986	0,790	1,995	0,983	0,820	0,647	2,617	1,204	0,991	0,780
<i>5. Test Sonucu</i>	2,017	0,964	1,001	0,844	2,082	1,028	1,015	0,837	1,625	0,869	0,810	0,658	2,335	1,125	1,008	0,821

4.2.3.2. Çektirme Yöntemine Göre Boyanmış kumaşlarda meydana gelen renk farkları

Çizelge 4.12. Çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda su haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları

	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
Mavi																
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,526	1,015	0,949	0,824	1,797	1,187	1,033	0,898	1,787	1,181	1,020	0,888	1,899	1,195	1,066	0,932
<i>2. Test Sonucu</i>	3,987	2,612	2,465	2,243	4,688	3,007	2,681	2,467	4,701	3,046	2,691	2,450	4,971	3,080	2,758	2,566
<i>5. Test Sonucu</i>	1,101	0,838	0,611	0,566	1,240	0,953	0,644	0,581	1,226	0,945	0,637	0,580	1,356	0,974	0,707	0,637
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,186	0,838	0,654	0,520	1,372	0,926	0,680	0,535	1,368	0,910	0,659	0,504	1,293	0,866	0,634	0,526
<i>2. Test Sonucu</i>	0,691	0,500	0,329	0,309	0,837	0,592	0,386	0,356	0,837	0,591	0,385	0,364	0,908	0,601	0,411	0,376
<i>5. Test Sonucu</i>	0,693	0,559	0,324	0,317	0,813	0,637	0,375	0,359	0,820	0,640	0,377	0,366	0,906	0,690	0,410	0,398
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,771	0,645	0,459	0,391	0,811	0,659	0,450	0,345	0,780	0,636	0,422	0,314	0,716	0,607	0,418	0,326
<i>2. Test Sonucu</i>	0,696	0,687	0,360	0,323	0,735	0,714	0,399	0,323	0,718	0,704	0,388	0,310	0,693	0,688	0,375	0,299
<i>5. Test Sonucu</i>	0,576	0,564	0,291	0,260	0,575	0,558	0,307	0,242	0,571	0,560	0,306	0,241	0,573	0,556	0,305	0,242

Çizelge 4.12. Çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda su haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları (devam)

	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
Kırmızı																
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	3,595	2,214	1,621	1,396	3,267	1,987	1,538	1,290	2,936	2,162	1,377	1,246	3,696	2,003	1,750	1,511
<i>2. Test Sonucu</i>	3,373	1,988	1,546	1,316	3,091	1,784	1,497	1,235	2,729	1,952	1,298	1,168	3,594	1,834	1,720	1,478
<i>5. Test Sonucu</i>	4,922	2,985	2,174	1,904	4,505	2,693	2,055	1,761	4,048	2,928	1,872	1,723	4,917	2,676	2,278	2,002
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,851	0,811	0,384	0,409	1,000	0,953	0,435	0,459	1,029	1,016	0,478	0,505	0,947	0,754	0,385	0,372
<i>2. Test Sonucu</i>	0,931	0,839	0,422	0,433	0,961	0,948	0,421	0,450	1,036	1,029	0,469	0,506	1,062	0,765	0,432	0,402
<i>5. Test Sonucu</i>	0,898	0,860	0,411	0,434	1,037	0,986	0,449	0,474	1,064	1,057	0,485	0,521	0,988	0,800	0,407	0,394
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,917	0,476	0,404	0,317	1,232	0,688	0,563	0,463	0,965	0,590	0,498	0,399	0,941	0,558	0,420	0,371
<i>2. Test Sonucu</i>	0,936	0,534	0,408	0,325	1,306	0,760	0,581	0,484	1,049	0,692	0,539	0,435	0,919	0,614	0,414	0,379
<i>5. Test Sonucu</i>	1,168	0,547	0,490	0,382	1,505	0,777	0,659	0,537	1,214	0,709	0,615	0,492	1,150	0,653	0,506	0,443
Yeşil																
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,610	0,482	0,375	0,322	0,680	0,492	0,408	0,379	0,621	0,491	0,368	0,334	0,571	0,471	0,408	0,314
<i>2. Test Sonucu</i>	1,007	0,699	0,671	0,593	1,122	0,719	0,728	0,662	1,030	0,704	0,690	0,614	0,944	0,686	0,660	0,580
<i>5. Test Sonucu</i>	1,027	0,775	0,627	0,584	1,110	0,783	0,679	0,635	1,031	0,777	0,635	0,586	0,939	0,752	0,596	0,538
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,413	0,384	0,355	0,250	0,438	0,405	0,358	0,253	0,431	0,403	0,349	0,251	0,450	0,418	0,427	0,294
<i>2. Test Sonucu</i>	0,631	0,496	0,373	0,346	0,623	0,468	0,332	0,315	0,588	0,470	0,324	0,312	0,650	0,547	0,551	0,442
<i>5. Test Sonucu</i>	0,351	0,316	0,339	0,229	0,339	0,307	0,302	0,207	0,325	0,302	0,287	0,200	0,423	0,379	0,513	0,335
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,935	1,556	1,528	1,063	2,114	1,628	1,437	1,069	2,091	1,628	1,484	1,092	2,119	1,700	1,794	1,256
<i>2. Test Sonucu</i>	1,750	1,519	1,406	0,979	1,795	1,521	1,240	0,926	1,800	1,530	1,284	0,948	1,975	1,697	1,832	1,250
<i>5. Test Sonucu</i>	1,956	1,787	1,451	1,058	1,985	1,793	1,296	1,011	1,989	1,797	1,332	1,025	2,175	1,959	1,884	1,324

Çizelge 4.12. Çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda su haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları (devam)

	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
Siyah																
<u>Orj 1</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	0,617	0,612	0,393	0,409	0,563	0,557	0,286	0,290	0,557	0,551	0,300	0,304	0,576	0,571	0,346	0,345
<u>2. Test Sonucu</u>	0,777	0,765	0,546	0,546	0,718	0,698	0,430	0,409	0,710	0,690	0,455	0,425	0,751	0,733	0,570	0,529
<u>5. Test Sonucu</u>	0,845	0,806	0,841	0,805	0,782	0,708	0,709	0,630	0,775	0,704	0,737	0,639	0,866	0,810	0,939	0,822
<u>Orj 2</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	0,380	0,354	0,377	0,323	0,428	0,397	0,491	0,357	0,419	0,381	0,406	0,332	0,388	0,360	0,380	0,325
<u>2. Test Sonucu</u>	0,171	0,157	0,207	0,195	0,184	0,168	0,256	0,200	0,166	0,149	0,202	0,183	0,178	0,162	0,212	0,203
<u>5. Test Sonucu</u>	0,770	0,766	0,485	0,422	0,772	0,767	0,497	0,397	0,776	0,772	0,480	0,396	0,774	0,771	0,471	0,402
<u>Orj 3</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	0,277	0,247	0,328	0,271	0,347	0,314	0,436	0,339	0,317	0,275	0,356	0,290	0,285	0,252	0,334	0,267
<u>2. Test Sonucu</u>	0,210	0,186	0,251	0,208	0,190	0,171	0,241	0,187	0,195	0,169	0,223	0,186	0,229	0,200	0,271	0,215
<u>5. Test Sonucu</u>	0,364	0,334	0,389	0,287	0,854	0,849	0,674	0,327	0,501	0,457	0,471	0,319	0,277	0,245	0,318	0,242
Sarı																
<u>Orj 1</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	4,231	2,021	2,542	2,036	4,329	2,014	2,365	1,871	4,372	2,011	2,176	1,750	4,796	2,184	2,326	1,936
<u>2. Test Sonucu</u>	4,347	2,084	2,507	2,025	4,485	2,106	2,352	1,878	4,547	2,122	2,192	1,779	4,927	2,278	2,329	1,946
<u>5. Test Sonucu</u>	4,312	2,084	2,502	2,018	4,436	2,102	2,342	1,867	4,506	2,122	2,183	1,769	4,890	2,277	2,317	1,936
<u>Orj 2</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	3,893	1,377	1,741	1,403	4,111	1,490	1,883	1,491	3,652	1,306	1,535	1,178	4,375	1,552	1,691	1,312
<u>2. Test Sonucu</u>	3,729	1,400	1,700	1,378	3,952	1,519	1,849	1,472	3,482	1,339	1,494	1,154	4,206	1,589	1,652	1,292
<u>5. Test Sonucu</u>	3,878	1,335	1,763	1,424	4,062	1,430	1,881	1,490	3,592	1,232	1,532	1,175	4,348	1,476	1,693	1,314
<u>Orj 3</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	1,893	0,835	0,777	0,631	1,965	0,897	0,793	0,632	1,633	0,782	0,658	0,517	2,205	0,996	0,828	0,649
<u>2. Test Sonucu</u>	1,549	0,733	0,759	0,640	1,591	0,778	0,757	0,624	1,203	0,634	0,606	0,493	1,833	0,872	0,799	0,652
<u>5. Test Sonucu</u>	1,584	0,638	0,751	0,622	1,577	0,660	0,723	0,585	1,211	0,523	0,582	0,463	1,866	0,762	0,785	0,628

Su haslığı testleri sonucunda renk farkı formülasyonları incelendiğinde;

Emdirme yöntemi ile yapılan testlerde Çizelge 4.11' den de görüleceği gibi; tüm renkler için, tüm aydınlatıcılarda, düşük ve orta konsantrasyonlarla yapılan tüm testler için en az renk farkının CIEDE2000 renk farkı formülasyonu ile elde edildiği gözlenmiştir.

Yukarıda bahsedilen en az renk farkı ikinci konsantrasyon için sarı ve yeşil boyarmaddelerle boyanmış kumaşlara uygulanan testler için birebir geçerli iken; kırmızı, siyah ve mavi renklerde 1., 2. ve 5. testlerde farklılık göstermektedir. Örneğin, Siyah renkte D65 aydınlatıcısında az renk farkı 1. ve 5. testlerde CIE94 formülasyonu ile elde edilmiş iken, A aydınlatıcısında aynı testler için en az renk farkı CIEDE2000 ve CIE94 formülasyonu ile elde edilmiştir.

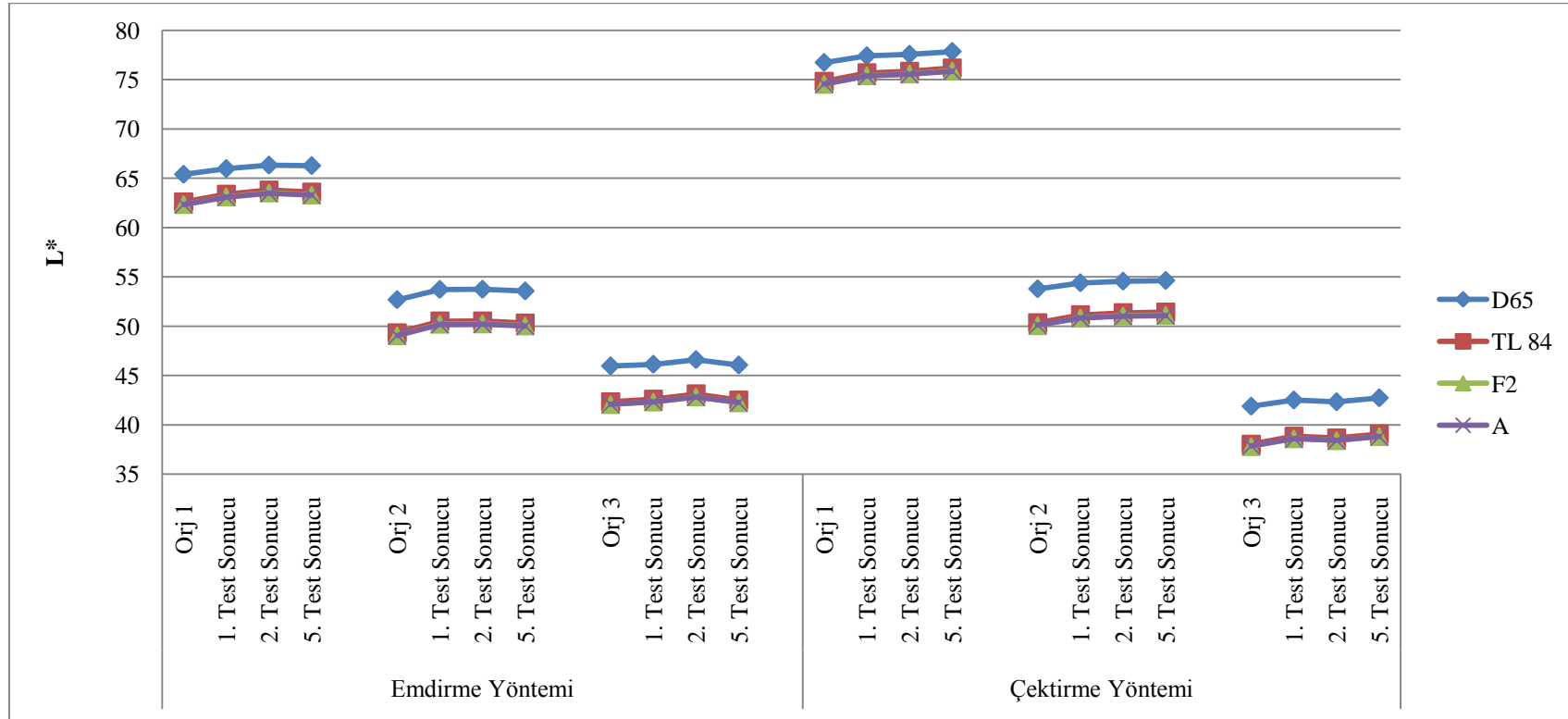
Genelleme yapmak gerekir ise, en yüksek değerler tüm renkler için ve tüm aydınlatıcılarda, en düşük konsantrasyon ile yapılan testler sonucunda elde edilmiştir.

Çizelge 4.11' e göre; sarı, mavi, kırmızı boyarmaddeleri ile boyanan kumaşların, tüm aydınlatıcılarda, her üç konsantrasyon ile yapılan testler sonucu en yüksek renk farkının her zaman CIELAB renk farkı formülasyonu ile elde edildiği, siyah ve yeşil boyarmaddeler ile boyanan kumaşlara uygulanan testler sonucunda ise böyle bir karakteristik göstermediği tespit edilmiştir. Siyah boyarmadde ile boyanan kumaşlardaki en yüksek renk farkı D65 aydınlatıcısına CMC formülasyonu ile elde edilmiş iken; A aydınlatıcısında konsantrasyona göre CIELAB ve CMC olarak değişmektedir.

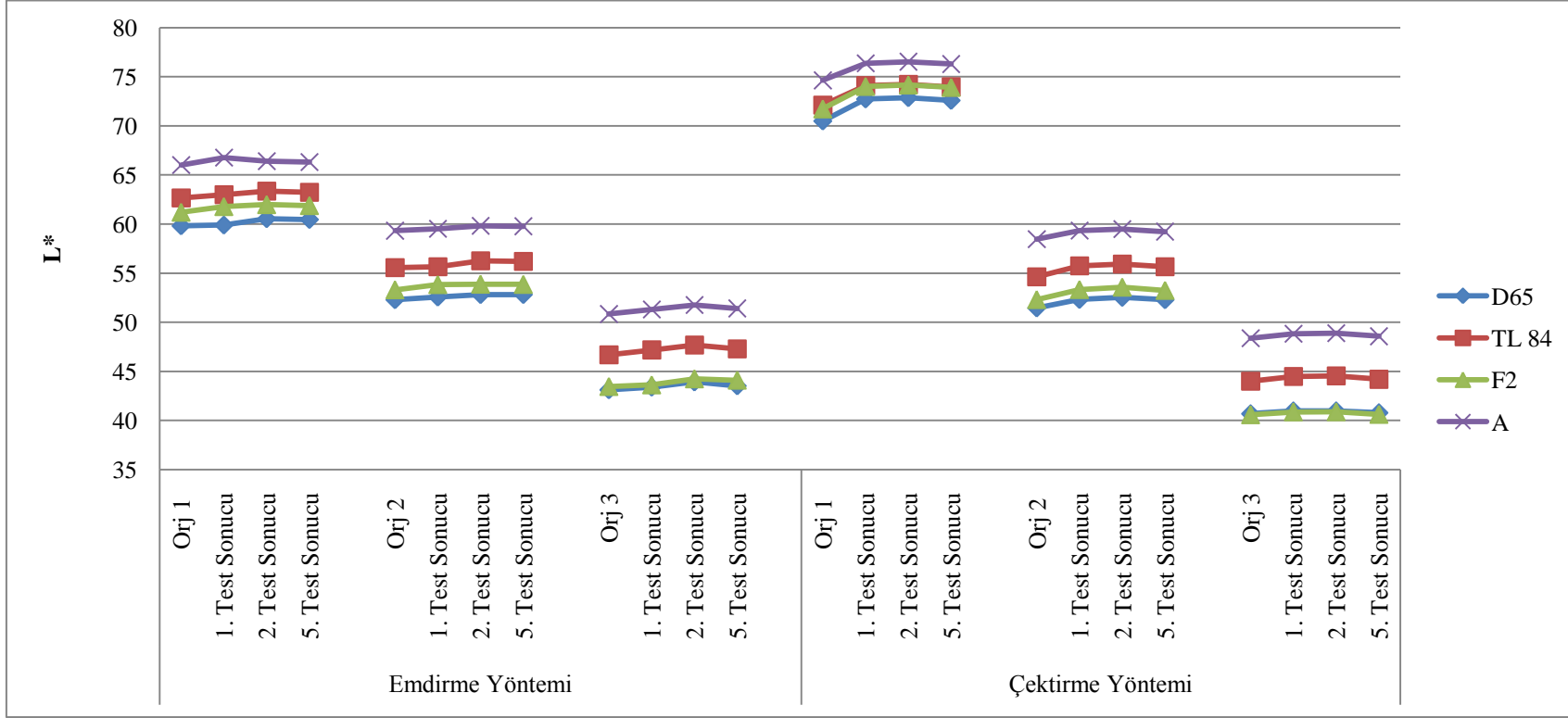
Çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda meydana gelen renk farklarının ise Çizelge 4.12' den de görüleceği gibi; tüm renklerde, tüm aydınlatıcılarda mavi, kırmızı, yeşil, sarı için en fazla renk farkı CIELAB formülasyonu ile elde edildiği, en az renk farkı sonuçların geneline bakıldığında CIEDE2000 formülasyonu ile elde edildiği tespit edilmiştir.

4.3. Asidik ter haslığı testleri sonuçları

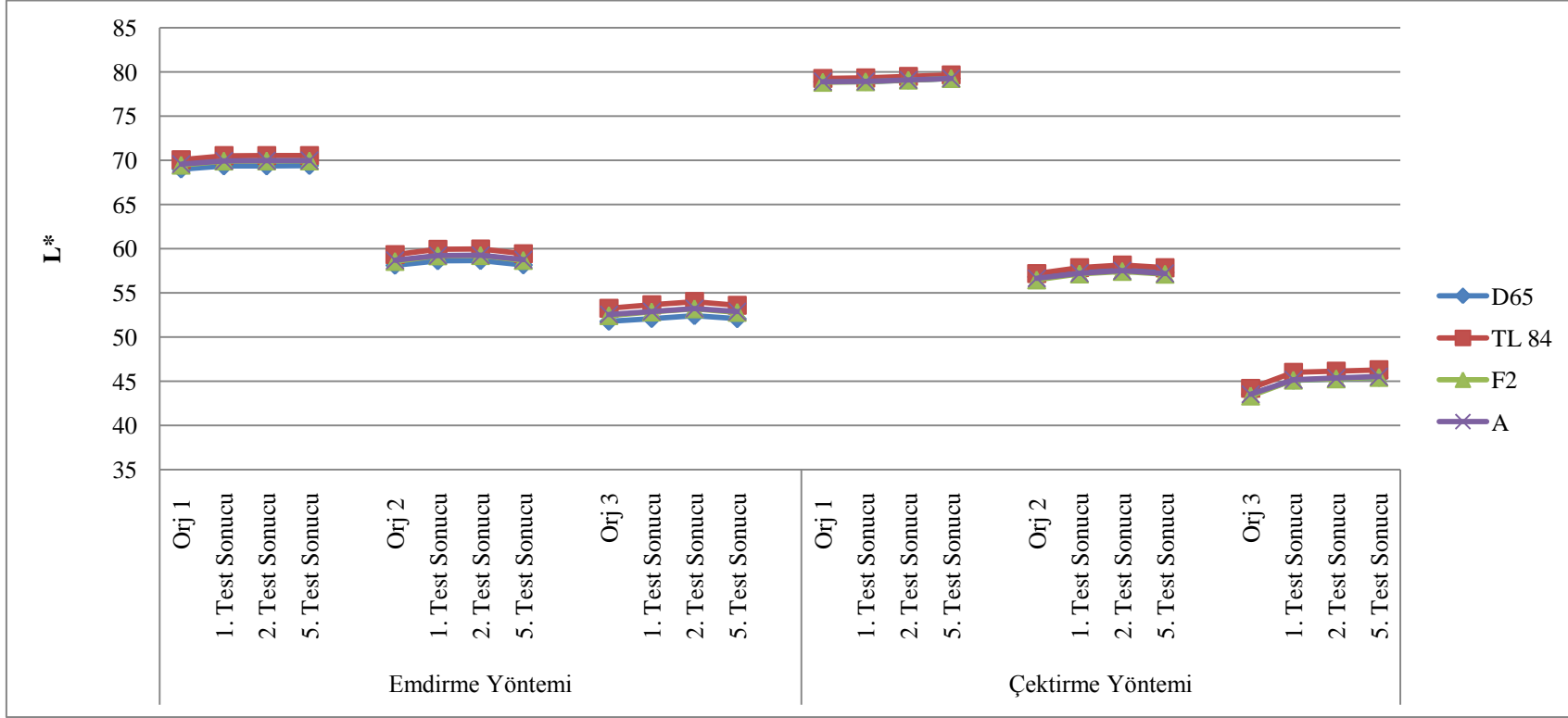
4.3.1. Asidik ter haslığı testleri sonrası kumaşlarda meydana gelen açıklık –koyuluk (L^*) değişimleri



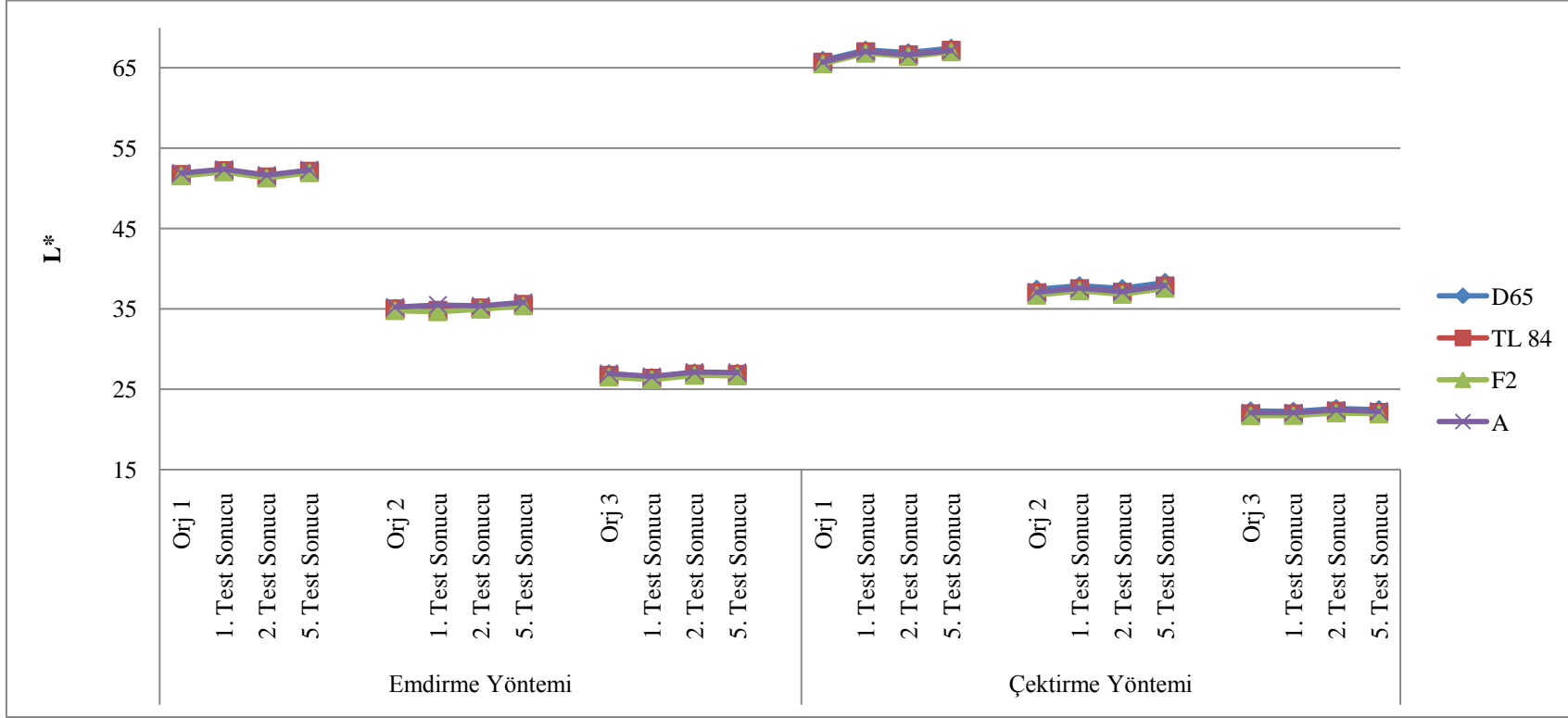
Şekil 4.21. Mavi boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların asidik ter haslığı testleri sonrası L^* değerleri



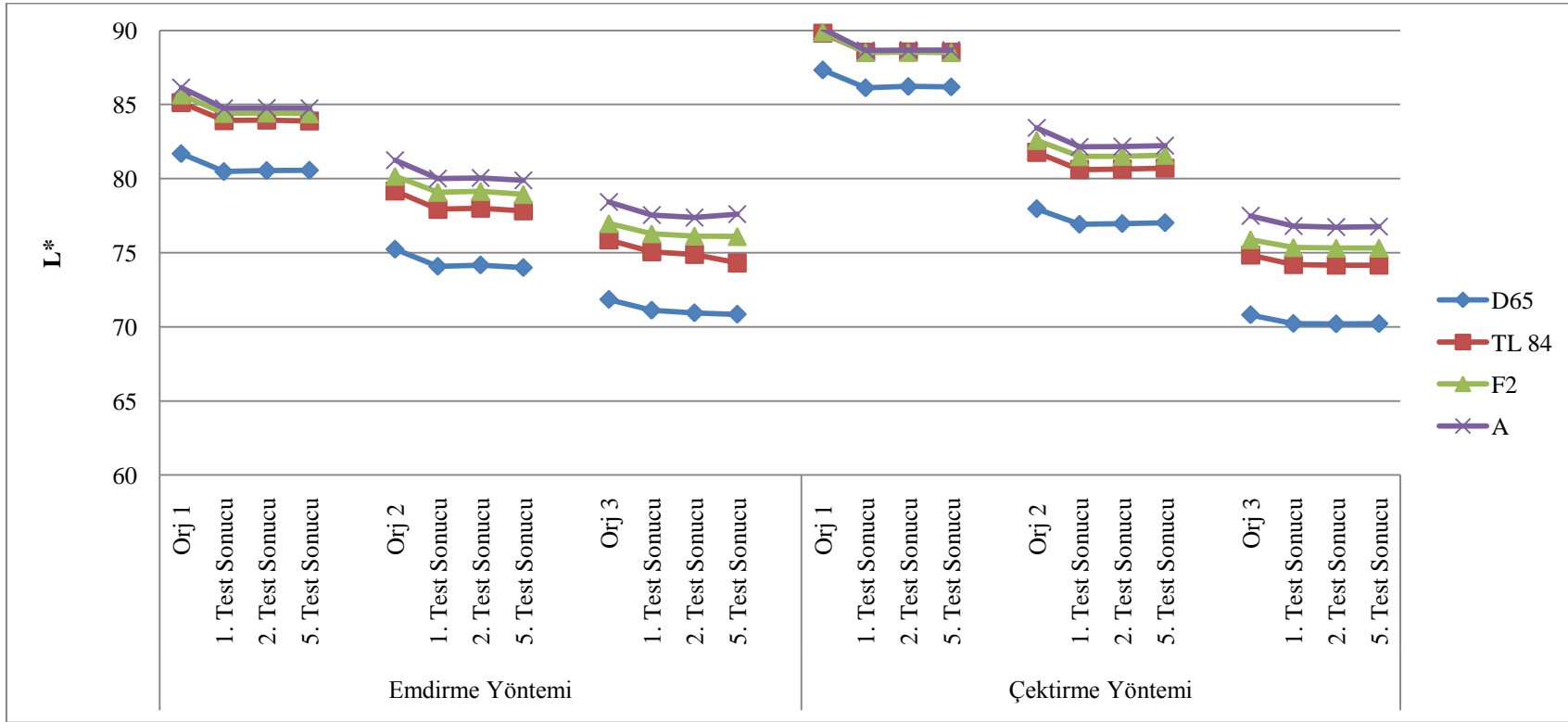
Şekil 4.22. Kırmızı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların asidik ter haslığı testleri sonrası L^* değerleri



Şekil 4.23. Yeşil boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların asidik ter haslığı testleri sonrası L^* değerleri



Şekil 4.24. Siyah boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların asidik ter haslığı testleri sonrası L^* değerleri



Şekil 4.25. Sarı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların asidik ter haslığı testleri sonrası L* değerleri

Asidik ter haslığı testleri sonucunda L^* değişimleri incelendiğinde;

Şekil 4.21.'de görüldüğü üzere mavi boyarmadde ile emdirme ve çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşların L^* değerlerinin TL84, F2 ve A aydınlatıcıları altında benzer davranış gösterdikleri ancak en açık rengin D65 aydınlatıcısı altında görüldüğü tespit edilmiştir. Emdirme ve çektirme yöntemine göre orta ve düşük konsantrasyonlarda boyanan kumaşlarda L^* değişimlerinin benzer olduğu gözlemlenirken, düşük konsantrasyonda boyanan kumaşların renklerinin emdirme yönteminde daha koyu, çektirme yönteminde daha açık olduğu gözlemlenmiştir.

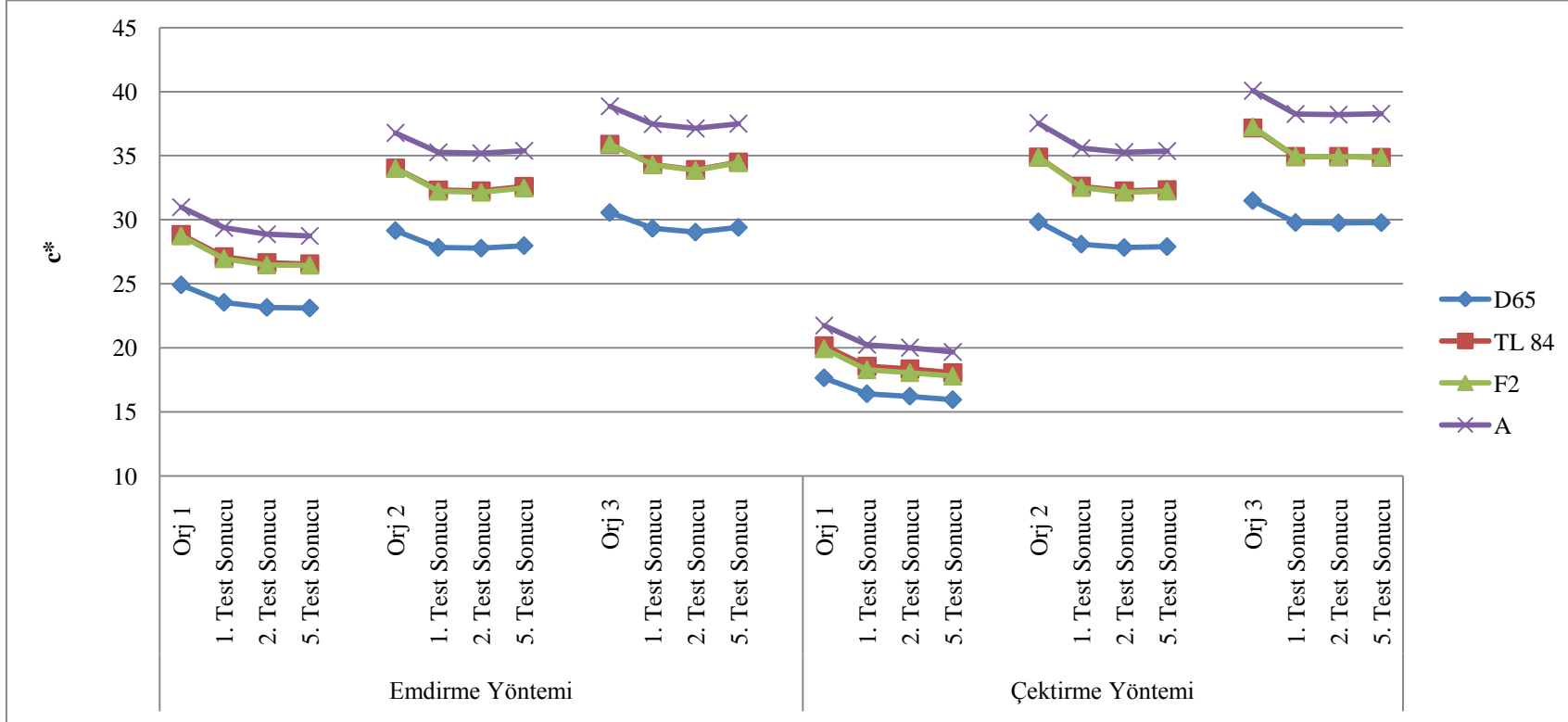
Şekil 4.22.'de görüldüğü üzere kırmızı boyarmaddeler emdirme ve çektirme yöntemine göre orta ve yüksek konsantrasyonlarda boyanmış kumaşların L^* değerlerinin birbirlerine yakın olduğu ancak düşük konsantrasyonda çektirme yöntemine göre yapılan boyama sonucu daha açık renklerin elde edildiği tespit edilmiştir. Tekrarlanan testlere bağlı olarak L^* değerlerinin arttığı ve en açık renklerin A aydınlatıcısı altında elde edildiği gözlemlenmiştir.

Yeşil boyarmadde ile boyanmış kumaşların L^* değerlerinin Şekil 4.23.'te görüldüğü üzere tüm aydınlatıcılar için aynı eğri ile temsil edilebileceği gözlemlenmiştir. Çektirme yöntemine göre yüksek konsantrasyonda boyanan kumaşların ilk testten sonra renginin diğer konsantrasyonlara göre daha çok açıldığı tespit edilmiştir.

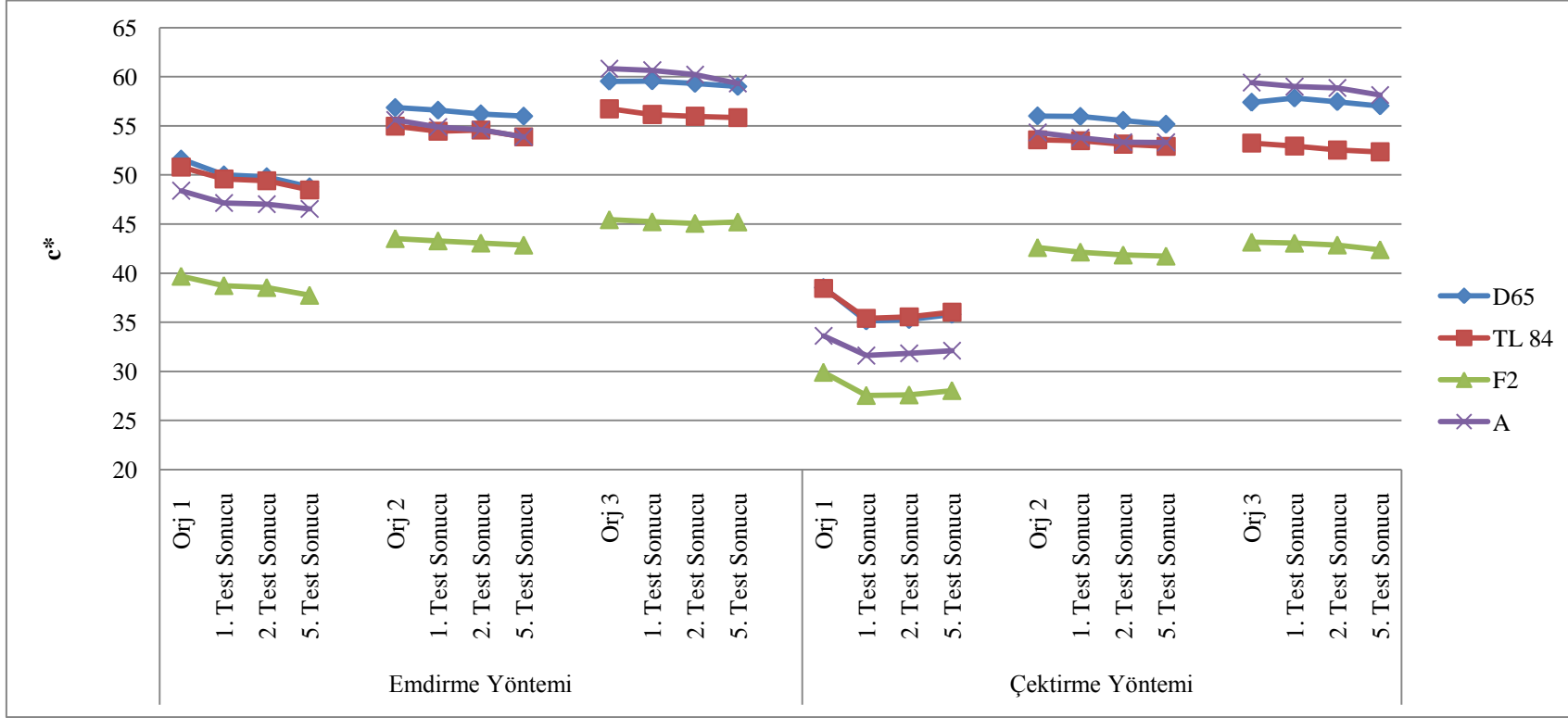
Siyah boyarmadde ile emdirme ve çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşların L^* değerlerinin Şekil 4.24.'te görüldüğü üzere, tüm aydınlatıcıların için benzer davranış gösterdiği gözlemlenmiştir. Orta konsantrasyonlarda boyanan kumaşın testler sonucu elde edilen L^* değerlerinin benzer olduğu gözlemlenirken, çektirme yöntemine göre düşük konsantrasyonda yapılan boyama sonrası elde edilen rengin emdirme yöntemine göre daha açık, yüksek konsantrasyonda yapılan boyama sonrası elde edilen rengin ise daha koyu olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 4.25.'te görüldüğü üzere sarı boyarmadde ile boyanmış kumaşların L^* değerlerinin tekrar eden testlere göre azaldığı tespit edilmiştir.

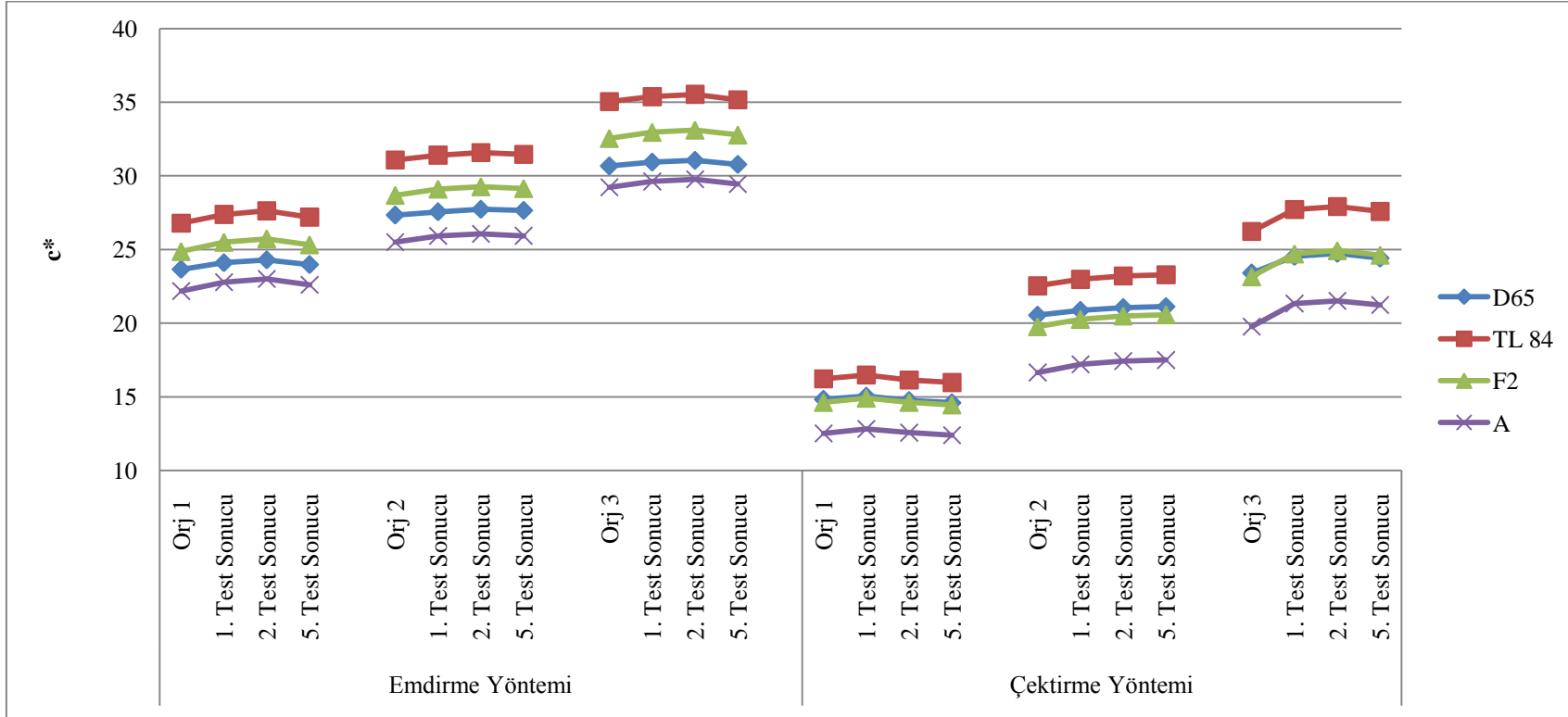
4.3.1. Asidik ter haslığı testleri sonrası kumaşlarda meydana gelen doygunluk (kroma) (C*) değişimleri



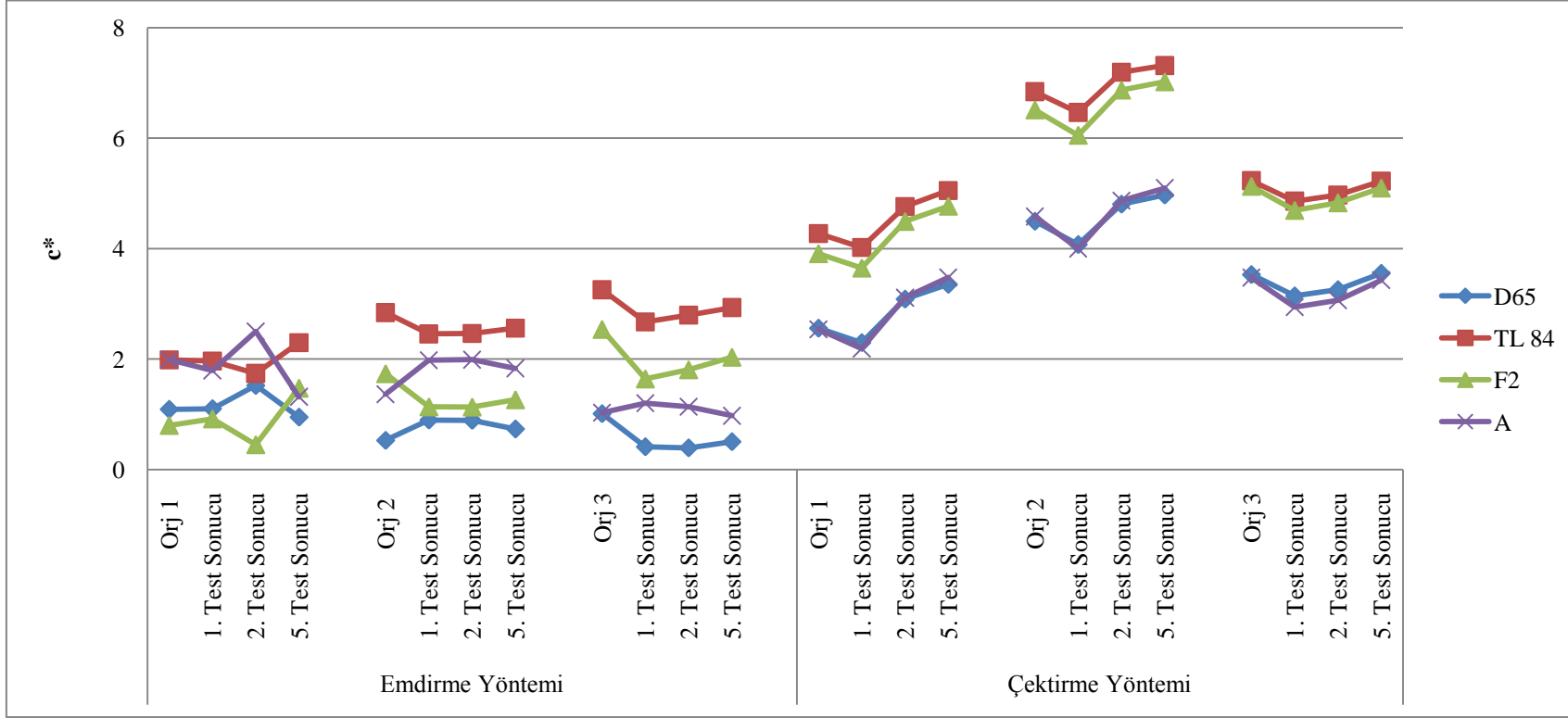
Şekil 4.26. Mavi boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların asidik ter haslığı testleri sonrası C* değerleri



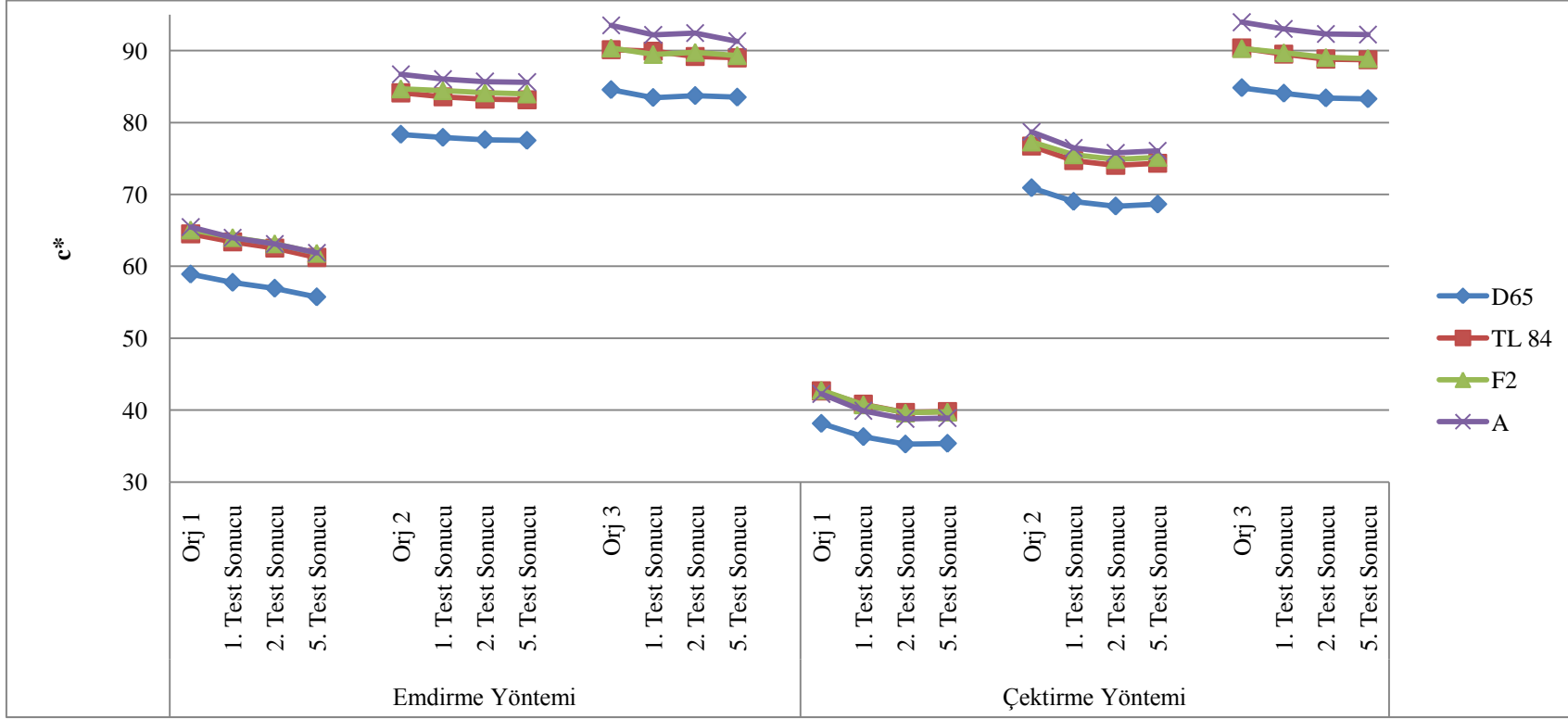
Şekil 4.27. Kırmızı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların asidik ter haslığı testleri sonrası C* değerleri



Şekil 4.28. Yeşil boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların asidik ter haslığı testleri sonrası C* değerleri



Şekil 4.29. Siyah boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların asidik ter haslığı testleri sonrası C* değerleri



Şekil 4.30. Sarı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların asidik ter haslığı testleri sonrası C* değerleri

Asidik ter haslığı testleri sonucunda C*değişimleri incelendiğinde;

Şekil 4.26'da görüldüğü üzere mavi boyarmadde ile emdirme ve çektirme yöntemine göre orta ve yüksek konsantrasyonlarda boyanan kumaşların doygunluk değerlerinin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Düşük konsantrasyonlarda çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşların kroma değerinin emdirme yöntemine göre daha donuk olduğu gözlemlenmiştir. Tüm konsantrasyonlar göz önüne alındığında ilk testten sonra kroma değerinin diğer testlere göre daha çok azaldığı ve en yüksek kroma değerinin A, en düşük kroma değerinin ise D65 aydınlatıcısı altında elde edildiği gözlemlenmiştir.

Şekil 4.27.'de görüldüğü üzere kırmızı boyarmaddeler ile boyanmış kumaşlara yapılan testler sonucu kroma değişiminin aydınlatıcılara göre belirli bir kural çerçevesinde olmadığı ancak en donuk rengin tüm konsantrasyonlar ve yöntemler için F2 aydınlatıcısı altında elde edildiği gözlemlenmiştir. Çektirme yöntemine göre en düşük konsantrasyonda boyanan kumaşın ilk asidik haslığı testi sonucu kroma değerinde meydana gelen değişimin diğer yöntem ve konsantrasyonlara göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Çektirme ve emdirme yöntemine göre orta ve yüksek konsantrasyonlarda boyanan kumaşların kroma değerlerinin benzer olduğu tespit edilmiştir.

Yeşil boyarmadde ile boyanmış kumaşların C* değerlerinin Şekil 4.28.'de görüldüğü üzere genel olarak tekrar eden testlere göre değişmediği ve en yüksek kroma değerleri TL84 aydınlatıcısı altında elde edilirken, en düşük kroma değerlerinin A aydınlatıcısı altında elde edildiği tespit edilmiştir.

Siyah boyarmadde ile emdirme ve çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşların asidik ter haslığı testleri sonucu C*değerlerinin Şekil 4.19.'da görüldüğü üzere, belirli bir düzene bağlı olmadan değiştiği tespit edilmiştir.

Sarı boyarmadde ile emdirme ve çektirme yöntemine göre boyanan kumaşların C* değerlerinin Şekil 4.20.'de görüldüğü üzere tekrar eden asidik ter haslığı testlerine bağlı olarak azaldığı gözlemlenmiş ve en donuk renklerin tüm konsantrasyonlar için D65 aydınlatıcısı altında elde edildiği gözlemlenmiştir.

4.3.3. Asidik ter haslığı testleri sonrası kumaşlarda meydana gelen renk farkları

4.3.3.1. Emdirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda meydana gelen renk farkları

Çizelge 4.13. Emdirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda asidik ter haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları

	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
Mavi																
<u>Orj 1</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	1,882	1,209	1,232	0,980	2,089	1,245	1,138	0,861	2,099	1,232	1,113	0,803	2,003	1,185	1,105	0,849
<u>2. Test Sonucu</u>	2,367	1,556	1,473	1,183	2,685	1,670	1,422	1,106	2,703	1,659	1,398	1,046	2,605	1,597	1,374	1,089
<u>5. Test Sonucu</u>	1,126	0,736	0,826	0,663	1,064	0,586	0,647	0,468	2,584	1,796	1,834	1,735	1,056	0,597	0,675	0,493
<u>Orj 2</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	2,327	1,633	1,455	1,173	2,401	1,576	1,262	0,968	2,395	1,546	1,218	0,890	2,270	1,503	1,234	0,976
<u>2. Test Sonucu</u>	2,405	1,679	1,503	1,210	2,480	1,618	1,304	0,998	2,487	1,597	1,268	0,923	2,356	1,547	1,277	1,008
<u>5. Test Sonucu</u>	1,990	1,384	1,231	0,984	2,032	1,333	1,070	0,817	2,041	1,316	1,037	0,754	1,988	1,288	1,055	0,834
<u>Orj 3</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	2,068	1,254	1,335	1,020	1,991	1,024	1,067	0,705	1,998	1,000	1,034	0,626	1,912	0,988	1,074	0,764
<u>2. Test Sonucu</u>	2,606	1,648	1,659	1,287	2,611	1,474	1,391	0,953	2,602	1,431	1,339	0,849	2,452	1,389	1,365	0,993
<u>5. Test Sonucu</u>	1,823	1,081	1,159	0,871	1,758	0,893	0,941	0,617	1,754	0,859	0,902	0,536	1,741	0,857	0,947	0,668

Çizelge 4.13. Emdirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda asidik ter haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları (devam)

	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
Kırmızı																
<u>Orj 1</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	3,188	1,189	1,489	1,131	2,792	1,165	1,393	1,056	2,356	1,181	1,292	1,008	3,801	1,574	1,746	1,420
<u>2. Test Sonucu</u>	2,261	1,181	1,198	0,907	1,925	1,091	1,077	0,816	1,749	1,154	1,111	0,839	2,726	1,173	1,373	1,102
<u>5. Test Sonucu</u>	2,357	1,144	1,210	0,916	2,042	1,056	1,123	0,845	1,832	1,118	1,140	0,860	2,798	1,150	1,380	1,107
<u>Orj 2</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	0,858	0,364	0,333	0,271	1,144	0,426	0,524	0,396	0,951	0,594	0,407	0,372	0,813	0,394	0,318	0,264
<u>2. Test Sonucu</u>	0,910	0,660	0,540	0,433	0,986	0,754	0,488	0,430	0,935	0,707	0,576	0,464	0,924	0,637	0,544	0,462
<u>5. Test Sonucu</u>	1,086	0,739	0,672	0,520	1,065	0,774	0,623	0,504	1,083	0,788	0,740	0,565	1,197	0,713	0,706	0,586
<u>Orj 3</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	1,434	0,528	0,597	0,453	1,703	0,781	0,788	0,626	1,186	0,462	0,537	0,426	1,632	0,657	0,646	0,523
<u>2. Test Sonucu</u>	1,353	0,865	0,582	0,489	1,599	1,072	0,669	0,608	1,272	0,864	0,597	0,511	1,318	0,962	0,563	0,542
<u>5. Test Sonucu</u>	1,347	0,540	0,513	0,401	1,550	0,752	0,639	0,527	1,703	1,349	0,789	0,708	1,448	0,677	0,547	0,459
Yeşil																
<u>Orj 1</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	0,633	0,462	0,502	0,346	0,807	0,572	0,554	0,397	0,833	0,590	0,563	0,415	0,722	0,493	0,382	0,339
<u>2. Test Sonucu</u>	0,808	0,533	0,637	0,442	1,030	0,664	0,694	0,504	1,042	0,675	0,705	0,521	0,915	0,571	0,502	0,438
<u>5. Test Sonucu</u>	0,551	0,452	0,379	0,276	0,676	0,536	0,464	0,332	0,701	0,550	0,453	0,339	0,600	0,474	0,296	0,268
<u>Orj 2</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	0,646	0,568	0,512	0,360	0,792	0,676	0,560	0,407	0,834	0,703	0,567	0,425	0,692	0,580	0,326	0,314
<u>2. Test Sonucu</u>	0,727	0,602	0,508	0,377	0,896	0,721	0,580	0,438	0,938	0,744	0,588	0,458	0,807	0,630	0,392	0,368
<u>5. Test Sonucu</u>	0,407	0,234	0,384	0,244	0,504	0,285	0,431	0,277	0,545	0,296	0,426	0,288	0,441	0,217	0,250	0,209
<u>Orj 3</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	0,458	0,357	0,347	0,250	0,579	0,441	0,399	0,295	0,631	0,472	0,409	0,315	0,520	0,375	0,259	0,240
<u>2. Test Sonucu</u>	0,789	0,683	0,492	0,406	0,953	0,798	0,562	0,467	0,997	0,824	0,574	0,488	0,866	0,713	0,414	0,406
<u>5. Test Sonucu</u>	0,396	0,339	0,354	0,240	0,465	0,387	0,395	0,269	0,501	0,413	0,377	0,274	0,402	0,340	0,215	0,198

Çizelge 4.13. Emdirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda asidik ter haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları (devam)

	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
Siyah																
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,521	0,520	0,360	0,311	0,561	0,556	0,457	0,380	0,560	0,558	0,425	0,352	0,509	0,503	0,335	0,332
<i>2. Test Sonucu</i>	0,592	0,576	0,704	0,589	0,509	0,493	0,554	0,475	0,524	0,515	0,672	0,514	0,659	0,623	0,803	0,598
<i>5. Test Sonucu</i>	0,856	0,845	1,058	0,766	0,934	0,906	1,139	0,833	0,919	0,899	1,215	0,819	0,945	0,897	1,168	0,910
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,714	0,706	1,007	0,768	0,676	0,635	0,824	0,650	0,727	0,686	0,967	0,716	0,865	0,833	1,156	0,827
<i>2. Test Sonucu</i>	0,695	0,687	1,030	0,769	0,679	0,637	0,844	0,661	0,758	0,717	1,000	0,735	0,874	0,840	1,204	0,848
<i>5. Test Sonucu</i>	0,744	0,740	0,838	0,610	0,799	0,776	0,773	0,588	0,832	0,809	0,857	0,620	0,868	0,849	0,955	0,686
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,022	1,000	1,340	1,014	1,000	0,934	1,185	0,881	1,065	0,980	1,318	0,962	1,188	1,170	1,630	1,136
<i>2. Test Sonucu</i>	0,777	0,752	1,100	0,819	0,778	0,722	0,957	0,709	0,860	0,790	1,076	0,779	0,985	0,970	1,381	0,975
<i>5. Test Sonucu</i>	0,543	0,521	0,767	0,543	0,559	0,519	0,689	0,507	0,613	0,565	0,772	0,551	0,675	0,665	0,947	0,661
Sarı																
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	2,010	1,384	1,086	0,909	2,208	1,452	1,307	1,060	1,899	1,368	0,970	0,786	2,339	1,558	1,119	0,936
<i>2. Test Sonucu</i>	2,561	1,411	1,262	1,037	2,782	1,506	1,481	1,187	2,500	1,416	1,150	0,913	2,966	1,614	1,291	1,054
<i>5. Test Sonucu</i>	3,476	1,494	1,413	1,133	3,678	1,598	1,498	1,176	3,566	1,567	1,357	1,054	3,941	1,716	1,460	1,145
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,338	1,181	0,584	0,534	1,463	1,260	0,618	0,549	1,199	1,102	0,518	0,461	1,597	1,302	0,709	0,622
<i>2. Test Sonucu</i>	1,517	1,136	0,715	0,628	1,664	1,224	0,755	0,644	1,317	1,063	0,612	0,523	1,830	1,290	0,824	0,704
<i>5. Test Sonucu</i>	1,613	1,284	0,677	0,603	1,736	1,373	0,691	0,600	1,481	1,249	0,596	0,521	1,892	1,423	0,767	0,659
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,440	0,807	0,590	0,493	1,544	0,877	0,599	0,487	1,212	0,734	0,489	0,398	1,740	0,954	0,694	0,565
<i>2. Test Sonucu</i>	1,410	0,971	0,639	0,559	1,538	1,043	0,661	0,562	1,181	0,888	0,532	0,454	1,723	1,122	0,751	0,637
<i>5. Test Sonucu</i>	1,602	1,081	0,736	0,642	2,164	1,606	0,860	0,747	1,462	0,974	0,772	0,643	1,852	0,914	0,715	0,569

4.3.3.2. Çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda meydana gelen renk farkları

Çizelge 4.14. Çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda asidik ter haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları

	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
Mavi																
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,647	1,175	1,221	0,957	1,947	1,320	1,220	1,007	1,953	1,310	1,182	0,992	1,890	1,266	1,218	0,977
<i>2. Test Sonucu</i>	1,860	1,331	1,320	1,047	2,213	1,514	1,347	1,125	2,224	1,511	1,318	1,115	2,165	1,497	1,418	1,134
<i>5. Test Sonucu</i>	2,143	1,555	1,372	1,134	2,566	1,800	1,467	1,263	2,581	1,811	1,459	1,260	2,542	1,750	1,468	1,234
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	2,770	1,717	1,762	1,363	2,883	1,579	1,528	1,070	2,889	1,541	1,476	0,956	2,677	1,480	1,483	1,093
<i>2. Test Sonucu</i>	3,148	1,961	1,986	1,544	3,344	1,856	1,763	1,251	3,335	1,802	1,695	1,116	3,068	1,715	1,681	1,252
<i>5. Test Sonucu</i>	3,087	1,952	1,944	1,517	3,266	1,850	1,718	1,229	3,263	1,804	1,657	1,104	2,997	1,717	1,641	1,231
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	3,067	1,925	1,930	1,507	3,033	1,678	1,606	1,066	2,999	1,619	1,540	0,947	2,784	1,574	1,577	1,138
<i>2. Test Sonucu</i>	3,046	1,874	1,919	1,491	2,998	1,603	1,589	1,050	2,971	1,543	1,522	0,925	2,756	1,494	1,551	1,113
<i>5. Test Sonucu</i>	3,263	2,108	2,059	1,630	3,234	1,874	1,728	1,172	3,183	1,801	1,647	1,041	2,892	1,707	1,639	1,190

Çizelge 4.14. Çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda asidik ter haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları (devam)

	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
Kırmızı																
<u>Orj 1</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	4,248	2,676	1,987	1,684	3,885	2,438	1,896	1,567	3,399	2,572	1,672	1,467	4,443	2,450	2,190	1,868
<u>2. Test Sonucu</u>	4,145	2,722	1,875	1,618	3,757	2,469	1,768	1,488	3,403	2,658	1,585	1,430	4,246	2,465	2,022	1,745
<u>5. Test Sonucu</u>	3,660	2,453	1,766	1,473	3,380	2,254	1,735	1,399	3,006	2,410	1,491	1,289	3,998	2,289	2,009	1,695
<u>Orj 2</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	0,934	0,871	0,413	0,439	1,467	1,148	0,628	0,604	1,178	1,048	0,538	0,546	0,874	0,873	0,371	0,390
<u>2. Test Sonucu</u>	1,092	1,080	0,501	0,538	1,411	1,298	0,611	0,632	1,297	1,271	0,588	0,628	1,113	1,028	0,472	0,478
<u>5. Test Sonucu</u>	0,892	0,848	0,424	0,435	1,084	1,033	0,471	0,497	0,951	0,941	0,428	0,463	0,929	0,792	0,417	0,400
<u>Orj 3</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	1,214	0,511	0,553	0,422	1,465	0,720	0,715	0,569	1,096	0,538	0,579	0,453	1,360	0,617	0,585	0,487
<u>2. Test Sonucu</u>	1,771	0,719	0,840	0,636	2,172	1,013	1,088	0,856	1,663	0,801	0,926	0,715	1,976	0,839	0,888	0,730
<u>5. Test Sonucu</u>	0,686	0,240	0,284	0,216	0,759	0,344	0,364	0,288	0,553	0,208	0,253	0,202	0,776	0,291	0,301	0,240
Yeşil																
<u>Orj 1</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	0,234	0,151	0,219	0,148	0,307	0,203	0,301	0,195	0,324	0,216	0,311	0,209	0,308	0,200	0,252	0,221
<u>2. Test Sonucu</u>	0,228	0,210	0,192	0,143	0,305	0,276	0,311	0,212	0,297	0,283	0,288	0,190	0,211	0,203	0,141	0,110
<u>5. Test Sonucu</u>	0,443	0,401	0,229	0,214	0,486	0,436	0,293	0,254	0,472	0,448	0,268	0,227	0,384	0,371	0,232	0,172
<u>Orj 2</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	0,712	0,624	0,521	0,382	0,900	0,767	0,658	0,477	0,924	0,786	0,691	0,505	0,808	0,663	0,450	0,422
<u>2. Test Sonucu</u>	1,050	0,915	0,724	0,548	1,288	1,092	0,899	0,669	1,305	1,107	0,934	0,698	1,158	0,964	0,645	0,598
<u>5. Test Sonucu</u>	0,910	0,695	0,775	0,520	1,163	0,872	0,933	0,639	1,176	0,888	0,970	0,670	1,027	0,746	0,673	0,560
<u>Orj 3</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	2,162	1,808	1,637	1,167	2,553	2,059	1,749	1,304	2,547	2,070	1,805	1,333	2,371	1,911	1,526	1,224
<u>2. Test Sonucu</u>	2,453	2,023	1,882	1,331	2,811	2,237	1,934	1,435	2,839	2,270	2,021	1,487	2,684	2,157	1,878	1,434
<u>5. Test Sonucu</u>	2,420	2,123	1,857	1,325	2,736	2,325	1,887	1,413	2,782	2,363	1,985	1,468	2,634	2,247	1,851	1,414

Çizelge 4.14. Çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda asidik ter haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları (devam)

Siyah	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,307	1,302	0,615	0,587	1,322	1,315	0,592	0,582	1,347	1,340	0,609	0,589	1,357	1,348	0,687	0,621
<i>2. Test Sonucu</i>	1,121	1,095	0,830	0,659	1,164	1,119	0,955	0,740	1,155	1,109	0,874	0,700	1,089	1,059	0,810	0,639
<i>5. Test Sonucu</i>	1,723	1,687	1,178	0,943	1,749	1,686	1,276	1,002	1,748	1,686	1,211	0,975	1,733	1,682	1,329	1,097
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,627	0,579	0,561	0,497	0,638	0,588	0,485	0,379	0,708	0,645	0,539	0,437	0,766	0,693	0,696	0,536
<i>2. Test Sonucu</i>	0,392	0,343	0,447	0,368	0,468	0,390	0,545	0,378	0,425	0,350	0,440	0,343	0,304	0,257	0,330	0,278
<i>5. Test Sonucu</i>	0,997	0,958	0,748	0,581	1,031	0,972	0,830	0,599	1,030	0,974	0,751	0,579	0,972	0,928	0,730	0,590
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,383	0,336	0,450	0,377	0,393	0,323	0,427	0,325	0,436	0,355	0,462	0,364	0,536	0,464	0,630	0,474
<i>2. Test Sonucu</i>	0,417	0,392	0,423	0,333	0,419	0,390	0,380	0,251	0,453	0,418	0,412	0,279	0,526	0,484	0,548	0,387
<i>5. Test Sonucu</i>	0,185	0,182	0,169	0,141	0,207	0,204	0,184	0,123	0,232	0,230	0,197	0,133	0,233	0,227	0,243	0,240
Sarı																
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	2,646	1,639	1,673	1,315	2,682	1,672	1,677	1,286	2,655	1,663	1,408	1,107	2,981	1,802	1,532	1,255
<i>2. Test Sonucu</i>	3,497	1,821	2,043	1,637	3,591	1,862	1,994	1,566	3,619	1,865	1,783	1,431	3,966	2,014	1,917	1,589
<i>5. Test Sonucu</i>	3,356	1,769	1,901	1,531	3,450	1,816	1,869	1,475	3,485	1,828	1,683	1,357	3,805	1,967	1,808	1,500
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	2,375	1,239	1,021	0,838	2,614	1,357	1,147	0,923	2,243	1,221	0,931	0,738	2,761	1,438	1,095	0,879
<i>2. Test Sonucu</i>	2,931	1,281	1,204	0,965	3,194	1,412	1,338	1,056	2,816	1,274	1,110	0,857	3,356	1,499	1,267	0,991
<i>5. Test Sonucu</i>	2,656	1,193	1,107	0,891	2,881	1,312	1,220	0,966	2,519	1,177	1,009	0,782	3,063	1,401	1,170	0,919
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,033	0,629	0,411	0,348	1,088	0,670	0,399	0,329	0,842	0,554	0,327	0,271	1,279	0,742	0,514	0,423
<i>2. Test Sonucu</i>	1,612	0,710	0,582	0,455	1,729	0,766	0,607	0,464	1,425	0,644	0,504	0,383	1,892	0,856	0,679	0,525
<i>5. Test Sonucu</i>	1,670	0,687	0,559	0,421	1,773	0,746	0,574	0,422	1,524	0,636	0,497	0,364	1,916	0,818	0,640	0,476

Asidik Ter Haslığı Testlerinden Emdirme Yöntemi ile elde edilen sonuçlar çizelge 4.13' de verilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre Mavi boyar madde ile boyanan kumaşlar için tüm aydınlatıcılar ve tüm konsantrasyonlarda en az renk farkı CIEDE2000 ve en fazla renk farkı CIELAB renk formülasyonları ile elde edilmiştir. Aynı sonuçlar Kırmızı, Yeşil ve Sarı boyar madde ile boyanan kumaşlar ile yapılan testlerden de elde edilmiştir.

Siyah boyar madde ile boyanan kumaşlardan elde edilen test sonuçları ise aydınlatıcı çeşidi ve konsantrasyona göre farklılık göstermektedir. Ancak kumaşlar ile yapılan test sonuçlarına genel olarak bakıldığında, konsantrasyon arttıkça renk farkının da arttığı gözlenmiştir.

Sarı boyar madde ile boyanan kumaşlarda ayrıca, en yüksek renk farkının tüm aydınlatıcılar için en düşük konsantrasyondan elde edildiği görölmektedir.

Çektirme Yöntemi ile yapılan testler sonucu Çizelge 4.14 incelendiğinde görüleceği gibi, Mavi boyar madde ile boyanan kumaşlarda tüm aydınlatıcılar ve konsantrasyonlar için en yüksek renk farkının CIELAB formülasyonu ile ve en düşük renk farkının CIEDE2000 formülasyonu ile elde edildiği görölmektedir. Mavi boyar madde ile boyanan kumaşlar ile yapılan testler sonucu konsantrasyon arttıkça renk farkının arttığı da gözlenmiştir.

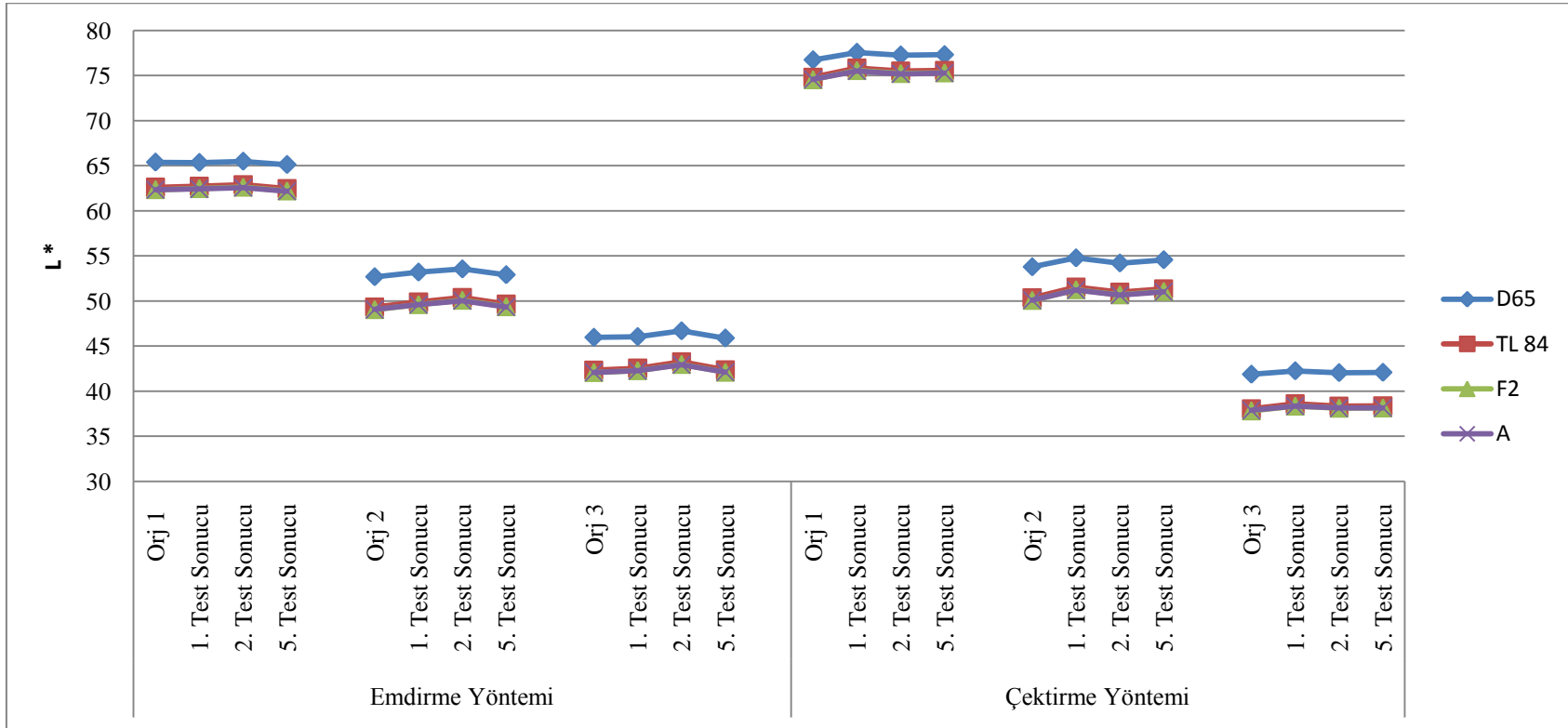
Kırmızı boyar madde ile boyanan kumaşlarla yapılan testler sonucu ise tüm aydınlatıcılar ve konsantrasyonlarda farklı formülasyonlardan farklı renk farklılıkları elde edilmiştir. Kırmızı boyar madde ile boyanan kumaşlardan elde edilen test sonuçları ve diğer boyar maddeler ile boyanan kumaşlardan elde edilen test sonuçları karşılaştırıldığında en yüksek renk farkının Kırmızı boyar madde ile boyanan kumaşlardan elde edildiği görölmektedir.

Siyah boyar madde ile boyanan kumaşlardan elde edilen test sonuçları aydınlatıcılara ve konsantrasyonlara bağlı olarak farklılık göstermektedir.

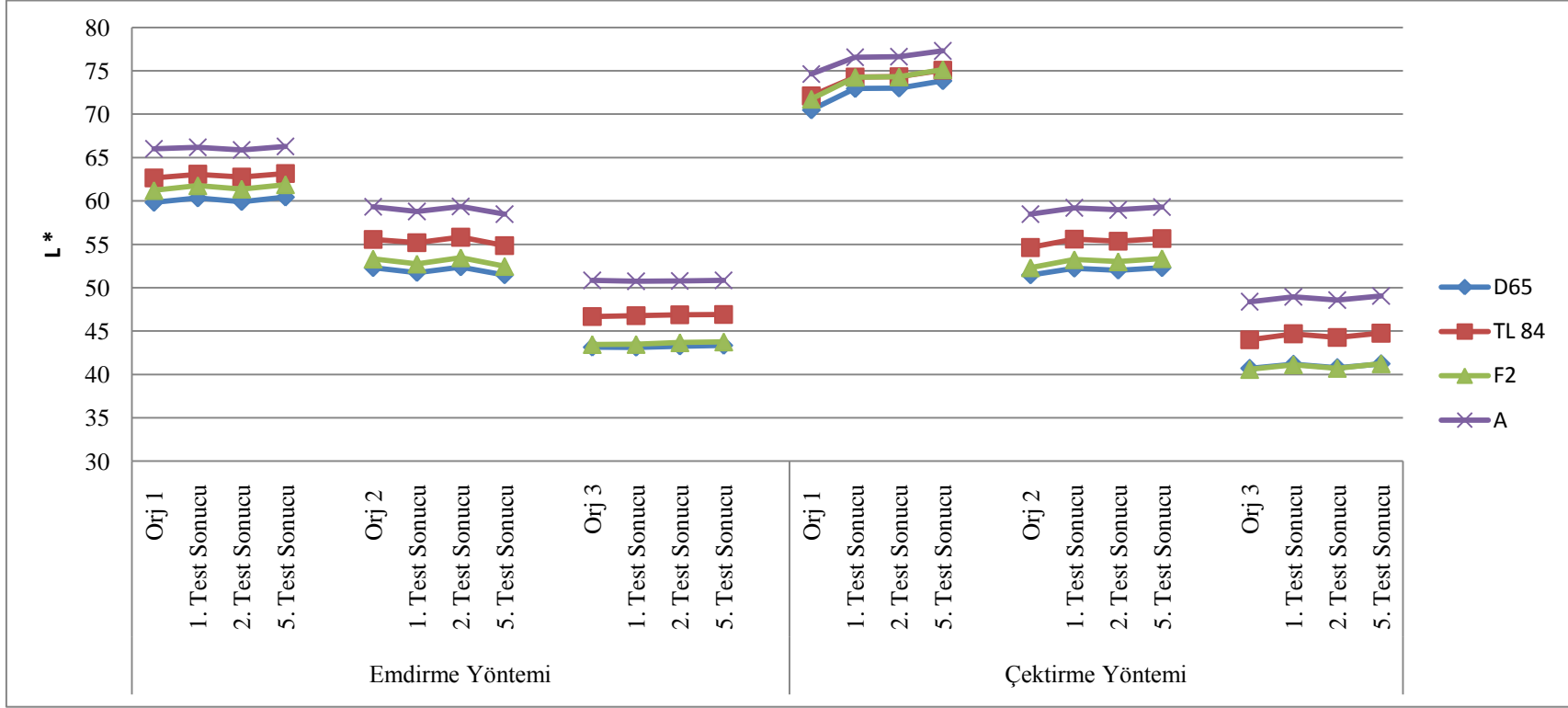
Sarı boyar madde ile boyanan kumaşlardan elde edilen test sonuçları incelendiğinde ise yine konsantrasyon azaldıkça tüm aydınlatıcılar için renk farklılığının arttığı görölmektedir. En yüksek renk farkı en düşük konsantrasyon ile elde edilmiştir.

4.4. Bazik ter haslığı testleri sonuçları

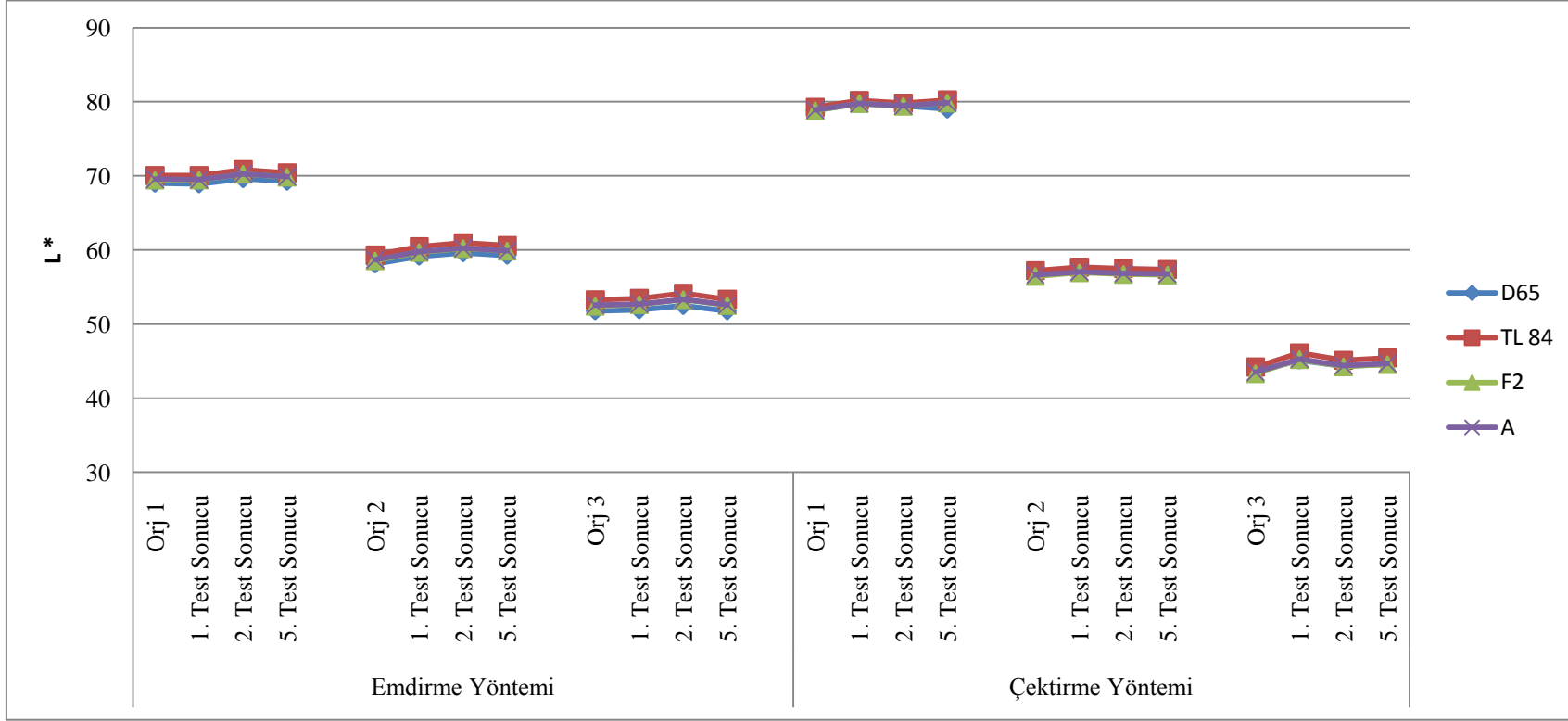
4.4.1. Bazik ter haslığı testleri sonrası kumaşlarda meydana gelen açıklık –koyuluk (L^*) değişimleri



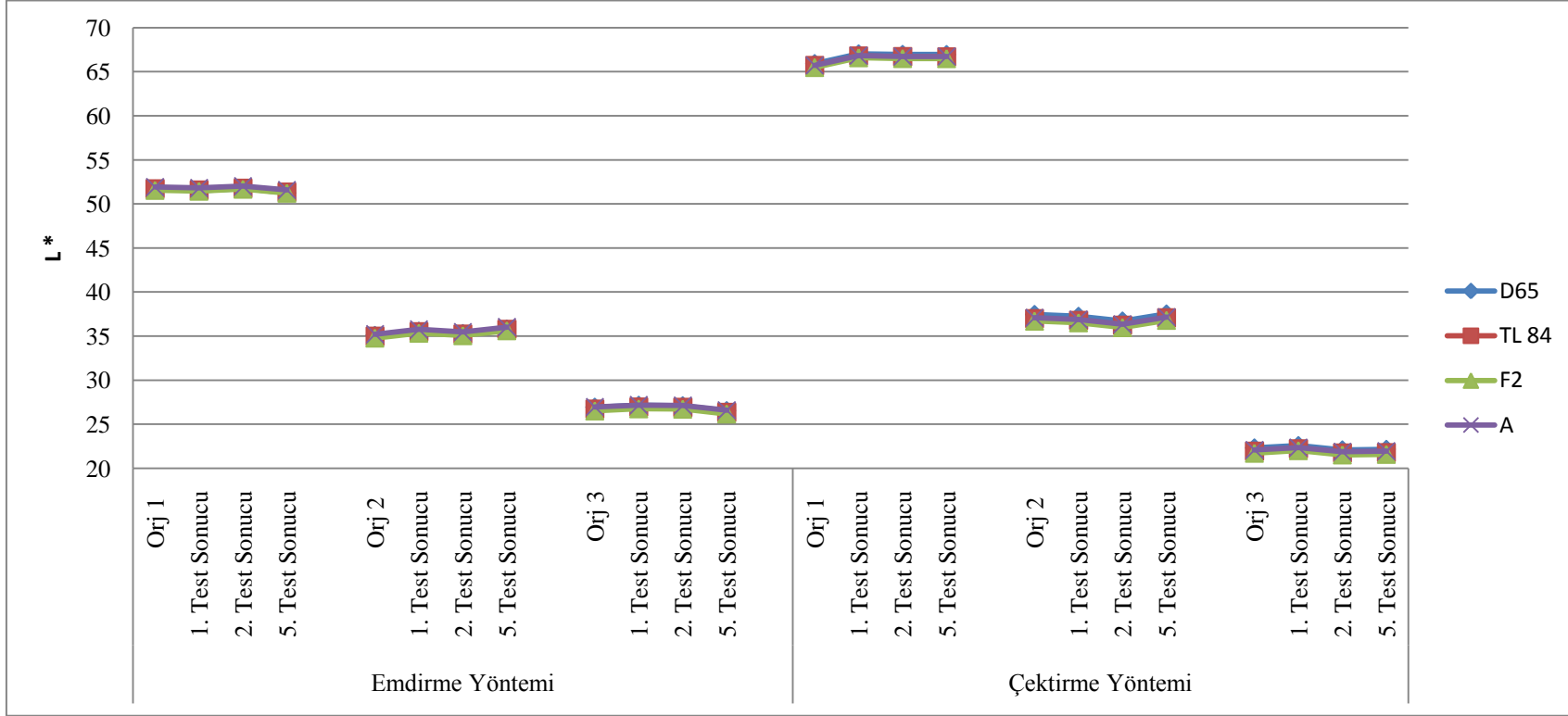
şekil 4.31. Mavi boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların bazik ter haslığı testleri sonrası L^* değerleri



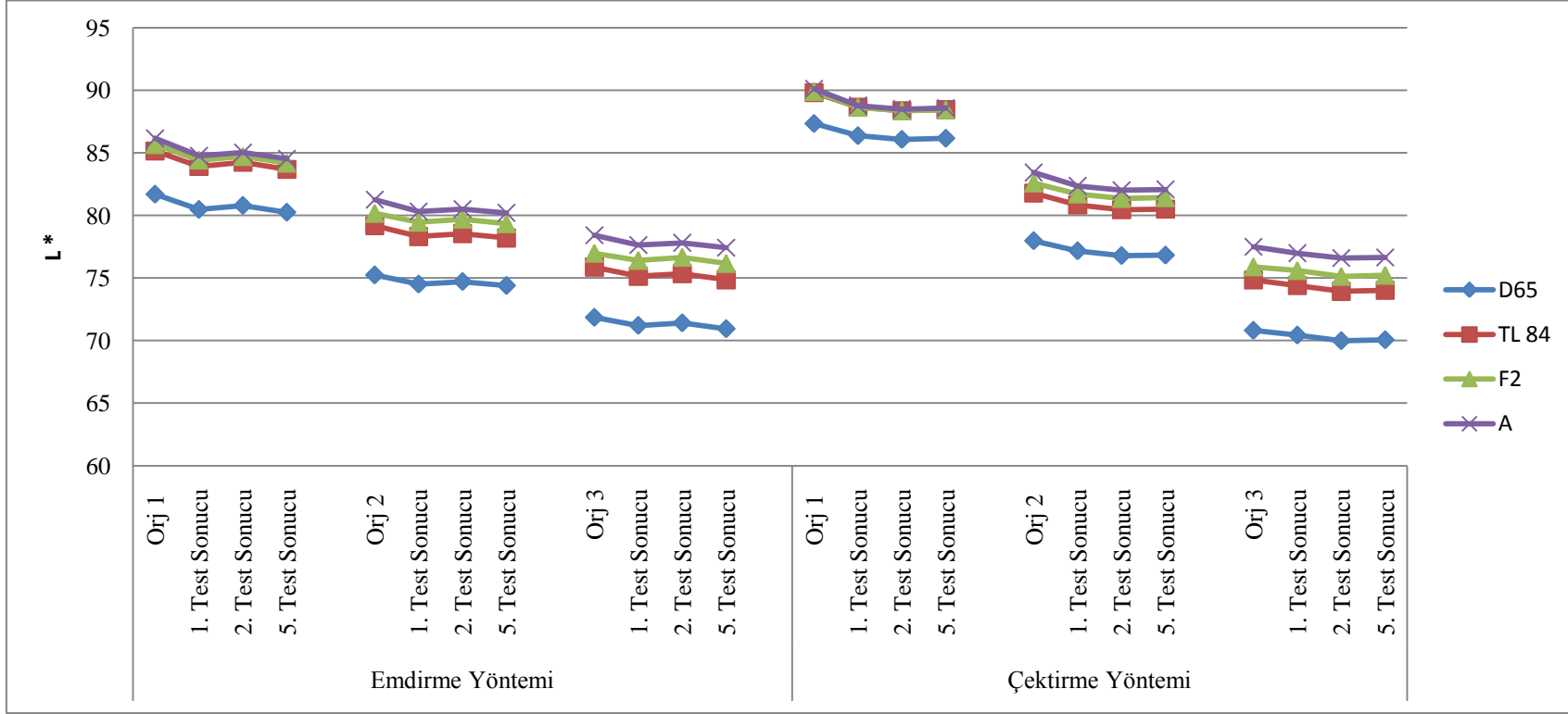
Şekil 4.32. Kırmızı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların bazik ter haslığı testleri sonrası L* değerleri



Şekil 4.33. Yeşil boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların bazik ter haslığı testleri sonrası L^* değerleri



Şekil 4.34. Siyah boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların bazik ter haslığı testleri sonrası L^* değerleri



Şekil 4.35. Sarı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların bazik ter haslığı testleri sonrası L^* değerleri

Bazik ter haslığı testleri sonucunda L^* değişimleri incelendiğinde;

şekil 4.31'de görüldüğü üzere mavi boyarmadde ile emdirme ve ektirme yöntemine göre boyanmış kumaşların L^* değerlerinin TL84, F2 ve A aydınlatıcıları altında benzer davranış gösterdikleri ancak en açık rengin D65 aydınlatıcısı altında görüldüğü tespit edilmiştir. Emdirme ve ektirme yöntemine göre orta ve düşük konsantrasyonlarda boyanan kumaşlarda L^* değerilerinin benzer olduğu gözlemlenirken, düşük konsantrasyonda boyanan kumaşların renklerinin emdirme yönteminde daha koyu, ektirme yönteminde daha açık olduğu gözlemlenmiştir.

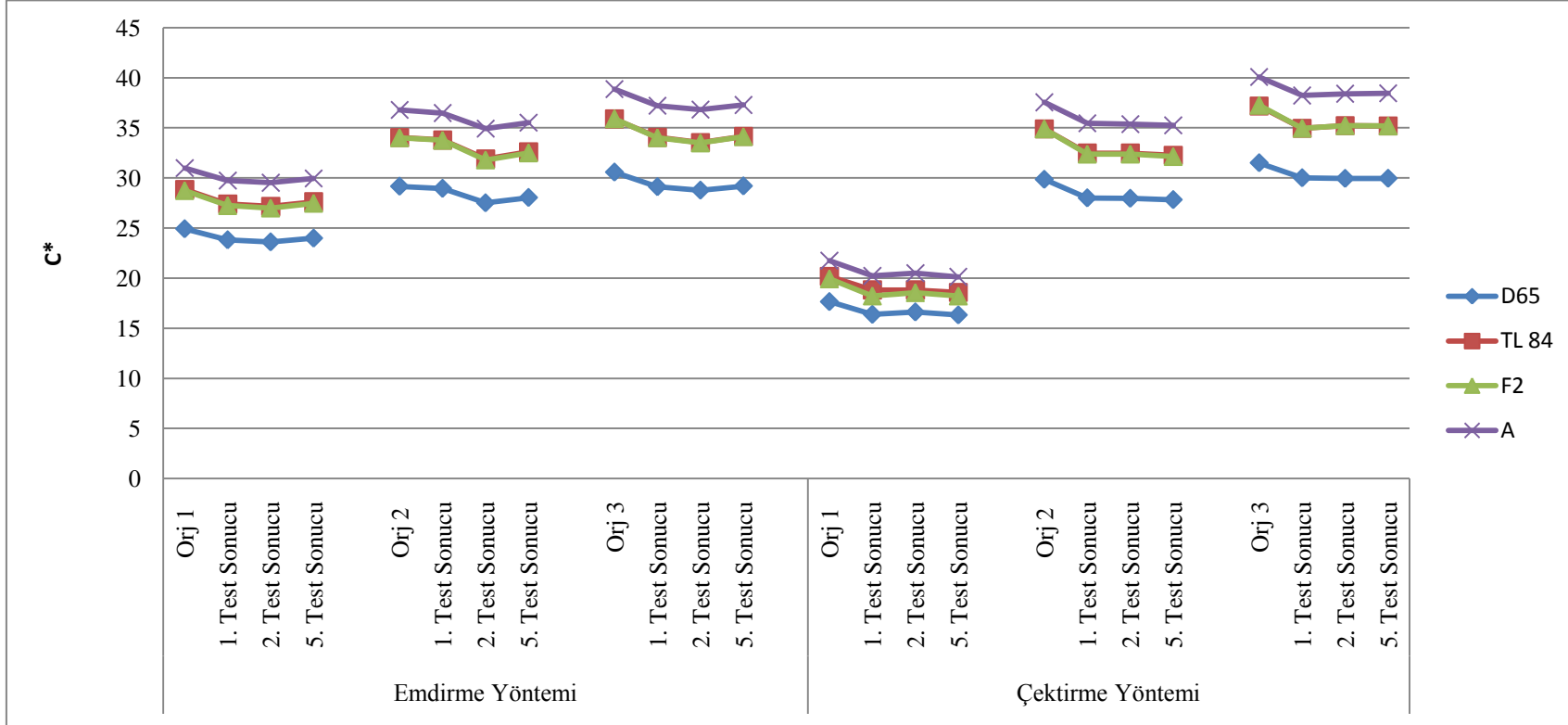
şekil 4.32.'de görüldüğü üzere kırmızı boyarmaddeler emdirme ve ektirme yöntemine göre orta ve yüksek konsantrasyonlarda boyanmış kumaşların L^* değerlerinin birbirlerine yakın olduğu ancak düşük konsantrasyonda ektirme yöntemine göre yapılan boyama sonucu daha açık renklerin elde edildiği tespit edilmiştir. Tekrarlanan testlere bağlı olarak L^* değerlerinin arttığı ve en açık renklerin A aydınlatıcısı altında elde edildiği gözlemlenmiştir.

Yeşil boyarmadde ile boyanmış kumaşların L^* değerlerinin şekil 4.33.'te görüldüğü üzere tüm aydınlatıcılar için aynı eğri ile temsil edilebileceği gözlemlenmiştir. Çektirme yöntemine göre yüksek konsantrasyonda boyanan kumaşların ilk testten sonra renginin diğer konsantrasyonlara göre daha çok açıldığı tespit edilmiştir.

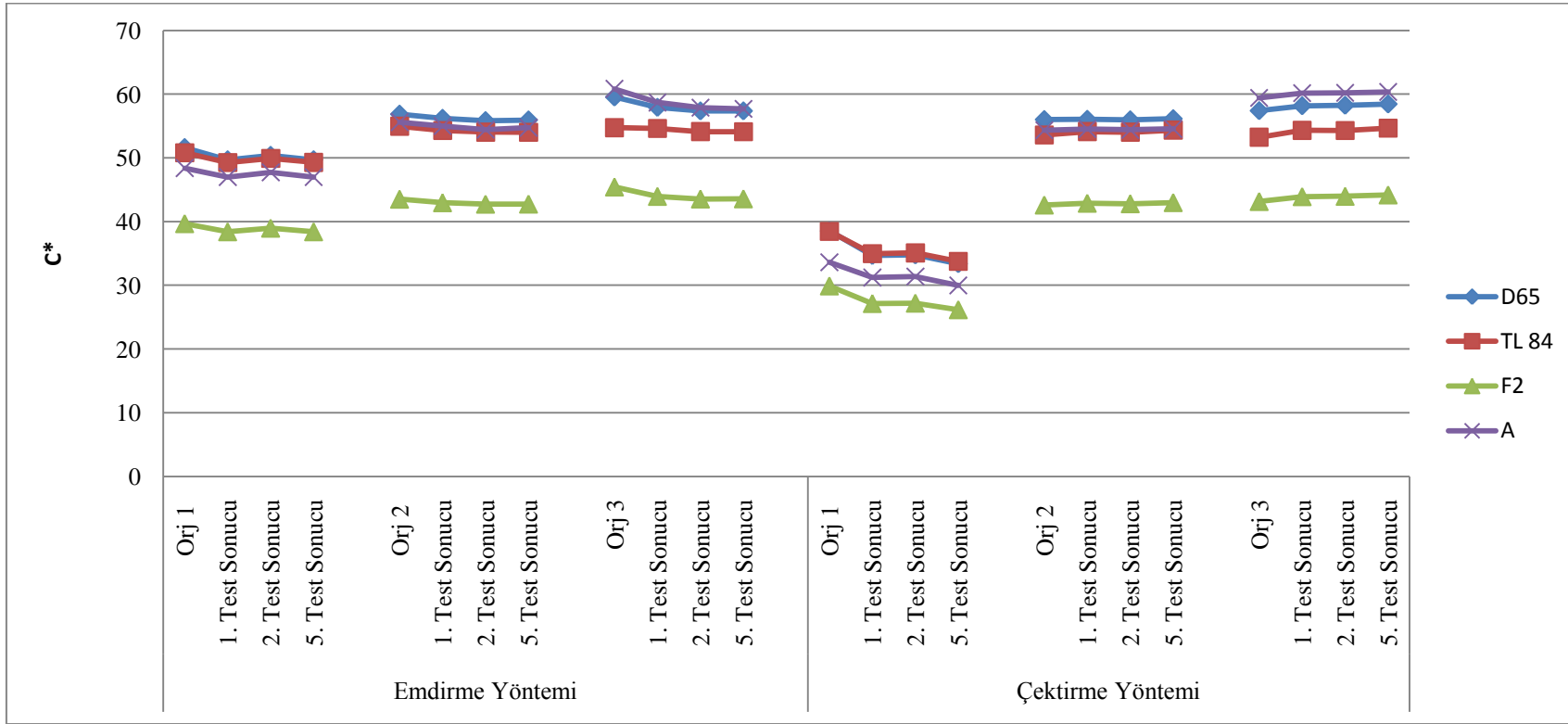
Siyah boyarmadde ile emdirme ve ektirme yöntemine göre boyanmış kumaşların L^* değerlerinin şekil 4.34.'te görüldüğü üzere, tüm aydınlatıcıların için benzer davranış gösterdiği gözlemlenmiştir. Orta konsantrasyonlarda boyanan kumaşın testler sonucu elde edilen L^* değerlerinin benzer olduğu gözlemlenirken, ektirme yöntemine göre düşük konsantrasyonda yapılan boyama sonrası elde edilen rengin emdirme yöntemine göre daha açık, yüksek konsantrasyonda yapılan boyama sonrası elde edilen rengin ise daha koyu olduğu tespit edilmiştir.

şekil 4.25.'te görüldüğü üzere sarı boyarmadde ile boyanmış kumaşların L^* değerlerinin tekrar eden testlere göre azıldığı tespit edilmiştir.

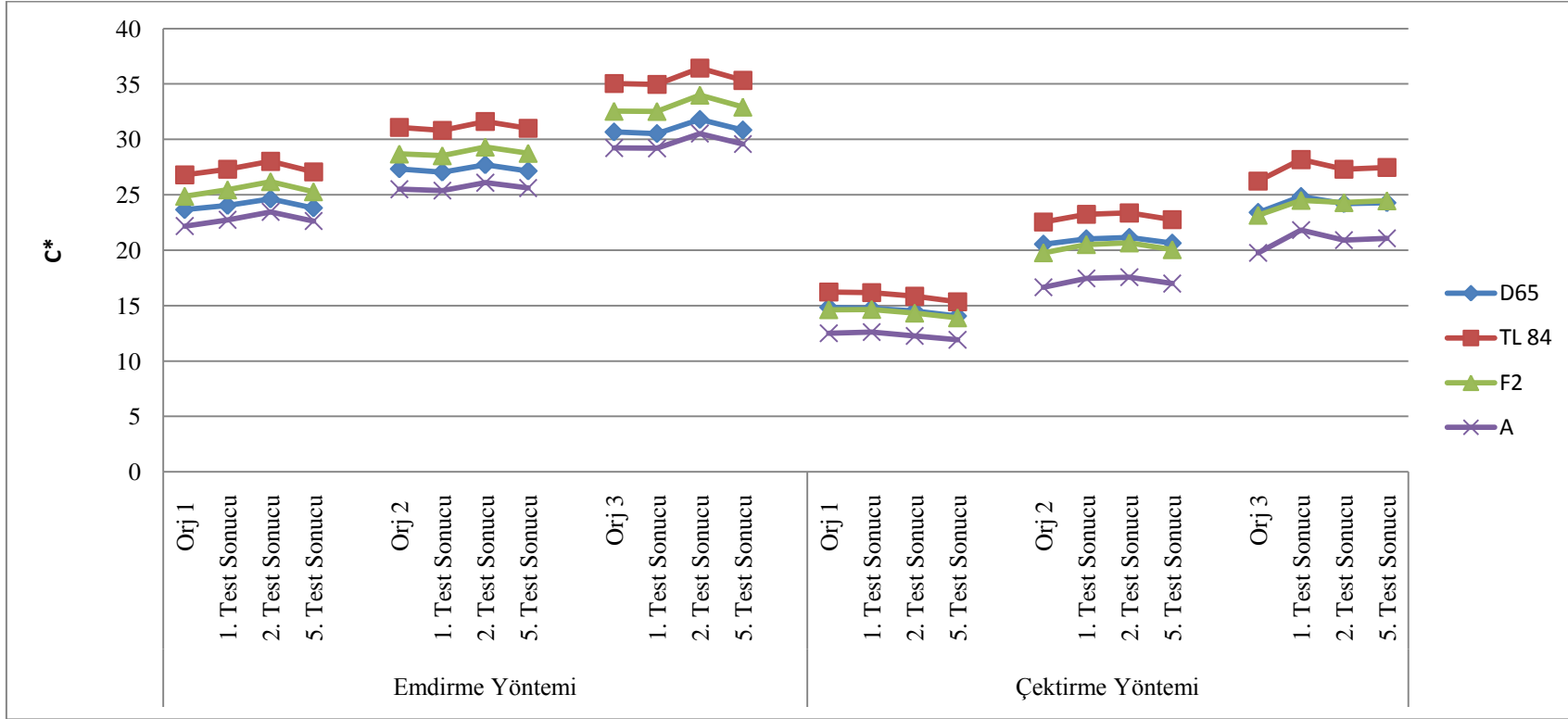
4.4.2. Bazik ter haslığı testleri sonrası kumaşlarda meydana gelen doygunluk (kroma) (C*) değişimleri



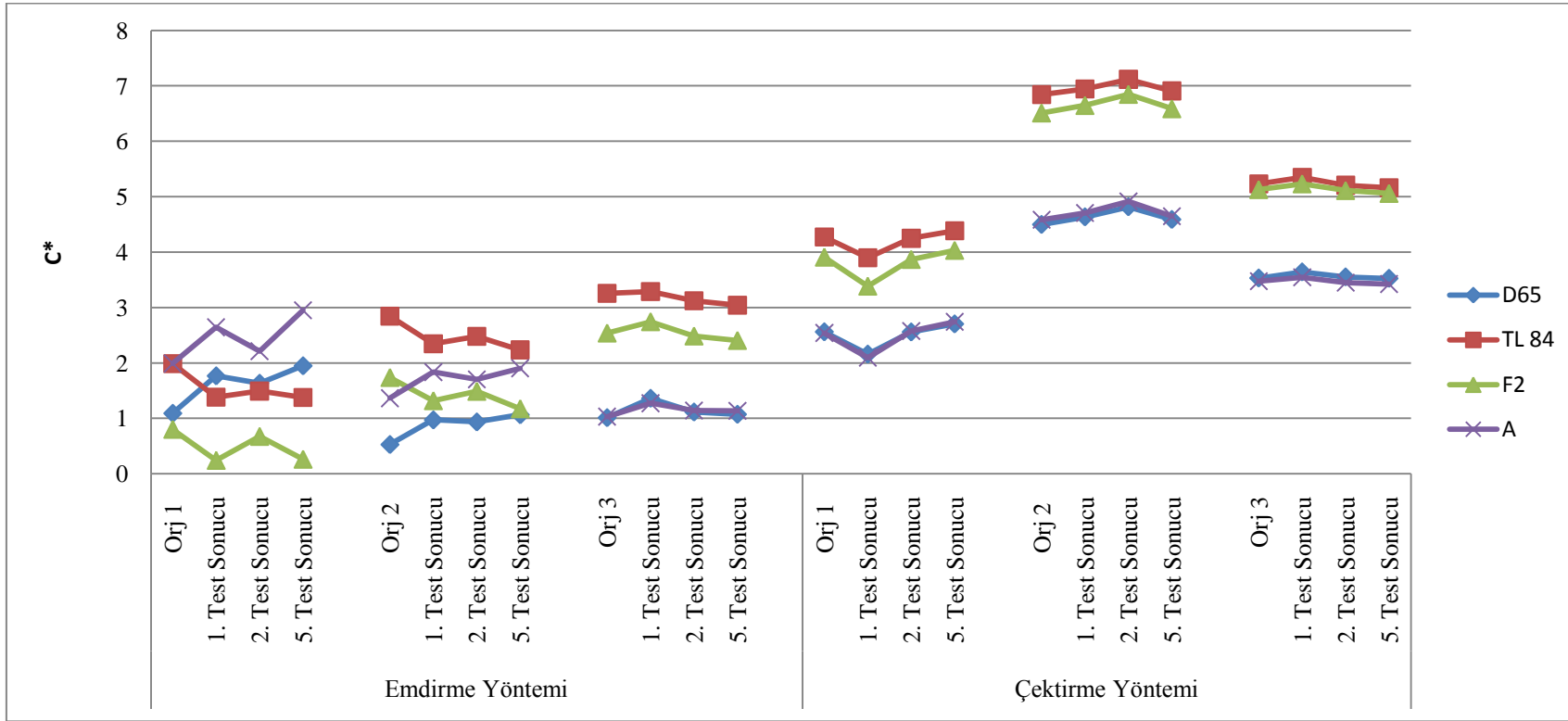
Şekil 4.36. Mavi boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların bazik ter haslığı testleri sonrası C* değerleri



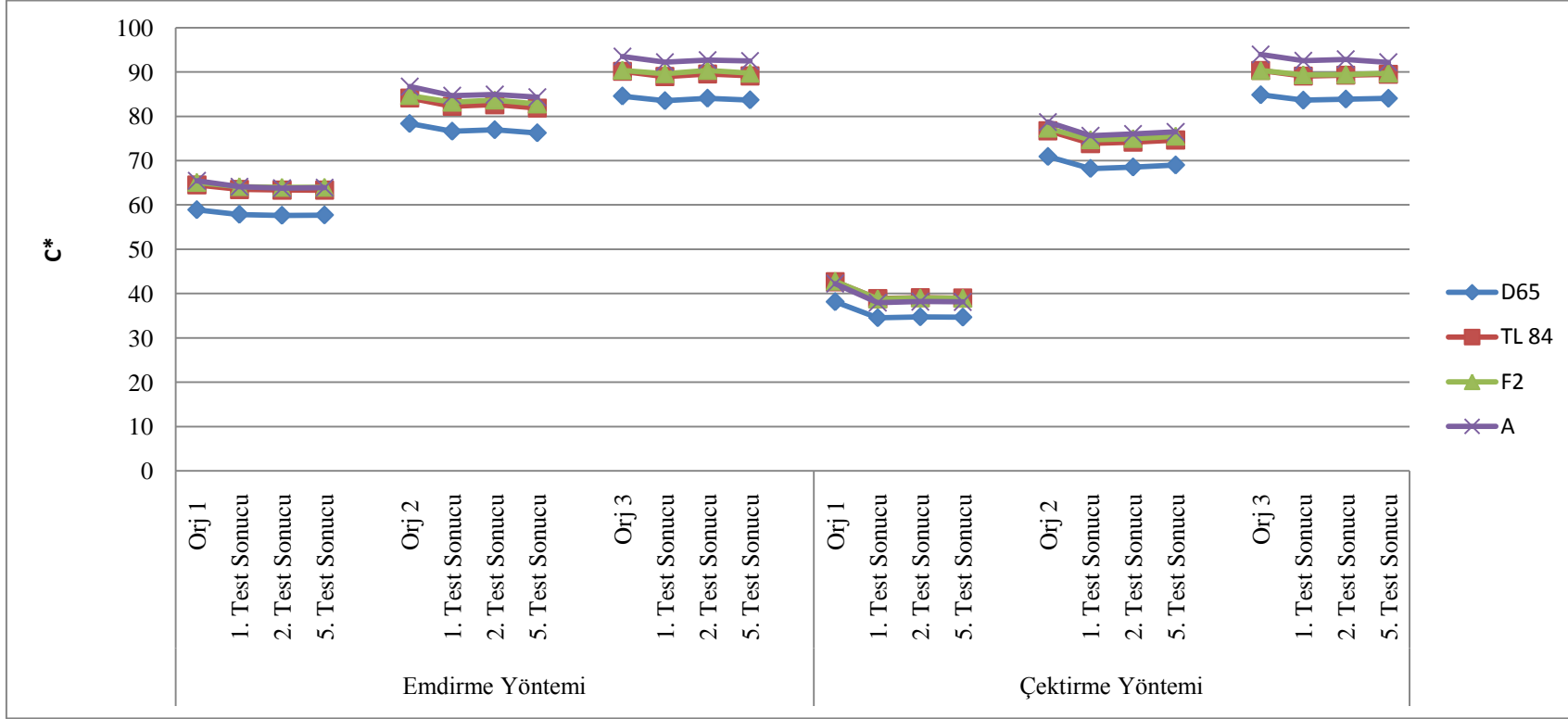
Şekil 4.37. Kırmızı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların bazik ter haslığı testleri sonrası C* değerleri



Şekil 4.38. Yeşil boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların bazik ter haslığı testleri sonrası C* değerleri



Şekil 4.39. Siyah boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların bazik ter haslığı testleri sonrası C* değerleri



Şekil 4.40. Sarı boyarmadde ile boyanmış pamuklu kumaşların bazik ter haslığı testleri sonrası C* değerleri

Bazik ter haslığı testleri sonucunda C*değişimleri incelendiğinde;

şekil 4.36'da görüldüğü üzere mavi boyarmadde ile emdirme ve ektirme yöntemine göre orta ve yüksek konsantrasyonlarda boyanan kumaşların doygunluk değerlerinin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Düşük konsantrasyonlarda ektirme yöntemine göre boyanmış kumaşların kroma değerinin emdirme yöntemine göre daha donuk olduğu gözlemlenmiştir. Tüm konsantrasyonlar göz önüne alındığında ilk testten sonra kroma değerinin diğer testlere göre daha çok azaldığı ve en yüksek kroma değerinin A, en düşük kroma değerinin ise D65 aydınlaticısı altında elde edildiği gözlemlenmiştir.

şekil 4.37.'de görüldüğü üzere kırmızı boyarmaddeler ile boyanmış kumaşlara yapılan testler sonucu kroma değeriminin aydınlaticılara göre belirli bir kural çerçevesinde olmadığı ancak en donuk rengin tüm konsantrasyonlar ve yöntemler için F2 aydınlaticısı altında elde edildiği gözlemlenmiştir. Çektirme yöntemine göre en düşük konsantrasyonda boyanan kumaşın ilk asidik haslığı testi sonucu kroma değerinde meydana gelen değerimin diğer yöntem ve konsantrasyonlara göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Çektirme ve emdirme yöntemine göre orta ve yüksek konsantrasyonlarda boyanan kumaşların kroma değerlerinin benzer olduğu tespit edilmiştir.

şekil 4.38.'de görüldüğü yeşil boyarmadde ile boyanmış en yüksek kroma değerleri TL84 aydınlaticısı altında elde edilirken, en düşük kroma değerlerinin A aydınlaticısı altında elde edildiği tespit edilmiştir. Düşük, orta ve yüksek konsantrasyonlarda ektirme yöntemine göre yapılan boyamalar sonucu kumaşlardaki kroma değerinin emdirme yöntemine göre düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Siyah boyarmadde ile emdirme ve ektirme yöntemine göre boyanmış kumaşların asidik ter haslığı testleri sonucu C*değerlerinin şekil 4.39.'da görüldüğü üzere, belirli bir düzene bağlı olmadan değerideği tespit edilmiştir.

Sarı boyarmadde ile emdirme ve ektirme yöntemine göre boyanan kumaşların C* değerlerinin şekil 4.20.'de görüldüğü üzere tekrar eden asidik ter haslığı testlerine bağlı olarak azaldığı gözlemlenmiş ve en donuk renklerin tüm konsantrasyonlar için D65 aydınlaticısı altında elde edildiği gözlemlenmiştir.

4.4.3. Bazik Ter haslığı testleri sonrası kumaşlarda meydana gelen renk farkları

4.4.3.1. Emdirme Yöntemine Göre Boyanmış kumaşlarda meydana gelen renk farkları

Çizelge 4.15. Emdirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda bazik ter haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları

	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
Mavi																
<u>Orj 1</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	1,639	1,025	1,166	0,927	1,698	0,888	0,984	0,713	1,714	0,879	0,962	0,656	1,585	0,850	0,964	0,708
<u>2. Test Sonucu</u>	1,890	1,178	1,337	1,066	1,988	1,057	1,145	0,837	2,000	1,043	1,117	0,771	1,853	1,001	1,116	0,824
<u>5. Test Sonucu</u>	1,484	0,963	1,059	0,847	1,494	0,808	0,886	0,642	1,496	0,789	0,853	0,582	1,392	0,774	0,861	0,631
<u>Orj 2</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	0,553	0,523	0,252	0,266	0,607	0,561	0,282	0,293	0,609	0,563	0,283	0,293	0,634	0,567	0,293	0,298
<u>2. Test Sonucu</u>	2,704	1,775	1,736	1,373	2,786	1,650	1,478	1,082	2,790	1,622	1,438	0,988	2,610	1,561	1,441	1,096
<u>5. Test Sonucu</u>	1,899	1,186	1,271	0,987	1,823	0,965	1,000	0,686	1,851	0,958	0,980	0,620	1,739	0,933	1,001	0,722
<u>Orj 3</u>																
<u>1. Test Sonucu</u>	2,311	1,375	1,475	1,119	2,278	1,138	1,209	0,793	2,281	1,108	1,170	0,700	2,170	1,078	1,193	0,846
<u>2. Test Sonucu</u>	3,005	1,889	1,905	1,480	3,041	1,693	1,602	1,096	3,025	1,647	1,549	0,982	2,852	1,600	1,576	1,149
<u>5. Test Sonucu</u>	2,198	1,310	1,405	1,065	2,130	1,049	1,131	0,737	2,143	1,028	1,100	0,654	2,038	0,998	1,117	0,790

Çizelge 4.15. Emdirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda bazik ter haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları (devam)

	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
Kırmızı																
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	2,290	1,003	1,102	0,841	1,970	0,901	1,008	0,763	1,698	0,945	0,971	0,750	2,682	1,024	1,257	1,009
<i>2. Test Sonucu</i>	1,454	0,580	0,716	0,534	1,118	0,479	0,583	0,435	0,953	0,488	0,573	0,429	1,847	0,701	0,857	0,686
<i>5. Test Sonucu</i>	2,336	1,075	1,135	0,869	1,963	0,945	1,008	0,767	1,723	1,006	0,963	0,754	2,701	1,043	1,258	1,011
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,593	0,564	0,272	0,286	0,663	0,451	0,356	0,293	0,629	0,581	0,285	0,296	0,572	0,549	0,252	0,256
<i>2. Test Sonucu</i>	0,357	0,184	0,201	0,150	0,268	0,253	0,115	0,121	0,232	0,184	0,150	0,120	0,528	0,198	0,246	0,196
<i>5. Test Sonucu</i>	0,840	0,830	0,378	0,413	9,999	3,034	3,812	3,161	0,850	0,849	0,378	0,415	0,859	0,845	0,364	0,382
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,674	0,324	0,399	0,298	0,454	0,252	0,293	0,227	0,575	0,338	0,415	0,309	0,849	0,357	0,433	0,358
<i>2. Test Sonucu</i>	1,498	0,693	0,843	0,633	1,255	0,647	0,761	0,589	1,235	0,709	0,837	0,630	1,846	0,722	0,905	0,743
<i>5. Test Sonucu</i>	1,867	0,924	1,112	0,832	1,712	0,914	1,087	0,838	1,608	0,962	1,131	0,847	2,262	0,939	1,173	0,970
Yeşil																
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,538	0,345	0,582	0,364	0,644	0,360	0,577	0,373	0,674	0,371	0,585	0,390	0,574	0,299	0,376	0,301
<i>2. Test Sonucu</i>	1,339	0,925	1,187	0,785	1,634	1,095	1,243	0,850	1,676	1,116	1,230	0,870	1,487	0,969	0,909	0,738
<i>5. Test Sonucu</i>	0,675	0,522	0,882	0,536	0,756	0,575	0,835	0,508	0,778	0,586	0,813	0,509	0,659	0,478	0,605	0,422
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,091	1,052	0,523	0,504	1,154	1,120	0,547	0,522	1,168	1,150	0,557	0,536	1,063	1,057	0,462	0,476
<i>2. Test Sonucu</i>	1,575	1,522	0,808	0,737	1,772	1,675	0,910	0,811	1,813	1,702	0,926	0,837	1,646	1,559	0,730	0,736
<i>5. Test Sonucu</i>	1,253	1,202	0,778	0,633	1,350	1,306	0,777	0,649	1,377	1,342	0,793	0,669	1,214	1,208	0,532	0,545
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,230	0,168	0,184	0,129	0,252	0,214	0,194	0,140	0,262	0,240	0,207	0,151	0,182	0,162	0,157	0,114
<i>2. Test Sonucu</i>	1,407	0,906	0,863	0,671	1,736	1,090	0,990	0,777	1,770	1,114	0,996	0,801	1,517	0,955	0,743	0,673
<i>5. Test Sonucu</i>	0,404	0,258	0,482	0,283	0,464	0,269	0,447	0,274	0,505	0,283	0,450	0,284	0,382	0,182	0,243	0,185

Çizelge 4.15. Emdirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda bazik ter haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları (devam)

	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
Siyah																
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,701	0,671	0,960	0,914	0,655	0,608	0,844	0,837	0,570	0,551	0,817	0,750	0,630	0,580	0,818	0,765
<i>2. Test Sonucu</i>	0,643	0,619	0,910	0,841	0,634	0,595	0,831	0,809	6,205	6,005	9,014	5,385	0,381	0,364	0,496	0,483
<i>5. Test Sonucu</i>	0,986	0,951	1,264	1,121	0,963	0,920	1,187	1,083	0,911	0,894	1,249	1,022	1,029	0,955	1,292	1,083
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,703	0,696	0,807	0,747	0,727	0,690	0,682	0,652	0,703	0,685	0,661	0,599	0,728	0,711	0,733	0,642
<i>2. Test Sonucu</i>	0,480	0,472	0,650	0,620	0,456	0,422	0,497	0,508	0,424	0,411	0,466	0,463	0,430	0,414	0,490	0,464
<i>5. Test Sonucu</i>	0,958	0,950	1,013	0,917	0,993	0,952	0,875	0,816	1,009	0,987	0,898	0,781	0,977	0,961	0,888	0,739
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,456	0,443	0,584	0,451	0,498	0,479	0,589	0,484	0,461	0,443	0,544	0,424	0,385	0,377	0,472	0,316
<i>2. Test Sonucu</i>	0,304	0,300	0,382	0,374	0,309	0,295	0,338	0,324	0,285	0,279	0,303	0,284	0,221	0,219	0,211	0,182
<i>5. Test Sonucu</i>	0,464	0,461	0,444	0,398	0,459	0,444	0,414	0,373	0,404	0,397	0,359	0,310	0,391	0,389	0,311	0,234
Sarı																
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,856	1,345	0,948	0,798	2,033	1,406	1,145	0,933	1,762	1,329	0,861	0,704	2,171	1,509	1,009	0,846
<i>2. Test Sonucu</i>	2,173	1,258	1,349	1,115	2,415	1,356	1,612	1,295	1,939	1,184	1,152	0,914	2,508	1,415	1,313	1,089
<i>5. Test Sonucu</i>	2,121	1,572	1,052	0,890	2,282	1,635	1,224	1,003	2,039	1,574	0,953	0,784	2,451	1,748	1,096	0,922
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	2,087	0,925	0,881	0,712	2,274	1,030	0,938	0,741	1,836	0,852	0,760	0,591	2,460	1,108	0,970	0,767
<i>2. Test Sonucu</i>	2,055	0,888	1,089	0,911	2,302	1,000	1,241	1,015	1,655	0,740	0,928	0,743	2,446	1,055	1,163	0,953
<i>5. Test Sonucu</i>	2,382	1,023	0,910	0,717	2,609	1,143	0,980	0,757	2,192	0,971	0,817	0,622	2,765	1,219	1,013	0,783
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,392	0,734	0,596	0,496	1,500	0,808	0,600	0,485	1,102	0,630	0,479	0,388	1,722	0,889	0,719	0,586
<i>2. Test Sonucu</i>	1,452	0,727	0,890	0,767	1,541	0,781	0,922	0,775	1,101	0,553	0,733	0,600	1,761	0,866	0,980	0,828
<i>5. Test Sonucu</i>	1,276	0,931	0,467	0,411	1,442	1,035	0,497	0,425	1,071	0,833	0,389	0,339	1,540	1,045	0,592	0,499

4.4.3.2. Çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda meydana gelen renk farkları

Çizelge 4.16. Çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda bazik ter haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları

	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
Mavi																
<i>Orj 1</i>																
<u>1. Test Sonucu</u>	1,792	1,326	1,331	1,042	2,087	1,464	1,303	1,076	2,103	1,459	1,265	1,065	2,017	1,405	1,298	1,041
<u>2. Test Sonucu</u>	1,390	0,990	1,063	0,827	1,631	1,095	1,033	0,848	1,629	1,083	0,999	0,833	1,583	1,058	1,051	0,834
<u>5. Test Sonucu</u>	1,651	1,129	1,221	0,960	1,947	1,270	1,232	1,017	1,961	1,263	1,199	1,005	1,920	1,223	1,219	0,985
<i>Orj 2</i>																
<u>1. Test Sonucu</u>	3,064	1,996	1,927	1,519	3,218	1,910	1,704	1,243	3,198	1,853	1,630	1,113	2,963	1,772	1,624	1,236
<u>2. Test Sonucu</u>	2,798	1,665	1,762	1,342	2,946	1,527	1,551	1,064	2,948	1,482	1,496	0,943	2,751	1,413	1,484	1,080
<u>5. Test Sonucu</u>	3,127	1,943	1,963	1,523	3,323	1,839	1,744	1,236	3,329	1,797	1,686	1,111	3,056	1,700	1,657	1,236
<i>Orj 3</i>																
<u>1. Test Sonucu</u>	2,938	1,790	1,844	1,423	2,918	1,531	1,536	1,002	2,888	1,473	1,472	0,882	2,674	1,425	1,497	1,070
<u>2. Test Sonucu</u>	2,682	1,622	1,692	1,304	2,574	1,321	1,362	0,885	2,576	1,290	1,321	0,793	2,417	1,259	1,358	0,967
<u>5. Test Sonucu</u>	2,771	1,694	1,760	1,371	2,663	1,386	1,420	0,935	2,643	1,336	1,361	0,824	2,457	1,305	1,400	1,003

Çizelge 4.16. Çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda bazik ter haslığı testleri sonrası meydana gele renk farkları (devam)

	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
Kırmızı																
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	4,698	2,913	2,118	1,833	4,294	2,639	2,009	1,698	3,801	2,828	1,784	1,618	4,804	2,630	2,277	1,979
<i>2. Test Sonucu</i>	4,642	2,942	2,087	1,809	4,216	2,653	1,970	1,666	3,790	2,854	1,776	1,609	4,696	2,646	2,222	1,930
<i>5. Test Sonucu</i>	6,277	3,937	2,803	2,456	5,760	3,559	2,661	2,279	5,122	3,805	2,392	2,191	6,268	3,522	2,948	2,594
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,769	0,768	0,348	0,380	1,142	0,990	0,504	0,501	0,996	0,943	0,467	0,480	0,776	0,741	0,326	0,337
<i>2. Test Sonucu</i>	0,692	0,564	0,301	0,301	0,860	0,734	0,369	0,371	0,724	0,694	0,330	0,349	0,617	0,518	0,258	0,253
<i>5. Test Sonucu</i>	0,845	0,832	0,383	0,414	1,345	1,080	0,595	0,569	1,198	1,089	0,597	0,578	0,849	0,820	0,365	0,376
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,966	0,553	0,433	0,343	1,392	0,817	0,649	0,537	1,024	0,649	0,526	0,423	1,000	0,631	0,436	0,393
<i>2. Test Sonucu</i>	0,911	0,303	0,376	0,285	1,188	0,484	0,530	0,416	0,904	0,379	0,442	0,349	0,887	0,346	0,377	0,306
<i>5. Test Sonucu</i>	1,229	0,635	0,527	0,414	1,706	0,922	0,759	0,622	1,347	0,820	0,689	0,552	1,209	0,739	0,529	0,473
Yeşil																
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,899	0,889	0,440	0,367	0,965	0,954	0,495	0,396	0,976	0,969	0,485	0,390	0,895	0,892	0,346	0,321
<i>2. Test Sonucu</i>	0,656	0,605	0,330	0,282	0,687	0,613	0,331	0,307	0,675	0,628	0,310	0,287	0,641	0,603	0,443	0,315
<i>5. Test Sonucu</i>	0,794	0,487	0,550	0,509	1,320	1,109	0,701	0,662	1,267	1,123	0,652	0,609	1,153	1,054	0,645	0,531
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,790	0,580	0,792	0,496	1,046	0,752	0,909	0,598	1,056	0,767	0,959	0,633	0,910	0,619	0,653	0,513
<i>2. Test Sonucu</i>	0,938	0,636	1,028	0,623	1,146	0,748	1,085	0,684	1,160	0,762	1,140	0,726	1,050	0,677	0,992	0,666
<i>5. Test Sonucu</i>	0,374	0,286	0,487	0,291	0,468	0,348	0,513	0,312	0,504	0,376	0,571	0,351	0,391	0,259	0,346	0,240
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	2,582	2,042	2,206	1,481	4,117	2,591	2,427	1,971	3,092	2,367	2,364	1,671	2,864	2,178	2,073	1,552
<i>2. Test Sonucu</i>	1,449	1,108	1,373	0,882	1,657	1,209	1,285	0,886	1,682	1,239	1,372	0,940	1,655	1,226	1,461	1,003
<i>5. Test Sonucu</i>	1,733	1,380	1,587	1,037	1,994	1,519	1,501	1,055	2,033	1,560	1,618	1,123	1,953	1,500	1,620	1,141

Çizelge 4.16. Çektirme yöntemine göre boyanmış kumaşlarda bazik ter haslığı testleri sonrası meydana gelen renk farkları (devam)

	D 65				TL84				F2				A			
	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000	CIELAB	CIE94	CMC	CIEDE2000
Siyah																
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,297	1,276	0,990	0,855	1,304	1,272	0,989	0,789	1,324	1,285	0,985	0,816	1,229	1,210	0,810	0,679
<i>2. Test Sonucu</i>	1,070	1,068	0,528	0,536	1,020	1,019	0,435	0,430	1,030	1,029	0,456	0,454	1,030	1,029	0,447	0,455
<i>5. Test Sonucu</i>	1,045	1,043	0,469	0,468	1,006	1,004	0,426	0,419	1,017	1,015	0,430	0,427	1,028	1,024	0,487	0,470
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,329	0,311	0,328	0,302	0,328	0,307	0,355	0,260	0,276	0,255	0,259	0,215	0,244	0,234	0,186	0,144
<i>2. Test Sonucu</i>	0,849	0,826	0,625	0,510	0,880	0,848	0,712	0,517	0,845	0,811	0,612	0,480	0,825	0,804	0,553	0,422
<i>5. Test Sonucu</i>	0,249	0,231	0,302	0,299	0,207	0,187	0,269	0,199	0,194	0,177	0,215	0,192	0,114	0,106	0,112	0,098
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	0,318	0,310	0,296	0,232	0,329	0,316	0,313	0,203	0,332	0,324	0,290	0,187	0,279	0,277	0,224	0,115
<i>2. Test Sonucu</i>	0,284	0,279	0,275	0,252	0,216	0,212	0,194	0,137	0,225	0,220	0,209	0,169	0,221	0,220	0,180	0,112
<i>5. Test Sonucu</i>	0,242	0,235	0,256	0,260	0,253	0,240	0,282	0,251	0,197	0,186	0,208	0,199	0,177	0,173	0,169	0,148
Sarı																
<i>Orj 1</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	4,102	1,917	2,253	1,836	4,266	1,964	2,208	1,766	4,317	1,970	2,041	1,662	4,640	2,118	2,162	1,807
<i>2. Test Sonucu</i>	3,999	2,030	2,193	1,785	4,175	2,108	2,186	1,743	4,205	2,113	1,990	1,619	4,534	2,261	2,110	1,763
<i>5. Test Sonucu</i>	4,022	1,982	2,184	1,782	4,198	2,052	2,150	1,723	4,240	2,064	1,986	1,621	4,555	2,205	2,104	1,760
<i>Orj 2</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	2,995	1,141	1,198	0,945	3,260	1,268	1,326	1,031	2,887	1,124	1,111	0,843	3,406	1,343	1,261	0,970
<i>2. Test Sonucu</i>	2,741	1,356	1,031	0,823	3,021	1,496	1,133	0,888	2,701	1,370	0,985	0,764	3,125	1,561	1,120	0,875
<i>5. Test Sonucu</i>	2,365	1,294	0,952	0,779	2,617	1,423	1,064	0,854	2,256	1,281	0,885	0,703	2,746	1,491	1,047	0,839
<i>Orj 3</i>																
<i>1. Test Sonucu</i>	1,357	0,502	0,517	0,403	1,431	0,550	0,508	0,382	1,078	0,393	0,410	0,308	1,651	0,641	0,634	0,492
<i>2. Test Sonucu</i>	1,273	0,854	0,441	0,378	1,437	0,937	0,499	0,415	1,163	0,787	0,395	0,330	1,448	0,934	0,497	0,407
<i>5. Test Sonucu</i>	1,132	0,785	0,427	0,372	1,226	0,856	0,432	0,367	0,916	0,694	0,344	0,298	1,396	0,900	0,549	0,460

Bazik ter haslığı Emdirme yöntemi ile yapılan test sonuçlarına göre Çizelge 4.15 elde edilmiştir.

Test sonuçlarına bakıldığında Mavi boyar madde ile boyanan kumaşlarda tüm aydınlatıcılar için konsantrasyon arttıkça renk farklılığının arttığı görülmektedir. Mavi, ve Sarı boyar madde ile boyanan kumaşlarda genel olarak en yüksek renk farkı tüm aydınlatıcılar için CIELAB formülasyonu ile elde edilmiş iken, en düşük renk farkı CIEDE2000 ile elde edilmiştir.

Kırmızı boyar madde ile boyanan kumaşlardan elde edilen sonuçlar, konsantrasyona ve aydınlatıcılara göre farklılık göstermektedir. Ancak genelleme yapılacak olur ise, Mavi boyar madde ile boyanan kumaşlar ile yapılan testlerde elde edilen sonuçların elde edildiği söylenebilir. En yüksek renk farkı CIELAB ve en düşük renk farkı CIEDE2000 formülasyonu ile elde edilmiştir. Siyah boyar madde ile boyanan kumaşlardan elde edilen sonuçlar, diğer tüm testlerde olduğu gibi farklılık göstermektedir. En yüksek renk farkı genel olarak sonuçlar incelendiğinde, tüm aydınlatıcılar için CMC formülasyonu ile elde edilmiş iken, en düşük renk farkı CIE94 formülasyonu ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.16'da verilen Çektirme Yöntemi ile elde edilen test sonuçlarına göre Mavi boyar madde ile boyanan kumaşlarda en yüksek renk farkı CIELAB renk farkı formülasyonu ile elde edilmiş iken, en düşük renk farkı CIEDE2000 formülasyonu ile elde edilmiştir. Orta dereceli konsantrasyonda en yüksek renk farkları elde edilmiştir.

Kırmızı boyar madde ile boyanan kumaşlardan elde edilen sonuçlar incelendiğinde en düşük konsantrasyondan en yüksek renk farklılığı elde edildiği gözlenmiştir. Tüm aydınlatıcılar için en yüksek renk farklılığı CIELAB formülasyonu ile elde edilirken, en düşük renk farklılığı CIEDE2000 formülasyonu ile elde edilmiştir.

Kırmızı, Yeşil, Siyah ve Sarı boyar maddeler ile boyanan kumaşlardan elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında aydınlatıcılar arasında keskin bir fark görülmemektedir. Yeşil boyar madde ile boyanan kumaşlar ile yapılan testler sonucu F2 aydınlatıcısı ile daha yüksek renk farklılıkları elde edildiği görülmüştür. Sarı boyar madde ile boyanan kumaşlarda ise A aydınlatıcı ile elde edilen değerlerin daha yüksek olduğu gözlenmektedir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada; vinilsülfon tipi reaktif boyarmaddeler iki farklı yöntemle göre, beş farklı boyarmaddenin, düşük, orta ve yüksek olmak üzere üç farklı konsantrasyonlarında boyanan % 100 pamuklu dokuma kumaşa tekrarlı olarak uygulanan yıkama, asidik ter, bazik ter ve su haslığı testlerinin kumaşın renk değişimi üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Tüm numunelere uygulanan yıkama haslığı testleri yirmi kez, asidik ter, bazik ter ve su haslığı testleri ise beşer kez tekrarlanmıştır. Haslık testleri sonrası renk ölçümleri; yıkama haslığı testleri için birinci, ikinci, beşinci, onuncu, on beşinci ve yirminci testlerin sonlarında, asidik ter, bazik ter ve su haslığı testleri içinse; birinci, ikinci ve beşinci testlerin sonlarında yapılmıştır.

Tüm sonuçlar D 65, TL84, F2 ve A olmak üzere 4 farklı aydınlatıcıya göre ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Haslık testleri sonucunda oluşan renk değişimleri CIELAB, CIE 94, CMC ve CIEDE2000 olmak üzere 4 farklı renk farkı formülasyonu ile hesaplanmıştır.

Tüm testler göz önüne alındığında mavi boyarmadde ile boyanmış kumaşlara yapılan testler sonucunda; en yüksek kroma değerlerinin A, en düşük kroma değerlerinin D65, en yüksek L^* değerlerinin D65, en düşük L^* değerlerinin A aydınlatıcısı altında, sarı boyarmadde ile boyanmış kumaşlara yapılan testler sonucunda; en düşük kroma değerlerinin D65, en yüksek kroma değerlerinin A, en düşük L^* değerlerinin D65, en yüksek L^* değerlerinin A aydınlatıcısı altında, kırmızı boyarmadde ile boyanmış kumaşlara yapılan testler sonucunda; en düşük kroma değerlerinin F2, en yüksek kroma değerlerinin A ve TL84, en yüksek L^* değerlerinin A, en düşük L^* değerlerinin D65 ve F2 aydınlatıcıları altında, yeşil boyarmadde ile boyanmış kumaşlara yapılan testler sonucunda en düşük kroma değerlerinin A, en yüksek kroma değerlerinin TL84 aydınlatıcısı altında elde edildiği tespit edilmiştir.

Özellikle yıkama testleri sonucunda genel olarak tekrar eden test sayısına bağlı olarak kroma değerlerinde belirgin bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Asidik, bazik ter haslıkları ile su haslığı testleri sonucunda ise kromada meydana gelen azalmanın yıkama haslığı testlerinden sonra meydana gelen azalmaya göre daha düşük olduğu

tespit edilmiştir. Yıkama haslığı testleri sonrası kromadaki belirgin azalmanın nedeni, tekrar eden testlere bağlı olarak s¼rt¼nme etkisi ile pamuk lifinin y¼zeyinde meydana gelen t¼ylenme ile a¼ıklanabilir ve bu durum pamuk lifinin ¼zelliđi ile ¼rt¼şmektedir.

Vinils¼lfon tipi boyarmaddelerin sel¼lozik lifler ile oluşturdukları eter bağı asidik ortama karşı dayanıklı bazik ortama karşı ise dayanıksızdır ancak yapılan ¼alıřmada elde sonu¼ların asidik ve bazik ter haslıklarına g¼re ¼ok farklı sonu¼ vermediği tespit edilmiştir, bu durum ise kullanılan asit ve baz ¼özeltisinin d¼ř¼k sıcaklıkta olması ile ¼rt¼şmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2011.** <http://www.cygm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/> (Erişim tarihi: Ocak 2011)
- Anonim, 2011.** <http://digitalprintingevolution.blogspot.com/> (Erişim tarihi: Ocak 2011)
- Anonim, 2011.** <http://www.tekstilmuhendisi.net/tekstilde-pamuk-lifinin-onemi-ve-kullanim-alanlari/> (Erişim tarihi: Ocak 2011)
- Anonim, 2011.** <http://www.egelihracatcilar.com/DersNotlari/02/02.pdf>, 2011 (Erişim tarihi: Ocak 2011)
- AATCC, 2005.** AATCC Technical Manual, Vol. 80, NC, ABD
- Alpay, R. İskender, M. A. Becerir, B. 2000.** Askeri tekstil materyallerinin üretimde renk ve renk uyumluluğunun belirlenmesi, Levazım Maliye Sempozyumu, 66–70, İstanbul
- Becerir, B. 1998.** Renk ölçüm cihazlarının temel özellikleri, *Tekstil Terbiye & Teknik*, 58:63
- Becerir, B. 2002.** CIELAB renk uzayında farklı renk formülasyonlarının renk değerlendirmeleri üzerindeki etkisi, 4. Ulusal Aydınlatma Kongresi, 86–93, İstanbul, 2002.
- Bozok, N. 2005.** Vinilsülfon ve flor grubu içeren reaktif boyarmadde sentezi ve metal kompleksleri. *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Adana
- Bulut, M. O.** Reaktif boyarmaddeler ile boyanmış basılmış tekstil ürünlerinde yumuşatma işlemi sonrası meydana gelen renk değişim problemleri (www.gso.org.tr/.../13%20Reaktif%20Boyarmadde%20İle%20BoyanmışBasılmış%20Tektstil%20Ürünlerinde%20Yumuşatma%20İşlemi%20Sonrası%20...)(Erişim tarihi:2010)
- Ciyanbekov, Ş. 1996.** Pamuklu kumaşların reaktif boyarmaddelerle kontinü boyanmasında fiksaj işleminin mikrodalga ısıtması ve buhar kombinasyonu ile gerçekleştirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa
- İçoğlu, H. İ. 2006.** Pamuklu dokunmuş kumaşların reaktif boyarmaddelerle boyanması ve uygulama yöntemlerinin incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana
- Kanık, M. 1988.** Pamuklu mamullerin reaktif boyarmaddelerle boyanmasında kullanılan yarı kontinü boyama yöntemlerinin karşılaştırılması olarak incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa

Küni, G. 2009. Reaktif kırmızı 195 azo boyarmaddesinin ileri oksidasyon yöntemleriyle parçalanması. *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Adana

Mc Donald, 1987. Colour physics for industry, SDC, 1987,63–95

Öner, E. 2006. Tekstil endüstrisinde renk ölçümü ve renk ölçümü bilimdeki son gelişmeler. TMO/Üsam Semineri,2006,İstanbul

Paydak, M. E. 2006. Dispers boyama reçetelerinin işlem koşullarına olan renk hassasiyetlerinin araştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa

Yeşil, Y. 2010. Melanj elyaf karışımlarında renk değerlerinin yeni bir algoritma geliştirilerek tahmin edilmesi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana

Yılmaz, İ. 2002. Renk sistemleri, renk uzayları ve dönüşümler. Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotoğrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu, Konya

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Senem Öztürk
Doğum Yeri ve Tarihi : Bursa – 1984
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)
Lise : Bursa Milli Piyango Anadolu Lisesi (1999–2002)
Lisans : Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü
(2003–2007)

Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Anabilim
Dalı
(2008–2011)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Borusan Lojistik (2010–)

İletişim (e-posta) :ssenemm84@hotmail.com

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

TEZ ÇOĞALTMA VE ELEKTRONİK YAYIMLAMA İZİN FORMU

Yazar Adı Soyadı	SENEM ÖZTÜRK
Tez Adı	BOYANMIŞ PAMUKLU KUMAŞLARDA BAZI RENK HASLIKLARININ DEĞİŞİM KİNETİĞİNİN RENK ÖLÇÜMLERİ İLE ARAŞTIRILMASI
Enstitü	FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Anabilim Dalı	TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ
Tez Türü	YÜKSEK LİSANS TEZİ
Tez Danışman(lar)ı	DOÇ.DR. BEHÇET BECERİR
Çoğaltma (Fotokopi Çekim) izni	<input type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimin sadece içindekiler, özet, kaynakça ve içeriğinin % 10 bölümünün fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input checked="" type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin vermiyorum
Yayımlama izni	<input type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasının ertelenmesini istiyorum 1 yıl <input type="checkbox"/> 2 yıl <input type="checkbox"/> 3 yıl <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin vermiyorum

Hazırlamış olduğum tezimin belirttiğim hususlar dikkate alınarak, fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere Uludağ Üniversitesi Kütüphane ve Dökümantasyon Daire Başkanlığı tarafından hizmete sunulmasına izin verdiğimi beyan ederim.

Tarih : 28/02/2011

İmza :