



T.C.

EGE ÜNİVERSİTESİ



BAZI MAKROALG TÜRLERİNİN ÇEŞİTLİ KUMAŞ TÜRLERİNDE BOYAR ÖZELLİKLERİN ARAŞTIRILMASI

Yüksek Lisans Tezi

Nedim Erman BİLİŞİK

Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı

İzmir

2021

T.C.

EGE ÜNİVERSİTESİ

**BAZI MAKROALG TÜRLERİNİN ÇEŞİTLİ KUMAŞ TÜRLERİNDE
BOYAR ÖZELLİKLERİN ARAŞTIRILMASI**

Nedim Erman BİLİŞİK

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Yaşar DURMAZ

Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı

Su Ürünleri Yetiştiricilik Yüksek Lisans Programı

İzmir

2021

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI**

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Bazı Makroalg Türlerinin Çeşitli Kumaş Türlerinde Boyar Özelliklerin Araştırılması” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

18 / 10 / 2021

Nedim Erman BİLİŞİK

ÖZET**BAZI MAKROALG TÜRLERİNİN ÇEŞİTLİ KUMAŞ TÜRLERİNDE BOYAR ÖZELLİKLERİN ARAŞTIRILMASI**

BİLİŞİK, Nedim Erman

Yüksek Lisans Tezi, Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Yaşar DURMAZ

Ekim 2021, 169 sayfa

Bu çalışmada *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Jania rubens* ve *Gracilaria gracilis* makroalg türlerinin pamuklu, yünlü ve polyester kumaşlar üzerinde mordanlı ve mordansız olarak boyanması amaçlanmıştır. Makroalg türleri üzerine pigment analizi ve makroalg türleri kullanılarak boyanmış tekstil kumaşlarda renk verimliliği ve boyama haslık testleri yapılarak makroalg pigment-kumaş boyama karakteristikleri belirlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan makroalg türleri Ege Denizi İzmir Körfezi'nde farklı istasyonlardan toplanmış ve temizleme-kurutma-öğütme işlemlerinden geçirilerek toz haline getirilmiştir. Bu türlere pigment analizi testi yapılmıştır. Pigment maddesi (mg/g) analizi sonucu *Ulva rigida*'da klorofil-*a* $2,193658 \pm 0,06$ (mg/g) ve toplam karotenoid miktarı $0,565179 \pm 0,08$ (mg/g) ile diğer alglere göre en yüksek değeri vermiştir. Mordansız boyamalarda en iyi renk verimliliği (K/S) yünlü kumaşlarda *Ulva rigida* 2,48 ve *Cystoseira spp.* 2,70 elde edilirken, mordanlı boyamalarda ise en iyi renk verimliliği bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)'la *Cystoseira spp.* (K/S) 4,37 ve *Jania rubens* (K/S) 4,04 ile yine yünlü kumaşların boyamasında elde edilmiştir. Makroalg türlerinin yıkama ve sürtme haslıkları gri skalada '4-5' (iyi-çok iyi) sonuçlarını vermiştir. Regrasyon analizi ile yapılan ölçümlerde mordansız boyanan yünlü kumaşlarda klorofil-*a* miktarı (mg/g) ile renk verimliliği (K/S) arasında yapılan regresyon değeri $R^2 = 0,8713$ değeri ölçülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Pigment analizi, Kumaş boyama, Mordanlı boyama, Kumaş boyama haslıkları.



ABSTRACT**INVESTIGATION OF DYEING PROPERTIES OF SOME MACRO-
ALGAE SPECIES IN VARIOUS TYPES OF FABRICS**

BİLİŞİK, Nedim Erman

MSc in Aquaculture

Supervisor: Prof. Dr. Yaşar DURMAZ

October 2021, 169 pages

In this study, it was aimed to dye macro algae species, *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Jania rubens* and *Gracilaria gracilis* on cotton, woolen and polyester fabrics with and without mordant. The Color efficiency and the dyeing fastness tests were performed on textile fabrics dyed using macroalgae species and the pigment analysis on macroalgae species, and the macroalgae pigment-fabric dyeing characteristics were also determined. The macroalgae species used in this study were collected from different stations in the Izmir Bay, Aegean sea and were powdered by cleaning-drying-grinding processes. The pigment analysis tests were performed on these species. As a result of the pigment substance (mg/g) analysis, *Ulva rigida* had the highest chlorophyll-a $2,193658 \pm 0,06$ (mg/g) and the total carotenoid content $0,565179 \pm 0,08$ (mg/g) compared to other algae. The best color efficiency (K/S) in dyeing without mordant were achieved by 2,48 and 2,70 for *Ulva rigida* and *Cystoseira spp.* respectively. Although the best color efficiency was obtained 4,37 for *Cystoseira spp.* (K/S) in mordant dyeing with copper sulfate ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) and it was also got 4,04 for *Jania rubens* (K/S) in dyeing woolen fabrics. The washing and rubbing fastnesses determined in macroalgae species recorded '4-5' (good - very good) results on gray scale. Furthermore, in the measurements made with the regression analysis, the regression value $R^2 = 0.8713$ was measured between chlorophyll- a (mg/g) and color strength (K/S) in wool fabrics dyed without mordant.

Keywords: Pigment dyestuff, fabric dyeing, mordant dyeing, fabric fastness.

ÖNSÖZ

Tekstil kumaşların çeşitli toksik yapıda zararlı boyar maddelerin çeşitli kumaşları boyaması sonucunda oluşan atık boyaların su kaynaklarına salınımının yapılması akuatik ve karasal ekolojik canlı sistemine doğrudan etkilemesi ile doğal boyar makroalglerin pigment maddelerinin tekstil kumaşlarında uygulanması bu çalışma için fikir kaynağı olmuştur.

Arazi çalışmalarında toplanan makroalg türleri bünyesinde barındırdığı farklı pigment madde miktarları laboratuvar ortamında ölçülüp hesaplanmıştır. Bu bağlamda çeşitli kumaş türlerinde boyama işlemi gerçekleştirilmekte olup renk verimliliğinin K/S hesaplanmasında pigment madde miktarlarının doğrusal ilişkisi olduğu görülmüştür. Işık, sürtme ve yıkama haslıkları değerlendirilmekte olup incelenmiştir.

İZMİR

Nedim Erman Bilişik

18/10/2021



İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇ KAPAK	i
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxxviii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 CIE Lab renk uzayı sistemi	16
2.2 Kubelka-Munk teorisi	17
2.3 Mordan Bileşikleri	18
3. MATERYAL VE YÖNTEM	19
3.1 Makroalglerin Toplandığı istasyonlar	19
3.2 Tür Tayini	20
3.2.1 Yeşil algler (Chlorophyta)	20
3.2.1.1 <i>Ulva rigida</i>	21
3.2.2 Kahverengi algler (Phaeophyta)	23
3.2.2.1 <i>Cystoseira amentacea</i>	23

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.2.2.2 <i>Cystoseira barbata</i>	25
3.2.3 Kırmızı algler (Rhodophyta)	26
3.2.3.1 <i>Gracilaria gracilis</i>	28
3.2.3.2 <i>Jania rubens</i>	29
3.3 Makroalglerin İşlenmesi	31
3.4 Kumaş Tipleri ve Analizi	32
3.4.1 Kumaş birim alan ağırlığı	34
3.5 Kumaşların makroalgle boyama işlemleri	34
3.5.1 Mordansız kumaş boyama	34
3.5.2 Mordanlı kumaş boyama	35
3.6 Boyamada kullanılan mordan maddeleri	37
3.7 Çalışmada İzlenilen Deney Planı	38
3.8 Makroalg Pigment Analizi	39
3.9 Makroalgle Boyanmış Kumaşta Spektrofotometrik Analiz	39
3.10 Makroalg Boyalı Kumaşlarda Haslık Ölçümleri	39
3.10.1 Işık haslığı	39
3.10.2 Sürtme haslığı	40
3.10.3 Yıkama haslığı	41
3.11 Makroalg Boyalı Kumaşlarda Görüntü Analizi	42

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4. BULGULAR	43
4.1 Makroalg Türleri ve Özellikleri	43
4.1.2 Makroalg Pigment Analiz Verileri	44
4.2 Makroalg boyalı kumaşlarda spektrofotometrik analiz verileri	45
4.2.1 Pamuklu kumaşların spektrofotometrik analiz verileri	45
4.2.2 Yünlü kumaşların spektrofotometrik analiz verileri	48
4.2.3 Polyester kumaşların spektrofotometrik analiz verileri	51
4.3 Işık haslığı verileri.....	57
4.3.1 Pamuklu kumaşların ışık haslığı verileri.....	57
4.3.2 Yünlü kumaşların ışık haslığı verileri	61
4.3.3 Polyester kumaşların ışık haslığı verileri	65
4.4 Sürtme haslığı.....	69
4.4.1 Pamuklu kumaşların sürtme haslığı verileri.....	69
4.4.2 Yünlü kumaşların sürtme haslığı verileri	78
4.4.3 Polyester kumaşların sürtme haslığı verileri	87
4.5 Yıkama haslığı.....	96
4.5.1 Pamuklu kumaşların yıkama haslığı verileri.....	97
4.5.2 Yünlü kumaşların yıkama haslığı verileri	105
4.5.3 Polyester kumaşların yıkama haslığı verileri	113

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.6 Regresyon analizi	121
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	124
5.1 Makroalg pigment sonuçları	124
5.2 Makroalg spektrofotometre sonuçları	127
5.3 Makroalg boyalı kumaş haslıkları	132
5.3.1 Işık haslıkları	132
5.3.2 Sürtme haslıkları	135
5.3.3 Yıkama haslıkları	138
6. ÖNERİLER	143
KAYNAKLAR DİZİNİ	154
TEŞEKKÜR	168



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Klorofil a pigmenti molekül yapısı (https://klorofil.nedir.org/ Erişim tarihi: 20.06.2021)	15
2.2 β -karoten ve α -karoten molekül yapısı	16
2.3 Üç boyutlu CIELAB uzay renk sistemi (https://knowledge.ulprospector.com/10780/pc-the-cielab-lab-system-the-method-to-quantify-colors-of-coatings/ Erişim tarihi: 10.06.2021).....	17
3.1 İzmir Körfezi'nde Makroalglerin toplanma istasyonları (google.com\maps).	19
3.2 <i>Ulva rigida</i> C. Agardh 1823 (Nedim Erman Bilişik tarafından çekilmiştir, Oppo A5S)	22
3.3 <i>Ulva rigida</i> optik mikroskoptaki görünümü (Nedim Erman Bilişik tarafından çekilmiştir, Oppo A5S)	22
3.4 <i>Cystoseira amentacea</i> (Nedim Erman Bilişik tarafından çekilmiştir, Oppo A5S)	24
3.5 <i>Cystoseira amentacea</i> optik mikroskoptaki görünümü (Nedim Erman Bilişik tarafından çekilmiştir, Oppo A5S)	25
3.6 <i>Cystoseira barbata</i> (Nedim Erman Bilişik tarafından çekilmiştir, Oppo A5S)	26
3.7 Optik mikroskopta <i>Gracilaria gracilis</i> optik mikroskoptaki görünümü (Nedim Erman Bilişik tarafından çekilmiştir, Oppo A5S).....	27

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.9 <i>Jania rubens</i> (Linnaeus) J.V.Lamouroux 1816 (Nedim Erman Bilişik tarafından çekilmiştir, Oppo A5S).....	29
3.10 <i>Jania rubens</i> optik mikroskoptaki görünümü (Nedim Erman Bilişik tarafından çekilmiştir, Oppo A5S).....	30
3.11 Makroalglerin işleme akış şeması.....	32
3.12 (a) Pamuklu dimi örgülü kumaş yüzey görüntüsü (b) Yünlü dimi örgülü kumaş yüzey görüntüsü (c) Polyester dimi örgülü kumaş yüzey görüntüsü (Optik mikroskop, büyütme oranı x6.7).....	34
3.13 (a) boyama makinesi (b) örnek kumaş boyama tüpleri	36
3.14 Kumaşın makroalg ile boyama sıcaklık-zaman grafiği	36
3.15 (a) Kumaşların boyama işlemi için tüplere yerleştirilmesi, (b) boyama işlemi sonucunda tüpün içerisinde görünümü.....	36
3.16 Kumaş boyama işleminde kullanılan mordanlar a: (Potasyum alüminyum sülfat (şap), $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), b: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), c: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve d: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$).....	37
3.21 Işık haslığı makinesi (a) dış görünüm (b) soldurma ünitesi (c) örnek numuneler	40
3.22 (a) Kumaşa sürtme haslığı testinin uygulanması (önden görünüş) (b)Sürtme testi esnasında sürtme biriminin üstten görünüşü	40

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

4.1 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış selüloz esaslı pamuklu kumaşların renk verimliliği (K/S) grafiği. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) 48

4.2 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış protein esaslı yünlü kumaşların renk verimliliği (K/S) grafiği. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demirsülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) 51

4.3 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların renk verimliliği (K/S) grafiği. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) 54

4.4 Pamuklu kumaşların D65 ışığında görünümü sol tarafta boyanmış kumaşlar sağ tarafta ham kumaşlar. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) 55

4.5 Yünlü kumaşların D65 ışığında görünümü sol tarafta boyanmış kumaşlar sağ tarafta ham kumaşlar. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) 55

4.6 Polyester kumaşların D65 ışığında görünümü sol tarafta boyanmış kumaşlar sağ tarafta ham kumaşlar. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) 56

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

4.8 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların ışık haslığı indeks değerleri grafiğı Işık Haslığı mavi skala indeksi: 1 (çok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 (çok iyi)). M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 60

4.9 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların ışık haslığı testi sonrası mavi skala (baştan itibaren Işık Haslığı mavi skala indeksi: 1 (çok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 (çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).....61

4.10 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların ışık haslığı indeks değerleri grafiğı Işık Haslığı mavi skala indeksi: 1 (çok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 (çok iyi)). M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 64

4.11 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların ışık haslığı testi sonrası mavi skala(baştan itibaren Işık Haslığı mavi skala indeksi: 1 (çok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 (çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).....64

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

4.12 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların ışık haslığı indeks değerleri grafiği Işık Haslığı mavi skala indeksi: 1 (çok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 (çok iyi)). M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).....68

4.13 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların ışık haslığı testi sonrası mavi skala (baştan itibaren Işık Haslığı mavi skala indeksi: 1 (çok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 (çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 68

4.14 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların sürtme haslığı (kuru) indeks değerleri (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) grafiği. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).....73

4.15 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların sürtme haslığı (yaş) indeks değerleri (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) grafiği. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).....74

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

4.16 *Ulva rigida* ile mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların sürtme haslığı testi sonrası gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 75

4.17 *Cystoseira spp.* ile mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların sürtme haslığı testi sonrası gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)..... 76

4.18 *Gracilaria gracilis* ile mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların sürtme haslığı testi sonrası gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)..... 77

4.19 *Jania rubens* ile mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların sürtme haslığı testi sonrası gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)..... 78

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

4.20 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların sürtme haslığı (kuru) indeks değerleri (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) grafiği. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).....83

4.21 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların sürtme haslığı (kuru) indeks değerleri (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) grafiği. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).....83

4.22 *Ulva rigida* ile mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların sürtme haslığı testi sonrası gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).....84

4.23 *Cystoseira spp.* ile mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların sürtme haslığı testi sonrası gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 85

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

4.24 *Gracilaria gracilis* ile mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların sürtme haslığı testi sonrası gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).....86

4.25 *Jania rubens* ile mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların sürtme haslığı testi sonrası gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 87

4.26 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların sürtme haslığı (kuru) indeks değerleri (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) grafiğı. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).....92

4.27 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların sürtme haslığı (kuru) indeks değerleri (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) grafiğı. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).....92

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

4.28 *Ulva rigida* ile mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların sürtme haslığı testi sonrası gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 93

4.29 *Cystoseira spp.* ile mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların sürtme haslığı testi sonrası gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 94

4.30 *Gracilaria gracilis* ile mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların sürtme haslığı testi sonrası gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 95

4.31 *Jania rubens* ile mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların sürtme haslığı testi sonrası gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 96

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

4.32 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı renk değişimi (solma) indeks değerleri (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) grafiği. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) 101

Şekil 4.33 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı renk değişiminin (solma) gri skala indeksi (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. Birleştirilmiş her karenin sağ tarafında yıkama testine sokulmamış kumaşlar ile sol tarafta yıkama testine tabi tutulmuş kumaşların renk solmalarını gri skala ile değerlendirilmesi M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)..... 102

4.34 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı (lekeleme) indeks değerleri (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) grafiği. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) 103

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

4.35 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığının (lekeleme) gri skala indeksi (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. (Birleştirilmiş her karenin sağ tarafında müdahale edilmemiş çok yapılı kumaş ham refaket bezi (multi-fiber) ile sol tarafta yıkanmaya tabi tutulmuş (multi-fiber) refakat bezine boyanmış kumaşlardan boya aktarımı yani lekeleme olup olmadığı karşılaştırılabilirlik açısından gri skala ile sayısal değeri belirlenmiştir. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 104

4.36 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların yıkama haslığı renk değişimi (solma) indeks değerleri grafiği (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)). M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).....109

4.37 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların yıkama haslığının renk değişimi (solma) gri skala indeksi ile karşılaştırmalı görüntüleri. Birleştirilmiş her karenin sağ tarafında yıkama testine sokulmamış kumaşlar ile sol tarafta yıkama testine tabi tutulmuş kumaşların renk solmalarını gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile değerlendirilmesi. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).....110

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

4.38 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların yıkama haslığı renk akması (lekeleme) indeks değerleri grafiğı (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)). M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 111

4.39 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların yıkama haslığı renk akması (lekeleme) gri skala indeksi (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. (Birleştirilmiş her karenin sağ tarafında müdahale edilmemiş çok yapılı kumaş ham refaket bezi (multi-fiber) ile sol tarafta yıkanmaya tabi tutulmuş (multi-fiber) refakat bezine boyanmış kumaşlardan baya aktarımı yani lekeleme olup olmadığı karşılaştırılabilirlik açısından gri skala ile sayısal değeri belirlenmiştir. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)..... 112

4.40 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların yıkama haslığı (solma) indeks değerleri (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) grafiğı. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 117

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

4.41 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların yıkama haslığı renk değişimi (solma) gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) indeksi ile karşılaştırmalı görüntüleri. Birleştirilmiş her karenin sağ tarafında yıkama testine sokulmamış kumaşlar ile sol tarafta yıkama testine tabi tutulmuş kumaşların renk solmalarını gri skala ile değerlendirilmesi M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).....118

4.42 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların yıkama haslığı renk akması (lekeleme) indeks değerleri grafiği (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)). M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).....119

4.43 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların yıkama haslığı renk akması (lekeleme) gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) indeksi ile karşılaştırmalı görüntüleri. (Birleştirilmiş her karenin sağ tarafında müdahale edilmemiş çok yapılı kumaş ham refaket bezi (multi-fiber) ile sol tarafta yıkanmaya tabi tutulmuş (multi-fiber) refakat bezine boyanmış kumaşlardan baya aktarımı yani lekeleme olup olmadığı karşılaştırabilirlik açısından gri skala ile sayısal değeri belirlenmiştir. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 120

4.44 Makroalglerle mordansız boyanmış pamuklu, yünlü ve polyester kumaşların klorofil-a ile renk verimi (K/S) arasındaki regresyon analizi. 122

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

4.45 Makroalglerle bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanlı (M4) boyanmış pamuklu, yünlü ve polyester kumaşların klorofil-a ile renk verimi (K/S) arasındaki regresyon analizi..... 123

5.1 Makroalg türleri, Klorofil-a ve Toplam karotenoid pigment miktarları ilişkisini gösteren grafik 126

5.2 Makroalglerle mordansız boyanmış pamuklu, y nl  ve polyester kumaşların ışık haslığı indeks değerlerinin kıyaslamalı gösterimi..... 135

5.3 Makroalglerle bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanlı (M4) boyanmış pamuklu, y nl  ve polyester kumaşların ışık haslığı indeks değerlerinin kıyaslamalı gösterimi.M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)..... 135

5.4 Makroalglerle mordansız boyanmış pamuklu, y nl  ve polyester kumaşların yaş sürtme haslığı indeks değerlerinin kıyaslamalı gösterimi. 138

5.5 Makroalglerle mordansız boyanmış pamuklu, y nl  ve polyester kumaşların yaş sürtme haslığı indeks değerlerinin kıyaslamalı gösterimi. M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 138

5.6 Makroalglerle mordansız boyanmış pamuklu, y nl  ve polyester kumaşların renk değişimi (solması) yıkama haslığı indeks değerlerinin kıyaslamalı gösterimi. 141

5.7 Makroalglerle bakır sülfat mordanı ile boyanmış pamuklu, y nl  ve polyester kumaşların renk değişimi (solması) yıkama haslığı indeks değerlerinin kıyaslamalı gösterimi. M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)..... 142



TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Bazı makroalg türlerinin farklı kullanım alanları (Dhargalkar and Pereira, 2005).....	14
3.1 Makroalg boyamalı kumaşlarda farklı alg ve mordanlama ile yapılan çalışma planı.	38
4.1 Makroalg türlerinin pigment analiz değerleri	44
4.2 <i>Ulva rigida</i> ile boyanan pamuklu kumaşların renkleri ve spektrofotometrik analiz değerleri.....	46
4.3 <i>Cystoseira spp.</i> ile boyanan pamuklu kumaşların renkleri ve spektrofotometrik analiz değerleri.....	46
4.4 <i>Gracilaria gracilis</i> ile boyanan pamuklu kumaşların renkleri ve spektrofotometrik analiz değerleri.....	47
4.5 <i>Jania rubens</i> ile boyanan pamuklu kumaşların renkleri ve spektrofotometrik analiz değerleri.....	47
4.6 <i>Ulva rigida</i> ile boyanan yünlü kumaşların renkleri ve spektrofotometrik analiz değerleri.	49
4.7 <i>Cystoseira spp.</i> ile boyanan yünlü kumaşların renkleri ve spektrofotometrik analiz değerleri.....	49
4.8 <i>Gracilaria gracilis</i> ile boyanan yünlü kumaşların renkleri ve spektrofotometrik analiz değerleri.....	50
4.9 <i>Jania rubens</i> ile boyanan yünlü kumaşların renkleri ve spektrofotometrik analiz değerleri.....	50
4.10 <i>Ulva rigida</i> ile boyanan polyester kumaşların renkleri ve spektrofotometrik analiz değerleri.....	52

TABLOLAR DİZİNİ (devam)

Tablo

Sayfa

4.11 <i>Cystoseira</i> spp. ile boyanan polyester kumaşların renkleri ve spektrofotometrik analiz değerleri.	52
4.12 <i>Gracilaria gracilis</i> ile boyanan polyester kumaşların renkleri ve spektrofotometrik analiz değerleri.	53
4.13 <i>Jania rubens</i> ile boyanan polyester kumaşların renkleri ve spektrofotometrik analiz değerleri.	53
4.14 <i>Ulva rigida</i> ile boyanan pamuklu kumaşların ışık haslığı değerleri.	58
4.15 <i>Cystoseira</i> spp. ile boyanan pamuklu kumaşların ışık haslığı değerleri.	58
4.16 <i>Gracilaria gracilis</i> ile boyanan pamuklu kumaşların ışık haslığı değerleri ..	59
4.17 <i>Jania rubens</i> ile boyanan pamuklu kumaşların ışık haslığı değerleri	59
4.18 <i>Ulva rigida</i> ile boyanan yünlü kumaşların ışık haslığı değerleri	62
4.19 <i>Cystoseira</i> spp. ile boyanan yünlü kumaşların ışık haslığı değerleri	62
4.20 <i>Gracilaria gracilis</i> ile boyanan yünlü kumaşların ışık haslığı değerleri	63
4.21 <i>Jania rubens</i> ile boyanan yünlü kumaşların ışık haslığı değerleri	63
4.22 <i>Ulva rigida</i> ile boyanan polyester kumaşların ışık haslığı değerleri	65
4.23 <i>Cystoseira</i> spp. ile boyanan polyester kumaşların ışık haslığı değerleri.	66
4.24 <i>Gracilaria gracilis</i> ile boyanan polyester kumaşların ışık haslığı değerleri..	66
4.25 <i>Jania rubens</i> ile boyanan polyester kumaşların ışık haslığı değerleri	67

TABLOLAR DİZİNİ (devam)

Tablo

Sayfa

4.26 <i>Ulva rigida</i> ile boyanan pamuklu kumaşların sürtme haslığı değerleri.....	70
4.27 <i>Cystoseira spp.</i> ile boyanan pamuklu kumaşların sürtme haslığı değerleri...	70
4.28 <i>Gracilaria gracilis</i> ile boyanan pamuklu kumaşların sürtme haslığı değerleri	71
4.29 <i>Jania rubens</i> ile boyanan pamuklu kumaşların sürtme haslığı değerleri	72
4.30 <i>Ulva rigida</i> ile boyanan yünlü kumaşların sürtme haslığı değerleri.....	79
4.31 <i>Cystoseira spp.</i> ile boyanan yünlü kumaşların sürtme haslığı değerleri	80
4.32 <i>Gracilaria gracilis</i> ile boyanan yünlü kumaşların sürtme haslığı değerleri..	81
4.33 <i>Jania rubens</i> ile boyanan yünlü kumaşların sürtme haslığı değerleri	81
4.34 <i>Ulva rigida</i> ile boyanan polyester kumaşların sürtme haslığı değerleri	88
4.35 <i>Cystoseira spp.</i> ile boyanan polyester kumaşların sürtme haslığı değerleri..	89
4.36 <i>Gracilaria gracilis</i> ile boyanan polyester kumaşların sürtme haslığı değerleri	90
4.37 <i>Jania rubens</i> ile boyanan polyester kumaşların sürtme haslığı değerleri.....	90
4.38 <i>Ulva rigida</i> ile boyanan pamuklu kumaşların yıkama haslığı değerleri.....	98
4.39 <i>Cystoseira spp.</i> ile boyanan pamuklu kumaşların yıkama haslığı değerleri..	99
4.40 <i>Gracilaria gracilis</i> ile boyanan pamuklu kumaşların yıkama haslığı değerleri	100

TABLOLAR DİZİNİ (devam)

Tablo

Sayfa

4.41 <i>Jania rubens</i> ile boyanan pamuklu kumaşların yıkama haslığı değerleri	100
4.42 <i>Ulva rigida</i> ile boyanan yünlü kumaşların yıkama haslığı değerleri	105
4.43 <i>Cystoseira spp.</i> ile boyanan y�nl� kumaşların yıkama haslığı değerleri	106
4.44 <i>Gracilaria gracilis</i> ile boyanan y�nl� kumaşların yıkama haslığı değerleri	107
4.45 <i>Jania rubens</i> ile boyanan y�nl� kumaşların yıkama haslığı değerleri	108
4.46 <i>Ulva rigida</i> ile boyanan polyester kumaşların yıkama haslığı değerleri	113
4.47 <i>Cystoseira spp.</i> ile boyanan polyester kumaşların yıkama haslığı değerleri	114
4.48 <i>Gracilaria gracilis</i> ile boyanan polyester kumaşların yıkama haslığı değerleri	115
4.49 <i>Jania rubens</i> ile boyanan polyester kumaşların yıkama haslığı değerleri ...	116
4.50 Makroalglerdeki pigment maddeleri olan klorofil- <i>a</i> ve toplam karotenoid ile kumaşların mordansız ve mordanlı boyanmasında elde edilen renk verimi (K/S) arasındaki ilişkileri gösteren regresyon denklemleri ve regresyon katsayıları. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$).....	121



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
m	Metre
µm	Mikrometre veya mikron
%	Yüzde
pH	Hidrojen gücü
mA/cm ²	Miliamper bölü santimetre kare
V	Volt
°C	Santigrat derece
UV / IR	Ultraviyole bölü kızılötesi ışıınımı
C	Karbon
H	Hidrojen
O ₂	İki atomdan oluşan oksijen molekülü
N	Azot
Mg	Magnezyum
ZnO	Çinko oksit
g/L	Gram bölü litre

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
-----------------	-----------------

cm	santimetre
----	------------

ppm	Milyonda bir birim
-----	--------------------

tel/cm	Bir santimetredeki iplik sayısı
--------	---------------------------------

$\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ Potasyum alüminyum sülfat (şap)

$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ Demir sülfat

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ Potasyum dikromat

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ Bakır sülfat

K/S Kubelka-munk teoremi

CIE Uluslararası aydınlatma komisyonu

L^* Kumaştaki parlaklık

a^* Renk uzay sisteminde kırmızı

$-a^*$ Renk uzay sisteminde yeşil

b^* Renk uzay sisteminde sarı

$-b^*$ Renk uzay sisteminde mavi

C^* Renk doygunluğu

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

Simgeler Açıklama

h° Renk uzay sisteminde rengi ifade eden açı

D65 Standart gün ışığı

Mg/g Miligram bölü gram

Kısaltmalar

FAO Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü

EDXRF Enerji ayrımlı X-ışını floresans spektrometresi

FTIR Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi

Bkz Bakınız

M1 Potasyum alüminyum sülfat (şap,)

M2 Demir sülfat

M3 Potasyum dikromat

M4 Bakır sülfat

TS EN ISO Türkiye standardı, Avrupa normu, Uluslararası standardı

Spp. Birden fazla türün barındığı aynı genusa sahip canlılar

D65 Uluslararası standartlarda Gün ışığı (ışık kabininde)



1.GİRİŞ

Makroalgler genellikle deniz tabanında yetişen ve yaşayan canlı organizmalar olup boyutları milimetreden 70 metre uzunluklara kadar sahip olan ve genellikle “marine macroalgae ya da seaweeds” olarak literatürlerde adlandırılan deniz bitkileridir. Makroalgler, çok hücreli, herhangi bir kök, gövde ve yaprak görevi görmeyen tallus yapıda bulunmaktadır (Hammerstrom et al., 2007). Makroalglerin sınıflandırılması yapıldığında kahverengi makroalglerin 1800, kırmızı makroalgin 6200 ve yeşil makroalgin de 1800 çeşidinin olduğu literatürlerden anlaşılmıştır (Pereira, 2021).

Dünyada makroalg türlerinin doğal olarak denizden toplanması ve yetiştirilmesi (Akuakültür) toplam 11,8 milyon tondan (2000) 35,8 milyon tona (2018) yükselerek yaklaşık 3 kat artış göstermiştir (FAO, 2020). Makroalgin yoğun olarak bir endüstri kolu olarak uğraşıldığı yerler Güney, Güneydoğu, Doğu Asya ve Latin Amerika ülkeleri ve özellikle Çin, Endonezya, Kore, Japonya, Malezya ve Şili’dir (FAO, 2020). Makroalg sahip oldukları organik pigment maddeleri (klorofil-a, karotenoidler vb.) ile güneş ışığını (luminous energy) yakalayıp ışık enerjisini kullanarak ortam suyu ve makro-mikro elementler ile fotosentez yapan canlılardır. Ayrıca, çevre ekolojisinin korunması ve sıcaklık artışı esaslı iklim değişikliklerinin olumsuz etkilerinin azaltılmasında da etkisinin olduğu, atmosferdeki karbondioksitin deniz kıyılarında yoğunlaşması (blue carbon) yolu ile deniz kıyısında yaşayan alglerin bünyesine besin olarak alıp bunu oksijene çevirmesi sonucu ile bioçeşitliliği sağlamaktadır (Pereira et. al, 2016). Makroalglerin başta insan ve hayvanların gıda üretiminde, ziraat alanında organik gübre, endüstriyel alanlarda örneğin kalsiyum karbonat, sabun ve cam üretiminde, organik jelatin yapımında, ilaç ve kozmetik sektöründe fizyokolloid özellikleri itibari ile katılaştırıcı ve ayrıca antibakteriyel, pasif kanser önleyiciliği ve antivirüs özellikleri nedeni ile kullanılmaktadır (Pereira and Bahcevandziev, 2019). Makroalglerin pigment maddesi içermesi nedeni ile gıda ve tekstil alanında organik boyar madde olarak kullanılmaktadır (Gaspar et al., 2020; Pereira, 2016, 2018).

Bu çalışmada, *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Jania rubens* ve *Gracilaria gracilis* makroalg türlerinin pamuklu, yünlü ve polyester kumaşlar üzerinde mor-

danlı ve mordansız olarak boyanması amaçlanmıştır. Makroalg türlerinin yapısında bulunan pigment madde miktarlarının farklı kumaş türlerinde boyanması ile renk verimliliği (K/S) değerlerinin araştırılması ile birlikte ışık, sürtme ve yıkama haslık değerlerinin sonuçları ölçülmüştür.



2. GENEL BİLGİLER

Algler, basit yapılı tek hücreli veya çok hücreli olarak akuatik ve fotosentetik canlılardır (Aktar ve Cebe, 2010). Makro alg ve mikro alg türleri olmak üzere ikiye ayrılırlar (Elcik ve Çakmakçı, 2017). Mikroalgler, fotosentetik yapıda tek hücreli olarak akuatik ortamlarda büyüklüğü 1 μm ile 150 μm arasında değişen canlılardır (Sasa vd., 2020).

Makroalgler, deniz yaşamıyla sınırlı kapalı tohumlu canlılardır. Kıyı okyanusu boyunca kıyı bölgelerini gelgit arası alanlardan 50 m'yi aşan derinliklere kadar en berrak sularda, kutup denizleri dışında başarılı bir şekilde kolonileşen birçok türü kapsar (Duarte, 2001).

Deniz ortamında besin kaynağı olarak ve habitat oluşturmada önemli rol oynarlar. Alglerin kökeni birkaç milyon yıl öncesine kadar uzanır ve bitkiler aleminin en eski üyesidir. Deniz ortamındaki en büyük birincil üretici olarak, oksijen üretimi yoluyla, besin ağları oluşturarak ve farklı organizmalar için habitat sağlayarak deniz ekosistemindeki yaşamı desteklerler. Küresel fotosentezin %90'ından fazlasına algler katkıda bulunur ve deniz ekosistemindeki algler, önde gelen birincil üreticilerden biridir. Çeşitli büyük makro ve mikro alg grubundan oluşurlar. Deniz mikroalgleri arasında mavi yeşil algler ve fitoplanktonlar bulunur. Deniz makroalgleri (deniz yosunları), karasal bitkilerin beş yüz milyon yıl önce ayrıldığı taksonomik olarak çeşitli bitki grubudur. Bir bitki olarak deniz yosunlarında klorofil vardır ancak gerçek sapları, kökleri, yaprakları ve damar dokusu yoktur. Balıklar, omurgasızlar için önemli bir besin kaynağı oluştururlar ve ayrıca birkaç deniz organizması için üreme alanı sağlarlar (Anbuezhian et al., 2015).

Dünyada toplam makroalg üretimin beşte dördü doğrudan besin tüketimi ve gıda katkı maddeleri için yapılmaktadır beşte birlik kısmı ise fikokolloidlerin ekstraktı için kullanılan kozmetik, besin, endüstriyel ve tıbbi amaçlar için kullanılmaktadır (West et al., 2016; Kılınç vd., 2013; Browdy et al., 2012; Critchly et al.,

2006; Lahaye, 2001; McHugh, 2003; Mouritsen, 2013; Ohno and Critchley, 1993).

Deniz makroalgleri yeryüzündeki sürdürülebilir gelişme açısından özellikle algin biyokütlesi üzerinden atık su arıtılmasında, doğal gübre, çevredostu yeşil enerji, kozmetik ve nutrasötik ürünler ve insan sağlığı açısından önemli olan anti-oksidan ve bağışıklığı güçlendirici etkilerinden dolayı ilaç sektöründeki kullanım olasılıkları ile gıda sektöründeki etkileri nedeni ile araştırmacıların ilgisini çeken bir alan olduğu literatürlerden anlaşılmıştır (Biris-Dorhoi et al., 2020).

İstanbul’da yapılan bir çalışmada *Ulva lactuca* türünde EDXRF (enerji ayırmalı X-ışını floresans spektrometresi) tekniği kullanarak temel ve toksit bazı elementlerin miktarlarının belirlenmesini amaçlamışlardır. Yapılan tetkikler neticesinde çeşitli miktarlarda normal düzeyde inorganik maddeler saptanmış olup toksin içerikli elementlere rastlanılmamıştır (Apaydın vd., 2010).

Ekoloji konusunda yapılan derleme çalışmasında deniz yosunlarının ototrofik organizmalar olduğu, yani, güneş ışığı ve okyanus suyunda çözünmüş inorganik besinleri alarak bunlardan biyokütle ürettiğini ve ekosistem için kritik öneme sahip bir biyolojik malzeme olduğu ve bunların denizdeki diğer canlıların yaşamlarını sürdürmelerinde üretiminin su kültürü açısından da önemli olduğunu açıklamışlardır. 21. yüzyılda deniz yosunlarının dünyadaki su kültürü üretiminin %23’üne karşılık geldiği ancak bunların sahip oldukları potansiyelin yeterince ortaya konulmadığı ifade edilmiştir (Yarish and Pereira, 2008).

Günümüzde, deniz algleri uygun sentezleme yöntemleri ile elektroegirme tekniğinin kullanımı ile nanolifli yüzeylere dönüştürülerek yaraların hızlı ve etkin iyileştirilmesi uygulamalarında antikoksidan, antiviral ve antibakteriyel özelliklerinden dolayı kullanıldığı rapor edilmiştir (Mokhena, et al 2020). Deniz alglerinin doğada yeterli miktarda bulunması nedeni ile bunların filament demetleri formuna getirilip, absorplama ve jelleşme özellikleri göstermesi nedeni ile sağlık sektöründe kullanımını olası kılmıştır. Lif şekline getirilen aljinatlara kalsiyum aljinat, kalsiyum/sodyum aljinat, sodyum aljinat, çinko aljinat ve gümüş aljinatları sayabiliriz. Örneğin kahverengi deniz alginden aljinat sentezlenerek yaş çekim sistemi

üzerinden lif ve daha sonra da dokuma, örme ya da dokusuz yüzey formlanması sonucunda biyomalzeme olarak özellikle biyoaktif metal iyonların (çinko, gümüş) taşınması ile yaraların iyileştirilmesinde kullanıldığı; ayrıca, ilaç ve enzimlerin aljinat liflerine yüklenerek bunların yüzey formunda çok fonksiyonellik gösterecek hastalara uygulanması ile sağlık alanında başarılı sonuçlar verdiği ifade edilmiştir (Qin, 2008). Aljinat lif esaslı biyomalzemeler üzerine yapılan bir derleme çalışmasında aljinatın doğal polimer olarak kahverengi deniz yosunu olarak yer-yüzünde geniş bir spektrumda bulunduğunu içeriğindeki biyolojik fonksiyonelliğinden ve jelleşmesi nedeni ile örneğin, doku mühendisliği kapsamında yara pansumanı ya da yara bandı olarak sağlık sektöründe kullanım imkanlarının olduğunu belirtmiştir (Gopalakrishnan, 2006).

Önemli besin bileşiklerine sahip protein, lipidler ve karbonhidratlar temel besin örnekleridir. Vitamin ve mineral bakımından özellikle askorbik asit açısından zengindir.

Makroalgler, karasal bazlı gıdalara ayrı olarak, farklı proteinler (lektinler, fikobiliproteinler, peptitler ve amino asitler), polifenoller ve polisakkaritler barındırır, faydalar arasında antiviral, antikanser ve antikoagülan özelliklerin yanı sıra bağırsakları modüle etme yeteneği obezite ve diyabet gibi sağlık sorunların çözümlerinde önemli rol oynarlar (Brown et al., 2014).

Mikroalglerin, boyama ve gıda endüstrisinin yanı sıra biyoyakıt üretimi, biyofarmasötikler, nutrasötikler, antioksidanlar, antimikrobiyal ve antiviral bileşiklerin üretimi için kullanılabileceği kanıtlanmıştır (Bashir et al., 2016).

Ege denizinde (Kefallinia, Yunanistan) toplanan kırmızı deniz yosunları, fotovoltaik enerji depolama hücrelerinde kullanım olanakları incelenmiş, kırmızı deniz yosunların toplanıp, temizlenmesinden sonra pigment, uygun çözücülerle elde edilmiş ve boyaya duyarlı güneş pilleri için doğal bir duyarlılaştırıcı olarak kullanılmak üzere araştırılmıştır (Rapsomanikis et al., 2016; Anand ve Suresh, 2015). Güneş pilleri, simüle edilmiş güneş ışığı altında enerji seviyeleri açısından incelenmiş ve en iyi performans gösterenleri karanlık koşullarda da test edilmiş, elektrotları ve elektrolit arayüzlerini değerlendirmek için elektrokimyasal empe-

dans spektroskopisi kullanılmış, sonuçta, bir asidik boya çözeltisi (pH 3) ve hücrelerin $1,26 \text{ mA/cm}^2$ kısa devre akım yoğunluğu ve $0,66 \text{ V}$ açık devre voltajı gösterdiği 35°C pigment çözeltisi sıcaklığı için optimal değerler elde edilmiştir (Rapsomanikis et al., 2016; Anand ve Suresh, 2015).

Makroalglerin uygun çözücülerle sentezlenmesi sonucunda elde edilen solüsyonun elektroegirme ile nanolif dokusuz yüzeye dönüştürülmesi ile elde edilen biyomalzemenin tıp sektöründe olası filitreleme membrane uygulamalarında, yara bandı ve biyosensör olarak kullanım imkanları ortaya konmuş, elde edilen temel sonuçların ileriki çalışmalar için özellikle biyosensör gelişiminde umut verici olduğu ifade edilmiştir (Feng et al, 2010).

Deniz yosunlarından elde edilen klorofil bazlı boyaların, UV/IR band özelliklerinden dolayı olası biyosensör uygulamaları için uygun olacağı bunların fotoelektrokimyasal parametreler de göz önüne alındığında endüstriyel bir potansiyele sahip olacağı öne sürülmüştür (Calogero et al., 2014).

Deniz yosunlarında genellikle hücrelerde bağlı ve bağlı olmayan formlarda oluşan farklı pigment sınıfları vardır ve klorofiller yeşilimsi pigmentlerdir, etraflarında elektronların yer değiştiremediği bir porfirin halkası içerirler (Anbuezhian et al., 2015). Elektronlar serbestçe transfer edildiğinden, porfirin halkası elektronları kolayca kazanma veya kaybetme potansiyeline ve dolayısıyla diğer moleküllere enerjili elektron sağlama potansiyeline sahiptir ve bu, klorofilin güneş ışığının enerjisini yakaladığı temel süreçtir (Anbuezhian et al., 2015). Karotenoidler genellikle kırmızı, turuncu veya sarı pigmentlerdir, suda çözünmezler ve hücre içindeki zarlara bağlanmaları gerekir. Karotenoidler, güneş ışığı enerjisini doğrudan fotosentetik yola aktaramazlar, ancak emdikleri enerjilerini bir klorofil molekülünden diğerine aktarırlar. Bu nedenle aksesuar pigmentleri olarak adlandırılırlar. Karotenoidler, fotosentetik organizmaların temel bileşenleridir ve fotosentez sırasında ışık toplama işlemleri için yardımcı pigmentler, fotosistemlerde protein birleşmesi için yapısal stabilizatörler olarak ve aşırı ışığa maruz kalmanın neden olduğu hem foto hem de serbest radikal oksidasyonunun inhibitörleri olarak kullanılırlar (Anbuezhian et al., 2015). İnsan beslenmesinde bazı karotenoidler provitamin A aktivitesi sunarlar ve ciltte UV ışığı fotooksidasyonuna karşı doğru-

dan ışık koruması sağlarlar. Ketokarotenoid astaksantin, cilt UV aracılı fotooksidasyon, iltihaplanma, prostat ve meme gibi çeşitli patolojik süreçlerinin önlenmesinde anahtar rol oynar. Çeşitli araştırmaların sonuçları, bu bileşiklerin insan hastalıklarının ve sağlık durumlarının, örneğin kanser, kardiyovasküler problemler, ateroskleroz, romatoid artrit, kas distrofisi, katarakt ve bazı nörolojik bozuklukların önlenmesinde (ve hatta tedavisinde) önemli roller oynayabileceğini teyit etmiştir (Anbuezhian et al., 2015). Alglerin çoğunda ortalama karotenoid konsantrasyonu sadece %0,1-2'dir, ancak yüksek tuzluluk ve ışık yoğunluğu gibi karotenoid sentezini tetikleyen stres koşulları altında yetiştirildiğinde %14'e kadar beta-karoten üretebileceği ifade edilmiştir (Anbuezhian et al., 2015).

Genel olarak makro algler, içerdikleri pigment proteinleriyle görünür ışığı her dalga boyunda absorbe ederek alge rengini verir. Pigmentasyona dayanarak Chlorophyta (yeşil algler), Phaeophyta (kahverengi algler) ve Rhodophyta (kırmızı algler) olmak üzere üç sınıfa ayrılır. Fotosentez, inorganik bileşiklerin ışık enerjisinin foto ototrof canlılar tarafından organik maddeye dönüşüm sürecidir. Algal pigmentler arasındaki fark, fotosentez işlemi için farklı derinliklerde ışık yakalamayı optimize etmek için gereken çevresel bir adaptasyondur (Haryatfrehni et al., 2015). Klorofil, karotenoid ve fikobillin olmak üzere üç tür makroalgal pigment vardır (Masojidek et al., 2013). Alglerin klorofil ve karoten miktarı türe, taksonomisine, biyolojik ve fizikokimyasal faktörlere bağlı olarak değişim gösterir (Ramaraj et al., 2013).

Doğal sarımsı-turuncu pigmentler, Chryseobacterium, Monascus ve Chlorella dahil olmak üzere bakteriler, mayalar, mantarlar ve mikroalglerden elde edilir. Bu pigmentler çeşitli sarı-turuncu tonlarında üretilir ve karotenoidler, antrakinonlar, zeaksantin, fleksirubin ve diğer bileşikler olarak kategorize edilir. Tehlikeli ve toksik sentetik pigmentlerin yerine deniz alglerinden elde edilen pigmentler çeşitli sarı-turuncu tonlarında üretilir ve karotenoidler, antrakinonlar, zeaksantin, fleksirubin ve diğer bileşikler olarak kategorize edilerek alternatif renklendiriciler olarak gıda, ilaç, boya endüstrisi ve tekstil boyamacılığında kullanılacağı öne sürülmüştür (Aruldass et al, 2018).

Klorofil, algal biyomastan elde edilen en önemli biyoaktif bileşiktir. İlaç ve kozmetik ürünlerinde katkı maddesi olarak kullanıldığı gibi, doğal pigment olarak da kullanılır. Makro algal polisakkaritler gıda, kozmetik, boya, tarım, tekstil, kâğıt, kauçuk ve inşaat endüstrisinde kullanılır. Özellikle günümüzde oluşan su kirliliğın başlıca kaynakları tekstil kumaşlarında boyama tekniklerinde kullanılan sentetik yapılı maddeler ve oluşturdıkları atıkların nehir veya sulak alanlara bırakılmasıdır. Doğaya ve çevreye olan hassas duyarlılığımız gün geçtikçe artmaktadır bu yüzden yapılacak organik boyama yöntemleriyle kimyasal atık yerine organik atık çevreye verilecek zararı minimize etmede yardımcı olacağını bilimsel araştırmalar göstermiştir. Makro algal pigmentin miktarı çevresel faktörlerin ekstrem durumlarından (tuzluluk, sıcaklık, besin maddeleri ve yoğun ışınım değişimlerinden) etkilenir ve yüksek oranda pigment üretimine neden olur (Marin et al., 1998; Boussiba et al., 1999; Zucchi and Necchi, 2001). Klorofil, karotenoid ve fikobillin olmak üzere üç tür makro algal pigment vardır (Masojidek et al., 2013). Klorofil pigmenti C, H, O, N ve Mg elementlerinden oluşur ve Klorofil *a*, bakteriler hariç bütün yeşil bitkilerde, klorofil *b*, yüksek bitkilerde ve yeşil yosunlarda bulunur. Klorofil *d* kırmızı yosunlarda, klorofil *c* kahverengi yosunlarda karoten pigmenti sarı-turuncu rengi fikoeritrin ise kırmızı rengi vermektedir. Kökboyanın temel boyar maddesi olan alizarin 1868 yılında Grabe ve Liberman tarafından sentezlendi. Günümüzde sentetik boyar maddeler ağırlıklı olarak kullanılmakla birlikte ağır derecede kimyasal atık oluşturmaktadır. Bu yüzden çevre dostu sürdürülebilirlik açısından önemli olan doğal boyar maddesi makroalgler tarafından karşılanması insan sağlığı açısından riskleri azaltacaktır (Genç, 2014).

Yosunlarda yoğun olarak bulunan karotenoidler; yağda çözünen, bitkisel canlılarda ve bazı hayvanlarda bulunan, sarı-turuncu-kırmızı tondaki renkleri veren pigmentlerdir. Bunun yanında klorofiller, fikosiyanin ve fikoeritrin de yosunlarda bulunabilen diğer pigmentlerdir.

Doğal boyalarla tekstil ürünlerinin boyanması uzun yıllardan beri yapılan bir uygulamadır. Ancak insanlar geçmiş zamanlardan beri boyama için bitkilerden yararlanmakta, özellikle kökboyanı bu uygulama için tercih edilmektedir. Geçmişten günümüze bakıldığında, Türkiye’de ve tüm dünyada doğal boyacılık halk

arasında çok eski dönemlerden beri uygulanmaktadır. Araştırmalarda bitkisel boya kaynağı olarak zerdeçal, zeytin, aspir, ceviz, ıhlamur, gelincik, doğu çamı, mersin, kırmızı pancar, portakal ve biberiye gibi bitkiler boyama için en çok kullanılan bitkiler olmuşlardır (Başaran ve Aydın, 2019).

Bitkilerden başka doğal boyamacılıkta en çok kullanılan bir başka materyal ise böcekler olmuştur. Bu konuda son dönemde yapılan çalışmalardan birinde, *Ceroplastes rusci* L. (Hemiptera: Coccidae) kabuklu dişileri, antik dönemlerde uygulanan pigment eldesi yöntemleri esas alınarak boya eldesi için kullanılmıştır. Sonuçta boyanan ham kumaş parçaları mercan rengini almış ve haslık denemelerinde herhangi bir renk aşınması gözlemlenmemiştir (Çakalgöz ve Eltez, 2014).

1876 yılında sentetik boyar maddelerin ortaya çıkışına kadar tekstilde insanlar doğal boyar maddeler kullanmaktaydılar, 1876'dan günümüze ise sentetik boya kullanımı gittikçe artmıştır (Niir, 2004). Ancak özellikle gelişmiş batı pazarı ele alındığında, sağlık ve çevre konusunda daha fazla bilinçlenmiş olan toplumlar, tekstil alanında da artık doğal ve sağlıklı olanı seçmektedir.

Başka bir çalışmada doğal boyaların karakterizasyonu ve kimyasal/biyokimyasal analizi üzerine mevcut çalışmaları raporlanmıştır. Çalışma, renklendiricilerin farklı doğal kaynaklardan ekstraksiyonu; çeşitli mordanların ve mordanlama yöntemlerinin etkileri; geleneksel ve geleneksel olmayan doğal boyama yöntemleri; boyama proses değişkenleri ve boyama kinetiği üzerine fizikokimyasal çalışmalar; doğal boyalarla boyanmış tekstiller için daha yeni tonların geliştirilmesi ve renk parametrelerinin analizi; ve doğal boyaların ikili karışımı uygulamaları için uyumluluk testlerini kapsamaktadır. Boyanabilirliği iyileştirmek için tekstil substratının kimyasal modifikasyonu, genel renk haslığı özelliklerinde iyileştirmeler üzerine de detaylı bilgiler paylaşılmıştır (Samanta and Agarwal, 2009).

Doğal biyo-kaynaklar deniz yosunları da dahil olmak üzere gelişmeler ve bunların çok fonksiyonlu giysiler için sürdürülebilir kullanımının önem kazandığı ileri sürülmüştür. Doğal boyalar tekstiller yapıları antimikrobiyal, UV koruyuculuk, deodorant ve mikroorganizma ve sinek kovucu bitim işlemleri ile çoklu fonk-

siyonlamaların yanında, doğal renklendiricilerin kimyası, adsorpsiyon izotermeleri ve tekstillerin boyanması için kinetik modellerin analizlerini de içermektedir (Yusuf et al., 2017).

Yapılan bir araştırmada çökeltme yöntemi ile hazırlanmış çinko oksit nano parçacık (ZnO, %12,5, ağırlık esslı konsantrasyonlu) kaplı deniz yosunlu boyanmış pamuklu kumaşların kaplanmamış pamuklu kumaşa göre daha yüksek gram pozitif ve gram negatif bakterilere karşı antibakteriyel ve UV koruma özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu özellikleri nedeni ile nano çinko oksit kaplı algle boyanmış pamuklu kumaşların yara sargısı uygulamaları için uygun olduğu sonucuna varılmıştır (Pandimurugan and Thambidurai, 2017).

Doğal kaynakların yoğun ve sorumsuz kullanımı nedeniyle çevrenin korunması toplumumuzda popülerlik kazanmaktadır. Gerçekte kullanılan sentetik boyalara daha sürdürülebilir alternatifler olarak tekstil sektörü de dahil olmak üzere tüm zorlu endüstrilerde önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu amaçlara yönelik yapılan bir çalışmada, renklendirici madde olarak alg biyokütlesi kullanılmış, liyofilize alg biyokütlesinin geleneksel bir pigment baskı işleminde kullanımının doğrulanmasını amaçlanmıştır. Renk verimliliği ve baskı uygunluğunun karşılaştırılması için iki farklı *Gracilaria* cinsi ile tekstil sektöründe sentetik boyarmaddelerin çevreyi kirletmesi ve olası kanserojen madde içermesi gibi etkilerinden dolayı çevre ile uyumlu kırmızı makroalg (*Gracilaria cornea* ve *Gracilaria gracilis*) biyokütlesinin pamuklu dokuma kumaşın boyanmasında kullanılma olanakları araştırılmıştır. İki tür alg biyokütlesi aynı cinse ait olsa da, renk tonu ve parlaklık arasında farklılıklar gözlenmiştir. Renk verimliliği ve tekstil spektrumu, *Gracilaria kornea* tarafından oluşturulan daha yoğun ve daha koyu renk göstermiştir. Makroalg boyalı pamuklu kumaşların sürtme ve yıkama haslıkları, alglerin tekstil endüstrisinde özellikle selüloz esaslı kumaşlarda boya olarak kullanılmasını doğrulamıştır (Moldovan et al., 2017).

Tekstil ürünlerinin geniş yüzey alanı ve nem tutma yeteneği, kumaş üzerinde mikroorganizmaların büyümesine imkân tanır. Bu nedenle, bakteri, mantar veya küf gibi mikroorganizmaların büyümesini kontrol etmek ve kumaş mukavemet ve kalitenin bozulmasını, lekelenmeyi, kokuları ve mikroorganizmaların ne-

den olduğu sağlık sorunlarını önlemek için kumaşlara antimikrobiyal özellik kazandırılması öncelikli araştırma konularından birisi olarak ileri sürülmüştür (Sheeba and Thambidurai, 2009).

Yapılan bir çalışmada, deniz yosunu (*Turbinaria conoides*), Güney Hindistan'ın doğu sahilinden toplanmış, kurutulmuş ve öğütülerek ince toz haline getirilmiştir. Bunlar daha sonra, aseton ile karıştırılmış ve antibakteriyel maddeler ile ekstrakte edilmiştir. Ekstrakte edilen madde, fonksiyonel grup tanımlaması için Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi ve ultraviyole görünür spektroskopisinin kullanılmasıyla karakterize edilmiştir. Ekstrakt, enzimle yıkandıktan sonra boyanmış pamuklu kumaş üzerine uygulanmıştır. Ekstraktın bitmiş kumaş üzerindeki antibakteriyel özelliklere sahip olduğu test sonuçları ile teyit edilmiştir (Sheeba and Thambidurai, 2009).

Bir başka çalışmada, halılarda kullanılan protein esaslı yün liflerinin boyanmasında yeşil alglerden elde edilen doğal boya kullanılmıştır. Yün liflerinin boyanabilirliğini arttırmak için kitosan ve tanik asit ile çevre dostu ön işlemlere tabi tutulmuştur. Boya konsantrasyonu ve mikrodalga ile boyama süresi gibi boyama özelliklerini etkileyen faktörler incelenmiştir. Boyanmış yün lifleri için renk özellikleri test edilmiştir. Sonuçlar, kitosan ve tanik asit ile ön işleme tabi tutulan yün liflerinin, işlenmemiş liflere göre etkin renk tonlarına sahip olduğu gösterilmiştir. Kitosan ve tanik asit ile ön işleme tabi tutulmuş boyalı yün liflerinin antimikrobiyal sahip olduğunda tespit edilmiştir (El-Khatib et al, 2016).

Kadir ve arkadaşları (2016) tarafından yapılan bir çalışmada kahverengi deniz yosunu (*Sargassum sp.*) pamuklu ve ipekli kumaşların boyanmasında doğal boya olarak kullanılmıştır. Setil Trimetil Amonyum Bromür mordan maddesinin kumaş yüzeylerine kaplanması sonrası ekstre edilmiş deniz yosunu ile boyanması sonucunda sarımsı ve kahverengimsi renk tonları elde edildiği ve spektrofotometre testleri de dahil yüksek haslık değerleri verdiği tespit edilmiştir. Mordanlı boyamada yüksek boya verimliliğinin elde edilmesi kumaşların hidrofiliklik ve ıslanabilirlik özelliklerinin iyileştirilmesinden kaynaklandığı öne sürülmüştür (Kadir et al., 2016).

Kırmızı deniz alginin (red macroalgae *Gracilaria sp.*) çevreye duyarlı olması, biyobozunur ve kanserojen madde içermemesi nedeni ile pamuklu kumaşların baskı boyacılığında sentetik boyaların yerine kullanılma imkanları üzerine çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışma sonucunda yıkama ve sürtme testleri ile renk solma analizleri değerlendirildiğinde kırmızı deniz alginden elde edilen biyokütle esaslı doğal boya esaslı baskılı pamuklu kumaşla sentetik baskılı pamuklu kumaşlar arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir (Moldovan et al., 2017).

Yapılan bir çalışmada Umman Denizi kahverengi alglerinin (*Stoechospermum marginatum*) toplanıp, uygun solventlerle (asidik, bazik) içeriğindeki pigment maddeleri ekstre edilmiştir. Alglerden elde edilen pigmentin sentetik boyalara kıyasla toksit maddeleri içermemesi nedeni ile bunun tekstil sektöründe selüloz esaslı kumaşların boyanmasında kullanılma imkanları incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda 5g/L sodium hidroksit ile ekstra edilmiş olan alg boyanın demir sülfatla mordanlanmış pamuklu kumaşları efektif olarak boyadığı sonucuna varılmıştır (Rani et al., 2019).

Dünyada, Sanayi Devrimi'nin gelişmesiyle birlikte hem tekstil hem de gıda işlemlerinde sentetik boyaların kullanılması beraberinde pek çok sağlık problemlerini de getirmiştir. Ülkemizde ve dünyada gün geçtikçe artan bir şekilde bitkiler ve bitkilerden hazırlanan doğal boyalar ile boyanmış tekstil ürünlerine ilgi artmaktadır. Bu sebeple son yıllarda doğal boyalara dönülerek sentetik boyaların zararlarından kurtulma çalışmalarına başlanmıştır. Bu çalışmada kıyılarımızda bulunan yosunların boya olarak kullanımı araştırılarak bitkisel kökenli boyaların geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Algler ilaç ve kozmetik ürünlerinde katkı maddesi olarak kullanıldığı gibi, doğal pigment olarak da kullanılır, ayrıca antioksidan özelliklere sahiptir (Gündoğan et al., 2005; Hosikian et al., 2010). Deniz sebzeleri olarak anılan makroalglerin, yağ içerikleri düşük, aminoasit kompozisyonu baklagillere yakın, vitamin ve mineral içerikleri ise yüksektir. Karbonhidrat sindirilebilirliği %50 iken, protein sindirilebilirliği bazı alg sınıflarında %80 düzeyindedir (Indergaard and Minsaas, 1991). *Ulva rigida* ve *Gracilaria verrucosa* ile etanol ekstraktların özütleri ile yapılan antibakteriyel ve antifungal çalışmalarda başarılı olduğu görülmüştür (Gümüş ve Ünlüsayın, 2016). *Ulva rigida*, *Gracilaria gracilis*, *Sargassum vulgare*, *Cysto-*

seira barbata ve *Dictyopteris membranacea* kültür koşullarında vitamin kompozisyonları belirlenmiştir. Vitamin analiz sonuçları alglerin β -karoten (provitamin A), askorbik asit (vitamin C) ve α - tokoferol (vitamin E) yönünden zengin olduğunu göstermektedir (Turan ve Cirik, 2018). Birçok kahverengi alg türü lipid kompozisyonu yönünden zengindir bu yüzden oksidasyon oluşumu diğer türlere nazaran daha az olmaktadır (Miyashita et al., 2013). Besleyici besin kompozisyonları ve vitaminler dışında *Gracilaria acerosa* türünde yüksek oranda potasyum tespit edilmiş ayrıca *Sargassum wightii* türünde ise yüksek oranda sodyum elementi analiz edilmiştir (Syad et al., 2013). Proteinler, peptitler, polisakkaritler, fenoller, lipidler ve vitaminleri makroalglerin bünyesinde bulundurmanın güçlü besinsel yönden diğer tüketilen insan besinlerine alternatif oluşturabilmektedir (Mendis and Kim, 2011). Portekiz kıyılarından toplanan 6 farklı yenilebilen makroalglerden; *Osmundea pinnatifida*, *Codium tomentosum*, *Sargassum muticum*, *Grateloupia turuturu*, *Codium tomentosum* ve *Saccorhiza polyschides* biyokimyasal analizleri ile Ca, K, Mg ve Fe elementleri açısından zengin olduğu ayrıca Protein birikimi, toplam karbonhidrat ve yağ aralıkları toplam besinsel değerlerine göre %14,4, %23,8 ve %32,4 arasında değer göstermektedir (Rodrigues et al., 2015). Protein yapısı *Laurencia papillosa* %0,80 *Jania rubens* %3,41 kış mevsiminde yağ ağırlıkları ile analiz yapılmıştır. Kül miktarı *Jania rubens* türünde (%46,11–51,63) olarak ölçülmüştür (Polat ve Ozogul, 2013).

Sentetik yapılı boyar maddeler tekstil endüstrisi arıtma tesislerinde tam olarak sudan uzaklaştırılamazlar, bu nedenle bu toksik bileşikler balıklar ve kabuklu canlılar gibi birçok sucul canlının bünyesinde depolanırlar ve sucul hayatı olumsuz yönde etkilerler. Bazı sentetik boyaların alerjenik oldukları da bilinmektedir. Günümüzde, doğal boyar maddelerin insan ve çevre sağlığına daha az toksik ve daha az alerjenik etkide olmasından dolayı kullanımı tekrar yaygınlaşmaya başlamıştır (Develioğlu ve Karadağ, 2011).

Bu araştırma konusunda yapılan çalışmalar hala yetersiz olarak görülmektedir, doğal boyar madde için hala denenmeyi bekleyen birçok karasal ve akuatik türler mevcut ancak gelinecek noktada 19.yy'da bulunan sentetik yapılı boyaların hem maliyet hem de boyama kalitesi ve haslık ölçümlerinde yüksek değerler bu

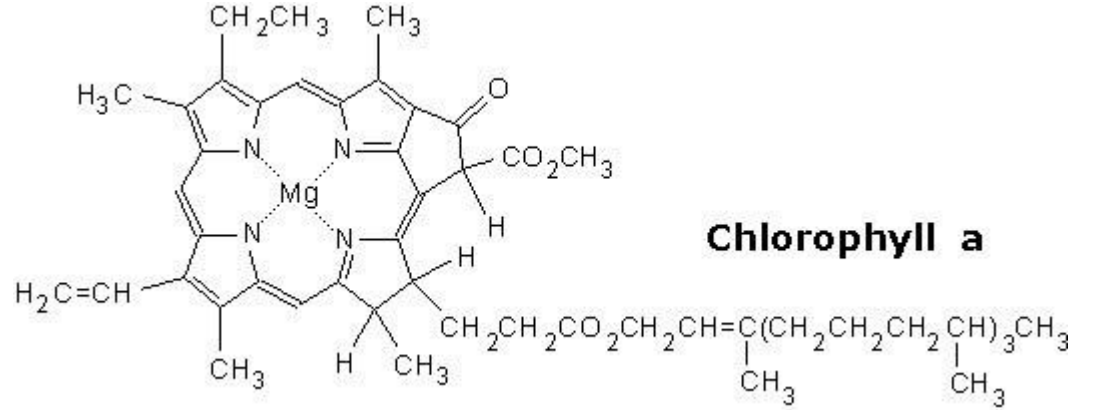
sektör için doğal boyar maddelere alternatif olarak kullanılmaya devam edilecek gibi gözükmektedir (Kumar and agarwal, 2009).

Deniz ve okyanuslarda bulunan makroalglerin düşük miktarda ışık almasıyla ve bulunduğu ortamdaki nutrientlerin emilmesiyle özellikle sığ alanlarda ve akıntının az olduğu faunalarda kendine bir yaşam alanını kolayca oluşturabilmektedir. Tablo 2.1’de görüldüğü gibi makroalgler sekonder metabolit açısından zengin besinsel kompozisyonları mevcut yapılarında depoladıklarından dolayı besin, yem, ilaç, gübre, yakıt, biopolimer gibi alanlarda kullanılmaktadır.

Tablo 2.1 Bazı makroalg türlerinin farklı kullanım alanları (Dhargalkar and Pereira, 2005)

	Türler	Besin	Yem	Endüstriyel	ilaç	Gübre
1	<i>Ulva fasciata</i>	+	+	-		-
2	<i>Enteromorpha compressa</i>	+	+	-		-
3	<i>Monostroma oxyspermum</i>	+	+	-		-
4	<i>Cladophora fascicularis</i>	+	+	-		-
5	<i>Chaetomorpha media</i>	+	+	-		+
6	<i>Codium fragile</i>	+	+	-		-
7	<i>Caulerpa sertularioides</i>	+	+	-		-
8	<i>Dictyota dichotoma</i>	+	+	+		-
9	<i>Spatoglossum asperum</i>	-	-	+		+
10	<i>Hydroclathrus clathratus</i>	-	-	+		+
11	<i>Stoechospermum</i>	-	-	+		+
12	<i>marginatum</i>	-	-	+		+
13	<i>Colpomenia sinuosa</i>	-	-	+		+
14	<i>Dictyopteris australis</i>	-	-	+		+
15	<i>Padina tetrastromatica</i>	-	-	+		+
16	<i>Sargassum cinereum</i>	-	+	+		+
17	<i>Sargassum ilicifolium</i>	-	-	+		+
18	<i>Laminaria digita</i>	-	-	+		-
19	<i>Macrocystis pyrifera</i>	+	+	-		-
20	<i>Porphyra vietnamensis</i>	+	-	-		-
21	<i>Amphiroa fragilissima</i>	-	-	-		-
22	<i>Jania adhaerens</i>	+	+	+		-
23	<i>Gracillaria corticata</i>	+	+	+		-
24	<i>Hypnea musciformis</i>	+	-	+		+
25	<i>Centroceros clavulatum</i>	+	+	+		-
26	<i>Laurencia papillosa</i>	+	-	+		-
27	<i>Chondrus crispus</i>	+	+	+		-
28	<i>Eucheuma uncinatum</i>	-	-	+		-
29	<i>Gelidiella acerosa</i>	-	-	+		-

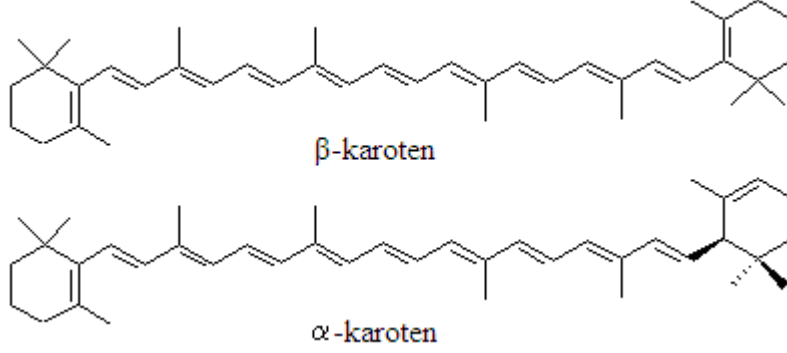
Klorofil – a: Biyolojik bir pigmenttir, bu da ışığı absorbe edebilen bir molekül olduğunu gösterir. Bu molekül menekşe, mavi ve kırmızı renge karşılık gelen dalga boyunu emer ve yeşil rengin ışığı yansıtır. Bu nedenle bitkilerin yeşil renginden klorofilin varlığı sorumludur. (warbletoncouncil, erişim tarihi: 19 haziran 2021). Klorofil karbon ve nitrojenle oluşur. Atomlar, merkezi konumda bir magnezyum iyonu ile birlikte klorofil bitkilerin hemen hemen her yeşil kısmında bulunur, yani yapraklar ve gövde, kloroplast içinde, en yüksek miktarı içeren organeldir. Kloroplastlar bitkinin ortasındaki mezofil tabakasında bulunur. Kloroplastlar, tilakoid zarlarına sahiptir ve yeşil klorofil pigmenti içerir (Pareek et al., 2017). Özel bileşikler sınıfına girer, dört pirol halkası içerdiği için tetrapirel olarak adlandırılır (Şekil 2.1), B12 vitamini gibi kovalent bir bağ ile birleşirler (Wiloes, 2004). Organik solventlerde bulunduğu zamanda (petri) genel olarak solar spektrum kaynağından 420-660 nm dalga boyundaki soğurumu maksimum düzeye çıkmaktadır ve fotosentetik hücrelerinde ise 480-670 nm arasında olmaktadır (Scheer, 1991).



Şekil 2.1 Klorofil-a pigmenti molekül yapısı (<https://klorofil.nedir.org/> Erişim tarihi: 20.06.2021)

Karotenoidler: Karotenoidler klorofilden sonra doğada en yaygın olarak bulunan renk pigmentleridir. Karotenoidler, genel olarak yağda çözünen, bitkisel ve hayvansal ürünlere sarıdan kırmızıya kadar renk veren bileşiklerdir. C40 Karotenoid temel yapısından hidrasyon, dehidrasyon veya siklizasyon yoluyla değişik karotenoidler oluşur. Şekil 2.2’de molekül yapısı gösterilmektedir. Fotosentezin pigment proteinleri, emiliminden sorumludur. Işık enerjisi ve diğer enerji biçimle-

rine dönüşümündeki birincil adımlar. Pigment proteinlerinin tümü hem klorofilleri hem de karotenoidleri bağlar (Green and Durnford, 1996).

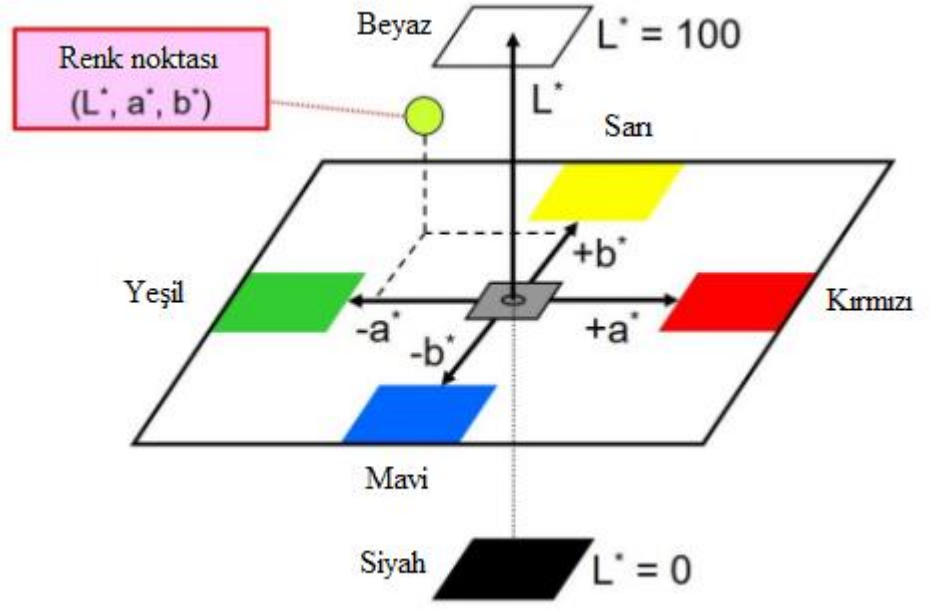


Şekil 2.2 β -karoten ve α -karoten molekül yapısı (<https://klorofil.nedir.org/> Erişim tarihi: 20.06.2021)

Karotenoidler, apolar çözücülerde ve sıvı yağlarda iyi çözündükleri halde, suda çözünmezler, bu nedenle lipokromlar olarak bilinirler. Bu bileşikler ışık ve oksijene karşı çok duyarlıdırlar. Buna karşılık yüksek sıcaklıklarda stabildirler. Şekil 2.2 β -karoten ve α -karoten molekül yapısı görülmektedir. (<http://www.kimyaevi.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFF7EE1F1486EE5030E8D40DBAF123EC275> Erişim tarihi 20.06.2021).

2.1 CIE Lab renk uzayı sistemi

Tekstil sektöründe renk ölçümü için yaygın olarak kullanılan CIELab renk uzayı sistemi (Şekil 2.3) Uluslararası Aydınlatma Komisyonunun 1976 yılında çıkan renklerin parametrelerinin sayısal veriler üzerine dönüşümü üzerine kuruludur. CIE Lab renk uzayının bileşenleri değer L, bir rengin açıklığını-koyuluğunu, a ve b ise rengi oluşturmaktadır. a*, CIE Lab renk uzayında kırmızı-yeşil eksenidir. +a, kırmızı yönünü, -a, yeşil yönünü göstermektedir. b*, CIELab renk uzayında sarı mavi eksenidir. +b, sarı yönünü, -b ise mavi yönünü göstermektedir. (Inoue and Suda, 1968; Trotman, 1970).



Şekil 2.3 Üç boyutlu CIELAB uzay renk sistemi

(<https://knowledge.ulprospector.com/10780/pc-the-cielab-lab-system-the-method-to-quantify-colors-of-coatings/> Erişim tarihi: 10.06.2021)

2.2 Kubelka-Munk teorisi

Kubelka-Munk denklemi boyanmış bir tekstil materyalinin renginin ölçümü için geliştirilmiş matematiksel ifadelerden en önemlisidir. Boyanmış bir materyal için belirli bir dalga boyunda reflektans değerlerinin konsantrasyon değerlerine karşı çizilmesiyle elde edilen grafik lineer olmaktan çok uzaktır. Ancak Kubelka-Munk denklemi ile enstrümantal olarak eşleştirme yapabilmek için gerekli lineer ilişki kurulmuş olur (Li, 2006).

$$K/S = \frac{(1 - R)^2}{2R}$$

Kubelka-Munk denklemi: K/S saçılım katsayısıdır ve boyarmadde konsantrasyonu ile direkt ilişkilidir. R ise maksimum absorpsiyondaki dalga boyunda kumaşın reflektansıdır (Needles,1968; Trotman,1970).

2.3 Mordan Bileşikleri

Mordan bileşikleri kavramı, tekstil alanında kullanılan bir terimdir. Boya maddesinin kumaş ile afinitesini güçlendirmek, renk tonlarında değişiklik oluşturmak ve haslık testlerinde daha başarılı sonuçlar almak için kullanılan bileşiklerdir.

Potasyum alüminyum sülfat dodekahidrat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), bir diğer adı şap olan madde beyaz toz halinde bulunmaktadır, yün boyacılığında tercih edilmekte kumaşla boyanın sıkı bağ yapmasına ve renk koyuluğuna sebebiyet vermektedir (Öztürk, 1999).

Demir sülfat heptahidrat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), pirit ve markazit gibi birincil sülfür minerallerinin yüzeye yakın ortamda oksidasyonundan oluşan ikincil bir sülfat mineralidir (Wikipedia, 2020).

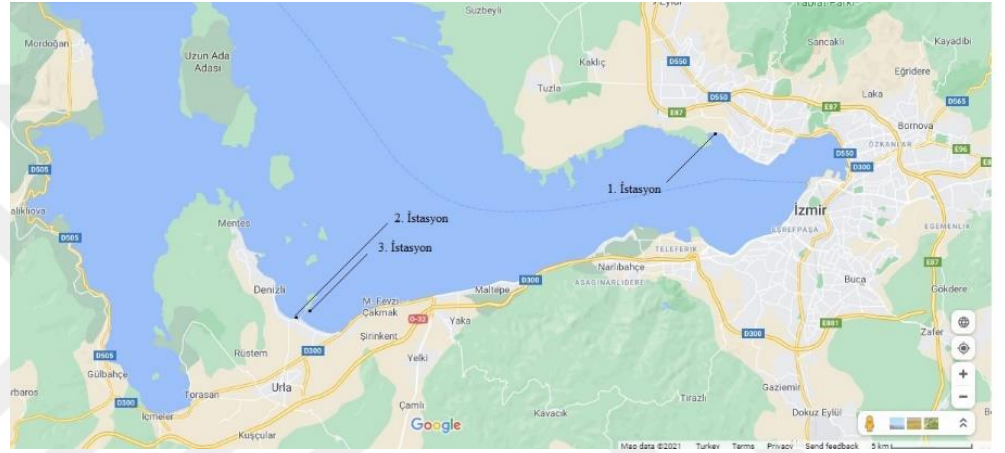
Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), madde güçlü bir oksitleyicidir. Yanıcı ve indirgen maddelerle reaksiyona girer. Sudaki çözeltisi zayıf asittir (İnchem, 2013). Ayrıca bu madde araç kullanıcılarının sarhoş veya alkol alıp almadığını bilimsel testlerde kullanılmaktadır (Potasyum, 2021).

Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), mavi renge sahip kimyasal tuz sınıfına giren madde kumaş boyama araştırmasında katalizör görevi üstlenerek koyuluk ve renk kalitesini arttıran özellik sağlar, genel olarak tarım sektöründe gübre ve bitki sağlığı gelişimini arttırma gibi görevleri başlıca üstlenir ayrıca hayvan hastalıklarının tedavisinde büyük önem arz eder. Ahşap endüstrisinde emprenye prosesinde kullanılır (Simyager, 2013).

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1 Makroalglerin Toplandığı İstasyonlar

Makroalgler İzmir Körfezindeki Karşıyaka ilçesi Mavişehir sahil bölgesinden ($38^{\circ}28'00.3$ K, $27^{\circ}04'16.1$, 1. İstasyon), Urla Karantina adası yolu üzerinde ($38^{\circ}21'58.0$ K, $26^{\circ}46'55.5$ D, 2. İstasyon) ve Urla/İskele ($38^{\circ}21'46.5$ K, $26^{\circ}46'40.9$ D, 3. İstasyon) yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde ikişer kez araziye çıkılarak makroalglerin tespit edildiği alanlarda toplanmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 İzmir Körfezi'nde Makroalglerin toplanma istasyonları (google.com/maps, Erişim tarihi: 05.05.2021).

Makro alg türleri kıyıdan el ve tırmık yardımıyla deniz kenarından toplanmıştır. Derinlik olarak en fazla 1 metre derinliğe kadar olan İnfralittoral zondan makroalg örnekleri toplanarak kova yardımıyla kıyıya çıkartılmıştır. Islak bir şekilde kovalar ile Ege Üniversitesi Su Ürünleri Plankton Laboratuvarına taşınmıştır.

Karşıyaka ilçesi Mavişehir sahil bölgesinde bulunan 1. İstasyonda *Ulva rigida* ve *Gracilaria gracilis* makroalgleri, Urla/İskele Karantina adası yol üzerinde 2. İstasyonda *Cystoseira spp.* ve Urla/İskele 3. İstasyonda *Jania rubens* toplanmıştır.

3.2 Tür Tayini

Toplanan makroalgler tür tayini yapılmak üzere laboratuvara getirilerek, fotoğrafları çekilip mikroskopta incelendi. Toplanan dört cins makroalgin yeşil algler, kahverengi algler ve kırmızı algler olarak üç ana grupta olduğu görülmüştür.

Toplanan makroalgler musluk suyuyla yıkanarak epifit ve tuzlardan arındırıldıktan sonra internet kaynaklarından karşılaştırılmalı tür tayini araştırması yapılmıştır ve tayin işleminde karşılaştırılan türlerin çok farklılık gösterdiği taktirde, optik mikroskopi ile karşılaştırmalar yapılmış ve tür tayini gerçekleştirilmiştir. İnfralittoral kısımlardan toplanan makroalg türlerinden *Ulva rigida*, yassı, yayvan ve naylonumsu görünümüne sahip olup tayin edilmeden önce dikkatlice incelenip *Ulva* genusunun farklı türü olup olmadığı araştırılmıştır. Buna göre yaygın ve bilinen bir genus olan halk dilinde deniz marulu olarak geçen makroalg türünün tallus yapısına bakıldığında doku üstünde küçük delikler olduğu anlaşılmıştır. *Ulva rigida* türüne has şekilde oluşan bu küçük delikler *Ulva lactuca* türünden farklı olduğu saptanmış ve ayırt edilmiştir. *Ulva lactuca* türünde tallus yapısında küçük gözenekler halinde deliklerin olmadığı literatürlerden ve internet kaynaklarından değerlendirilerek bulunmuştur. *Cystoseira amentacea* türü koloni halinde orta kısmı kalın tallusun kayalıklara sıkı şekilde tutunan dalları budakları testere şeklinde dokuları olan tallusları olduğu saptanmıştır. *Laurencia* genusu ile benzerlik göstermesi ile yapılan yoğun araştırmalar sonucu birçok literatürler taranarak *Cystoseira amentacea* türü olduğu tespit edilmiştir. *Cystoseira barbata* türü toplanırken aynı *Cystoseira amentacea* türü gibi kayalıklara sıkı şekilde tutunmaları gözlemlenmiştir. Tallus yapısı düz silindirik ve dallanmalar olduğu görülmüştür. *Gracilaria gracilis* suda yüzer vaziyette ve spagettiye andıran tallus yapısı ile toplanmıştır. *Gracilaria verrucosa* ve *Gracilaria parvispora* gibi çok fazla sayıda dallanma ve ayırım olmadığı tespit edilmiştir. Bu görünüm bu türü ayırt etmede kolaylık göstermiştir. *Jania rubens* türü kayalara tutunan küçük daire şeklinde koloni oluşturmuş kısa birçok ipliksi yapının bir araya gelmesiyle oluşum göstermiştir. Kendine has tallus yapısı ve morfolojisi ile morumsu rengi bu türün ayırt edilmesinde önemli rol oynamıştır.

3.2.1 Yeşil algler (Chlorophyta)

Chlorophyta phylumunda bulunan yeşil algler tek hücreli ve çok hücreli olarak 6500'ü aşkın türünün 5000'e yakını tatlı sularda yaşamaktadır (Kennedy, 2021). Ototrof canlılar olarak akuatik fotosentetik fazda, hücre yapılarında nişasta depolarken hücre duvarlarında ise selülozik madde hakimdir. Yapısındaki klorofil *a* ve *b*'ye sahip olmaktan gelen koyu ila açık yeşil renklere sahiptir. Renkleri, beta-karoten (sarı) ve ksantofilleri (sarımsı veya kahverengimsi) içeren diğer pigmentasyon miktarlarında bünyesinde barındırır (Greelane, 2019).

3.2.1.1 *Ulva rigida*

1. İstasyondan toplanan numunelerden biri *Ulva rigida* (C. Agardh 1823) türüdür. *Ulva* türlerinden ayırt edilebilir özelliği çok kolay olan tallus üzerinde ufak çaplarda bulunan deliklerdir. Yapraksı, uçları kıvrımlı yassı yapıdadır koloni halinde bulunup tallus yapısı 25-50 cm olarak görülebilir (Şekil 3.2).

Phylum : Chlorophyta

Classis : Ulvophyceae

Ordo : Ulvales

Familia : Ulvaceae

Genus : *Ulva*

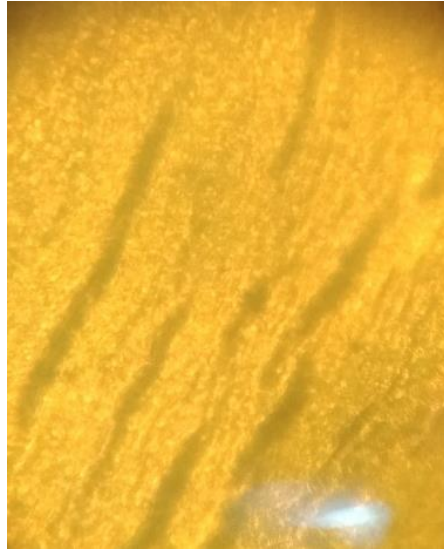
Species : *rigida*

C. Agardh 1823



Şekil 3.2 *Ulva rigida* C. Agardh 1823 (Nedim Erman Bilişik tarafından çekilmiştir, Oppo A5S)

Deniz marulu olarak da isimlendirilen *U. rigida*, kıyı alanlarının litoral ve sublitoral bölgelerindeki diğer algler ve kayalar üzerinde kozmopolit bir dağılım göstermektedir (Pushparaj et al., 2014; Yu-Qing et al., 2016). Şekil 3.3’de görüldüğü gibi şerit şeklinde pigmentasyon veya besin kompozisyonların sıklaştığı görülmektedir. Araştırmacılar türün optimal büyümesinde tuzluluk oranı aralığı 35-45 ppm olarak ölçmüştür (De Casabianca and Posada, 1998).



Şekik 3.3 *Ulva rigida* optik mikroskoptaki görünümü (Nedim Erman Bilişik tarafından çekilmiştir, Oppo A5S)

Yüksek miktarda protein, yağ ve karbonhidrat kaynağı olan *Ulva rigida* besin kaynağı olarak son dönemlerde diet maddesi olarak sıkça tüketilmektedir. Tallus bölümü delikli olan tür çoğu kıyısız ve akıntıdan uzak olan sığ yerlerde sıkça görülmektedir. Çoğu deniz yosunu yüksek seviyelerde glutamik ve aspartik asit içerir bu da makroalge özel tat ve koku sağlamaktadır ayrıca yüksek lif ve karbonhidrat kaynağının oluşu ve lipid miktarlarının az oluşu sebebiyle özellikle Avrupa ülkelerinde diet besin öğelerinin arasında kendine yer bulmaktadır (Mabeau et al, 1992).

3.2.2 Kahverengi algler (Phaeophyta)

Üç ana alg grubunda (yeşil, kırmızı ve kahverengi) tallus formlarında en büyük boyuta ulaşan ve biomas fazlalığıyla öne çıkan şubedir. Pigment maddeleri genellikle fukosantin adı verilen maddeden oluşur ve yapıya kahverengi rengini verir, polisakkarit yapılı laminarin isimli molekülleri bünyesinde depolar (Bawaje et al., 2016). 1880 yılında Stanford üniversitesinde ilk kez kahverengi alglerden ikincil metabolit olan aljinat sentezlenmiştir (McDowell, 1986).

3.2.2.1 *Cystoseira amentacea*

Cystoseira amentacea (C. Agardh) Bory 1832 *Cystoseira* genusunda en yaygın (Şekil 3.4), dağılım gösteren ve bilinen bir türü olup genellikle su akış hızı ve dalgaların diğer makroalg türlerine göre biraz fazla olmasını isteyip genellikle kayalara sert substratlara tutunurlar (Susini, 2007). Genellikle çakıllı ve taşlı alanlarda bulunan *Cystoseira* genusu bulunduğu ortamda indikatör olarak görev yapmaktadır. Şekil 3.5'te optik mikroskopta görünümü yer almaktadır.

Phylum : Ochrophyta

Classis : Phaeophyceae

Ordo : Fucales

Familia : Sargassaceae

Genus : *Cystoseira*

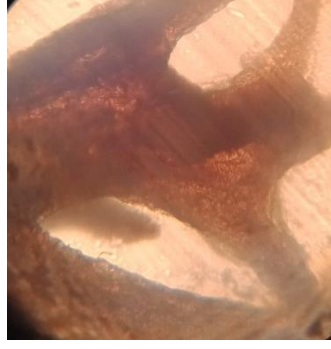
Species : *amentacea*

(C.Agardh) Bory 1832



Şekil 3.4 *Cystoseira amentacea* (Nedim Erman Bilişik tarafından çekilmiştir, Oppo A5S)

Cystoseira amentacea 1.istasyondan (Bkz. Şekil 3.1) interdital bölgesinden denizin çekildiği low-tide zamanı toplanmıştır.



Şekil 3.5 *Cystoseira amentacea* optik mikroskoptaki görünümü (Nedim Erman Bilişik tarafından çekilmiştir, Oppo A5S)

Doku yapısı silindirik ve sık bir şekilde dallı budaklıdır. Ortam koşullarında göz önünde bulundurulduğunda deniz kıyısında boyu 20 cm'e kadar çıkabilmektedir. (Mangialajo et al., 2011).

3.2.2.2 *Cystoseira barbata*

Toplanan türler boyama işlemi için istenilen kuru ağırlığa gelmediği için *Cystoseira barbata* ve *Cystoseira amentacea* türlerinin kurutulmuş biomassları karıştırıldı ve boyama işlemi gerçekleştirildi bu yüzden bu tezde kullanılan verilerde *Cystoseira spp.* olarak kullanıldı. *Cystoseira barbata* (Şekil 3.6) 3. istasyondan (Bkz. Şekil 3.1) interdital bölgesinden denizin çekildiği low-tide zamanı toplanmıştır.

Phylum : Ochrophyta

Classis : Phaeophyceae

Ordo : Fucales

Familia : Sargassaceae

Genus : *Cystoseira*

Species : *barbata* (Stackhouse) C.Agardh 1820



Şekil 3.6 *Cystoseira barbata* (Nedim Erman Bilişik tarafından çekilmiştir, Oppo A5S)

3.2.3 Kırmızı algler (Rhodophyta)

Kırmızı algler grubu yapı itibari ile fototrof ökaryotik tek ve çok hücreli çoğu denizlerde yaşayan rapor edilmiş 6000 türden fazla olan kırmızı makroalglerin kökeninin 1,8 milyar yıl önce varlığının olduğu ve chlorophyta ile ortak atadan geldiği araştırmalar neticesinde literatürlerde yerini almıştır (Keeling, 2004; Gurgel and Lopez-bautista, 2007). Genel olarak interdital ve subdital zonlarda kayalara ve sert sağlam yapılara tutunan kırmızı algler (Şekil 3.7) fikoeritrin pigmenti klorofil maddesine maskeleyerek kırmızı rengi alır yapısında agar ve karajen adı verilen kimyasal yapısı gıda sanayisinde büyük bir Pazar oluşturmaktadır (Kumar et al., 2011). Dış yüzeyindeki bu yapılarda agar'ın yapı maddeleri agaroz ve agorapektin bulunur ve çeşitli işlemlerle polisakkaritli bu agar maddesi ekstrakt edilebilmektedir.

Klorofil *a*, *d.*, Karoten *a*, *b*. ve Fikobilin adı verilen pigmentlerin varlığı nedeniyle çoğunluğu kırmızı renktedirler. Fotosentetik depo ürünü büyük oranda floridosid maddesi sentezlenir, yapısı büyük oranda şeker barındırır.

Fotosentetik bireyler çevre şartlarına göre farklılaşma gösterebilir örneğin; Ortamdaki tuzluluk arttığında floridosid malzemesi artış gösterir bunun nedeni hücreden su çıkışını önlemektir.



Şekil 3.7 Optik mikroskopta *Gracilaria gracilis* optik mikroskoptaki görünümü (Nedim Erman Bilişik tarafından çekilmiştir, Oppo A5S)

Kırmızı Alglerden (Rhodophyta) *Gracilaria gracilis* (Stackhouse) Steentoft, L. M.Irvine & Farnham 1995 Hücre çeperlerinde polisakkarit olan agar-agar içermesi nedeniyle ticari öneme sahiptir. Yapı olarak silindirik yapıdadır. Deniz kıyısında upper-infralittoral bölgelerinde suda genellikle askı halinde bulunmaktadır. Ortalama tallus uzunluğu 45-50 cm'dir. Ayrıca bulunduğu florada suyun kalitesine pozitif yönde katkı sağlamaktadır. Suya oksijen sağlarlar ve su ortamının dengesinin korunmasında önemlidirler.

Klorofilleri sayesinde fotosentez olayı sonucu organik madde üretimini sağlarlar. Böylece bitkisel protein kaynaklarını oluştururlar ve sucul ortamdaki besin zincirinin ilk halkasıdır. Su kalitesinin iyileştirilmesinde ve biyolojik arıtmada önemlidirler. Nehir ve göllerin kıyı bölgeleri ile su tabanındaki aşınmanın, erozyonunun, bulanıklığın ve sediment karışımının önlenmesinde temel göreve sahiptirler. Bu yüzden biyojeokimyasal döngü içerisinde önemli rol oynamaktadır. Çok hücreli (multicellular) ve herhangi bir kök gövde ve yaprak bulundurmamaktadır. Thallus adı verilen yapıdan oluşur. Genellikle tatlı ve tuzlu sularda bulunurlar. Çift hücre duvarına sahiptirler. *Gracilaria* üyelerinde haploid(n) gametofit ve diploid (2n) sporofit ile değişkenlik gösteren üreme görülür. Yani Eşeyli üremeyi Eşseysiz üreme takip etmektedir ve hayat döngüsü 3 evreden oluşur. Şekil 3.8' de tek bir tallus yapısı *Gracilaria gracilis* olan türünün görüntüsü yer almaktadır

3.2.3.1 *Gracilaria gracilis*



Şekil 3.8 *Gracilaria gracilis* (Stackhouse) Steentoft, L. M.Irvine & Farnham 1995 (Nedim Erman Bilişik tarafından çekilmiştir, Oppo A5S)

Phylum : Rhodophyta

Classis : Florideophyceae

Ordo : Gracilariales

Familia : Gracilariaceae

Genus : *Gracilaria*

Species : *gracilis*

(Stackhouse) Steentoft, L. M.Irvine & Farnham 1995

Geçmiş yıllarda yapılan araştırmalar neticesinde *Gracilaria gracilis* türünün biyokimyasal yapı kompozisyonunda yağ asitleri, steroller, proteinler, karbonhidratlar, fikobiliproteinler, fenolik maddeler, antioksidanlar barındırır ayrıca element ve materyalleri bünyesine alarak bulunduğu ortamdaki temizlik düzeyini arttırmada önemli rol oynar (Francavilla et al., 2013). Mevsim değişikliğine bağlı olarak bünyesinde bulundurduğu biyokimyasal yapı maddelerinde farklılıklar oluşabilmektedir, özellikle ikincil metabolit multi-ürün çıktısı olarak agar, karajen vs. maddelerinde abiyotik faktörler büyük önem taşımaktadır. 1.istasyondan (Bkz.

Şekil 3.1) interdital bölgesinden genel olarak yaz mevsimi yüksek basınç durumundaki süreçte toplanmıştır.

3.2.3.2 *Jania rubens*

Akuatik canlılar bulunduğu ortamlardan abiyotik ve biyotik olarak eklenir bu etkenlerin dışında çeşitli enerji veya lojistik sektörlerle bağlı olarak yaşanabilen kimyasal madde sızıntılarından etkilenirler bunun üzerine yapılan bir çalışma gösteriyor ki *Jania rubens* türünde bu gibi sızıntı sonucu olan bölgede yapısında met-rizin adı verilen kimyasalı 3,85 mg/kg absorplaması belirlenmiştir (Polat vd., 2018). Şekil 3.9’da *Jania rubens* türünün görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 3.9 *Jania rubens* (Linnaeus) J.V.Lamouroux 1816 (Nedim Erman Bilişik tarafından çekilmiştir, Oppo A5S).

Phylum : Rhodophyta

Classis : Florideophyceae

Ordo : Corallinales

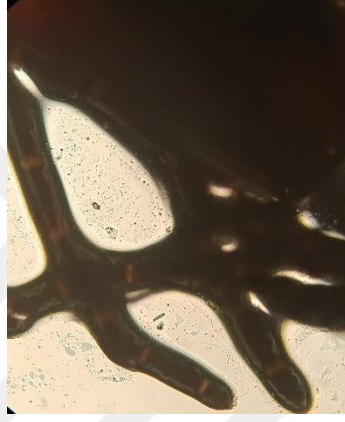
Familia : Corallinaceae

Genus : *Jania*

Species : *rubens*

(Linnaeus) J.V.Lamouroux 1816

Corallinales ordosu magnezyum kalsit değeri açısından zengin sudaki asit değerlerine göre hassas türlerdir, sudaki karbonat dengesini sağlayıp kıyı kesimlerde resif yapılanmasına uygun koşul oluşturmaktadır (Porzio et al., 2018) bu yüzden bulunduğu ortamda bioçeşitliliğin artmasında önemli rol oynamaktadır. İnsan sağlığı için yapılan antibakriyellik testinde etanol ile yapılan *Jania rubens* ekstarktı pozitif yönde gelişim göstermiştir (Ravi et al., 2019). Yapısında fenol, tanin, alkaloid, antrakinon, flavanoid, kardiyak glikozit ve saponin barındırır (Kotnala et al., 2009). Şekil 3.10'da optik mikroskopta görülen *Jania rubens* ip-liksi yapıda silindirik ve tallusun üzerinde şeritler gözlenmektedir.



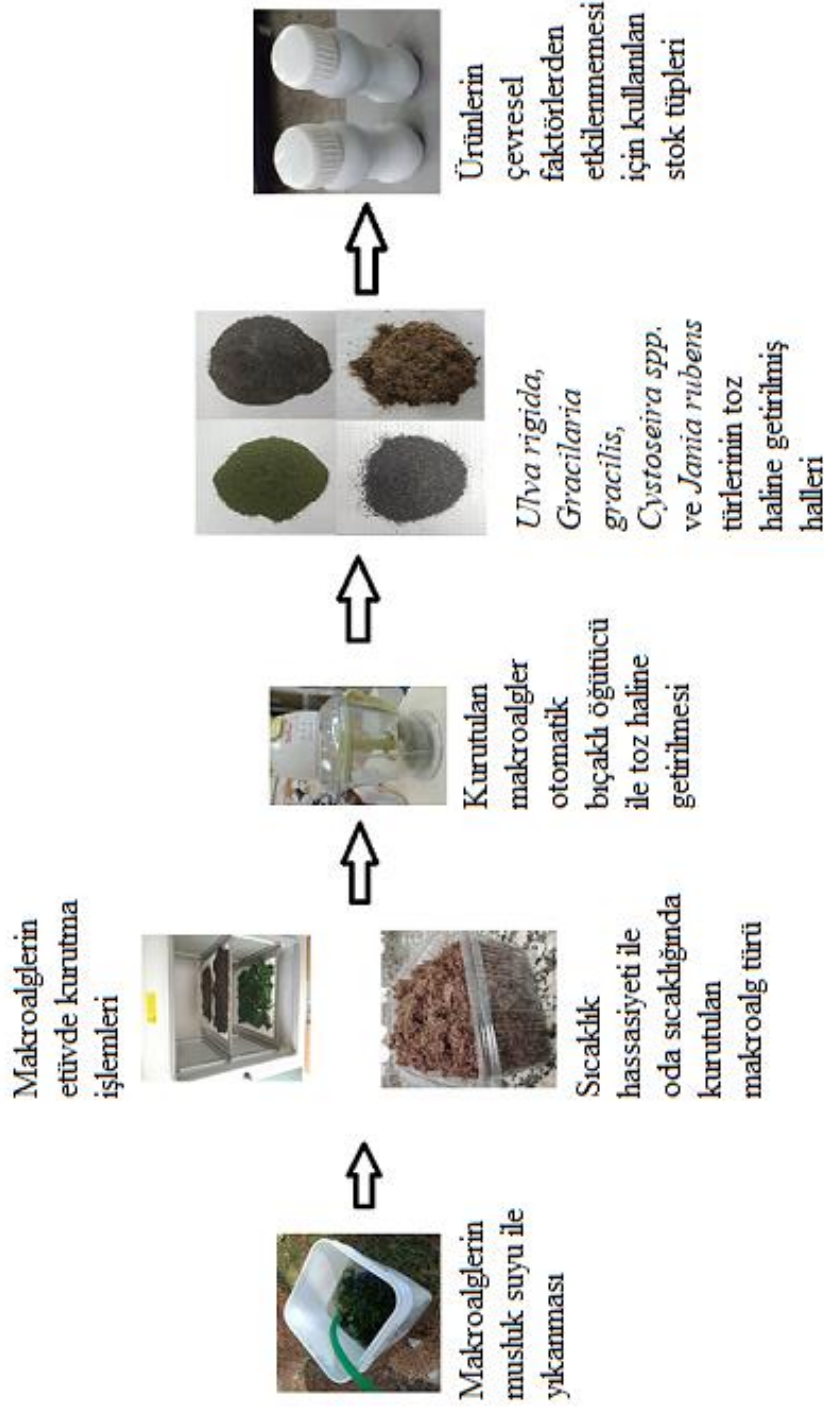
Şekil 3.10 *Jania rubens* optik mikroskoptaki görünümü (Nedim Erman Bilişik tarafından çekilmiştir, Oppo A5S)

Bir başka çalışmada ethanol ekstraktında biyokimyasal analizlerde yapı- sında elastaz, hiyalüronidaz ve metalloproteinaz rastlanmıştır (Fayad et al., 2018). Parguerene ve isoparguerene serisinin farklı bromlu diterpenleri metanol ekstrak- siyonu kullanılarak izole edilmiştir ve en büyük antimikrobiyal etkileri gösteren tam olarak metanolik ekstraktlardır, ancak kozmetik türevi olarak kullanılabilmesi potansiyel sitotoksosite barındırması nedeniyle yasaklanmış solventler listesinde- dir (Karabay-Yavaşoğlu et al., 2007; Awad, 2004). Kırk bileşik *Jania rubens* ya- pısında tespit edilmiştir bunlar hidrokarbonlar (n-docosane, n-eiscosane, n- tetratriacontane, 1-heptadecanamine, n-hexadecane, n-octadecanol, n- octadecanol, n-contatriane)'dır (Karabay-Yavaşoğlu et al., 2007; El-din and El- Ahwany, 2016; Saber et al., 2017).

3.3 Makroalglerin İşlenmesi

Tür ayrımı, renklerine ve morfolojik benzerliklerine göre ön seçim sonrası tür tayini yapılmıştır. Bu makroalg türleri *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* olarak belirlenmiştir.

Toplanan yosunlar musluk suyunda yıkanarak çeşitli, epifitik, parazitik yaşamlı canlılarından arındırmak ve deniz tuzunu uzaklaştırmak ile makroalg türlerinin sterilizasyon işlemlerinden geçirilerek kurutma evresine geçirilmeden önce pigment varlığı korunmuştur. *Jania rubens* gölgede, oda sıcaklığında ve *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ise etüvde 24 saat sürecince 70°C’de kurutulmuştur. Kurutulmuş örnekler çift bıçaklı çırpıcı ile tamamen toz haline gelinceye kadar öğütülmüştür. Toz örnekler ışık görmeyecek şekilde plastik örnek kaplarında depolanmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 Makroalglerin işlenme akış şeması

3.4 Kumaş Tipleri ve Analizi

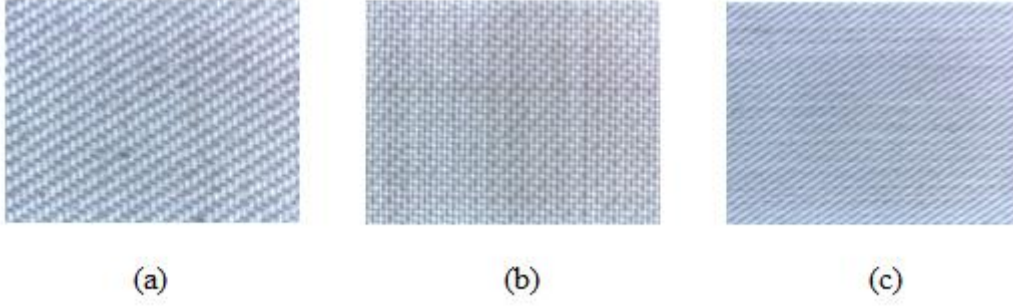
Bu çalışmada üç tip kumaş kullanılmıştır. Bunlar %100 pamuklu, %100 yünlü ve polyester kumaşlardır. %100 pamuklu dimi (D 2/2 Z) kumaş, iki çözgü

ipliğinin üzerinden iki atkılı ipliği geçerek bir atlamalı olarak Z yönlü dimi (kesişme şekli) çizgili örgü üzerinden yüzey elde edilmiştir (Şekil 3.12 (a)). Pamuklu kumaşta kesikli pamuk liflerinden bilezikli eğirme sistemi ile forumlanan penye ipliği kullanılmıştır. Kumaşta çözgü ve atkılı sıklıkları (Loop adı verilen büyüteç ile 1 cm alanda kumaş boyu ve kumaş eninde bulunan ipliklerin toplam sayısı) sırası ile 50 tel/cm ve 27 tel/cm dir.

%100 yünlü dimi (D 2/1 Z) kumaş, iki çözgü ipliğinin üzerinden bir atkılı ipliği geçerek bir atlamalı olarak Z yönlü dimi (kesişme şekli) çizgili örgü üzerinden yüzey elde edilmiştir (Şekil 3.12 (b)).

Yünlü kumaşta düşük kıvrımda kesikli yün liflerinden bilezikli eğirme sistemi (kesikli liflerin işlenerek büküm ile dayanım kazandırılıp iplik şekline getirilmesi) ile üretilen kamgarn ipliği (uzun ve ince yün liflerinin şekillendirilmesi) kullanılmıştır. Kumaşta çözgü (kumaş uzunluğu boyunca kullanılan iplik) ve atkılı (kumaş eni boyunca kullanılan iplik) sıklıkları sırası ile 32 tel/cm ve 32 tel/cm dir.

Polyester dimi (D 2/1 S) kumaş, iki çözgü ipliğinin üzerinden bir atkılı ipliği geçerek bir atlamalı olarak S yönlü dimi (kesişme şekli) çizgili örgü üzerinden yüzey elde edilmiştir (Şekil 3.12 (c)). Polyester sürekli liflerinden eritmeli eğirme sistemi ile üretilen polyester ipliği kullanılmıştır. Kumaşta çözgü ve atkılı sıklıkları sırası ile 75 tel/cm ve 46 tel/cm dir.



Şekil 3.12 (a) Pamuklu dimi örgülü kumaş yüzey görüntüsü (b) Yünlü dimi örgülü kumaş yüzey görüntüsü (c) Polyester dimi örgülü kumaş yüzey görüntüsü (Optik mikroskop, büyütme oranı x6.7).

3.4.1 Kumaş birim alan ağırlığı

Kumaş birim alan ağırlığı TS 251 standardına göre dairesel kesilen kumaş örneğinin Ohaus Adventurer™ Pro AV812 (Ohaus Corp., USA) hassas terazinin kullanımı ile belirlenmiştir. Kumaş birim alan ağırlıkları pamuklu, yünlü ve polyester için sırası ile 301,57 g/m², 157,3 g/m² ve 121,1 g/m² olarak ölçülmüştür.

3.5 Kumaşların makroalgle boyama işlemleri

3.5.1 Mordansız kumaş boyama

Kumaşlar Şekil 3.13'deki numune boya makinasında makroalg ile boyanmıştır. Pamuklu, yünlü ve polyester kumaşlar boyutu 15x15 cm kesilerek hazırlandı. Makro alg tozu, kuru kumaş ağırlığı ile 1:1 oranında olacak şekilde tartıldı. Kuru kumaş ve Alg tozu birlikte prototip boyama tüplerine yerleştirilerek numune boyama makinasında Şekil 3.14 'deki sıcaklık-zaman grafiğine göre boyanacak süre ve sıcaklık şeklinde (TERMAL) markalı cihaz program ayarı hazırlandı. Kumaş numuneleri 250 ml hacminde tüplere konulmaktadır. Tüp içerisine iyonları alınmış pH değeri 7 olan saf su çözgen olarak kullanılmıştır. Boyar madde ile kumaş ağırlıkları eşit (1:1) olacak şekilde tüp içerişine konulmuştur. Bu çalışmada 15x15 cm kesilmiş yün ve polyester kumaşların ağırlıkları 4 gr olarak tespit edilmiştir. Öğütülmüş kuru makroalg tozları her bir numune için 4 gr kullanılmıştır. Flötte oranı, kumaş ağırlığının çarpımı kadar tübe saf su eklenmesi anlamına gelmektedir. Bu çalışmada yün ve polyester kumaşlar için flötte oranı 1:40 flötte ola-

rak belirlenmiştir bu da 160 ml saf su eklenmiş anlamına gelmektedir. 15x15 cm kesilen pamuk kumaşları 7 gr gelmiştir ve 7 gr makroalg tozları kullanılmıştır flötte oranı ise 1:25 olarak ayarlanmıştır bu da 175 ml saf su eklenmiş anlamına gelmektedir. Bu tüpler boyama makinesine konulmuştur ve boyama işlemi başlatılmıştır.

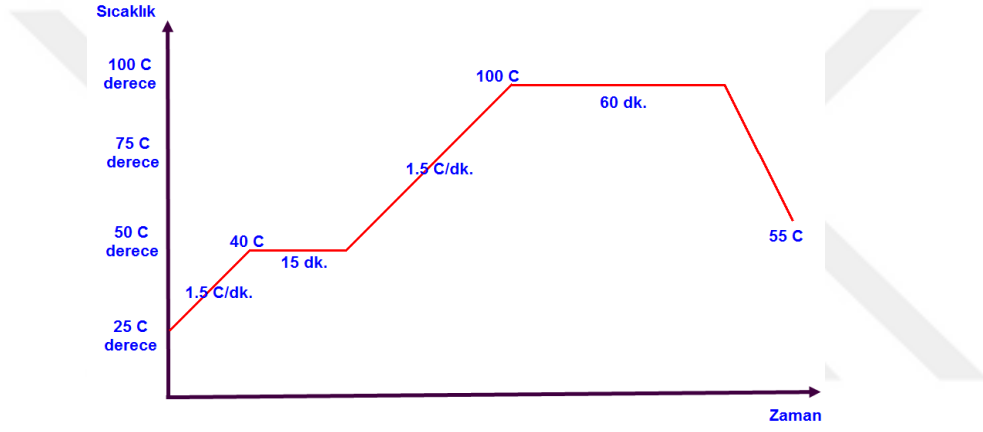
Boyar madde yani makroalg tozları herhangi bir çözgüde ekstre edilmeden direk tüplere ilave edilmiştir, bunun nedeni renk verimliliği (K/S) değerinin maksimum seviyede tutmaktır. Boyanan kumaşlar, boyama haznesinden çıkarılarak durulanmıştır ve daha sonra boyanan kumaş oda sıcaklığında kurutularak üzerinde performans testleri yapılacak şekilde muhafaza edildi.

3.5.2 Mordanlı kumaş boyama

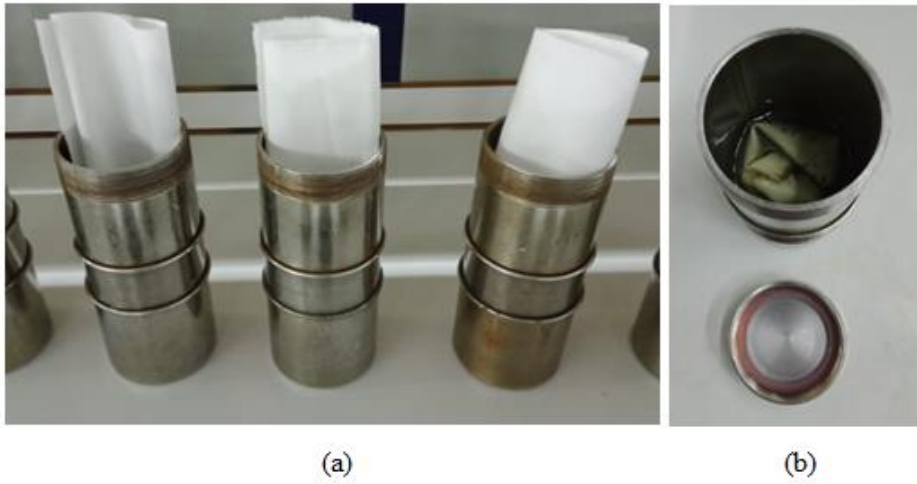
Kuru pamuklu, yünlü ve polyester kumaşlar boyutu ortalama 15x15 cm kesilerek hazırlandı. Makroalg tozu, kuru kumaş ağırlığı ile 1:1 oranında olacak şekilde tartıldı. Mordan maddeleri olan potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) ayrı ayrı her bir boyama koşulu için kumaş ağırlığının %3'ü olacak şekilde hassas terazide tartılarak hazırlandı. Mordan maddesi, kuru kumaş ve makroalglerle birlikte boya tüpüne Şekil 3.16 (a)'daki gibi yerleştirildi. Bu metoda "birlikte mordanlama metodu" adı verilmekte böylece doğal boyar maddeler olan pigmentler ve kumaşların gösterdiği bağ tek bir süreçte göz önünde analiz edilmektedir. Şekil 3.13 (a ve b) boyama makinesi (TERMAL) ve boyanacak numunelerin tüpleri görülmektedir. Boya tüpündeki örnekler numune boyama makinesinde Şekil 3.14' deki sıcaklık-zaman grafiğine göre boyandı. İyonize saf suyun pH'sı 7 olarak ölçülmüştür. Mordanlar, *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri birlikte mordan kumaş boyama metodu ile boyandı. Mordanlı boyanan kumaşlar taşmalı yıkama ve üç dakika sıcak suda bekletilerek durulandı (Şekil 3.15 (b)) ve daha sonra boyanan kumaşlar oda sıcaklığında kurutularak performans testleri için hazır hale getirildi. Şekil 3.15'de makroalglerle boyanan bazı kumaşlar görülmektedir.



Şekil 3.13 (a) boyama makinesi (b) örnek kumaş boyama tüpleri



Şekil 3.14 Kumaşın makroalg ile boyama sıcaklık-zaman grafiği



Şekil 3.15 (a) Kumaşların boyama işlemi için tüplere yerleştirilmesi, (b) boyama işlemi sonucunda tüpün içerisindeki görünümü

3.6 Boyamada kullanılan mordan maddeleri

Mordan malzemeleri kumaş ile boyar madde arasında bağlayıcılığı kuvvetlendirmesi ile birlikte renk verimliliğinin artması, renk tonlarında farklılık göstermesi ve haslık sonuçlarında başarılı sonuçlar vermesi nedeniyle bu çalışmada kumaş ağırlıklarının %3 oranında kullanılmıştır.

Mordan maddeleri olan potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) Şekil 3.16 deneysel çalışmada sırası ile M1, M2, M3 ve M4 olarak kodlanmıştır.



Şekil 3.16 Kumaş boyama işleminde kullanılan mordanlar a: (Potasyum alüminyum sülfat (şap), $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), b: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), c: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve d: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

3.7 Çalışmada İzlenilen Deney Planı

Yapılan deney planında dört adet makroalg türü kullanılmıştır, bunlar; *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* dir. Kumaş malzemeleri olarak pamuk, polyester ve yün belirlenmiştir. Boyama işlemi mordansız ve mordanlı olmak üzere iki farklı şekilde gerçekleştirilmiştir. Pamuk, yün ve polyester kumaşlar kullanılarak mordansız ve mordanlı boyama işlemleri ile sıcaklık-zaman grafiğine (bkz. Şekil 3.14) bağlı kalarak *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri ile boyama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Her bir makroalg türü için, üç farklı kumaş türü bir mordansız ve dört mordanlı olmak üzere 15 boyanmış kumaş örneği elde edilmiş olup, toplamda 60 örnek elde edilmiştir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1 Makroalg boyamalı kumaşlarda farklı alg ve mordanlama ile yapılan çalışma planı

Makroalg Türleri	Mordan türleri	Kumaş türleri		
		Pamuklu	Yünlü	Polyester
<i>Ulva rigida</i>	-	Mordansız boyama	Mordansız boyama	Mordansız boyama
	Potasyum alüminyum sülfat KAlSO ₄ .10H ₂ O (M1)	M1 ile boyama	M1 ile boyama	M1 ile boyama
	Demir sülfat FeSO ₄ .7H ₂ O (M2)	M2 ile boyama	M2 ile boyama	M2 ile boyama
	Potasyum dikromat K ₂ Cr ₂ O ₇ (M3)	M3 ile boyama	M3 ile boyama	M3 ile boyama
	Bakır sülfat CuSO ₄ .5H ₂ O (M4)	M4 ile boyama	M4 ile boyama	M4 ile boyama
	-	Mordansız boyama	Mordansız boyama	Mordansız boyama
<i>Cystoseira spp.</i>	Potasyum alüminyum sülfat KAlSO ₄ .10H ₂ O (M1)	M1 ile boyama	M1 ile boyama	M1 ile boyama
	Demir sülfat FeSO ₄ .7H ₂ O (M2)	M2 ile boyama	M2 ile boyama	M2 ile boyama
	Potasyum dikromat K ₂ Cr ₂ O ₇ (M3)	M3 ile boyama	M3 ile boyama	M3 ile boyama
	Bakır sülfat CuSO ₄ .5H ₂ O (M4)	M4 ile boyama	M4 ile boyama	M4 ile boyama
	-	Mordansız boyama	Mordansız boyama	Mordansız boyama
	Potasyum alüminyum sülfat KAlSO ₄ .10H ₂ O (M1)	M1 ile boyama	M1 ile boyama	M1 ile boyama
<i>Gracilaria gracilis</i>	Demir sülfat FeSO ₄ .7H ₂ O (M2)	M2 ile boyama	M2 ile boyama	M2 ile boyama
	Potasyum dikromat K ₂ Cr ₂ O ₇ (M3)	M3 ile boyama	M3 ile boyama	M3 ile boyama
	Bakır sülfat CuSO ₄ .5H ₂ O (M4)	M4 ile boyama	M4 ile boyama	M4 ile boyama
	-	Mordansız boyama	Mordansız boyama	Mordansız boyama
	Potasyum alüminyum sülfat KAlSO ₄ .10H ₂ O (M1)	M1 ile boyama	M1 ile boyama	M1 ile boyama
	Demir sülfat FeSO ₄ .7H ₂ O (M2)	M2 ile boyama	M2 ile boyama	M2 ile boyama
<i>Jania rubens</i>	Potasyum dikromat K ₂ Cr ₂ O ₇ (M3)	M3 ile boyama	M3 ile boyama	M3 ile boyama
	Bakır sülfat CuSO ₄ .5H ₂ O (M4)	M4 ile boyama	M4 ile boyama	M4 ile boyama
	-	Mordansız boyama	Mordansız boyama	Mordansız boyama
	Potasyum alüminyum sülfat KAlSO ₄ .10H ₂ O (M1)	M1 ile boyama	M1 ile boyama	M1 ile boyama
	Demir sülfat FeSO ₄ .7H ₂ O (M2)	M2 ile boyama	M2 ile boyama	M2 ile boyama
	Potasyum dikromat K ₂ Cr ₂ O ₇ (M3)	M3 ile boyama	M3 ile boyama	M3 ile boyama

3.8 Makroalg Pigment Analizi

Toplam karoten ve klorofil-*a* tayini spektrofotometrik yöntemle göre yapılmıştır. 10 mg kurutulmuş örnek alınarak 5 ml metanol (Merck %100, Almanya) ile muamele edildikten sonra, hücreler Ika (Ultra Turrax T25) marka homojenitör ile 3 dakika süre ile homojenize edilmiştir. Daha sonra 10 dakika 70 °C’de ultrason (Transonic T570/H, ELMA, Almanya) banyoya tabi tutulmuştur. Elde edilen ekstrakt madde 3500 rpm’de santrifüj ile ayrılmıştır. Örnekler spektrofotometrede (Hitachi U- 2001, Japonya) 475 nm ve 666 nm dalga boylarında örnek sıvılarının absorbans okunarak aşağıda verilen formüller ile toplam karotenoid ve klorofil-*a* miktarları hesaplanmıştır (Yiğitkurt vd., 2020).

Karotenoid (mg g^{-1}) = $4,5 A_{475}$ (Zou and Richmond, 2000); A_{475} 475 nm okunan absorbans değeridir.

Klorofil *a* (mg g^{-1}) = $13,9 A_{666}$ (Sanchez et al., 2005); A_{666} 666 nm okunan absorbans değeridir.

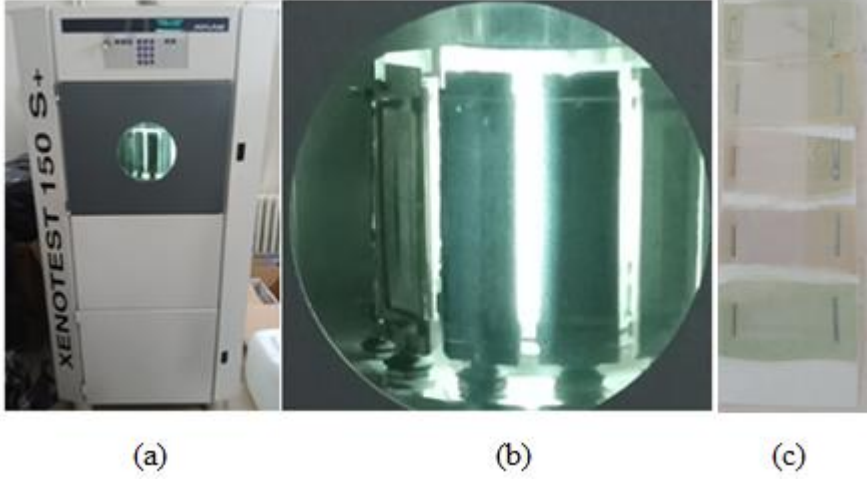
3.9 Makroalg Boyanmış Kumaşta Spektrofotometrik Analiz

Renk ölçümleri spektrofotometre kullanılarak bütün boyanmış kumaşlar üzerinde gerçekleştirildi. K/S değerleri ile L.a.b.C, h° değerleri belirlendi.

3.10 Makroalg Boyalı Kumaşlarda Haslık Ölçümleri

3.10.1 Işık haslığı

Makroalg ile mordanlı ve mordansız pamuklu, yünlü ve polyester boyalı kumaşlar üzerinde ışık haslığı testleri TS EN ISO 105-B02-2014 standardı izlenerek gerçekleştirildi. Işık haslığı testleri Şekil 3.21 (a-b)’deki XENOTEST 150S+ ATLAS Cihazıyla yapılmıştır. Şekil 3.21 (c)’deki kartona zımbalanmış kumaş örnekleri yerleştirilmiştir. Şekil 3.21 (b) de görüldüğü gibi metal prototip levhalarla takılan bu kumaşlar standardı gereği 72 saat boyunca metal levhalar kendi ekseninde belirli periyodik aralıklarla arkalı önlü dönerek D65 standart gün ışığına maruz bırakılmaktadır. Cihaz saf su ile çalışmaktadır.



Şekil 3.21 Işık haslığı makinesi (a) dış görünüm (b) soldurma ünitesi (c) örnek numuneler

3.10.2 Sürtme haslığı

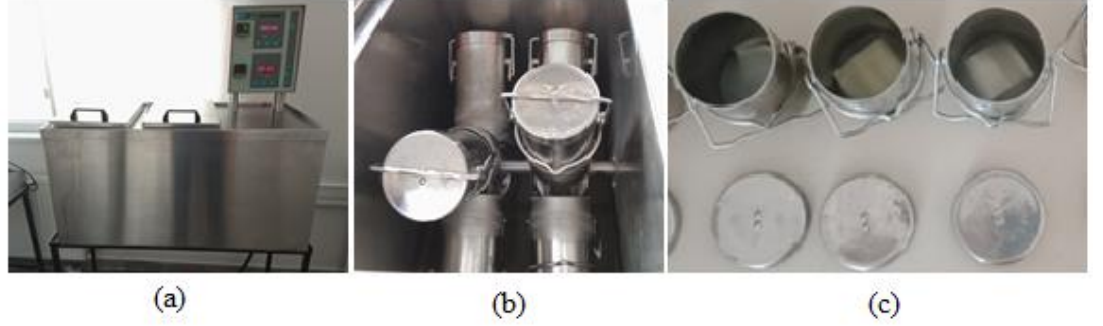
Makroalg ile mordanlı ve mordansız pamuklu, yünlü ve polyester boyalı kumaşlar üzerinde sürtme haslığı testleri TS EN ISO 105-X12-2016 ve TS EN ISO 105-X12 :2006 standartları izlenerek gerçekleştirildi. Şekil 3.22 (a-b) de sürtme haslığı test cihazının kumaşa tatbiki esnasındaki görünümü verilmiştir. Cihazın kolunun altında olan iğneye refakat kumaşı bağlanmakta ve başlat düğmesine basıldıktan sonra Şekil 3.22 (b)’deki gibi kumaş üzerinde ileri geri giderek sürtme işlemine tabi tutulmaktadır. Refakat bezinin tamamen ıslatarak sürtme işlemine yaş sürtme, kuru şekilde sürtme işlemine kuru sürtme adı verilmiştir.



Şekil 3.22 (a) Kumaşa sürtme haslığı testinin uygulanması ( nden görünüş) (b)Sürtme testi esnasında sürtme biriminin üstten görünüşü

3.10.3 Yıkama haslığı

Makroalg ile mordanlı ve mordansız pamuklu, yünü ve polyester boyalı kumaşlar üzerinde yıkama haslığı testi TS EN ISO 105-C10-2011 standardına göre yapılmıştır. Yıkama haslığı test sonuçlarının değerlendirilmesinde TS EN ISO 105-A03-2019 ve TS EN ISO 105-A11-2012 standartları göz önüne alınarak renkteki solmanın değerlendirilmesi yapılmıştır.



Şekil 3.23 (a) Yıkama haslığı test cihazının genel görünümü (b) yıkama haznesi görünümü (c) örneklerin yıkama tüpündeki hazırlanmış görünümü

Cihazın çalışma prensibi boyama makinesine benzemektedir. 300 ml hacmindeki tüplere yerleştirilen numunelerin kapakları geçirilip su dolu makinenin yuvalarına takılmaktadır. Kapağı kapatılıp zaman ayarlaması sonunda başlat düğmesiyle (Bkz. Şekil 3.23 (b))’deki gibi y eksenine doğru dönme hareketi gerçekleşmektedir.

Yıkama haslığı makroalg ile boyanmış kumaşta genel olarak standartlar göz önünde alınmakla birlikte aşağıdaki gibi hazırlanmıştır. Bir litre suya 5 gram (Ece deterjan) sabunla solüsyon hazırlandı. Solüsyon yıkama makinasında 40°C’de 30 dk süreyle yıkamaya alınmıştır. Yıkamada flotte oranı 1:50’dir. Yıkama haslığı için örnekler hazırlanmıştır. Tek kat “multi fibre” kumaş yıkama testi yapılacak numunelere dikilmiştir. Yıkama sonrası ise ana kumaşın kısa kenarından biri dikişte kalacak şekilde oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Yıkama testi sonucunda “multi fibre” ve test yapılan örnek kumaşlar gri skala da değerlendirilmiştir. Yıkama haslığı testi James-Heal marka GYROWASH cihazı ile yapılmıştır.

3.11 Makroalg Boyalı Kumaşlarda Görüntü Analizi

Makroalgli boyanan kumaşlar optik mikroskopta (Olympus SZ61- TR equipped with Bs200DOC digital image analysis software) görüntüleri elde edilmiştir. Ayrıca, her bir boyanan kumaş üzerinde fotoğraflama işlemi ışık kabini test cihazının kullanımı ile digital fotoğraf makinası digital camera (CANON PowerShot SX30 IS, JP) ile gerçekleştirilmiştir.



4. BULGULAR

4.1 Makroalg Türleri ve Özellikleri

Makroalgler içerdikleri pigment besin kompozisyonları 400-700 nm arasındaki dalga boyundaki ışığı soğurarak biyokimyasal tepkime sonucu enerji sağlaması ve besin değerlerinin oluşumunu gerçekleştirmektedirler. Çeşitli makroalglerin farklı dalga boylarında absorbe ettikleri ışık ile yapısı ve taksonomik varyantları ortaya çıkmaktadır. Klorofil, algal biyomastan elde edilen en önemli biyoaktif bileşiktir. *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* yapılarında demir (Fe), çinko (Zn), bakır (Cu), sodyum (Na), karbon (C), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) elementleri bulunmuştur.. İkincil metabolit açısından makroalgler katkı maddeleri olarak yem sanayisinde kullanılmakta ve sudaki canlılara hastalıklara karşı direnç kazandırmaktadır. Eylül 2020 tarihinde sonbahar mevsiminde toplanmıştır. Bu makroalgler toplandığı esnada hava sıcaklığı 30-32° olarak ölçülmüştür. Su sıcaklığı 27°C olarak ölçülmüştür. Akıntı ve dalga oluşumu az olarak gözlenmiştir. Suyun pH değeri 7-8 arası ölçülmüştür. Ekim 2020 tarihinde 1. istasyon olan Karşıyaka ilçesi Mavişehir sahil bölgesinden (Bkz. Şekil 3.1), *Ulva rigida*, *Cystoseira amentacea*. ve *Gracilaria gracilis* 0-1 m su derinliğinden sonbahar mevsiminde toplanmıştır. Hava sıcaklığı 30-35° olarak ölçülmüştür. Su sıcaklığı 25° olarak ölçülmüştür. Akıntı ve dalga oluşumu az olarak gözlenmiştir. Suyun pH değeri 7-8 arası ölçülmüştür. Kasım 2020 tarihinde 2. istasyondan Urla/İskele bölgesinden *Jania rubens* (Bkz. Şekil 3.1) toplanmıştır. Sonbahar mevsiminde örnekler toplanmış olup akıntı normal ve dalgalı olarak gözlemlenmiştir. Su sıcaklığı 10° olarak ölçülmüştür. Suyun pH değeri 7 olarak ölçülmüştür hava sıcaklığı ise 15°C olarak ölçülmüştür. Mart 2021 tarihinde *Cystoseira barbata* 3. istasyonda (Bkz. Şekil 3.1) Urla/Karantina adası yol üzerindeki kayalıklardan toplanmıştır. Kış mevsiminde dalga ve akıntının normal olduğu zaman diliminde rüzgarlı havada kayalıkların üzerinde tutunmaları ile saptanıp toplanmıştır.

4.1.2 Makroalg Pigment Analiz Verileri

Ege bölgesi İzmir Körfezi' nde belirlenen farklı üç istasyon bölgesinden toplanan *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri temizlenip, kurutulup ve çelik dönel bıçakla (Tefal elektronik mutfak robotu, TR) öğütülerek toz haline getirilen makroalgler üzerinde yapısal pigment analizinde metanol solvent içeriğindeki klorofil-*a* ve toplam karotenoid maddeler mg g^{-1} hesaplanmıştır. Tablo 4.1 de verilmiştir. 666 nm'deki klorofil-*a* absorbans miktarı (mg/g) en yüksek *Ulva rigida* ve *Cystoseira spp.*'den elde edilmiştir. Ayrıca, bu iki tür en yüksek toplam karotenoid miktarına sahip olduğu da saptanmıştır. Elde edilen analiz değerlerinin hesaplanmasında 666 nm'deki absorbans değerinin hesaplamalar sonucu miktarları Klorofil-*a* için, en yüksek değeri $2,193658 \pm 0,06 \text{ mg g}^{-1}$ ile *Ulva rigida*, en düşük değeri ise $0,530008 \pm 0,05 \text{ mg g}^{-1}$ ile *Gracilaria gracilis* vermiştir. Toplam karotenoid miktarı 475 nm absorbans değerinde ölçülüp hesaplanmıştır. Sonuçlara göre, en yüksek değeri $0,565179 \pm 0,08 \text{ mg g}^{-1}$ ile *Ulva rigida* en düşük değeri ise $0,065233 \pm 0,01 \text{ mg g}^{-1}$ ile *Gracilaria gracilis* vermiştir.

Tablo 4.1 Makroalg türlerinin pigment analiz değerleri

Makroalg Türleri	Klorofil - <i>a</i> (mg/g)	Toplam karotenoid (mg/g)
<i>Ulva rigida</i>	$2,193658 \pm 0,06$	$0,565179 \pm 0,08$
<i>Cystoseira spp.</i>	$1,346991 \pm 0,06$	$0,332436 \pm 0,02$
<i>Gracilaria gracilis</i>	$0,530008 \pm 0,05$	$0,065233 \pm 0,01$
<i>Jania rubens</i>	$0,559935 \pm 0,10$	$0,135573 \pm 0,02$

4.2 Makroalg boyalı kumaşlarda spektrofotometrik analiz verileri

4.2.1 Pamuklu kumaşların spektrofotometrik analiz verileri

Ham pamuklu kumaşların *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan pamuklu kumaşların dijital fotoğraf görüntüleri, spektrofotometre ölçüm parametreleri olan K/S ve CIE $L^*a^*b^*(D65)$ (L^* , a^* , b^* , C^* , h°) değerleri ölçülmüştür. Tablo 4.2’de spektrofotometrede analizi yapılmış pamuklu kumaşların renk verimliliği K/S değeri en iyi sonucu 0,72 ile bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) vermiştir. L^* değeri ile en koyu rengi bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanıyla elde edilmiştir. Renk doygunluğu (C^*) en yüksek 17,8 değeri ile demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) canlı renk özelliği göstermiştir. h° ile renk tonu, bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) açık fosfor yeşili, diğer mordansız ve mordanlar sarımsı-kahverengi renk tonları özelliğini göstermiştir.

CIE $L^*a^*b^*(D65)$ renk uzayı sisteminde mordansız pamuk kumaşla boyanmış *Ulva rigida* numunesinin K/S değeri 0,41, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) mordanı ile boyanmış pamuklu kumaşın K/S değeri 0,34, demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) mordanı ile boyanmış pamuklu kumaşın K/S değeri 0,47, potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) mordanı ile boyanmış pamuklu kumaşın K/S değeri 0,47 ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanı ile boyanmış pamuklu kumaşın K/S değeri 0,72 olarak ölçülmüştür. *Ulva rigida* ile boyanmış pamuklu kumaşların mordansız ve mordanlı boyamalar sonucu L^* değerleri 80-84 arasında parlaklık değeri ölçülmüştür. CIE $L^*a^*b^*(D65)$ renk uzayı sisteminde mordansız ve mordanlı pamuk kumaşla boyanmış numunelerin a^* değerleri renk uzayı koordinat sisteminde yeşil renk tonlarının aldığı ölçülmüştür (Tablo 4.2).

Tablo 4.2 *Ulva rigida* ile boyanan pamuklu kumaşların renkleri ve spektrofotometrik analiz değerleri.

PAMUKLU KUMAŞLAR							
Tür	Mordan Tipi	K/S	CIE L*a*b*(D65)				
			L*	a*	b*	C*	h°
<i>Ulva rigida</i>	Mordansız	0,41	84,73	-1,9	13,71	13,84	97,88
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	0,34	86,26	-1,92	13,42	13,56	98,14
	FeSO ₄ ·7H ₂ O	0,47	84	-4,28	17,28	17,8	103,92
	K ₂ Cr ₂ O ₇	0,47	84,28	-2,29	13,91	14,1	99,36
	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0,72	80,89	-8,46	15,34	17,52	118,87

Cystoseira spp. ile pamuklu kumaşta mordansız boyanmış (Tablo 4.3) numunenin 0,41 (K/S) değeri ile en düşük sonucu vermiştir. En yüksek (K/S) değerini 0,63 ile potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) mordanı vermiştir. Renk doygunluğu C* değeri en yüksek yine potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) mordanı vermiştir.

Tablo 4.3 *Cystoseira spp.* ile boyanan pamuklu kumaşların renkleri ve spektrofotometrik analiz değerleri.

PAMUKLU KUMAŞLAR							
Tür	Mordan Tipi	K/S	CIE L*a*b*(D65)				
			L*	a*	b*	C*	h°
<i>Cystoseira spp.</i>	Mordansız	0,41	82,36	0,35	11,9	11,9	88,33
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	0,49	82,14	-0,48	14,54	14,55	91,9
	FeSO ₄ ·7H ₂ O	0,44	81,62	-0,7	13,96	13,98	92,88
	K ₂ Cr ₂ O ₇	0,63	79,52	0,2	14,56	14,56	89,22
	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0,49	81,35	-1,15	11,13	11,19	95,88

Gracilaria gracilis ile pamuklu kumaşta bakır sülfat (CuSO₄·5H₂O) mordanı ile boyanmış (Tablo 4.4) numunenin h° değeri 100,73 olarak ölçülerek yeşil-sarı renk tonu vermiştir.

Tablo 4.4 *Gracilaria gracilis* ile boyanan pamuklu kumaşların renkleri ve spektrofotometrik analiz değerleri.

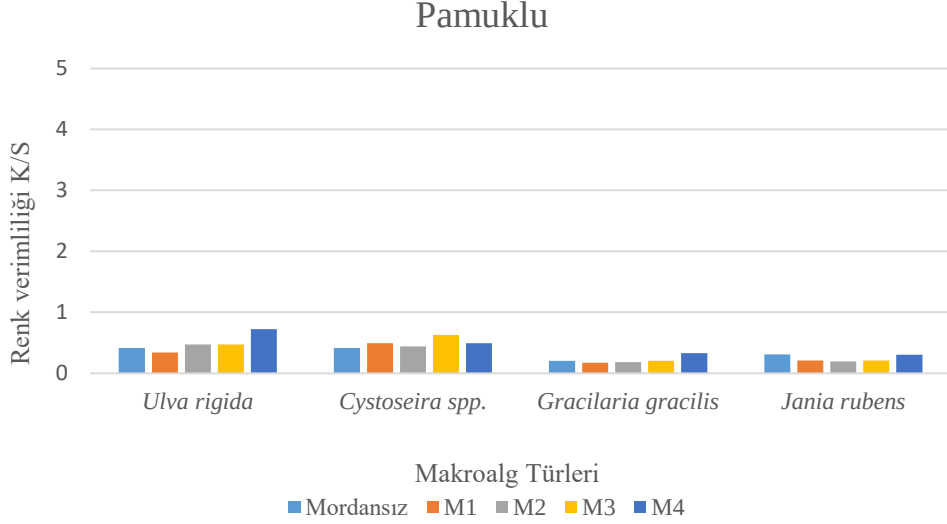
PAMUKLU KUMAŞLAR							
Tür	Mordan Tipi	K/S	CIE L*a*b*(D65)				
			L*	a*	b*	C*	h°
<i>Gracilaria gracilis</i>	Mordansız	0,2	88,45	0,02	9,49	9,49	89,89
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	0,17	89,36	-0,37	8,76	8,77	92,43
	FeSO ₄ .7H ₂ O	0,18	88,46	-0,42	9,05	9,05	92,65
	K ₂ Cr ₂ O ₇	0,2	87,83	-0,25	8,83	8,83	91,61
	CuSO ₄ .5H ₂ O	0,33	84,13	-1,86	9,84	10,01	100,73

Jania rubens ile pamuklu kumaşta demir sülfat (FeSO₄.7H₂O) mordanı ile boyanmış pamuklu (Tablo 4.5) numunenin K/S değeri 0,19 ile en düşük değeri ölçülmüştür. En yüksek değeri ise 0,31 (K/S) değeri ile mordansız boyanmış kumaş yer almaktadır.

Tablo 4.5 *Jania rubens* ile boyanan pamuklu kumaşların renkleri ve spektrofotometrik analiz değerleri.

PAMUKLU KUMAŞLAR							
Tür	Mordan Tipi	K/S	CIE L*a*b*(D65)				
			L*	a*	b*	C*	h°
<i>Jania rubens</i>	Mordansız	0,31	85,45	-1,11	13,09	13,13	94,86
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	0,21	87,69	-0,99	10,35	10,4	95,48
	FeSO ₄ .7H ₂ O	0,19	87,37	-0,4	9,52	9,53	92,41
	K ₂ Cr ₂ O ₇	0,21	87,53	-1,14	10,04	10,1	96,46
	CuSO ₄ .5H ₂ O	0,3	85,23	-1,37	10,02	10,11	97,76

Ayrıca, *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri ile mordansız ve M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, KAl-SO₄.10H₂O), M2: Demir sülfat (FeSO₄.7H₂O), M3: Potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) ve M4: Bakır sülfat (CuSO₄.5H₂O) mordanları ile boyanmış pamuklu kumaşların spektrofotometrede K/S (Renk verimliliğin) ölçülmesi Şekil 4.1' de bir arada verilmiştir.



Şekil 4.1 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış selüloz esaslı pamuklu kumaşların renk verimliliği (K/S) grafiği. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

4.2.2 Yünlü kumaşların spektrofotometrik analiz verileri

Yünlü kumaşın *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan yünlü kumaşların spektrofotometre ölçüm parametreleri olan K/S ve CIE $L^*a^*b^*(D65)$ (L^* , a^* , b^* , C^* , h°) değerleri ölçülmüştür.

CIE $L^*a^*b^*(D65)$ renk uzayı sisteminde *Ulva rigida* makroalg türü ile potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) mordanı ile boyanmış yün kumaşın (K/S) değeri 2,52 ile en düşük sonucu ölçülmüştür. En yüksek değeri ise bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanı 3,75 olarak ölçülmüştür. Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) mordanı ile boyanmış yün kumaşın h° değeri 104,1 ile bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanı ile boyanmış yün kumaşın h° değeri 104,51 olarak ölçülerek renk sistemi koordinat sisteminde benzer renk tonlarını vermiştir (Tablo 4.6).

Tablo 4.6 *Ulva rigida* ile boyanan ynl kumaşların renkleri ve spektrofotometrik analiz değerleri.

YNL KUMAşLAR							
Tr	Mordan Tipi	K/S	CIE L*a*b*(D65)				
			L*	a*	b*	C*	h°
<i>Ulva rigida</i>	Mordansız	2,7	66,1	-4,04	25,34	25,66	99,06
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	2,52	66,93	-3,66	25,38	25,64	98,22
	FeSO ₄ .7H ₂ O	3,43	61,78	-6,56	26,12	26,94	104,1
	K ₂ Cr ₂ O ₇	3,73	62,5	-2,3	23,18	23,29	95,68
	CuSO ₄ .5H ₂ O	3,75	62,92	-5,7	22,01	22,74	104,51

Cystoseira spp. ile ynl kumaşta bakır sülfat (CuSO₄.5H₂O) mordanı ile boyanmış ynl kumaş (Tablo 4.7) numunesinin 4,37 (K/S) değeri ile en yüksek sonucu vermiştir. En düşük (K/S) değerini 2,36 ile potasyum alüminyum sülfat (KAlSO₄.10H₂O) vermiştir. Parlaklık L* değeri bakır sülfat (CuSO₄.5H₂O) mordanı 59,88 ile koyu rengi vermiştir.

Tablo 4.7 *Cystoseira* spp. ile boyanan ynl kumaşların renkleri ve spektrofotometrik analiz değerleri.

YNL KUMAşLAR							
Tr	Mordan Tipi	K/S	CIE L*a*b*(D65)				
			L*	a*	b*	C*	h°
<i>Cystoseira</i> spp.	Mordansız	2,48	65,99	2,08	22,37	22,46	84,69
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	2,36	67,9	2,11	23,19	23,28	84,79
	FeSO ₄ .7H ₂ O	2,46	66,9	1,85	23,6	23,67	85,51
	K ₂ Cr ₂ O ₇	2,96	64,75	1,86	21,67	21,75	85,08
	CuSO ₄ .5H ₂ O	4,37	59,88	1,12	22,02	22,05	87,08

Gracilaria gracilis ile ynl kumaşta bakır sülfat (CuSO₄.5H₂O) mordanı ile boyanmış (Tablo 4.8) numunenin h° değeri 93,13 olarak llrek diğer boyanmış kumaşlardan CIE L*a*b*(D65) renk uzayı sistemi koordinatı dikkate alındığında sayısal veri olarak farklı renk tonu aldığı anlaşılmaktadır.

Tablo 4.8 *Gracilaria gracilis* ile boyanan ynl kumaşların renkleri ve spektrofotometrik analiz değerleri.

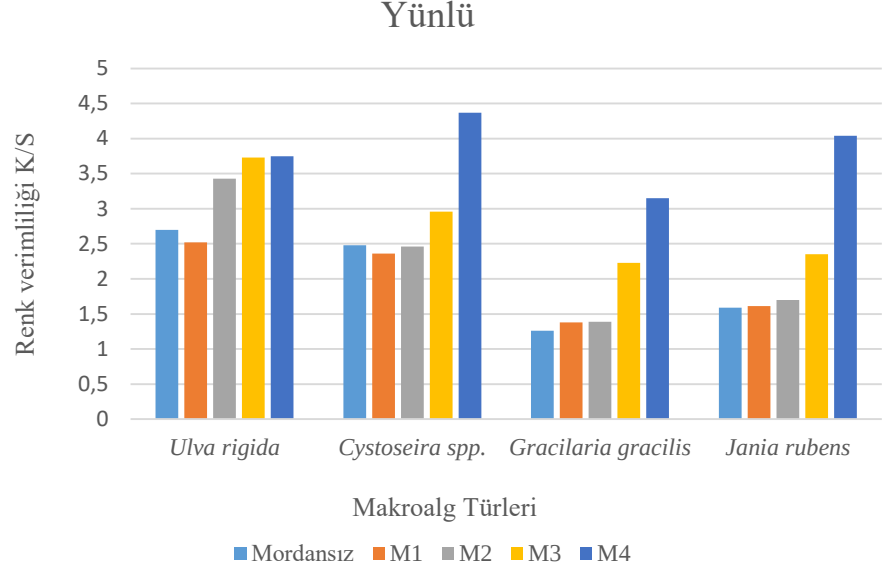
YNL KUMAşLAR							
Tr	Mordan Tipi	K/S	CIE L*a*b*(D65)				
			L*	a*	b*	C*	h°
<i>Gracilaria gracilis</i>	Mordansız	1,26	75	1,22	17,79	17,84	86,07
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	1,38	74,8	0,63	19,4	19,41	88,14
	FeSO ₄ .7H ₂ O	1,39	73,83	0,05	18,28	18,28	89,84
	K ₂ Cr ₂ O ₇	2,23	68,17	0,08	17,54	17,54	89,72
	CuSO ₄ .5H ₂ O	3,15	64,03	-1,08	19,81	19,84	93,13

Jania rubens ile mordansız ve mordanlar ile boyanmış ynl kumaşlar CIE L*a*b*(D65) renk uzayı sistemi koordinatında (b*) değerlerine bakıldığında yüksek değerlerde sarı renk tonlarının olduğu görülmekle beraber (a*) değerleri ‘0’ eksenine yakınlığı ile gri renk tonu sonucunu verdiği görülmektedir (Tablo 4.9).

Tablo 4.9 *Jania rubens* ile boyanan ynl kumaşların renkleri ve spektrofotometrik analiz değerleri.

YNL KUMAşLAR							
Tr	Mordan Tipi	K/S	CIE L*a*b*(D65)				
			L*	a*	b*	C*	h°
<i>Jania rubens</i>	Mordansız	1,59	72,23	0,45	20,99	20,99	88,77
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	1,61	73,2	0,73	21,78	21,79	88,08
	FeSO ₄ .7H ₂ O	1,7	72,09	1,04	21,56	21,59	87,25
	K ₂ Cr ₂ O ₇	2,35	67,3	0,05	19,19	19,19	89,85
	CuSO ₄ .5H ₂ O	4,04	61,56	1,2	21,86	21,9	86,86

Ayrıca, *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri ile mordansız ve M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, KAl-SO₄.10H₂O), M2: Demir sülfat (FeSO₄.7H₂O), M3: Potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) ve M4: Bakır sülfat (CuSO₄.5H₂O) mordanları ile boyanmış ynl kumaşların spektrofotometrede K/S (Renk verimliliğin) llmesi şekil 4.2’ de bir arada verilmiştir.



Şekil 4.2 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış protein esaslı yünlü kumaşların renk verimliliği (K/S) grafiği. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demirsülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

4.2.3 Polyester kumaşların spektrofotometrik analiz verileri

Polyester kumaşın *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan polyester kumaşların spektrofotometre ölçüm parametreleri olan K/S ve CIE $L^*a^*b^*(D65)$ (L^* , a^* , b^* , C^* , h°) değerleri ölçülmüştür.

CIE $L^*a^*b^*(D65)$ renk uzayı sistemine göre polyester kumaşla potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) mordanı ile boyanmış *Ulva rigida* numunesinin K/S değeri 0,42 ile en düşük değeri vermiştir (Tablo 4.10) potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) mordanı ile boyanmış polyester kumaşın C^* değeri 18,04 ile en iyi renk doygunluğu sonucunu almıştır. Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanı ile boyanmış polyester kumaşın h° değeri 115,49 olarak yeşilimsi sarı renk tonu değeri ölçülmüştür.

Tablo 4.10 *Ulva rigida* ile boyanan polyester kumaşların renkleri ve spektrofotometrik analiz değerleri.

POLYESTER KUMAŞLAR

Tür	Mordan Tipi	K/S	CIE L*a*b*(D65)				
			L*	a*	b*	C*	h°
<i>Ulva rigida</i>	Mordansız	0,43	83,55	-2,37	14,57	14,76	99,22
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	0,55	82,72	-2,89	17,81	18,04	99,21
	FeSO ₄ .7H ₂ O	0,43	81,97	-2,57	14,4	14,63	100,11
	K ₂ Cr ₂ O ₇	0,42	84	-1,69	14,27	14,37	96,74
	CuSO ₄ .5H ₂ O	0,63	82,52	-7,39	15,51	17,18	115,49

Cystoseira spp. ile polyester kumaşla boyanmış numunenin (Tablo 4.11) K/S değeri 0,88 ile en yüksek değeri verdiği görülmüştür. Ayrıca L* (parlaklık) 76,05 ile en yüksek koyuluk özelliği göstermiştir. Bakır sülfat (CuSO₄.5H₂O) mordanı ile boyanmış polyester kumaşın h° 94,18 olarak renk sistemi koordinat sisteminde yeşilimsi – sarı renk tonu özelliği göstermiştir.

Tablo 4.11 *Cystoseira spp.* ile boyanan polyester kumaşların renkleri ve spektrofotometrik analiz değerleri.

POLYESTER KUMAŞLAR

Tür	Mordan Tipi	K/S	CIE L*a*b*(D65)				
			L*	a*	b*	C*	h°
<i>Cystoseira spp.</i>	Mordansız	0,88	76,05	1,55	18,75	18,82	85,27
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	0,71	79	0,49	18,58	18,59	88,5
	FeSO ₄ .7H ₂ O	0,5	80,51	0,49	15,84	15,85	88,22
	K ₂ Cr ₂ O ₇	0,51	80,77	0,5	14,32	14,33	88,01
	CuSO ₄ .5H ₂ O	0,54	80,33	-0,92	12,59	12,62	94,18

Gracilaria gracilis ile polyester kumaşla potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) mordanı ile boyanmış numunenin K/S değeri 0,38 ile en yüksek değeri verdiği görülmüştür. Demir sülfat (FeSO₄.7H₂O) ile boyanmış numunenin K/S değeri 0,25 ile en düşük renk verimliliği sonucunu vermiştir. Potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) mordanı ile boyanmış polyester kumaşın h° değeri 85,04 ile renk uzayı sistemi koordinat düzleminde kırmızımsı – sarı renk tonunu aldığı sayısal verilerle ölçülmüştür. (Tablo 4.12).

Tablo 4.12 *Gracilaria gracilis* ile boyanan polyester kumaşların renkleri ve spektrofotometrik analiz değerleri.

POLYESTER KUMAŞLAR

Tür	Mordan Tipi	K/S	CIE L*a*b*(D65)				
			L*	a*	b*	C*	h°
<i>Gracilaria gracilis</i>	Mordansız	0,26	86,95	-0,54	10,78	10,79	92,87
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	0,31	87,09	-0,42	12,58	12,59	91,93
	FeSO ₄ .7H ₂ O	0,25	86,81	-0,61	10,86	10,87	93,19
	K ₂ Cr ₂ O ₇	0,38	84,93	1,08	12,51	12,55	85,04
	CuSO ₄ .5H ₂ O	0,3	85,51	-1,73	9,9	10,05	99,91

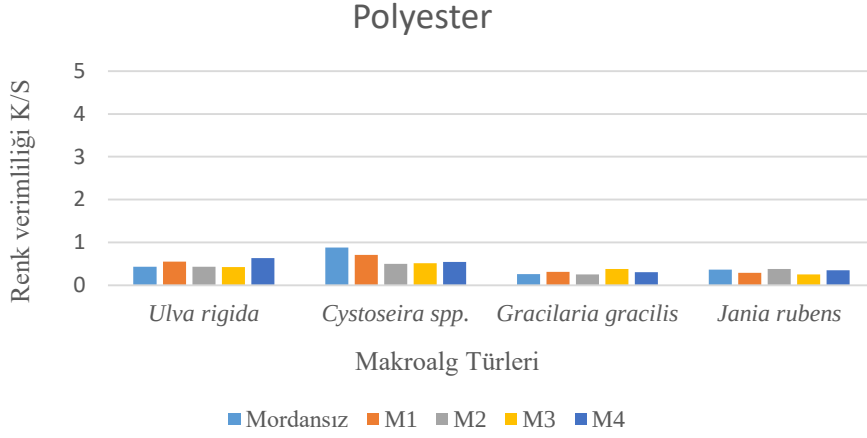
Jania rubens ile mordansız boyanmış polyester kumaşlar CIE L*a*b*(D65) renk uzayı sistemi koordinatında renk doygunluğu (C*) değerine bakıldığında 15,23 ile tabloda maksimum değeri aldığı görülmüştür. Koordinat düzleminde (a*) değerleri '0' eksenine yakınlığı ile gri renk tonu sonucunu verdiği görülmektedir. Demir sülfat (FeSO₄.7H₂O) mordanı ile boyanmış polyester kumaşın 86,63 h° ile kırmızı ve sarı ekseninde olduğu göze çarpmaktadır (Tablo 4.13).

Tablo 4.13 *Jania rubens* ile boyanan polyester kumaşların renkleri ve spektrofotometrik analiz değerleri.

POLYESTER KUMAŞLAR

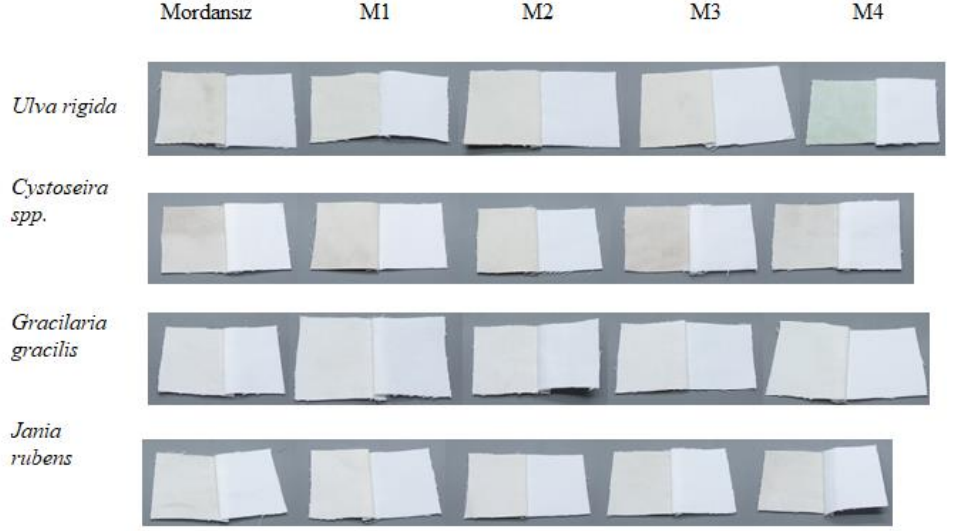
Tür	Mordan Tipi	K/S	CIE L*a*b*(D65)				
			L*	a*	b*	C*	h°
<i>Jania rubens</i>	Mordansız	0,36	85,04	-1,34	15,17	15,23	95,06
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	0,29	85,54	-0,15	12,56	12,56	90,68
	FeSO ₄ .7H ₂ O	0,38	83,18	0,81	13,7	13,72	86,63
	K ₂ Cr ₂ O ₇	0,25	86,02	-0,38	11,47	11,47	91,9
	CuSO ₄ .5H ₂ O	0,35	84,97	-1,21	11,94	12,01	95,78

Ayrıca, *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri ile mordansız ve M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, KAl-SO₄.10H₂O), M2: Demir sülfat (FeSO₄.7H₂O), M3: Potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) ve M4: Bakır sülfat (CuSO₄.5H₂O) mordanları ile boyanmış polyester kumaşların spektrofotometrede K/S (Renk verimliliğin) ölçülmesi Şekil 4.3' de bir arada verilmiştir.

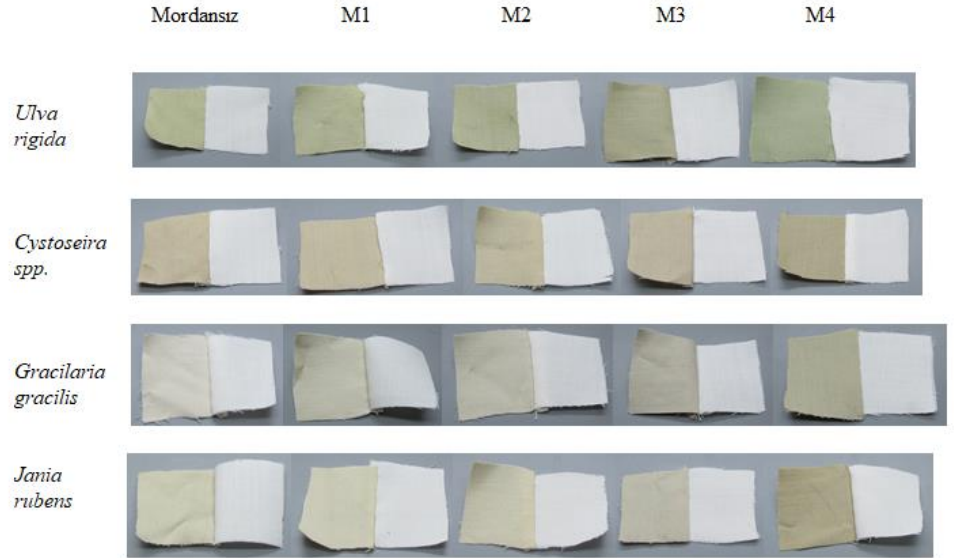


Şekil 4.3 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların renk verimliliği (K/S) grafiği. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)

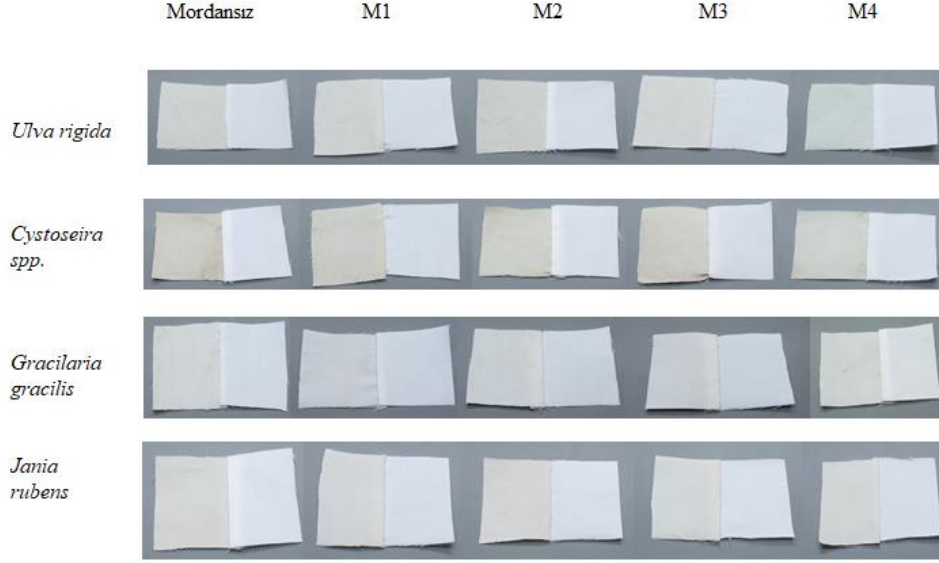
Boyama işlemine tabi tutulmuş kumaşlar ham kumaşlarla dikilerek D65 (günüşiği renk sıcaklığı 6500 kelvin) ışık tipinde kabin içinde fotoğraflanmıştır. *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri ile mordansız, (M1); Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), (M2); Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), (M3); Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve (M4); Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) ile boyanmaları sonucu kontrol grubu ile gösterilmiştir. Böylelikle boyanmamış haldeki kumaşın boyanmış haldeki kumaşta nasıl bir etki bıraktığı özellikle renk tonlarının mukayese edilmesi bakımından çıplak gözle analizinin yapılabilmesi basitleştirilmiştir. Bu görüntülere göre pamuklu (Şekil 4.4) yünlü (Şekil 4.5) ve polyester (Şekil 4.6) kumaşlar fotoğraflanmıştır.



Şekil 4.4 Pamuklu kumaşların D65 ışığında görünümü sol tarafta boyanmış kumaşlar sağ tarafta ham kumaşlar. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

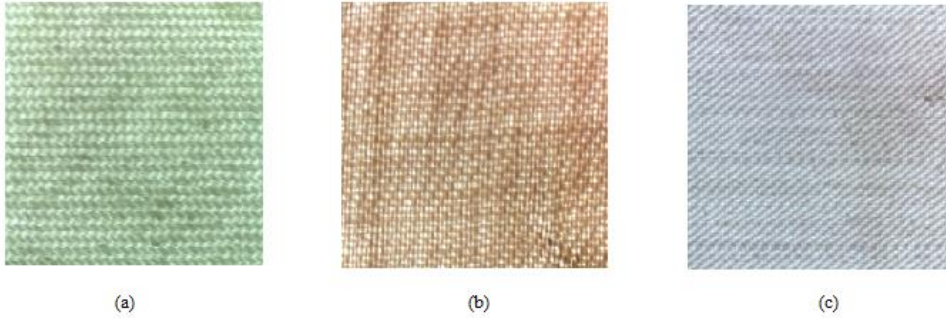


Şekil 4.5 Yünlü kumaşların D65 ışığında görünümü sol tarafta boyanmış kumaşlar sağ tarafta ham kumaşlar. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)



Şekil 4.6 Polyester kumaşların D65 ışığında görünümü sol tarafta boyanmış kumaşlar sağ tarafta ham kumaşlar. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

Farklı mordan maddeleri ile boyanan sırasıyla pamuk, yün ve polyester kumaşların binoküler ile çekilen görüntüleri Şekil 4.7 yer almaktadır.



Şekil 4.7 (a) *Ulva rigida* ile Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) birlikte mordan ile boyanan pamuklu kumaş (b) *Cystoseira spp.* ile Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) birlikte mordan ile boyanan yünlü kumaş (c) *Gracilaria gracilis* ile Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) birlikte mordan ile boyanan polyester kumaş (Optik mikroskop, büyütme oranı x6.7).

4.3 Işık haslığı verileri

Makroalg türleriyle pamuklu, yünlü ve polyester kumaşların boyanması sonucunda elde edilen boyanmış kumaşlar üzerine ışık haslığı uygulanarak veriler elde edilmiştir. Elde edilen veriler tablo ve şekil formatında düzenlenmiştir.

Işık haslığı test sonuçları mavi skala ile görüntülenmiştir. Mavi skala daki ışık haslığı indeks değerleri 1' den 6' ya kadar derecelendirilmiş olup 1 ( ok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 ( ok iyi) olarak tanımlanmıştır (ISO 105 BO2; <http://www.kimyaevi.org/TR/Genel/>).

4.3.1 Pamuklu kumaşların ışık haslığı verileri

Pamuklu ham kumaşın *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan pamuklu kumaşların ışık haslığı, mavi skala değerleri verilmiştir.

Kumaşlara uygulanan testlerden biri olan ışık haslığının organik materyalde bıraktığı tahribat Tablo 4.14'de görüleceği üzere 72 saatlik ışığa maruz kalma sonucunda elde edilen numuneler mavi skala ile karşılaştırılmıştır. Bulgulara göre *Ulva rigida* boyar maddenin pamuklu kumaşta ışığa karşı gösterdiği tepkinin mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan pamuklu kumaşların ışık haslığı yetersiz olduğu '1' ile değerlendirilmiştir.

Bulgulara göre *Cystoseira spp.* ile boyanmış pamuklu kumaşta ışık haslığına karşı gösterdiği tepkinin mavi skala ile analiz edildiği mordansız boyamada '1' ile çok kötü değer almıştır. Birlikte mordanlama yöntemiyle boyanan potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) '1' ile çok kötü, demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) '1-2' kötü, potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) '1-2' ile kötü ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) '3' ile orta sonucu vermiştir (Tablo 4.15).

Tablo 4.14 *Ulva rigida* ile boyanan pamuklu kumaşların ışık haslığı değerleri.

PAMUKLU KUMAŞLARDA IŞIK HASLIĞI

Tür	Mordan Tipi	Işık haslığı
<i>Ulva rigida</i>	Mordansız	1
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	1
	FeSO ₄ .7H ₂ O	1
	K ₂ Cr ₂ O ₇	1
	CuSO ₄ .5H ₂ O	1

Işık Haslığı mavi skala indeksi: 1 (çok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 (çok iyi)

Tablo 4.15 *Cystoseira spp.* ile boyanan pamuklu kumaşların ışık haslığı değerleri.

PAMUKLU KUMAŞLARDA IŞIK HASLIĞI

Tür	Mordan Tipi	Işık haslığı
<i>Cystoseira spp.</i>	Mordansız	1
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	1
	FeSO ₄ .7H ₂ O	1-2
	K ₂ Cr ₂ O ₇	1-2
	CuSO ₄ .5H ₂ O	3

Işık Haslığı mavi skala indeksi: 1 (çok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 (çok iyi)

Mordansız ve potasyum alüminyum sülfat (KAlSO₄.10H₂O) boyamada ışık haslığı testinde '1' değeri ile çok kötü sonuç vermiştir. Demir sülfat (FeSO₄.7H₂O), potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) ve bakır sülfat (CuSO₄.5H₂O) ile birlikte mordanlama yöntemiyle *Gracilaria gracilis* boyar maddesiyle boyanan pamuklu kumaşlarda ışık haslığı testleri sırasıyla '3-4', '3-4', '4' değerleri ile orta ve iyi sonuç vermiştir. (Tablo 4.16).

Tablo 4.16 *Gracilaria gracilis* ile boyanan pamuklu kumaşların ışık haslığı değerleri

PAMUKLU KUMAŞLARDA IŞIK HASLIĞI

Tür	Mordan Tipi	Işık haslığı
<i>Gracilaria gracilis</i>	Mordansız	1
	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	1
	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	3-4
	$K_2Cr_2O_7$	3-4
	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	4

Işık Haslığı mavi skala indeksi: 1 (çok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 (çok iyi)

Mordansız boyama yöntemiyle boyama işlemine tabi tutulmuş *Jania rubens* ışık haslığı testinden ‘1’ değerini alarak çok kötü sonuç elde etmiştir. Potasyum alüminyum sülfat ($KAlSO_4 \cdot 10H_2O$) ‘1-2’ ile kötü, demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) ve potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) mordanları ‘3-4’ ile orta-iyi değerini vermiştir (Tablo 4.17).

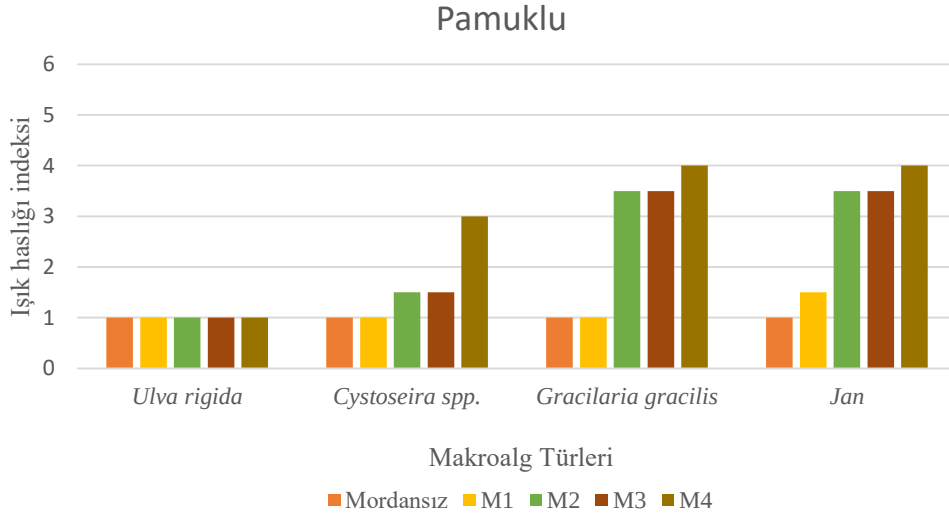
Tablo 4.17 *Jania rubens* ile boyanan pamuklu kumaşların ışık haslığı değerleri

PAMUKLU KUMAŞLARDA IŞIK HASLIĞI

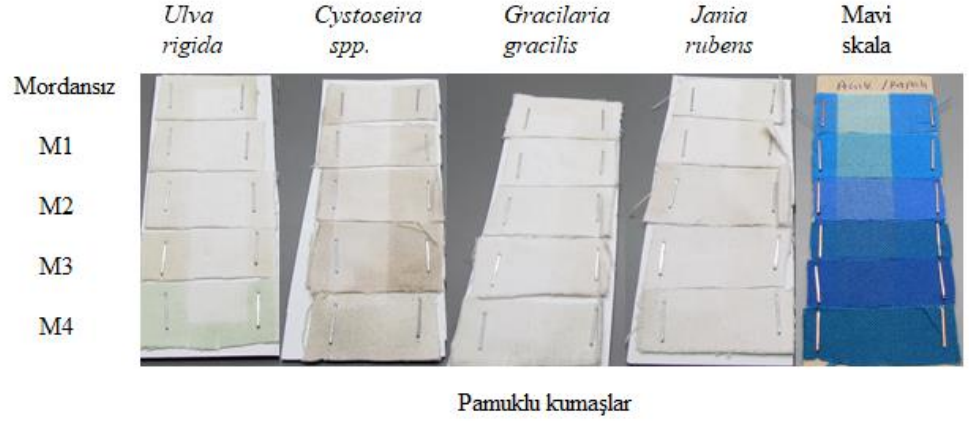
Tür	Mordan Tipi	Işık haslığı
<i>Jania rubens</i>	Mordansız	1
	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	1-2
	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	3-4
	$K_2Cr_2O_7$	3-4
	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	4

Işık Haslığı mavi skala indeksi: 1 (çok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 (çok iyi)

Ulva rigida, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan pamuklu kumaşların ışık haslığı indeks değerleri grafiği bir arada Şekil 4.8’de verilmiştir. Şekil 4.9’da, *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan pamuklu kumaşların ışık haslığı sonucu mavi skala referansı ile değerlendirilmiştir.



Şekil 4.8 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların ışık haslığı indeks değerleri grafiği Işık Haslığı mavi skala indeksi: 1 (çok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 (çok iyi)). M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)



Şekil 4.9 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların ışık haslığı testi sonrası mavi skala (baştan itibaren Işık Haslığı mavi skala indeksi: 1 (çok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 (çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

4.3.2 Yünlü kumaşların ışık haslığı verileri

Yünlü ham kumaşın *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan yünlü kumaşların ışık haslığı, mavi skala değerleri göz önüne alınarak ölçülmüştür.

Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ile birlikte mordanlama işlemi ile boyanan *Ulva rigida* '5' ile çok iyi değer vermiştir. Mordansız ve potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) '1' değeri ile çok kötü sonuç vermiştir (Tablo 4.18). Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ile boyanan yünlü kumaş '2' ile kötü ve potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ile boyanan yünlü kumaş ise 3-4 ile orta-iyi değeri vermiştir.

Tablo 4.18 *Ulva rigida* ile boyanan ynl kumaşların ışık haslığı değerleri

YNL KUMAşLARDA IşIK HASLIğI

Tr	Mordan Tipi	Işık haslığı
<i>Ulva rigida</i>	Mordansız	1
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	1
	FeSO ₄ .7H ₂ O	2
	K ₂ Cr ₂ O ₇	3-4
	CuSO ₄ .5H ₂ O	5

Işık Haslığı mavi skala indeksi: 1 (ok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 (ok iyi)

Tablo 4.19'daki değerlere bakıldığında, mordansız boyanmış ynl kumaşın ışık haslığı sonucu '2-3' ile orta, potasyum alüminyum sülfat (KAlSO₄.10H₂O) ile boyanmış kumaşın ışık haslığı sonucu '3' ile orta, demir sülfat (FeSO₄.7H₂O) ile boyanmış kumaşın ışık haslığı sonucu '3' ile orta, potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) mordanı ile boyanan kumaşın '3-4' ile orta-iyi ve bakır sülfat (CuSO₄.5H₂O) mordanı ile boyanan kumaşın sonucu '4' ile iyi sonucunu vermiştir.

Tablo 4.19 *Cystoseira spp.* ile boyanan ynl kumaşların ışık haslığı değerleri

YNL KUMAşLARDA IşIK HASLIğI

Tr	Mordan Tipi	Işık haslığı
<i>Cystoseira spp.</i>	Mordansız	2-3
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	3
	FeSO ₄ .7H ₂ O	3
	K ₂ Cr ₂ O ₇	3-4
	CuSO ₄ .5H ₂ O	4

Işık Haslığı mavi skala indeksi: 1 (ok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 (ok iyi)

Tablo 4.20' deki değerlere bakıldığında, mordansız boyanmış ynl kumaşın ışık haslığı sonucu '2' ile kötü, potasyum alüminyum sülfat (KAlSO₄.10H₂O) ile boyanmış kumaşın ışık haslığı sonucu '3' ile orta, demir sülfat (FeSO₄.7H₂O) ile boyanmış kumaşın ışık haslığı sonucu '3' ile orta, potasyum dikromat

(K₂Cr₂O₇) mordanı ile boyanan kumaşın '3-4' ile orta-iyi ve bakır sülfat (CuSO₄.5H₂O) mordanı ile boyanan kumaşın sonucu '4' ile iyi sonucunu vermiştir.

Tablo 4.20 *Gracilaria gracilis* ile boyanan yünlü kumaşların ışık haslığı değerleri

YÜNLÜ KUMAŞLARDA IŞIK HASLIĞI

Tür	Mordan Tipi	Işık haslığı
<i>Gracilaria gracilis</i>	Mordansız	2
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	3
	FeSO ₄ .7H ₂ O	3
	K ₂ Cr ₂ O ₇	3-4
	CuSO ₄ .5H ₂ O	4

Işık Haslığı mavi skala indeksi: 1 (çok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 (çok iyi)

Tablo 4.21'deki değerlere bakıldığında, mordansız boyanmış yünlü kumaşın ışık haslığı sonucu '2-3' ile orta, potasyum alüminyum sülfat (KAlSO₄.10H₂O) ile boyanmış kumaşın ışık haslığı sonucu '3' ile orta, demir sülfat (FeSO₄.7H₂O) ile boyanmış kumaşın ışık haslığı sonucu '3' ile orta, potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) mordanı ile boyanan kumaşın '4' ile iyi ve bakır sülfat (CuSO₄.5H₂O) mordanı ile boyanan kumaşın sonucu '5' ile çok iyi sonucunu vermiştir.

Tablo 4.21 *Jania rubens* ile boyanan yünlü kumaşların ışık haslığı değerleri

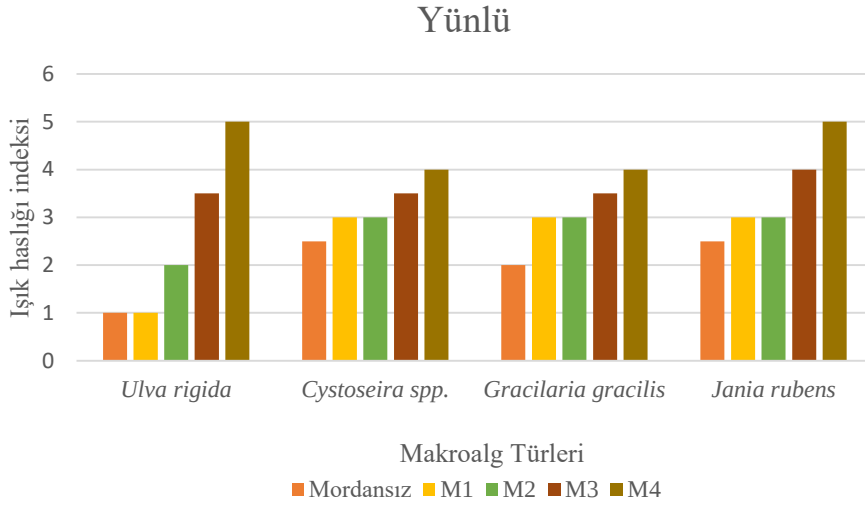
YÜNLÜ KUMAŞLARDA IŞIK HASLIĞI

Tür	Mordan Tipi	Işık haslığı
<i>Jania rubens</i>	Mordansız	2-3
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	3
	FeSO ₄ .7H ₂ O	3
	K ₂ Cr ₂ O ₇	4
	CuSO ₄ .5H ₂ O	5

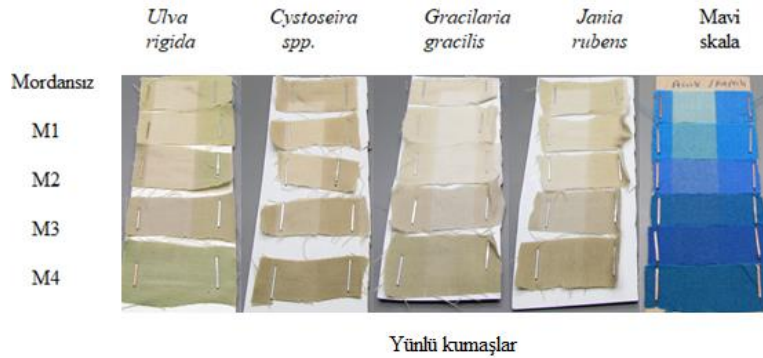
Işık Haslığı mavi skala indeksi: 1 (çok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 (çok iyi)

Ulva rigida, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat (KAlSO₄.10H₂O), demir

sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan yünlü kumaşların ışık haslığı indeks değerleri grafiği bir arada Şekil 4.10' de verilmiştir. Şekil 4.11' de, *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan yünlü kumaşların ışık haslığı sonucu mavi skala referansı ile değerlendirilmiştir.



Şekil 4.10 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların ışık haslığı indeks değerleri grafiği Işık Haslığı mavi skala indeksi: 1 (çok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 (çok iyi)). M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)



Şekil 4.11 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların ışık haslığı testi sonrası mavi skala(baştan itibaren Işık Haslığı mavi skala indeksi: 1 (çok kötü), 2 (kötü), 3

(orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 (çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

4.3.3 Polyester kumaşların ışık haslığı verileri

Polyester kumaşın *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan polyester kumaşların ışık haslığı, mavi skala değerleri göz önüne alınarak ölçülmüştür.

Tablo 4.22'deki değerlere bakıldığında, mordansız boyanmış polyester kumaşın ışık haslığı sonucu '1' ile çok kötü, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) ile boyanmış kumaşın ışık haslığı sonucu '1' ile çok kötü, demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ile boyanmış kumaşın ışık haslığı sonucu '1' ile çok kötü, potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) mordanı ile boyanan kumaşın '1' ile çok kötü ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanı ile boyanan kumaşın sonucu '1' ile çok kötü sonucunu vermiştir.

Tablo 4.22 *Ulva rigida* ile boyanan polyester kumaşların ışık haslığı değerleri

POLYESTER KUMAŞLARDA IŞIK HASLIĞI

Tür	Mordan Tipi	Işık haslı- ğı
<i>Ulva rigida</i>	Mordansız	1
	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	1
	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1
	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	1
	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	1

Işık Haslığı mavi skala indeksi: 1 (çok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 (çok iyi)

Tablo 4.23'deki değerlere bakıldığında, mordansız boyanmış polyester kumaşın ışık haslığı sonucu '1-2' ile kötü, Potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) ile boyanmış kumaşın ışık haslığı sonucu '1-2' ile kötü, Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ile boyanmış kumaşın ışık haslığı sonucu '1-2' ile kötü, Potasyum

dikromat ($K_2Cr_2O_7$) mordanı ile boyanan kumaşın '1-2' ile kötü ve bakır sülfat ($CuSO_4.5H_2O$) mordanı ile boyanan kumaşın sonucu '1-2' ile kötü sonucunu vermiştir.

Tablo 4.23 *Cystoseira spp.* ile boyanan polyester kumaşların ışık haslığı değerleri.

POLYESTER KUMAŞLARDA IŞIK HAS-
LIĞI

Tür	Mordan Tipi	Işık haslı- ğı
<i>Cystoseira spp.</i>	Mordansız	1-2
	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	1-2
	$FeSO_4.7H_2O$	1-2
	$K_2Cr_2O_7$	1-2
	$CuSO_4.5H_2O$	1-2

Işık Haslığı mavi skala indeksi: 1 (çok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 (çok iyi)

Tablo 4.24'deki değerlere bakıldığında, mordansız boyanmış polyester kumaşın ışık haslığı sonucu '1-2' ile kötü, potasyum alüminyum sülfat ($KAl(SO_4)_2.10H_2O$) ile boyanmış kumaşın ışık haslığı sonucu '1-2' ile kötü, demir sülfat ($FeSO_4.7H_2O$) ile boyanmış kumaşın ışık haslığı sonucu '1-2' ile kötü, potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) mordanı ile boyanan kumaşın '3' ile orta ve bakır sülfat ($CuSO_4.5H_2O$) mordanı ile boyanan kumaşın sonucu '3-4' ile orta-iyi sonucunu vermiştir.

Tablo 4.24 *Gracilaria gracilis* ile boyanan polyester kumaşların ışık haslığı değerleri

POLYESTER KUMAŞLARDA IŞIK HAS-
LIĞI

Tür	Mordan Tipi	Işık haslı- ğı
<i>Gracilaria gracilis</i>	Mordansız	1-2
	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	1-2
	$FeSO_4.7H_2O$	1-2
	$K_2Cr_2O_7$	3
	$CuSO_4.5H_2O$	3-4

Işık Haslığı mavi skala indeksi: 1 (çok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 (çok iyi)

Tablo 4.25'deki değerlere bakıldığında, mordansız boyanmış polyester kumaşın ışık haslığı sonucu '1' ile çok kötü, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) ile boyanmış kumaşın ışık haslığı sonucu '1-2' ile kötü, demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ile boyanmış kumaşın ışık haslığı sonucu '3-4' ile orta-iyi, potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) mordanı ile boyanan kumaşın '3-4' ile orta-iyi ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanı ile boyanan kumaşın sonucu '4' ile iyi sonucunu vermiştir.

Tablo 4.25 *Jania rubens* ile boyanan polyester kumaşların ışık haslığı değerleri

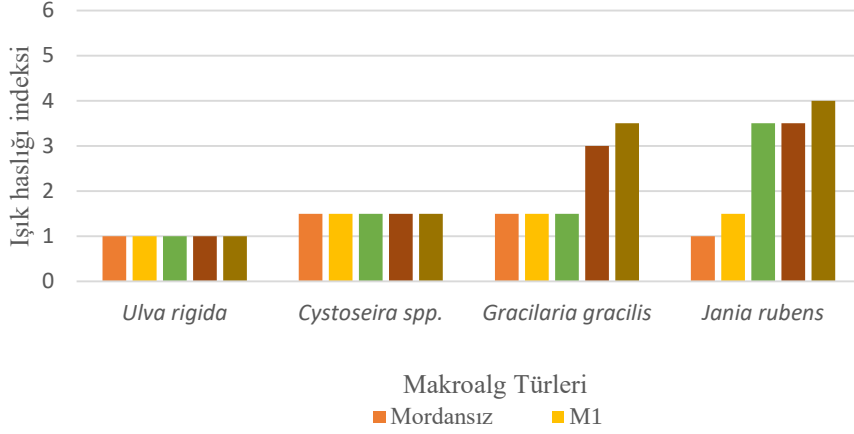
POLYESTER KUMAŞLARDA IŞIK HAS-
LIĞI

Tür	Mordan Tipi	Işık haslığı
<i>Jania rubens</i>	Mordansız	1
	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	1-2
	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	3-4
	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	3-4
	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	4

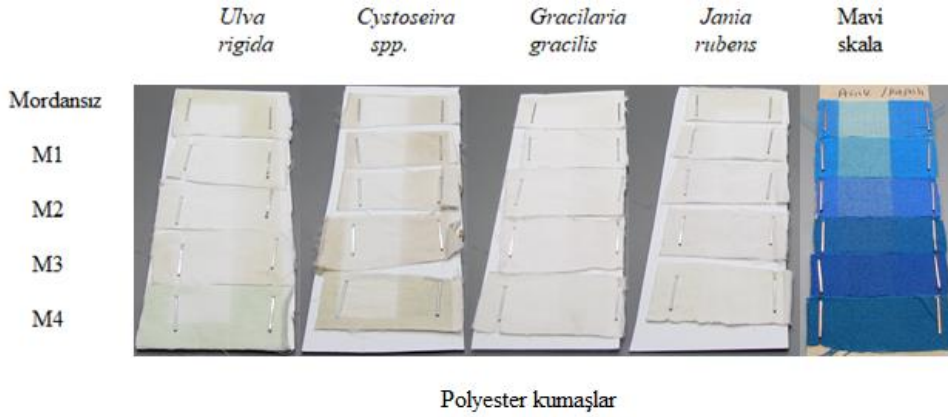
Işık Haslığı mavi skala indeksi: 1 (çok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 (çok iyi)

Ulva rigida, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan polyester kumaşların ışık haslığı indeks değerleri grafiği bir arada Şekil 4.12' de verilmiştir. Şekil 4.13' de, *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan polyester kumaşların ışık haslığı sonuc mavi skala referansı ile değerlendirilmiştir.

Polyester



Şekil 4.12 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların ışık haslığı indeks değerleri grafiği Işık Haslığı mavi skala indeksi: 1 (çok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 (çok iyi)). M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)



Şekil 4.13 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların ışık haslığı testi sonrası mavi skala (baştan itibaren Işık Haslığı mavi skala indeksi: 1 (çok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (oldukça iyi) 5 (iyi) ve 6 (çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

4.4 Sürtme haslığı

Makroalg türleriyle pamuklu, yünlü ve polyester kumaşların boyanması sonucunda elde edilen boyanmış kumaşlar üzerine sürtme (yaş-kuru) haslığı uygulanarak veriler elde edilmiştir. Elde edilen veriler tablo ve şekil formatında düzenlenmiştir.

Gri skaladaki sürtme haslığı indeks değerleri 1' den 5'e kadar derecelendirilmiş olup 1 ( ok kötü), 1-2 (kötü-çok kötü), 3 (orta), 3-4 (orta-oldukça iyi), 4 (oldukça iyi), 4-5 (iyi-çok iyi) ve 5 ( ok iyi) olarak tanımlanmıştır (BS EN ISO 105-X12; <http://www.kimyaevi.org/TR/Genel/>). (Erişim tarihi: 14.06.2021).

4.4.1 Pamuklu kumaşların sürtme haslığı verileri

Pamuklu ham kumaşın *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) mordanları ile boyanan pamuklu kumaşların yaş sürtme ve kuru sürtme haslığı, gri skala değerleri (1( ok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5( ok iyi)) göz önüne alınarak ölçülmüştür.

Yaş referans kumaş ve kuru referans kumaşı ile sürtme işlemine tabi tutulan pamuklu kumaşlardan *Ulva rigida* ile boyanan, mordansız numunede yaş sürtme '4-5' ile iyi-çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, potasyum alüminyum sülfat ($KAlSO_4 \cdot 10H_2O$) mordanlı numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) mordanlı numunede yaş sürtme '4-5' ile iyi-çok iyi, iyi kuru sürtme '5' ile çok iyi, potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) mordanlı numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) mordanlı numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi ve kuru sürtme '5' ile çok iyi sonuçlarının gri skala ile değerlendirilmesi neticesinde ölçülmüştür (Tablo 4.26).

Tablo 4.26 *Ulva rigida* ile boyanan pamuklu kumaşların sürtme haslığı değerleri

PAMUKLU KUMAŞLARDA SÜRTME HASLIĞI

Tür	Mordan Tipi	Yaş sürtme	Kuru sürtme
<i>Ulva rigida</i>	Mordansız	4-5	5
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	5	5
	FeSO ₄ .7H ₂ O	4-5	5
	K ₂ Cr ₂ O ₇	5	5
	CuSO ₄ .5H ₂ O	5	5

Sürtme haslığı gri skala indeksi: 1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)

Yaş referans kumaş ve kuru referans kumaş ile sürtme işlemine tabi tutulan pamuklu kumaşlardan *Cystoseira spp.* ile boyanan, mordansız numunede yaş sürtme '3-4' ile orta-iyi, kuru sürtme '4-5' ile iyi-çok iyi, potasyum alüminyum sülfat (KAlSO₄.10H₂O) mordanlı numunede yaş sürtme '3-4' ile orta-iyi, kuru sürtme '4-5' ile iyi-çok iyi, demir sülfat (FeSO₄.7H₂O) mordanlı numunede yaş sürtme '3-4' ile orta-iyi, kuru sürtme '4' ile iyi, potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) mordanlı numunede yaş sürtme '3-4' ile orta-iyi, kuru sürtme '4' ile iyi, bakır sülfat (CuSO₄.5H₂O) mordanlı numunede yaş sürtme '3-4' ile orta-iyi ve kuru sürtme '4' ile iyi sonuçlarının gri skala ile değerlendirilmesi neticesinde ölçülmüş-tür (Tablo 4.27).

Tablo 4.27 *Cystoseira spp.* ile boyanan pamuklu kumaşların sürtme haslığı değerleri

PAMUKLU KUMAŞLARDA SÜRTME HASLIĞI

Tür	Mordan Tipi	Yaş sürtme	Kuru sürtme
<i>Cystoseira spp.</i>	Mordansız	3-4	4-5
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	3-4	4-5
	FeSO ₄ .7H ₂ O	3-4	4
	K ₂ Cr ₂ O ₇	3-4	4
	CuSO ₄ .5H ₂ O	3-4	4

Sürtme haslığı gri skala indeksi: 1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)

Yaş referans kumaş ve kuru referans kumaşı ile sürtme işlemine tabi tutulan pamuklu kumaşlardan *Gracilaria gracilis* ile boyanan, mordansız numunede yaş sürtme '4-5' ile iyi- çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede yaş sürtme '4-5' ile iyi- çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) mordanlı numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede yaş sürtme '4-5' ile iyi-çok iyi ve kuru sürtme '5' ile çok iyi sonuçlarının gri skala ile değerlendirilmesi neticesinde ölçülmüştür (Tablo 4.28).

Tablo 4.28 *Gracilaria gracilis* ile boyanan pamuklu kumaşların sürtme haslığı değerleri

PAMUKLU KUMAŞLARDA SÜRTME HASLIĞI

Tür	Mordan Tipi	Yaş sürtme	Kuru sürtme
<i>Gracilaria gracilis</i>	Mordansız	4-5	5
	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	4 -5	5
	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	5	5
	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	5	5
	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	4-5	5

Sürtme haslığı gri skala indeksi: 1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)

Yaş referans kumaş ve kuru referans kumaşı ile sürtme işlemine tabi tutulan pamuklu kumaşlardan *Jania rubens* ile boyanan, mordansız numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) mordanlı numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi ve kuru sürtme '5' ile çok iyi sonuçlarının gri skala ile değerlendirilmesi neticesinde ölçülmüştür (Tablo 4.29).

Tablo 4.29 *Jania rubens* ile boyanan pamuklu kumaşların sürtme haslığı değerleri

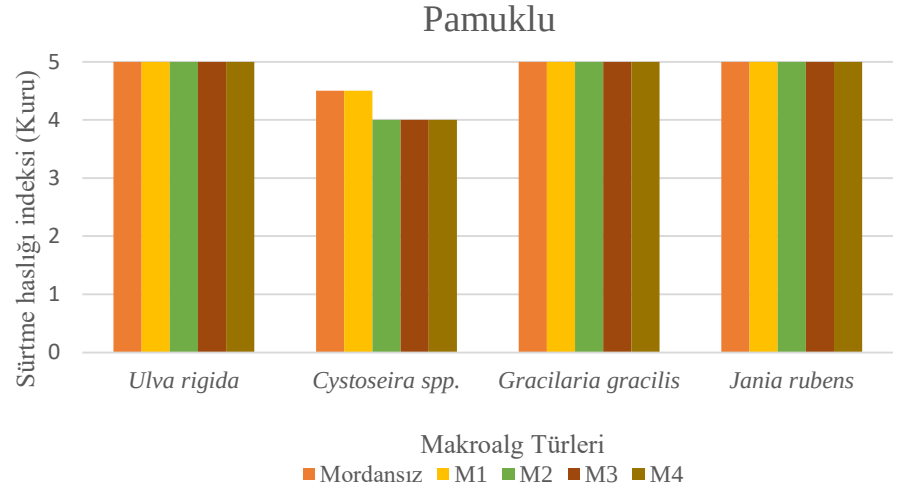
PAMUKLU KUMAŞLARDA SÜRTME HASLIĞI

Tür	Mordan Tipi	Yaş sürtme	Kuru sürtme
<i>Jania rubens</i>	Mordansız	5	5
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	5	5
	FeSO ₄ .7H ₂ O	5	5
	K ₂ Cr ₂ O ₇	5	5
	CuSO ₄ .5H ₂ O	5	5

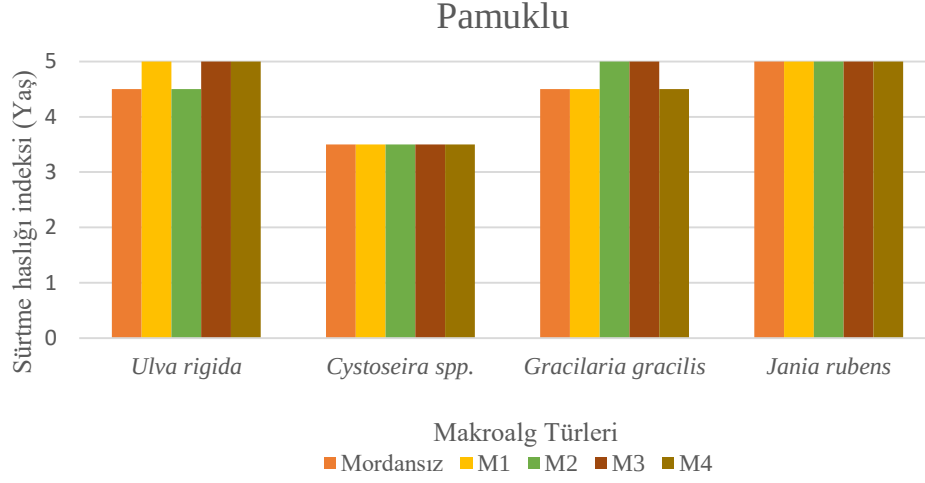
Sürtme haslığı gri skala indeksi: 1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)

Ulva rigida, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat (KAlSO₄.10H₂O), demir sülfat (FeSO₄.7H₂O), potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) ve bakır sülfat (CuSO₄.5H₂O) mordanları ile boyanan pamuklu kumaşların sürtme haslığı (kuru) indeks değerleri grafiği bir arada Şekil 4.14'de verilmiştir. Şekil 4.15'de, *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat (KAlSO₄.10H₂O), demir sülfat (FeSO₄.7H₂O), potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) ve bakır sülfat (CuSO₄.5H₂O) mordanları ile boyanan pamuklu kumaşların sürtme haslığı (yaş) indeks değerleri gri skala ile bir arada verilerek değerlendirilmiştir. Şekil 4.16'da *Ulva rigida* türünde mordansız, potasyum alüminyum sülfat (KAlSO₄.10H₂O), demir sülfat (FeSO₄.7H₂O), potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) ve bakır sülfat (CuSO₄.5H₂O) mordanları ile boyanan pamuklu kumaşların sürtme haslığı (yaş ve kuru) refakat bezleri a4 kağıdına zımbalanarak D65 ışık kabinde gri skala referansı ile değerlendirilmiştir. Şekil 4.17'de *Cystoseira spp.* türünde mordansız, potasyum alüminyum sülfat (KAlSO₄.10H₂O), demir sülfat (FeSO₄.7H₂O), potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) ve bakır sülfat (CuSO₄.5H₂O) mordanları ile boyanan pamuklu kumaşların sürtme haslığı (yaş ve kuru) refakat bezleri a4 kağıdına zımbalanarak D65 ışık kabinde gri skala referansı ile değerlendirilmiştir. Şekil 4.18'de *Gracilaria gracilis* türünde mordansız, potasyum alüminyum sülfat (KAlSO₄.10H₂O), demir sülfat (FeSO₄.7H₂O), potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) ve bakır sülfat (CuSO₄.5H₂O) mordanları ile boyanan pamuklu kumaşların sürtme haslığı (yaş ve

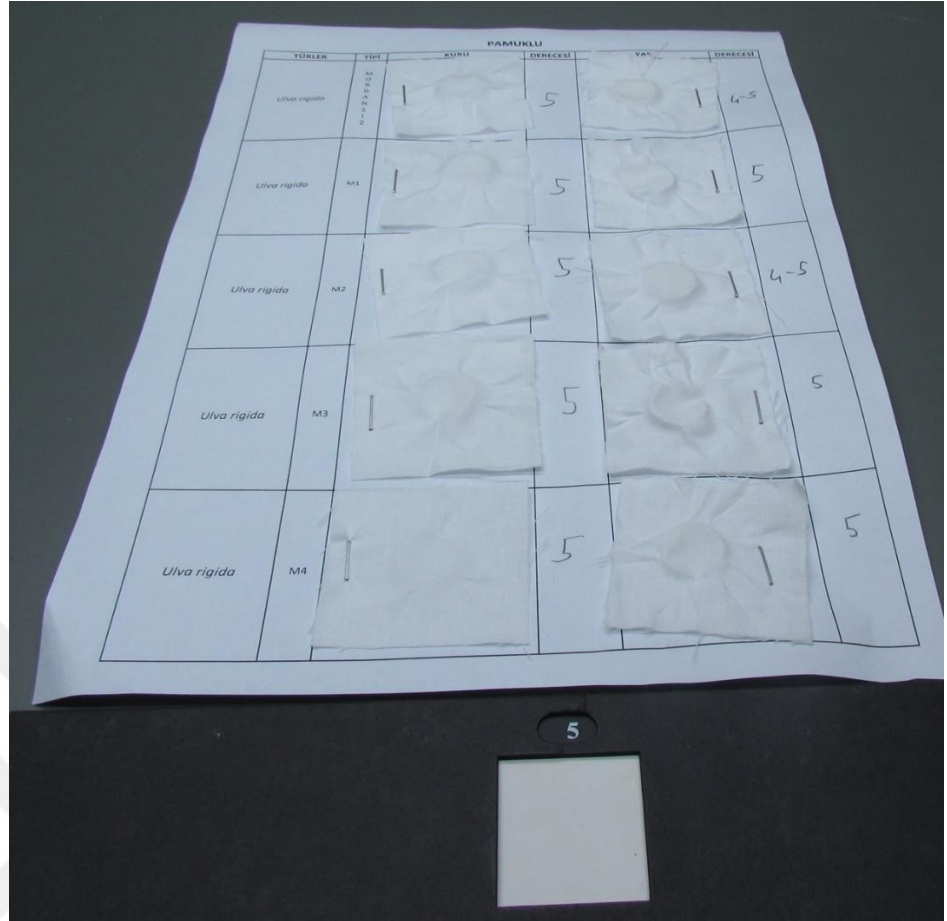
kuru) refakat bezleri a4 kağıdına zımbalanarak D65 ışık kabiniinde gri skala referansı ile değerlendirilmiştir. Şekil 4.19’da *Jania rubens* türünde mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan pamuklu kumaşların sürtme haslığı (yaş ve kuru) refakat bezleri a4 kağıdına zımbalanarak D65 ışık kabiniinde gri skala referansı ile değerlendirilmiştir.



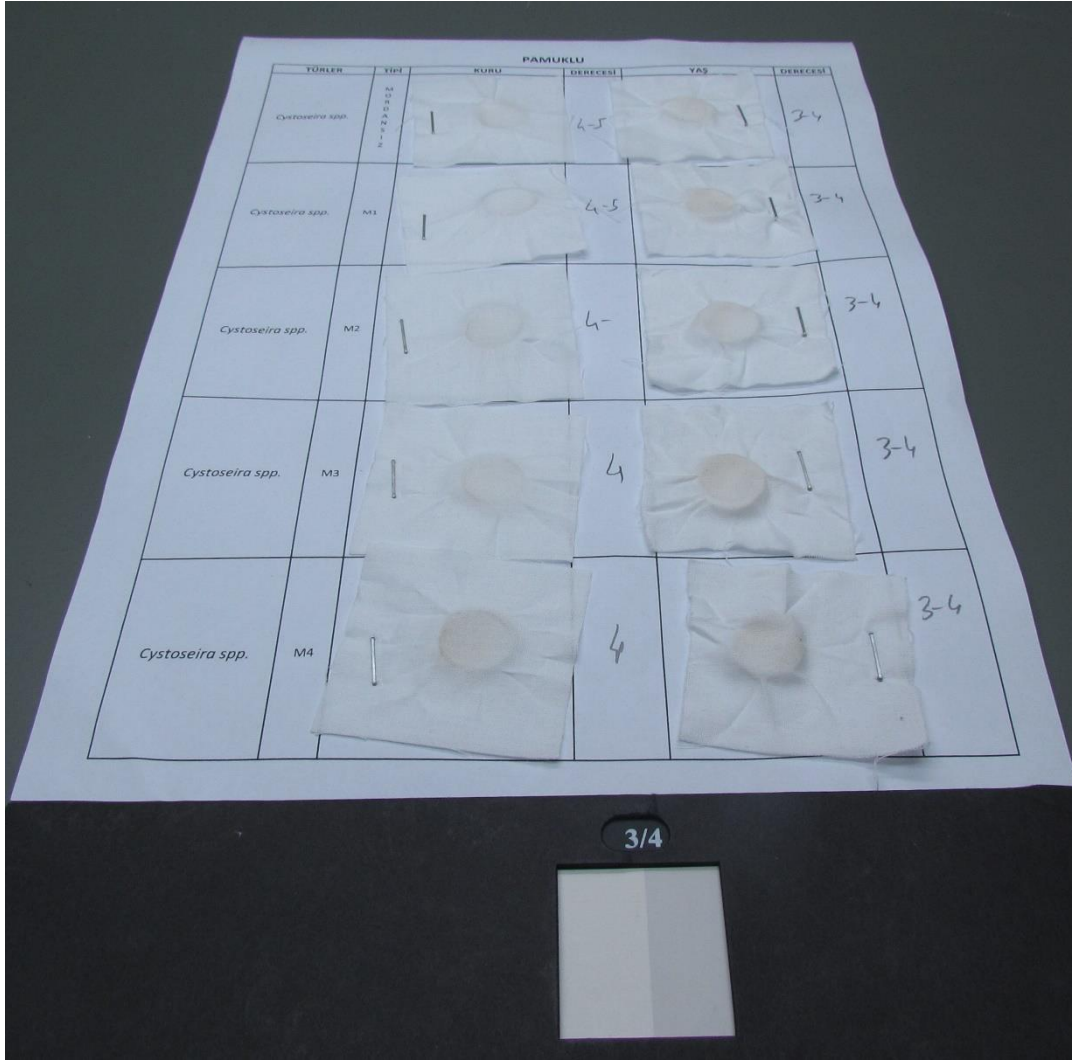
Şekil 4.14 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların sürtme haslığı (kuru) indeks değerleri (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) grafiği. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)



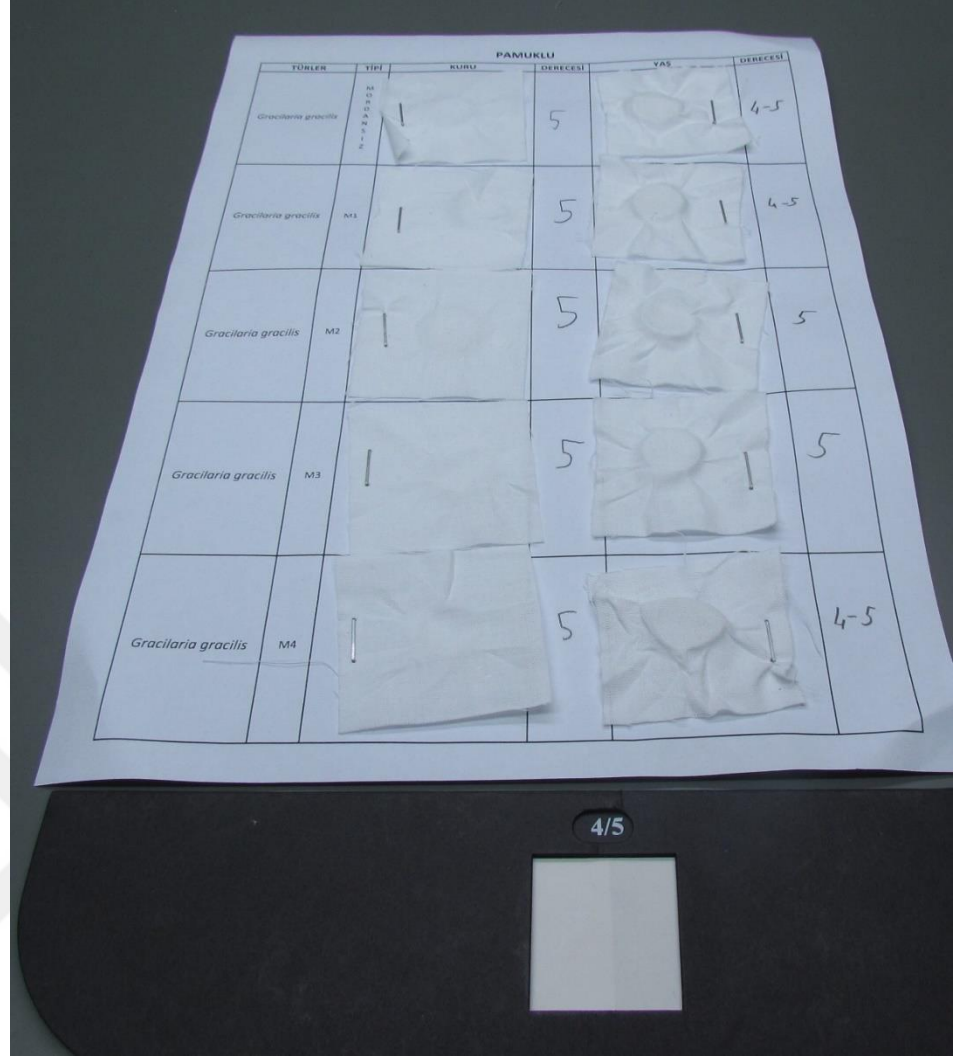
Şekil 4.15 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların sürtime haslığı (yaş) indeks değerleri (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) grafiği. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)



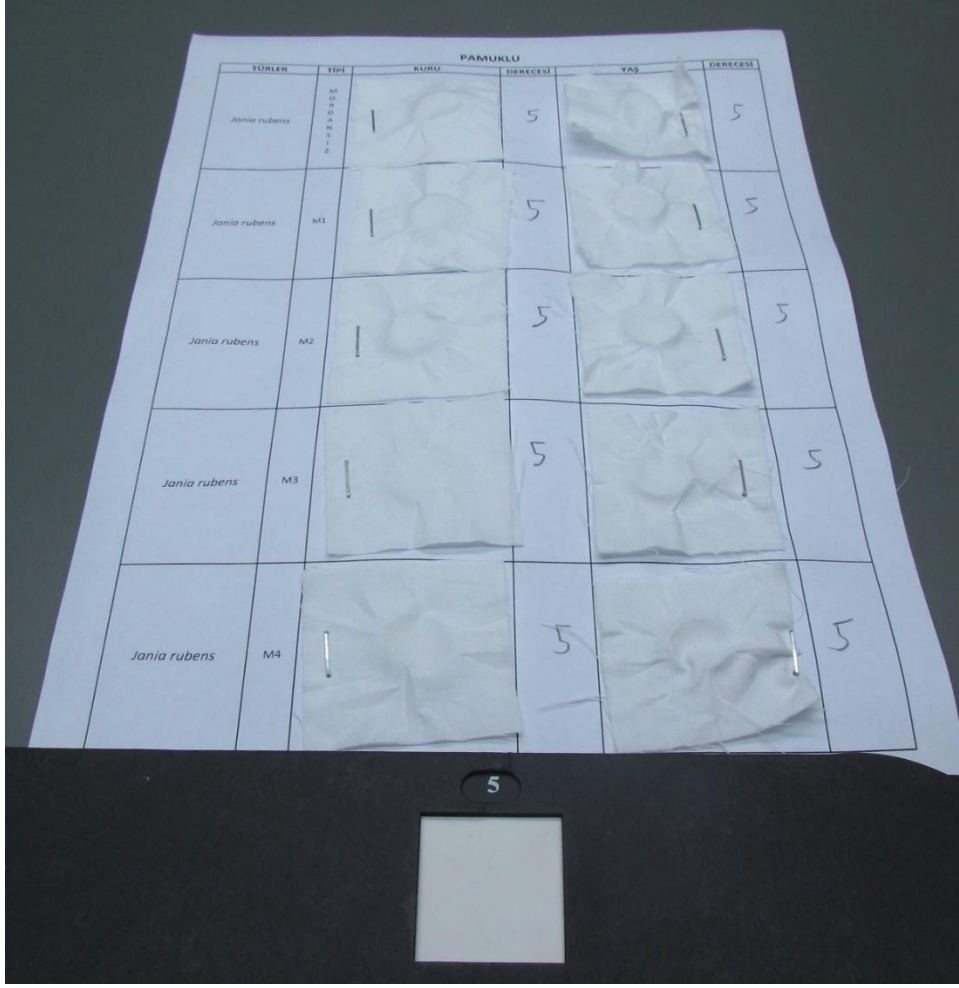
Şekil 4.16 *Ulva rigida* ile mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların sürtme haslığı testi sonrası gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)



Şekil 4.17 *Cystoseira spp.* ile mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların sürtme haslığı testi sonrası gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)



Şekil 4.18 *Gracilaria gracilis* ile mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların sürtme haslığı testi sonrası gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)



Şekil 4.19 *Jania rubens* ile mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların sürtme haslığı testi sonrası gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)

4.4.2 Yünlü kumaşların sürtme haslığı verileri

Yünlü kumaşın *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) mordanları ile boyanan yünlü kumaşların yaş sürtme ve kuru sürtme haslığı, gri skala değerleri (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-

4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) göz önüne alınarak ölçülmüştür.

Yaş referans kumaş ve kuru referans kumaşı ile sürtme işlemine tabi tutulan yünlü kumaşlardan *Ulva rigida* ile boyanan, mordansız numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, potasyum alüminyum sülfat ($KAlSO_4 \cdot 10H_2O$) mordanlı numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) mordanlı numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) mordanlı numunede yaş sürtme '4-5' ile iyi-çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) mordanlı numunede yaş sürtme '4-5' ile iyi-çok iyi ve kuru sürtme '5' ile çok iyi sonuçlarının gri skala ile değerlendirilmesi neticesinde ölçülmüştür (Tablo 4.30).

Tablo 4.30 *Ulva rigida* ile boyanan yünlü kumaşların sürtme haslığı değerleri

YÜNLÜ KUMAŞLARDA SÜRTME HASLIĞI

Tür	Mordan Tipi	Yaş sürtme	Kuru sürtme
<i>Ulva rigida</i>	Mordansız	5	5
	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	5	5
	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	5	5
	$K_2Cr_2O_7$	4-5	5
	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	4-5	5

Sürtme haslığı gri skala indeksi: 1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)

Yaş referans kumaş ve kuru referans kumaşı ile sürtme işlemine tabi tutulan yünlü kumaşlardan *Cystoseira spp.* ile boyanan, mordansız numunede yaş sürtme '3-4' ile orta-iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, potasyum alüminyum sülfat ($KAlSO_4 \cdot 10H_2O$) mordanlı numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) mordanlı numunede yaş sürtme '4' ile iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) mordanlı numunede yaş sürtme '4' ile iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) mordanlı numunede yaş sürtme '4-5' ile iyi-çok iyi ve kuru sürtme '5' ile çok iyi sonuçlarının gri skala ile değerlendirilmesi neticesinde ölçülmüştür (Tablo 4.31).

Tablo 4.31 *Cystoseira* spp. ile boyanan ynl kumaşların sürtme haslığı değerleri

YNL KUMAşLARDA SÜRTME HASLIğI

Tr	Mordan Tipi	Yaş srt- me	Kuru sürtme
<i>Cystoseira</i> spp.	Mordansız	3-4	5
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	5	5
	FeSO ₄ .7H ₂ O	4	5
	K ₂ Cr ₂ O ₇	4	5
	CuSO ₄ .5H ₂ O	4-5	5

Sürtme haslığı gri skala indeksi: 1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)

Yaş referans kumaş ve kuru referans kumaş ile sürtme işlemine tabi tutulan ynl kumaşlardan *Gracilaria gracilis* ile boyanan, mordansız numunede yaş sürtme ‘4’ ile iyi, kuru sürtme ‘5’ ile çok iyi, potasyum alüminyum sülfat (KAl-SO₄.10H₂O) mordanlı numunede yaş sürtme ‘3-4’ ile orta-iyi, kuru sürtme ‘5’ ile çok iyi, demir sülfat (FeSO₄.7H₂O) mordanlı numunede yaş sürtme ‘4’ ile iyi, kuru sürtme ‘5’ ile çok iyi, potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) mordanlı numunede yaş sürtme ‘4-5’ ile iyi- çok iyi, kuru sürtme ‘5’ ile çok iyi, bakır sülfat (Cu-SO₄.5H₂O) mordanlı numunede yaş sürtme ‘4-5’ ile iyi-çok iyi ve kuru sürtme ‘5’ ile çok iyi sonuçlarının gri skala ile değerlendirilmesi neticesinde llmştir (Tablo 4.32).

Tablo 4.32 *Gracilaria gracilis* ile boyanan ynl kumaşların sürtme haslığı değerleri

YNL KUMAşLARDA SÜRTME HASLIğI

Tr	Mordan Tipi	Yaş srt- me	Kuru sürtme
<i>Gracilaria gracilis</i>	Mordansız	4	5
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	3-4	5
	FeSO ₄ .7H ₂ O	4	5
	K ₂ Cr ₂ O ₇	4-5	5
	CuSO ₄ .5H ₂ O	4-5	5

Sürtme haslığı gri skala indeksi: 1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)

Yaş referans kumaş ve kuru referans kumaşı ile sürtme işlemine tabi tutulan ynl kumaşlardan *Jania rubens* ile boyanan, mordansız numunede yaş sürtme ‘5’ ile çok iyi, kuru sürtme ‘5’ ile çok iyi, potasyum alüminyum sülfat (KAl-SO₄.10H₂O) mordanlı numunede yaş sürtme ‘5’ ile çok iyi, kuru sürtme ‘5’ ile çok iyi, demir sülfat (FeSO₄.7H₂O) mordanlı numunede yaş sürtme ‘5’ ile çok iyi, kuru sürtme ‘5’ ile çok iyi, potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) mordanlı numunede yaş sürtme ‘5’ ile çok iyi, kuru sürtme ‘5’ ile çok iyi, bakır sülfat (CuSO₄.5H₂O) mordanlı numunede yaş sürtme ‘5’ ile çok iyi ve kuru sürtme ‘5’ ile çok iyi sonuçlarının gri skala ile değerlendirilmesi neticesinde ölçülmüştür (Tablo 4.33).

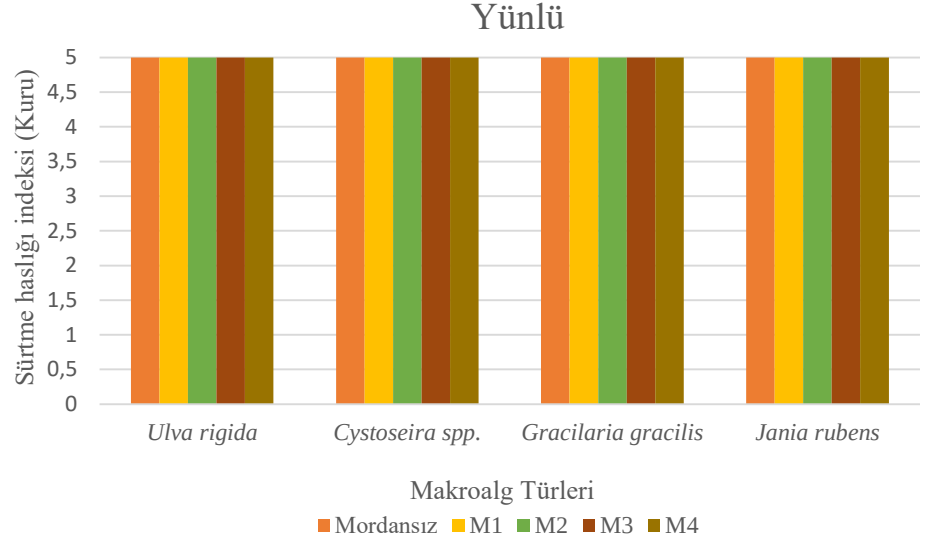
Tablo 4.33 *Jania rubens* ile boyanan ynl kumaşların sürtme haslığı değerleri

YNL KUMAşLARDA SÜRTME HASLIğI

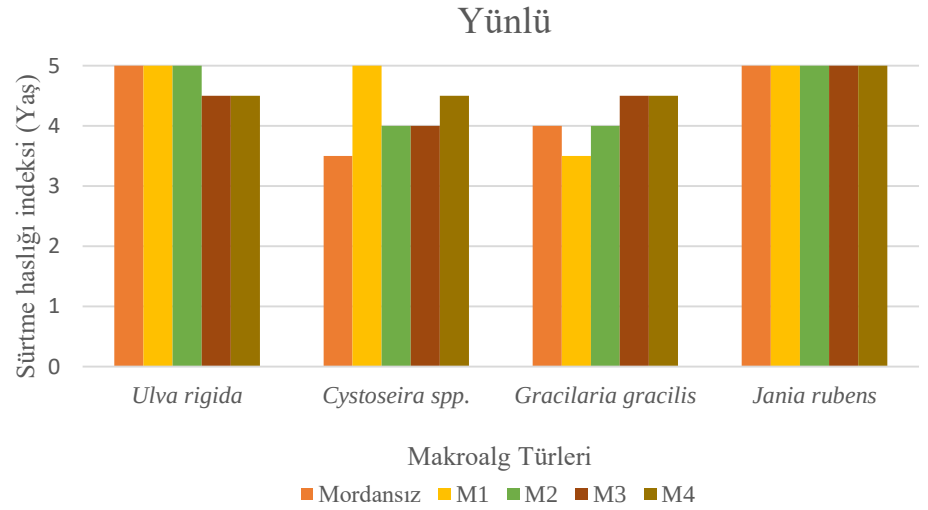
Tr	Mordan Tipi	Yaş srt- me	Kuru sürtme
<i>Jania rubens</i>	Mordansız	5	5
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	5	5
	FeSO ₄ .7H ₂ O	5	5
	K ₂ Cr ₂ O ₇	5	5
	CuSO ₄ .5H ₂ O	5	5

Sürtme haslığı gri skala indeksi: 1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)

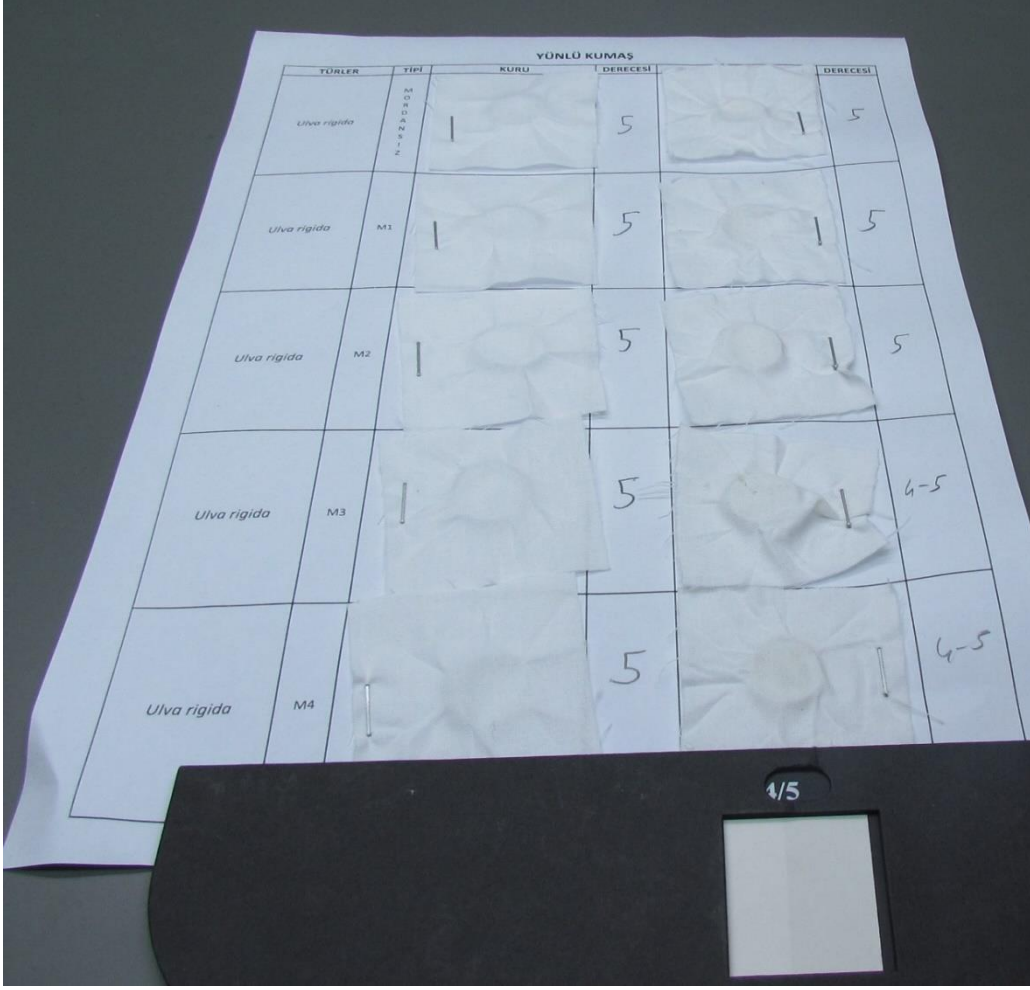
Ulva rigida, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan yünlü kumaşların sürtme haslığı (kuru) indeks değerleri grafiği bir arada Şekil 4.20’de verilmiştir. Şekil 4.21’de, *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan yünlü kumaşların sürtme haslığı (yaş) indeks değerleri gri skala skala ile bir arada verilerek değerlendirilmiştir. Şekil 4.22’de *Ulva rigida* türünde mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan yünlü kumaşların sürtme haslığı (yaş ve kuru) refakat bezleri a4 kağıdına zımbalanarak D65 ışık kabinde gri skala referansı ile değerlendirilmiştir. Şekil 4.23’de *Cystoseira spp.* türünde mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan yünlü kumaşların sürtme haslığı (yaş ve kuru) refakat bezleri a4 kağıdına zımbalanarak D65 ışık kabinde gri skala referansı ile değerlendirilmiştir. Şekil 4.24’de *Gracilaria gracilis* türünde mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan yünlü kumaşların sürtme haslığı (yaş ve kuru) refakat bezleri a4 kağıdına zımbalanarak D65 ışık kabinde gri skala referansı ile değerlendirilmiştir. Şekil 4.25’de *Jania rubens* türünde boyanmış yünlü kumaşların sürtme haslığı (yaş ve kuru) refakat bezleri a4 kağıdına zımbalanarak D65 ışık kabinde gri skala referansı ile değerlendirilmiştir.



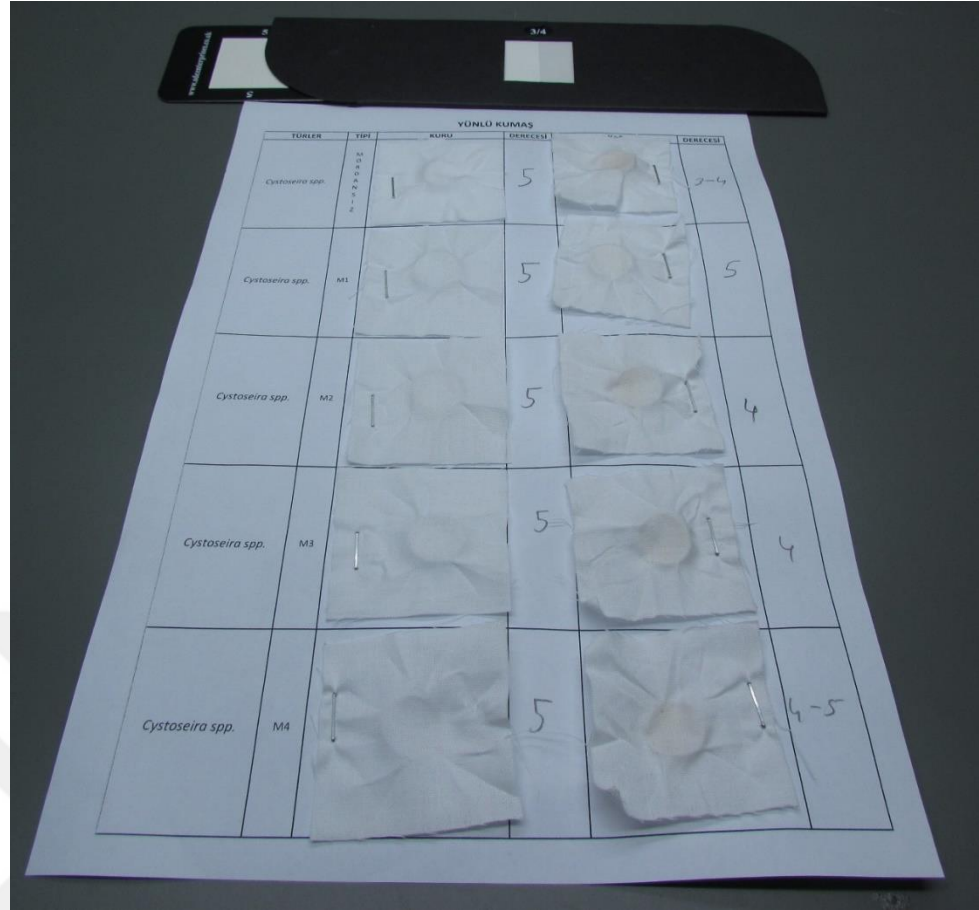
Şekil 4.20 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların sürtme haslığı (kuru) indeks değerleri (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) grafiği. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAl-SO_4.10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4.7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4.5H_2O$)



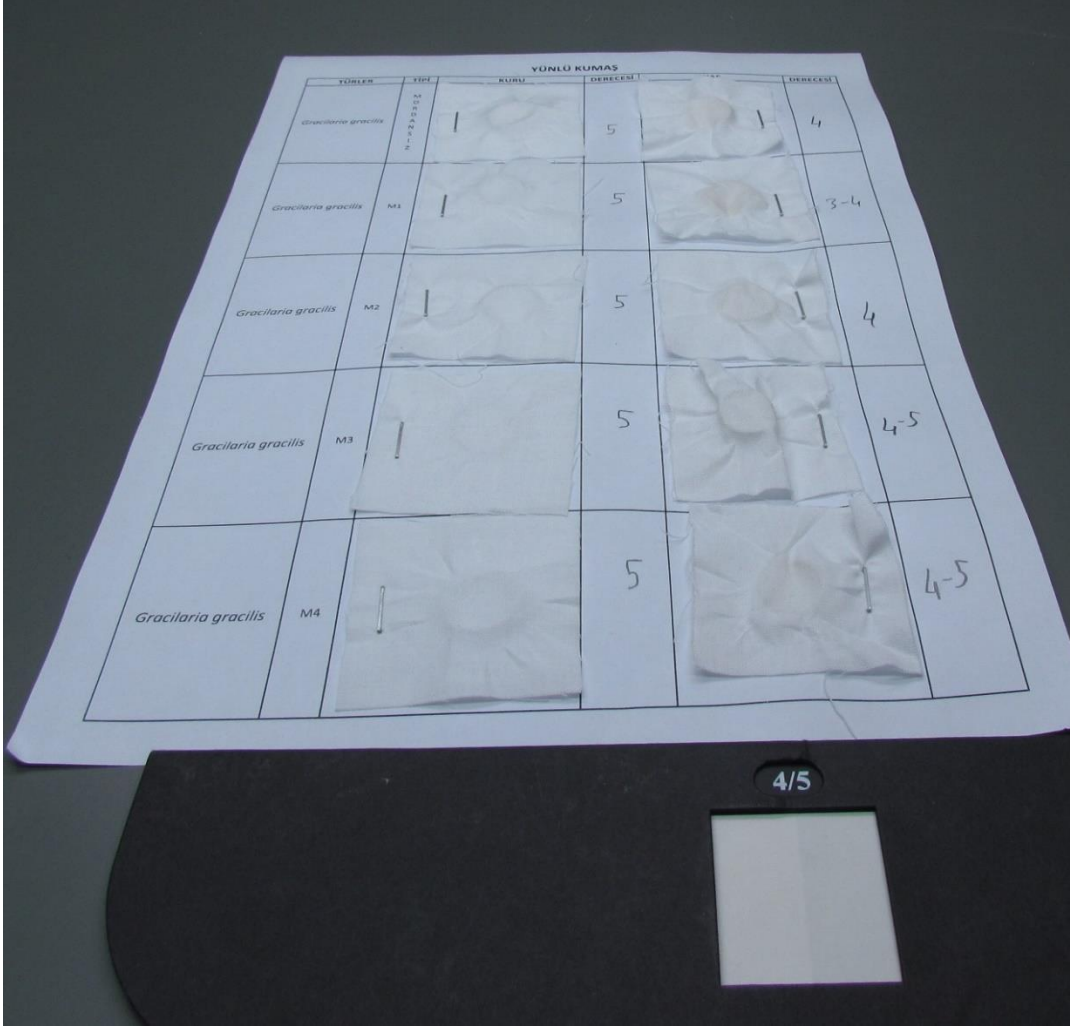
Şekil 4.21 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların sürtme haslığı (kuru) indeks değerleri (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) grafiği. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAl-SO_4.10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4.7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4.5H_2O$)



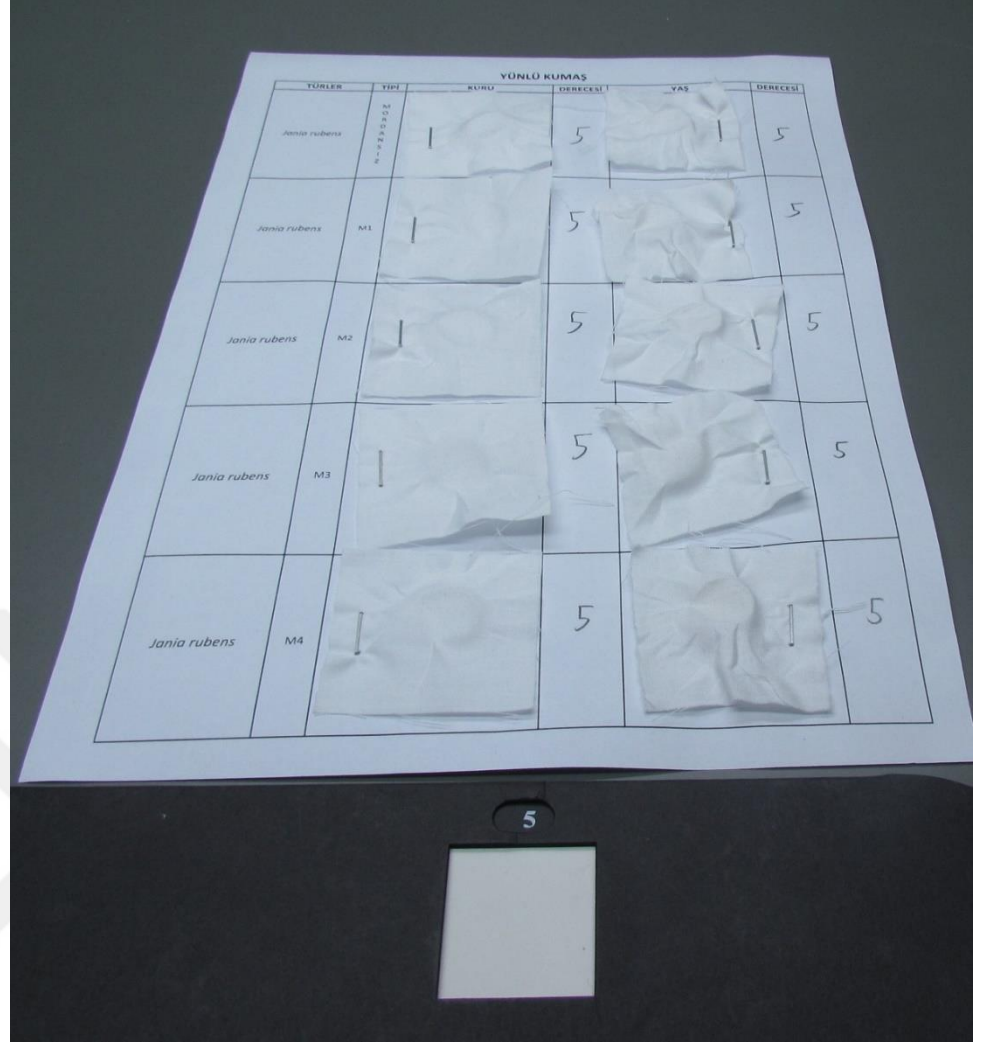
Şekil 4.22 *Ulva rigida* ile mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların sürtme haslı-
 ğı testi sonrası gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça
 iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat
 (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve
 M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)



Şekil 4.23 *Cystoseira spp.* ile mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların sürtme haslığı testi sonrası gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)



Şekil 4.24 *Gracilaria gracilis* ile mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların sürtme haslığı testi sonrası gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)



Şekil 4.25 *Jania rubens* ile mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların sürtme haslığı testi sonrası gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

4.4.3 Polyester kumaşların sürtme haslığı verileri

Polyester kumaşın *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan polyester kumaşların yaş sürtme ve kuru sürtme haslığı, gri skala değerleri (1 (çok kötü), 1-2 (kötü-çok kötü), 3 (orta), 3-4 (orta-oldukça iyi), 4 (oldukça iyi), 4-5 (iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) göz önüne alınarak ölçülmüştür.

Yaş referans kumaş ve kuru referans kumaşı ile sürtme işlemine tabi tutulan polyester kumaşlardan *Ulva rigida* ile boyanan, mordansız numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) mordanlı numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi ve kuru sürtme '5' ile çok iyi sonuçlarının gri skala ile değerlendirilmesi neticesinde ölçülmüştür (Tablo 4.34).

Tablo 4.34 *Ulva rigida* ile boyanan polyester kumaşların sürtme haslığı değerleri

POLYESTER KUMAŞLARDA SÜRTME HASLIĞI

Tür	Mordan Tipi	Yaş sürtme	Kuru sürtme
<i>Ulva rigida</i>	Mordansız	5	5
	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	5	5
	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	5	5
	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	5	5
	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	5	5

Sürtme haslığı gri skala indeksi: 1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)

Yaş referans kumaş ve kuru referans kumaşı ile sürtme işlemine tabi tutulan polyester kumaşlardan *Cystoseira spp.* ile boyanan, mordansız numunede yaş sürtme '4-5' ile iyi-çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede yaş sürtme '4-5' ile iyi-çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) mordanlı numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede yaş sürtme '4' ile iyi ve kuru sürtme '5' ile çok iyi sonuçlarının gri skala ile değerlendirilmesi neticesinde ölçülmüştür (Tablo 4.35).

Tablo 4.35 *Cystoseira* spp. ile boyanan polyester kumaşların sürtme haslığı değerleri

POLYESTER KUMAŞLARDA SÜRTME HASLIĞI

Tür	Mordan Tipi	Yaş sürtme	Kuru sürtme
<i>Cystoseira</i> spp.	Mordansız	4-5	5
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	4-5	5
	FeSO ₄ ·7H ₂ O	5	5
	K ₂ Cr ₂ O ₇	5	5
	CuSO ₄ ·5H ₂ O	4	5

Sürtme haslığı gri skala indeksi: 1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)

Yaş referans kumaş ve kuru referans kumaşı ile sürtme işlemine tabi tutulan polyester kumaşlardan *Gracilaria gracilis* ile boyanan, mordansız numunede yaş sürtme ‘5’ ile çok iyi, kuru sürtme ‘5’ ile çok iyi, potasyum alüminyum sülfat (KAlSO₄·10H₂O) mordanlı numunede yaş sürtme ‘5’ ile çok iyi, kuru sürtme ‘5’ ile çok iyi, demir sülfat (FeSO₄·7H₂O) mordanlı numunede yaş sürtme ‘5’ ile çok iyi, kuru sürtme ‘5’ ile çok iyi, potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) mordanlı numunede yaş sürtme ‘5’ ile çok iyi, kuru sürtme ‘5’ ile çok iyi, bakır sülfat (CuSO₄·5H₂O) mordanlı numunede yaş sürtme ‘5’ ile çok iyi ve kuru sürtme ‘5’ ile çok iyi sonuçlarının gri skala ile değerlendirilmesi neticesinde ölçülmüştür (Tablo 4.36).

Tablo 4.36 *Gracilaria gracilis* ile boyanan polyester kumaşların sürtme haslığı değerleri

POLYESTER KUMAŞLARDA SÜRTME HASLIĞI

Tür	Mordan Tipi	Yaş sürtme	Kuru sürtme
<i>Gracilaria gracilis</i>	Mordansız	5	5
	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	5	5
	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	5	5
	$K_2Cr_2O_7$	5	5
	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	5	5

Sürtme haslığı gri skala indeksi: 1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)

Yaş referans kumaş ve kuru referans kumaşı ile sürtme işlemine tabi tutulan polyester kumaşlardan *Jania rubens* ile boyanan, mordansız numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, potasyum alüminyum sülfat ($KAlSO_4 \cdot 10H_2O$) mordanlı numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) mordanlı numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) mordanlı numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi, kuru sürtme '5' ile çok iyi, bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) mordanlı numunede yaş sürtme '5' ile çok iyi ve kuru sürtme '5' ile çok iyi sonuçlarının gri skala ile değerlendirilmesi neticesinde ölçülmüştür (Tablo 4.37).

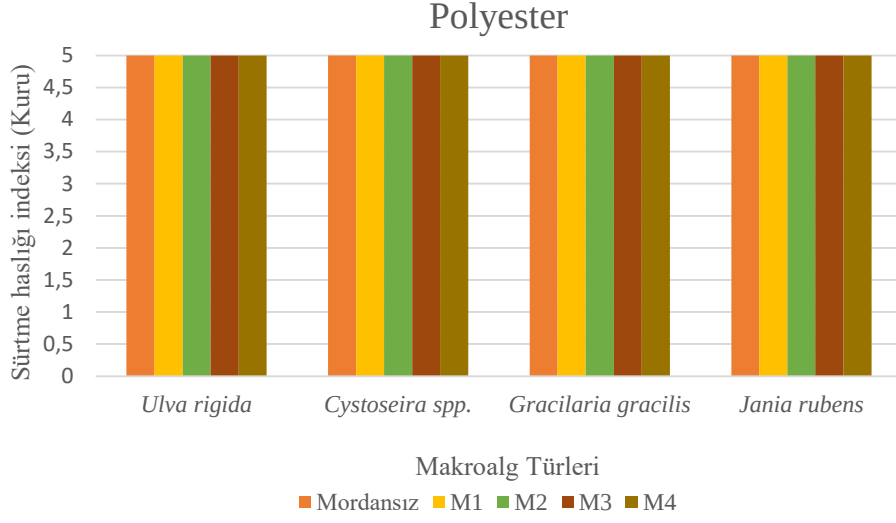
Tablo 4.37 *Jania rubens* ile boyanan polyester kumaşların sürtme haslığı değerleri

POLYESTER KUMAŞLARDA SÜRTME HASLIĞI

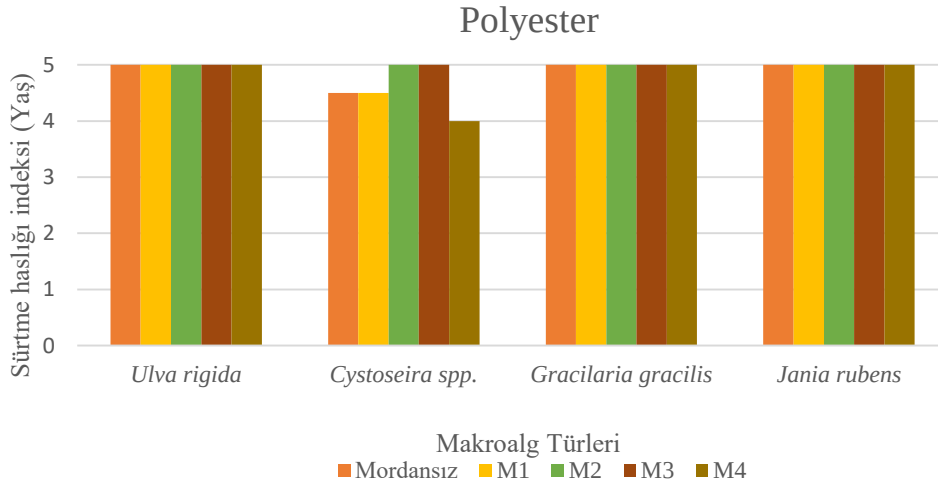
Tür	Mordan Tipi	Yaş sürtme	Kuru sürtme
<i>Jania rubens</i>	Mordansız	5	5
	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	5	5
	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	5	5
	$K_2Cr_2O_7$	5	5
	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	5	5

Sürtme haslığı gri skala indeksi: 1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)

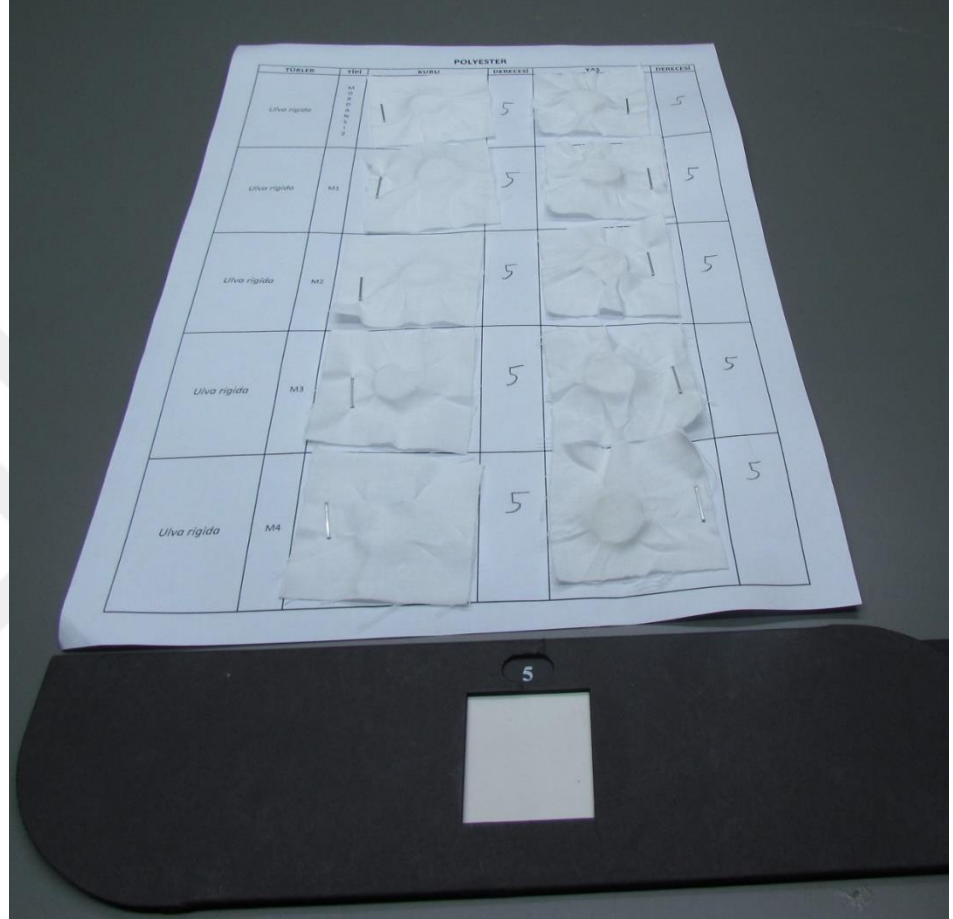
Ulva rigida, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan polyester kumaşların sürtme haslığı (kuru) indeks değerleri grafiği bir arada Şekil 4.26'da verilmiştir. *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan polyester kumaşların sürtme haslığı (yaş) indeks değerleri grafiği bir arada Şekil 4.27'de verilmiştir. Şekil 4.28'de *Ulva rigida* türünde mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanmış polyester kumaşların sürtme haslığı (yaş ve kuru) refakat bezleri a4 kağıdına zımbalanarak D65 ışık kabiniinde gri skala referansı ile değerlendirilmiştir. Şekil 4.29'da *Cystoseira spp.* türünde mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanmış polyester kumaşların sürtme haslığı (yaş ve kuru) refakat bezleri a4 kağıdına zımbalanarak D65 ışık kabiniinde gri skala referansı ile değerlendirilmiştir. Şekil 4.30'da *Gracilaria gracilis* türünde mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanmış polyester kumaşların sürtme haslığı (yaş ve kuru) refakat bezleri a4 kağıdına zımbalanarak D65 ışık kabiniinde gri skala referansı ile değerlendirilmiştir. Şekil 4.31'de *Jania rubens* türünde mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanmış polyester kumaşların sürtme haslığı (yaş ve kuru) refakat bezleri a4 kağıdına zımbalanarak D65 ışık kabiniinde gri skala referansı ile değerlendirilmiştir.



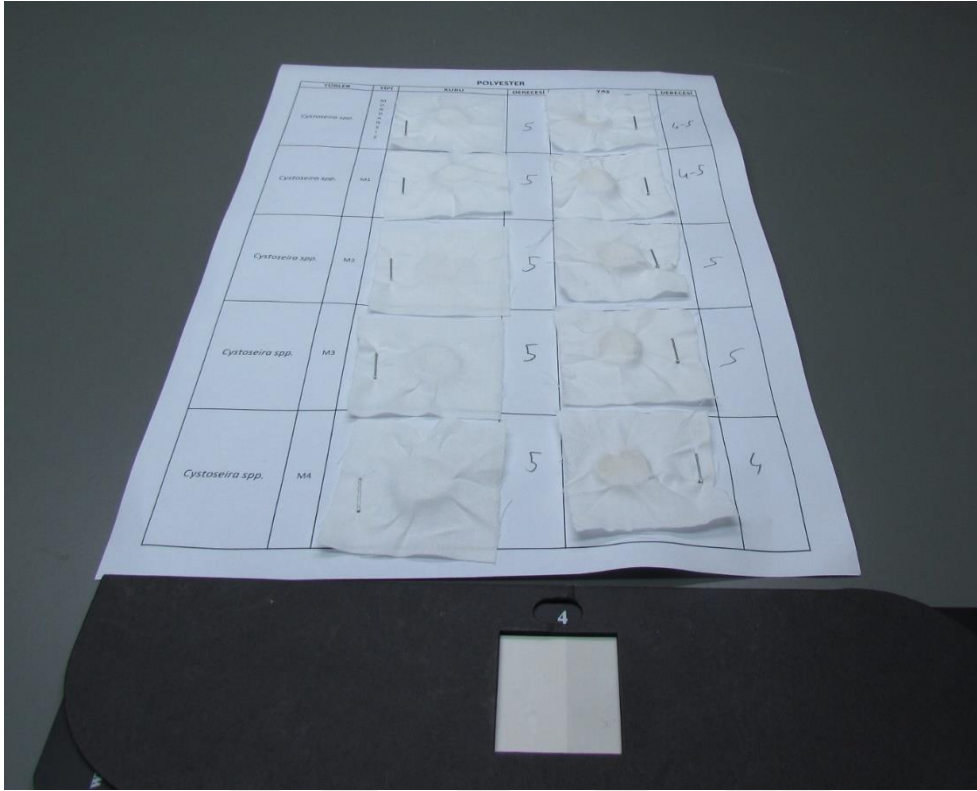
Şekil 4.26 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların sürtme haslığı (kuru) indeks değerleri (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) grafiği. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)



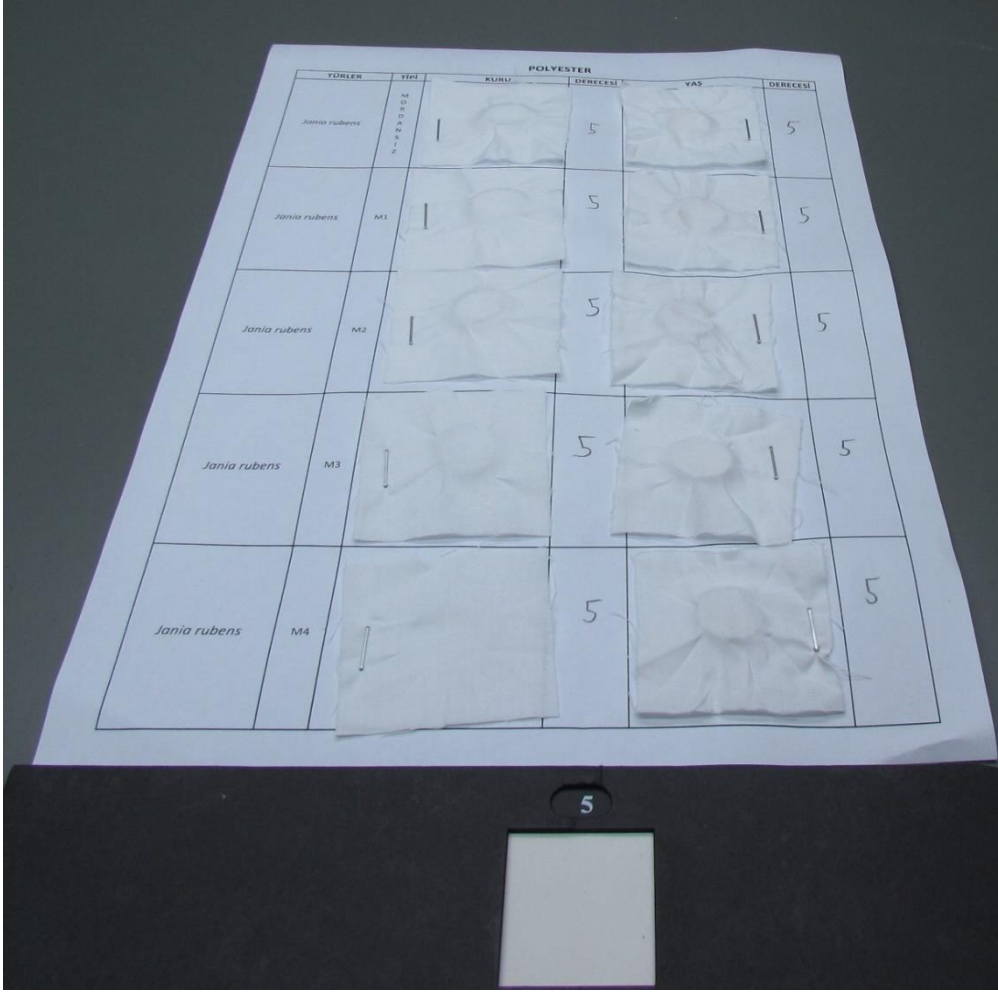
Şekil 4.27 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların sürtme haslığı (kuru) indeks değerleri (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) grafiği. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)



Şekil 4.28 *Ulva rigida* ile mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların sürtme haslığı testi sonrası gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)



Şekil 4.29 *Cystoseira spp.* ile mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların sürtme haslığı testi sonrası gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)



Şekil 4.31 *Jania rubens* ile mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların sürtme haslığı testi sonrası gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)

4.5 Yıkama haslığı

Makroalg türleriyle pamuklu, yünlü ve polyester kumaşların boyanması sonucunda elde edilen boyanmış kumaşlar üzerine yıkama (renk değişimi-lekeleme) haslığı uygulanarak veriler elde edilmiştir. Elde edilen veriler tablo ve şekil formatında düzenlenmiştir.

Gri skaladaki yıkama haslığı renk değişimi ve renk solması indeks değerleri 1'den 5'e kadar derecelendirilmiş olup, bunlar 1 (çok kötü), 1-2 (kötü-çok kötü), 3

(orta), 3-4 (orta-oldukça iyi), 4 (oldukça iyi), 4-5 (iyi-çok iyi) ve 5 (çok iyi) olarak tanımlanmıştır (TS 423-2 EN 20105-AO2; TS 423-3 EN 20105-A03).

4.5.1 Pamuklu kumaşların yıkama haslığı verileri

Pamuklu ham kumaşın *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan pamuklu kumaşların renk değişimi ve lekeleme esaslı yıkama haslığı, gri skala değerleri göz önüne alınarak ölçülmüştür.

Refakat kumaşı ile dikilen boyanmış kumaşların saf sabun deterjanıyla banyoya tabi tutulması neticesinde, refakat bezine boyanmış kumaştan lekeleme yapıldığı yönünde incelemeler gri skala ile ölçülmüştür. Renk değişimi ise yıkama haslığına tutulmamış boyanmış kumaş ile yıkama testi yapılmış kumaşın renk değişimi gri skala ile ölçülmüştür.

Yıkama haslığına tabi olan pamuklu kumaş numunelerin, yıkama haslığına tabi tutulmayan aynı numunenin gri skala ile karşılaştırılarak ölçülmesine göre renk değişimi, pamuklu kumaşlardan *Ulva rigida* ile boyanmış, mordansız numunede '4' ile iyi, boyanmış numunelerin refakat kumaşına aktardığı boya yani lekeleme '5' ile çok iyi, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede renk değişimi '3-4' ile orta-iyi, lekeleme '5' ile çok iyi, demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede renk değişimi '3-4' ile orta-iyi, lekeleme '5' ile çok iyi, potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) mordanlı numunede renk değişimi '4' ile iyi, lekeleme '5' ile çok iyi, bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede renk değişimi '3' ile orta ve lekeleme '5' ile çok iyi değerleri ölçülmüştür (Tablo 4.38).

Tablo 4.38 *Ulva rigida* ile boyanan pamuklu kumaşların yıkama haslığı değerleri

PAMUKLU KUMAŞLARDA YIKAMA HAS-
LIĞI

Tür	Mordan Tipi	Renk Değişimi	Lekeleme
<i>Ulva rigida</i>	Mordansız	4	5
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	3-4	5
	FeSO ₄ ·7H ₂ O	3-4	5
	K ₂ Cr ₂ O ₇	4	5
	CuSO ₄ ·5H ₂ O	3	5

Yıkama haslığı gri skala indeksi: 1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)

Yıkama haslığına tabi olan pamuklu kumaş numunelerin, yıkama haslığına tabi tutulmayan aynı numunenin gri skala ile karşılaştırılarak ölçülmesine göre renk değişimi, pamuklu kumaşlardan *Cystoseira spp.* ile boyanmış, mordansız numunede '4' ile iyi, boyanmış numunelerin refakat kumaşına aktardığı boya yani lekeleme '5' ile çok iyi, potasyum alüminyum sülfat (KAlSO₄·10H₂O) mordanlı numunede renk değişimi '3' ile orta, lekeleme '5' ile çok iyi, demir sülfat (FeSO₄·7H₂O) mordanlı numunede renk değişimi '3' ile orta, lekeleme '5' ile çok iyi, potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) mordanlı numunede renk değişimi '4' ile iyi, lekeleme '5' ile çok iyi ve bakır sülfat (CuSO₄·5H₂O) mordanlı numunede renk değişimi '4' ile iyi ve lekeleme '5' ile çok iyi değerleri ölçülmüştür (Tablo 4.39).

Tablo 4.39 *Cystoseira* spp. ile boyanan pamuklu kumaşların yıkama haslığı değerleri

PAMUKLU KUMAŞLARDA YIKAMA HASLIĞI

Tür	Mordan Tipi	Renk Değişimi	Lekeleme
<i>Cystoseira</i> spp.	Mordansız	4	5
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	3	5
	FeSO ₄ ·7H ₂ O	3	5
	K ₂ Cr ₂ O ₇	4	5
	CuSO ₄ ·5H ₂ O	4	5

Yıkama haslığı gri skala indeksi: 1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)

Yıkama haslığına tabi olan pamuklu kumaş numunelerin, yıkama haslığına tabi tutulmayan aynı numunenin gri skala ile karşılaştırılarak ölçülmesine göre renk değişimi, pamuklu kumaşlardan *Gracilaria gracilis* ile boyanmış, mordansız numunede ‘4-5’ ile iyi-çok iyi, boyanmış numunelerin refakat kumaşına aktardığı boya yani lekeleme ‘5’ ile çok iyi, potasyum alüminyum sülfat (KAlSO₄·10H₂O) mordanlı numunede renk değişimi ‘4-5’ ile iyi-çok iyi, lekeleme ‘5’ ile çok iyi, demir sülfat (FeSO₄·7H₂O) mordanlı numunede renk değişimi ‘5’ ile çok iyi, lekeleme ‘5’ ile çok iyi, potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) mordanlı numunede renk değişimi ‘5’ ile çok iyi, lekeleme ‘5’ ile çok iyi, bakır sülfat (CuSO₄·5H₂O) mordanlı numunede renk değişimi ‘4-5’ ile iyi-çok iyi ve lekeleme ‘5’ ile çok iyi değerleri ölçülmüştür (Tablo 4.40).

Tablo 4.40 *Gracilaria gracilis* ile boyanan pamuklu kumaşların yıkama haslığı değerleri

PAMUKLU KUMAŞLARDA YIKAMA HASLIĞI

Tür	Mordan Tipi	Renk Değişimi	Lekeleme
<i>Gracilaria gracilis</i>	Mordansız	4-5	5
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	4-5	5
	FeSO ₄ .7H ₂ O	5	5
	K ₂ Cr ₂ O ₇	5	5
	CuSO ₄ .5H ₂ O	4-5	5

Yıkama haslığı gri skala indeksi: 1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)

Yıkama haslığına tabi olan pamuklu kumaş numunelerin, yıkama haslığına tabi tutulmayan aynı numunenin gri skala ile karşılaştırılarak ölçülmesine göre renk değişimi, pamuklu kumaşlardan *Jania rubens* ile boyanmış, mordansız numunede ‘4’ ile iyi, boyanmış numunelerin refakat kumaşına aktardığı boya yani lekeleme ‘5’ ile çok iyi, potasyum alüminyum sülfat (KAlSO₄.10H₂O) mordanlı numunede renk değişimi ‘3-4’ ile orta-iyi, lekeleme ‘5’ ile çok iyi, demir sülfat (FeSO₄.7H₂O) mordanlı numunede renk değişimi ‘3’ ile orta, lekeleme ‘5’ ile çok iyi, potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) mordanlı numunede renk değişimi ‘3’ ile orta, lekeleme ‘5’ ile çok iyi, bakır sülfat (CuSO₄.5H₂O) mordanlı numunede renk değişimi ‘3-4’ ile orta-iyi ve lekeleme ‘5’ ile çok iyi değerleri ölçülmüştür (Tablo 4.41).

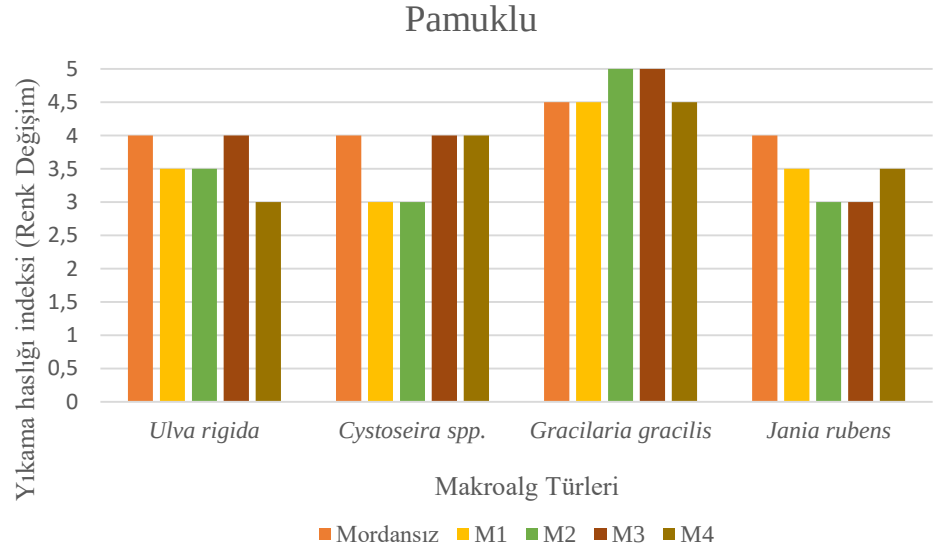
Tablo 4.41 *Jania rubens* ile boyanan pamuklu kumaşların yıkama haslığı değerleri

PAMUKLU KUMAŞLARDA YIKAMA HASLIĞI

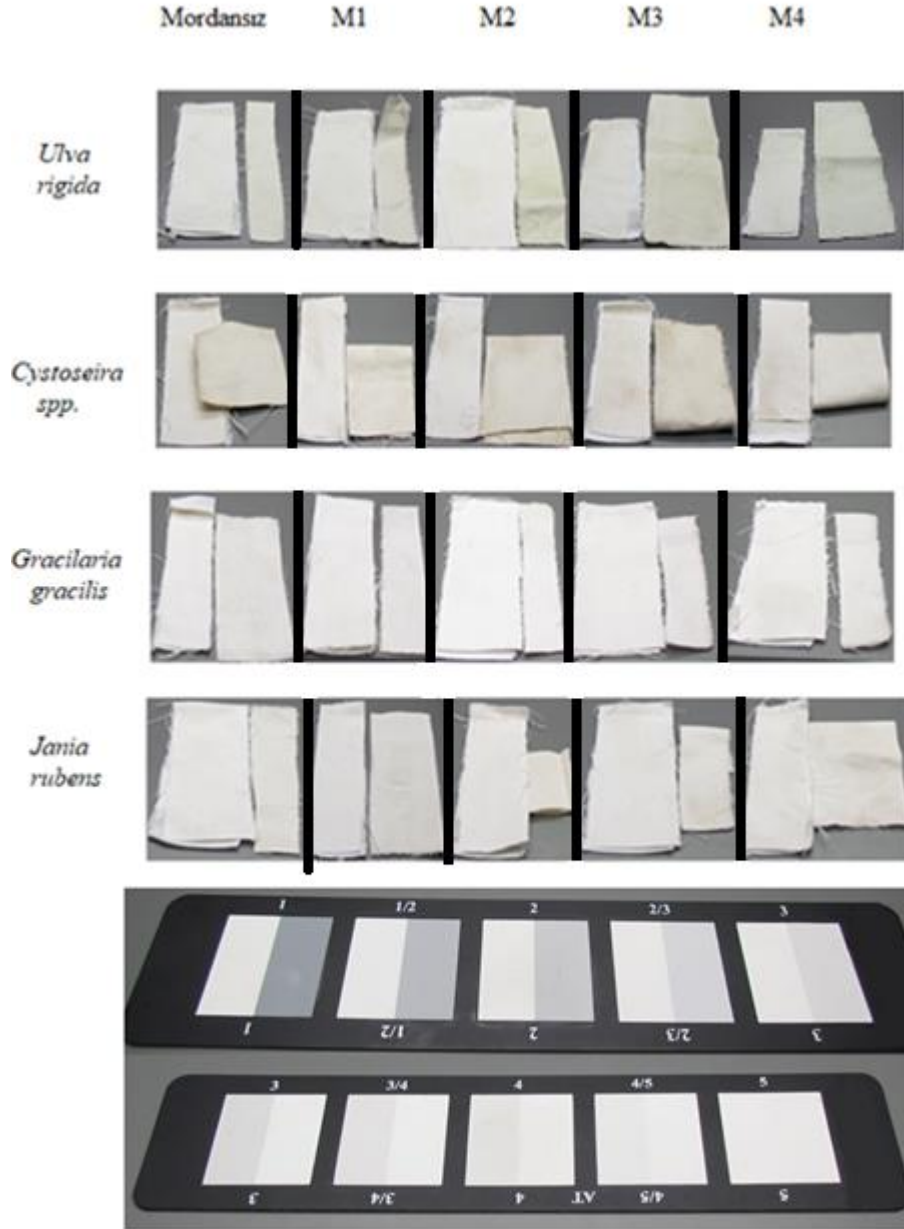
Tür	Mordan Tipi	Renk Değişimi	Lekeleme
<i>Jania rubens</i>	Mordansız	4	5
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	3-4	5
	FeSO ₄ .7H ₂ O	3	5
	K ₂ Cr ₂ O ₇	3	5
	CuSO ₄ .5H ₂ O	3-4	5

Yıkama haslığı gri skala indeksi: 1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)

Ulva rigida, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan pamuklu kumaşların yıkama haslığı (renk değişimi) indeks değerleri grafiği bir arada Şekil 4.32’de verilmiştir. Şekil 4.33’de, *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan pamuklu kumaşların yıkama haslığı (renk değişimi) yıkama haslığına tabi tutulmuş pamuklu kumaş ile yıkanma işlemine girmemiş pamuklu kumaşın gri skala referans gösterilerek bir arada verilmesi ile D65 ışık kabinde değerlendirilmiştir.



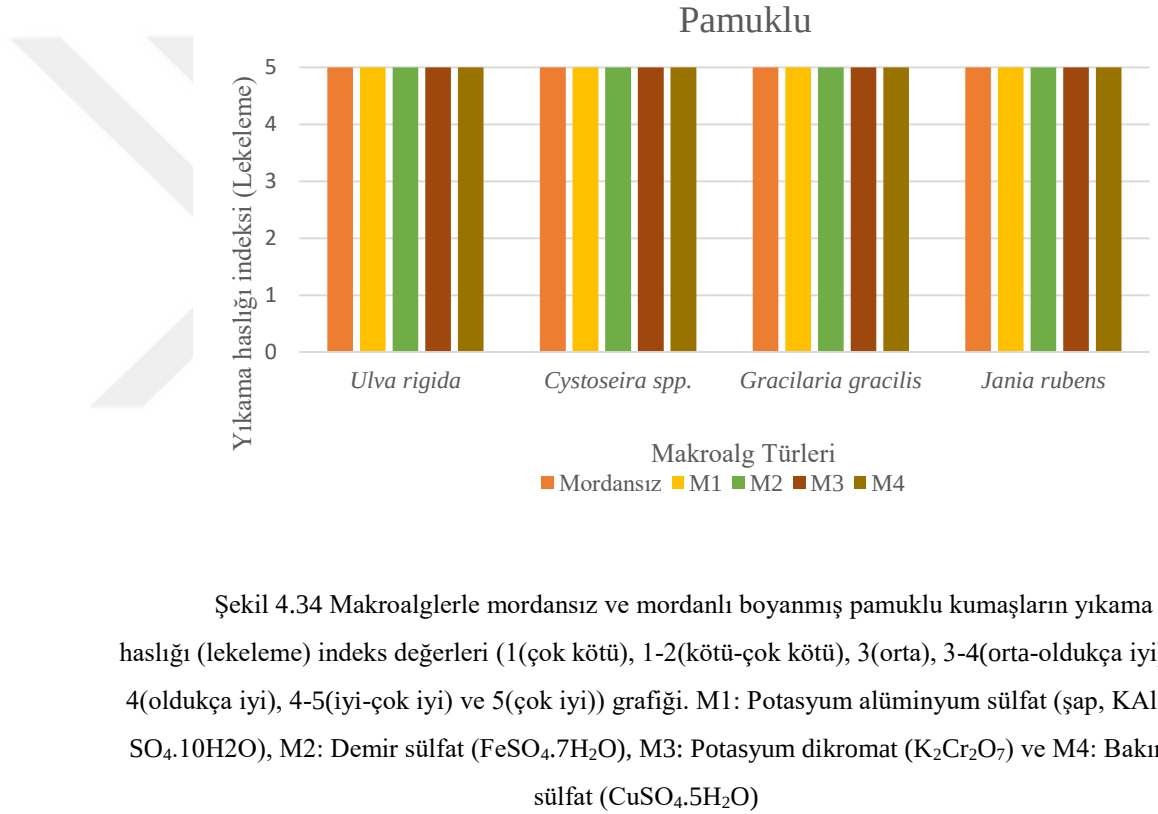
Şekil 4.32 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı renk değişimi (solma) indeks değerleri (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta- oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) grafiği. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

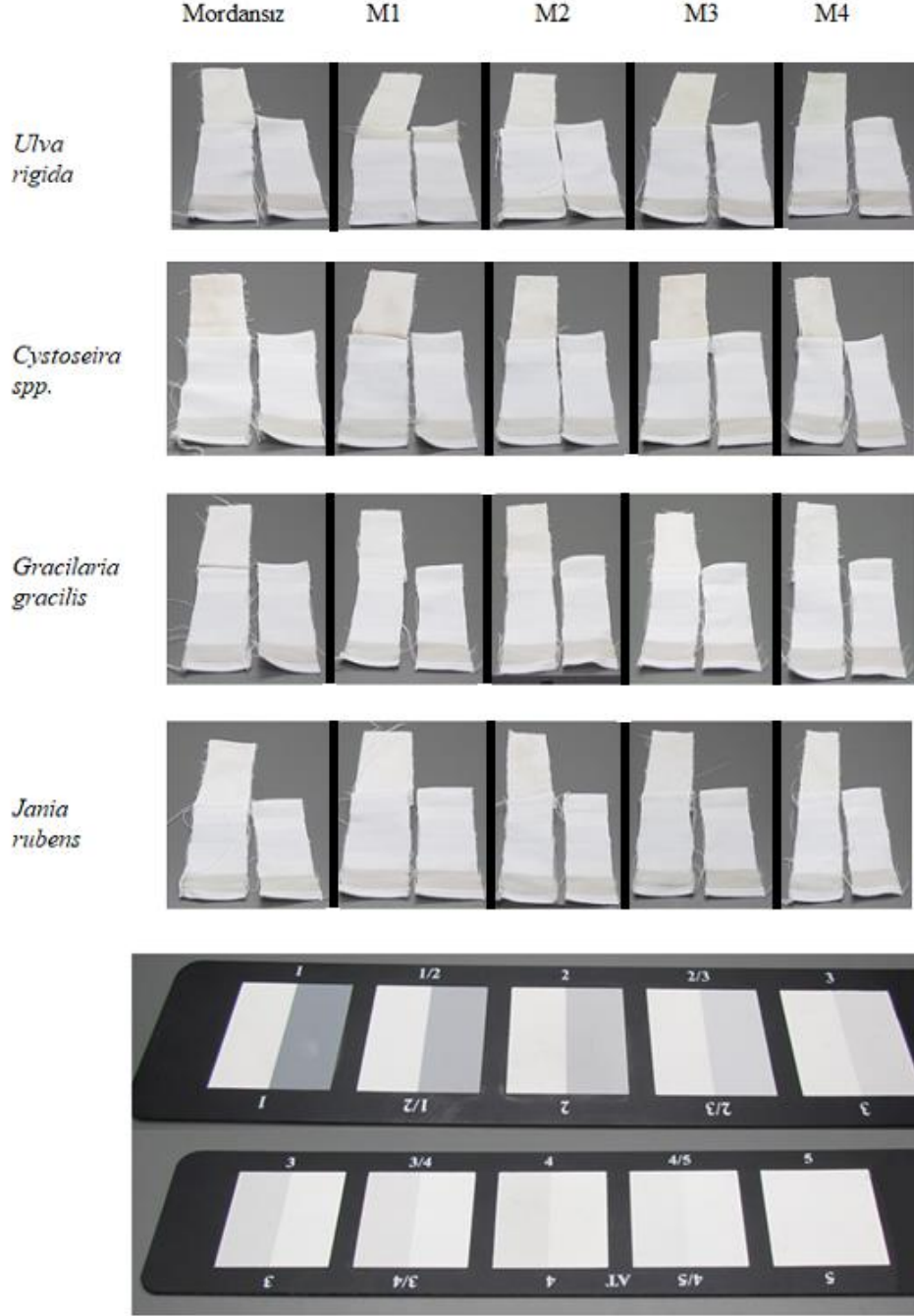


Şekil 4.33 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı renk değişiminin (solma) gri skala indeksi (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. Birleştirilmiş her karenin sağ tarafında yıkama testine sokulmamış kumaşlar ile sol tarafta yıkama testine tabi tutulmuş kumaşların renk solmalarını gri skala ile değerlendirilmesi M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

Ulva rigida, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat (Cu-

SO₄.5H₂O) mordanları ile boyanan pamuklu kumaşların yıkama haslığı (renk değişimi) indeks değerleri grafiğı bir arada Şekil 4.34’de verilmiştir. Şekil 4.35’de, *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat (KAlSO₄.10H₂O), demir sülfat (FeSO₄.7H₂O), potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) ve bakır sülfat (CuSO₄.5H₂O) mordanları ile boyanan pamuklu kumaşların yıkama haslığı (lekeleme), yıkama haslığına tabi tutulmuş ve dikilmiş çok yapılı refakat kumaşının, yıkama işlemi görmemiş çok yapılı refakat kumaşına gri skala referans gösterilerek bir arada verilmesi ile D65 ışık kabininde değerlendirilmiştir.





Şekil 4.35 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığının (lekeleme) gri skala indeksi (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. (Birleştirilmiş her karenin sağ tarafında müdahale edilmemiş çok yapılı kumaş ham refaket bezi (multi-fiber) ile sol tarafta yıkanmaya tabi tutulmuş (multi-fiber) refakat bezine boyanmış kumaşlardan boya aktarımı yani lekeleme olup olmadığı karşılaştırılabilirlik açısından gri skala ile sayısal değeri belirlenmiştir.

M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3:

Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

4.5.2 Yünlü kumaşların yıkama haslığı verileri

Yünlü ham kumaşın *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan yünlü kumaşların renk değişimi ve lekeleme esaslı yıkama haslığı, gri skala değerleri (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) göz önüne alınarak ölçülmüştür .

Yıkama haslığına tabi olan yünlü kumaş numunelerin, yıkama haslığına tabi tutulmayan aynı numunenin gri skala ile karşılaştırılarak ölçülmesine göre renk değişimi, yünlü kumaşlardan *Ulva rigida* ile boyanmış, mordansız numunede '4' ile iyi, boyanmış numunelerin refakat kumaşına aktardığı boya yani lekeleme '5' ile çok iyi, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede renk değişimi '4-5' ile iyi-çok iyi, lekeleme '5' ile çok iyi, demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede renk değişimi '4-5' ile iyi-çok iyi, lekeleme '5' ile çok iyi, potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) mordanlı numunede renk değişimi '4' ile iyi, lekeleme '5' ile çok iyi, bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede renk değişimi '4-5' ile iyi-çok iyi ve lekeleme '5' ile çok iyi değerleri ölçülmüştür (Tablo 4.42).

Tablo 4.42 *Ulva rigida* ile boyanan yünlü kumaşların yıkama haslığı değerleri

YÜNLÜ KUMAŞLARDA YIKAMA HASLIĞI

Tür	Mordan Tipi	Renk Değişimi	Lekeleme
<i>Ulva rigida</i>	Mordansız	4	5
	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	4-5	5
	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	4-5	5
	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	4	5
	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	4-5	5

Yıkama haslığı gri skala indeksi: 1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)

Yıkama haslığına tabi olan yünlü kumaş numunelerin, yıkama haslığına tabi tutulmayan aynı numunenin gri skala ile karşılaştırılarak ölçülmesine göre renk değişimi, yünlü kumaşlardan *Cystoseira spp.* ile boyanmış, mordansız numunede ‘4-5’ ile iyi-çok iyi, boyanmış numunelerin refakat kumaşına aktardığı boya yani lekeleme ‘5’ ile çok iyi, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede renk değişimi ‘5’ ile çok iyi, lekeleme ‘5’ ile çok iyi, demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede renk değişimi ‘4-5’ ile iyi-çok iyi, lekeleme ‘5’ ile çok iyi, potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) mordanlı numunede renk değişimi ‘5’ ile çok iyi, lekeleme ‘5’ ile çok iyi, bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede renk değişimi ‘5’ ile çok iyi ve lekeleme ‘5’ ile çok iyi değerleri ölçülmüştür (Tablo 4.43).

Tablo 4.43 *Cystoseira spp.* ile boyanan yünlü kumaşların yıkama haslığı değerleri

YÜNLÜ KUMAŞLARDA YIKAMA HASLIĞI

Tür	Mordan Tipi	Renk Değişimi	Lekeleme
<i>Cystoseira spp.</i>	Mordansız	4-5	5
	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	5	5
	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	4-5	5
	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	5	5
	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	5	5

Yıkama haslığı gri skala indeksi: 1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)

Yıkama haslığına tabi olan yünlü kumaş numunelerin, yıkama haslığına tabi tutulmayan aynı numunenin gri skala ile karşılaştırılarak ölçülmesine göre renk değişimi, yünlü kumaşlardan *Gracilaria gracilis* ile boyanmış, mordansız numunede ‘5’ ile çok iyi, boyanmış numunelerin refakat kumaşına aktardığı boya yani lekeleme ‘5’ ile çok iyi, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede renk değişimi ‘5’ ile çok iyi, lekeleme ‘5’ ile çok iyi, demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede renk değişimi ‘5’ ile çok iyi, lekeleme ‘5’ ile çok iyi, potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) mordanlı numunede renk değişimi ‘5’ ile çok iyi, lekeleme ‘5’ ile çok iyi, bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede renk

değişimi ‘4-5’ ile iyi-çok iyi ve lekeleme ‘5’ ile çok iyi değerleri ölçülmüştür (Tablo 4.44).

Tablo 4.44 *Gracilaria gracilis* ile boyanan yünlü kumaşların yıkama haslığı değerleri

YÜNLÜ KUMAŞLARDA YIKAMA HASLIĞI

Tür	Mordan Tipi	Renk Değişimi	Lekeleme
<i>Gracilaria gracilis</i>	Mordansız	5	5
	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	5	5
	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	5	5
	$K_2Cr_2O_7$	5	5
	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	4-5	5

Yıkama haslığı gri skala indeksi: 1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)

Yıkama haslığına tabi olan yünlü kumaş numunelerin, yıkama haslığına tabi tutulmayan aynı numunenin gri skala ile karşılaştırılarak ölçülmesine göre renk değişimi, yünlü kumaşlardan *Jania rubens* ile boyanmış, mordansız numunede ‘4-5’ ile iyi-çok iyi, boyanmış numunelerin refakat kumaşına aktardığı boya yani lekeleme ‘4-5’ ile iyi-çok iyi, potasyum alüminyum sülfat ($KAlSO_4 \cdot 10H_2O$) mordanlı numunede renk değişimi ‘4-5’ ile iyi-çok iyi, lekeleme ‘5’ ile çok iyi, demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) mordanlı numunede renk değişimi ‘4-5’ ile iyi-çok iyi, lekeleme ‘5’ ile çok iyi, potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) mordanlı numunede renk değişimi ‘5’ ile çok iyi, lekeleme ‘5’ ile çok iyi, bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) mordanlı numunede renk değişimi ‘4-5’ ile iyi-çok iyi ve lekeleme ‘5’ ile çok iyi değerleri ölçülmüştür (Tablo 4.45).

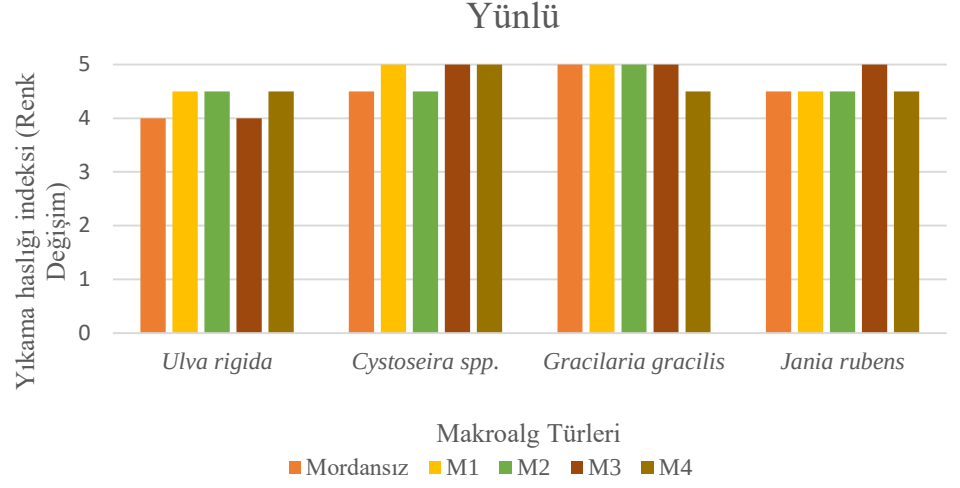
Tablo 4.45 *Jania rubens* ile boyanan ynl kumaşların yıkama haslığı değerleri

YNL KUMAşLARDA YIKAMA HASLIğI

Tr	Mordan Tipi	Renk Değişimi	Lekeleme
<i>Jania rubens</i>	Mordansız	4-5	4-5
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	4-5	5
	FeSO ₄ .7H ₂ O	4-5	5
	K ₂ Cr ₂ O ₇	5	5
	CuSO ₄ .5H ₂ O	4-5	5

Yıkama haslığı gri skala indeksi: 1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)

Ulva rigida, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat (KAlSO₄.10H₂O), demir sülfat (FeSO₄.7H₂O), potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) ve bakır sülfat (CuSO₄.5H₂O) mordanları ile boyanan ynl kumaşların yıkama haslığı (renk değişimi) indeks değerleri grafiği bir arada şekil 4.36' da verilmiştir. şekil 4.37' de, *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat (KAlSO₄.10H₂O), demir sülfat (FeSO₄.7H₂O), potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) ve bakır sülfat (CuSO₄.5H₂O) mordanları ile boyanan ynl kumaşların yıkama haslığı (renk değişimi) yıkama haslığına tabi tutulmuş ynl kumaş ile yıkanma işlemine girmemiş ynl kumaşın gri skala referans gösterilerek bir arada verilmesi ile D65 ışık kabininde değerlendirilmiştir.

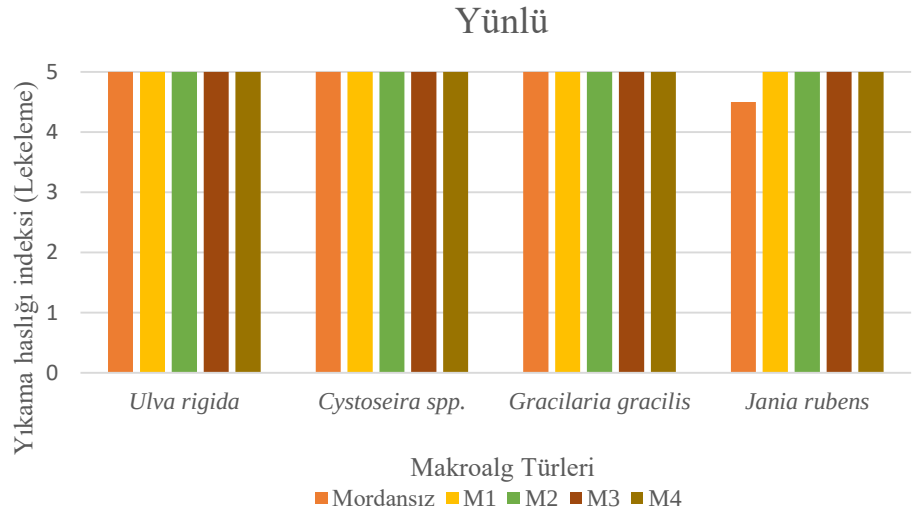


Şekil 4.36 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların yıkama haslığı renk değişimi (solma) indeks değerleri grafiği (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)). M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

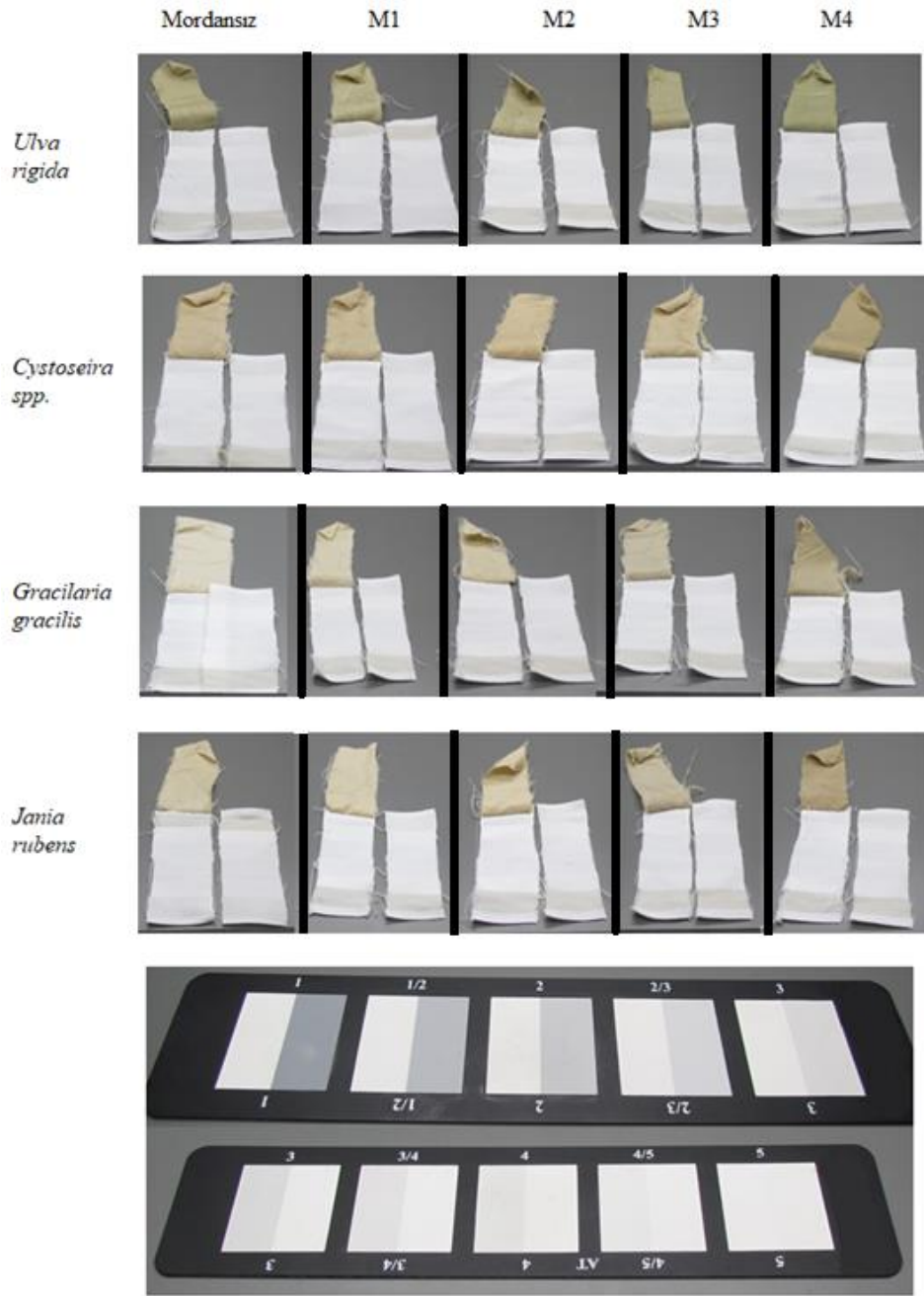


Şekil 4.37 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların yıkama haslı-
ğının renk değişimi (solma) gri skala indeksi ile karşılaştırmalı görüntüleri. Birleştirilmiş her kare-
nin sağ tarafında yıkama testine sokulmamış kumaşlar ile sol tarafta yıkama testine tabi tutulmuş
kumaşların renk solmalarını gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça
iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) ile değerlendirilmesi. M1: Potasyum alüminyum
sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$)
ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)

Ulva rigida, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan yünlü kumaşların yıkama haslığı (renk değişimi) indeks değerleri grafiği bir arada Şekil 4.38’ de verilmiştir. Şekil 4.39’ da, *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan yünlü kumaşların yıkama haslığı (lekeleme), yıkama haslığına tabi tutulmuş ve dikilmiş çok yapılı refakat kumaşının, yıkama işlemi görmemiş çok yapılı refakat kumaşına gri skala referans gösterilerek bir arada verilmesi ile D65 ışık kabininde değerlendirilmiştir.



Şekil 4.38 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların yıkama haslığı renk akması (lekeleme) indeks değerleri grafiği (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)). M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)



Şekil 4.39 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların yıkama haslı-
 ğı renk akması (lekeleme) gri skala indeksi (1( ok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-
 oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5( ok iyi)) ile karşılaştırmalı görüntüleri. (Birleşti-
 rilmiş her karenin saĝ tarafında müdahale edilmemiş çok yapılı kumaş ham refaket bezi (multi-
 fiber) ile sol tarafta yıkanmaya tabi tutulmuş (multi-fiber) refaket bezine boyanmış kumaşlardan
 baya aktarımı yani lekeleme olup olmadıĝı karşılaştırabilirlik açısından gri skala ile sayısal deĝeri
 belirlenmiştir. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

4.5.3 Polyester kumaşların yıkama haslığı verileri

Polyester ham kumaşın *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan polyester kumaşların renk değişimi ve lekeleme esaslı yıkama haslığı, gri skala değerleri (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) göz önüne alınarak ölçülmüştür

Yıkama haslığına tabi olan polyester kumaş numunelerin, yıkama haslığına tabi tutulmayan aynı numunenin gri skala ile karşılaştırılarak ölçülmesine göre renk değişimi, polyester kumaşlardan *Ulva rigida* ile boyanmış, mordansız numunede '3-4' ile orta-iyi, boyanmış numunelerin refakat kumaşına aktardığı boya yani lekeleme '5' ile çok iyi, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede renk değişimi '4-5' ile iyi-çok iyi, lekeleme '5' ile çok iyi, demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede renk değişimi '4' ile iyi, lekeleme '5' ile çok iyi, potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) mordanlı numunede renk değişimi '5' ile çok iyi, lekeleme '5' ile çok iyi, bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede renk değişimi '4-5' ile iyi-çok iyi ve lekeleme '5' ile çok iyi değerleri ölçülmüştür (Tablo 4.46).

Tablo 4.46 *Ulva rigida* ile boyanan polyester kumaşların yıkama haslığı değerleri

POLYESTER KUMAŞLARDA YIKAMA HASLIĞI

Tür	Mordan Tipi	Renk Değişimi	Lekeleme
<i>Ulva rigida</i>	Mordansız	3-4	5
	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	4-5	5
	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	4	5
	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	5	5
	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	4-5	5

Yıkama haslığı gri skala indeksi: 1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)

Yıkama haslığına tabi olan polyester kumaş numunelerin, yıkama haslığına tabi tutulmayan aynı numunenin gri skala ile karşılaştırılarak ölçülmesine göre renk değişimi, polyester kumaşlardan *Cystoseira spp.* ile boyanmış, mordansız numunede '3-4' ile orta-iyi, boyanmış numunelerin refakat kumaşına aktardığı boya yani lekeleme '5' ile çok iyi, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede renk değişimi '4-5' ile iyi-çok iyi, lekeleme '5' ile çok iyi, demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede renk değişimi '4' ile iyi, lekeleme '5' ile çok iyi, potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) mordanlı numunede renk değişimi '3-4' ile orta-iyi, lekeleme '5' ile çok iyi, bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede renk değişimi '4-5' ile iyi-çok iyi ve lekeleme '5' ile çok iyi değerleri ölçülmüştür (Tablo 4.47).

Tablo 4.47 *Cystoseira spp.* ile boyanan polyester kumaşların yıkama haslığı değerleri

POLYESTER KUMAŞLARDA YIKAMA HASLIĞI

Tür	Mordan Tipi	Renk Değişimi	Lekeleme
<i>Cystoseira spp.</i>	Mordansız	3-4	5
	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	4-5	5
	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	4	5
	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	3-4	5
	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	4-5	5

Yıkama haslığı gri skala indeksi: 1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)

Yıkama haslığına tabi olan polyester kumaş numunelerin, yıkama haslığına tabi tutulmayan aynı numunenin gri skala ile karşılaştırılarak ölçülmesine göre renk değişimi, polyester kumaşlardan *Gracilaria gracilis* ile boyanmış, mordansız numunede '4-5' ile iyi-çok iyi, boyanmış numunelerin refakat kumaşına aktardığı boya yani lekeleme '5' ile çok iyi, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede renk değişimi '5' ile çok iyi, lekeleme '5' ile çok iyi, demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) mordanlı numunede renk değişimi '5' ile çok iyi, lekeleme '5' ile çok iyi, potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) mordanlı numunede renk değişimi '5' ile çok iyi, lekeleme '5' ile çok iyi, bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanlı nu-

munede renk değişimi ‘5’ ile çok iyi ve lekeleme ‘5’ ile çok iyi değerleri ll-
müştür (Tablo 4.48)

Tablo 4.48 *Gracilaria gracilis* ile boyanan polyester kumaşların yıkama haşlığı değerleri

POLYESTER KUMAşLARDA YIKAMA HAşLIğI

Tr	Mordan Tipi	Renk Değişimi	Lekeleme
<i>Gracilaria gracilis</i>	Mordansız	4-5	5
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	5	5
	FeSO ₄ .7H ₂ O	5	5
	K ₂ Cr ₂ O ₇	5	5
	CuSO ₄ .5H ₂ O	5	5

Yıkama haşlığı gri skala indeksi: 1(ok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi),
4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(ok iyi)

Yıkama haşlığına tabi olan polyester kumaş numunelerin, yıkama haşlığına tabi tutulmayan aynı numunenin gri skala ile karşılaştırılarak llmesine göre renk değişimi, polyester kumaşlardan *Jania rubens* ile boyanmış, mordansız numunede ‘3-4’ ile orta-iyi, boyanmış numunelerin refakat kumaşına aktardığı boya yani lekeleme ‘5’ ile çok iyi, potasyum alüminyum sülfat (KAlSO₄.10H₂O) mordanlı numunede renk değişimi ‘4’ ile iyi, lekeleme ‘5’ ile çok iyi, demir sülfat (FeSO₄.7H₂O) mordanlı numunede renk değişimi ‘3’ ile orta, lekeleme ‘5’ ile çok iyi, potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) mordanlı numunede renk değişimi ‘4’ ile iyi, lekeleme ‘5’ ile çok iyi, bakır sülfat (CuSO₄.5H₂O) mordanlı numunede renk değişimi ‘3-4’ ile orta-iyi ve lekeleme ‘5’ ile çok iyi değerleri ölçülmüştür (Tablo 4.49)

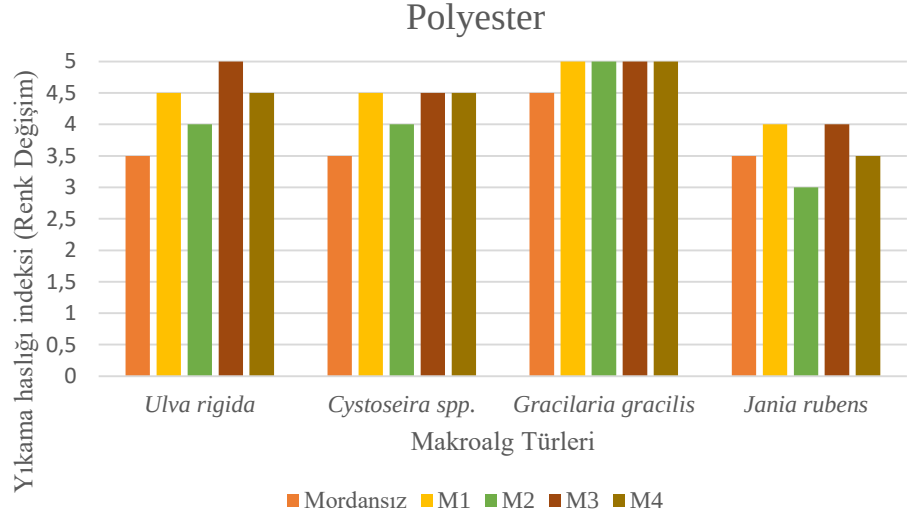
Tablo 4.49 *Jania rubens* ile boyanan polyester kumaşların yıkama haslığı değerleri

POLYESTER KUMAŞLARDA YIKAMA HASLIĞI

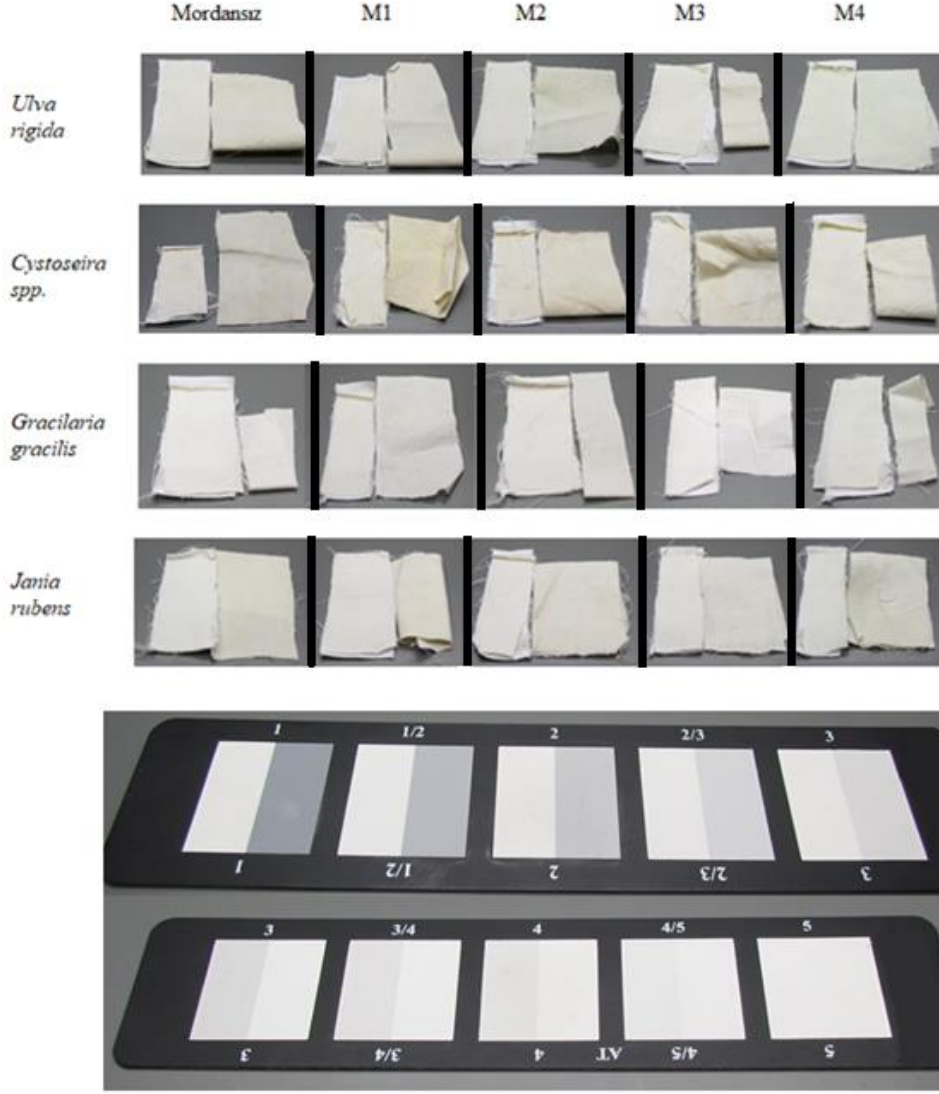
Tür	Mordan Tipi	Renk Değişimi	Lekeleme
<i>Jania rubens</i>	Mordansız	3-4	5
	KAl(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	4	5
	FeSO ₄ ·7H ₂ O	3	5
	K ₂ Cr ₂ O ₇	4	5
	CuSO ₄ ·5H ₂ O	3-4	5

Yıkama haslığı gri skala indeksi: 1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(çok iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)

Ulva rigida, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat (KAlSO₄·10H₂O), demir sülfat (FeSO₄·7H₂O), potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) ve bakır sülfat (CuSO₄·5H₂O) mordanları ile boyanan polyester kumaşların yıkama haslığı (renk değişimi) indeks değerleri grafiği bir arada Şekil 4.40' da verilmiştir. Şekil 4.41' de, *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat (KAlSO₄·10H₂O), demir sülfat (FeSO₄·7H₂O), potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) ve bakır sülfat (CuSO₄·5H₂O) mordanları ile boyanan polyester kumaşların yıkama haslığı (renk değişimi) yıkama haslığına tabi tutulmuş polyester kumaş ile yıkanma işlemine girmemiş polyester kumaşın gri skala referans gösterilerek bir arada verilmesi ile D65 ışık kabinde değerlendirilmiştir.



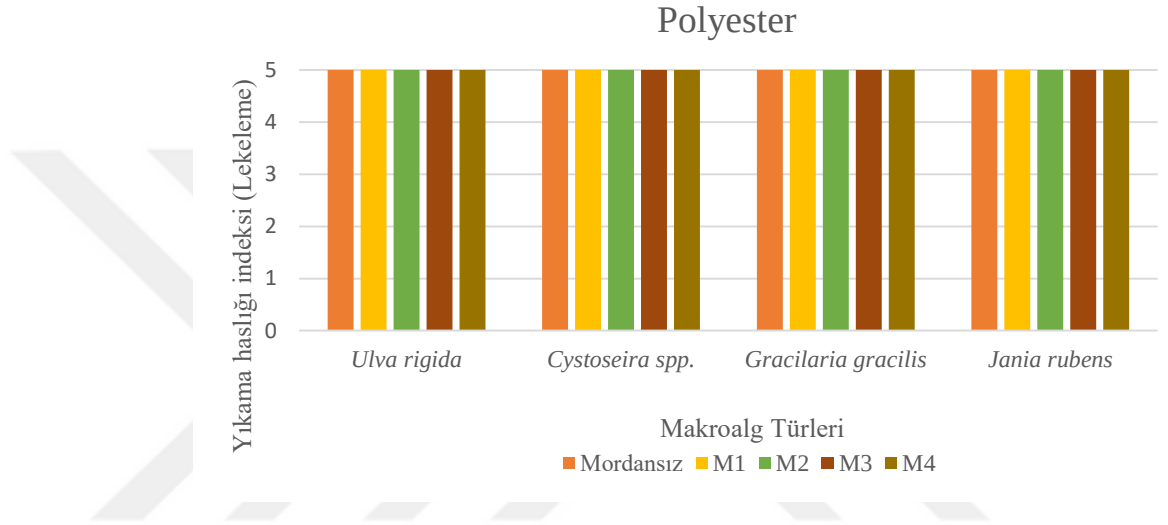
şekil 4.40 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların yıkama haslığı (solma) indeks değerleri (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) grafiği. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)



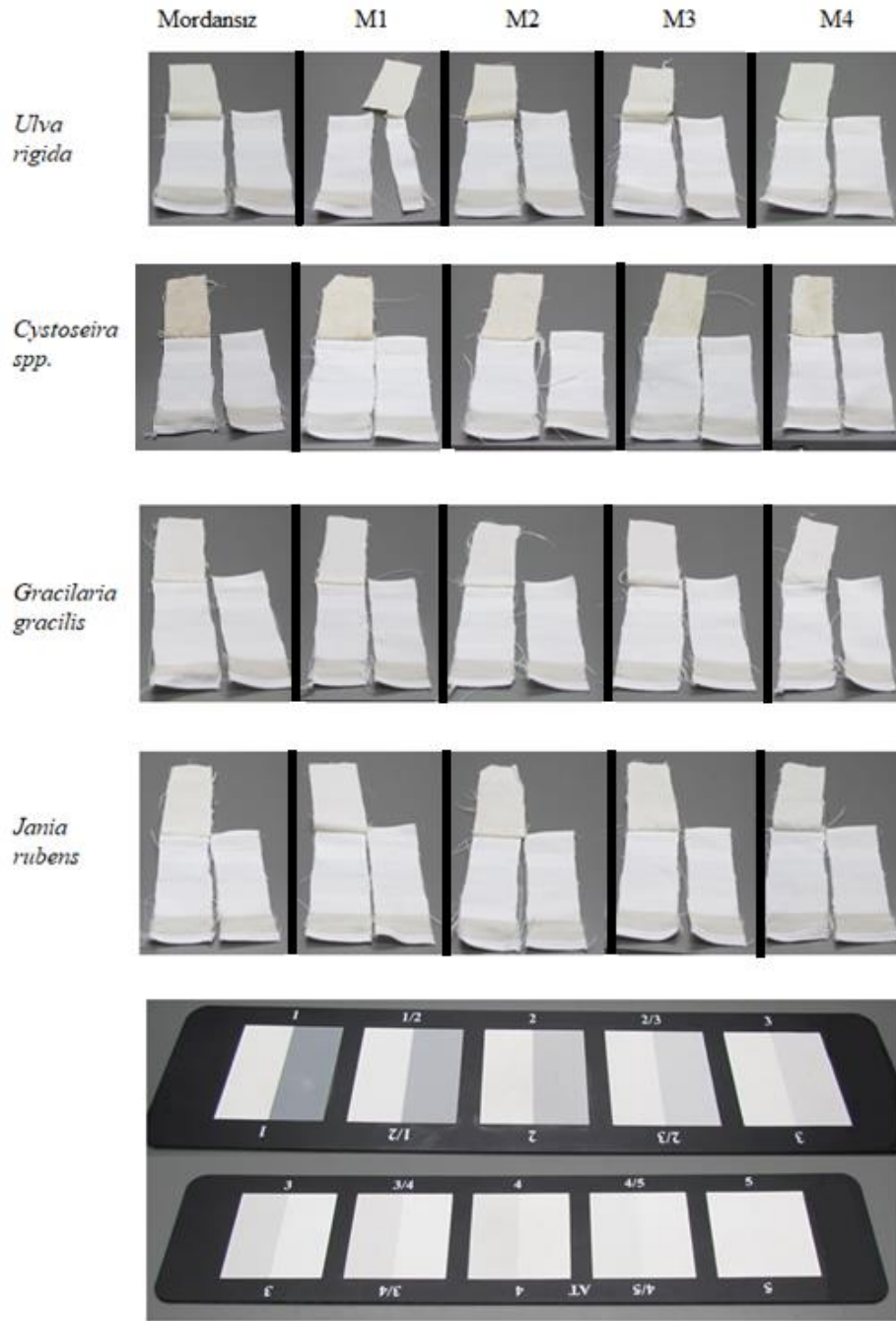
Şekil 4.41 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların yıkama haslığı renk değişimi (solma) gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) indeksi ile karşılaştırmalı görüntüleri. Birleştirilmiş her karenin sağ tarafında yıkama testine sokulmamış kumaşlar ile sol tarafta yıkama testine tabi tutulmuş kumaşların renk solmalarını gri skala ile değerlendirilmesi M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

Ulva rigida, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan polyester kumaşların yıkama haslığı (renk değişimi) indeks değerleri grafiği bir arada Şekil 4.42’ de verilmiştir. Şekil 4.43’

de, *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türleri üzerinden mordansız, potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanları ile boyanan polyester kumaşların yıkama haslığı (lekeleme), yıkama haslığına tabi tutulmuş ve dikilmiş çok yapılı refakat kumaşının, yıkama işlemi görmemiş çok yapılı refakat kumaşına gri skala referans gösterilerek bir arada verilmesi ile D65 ışık kabinde değerlendirilmiştir.



Şekil 4.42 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların yıkama haslığı renk akması (lekeleme) indeks değerleri grafiği (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta-oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)). M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)



Şekil 4.43 Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların yıkama haslığı renk akması (lekeleme) gri skala (1(çok kötü), 1-2(kötü-çok kötü), 3(orta), 3-4(orta- oldukça iyi), 4(oldukça iyi), 4-5(iyi-çok iyi) ve 5(çok iyi)) indeksi ile karşılaştırmalı görüntüleri. (Birleştirilmiş her karenin sağ tarafında müdahale edilmemiş çok yapılı kumaş ham refakat bezi (multi-fiber) ile sol tarafta yıkanmaya tabi tutulmuş (multi-fiber) refakat bezine boyanmış kumaşlardan baya aktarımı yani lekeleme olup olmadığı karşılaştırılabilirlik açısından gri skala ile sayısal değeri belirlenmiştir. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), M2: Demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), M3: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ve M4: Bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)

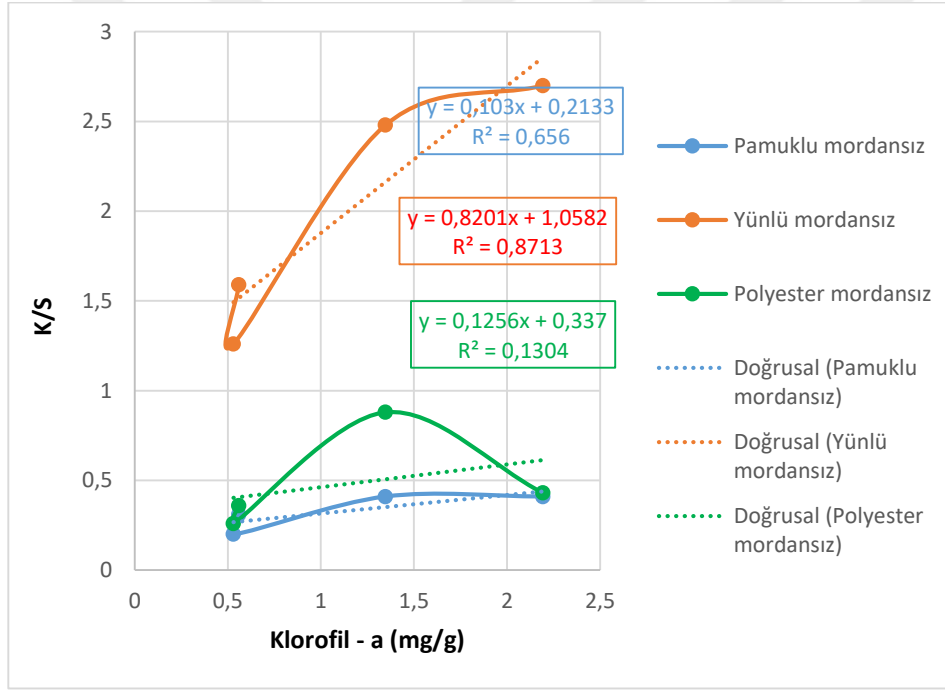
4.6 Regresyon analizi

Makroalg türlerinin pigment miktarları ile makroalg boyalı kumaştaki renk verimlilikleri arasında bir ilgi regresyon analizleri ile elde edilen denklemler ve regresyon katsayılarından hesaplanmıştır. Tablo 4.50’de bu doğrusal ilişki makroalglerdeki pigment maddeleri olan klorofil-*a* ve toplam karotenoid ile kumaşların mordansız ve mordanlı boyanmasında elde edilen renk verimi (K/S) arasındaki ilişkileri göstermektedir.

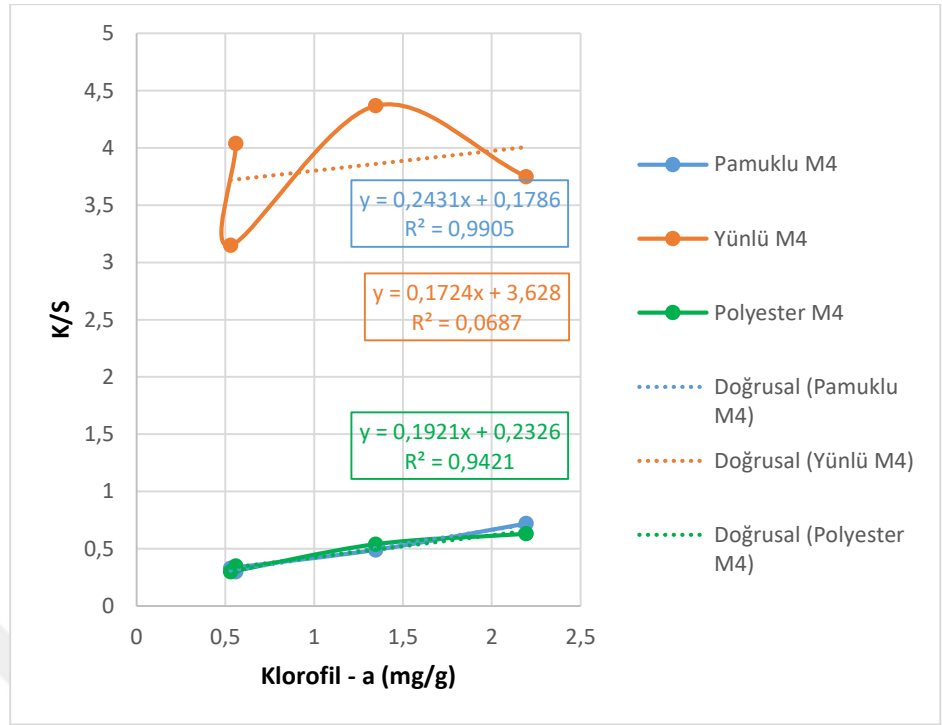
Tablo 4.50 Makroalglerdeki pigment maddeleri olan klorofil-*a* ve toplam karotenoid ile kumaşların mordansız ve mordanlı boyanmasında elde edilen renk verimi (K/S) arasındaki ilişkileri gösteren regresyon denklemleri ve regresyon katsayıları. M1: Potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), M2: Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), M3: Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

Kumaş türleri	Mordanlar	Klorofil - <i>a</i>		Toplam Karotenoid	
		Regresyon denklemi ($y = ax + b$)	Regresyon katsayısı (R^2)	Regresyon denklemi ($y = ax + b$)	Regresyon katsayısı (R^2)
Pamuklu	Mordansız	$y = 0,103x + 0,2133$	$R^2 = 0,656$	$y = 0,3834x + 0,2272$	$R^2 = 0,7377$
	M1	$y = 0,1144x + 0,1701$	$R^2 = 0,3884$	$y = 0,413x + 0,1891$	$R^2 = 0,4108$
	M2	$y = 0,1847x + 0,1061$	$R^2 = 0,8651$	$y = 0,6487x + 0,1419$	$R^2 = 0,8653$
	M3	$y = 0,1909x + 0,1565$	$R^2 = 0,5142$	$y = 0,6753x + 0,1921$	$R^2 = 0,522$
	M4	$y = 0,2431x + 0,1786$	$R^2 = 0,9905$	$y = 0,8397x + 0,2294$	$R^2 = 0,9588$
Yünlü	Mordansız	$y = 0,8201x + 1,0582$	$R^2 = 0,8713$	$y = 2,9355x + 1,2014$	$R^2 = 0,9059$
	M1	$y = 0,6607x + 1,2026$	$R^2 = 0,8711$	$y = 2,3582x + 1,3199$	$R^2 = 0,9004$
	M2	$y = 1,1454x + 0,9191$	$R^2 = 0,9847$	$y = 4,0515x + 1,1324$	$R^2 = 0,9997$
	M3	$y = 0,8711x + 1,8091$	$R^2 = 0,9964$	$y = 3,0567x + 1,9781$	$R^2 = 0,9955$
	M4	$y = 0,1724x + 3,628$	$R^2 = 0,0687$	$y = 0,8027x + 3,6071$	$R^2 = 0,1209$
Polyester	Mordansız	$y = 0,1256x + 0,337$	$R^2 = 0,1304$	$y = 0,4727x + 0,3527$	$R^2 = 0,1497$
	M1	$y = 0,1808x + 0,2557$	$R^2 = 0,4988$	$y = 0,6337x + 0,291$	$R^2 = 0,4972$
	M2	$y = 0,0839x + 0,2929$	$R^2 = 0,3922$	$y = 0,3225x + 0,3014$	$R^2 = 0,4702$
	M3	$y = 0,0773x + 0,3005$	$R^2 = 0,3174$	$y = 0,2465x + 0,3223$	$R^2 = 0,2622$
	M4	$y = 0,1921x + 0,2326$	$R^2 = 0,9421$	$y = 0,6812x + 0,2679$	$R^2 = 0,9607$

Mordansız boyamalarda en iyi renk performansı pamuklu ve polyester kumaşlara göre yünlü kumaşların boyanmasında elde edilirken, mordanlı boyamalarda ise en iyi renk verimliliği bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, M4) ile yünlü kumaşların boyanmasında elde edilmiştir. Bunlar Şekil 4.44 de makroalglerle mordansız boyanmış pamuklu, yünlü ve polyester kumaşların klorofil-*a* ile renk verimi (K/S) arasındaki regresyon analizinden görülürken, Şekil 4.45 de ise makroalglerle bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanı (M4) ile boyanmış pamuklu, yünlü ve polyester kumaşların klorofil-*a* ile renk verimi (K/S) arasındaki regresyon ilişkisini göstermektedir.



Şekil 4.44 Makroalglerle mordansız boyanmış pamuklu, yünlü ve polyester kumaşların klorofil-*a* ile renk verimi (K/S) arasındaki regresyon analizi.



Şekil 4.45 Makroalglerle bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanlı (M4) boyanmış pamuklu, yünlü ve polyester kumaşların klorofil-a ile renk verimi (K/S) arasındaki regresyon analizi.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

5.1 Makroalg pigment sonuçları

Makroalg türleri olan *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* türlerinin klorofil-*a* ve toplam karotenoid pigment miktarları (mg/g) arasındaki ilişkiler Şekil 5.1 de verilmiştir. Şekil 5.1 den görüleceği üzere klorofil-*a* ve toplam karotenoid miktarlarının *Ulva rigida*'dan *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens*'e doğru incelendiğinde doğrusal azalan bir ilişki tespit edilmiştir. *Ulva rigida*'nın klorofil-*a* miktarı diğerlerine göre sırası ile yaklaşık %38,60, %414 ve %392 daha yüksek çıkmıştır. Öte yandan, *Cystoseira spp.*, nin klorofil-*a* miktarının *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens*'e göre sırası ile %254 ve %240 daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* arasında da klorofil-*a* değerleri açısından önemli bir farklılık olmadığı görülmüştür. Klorofil-*a* değerlerinin makroalg türlerine göre farklılık gösterdiği ve bunun nedeninin algin moleküler yapısı ile ilgili olduğu söylenebilir. Ayrıca, Yiğitkurt ve arkadaşlarının (2020) yaptıkları bir çalışmada makroalg pigment miktarın çevrenin ekstrem durumlarından örneğin deniz suyunun tuzluluk oranı, sıcaklığı, besin maddeleri ve yoğun ışınım değişimlerinden etkilendiği ve yüksek oranda pigment üretimine neden olduğu öne sürülmüştür. Makroalg pigment analizinde göz önüne alınan klorofil-*a* ve toplam karotenoid miktarlarının *Ulva rigida*' dan *Cystoseira spp.*, *Jania rubens* ve *Gracilaria gracilis*'e doğru azalma göstermesi alg türünden ve bu türlerin genetik yapısından ve daha önemlisi çevrenin koşullarının etkilenmesinden kaynaklandığı ifade edilmiştir (Yiğitkurt vd., 2020). *Ulva rigida*'nın toplam karotenoid miktarı *Cystoseira spp.*, *Jania rubens* ve *Gracilaria gracilis*'e göre sırasıyla yaklaşık %41,19, %867 ve %417 daha yüksek çıkmıştır. Öte yandan, *Cystoseira spp.*, nin toplam karotenoid miktarının *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* 'e göre sırası ile %510 ve %245 daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. *Jania rubens* ise *Gracilaria gracilis*'dan %208 daha fazla toplam karotenoid miktarına sahip olduğu belirlenmiştir. Toplam karotenoid değerlerinin makroalg türlerine göre farklılık gösterdiği ve bunun nedeninin algin moleküler yapısı ile ilgili olduğu tahmin edilmekle birlikte bu konuda gelecekte selüloz esaslı makroalg yapısının birim hücre esaslı daha detaylı çalışmalara gereksinim olduğu söylenebilir.

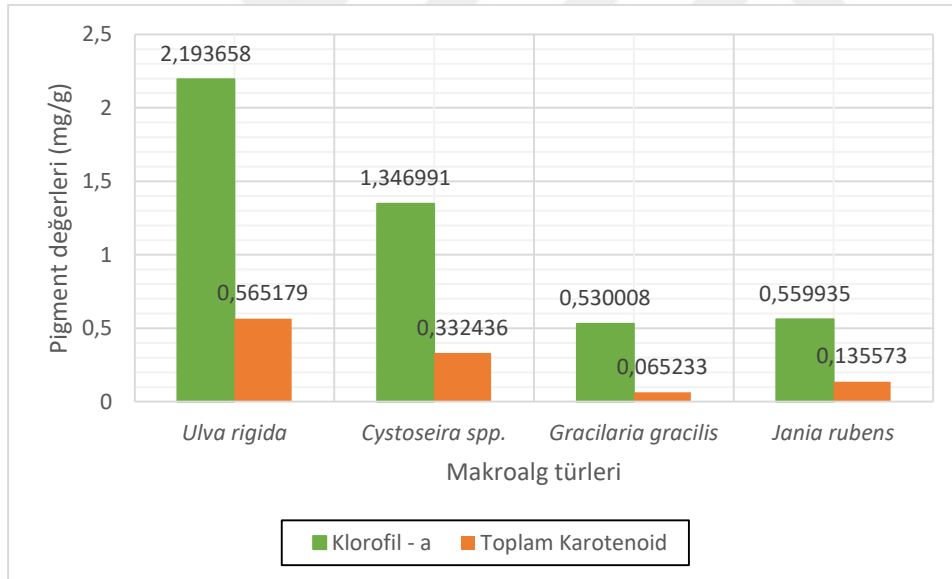
Makroalg türleri olan *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens*'deki klorofil-*a*'nın, bunların toplam karotenoid'den sırası ile %384, %409, %815 ve %400 daha yüksek değerler gösterdiği tespit edilmiştir. Bunun sebebinin makroalg türlerindeki moleküler yapıdaki farklılık, ki bunun kompleks fotosentez reaksiyonları örneğin ışık-aydınlık ve karbon-karanlık reaksiyonlar (Yetişir, 2018) ve bunların yetiştirme koşullarındaki farklılıklarla özellikle güneş enerjisi, deniz suyu ve deniz suyundaki karbondioksit ile ilgili olduğu ileri sürülmüştür (Yiğitkurt vd., 2020). Ayrıca, toplam karotenoid in klorofil-*a*' yı moleküller seviyede desteklemesi (güneş ışığını absorbe ederek) ve bunların parçalanmasını (güneş ışığı ve oksijen etkisi ile) önlemesi gibi fonksiyonlarından dolayı daha az değer gösterdiği, ancak bu konuda ileride daha detaylı verilerle destekli çalışmalara gereksinim olduğu sonucuna varılmıştır.

Çeşitli asidik ve bazik özellikli solüsyonlarda, ekstrakt edilmiş makroalg tozları boyama işlemine tabi tutulmuş bu türler *Sargassum muticum*, *Iyngaria stellata*, *Colpomenia sinuosa* ve *Laurencia obtusa* 'dır. Yapılan karşılaştırmalar sonucu renk verimliliği yapılan bu çalışmadaki makroalgler *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* ile yeşil, kahverengi ve kırmızı alglerin pigment varlıklarının aynı özellikleri olması tür farklılıklarında göz ardı edilebilirliği arttırmış oluyor ancak bazı makroalg türlerinin yapısında bulunan ikinci metabolitler kumaş ile boya arasında bağ özelliklerini güçlü ve zayıf olarak etki-leyebilmektedir örneğin; kahverengi alg türü olan *Cystoseira spp.* pamuk ve polyesterde öngürülmedik biçimde renk tonlamasında diğer türlere göre daha iyi sonuç vermiştir bunun nedeninin kahverengi alglere özgü bulunan aljinat maddesi olduğu bağlamı yapılabilir.

Yapılan bir çalışmada, bu çalışma ile aynı pigment analizi metodu yapılmış olup *Ulva rigida* klorofil-*a* değeriyle $0,185 \pm 0,012$ mg/g olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmadaki *Ulva rigida* pigment miktarından neredeyse 12 kat düşük değer göstermiştir. Aynı çalışmada $0,232 \pm 0,029$ mg/g değeriyle *Cystoseira sp.* toplam karotenoid değerini vermiştir, bu çalışmadaki *Cystoseira sp.* ile 1,5 kat az değer vermiştir. *Gracilaria gracilis* klorofil-*a* miktarı $0,053$ mg/g değeri ile bu çalışmadaki değer karşılaştırıldığında ise 10 kat daha az değer sonucu verdiği görülmüştür (Yiğitkurt vd., 2020).

Yapılan bir çalışmada *Ulva rigida* ve *Cystoseira sp.* klorofil-*a* miktarları Jeffery ve Humprey (1975) formülüne göre, toplam karotenoid miktarları ise Strickland ve Parsons (1972)'in metoduna göre uygulanan pigment analizinde *Ulva rigida* türünde klorofil-*a* 0.727 ± 0.410 (g kg⁻¹ fw) ve toplam karotenoid değeri 0.170 ± 0.087 (g kg⁻¹ fw) olarak ölçülmüştür. *Cystoseira sp.* türünde klorofil-*a* 1.418 ± 0.344 (g kg⁻¹ fw) ve toplam karotenoid değeri 0.268 ± 0.031 (g kg⁻¹ fw) olarak ölçülmüştür (Ünüböl, 2008). Bu metodların bu çalışmadaki pigment analizi metoduna göre farklı olmasına karşın klorofil-*a* değerleri toplam karotenoid değerlerinden fazla olduğu her iki çalışmada da görülmüştür.

Doğal boyar maddeleri oluşturan başta klorofil ve karotenoid pigmentleri abiyotik ortamlardan çok kolay etkilenip madde yapısında molekülleri bozunabilmektedir, bunların başlıca kaynakları bazı asitler, oksijen ve ışık pigment molekülünde hızlı bir şekilde oksidasyonu arttırabilmektedir (Cubas et al., 2008).



Şekil 5.1 Makroalg türleri, Klorofil-*a* ve Toplam karotenoid pigment miktarları ilişkisini gösteren grafik

5.2 Makroalg spektrofotometre sonuçları

Makroalg türleri olan *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* ile mordansız ve farklı mordanlarla boyanmış pamuklu kumaşların renk verimliliği tartışılmıştır. Mordansız boyamalarda *Ulva rigida* ve *Cystoseira spp.*'nin renk veriminin birbirleri ile aynı, ancak *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens*' e göre sırası ile 2 kat ve 1,3 kat daha yüksek çıkmıştır (Bkz. Şekil 4.1). Bunun nedeninin makroalglerdeki pigment miktarı ile (Bkz. Şekil 4.44) ilgili olduğu ve orantılı olarak renk verimliliğini etkilediği sonucuna varılmıştır. Mordan maddeleri ile ki bunlar potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, M1), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, M2), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, M3) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, M4) ile 100°C de ve 60 dk boyama koşullarında boyanan pamuklu kumaşların renk verimliliğinde mordansızlara göre bariz bir artış olduğu elde edilen verilerden gözlenmiştir. Bakır sülfatın diğer mordanlara göre daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Mordan maddelerinin makroalgle selüloz esaslı pamuklu kumaşların boyanmasında renk verimliliğini belirli bir derecede iyileştirdiği sonucuna varılmıştır. Mordanlı boyamada makroalg türleri üzerinden değerlendirildiğinde ise renk veriminin alglerdeki pigment miktarları ile hem klorofil-a ve hem de karotenoid açısından orantılı olarak etkilendiği tespit edilmiştir.

Makroalg türleri olan *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* ile mordansız ve farklı mordanlarla boyanmış yünlü kumaşların renk verimliliği tartışılmıştır. Mordansız boyamalarda *Ulva rigida* nin renk veriminin *Cystoseira spp.*'den %8,15, ancak *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens*' e göre sırası ile 2,14 kat ve 1,7 kat daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca, *Cystoseira spp.*'nin renk veriminin *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* ' e göre sırası ile 1,97 kat ve 1,56 kat daha yüksek çıktığı tespit edilmiştir (Bkz. Şekil 4.2). Bunun nedeninin makroalglerdeki pigment miktarı ile ilgili olduğu ve orantılı olarak renk verimliliğini etkilediği sonucuna varılmıştır (Bkz. Şekil 4.44). Mordan maddeleri ile ki bunlar potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, M1), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, M2), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, M3) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, M4) ile 100 °C de ve 60 dk. boyama koşullarında boyanan protein esaslı yünlü kumaşların renk verimliliğinde mordansızlara göre özellikle potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, M3) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, M4) göz önüne alındığında önemli bir artış

olduğu elde edilen verilerden gözlenmiştir (Bkz. Şekil 4.2). Bakır sülfat ile potasyum dikromat ve bir derecede demir sülfatın potasyum alüminyum sülfata göre daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Mordan maddelerinin makroalgle protein esaslı yünlü kumaşların boyanmasında renk verimliliğini önemli bir derecede iyileştirdiği sonucuna varılmıştır. Mordanlı boyamada makroalg türleri üzerinden değerlendirildiğinde ise renk veriminin alglerdeki pigment miktarları ile hem klorofil-a ve hem de karotenoid açısından orantılı olarak etkilendiği tespit edilmiştir.

Mordansız boyamalarda *Cystoseira spp.*'nin renk veriminin *Ulva rigida*'den 2,04 kat, aynı zamanda *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens*'e göre sırası ile yaklaşık 3,39 kat ve 2,44 kat daha yüksek çıkmıştır (Bkz. Şekil 4.3). Bunun nedeninin makroalglerdeki pigment miktarı ile ilgili olduğu ve orantılı olarak renk verimliliğini etkilediği sonucuna varılmıştır (Bkz. Şekil 4.44). Mordan maddeleri ile ki bunlar potasyum alüminyum sülfat ($KAlSO_4 \cdot 10H_2O$, M1), demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$, M2), potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$, M3) ve bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$, M4) ile 100 °C de ve 60 dk. boyama koşullarında boyanan pamuklu kumaşların renk verimliliğinde mordansızlara göre *Cystoseira spp.* dışında düşük bir artış olduğu tespit edilmiştir. Bakır sülfatın diğer mordanlara göre bir miktar daha iyi sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Mordan maddelerinin makroalgle ester esaslı termoplastik polyester kumaşların boyanmasında renk verimliliğinde kayda değer tutarlı bir iyileştirme elde edilmemiştir. Mordanlı boyamada makroalg türleri üzerinden değerlendirildiğinde ise renk veriminin alglerdeki pigment miktarları ile hem klorofil-a ve hem de toplam karotenoid açısından orantılı olarak etkilendiği anlaşılmıştır.

Yayınlanan bir makalede kırmızı alg türü olan *Gracilaria vermiculophylla* doğal boyar madde olarak yün ve pamuk esaslı kumaşlarda denemeler yapılmış, fikobiliproteinlerin sıcaklık ile protein ve bu sebeple pigment yapısının bozulması dikkate alınarak stabilizör maddesi olarak amonyum sülfat malzemesi eklenmiş ve genelde mayalama işlemleri için kullanılan krem tartar kullanılmış olup mordanlama öncesi 85°C° çözeltiye tabi tutulmuştur bunun nedeni boyanın kumaşa emilimini güçlendirmek. Boyama için sıcaklık değeri 50° olarak tutulmuştur. Bu işlemler sonucunda K/S değeri *Gracilaria vermiculophylla* türünde 24 olarak çıkmıştır (Ferrandiz et al., 2016). Bu çalışma sonucunda *Gracilaria* genusu için birlikte

mordanlama ile yapılan en yüksek K/S değeri Bakır sülfat ile 3,15 değerinde olmuştur, makalede yapılan çalışma sonucunu mordan öncesi uygulama ve kullanılan krem tartar – amonyum sülfat etkiyi güçlendirmiş olabilir, ayrıca yaptığımız çalışmada birlikte mordanlama ile kumaş ağırlığının %3 oranında ilave edildi ancak makaledeki çalışmada %20 oranın amonyum sülfat ve %6 krem tartar maddenin kullanılması ve mordanlama öncesi %6 ile krem tartar solüsyonu ile kumaşa muamele edilmesi ölçülen K/S değerinin bu çalışmada *Gracilaria* genusu için 8 kat fazla iyi renk verimlilik sonucu çıkmasını sağladığı düşünülmektedir. Renk analizi olarak kıyaslandığında CIE renk uzay sistemindeki koordinat değerlerinde renk tonunun sarı renge karşılık geldiği görülmüş ayrıca bu çalışmadaki koyuluk değeri Ferrandiz ve arkadaşlarının (2016) yaptıkları çalışmadaki koyuluk açıklık değerinden çok daha koyu çıktığı görülmüştür.

Malezya sahillerinden toplanan *Sargassum* sp. kurutularak metanol çözgeni kullanılmıştır. Bu çalışmada boyama metoduyla yakınlık göstermekle birlikte aynı phylum'da olan *Cystoseira* spp. yani kahverengi alg perspektifinde incelendiğinde her iki çalışmanın mordansız boyanmış ürünlerinde *Cystoseira* spp. türünün *Sargassum* sp. türüne nazaran daha iyi renk verimliliği değeri verdiği saptanmış olup renk tonlarında benzerlik göstermiştir (Kadir et al., 2016).

Farklı bileşen konsantrasyonların; alkali, organik, etanolik, metolonik ve su çözgenleri kullanılarak oluşturulan doğal boyar maddesi için *Cladophora glomerata* ekstrakte edilmiştir. Pamuk esaslı kumaşların doğal boyar ile boyanması sonuçlarına göre su ile yapılan ekstraktan daha iyi sonuç veren çeşitli konsantrasyonlardaki NaOH olmuştur ancak su ile ekstrakte edilmiş olan numunenin renk verimliliği yani K/S değeri 1,00 iken NaOH ile ekstrakte edilmiş ve boyanmış numunelerin K/S değerleri 1,60-1,70 arasında olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmada yapılan yeşil alg grubunda bulunan *Ulva rigida* ile karşılaştırıldığında 0,41-0,72 K/S değeri gözlenmiştir. Bu sonuç pamuk kumaşların boyama esnasındaki ekstre edilmesinde kullanılan solüsyonların boyama verimliliğini değiştirdiği görülmektedir.

Gracilaria sp. ile boyama işleminde mordanlama öncesinde krem tartar ile pamuk kumaşın boya alımını arttırması amaçlanmıştır. Sentetik ve doğal boyar

maddesinin karşılaştırılmasının yapılacağı çalışmada boya macununa reçite, sabitleyici malzeme ve kıvamlaştırıcı maddeler eklenip baskı işlemi sonucunda numunenin açık pembe olması durumunu sağlamıştır ayrıca K/S değeri 11-24 arası değer ile oldukça iyi sonuç vermiş olup bunun nedeninin mordanlama öncesi testinin yapılması ve baskı boya macununa reçine, sabitleyici ve kıvam arttırıcı olduğu belirlenmiştir ancak yapılan araştırmalarda reçite ve fazla miktarda katkı maddesinin baskı-boyama işlemine tabi tutulması kumaş yapısının dejenere olmasına yol açabilmektedir (Moldovan et al., 2017a).

Bir başka çalışmada yaptığı denemeler pamuk kumaşının *Gracilaria gracilis* ve *Gracilaria cornea* türleri ile baskı-boyaması arasında karşılaştırma yapılmasıyla ilgilidir. Önceki çalışmasındaki aynı metodları kullanan (Moldovan et al., 2017a) *Gracilaria cornea* türünün bu katkı maddelerine cevap veremediği ve pigment maddesini koruyamayıp açık pembe görünüm veren *Gracilaria gracilis* türüne karşılık sarımsı kahverengi renk tonunu verdiği görülmektedir (Moldovan et al., 2017b). Bu sonuç pigment maddelerin barındığı her bir tür için kendi biyokimyasal yapısı üzerinde deneme ve araştırmalar yapılması gerektiğini göz önüne koymaktadır.

Farklı doğal boyar ekstrakt ortamlarından elde edilen pamuk kumaşların boyanması saf su, sodyum hidroksit ve asetik asit ortamların ekstrakt ve renk ürünlerinin yüzdelik değerleri ölçülmüş olup *Stoechospermum marginatum* kahverengi alg türünün K/S değeri 0,00-0,19 arasında olması şaşırtıcı bir sonuç olarak gözümüze çarpmıştır (Rani et al., 2020).

El-Khatib ve arkadaşları (2016) mordanlama öncesi çalışmalarında çevreci olan kitosan ve tanik asit kullanmışlardır ve yün halılarda kullanılan kumaşları maliyeti ve işlem süresini azaltmak için mikrodalgada boyama işlemine tabi tutulmuştur. *Spirogyra sp.* ile yapılan boyama işleminde boya konsantrasyonu ve zaman arttıkça renk verimliliği K/S değerinin arttığı görülmüştür ayrıca mordansız ve mordanlama öncesi kullanılan maddeler olan kitosan ve tanik asidin içerisinde en iyi renk verimliliği sonucunu mordanlama öncesi tanik asit ile yapıldığı görülmüştür ayrıca antimikrobiyal üzerine de çalışma yapılmıştır, bu sonuçlara

göre *Staphylococcus aureus* (G+) bakterisinin kitosan ile mordanlama öncesi yapılmış yün esaslı kumaşlarında %90 oranında azaldığı görülmüştür.

Azeem ve arkadaşları (2019) dört farklı deniz alglerinin pamuklu dokuma kumaşının boyama verimi üzerine bir araştırma yürütmüşlerdir. Boyamada kullanılan algler kahverengi algler (*Iyengaria stellata*, *Sargassum muticum*, *Colpomenia sinuosa*) ve kırmızı alg (*Laurencia obtuse*) olarak seçilmiştir. Araştırma, %4 kostik soda ve %80 aseton solventinin alglerin ekstraksiyonunda kullanımının pamuklu kumaşın boyanmasında en yüksek boya verimi ile sonuçlandığını göstermiştir. Kırmızı algden (*Laurencia obtuse*) en iyi boyama verimi elde edilmiştir. Alglerin mordanlı boyamalarında demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ve tanik asid ($\text{C}_{76}\text{H}_{52}\text{O}_{46}$) en iyi sonucu vererek kumaş üzerinde renklerin koyu tonlarının elde edilmesi sağlanmıştır. Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR) grafiklerinden alg ekstraksiyonundaki fenol bileşenlerinin boyanın selüloz esaslı lifin amorf bölgesinde tutunmasında rol oynadığı sonucuna varılmıştır. Başka bir çalışmada mikroalglerin (*Chlorella vulgaris* ve *Sphaerocystis Schroeteri*) tekstil atıksuların arıtılmasında özellikle renklerinin giderilmesinde uygun maliyetli bir yöntem olduğu öne sürülmüştür (Ezenweani ve Kadiri, 2017).

Mir ve arkadaşları (2021) yeşil deniz algleri (*Cladophora glomerata*) kullanarak bunların biyokütleleri üzerinden pamuklu dokuma kumaşların boyanabilme özellikleri üzerine bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Yeşil algler deniz kıyısından toplanıp, kurutulmuş ve ekstre edilerek metal tuzlarının mordan olarak kullanılması ile kumaşlar boyanmıştır. Çalışma sonucunda %2 sodyum hidroksitin (NaOH) 45 dakikada, 75°C sıcaklık ve pH 9'da etkin yeşil alglerin pamuklu kumaşla boyanmasında optimum koşullar olduğu saptanmıştır. Çözeltiye %4 NaCl eklenmesinin pamuklu dokuma kumaşta farklı yeşil renk tonları ve tanik asidin de renk derinliğini etkilediği anlaşılmıştır.

Yünlü kumaşta mordansız ve mordanlı makroalg ile boyamada diğer kumaşlara göre yüksek renk verimi elde edilme nedeni yünlü kumaştaki proetin esaslı lifin amorf bölgesinin (%70) kristalin bölgesinden (%30) yüksek olması ve makroalg pigment molekülünün özellikle klorofil-a'nın kendine lifin amorf bölgesinde yer bulmasıdır. Aksine olarak, pamuklu kumaşta kullanılan selüloz esaslı lifle-

rin amorf bölgesi (%30-35) kristalin bölgesine (%70-75) göre düşük olması nedeni ile pigment molekülleri kendilerine daha sınırlı bölge bulmaktadırlar ve bu da bunların renk verimini olumsuz yönde etkilemektedir. Benzer durum polyester kumaşta kullanılan ester esaslı lifler için de geçerlidir. Bunların amorf bölgesi (%50) ve kristalin bölgesi (%50) birbirine eşdeğer olup kristalin bölgeleri sıkı düzende paketlenen için boya moleküllerini üzerlerine alması sınırlı olmaktadır.

Boyamada mordanın kullanılması bütün kumaş türlerinde renk verimliliğini genel olarak iyileştirmiştir. Bunun temel nedeni fonksiyonel grupların kullanımı ile bu gruplar üzerinden kendine lif yüzeyinde ya da lifin kristalin bölgesine bağlanabilmeleri olarak göz önüne alınmıştır.

5.3 Makroalg boyalı kumaş haslıkları

5.3.1 Işık haslıkları

Makroalg türleri ile mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların ışık haslığı indeks değerleri ve makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların ışık haslığı testi sonrası mavi skala ile karşılaştırmalı görüntüleri üzerinden tartışılmıştır.

Mordansız pamuklu kumaşların boyanmasında elde edilen ışık haslık değerleri çok kötü (1) olarak değerlendirilmiştir. Mordanlı boyamalarda ise *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* türlerinin ışık haslıkları birbirleri ile benzer ancak *Ulva rigida* ve *Cystoseira spp.*'e göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, M2), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, M3) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, M4) mordanları potasyum alüminyum sülfat ($\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, M1)'a göre daha iyi ışık haslığı değeri göstermiştir (Bkz. Şekil 4.8). Özellikle, bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, M4) mordanlı boyamada en yüksek ışık haslığı olan oldukça iyi (4) mavi skala indeks değerine sahip olduğu belirlenmiştir (Bkz. Şekil 4.9). Bunun nedeninin mordansız boyamada UV ışığının makroalg pigmentleri bozarak lif-pigment bağlarını zayıflatması yapıdan uzaklaştırması, mordanlı boyamada ise mordan maddesi üzerinden pigmentin selüloz lifi ile daha güçlü bağ yapması nedeni ile UV ışığına direnç göstermesi olarak yorumlanmıştır.

Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların ışık haslılığı indeks değerleri tartışılmıştır. Mordansız yünlü kumaşların boyanmasında *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalg türlerinin ışık haslık değerleri kötü ya da orta (2-3) çıkmış olup *Ulva rigida*'dan daha iyi sonuç olarak göz önüne alınmıştır (Bkz. Şekil 4.10, Şekil 4.11). Mordanlı boyamalarda *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* nin ışık haslıkları birbirlerine yakın ve oldukça iyi yada (4) iyi (5) değerler vermiş olup, özellikle bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, M4) mordanı en iyi UV direnç değerine sahiptir. Bunun nedeninin mordansız boyamada UV ışığının makroalg pigmentleri bozarak lif-pigment bağlarını zayıflatması yapıdan uzaklaştırması, mordanlı boyamada ise mordan maddesi üzerinden pigmentin protein esaslı lif ile daha güçlü bağ yapması nedeni ile UV ışığına direnç göstermesi olarak yorumlanmıştır.

Makroalglerle mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların ışık haslılığı indeks değerleri tartışılmıştır. Mordansız polyester kumaşların boyanmasında elde edilen ışık haslık değerleri çok kötü(1) yada kötü (2) çıkmıştır. Mordanlı boyamalarda ise *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* nin ışık haslıkları birbirleri ile bir derece benzer ancak *Ulva rigida* ve *Cystoseira spp.*'e göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Özellikle, *Jania rubens* alginde potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, M3), bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, M4) ve demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, M2) mordanları ile *Gracilaria gracilis* alginde potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, M3) ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, M4) mordanları ile boyama polyester kumaşın ışık haslığını iyileştirmiştir (Bkz Şekil 4.12, Şekil 4.13). Bunun nedeninin mordansız boyamada UV ışığının makroalg pigmentleri bozarak lif-pigment bağlarını zayıflatması ve yapıdan uzaklaştırması, mordanlı boyamada ise mordan maddesi üzerinden pigmentin polyester lifi ile daha güçlü bağ yapması nedeni ile UV ışığına direnç göstermesi olarak yorumlanmıştır.

Mordansız boyamalarda yünlü kumaşın ışık haslılığı pamuklu ve polyester kumaşlara göre bir derece daha iyi performans göstermiştir (Şekil 5.4). Mordanlı boyamalarda (özellikle bakır sülfat) ise yünlü kumaşın ve bir derece de pamuklu kumaşın ışık haslık değerlerinde belirgin bir iyileşme sağlanırken polyester kumaşlarda bu iyileşmenin sağlanamadığı Şekil 5.5' den de görülmektedir. Bunun nedeni mordansız boyamada UV ışığının makroalg pigmentleri bozarak lif-

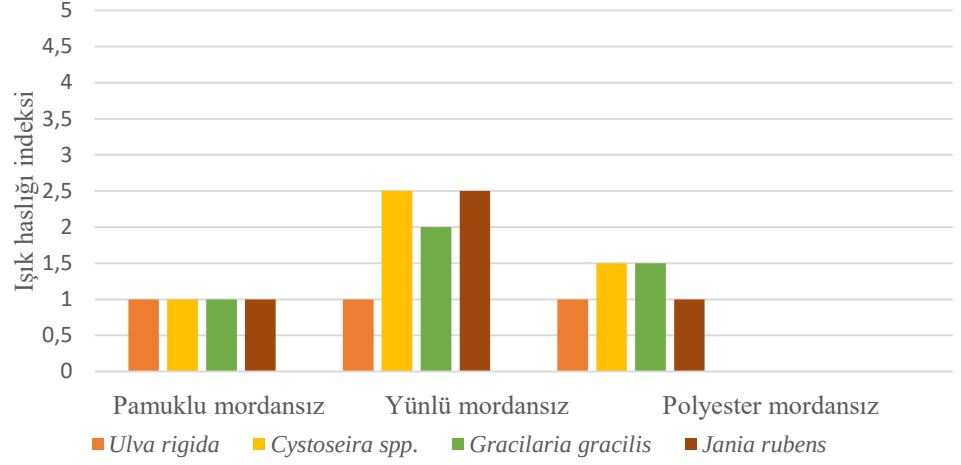
pigment bağlarını zayıflatarak yapıdan uzaklaştırması, mordanlı boyamada ise mordan maddesinin bir derece UV ışığına karşı direnç göstermesi olarak yorumlanmıştır.

Yapılan bir diğer akuatik bitki sınıfı ile deneme araştırmasında makroalg türlerinden *Ulva lactuca* ve *Gracilaria gracilis* ve mikroalg türler olan *Chlorella vulgaris*, *Porphyridium cruentum* ve *Haematococcus pluvialis* ile pigmentler ekstrakte edilerek boyama işlemleri gerçekleştirilmiş ve ışık haslığı testlerinde bulunmuştur buna göre; makroalg türleri olan *Gracilaria gracilis* ve *Ulva lactuca* mikroalg türlerine nazaran ‘4-5’ (iyi-çok iyi) gri skala değeri ile daha iyi sonuç verdiği görülmüştür (Bayraktar ve Kızılkaya, 2018).

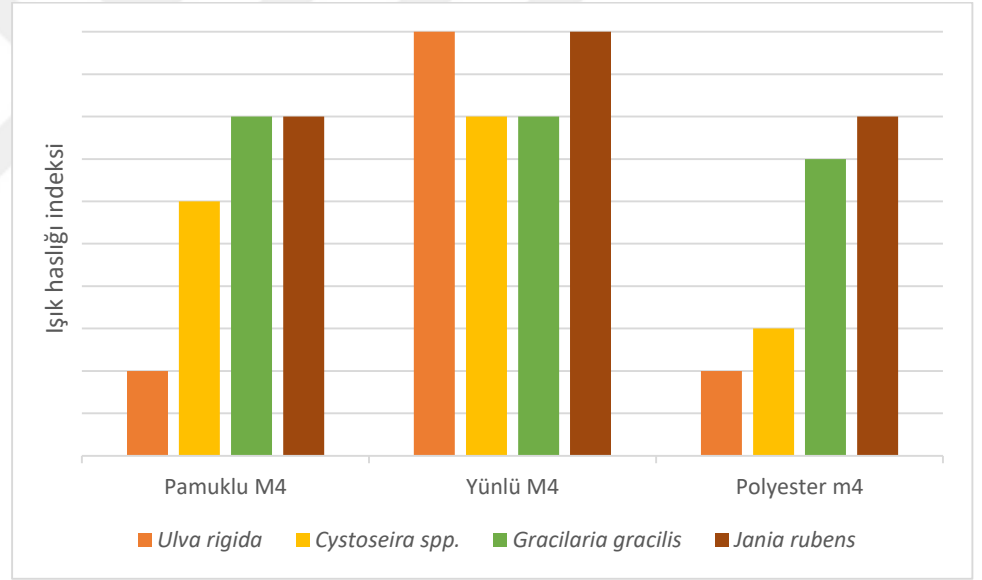
Doğal boyar maddeleri ile yapılan çalışmalarda, ortak sorun olarak ışık haslığındaki kötü sonuçlar oluşturmaktadır, bu sorunun çözümü için Gözütok’un (2017) yapmış olduğu çalışmada optik beyazlatıcı, UV tutucu, titanyum dioksit (TiO_2), hidrojen peroksit (H_2O_2), sodyum ditiyonit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$), sodyum karbonat (Na_2CO_3) ve tartarik asit ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$) ayrı ayrı metodlar dahilinde kullanılmıştır ve iyi sonuçların verdiği gözlenmiştir (Gözütok, 2017).

Yapılan bir çalışmada *Cladophora glomerata* yeşil alg türünün pamuklu kumaşlarla mordanlama öncesi ve mordanlama sonrası ile yapılan boyamalar neticesinde potasyum alüminyum sülfat (şap, $\text{KAlSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), ve bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ışık haslık değerleri ‘3-4’ arasında değerler ile bu çalışmadaki yeşil alg sınıfında olan *Ulva rigida* ‘1-2’ arasında değerler olarak daha kötü sonuçları almıştır. (Mir et al., 2021).

Khatib ve arkadaşları (2016), yün kumaşları *Spirogyra sp.* yeşil makroalgi mordansız boyama sonucu ışık haslığı mavi skala değerini ‘5’ (çok iyi) değerini almıştır. Bu çalışmada ise yeşil makroalg olan *Ulva rigida* mordansız ışık haslığı mavi skala değeri ‘1’ (çok kötü) ile değerlendirilmiş olup Khatib ve arkadaşları *Spirogyra sp.* türünden oldukça iyi ışık haslığı sonucu almıştır (El-Khatib, Ali ve El-Mohamedy, 2016).



Şekil 5.2 Makroalglerle mordansız boyanmış pamuklu, yünlü ve polyester kumaşların ışık haslığı indeks değerlerinin kıyaslamalı gösterimi.



Şekil 5.3 Makroalglerle bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mordanlı (M4) boyanmış pamuklu, yünlü ve polyester kumaşların ışık haslığı indeks değerlerinin kıyaslamalı gösterimi. M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

5.3.2 Sürtme haslıkları

Ulva rigida, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalgler türleri mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların sürtme haslığı kuru ve yaş indeks değerleri grafiği tartışılmıştır. Mordansız ve mordanlı pamuklu kumaş bo-

yamalarında *Ulva rigida*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens*'de kuru ve yaş sürtme haslık değerleri birbirine yakın ve çok iyi (5) çıkmış *Cystoseira spp.*'de ise iyi ya da iyi-orta arası değer göstermiştir (Bkz. Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16, Şekil 4.17, Şekil 4.18, Şekil 4.19). Boyalı kumaş yüzeyine mekanik sürtme etkisinin boyanın kumaş yapısından uzaklaştırılmasında mordandan bağımsız olarak etkin olmadığı sonucuna varılmıştır.

Ulva rigida, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalgler türleri mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların sürtme haslığı kuru ve yaş indeks değerleri grafiği tartışılmıştır. Mordansız ve mordanlı yünlü kumaş boyamalarında *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens*'de kuru sürtme haslık değerleri birbirlerine eşdeğer ve çok iyi (5) çıkmış olup yaş sürtme haslık değerleri ise *Ulva rigida* ve *Jania rubens*'de çok iyi (5) ancak *Gracilaria gracilis* ve *Cystoseira spp.*'de ise iyi ya da iyi-orta arası değer göstermiştir (Bkz. Şekil 4.20, Şekil 4.21, Şekil 4.22, Şekil 4.23, Şekil 4.24, Şekil 4.25). Boyalı kumaş yüzeyine mekanik sürtme etkisinin boyanın kumaş yapısından uzaklaştırılmasında kuru sürtme de mordandan bağımsız olarak etkin olmadığı ancak yaş sürtmede bir derece etkin olduğu sonucuna varılmıştır.

Ulva rigida, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalgler türleri mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların sürtme haslığı kuru ve yaş indeks değerleri grafiği tartışılmıştır. Mordansız ve mordanlı polyester kumaş boyamalarında *Ulva rigida*, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens*'de kuru ve yaş sürtme haslık değerleri birbirine eşdeğer ve çok iyi (5) çıkmış olup *Cystoseira spp.*'nin kuru sürtme haslığı çok iyi (5) ancak yaş sürtme haslığı ise iyi çıkmıştır (Bkz. Şekil 4.26, Şekil 4.27, Şekil 4.28, Şekil 4.29, Şekil 4.30, Şekil 4.31). Boyalı kumaş yüzeyine mekanik sürtme etkisinin boyanın kumaş yapısından uzaklaştırılmasında mordandan bağımsız olarak etkin olmadığı sonucuna varılmıştır.

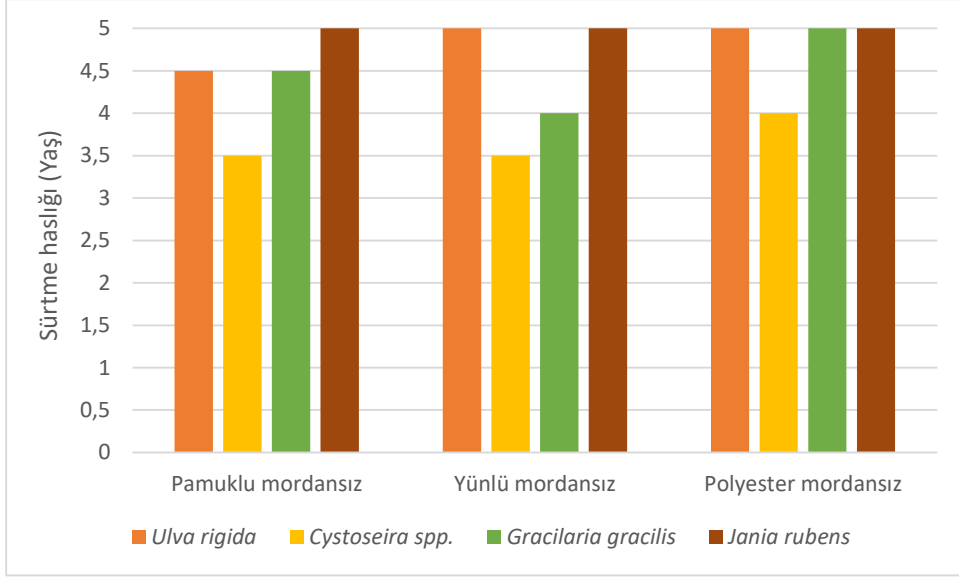
Mordansız ve mordanlı boyamalarda bütün kumaşların kuru sürtme haslık değerleri çok iyi çıkarken bunların yaş sürtme haslığı da iyi seviyede çıkarak mekanik sürtme yüklemeleri etkisinde kumaştaki boyaların bundan etkilenmediği sonucuna varılmıştır. Şekil 5.6 ve Şekil 5.7 de mordansız ve mordanlı pamuklu,

yünlü ve polyester kumaşların yaş sürtme haslık değerleri kıyaslamalı olarak gösterilmiştir.

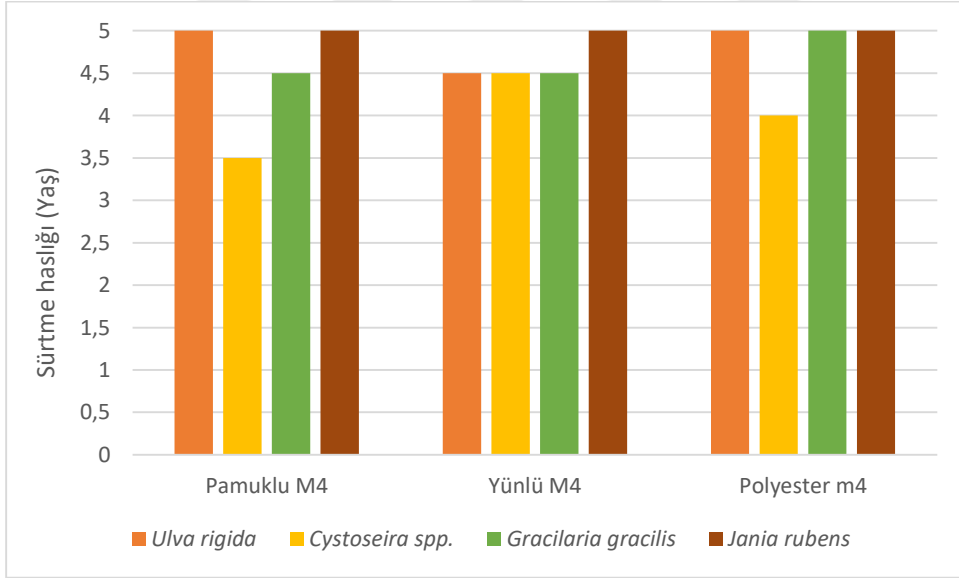
Yapılan bir çalışmada *Cladophora glomerata* yeşil alg türünün pamuklu kumaşlarla mordanlama öncesi ve mordanlama sonrası ile yapılan boyamalar neticesinde potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), ve bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) kuru sürtme haslık değerleri '5' (çok iyi) değeri ile bu çalışmadaki yeşil alg sınıfında olan *Ulva rigida* ile aynı sonuçları almıştır. Yaş sürtme testinde demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) mordan konsantrasyonlarıyla yapılan haslık testinde '4-5' (iyi-çok iyi) sonucu ile bu çalışmadaki *Ulva rigida* demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) mordanı ile boyanan pamuklu kumaşın yaş sürtme testi '4-5' (iyi-çok iyi) sonucu vererek yapılan çalışma ile aynı değeri vermiştir (Mir et al., 2021).

Gracilaria sp. ile yapılan bir çalışmada pamuklu kumaşın kuru ve yaş sürtme haslığı '4-5' (iyi-çok iyi) değeri ile bu çalışmada çıkan '4-5' (iyi-çok iyi) değeri teyit ederek aynı sonucu vermiştir (Moldovan et al., 2017).

Khatib ve arkadaşları (2016), yün kumaşları *Spirogyra sp.* yeşil makroalgi mordansız boyama sonucu sürtme haslığı yaş ve kuru sırasıyla '4' (iyi), '4-5' (iyi-çok iyi) değerini almıştır. Bu çalışmada ise yeşil makroalg olan *Ulva rigida* mordansız sürtme haslığı yaş ve kuru sırasıyla '5' (çok iyi), '5' (çok iyi) ile değerlendirilmiş olup değerler birbirine yakın gözlenmiştir (El-Khatib, Ali ve El-Mohamedy, 2016).



Şekil 5.4 Makroalglerle mordansız boyanmış pamuklu, yünlü ve polyester kumaşların yaş sürtme haslığı indeks değerlerinin kıyaslamalı gösterimi.



Şekil 5.5 Makroalglerle mordansız boyanmış pamuklu, yünlü ve polyester kumaşların yaş sürtme haslığı indeks değerlerinin kıyaslamalı gösterimi. M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

5.3.3 Yıkama haslıkları

Ulva rigida, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalgler türleri mordansız ve mordanlı boyanmış pamuklu kumaşların yıkama haslığı renk değişimi (solma) ve renk akması (lekeleme) indeks değerleri grafiği tartışılmıştır. Mordansız ve mordanlı pamuklu kumaş boyamalarında *Gracilaria gracilis*'nin yıkama

haslığı renk değişimi iyi-çok iyi (4) ancak *Ulva rigida*, *Cystoseira spp.* ve *Jania rubens*'de orta-oldukça iyi (3) olarak elde edilmiştir (Bkz. şekil 4.32, şekil 4.33). Boyalı kumaş yüzeyine kimyasal madde ve akışkan (normal şehir suyu) tatbiki ile yıkama esaslı kompleks yüklerin makroalg pigment maddesinin mordansız ve mordanlı koşullardaki boyalı pamuklu kumaşı belirli bir derecede etkileyerek boyaların iç yapıdan uzaklaşmasına yol ağtığı tespit edilmiştir (Bkz. şekil 4.33). Mordansız ve mordanlı pamuklu kumaş boyamalarında *Ulva rigida*, *Gracilaria gracilis*, *Cystoseira spp.* ve *Jania rubens*'nin yıkama haslığı renk akması (lekeleme) çok iyi (5) olarak elde edilmiştir (Bkz. şekil 4.34, şekil 4.35). Boyalı kumaş yüzeyine kimyasal madde ve akışkan (normal şehir suyu) tatbiki ile yıkama esaslı kompleks yüklerin makroalg pigment maddesinin mordansız ve mordanlı koşullardaki boyalı pamuklu kumaşı etkilemeyerek boyaların iç yapıdan uzaklaşarak tekrardan bağ yapmadığı değerlendirilmiştir (Bkz. şekil 4.35).

Ulva rigida, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalgler türleri mordansız ve mordanlı boyanmış yünlü kumaşların yıkama haslığı renk değişimi (solma) ve renk akması (lekeleme) indeks değerlerine göre mordansız ve mordanlı yünlü kumaşların hepsinde renk değişimi (solma) iyi-çok iyi (4-5) olarak elde edilmiştir (Bkz. şekil 4.36, şekil 4.37). Boyalı kumaş yüzeyine kimyasal madde ve akışkan (normal şehir suyu) tatbiki ile yıkama esaslı kompleks yüklerin makroalg pigment maddesinin mordansız ve mordanlı koşullardaki boyalı yünlü kumaşı çok düşük bir derecede etkileyerek boyaların iç yapıdan uzaklaşmasına yol ağtığı tespit edilmiştir (Bkz. şekil 4.37). Mordansız ve mordanlı yünlü kumaş boyamalarının hepsinde yıkama haslığı renk akması (lekeleme) çok iyi (5) olarak elde edilmiştir (Bkz. şekil 4.38, şekil 4.39). Boyalı kumaş yüzeyine kimyasal madde ve akışkan (normal şehir suyu) tatbiki ile yıkama esaslı kompleks yüklerin makroalg pigment maddesinin mordansız ve mordanlı koşullardaki boyalı yünlü kumaşı etkilemeyerek iç yapıdan uzaklaşan boyaların tekrardan çevresi ile bağ yapmadığı olarak değerlendirilmiştir (Bkz. şekil 4.39).

Ulva rigida, *Gracilaria gracilis* ve *Jania rubens* makroalgler türleri mordansız ve mordanlı boyanmış polyester kumaşların yıkama haslığı renk değişimi (solma) ve renk akması (lekeleme) indeks değerleri grafiği tartışılmıştır. Mordansız ve mordanlı polyester kumaş boyamalarında *Gracilaria gracilis*'nin yıkama

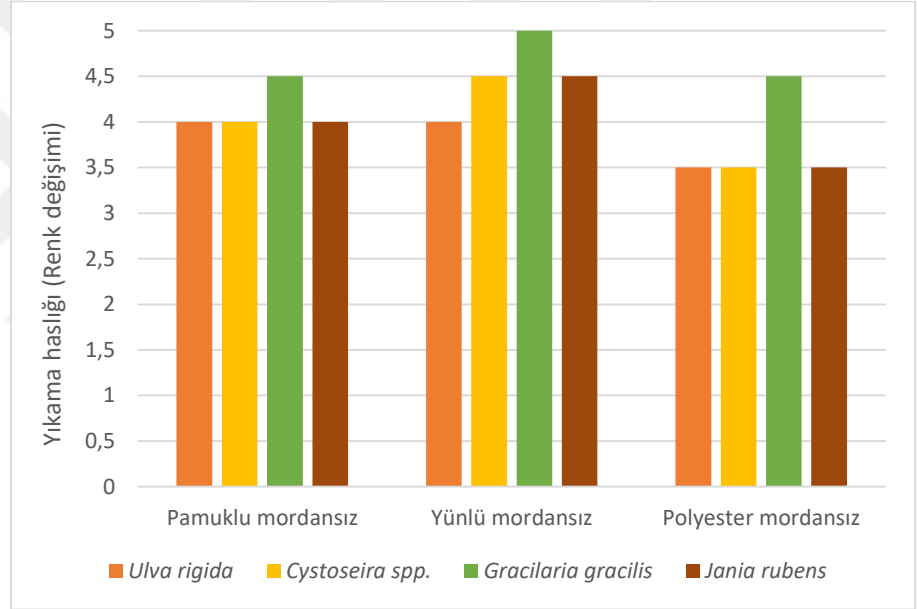
haslığı renk değişimi çok iyi (5) ve iyi-çok iyi (4), *Ulva rigida*'nin orta-oldukça iyi (3-4) ve iyi-çok iyi (4-5), *Cystoseira spp.* ve *Jania rubens*'de ise orta-oldukça iyi (3-4) olarak elde edilmiştir (Bkz. Şekil 4.40, Şekil 4.41). Boyalı kumaş yüzeyine kimyasal madde ve akışkan (normal şehir suyu) tatbiki ile yıkama esaslı kompleks yüklerin makroalg pigment maddesinin mordansız ve mordanlı koşullardaki boyalı polyester kumaşı belirli bir derecede etkileyerek boyaların iç yapıdan uzaklaşmasına yol açtığı sonucuna varılmıştır (Bkz. Şekil 4.41). Mordansız ve mordanlı polyester kumaş boyamalarında *Ulva rigida*, *Gracilaria gracilis*, *Cystoseira spp.* ve *Jania rubens*'nin yıkama haslığı renk akması (lekeleme) çok iyi(5) olarak elde edilmiştir (Bkz. Şekil 4.42, Şekil 4.43). Boyalı kumaş yüzeyine kimyasal madde ve akışkan (normal şehir suyu) tatbiki ile yıkama esaslı kompleks yüklerin makroalg pigment maddesinin mordansız ve mordanlı koşullardaki boyalı polyester kumaşı etkilemeyerek boyaların iç yapıdan uzaklaşarak tekrardan çevresi ile bağ yapmadığı olarak değerlendirilmiştir (Bkz Şekil 4.43).

Mordansız ve mordanlı boyamalarda bütün kumaşların renk akması (lekeleme) yıkama haslık değerleri çok iyi çıkarak, makroalg boyalı kumaşlarda renk akması görülmemiştir. Mordansız ve mordanlı makroalg boyalı yünlü kumaşların renk değişimi (solması) yıkama haslık değeri bariz bir şekilde pamuklu ve polyester kumaşlara göre daha iyi çıkmıştır. Öte yandan mordanlı ve mordansız boyamalar arasında renk değişimi (solması) yıkama haslık değerleri önemli bir farklılık göstermemiştir. Bunlar kıyaslamalı olarak Şekil 5.8 ve Şekil 5.9 de mordansız ve mordanlı pamuklu, yünlü ve polyester kumaşların renk değişimi (solması) yıkama haslıkları olarak görülmektedir.

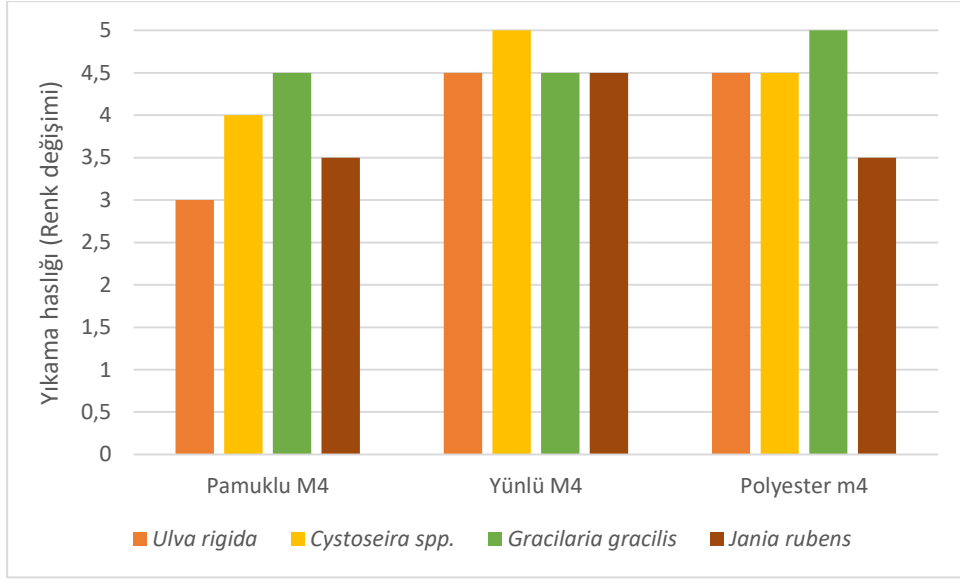
Yapılan bir çalışmada *Cladophora glomerata* yeşil alg türünün pamuklu kumaşlarla mordanlama öncesi ve mordanlama sonrası ile yapılan boyamalar neticesinde potasyum alüminyum sülfat (şap, $KAlSO_4 \cdot 10H_2O$), demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), ve bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) yıkama haslık değerleri '2-3-4' arasında değerler ile bu çalışmadaki yeşil alg sınıfında olan *Ulva rigida* '4-5' arasında değerler olarak daha iyi sonuçları almıştır. (Mir et al., 2021).

Gracilaria sp. ile yapılan bir çalışmada pamuklu kumaşın yıkama (lekeleme ve renk değişimi) haslığı sırası ile ‘4-5’ (iyi-çok iyi) ve ‘2’ (kötü) değeri ile bu çalışmada *Gracilaria gracilis* yıkama (lekeleme ve renk değişimi) haslığı sırası ile ‘4-5’ (iyi-çok iyi) ve ‘5’ (çok iyi) sonucu ile daha başarılı değerler vermiştir (Moldovan et al., 2017).

Khatib ve arkadaşları (2016), yün kumaşları *Spirogyra sp.* yeşil makroalgi mordansız boyama sonucu yıkama haslığı lekeleme ve renk değişimi sırasıyla ‘4’ (iyi), ‘4’(iyi) değerini almıştır. Bu çalışmada ise yeşil makroalg olan *Ulva rigida* mordansız boyamada yıkama haslığı lekeleme ve renk değişimi sırasıyla ‘5’ (çok iyi), ‘4-5 (iyi-çok iyi) ile değerlendirilmiş olup değerler birbirine yakın gözlenmiştir (El-Khatib et al., 2016).



Şekil 5.6 Makroalglerle mordansız boyanmış pamuklu, yün ve polyester kumaşların renk değişimi (solması) yıkama haslığı indeks değerlerinin kıyaslamalı gösterimi.



Şekil 5.7 Makroalglerle bakır sülfat mordanı ile boyanmış pamuklu, yünlü ve polyester kumaşların renk değişimi (solması) yıkama haslığı indeks değerlerinin kıyaslamalı gösterimi. M4: Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

6. ÖNERİLER

İleriki çalışmalarda makroalg türlerin pigment miktarlarına etki eden detaylı genetik çalışmalara gereksinim olduğu söylenebilir. Ayrıca, makroalg pigment miktarı ile kumaşların renk verimliliği arasındaki ilişkilerin pigmentin moleküler boyutu ile liflerin amorf bölgelerindeki büyüklükleri üzerinden detaylı çalışmalarla tanımlanmaları gerekmektedir. Son olarak, ışık haslığında ise ultraviyole ışığının pigmentte verdiği zararlar ile bunların amorf yapıdan uzaklaşma ilişkileri ileri ki dönemlerde araştırılmalıdır.

Özellikle atık yönetimi, tekstil sektöründe üretim ve yönetim bölümü hacminde maliyetler oluşturan, denetimlerin olduğu belediyelerden alınan izinlerle koordineli bir şekilde arıtma işlemlerinde kademeli ve sabırlı bir şekilde yürütülmesi, kimi üreticiler için maliyetli olması bakımından kaçınma durumu oluşturmaktadır. Akuatik ve karasal ortamlar atıl tekstil boya solventlerinin doğaya salı verilmesiyle canlılar için tehdit oluşturmaktadır.

Makroalgler kimyasal solvent ile ekstrakt edilmeden direkt bir şekilde boyama esnasında kumaşlarla aynı anda su ortamında ekstre edilerek boyanacak pamuk, yün ve polyester esaslı mordansız boyar maddelerin kumaşlarda oluşturduğu K/S (renk verimliliği) ve haslık değerleri göz önünde bulundurularak ileride ticari çalışmalar yapılabilen 'Doğal boyar kumaşlar' adı altında giyim mağazalarında raflarda bulunması çevre koruma bilincinin arttırılması ve farkındalık için tekstil sanayi sektöründe pilot aşamasına geçilmesi teşvik edilmelidir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Aktar, S., Cebe G.E.**, 2010, Alglerin Genel Özellikleri, Kullanım Alanları Ve Eczacılıktaki Önemi, *Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 39(3): 237-264s.
- Anand, M. and Suresh, S.**, 2015, Marine seaweed *Sargassum wightii* extract as a low-cost sensitizer for ZnO photoanode based dye-sensitized solar cell, *Adv. Nat. Sci.: Nanosci. Nanotechnol*, 6: 035008.
- Anbuchezhian, R., Karuppiah, V. and Li, Z.**, 2015, Chapter 9 Prospect of Marine Algae for Production of Industrially Important Chemicals, Algal Biorefinery: An Integrated Approach, *Capital Publishing Company*, D. Das (ed.), 195-217p.
- Apaydın, G., Aylıkçı, V., Cengiz, E., Saydam, M., Küp, N., Tıraşoğlu, E.**, 2010, Analysis of Metal Contents of Seaweed (*Ulva lactuca*) from Istanbul, Turkey by EDXRF, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10: 215-220p.
- Aruldass, C. A., Dufoss, L., Ahmad, W. A.**, 2018, Current perspective of yellowish-orange pigments from microorganisms- a review, *Journal of Cleaner Production*, 180: 168-182p.
- Awad, N.E.**, 2004, Bioactive brominated diterpenes from the marine red alga *Jania Rubens* (L.) Lamx. *Phytother. Res.*, 18, 275–279.
- Azeem, M., Iqbal, N., Mir, R. A., Adeel, S., Batool, F., Khan, A. A. and Gul, S.**, 2019, Harnessing natural colorants from algal species for fabric dyeing: a sustainable eco-friendly approach for textile processing, *Journal of Applied Phycology*, 31: 3941-3948 pp.
- Bashir, K. M. I., Kim, M. S., Stahl, U. and Cho, M. G.**, 2016, Microalgae Engineering Toolbox: Selectable and Screenable Markers, *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 2: 224-235p.
- Başaran, F.M., Aydın, Ş.**, 2019, Nar (*Punica Granatum* L.) Bitkisinin Doğal Mordanlarla Boyama ve Haslık Değerleri, *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, 5: 397-406s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bawaje, P., Kumar, S., Sahoo, D., Levine, I.,** 2016, Seaweed in health and disease prevention chapter 3 biology of seaweeds, Cambridge/UK, 57p.
- Beetsma, J.,** 2020, The CIELAB L*a*b* System – the Method to Quantify Colors of Coatings, <https://knowledge.ulprospector.com/10780/pc-the-cielab-lab-system-the-method-to-quantify-colors-of-coatings/> (Erişim tarihi: 10.06.2021).
- Biris-Dorhoi, E. S., Michiu, D., Pop, C. R., Rotar, A. M., Tofana, M., Pop, O. L., Socaci, S. A., and Farcas, A.C.,** 2020, Macroalgae—A Sustainable Source of Chemical Compounds with Biological Activities, *Nutrients*, 12: 3085.
- Boussiba, S., Bing, W., Yuan, J.P., Zarka, A., Chen, F.,** (1999). Changes in pigments profile in the green algae *Haeamtococcus pluviialis* exposed to environmental stresses, *Biotechnol Lett.*, 21: 601–604.
- Browdy, C.L., Hulata, G., Liu, Z., Allan, G.L., Sommerville, C., Passos de Andrade, T., Pereira, R., Yarish, C., Shpigel, M., Chopin, T., Robinson, S., Avnimelech, Y., Lovatelli, A.,** 2012, Novel and emerging technologies: can they contribute to improving aquaculture Sustainability? In Subasinghe, R.P., Arthur, J.R., Bartley, D.M., De Silva, S.S., Halwart, M., Hishamunda, N., Mohan, C.V., Sorgeloos, P. (eds.), *Farming the Waters for People and Food. Proceedings of the Global Conference on Aquaculture 2010*, Phuket, Thailand. 22–25 September 2010. pp. 149–191. FAO, Rome and NACA, Bangkok.
- Brown, E. M., Allsopp, P. J., Magee, P. J., Gill, C. IR., Nitecki, S., Strain, C. R., McSorle, E. M.,** 2014, Seaweed and human health, *Nutrition Reviews*, 72(3):205–216p.
- BS EN ISO 105-X12,** Textiles -Tests for colour fastness-Part X12: Colour fastness to rubbing, 2002.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Calogero, G., Citro, I., Marco, G. D., Minicante, S. A., Morabito, M., Genovese, G.,** 2014, Brown seaweed pigment as a dye source for photoelectrochemical solar cells, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 117: 702–706p.
- Critchley, A.T., Ohno, M., Largo, D.B.,** 2006, World Seaweed Resources: An Authoritative Reference System. DVD-ROM. Wokingham, UK: ETI Information Services.
- Cubas, C., Gloria, L. M. and González, M.,** 2008, Optimization of the extraction of chlorophylls in green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by N, N-dimethylformamide using response surface methodology. *J. Food. Comp. Anal.* 21:125–133p.
- Çakalgöz, S , Eltez, S .** (2014). Ceroplastes Ruscı L. (Hemiptera: Coccidae) Dişi Bireylerinin Kabuklarından Antik Dönemlerde Kullanılan Boya Çıkarma Yöntemleri İle Boya Eldesi . *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*,(17): 39-44.
- De Casabianca, M.L. Posada, F.,** 1998, Effect of environmental parameters on the growth of *Ulva rigida* (Thau lagoon, France), *Botanica marina*, 41(2), 157-166p.
- Duarte, C. M.,** 2001, Seagrasses, *Encyclopedia of Biodiversity*, 2: 540-550p.
- Elcik, H., Çakmakçı, M.,** 2017, Mikroalg üretimi ve mikroalglerden biyoyakıt eldesi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(3): 795-820s.
- El-Din, S.M.; El-Ahwany, A.M.D.,** 2016, Bioactivity and phytochemical constituents of marine red seaweeds (*Jania rubens*, *Corallina mediterranea* and *Pterocladia capillacea*). *J. Taibah Univ. Sci.*, 10: 471–484.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- El-Khatib, E. M., Ali N. F. and El-Mohamedy, R. S. R.**, 2016, Enhancing dyeing of wool fibers with colorant pigment extracted from green algae, *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 8(2): 614-619p.
- Enes N**,1987. Doğal Boyamacılık, Anadolu'da Yün Boyamacılığında Kullanılmış Olan Bitkiler ve Doğal Boyalarla Yün Boyamacılığı. *Marmara Ünv. Yayın No: 449*, Fatih Yayınevi, İstanbul.
- Ezenweani S. R., Kadiri M. O.**, 2017, Decolourization Of Textile Dye Using Microalgae (Chlorella Vulgaris And Sphaerocystis Schroeteri), *International Journal of Innovative Research and Advanced Studies (IJIRAS)*, 4(9).
- Fayad, S.; Tannoury, M.; Morin, P.; Nehmé, R.**, 2018, Simultaneous elastase-, hyaluronidase- and collagenase-capillary electrophoresis based assay. Application to evaluate the bioactivity of the red alga *Jania rubens*, *Analytica Chimica Acta*, 1020: 134–141.
- Feng, C., Khulbe, K. C., Matsuura, T.**, 2010, Recent Progress in the Preparation, Characterization, and Applications of Nanofibers and Nanofiber Membranes via Electrospinning/Interfacial Polymerization, *Journal of Applied Polymer Science*, 115: 756–776p.
- Food and Agriculture Organization (FAO).**, 2020, The State of World Fisheries and Aquaculture, Sustainability in Action, Rome, Italy, pp. 208; Chopin, T and Tacon, A.G. Importance of Seaweeds and Extractive Species in Global Aquaculture Production. Rev., *Fish Science. Aquaculture*.
- Francavilla, M., Franchi, M., Monteleone, M., Caroppo, C.**, 2013, The Red Seaweed *Gracilaria gracilis* as a Multi Products Source, *Marine Drugs*, 11(10): 3754-3776p.
- Gaspar, R., Fonseca, R and Pereira, L.**, 2020, Illustrated Guide to the Macroalgae of Buarcos Bay, Figueira da Foz, Portugal, 1st ed.; MARE UC, DCV, FCT, Coimbra, Portugal, 2020, p. 128.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Genç, M.**, 2014, Başbakanlık Osmanlı Arşiv Belgelerinde Kökboya Ve Cehri İle İlgili Bazı Kayıtlar, *Süleyman Demirel Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Hakemli Dergisi*, 13.
- Gopalakrishnan, D.**, 2006, Alginate fibers-An overview, *Sardar Vallabhbhai Patel Institute of Textile Management*, coimbatore-641 004, India.
- Gözütok, Z.**, 2017, Doğal Boyaların Işık Haslıklarının Geliştirilmesine Yönelik Bir Çalışma (Yüksek Lisans Tezi), Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, 89s.
- Greelane**, “Yeşil Yosun veya Chlorophyta Hakkında Bilmeniz Gerekenler”, <https://www.greelane.com/tr/bilim-teknoloji-matematik/hayvanlar-ve-do%C4%9Fa/green-algae-chlorophyta-2291973> (2019) (Erişim tarihi: 29 mayıs 2021).
- Green, B. R. and Durnford D. G.**, 1996, The Chlorophyll-Carotenoid Proteins Of Oxygenic Photosynthesis, *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Molecular Biology*, 47: 685–714p.
- Guiry, M.D.; Blunden, G. (Ed.)**, 1991, Seaweed resources in Europe: uses and potential. John Wiley & Sons: Chichester., 432 pp.
- Gurgel, C. F. D., Lopez – Bautista, J. M.**, 2007, Red algae, *Encyclopedia of life sciences*.
- Gümüş, B. & Ünlüsayın, M.**, 2016, Determination of antimicrobial activity of two macro algae extracts (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(4): 389-395.
- Gündoğan, N., Citak, S., Yücel, N., Devren, A.**, 2005, A note on the incidence and antibiotic resistance of *Staphylococcus aureus* isolated from meat and chicken samples. *Meat Science* 69(4):807-10.
- Hammerstrom, K.K., Kenworthy, W.J, Whitfield, P.E., Merello, M.F.**, (2007), Response and recovery dynamics of seagrasses *Thalassia testudinum* and *Syringodium filiforme* and macroalgae in experimental motor vessel disturbances, *Marine Ecology Progress Series*, 345: 83–92.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Haryatfrehnia, R., Dewia, SC., Meiliandaa, A., Rahmawatia, S., Saria, IZR.,** (2015). Preliminary Study the Potency of Macroalgae in Yogyakarta: Extraction and Analysis of Algal Pigments from Common Gunungkidul Seaweeds. *Procedia Chemistry* 14: 373– 380.
- Hosikian, A., Lim, S., Halim, R. and Danquah, M.K.,** (2010). Chlorophyll Extraction from Microalgae: A Review on the Process Engineering Aspects. *International Journal of Chemical Engineering*, 11p.
- Hosikian, A., Lim, S., Halim, R. and Danquah, M.K.,** 2010, Chlorophyll Extraction from Microalgae: A Review on the Process Engineering Aspects. *International Journal of Chemical Engineering*, 11p.
- Inoue, H., Suda, Y.,** 1968, On A Simple Equation of Obtaining Diffusion Coefficient within a Fibre in the Case of An Infinite Dybath, *Sen'i Gakkaishi*, 24: 88-93p.
- ISO 105 BO2,** International standard, Textiles -Tests for colour fastness -Part B02: Colour fastness to artificial light: Xenon arc fading lamp test, 2013.
- İnchem,** 2013, Potasyum Dikromat, <http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics1371.htm> (Erişim tarihi: 4 haziran 2021).
- Kadir, M. İ. AB., Ahmad, M. R., İsmail, A.,** 2016, The effect of cationic surfactant treatment on the dyeability of cotton and silk fabrics with natural dye from brown seaweeds sargassum sp, *International journal of applied and natural sciences*, 5(5): 19-28p.
- Karabay-Yavasoglu, N.U.; Sukatar, A.; Ozdemir, G.; Horzum, Z.,** 2007, Antimicrobial activity of volatile components and various extracts of the red alga *Jania rubens*. *Phytother. Res.*, 21: 153–156.
- Kennedy, J.,** “Yeşil Algler (Chlorophyta)” <https://tr.eferit.com/yesil-algler-chlorophyta/>, (2021) (Erişim tarihi : 29 mayıs 2021).
- Kılınç, B. Cirik, S., Turan, G., Tekogul, H., Koru, E.,** 2013, Seaweeds for Food and Industrial Applications, In: Food Industry, Chapter 31.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kimyaevi**, (<http://www.kimyaevi.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFF7EE1F1486EE5030E8D40DBAF123EC275> Erişim tarihi 20.06.2021).
- Kimyaevi**, 101. <http://www.kimyaevi.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFF679A66406202CCB0486EA72958D2E8F3> (Erişim tarihi: 01. 06.2021).
- Klorofil**, 2021, <https://klorofil.nedir.org/> (Erişim Tarihi 20.06.2021).
- Kotnala, S., Garg, A., Chatterji, A.**, 2009, Screening for the Presence of Antimicrobial Activity in Few Indian Seaweeds, *Pertanika Journal of Tropical Agriculture Science*, 32(1): 69 – 75p.
- Kumar, A. S., Nagarjuna, S., Venkata kullai setty, N., Raju, C. H., Kashinath M.**, 2011, Comprehensive Review On Marine Algae And Their Multidisciplinary Activities, *International Journal of Advances in Pharmacy and Biological Sciences*, 1(2): 44-50p.
- Lahaye, M.**, 2001, Chemistry and physico-chemistry of phycocolloids, *Cahiers de Biologie Marine*, 42: 137-157p.
- Li, D., Sun, G.**, 2006, Kinetics of Thermo-Fixation of Solvent Dyes and Pigment-sin Polyester Fibres, *Coloration Technology*, 122: 194-204p.
- Mabeau S, Cavaloc E, Fleurence J and Lahaye M**, 1992, New seaweed based ingredients for the food industry. *Int Food Ingred* 3: 38– 45p.
- Mangialajo L., Chiantore M., Susinia M.L., Meinesza A., Cattaneo R. and Thibaut V.T.**, 2012, Zonation patterns and interspecific relationships of fucoids in microtidal environments, *Science Direct Elsevier*, 412: 72-80p.
- Masojidek, J., Torzillo, G., and Koblizek, M.**, (2013). Photosynthesis in Microalgae. Handbook of Microalgal Culture: Applied Phycology and Biotechnology, Second Edition. Edited by Amos Richmond and Qiang Hu. P:21-36.
- McDowell R.H.**, 1986, Properties of Alginates, Kelco Intem., Fifth ed., England.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- McHugh, D. J.**, 2003, A Guide to the Seaweed Industry. FAO Fisheries Technical Paper 441.
- Melanterite**, 2020, <https://en.wikipedia.org/wiki/Melanterite> (Erişim tarihi: 3 Haziran 2021).
- Mendis, E., Kim, S. K.**, 2011, Chapter 1 - Present and Future Prospects of Seaweeds in Developing Functional Foods, *Advances in Food and Nutrition Research*, 64, 1-15p.
- Mir, R. A., Adeel, S., Azeem, M., Batoo, F., Khan, A. A., Gul, S., Iqbal, N.**, 2019, Green algae, *Cladophora glomerata* L.-based natural colorants: dyeing optimization and mordanting for textile processing, *Journal of Applied Phycology* , 31: 2541–2546p.
- Miyashita, K., Mikami, N., Hosokawa, M.**, 2013, Chemical and nutritional characteristics of brownseaweed lipids: A review, *Science Direct*, 5: 1507-1518p.
- Mokhena, T. C., Mochane, M. J., Mtibe, A., John, M. J., Sadiku, E. R., and Sefadi, J. S.**, 2020, Electrospun Alginate Nanofibers Toward Various Applications: A Review, *Materials*, 13: 934.
- Moldovan, S., Ferrandiz, M., Bonet, M. A.**, 2017a, Natural cotton printing with red macroalgae biomass of *gracilaria gracilis* and *gracilaria cornea*, *Annals of the university of oradea fascicle of textiles, leatherwork* , Spain, 61-66p.
- Moldovan, S., Ferrandiz, M., Franco, E., Mira, E., Capablanca L. and Bonet, M.**, 2017b, Printing of cotton with eco-friendly, red algal pigment from *Gracilaria* sp., *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 254: 192011.
- Mouritsen, O.G.**, 2013, Seaweeds Edible, Available & Sustainable. The University of Chicago Press, Chicago & London, 287 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- N., Morales, F., Lodeiros, C., Tamigneaux, E.,** (1998). Effect of nitrate concentration on growth and pigment synthesis of *Dunaliella salina* cultivated under low illumination and preadapted to different salinities, *Journal of Applications Phycology*, 10: 405–411.
- Needles, H. L.,** 1986, Textile Fibers, Dyes, Finishes and Processes, Noyes Publications, USA.
- Niir B.,** 2004, The Complete Technology Book on Dyes & Dye Intermediates, Niir Project Consultancy Services, 730p.
- Ohno, M., Critchley, A., (eds.),** 1993, Seaweed Cultivation and Marine Ranching. JICA, Yokosuka, Japan, i-xvii, 431, i-xii pp.
- Öztürk, İ.,** 1999. Doğal Bitkisel Boyalarla Yün Boyama, *Dokuz Eylül Yayınları*, İzmir, 104s.
- Pandimurugan, R., Thambidurai, S.,** 2017, UV protection and antibacterial properties of seaweed capped ZnO nanoparticles coated cotton fabrics, *International Journal of Biological Macromolecules*, 105: 788–795p.
- Pareek, S., Sagar, N., Sharma, S., Kumar, V., Agarwal, T., Aguilar, G., Yahia, E.,** 2017, Chlorophylls: Chemistry and Biological Functions, Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry and Human Health, 1.
- Pereira, L and Bahcevandziev, K.,** 2019 Seaweeds as Plant Fertilizer, Agricultural Biostimulants and Animal Fodder, Eds: Joshi, N.H., CRC Press/Taylor & Francis Group: Boca Raton, FL, USA,; p. 232.
- Pereira, L and Correia, Costa, F. A. M. D.,** 2016, Portuguesa-Ecologia, Biodiversidade e Utilizações, 1st ed.; Nota de Rodapé Editores: Paris, France, 2015; p. 341, ISBN 978-989-20-5754-5; Fredericq, S and Schmidt, W.E, Red Algae, eLS, 2016, pp. 1-7).
- Pereira, L,** 2016, Edible Seaweeds of the World; CRC Press/Taylor & Francis Group: Boca Raton, FL, USA, 2016, p. 448.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Pereira, L.**, 2018, Therapeutic and Nutritional Uses of Algae; CRC Press/Taylor & Francis Group: Boca Raton, FL, USA, 2018; p. 560.
- Pereira, L.**, 2021, Macroalgae., Encyclopedia, 1, 177–188p.
- Polat, A.; Polat, S.; Simsek, A.; Kurt, T.T.; Ozyurt, G.**, 2018, Pesticide residues in muscles of some marine fish species and seaweeds of Iskenderun Bay (Northeastern Mediterranean), Turkey. *Environmental science and pollution research international*, 25: 3756–3764p.
- Polat, S. ve Ozogul, Y.**, 2013, Seasonal proximate and fatty acid variations of some seaweeds from the northeastern Mediterranean coast, *Oceanologia*, 55(2): 375-391p.
- Potasyum**, 2021, Potasyum Dikromat, <https://www.potasyum.gen.tr/potasyum-dikromat.html> (Erişim tarihi: 4 Haziran 2021).
- Pozio, L., Buia, M. A., Ferretti, V., Lorenti, M., Rossi, M., Trifuoggi, M., Vergara, A., Arena, C.**, 2018, Photosynthesis and mineralogy of *Jania rubens* at low pH/high pCO₂: A future perspective, *Science of the Total Environment (Elsevier)*, 628(629): 375-383p.
- Pushparaj, A., Raubbin, R.S., & Balasankar, T.** (2014). Antibacterial activity of *Kappaphycus alvarezii* and *Ulva lactuca* extracts against human pathogenic bacteria. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, 3: 432-436p.
- Qin, Y.**, 2008, Alginate fibres: an overview of the production processes and applications in wound management, *Polymer International*, 57: 171–180p.
- Ramaraj, R., Tsai, D.D.W., Chen, P.H.** (2013). Chlorophyll is not accurate measurement for algal biomass, *Chiang Mai Journal of Science*, 40: 547-555p.
- Rani, K., Pervez, M.K., Rehman, A., Perven, S., Akhtar, N., and Ahmad, F.**, 2019, A potential benefit of Brown seaweed (*Stoechospermum marginatum*) using for sustainable fabric dyeing, *Journal of Research in weed Science*, 3(2): 120-132p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Rapsomanikis, A., Sygkridou, D., Voutsinas, E. and Stathatos, E.,** 2016, Transparent quasi-solid state dye-sensitized solar cells sensitized with naturally derived pigment extracted from red seaweed, *Current Applied Physics*, 16: 651-657p.
- Ravi, S., Banu V. N. H., Nawas, P. M. A.,** 2019, Profiling of phytochemical, antioxidant properties and antimicrobial activity of marine red seaweed *Jania rubens*, *The Pharma Innovation Journal*, 8(4): 445-452p.
- Rodrigues, D., Freitas, A. C., Pereira, L., Rocha-Santos, T. A. P., Vasconcelos, M. W., Roriz, M., Rodríguez-Alcalá, L. M., Gomes, A. M. P., Duarte, A. C.,** 2015, Chemical composition of red, brown and green macroalgae from Buarcos bay in Central West Coast of Portugal, *Food Chemistry*, 183, 197-207p.
- Saber, H.; Alwaleed, E.A.; Sayed, A.; Salem,** 2017, W. Efficacy of silver nanoparticles mediated by *Jania rubens* and *Sargassum dentifolium* macroalgae; Characterization and biomedical applications. Egypt. *Journal of Basic Application Science*, 4: 249–255p.
- Samanta, A. K., Agarwal, P.,** 2009, Application of natural dyes on textiles, *Indian Journal of fiber and textile research*, 34: 384-399p.
- Sanchez M.D., Mantell, C., Rodríguez, M., Martínez de la Ossa, E., Lubián, L.M. & Montero O.,** 2005, Supercritical fluid extraction of carotenoids and chlorophyll-a from *Nannochloropsis gaditana*, *Journal of Food Engineering*, 66: 245–251p.
- Scheer H.,** 1991, Structure and occurrence of chlorophylls. Section 1: Chemistry of chlorophylls, University Library of the LMU: Munich, Germany, 4–8p.
- Sheeba, J. M., Thambidurai, S.,** 2009, Extraction, Characterization, and Application of Seaweed Nanoparticles on Cotton Fabrics, *Journal of Applied Polymer Science*, 113: 2287–2292p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sasa, A., Şentürk, F., Üstündağ, Y., Erem, F.,** 2020, Alglerin Gıda veya Gıda Bileşeni Olarak Kullanımı ve Sağlık Üzerine Etkileri, Uluslararası Mühendislik, *Tasarım ve Teknoloji Dergisi*, 2(2): 97-110s.
- Simyager,** 2013, Tauss kimya Bakır(II) Sülfat açıklama, <http://www.simyager.com/urun/bakir-sulfat-1kg/>
- Susini, M. L., Mangialajo, L., Thibaut, T., Meinesz, A.,** 2007, Development of a transplantation technique of *Cystoseira amentacea* var. *stricta* and *Cystoseira compressa*, *Springer Science*, 580:241–244.
- Syad, A. N., Shunmugiah, K. P ., Kasi, P. D.,** 2013, Seaweeds as nutritional supplements: Analysis of nutritional profile, physicochemical properties and proximate composition of *G. acerosa* and *S. wightii*, *Biomedicine & Preventive Nutrition*, 3(2): 139-144p.
- Trotman, E. R.,** 1970, Dyeing and Chemical Techonology of Textile Fibres, 4 th ed. C:harles Giffin&Co. Ltd., London.
- TS 423-2 EN 20105-AO2,** Tekstil-renk haslığı tayin metotları-Bölüm AO2-Solmanın (Renk değişimi) değerlendirilmesinde gri skalanın kullanılması, 1996.
- TS 423-3 EN 20105-A03,** Tekstil-renk haslığının tayini metotları -Bölüm A03: Renk akmasının (lekeleme) değerlendirilmesinde gri skalanın kullanılması, 1996.
- Turan, G. & Cirik, S.,** 2018, Determination of vitamin composition of cultured macroalgae for Thalassotherapy applications. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(2): 151-156p.
- Ünübol, H. A., Dere, Ş.,** 2008, Gemlik Körfezi Makro Alglerinin Bazı Biyokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi, Uludağ üni, Fen Bilimleri ens., Yüksek lisans tezi.
- Warbletoncouncil,** 2021, <https://tr.warbletoncouncil.org/clorofila-7918#menu-14> (Erişim tarihi 19 Haziran 2021)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- West, J., Calumpong, H. P., Martin, G.,** 2016, Chapter 14. Seaweed, United Nations, New York, 1-10p.
- Willows, R. D.,** 2004, Chlorophylls. In: Davies K, Ed., Annual Plant Reviews, vol. 12, Plant Pigments and their Manipulation, CRC Press/Blackwell: Oxford, 24 p.
- Yalçın Duygu, D., Açıkgöz Erkaya, İ., Sızmaz, Ö.,** 2019, Doğal tatlısu ortamlarından yığın halinde toplanan *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützinger ve Mougeotia sp. türlerinin biyokimyasal kompozisyonu, *Aquatic Research*, 2(1): 24-31p.
- Yarish, C. and Pereira, R.,** 2008, Mass Production of Marine Macroalgae. In Sven Erik Jørgensen and Brian D. Fath (Editor-in-Chief), *Ecological Engineering*, Vol. [3] of Encyclopedia of Ecology, Oxford, UK, 5: 2236-2247p.
- Yayınları, İzmir, 102 s.
- Yetişir, H.,** 2021, Bahçe bitkileri fizyolojisi (fotosentez), <https://avesis.erciyes.edu.tr/downloadfile/yetisir1> (Online belgeye erişim tarihi 31 Mayıs 2021).
- Yiğitkurt S., Kırtık A., Uğur S., Durmaz Y.,** 2020, İzmir Körfezi Kıyılarından Toplanan Makroalglerin Pigment Potansiyeli, *Menba Journal of Fisheries Faculty*, 6(2): 45-52s.
- Yu-Qing, T., Mahmood, K., Shehzadi, R., & Ashraf, M.F,** 2016, *Ulva lactuca* and its polysaccharides: Food and biomedical aspects. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 6(1): 140-151p.
- Yusuf, M., Shabbir, M., Mohammad F.,** 2017, Natural Colorants: Historical, Processing and Sustainable Prospects, *Natural Products and Bioprospect*, 7: 123–145p.
- Zou, N. & Richmond, A.,** 2000, Light-path length and population density in photoacclimation of *Nannochloropsis* sp. (Eustigmatophyceae). *Journal of Applied Phycology*, 12 : 349-354p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Zucchi, M.R., and Necchi Jr, O., 2001, Effects of temperature, irradiance and photoperiod on growth and pigment content in some freshwater red algae in culture. *Phycological Research*, 49(2): 103-114p.



TEŞEKKÜR

Danışmanım olan Prof. Dr. Yaşar DURMAZ Hocam’a, Müh. Dr. Selçuk YİĞİTKURT Hocam’a Tez çalışmam için yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Muhammed İbrahim BAHTİYARİ, Prof. Dr. Ayşegül KÖRLÜ, Arş. Gör. Dr. Seniha MORSÜMBÜL, Dr. Öğr. Üyesi Gülhan ERDOĞAN GÜLER, Öğr. Gör. Mahmut KORKMAZ Hocalarıma, Ömer AYDINLIOĞLU, Sinem UĞUR, Ayberk BAYRAK, Dilara AKSAKAL, Gamza AYDOĞAN, Ali Rıza SEVİNÇ arkadaşlarıma ve ailem Prof. Dr. Abdulkadir BİLİŞİK, Türkay BİLİŞİK ve Havva Esra BİLİŞİK’e iyi niyetli ve yardımsever özelliklerinden dolayı teşekkürü borç bilirim.

