



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



POLİESTER /PAMUK KARIŞIMLARININ AĞARTMA
İŞLEMLERİNDE YENİ YÖNTEMLER

SİBEL DOĞRU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Tekstil Anabilim Dalı
Tekstil Eğitimi Programı

DANIŞMAN
Prof. Dr. Erhan ÖNER

İSTANBUL, 2013



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



POLİESTER /PAMUK KARIŞIMLARININ AĞARTMA
İŞLEMLERİNDE YENİ YÖNTEMLER

SİBEL DOĞRU

522809012

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Tekstil Anabilim Dalı
Tekstil Eğitimi Programı

DANIŞMAN

Prof. Dr. Erhan ÖNER

İSTANBUL, 2013

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Öğrencisi Sibel DOĞRU'nun "Poliester/Pamuk Karışımlarının Ağartma İşlemlerinde Yeni Yöntemler" başlıklı tez çalışması, 3 Aralık 2013 tarihinde savunulmuş ve jüri üyeleri tarafından başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri

Prof.Dr. Erhan ÖNER (Danışman)
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Tekstil Müh. Bölümü.....

Prof.Dr. Nihal SÖKMEN (Üye)
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Tekstil Müh. Bölümü.....

Doç.Dr. S. Müge YÜKSELOĞLU (Üye)
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Tekstil Müh. Bölümü.....

ONAY

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 2013/11/11 tarih ve 2013/12/11 sayılı kararı ile Sibel DOĞRU'nun Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı Tekstil Eğitimi Programında Yüksek Lisans derecesi alması onanmıştır.


Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
Prof. Dr. Abdülkerim KAR

ÖNSÖZ

Eğitimim ve tez çalışmalarım süresince bilgi ve deneyimlerini özveriyle paylaşarak bana farklı bakış açıları kazandıran ve her probleme farklı çözüm önerileri ile bakmamı sağlayan değerli hocam Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Erhan ÖNER'e;

Tez çalışmalarım süresince yardımlarını benden esirgemeyen ve her zaman yanımda olan Araş. Gör. Onur ATAĞ'a;

BNP Ozone Technology firmasının Türkiye Temsilcisi Sayın Mehmet ÖZCANOĞLU'na ve ATG Group firmasının sahibi Sayın Alper GÜNEY'e,

Tez çalışmam boyunca benden manevi eksiğini esirgemeyen OPTİMA Gözetim Denetim ve Tanıtım Hizmetleri Kalite Kontrol Müdürü Sayın Şebnem BULUT'a;

Ayrıca bu süreçte de hayatımın her evresinde olduğu gibi sonsuz güvenle ve fedakârlıklarla yanımda olan dünyanın en güzel annesi Fatma DOĞRU ve babam Ramazan DOĞRU'ya ve sevgili kardeşlerim Serpil DOĞRU, Aliye DURAN'a ve sevgili arkadaşım İlyas KIYAKER'e çok teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
ABSTRACT	VI
KISALTMALAR	VII
TABLO LİSTESİ	VIII
ŞEKİL LİSTESİ	XI
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ VE AMAÇ	1
BÖLÜM 2	2
2.1 PAMUK/POLİESTER	2
2.2. AĞARTMA.....	3
2.2.1. Hidrojen Peroksit ile Ağartma.....	3
2.2.2. Enzim ile Ağartma	4
2.3. AĞARTMA İÇİN KULLANILAN YÖNTEMLER.....	5
2.3.1. Ultrasonik Enerjinin Kullanıldığı Yöntem İle Ağartma.....	5
2.3.2. Ozon Gazı İle Ağartma	6
2.3.3. Mikrodalga Enerjisinin Kullanıldığı Yöntem İle Ağartma	7
2.3.4. Konvansiyonel Yöntem İle Ağartma.....	8
2.4. RENK ÖLÇÜMÜ.....	8
2.5. SARILIK İNDEKSİ	9
2.6. BERGER BEYAZLIĞI.....	9
BÖLÜM 3	10
DENEYSEL ÇALIŞMALAR	10
3.1. MATERYAL VE METOD	10
3.1.1. Kullanılan Materyal.....	10
3.1.2. Kullanılan Cihazlar ve Üretici Firmaları.....	11
3.1.3. Kullanılan Kimyasal Maddeler	11
3.2. UYGULAMALAR.....	12
3.2.1. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Ağartılması.....	12

3.2.2. %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Ağartılması.....	23
3.2.3. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Ağartılmış Materyallerin Tek Banyoda Boyanması.....	27
3.2.4. Patlatma Mukavemeti Testi.....	29
3.2.5. Boncuklanma Testi.....	30
3.2.6. Yıkama Haslığı Tayini	30
3.3. DENEYSSEL ÇALIŞMADAKİ ÖLÇÜM SONUÇLARI	31
3.3.1. Deneysel Çalışmalara Ait Kodlamalar	31
3.3.2. Ağartılmamış Kumaşın Renk Ölçüm Sonuçları.....	45
3.3.3. Konvansiyonel Ağartma Yönteminde Elde Edilen Değerlerin Renk Ölçüm Sonuçları.....	45
3.3.4. Mikrodalga Enerjisi Kullanılan Ağartma Yönteminde Elde Edilen Numunelere Ait Renk Ölçüm Sonuçları	47
3.3.5. Ozon Gazı İçeren Ağartma Yönteminde Elde Edilen Numunelerin Renk Ölçüm Sonuçları.....	49
3.3.6. Ultrasonik Enerji Kullanılan Ağartma Yönteminde Elde Edilen Değerlerin Renk Ölçüm Sonuçları.....	51
3.3.7. Ultrasonik Enerji ve Ozon Gazının Birlikte Kullanıldığı Ağartma Yönteminde Elde Edilen Değerlerin Renk Ölçüm Sonuçları	52
3.3.8. %50/50 Pamuk/Poliester Materyalin Beyazlatılması İle Elde Edilen Numunelere Ait Renk Ölçüm Sonuçları	54
3.3.9. %80/20 Pamuk/Poliester ve %50/50 Pamuk/Poliester Örme Kumaşlara Yapılan Ağartma İşlemlerine Ait Renk Ölçüm Sonuçları	57
3.3.10. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Örme Ağartılmış Materyallerin Boyama İşleminde Sonra Renk Ölçüm Sonuçları	59
3.3.11. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Ağartılmış Materyalin Patlatma Mukavemeti Sonuçları.....	63
3.3.12. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Ağartılmış Materyalin Boncuklanma Mukavemeti Test Sonuçları.....	63
3.3.13. Ağartma İşlemi Yapılmış %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyalin Boyama Sonrası Haslık Testi Ölçüm Sonuçları	64
BÖLÜM 4	65
SONUÇ VE TARTIŞMA.....	65
KAYNAKLAR.....	67
ÖZGEÇMİŞ	69

ÖZET

POLİESTER/PAMUK KARIŞIMLARININ AĞARTMA İŞLEMLERİNDE YENİ YÖNTEMLER

Bu tez çalışmasında, ham haldeki, %80/20 pamuk/poliester ve %50/50 pamuk/poliester karışımı kumaşlar, ozon gazı, ultrasonik enerji veya mikrodalga enerjisi içeren yöntemlerle hidrojen peroksit veya lakkaz enzimi kullanılarak ağartılmıştır. İşlem görmüş numunelerin Beyazlık İndeks değerleri konvansiyonel olarak ağartılan numunelerin değerleri ile karşılaştırılmıştır. Öncelikle %80/20 pamuk/poliester karışımı örme kumaşa ağartma prosesleri uygulanmış, sonrasında ise, %80/20 pamuk/poliester karışımı örme materyale uygulanan her ağartma yönteminden en iyi ağartma sonuçlarına sahip uygulamalar, %50/50 pamuk/poliester karışımı örme kumaşlara da uygulanmıştır. %80/20 pamuk/poliester karışımı kumaşlara uygulanan ağartma işlemlerinde her ağartma yönteminden en iyi ağartma sonuçlarına sahip numunelere patlatma mukavemeti ve boncuklanma mukavemeti testleri yapılmıştır. Düzgün boyanabilirliklerinin incelenebilmesi amacıyla, numuneler Forosol Blue PC boyarmaddesi ile boyanmıştır. Boyanan numunelerin renk değerleri ve haslık özellikleri de ayrıca incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler

Ağartma, Ultrasonik Enerji, Ozon Gazı, Enzim, Mikrodalga Enerjisi, Poliester/Pamuk Örme Kumaş

ABSTRACT

NEW METHODS IN THE BLEACHING PROCESSES OF POLYESTER/COTTON BLENDS

In this Project, the blends of 80/20% cotton/polyester and 50/50% cotton/polyester knitted fabrics were bleached with hydrogen peroxide or laccase enzyme by the techniques including ozone gas, ultrasonic energy or microwave energy. The Whiteness Indexes of the treated samples were compared with the samples bleached conventionally. Firstly, 80/20% cotton/polyester knitted fabrics were bleached. Then, 50/50% cotton/polyester blended fabrics were also used in the treatments by the processes which had already given the best results with 80/20% cotton/polyester samples. The bursting strength tests and abrasion tests were also carried out with 80/20% cotton/polyester samples having good Whiteness Indexes. In order to investigate the level dyeing properties, these samples were dyed with Forosol Blue PC dye. The coloristic and color fastness properties of the dyed samples were also investigated.

Keywords

Bleaching, Ultrasonic Energy, Ozone gas, Enzyme, Microwave Energy, Cotton/polyester knitted fabric

KISALTMALAR

PES: Poliester

HT: High Temperature (Yüksek Sıcaklık)

SED: Spektral Enerji Dağılımı

kPa: Kilo Paskal

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1. Ozonun Gazının Fiziksel Özellikleri[8].....	6
Tablo 3.1. Araştırmada Kullanılan Cihazlar ve Üretici Firmaları.....	11
Tablo 3.2. Araştırmada Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Üretici Firmaları	11
Tablo 3.3. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Konvansiyonel Banyoda Hidrojen Peroksit İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları.....	12
Tablo 3.4. Konvansiyonel Yönteme Göre Hidrojen Peroksit İle Yapılan Ağartma İşlemlerinde Kullanılan Ağartma Şartları	13
Tablo 3.5. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Konvansiyonel Banyoda Lakkaz Enzimi İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları	13
Tablo 3.6. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Mikrodalga Enerjisi İçeren Banyoda Hidrojen Peroksit İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları.....	14
Tablo 3.7. Mikrodalga Enerjisi İçeren Yönteme Göre Hidrojen Peroksit İle Yapılan Ağartma İşlemlerinde Kullanılan Ağartma Şartları	14
Tablo 3.8. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Ozon Gazının Kullanıldığı Banyoda Hidrojen Peroksit İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları.....	17
Tablo 3.9. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Ozon Gazının Kullanıldığı Banyoda Lakkaz Enzim İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları.....	18
Tablo 3.10. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Ozon Gazının Suyu İlavisiyle Gerçekleştirilen Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları	18
Tablo 3.11. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Ultrasonik Enerji Kullanıldığı Banyoda Hidrojen Peroksit İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları	19
Tablo 3.12. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Ultrasonik Enerjinin Kullanıldığı Banyoda Lakkaz Enzim İle Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları	20
Tablo 3.13. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Ozon Gazının ve Ultrasonik Enerjinin Birlikte Kullanıldığı Banyoda Hidrojen Peroksit İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları.....	21
Tablo 3.14. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Ozon Gazı ve Ultrasonik Enerjinin Birlikte Kullanıldığı Banyoda Lakkaz Enzim İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları	22
Tablo 3.15. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Ultrasonik Enerjinin Kullanıldığı ve Ozon Gazının Suyu İlavisiyle Gerçekleştirilen Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları.....	23
Tablo 3.16. %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Konvansiyonel Banyoda Hidrojen Peroksit İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları.....	24
Tablo 3.17. %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Mikrodalga Enerjisinin Kullanıldığı Banyoda Hidrojen Peroksit İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları	24
Tablo 3.18. %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Ozon Gazının Kullanıldığı Banyoda Hidrojen Peroksit İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları	25
Tablo 3.19. %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Ultrasonik Enerji Kullanıldığı Banyoda Hidrojen Peroksit İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları	26

Tablo 3.20. %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Ozon Gazının ve Ultrasonik Enerjinin Birlikte Kullanıldığı Banyoda Hidrojen Peroksit İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları.....	27
Tablo 3.21. %80Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Boyama İşleminde Kullanılan Proses Koşulları	28
Tablo 3.22. Fiksaj İşleminde Kullanılan Proses Koşulları.....	29
Tablo 3.23. Ham Materyale Ait Kodlamalar.....	32
Tablo 3.24. Konvansiyonel Banyoda Yapılan Çalışmalara Ait Kodlamalar	33
Tablo 3.25. Ultrasonik Enerji Kullanılan Banyoda Yapılan Çalışmalara Ait Kodlamalar	37
Tablo 3.26.Mikrodalga Enerjisi İçeren Yönteme Göre Yapılan Çalışmalara Ait Kodlamalar	38
Tablo 3.27.Ozon Gazı Kullanılan Yöntem İle Yapılan Çalışmalara Ait Kodlamalar.....	42
Tablo 3.28. Ultrason Enerjisi Ve Ozon Gazı Kullanılan Yöntemde Yapılan Çalışmalara Ait Kodlamalar	44
Tablo 3.29. %80/20 Pamuk/poliester ve %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Ham Materyallerin Sarılık ve Berger Beyazlık Değerleri	45
Tablo 3.30. %80/20 Pamuk/poliester ve %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Ham Materyallerin CIELab ve Tristimulus Değerleri	45
Tablo 3.31. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Konvansiyonel Yönteme Göre Ağartılması Sonrası Sarılık ve Berger Beyazlık Değerleri	46
Tablo 3.32. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Konvansiyonel Yönteme Göre Ağartılması Sonrası CIELab ve Tristimulus Değerleri	47
Tablo 3.33. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Mikrodalga Enerjisi Kullanılan Yönteme Göre Ağartılması Sonrası Sarılık ve Berger Beyazlık Değerleri.....	47
Tablo 3.34. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Mikrodalga Enerjisi Kullanılan Yönteme Göre Ağartılması Sonrası CIELab ve Tristimulus Değerleri	49
Tablo 3.35. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Ozon Gazı İçeren Yönteme Göre Ağartılması Sonrası Sarılık ve Berger Beyazlık Değerleri	49
Tablo 3.36. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Ozon Gazı İçeren Yönteme Göre Ağartılması Sonrası CIELab ve Tristimulus Değerleri	50
Tablo 3.37. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Ultrasonik Enerji Kullanılan Yönteme Göre Ağartılması Sonrası Sarılık ve Berger Beyazlık Değerleri.....	51
Tablo 3.38. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Ultrasonik Enerji Kullanılan Yönteme Göre Ağartılması Sonrası CIELab ve Tristimulus Değerleri	52
Tablo 3.39. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Ultrasonik Enerji ve Ozon Gazının Birlikte Kullanıldığı Yönteme Göre Ağartılması Sonrası Sarılık ve Berger Beyazlık Değerleri.....	53
Tablo 3.40 %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Ultrasonik Enerji ve Ozon Gazının Birlikte Kullanıldığı Yönteme Göre Ağartılması Sonrası CIELab ve Tristimulus Değerleri..	54
Tablo 3.41. %50/50 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Ağartılması Sonrası Sarılık ve Berger Beyazlık Değerleri.....	54
Tablo 3.42 %50/50 Pamuk/Poliester ve %80/20 Pamuk/Poliester Materyaline Ait Çalışmaların Renk Ölçüm Değerleri	55
Tablo 3.43. %50/50 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Ağartılması Sonrası CIELab ve Tristimulus Değerleri	56

Tablo 3.44. %80/20 Pamuk/Poliester ve %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerinin Bütün Ağartma Sonuçlarını.....	57
Tablo 3.45. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Boyama Öncesi Ağartılmış Materyallere Ait Çalışmaların Berger ve Sarılık Değerleri	59
Tablo 3.46. Ağartma İşlemi Uygulanmış %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Boyama Sonrası CIELab ve Tristimulus Değerleri	59
Tablo 3.47. Ağartma İşlemi Uygulanmış %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Boyama Sonrası K/S Değerleri	61
Tablo 3.48. Ağartma İşlemi Uygulanmış %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Boyama Sonrası %Reflektans Değerleri	62
Tablo 3.49. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Ağartılmış Materyallerin Patlatma Mukavemeti Sonuçları.....	63
Tablo 3.50. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Ağartılmış Materyallerin Boncuklanma Testi Sonuçları.....	63
Tablo 3.51. Ağartma İşlemi Yapılmış %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Boyama Sonrası Haslık Test Sonuçları	64

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1. Mikrodalga Enerjisinin Kullanıldığı Yöntem	14
Şekil 3.2. Ozon Gazı İçeren Yöntem.....	16
Şekil 3.3. Ultrasonik Enerji Kullanılan Yöntem	19
Şekil 3.4. Ozon Gazı ve Ultrasonik Enerjinin Birlikte Kullanıldığı Yöntem.....	21
Şekil 3.5. Boyama İşlemi Diyagramı	28
Şekil.3.6. Fiksaj İşlemi Diyagramı.....	29
Şekil 3.7. Patlatma Mukavemeti Testi	30
Şekil 3.8. Boncuklanma Değerlendirme Skalası	30
Şekil 3.9. Gri Skala Değerlendirme Skalası	31
Şekil 3.10. %80/20 Poliester/pamuk Karışımı Materyale Konvansiyonel Yönteme Göre 12 mL/L Hidrojen Peroksit İle Yapılan Çalışmaya Ait Kodlama Örneği.....	32
Şekil 3.11. %80/20 Poliester/pamuk Karışımı Materyale Ultrasonik Enerji Kullanılan Yönteme Göre 12 mL/L Hidrojen Peroksit İle Yapılan Çalışmaya Ait Kodlama Örneği	33
Şekil 3.12. %80/20 Poliester/pamuk Karışımı Materyale Ultrasonik Enerji Kullanılan Yönteme Göre Lakkaz Enzimi İle Yapılan Çalışmaya Ait Kodlama Örneği	34
Şekil 3.13. %80/20 Poliester/pamuk Karışımı Materyale Ultrasonik Enerji Kullanılan Yönteme Göre 12 mL/L Hidrojen Peroksit İle Ağartma İşlemine Ait Kodlama Örneği.....	35
Şekil 3.14. %50/50 Poliester/pamuk Karışımı Materyale Ultrasonik Enerji Kullanılan Yönteme Göre 12 mL/L Hidrojen Peroksit İle Ağartma İşlemine Ait Kodlama Örneği.....	36
Şekil 3.15. %80/20 Poliester/pamuk Karışımı Materyale Mikrodalga Enerjisi Kullanılan Yönteme Göre 12 mL/L Hidrojen Peroksit İle Ağartma İşlemine Ait Kodlama Örneği.....	37
Şekil 3.16. %80/20 Poliester/pamuk Karışımı Materyale Ozon Gazı İçeren Yönteme Göre 12 mL/L Hidrojen Peroksit İle Ağartma İşlemine Ait Kodlama Örneği.....	39
Şekil 3.17. %80/20 Poliester/pamuk Karışımı Materyale Ozon Gazı İçeren Yönteme Göre Su İle Ağartma Sonucu Boyama İşlemine Ait Kodlama Örneği.....	40
Şekil 3.18. %80/20 Poliester/pamuk Karışımı Materyale Ozon Gazı İçeren Yönteme Göre Lakkaz Enzimi İle Ağartma İşlemine Ait Kodlama Örneği.....	41
Şekil 3.19. %80/20 Poliester/pamuk Karışımı Materyale Ultrasonik Enerjisi ve Ozon Gazının Birlikte Kullanılan Yönteme Göre Su İle Ağartma İşlemine Ait Kodlama Örneği	43
Şekil 3.20. %80/20 Poliester/pamuk Karışımı Materyale Ultrasonik Enerjisi ve Ozon Gazının Birlikte Kullanılan Yönteme Göre 12 mL/L Hidrojen Peroksit İle Ağartma İşlemine Ait Kodlama Örneği	44
Şekil 3.21. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Konvansiyonel Banyoda Yapılan Çalışmaya Ait Ölçüm Değerleri Grafiği.....	46
Şekil 3.22. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Mikrodalga Enerjisi Kullanılan Banyoda Yapılan Çalışmaya Ait Ölçüm Değerleri Grafiği.....	48
Şekil 3.23. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Ozon Gazı İçeren Banyoda Yapılan Çalışmaya Ait Ölçüm Değerleri Grafiği.....	50
Şekil 3.24. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Ultrasonik Enerji Kullanılan Banyoda Yapılan Çalışmaya Ait Ölçüm Değerleri Grafiği.....	52
Şekil 3.25. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Ultrasonik Enerji ve Ozon Gazının Birlikte Kullanıldığı Banyoda Yapılan Çalışmaya Ait Ölçüm Değerleri Grafiği	53

Şekil 3.26. %50/50 Pamuk/Poliester Materyalinin Ağartılmasına Ait Ölçüm Değerleri Grafiği	55
Şekil 3.27. %50/50 Pamuk/Poliester ve %80/20 Pamuk/Poliester Materyaline Ait Çalışmaların Ölçüm Değerleri Grafiği	56
Şekil 3.28. %50/50 Pamuk/Poliester ve %80/20 Pamuk/Poliester Materyaline Ait Bütün Çalışmaların Ölçüm Değerleri Grafiği	58
Şekil 3.29. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Ağartılmış Numunelerin Boyama İşleminde Sonra Elde Edilen Renk Ölçüm Sonuçlarının ΔE^* Grafiği [Standart: P80_45DK_12ML_BLUE]	60

BÖLÜM 1

GİRİŞ VE AMAÇ

Günümüz insan ihtiyaçlarının farklılaşmaları, sentetik liflere doğal liflerin taşıdıkları özellikleri verebilme, hatta daha da iyileştirmelerden dolayı sentetik lif kullanımında büyük artış olsa da doğal olması, ucuz olması gibi sebeplerden dolayı pamuk lifi hala en çok kullanılan lifler arasındadır.

Pamuğun pahalı olması ve dayanıklılık gibi sebeplerden ise sentetik elyaf üretimi ve kullanımını giderek atmaktadır. Sentetik lifler arasında en önemli yere sahip olan poliester ve pamuğun karışımı ile sıklıkla karşılaşmaktayız. Böylece hem pamuğun avantajlarını, hem de polyesterin avantajlarını aynı ürün üzerinde görebilmekteyiz. Poliester elyafı pamuk ile karıştırılarak tekstil endüstrisi tarafından çeşitli alanlarda konfeksiyon uygulaması için kullanılmaktadır. Poliester elyafı, karışım yapılmadan da endüstriyel pazarlarda geniş kullanım alanı bulmaktadır. Dayanıklılık, sürtünme dayanımı ve tokluk dahil olmak üzere mükemmel bir özellikler bileşimine sahiptir. Özellikle poliester elyafının elastikiyeti, kumaşın geri dönme kapasitesinde çarpıcı bir performans sağlamaktadır[13].

Poliester elyafın ağartılmasına çok ihtiyaç duyulmamaktadır, ancak uygulanan ağartma işlemleri poliesterde kolay boyanabilirlik ve oligomer problemini azaltmada faydası vardır. Pamuk ise doğal elyaf olmasından dolayı üzerinde pek çok kirlilik barındırmaktadır. Pamuğun ağartılması ise, pamuğa kolay boyanabilirlik, parlaklık ve kullanım özelliklerini kazandırmaktadır.

Günümüzde terbiye işlemlerde çevreye hassasiyet ve daha az enerji anlayışı hâkimdir. Bu yüzden yapılan deneysel çalışmalar da bu yönde olmaktadır. Bu çalışmada da minimum enerji, kısa zaman ve enerji tasarrufu amaç edinilmiştir.

Ağartma işlemi, enzim, ultrasonik enerji, ozon gazının kullanımı, mikrodalga enerjisinin kullanımı ve konvansiyonel yöntemler ile gerçekleştirilmiştir. Eskiden beri kullanılan konvansiyonel yani klasik yöntemin kazandırdığı beyazlığı, ozon gazı, mikrodalga enerjisi ve ultrasonik enerji içeren teknolojilerin hangi şartlarda benzer değerleri verebileceği araştırılmıştır. Burada sıcaklık, zaman ve kullanılan ağartıcı madde faktörlerinde değişiklik yapılarak deneysel çalışma yürütülmüştür. Kullanılan ağartıcı maddeler, hidrojen peroksit, lakkaz enzimidir. Ağartma sonucunda elde edilen materyallerin düzgün boyanabilirlik özelliklerinin anlaşılabilmesi için de numuneler boyanmış, boyanan numunelerin renk özellikleri ve haslık özellikleri incelenmiştir.

BÖLÜM 2

2.1 PAMUK/POLİESTER

Karışım (harman) kelimesi fiziksel ya da kimyasal yapıları farklılık gösteren birçok lifsi polimerin oluşturabileceği topluluk olasılıklarını ifade eder[11]. Bu çalışmada poliester/pamuk karışımları söz konusudur. Karışım elde etmenin sebepleri ekonomi, dayanıklılık, fiziksel özellikler, renk ve görünüşdür[12].

Tekstil endüstrisinde pamuk oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Pamuk elyafının temel özellikleri uzunluk, incelik, mukavemet ve uzamadır. İlave olarak olgunluk ve kıvrım sayısı da önemli özelliklerdendir. Sağladığı konfor, kolay boyanabilme ve kolay yıkanılabilirlik özellikleri pamuk elyafının iç giysiliklerden üst giyime kadar uzanan geniş bir yelpazede kullanılmasını mümkün kılmıştır. Kullanım alanı giysiliklerle sınırlı kalmayıp yatak çarşafı, döşemelik kumaşlar, masa örtüleri, perdelik kumaşlar ve havlu gibi çok çeşitli ürünler yönünde de genişlemiştir. Poliester elyafı pamuk ile karıştırılarak tekstil endüstrisi tarafından çeşitli alanlarda konfeksiyon uygulaması için kullanılmaktadır. Poliester elyafı karışım yapılmadan da endüstriyel pazarlarda geniş kullanım alanı bulmaktadır. Dayanıklılık, sürtünme dayanımı ve tokluk dâhil olmak üzere mükemmel özellikler bileşimine sahiptir. Özellikle poliester elyafının elastikiyeti, kumaşın geri dönme kapasitesinde çarpıcı bir performans sağlamaktadır[13].

Elyaf çok düşük nem emiciliğine ve yüksek erime noktasına sahiptir. Elastikiyeti ve hızlı kuruma özelliği polyester elyafını özellikle dolgu malzemesi olmaya elverişli kılmaktadır. Polyester elyafının sahip olduğu bu özellikler pamuk ile yapılan karışımlarının kullanım özelliklerini oldukça iyileştirmiş ve bu sebeple poliester/pamuk karışımları yaygın bir kullanım alanı bulmuştur[13].

Karışımlar içerisinde en belirgin ve önemli olan poliester/pamuk karışımları olup, poliester elyafı mukavemet, aşınma dayanımı ve boyutsal stabilite sağlarken pamuk elyafı da pillingleşmeyi azaltır, su emicilik ve rahat kullanım sağlar. Poliester/pamuk karışımı mamüller genellikle; iplikler de dikiş ipliği olarak, dokuma kumaşlarda gömleklik, elbiselik, dış giyim, iş elbisesi ve çarşaflık olarak, örme kumaşlarda ise tişört ve elbiselik olarak kullanılırlar[11].

2.2. AĞARTMA

2.2.1. Hidrojen Peroksit ile Ağartma

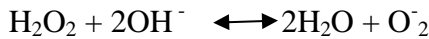
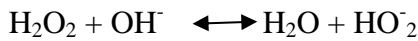
Oksidatif ağartma maddelerinin en önemlileri hidrojen peroksit, sodyum hipoklorit ve sodyum klorittir. Hidrojen Peroksit (H₂O₂) redoks(kimyasal tepkime) potansiyeli diğer ağartma maddeleri arasında en düşük olduğundan dolayı pamuklu mamullerin ağartılmasında daha çok kullanılır.

Ayrıca H₂O₂ ağartması sonucu ortaya tehlikeli atıklar çıkmaz ve kumaş üzerinde yıpranma ya da lekeler oluşmaz. Hidrojen peroksit soğuk ve sıcak olmak üzere iki şekilde uygulanabilir. Ağartma işlemi alkali veya asidik ortamda yapılabilir. Ancak alkali ağartma daha yaygın olarak kullanılmaktadır[14].

Ağartma diğer bir deyiş ile;

- Haşıl, pektin, mum, katalitik maddeler gibi safsızlıkların düzgün bir şekilde uzaklaştırılması,
- Daha iyi boya alımı için düzgün şekilde şişmiş lifler,
- Düzgün bir su emme yeteneği,
- Beyaz ve pastel tonlar için daha iyi bir beyazlığın sağlanması,
- Koyu renk boyama ve baskıda parlaklığın artırılması,
- Çekirdek kabuklarını uzaklaştırarak kumaşın görünümünü iyileştirmek anlamına gelmektedir.

Bazik ortamda yapılan bir çalışmada ağartma reaksiyonu aşağıdaki denklemlerde gösterilen şekilde meydana gelmektedir [14].



Esas ağartma etkisini sağlayan HO₂⁻ iyonları ve biraz da O₂⁻ iyonlarıdır. Formülde organik madde olarak belirtilen bileşikler, pamuk üzerinde mevcut bozunacak yabancı maddelerdir. Bunlar oksitlenince renklerini kaybeder, bozunur ve parçalanırlar.

2.2.2. Enzim ile Ağartma

Enzimler bir tür katalizördürler. Enzimler düşük hızla oluşan reaksiyonları katalizler, canlı organizmada oluşan reaksiyonların çok ılımlı koşullarda gerçekleşmesini sağlarlar ve reaksiyonun dengesini değiştirmeksizin katalitik aktivite gösterirler[3].

Yalıtılan enzimlerin tümü protein yapısındadır ya da protein kısmı bulundurlar. Enzimler çok defa renksizdirler, bazen sarı, yeşil, mavi, kahverengi ya da kırmızı olabilirler. Suda ya da sulandırılmış tuz çözeltisinde çözülebilirler. Enzimlerde belirli bir noktadan itibaren sıcaklık artışıyla tepkime hızı düşmeye başlar ve tamamen durur. Enzimler Genellikle çok asidik ve çok alkali ortamda etkisizdirler[3].

2.2.2.1. Tekstil Terbiye İşlemlerinde Enzim Kullanımı

Tekstilde enzimlerin kullanımıyla işlem tipine bağlı olarak su tüketimini % 17-50, hava emisyonunu % 50-60 oranında azaltmak mümkündür böylece maliyetlerde de azalma olmaktadır. Doğal kaynaklı oldukları için enzimler çevre dostudur[4].

Tekstil terbiye işlemlerinde enzimler haşıl sökmede, ağartmada, boyamada, bitim işlemlerinde ve atık su ağartmada kullanılabilir. Bu deneysel çalışmada ağartma amaçlı kullanılmıştır.

2.2.2.2. Enzimatik Ağartma İşlemi

Günümüzde en yaygın endüstriyel ağartma maddesi, tekstil materyaline istenen beyazlığı kazandıran kaynama sıcaklığında pH 10-11 Aralığında uygulanan hidrojen peroksittir (H_2O_2). Hidrojen peroksit (H_2O_2), bozduğunda çevreye zarar vermeyen su ve oksijene dönüşür. Fakat H_2O_2 ağartması esnasında oluşan radikal reaksiyonlar, lifin polimerizasyon derecesinin düşmesine ve özellikle metal iyonlarının aktivatör görevi yaparak lif mukavemetinin azalmasına sebep olmaktadır[3].

Enzim ile ağartma işlemi çalışmaları ise giderek önem kazanmaktadır. Bu deneysel çalışmada lakkaz enzimi kullanılmıştır. Lakkazlar, 19. yy'dan beri üzerinde çalışmalar yapılan birkaç enzimden birisidir[4]. Lakkazlar, bir ya da daha fazla bakır içeren oksidazlardır. Enzimin kökenine bağlı olarak yapılarındaki karbohidrat içeriği, protein miktarının %10-45 (ağırlık üzerinden)' ine karşılık gelmektedir. Lakkaz zincirinde genel olarak 500 amino asit bulunmaktadır. Pek çok fenolik substratın tek-elektronlu oksidasyonunu katalizlerler. Moleküler oksijen kutup elektron alıcısı olarak hizmet verir ve böylece iki su molekülüne indirgenir. Lakkaz, fenolik bileşikleri yükseltgeyebilmesinin yanı sıra, moleküler oksijeni suya indirgeme kabiliyeti nedeniyle üzerinde yoğun çalışmalar yapılan bir enzim olmuştur. Organik sentezlerde organik çözücülerle yapılan uygulamalardaki kuvvetli tutma aktivitesi sayesinde biyo-teknolojik değeri olan enzimlerdir[3].

2.3. AĞARTMA İÇİN KULLANILAN YÖNTEMLER

Ağartma işlemleri, ultrasonik enerjinin kullanıldığı, ozon gazının, mikrodalga enerjisinin kullanıldığı yöntemlerle yapılmış ve sonuçlar konvansiyonel ağartma işlemi ile gerçekleştirilen ağartma işlemlerinin sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

2.3.1. Ultrasonik Enerjinin Kullanıldığı Yöntem İle Ağartma

Ultrason insan kulağının işitebildiği limitten daha yüksek frekanslı ses dalgalarına denir. Bu limit insandan insana değişse de sağlıklı bir gençte bu değer yaklaşık 20 kHz' dir. Frekansı insanların duyma sınırının üzerinde bulunan mekanik titreşimlerden meydana gelmiş bir enerji çeşidi olan ultrasonik enerji, dalgalar şeklinde ortamda yayılır[1].

2.3.1.1. Ultrasonik Enerjinin Eldesi

Ultrasonik dalgalar, güç jeneratörleri tarafından üretilen yüksek frekansın; transdüserler (ultrason titreştiricileri) vasıtasıyla mekanik basınç dalgalarına çevrilmiş halidir[1]. Ultrasonik transduserlerin üç temel tipi mevcuttur ve herbirinin orijini 20. yüzyılın başlarına dayanmaktadır[2].

1. **Gaz Sürücülü Transduserler:** Basit olarak, yüksek frekanslı çıkışlara sahip düdüklerdir. Yüksek hızdaki gaz akışını ultrasonik enerjiye dönüştürürler.
2. **Sıvı Sürücülü Transduserler:** Transduserlerin bu tipinin esası sıvı içeren düdük olmalarıdır. Bunlarda kavitasyon, su sayesinde konvansiyonel bir pervane kanadının hızlı hareketi sonucunda üretilmektedir.
3. **Elektromekanik Transduserler**
 - **Magnetostriktif Transduserler:** Bir magnetik alandaki uygulama ile uygun ferromagnetik materyalin (örneğin; nikel veya nikel alaşımları) boyutundaki değişime ait bir olaydır.
 - **Piezoelektrik Transduserler:** Elektrik enerjisini, ses enerjisine dönüştürürler.

2.3.1.2. Kavitasyon

Ultrason birkaç farklı fiziksel mekanizmayla kimyasal etki üretmektedir ve önemli doğrusal olmayan proses kavitasyondur. Kavitasyon sıvıda gaz dolu kabarcıkların veya boşlukların oluşumu, gelişmesi ve belirli koşullar altında içe doğru çökerek sönmektedir[1]. Kavitasyonu etkileyen faktörler; frekans, çözücü viskozitesi, çözeltilinin yüzey gerilimi, çözeltilinin buhar basıncı, sıcaklık, gaz boncukları, uygulanan dış basınç, sonikasyon yoğunluğu ve sesin zayıflamasıdır[1].

Ultrasonik Enerji ile Çalışan Cihazlar

1. Ultrasonik Temizleme Banyosu
2. Ultrasonik Prob

Yapılan çalışmada ultrasonik enerji ile temizleme banyosu ve prop her ikisi tek banyoda kullanılmıştır. Ayrıca Ozon gazı ile Ultrasonik enerji beraber de kullanılarak elde edilen değerlerde karşılaştırma yapılabilmektedir.

2.3.2. Ozon Gazı İle Ağartma

Ozon, etimolojik olarak Yunancadaki 'kokan' anlamına gelen 'ozien' kelimesinden gelmektedir. Doğal element ozon 'Aktif Oksijen' olarak bilinmektedir. Ozon (O₃) molekülü, üç adet oksijen atomunun birleşmesiyle oluşmuş, stabil olmayan bir yapıya ve simetrik açılara sahip bir moleküldür. Ozon sıcaklığa dayanıklı olmayan ve kendiliğinden oksijene dönüşebilen parçalayıcı aşındırıcı bir gazdır. Bu hassaslığı nedeniyle ozon saklanamaz veya transfer edilemezdir, direkt olarak kullanılacağı ortamda üretilmelidir [8].

2.3.2.1. Ozon Gazının Fiziksel Özellikleri

Ozon gazının fiziksel özellikleri tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Ozonun Gazının Fiziksel Özellikleri[8]

Fiziksel Özellikler	Değer	Fiziksel Özellikler	Değer
Moleküler Ağırlık	48.0 g/mol	Yoğunluk, gaz (0°C, 101 kPa)	2,144 kg.m ⁻³
Kaynama Noktası (101 kPa)	-111.9 °C	Yoğunluk, sıvı (-112 °C)	1358 kg.m ⁻³
Erime Noktası	-192.7 °C	Viskozite, sıvı (-183 °C)	1,57x10 ⁻³ Pa.S
Kritik Sıcaklık	-12.1 °C	Buharlaşma Sıcaklığı	15.2 kJ.mol ⁻¹
Kritik Basınç	5.53 MPa		

Çevre kirliliğinin getirdiği sorunlar, tüm endüstri dalları için temiz teknolojilere yönelmek ve acil önlemler almak gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Tekstil terbiyesinin büyük bir kısmı sulu işlemlere dayandığından ve kullanılan kimyasal maddelerin çoğu geri dönüşümsüz olarak çevreye bırakıldığından, bu konudaki çalışmalar yaşamsal önem taşımaktadırlar. Endüstriyel işletmeler ve bilimsel kurumlar, bu konuda, eskiye oranla daha ciddi yaklaşımla alternatif temiz üretim yöntemleri aramaya başlamışlardır. Dolayısıyla tüm sektörler, daha az kimyasal madde ve su kullanarak, daha az atık su ve atık hava açığa çıkartarak, çevreyi daha az kirleten ve enerji tüketimi düşük olan çevre dostu üretim yöntemlerinin geliştirilip uygulanması konusunda üzerlerine düşeni yapmak durumunda kalmışlardır. [9].

Ozon gazı, genel olarak tıbbi sterilizasyon, turizm, kağıt, maden endüstrilerinde, depolama, ısıtma ve soğutma sistemlerindeki hava ve içme sularının arıtımı ve gıda maddelerinin korunmasında kullanılmaktadır. Son zamanlarda, ozon gazı, ağartma, boyama atık sularının renk giderme işlemleri ve atık suların geri kazanımına yönelik çalışmalarda kullanılmaktadır[8].

2.3.2.2. Ozon Teknolojisinin Tekstil Terbiye İşlemlerinde Kullanılması

Tekstil terbiyesinde ozon kullanımı, doğa dostu yeni alternatif bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Ozonun doğal bir materyal olması, kararsız yapısından dolayı işlem süresi sonrasında hızla oksijene parçalanması, hiçbir zararlı ara ürün ve reaksiyona yol açmaması, zamandan, sudan ve enerjiden tasarruf sağlaması, ozonun önemini ve cazibesinin arttırmaktadır[9].

Ozon gazı ile yapılan işlemlerde, konvansiyonel terbiye işlemlerinden farklı olarak, kimyasal madde ve su kullanmadan, liflerin fiziksel özelliklerinin geliştirilmesi yanında, kimyasal reaktivitelerinin artırılması ve çevre kirlenmesine yol açmaması gibi avantajlar sağlanmaktadır[9].

Tekstil terbiye işlemlerinde yıkama, ağartma, renk açma, atık su arıtma ve denim sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapılan bu deneysel çalışmada Pamuk/Poliester örme kumaşının ağartılmasında kullanılmıştır.

2.3.3. Mikrodalga Enerjisinin Kullanıldığı Yöntem İle Ağartma

Mikrodalgalar elektromanyetik spektrumun infrared ve radyo dalgaları arasında yer alan, frekansları 300 MHz ile 300 GHz arasında, dalga boyları ise 1 mm ile 1 m arasında olan elektromanyetik dalgalardır[6].

XX.yüzyılın başından itibaren önemli bilimsel ve teknolojik gelişmelere sahne olan mikrodalgaların, daha çok telekomünikasyon alanındaki kullanımları amaçlanmış ve bu alanda çok önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Ancak XX. yüzyılın ikinci yarısından itibaren mikrodalgaların telekomünikasyon uygulamaları dışında endüstriyel proseslerde de kullanılabileceği ortaya çıkmış ve bu uygulamalar giderek artmıştır. En öne çıkan uygulamalarda ise güç teknolojisi, sanayinin birçok alanında özellikle gıda, seramik, kauçuk, mobilya, tekstil gibi sektörlerde önemli oranda kullanılmaktadır[7].

2.3.3.1. Mikrodalga Enerjisinin Tekstil Terbiye İşlemlerinde Kullanımı

Mikrodalga enerjisi, tekstil terbiyesinde genelli ön kurutma, fiksaj, boya banyosunun volumetrik ısıtılması gibi proseslerde kullanılmaktadır[5].

Yapılan deneysel çalışmada mikrodalga enerjisi ağartma işleminde hızlı ısıtma kaynağı (hacimsel ısıtma) kaynağı olarak kullanılmıştır. Laboratuvar tipi mikrodalga cihazında sıcaklık manuel olarak ayarlanmıştır. Yapılan çalışma deneysel çalışma bölümünde daha ayrıntılı anlatılmaktadır.

2.3.4. Konvansiyonel Yöntem İle Ağartma

Tekstilde yapılan boyama ve ağartmada 100°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda konvansiyonel boyama makinesi kullanılması uygundur. Öncelikli avantajı homojen olarak basıncın dağılması ve sonuç olarak sıvı dolaşımının güvenli olmasını sağlar[14].

Yüksek sıcaklık derecesinde boyama ve ağartma, çeşitli liflerde özellikle reaktif grubu olmayan, az kabarık veya kabarık olmayan sentetik liflerin boyanmasında ve ağartılmasında belirli avantajlara sahiptir. Poliesterlerin tamamına yakını, triasetat lifler ve bu tür bileşiklerin oluşturduğu bileşiklerde etkin rol oynar[14].

Selülozik lifler konvansiyonel boyama makinesindeki avantaj; kabarıklığın azalmasını ve boya moleküllerinin bir araya gelerek topaklaşmasını engeller. Özellikle boyamada ve ağartmada boyanın ve ağartma için kullanılan bileşiğin yapıya daha iyi nüfuz etmesini sağlar. Bu sayede daha kısa bir sürede boyama ve ağartma işleminin tamamlanmasını sağlar. Boyama ve ağartma işlemleri sırasında tekstilin bozunmasını önlemek için bazı koruyucular katılmaktadır[14].

2.4. RENK ÖLÇÜMÜ

Renk ölçüm bilimi, rengi 'sayısal' olarak ifade edebilmek üzerine yapılan çalışmaları kapsamaktadır. Bir rengin 'algılanabilmesi' için: ışık kaynağı, gözlemci ve cisme ihtiyaç vardır[15].

Elektromanyetik spektrum alanı içerisinde görünür alan spektrumu 380–780 nm arasındadır. Spektrum, bileşik bir ışığın bileşenlerine ayrılmasından doğan renkli ışıkların tümüdür. Işık kaynakları, Spektral Enerji Dağılımı(SED) ile karakterize edilmektedir. Bir ışık kaynağın SED'si ise, ışık kaynağının her bir dalgaboyundaki radyatif ışımalarının gücüdür. (W.cm⁻².nm⁻¹).

Cisim ise, % reflektans değerleri ile ifade edilmektedir. Üzerine bir ışık huzmesi (ışık demeti) düşürülen herhangi bir yüzeyden yapılan reflektans (yansıma), aynı ışık hüzmesinin BaSO₄ ile kaplı beyaz plakadan yapılan reflektansı ile karşılaştırılarak (oranlanarak) '% Reflektans' olarak ifade edilir. BaSO₄ beyazının reflektans değeri, '100 birim' kabul edilmektedir.

Standart gözlemci kavramı ise, 1931 yılında tanımlanmış ve '2° Standart Gözlemci' veya 'CIE 1931 Gözlemcisi' olarak tanımlanmıştır. 1964 yılında ise, '10° lik Standart Gözlemci' olarak tanımlanmıştır. 2° ve 10°'lik açılar, görsel kolorimetredeki ölçümde kullanılan "gözlem açıları"dır.

Spektrofotometre Yardımı İle Renk Farklılıklarının Hesaplanması

İki renk arasındaki renk farklılığı, CIELab birimleri cinsinden aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmaktadır:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Burada Δ , farklılığı göstermektedir ve E harfi ise hissetmek anlamına gelen Almanca bir terimden gelmektedir. L^* , a^* ve b^* ise koordinatları ifade etmektedir. a^* ve b^* eksenleri parlaklığa bağlı olarak gri veya beyaz, L^* ise parlaklığın bir ölçüsüdür.

$\Delta L^* = L^*_{\text{numune}} - L^*_{\text{standart}}$ işleminin değerinin pozitif olması numunenin standarttan daha ‘açık’ olduğunu, negatif olması ise daha ‘koyu’ olduğu gözlenmiştir.

ΔC^* , ($C^*_{\text{numune}} - C^*_{\text{standart}}$), değeri hesaplandığında, ΔC^* ’nin pozitif olması, numunenin daha yüksek bir kromaya (doğunluğa) sahip olduğunu, negatif olması ise numunenin daha düşük bir kromaya (doğunluğa) sahip olduğunu göstergesidir. Açısal fark Δh , CIELab birimlerine sahip değildir ve bu yüzden aşağıdaki ΔH^* formülü ile ifade edilmesi uygundur:

$$\Delta H^* = \sqrt{(\Delta E)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2}$$

Boyama ve Renk Bilimcileri Derneği’nin (Society of Dyers and Colourists) “Renk Ölçüm Komitesi” (Colour Measurement Committee), 1984 yılında CIELab sistem parametrelerine dayanan aşağıdaki renk farklılığı formülünü önermiştir:

$$\Delta E_{\text{CMC}(l:c)} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L^*}{1S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*_{ab}}{cS_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H^*_{ab}}{S_H}\right)^2}$$

Burada, ‘1’ ve ‘c’ açıklık/koyuluğa ve kromaya ait toleranslardır.

2.5. SARILIK İNDEKSİ

Beyaz materyaller özellikle ışığa maruz bırakıldıklarında ve kirlendiklerinde sararırlar. Sarılığın, kolorimetrik metodlar yardımıyla ölçümü yapılabilir ve ölçüm metodları özellikle tekstil materyalleri dışındaki plastik ve boyanmış metal yüzeylerine uygulanmaktadır. En yaygın olarak kullanılanı, ASTM Metod D1925’de tanımlanan Sarılık İndeksi’dir:

$$(YI) = \frac{128X - 106Y}{Y}$$

Burada, X, Y ve Z, illüminant C altında ölçülmüş, 2°’lik gözlemciye ait değerler ile hesaplanmış tristimulus değerleridir.

2.6. BERGER BEYAZLIĞI

Bu formül A. Berger tarafından 1959 yılında geliştirilmiştir[15]. Berger Beyazlık Formülü aşağıdaki denklem ile ifade edilmektedir:

$$W_{\text{Berger}} = Y + (3.452)Z - (3.908)X$$

Burada X, Y ve Z, numunenin D₆₅ Standart Kaynak altında 10° Standart Gözlemci değerleri ile hesaplanmış tristimulus değerleridir.

BÖLÜM 3

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, %80/20 pamuk/poliester ve %50/50 pamuk/poliester karışımı örme kumaşların konvansiyonel, mikrodalga enerjisi, ultrasonik enerji ve ozon gazı yöntemleri kullanılarak, 30 veya 45 dakika olarak iki farklı sürede, 40°C, 60°C veya 80°C sıcaklıklarda ve 6ml/L veya 12 mL/L hidrojen peroksit, %0.5 lakkaz enzimi veya su ile değişken şartlarda boyama öncesi ağartma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, ultrason enerjisi ve ozon gazı aynı banyoda kullanılarak materyalin ağartılma derecesi izlenmiştir. İşlem sonucunda materyallerin renk ölçümleri yapılmıştır. Öncelikle %80/20 pamuk/poliester örme karışım kumaşlara ağartma işlemleri uygulanmıştır. Benzer sonuçların farklı pamuk/poliester karışım materyalde elde edilip edilemeyeceğini görebilmek için, %80/20 pamuk/poliester karışımında elde edilen en iyi ağartma değerlerini veren ağartma koşulları %50/50 pamuk/poliester karışımı kumaşa da uygulanmış, bu uygulamalar kendi aralarında karşılaştırılmıştır ve %80/20 pamuk/poliester materyali ile de benzer sonuçlarını verip vermediği incelenmiştir.

%80/20 pamuk/poliester karışımı materyalde her yöntemden en iyi ağartma sonuçlarına sahip olanlar seçilmiş ve bu materyaller boyanmıştır. Boyama işleminden sonra renk ölçümü ve haslık işlemleri yapılmış ve boyamalara ait renk farklılıkları ve haslık değerleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca, en iyi ağartma sonuçlarına sahip olan numunelere patlatma mukavemeti ve boncuklanma mukavemeti testleri yapılmıştır.

3.1. MATERYAL VE METOD

3.1.1. Kullanılan Materyal

DeneySEL çalışmada kullanılan materyaller ve özellikleri aşağıda verilmiştir:

Materyal	Örgü Tipi	Gramaj g/m ²
% 80/20 pamuk/poliester	Süprem, iki iplik	248
% 50/50 pamuk/poliester	Süprem	137

İşlemlerde kullanılan materyal ağırlığı 5 g'dır. Boncuklanma ve patlatma mukavemeti testi için 10 g materyaller ile işlem yapılmıştır.

3.1.2. Kullanılan Cihazlar ve Üretici Firmaları

Araştırmada kullanılan cihazlar ve üretici firmaları tablo 3.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Araştırmada Kullanılan Cihazlar ve Üretici Firmaları

Kullanılan Cihaz	Üretici Firma
HT numune boyama makinesi	Roaches Ltd.
Ultrasonik Temizleme Banyosu	Alex, 4 L, 45 W
Reflektans Spektrofotometresi	Datacolor SF600+
10 ⁻² Gram Hassasiyete sahip terazi	Sartorius
Ultrasonik Prob	Branson Sonifier, 250 W
BNP OZ-3G Ozon jeneratörü	BNP Ozone Technology Ltd.
White Westinghouse (USA) Mikrodalga Fırın (Model: KM06VF2W)	White Westinghouse (USA), 700 W
Etüv	Nüve
pH metre	Inolab pH7110
Haslık Testi Cihazı	Gyrowash-James H.Heal&Co.Ltd.
Isıtıcı	Stuart HEAT-STIR SB162
Boncuklama Mukavemeti Testi Cihazı	SDL International Martindale M235
Otomatik Patlatma Mukavemeti Test Cihazı	SDL The Quality Group ISO 9002 Approved

3.1.3. Kullanılan Kimyasal Maddeler

Araştırmada kullanılan kimyasal maddeler ve üretici firmaları tablo 3.2'de gösterilmektedir.

Tablo 3.2. Araştırmada Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Üretici Firmaları

Kullanılan Madde	Üretici Firma
Hidrojen Peroksit (H ₂ O ₂) %35	Merck
Uniwett Hga	Alfa Kimya
Sodyum Hidroksit (NaOH)	Merck
Ruko-stab	Rudolf
Asetik Asit (CH ₃ COOH)	Merck
Lakkaz Enzim	Novozymes
Sodyum Sülfat (Na ₂ SO ₄)	Merck
Indesol E50 (Fiksator)	Clariant
Dilatin NAN (Carrier)	Clariant
Forosol Blue PC (Direkt/Dispers Boyarmadde karışımı)	Clariant

3.2. UYGULAMALAR

Bu çalışmada %80/20 pamuk/poliester karışımı ve %50/50 pamuk/poliester karışımı örme kumaşlara farklı uygulama yöntemleri (konvansiyonel yöntem, ozon gazının kullanıldığı yöntem, ultrasonik enerjinin kullanıldığı yöntem, mikrodalga enerjisinin kullanıldığı yöntem, ultrasonik enerjinin ve ozon gazının birlikte kullanıldığı yöntem) ve ağartma maddeleri (lakkaz enzimi ve hidrojen peroksit) farklı kombinasyonlarda uygulanarak ağartma işlemi gerçekleştirilmiştir. %80/20 pamuk/poliester karışımına uygulanan ağartma işlemlerinin farklı oranlardaki pamuk/poliester karışımlarında da benzer sonuçları verip vermediğini görebilmek için, daha önce uygulanan ve en iyi sonuçları veren prosesler seçilerek, bu prosesler %50/50 pamuk/poliester materyallere de uygulanmıştır.

%80/20 pamuk/poliester karışımı kumaşa uygulanan ağartma işlemlerinden en iyi sonuçlara sahip numunelere patlatma mukavemeti ve boncuklanma testleri yapılmıştır. Ayrıca, ağartılan numunelerin düzgün boyanıp boyanmadığını inceleyebilmek için, bu materyaller Forosol Blue PC boyarmaddesi ile boyanmış, bu materyallerin haslıklar ve koloristik özellikleri değerlendirilmiştir.

3.2.1. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Ağartılması

%80/20 pamuk/poliester karışımı örme kumaşa konvansiyonel yöntem, ultrasonik enerji kullanılan yöntem, ozon gazının kullanıldığı yöntem, mikrodalga enerjisinin kullanıldığı yöntem, ozon gazı ve ultrasonik enerjinin birlikte kullanıldığı yöntem ile ağartma işlemi yapılmıştır. Kullanılan ağartma maddeleri ise, hidrojen peroksit ve lakkaz enzimidir.

3.2.1.1. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Konvansiyonel Yöntem İle Ağartma İşlemi

Konvansiyonel yönteme göre %80/20 pamuk/poliester karışımı materyallerin ağartılması hidrojen peroksit ve lakkaz enzimi ile yapılmıştır.

3.2.1.1.1. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Hidrojen Peroksit İle Konvansiyonel Yöntemle Ağartma İşlemi

Konvansiyonel yöntem hidrojen peroksit ile ağartma koşulları tablo 3.3'de verilmiştir.

Tablo 3.3. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Konvansiyonel Banyoda Hidrojen Peroksit İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları

Koşullar	Birim	Proses Koşulları
Hidrojen Peroksit(H ₂ O ₂) %35	mL/L	6 veya 12
Uniwett Hga (Noniyonik Islatici)	mL/L	0.2
Sodyum Hidroksit(NaOH)	g/L	1
Ruko-stab (Organik Stabilizatör)	g/L	2
Sıcaklık	°C	40 veya 80
Banyo Oranı	-	1/40
İşlem Süresi	Dakika	30 veya 45

Materyal Ağırlığı: 5 g (Patlatma ve boncuklanma mukavemeti testlerini gerçekleştirmek için 10 g materyal kullanılmıştır.)

Tablo 3.4. Konvansiyonel Yönteme Göre Hidrojen Peroksit İle Yapılan Ağartma İşlemlerinde Kullanılan Ağartma Şartları

SICAKLIK °C	SÜRE (dakika)	MADDE MİKTARI (mL/L)
80	45	12
40	30	12
40	30	6
40	45	12
40	45	6

Yapılan ağartma işleminde kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, sıcaklığın uygulama şartlarına göre 40°C veya 80°C'ye getirilmesi ile başlamaktadır ve 30 dakika veya 45 dakika boyunca devam etmektedir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C'de etüvde kurutulur.

3.2.1.1.2. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Lakkaz Enzimi İle Konvansiyonel Yöntemle Ağartma İşlemi

Konvansiyonel yöntem ve lakkaz enzimi ile ağartma koşulları tablo 3.5'de verilmiştir.

Tablo 3.5. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Konvansiyonel Banyoda Lakkaz Enzimi İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları

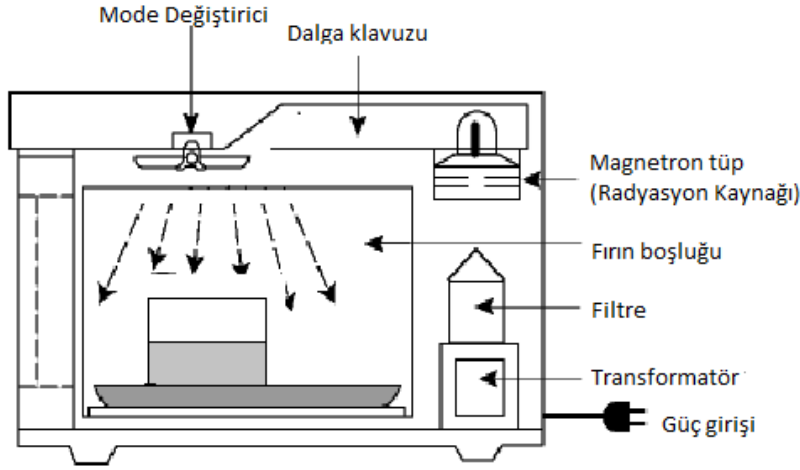
Koşullar	Birim	Proses Koşulları
Denilite IIS (Lakkaz Enzimi)	%	0.5
Uniwett Hga (Noniyonik Islatici)	mL/L	1
pH	-	4.5-5
Sıcaklık	°C	55
Banyo Oranı	-	1/40
İşlem Süresi	Dakika	45 dk

Materyal Ağırlığı: 5 g

Ağartma İşlemi 55°C'de 45 dakika yapılmıştır. Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, çözeltinin 55°C'ye getirilmesi ile başlamaktadır. İşleme başlamadan pH aralığının mutlaka 4.5-5 aralığında olmasına dikkat edilmelidir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C'de etüvde kurutulur.

3.2.1.2. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Mikrodalga Enerjisinin Kullanıldığı Yöntem İle Ağartma İşlemi

Mikrodalga enerjisinin kullanıldığı yönteme göre %80/20 pamuk/poliester karışımı materyallerin ağartılması hidrojen peroksit ile yapılmıştır.



Şekil 3.1. Mikrodalga Enerjisinin Kullanıldığı Yöntem

Mikrodalga enerjisinin kullanıldığı, hidrojen peroksit ile ağartma koşulları tablo 3.6 ve tablo 3.7’de verilmiştir.

Tablo 3.6. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Mikrodalga Enerjisi İçeren Banyoda Hidrojen Peroksit İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları

Koşullar	Birim	Proses Koşulları
Hidrojen Peroksit(H_2O_2) %35	mL/L	12
Uniwett Hga (Noniyonik Islatici)	mL/L	0.2
Sodyum Hidroksit(NaOH)	g/L	1
Ruko-stab (Organik Stabilizator)	g/L	2
Sıcaklık	°C	40, 60 ve 80
Banyo Oranı	-	1/40
İşlem Süresi	Dakika	5, 10 ve 15

Materyal Ağırlığı: 5 g (Patlatma ve boncuklanma mukavemeti testleri için 10 g materyal kullanılmıştır.)

Tablo 3.7. Mikrodalga Enerjisi İçeren Yönteme Göre Hidrojen Peroksit İle Yapılan Ağartma İşlemlerinde Kullanılan Ağartma Şartları

SICAKLIK °C	SÜRE (dakika)	MADDE MİKTARI (mL)
40	5	12
40	10	12
40	15	12
60	5	12
60	10	12
60	15	12
80	5	12
80	10	12
80	15	12

Yapılan ağartma işleminde kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, sıcaklığın uygulama şartlarına göre 40°C, 60°C veya 80°C’ye getirilmesi ile

başlamaktadır ve 5 dakika, 10 dakika veya 45 dakika boyunca devam etmektedir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.

Mikrodalga enerjisi kullanılan yöntemle göre yapılan ağartma işlemleri şunlardır;

1- 5 Dakikada 40°C’de Ağartma İşlemi: Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, mikrodalga fırının “Med-Low” seviyesinde 40°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır, sıcaklığın sabit kalması için beher içerisinde 200 mL su fırın içerisine yerleştirilir ve 5 dakika “Low” seviyesinde çalışmaya devam ettirilir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.

2- 10 Dakikada 40°C’de Ağartma İşlemi: Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, mikrodalga fırının “Med-Low” seviyesinde 40°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır, sıcaklığın sabit kalması için beher içerisinde 200 mL su fırın içerisine yerleştirilir ve 5 dakika “low” seviyesinde devam ettirilir, 5 dakika sonunda ortama beher içinde 200 mL su bırakılır ve 5 dakika daha “low” seviyesinde devam ettirilir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.

3- 15 Dakikada 40°C’de Ağartma İşlemi: Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, mikrodalga fırının “Med-Low” seviyesinde 40°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır, sıcaklığın sabit kalması için beher içerisinde 200 mL su ortama bırakılır ve 5 dakika “low” seviyesinde devam ettirilir, 5 dakika sonunda beher içinde 200 mL su fırın içerisine yerleştirilir ve 5 dakika daha “low” seviyesinde devam ettirilir, 10 dakika sonunda ortama beher içinde 200 mL su fırın içerisine yerleştirilir ve 5 dakika daha “low” seviyesinde çalışmaya devam edilir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.

4- 5 Dakikada 60°C’de Ağartma İşlemi: Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, mikrodalga fırının “Med-Low” seviyesinde 60°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır, sıcaklığın sabit kalması için beher içerisinde 200 mL su fırın içerisine yerleştirilir ve 5 dakika “low” seviyesinde devam ettirilir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.

5- 10 Dakikada 60°C’de Ağartma İşlemi: Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, mikrodalga fırının “Med-Low” seviyesinde 60°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır, sıcaklığın sabit kalması için beher içerisinde 200 mL su ortama bırakılır ve 5 dakika “low” seviyesinde devam ettirilir, 5 dakika sonunda beher içinde 200 mL su fırın içerisine yerleştirilir ve 5 dakika daha “low” seviyesinde devam ettirilir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.

6- 15 Dakikada 60°C’de Ağartma İşlemi: Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, mikrodalga fırının “Med-Low” seviyesinde 60°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır, sıcaklığın sabit kalması için beher içerisinde 200 mL su ortama bırakılır ve 5 dakika “low” seviyesinde devam ettirilir, 5 dakika sonunda beher içinde 200 mL su fırın içerisine yerleştirilir ve 5 dakika daha “low” seviyesinde devam ettirilir, 10 dakika sonunda beher içinde 200 mL su fırın içerisine yerleştirilir ve 5 dakika daha “low” seviyesinde devam ettirilir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.

7- 5 Dakikada 80°C’de Ağartma İşlemi: Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, mikrodalga fırının “Med-Low” seviyesinde 80°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır, sıcaklığın sabit kalması için beher içerisinde 200 mL su fırın içerisine

yerleştirilir ve 5 dakika “low” seviyesinde devam ettirilir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.

8- 10 Dakikada 80°C’de Ağartma İşlemi: Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, mikrodalga fırının “Med-Low” seviyesinde 80°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır, sıcaklığın sabit kalması için beher içerisinde 200 mL su fırın içerisine yerleştirilir ve 5 dakika “low” seviyesinde devam ettirilir, 5 dakika sonunda yine beher içinde 200 mL su fırın içerisine yerleştirilir ve 5 dakika daha “low” seviyesinde devam ettirilir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.

9- 15 Dakikada 80°C’de Ağartma İşlemi: Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, mikrodalga fırının “Med-Low” seviyesinde 80°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır, sıcaklığın sabit kalması için beher içerisinde 200 mL su fırın içerisine yerleştirilir ve 5 dakika “low” seviyesinde devam ettirilir. 5 dakika sonunda ortama beher içinde 200 mL su fırın içerisine yerleştirilir ve 5 dakika daha “low” seviyesinde devam ettirilir, 10 dakika sonunda yine beher içinde 200 mL su fırın içerisine yerleştirilir ve 5 dakika daha “low” seviyesinde devam ettirilir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.

3.2.1.3. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Ozon Gazı İçeren Yöntem İle Ağartma İşlemi

Ozon gazının kullanıldığı yöntemle göre %80/20 pamuk/poliester karışımı materyallerin ağartılması hidrojen peroksit, lakkaz enzimi ve yardımcı madde kullanmadan su ile yapılmıştır.



Şekil 3.2. Ozon Gazı İçeren Yöntem

3.2.1.3.1. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Hidrojen Peroksit İle Ozon Gazı İçeren Yöntemle Ağartma İşlemi

Ozon Gazını içeren yöntem ve hidrojen peroksit ile ağartma koşulları tablo 3.8’de verilmiştir.

Tablo 3.8. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Ozon Gazının Kullanıldığı Banyoda Hidrojen Peroksit İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları

Koşullar	Birim	Proses Koşulları
Hidrojen Peroksit(H ₂ O ₂) %35	mL/L	6 veya 12
Uniwett Hga (Noniyonik Islatici)	mL/L	0.2
Sodyum Hidroksit(NaOH)	g/L	1
Ruko-stab (Organik Stabilizatör)	g/L	2
pH	-	11
Sıcaklık	°C	40
Banyo Oranı	-	1/40
İşlem Süresi	dakika	30 veya 45 dk

Materyal Ağırlığı: 5 g (Patlatma ve boncuklanma mukavemeti gerçekleştirmek için 10 g materyal kullanılmıştır.)

Ozon gazı içeren yönteme göre yapılan ağartma işlemleri şunlardır;

- 1- 40°C’de 30 dakikada 6 mL Hidrojen Peroksit İle Ağartma İşlemi: Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, sıcaklığın 40°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır ve 30 dakika devam etmektedir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.
- 2- 40°C’de 30 dakikada 12 mL Hidrojen Peroksit İle Ağartma İşlemi: Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, sıcaklığın 40°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır ve 30 dakika devam etmektedir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.
- 3- 40°C’de 45 dakikada 6 mL Hidrojen Peroksit İle Ağartma İşlemi: Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, sıcaklığın 40°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır ve 45 dakika devam etmektedir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.
- 4- 40°C’de 45 dakikada 12 mL Hidrojen Peroksit İle Ağartma İşlemi: Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, sıcaklığın 40°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır ve 45 dakika devam etmektedir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.

3.2.1.3.2. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Lakkaz Enzimi İle Ozon Gazı İçeren Yöntemle Ağartma İşlemi

Ozon Gazının içeren yöntem lakkaz enzimi ile ağartma koşulları tablo 3.9’de verilmiştir.

Tablo 3.9. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Ozon Gazının Kullanıldığı Banyoda Lakkaz Enzim İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları

Koşullar	Birim	Proses Koşulları
Denilite IIS(Lakkaz Enzimi)	%	0.5
Uniwett Hga (Noniyonik Islatici)	mL/L	1
pH	-	4.5-5
Sıcaklık	°C	55
Banyo Oranı	-	1/40
İşlem Süresi	dakika	45 dk

Materyal Ağırlığı: 5 g

Ağartma İşlemi, 55°C'de 45 dakika yapılmıştır. Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, çözeltinin 55°C'ye getirilmesi ile başlamaktadır. İşleme başlamadan pH aralığının mutlaka 4.5-5 aralığında olmasına dikkat edilmelidir. İşlem şekil 3.2.'de gösterilen düzende yapılmıştır. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C'de etüvde kurutulur.

3.2.1.3.3. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Ozon Gazının Suya İlavesiyle Gerçekleştirilen Ağartma İşlemi

Ozon Gazının suya ilavesiyle gerçekleştirilen ağartma koşulları tablo 3.10'da verilmiştir.

Tablo 3.10 %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Ozon Gazının Suya İlavesiyle Gerçekleştirilen Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları

Koşullar	Birim	Proses Koşulları
pH	-	4.5-5
Sıcaklık	°C	40
Banyo Oranı	-	1/40
İşlem Süresi	dakika	30 veya 45 dk

Materyal Ağırlığı: 5 g

Ozon gazının suya ilavesiyle yapılan ağartma işlemleri şunlardır;

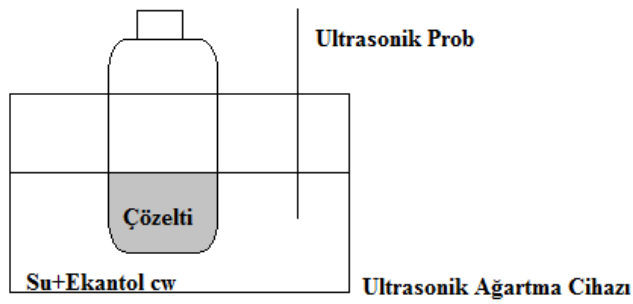
1- 40°C'de 30 dakikada Ağartma İşlemi: Çözeltiye sadece saf su konularak işlem gerçekleştirilmiştir. İşlem, sıcaklığın 40°C'ye getirilmesi ile başlamaktadır ve 30 dakika devam etmektedir. Su ile yapılan işlemde abraj problemi çözülebilmesi için manyetik karıştırıcı ile homojen karıştırılması sağlanmıştır. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C'de etüvde kurutulur.

2- 40°C'de 45 dakikada Ağartma İşlemi: Çözeltiye sadece saf su konularak işlem gerçekleştirilmiştir. İşlem, sıcaklığın 40°C'ye getirilmesi ile başlamaktadır ve 45 dakika devam etmektedir. Su ile yapılan işlemde abraj problemi çözülebilmesi için manyetik karıştırıcı ile homojen karıştırılması sağlanmıştır. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C'de etüvde kurutulur.

3.2.1.4. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Ultrasonik Enerji Kullanılan Yöntem İle Ağartma İşlemi

Ultrasonik banyo ile yapılan çalışmalarda; ultrasonik banyo içerisine 2000 mL su ve ses titreşimlerinin homojen ve daha etkili dağılmasını sağlamak için yüzey aktif madde olarak 1 g/L Ekantol CW ilave edilmiştir. Ağartma işlemi ise, ultrasonik banyo içerisine yerleştirilen 500 mL erlenmayerde gerçekleştirilmiştir. Ultrasonik işlem, ultrasonik banyo ve ultrasonik prob'un birlikte kullanılması ile gerçekleştirilmiştir.

Ozon gazının kullanıldığı yönteme göre %80/20 pamuk/poliester karışımı materyallerin ağartılması hidrojen peroksit ve lakkaz enzimi ile yapılmıştır.



Şekil 3.3. Ultrasonik Enerji Kullanılan Yöntem

3.2.1.4.1. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Hidrojen Peroksit İle Ultrasonik Enerji Kullanılan Yöntemle Ağartma İşlemi

Ultrasonik enerji kullanılan yöntem hidrojen peroksit ile ağartma koşulları tablo 3.11'de verilmiştir.

Tablo 3.11. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Ultrasonik Enerji Kullanıldığı Banyoda Hidrojen Peroksit İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları

Koşullar	Birim	Proses Koşulları
Hidrojen Peroksit(H ₂ O ₂) %35	mL/L	6 veya 12
Uniwett Hga (Noniyonik Islatici)	mL/L	0.2
Sodyum Hidroksit(NaOH)	g/L	1
Ruko-stab (Organik Stabilizatör)	g/L	2
pH	-	11
Sıcaklık	°C	40
Banyo Oranı	-	1/40
İşlem Süresi	dakika	30 veya 45 dk

Materyal Ağırlığı: 5 g (Patlatma ve boncuklanma mukavemeti gerçekleştirmek için 10 g materyal kullanılmıştır.)

Ultrasonik enerji kullanılan yönteme göre yapılan ağartma işlemleri şunlardır;

- 1- 40°C’de 30 dakikada 6 mL Hidrojen Peroksit İle Ağartma İşlemi: Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, sıcaklığın 40°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır ve 30 dakika devam etmektedir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.
- 2- 40°C’de 30 dakikada 12 mL Hidrojen Peroksit İle Ağartma İşlemi: Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, sıcaklığın 40°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır ve 30 dakika devam etmektedir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.
- 3- 40°C’de 45 dakikada 6 mL Hidrojen Peroksit İle Ağartma İşlemi: Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, sıcaklığın 40°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır ve 45 dakika devam etmektedir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.
- 4- 40°C’de 45 dakikada 12 mL Hidrojen Peroksit İle Ağartma İşlemi: Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, sıcaklığın 40°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır ve 45 dakika devam etmektedir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.

3.2.1.4.2. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Lakkaz Enzimi İle Ultrasonik Enerjinin Kullanıldığı Yöntemle Ağartma İşlemi

Ultrasonik enerjinin kullanıldığı yöntemle göre lakkaz enzimi ile ağartma koşulları tablo 3.12’de verilmiştir.

Tablo 3.12. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Ultrasonik Enerjinin Kullanıldığı Banyoda Lakkaz Enzim İle Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları

Koşullar	Birim	Proses Koşulları
Denilite IIS(Lakkaz Enzimi)	%	0.5
Uniwett Hga (Noniyonik Islatici)	mL/L	1
pH	-	4.5-5
Sıcaklık	°C	55
Banyo Oranı	-	1/40
İşlem Süresi	dakika	45 dk

Materyal Ağırlığı: 5 g

Ağartma İşlemi 55°C’de 45 dakika yapılmıştır. Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, çözeltinin 55°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır. İşleme başlamadan pH aralığının mutlaka 4.5-5 aralığında olmasına dikkat edilmelidir. İşlem şekil 3.3.’de gösterilen düzenekte yapılmıştır. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.

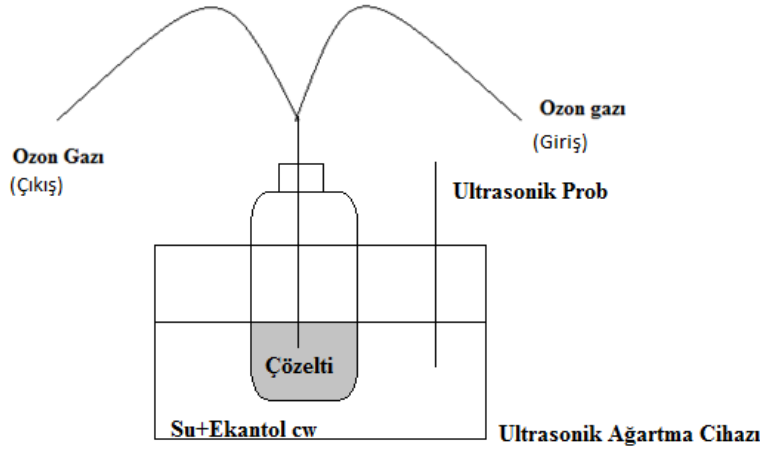
3.2.1.5. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Ozon Gazı ve Ultrasonik Enerjinin Birlikte Kullanıldığı Yöntem İle Ağartma İşlemi

Ultrasonik banyo ile yapılan çalışmalarda; ultrasonik banyo içerisine 2000 mL su ve ses titreşimlerinin homojen ve daha etkili dağılmasını sağlamak için yüzey aktif madde olarak

1 g/L Ekantol CW ilave edilmiştir. Ağartma işlemi ise, ultrasonik banyo içerisine yerleştirilen 500 mL erlenmayerde gerçekleştirilmiştir. Ultrasonik işlem ultrasonik banyo ve ultrasonik prob birlikte kullanılması ile gerçekleştirilmiştir.

Ultrasonik banyo içerisinde olan 500 mL erlenmayer içerisinde ozon gazının ilavesi ile işlem yapılmıştır.

Ozon gazının ve ultrasonik enerjinin birlikte kullanıldığı yönteme göre %80/20 pamuk/poliester karışımı materyallerin ağartılması hidrojen peroksit, lakkaz enzimi ve yardımcı madde kullanmadan su ile yapılmıştır.



Şekil 3.4. Ozon Gazı ve Ultrasonik Enerjinin Birlikte Kullanıldığı Yöntem

3.2.1.5.1. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Hidrojen Peroksit İle Ozon Gazı ve Ultrasonik Enerjinin Birlikte Kullanıldığı Yöntemle Ağartma İşlemi

Ozon Gazı ve ultrasonik enerjinin birlikte kullanıldığı yöntem hidrojen peroksit ile ağartma koşulları tablo 3.13’de verilmiştir.

Tablo 3.13. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Ozon Gazının ve Ultrasonik Enerjinin Birlikte Kullanıldığı Banyoda Hidrojen Peroksit İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları

Koşullar	Birim	Proses Koşulları
Hidrojen Peroksit(H ₂ O ₂) %35	mL/L	6 veya 12
Uniwett Hga (Noniyonik Islatici)	mL/L	0.2
Sodyum Hidroksit(NaOH)	g/L	1
Ruko-stab (Organik Stabilizatör)	g/L	2
pH	-	11
Sıcaklık	°C	40
Banyo Oranı	-	1/40
İşlem Süresi	dakika	30 veya 45 dk

Materyal Ağırlığı: 5 g (Patlatma ve boncuklanma mukavemeti gerçekleştirmek için 10 g materyal kullanılmıştır.)

Ozon gazı ve ultrasonik enerjinin birlikte kullanıldığı yönteme göre yapılan ağartma işlemleri şunlardır;

1- 40°C’de 30 dakikada 6 mL Hidrojen Peroksit İle Ağartma İşlemi: Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, sıcaklığın 40°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır ve 30 dakika devam etmektedir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.

2- 40°C’de 30 dakikada 12 mL Hidrojen Peroksit İle Ağartma İşlemi: Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, sıcaklığın 40°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır ve 30 dakika devam etmektedir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.

3- 40°C’de 45 dakikada 6 mL Hidrojen Peroksit İle Ağartma İşlemi: Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, sıcaklığın 40°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır ve 45 dakika devam etmektedir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.

4- 40°C’de 45 dakikada 12 mL Hidrojen Peroksit İle Ağartma İşlemi: Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, sıcaklığın 40°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır ve 45 dakika devam etmektedir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.

3.2.1.5.2. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Lakkaz Enzimi İle Ozon Gazı ve Ultrasonik Enerjinin Birlikte Kullanıldığı Yöntemle Ağartma İşlemi

Ozon Gazı ve ultrasonik enerjinin birlikte kullanıldığı yöntemle lakkaz enzimi ile ağartma koşulları tablo 3.14’de verilmiştir.

Tablo 3.14. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Ozon Gazı ve Ultrasonik Enerjinin Birlikte Kullanıldığı Banyoda Lakkaz Enzim İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları

Koşullar	Birim	Proses Koşulları
Denilite IIS(Lakkaz Enzimi)	%	0.5
Uniwett Hga (Noniyonik Islatici)	mL/L	1
pH	-	4.5-5
Sıcaklık	°C	55
Banyo Oranı	-	1/40
İşlem Süresi	dakika	45 dk

Materyal Ağırlığı: 5 g

Ağartma İşlemi 55°C’de 45 dakika yapılmıştır. Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, çözeltinin 55°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır. İşleme başlamadan pH aralığının mutlaka 4.5-5 aralığında olmasına dikkat edilmelidir. İşlem şekil 3.2.’de gösterilen düzenekte yapılmıştır. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.

3.2.1.5.3. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Ultrasonik Enerjinin Kullanıldığı ve Ozon Gazının Suyu İlavesiyle Gerçekleştirilen Ağartma İşlemi

Ultrasonik enerjinin kullanıldığı ve ozon gazının suya ilavesiyle gerçekleştirilen ağartma koşulları tablo 3.15’de verilmiştir.

Tablo 3.15. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Ultrasonik Enerjinin Kullanıldığı ve Ozon Gazının Suyu İlavesiyle Gerçekleştirilen Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları

Koşullar	Birim	Proses Koşulları
pH	-	4.5-5
Sıcaklık	°C	40
Banyo Oranı	-	1/40
İşlem Süresi	dakika	30 veya 45 dk

Materyal Ağırlığı: 5 g

Ozon gazı ve ultrasonik enerjinin birlikte kullanıldığı yönteme göre yapılan ağartma işlemleri şunlardır;

- 1- 40°C’de 30 dakikada Ağartma İşlemi: Çözeltiye sadece saf su konularak işlem gerçekleştirilmiştir. İşlem, sıcaklığın 40°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır ve 30 dakika devam etmektedir. Bu işlemde abraj problemi çözülememiştir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.
- 2- 40°C’de 45 dakikada Ağartma İşlemi: Çözeltiye sadece saf su konularak işlem gerçekleştirilmiştir. İşlem, sıcaklığın 40°C’ye getirilmesi ile başlamaktadır ve 45 dakika devam etmektedir. . Su ile yapılan işlemde abraj problemi çözülebilmesi için manyetik karıştırıcı ile homojen karıştırılması sağlanmıştır. Bu işlemde abraj problemi çözülememiştir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C’de etüvde kurutulur.

3.2.2. %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Ağartılması

%50/50 pamuk/poliester karışımı örme kumaşa %80/20 pamuk/poliester karışımı örme kumaşa uygulanan konvansiyonel yöntem, ultrasonik enerji kullanılan yöntem, ozon gazının kullanıldığı yöntem, mikrodalga enerjisinin kullanıldığı yöntem, ozon gazı ve ultrasonik enerjinin birlikte kullanıldığı yöntemlerden en iyi çıkan sonuçları veren numunelere uygulama yapılmıştır.

3.2.2.1. %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Hidrojen Peroksit İle Konvansiyonel Yöntemle Ağartma İşlemi

%80/20 pamuk/poliester karışımı örme kumaşa konvansiyonel yönteme göre en iyi sonucu veren çalışma 80°C’de 45 dakikada yapılan işlem olduğundan, %50/50 pamuk/poliester karışımı örme kumaşa sadece 80°C’de 45 dakika şartlarında ağartma yapılmıştır. Konvansiyonel yöntem hidrojen peroksit ile ağartma koşulları tablo 3.16’de verilmiştir.

Tablo 3.16. %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Konvansiyonel Banyoda Hidrojen Peroksit İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları

Koşullar	Birim	Proses Koşulları
Hidrojen Peroksit(H ₂ O ₂) %35	mL/L	12
Uniwett Hga (Noniyonik Islatici)	mL/L	0.2
Sodyum Hidroksit(NaOH)	g/L	1
Ruko-stab (Organik Stabilizatör)	g/L	2
Sıcaklık	°C	80
Banyo Oranı	-	1/40
İşlem Süresi	Dakika	45

Materyal Ağırlığı: 5 g

Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, sıcaklığın 80°C'ye getirilmesi ile başlamaktadır ve 45 dakika devam etmektedir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C'de etüvde kurutulur.

3.2.2.2. %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Mikrodalga Enerjisinin Kullanıldığı Yöntem İle Ağartma İşlemi

%80/20 pamuk/poliester karışımı örme kumaşa mikrodalga enerjisinin kullanıldığı yönteme göre en iyi sonucu veren çalışma 80°C'de 10 dakikada yapılan işlem olduğundan, %50/50 pamuk/poliester karışımı örme kumaşa sadece 80°C'de 10 dakika şartlarında ağartma yapılmıştır. Mikrodalga enerjisinin kullanıldığı yöntem hidrojen peroksit ile ağartma koşulları tablo 3.17'de verilmiştir.

Tablo 3.17. %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Mikrodalga Enerjisinin Kullanıldığı Banyoda Hidrojen Peroksit İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları

Koşullar	Birim	Proses Koşulları
Hidrojen Peroksit(H ₂ O ₂)	mL/L	12
Uniwett Hga (Noniyonik Islatici)	mL/L	0.2
Sodyum Hidroksit(NaOH)	g/L	1
Ruko-stab (Organik Stabilizatör)	g/L	2
Sıcaklık	°C	80
Banyo Oranı	-	1/40
İşlem Süresi	Dakika	10

Materyal Ağırlığı: 5 g

Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, mikrodalga fırının "Med-Low" seviyesinde 80°C'ye getirilmesi ile başlamaktadır, sıcaklığın sabit kalması için beher içerisinde 200 mL su ortama bırakılır ve 5 dakika "low" seviyesinde devam ettirilir, 5 dakika sonunda ortama beher içinde 200 mL su bırakılır ve 5 dakika daha "low" seviyesinde devam ettirilir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C'de etüvde kurutulur. Mikrodalga enerjisinin kullanıldığı yöntem şekil 3.1.'de gösterilmiştir.

3.2.2.3. %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Hidrojen Peroksit İle Ozon Gazı İçeren Yöntemle Ağartma İşlemi

%80/20 pamuk/poliester karışımı örme kumaşa ozon gazı içeren yöntemle göre en iyi sonucu veren çalışma 40°C'de 30 dakikada yapılan işlem olduğundan, %50/50 pamuk/poliester karışımı örme kumaşa sadece 40°C'de 30 dakika şartlarında ağartma yapılmıştır. Ozon gazı içeren yöntem hidrojen peroksit ile ağartma koşulları tablo 3.18'de verilmiştir.

Tablo 3.18. %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Ozon Gazının Kullanıldığı Banyoda Hidrojen Peroksit İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları

Koşullar	Birim	Proses Koşulları
Hidrojen Peroksit(H ₂ O ₂) %35	mL/L	12
Uniwett Hga (Noniyonik Islatici)	mL/L	0.2
Sodyum Hidroksit(NaOH)	g/L	1
Ruko-stab (Organik Stabilizatör)	g/L	2
pH	-	11
Sıcaklık	°C	40
Banyo Oranı	-	1/40
İşlem Süresi	dakika	30

Materyal Ağırlığı: 5 g

Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, sıcaklığın 40°C'ye getirilmesi ile başlamaktadır ve 30 dakika devam etmektedir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C'de etüvde kurutulur. Ozon gazı içeren yöntem şekil 3.2.'de gösterilmiştir.

3.2.2.4. %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Hidrojen Peroksit İle Ultrasonik Enerji Kullanılan Yöntemle Ağartma İşlemi

%80/20 pamuk/poliester karışımı örme kumaşa ultrasonik enerji kullanılan yöntemle göre en iyi sonucu veren çalışma 40°C'de 45 dakikada yapılan işlem olduğundan, %50/50 pamuk/poliester karışımı örme kumaşa sadece 40°C'de 45 dakika şartlarında ağartma yapılmıştır. Ultrasonik enerji kullanılan yöntem hidrojen peroksit ile ağartma koşulları tablo 3.19'de verilmiştir.

Ultrasonik banyo ile yapılan çalışmalarda; ultrasonik banyo içerisine 2000 mL su ve ses titreşimlerinin homojen ve daha etkili dağılmasını sağlamak için yüzey aktif madde olarak 1 g/L Ekantol CW ilave edilmiştir. Ağartma işlemi ise, ultrasonik banyo içerisine yerleştirilen 500 mL erlenmayerde gerçekleştirilmiştir. Ultrasonik işlem ultrasonik banyo ve ultrasonik prob birlikte kullanılması ile gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3.19. %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Ultrasonik Enerji Kullanıldığı Banyoda Hidrojen Peroksit İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları

Koşullar	Birim	Proses Koşulları
Hidrojen Peroksit(H ₂ O ₂) %35	mL/L	12
Uniwett Hga (Noniyonik Islatici)	mL/L	0.2
Sodyum Hidroksit(NaOH)	g/L	1
Ruko-stab (Organik Stabilizator)	g/L	2
pH	-	11
Sıcaklık	°C	40
Banyo Oranı	-	1/40
İşlem Süresi	dakika	45 dk

Materyal Ağırlığı: 5 g

Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, sıcaklığın 40°C'ye getirilmesi ile başlamaktadır ve 45 dakika devam etmektedir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C'de etüvde kurutulur. Ultrasonik enerji kullanılan yöntem şekil 3.3.'de gösterilmiştir.

3.2.2.5. %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Hidrojen Peroksit İle Ozon Gazı ve Ultrasonik Enerjinin Birlikte Kullanıldığı Yöntemle Ağartma İşlemi

%80/20 pamuk/poliester karışımı örme kumaşa ultrasonik enerjinin ve ozon gazının birlikte kullanılan yöntemle göre en iyi sonucu veren çalışma 40°C'de 30 dakikada yapılan işlem olduğundan, %50/50 pamuk/poliester karışımı örme kumaşa sadece 40°C'de 30 dakika şartlarında ağartma yapılmıştır. Ultrasonik enerji ve ozon gazının birlikte kullanılan yöntemle hidrojen peroksit ile ağartma koşulları tablo 3.20'de verilmiştir.

Ultrasonik banyo ile yapılan çalışmalarda; ultrasonik banyo içerisine 2000 mL su ve ses titreşimlerinin homojen ve daha etkili dağılmasını sağlamak için yüzey aktif madde olarak 1 g/L Ekantol CW ilave edilmiştir. Ağartma işlemi ise, ultrasonik banyo içerisine yerleştirilen 500 mL erlenmayerde gerçekleştirilmiştir. Ultrasonik işlem ultrasonik banyo ve ultrasonik prob birlikte kullanılması ile gerçekleştirilmiştir.

Ultrasonik banyo içerisinde olan 500 mL erlenmayer içerisine ozon gazının ilavesi ile işlem yapılmıştır.

Tablo 3.20. %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Ozon Gazının ve Ultrasonik Enerjinin Birlikte Kullanıldığı Banyoda Hidrojen Peroksit İçeren Ağartma İşleminde Kullanılan Proses Koşulları

Koşullar	Birim	Proses Koşulları
Hidrojen Peroksit(H ₂ O ₂) %35	mL/L	12
Uniwett Hga (Noniyonik Islatici)	mL/L	0.2
Sodyum Hidroksit(NaOH)	g/L	1
Ruko-stab (Organik Stabilizatör)	g/L	2
pH	-	11
Sıcaklık	°C	40
Banyo Oranı	-	1/40
İşlem Süresi	dakika	30

Materyal Ağırlığı: 5 g

Kimyasal maddelerin tümü banyoya en baştan konulmaktadır. İşlem, sıcaklığın 40°C'ye getirilmesi ile başlamaktadır ve 30 dakika devam etmektedir. İşlem sonunda materyal durulanır ve 80°C'de etüvde kurutulur. Ultrasonik enerji ve ozon gazının birlikte kullanıldığı yöntem şekil 3.4.'de gösterilmiştir.

3.2.3. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Ağartılmış Materyallerin Tek Banyoda Boyanması

%80/20 pamuk/poliester karışımına yapılan ağartma işlemlerinde her yöntemden en iyi sonuçlara sahip materyallere boyama işlemi yapılmıştır. Elde edilen en iyi ağartma sonuçları aşağıdaki yöntemler ile elde edilmiştir:

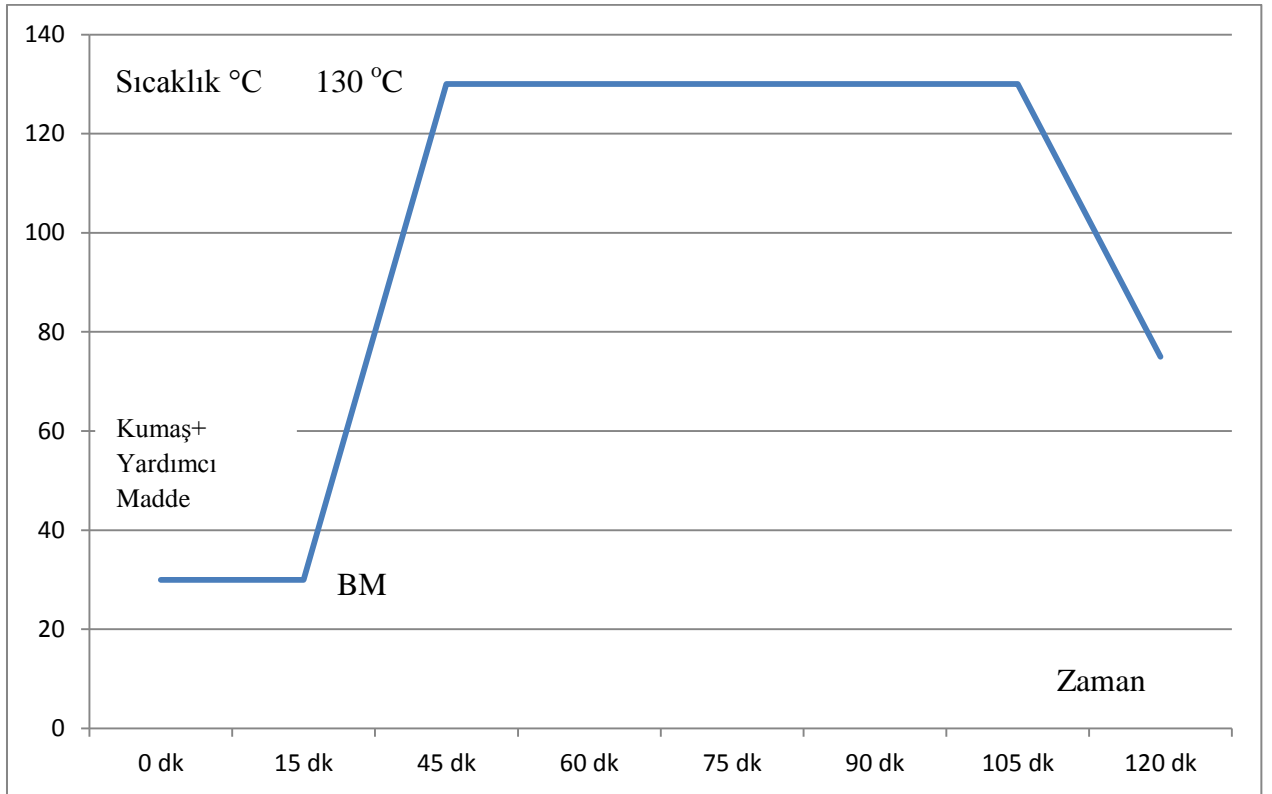
- P80_45DK_12ML(Konvansiyonel yöntemi 80°C'de 45 dk 12 mL Hidrojen Peroksit)
- MP80_10DK_12ML(Mikrodalga yöntemi 80°C'de 10 dk 12 mL Hidrojen Peroksit)
- ZP40_30DK_12ML(Ozon yöntemi 40°C'de 30 dk 12 mL Hidrojen Peroksit)
- UP40_45DK_12ML(Ultrason yöntemi 40°C'de 45 dk 12 mL Hidrojen Peroksit)
- UZP40_30DK_12ML(Ultrason ve Ozon yöntemi 40°C'de 30 dk 12 mL Hidrojen Peroksit)

Boyama koşulları tablo 3.21'de ve boyama diyagramı şekil 3.5'de verilmiştir.

Tablo 3.21. %80Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Boyama İşleminde Kullanılan Proses Koşulları

Koşullar	Birim	Renk Şiddeti/ Proses Koşulları
Forosol Blue PC(Clariant)	%	1
Dilatin NAN (Carrier)	mL/L	1
Sodyum Sülfat (Na ₂ SO ₄)	g/L	10
Asetik Asit (CH ₃ COOH)(pH 4.5-5)	-	-
Sıcaklık	°C	130
Banyo Oranı	-	1/20
Banyo Hacmi	mL	100

Materyal Ağırlığı: 5 g



Şekil 3.5. Boyama İşlemi Diyagramı

Çalışma 30°C’de kumaş ve yardımcı maddelerin banyoya konulması ile başlamaktadır. 15 dakika sonrasında işleme banyoya boyarmadde ilavesi ile devam edilmektedir. Tüm maddeler banyoya konulduktan sonra 30 dakika süresince sıcaklık 130°C’ye çıkarılmaktadır, işlem 130°C’de 60 dakika devam etmektedir. 60 dakika sonunda banyo boşaltılır ve fiksaj işlemi yapılmaktadır. Boyama işleminde banyo pH’ının 4.5-5 aralığında olmasına dikkat edilir.

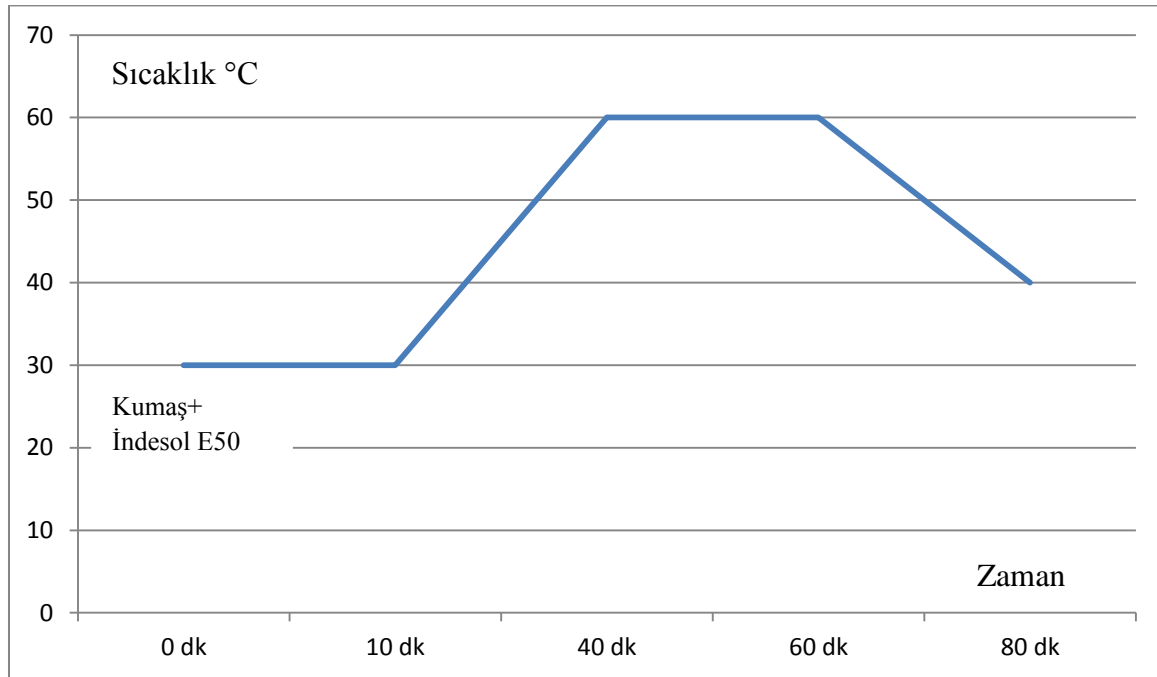
Poliester/Pamuk Materyalinin Fiksaj İşlemi

Yapılan boyama işleminden sonra boyarmaddenin materyale sabitlenmesi ve haslık değerlerinin daha iyi sonuçlar vermesi için fiksaj işlemi yapılmaktadır.

Tablo 3.22. Fiksaj İşleminde Kullanılan Proses Koşulları

Koşullar	Birim	Proses Koşulları
Indesol E50 Liquid	%	2
Sıcaklık	°C	60
Banyo Oranı	-	1/20
Banyo Hacmi	mL	100

Materyal Ağırlığı: 5 g



Şekil.3.6. Fiksaj İşlemi Diyagramı

Fiksaj işlemine boyanmış kumaş ve Indesol E50 çözeltisi olan banyoda 30°C'de başlanmaktadır. 10 dakika 30°C'de devam ettikten sonra 30 dakikada 60°C'ye çıkarılmaktadır ve 20 dakika işleme devam edilmektedir.

Fiksaj işleminden sonra önce 40°C'de 10 dakika sıcak durulama sonra da soğuk durulama yapılmaktadır.

3.2.4. Patlatma Mukavemeti Testi

Test yapılmadan önce materyaller TS EN 2031'e göre (20±2) °C sıcaklık, %(65±2) bağıl nemde 24 saat süre ile kondisyonlanmıştır.

Standart ISO 13938-1(99)'a göre patlatma mukavemeti işlemi gerçekleştirilmiştir. Patlatma makinesine yerleştirilen materyalin patlatma anına kadar gösterdiği dirence bakılır. kPa birimi ile sonuçlanır.



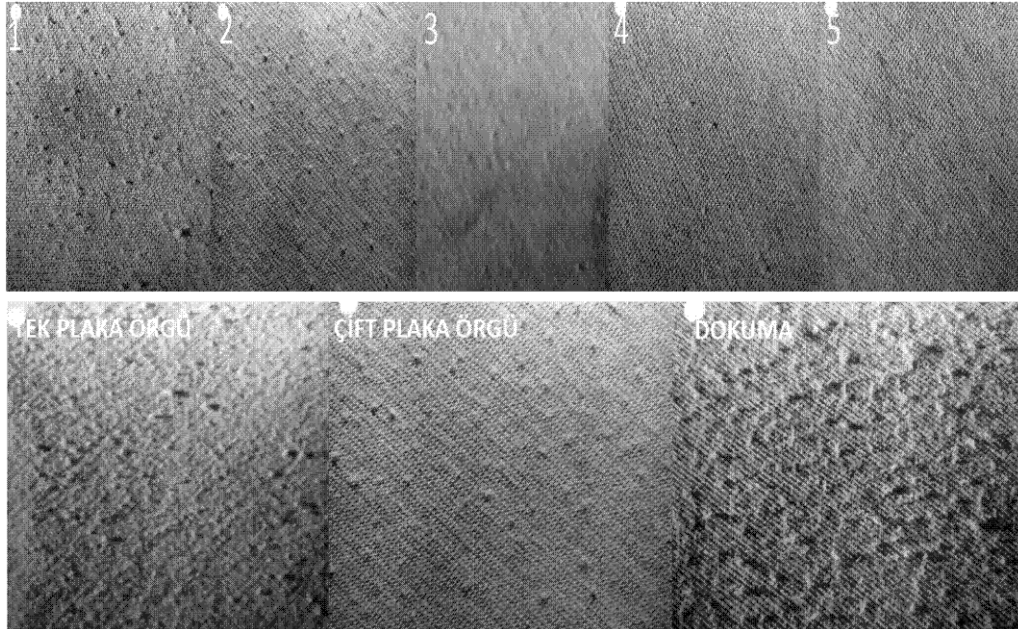
Şekil 3.7. Patlatma Mukavemeti Testi

3.2.5. Boncuklanma Testi

Test yapılmadan önce materyaller TS EN 2031'e göre (20 ± 2) °C sıcaklık, $\%(65\pm 2)$ bağıl nemde 24 saat süre ile kondisyonlanmıştır.

Standart BS EN ISO 12945-2(2000)'e göre Martindale boncuklanma testi yapılmaktadır. Numune tutucu için 140 ± 5 mm çapında daireler hazırlanır. Boncuklanma tablosu için 150 ± 2 mm boyunda daireler hazırlanır. Bu numuneler cihaza takılıp, istenilen devirde çalıştırılmaktadır. Bu çalışmada 1000 devir olarak yapılmıştır. Sonuç skalaya göre değerlendirilir. Değerlendirme skalası aşağıda verilmiştir.

Boncuklanma Değerlendirme Skalaları

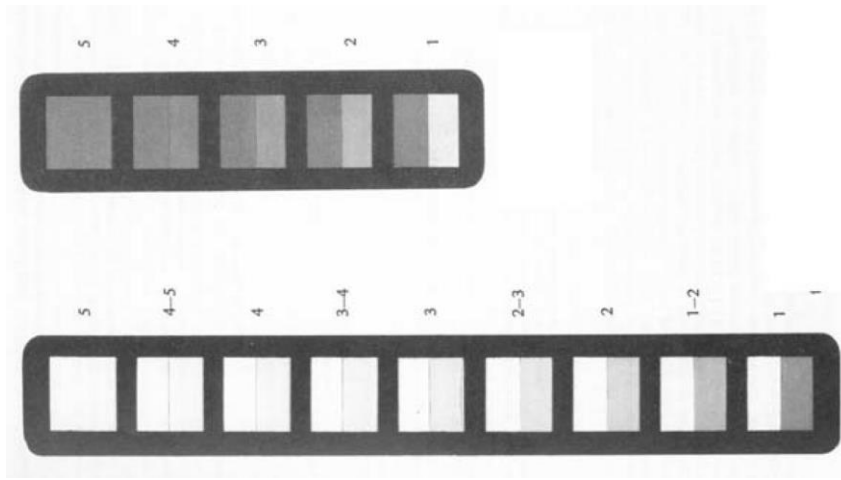


Şekil 3.8. Boncuklanma Değerlendirme Skalası

3.2.6. Yıkama Haslığı Tayini

Yıkama haslığı testi, ISO 105-C06 standardına göre 10 x 4 cm boyutlarında numune kesilip, 40 °C sıcaklıkta 30 dk, standart ECE deterjanı(4 g/L) ile Gyrowash yıkama cihazında işleme tabi tutulması ile uygulanmıştır. Sonuçlar renk değişimi ve refakat bezine renk akması

olarak Gri Skalada değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Değerlendirme skalası aştadı verilmiştir.



Şekil 3.9. Gri Skala Değerlendirme Skalası

3.3. DENEYSEL ÇALIŞMADAKİ ÖLÇÜM SONUÇLARI

Deneyisel çalışmada gerçekleştirilen ağartma işlemleri sonucunda numunelerin Sarılık İndeksi ve Berger Beyazlığı değerlerinin hesaplanması için ve ayrıca boyanmış numunelerin de renk değerlerinin hesaplanması için spektrofotometrik renk ölçümü yapılmıştır. Sadece ağartma işleminde en iyi sonucu veren numunelere, boncuklanma ve patlama mukavemeti testi yapılmıştır.

3.3.1. Deneyisel Çalışmalara Ait Kodlamalar

Çalışmada kullanılan kodlamalara ait kısaltmalar şunlardır:

U: Ultrasonik Enerji

Z: Ozon Gazı

P: Peroksit

E: Enzim

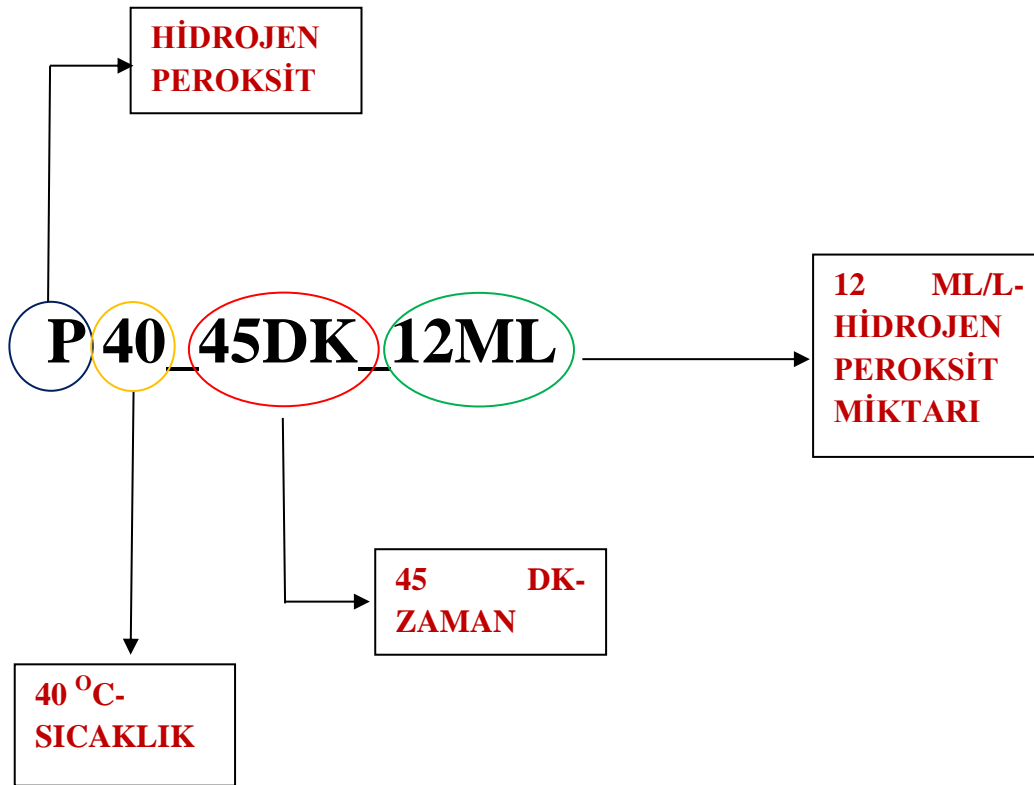
M: Mikrodalga Enerjisi

3.3.1.1. Ham Materyale Ait Kodlamalar

Tablo 3.23. Ham Materyale Ait Kodlamalar

HAM	%80/20 Pamuk/Poliester Materyal
HAM50C50P	%50/50 Pamuk/Poliester Materyal

3.3.1.2. Konvansiyonel Çalışmaya Ait Kodlamalar

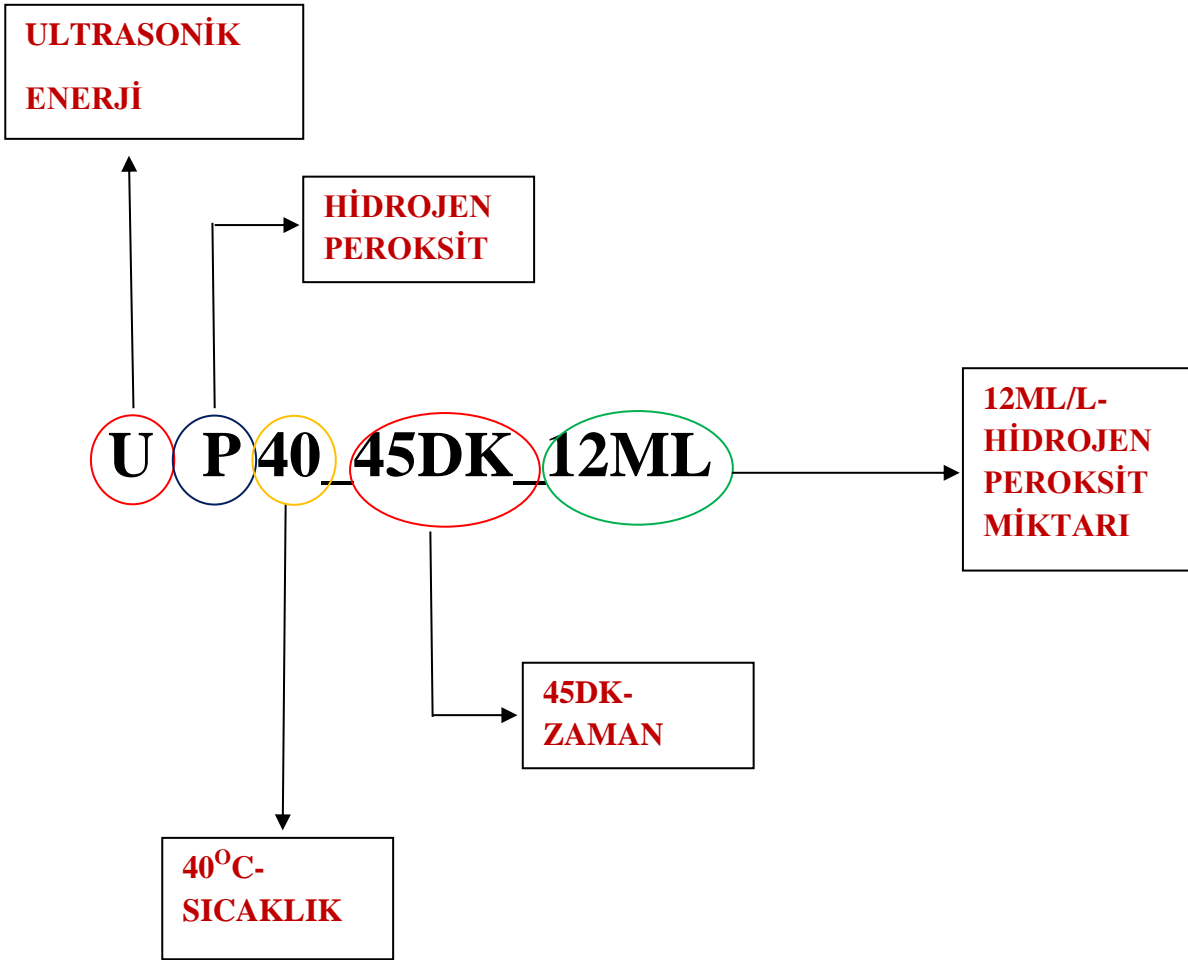


Şekil 3.10. %80/20 Poliester/pamuk Karışımı Materyale Konvansiyonel Yönteme Göre 12 mL/L Hidrojen Peroksit İle Yapılan Çalışmaya Ait Kodlama Örneği

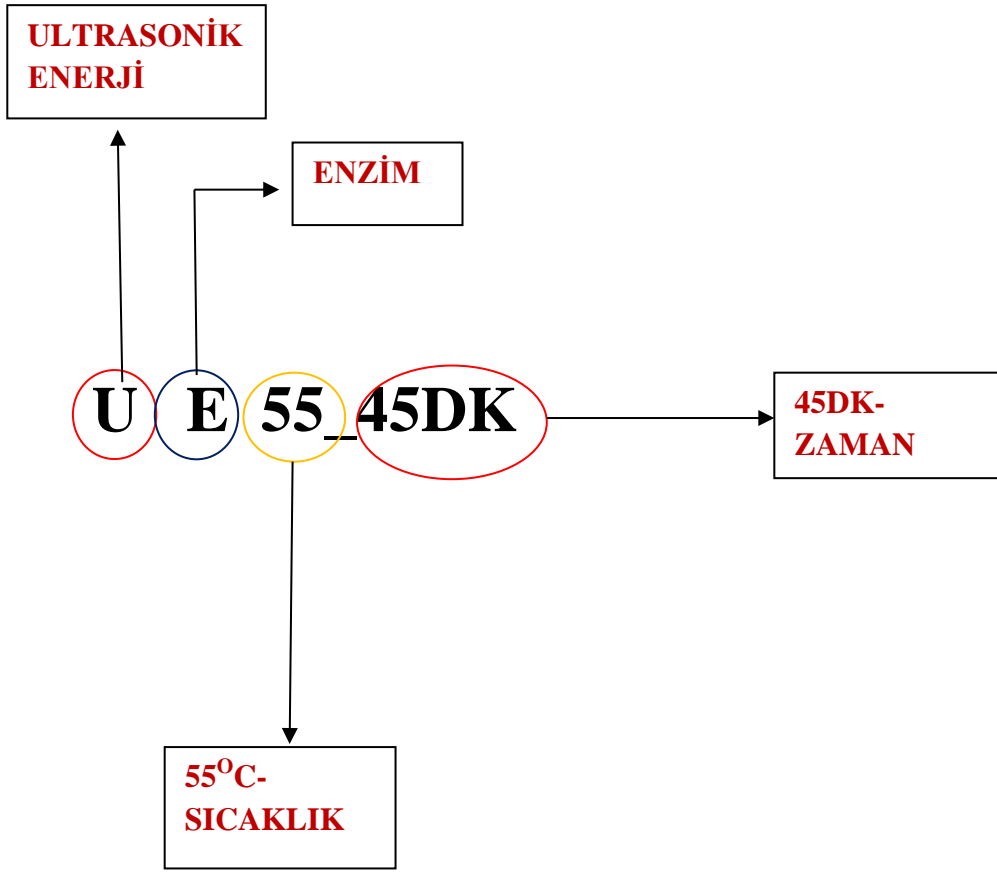
Tablo 3.24. Konvansiyonel Banyoda Yapılan Çalışmalara Ait Kodlamalar

P40_45DK_12ML	12 ml/L Peroksit ile 40°C’de 45dk’da konvansiyonel banyoda işlem
P40_45DK_6 ML	6 ml/L Peroksit ile 40°C’de 45dk’da konvansiyonel banyoda işlem
P40_30DK_12ML	12 ml/L Peroksit ile 40°C’de 30dk’da konvansiyonel banyoda işlem
P40_30DK_6 ML	6 ml/L Peroksit ile 40°C’de 30dk’da konvansiyonel banyoda işlem
P80_45DK_12 ML	12 ml/L Peroksit ile 80°C’de 45dk’da konvansiyonel banyoda işlem
P80_45DK_12 ML_50C50P	12 ml/L Peroksit ile 80°C’de 45dk’da konvansiyonel banyoda işlem % 50/50 Pamuk/Poliester karışım kumaş
P80_45DK_12 ML_BLUE	12 ml/L Peroksit ile 80°C’de 45dk’da konvansiyonel banyoda ağartma sonucunda boyama

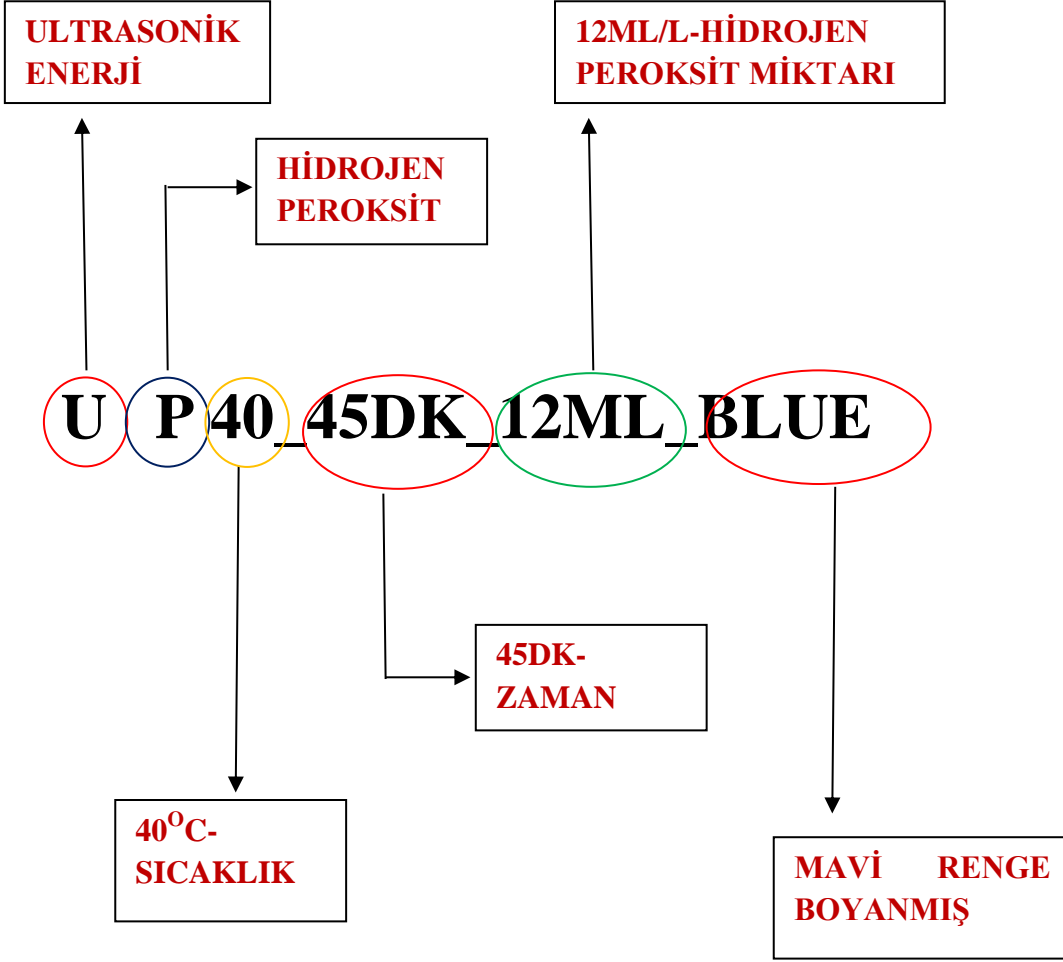
3.3.1.3. Ultrasonik Enerji Kullanılan Çalışmaya Ait kodlamalar



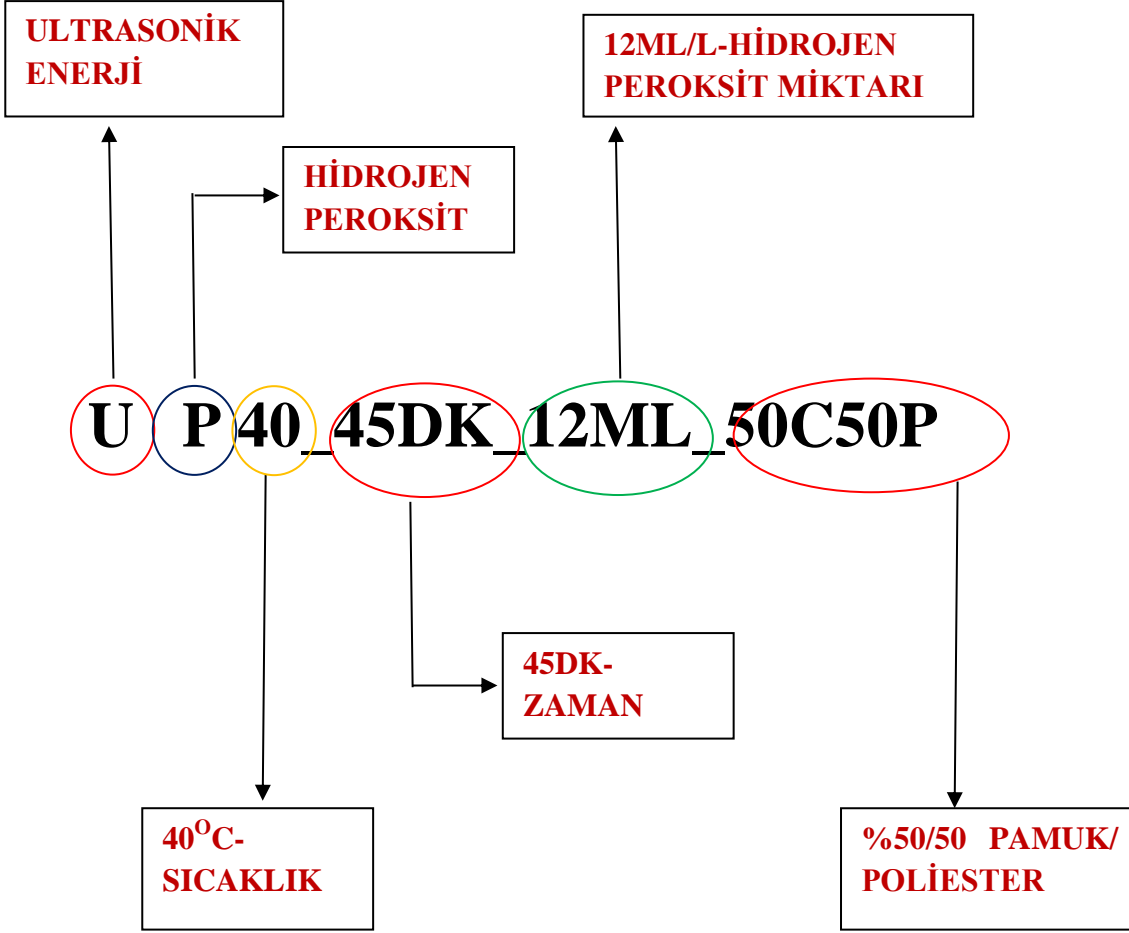
Şekil 3.11. %80/20 Poliester/pamuk Karışımı Materyale Ultrasonik Enerji Kullanılan Yönteme Göre 12 mL/L Hidrojen Peroksit İle Yapılan Çalışmaya Ait Kodlama Örneği



Şekil 3.12. %80/20 Poliester/pamuk Karışımı Materyale Ultrasonik Enerji Kullanılan Yönteme Göre Lakkaz Enzimi İle Yapılan Çalışmaya Ait Kodlama Örneği



Şekil 3.13. %80/20 Poliester/pamuk Karışımı Materyale Ultrasonik Enerji Kullanılan Yönteme Göre 12 mL/L Hidrojen Peroksit İle Ağartma İşlemine Ait Kodlama Örneği

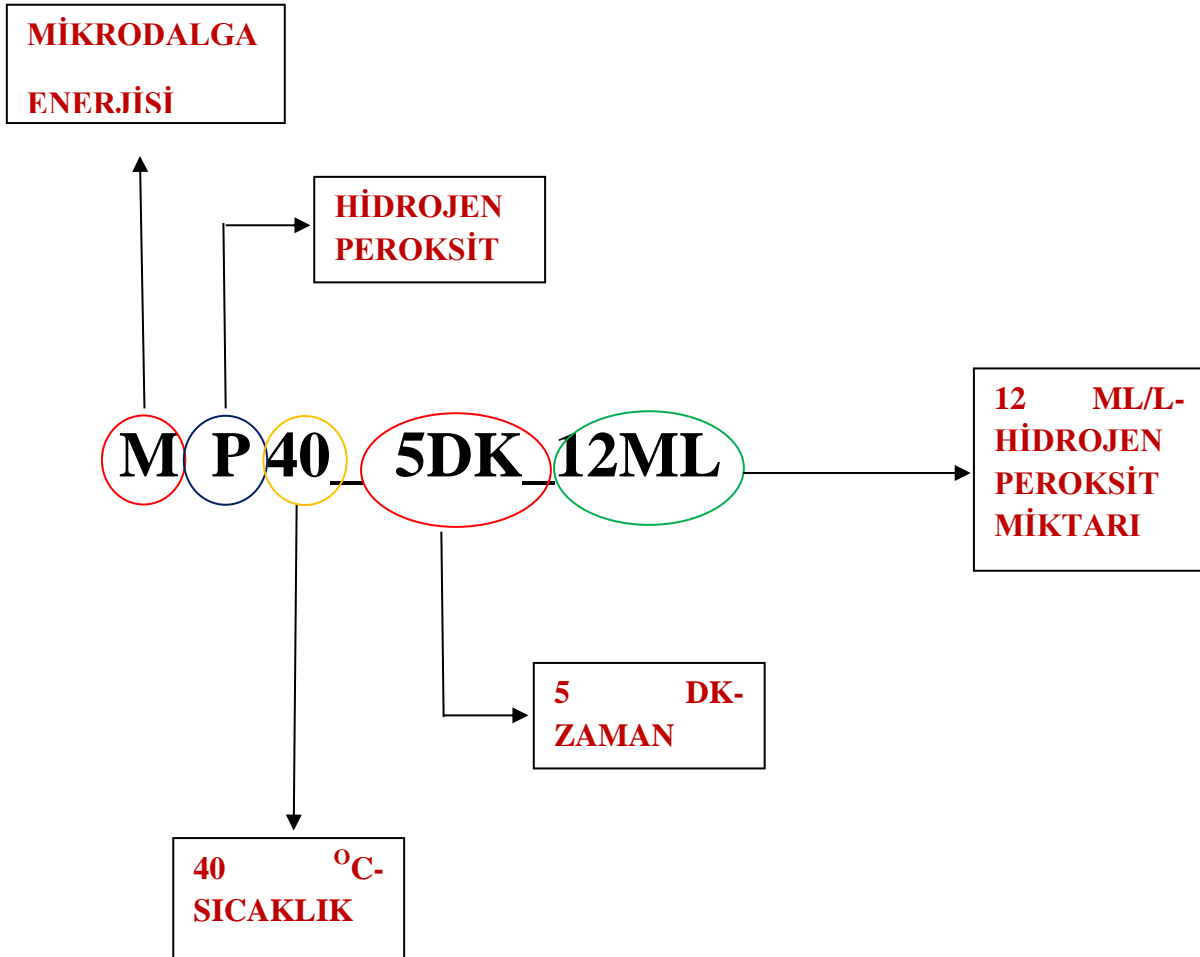


Şekil 3.14. %50/50 Poliester/pamuk Karışımı Materyale Ultrasonik Enerji Kullanılan Yönteme Göre 12 mL/L Hidrojen Peroksit İle Ağartma İşlemine Ait Kodlama Örneği

Tablo 3.25. Ultrasonik Enerji Kullanılan Banyoda Yapılan Çalışmalara Ait Kodlamalar

UP40_45DK_12ML	12 ml/L Peroksit ile 40°C'de 45dk'da ultrasonik enerji kullanılan banyoda işlem
UP40_30DK_12ML	12 ml/L Peroksit ile 40°C'de 30dk'da ultrasonik enerji kullanılan banyoda işlem
UP40_30DK_6ML	6 ml/L Peroksit ile 40°C'de 30dk'da ultrasonik enerji kullanılan banyoda işlem
UP40_45DK_6ML	6 ml/L Peroksit ile 40°C'de 45dk'da ultrasonik enerji kullanılan banyoda işlem
UE55_45DK	Lakkaz enzimi ile 55°C'de 45dk'da ultrasonik enerji kullanılan banyoda işlem
UP40_45DK_12ML_50C50P	12 ml/L Peroksit ile 40°C'de 45dk'da ultrasonik enerji kullanılan banyoda işlem %50/50 pamuk/poliester karışım
UP40_45DK_12ML_BLUE	12 ml/L Peroksit ile 40°C'de 45dk'da ultrasonik enerji kullanılan banyoda ağartma işlem sonucunda boyama

3.3.1.4. Mikrodalga Enerjisi İle Çalışmaya Ait Kodlamalar

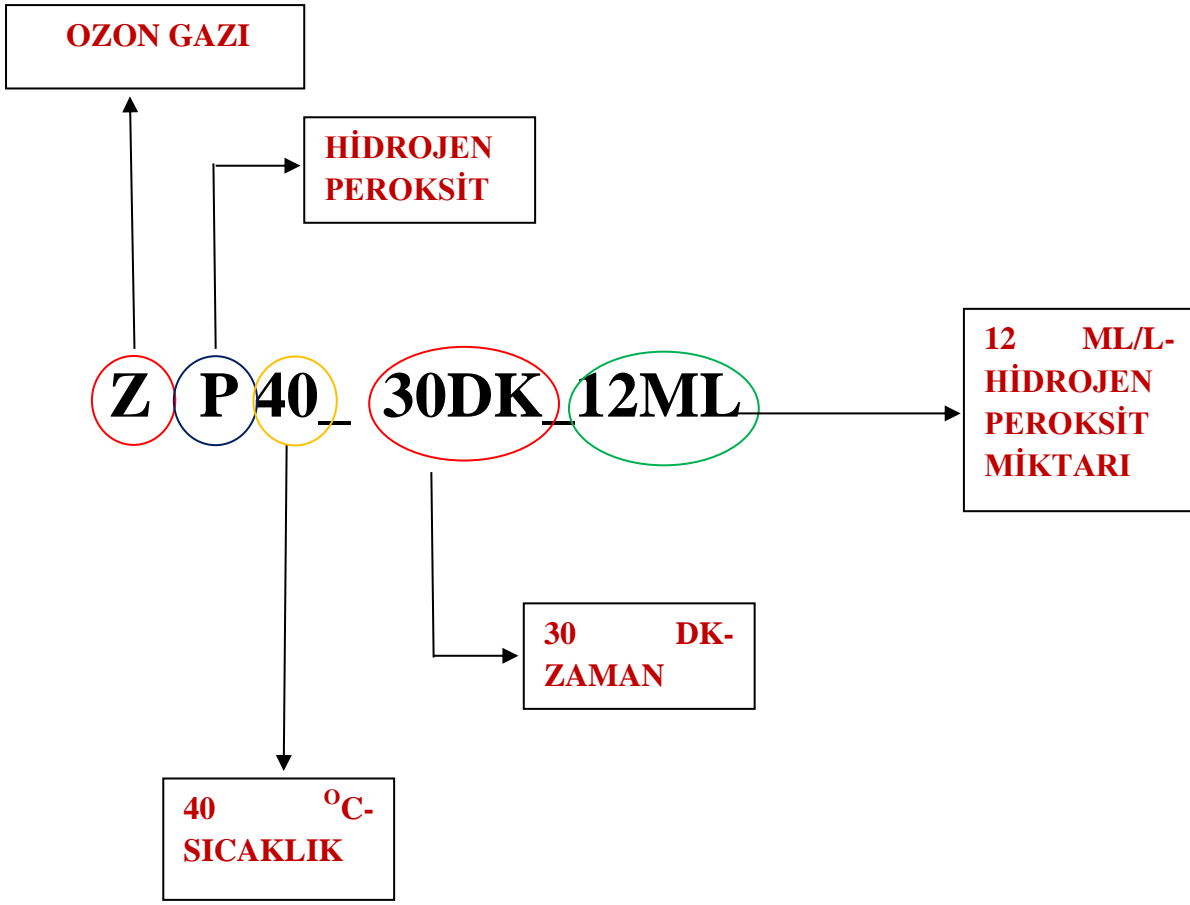


Şekil 3.15. %80/20 Poliester/pamuk Karışımı Materyale Mikrodalga Enerjisi Kullanılan Yönteme Göre 12 mL/L Hidrojen Peroksit İle Ağartma İşlemine Ait Kodlama Örneği

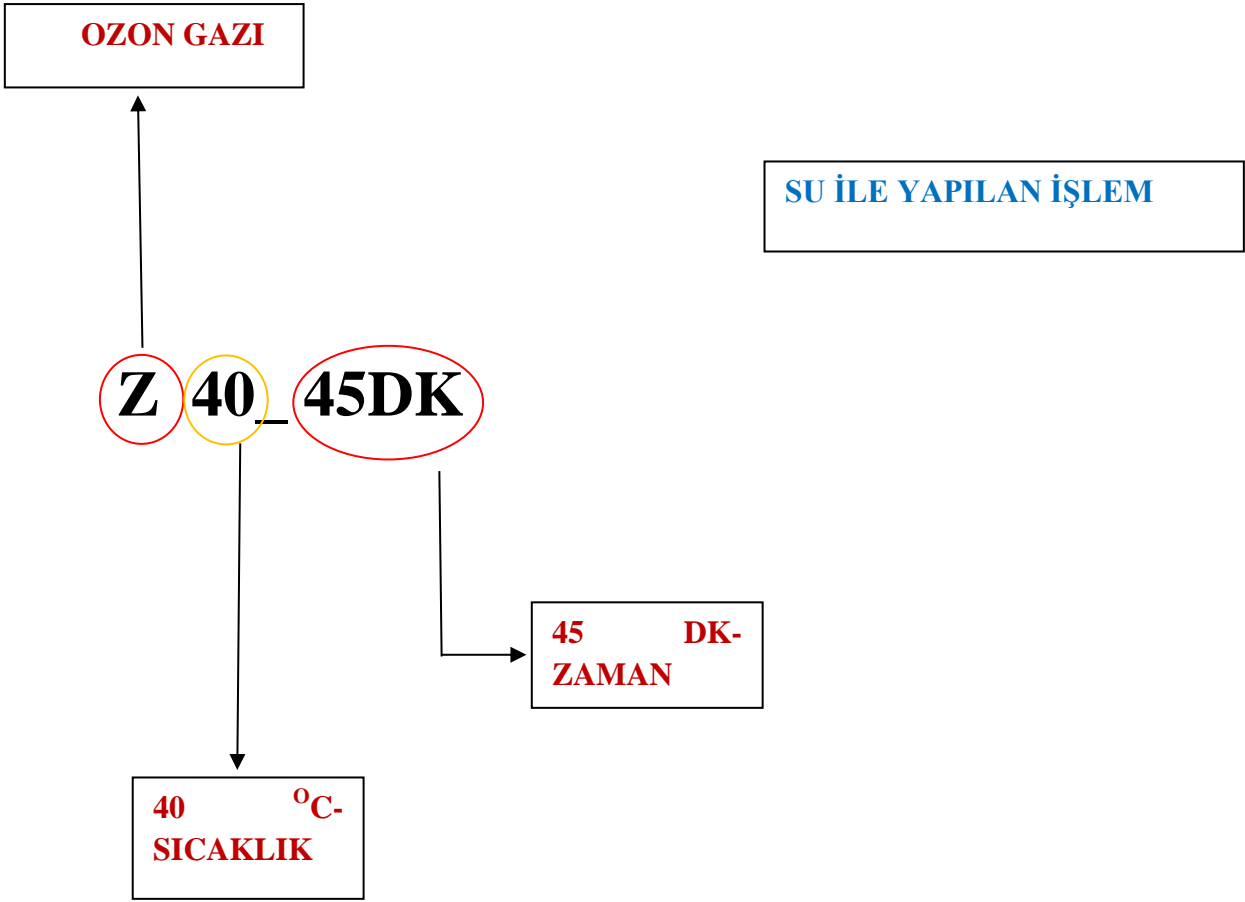
Tablo 3.26.Mikrodalga Enerjisi İçeren Yönteme Göre Yapılan Çalışmalara Ait Kodlamalar

MP40_5DK_12ML	12 ml/L Peroksit ile 40°C'de 5dk'da mikrodalga enerjisi içeren cihazda işlem
MP40_10DK_12ML	12 ml/L Peroksit ile 40°C'de 10dk'da mikrodalga enerjisi içeren cihazda işlem
MP40_15DK_12ML	12 ml/L Peroksit ile 40°C'de 15dk'da mikrodalga enerjisi içeren cihazda işlem
MP60_5DK_12ML	12 ml/L Peroksit ile 60°C'de 5dk'da mikrodalga enerjisi içeren cihazda işlem
MP60_10DK_12ML	12 ml/L Peroksit ile 60°C'de 10dk'da mikrodalga enerjisi içeren cihazda işlem
MP60_15DK_12ML	12 ml/L Peroksit ile 60°C'de 15dk'da mikrodalga enerjisi içeren cihazda işlem
MP80_5DK_12ML	12 ml/L Peroksit ile 80°C'de 5dk'da mikrodalga enerjisi içeren cihazda işlem
MP80_10DK_12ML	12 ml/L Peroksit ile 80°C'de 10dk'da mikrodalga enerjisi içeren cihazda işlem
MP80_15DK_12ML	12 ml/L Peroksit ile 80°C'de 15dk'da mikrodalga enerjisi içeren cihazda işlem
MP80_10DK_12ML_50C50P	12 ml/L Peroksit ile 80°C'de 10dk'da mikrodalga enerjisi içeren cihazda işlem % 50/50 Pamuk/Poliester karışım kumaş
MP80_10DK_12ML_BLUE	12 ml/L Peroksit ile 80°C'de 10dk'da mikrodalga enerjisi içeren cihazda banyoda ağartma sonucunda boyama

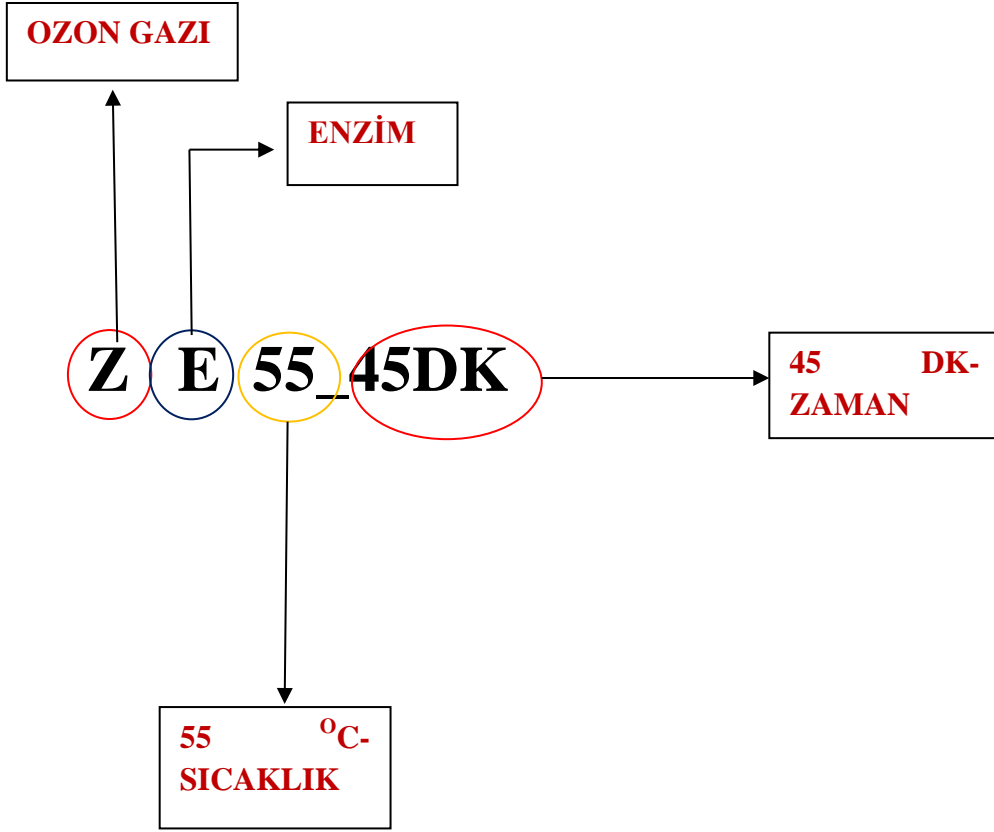
3.3.1.5. Ozon Gazı İle Çalışmaya Ait Kodlamalar



Şekil 3.16. %80/20 Poliester/pamuk Karışımı Materyale Ozon Gazı İçeren Yönteme Göre 12 mL/L Hidrojen Peroksit İle Ağartma İşlemine Ait Kodlama Örneği



Şekil 3.17. %80/20 Poliester/pamuk Karışımı Materyale Ozon Gazı İçeren Yönteme Göre Su İle Ağartma Sonucu Boyama İşlemine Ait Kodlama Örneği

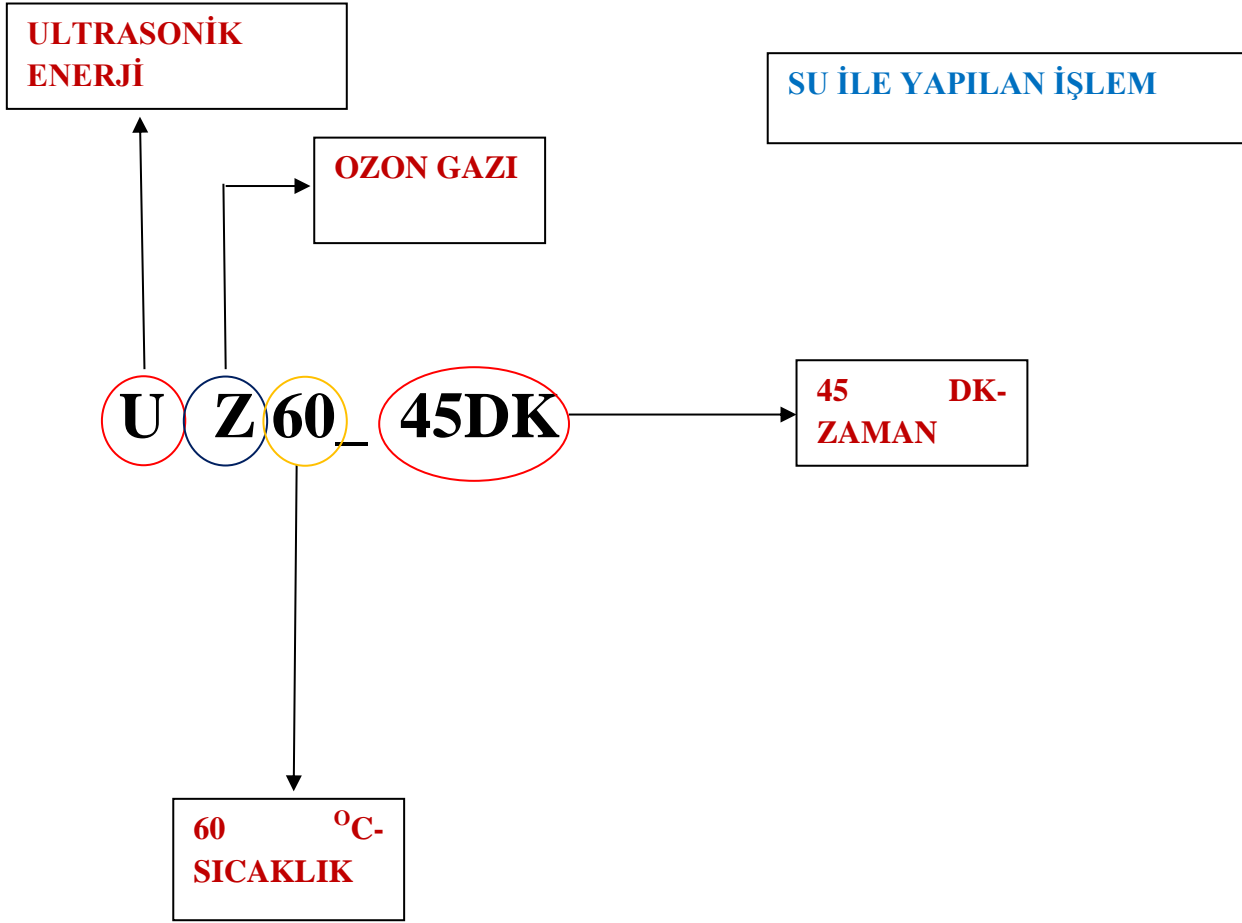


Şekil 3.18. %80/20 Poliester/pamuk Karışımı Materyale Ozon Gazı İçeren Yönteme Göre Lakkaz Enzimi İle Ağartma İşlemine Ait Kodlama Örneği

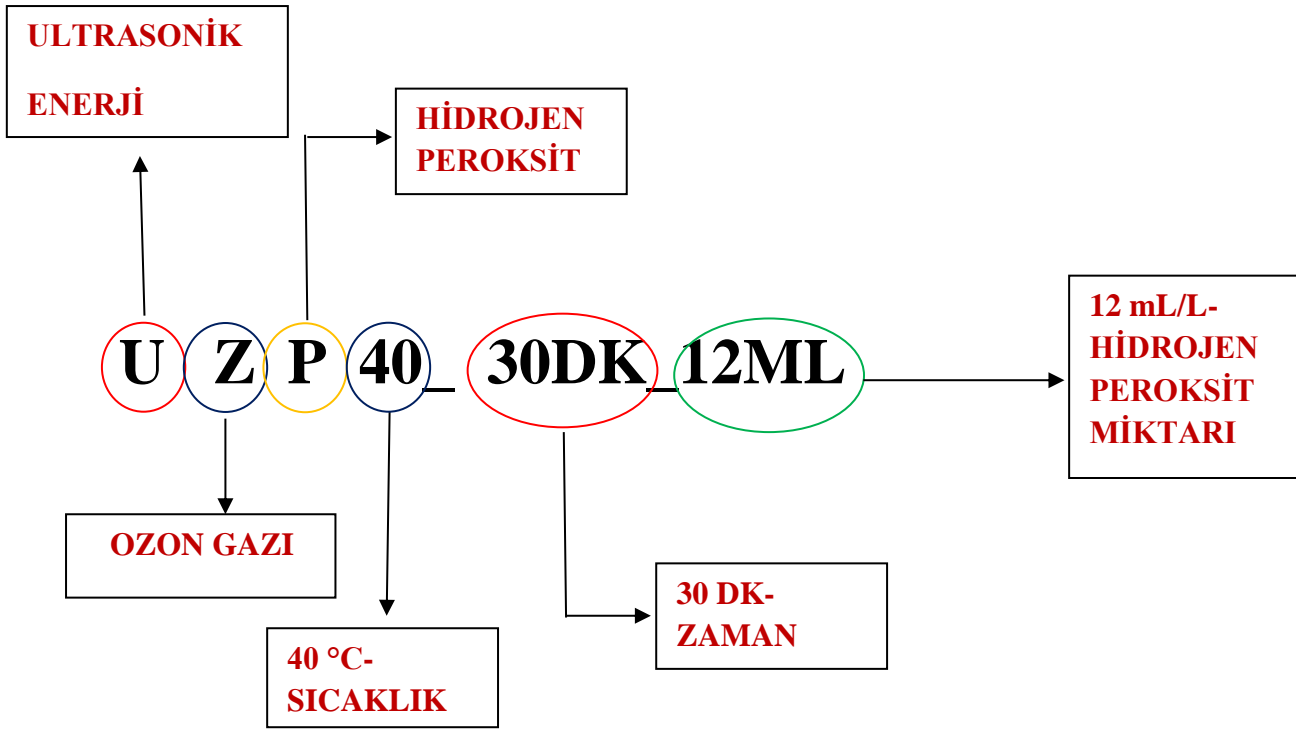
Tablo 3.27.Ozon Gazı Kullanılan Yöntem İle Yapılan Çalışmalara Ait Kodlamalar

Z40_45DK	Su ile 40°C'de 45dk'da ozon gazı kullanılan banyoda işlem
Z40_30DK	Su ile 40°C'de 30dk'da ozon gazı kullanılan banyoda işlem
ZP40_30DK_12ML	12 ml/L Peroksit ile 40°C'de 30dk'da ozon gazı kullanılan banyoda işlem
ZP40_45DK_12ML	12 ml/L Peroksit ile 40°C'de 45dk'da ozon gazı kullanılan banyoda işlem
ZP40_45DK_6ML	6 ml/L Peroksit ile 40°C'de 45dk'da ozon gazı kullanılan banyoda işlem
ZP40_30DK_6ML	6 ml/L Peroksit ile 40°C'de 30dk'da ozon gazı kullanılan banyoda işlem
ZE55_42DK	Lakkaz enzimi ile 55°C'de 45dk'da ozon gazı kullanılan banyoda işlem
ZP40_30DK_12ML_50C50P	12 ml/L Peroksit ile 40°C'de 30dk'da ozon gazı kullanılan banyoda işlem % 50/50 Pamuk/Poliester karışım kumaş
ZP40_30DK_12ML_BLUE	12 ml/L Peroksit ile 40 °C'de 30 dk'da ozon gazı kullanılan banyoda ağartma sonucunda boyama

3.3.1.6. Ozon Gazı İle Ultrasonik Enerjinin Birlikte Kullanıldığı Çalışmaya Ait Kodlamalar



Şekil 3.19. %80/20 Poliester/pamuk Karışımı Materyale Ultrasonik Enerjisi ve Ozon Gazının Birlikte Kullanılan Yönteme Göre Su İle Ağartma İşlemine Ait Kodlama Örneği



Şekil 3.20. %80/20 Poliester/pamuk Karışımı Materyale Ultrasonik Enerjisi ve Ozon Gazının Birlikte Kullanılan Yönteme Göre 12 mL/L Hidrojen Peroksit İle Ağartma İşlemine Ait Kodlama Örneği

Tablo 3.28. Ultrason Enerjisi Ve Ozon Gazı Kullanılan Yöntemde Yapılan Çalışmalara Ait Kodlamalar

UZ60_45DK	Su ile 60°C'de 45 dk'da ultrason ve ozon gazı ile aynı banyoda işlem
UZ40_45DK	Su ile 40°C'de 45 dk'da ultrason ve ozon gazı ile aynı banyoda işlem
UZ40_30DK	Su ile 40°C'de 30 dk'da ultrason ve ozon gazı ile aynı banyoda işlem
UZP60_30DK_12ML	12 ml/L Peroksit ile 60°C'de 30 dk'da aynı banyoda ozon gazı ve ultrason ile işlem
UZP40_30DK_12ML	12 ml/L Peroksit ile 40°C'de 30 dk'da aynı banyoda ozon gazı ve ultrason ile işlem
UZP40_45DK_12ML	12 ml/L Peroksit ile 40°C'de 45 dk'da aynı banyoda ozon gazı ve ultrason ile işlem
UZP40_45DK_6ML	6 ml/L Peroksit ile 40°C'de 45 dk'da aynı banyoda ozon gazı ve ultrason ile işlem
UZP40_30DK_6ML	6 ml/L Peroksit ile 40°C'de 30 dk'da aynı banyoda ozon gazı ve ultrason ile işlem
UZE55_45DK	Lakkaz enzimi ile 55°C'de 42 dk'da ultrasonik ve gazı ile aynı banyoda işlem
UZP40_30DK_12ML	12 ml/L Peroksit ile 40°C'de 30 dk'da aynı banyoda ozon gazı ve ultrason ile işlem
UZP40_30DK_12ML	12 ml/L Peroksit ile 40°C'de 30 dk'da aynı banyoda ozon gazı ve ultrason ile işlem
UZP40_30DK_12ML_50C50P	12 ml/L Peroksit ile 40°C'de 30 dk'da aynı banyoda ozon gazı ve ultrason ile işlem %50/50 Pamuk/Poliester
UZP40_30DK_12ML_BLUE	12 ml/L Peroksit ile 40°C'de 30 dk'da aynı banyoda ozon gazı ve ultrason ile işlem, boyama işlemi yapılmış

3.3.2. Ağartılmamış Kumaşın Renk Ölçüm Sonuçları

% 80/20 Pamuk/Poliester ve %50/50 Pamuk/Poliester örme kumaş kullanılmıştır.

3.3.2.1. %80/20 Pamuk/Poliester ve %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Ağartılmamış Materyallerin Berger Beyazlığı ve Sarılık İndeksi Değerleri

% 80/20 Pamuk/Poliester ve %50/50 Pamuk/Poliester örme kumaşa ait berger beyazlığı ve sarılık değerleri tablo 3.29.'da verilmiştir.

Tablo 3.29. %80/20 Pamuk/poliester ve %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Ham Materyallerin Sarılık ve Berger Beyazlık Değerleri

KOD	YID ₁₉₂₅	W _{Berger}
HAM	35.07	-
HAM50C50P	17.54	36.2

3.3.2.2. %80/20 Pamuk/Poliester ve %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Ağartılmamış Materyallerin CIELab ve Tristimulus Değerleri

% 80/20 Pamuk/Poliester ve %50/50 Pamuk/Poliester örme kumaşa ait CIELab ve tristimulus değerleri tablo 3.30'da verilmiştir.

Tablo 3.30. %80/20 Pamuk/poliester ve %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Ham Materyallerin CIELab ve Tristimulus Değerleri

Ağartma Prosesi	CIELab ve Tristimulus Değerleri							
	CIELab Değerleri					Tristimulus Değerleri		
	L*	a*	b*	C*	h°	X	Y	Z
HAM	85.64	2.50	17.23	17.41	81.75	64.87	67.27	52.93
HAM50C50P	89.94	1.24	8.54	8.63	81.72	72.80	76.17	70.81

3.3.3. Konvansiyonel Ağartma Yönteminde Elde Edilen Değerlerin Renk Ölçüm Sonuçları

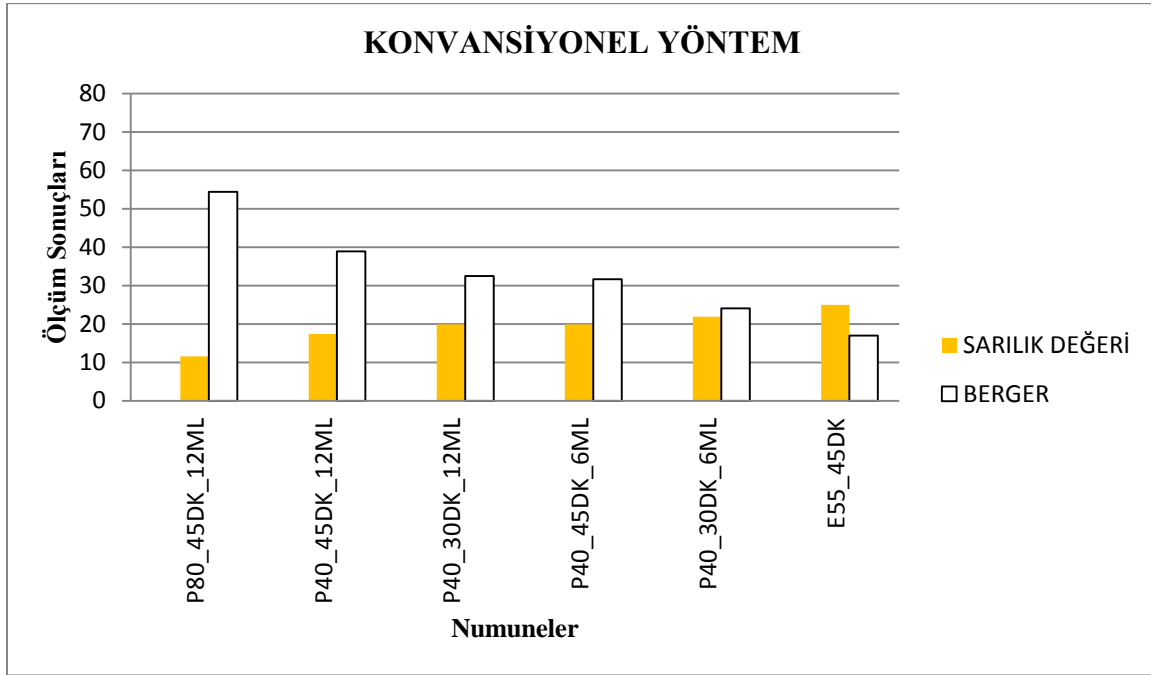
% 80/20 Pamuk/Poliester örme kumaşların konvansiyonel yöntemle göre ağartılması sonrası spektrofotometre ile renk ölçümleri yapılmıştır.

3.3.3.1. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Konvansiyonel Ağartma Yönteminde Elde Edilen Berger Beyazlığı ve Sarılık Değeri

% 80/20 Pamuk/Poliester örme kumaşın konvansiyonel yöntemle göre ağartılmasına ait berger beyazlığı ve sarılık değerleri tablo 3.31.'de verilmiştir.

Tablo 3.31. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Konvansiyonel Yönteme Göre Ağartılması Sonrası Sarılık ve Berger Beyazlık Değerleri

KOD	YID ₁₉₂₅	W _{Berger}
P40_45DK_12ML	17.40	38.9
P40_45DK_6 ML	19.93	31.7
P40_30DK_12ML	19.92	32.5
P40_30DK_6 ML	21.92	24.1
P80_45DK_12 ML	11.54	54.4
E55_45DK	25.02	17



Şekil 3.21. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Konvansiyonel Banyoda Yapılan Çalışmaya Ait Ölçüm Değerleri Grafiği

Konvansiyonel çalışma yeni bir teknoloji olmamaktadır ancak elde edilen değerler standart kabul edilmiştir. 80°C’de yapılan işlemde materyal maksimum beyazlık elde edilmiştir. Bu da ağartma işleminde temel prensiplerden biri olan sıcaklığın ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Sıcaklık, zaman ve miktar düştükçe elde edilen beyazlık değerleri azalırken sarılık değerleri artmaktadır. Enzim ile yapılan çalışma ise istenilen değeri vermemiştir ancak yine de önemli bir beyazlama elde edilebilmiştir

3.3.3.2. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Konvansiyonel Yönteme Göre Ağartılması Sonrası CIELab ve Tristimulus Değerleri

% 80/20 Pamuk/Poliester örme kumaşın konvansiyonel yönteme göre ağartılmasına ait CIELab ve tristimulus değerleri tablo 3.32.’de verilmiştir.

Tablo 3.32. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Konvansiyonel Yönteme Göre Ağartılması Sonrası CIELab ve Tristimulus Değerleri

Ağartma Prosesi	CIELab ve Tristimulus Değerleri							
	CIELab Değerleri					Tristimulus Değerleri		
	L*	a*	b*	C*	h°	X	Y	Z
P40_45DK_12ML	92.22	-0.48	9.42	9.43	92.91	76.74	81.19	74.59
P40_45DK_6 ML	92.14	-0.50	10.24	10.25	92.79	76.56	81.01	73.39
P40_30DK_12ML	91.97	-0.65	10.89	10.91	93.44	76.12	80.63	72.21
P40_30DK_6 ML	91.36	-0.29	11.62	11.62	91.45	75.03	79.28	70.05
P80_45DK_12 ML	93.08	-0.20	6.13	6.13	91.90	78.73	83.15	80.79
E55_45DK	87.96	1.61	12.54	12.65	82.68	68.98	71.98	62.14

3.3.4. Mikrodalga Enerjisi Kullanılan Ağartma Yönteminde Elde Edilen Numunelere Ait Renk Ölçüm Sonuçları

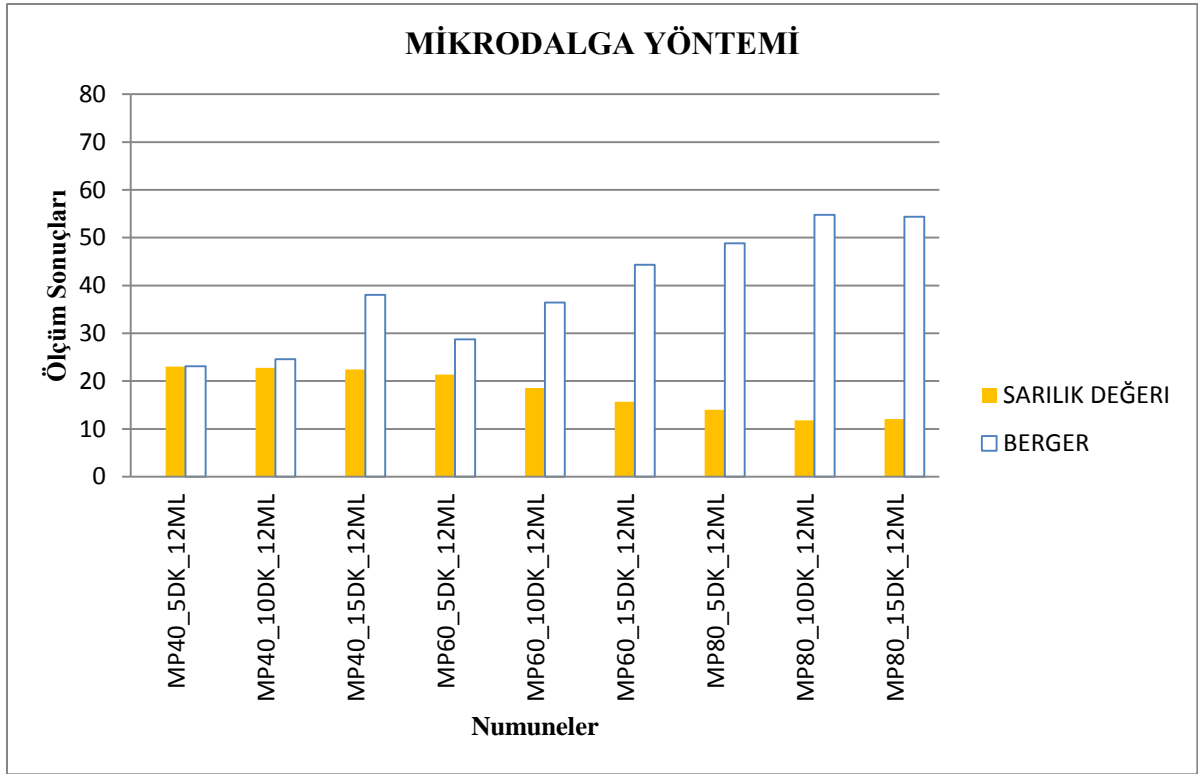
% 80/20 Pamuk/Poliester örme kumaşların mikrodalga enerjisi kullanılan yönteme göre ağartılması sonrası spektrofotometre ile renk ölçümleri yapılmıştır.

3.3.4.1. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Mikrodalga Enerjisi Kullanılan Ağartma Yönteminde Elde Edilen Numunelerin Berger Beyazlığı ve Sarılık Değeri

% 80/20 Pamuk/Poliester örme kumaşın mikrodalga enerjisi kullanılan yönteme göre ağartılmasına ait Berger Beyazlığı ve Sarılık Değerleri tablo 3.33.'de verilmiştir.

Tablo 3.33. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Mikrodalga Enerjisi Kullanılan Yönteme Göre Ağartılması Sonrası Sarılık ve Berger Beyazlık Değerleri

KOD	YID ₁₉₂₅	W _{Berger}
MP40_5DK_12ML	23.04	23.7
MP40_10DK_12ML	22.75	24.6
MP40_15DK_12ML	22.46	38.0
MP60_5DK_12ML	21.36	28.7
MP60_10DK_12ML	18.56	36.4
MP60_15DK_12ML	15.64	44.3
MP80_5DK_12ML	13.97	48.8
MP80_10DK_12ML	11.77	54.8
MP80_15DK_12ML	12.02	54.4



Şekil 3.22. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Mikrodalga Enerjisi Kullanılan Banyoda Yapılan Çalışmaya Ait Ölçüm Değerleri Grafiği

Mikrodalga enerjisi kullanılarak yapılan ağartma işleminde, 5 dakika 40°C işlemde başlanılıp, 15 dakika 80°C'ye kadar farklı sıcaklık ve dakikalarda denemeler yapılmıştır. 80°C 10 dakikada ise en iyi sonucu vermiştir. Konvansiyonel yöntemde 45 dakikada elde edilen başarı, mikrodalga enerjisi kullanılarak yapılan ağartma işleminde 10 dakikada elde edilmiştir. Sıcaklık ve zaman arttıkça beyazlık artmıştır. 80°C'da 10 dakikadan sonra beyazlığın hemen hemen sabit kaldığı gözlemlenmiştir.

3.3.4.2. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Mikrodalga Enerjisi Kullanılan Yönteme Göre Ağartılması Sonrası CIELab ve Tristimulus Değerleri

% 80/20 Pamuk/Poliester örme kumaşın mikrodalga enerjisi kullanılan yönteme göre ağartılmasına ait CIELab ve tristimulus değerleri tablo 3.34.'de verilmiştir.

Tablo 3.34. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Mikrodalga Enerjisi Kullanılan Yönteme Göre Ağartılması Sonrası CIELab ve Tristimulus Değerleri

Ağartma Prosesi	CIELab ve Tristimulus Değerleri							
	CIELab Değerleri					Tristimulus Değerleri		
	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z
MP40_5DK_12ML	90.20	0.43	11.98	11.99	87.93	72.97	76.75	67.23
MP40_10DK_12ML	90.52	0.13	11.99	11.99	89.39	73.46	77.42	67.85
MP40_15DK_12ML	90.63	0.27	11.78	11.78	88.71	73.76	77.67	68.34
MP60_5DK_12ML	91.56	-0.29	11.51	11.51	91.47	75.45	79.73	70.61
MP60_10DK_12ML	92.61	-0.67	10.19	10.22	93.78	77.48	82.08	74.47
MP60_15DK_12ML	93.20	-0.69	8.61	8.64	94.61	78.74	83.42	77.80
MP80_5DK_12ML	93.41	-0.69	7.69	7.72	95.09	79.20	83.90	79.48
MP80_10DK_12ML	93.70	-0.62	6.47	6.50	95.48	79.88	84.59	81.78
MP80_15DK_12ML	93.86	-0.74	6.67	6.71	96.32	80.16	84.94	81.87

3.3.5. Ozon Gazı İçeren Ağartma Yönteminde Elde Edilen Numunelerin Renk Ölçüm Sonuçları

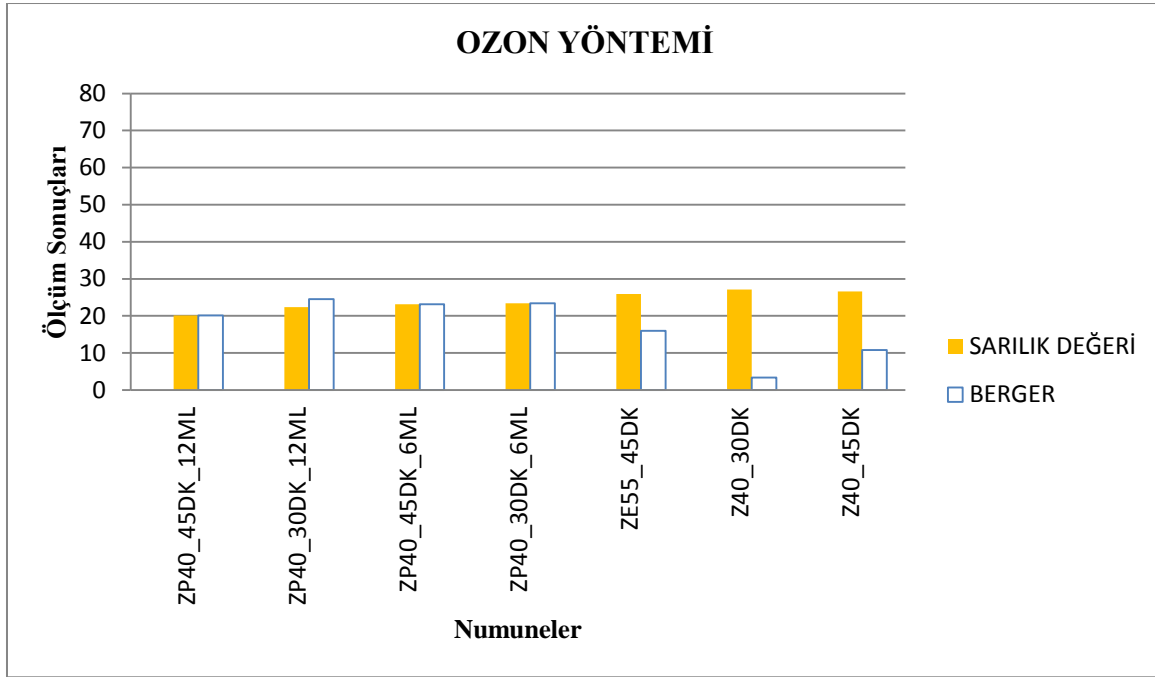
% 80/20 Pamuk/Poliester örme kumaşların ozon gazı içeren yönteme göre ağartılması sonrası spektrofotometre ile renk ölçümleri yapılmıştır.

3.3.5.1. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Ozon Gazı İçeren Ağartma Yönteminde Elde edilen Berger Beyazlığı ve Sarılık Değeri

% 80/20 Pamuk/Poliester örme kumaşın ozon gazı içeren yönteme göre ağartılmasına ait Berger Beyazlığı ve Sarılık Değeri tablo 3.35.'de verilmiştir.

Tablo 3.35. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Ozon Gazı İçeren Yönteme Göre Ağartılması Sonrası Sarılık ve Berger Beyazlık Değerleri

KOD	YID ₁₉₂₅	W _{Berger}
Z40_45DK	26.56	10.8
Z40_30DK	27.12	3.4
ZP40_30DK_12ML	22.36	24.5
ZP40_45DK_12ML	20.14	20.14
ZP40_45DK_6ML	23.18	23.18
ZP40_30DK_6ML	23.4	23.4
ZE55_45DK	25.9	16



Şekil 3.23. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Ozon Gazı İçeren Banyoda Yapılan Çalışmaya Ait Ölçüm Değerleri Grafiği

Ozon gazı içeren yöntemde, en iyi sonuç yine hidrojen peroksit ile yapılan çalışmada elde edilmiştir. Enzim ile yapılan çalışma ise, istenilen beyazlık değeri elde edilememiştir. Ancak, yine de önemli bir beyazlama elde edilebilmiştir. Hidrojen peroksit ile yapılan çalışmalarda en iyi sonucu 40°C’da 45 dakika yapılan çalışma vermiştir. Su ile yapılan çalışmalarda ise abraj problemini önleyebilmek için banyonun daha homojen karışmasını sağlayan manyetik karıştırıcı kullanılmıştır.

3.3.5.2. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Ozon Gazı İçeren Yönteme Göre Ağartılması Sonrası CIELab ve Tristimulus Değerleri

% 80/20 Pamuk/Poliester örme kumaşın ozon gazı içeren yönteme göre ağartılmasına ait CIELab ve tristimulus değeri tablo 3.36.’de verilmiştir.

Tablo 3.36. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Ozon Gazı İçeren Yönteme Göre Ağartılması Sonrası CIELab ve Tristimulus Değerleri

Ağartma Prosesi	CIELab ve Tristimulus Değerleri							
	CIELab Değerleri					Tristimulus Değerleri		
	L*	a*	b*	C*	h°	X	Y	Z
Z40_45DK	88.21	1.61	14.21	14.30	83.55	69.47	72.49	60.77
Z40_30DK	87.29	1.81	15.90	16.00	83.49	67.75	70.59	57.22
ZP40_30DK_12ML	90.31	0.00	12.03	12.03	89.99	72.98	76.97	67.39
ZP40_45DK_12ML	91.14	-0.03	10.66	10.66	90.16	74.69	78.79	70.76
ZP40_45DK_6ML	90.06	0.37	12.07	12.08	88.24	72.64	76.43	66.84
ZP40_30DK_6ML	90.18	0.20	12.29	12.29	89.08	72.80	76.69	66.82
ZE55_45DK	87.87	1.60	12.77	12.87	82.88	68.80	71.79	61.71

3.3.6. Ultrasonik Enerji Kullanılan Ağartma Yönteminde Elde Edilen Değerlerin Renk Ölçüm Sonuçları

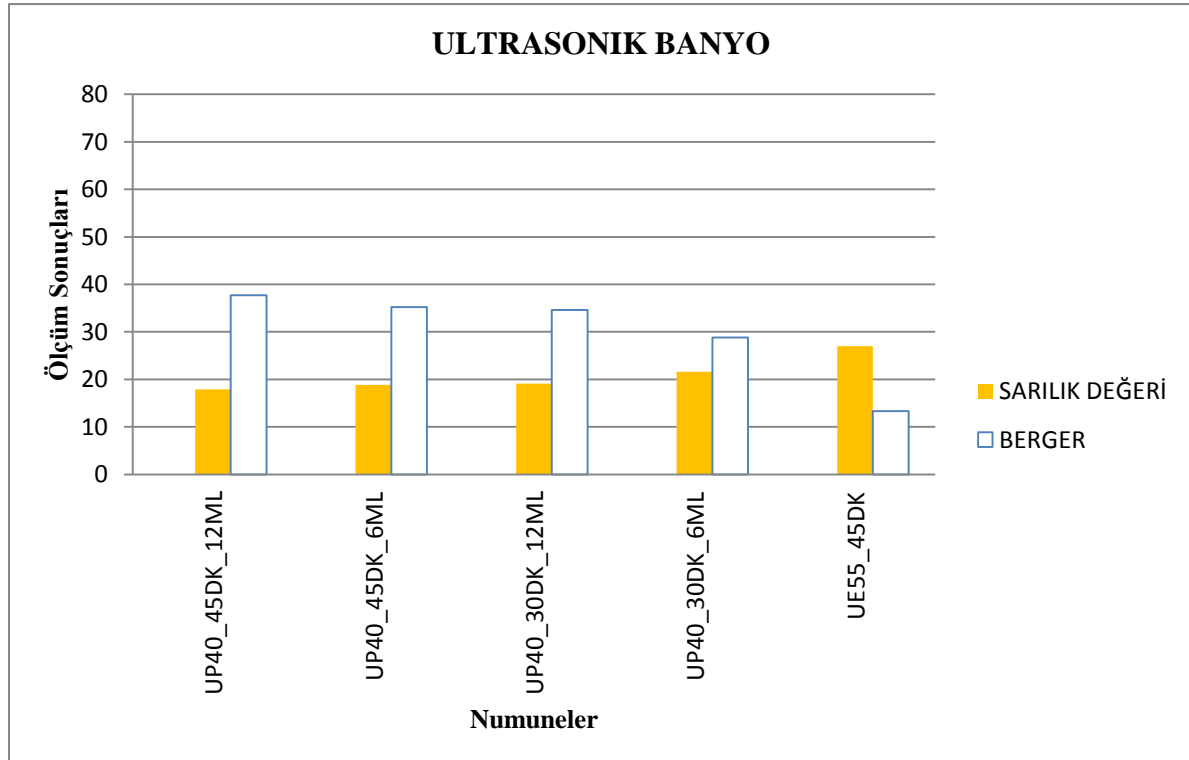
% 80/20 Pamuk/Poliester örme kumaşların ultrasonik enerji kullanılan yöntemle göre ağartılması sonrası spektrofotometre ile renk ölçümleri yapılmıştır.

3.3.6.1. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Ultrasonik Enerji Kullanılan Ağartma Yönteminde Elde Edilen Berger Beyazlığı ve Sarılık Değeri

% 80/20 Pamuk/Poliester örme kumaşın ultrasonik enerji kullanılan yöntemle göre ağartılmasına ait berger beyazlığı ve sarılık değeri tablo 3.36.'de verilmiştir.

Tablo 3.37. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Ultrasonik Enerji Kullanılan Yönteme Göre Ağartılması Sonrası Sarılık ve Berger Beyazlık Değerleri

KOD	YID ₁₉₂₅	W _{Berger}
UP40_45DK_12ML	17.88	37.7
UP40_30DK_12ML	19.11	34.6
UP40_30DK_6ML	21.6	28.8
UP40_45DK_6ML	18.86	35.2
UE55_45DK	26.97	13.3



Şekil 3.24. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Ultrasonik Enerji Kullanılan Banyoda Yapılan Çalışmaya Ait Ölçüm Değerleri Grafiği

Grafikte de görüldüğü gibi ultrasonik ortamda yapılan çalışmalarda en önemli yer 40°C de 45 dakikada yapılan çalışmalar almaktadır. Enzim ile yapılan çalışma ise istenilen değeri vermemiştir ancak yine de önemli bir beyazlama elde edilebilmiştir. Hidrojen peroksit miktarı ise zamana göre daha az rol oynamıştır. 30 dakika 12 ml hidrojen peroksit ile yapılan işlemde elde edilen beyazlık 45 dakikada 6 ml işlemde elde edilen beyazlıktan daha az değerdedir.

3.3.6.2. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Ultrasonik Enerji Kullanılan Yönteme Göre Ağartılması Sonrası CIELab ve Tristimulus Değerleri

% 80/20 Pamuk/Poliester örme kumaşın ultrasonik enerji kullanılan yönteme göre ağartılmasına ait CIELab ve tristimulus değerleri tablo 3.38’de verilmiştir.

Tablo 3.38. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Ultrasonik Enerji Kullanılan Yönteme Göre Ağartılması Sonrası CIELab ve Tristimulus Değerleri

Ağartma Prosesi	CIELab ve Tristimulus Değerleri							
	CIELab Değerleri					Tristimulus Değerleri		
	L*	a*	b*	C*	h°	X	Y	Z
UP40_45DK_12ML	92.22	-0.53	9.71	9.72	93.11	76.72	81.19	74.33
UP40_30DK_12ML	92.14	-0.53	10.40	10.41	92.94	76.55	81.02	73.20
UP40_30DK_6ML	91.15	-0.10	11.26	11.26	90.49	74.67	78.81	70.04
UP40_45DK_6ML	92.14	-0.50	10.24	10.25	92.79	76.56	81.01	73.39
UE55_45DK	86.66	1.97	13.03	13.18	81.41	66.60	69.31	59.14

3.3.7. Ultrasonik Enerji ve Ozon Gazının Birlikte Kullanıldığı Ağartma Yönteminde Elde Edilen Değerlerin Renk Ölçüm Sonuçları

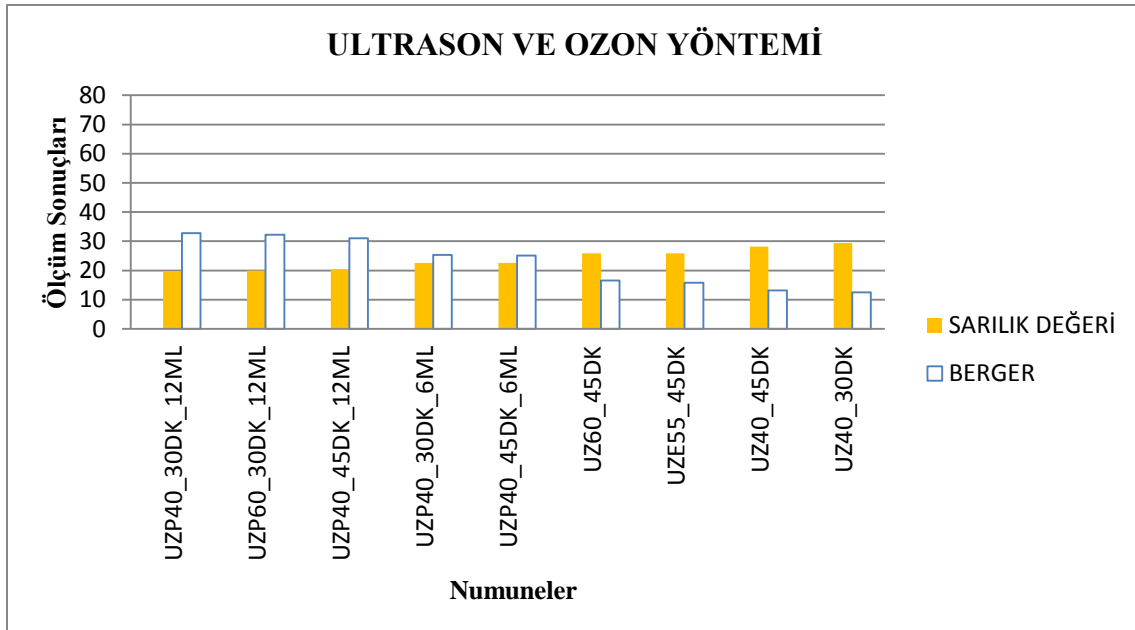
% 80/20 Pamuk/Poliester örme kumaşların ultrasonik enerji ve ozon gazının birlikte kullanıldığı yönteme göre ağartılması sonrası spektrofotometre ile renk ölçümleri yapılmıştır.

3.3.7.1. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Ultrasonik Enerji ve Ozon Gazının Birlikte Kullanıldığı Ağartma Yönteminde Elde edilen Berger Beyazlığı ve Sarılık Değeri

% 80/20 Pamuk/Poliester örme kumaşın ultrasonik enerji ve ozon gazının birlikte kullanıldığı yönteme göre ağartılmasına ait berger beyazlığı ve sarılık değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3.39. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Ultrasonik Enerji ve Ozon Gazının Birlikte Kullanıldığı Yönteme Göre Ağartılması Sonrası Sarılık ve Berger Beyazlık Değerleri

KOD	YID ₁₉₂₅	W _{Berger}
UZ60_45DK	25.86	16.6
UZ40_45DK	28.19	13.2
UZ40_30DK	29.33	12.5
UZP60_30DK_12ML	19.99	32.2
UZP40_30DK_12ML	19.66	32.8
UZP40_45DK_12ML	20.42	31
UZP40_45DK_6ML	22.63	25.1
UZP40_30DK_6ML	22.53	25.3
UZE55_45DK	25.88	15.8



Şekil 3.25. %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Ultrasonik Enerji ve Ozon Gazının Birlikte Kullanıldığı Banyoda Yapılan Çalışmaya Ait Ölçüm Değerleri Grafiği

Ultrasonik enerji ve ozon gazı ile beraber çalışılmış ve diğer çalışmaların aksine en iyi sonucu 40°C 30 dakika 12 ml ile yapılan çalışma vermiştir. Enzim ise 60°C, 45 dakika su ile yapılan çalışma değerlerinden daha kötü çıkmıştır. Burada çalışılan materyalin beyazlık değerinin çok düşük olduğunu göz önüne aldığımızda, elde edilen çalışmanın iyi sonuçlar verdiğini söyleyebiliriz. Yapılan çalışmalar sonucunda kumaşımız boyanacak özelliklere sahip olmuştur. Ancak yine su ile yapılan çalışmalarda abraj problemi görülmektedir.

3.3.7.2. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Ultrasonik Enerji ve Ozon Gazının Birlikte Kullanıldığı Yönteme Göre Ağartılması Sonrası CIELab ve Tristimulus Değerleri

% 80/20 Pamuk/Poliester örme kumaşın ultrasonik enerji ve ozon gazının birlikte kullanıldığı yönteme göre ağartılmasına ait CIELab ve tristimulus değeri tablo 3.40'da verilmiştir.

Tablo 3.40 %80/20 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Ultrasonik Enerji ve Ozon Gazının Birlikte Kullanıldığı Yönteme Göre Ağartılması Sonrası CIELab ve Tristimulus Değerleri

Ağartma Prosesi	CIELab ve Tristimulus Değerleri							
	CIELab Değerleri					Tristimulus Değerleri		
	L*	a*	b*	C*	h°	X	Y	Z
UZP60_45DK	88.85	1.59	12.88	12.97	82.97	70.75	73.84	63.49
UZP40_45DK	88.14	1.54	13.60	13.69	83.56	69.31	72.36	61.32
UZP40_30DK	88.13	1.41	13.85	13.92	84.18	69.21	72.34	61.02
UZP60_30DK_12ML	91.86	-0.43	10.83	10.83	92.30	76.22	80.40	72.08
UZP40_30DK_12ML	91.64	-0.23	10.52	10.52	91.24	75.64	79.90	71.98
UZP40_45DK_12ML	91.61	-0.36	11.01	11.02	91.90	75.52	79.84	71.32
UZP40_45DK_6ML	90.81	0.02	12.00	12.00	89.89	74.02	78.07	68.44
UZP40_30DK_6ML	90.79	-0.03	11.97	11.97	90.12	73.95	78.01	68.44
UZE55_45DK	87.13	1.77	12.58	12.70	82.00	67.42	75.27	60.51

3.3.8. %50/50 Pamuk/Poliester Materyalin Beyazlatılması İle Elde Edilen Numunelere Ait Renk Ölçüm Sonuçları

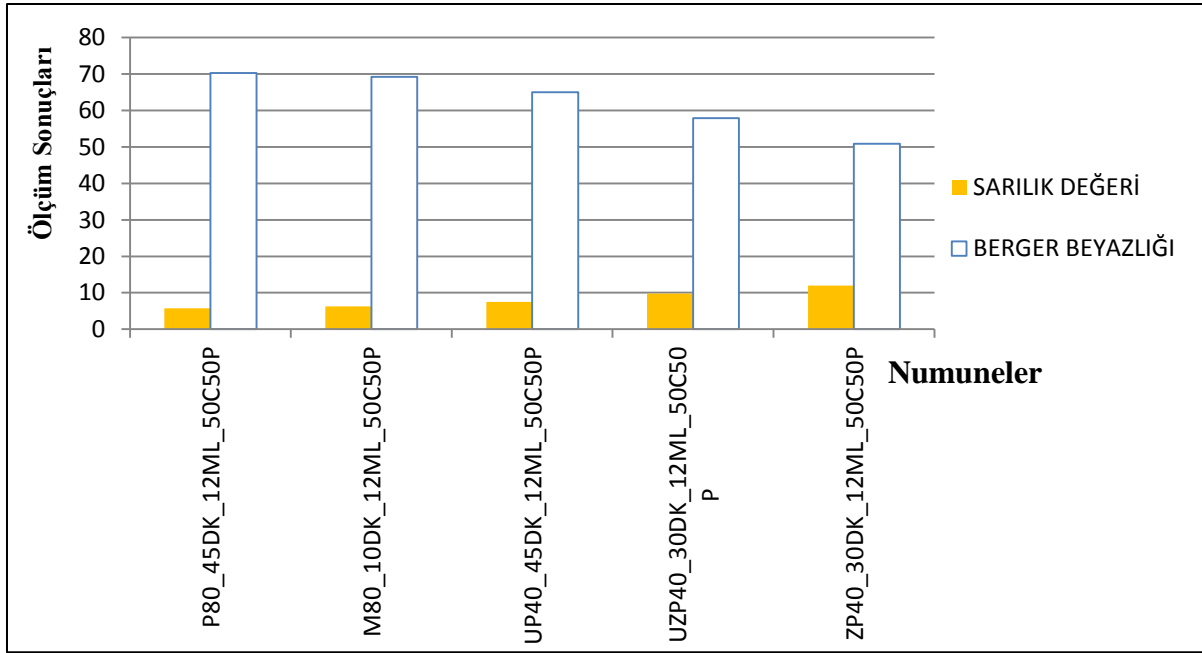
%80/20 Pamuk/poliester materyalinin ağartılmasında elde edilen beyazlık değerlerinin en iyi sonuçlarının verdiği uygulamalardan her yöntemden birer adet seçilen uygulamalar %50/50 Pamuk/poliester örme kumaşa uygulanmıştır. %50/50 Pamuk/Poliester örme kumaşların ağartılması sonrası spektrofotometre ile renk ölçümleri yapılmıştır.

3.3.8.1. %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Berger Beyazlığı ve Sarılık Değeri

% 50/50 Pamuk/Poliester örme kumaşın ağartılmasına ait berger beyazlığı ve sarılık değeri tablo 3.41'de verilmiştir.

Tablo 3.41. %50/50 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Ağartılması Sonrası Sarılık ve Berger Beyazlık Değerleri

KOD	YID ₁₉₂₅	W _{Berger}
P80_45DK_12ML_50C50P	5.74	70.3
M80_10DK_12ML_50C50P	6.24	69.2
ZP40_30DK_12ML_50C50P	11.97	50.9
UP40_45DK_12ML_50C50P	7.47	65.0
UZP40_30DK_12ML_50C50P	9.8	57.9



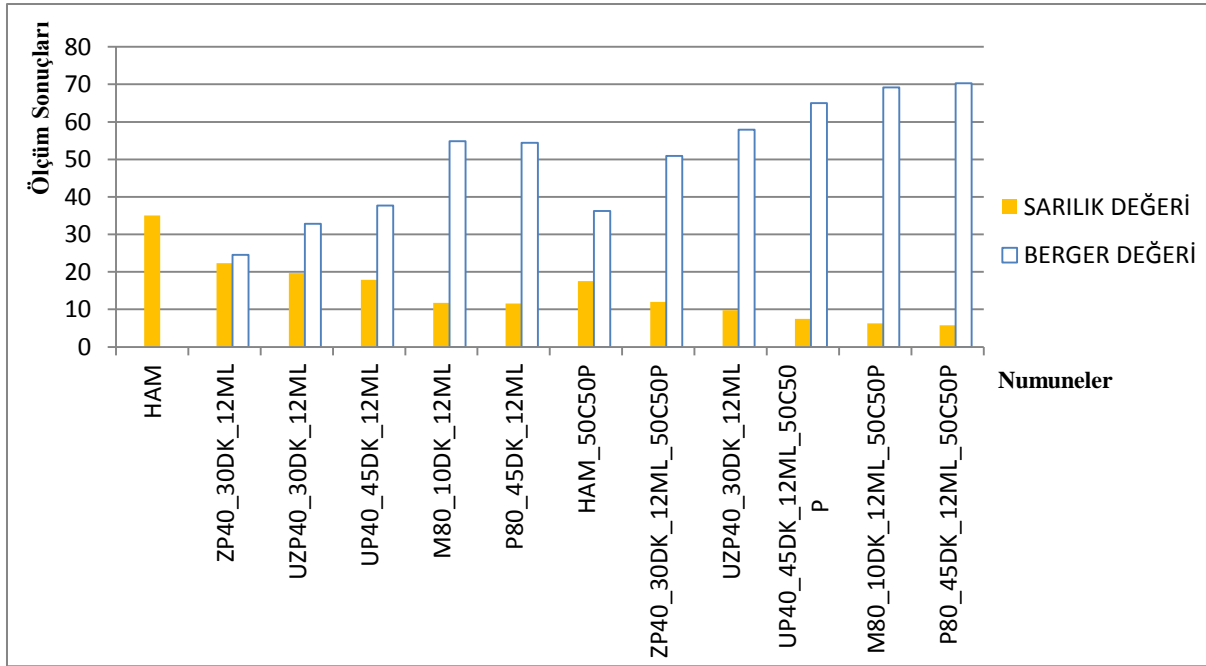
Şekil 3.26. %50/50 Pamuk/Poliester Materyalinin Ağartılmasına Ait Ölçüm Değerleri Grafiği

Grafikte görüldüğü gibi en iyi beyazlığı konvansiyonel ile yapılmış olan işlem sonucunda elde edilmiştir, mikrodalga enerjisiyle yapılan işlem sonucu ise konvansiyonele yakın bir beyazlık sonucu elde edilmiştir. En kötü değeri ise ozon gazı ile yapılan işlem sonucu vermiştir. Ultrasonik enerjisiyle işlem sonucu iyi bir değer elde edilse de ozon gazı ile birlikte yapılan işlem sonucu ultrasonik enerjisi yönteminde elde edilen beyazlık değerinden daha düşük değerde beyazlık değeri elde edilmiştir.

Daha önce kullanılan %80/20 Pamuk/Poliester Materyale yapılan beyazlık değerleri ile %50/50 Pamuk/Poliester Materyale yapılan ağartma sonucu elde edilen beyazlık değerlerini karşılaştırabilmek için aynı tabloda bakacak olursak;

Tablo 3.42 %50/50 Pamuk/Poliester ve %80/20 Pamuk/Poliester Materyaline Ait Çalışmaların Renk Ölçüm Değerleri

KOD	YID ₁₉₂₅	W _{Berger}
HAM	35.07	0
P80_45DK_12ML	11.54	54.4
M80_10DK_12ML	11.77	54.8
ZP40_30DK_12ML	22.36	24.5
UP40_45DK_12ML	17.88	37.7
UZP40_30DK_12ML	19.66	32.8
HAM_50C50P	17.54	36.2
P80_45DK_12ML_50C50P	5.74	70.3
M80_10DK_12ML_50C50P	6.24	69.2
ZP40_30DK_12ML_50C50P	11.97	50.9
UP40_45DK_12ML_50C50P	7.47	65.0
UZP40_30DK_12ML_50C50P	9.8	57.9



Şekil 3.27. %50/50 Pamuk/Poliester ve %80/20 Pamuk/Poliester Materyaline Ait Çalışmaların Ölçüm Değerleri Grafiği

Grafikte de görüldüğü gibi materyal değiştiğinde de ölçüm sonuçları aynı sonuçları vermektedir. Yine en iyi beyazlık değerlerini konvansiyonel ve mikrodalga enerjisi kullanılan yöntemler vermektedir. %80/20 Pamuk/Poliester materyali ham halinin beyazlık değeri %50/50 Pamuk/Poliester materyale göre çok daha kötüdür bu yüzden beyazlık değeri de grafikte daha düşük değeri vermiş gibi gözükmemektedir, hâlbuki ham halden ağartılmış hale gelene kadar aradaki değer düşünüldüğünde her iki materyalin de yaklaşık aynı sonuçları verdiğini görmek mümkündür. Ham kumaşın beyazlığı eksi değerde çıktığından “0” olarak değerlendirilmiştir.

3.3.8.2. %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin CIELab ve Tristimulus Değerleri

% 50/50 Pamuk/Poliester örme kumaşın ağartılmasına ait CIELab ve tristimulus değerleri tablo 3.42.’de verilmiştir.

Tablo 3.43. %50/50 Pamuk/poliester Karışımı Materyallerin Ağartılması Sonrası CIELab ve Tristimulus Değerleri

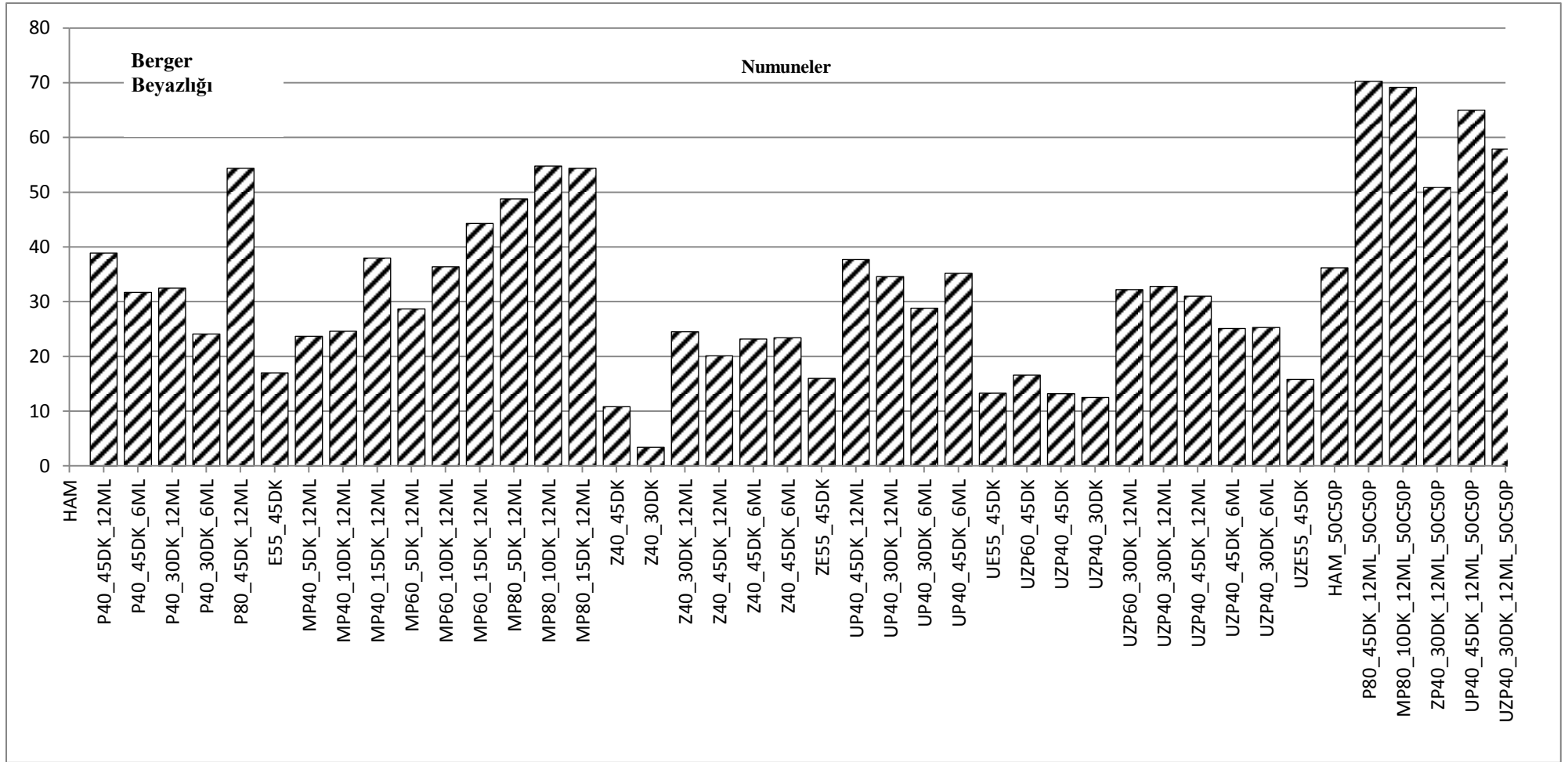
Ağartma Prosesi	CIELab ve Tristimulus Değerleri							
	CIELab Değerleri					Tristimulus Değerleri		
	L*	a*	b*	C*	h°	X	Y	Z
HAM_50C50P	89.94	1.24	8.54	8.63	81.72	72.80	76.17	70.81
P80_45DK_12ML_50C50P	93.81	0.51	2.75	2.80	79.50	80.68	84.82	87.12
M80_10DK_12ML_50C50P	93.87	0.45	3.05	3.08	81.56	80.79	84.97	86.86
ZP40_30DK_12ML_50C50P	91.38	0.87	5.81	5.87	81.52	75.62	79.32	77.57
UP40_45DK_12ML_50C50P	93.28	0.60	3.62	3.57	80.56	79.00	88.07	84.66
UZP40_30DK_12ML_50C50P	92.55	0.55	4.85	4.88	83.50	77.95	81.93	81.28

3.3.9. %80/20 Pamuk/Poliester ve %50/50 Pamuk/Poliester Örme Kumaşlara Yapılan Ağartma İşlemlerine Ait Renk Ölçüm Sonuçları

%80/20 Pamuk/poliester ve %50/50 Pamuk/poliester karışımı materyallerinin bütün ağartma sonuçları tablo 3.43.'de verilmiştir.

Tablo 3.44. %80/20 Pamuk/Poliester ve %50/50 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerinin Bütün Ağartma Sonuçlarını

KOD	YID ₁₉₂₅	W _{Berger}
HAM	35.07	-
P40_45DK_12ML	17.40	38.9
P40_45DK_6 ML	19.93	31.7
P40_30DK_12ML	19.92	32.5
P40_30DK_6 ML	21.92	24.1
P80_45DK_12 ML	11.54	54.4
E55_45DK	25.02	17
MP40_5DK_12ML	23.04	23.7
MP40_10DK_12ML	22.75	24.6
MP40_15DK_12ML	22.46	38.0
MP60_5DK_12ML	21.36	28.7
MP60_10DK_12ML	18.56	36.4
MP60_15DK_12ML	15.64	44.3
MP80_5DK_12ML	13.97	48.8
MP80_10DK_12ML	11.77	54.8
MP80_15DK_12ML	12.02	54.4
Z40_45DK	26.56	10.8
Z40_30DK	27.12	3.4
ZP40_30DK_12ML	22.36	24.5
ZP40_45DK_12ML	20.14	20.14
ZP40_45DK_6ML	23.18	23.18
ZP40_30DK_6ML	23.4	23.4
ZE55_45DK	25.9	16
UP40_45DK_12ML	17.88	37.7
UP40_30DK_12ML	19.11	34.6
UP40_30DK_6ML	21.6	28.8
UP40_45DK_6ML	18.86	35.2
UE55_45DK	26.97	13.3
UZP60_45DK	25.86	16.6
UZP40_45DK	28.19	13.2
UZP40_30DK	29.33	12.5
UZP60_30DK_12ML	19.99	32.2
UZP40_30DK_12ML	19.66	32.8
UZP40_45DK_12ML	20.42	31
UZP40_45DK_6ML	22.63	25.1
UZP40_30DK_6ML	22.53	25.3
UZPE55_45DK	25.88	15.8
HAM50C50P	17.54	36.2
P80_45DK_12ML_50C50P	5.74	70.3
M80_10DK_12ML_50C50P	6.24	69.2
ZP40_30DK_12ML_50C50P	11.97	50.9
UP40_45DK_12ML_50C50P	7.47	65.0
UZP40_30DK_12ML_50C50P	9.8	57.9



Şekil 3.28. %50/50 Pamuk/Poliester ve %80/20 Pamuk/Poliester Materyaline Ait Bütün Çalışmaların Ölçüm Değerleri Grafiği

3.3.10. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Örme Ağartılmış Materyallerin Boyama İşleminde Sonra Renk Ölçüm Sonuçları

%80/20 Pamuk/Poliester materyalinin ağartılmasında en iyi çıkan değerlere ağartma işleminden sonra tek banyo yöntemine göre boyama işlemi yapılmıştır. Buna göre ilk olarak boyanmış değerlerin ağartma işleminde elde edilen beyazlık değerlerine bakmalıyız.

Tablo 3.45. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Boyama Öncesi Ağartılmış Materyallere Ait Çalışmaların Berger ve Sarılık Değerleri

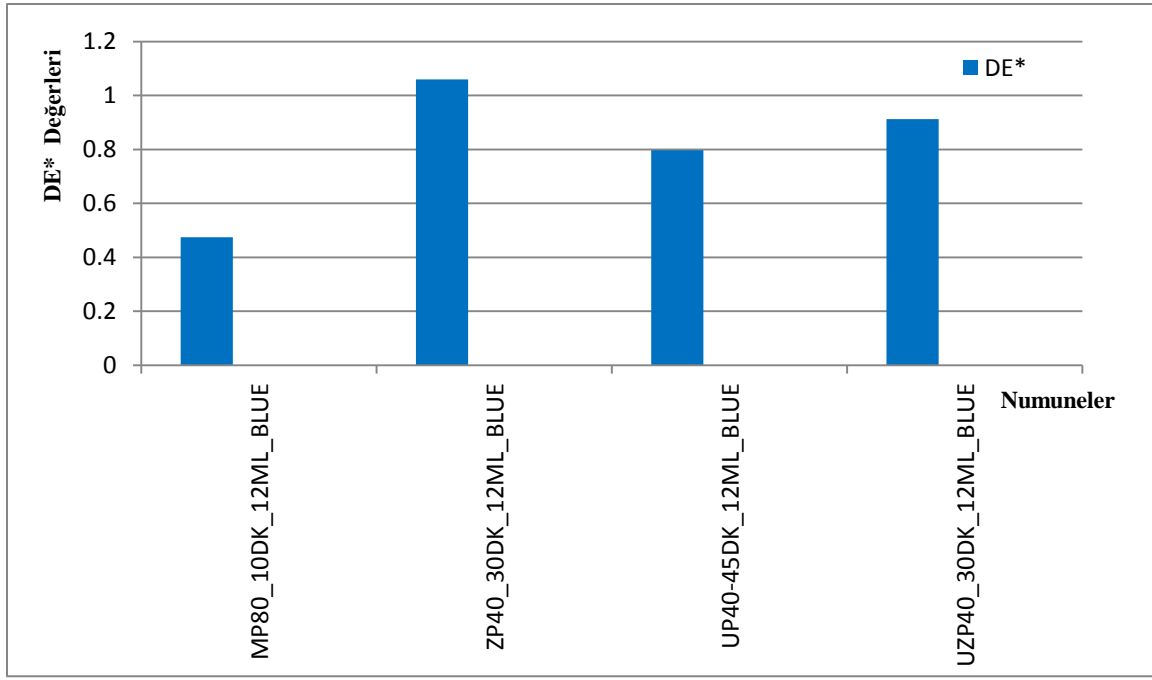
KOD	YID ₁₉₂₅	W _{Berger}
HAM	35.07	-
P80_45DK_12ML	11.54	54.4
M80_10DK_12ML	11.77	54.8
ZP40_30DK_12ML	22.36	24.5
UP40_45DK_12ML	17.88	37.7
UZP40_30DK_12ML	19.66	32.8

3.3.10.1. Ağartma İşlemi Uygulanmış %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Boyama Sonrası CIELab ve Tristimulus Değerleri

Ağartma işlemi uygulanmış % 80/20 Pamuk/Poliester karışımı örme kumaşın boyama sonrası CIELab ve tristimulus değerleri tablo 3.46'da verilmiştir.

Tablo 3.46. Ağartma İşlemi Uygulanmış %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Boyama Sonrası CIELab ve Tristimulus Değerleri

Ağartma Prosesi	CIELab ve Tristimulus Değerleri								ΔE^* (CMC(2:1))
	CIELab Değerleri					Tristimulus Değerleri			
	L*	a*	b*	C*	h°	X	Y	Z	
P80_45DK_12ML_BLUE	41.88	-6.11	-23.29	24.08	255.29	10.93	12.42	25.0	-
M80_10DK_12ML_BLUE	42.19	-6.35	-23.56	24.40	254.90	11.08	12.62	20.54	0.475
ZP40_30DK_12ML_BLUE	41.58	-6.59	-22.39	23.24	253.59	10.69	12.23	24.16	1.059
UP40_45DK_12ML_BLUE	41.15	-6.29	-23.55	24.38	255.04	10.49	11.96	24.41	0.797
UZP40_30DK_12ML_BLUE	41.72	-6.52	-22.49	23.41	253.84	10.79	12.32	24.36	0.912



Şekil 3.29. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Ağartılmış Numunelerin Boyama İşleminden Sonra Elde Edilen Renk Ölçüm Sonuçlarının ΔE^* Grafiği [Standart: P80_45DK_12ML_BLUE]

Konvansiyonel yönteme göre yapılan ağartma sonrası boyamaya renk farklılığının en yakın olduğu çalışma mikrodalga enerjisi kullanılan yöntemine göre yapılan ağartma çıkmıştır. Daha sonra ultrasonik enerjisi kullanılan yöntemdir, ozon gazı içeren yöntem ise en uzak çıkarken ultrasonik enerji ve ozon gazının beraber kullanıldığı ağartma sonucu boyama renk farklılığı ise ultrasonik enerji kullanılan yöntemden daha fazladır. Konvansiyonel yöntem standart alınıp ΔE^* değerleri arasında karşılaştırılma yapıldığında, yukarıdaki sıralama yine değişmemiştir.

3.3.10.2. Ağartma İşlemi Uygulanmış %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Boyama Sonrası K/S Değerleri

Ağartma işlemi uygulanmış % 80/20 Pamuk/Poliester karışımı örme kumaşın boyama sonrası K/S değerleri tablo 3.47.'de verilmiştir.

Tablo 3.47. Ağartma İşlemi Uygulanmış %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Boyama Sonrası K/S Değerleri

D.B. (nm)	PROSESLER – K/S Değerleri				
	P80_45DK_12ML_BLUE	M80_10DK_12ML_BLUE	ZP40_30DK_12ML_BLUE	UP40_45DK_12ML_BLUE	UZP40_30DK_12ML_BLUE
400	1.31	1.26	1.42	1.37	1.40
420	1.20	1.15	1.28	1.24	1.26
440	1.21	1.17	1.28	1.25	1.26
460	1.25	1.21	1.32	1.30	1.30
480	1.37	1.34	1.43	1.43	1.42
500	1.69	1.64	1.73	1.75	1.71
520	2.25	2.19	2.28	2.34	2.26
540	3.06	2.99	3.10	3.21	3.07
560	4.03	3.97	4.10	4.29	4.07
580	5.02	4.97	5.12	5.38	5.07
600	5.91	5.88	6.02	6.35	5.96
620	6.14	6.11	6.22	6.56	6.14
640	5.72	5.70	5.76	6.07	5.69
660	4.59	4.58	4.60	4.84	4.55
680	3.06	3.06	3.06	3.20	3.04
700	1.97	1.98	1.98	2.06	1.97

3.3.10.3. Ağartma İşlemi Uygulanmış %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Boyama Sonrası %Reflektans Değerleri

Ağartma işlemi uygulanmış % 80/20 Pamuk/Poliester karışımı örme kumaşın boyama sonrası % reflektans değeri tablo 3.48.'de verilmiştir.

Tablo 3.48. Ağartma İşlemi Uygulanmış %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Boyama Sonrası %Reflektans Değerleri

D.B. (nm)	PROSESLER				
	P80_45DK_12ML_BLUE	M80_10DK_12ML_BLUE	ZP40_30DK_12ML_BLUE	UP40_45DK_12ML_BLUE	UZP40_30DK_12ML_BLUE
400	22.72	23.33	21.66	22.14	21.88
420	24.09	24.71	23.13	23.57	23.33
440	23.94	24.45	23.09	23.40	23.29
460	23.50	23.89	22.70	22.90	22.88
480	22.11	22.47	21.48	21.53	21.65
500	19.29	19.69	18.99	18.83	19.11
520	15.74	16.10	15.60	15.32	15.69
540	12.50	12.74	12.39	12.04	12.46
560	10.03	10.17	9.89	9.54	9.96
580	8.37	8.44	8.22	7.88	8.29
600	7.27	7.30	7.16	6.84	7.23
620	7.03	7.06	6.96	6.64	7.03
640	7.48	7.51	7.43	7.10	7.51
660	9.01	9.03	9.01	8.63	9.08
680	12.51	12.50	12.50	12.07	12.57
700	17.36	17.29	17.26	16.82	17.33

3.3.11. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Ağartılmış Materyalin Patlatma Mukavemeti Sonuçları

% 80/20 Pamuk/Poliester karışımı ağartılmış örme kumaşın ağartılma sonrası patlatma mukavemeti sonuçları tablo 3.49’da verilmiştir.

Tablo 3.49. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Ağartılmış Materyallerin Patlatma Mukavemeti Sonuçları

KOD	PATLATMA MUKAVEMETİ DEĞERİ (kPa)
HAM	1115
P80_45DK_12ML	987
M80_10DK_12ML	969
ZP40_30DK_12ML	959
UP40_45DK_12ML	912
UZP40_30DK_12ML	904

Patlatma Mukavemeti sonuçları gösteriyor ki yaptığımız çalışmalarda elde edilen beyazlık değerleri ile materyalin patlatma anına kadar gösterdiği direnç doğru orantılı olarak ilerlemiştir.

3.3.12. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Ağartılmış Materyalin Boncuklanma Mukavemeti Test Sonuçları

% 80/20 Pamuk/Poliester karışımı ağartılmış örme kumaşın ağartılma sonrası boncuklanma mukavemeti testi değerleri tablo 3.50’de verilmiştir.

Tablo 3.50. %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Ağartılmış Materyallerin Boncuklanma Testi Sonuçları

KOD	BONCUKLANMA TESTİ DEĞERİ
HAM	2
P80_45DK_12ML	2
M80_10DK_12ML	2
ZP40_30DK_12ML	3
UP40_45DK_12ML	3
UZP40_30DK_12ML	2

Kullandığımız materyalin uyguladığımız yöntemlerde genel anlamda boncuklanma mukavemeti değeri düşük denilebilecek seviyededir. Ancak ozon gazı ve ultrasonik enerji ile yapılan işlemde boncuklanma mukavemeti testi değeri diğerlerine göre daha iyi çıkmıştır.

3.3.13. Ağartma İşlemi Yapılmış %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyalin Boyama Sonrası Haslık Testi Ölçüm Sonuçları

Ağartma işlemi yapılmış % 80/20 Pamuk/Poliester karışımı örme kumaşın boyama sonrası renk haslığı testi sonuçları tablo 3.51’de verilmiştir.

Tablo 3.51. Ağartma İşlemi Yapılmış %80/20 Pamuk/Poliester Karışımı Materyallerin Boyama Sonrası Haslık Test Sonuçları

İşlem Kodu	Yıkama Haslığı Testi						Solma Haslık Testi
	Lekeleme Haslık Testi						
	Asetat	Pamuk	Nylon 6.6	Poliester	Akrilik	Yün	Test Numunesi
P80_45DK_12ML	4/5	4	3/4	4	4/5	4/5	4
M80_10DK_12ML	4	4	3	3/4	4/5	4/5	4
ZP40_30DK_12ML	4	4	3	3/4	4/5	4/5	4
UP40_45DK_12ML	4/5	4	3	3/4	4/5	4/5	4
UZP40_30DK_12ML	4/5	4	3	3/4	4/5	4/5	4

Haslık test sonuçlarına bakıldığında, genel anlamda lekeleme haslık değerleri düşüktür. Ancak birbiri ile karşılaştırıldığında ağartma dereceleri farklı sonuçlar verse de boyama ölçümleri ve haslık dereceleri birbirine benzerlik göstermektedir.

BÖLÜM 4

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında, %80/20 pamuk/poliester ve %50/50 pamuk/poliester karışımı materyallere 6 ml/L veya 12 ml/L hidrojen peroksit, herhangi yardımcı madde kullanmaksızın su ile veya lakkaz enzimiyle, 40°C, 55°C, 60°C veya 80°C sıcaklıklarında, 30 veya 45 dakikada, ozon gazı, ultrasonik enerji kullanılması, mikrodalga enerjisinin kullanılması, konvansiyonel yöntem veya ultrasonik enerji ve ozon gazının birlikte kullanılması ile ağartma işlemleri yapılmıştır. Ağartma sonucunda numunelerde spektrofotometrik renk ölçümü gerçekleştirilmiş olup, bu değerler konvansiyonel yöntemle göre yapılan çalışmalarda elde edilen numunelerin beyazlık değerleri karşılaştırılmıştır. %80/20 pamuk/poliester materyalinin ağartılması sonrası ağartma sonuçlarının, benzer sonuçları verip vermediğini görebilmek için, %80/20 pamuk/poliester karışımı materyalin ağartılmasında elde edilen en iyi beyazlık değerlerini veren numunelerden her yöntemden birer adet seçilmiş ve %50/50 pamuk/poliester materyale ağartma işlemi yapılmıştır. %80/20 pamuk/poliester materyalinin ağartılmasında elde edilen en iyi değerlere, patlatma mukavemeti testi ve boncuklanma testi yapılmıştır. Ayrıca %80/20 pamuk/poliester materyalinde en iyi Berger değerlerinin elde edildiği numuneler boyanmış olup, renk haslıkları ve renk ölçüm değerleri karşılaştırılmıştır.

%80/20 pamuk/poliester materyalinin ağartılmasında ozon gazı, ultrasonik enerji, mikrodalga enerjisi, ozon gazı ve ultrasonik enerjinin birlikte kullanılması ve karşılaştırma yapılabilmesi için konvansiyonel yöntem kullanılmıştır. Kullanılan yöntemler konvansiyonel ile karşılaştırıldığında, en iyi beyazlık indeksi değerleri mikrodalga ile yapılan işlemlerde elde edilmiştir. Konvansiyonel yöntemle göre 80°C’de 45 dakikada elde edilen ağartma değeri, mikrodalga yöntemi ile 80°C’de 10 dakikada elde edilebilmektedir. Sırası ile en iyi sonuçların elde edildiği yöntemler; ultrasonik yöntem, ozon gazının kullanıldığı yöntem ve ozon gazı ve ultrasonik enerjinin beraber kullanıldığı yöntemlerdir.

%80/20 pamuk/poliester ağartılmasında 40°C, 55°C, 60°C ve 80°C olarak dört farklı sıcaklık kullanılmıştır. Kullanılan yöntemle göre uygulanan sıcaklıklar farklıdır. Bunun sebebi, bazı kullanılan yöntemlerin sıcaklık ile etkisinin düşmesidir. Konvansiyonel yöntemle göre 40°C veya 80°C sıcaklıklarda işlem yapılmış ve en iyi beyazlık değeri 80°C’de yapılan işlemde elde edilmiştir. Mikrodalga enerjisi ile yapılan işlemde 40, 60 veya 80°C’de ağartmalar gerçekleştirilmiş ve en iyi beyazlık değeri 80°C’de yapılan, konvansiyonel ısıtmaya göre daha kısa sürede tamamlanan işlemde elde edilmiştir. Ultrasonik enerji ve ozon gazı ile yapılan işlemler 40°C’de gerçekleştirilmiştir. Ozon gazı ve ultrasonik enerjinin birlikte kullanıldığı işlemde 40°C ve 60°C’de işlemler yapılmış ve en iyi beyazlık değeri 40°C’de yapılan işlemde elde edilmiştir. Enzim ile yapılan ağartma çalışmaları ise, 55°C’de yapılmıştır.

%80/20 pamuk poliester materyalinin 6 mL/L veya 12 ml/L hidrojen peroksit, % 0.5 lakkaz enzimi veya kimyasal katkı olmadan yalnızca su ile gerçekleştirilen ultrasonik enerji, mikrodalga enerjisi, ozon gazı içeren yöntem ve “ultrasonik enerji/ozon gazının” birlikte

kullanıldığı yöntemlerden en iyi beyazlık derecesinin elde edildiği yöntem, 12 mL/L hidrojen peroksit kullanılarak yapılan ağartma işlemidir.

%80/20 pamuk poliester materyalinin ağartılmasında konvansiyonel yöntem, ultrasonik enerjinin kullanıldığı yöntem, ozon gazı içeren yöntem ve “ultrasonik enerji/ozon gazının birlikte kullanıldığı” yöntem göre 30 dakika veya 45 dakika ağartma işlemleri yapılmıştır. Mikrodalga enerjisi kullanılan yöntem göre 5, 10 veya 15 dakikalık çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Enzim ile yapılan çalışmalar ise, 45 dakikada yapılmıştır. En iyi beyazlık değerleri, konvansiyonel yöntem ve ultrasonik enerjinin kullanıldığı yöntem göre 45 dakika; mikrodalga yöntemine göre 10 dakika; ozon gazı ve “ultrasonik enerji/ozon gazının birlikte kullanıldığı” yöntem göre ise 30 dakikada elde edilmiştir.

%80/20 pamuk/poliester materyalin ağartılmasında yukarıda verilen çalışmalardan en iyi ağartma sonuçlarını veren prosesler, %50/50 pamuk/poliester karışımı materyalin ağartılmasında da kullanılmıştır. Buna göre en iyi beyazlık sonuçları, konvansiyonel yöntemde 80°C’de 45 dakika 12 mL/L hidrojen peroksit ile, mikrodalga enerjisinin kullanıldığı yöntemde 80°C’de 10 dakika 12 mL/L hidrojen peroksit ile, ultrasonik enerji kullanıldığı yöntemde 40°C’de 45 dakika 12 mL/L hidrojen peroksit ile, ozon gazı içeren yöntemde 40°C’de 30 dakika 12 mL/L hidrojen peroksit ve ozon gazı/ultrasonik enerjinin birlikte kullanıldığı yöntemde 40°C 30 dakika 12 mL/L hidrojen peroksit ile yapılan çalışmalar sonucu elde edilmiştir. Bu ağartma işlemleri %50/50 pamuk/poliester karışımı materyallere de uygulanmış ve benzer değerlerin elde edilip edilmediğine bakılmıştır. Buna göre, %80/20 pamuk/poliester ağartma işleminde gözlemlenen en iyi ağartma sonucunu veren yöntem sıralaması, %50/50 pamuk/poliester materyali için de benzerdir.

%80/20 pamuk/poliester materyalinin ağartılmasında elde edilen en iyi ağartma değerlerini veren numunelere patlatma mukavemeti testi ve boncuklanma testi yapılmıştır. Patlatma mukavemeti testi yapılan uygulamalarda en iyi değerleri sırası ile konvansiyonel yöntem, mikrodalga enerjisi kullanılan yöntem, ultrasonik enerji kullanılan yöntem ve ozon gazı/ultrasonik enerjinin birlikte kullanıldığı yöntem ve ozon gazı kullanılan yöntemdir. Aynı sıralamayı daha önce en iyi ağartma sonuçlarını veren yöntem sıralamasında yapılmıştır, buna göre en iyi ağartma değeri veren yöntem en iyi patlama mukavemetine sahiptir. Boncuklanma testi ise, ham materyalde bile kötü sonuç vermektedir, yapılan ağartma işlemleri sonucunda ise boncuklanma değerleri düşmemiştir, ozon gazı ve ultrasonik enerjinin kullanıldığı ağartma sonuçlarında bir derece iyileşme görülmüştür.

Ayrıca, %80/20 pamuk/poliester materyalinin ağartılmasında en iyi değerleri veren numunelere Forosol Blue PC ile boyama işlemi yapılmış, boyama işlemi sonunda ise renk ölçüm değerleri ve renk haslık değerleri karşılaştırılmıştır. Yapılan ağartma işleminde elde edilen beyazlık değerleri farklı olsa da boyama işlemi sonuçlarında numunelerin ΔE^* değerleri birbirine çok yakındır ve konvansiyonel yöntem ile renk farklılığı en kötü 1.059 değerinde ozon ile yapılan işleme aittir. Lekeleme haslık değerleri kısmen düşüktür.

KAYNAKLAR

- [1] Öner. E.; “Ultrasonik Enerjinin Tekstil Proseslerindeki Kullanımının 20 Yıllık Geçmişi”. *XII. Tekstil Teknolojisi ve Kimyasındaki Son Gelişmeler Sempozyumu, TMMOB Kimya Mühendisleri Odası Bursa Şubesi, 6-8 Mayıs 2009 Bursa. (2009)*
- [2] Öner. E.; “Ultrasonik Enerjinin Tekstil Endüstrisinde Kullanımı”, Sonokimya, Ders Notları, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. (2002)
- [3] İnkaya. T.; “Pamuklu Mamullerin Ağartılmasında Enzim Kullanımı”, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa. (2006)
- [4] İnkaya. T., Eren. H.A., Anış. P.; “Pamuk Ağartılmasında Lakkaz/Mediatör Sistemlerin Oksijen ve Ozon ile Kombine Edilmesi”, Uludağ Üniversitesi, *Mühendislik Bilimleri Dergisi (Cilt 11, sayı 1, sayfa 77-82)*, Bursa. (2008)
- [5] Büyükakıncı Y, Sökmen N, Öner E, “Microwave Assisted Exhaust Dyeing of Polypropylene, *4th Central European Conference, 7-9 Eylül 2005, Liberec, Çek Cumhuriyeti. (2005)*
- [6] Montezer. M., Alibakhshi. F.; “Microwave Assisted Dyeing of Cellulose with Direct Dyes”, Amirkabir University, Tahran (2008)
- [7] Oktay. A.; “RF ve Mikrodalga Enerjisinin Endüstriyel Uygulamaları”, Çukurova Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi 30. Yıl Sempozyumu, Bursa. (2008)
- [8] Yıldız., D.; “Tekstil Terbiye İşletmelerinde Ozon Kullanımı Entegrasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa. (2012)
- [9] Gülümser T., Akça C., Bahtiyari. M.İ.; “Yün Terbiyesinde Ozonla İşlemin Beyazlık Derecesine Etkisinin Araştırılması”, *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi. (1/2009)*
- [10] Perinçek. S.D.; “Ozon, UV, Ultrason Teknolojileri ve Kombinasyonlarının Ön Terbiye İşlemlerinde Uygulanabilirliğinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir. (2006)
- [11] Anış. P., Eren.H.A.; “Poliester/Pamuk Karışımlarının Boyanması: Uygulamalar ve Yaklaşımlar”, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi(cilt 8, sayı 1)*, Bursa (2003)
- [12] Shore. J.; “Blends Dyeing”, Society of Dyers and Colorists, Manchester, UK (1998)
- [13] Topalbekiroğlu.M., İnce. M.E., Çoruh.E.H., Kaynak. H.K.; “Pamuk/Poliester ve Pamuk/Akrilik Karışımı O.E. Rotor İpliklerinde Karışım Oranının İplik Kalite Değerine Etkisi”, *Tekstil Konfeksiyon Dergisi. (2/2007)*

[14] Dursun. S.; “HT(High Temperature) Prosesinde Sodyum Klorit ile Pamuk Kasarı Şartlarının Geliştirilmesi”, Bitirme Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Sakarya (2011)

[15] Öner E, Tekstil Endüstrisinde Renk Ölçümü, Marmara Üniversitesi, Marmara Üniversitesi Yayın No: 672, Teknik Eğitim Fakültesi Yayın No: 17. (2001).

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Bursa'da doğdu. 2004 yılında Bursa Necatibey Anadolu Kız Meslek Lisesi. Boya Baskı Desen bölümünden birincilikle mezun oldu. 2009 yılında Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Tekstil Eğitimi Bölümü Terbiye Teknolojisi programından mezun oldu. Halen Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Eğitimi bölümünde yüksek lisans eğitimine devam etmektedir.