

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KATYONİK AĞARTMA AKTİVATÖRÜ KULLANARAK HİDROJEN
PEROKSİT AĞARTMASININ PAMUKLU ÖRME KUMAŞLAR İÇİN
OPTİMİZE EDİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Semiha POLAT

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Tekstil Mühendisliği Programı

MAYIS 2013

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KATYONİK AĞARTMA AKTİVATÖRÜ KULLANARAK HİDROJEN
PEROKSİT AĞARTMASININ PAMUKLU ÖRME KUMAŞLAR İÇİN
OPTİMİZE EDİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Semiha POLAT
(503091824)**

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Tekstil Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nevin Çiğdem GÜRSOY

MAYIS 2013

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 503091824 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Semiha POLAT**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **“KATYONİK AĞARTMA AKTİVATÖRÜ KULLANARAK HİDROJEN PEROKSİT AĞARTMASININ PAMUKLU ÖRME KUMAŞLAR İÇİN OPTİMİZE EDİLMESİ”** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Nevin Çiğdem GÜRSOY**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Gülay ÖZCAN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Fatma GÖKTEPE
Namık Kemal Üniversitesi

Teslim Tarihi : **29 Nisan 2013**
Savunma Tarihi : **31 Mayıs 2013**

Canım aileme,

ÖNSÖZ

Bu tezin oluşmasında desteğini esirgemeyen tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Nevin Ç. GÜRSOY'a, bu çalışma boyunca bana destek olup ilgi ve sevgilerini hep üzerimde hissettiğim canım aileme teşekkür ederim.

Kumaşların ve kimyasalların elde edilmesinde, laboratuvarlarının kullanılmasında desteklerini bizden esirgemeyen RUDOLF-DURANER firması ve tüm çalışanlarına, özellikle çalışmalarında her daim desteğini yanımda hissettiğim Rudolf-Duraner firması genel müdürü Sayın Nafi YAVUZ'a ve Rudolf-Duraner firması tekstil mühendisi Sayın Ezgi DOĞAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca bu tez çalışmam boyunca her zaman yanımda olan, tezin şekilsel düzenlenmesinde katkısı olan değerli arkadaşım Ömer BİNTAŞ'a sonsuz teşekkür ederim.

Mayıs 2013

Semiha POLAT

Tekstil Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
1. GİRİŞ	1
2. PAMUK.....	3
2.1 Pamuğun Yapısı	3
2.2 Pamuk Lifinin Fiziksel Özellikleri.....	7
2.3 Pamuk Lifinin Kimyasal Özellikleri	7
3. PAMUKLU KUMAŞLARIN ÖN TERBİYESİ	9
3.1. Kaynatma	10
3.2 Pişirme.....	10
3.3 Pamuğun Ağartılması	11
3.3.1 Hipoklorit ile ağartma	12
3.3.2 Sodyum klorit ile ağartma.....	12
3.3.3 Hidrojen peroksit ile ağartma.....	13
3.3.3.1 Peroksit ağartmasının mekanizması.....	13
3.3.3.2 Peroksit ağartmasındaki parametreler	14
3.3.3.3 Peroksit ağartmasının avantajları	15
3.3.3.4 Peroksit ağartmasındaki problemler.....	16
3.3.3.5 Peroksitin hipoklorit ağartmasına göre avantaj ve dezavantajları.....	16
3.3.4 Enzimatik ağartma (Biyoağartma)	17
3.3.4.1 Lakkaz enzimi	17
3.3.4.2 Peroksidaz enzimleri	18
3.3.4.3 Ksilenaz enzimleri.....	18
3.3.4.4 Glikoz oksidazlar	18
3.3.5 Ultrasonik ağartma.....	18
3.3.6 Optik ağartıcılar	19
3.4 Mersevizasyon	20
3.5 Kombine Prosesler	21
3.5.1 Hipoklorit-hidrojen peroksit ağartma işlemlerinin kombine edilmesi.....	21
3.5.2 Pamuklu kumaşlarda pişirme ve ağartma işlemlerinin kombine edilmesi	21
4. AĞARTMA AKTİVATÖRLERİ	23
4.1 TAED	24
4.2 NOBS	25
4.3 Katyonik Ağartma Aktivatörleri	25

4.3.1 Katyonik ağartma aktivatörlerinin kimyası.....	26
4.3.2 Ağartma parametrelerinin katyonik ağartma aktivatörlerine etkisi	28
4.3.2.1 Katyonik ağartma aktivatörlerinin konantrasyonu	28
4.3.2.2 Hidrojen peroksit konsantrasyonu	29
4.3.2.3 pH'ın etkisi.....	29
4.3.2.4 İyon tutucunun etkisi.....	30
4.3.2.5 Sıcaklık.....	30
4.3.2.6 İşlem süresi	30
4.4 Ağartma Aktivatörleri Kullanılarak Yapılan Çalışmalar	30
5. MALZEME VE CİHAZLAR	35
5.1 Malzemeler	35
5.1.1 Kumaşlar	35
5.1.2 Kimyasal maddeler	35
5.2 Cihazlar	35
5.2.1 Numune boyama makinası.....	35
5.2.3 Mekanik sıkma (Fular).....	36
5.2.4 Ramöz	37
5.2.5 Patlama mukavemeti ölçüm cihazı	38
5.2.6 Spektrofotometre.....	38
5.2.7 pH metre.....	38
6. YÖNTEM.....	41
6.1 Ağartma	41
6.2 Optimizasyon	42
6.2.1 Merkezi kompozit tasarım	42
6.3 Testler.....	46
6.3.1 Patlama mukavemeti testi	46
6.3.2 Beyazlık ölçüm testi.....	46
6.3.3 Hidrofilite testi	46
7. DENEY SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRMELER.....	47
7.1 İyon Tutucu Miktarının Ağartma Performansına Etkisi	47
7.2 Aktivatör Miktarının Ağartma Performansına Etkisi.....	49
7.3 Sıcaklığın Ağartma Performansına Etkisi	50
7.4 pH Değerinin Ağartma Performansına Etkisi	52
7.5 Sürenin Ağartma Performansına Etkisi	54
7.6 Hidrojen Peroksit Miktarının Ağartma Performansına Etkisi.....	55
7.3 Optimizasyon	57
8. TARTIŞMA	67
KAYNAKLAR	69
EKLER.....	72
ÖZGEÇMİŞ.....	74

KISALTMALAR

TAED	: Tetraasetiletilendiamin
NOBS	: Nananoiloksibenzen sülfonat
AOX	: Adsorbe Edilebilen Organik Bağlı Halojen
EDTA	: Etilelendiamintetraasetikasit
DTPA	: Dietilentriaminpentasetikasit
EDTMP	: Etilelendiamin tetra(metilenfosfonikasit)
DTPMP	: Dietilentriaminpenta(metilenfosfonikasit)
CBA	: Katyonik ağartma aktivatörleri
CPDC	: N-(4-karboperoksibenzil)-N, N-dietilamonyum klorid dietilam
CBDC	: N-(4-karboksibenzil)-N, N-dietilamonyum klorid
UV	: Ultra viyole-mor otesi
K/S	: Kubelka Munk sabitleri
CIE	: Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
CIE Lab	: CIE tarafından tanımlanan formül
L*	: Açıklık-koyuluk
a*	: Kırmızılık-yeşillik
b*	: Sarılık-mavilik
C*	: Croma (rengin doygunluğu)
h°	: Renk açısı (derece cinsinden)

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Tipik bir pamuğun bileşimi	3
Çizelge 6.1 : Uygulanmış ağartma reçeteleri.....	41
Çizelge 6.2 : Kodlanmış olarak tam faktöriyel deneysel tasarım... ..	44
Çizelge 6.3 : Değişken parametrelerin -1, 0, +1 seviyeleri....	44
Çizelge 6.4 : Tam faktöriyel deneysel tasarım... ..	44
Çizelge 6.5 : Kodlanmış olarak yıldız tasarım ve merkezi seviyedeki deneyler... ..	45
Çizelge 6.6 : Yıldız tasarım ve merkezi seviyedeki deneylerin sayısal yerleşimi....	46
Çizelge 7.1 : İyon tutucu değeri değiştirilerek ağartılan kumaş numunelerinin beyazlık, patlama mukavemeti, hidrofilite sonuçları	47
Çizelge 7.2 : Aktivatör miktarı değiştirilerek ağartılan kumaş numunelerinin beyazlık, patlama mukavemeti, hidrofilite sonuçları	49
Çizelge 7.3 : Sıcaklık değeri değiştirilerek ağartılan kumaş numunelerinin beyazlık, patlama mukavemeti, hidrofilite sonuçları	51
Çizelge 7.4 : Kumaşların ağartma sonrasındaki gramajları.....	52
Çizelge 7.5 : pH değeri değiştirilerek ağartılan kumaş numunelerinin beyazlık, patlama mukavemeti, hidrofilite sonuçları.....	52
Çizelge 7.6 : Süre değiştirilerek ağartılan kumaş numunelerinin beyazlık, patlama mukavemeti, hidrofilite sonuçları	54
Çizelge 7.7 : Hidrojen peroksit miktarı değiştirilerek ağartılan kumaş numunelerinin beyazlık, patlama mukavemeti, hidrofilite sonuçları	55
Çizelge 7.8 : Tam faktöriyel deneysel tasarım çerçevesinde yapılan test sonuçları..	57
Çizelge 7.9 : Yıldız tasarım için yapılmış deneylerin sonuçları.....	57
Çizelge 7.10 : Ortalama beyazlık analizi.....	58
Çizelge 7.11 : Ortalama patlama mukavemeti analizi.....	58
Çizelge 7.12 : Beyazlık değeri için ANOVA çizelgesi	59
Çizelge 7.13 : Patlama mukavemeti değeri için ANOVA çizelgesi.....	63
Çizelge 7.14 : Elde edilen optimum reçete	65
Çizelge 7.15: Tahmin edilen ve ölçülen test sonuçları	65

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : β -D-Glikopiranoz.....	4
Şekil 2.2 : Selülobioz birimi.	4
Şekil 2.3 : Selülozun kimyasal yapısı.	4
Şekil 2.4: Pamuk lifinin enine kesiti.....	5
Şekil 2.5: Pamuk lifinde bulunan tabakalar.....	6
Şekil 3.1: Pamuklu kumaşların terbiyesi işlem akışı.	9
Şekil 4.1 : Perasit oluşumu	23
Şekil 4.2: Ağarma aktivatörünün hidrolizi... ..	24
Şekil 4.3: Perasitin bozulması.... ..	24
Şekil 4.4: TAED'in kimyasal yapısı.....	25
Şekil 4.5: NOBS'un kimyasal yapısı.... ..	25
Şekil 4.6: Katyonik ağartma aktivatörleri.....	26
Şekil 4.7: Katyonik ağartma aktivatörlerinin perhidrolizi.....	27
Şekil 4.8: CPDC'nin bozulması.....	27
Şekil 4.9: Katyonik ağartma aktivatörlerinin hidrolizi.....	27
Şekil 4.10: Katyonik ağartma aktivatörlerinin stabilitesi... ..	28
Şekil 5.1: Numune boyama makinası iç görünüşü.... ..	36
Şekil 5.2: Numune boyama makinası dış görünüşü.....	36
Şekil 5.3: Fular.... ..	37
Şekil 5.4: Ramöz.....	37
Şekil 5.5: Patlama mukavemeti ölçüm cihazı.....	38
Şekil 5.6: Spektrofotometre.	38
Şekil 5.7: pH metre.	39
Şekil 6.1: $k=2$, $k=3$ merkezi kompozit tasarımı.....	43
Şekil 7.1: İyon tutucu miktarının beyazlık değerine etkisi.	48
Şekil 7.2: İyon tutucu miktarının patlama mukavemeti değerine etkisi.	48
Şekil 7.3: Aktivatör miktarının beyazlık değerine etkisi.	50
Şekil 7.4: Aktivatör miktarının patlama mukavemeti değerine etkisi.	50
Şekil 7.5: Sıcaklığın beyazlık değerine etkisi.....	51
Şekil 7.6: Sıcaklığın patlama mukavemeti değerine etkisi.....	52
Şekil 7.7: pH değerinin beyazlık değerine etkisi.	53
Şekil 7.8: pH değerinin patlama mukavemeti değerine etkisi.	53
Şekil 7.9: İşlem süresinin beyazlık değerine etkisi.....	54
Şekil 7.10: İşlem süresinin patlama mukavemeti değerine etkisi.....	55
Şekil 7.11: $H_2 O_2$ miktarının beyazlık değerine etkisi	56
Şekil 7.12: $H_2 O_2$ miktarının patlama mukavemeti değerine etkisi	56
Şekil 7.13: Sıcaklığın beyazlık derecesi üzerindeki etkisi.....	59
Şekil 7.14: Sürenin beyazlık derecesi üzerindeki etkisi	60
Şekil 7.15: Aktivatör miktarının, beyazlık derecesi üzerindeki etkisi.....	60

Şekil 7.16: Hidrojen peroksit miktarının, beyazlık derecesi üzerindeki etkisi.....	61
Şekil 7.17: Sıcaklık ve aktivatör miktarının beyazlık derecesi üzerindeki etkisi.....	61
Şekil 7.18: Sıcaklık ve peroksit miktarının beyazlık derecesi üzerindeki etkisi	62
Şekil 7.19: Aktivatör ve peroksit miktarının beyazlık derecesi üzerindeki etkisi	62
Şekil 7.20: Sıcaklığın patlama mukavemeti üzerindeki etkisi.....	63
Şekil 7.21: Sürenin patlama mukavemeti üzerindeki etkisi.....	63
Şekil 7.22: Aktivatör miktarının, patlama mukavemeti üzerindeki etkisi	64
Şekil 7.23: Peroksit miktarının, patlama mukavemeti üzerindeki etkisi	64
Şekil 7.24: Sıcaklık ve peroksitin, patlama mukavemeti üzerindeki etkisi.....	65

KATYONİK AĞARTMA AKTİVATÖRÜ KULLANARAK HİDROJEN PEROKSİT AĞARTMASININ PAMUKLU ÖRME KUMAŞLAR İÇİN OPTİMİZE EDİLMESİ

ÖZET

Pamuk lifleri en önemli doğal liflerdendir. Yüksek su emiciliğine sahip olup, kuru ve yaş mukavemetleri iyidir. Günümüzde iç giyimden dış giyime, dikiş ipliklerine kadar tekstil sektörünün birçok alanında kullanılmaktadır.

Pamuk lifleri veya pamuklu kumaşlar doğal olarak renk pigmentleri içermektedir. Ağartma işleminin amacı ağartma maddeleri yardımıyla pamuk liflerinin içerdiği doğal renk pigmentlerini yok ederek hidrofilitesi iyi beyaz kumaşlar elde etmektir. Pamuk ve diğer selülozik liflerin ağartılmasında yaygın olarak hidrojen peroksit kullanılmaktadır. Hidrojen peroksit ağartması tatmin edici beyazlık sağlamaktadır ve çevre dostudur. Ancak yüksek enerji gereksinimi ve yüksek sıcaklıktaki ağır ağartma şartlarından dolayı life zarar vermesi gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Bu problemlerin üstesinden gelebilmek için ağartma aktivatörleri üzerine çalışmalar sürmektedir.

Ağartma aktivatörleri, ağartma işlemi esnasında alkali ve hidrojen peroksit varlığında, hidrojen peroksitin bozulması sonucu açığa çıkan perhidroksil anyonuyla reaksiyona girerek perasit oluşturmaktadır. Perasitler düşük sıcaklıkta hidrojen peroksitin tek başına yaptığı ağartmadan daha etkili ağartma sunmaktadır. Ağartma aktivatörleri kullanarak yapılan hidrojen peroksit ağartmasında düşük sıcaklık ve kısa sürede klasik peroksit ağartmasına oranla daha iyi beyazlık seviyesi ve daha yüksek polimerizasyon derecesi elde edilmektedir.

Son dönemlerde perasit ağartma aktivatörleri olarak TAED (tetraasetiletilendiamin) ve NOBS (nananoiloksibenzen sülfonat) yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra son zamanlarda yeni katyonik ağartma aktivatörleri hususunda geniş kapsamlı araştırmalar mevcuttur.

Bu çalışmada peroksit ağartma sisteminde; katyonik ağartma aktivatörü kullanarak banyoda perasit oluşturulmuştur. Hidrojen peroksit yöntemine göre daha çevreci bir ağartma sistemi sunmak amacıyla ilgili proses optimize edilmiştir. Optimizasyonda kullanılacak temel seviyeler (0) ile minimum (-1), maksimum (+1) seviyeleri belirlenmek için ön denemeler yapılmıştır. Klasik yöntem uygulayarak yapılan ön denemelerde hidrojen peroksit, aktivatör, sıcaklık, süre ve pH'da değerlerinde yapılan değişikliklerin beyazlık, patlama mukavemeti ve hidrofilitate değerleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlardan yola çıkılarak her bir değişken parametrenin ilgili kalite parametresi üzerine etkisinin olup olmadığını, parametrelerin her bir kalite değeri için önem sırası ve parametrelerin tek başına değil de ikili olarak birlikte değiştirildiğinde sonuç değerini nasıl etkileyeceklerini inceleyebilmek için tam faktöriyel deney tasarımı yapılmıştır. Design expert paket

programı yardımıyla merkezi kompozit tasarım kapsamında yapılan deneyler ve sonuçları değerlendirilerek optimizasyon yapılmıştır. Program vasıtasıyla optimize reçete elde edilmiş, bu reçete uygulanarak yapılan denemenin sonucu programın tahmin etmiş olduğu sonuçla kıyaslanmıştır. Yapılan deneme sonucu elde edilen beyazlık, patlama mukavemeti ve hidrofilite değerleri program tarafından tahmin edilen sonuca oldukça yakın çıkmıştır. Ayrıca çıkan sonuçlar katyonik ağartma aktivatörlerin tekstil sanayisinde kullanımı için uygun olduğunu ve ticari peroksit ağartmasına oranla daha iyi sonuçlar elde edilebileceğini göstermiştir.

OPTIMIZATION OF HYDROGEN PEROXIDE BLEACHING USING CATIONIC BLEACH ACTIVATOR FOR COTTON KNITTED FABRICS

SUMMARY

Cotton is an important natural fibre. It has high water absorbency, comfort and relative ease of dying and finishing. However raw cotton involves natural colorants. Bleaching is required unless the cotton fabrics are to be dyed in dark shades. The aim of bleaching is to get white and hydrophilic fabrics by removing these colored matters.

Global textile industry has been based on sodium chlorite, hypochlorite and hydrogen peroxide systems. Although bleaching processes of chlorine-containing systems can achieve perfect whiteness levels and wetting properties, they are being replaced by hydrogen peroxide bleaching due to the environmental concerns.

Hydrogen peroxide is the most widely used bleaching agent in textile industry. Conventional hydrogen peroxide bleaching systems achieve satisfactory whiteness levels and it is an environmentally friendly process. However it has some disadvantages such as high energy consumption and loss of fibre strength due to strong bleaching conditions at high temperature and high alkalinity. Reduction of energy and water consumption in textile industry is becoming increasingly important. Therefore impetus to develop more ecofriendly and energy-saving bleaching systems for cotton and other fibers is highly desirable.

A promising approach towards bleaching of cotton textiles includes bleach activators in hydrogen bleaching systems. Bleach activators are organic peracid precursors that liberate active peracid in situ in the presence of hydrogen peroxide and available medium. The generated peracids show stronger oxidative bleaching than hydrogen peroxide alone. At the beginning bleach activators were developed for home laundry and industrial use. In recent years, they have been proposed to use in textile bleaching systems to overcome the drawbacks of traditional hydrogen bleaching system. Nowadays Tetra-acetylenediamine (TAED) and nonanoyloxybenzene sulphonate (NOBS) are used commonly as bleaching activators. On the other hand new cationic bleach activators are being published and under-researched.

Tetra-acetylenediamine (TAED) is one of the successfully used hydrophilic activator for hydrogen peroxide bleaching system and it is mainly used in detergent industry. Peroxy anions react with TAED to form a peracetic acid under alkali conditions, present peracetic acid is more kinetically active than the peroxy anions alone. Combination of TAED and hydrogen peroxide can provide efficient bleaching at lower temperature, shorter time and thereby it can be useful for overcoming the drawbacks of traditional hydrogen peroxide system. However, its application in textile is limited because of poor water solubility and its inefficiency below 60 °C.

Nonanoyloxybenzene sulphonate (NOBS), is a hydrophobic bleach activator. It provides an effective bleaching system by reacting with hydrogen peroxide. NOBS provides much better fabric bleaching than TAED and traditional hydrogen peroxide bleaching under laundry conditions and textile preparation processing. This is related to the formation of hydrophobic bleach system of NOBS, which provides that the bleaching takes place on the fabric surface, hence increasing bleaching effect. NOBS is more robust to textile bleaching than TAED due to the perfect water solubility and minimal need for pH control. But excessive NOBS or lower pH can be cause to convert of peracid anion into unwanted diacylperoxide byproducts. Thus reaction conditions must be controlled for minimizing side reactions.

Cationic bleach activators (CBAs) are a class of quaternary ammonium peracid precursors, CBAs were designed by Procter and Gamble Company for laundry and automatic diswashing detergent in the mid 1990s. But oxidation potential of CBAs was too high for laundry and automatic diswashing detergent applications. Therefore, cationic bleach activators were utilized for bleaching of textile. They contain at least one cationic group. This cationic group intends to provide substantivity and water solubility towards the negatively charged cellulosic substrates under aqueous conditions, and therefore they are very suitable for bleaching of cellulosic textiles.

N-[4-(triethylammoniomethyl) benzoyl]caprolactamchloride (TBCC) is the first cationic bleach activator for bleaching of cotton. It showed better whiteness effect than traditional hydrogen peroxide bleaching at low temperature and/or shorter time. However, TBCC is unstable and sensitive to hydrolysis in aqueous solutions. Hence, N-[4-(triethylammoniomethyl)benzoyl] butyrolactam chloride (TBBC) was developed with developed hydrolytic stability without loss of bleaching performance.

In this thesis bleaching optimization was researched by using cationic bleach activator in hydrogen peroxide bleaching. All the bleaching experiments were performed using an ATAC Laboratory Dyeing Machine at a liquor-to-goods ratio of 10:1. Each bleach bath contained 1.0 g/L wetting agent. After a desired amount of cationic bleach activator was dissolved in a 100 ml bleach bath, 10 g fabric was added. The bath was heated to a target temperature at the rate of 4°C/min. After a desired time, the bleaching was quickly quenched using 100 mL of heated water at target temperature in 25 minutes and then dried at 130°C by stenter.

Effects of chelating agent, activator, pH, hydrogen peroxide and time on cotton knitted fabric's whiteness, bursting strength were evaluated and showed with graphics.

Chelating agent was studied between 0 and 5 g/l. Maximum bleaching effect was obtained at 1 g/l. After 1 g/l, no changes occurred. These changes were explained with sequestering of Ca^{+2} , Mg^{+2} , Fe^{+2} ions by chelating agent. Bursting strength reduced as chelating agent's ratio increased.

Amount of activator was from 0 ml/l to 5 ml/l. Maximum bleaching effect was obtained at 2 ml/l. After 2 ml/l, whiteness level did not change. Bleaching activator produced peracid that shows more effective bleaching than hydrogen peroxide shows alone. And after 2 ml/l there was no sufficient hydrogen peroxide for producing peracid. Bursting strength reduced as activator amount increased.

Increasing temperature also effected both whiteness and bursting strength. Temperature was between 40°C and 90°C. Maximum whiteness value was observed as 90°C. It showed that reaction speed was related with temperature and degree of

whiteness increased as temperature increased. Bursting strength increased with increasing of temperature.

Effect of pH on bleaching activation was also observed by studying from 9 to 14. Maximum whiteness level was seen at pH 12. Until pH 12, whiteness increased and after pH 12 whiteness decreased. Bursting strength reduced as pH increased.

Time was also another factor that effected whiteness and bursting strength. Time was set from 20' to 120'. Results showed that increasing of time positively effected the whiteness level however bursting strength reduced as temperature increased.

Amount of hydrogen peroxide was from 4 to 10 g/l. Hydrogen peroxide amount effected positively the whiteness level of fabric, contrary to this bursting strength was effected negatively as peroxide increased.

In this study, the experimental design and statistical analysis were performed using Design-Expert 6.0 software (Stat-Ease Inc., USA). Four factors, namely time (t, min), temperature (T, °C), and the concentrations of H₂O₂ (50% w/w) (g/l) and CBA (ml/l) were investigated. -1, 0, +1 levels were determined for central composite design (CCD) by using the obtained test results. Respectively temperature was set 70°C, 75°C, 80°C. Time was set as 20, 25, 30 minutes. Activator ratio was determined as 0.5, 1.25 and 2 ml/l. Lastly hydrogen peroxide ratio was determined 4, 5.5 and 7 g/l as shown in Table 6.3.

After analysis of variance (ANOVA) for the model, including all model terms, those having probability values (p-values) greater than 0.05 were not evaluated since they were not statistically significant at the % 95 confidence level. The model p-value of <0.05 confirms that the model is significant. It was seen that temperature had greatest effect, followed in turn by hydrogen peroxide, concentration of bleach activator and the time on whiteness value. When bursting strength was evaluated; it was seen that temperature had greatest effect, followed in turn concentration of bleach activator, time and hydrogen peroxide. All these factors have confidence 95%, showing that they are significant in the bleaching process.

Design expert 6 programme was used to get optimization of the bleaching. The predicted and measured whiteness values from the optimised recipe for the cationic bleach activator were in close agreement, confirming the validity of the model used.

The results of our investigation showed that performance of CBA-activated hydrogen peroxide system strongly depends on bleaching parameters, such as concentration of cationic bleach activators, concentration of H₂O₂, temperature, treatment period and pH. Thus reaction condition must be optimized and controlled to maximize bleaching effect.

Cationic bleach activators can be used for textile industry and have shown good results than conventional peroxide bleaching. By the addition of the cationic bleach activator to a conventional hot bleaching system, it was possible to obtain a similar level of whiteness at lower temperature and reduced time. Such an activated hydrogen peroxide bleach system provides lots of advantages over conventional hydrogen peroxide bleach system, including saving energy, time, reducing environmental impact, reducing fiber damage form bleaching and enhancing plant capacity.

1. GİRİŞ

Tüm dünyada çevre bilincinin artmasıyla doğal çevreyi korumak önem kazanmış, tüm sektörler devamlılığını sürdürmek ve rekabet güçlerini artırmak amacıyla bu yönde alternatifler bulmaya yönelmişlerdir. Bu bağlamda tekstil sektörü de elinde var olan kaynakları verimli bir şekilde kullanmak, çevre dostu ürünler kullanarak çevresel kirlenmeyi önlemek ve proses maliyetlerini azaltmak için stratejiler geliştirmeye yönelmiştir.

Pamuk lifleri tekstil sektörü için çok önemli bir yer kaplamaktadır. Pamuk lifleri yüksek su emiciliğine sahip olup, kuru ve yaş mukavemetleri iyidir. Günümüzde iç giyimden dış giyime, dikiş ipliklerine kadar tekstil sektörünün birçok alanında kullanılmaktadır.

Pamuk lifleri, lifin doğal beyaz görünümünü engelleyen renk pigmentleri içermektedir. Lifler koyu veya siyah renge boyanmadığı müddetçe bu doğal renk pigmentlerini ağartmak gerekmektedir [1]. Ağartma işleminde lif içerisindeki doğal renk pigmentlerinin ve yabancı maddelerin oksidasyonu ile homojen, hidrofilitesi iyi ve istenilen beyazlığa sahip kumaşlar elde edilmektedir [2]. Global tekstil endüstrisi sodyumklorit, hipoklorit ve hidrojen peroksit sistemlerine dayanmaktadır [3]. Klorin esaslı ağartma prosesleriyle mükemmel beyazlık ve ıslanma özelliklerine ulaşmak mümkün olmasına rağmen çevresel baskılar nedeniyle yerini hidrojen peroksit ağartma prosesine bırakmaktadır [2, 3]. Klasik hidrojen peroksit ağartması tatmin edici beyazlık sağlamaktadır ve çevre dostudur ancak yüksek enerji gereksinimi ve yüksek sıcaklıktaki ağır ağartma şartlarından dolayı life zarar vermesi gibi dezavantajları da bulunmaktadır [2-4]. Bu nedenle pamuk liflerinin hidrojen peroksit ile ağartılması prosesini geliştirmek için araştırmalar yapılmaktadır [3].

Perasetik asit gibi perasitlerin peroksit oranla daha güçlü oksidatif ağartma yeteneği gösterdiği iyi bilinmektedir ancak hem kullanımda hem de depolamada potansiyel güvenlik problemleri bulunmaktadır. Peroksit-aktivatör ağartma sistemleri ağartma

işlemi esnasında olduğu yerde perasit oluşturabilmektedir ve böylelikle perasit direk olarak kullanıldığında ortaya çıkan güvenlik problemleri önlenebilmektedir [3].

Son dönemlerde perasit ağartma aktivatörleri olarak TAED (tetraasetiletilendiamin) ve NOBS (nananoiloksibenzen sülfonat) yaygın olarak kullanılmaktadır [2]. Bunun yanı sıra son zamanlarda yeni katyonik ağartma aktivatörleri yayınlanmıştır ve üzerinde çalışmalar devam etmektedir [1, 2, 5-8, 41, 42].

Bu çalışmada daha çevreci bir ağartma sunmak amacıyla %100 pamuklu örme kumaşın hidrojen peroksit ile ağartılmasında katyonik ağartma aktivatörü kullanılarak ağartmanın optimizasyonu araştırılmıştır.

Ağartma aktivatörü kullanılarak yapılan çalışmalara da ilerleyen sayfalarda değinilmiştir.

2. PAMUK

2.1 Pamuğun Yapısı

Pamuk hemen hemen saf selülozdur. Selülozik olmayan hemiselüloz, protein, yağ, minarel, vaks gibi bileşenler % 9.5'e kadar bulunmaktadır [9]. Ham pamuk lifinin içeriği pamuğun tipine, orijinine, lif olgunluğuna, hava şartlarına ve tarımsal şartlara bağlı olarak değişim göstermektedir [10]. Tipik bir pamuğun bileşimi Çizelge 2.1'deki gibidir [11].

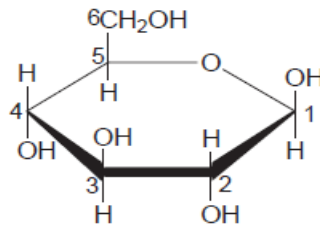
Çizelge 2.1: Tipik Bir Pamuğun Bileşimi.

Bileşim (% Kuru ağırlık)		
Bileşen	Tipik (%)	Aralık (%)
Selüloz	95	88 - 96
Pektin	0.9	0.7-1.2
Protein (% Nx 6.25) ^a	1,3	1.1-1.9
Kül	1.2	0.7-1.6
Vaks	0.6	0.4-1.0
Toplam şekerler	0.3	0.1-1.0
Organik asitler	0.8	0.5-1.0
Pigment	eser miktarda	-
Diğer	1.4	-
^a Nitrojen içeriğinden (% N) protein yüzdesini tahmin etmek için kullanılan standart metot.		

Pamuğun polimerizasyon derecesi 9000 ile 15000 arasındadır. Selüloz makromolekülleri pamuk lifi içerisinde belirli bir düzen içerisinde bulunmaktadır. 4-20 kadar makromolekül bir araya gelerek elementer fibrilleri, elementer fibriller bir araya gelerek mikrofibrilleri, mikrofibrillerde bir araya gelerek makrofibrilleri oluşturmaktadır. Bu şekilde düzgün olarak yerleşmiş lif elementleri kristalin bölgeyi

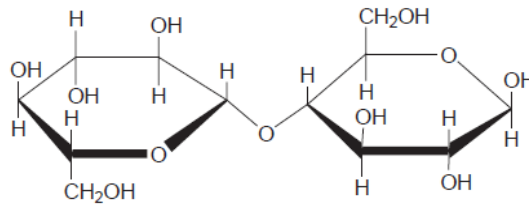
oluşturmaktadır [12]. Kristalin bölgelerin toplamı tüm lifin % 65-70'i kadarını oluşturmaktadır. Lifin geriye kalan % 30-35'ini ise “amorf” veya “kolay nüfuz edilebilen bölgeler” diye nitelendirilen kısım oluşturmaktadır [13].

Selüloz genel formülü $(C_6H_{10}O_5)_x$ olan bir polisakkarittir. Selüloz tekrar eden D-glikoz ünitelerinden oluşmaktadır. Glikoz üniteleri 6-üyeli halkalar olup, piranoz olarak adlandırılmaktadır. Selüloz polimeri çok sayıda β -D-Glikopiranoz'un 1 ve 4.karbon atomları üzerinden, oksijen köprüleriyle bağlanması sonucu oluşmaktadır. Şekil 2.1 halka içerisindeki karbon atomlarının numaralandırılmasını göstermektedir [6, 14].



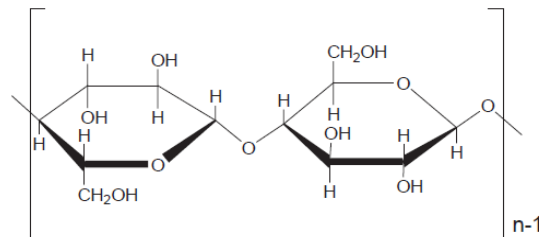
Şekil 2.1: β -D-Glikopiranoz.

Selülozda tekrarlayan birim 2 glikopiranoz biriminden oluşan selülobiozdur. Şekil 2.2’de selülobiozun kimyasal formülü gösterilmiştir [14].



Şekil 2.2: Selülobioz birimi.

Şekil 2.3.’te selülozun kimyasal formülü gösterilmiştir [14].



Şekil 2.3: Selülozun kimyasal yapısı.

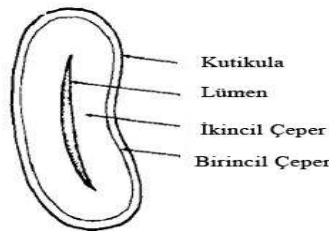
Pektin: Selülozun hücre çeperinde kalsiyum, magnezyum ve demirin suda erimeyen tuzları halinde bulunmaktadır [15].

Yağ ve vakslar: Yağlar genel olarak gliserinin yağ asitleri ile esterleşmesi sonucunda meydana gelen ürünlerdir. Vakslar ise yağ asitlerinin uzun zincirli monohidrik alkollerle esterleşmesi sonucu meydana gelen maddelerdir[15].

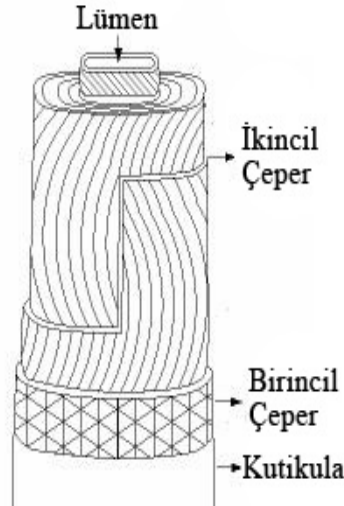
Kül: Pamuk lifinin bileşimine bağlı olarak değişmektedir. Çeşitli pamuk örneklerinin yakılması ile elde edilen bişenler aşağıdaki gibi saptanmıştır [15].

- Potasyum karbonat : %45
- Potasyum fosfat: %11
- Potasyum klorür: %10
- Potasyum sülfat : %9
- Kalsiyum fosfat : %9
- Magnezyum fosfat: %8
- Demir oksit: %3
- Diğer artıklar: %1

Pamuk lifinin enine kesiti incelendiğinde Şekil 2.4'te ki gibi böbrek şeklinde olduğu görülmektedir. Pamuk lifinin en dış tabakası kütikula tabakası olup, vaks ve pektinlerle kaplıdır. Bu tabaka selüloz, pektin, vaks ve proteinik maddelerden oluşan birincil çeperi kaplamaktadır. Pamuğun birincil çeperi % 30'dan az selüloz, selülozik olmayan polimerler, nötr şekerler, üronik asit ve çeşitli proteinler içermektedir. Birincil çeperindeki selüloz düşük molekül ağırlığına sahip olup, polimerizasyon derecesi (DP) 2000-6000 arasındadır. İçteki bölüm ise ikincil çeperdir. Pamuğun ikincil çeperi neredeyse % 100 selülozdur. Polimerizasyon derecesi yaklaşık 14000 olup moleküler ağırlık dağılımı daha düzgündür [16]. Orta kısımda ise lümen denilen kanal bulunmaktadır. Bu kanal içerisinde canlı protoplasma ve hücre özsuğu bulunmaktadır. Şekil 2.5'te pamuk lifinde bulunan tabakalar gösterilmiştir [14].



Şekil 2.4: Pamuk lifinin enine kesiti.



Şekil 2.5: Pamuk lifinde bulunan tabakalar.

İklim ve tarım koşullarında meydana gelen değişikliklere bağlı olarak pamuk hücrelerinde bozukluklar meydana gelmektedir ve hücrenin tam olarak gelişmeden ölmesi sonucu “ölü pamuk” diye tabir edilen lifler oluşmaktadır. Ölü pamuk lifinde normal pamuktan farklı olarak lümen tamamen kurumamıştır, kutikula tabakası son derece incedir ve sekonder zar tamamlanmamıştır [12].

Pamuk kozası içerisinde mutlaka olgunlaşmamış pamuk hücresi bulunmaktadır. Olgunlaşan miktar önemli olup, pamuk kalitesini etkilemektedir. Genel olarak ticari pamuğun % 75’i olgunlaşmıştır. Nadirde olsa %90’ın üzerinde olgunlaşmış ürün alınabilmektedir. Ortalama olgunluk oranı genel olarak % 68-75 arasındadır. Bu oranın altında olgunluğa sahip olan pamuk ölü pamuk sayılmaktadır. Ölü pamuk iplik üretimi esnasında kolay kopmaktadır ve aşırı kayıplara sebep olmaktadır. Ayrıca boyamada da problemlere sebep olmaktadır bu nedenle tercih edilmemektedir [12].

Pamuk lifinin kendine has bir parlaklığı olup, rengi genellikle kırık beyazdır, geç toplanmışsa bu renk grileşir. Pamuğun rengi iklim, çevre gibi faktörlere bağlı olarak değişim göstermektedir [12, 18].

Pamuk lifi orta mukavemetli bir lif olup, lif mukavemeti açısından yün ve ipek arasında yer almaktadır. Yaş haldeyken kopma mukavemeti bir miktar artmaktadır. Buradaki artışın sebebi lif içerisindeki iç gerilimin suyun etkisi ile azalmasına bağlanmaktadır.

Çekirdek lifi olan pamuk en çok nemli, ılık iklimi sevmektedir. Pamuk lifinin üretildiği ülkelerin başında Çin, Amerika ve Hindistan gelirken, bu ülkeleri Pakistan, Brezilya, Türkiye, Özbekistan, Mısır, Meksika, İran ve Sudan takip etmektedir.

Pamuk lifinin kalitesini yetiştirdiği şartlar çok etkilemektedir. Lifi kalitesini ise inceliği ve uzunluğu belirlemektedir. En kaliteli lifler Mısır ve Sea Island'ta yetiştirilmekte olup, lif uzunluğu 25-65 mm arasında değişmektedir. Bu kalitedeki liflerin yetiştirilmesi zor olup, en pahalı liflerdir. Lif uzunluğu 13-33 mm olan pamuklar standart pamuklar diye tanımlanmaktadır. American upland pamuğu bu gruba dahildir. Alabama, Georgia, Carolina ve Virginia'da bol miktarda yetiştirilmektedir. 10-25 mm arasındaki uzunluğa sahip pamuklar ise düşük kalite pamuklar olup Asya ülkelerinde yetişmektedir [12, 14].

2.2 Pamuk Lifi'nin Fiziksel Özellikleri

Yoğunluk: 1.54 g/cm³

Nem alma: % 8.5

Kopma uzaması: % 6-8(kuru), % 7-10(yaş)

Tenasite: 25-40 cN/tex'tir.

Termal iletkenlik: Orta.

2.3 Pamuk Lifi'nin Kimyasal Özellikleri

Asitlerin etkisi: Asitler, pamuğun selülozu üzerinde glikozik bağlarını hidrolize uğratarak etki etmektedir. Hidrolizin etkisiyle selülozun uzun polimer zincirleri kopmaktadır ve dolayısıyla ortalama polimerizasyon derecesinde düşme görülmektedir. Bu şekilde asitlerin etkisiyle parçalanmış selüloz liflerine hidroselüloz denir. Hidroselülozlarda parçalanma ne kadar fazla olursa aldehit içeren uç gruplarının sayısı artacağından, indirgen özellikte okadar artmaktadır [12, 14, 19].

Bazların etkisi: Pamuk alkalilere karşı dayanıklıdır. Ancak alkaliler oksijenli ortamda pamuğa etki etmektedir. Pamuğun % 2'lik NaOH ile kaynatılması havasız ortamda mümkün iken, hava akımı olması durumunda pamuğun yapısında parçalanma meydana gelmektedir. Orta kuvvetli alkaliler pamuğa havasız ortamda

etki etmezler. Oksijen varlığında ise lif oksiselüloz oluşumu sonrasında parçalanır [12].

Oksitleyici maddelerin etkisi: Pamuk liflerini ağartmak için kullanılan oksitleyici maddelerin lif üzerindeki etkisi kullanılan bu oksitleyici maddelerin tipine, konsantrasyonuna, sıcaklığına ve işlem süresine bağlı olarak değişmektedir. Hipoklorit ve hidrojen peroksit ile muamele güneş ışığı ve hava ile pamukta oksiselüloz oluşumuna sebep olabilmektedir. Pamuk oksijenli su ile muamele edildiğinde, eğer ortamda demir (Fe), bakır (Cu) ve Mangan (Mn) gibi ağır metaller varsa oksiselüloz oluşmaktadır [12].

Metalik tuzların etkisi: Pamuğun metalik tuzlara ilgisi yoktur.

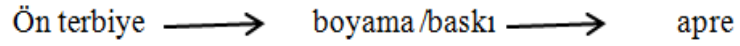
Küfün etkisi: Küf bakterileri ve bazı mantar türleri gibi mikroorganizmalar pamuğa zarar vermektedir.. Bu tür mikroorganizmalar nemli ve sıcak ortamları sevdiğinden dolayı, pamuğun depolanma ve işlenme ortamları bu açıdan önemlidir. Uygun metotlarla pamuğu küften ve mikroorganizmalardan korumak gerekmektedir[12].

Sıcaklığın etkisi: Yüksek sıcaklıktan etkilenen pamuk liflerinde 200⁰C üzerinde piroliz başlarken, 350⁰C üzerinde kıvılcım ile tutuşan bir gaz karışımı ortaya çıkmaktadır. 400⁰C üstünde ise pirolizle açığa çıkan gaz karışımı tutuşmaktadır. Pamuk lifi 400⁰C'de tutuşması nedeniyle kolay tutuşan lif olarak değerlendirilebilir [12].

Işığın etkisi: Oksijensiz ortamda ışığın pamuk üzerinde zarar verici bir etkisi yoktur. Ancak, oksijenli ortamda uzun bir müddet güneş ışığı altında bırakıldığı zaman oksiselüloz oranı artmakta ve lifte bozulma görülmektedir. Ortamda nem ve eser miktarda bakır ve diğer metallerin bulunması pamuğun zarar görmesini büyük oranda hızlandırmaktadır [12].

3. PAMUKLU KUMAŞLARIN ÖN TERBİYESİ

Pamuklu kumaşların terbiye işlem akışını Şekil 3.1'teki gibi özetlemek mümkündür.



Şekil 3.1: Pamuklu kumaşların terbiyesi işlem akışı.

Ön terbiye işlemi, tekstil mamulünü diğer terbiye işlemlerine hazırlamak, mamulün görünümünü iyileştirmek amacıyla yapılmaktadır. Pamuklu kumaşların ön terbiyesi yakma, haşıl sökme, hidrofilleştirme, ağartma ve merserizasyon işlemlerinden oluşmaktadır. Uygulanacak terbiye işlemlerinin cinsi, mamulün kalitesi ve işletmenin olanaklarına bağlı olup bu işlemlerin belirli bir sırayla veya hepsinin yapılması zorunluluğu yoktur [23].

Dokunmuş pamuklu kumaş üzerinde ince bir hav mevcuttur. Birçok kumaşta özellikle de pamuklu kumaşlarda kumaşın düzgün bir yüzeye sahip olması istenir. Bunun için kumaşın üzerinde bulunan hav, yakma makineleri ile kumaşa herhangi bir zarar vermeden yakılır. Yakma işlemin avantajlarını aşağıdaki şekilde sayabiliriz [20].

- Kumaşın yüzey özellikleri ve son kullanım özellikleri yakma işlemi ile iyileşir.
- Kumaş üzerinde bulunan tüycükler baskı netliğini engellediği için bu tüycüklerin yakma işleminde yakılmasıyla desenler netleşir.
- Yakma işlemine tabi olmuş kumaş, yakma işlemine tabi olmayan kumaşa göre daha geç kirlenir.
- Yakma işlemiyle ürün üzerindeki gözenekler açılır ve giysinin hava geçirgenliği artar.
- Yakma işlemiyle ürün daha kaygan bir yüzey kazanır.

Yakma işlemin dezavantajlarını aşağıdaki şekilde sayabiliriz [20].

- Yakma işlemi düzgün olmadığı takdirde, boyama işlemi de düzgün olmaz.
- Kumaş fazla yakıldığı takdirde yırtılma mukavemetinde düşüş görülebilir.
- Yakma işlemi esnasında alev yüksekliği fazla olur ise kumaşın sararmasına sebep olabilir.
- Kumaş üzerinde bulunan yağ ve su damlaları kumaşın lekelenmesine sebep olur.

Dokuma tezgâhlarında kumaşların dokunurken daha randımanlı çalışmasını sağlamak amacıyla çözgü ipliklerine haşılama yapılmaktadır. Haşılama işlemiyle çözgü iplikleri ince bir film tabakası şeklinde doğal ve yapay haşıl maddeleriyle kaplanarak çözgü ipliklerinin daha sağlam bir hale gelmeleri ve kayganlıklarının artması sağlanır [20, 21]. Haşılama işleminde genel olarak nişasta ve türevleri kullanılırken, haşıl sökme işleminde asidik hidroliz, bazik hidroliz, oksidatif parçalama ve enzimlerle parçalama gibi yöntemler kullanılmaktadır [21].

Boyama/baskı işlemleri genel olarak tekstil mamulünü renklendirme ve fikse işlemlerinden oluşmaktadır ve isteğe bağlı olarak ürüne apre uygulanmaktadır.

3.1. Kaynatma

Pamuk liflerinin içerdiği yabancı maddeler; pamuğun terbiye işlemleri esnasında düzenli flotte almasını ve ıslanmasını engellemektedir [22]. Kaynatma işleminin amacı bu yabancı maddelerin uzaklaştırılmasıdır [17]. Kaynatma işlemiyle pamuk lifinin içerdiği selülozik olmayan maddeler uzaklaştırılarak life hidrofil bir karakter kazandırılmaktadır. Kaynatma işlemi genellikle sodyum hidroksit çözeltilerinde (%1-4), 30-60 dakika süreyle gerçekleşmektedir. Birçok kaynatma işlemi atmosferik basınç altında 75-100°C sıcaklıkta gerçekleştirilmektedir. 125-130°C sıcaklıkta çalışabilen basınçlı makinelerle kaynatma işlemi daha kısa sürede ve daha az alkali kullanarak gerçekleştirilebilmektedir [24].

3.2 Pişirme

Pişirme işlemi, pamuklu mamullerin sıcak seyreltik sodyum hidroksit çözeltisinde işlem uygulayarak içerdiği safsızlıkları giderme işlemidir. Pişirme işlemiyle renk maddeleri haricindeki safsızlıklar yıkama ile uzaklaştırılacak hale gelmektedirler.

[25]. Pişirme işlemiyle doğal liflerin ıslanabilirlik ve emicilik özelliklerinde etkileyici düzeltilmeler görülürken, ağırlıklarında %5-10 arasında kayıp görülmektedir. Bu ağırlık kaybı proteinlerin aminoasit bozulmasından, pektatların çözünabilir sodyum tuzlarına dönüşmesinden, hemiselülozların bozulmasından ve selülozun bozulmasından kaynaklanmaktadır [17].

Emicilik özelliklerindeki düzeltme yağ esterlerinin sabunlaştırılmasından ve yağ alkollerinin ve hidrokarbon yağlarının pişirme sıcaklığında erimesinden kaynaklanmaktadır. Bunlar sabunlaştırma esnasında oluşturulan yağ asit sabunları tarafından emülsiyonlaştırılmaktadırlar [17].

“Pişirme” terimi gerçekte kesikli proses olan kazan pişirme (kier boiling) prosesini ifade etmektedir. Kazanlar, atmosfere açık alçak basınçlı ya da 100 °C üzerindeki sıcaklıklarda çalışabilen kapalı, yüksek basınçlı kazanlar (otoklavlar)’dır. Halat halinde kazana beslenen mamül, % 2’lik NaOH çözeltisiyle atmosferik basınç altında açık kazanlarda 8-12 saat ya da basınç altında kapalı kazanlarda 125-130°C sıcaklıkta 6-8 saat işlem görmektedir [25].

Pişirme işlemi esnasında NaOH’ın etkisini artırmak, çözünmeyen safsızlıkları süspansiyon halinde tutmak ve oksiselüloz oluşumunu engellemek amacıyla ıslatıcılar, sodyum silikat ve indirgen maddeler eklenmektedir [25].

Günümüzde kazan pişirmenin çok zaman alması sebebiyle pad-batch, pad-rool, pad-steam, j-box gibi kesikli ve kesiksiz sistemler kullanılarak pişirme işlemi gerçekleştirilmektedir. Pişirme metodu ne olursa olsun, pişirme sonrasında iyi sonuç elde etmek için etkili bir yıkama yapmak gerekmektedir [25].

3.3 Pamuğun Ağartılması

Pamuk lifleri doğal renklendirici maddeler içermektedir. Ağartma işleminin amacı ağartma maddeleri yardımıyla bu renklendirme maddelerini yok ederek beyaz kumaşlar elde etmektir. Tekstil liflerinin kimyasal ağartması optik beyazlatıcı eklenerek daha da artırılır [28]. Klasik ağartma yöntemlerinden temel olarak 3 yöntem sayabiliriz. Bunlar; sodyum hipoklorit ile ağartma, sodyum klorit ile ağartma ve hidrojen peroksit ile ağartmadır.

3.3.1 Hipoklorit ile ağartma

Sodyum hipoklorit (NaOCl) güçlü bir oksitleyici madde olmasına rağmen yüksek beyazlık derecesi elde etmek zordur. Hipokloritle beyazlatılacak kumaşın üzerindeki yabancı maddelerin uzaklaştırılması için kumaşın iyi bir bazik işleminden geçirilmesi gerekmektedir. Bundan dolayı diğer ağartma maddeleri ile kombine edilerek çalışılmaktadır [27].

Sodyum hipoklorit, pH 10'un üzerinde stabildir [29]. Çok ucuz oksidizer olması, hidrojen peroksitten daha yüksek redoks potansiyeline sahip olması ve oda sıcaklığında hızlıca ağartması gibi faydalarının yanı sıra ağartma sırasında zehirli yan ürünler (AOX) çıkarması [9, 28], ağartma prosesinin yavaş olması, selüloza kimyasal zarar verme tehlikesi, depolama sırasında ağartılan lifin sararma riski, lifin ağartılmadan önce ön yıkama gerektirmesi gibi dezavantajlarının olması sebebiyle kullanımı sınırlıdır [17].

3.3.2 Sodyum klorit ile ağartma

Sodyumklorit ve sodyum hipoklorit ağartma işlemini aktif oksijen çıkararak gerçekleştirdiğinden birbirleri ile benzerlik göstermektedir. Sodyumkloritin doğal renk maddelerine ve yabancı maddelere karşı afinitesi olmasına rağmen liflere afinitesi yoktur. Bundan dolayı sodyumkloritle yapılan ağartma işlemlerinde pamuk liflerinin zarar görmesi daha azdır. Ancak sodyum hipoklorit hem yabancı maddelerle hem de selüloz lifleriyle kolaylıkla reaksiyona girmektedir. Bunun sebebi redoks potansiyelleri ve serbest oksijen açığa çıkması için gerekli olan aktifleşme enerjisidir. Yapılan çalışmalarda hipokloritlerin aktifleşme enerjisinin düşük, redoks potansiyellerinin yüksek; sodyumkloritin ise aktifleşme enerjisinin yüksek, redoks potansiyellerinin düşük olduğu görülmüştür [30].

Sodyumkloritin avantaj ve dezavantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz [17].

Avantajları

- Zor ön temizleme işlemine gerek yoktur.
- Daha az ağırlık kaybı görülür.
- Kimyasal zarar düşüktür.
- Yumuşak kumaş tutumu ve çıkmayan yağlardan dolayı dikilebilirlik iyidir.

- Sentetik lifleri ağartmaktadır.

Dezavantajları

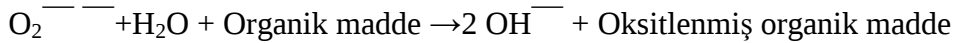
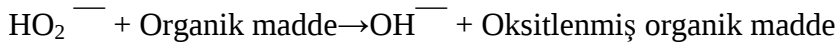
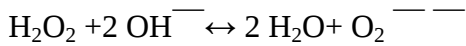
- Toksik gaz çıkarma ihtimali vardır.
- Harici ekipman gerektirmesi nedeniyle pahalıdır.
- Hızlı ağartma prosesi mevcut değildir.
- Kalan yağ ve vakslar nedeniyle düşük hidrofillik görülmektedir.
- Pahalıdır.
- Birçok boya ve optik ağartıcı ile uyumsuzdur.
- Kontrol gerektiren çoklu kimyasal banyolar gerektirmektedir.

3.3.3 Hidrojen peroksit ile ağartma

Hidrojen peroksit 1818 yılında bulunmuştur ve 1866 yılında ilk kez bir ipek ağartılması için kullanılmıştır, 1940 yılından itibaren ise pamuk ağartması için kullanılmaktadır [6].

3.3.3.1 Peroksit ağartmasının mekanizması

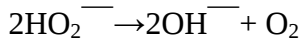
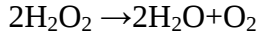
Alkali ortamda ağartma reaksiyonu aşağıdaki denklemlerde gösterilen şekilde meydana gelmektedir [19].



Burada esas ağartma etkisini sağlayan HO_2^- iyonları ve biraz da O_2^{2-} iyonlarıdır. Formülde organik madde olarak ifade edilen bileşikler, pamuk üzerinde ki bozuşturulacak olan yabancı maddelerdir. Bu yabancı maddeler oksitlenince renklerini kaybeder, bozularak parçalanırlar. Reaksiyon koşullarına dikkat edilmezse, örneğin banyoya fazla miktarda H_2O_2 konulur ve bütün yabancı maddelerin oksitlenmesi bittiği halde, ağartma işlemine devam edilirse, organik

madde olarak selüloz makromolekülleri reaksiyona girmeye başlar ve oksiselüloz meydana gelir ki, bu da liflerin zarar görmesi anlamına gelmektedir.

Yukarıda bahsedilen esas reaksiyonun yanında, bir kısım H_2O_2 de kendi kendine parçalanmaktadır:



Bu şekilde parçalanan H_2O_2 ağartmaya katılmadığı için bir kayıptır ve eğer parçalanma hızlı oldursa liflere zarar da verebilir [6, 19, 30]. Ağartmanın optimizasyonu için bu reaksiyonun olabildiğince önlenmesi, yavaşlatılması gerekmektedir. Bunun için uygun pH değeri, sıcaklık, ağartma süresi, stabilizör cinsi ve miktarı seçilerek ağartma yapılması gerekmektedir [28].

3.3.3.2 Peroksit ağartmasındaki parametreler

Katalizör ve stabilizörlerin etkisi

Hidrojen peroksit eser orandaki birçok metal veya oksitleri tarafından katalitik olarak bozulur. Katalitik bozulma istenilen beyazlığa ulaşmadan görülebilir. Ayrıca, katalitik metalik iyonların olması, selüloz bozulmasının artmasına sebep olabilir. Genel olarak stabilizörler, peroksit ağır metal katyonlarıyla kompleks oluşturarak hidrojen peroksitin bozulmasını minimize etmek için hidrojen ağartma sistemlerinin içine eklenmektedir. Önceleri sodyum silikat (cam suyu) hidrojen peroksit üzerinde etkili stabilize etkisi göstermesi sebebiyle yaygın olarak kullanılmıştır. Ancak kumaş ve ekipman üzerindeki sodyum silikat artıkları kimyasal işlemle çıkarılamamaktadır ve kumaşa büyük mekaniksel zararlara sebep olmaktadır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan stabilizatörler amino karboksilik asitler (EDTA, DTPA, CDTA) ve fosforik asitlerdir (EDTMP, DTPMP, CDTMP) [6].

pH'in etkisi

Hidrojen peroksitin ayrılması banyodaki alkali miktarına bağlıdır. Hidrojen peroksit zayıf bir asittir. Peroksitin bariz ayrılması pH 10-12 arasında meydana gelir, bu nedenle hidrojen peroksit asidik ve nötral ortamlarda selüloz lifleri için aktif bir ağartıcı madde değildir. pH 10 ile 11.5 arası selüloz liflerinin hidrojen peroksitle ağartılması için en iyi şartlar olarak varsayılmaktadır [6].

pH 9'da lifin zarar görmesi en azken pH 10'da kabul edilebilir değer aralığındadır. Yüksek pH'ta (10.8 üzerinde) HO_2^- iyonunun serbest bırakılması çok hızlıdır. Eğer bozulma hızı yüksek ise, kullanılmayan HO_2^- life zarar verebilir. Yüksek pH'da, hidrojen peroksit değişkendir ve bu yüzden ağartma banyosuna stabilizatör eklenmektedir [28].

Sıcaklığın etkisi

Hidrojen peroksit termodinamik olarak stabil değildir. Düşük sıcaklıkta hidrojen peroksit solüsyonu çok stabil ve oldukça yavaş tepki gösterirken; sıcaklık yükseldikçe, hidrojen peroksitin stabilitesi azalmaktadır. Selüloz liflerinin peroksitle ağartılmasında, eğer sıcaklık 80°C'den daha düşük ise; perhidroksil iyonunun oluşumu çok yavaş dolayısıyla ağartma oranı düşüktür ve istenilen beyazlık için çok uzun zaman gerekmektedir. Genellikle ağartma prosesi 90-100°C'de 1-1.5 saatte yapılmaktadır. Ancak basınçlı ekipmanlar kullanılmasıyla sıcaklık 120-130°C arasına çıkarılarak 20 dakika gibi daha kısa zamanda ağartma yapılabilir. Sıcaklığın artışıyla ağartma artmaktadır, fakat aynı zamanda solüsyon değişken olmaktadır ve pamuğun bozulması artmaktadır [6].

Sürenin Etkisi

Hidrojen peroksit ile ağartmada gerekli olan süre sıcaklığa, lifin cinsine ve kullanılan ekipmana bağlıdır. Genel olarak, ağartmanın süresi ağartma banyosunun sıcaklığı ile ters orantılıdır [28].

3.3.3.3 Peroksit ağartmasının avantajları

Peroksitin avantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz [17, 30].

- Zor ön temizleme işlemine gerek yoktur.
- Makinalarda korozyona sebep olmaz.
- Kumaşta kalan haşıl artıklarının uzaklaştırılmasını sağlar.
- Anti klorlama gibi ard işleme gerek yoktur.
- Harici ekipman gerektirmez.
- Çevresel açıdan kabul edilebilir, tuz varlığında bile AOX oluşturmaz.
- Bozulma ürünleri su ve oksijendir.

- Depolanma stabilitesi çok iyidir.
- Birçok boya ve optik ağartıcı ile uyumludur.
- Çok yönlü proses sağlamaktadır (kesikli/ kesiksiz, sıcak / soğuk).

3.3.3.4 Peroksit ağartmasındaki problemler

Hidrojen peroksit yaygın olarak kullanılmasına rağmen özel etkili bir ağartma maddesi değildir. Ticari hidrojen peroksit oldukça stabil bir bileşiktir ve sonuçta sadece hafif bir ağartma etkisine sahiptir. Genel olarak zayıf aktivitesinin üstesinden gelmek için en çok tercih edilen metot yüksek alkali (pH 11-12) kullanımıdır. Ek olarak sıcak proseste oldukça yüksek sıcaklıklar ($>95^{\circ}\text{C}$) veya soğuk proseste oldukça uzun zaman gerekmektedir (>20 saat). Bu şartlarda lifin zarar görmesi, enerji maliyetlerinin artması ve zaman kaybı gibi sonuçlara sebep olmaktadır [6].

3.3.3.5 Peroksitin hipoklorit ağartmasına göre avantaj ve dezavantajları

Avantajları:

- Peroksit genel bir ağartma ajanıdır. Yün, ipek ve pamuğa uygulanabilir.
- Hidrofilleştirme ve ağartma işlemlerinin tek basamakta birleştirilebilmesi mümkündür.
- Peroksit ağartmasının boyalı ipliklere olumsuz etkisi daha azdır. Beyazlık etkisi iyi ve kalıcı olup, en son basamakta sarılaşma riski daha azdır.
- Hipoklorit ağartmasında hidrofilleştirme veya antiklor işleminden sonra tam durulama gerekliken, hidrojen peroksit ağartmasında nispeten daha kısa durulama yeterlidir.
- Hidrojen peroksit ile ekipman korozyonu tehlikesi yoktur.
- Proses tekniklerine dair kısıtlamalar yoktur [28].

Dezavantajları:

- Peroksit ağartması, hipoklorite oranla daha pahalıdır.
- Hidrojen peroksit ağartması genellikle silikat ile stabilizasyona ihtiyaç duymaktadır. Ancak bu silikatlar daha sonra boyama işleminde kalıcı renkler oluşturabilmektedir. Ayrıca ekipman çevresinde katı kristalin artıkların birikmesine sebep olmaktadır ve geçiş esnasında aşınan makine kumaşa zarar vermektedir.

- Pamuklu kumaşların peroksit ağartmasında katalitik zarar meydana gelmektedir ve kumaş üzerinde küçük lekeler ya da deliklere sebep olmaktadır [28].

3.3.4 Enzimatik ağartma (Biyoağartma)

Pamuklu kumaşların enzimatik ağartılmasında lakkaz, peroksidaz, ksilenaz ve glikoz oksidaz enzimleri ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır [26].

3.3.4.1 Lakkaz enzimi

Lakkazlar enzimleri çeşitli bitki, mantar ve bazı bakterilerden elde edilen bir veya birden fazla bakır içeren oksidazlardır [26, 32]. Mantarlardan elde edilen lakkazlar en fazla kullanım alanı bulmaktadır. Kâğıt endüstrisinde, tekstil ağartma proseslerinde, toksik maddelerin atık sulardan uzaklaştırılması, steroid ve antibiyotiklerin taşınmasında lakkaz enzimleri kullanılmaktadır. Lakkaz enzimleri kromofor gruplarına etki etmektedir, bu özelliğinden dolayı tekstil atık sularında bulunan boyar maddelerin gideriminde kullanılmaktadır [26].

Lakkaz enzimleri genellikle lakkaz/mediatör sistemleri şeklinde uygulanmaktadır, mediatörler lakkaz enzimlerini destekler ve elektron transferini gerçekleştirmektedir[26].

Lakkaz ile yapılan ağartma çalışmalarında elde edilen beyazlık derecesi yetersiz görülmüş, beyazlık derecesinin artırılması için enzimatik ağartma işlemi sonrası oksidatif ağartma işlemin yapılması gerektiği belirtilmiştir. Yapılan deney sonucunda; enzimatik ağartma işleminin ardından oksidatif ağartma yapıldıktan sonra elde edilen beyazlık derecesi, sadece oksidatif ağartma sonrası elde edilen beyazlık derecesinden 5-7 Berger daha iyi çıkmıştır [26].

Lakkaz/mediatör sistemleri kullanılarak yapılan ağartma çalışmasında elde edilen beyazlık derecesinde kayda değer bir artış görülmemiştir. Saf lakkaz enzimine oksijen beslenmesi durumunda da beyazlık derecesinde olumlu etki görülmemiştir. İşlem çözeltisine ozon eklenmesi durumunda beyazlık derecesi kayda değer şekilde artış göstermiştir. Çıkan beyazlık derecesi ozonun tek başına beslenmesi ile elde edilen beyazlık derecesinden 6 stensby daha yüksek çıkmıştır. Bunun sebebi ozon ve enzimin sinerjik etkisine bağlanmıştır [32].

3.3.4.2 Peroksidaz enzimleri

Peroksidaz enzimleri peroksitte dahil olmak üzere farklı oksidatif maddeleri katalizleyebilirler. Odun hamuru ağartmasında başarıyla kullanılmaktadır. Tekstil ağartmasında peroksidaz enzimlerinin uygulanması ile ilgili çok fazla çalışma yoktur. Yapılan çalışmalarda elde edilen beyazlık derecesi tatmin edici bulunmamıştır ve bunun sebebi stabilizelerinin yeterli olmamasına bağlanmıştır [26].

3.3.4.3 Ksilenaz enzimleri

Ksilenaz enzimleri odunsu bitkilerin hücre çeperinde bulunan hemiselülozların temel bileşeni olan ksilan ünitelerine etki etmektedir. Kağıt ve kağıt hamuru ağartılmasında kullanılmasıyla ilgili endüstriyel uygulamalar varken, tekstilde kullanımı ile ilgili yapılan çalışmalarda yeterli beyazlık derecesi elde edilememiştir [26].

3.3.4.4 Glikoz oksidazlar

Glikoz oksidaz enzimi glikoz ve oksijenden peroksit ve glikonik asit üretmektedir. Oluşan glikonik asit metal iyonlarını tutmaktadır dolayısıyla peroksit stabilizatörünün ilave edilmesine gerek kalmamaktadır. Glikoz oksidaz enzimi ile peroksit üretilmesinde enzimin etkili olması için düşük sıcaklık ve hafif asidik şartlar gerekmektedir ki bu ortamda peroksin beyazlatıcı etkisi yeterli değildir [26].

3.3.5 Ultrasonik ağartma

Ultrason frekansı insanların işitmeye başladıkları seviyenin üzerinde bulunan mekanik titreşimlerden meydana gelmiş bir enerji şeklidir. Bu normalde 18kHz olarak kabul edilmektedir ki insanlar 18 kHz'den (yani saniyede 18000 titreşimden) fazlasını duyamazlar. Ancak yarasa, köpekbahğı gibi bazı hayvanlar 100 kHz'e kadar frekansı duyabilmektedir [33]. Ultrason; 20 kHz ile 10 MHz arasında değişen sonik spektrum aralığına sahip olup, bu aralık düşük frekans-yüksek ultrasonik güç (20-100 kHz), yüksek frekans-orta ultrasonik güç (100 kHz-1 MHz), yüksek frekans-düşük ultrasonik güç (1-10 MHz) olmak üzere 3'e ayrılmaktadır. Sonokimyada (ultrasonun kimyasal uygulamaları) 20 kHz ile 1 MHz arasındaki aralık kullanılırken, 1 MHz'in üzerindeki frekanslar ise medikal alanda uygulanmaktadır [34]. Tekstil ve konfeksiyonda ki başlıca uygulama alanları;

- Haşıl sökme, pişirme, ağartma işlemleri,

- Yıkama ve durulama işlemleri,
- Boyama işlemleri,
- Ultrasonla kurutma,
- Ultrason dalgalarının çeşitli boyama metotlarında kullanılması,
- Tekstilin aşırı temizlik isteyen kollarında makine parçalarını temizleme işleminde kullanılması,
- Konfeksiyonda ultrasonik kaynak (birleştirme) yapılması olarak sıralanabilir [34, 35].

Tekstil alanında pamuklu kumaşlarda hidrojen peroksit ağartmasında 20 kHz'lik bir frekans kullanıldığında, ağartma hızının arttığı, işlem süresinin de kısaldığı görülmüştür. Kumaşın beyazlığının klasik yöntemle yapılan ağartma işleminden daha iyi olduğu da belirtilmiştir [33].

Gürkan çalışmasında düşük frekanslı banyo kullanarak, pamuklu süprem ve ribana kumaşlara aynı reçeteyi kullanarak klasik çektirme, emdirme, çabuk kasar ve ultrasonik ağartma yöntemlerini uygulayarak ağartma yapmış, ağartma sonrasında ultrasonik boyama işlemi yaparak K/S (renk kuvveti) ve CIE lab (L^* , C^* , h°) değerleri spektrofotometre ile ölçüp kıyaslamıştır. Sonuç olarak ultrasonik yöntem kullanılarak ağartma işlemi yapılmış süprem kumaşın ultrasonik boyama sonrası çıkan K/S değerlerinin klasik yöntem kullanarak ağartılmış süprem kumaşa nazaran daha iyi sonuç verdiğini ve bu durumun ultrasonik ağartma işleminin klasik emdirme-soğukta bekletme işlemine alternatif olabileceğini ifade etmiştir. Ayrıca pamuklu kumaşların ön terbiye ve boyama işlemleri için ultrasonik yöntemin uygun olduğunu, bu yöntemle işlem süresi ve kimyasal tüketimi azaltıldığı için ürün kalitesinin gelişeceğini belirtmiştir [36].

3.3.6 Optik ağartıcılar

Optik ağartıcılar insan gözüyle görülemeyen mor ötesi ışınları (UV 300-400 nm) insan gözüyle görülebilen spektrum bölgesine (400-700) kaydırmaktadır. Optik ağartıcılarla beyazlık daha da artırılmaktadır ve bir çeşit boyarmadde olduklarından her lif için her optik ağartıcı uygun değildir. Dolayısıyla lif cinsini göz önünde bulundurarak optik ağartıcı seçilmesi gerekmektedir [22].

3.4 Merserizasyon

Kuvvetli alkali solüsyonlarla lifin parlaklığının, kopma dayanımının ve boya alımının iyileştirilmesine merserizasyon denilmektedir. Merserizasyon ipliğe, dokuma ve örme kumaşa yapılabilir. Merserizasyon işlemi iplik veya kumaşın soğukta (15-18°C) 27-30°Be'lik sud-kostik (kostik soda) solüsyonundan geçirilmesi esasına dayanır. Kostik solüsyonuna maruz kalan iplik veya kumaş sonrasında defalarca durulanıp gerilime tabi tutulur, sonrasında soğuk asit banyosuyla geri kalan baz artıkları nötralize edilir. Kumaş üzerinde kalan asit bundan sonra uygulanan banyolarla uzaklaştırılır. Proses devamlıdır. Konvansiyonel merserizasyon için iplikler veya kumaşlar bitim işlemi boyunca gerilime tabi tutulur. Gerilim altında yapılan merserizasyonla elyafın önceki haline göre parlaklığı arttırılır. Gerilimsiz olarak derişik sud kostikle muamele edilen mamullerin parlaklık artışı gerilimli olarak merserizasyon işlemine tabi olan mamullere göre daha azdır [21, 22].

Pamuğun merserizasyon işleminde başlıca aşağıdaki değışiklikler meydana gelmektedir [15].

1. Solventlerdeki (CUEN) çözünürlük artar.
2. İpliğin veya kumaşın boyu kısalır (çekme).
3. Mukavemeti artar.
4. Boyarmadde absorblaması artar.
5. Kumaşın veya ipliğin fiziksel sıklığı artar.
6. Suyu absorblaması artar.
7. Oksijenle reaksiyonu artar.
8. Pamuğun düşük sıcaklıklarda reaksiyon kabiliyeti artar.
9. Parlaklığı artar.

Merserizasyon işlemi genelde ağartmadan önce veya sonra yapılmasına rağmen, haşıl sökölmeden ham beze, haşıl sökölöükten sonra, pişirmeden sonra veya boyamadan sonra yapılabilir. Merserizasyon işleminden sonra hafif sararma meydana geldiğı için merserizasyon işleminin ağartmadan sonra yapılması sakıncalıdır. Boyamadan sonra da merserizasyon yapılabilir, bu şekilde iyi bir parlaklık elde edilir ancak kullanılan boyarmaddenin merserizasyon şartlarına (yüksek pH'a) dayanıklı olması gerekmektedir [15].

3.5 Kombine Prosesler

3.5.1 Hipoklorit-hidrojen peroksit ağartma işlemlerinin kombine edilmesi

Düşük maliyetle daha iyi beyazlık elde etmek ve düzenli olmayan pişirmeden kaynaklı problemleri önlemek için hafif pişirilmiş kumaşlara soğuk hipoklorit ağartma işleminin ardından peroksit ağartması uygulanabilir. Bu metodun avantajları aşağıdaki gibi sayılabilir [31]:

- Rengi çok bozulmuş mamullerde yüksek derece beyazlık elde edilebilir.
- Selülozun hipoklorit tarafından bozulması riski düzensiz pişirilmiş mamullerdeki kirlilik sebebiyle çok azdır.
- Hidrojen peroksit anti-klor gibi rol oynar, hipoklorit ve kloraminler gibi kalıntıları yok eder.
- Bu metot pamuk-rayon karışımlarında eğer ekonomik veya teknik sebeplerden dolayı kier-piştirme yöntemi yapılamıyorsa çok faydalıdır [31].

3.5.2 Pamuklu kumaşlarda piştirme ve ağartma işlemlerinin kombine edilmesi

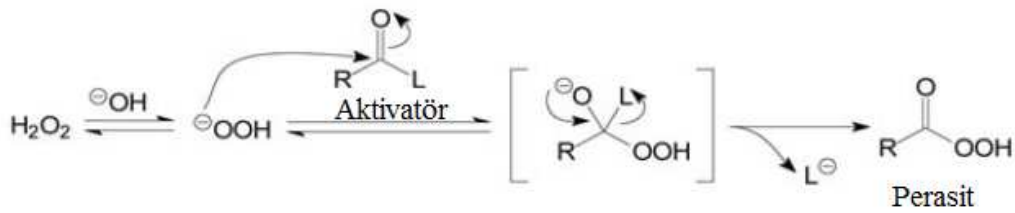
Piştirme ve ağartma işlemlerinin kombine edilmesiyle işlem süresi, kullanılan su miktarı, işçilik maliyetleri, elektrik ve buhar tüketimleri azaltılır. İşlem gören malzemenin ağırlık ve mukavemet kayıpları azdır. Ancak yüksek oranda hidrojen peroksit kullanılması sebebiyle kimyasal maliyet artmaktadır. Hidrojen peroksit varlığında, piştirme işlemi hızlandırılmaktadır ve materyalin iyi emicilik özelliğine sahip olması için genellikle daha az zaman gerekmektedir [31].

Proses, konvansiyonel makineler kullanarak ham, haşılı sökülmüş veya merserize edilmiş kumaşa 80°C veya üstünde 4-6 saat arasında; kostik soda, çamaşır sodası, pişirmede kullanılan yardımcı maddeler, hidrojen peroksit, sodyum silikat veya diğer peroksit stabilizerleri direkt olarak uygulanmaktadır. Kullanılan kimyasal miktarı kumaşın cinsi ve kullanılan makineye bağlı olarak değişim göstermektedir. Pişirmede kullanılan yardımcı maddeler önemli bir rol oynamaktadır [31].

4. AĞARTMA AKTİVATÖRLERİ

Hidrojen peroksit etkili bir beyazlık sunmasına karşın, ağartma işlemi ağır alkali şartlar altında gerçekleştiğinden dolayı lifin zarar görmesine ve yüksek enerji maliyetlerine sebep olmaktadır. Ağartma aktivatörleri kullanarak hidrojen peroksitin aktivasyonu ile ağartma daha hafif şartlarda (düşük sıcaklık ve/veya düşük ağartma zamanı) gerçekleşerek lifin daha az zarar görmesi sağlanacak, ekonomik açıdan gelişme yaşanacaktır [6]. Bu amaçla araştırmacılar ağartma aktivatörlerinin üzerine odaklanmıştır [1, 2, 4, 18, 37-42].

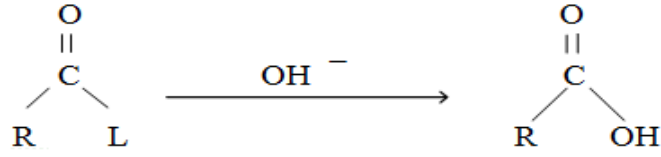
Ağartma aktivatörleri, hidrojen peroksit sisteminde perasit üreten organik perasit öncüleridir [6]. Şekil 4.1’de görüldüğü gibi sulu bir alkali solüsyonda, hidrojen peroksit ilk olarak perhidroksil anyonuna ayrılmaktadır [18]; ağartma aktivatörü oluşan perhidroksil anyonu ile reaksiyon vererek hidrojen peroksitten kinetik olarak daha etkili ağartmaya sahip olan perasiti üretir ve bu nedenle daha hafif şartlardaki (düşük sıcaklık, kısa zaman gibi) ağartma için kullanılabilir [4, 6].



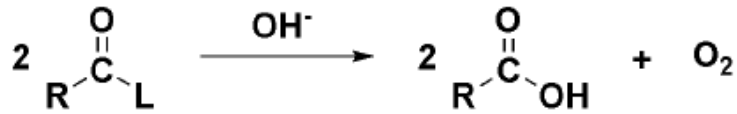
Şekil 4.1: Perasit oluşumu.

Fakat bu sistemin ağartma etkisi olası iki yan reaksiyondan dolayı önemli oranda azalabilir. Birincisi Şekil 4.2’de gösterildiği gibi hidroksil iyonu ile indüklenen ağartma aktivatörlerinin hidrolizi; ikincisi ise Şekil 4.3’te gösterildiği gibi hidroksil iyonları tarafından katalizlenen perasitin biyomoleküler bozulmasıdır. Bu nedenle

aktive edilmiş ağartma sisteminde oluşan perasitin bozulması ve ağartma aktivatörlerinin hidrolizinden kaçınmak önemlidir [6].



Şekil 4.2: Ağartma aktivatörünün hidrolizi.



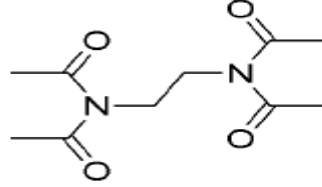
Şekil 4.3: Perasitin bozulması.

Birçok araştırma, ağartma aktivatörlerinin ev ve sanayi tipi yıkama kullanımlarını da içeren çeşitli uygulamalarda kullanılabileceğini göstermiştir. Son yıllarda, birçok ağartma aktivatörü ve onların ağartma sistemleri yayınlanmıştır fakat çevresel ve işlem maliyetlerinden dolayı ticari açıdan iki adet aktivatör mevcuttur: Tetraasetiletilendiamin (TAED) ve Nananoiloksibenzen sülfonat (NOBS) [1, 4, 5, 6, 11, 14]. Bunun yanı sıra kationik ağartma aktivatörleri üzerine çalışmalar yapılmaktadır [1, 2, 4-7, 19].

4.1 TAED

Tetraasetiletilendiamin (TAED) uzun zamandır Avrupa’da yıkama ve ağartma uygulamalarında yaygın olarak kullanılan hidrofilik bir ağartma aktivatörüdür [6, 29]. Bugün hidrojen peroksit ağartmasında en başarılı şekilde kullanılan aktivatörlerden birisi TAED olup çoğunlukla deterjan sanayisinde kullanılmaktadır [7]. TAED ile peroksit kombinasyonu düşük sıcaklıkta, kısa yıkama süresinde ve düşük kostik soda konsantrasyonunda etkili ağartma sağlayabilmektedir. Son yıllarda TAED’in tekstil uygulamalarında özellikle pamuk ve pamuk/yün karışımları için yaygın olarak kullanıldığından bahsedilmektedir. Perasit anyonunun üretilmesiyle; TAED, peroksitin tek başına etkisi olmadığı sıcaklık ve zamanda etkili ağartma sağlamaktadır [6]. Düşük çözünürlüğü ve maliyetinin yüksek olması dezavantaj

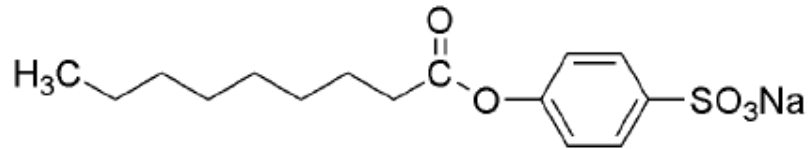
oluşturmaktadır. Ancak 40°C gibi düşük sıcaklıkta etkili ağartma sağlaması ve çevre dostu olması sebebiyle 1970'li yıllarının sonlarından itibaren TAED (tetraasetiletilendiamin) üzerine araştırmalar sürmektedir [7]. Şekil 4.4'te TAED'in kimyasal yapısı görülmektedir [6].



Şekil 4.4: TAED'in kimyasal yapısı.

4.2 NOBS

Nananoiloksibenzen sülfonat (NOBS), hidrojen peroksitle reaksiyon vererek etkileyici hidrofobik ağartma sistemi sağlayan hidrofobik bir ağartma aktivatörüdür. NOBS; TAED ve geleneksel peroksit ağartmasına göre daha iyi kumaş ağartması sağlamaktadır. Ağartma etkisinin daha iyi olmasının sebebi ağartmanın kumaş yüzeyinde gerçekleşmesini sağlayan NOBS'un hidrofobik ağartma sistemine dayandırılmaktadır. NOBS tekstil ağartma uygulamalarında su içerisinde mükemmel çözünürlüğü ve pH kontrolüne az ihtiyaç duyulması sebebiyle TAED'ten daha güçlü görünmektedir. Fakat aşırı NOBS varlığında ve düşük pH şartlarında, perasit anyonu yan ürünler tarafından istenmeyen diasilperoksit'e dönüştürülebilirler. Şekil 4.5'te NOBS'un kimyasal yapısı gösterilmiştir [6].

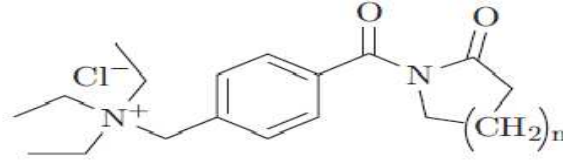


Şekil 4.5: NOBS'un kimyasal yapısı.

4.3 Katyonik Ağartma Aktivatörleri

Katyonik ağartma aktivatörleri (CBA) özel olarak tasarlanmış kuaterner amonyum yapıları perasit öncüleridir [6]. Katyonik ağartma aktivatörleri sulu şartlar altında

negatif yüklü selülozik substratlara karşı dayanıklılık ve suda çözünürlük sağlayan en az bir katyonik grup içermektedirler ve bu nedenle selülozik tekstillerin ağartılması için çok uygundurlar. Şekil 4.6’da katyonik ağartma aktivatörlerinin kimyasal yapısı (n : 1-5) gösterilmiştir [37].



Şekil 4.6: Katyonik ağartma aktivatörleri.

Katyonik ağartma aktivatörleri başlangıçta Procter and Gamble firması tarafından 1990 yıllarının ortasında çamaşır ve otomatik bulaşık makinası deterjanları için tasarlanmıştır. Fakat katyonik ağartma aktivatörlerinin oksidasyon potansiyeli çamaşır ve otomatik bulaşık makinası kullanımı için çok yüksek olması nedeniyle endüstriyel tekstil ağartması için değerlendirilmiştir [37].

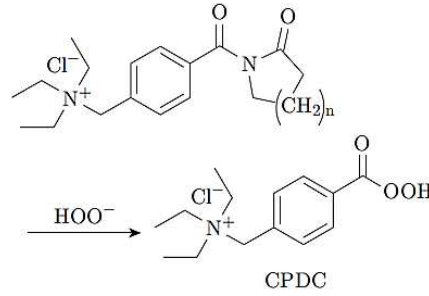
Katyonik ağartma aktivatörlerinin pamuk ağartması için uygulanmasının ilk aşamalarında prototip katyonik ağartma aktivatörleri kullanılmıştır, N-[4-(trimetil amonyum etil) benzoil] kaprolaktam klorid (TBCC) (Şekil 4.6, $n = 3$) [5, 33]. Fakat çalışmalar sonrasında TBCC, kendi ağartma performansının azalmasına sebep olan zayıf hidroliklik stabilite göstermiştir. Bu nedenle önemli ağartma performansı kaybı olmadan gelişmiş hidroliklik stabiliteye sahip katyonik ağartma aktivatörleri geliştirilmiştir [6, 37].

4.3.1 Katyonik ağartma aktivatörlerinin kimyası

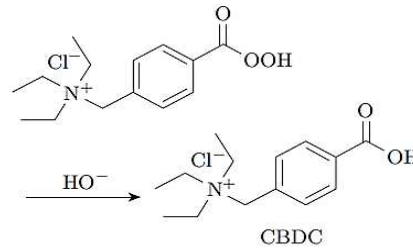
H_2O_2 ile katyonik ağartma aktivatörlerinin karıştırılmasıyla uygulanan şartlara bağlı olarak bir dizi reaksiyonlar meydana gelmektedir. Sulu şartlar altında, H_2O_2 perhidroksil anyonunu (HOO^-) oluşturmak için ayrılır. Katyonik ağartma aktivatörleri HOO^- ile reaksiyona girerek N-(4-karboperoksibenzil)-N, N-dietilamonyum klorid dietilam (CPDC) oluşturur (Şekil 4.7). Genellikle hidrojen peroksitin ayrılmasını kolaylaştırmak için bir miktar alkali eklenmektedir ve böylelikle katyonik ağartma aktivatörlerinin perhidrolizi meydana gelmektedir. Fakat alkali şartlar altında, aktive edilmiş peroksit sistemindeki hidroksil anyonu (HO^-) ağartma için aktif olmayan (N-(4-karboksibenzil)-N, N-dietilamonyum klorid

(CBDC)'yi üreterek CPDC'nin (Şekil 4.8) bozulmasını ve katyonik ağartma aktivatörlerinin hidrolizini hızlandırabilir (Şekil 4.9).

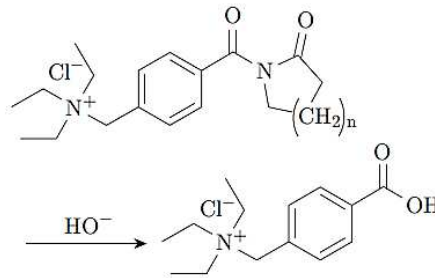
Bu nedenle katyonik ağartma aktivatörlerinin perhidrolizinin artırmak ve istenmeyen yan reaksiyonları azaltmak için reaksiyon şartları kontrol altında tutulmalıdır [37].



Şekil 4.7: Katyonik ağartma aktivatörlerinin perhidrolizi.



Şekil 4.8: CPDC'nin bozulması.



Şekil 4.9: Katyonik ağartma aktivatörlerinin hidrolizi.

Katyonik ağartma aktivatörleri endüstriyel tekstil ağartması için yeterli hidroliklik stabiliteye sahiptir. Çünkü tekstil ağartmasında sulu ağartma solüsyonları genellikle kısa zamanda hazırlanıp depolanmaktadır. Katyonik ağartma aktivatörlerinin hidroliz oranları ayrılan grubun tipi ile ilgilidir. Yeterli hidroliklik stabilite ve ağartma etkisine sahip katyonik ağartma aktivatörü bulmak için yapılan bir çalışmada, çeşitli

boyutlarda bağ içeren laktam yapılı ayrılan gruba sahip katyonik ağartma aktivatörleri sentezlenerek hidroliklik stabilitesi araştırılmış ve hidroliklik stabiliteleri Şekil 4.10'daki gibi bulunmuştur [37].

$$\text{CBA}_{n=5} > \text{CBA}_{n=1} > \text{CBA}_{n=4} > \text{CBA}_{n=3} > \text{CBA}_{n=2}$$

(en stabil) (en az stabil)

Şekil 4.10: Katyonik ağartma aktivatörlerinin stabilitesi.

Katyonik ağartma aktivatörlerinin ağartma performansı, hidroliklik stabilite ile direkt olarak bağlantılıdır [37].

ω -octalactam yapılı katyonik ağartma aktivatörlerinin (n=5) sulu solüsyonlarda en stabil olmasına rağmen, bu bileşiğin maliyeti ω -octalactamın yüksek maliyeti sebebiyle diğerlerine oranla daha pahalıdır. Hidroliklik stabilitede ekivalansa yakın ve oksidatif etki veren butyrolactamın (n=1) düşük maliyetli bir alternatif olması sebebiyle, TBBC son zamanlarda ümit veren katyonik ağartma aktivatörüdür [37].

4.3.2 Ağartma parametrelerinin katyonik ağartma aktivatörlerine etkisi

Katyonik ağartma aktivatörlerinin performansı hidrojen peroksit, pH, NaOH, iyon tutucu, sıcaklık ve süre gibi ağartma parametrelerine bağlıdır [37].

4.3.2.1 Katyonik ağartma aktivatörlerinin konsantrasyonu

Katyonik ağartma aktivatörlerinin kendisi pamuk liflerini ağartmazlar. Hidrojen peroksitle reaksiyona girerek peroksitten daha etkili olan CPDC'yi (Şekil 4.7) oluştururlar. Yeterli H_2O_2 varlığında, katyonik ağartma aktivatörlerinin perhidrolizinin minimum yan tepkimelerle gerçekleştiğini farzedilirse, katyonik ağartma aktivatörlerinin konsantrasyonu direk olarak ağartma solüsyonu içerisindeki CPDC'nin miktarını dolayısıyla da ağartma performansını belirlemektedir.

Daha önce yapılan çalışmalarda, katyonik ağartma aktivatörlerinin konsantrasyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ancak ağartma performansına katkısının diğer parametrelerle kıyaslandığı zaman daha düşük olduğu görülmüştür. Bunun nedeni ağartma şartları altında CPDC'nin bozulmasının (Şekil 4.8) ve katyonik ağartma

aktivatörlerinin hidrolizinin (Şekil 4.9) aynı anda meydana gelerek aktif türlerin konsantrasyonunu azaltmış olabileceği ihtimaline bağlanmıştır.

Yapılan son çalışmalar; katyonik ağartma aktivatörlerinin konsantrasyonunun, ağartma performansı üzerindeki etkisinin azalmasını etkileyen esas sebebin, CPDC'nin bozulmasından ve katyonik ağartma aktivatörlerinin hidrolizinin meydana gelmesinden kaynaklandığını doğrulamıştır. Eşit oranda hidrojen peroksit katyonik ağartma aktivatörleri kullanılarak yapılan ağartmalarda nötral ya da nötral pH'lara yakın ortam şartları önerilmektedir. Katyonik ağartma aktivatörü miktarı arttıkça hidrojen peroksit performansı artmaktadır ancak ağartma aktivatörlerinin maliyetinin çok olması sebebiyle olabildiğince düşük oranlarda kullanılması gerekmektedir [37].

4.3.2.2 Hidrojen peroksit konsantrasyonu

Hem hidrojen peroksit hem de perasit içeren sistemlerde her iki bileşiğin de ağartma performansına ilave etkisi olduğu iddia edilmiştir. Ancak bu ilave etkisine ulaşmak alkali ağartma şartlarında ($\text{pH} > 11$) CPDC'nin bozulması ve katyonik ağartma aktivatörlerinin hidrolizi sebebiyle zordur. Bu nedenle ağartmada artan peroksit oranı baskın rol oynamaya devam etmektedir. Bu da peroksit konsantresinin neden aktivatör konsantresine göre daha önemli çıktığını açıklamaktadır. Hidrojen peroksit ve katyonik ağartma aktivatörlerinin bu ilave etkisine ulaşmak nötr ve nötre yakın pH değerlerinde zordur. Çünkü peroksit çok yüksek miktarlarda bile bu pH altında tek başına aktif değildir [37].

4.3.2.3 pH'ın etkisi

pH, katyonik ağartma aktivatörlü peroksit ağartmasında kritik bir rol oynamaktadır. Katyonik ağartma aktivatörleri hidrojen peroksitle karıştırıldığı zaman, hidrojen iyonlarını (H^+) salmak için çabucak ayrılan CBDC'ye dönüştürülmektedir. Ağartma solüsyonunun pH'ı hidrojen peroksitin ayrılmasını yavaşlatmak veya durdurmak amacıyla azalacaktır. Bu nedenle eğer salınan hidrojen iyonları (H^+) alkaline ayraç ve/veya uygun tampon eklenmesiyle nötralize edilmezse katyonik ağartma aktivatörlerinin perhidrolizi ve pamuk ağartması azalmaktadır. Pamuk ağartmasında etkili bir katyonik ağartma aktiveli peroksit sisteme ulaşmak için ağartma banyosunun pH'nın optimizasyonu çok önemlidir [37].

12'yi korumanın ve NaOH'dan faydalanmanın üzerine yoğunlaşmışlardır. Bu denli yüksek pH; CPDC'nin bozulmasına ve katyonik ağartma aktivatörünün hidrolizine sebep olmuştur ve katyonik ağartma aktivatörünün etkisi azalmıştır. NaOH konsantrasyonunun artması katyonik ağartma aktivatörünün ağartma performansını artırabileceği görünmektedir ancak buda yüksek oranlarında hidrojen peroksitin kullanılmasıyla mümkündür [37].

4.3.2.4 İyon tutucunun etkisi

Ağartma banyosundaki iyon tutucuların görevi; perhidroksil anyonlarının ağır metal iyonları tarafından bozulmasını dengelemektir. İyon tutucu maddeler su ve pamuk üzerinde var olan ağır metalleri tutmaktadır ve böylelikle oksitleyici maddenin hızlı bozulmasını önlemektedir. Gerekli olan iyon tutucu miktarı ağartmada kullanılan lif ve suyun içerisinde bulunan metal iyonlarının yoğunluğuna bağlıdır [5].

4.3.2.5 Sıcaklık

Katyonik ağartma aktivatörüyle yapılan pamuğun ağartması çalışmalarında, sıcaklığın ağartma performansına çok büyük etkisi olduğu görülmüştür. Bu da esasen reaksiyon hızının sıcaklığa bağlı olması ile alakalıdır. Sıcaklıktaki artış ağartma oranının artmasını sağlamaktadır. Fakat ağartma aktivatörü kullanmaktaki ana amaç sıcaklığı düşürmektir dolayısıyla bu amaca ulaşmak için alternatif çözümler aranmaktadır [37].

4.3.2.6 İşlem süresi

Ağartma süresinin kısaltılmasıyla hem enerji tüketimini azalacak hem de işleme girecek kumaş artacaktır. Ağartma oranının sıcaklığa bağlı olması nedeniyle işlem süresi sıcaklığın bir fonksiyonu gibi çeşitlenmektedir. Deney sonuçları sıcaklığın artmasının işlem süresinin ksalmasına neden olduğunu göstermiştir [37].

4.4 Ağartma Aktivatörleri Kullanılarak Yapılan Çalışmalar

Lim ve arkadaşları katyonik ağartma aktivatörü kullanarak pamuklu örme kumaşa hidrojen peroksit ağartması yapmışlardır. Merkezi kompozit tasarım (CCD) programını kullanarak sıcaklık, zaman, peroksit ve aktivatör konsantrasyonlarının ağartma üzerindeki etkilerini incelemiş, bu parametreler içerisinde sıcaklığın en büyük etkiye sahip olduğunu ardından sırasıyla aktivatör miktarının, peroksit

miktarının ve sürenin etkisinin olduğunu belirtmişler, aktivatör kullanarak peroksit ağartmasında daha düşük sıcaklık ve zamanda aynı beyazlık derecesinin elde edilebileceğini ifade etmişlerdir. Katyonik ağartma aktivatörü kullanılmasıyla lifin gördüğü zararın klasik peroksit ağartmasına oranla daha az olacağını, dolayısıyla kullanmış oldukları katyonik ağartma aktivatörünün pamuk/yün gibi hassas karışımlıların ağartılmasında yararlı olabileceğini belirtmişlerdir [1].

Gürsoy ve Hauser; yeni katyonik ağartma aktivatörlerini kullanarak ağartılmış pamuklu örme kumaşların boyama özelliklerini incelemiştir. Yapılan çalışmada pamuklu örme kumaşlar; katyonik ağartma aktivatörlerini içeren hidrojen peroksit ağartması yapıldıktan sonra soğuk ve sıcak reaktif boyarmaddelerle boyanmış, boyama sonrası ulaşılan renkler ticari yöntemle göre hidrojen peroksitle ağartılmış kumaşların boyanması sonucu elde edilen hedef renge ticari olarak kabul edilebilir farkla ulaşmışlardır. Ancak soğuk reaktif boyarmaddelerle boyama sonucunda mor ve lacivert renklerde problem yaşanmış bunun sebebi kumaşın üzerinde kalan perasitin, soğuk boyama şartlarında daha etkili oksidasyon etkisine sahip olup, ilgili renkleri etkilemiş olabilme ihtimaline bağlanmıştır. Aktivatörlü ve aktivatörsüz sistemlerle ağartılmış, sonrasında reaktif boyarmaddelerle boyanmış numunelerdeki patlama mukavemeti incelenmiş ve aktivatörlü sistemlerle yapılan ağartma sonrasında boyanan numunelerin mukavemet değerleri daha iyi bulunmuş ve nedeni ağartma banyosunda oluşan perasitlerin ürüne daha az zarar vermesine bağlanmıştır. Sonuç olarak ağartma aktivatörlerinin kullanılmasının düşük sıcaklıkta olması sebebiyle daha az enerji sarfiyatı sağlaması ve selülozik yapıya daha az zarar vermesi nedeniyle ticari açıdan önemli olduğu vurgulanmıştır [18].

Gürsoy ve arkadaşları; BA1 (N-[4-Trietilamonyummetil]benzil]kaprolaktam klorür) ve BA2 (6-(N, N, N- trimetilamonyum hekzanol kaprolaktam p-toluen sülfonat)) kodlu iki farklı katyonik ağartma aktivatörü kullanarak soğuk pad batch yöntemine göre 5 farklı reçete ile ağartma yapmışlardır. Yapılan deneylerin neticesinde BA2 kodlu aktivatörün BA1 kodlu aktivatöre göre daha iyi beyazlık sonucu verdiğini ve BA1 kodlu aktivatör varlığında iyon tutucu, aktivatör ve peroksit oranlarının artmasının beyazlık derecesini artırdığı bildirmişlerdir [5].

Xu; bambu liflerini TBCC kullanarak hidrojen peroksit ağartma yöntemi ile ağartmıştır. Yapılan bu ağartmalarda 100°C’de, 30 dakika, pH 11.5’ta 0-12 g/l arası konsantrasyonlarda hidrojen peroksit kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Design expert

7 programı kullanılarak sonuçların anlamlı olup olmadığı değerlendirmiştir. Yapılan bu çalışmada TBCC anlamlı bulunmamıştır, bunun sebebi TBCC'nin pH 11.5'ta hidroliz ya da bozulma olması sebebiyle etkisini kaybetmiş olabileceği ihtimaline bağlanmıştır. Xu, TBCC nötral pH'larda hidrojen peroksiti aktive ettiğini ifade etmiş, pH 7'de 50°C'de, bambu liflerinin TBCC aktivenli hidrojen peroksit ağartmasında elde edilen beyazlık derecesinin ticari hidrojen peroksit ağartması beyazlık derecesine yakın ancak lifin zarar görmesi oldukça az olduğunu söylemiştir. Ayrıca Xu; TBCC'nin bambu liflerinin ağartmasında etkili bir ağartma maddesi olduğu belirtmiş, hidrojen peroksit ile nötral pH'ta ve 50-80°C sıcaklıkları arasında etkili ağartması sağlaması sebebiyle diğer selülozik liflerin de (pamuk gibi) benzer şartlarda etkili bir şekilde beyazlatılabileceğini belirtmiştir [6].

Xu yapmış olduğu bir başka çalışmada; pişirme işlemine tabi olmuş pamuklu dokuma kumaşları kullanarak düşük sıcaklıkta (50°C) pH 7-9'da, 30 dakika hidrojen peroksit ile TAED ya da TBCC kullanılarak ağartma yapmıştır. Yapılan deneylerin sonucunda TBCC, TAED'e göre ağartma üzerinde daha etkili bulunmuştur. Sadece peroksit kullanılarak yapılan ağartma sonucu elde edilen beyazlık değeri her iki aktivatörlü peroksit ağartması sonucunda elde edilen beyazlık değerinden daha düşük çıkmıştır. TBCC katyonik yapıda olması nedeniyle TAED'e oranla daha iyi suda çözünme gösterdiğini belirtmiştir. TBCC'nin düşük sıcaklıkta ve nötral pH'ta lifi ağartma özelliğinin olması lifin mukavemet kaybını azaltmak açısından avantaj sağladığını ifade etmiştir. Yapılan çalışmada TBCC aktivenli peroksit ağartması ile elde edilen beyazlık derecesi klasik peroksit ağartmasıyla elde edilen beyazlık derecesine yakın çıkmış, polimerizasyon derecesi ise pişirme sonrası pamuğun sahip olduğu polimerizasyon derecesiyle hemen hemen aynı çıkmıştır.

Sonuç olarak TBCC ve pH konsantrasyonları önemli bulunmuş, TBCC'nin nötral ve nötrale yakın pH'larda en iyi performans gösterdiği belirtilmiştir. Klasik peroksit ağartmasına oranla TBCC aktivenli peroksit ağartması kıyaslanabilir beyazlık derecesi sağlamış, polimerizasyon derecesi daha iyi çıkmıştır [6].

Shao ve arkadaşları %100 pamuklu dokuma kumaşa soğuk pad-batch sisteminde TAED/H₂O₂ ağartması uygulamışlardır. Yapılan deneylerle peroksit ve TAED konsantrasyonunun etkisini incelemişler, TAED/H₂O₂ ağartmasını klasik peroksit ağartması ile kıyaslamışlardır. Hidrojen peroksit oranı arttıkça, beyazlık artmış ancak 30g/l'den sonra beyazlık artmamıştır, bunda sebebini büyük olasılıkla perasetik

asit oluşma oranının, oksidatif ağartma reaksiyonun oranını aşmış olabileceğine, oluşan perasetik asit miktarının spesifik ağartma şartlarında ağartma reaksiyonu için gerekli olan miktardan fazla olmasına bağlanmıştır. TAED oranının artmasıyla beyazlık derecesinin arttığını, TAED dozajının peroksit dozajıyla ilişkili olması gerektiğini belirtmişlerdir. Aktive edilmiş peroksit sisteminin mekanizmasını üstün oksidasyon ajanı perasetik asitin, hidrojen peroksit ve alkali varlığında TAED aktivatörü tarafından olduğu yerde üretilmiş olmasıyla açıklamışlardır. TAED miktarının artması perasetik asitin oluşmasını arttırdığını dolayısıyla kumaşın beyazlık derecesinde arttırdığını ifade etmişlerdir. Fakat TAED'in suda znrlğnn kötü olması sebebiyle mol oranı 1/2:1'den fazla olması durumunda beyazlık derecesinin daha fazla artış göstermediğini, bu nedenle çok fazla TAED kullanılması durumunda, hem perasetik asit hem de perhidroksil anyonunu tketebileceğini ve beyazlık etkisinin düşmesine sebep olabileceğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak TAED/H₂O₂ sistemi hidrojen peroksitin tek başına sunduğu ağartmadan daha iyi ağartma performansı gösterdiğini, klasik peroksit ağartmasına oranla kullanılan alkali miktarının, işlem süresinin ve lifin zarar görmesinin azalacağını belirtmişler, çevresel koruma, enerji tasarrufu açısından faydalı olacağını ifade etmişlerdir [3].

5. MALZEME VE CİHAZLAR

Çalışmada kullanılan süprem örme kumaşlar ve yardımcı kimyasallar Rudolf-Duraner firmasından temin edilmiş olup, tüm deneyler bu firmada yapılmıştır.

5.1 Malzemeler

5.1.1 Kumaşlar

Deneylerde kullanılan % 100 pamuklu süprem kumaşın gramajı 178 g/m^2 olup Ne 20/1 numara iplikten üretilmiştir.

Ham kumaşın patlama mukavemeti: 235 kPa, beyazlığı 9.8 Berger olup 30 dakika içinde su emmemektedir.

5.1.2 Kimyasal maddeler

- %50'lik hidrojen peroksit (H_2O_2)
- NaOH
- Islatıcı (Yağ alkolü etoksilatları ve özel bileşikler karışımı)
- İyon tutucu (Poliakrilat ve alkil fosfonat karışımı)
- Stabilizator (Alkil fosfonat, inorganik ve organik tuzlar karışımı)
- Aktivatör (katyonik)
- Katalaz enzimi

5.2 Cihazlar

5.2.1 Numune boyama makinası

Hidrojen peroksit ağartma denemelerinin yapıldığı cihaz ATAÇ marka numune boyama makinasıdır. 300 ml kapasiteli toplam 16 adet tüpün sıcak su içerisinde dairesel hareket etmektedir. Maksimum çalışma sıcaklığı 100°C 'dir. Isıtma hızı maksimum $4^\circ\text{C/dk} \pm 0.1$ hassasiyetle çalışma özelliğine sahiptir. Uygulama bittiği

zaman alarm uyarı sistemi çalışır. Şekil 5.1 ve Şekil 5.2’de ağartma işlemi için kullanılan numune boyama makinasının iç ve dış görünüşleri gösterilmiştir.



Şekil 5.1: Numune boyama makinası iç görünüşü.



Şekil 5.2: Numune boyama makinası dış görünüşü.

5.2.3 Mekanik sıkma (Fular)

Kullanılan fular ATAÇ marka olup, makine hızı lineer olarak ayarlanabilir yapıdadır. Geçiş hızı 0,5 ile 15 m/dk arasında, silindir sıkma basıncı ise 1,2 ile 6 bar arasında ayarlanabilmektedir. Numuneler 3 bar basınçla 5,5 m/dk hızda bir defalık sıkma işlemine tabi tutulmuştur.



Şekil 5.3: Fular.

5.2.4 Ramöz

Numuneler ATAÇ marka mini ramlarda 130 °C’de 2 dakika kurutulmuştur. İstenilen çalışma sıcaklığı ve süresi cihazın ön panelindeki göstergeler üzerinden ayarlanmaktadır.



Şekil 5.4: Ramöz.

5.2.5 Patlama mukavemeti ölçüm cihazı

Mukavemet ölçümleri TruBurst² marka 50 mm çapında kumaş kıştırma haznesi bulunan patlama mukavemeti cihazında yapılmıştır.



Şekil 5.5: Patlama mukavemeti ölçüm cihazı.

5.2.6 Spektrofotometre

Ağartılmış numunelerin ve ham kumaşın berger beyazlık değerleri Datacolor 600 marka renk ölçüm cihazında ölçülmüştür.



Şekil 5.6: Spektrofotometre.

5.2.7 pH metre

pH ölçümleri WTW 330i marka pH metre ile yapılmıştır. Cihazın kalibrasyonu için sırasıyla 7,4 ve 10 pH'lık solüsyonlar kullanılmıştır. Çözeltilerin pH ölçümleri yapılırken aynı zamanda sıcaklık değeri de dijital olarak ekrandan okunmaktadır.



Şekil 5.7: pH metre.

6. YÖNTEM

6.1 Ağartma

Numuneler ATAÇ marka numune boyama makinesinde ağartma işlemine tabi tutulmuştur. Çektirme yöntemine göre çalışılmıştır ve her bir deney numunesi 10 gramdır. Her deney 5 kere tekrar edilmiştir ve bu numunelerin ortalama değerleri kullanılmıştır. Flotte oranı 1/10 olarak çalışılmıştır. Durulama işlemi 25 dakika olup, ağartma işleminin yapıldığı sıcaklıkta yapılmıştır, durulamanın son on dakikasında kumaş üzerinde kalan hidrojen peroksiti parçalamak amaçlı tüm deneylerde 1 g/l katalaz enzimi kullanılmıştır. Tüm flottelerde ıslatıcı (1 g/l) kullanılmıştır. Numuneler aşağıda belirtilen reçetelerdeki gibi farklı kimyasal miktarları ve farklı sıcaklık değerleri ele alınarak incelenmiştir.

Çizelge 6.1: Uygulanmış ağartma reçeteleri.

No	Islatıcı g/l	İyon Tutucu g/l	Aktivatör ml/l	H ₂ O ₂ 50% g/l	Sıcaklık °C	pH	Süre dk.
1	1	0	2	7	80	12	30
2	1	0,3	2	7	80	12	30
3	1	0,5	2	7	80	12	30
4	1	1	2	7	80	12	30
5	1	2	2	7	80	12	30
6	1	3	2	7	80	12	30
7	1	4	2	7	80	12	30
8	1	5	2	7	80	12	30
9	1	1	0	7	80	12	30
10	1	1	0,5	7	80	12	30
11	1	1	1,0	7	80	12	30
12	1	1	2,5	7	80	12	30
13	1	1	3,0	7	80	12	30
14	1	1	3,5	7	80	12	30
15	1	1	4	7	80	12	30
16	1	1	5	7	80	12	30
17	1	1	2	7	90	12	30

Çizelge 6.1 (devam): Uygulanmış ağartma reçeteleri.

18	1	1	2	7	70	12	30
19	1	1	2	7	60	12	30
20	1	1	2	7	50	12	30
21	1	1	2	7	40	12	30
22	1	1	2	7	80	14	30
23	1	1	2	7	80	13	30
24	1	1	2	7	80	11,5	30
25	1	1	2	7	80	11	30
26	1	1	2	7	80	10	30
27	1	1	2	7	80	9	30
28	1	1	2	7	80	12	20
29	1	1	2	7	80	12	30
30	1	1	2	7	80	12	45
31	1	1	2	7	80	12	60
32	1	1	2	7	80	12	90
33	1	1	2	7	80	12	120
34	1	1	2	4	80	12	30
35	1	1	2	5	80	12	30
36	1	1	2	6	80	12	30
37	1	1	2	8	80	12	30
38	1	1	2	9	80	12	30
39	1	1	2	10	80	12	30

6.2 Optimizasyon

Deneysel tasarımın yapılması, sonuçların istatistiki olarak değerlendirilmesi, grafiklerin eldesi ve optimizasyonun yapılması için merkezi kompozit tasarım paket programı kullanılmıştır.

6.2.1 Merkezi kompozit tasarım

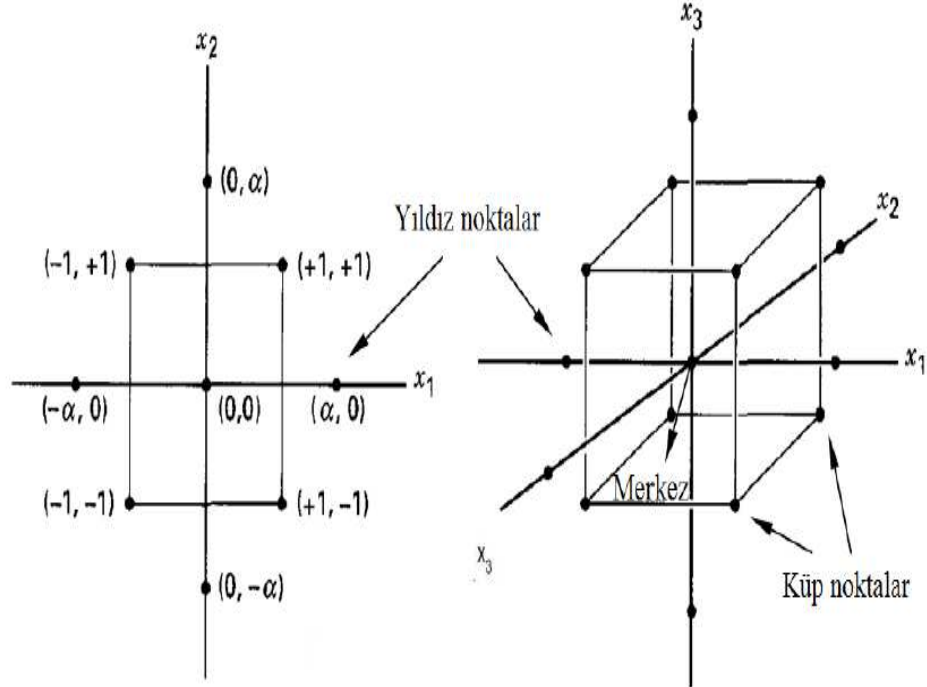
Merkezi kompozit tasarımı ilk olarak Box ve Wilson tarafından oluşturulmuş daha sonra Box ve Hunter tarafından geliştirilmiştir. Yapısında gömülü faktöriyel (2^k) ve kesirli faktöriyel (2^{k-1}) tasarım içeren, grafik oluşturmaya olanak sağlayan genişletilmiş merkez noktaları ($n_0 \geq 1$) ve bir grup yıldız noktası ile eğimin tahmin edilmesine olanak sağlayan bir tasarımdır (43, 44).

Merkezi kompozit tasarım, tam faktöriyel veya fraksiyonel faktöriyel ve yıldız tasarımın kombinasyonu şeklindedir. Tasarımdaki deney sayısı aşağıdaki eşitlikle **(6.1)** ile belirlenmektedir. Burada k: faktör sayısını, 2^k , tam faktöriyel ya da fraksiyonel faktöriyel tasarımdaki deney sayısını, $2k$ yıldız tasarımdaki deney sayısını ve n_0 ise merkezi seviyedeki deney sayısını belirtmektedir.

N= Yapılacak olan deney sayısı

$$N=2^k + 2k+n_0, k<5$$

$$N=2^{k-1} + 2k+n_0, k \geq \quad (6.1)$$



Şekil 6.1 : k=2, k=3 merkezi kompozit tasarımı [43].

Her bir faktör için merkez noktadan uzaklık, faktöriyel noktalar için ± 1 birim, yıldız noktalar için faktöriyel noktaların ötesinde $\pm \alpha$ birimdir. (6.2)'deki eşitlik kullanılarak α değeri bulunmaktadır.

$$\alpha = 2^{(k/4)}$$

$$\alpha = 2^{(k-1/4)} \quad (6.2)$$

Merkezi kompozit tasarımı, deneysel hataların belirlenmesi için, merkezi seviyede 5 tekrar deneyi yapılmaktadır. Deneysel tasarım çizelgesi oluşturulurken kodlanmış değerler kullanılmakta olup; 2^k 'daki seviyeler (-1) ve (+1), $2k$ 'daki seviyeler $\pm \alpha$ ve merkezi seviyeler (0) olarak alınmaktadır.

Bu çalışmadaki faktörler sıcaklık, süre, aktivatör miktarı ve hidrojen peroksit miktarıdır. Faktöriyel noktalar için yapılacak olan deney sayısı 2^4 olup, -1 ve +1 değerlerin kodlanmış olarak yerleşimi Çizelge 6.2'deki gibidir. Buradaki -1 ve +1 değerleri yapılan 39 adet ön deneme ile belirlenmiş, ağartma performansına en çok

etki eden aralıklar alınmıştır. Bu aralıklar Çizelge 6.3'teki gibidir. Çizelge 6.4'te ise bu değerlerin sayısal olarak yerleşimi gösterilmiştir.

Çizelge 6.2: Kodlanmış olarak tam faktöriyel deneysel tasarım.

No	Sıcaklık °C	Süre dk.	Aktivatör miktarı ml/l	H ₂ O ₂ g/l
1D	-	-	-	-
2D	+	-	-	-
3D	-	+	-	-
4D	+	+	-	-
5D	-	-	+	-
6D	+	-	+	-
7D	-	+	+	-
8D	+	+	+	-
9D	-	-	-	+
10D	+	-	-	+
11D	-	+	-	+
12D	+	+	-	+
13D	-	-	+	+
14D	+	-	+	+
15D	-	+	+	+
16D	+	+	+	+

Çizelge 6.3: Değişken parametrelerin -1, 0, +1 seviyeleri.

Değişken sembolü	Değişken adı	-1	0	+1	Birim
X ₁	Sıcaklık	70	75	80	°C
X ₂	Süre	20	25	30	dakika
X ₃	Aktivatör Miktarı	0,5	1,25	2,0	ml/l
X ₄	H ₂ O ₂	4,0	5,5	7,0	g/l

Çizelge 6.4: Tam faktöriyel deneysel tasarım.

No	Sıcaklık °C	Süre dk.	Aktivatör Miktarı ml/l	H ₂ O ₂ g/l
1D	70	20	0,5	4
2D	80	20	0,5	4
3D	70	30	0,5	4
4D	80	30	0,5	4
5D	70	20	2,0	4
6D	80	20	2,0	4
7D	70	30	2,0	4

Çizelge 6.4 (devam): Tam faktöriyel deneysel tasarım.

8D	80	30	2,0	4
9D	70	20	0,5	7
10D	80	20	0,5	7
11D	70	30	0,5	7
12D	80	30	0,5	7
13D	70	20	2,0	7
14D	80	20	2,0	7
15D	70	30	2,0	7
16D	80	30	2,0	7

Yıldız noktadaki faktörlerin alacağı değerleri bulmak amacıyla (6.2) ve (6.3) numaralı formüller kullanılmaktadır. Formül (6.2) doğrultusunda α değeri 2 alınmıştır. Elde edilen α değeri formül (6.3)'de yerine koyularak X değerleri elde edilmiştir. Burada elde edilen X değerleri çalışma aralığındaki alt ve üst sınırları belirtmektedir. Çizelge 6.5'te yıldız tasarımdaki değerlerin kodlanmış olarak yerleşimi gösterilmektedir. Buradaki tekrar sayısı daha öncede belirtilmiş olduğu gibi hata seviyesini en aza indirmek amacıyla 5 adet yapılmıştır. Çizelge 6.6'da ise yıldız tasarım ve merkezi seviyedeki deneylerin sayısal olarak yerleşimi gösterilmiştir.

$$\pm \alpha = \frac{X\text{-Orta değer}}{\text{Orta değer-Orta değere en yakın değer arasındaki fark}} \quad (6.3)$$

Çizelge 6.5: Kodlanmış olarak yıldız tasarım ve merkezi seviyedeki deneyler.

No	Sıcaklık °C	Süre dk.	Aktivatör miktarı ml/l	H ₂ O ₂ g/l
K1	$-\alpha$	0	0	0
K2	$+\alpha$	0	0	0
K3	0	$-\alpha$	0	0
K4	0	$+\alpha$	0	0
K5	0	0	$-\alpha$	0
K6	0	0	$+\alpha$	0
K7	0	0	0	$-\alpha$
K8	0	0	0	$+\alpha$
K9	0	0	0	0
K10	0	0	0	0
K11	0	0	0	0
K12	0	0	0	0
K13	0	0	0	0

Çizelge 6.6: Yıldız tasarım ve merkezi seviyedeki deneylerin sayısal yerleşimi.

No	Sıcaklık °C	Süre dk.	Aktivatör Miktarı ml/l	H ₂ O ₂ g/l
K1	65	25	1,25	5,5
K2	85	25	1,25	5,5
K3	75	15	1,25	5,5
K4	75	35	1,25	5,5
K5	75	25	0,25	5,5
K6	75	25	2,75	5,5
K7	75	25	1,25	2,5
K8	75	25	1,25	8,5
K9	75	25	1,25	5,5
K10	75	25	1,25	5,5
K11	75	25	1,25	5,5
K12	75	25	1,25	5,5
K13	75	25	1,25	5,5

6.3 Testler

6.3.1 Patlama mukavemeti testi

Mukavemet ölçümleri, ISO 13938-2:1999 standartına göre Trubrust² marka cihazda yapılmıştır [45]. Her bir çalışma için 5 kez yapılarak sonuçların aritmetik ortalaması alınmıştır.

6.3.2 Beyazlık ölçüm testi

Beyazlık ölçümü AATCC-110:2005 test metoduna göre Datacolor marka spektrofometre ile D65'te 10 derecelik açıyla yapılmıştır [46].

6.3.3 Hidrofilite testi

Hidrofilite testi TS 866 test metoduna göre yapılmıştır. Bu metoda göre test materyali kondüsyonlandıktan sonra, gerginlik aparatının içerisine konulur ve bir damla damıtık su damlatılır. Test materyaline su damlası düşer düşmez süre ölçülür. Yüzeyde damla görünmediği anda zaman durdurulur. Her bir test materyali için 10 adet ölçüm yapılmıştır ve sonuçların aritmetik ortalaması alınmıştır [47].

7. DENEY SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRMELER

Ağartma işlemine etki eden faktörleri belirlemek amacıyla değişken parametre dışındakiler sabit tutularak 39 adet ön deneme yapılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda ağartma işlemine tabi olmuş kumaşların beyazlık, patlama mukavemeti ve hidrofilite değerleri değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmelerde beyazlık değerindeki 1 Bergerlik artış ya da azalma değişiklik olarak kabul edilmemiştir. Ayrıca 80°C altında yapılan sıcaklıklardaki deneylerde çıkan hidrofilite değerleri 5 sn. üzerinde olduğundan değerlendirmeye alınmamıştır.

7.1 İyon Tutucu Miktarının Ağartma Performansına Etkisi

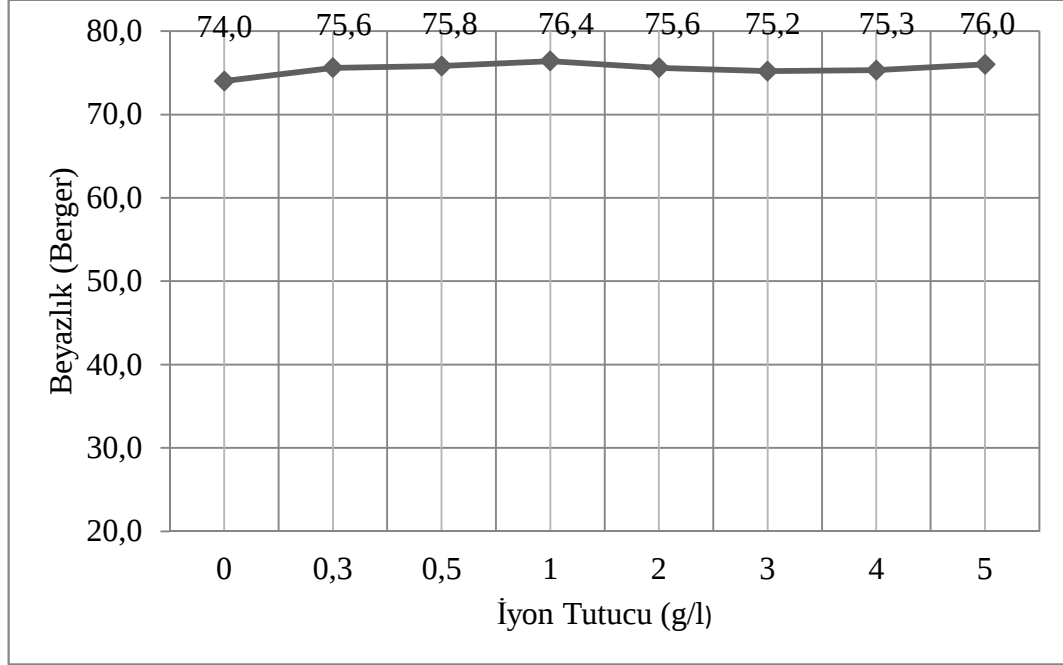
Ağartma banyosunda iyon tutucu miktarı dışındaki tüm değerler sabit tutulmuş, iyon tutucu miktarının ağartma üzerindeki etkisi incelenmiştir. Yapılan deneylerin sonuçları Çizelge 7.1'deki gibidir. Şekil 7.1 ve Şekil 7.2'de bu sonuçlar grafik ile gösterilmiştir.

Çizelge 7.1: İyon tutucu değeri değiştirilerek ağartılan kumaş numunelerinin beyazlık, patlama mukavemeti, hidrofilite sonuçları.

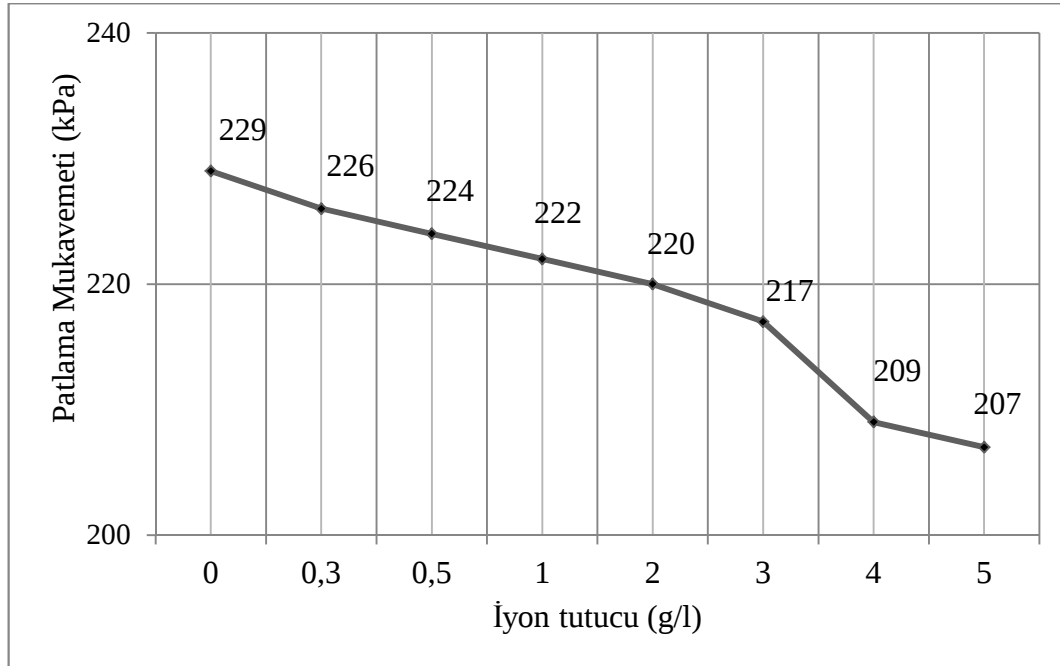
No	İyon Tutucu g/l	Aktivatör ml/l	H ₂ O ₂ 50% g/l	Sıcaklık °C	pH	Süre dk.	Beyazlık Berger	Patlama Mukavemeti kPa.	Hidrofilite sn
1	0,0	2	7	80	12	30	74,0	229	15
2	0,3	2	7	80	12	30	75,6	226	9
3	0,5	2	7	80	12	30	75,8	224	5
4	1,0	2	7	80	12	30	76,4	222	1
5	2,0	2	7	80	12	30	75,6	220	1
6	3,0	2	7	80	12	30	75,2	217	1
7	4,0	2	7	80	12	30	75,3	209	1
8	5,0	2	7	80	12	30	76,0	207	1

Ağartma banyosundaki iyon tutucuların görevi; perhidroksil anyonlarının ağır metal iyonları tarafından bozulmasını dengelemektir. İyon tutucu maddeler su ve pamuk üzerinde var olan ağır metalleri tutmaktadır ve böylelikle oksitleyici maddenin hızlı bozulmasını önlemektedir. Gerekli olan iyon tutucu miktarı ağartmada kullanılan lif

ve suyun içerisinde bulunan metal iyonlarının yoğunluğuna bağlıdır [5]. Şekil 7.1 ve Şekil 7.2 incelediğinde; İyon tutucu miktarı 1 g/l'ye kadar artırıldığında beyazlık değeri artmış, bu noktadan 5 g/l ye kadar değişme göstermemiştir. Patlama mukavemeti değerinde iyon tutucu miktarı arttıkça azalma gözlenmiştir.



Şekil 7.1: İyon tutucu miktarının beyazlık değerine etkisi.



Şekil 7.2: İyon tutucu miktarının patlama mukavemeti değerine etkisi.

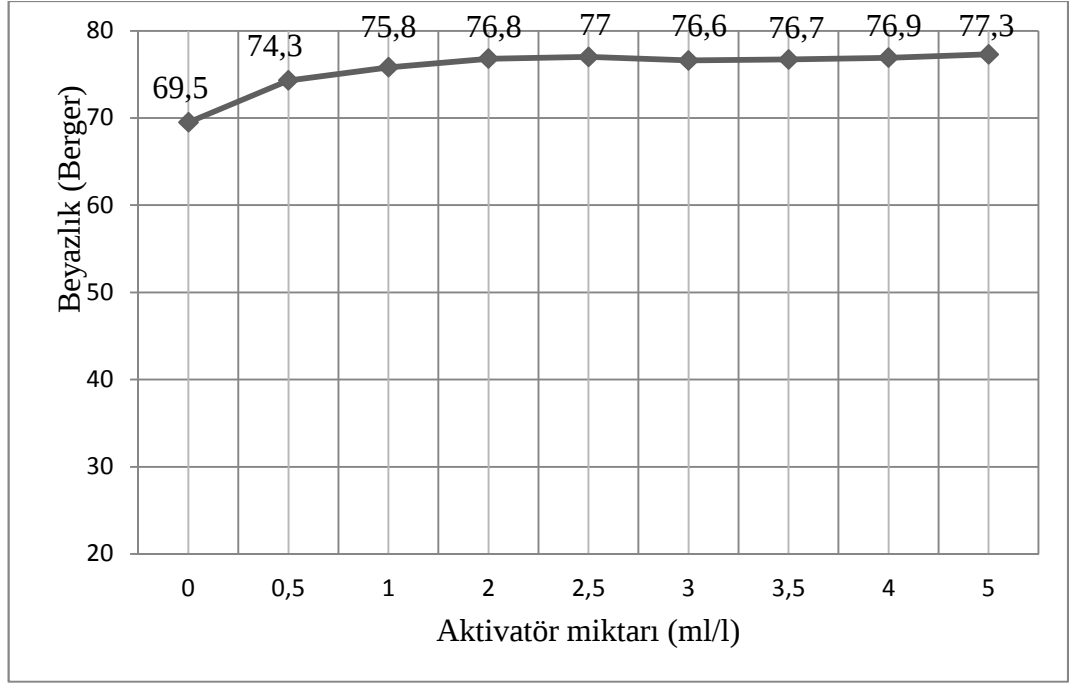
7.2 Aktivatör Miktarının Ağartma Performansına Etkisi

Ağartma banyosunda aktivatör miktarı 0 ile 5ml/l miktarları arasında alınıp, diğer tüm değerler sabit tutulmuştur. Yapılan deneylerin sonuçları Çizelge 7.2’de ki gibidir. Şekil 7.3 ve Şekil 7.4’de bu sonuçlar grafik ile gösterilmiştir.

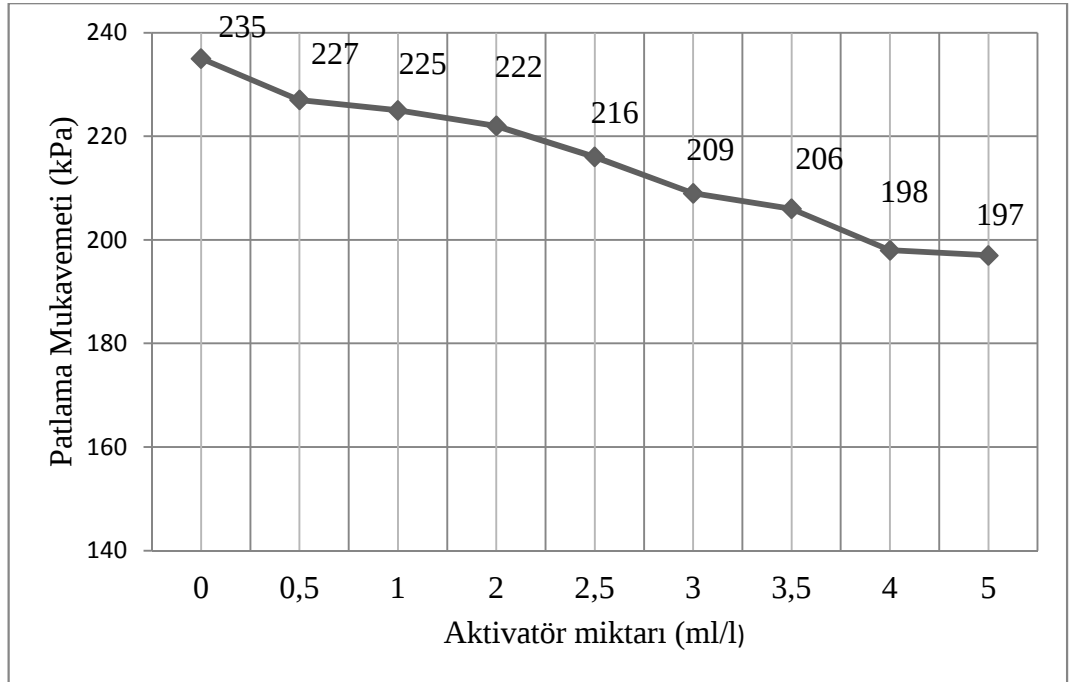
Çizelge 7.2: Aktivatör miktarı değiştirilerek ağartılan kumaş numunelerinin beyazlık, patlama mukavemeti, hidrofilite sonuçları.

No	İyon Tutucu g/l	Aktivatör ml/l	H ₂ O ₂ 50% g/l	Sıcaklık °C	pH	Süre dk.	Beyazlık Berger	Patlama Mukavemeti kPa.	Hidrofilite sn
9	1	0,0	7	80	12	30	69,5	235	15
10	1	0,5	7	80	12	30	74,3	227	10
11	1	1,0	7	80	12	30	75,8	225	1
4	1	2,0	7	80	12	30	76,4	222	1
12	1	2,5	7	80	12	30	77,0	216	1
13	1	3,0	7	80	12	30	76,6	209	1
14	1	3,5	7	80	12	30	76,7	206	1
15	1	4,0	7	80	12	30	76,9	198	1
16	1	5,0	7	80	12	30	77,3	197	1

Ağartma aktivatörleri hidrojen peroksit sisteminde perasit üreten organik perasit öncüleridir. Sulu alkali ortamda hidrojen peroksit ilk olarak perhidroksil anyonuna ayrılmakta, ağartma aktivatörü oluşan perhidroksil anyonu ile reaksiyon vererek hidrojen peroksitten daha etkili ağartmaya sahip olan perasiti üretmektedir ve böylelikle ağartma oranında artış görülmektedir [6, 18]. Literatürde yeterli hidrojen peroksit varlığında, katyonik ağartma aktivatörünün miktarındaki değişimin ağartma solüsyonu içerisindeki perasit oluşma oranını dolayısıyla da ağartma performansını etkilediğinden bahsedilmektedir [37]. Şekil 7.2 incelendiğinde; bu durumla paralel olarak aktivatör miktarının artmasıyla beyazlık derecesinde 2-2.5 ml/l’e kadar artma görülmüştür. Aktivatör miktarının artması perasit üretimini artırmış, beyazlık değerlerini pozitif yönde etkilemiştir. Ancak aktivatör miktarının 2-2.5 ml/l deki değerlerinden sonra beyazlık derecesinde değişiklik görülmemiştir. Bunun sebebi büyük olasılıkla perasit oluşma oranının, oksidatif ağartma reaksiyonu oranını aşmış olabileceğinden, oluşan perasetik asit miktarının spesifik ağartma şartlarında ağartma reaksiyonu için gerekli olan miktardan fazla olmasından ve ortamda yeterli peroksitin bulunmamasından kaynaklanmaktadır [3]. Ayrıca patlama mukavemeti değeri incelendiğinde aktivatör miktarı arttıkça patlama mukavemeti değerinin düştüğü gözlemlenmiştir.



Şekil 7.3: Aktivatör miktarının beyazlık değerine etkisi.



Şekil 7.4: Aktivatör miktarının patlama mukavemeti değerine etkisi.

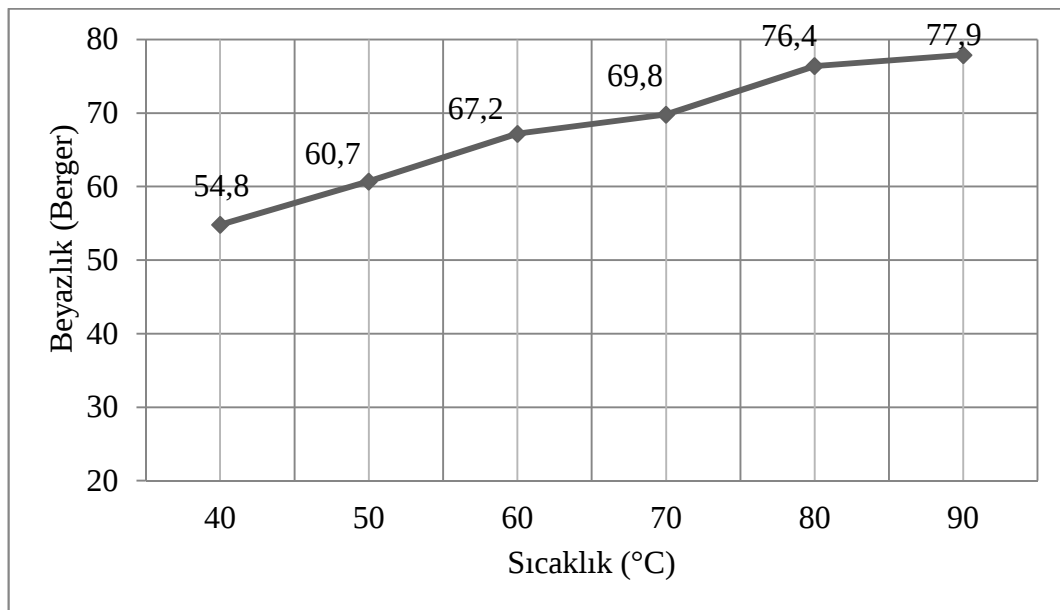
7.3 Sıcaklığın Ağartma Performansına Etkisi

Farklı sıcaklıklarda ağartma işlemi yapılarak, sıcaklığın ağartma performansı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen test sonuçları Çizelge 7.3'teki gibi olup, sonuçlar Şekil 7.5 ve Şekil 7.6'daki gibi gösterilmiştir.

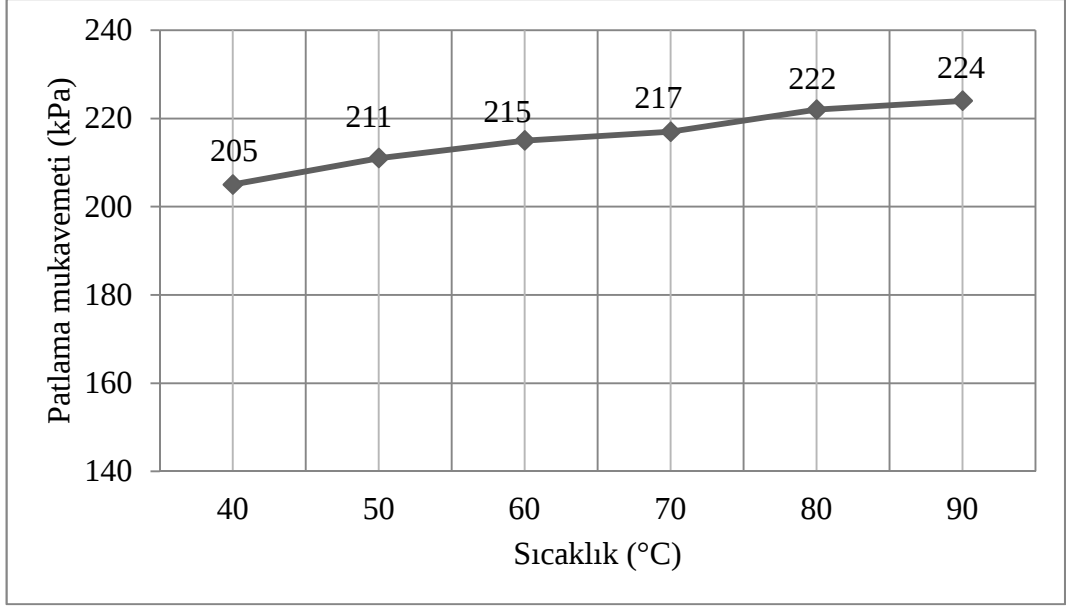
Çizelge 7.3: Sıcaklık değeri değiştirilerek ağartılan kumaş numunelerinin beyazlık, patlama mukavemeti, hidrofilite sonuçları.

No	İyon Tutucu g/l	Aktivatör ml/l	H ₂ O ₂ 50% g/l	Sıcaklık °C	pH	Süre dk.	Beyazlık Berger	Patlama Mukavemeti kPa.	Hidrofilite sn
17	1	2	7	90	12	30	77,9	224	1
4	1	2	7	80	12	30	76,4	222	1
18	1	2	7	70	12	30	69,8	217	35
19	1	2	7	60	12	30	67,2	215	60
20	1	2	7	50	12	30	60,7	211	400
21	1	2	7	40	12	30	54,8	205	600

Pamuklu kumaşların katyonik ağartma aktivatörlü perosit sistemiyle ağartılması ile ilgili birçok çalışmada sıcaklığın ağartma performansı üzerinde çok büyük etkisinin olduğu görülmüştür [1, 37-40]. Bunun sebebi ise reaksiyon hızının sıcaklığa bağlı olmasından kaynaklanmaktadır. Sıcaklığın artması ağartma oranının yükselmesine sebep olmakta ve böylelikle ağartma performansını iyileştirmektedir [36]. Yapılan çalışmalarda; sıcaklıktaki değişiminin beyazlığa etkisi literatürle paralel çıkmış, sıcaklık arttıkça beyazlık artmıştır. Sıcaklık arttıkça patlama mukavemeti değerinde düşme beklenirken, patlama mukavemeti değerinde bir miktar artış görülmüştür. Buradaki artış; kumaşın sıcaklığın etkisi ile bir miktar çekmesi ve birim alana düşen gramajın artmış olmasından kaynaklanmaktadır. Çizelge 7.4'te farklı sıcaklıklarda ağartma işlemi yapılan kumaşların ağartma işlemi sonrasında ölçülen ağırlıkları verilmiştir.



Şekil 7.5: Sıcaklığın beyazlık değerine etkisi.



Şekil 7.6: Sıcaklığın patlama mukavemeti değerine etkisi.

Çizelge 7.4: Kumaşların ağartma sonrasındaki gramajları.

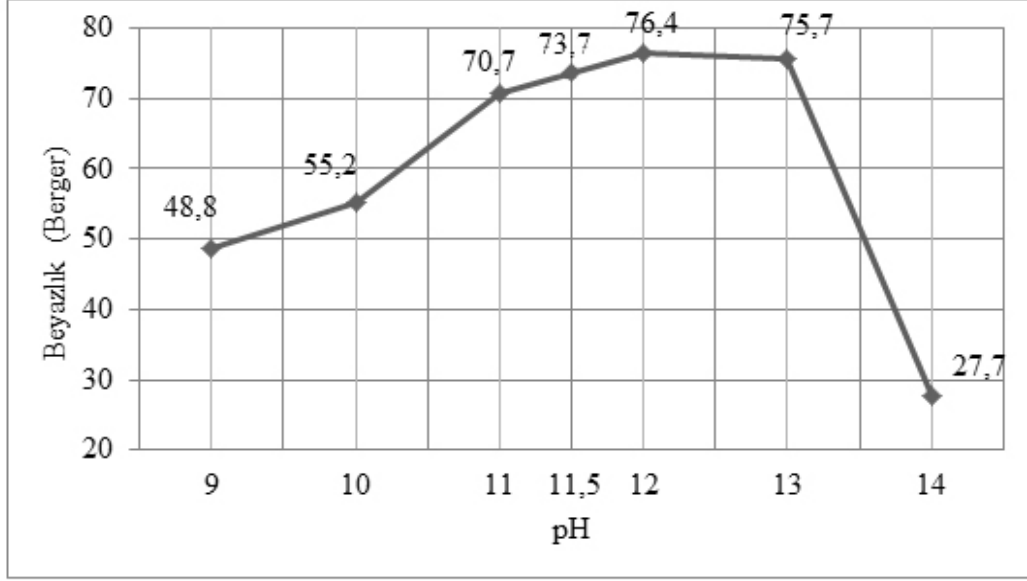
No	Sıcaklık °C	Beyazlık Berger	Patlama Mukavemeti kPa.	Ağartma sonrası gramajlar g/m ²
17	90	77.9	224	189
4	80	76.4	222	186
18	70	69.8	217	185
19	60	67.2	215	184
20	50	60.7	211	182
21	40	54.8	205	182

7.4 pH Değerinin Ağartma Performansına Etkisi

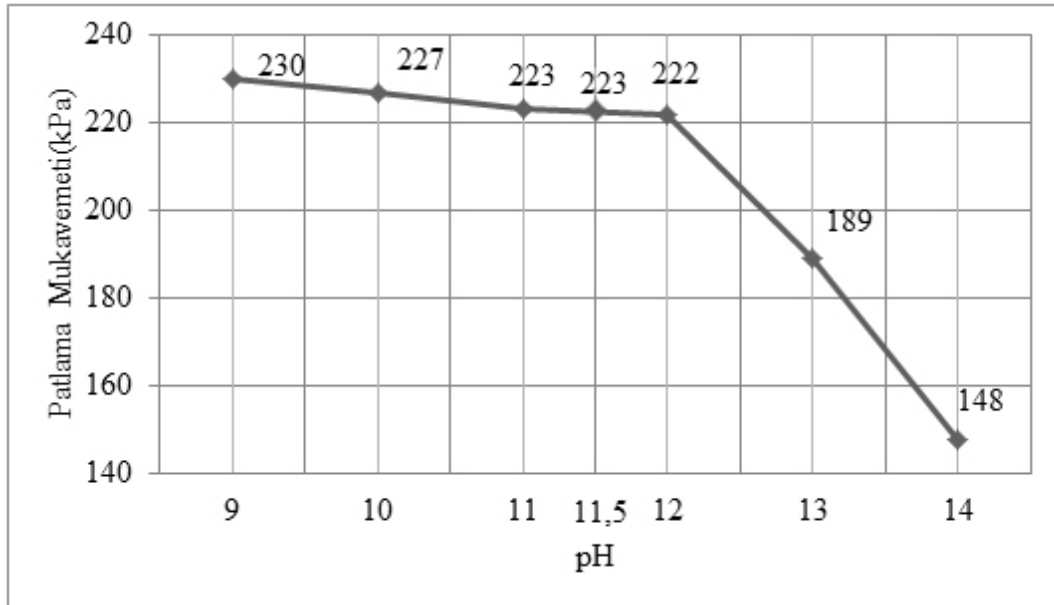
Farklı pH değerlerinde ağartma işlemi yapılarak, pH değerinin ağartma performansı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen test sonuçları Çizelge 7.5'teki gibi olup, sonuçlar Şekil 7.7 ve Şekil 7.8'de grafiklerle gösterilmiştir.

Çizelge 7.5: pH değeri değiştirilerek ağartılan kumaş numunelerinin beyazlık, patlama mukavemeti, hidrofilitite sonuçları.

No	İyon Tutucu g/l	Aktivatör ml/l	H ₂ O ₂ 50% g/l	Sıcaklık °C	pH	Süre dk.	Beyazlık Berger	Patlama Mukavemeti kPa.	Hidrofilitite sn
22	1	2	7	80	14	30	27,7	148	1
23	1	2	7	80	13	30	75,7	189	1
4	1	2	7	80	12	30	76,4	222	1
24	1	2	7	80	11,5	30	73,7	223	35
25	1	2	7	80	11	30	70,7	223	60
26	1	2	7	80	10	30	55,2	227	120
27	1	2	7	80	9	30	48,8	230	200



Şekil 7.7: pH değerinin beyazlık değerine etkisi.



Şekil 7.8: pH değerinin patlama mukavemeti değerine etkisi.

Şekil 7.7 incelendiğinde; pH 9'dan pH 12'ye kadar beyazlık artmış, pH 12-13 aralığında sabit kalmış, pH 13'ten sonra beyazlık azalmıştır. pH 12'de maksimum beyazlık elde edildiği görülmüştür. Bununla birlikte aktivatörün en iyi pH 12'de etki göstermesidir. pH 12'den sonra hidroliz olayı artmış ve perhidroliz olayına baskın gelerek perasitin stabilitesini azaltmış ve dolayısıyla beyazlığın azalmasına neden olmuş olabilir [2]. pH miktarı alkali oranının artması ile artmış, artan alkali oranı pamuklu kumaşın zarar görmesini artırmış, patlama mukavemetini olumsuz etkilemiştir. Görülmektedir ki pH faktörü hidrojen peroksit ağartma sistemlerinde

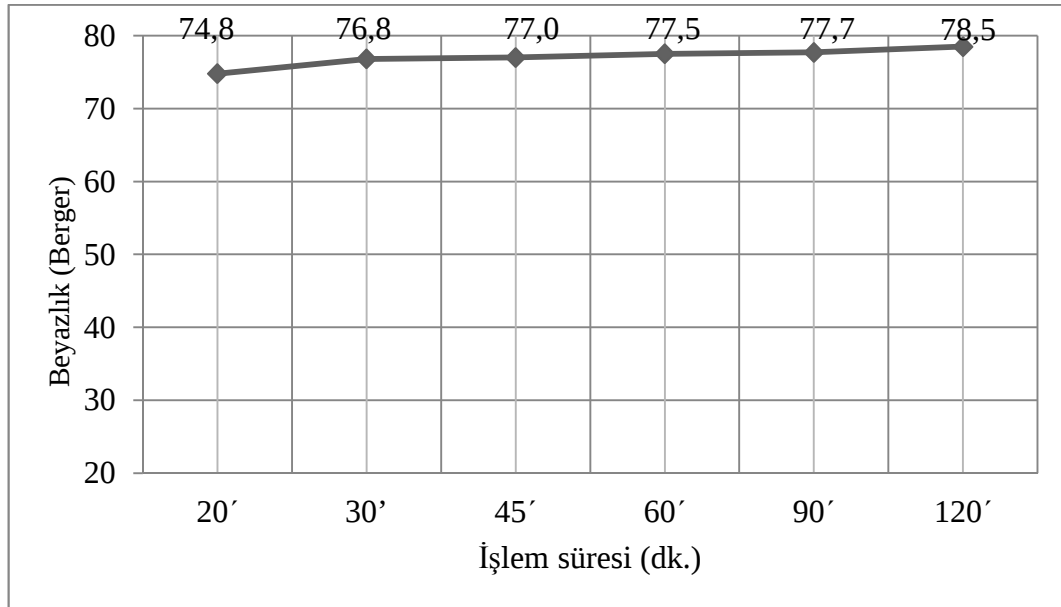
önemli bir rol oynadığı gibi ağartma aktivatörlü peroksit ağartma sistemlerinde de önemli bir rol oynamaktadır. Etkili bir ağartma elde etmek için ağartma banyosunun pH'ını optimize etmek önemlidir.

7.5 Sürenin Ağartma Performansına Etkisi

Ağartma işlemi farklı sürelerde yapılarak, ağartma süresinin ağartma performansına etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 7.6'da gösterilmiş olup, ilgili sonuçlar Şekil 7.9 ve Şekil 7.10'daki gibidir.

Çizelge 7.6: Süre değiştirilerek ağartılan kumaş numunelerinin beyazlık, patlama mukavemeti, hidrofilite sonuçları.

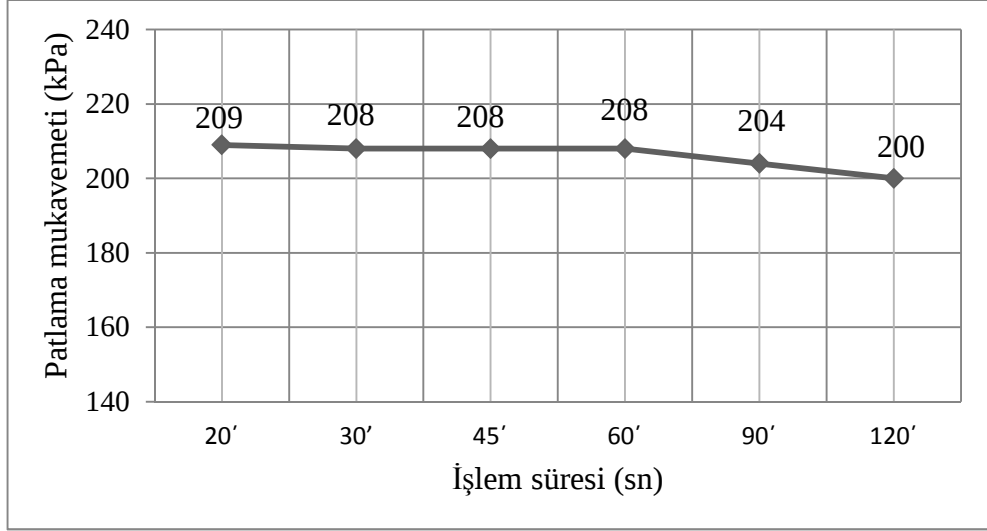
No	İyon Tutucu g/l	Aktivator ml/l	H ₂ O ₂ 50% g/l	Sıcaklık °C	pH	Süre dk.	Beyazlık Berger	Patlama Mukavemeti kPa.	Hidrofilite sn
28	1	2	7	80	12	20	74.8	209	17
29	1	2	7	80	12	30	76.8	208	1
30	1	2	7	80	12	45	77,0	208	1
31	1	2	7	80	12	60	77,5	208	1
32	1	2	7	80	12	90	77,7	204	1
33	1	2	7	80	12	120	78.5	200	1



Şekil 7.9: İşlem süresinin beyazlık değerine etkisi.

Şekil 7.9 incelendiğinde, işlem süresi arttıkça beyazlık artmaktadır. Beyazlık değişimi en fazla ilk 30 dakikada görülmüştür. İlk 30 dakikadan sonra beyazlık

değerindeki değişiklik çok azdır. Buda ağartma işleminin ilk 30 dakikada gerçekleştiğini göstermektedir. Patlama mukavemeti değerleri incelendiğinde işlem süresi arttıkça patlama mukavemetinin düştüğü gözlenmiştir. Ancak buradaki düşüş çok fazla değildir.



Şekil 7.10: İşlem süresinin patlama mukavemeti değerine etkisi.

7.6 Hidrojen Peroksit Miktarının Ağartma Performansına Etkisi

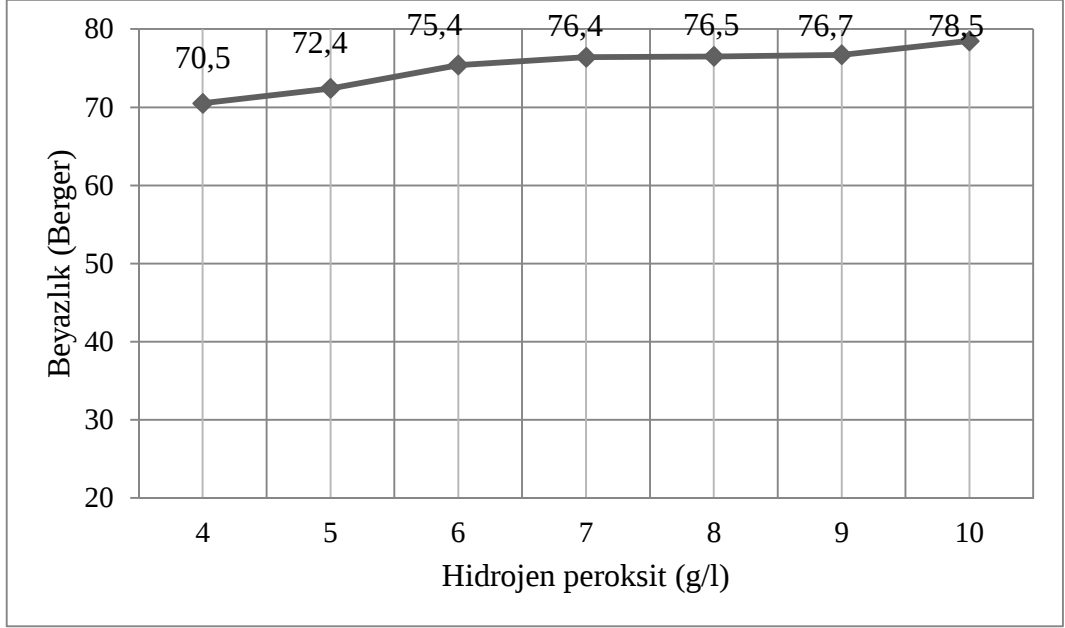
Hidrojen peroksit miktarı 4 ile 10 g/l arasında alınarak, hidrojen peroksit miktarının ağartma performansı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen test sonuçları Çizelge 7.7’de ki gibi olup, sonuçlar Şekil 7.11 ve Şekil 7.12’de grafiklerle gösterilmiştir.

Çizelge 7.7: Hidrojen peroksit miktarı değiştirilerek ağartılan kumaş numunelerinin beyazlık, patlama mukavemeti, hidrofilite sonuçları.

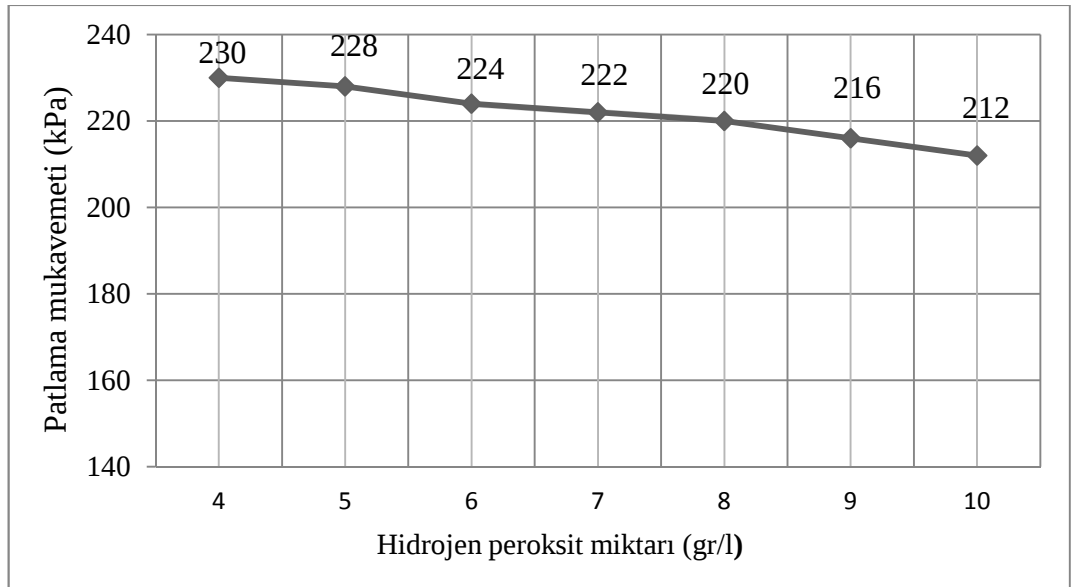
No	İyon Tutucu g/l	Aktivatör ml/l	H ₂ O ₂ 50% g/l	Sıcaklık °C	pH	Süre dk.	Beyazlık Berger	Patlama Mukavemeti kPa.	Hidrofilite sn
34	1	2	4	80	12	30	70,5	230	200
35	1	2	5	80	12	30	72,4	228	60
36	1	2	6	80	12	30	75,4	224	35
4	1	2	7	80	12	30	76,4	222	1
37	1	2	8	80	12	30	76,5	220	1
38	1	2	9	80	12	30	76,7	216	<1
39	1	2	10	80	12	30	78,5	212	<1

Şekil 7.11 incelendiğinde peroksit miktarının artması beyazlık derecesini artırmaktadır. Peroksit miktarı arttıkça ağartmaya sağlayan perhidroksil oranı artarak pamuk üzerinde bulunan yabancı maddeleri oksitleyerek, parçalamıştır ve böylelikle

beyazlık değeriinde artış gözlemlenmiştir. Ancak banyoya fazla miktarda H_2O_2 konulmaya devam edilip bütün yabancı maddelerin oksitlenmesi bittiği halde, ağartma işlemine devam edilirse, organik madde olarak selüloz makromolekülleri reaksiyona girmeye başlamaktadır ve oksiselüloz meydana gelmektedir, buda pamuk liflerinin zarar görmesi demektir. Şekil 7.12’de görüldüğü gibi hidrojen peroksit miktarının artmasıyla pamuk liflerinin zarar görmesi artmış, patlama mukavemeti değeriinde düşüş görülmüştür.



Şekil 7.11: Hidrojen peroksit değeriinin beyazlık değeriine etkisi.



Şekil 7.12: Hidrojen peroksit değeriinin patlama mukavemeti değeriine etkisi.

7.3 Optimizasyon

Yapılan ön denemeler sonucunda değişken parametrelerin -1, 0, +1 seviyeleri Çizelge 6.3'teki gibi seçilmiştir. Daha sonra 6.4'teki gibi tam faktöriyel tasarım çizelgesi elde edilmiştir. İyon tutucu miktarı 1 g/l alınıp, pH 12'de sabit tutulmuştur. Tam faktöriyel tasarım çerçevesinde yapılan test sonuçları Çizelge 7.8'deki gibidir. Çizelge 6.6'da yıldız tasarım ve merkezi seviyedeki deneyler bulunmaktadır. Çizelge 7.9'da ise bu deneylerin sonuçları yer almaktadır.

Çizelge 7.8: Tam faktöriyel deneysel tasarım çerçevesinde yapılan test sonuçları.

No	Beyazlık (Berger)	Patlama Mukavemeti (kPa.)	Hidrofilite (sn.)
1D	62,7	226	120
2D	69,0	229	1
3D	63,7	225	68
4D	69,8	225	1
5D	65,9	221	95
6D	70,6	223	1
7D	69,3	211	60
8D	70,5	221	1
9D	68,9	221	36
10D	71,8	228	1
11D	70,6	209	60
12D	74,1	230	<1
13D	69,6	214	65
14D	74,8	223	1
15D	72,3	210	42
16D	76,4	220	<1

Çizelge 7.9: Yıldız tasarım için yapılmış deneylerin test sonuçları.

Deneme No	Beyazlık (Berger)	Patlama mukavemeti (kPa.)	Hidrofilite (sn.)
K1	67,5	220	60
K2	74,9	217	<1
K3	69,6	229	42
K4	74,3	220	42
K5	68,2	222	54
K6	74,8	214	4
K7	70,0	231	47

Çizelge 7.9 (devam): Yıldız tasarım için yapılmış deneylerin test sonuçları.

K8	74,2	211	15
K9	71,4	216	25
K10	71,0	216	27
K11	71,2	210	24
K12	71,4	218	19
K13	71,5	213	25

Çizelge 7.10'daki ortalama beyazlık analizi incelendiğinde, beyazlık derecesinin üzerinde sıcaklığın en büyük etkiye sahip olduğu, H_2O_2 nin 2., aktivatörün 3., sürenin ise 4. sırada etkili olduğu görülmektedir. Bulunan bu sonuçlar Lim ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmayla benzerlik göstermesine rağmen hidrojen peroksit miktarındaki değişim miktarı aktivatör miktarındaki değişim miktarının etkisi daha önemli bulunmuştur [1].

Çizelge 7.10 :Ortalama beyazlık analizi.

Değişken	Seviye	Ortalama	Fark
Sıcaklık (°C)	70	67,875	4,25
	80	72,125	
Süre (dk.)	20	69,160	1,68
	30	70,840	
Aktivatör miktarı (ml/l)	0,5	68,820	2,35
	2,0	71,125	
H_2O_2 (g/l)	4	67,680	3,63
	7	71,310	
Toplam		70	

Çizelge 7.11'deki ortalama patlama mukavemeti analizi sonuçları incelendiğinde, patlama mukavemeti derecesinin üzerinde sıcaklığın en büyük etkiye sahip olduğu, aktivatör miktarının 2., sürenin 3., H_2O_2 'nin ise 4. sırada etkili olduğu görülmektedir.

Çizelge 7.11: Ortalama patlama mukavemeti analizi.

Değişken	Seviye	Ortalama	Fark
Sıcaklık (°C)	70	217,15	7,61
	80	224,76	
Süre (dk.)	20	223,08	-4,25
	30	218,83	
Aktivatör miktarı (ml/l)	0,5	224,11	-6,3
	2,0	217,81	
H_2O_2 (g/l)	4	222,53	-3,14
	7	219,39	
Toplam		220,96	

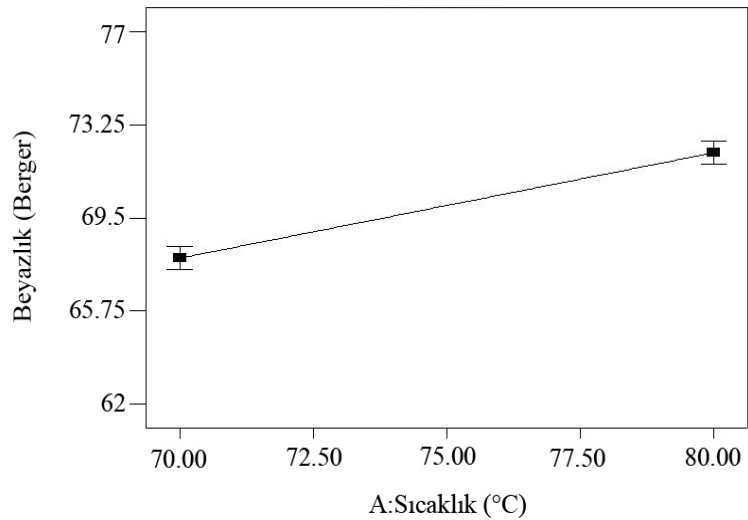
Çizelge 7.12’de beyazlık değeri için Anova çizelgesi verilmiştir. Modelin p-değerinin 0.05’ten küçük olması modelin anlamlı olduğunu göstermektedir. Çizelge 7.12’e bakıldığında modelin p- değeri 0.0001’den küçük çıkmıştır, dolayısıyla model anlamlıdır. Sıcaklık, süre, aktivatör ve peroksit miktarının p-değerlerine ayrı ayrı bakıldığında 0.05’ten küçük olduğu dolayısıyla anlamlı olduğu görülmektedir. Ayrıca sıcaklık, aktivatör ve peroksit miktarı arasındaki etkileşimin anlamlı olduğu görülmektedir.

Çizelge 7.12: Beyazlık değeri için ANOVA çizelgesi.

Kaynak	Karelerin toplamı	Karelerin ortalaması	F değeri	p-değeri Prob>F
Model	198,60	24,83	39,52	< 0,0001
A-Sıcaklık	72,25	72,25	115,01	< 0,0001
B-Süre	11,22	11,22	17,86	0,0039
C-Aktivatör	22,09	22,09	35,16	0,0006
D-Peroksit	85,56	85,56	136,20	< 0,0001
ACD	5,52	5,52	8,79	0,0210
Kalan	4,40	0,63		
Toplam	203			

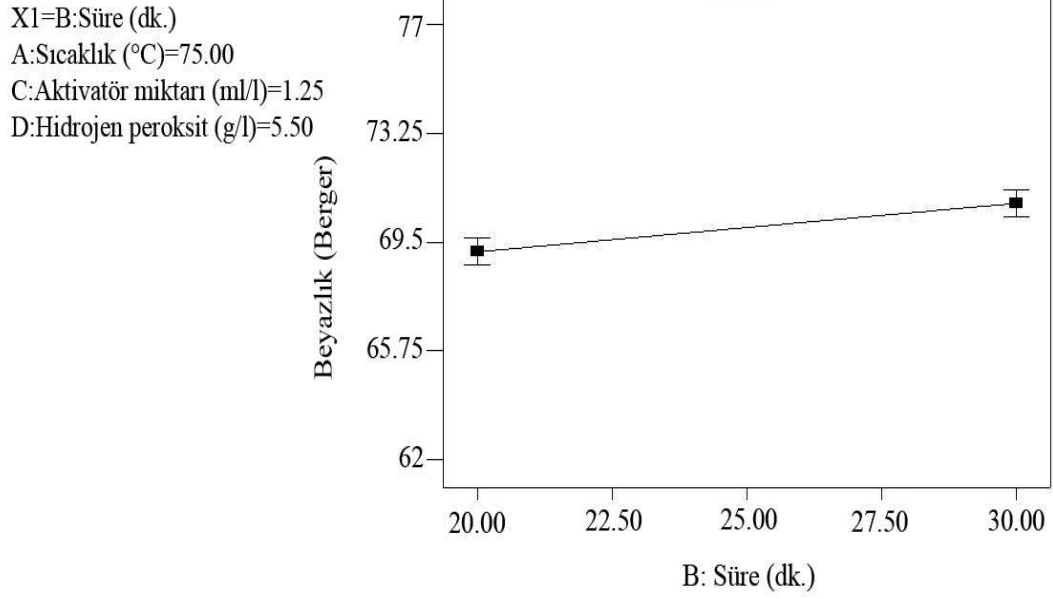
Şekil 7.13’te sıcaklığın beyazlık derecesine etkisi gösterilmiştir. Sıcaklık arttıkça beyazlık artmıştır.

X1=A:Sıcaklık (°C)
B:Süre (dk.)=25.00
C:Aktivatör miktarı(ml/l)=1.25
D:Hidrojen peroksit (g/l)=5.50



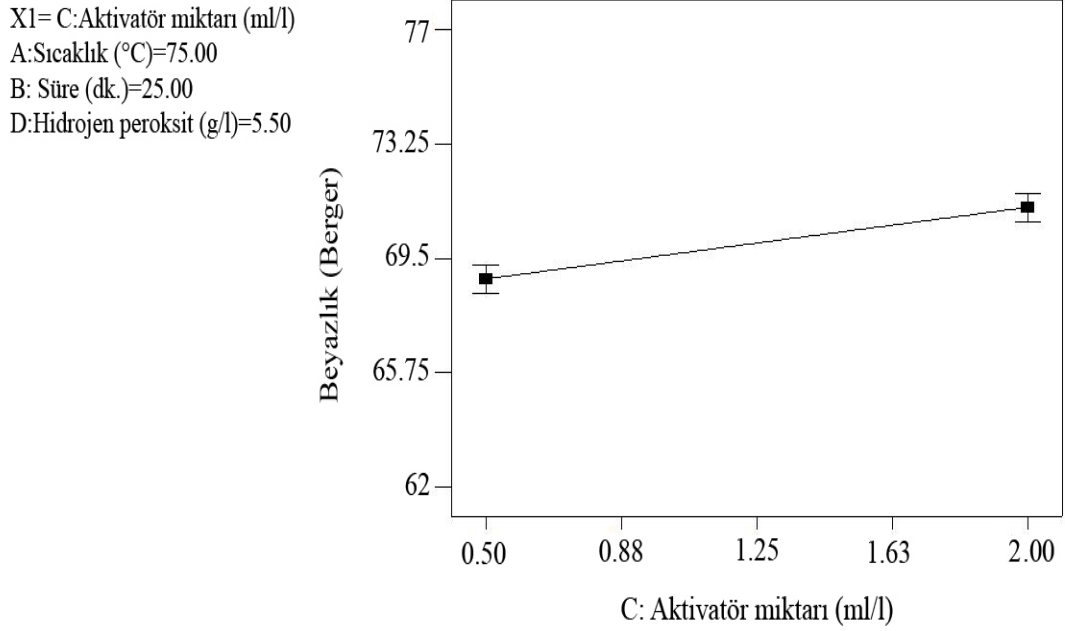
Şekil 7.13: Sıcaklığın beyazlık derecesi üzerindeki etkisi.

Şekil 7.14’te sürenin beyazlık derecesine etkisi gösterilmiştir. Süre arttıkça beyazlık artmıştır.



Şekil 7.14: Sürenin beyazlık derecesi üzerindeki etkisi.

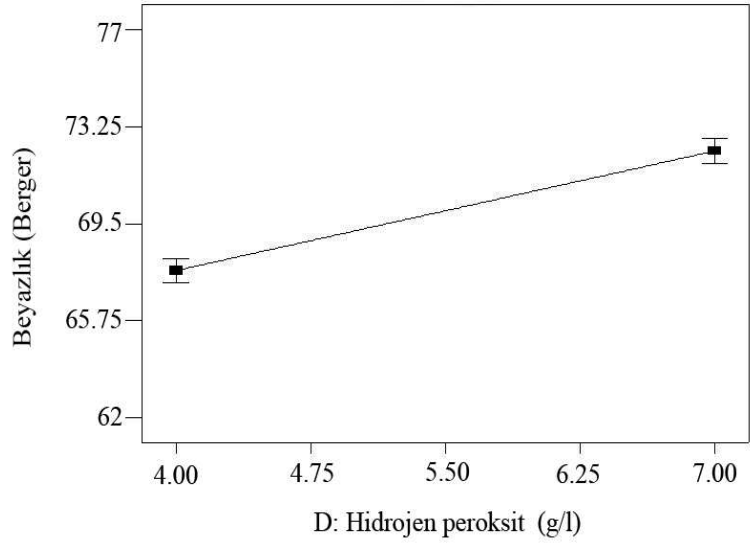
Şekil 7.15'te aktivatör miktarının beyazlık derecesine etkisi gösterilmiştir. Aktivatör miktarı arttıkça beyazlık artmıştır.



Şekil 7.15: Aktivatör miktarının beyazlık derecesi üzerindeki etkisi.

Şekil 7.16'te peroksit miktarının beyazlık derecesine etkisi gösterilmiştir. Peroksit miktarı arttıkça beyazlık artmıştır.

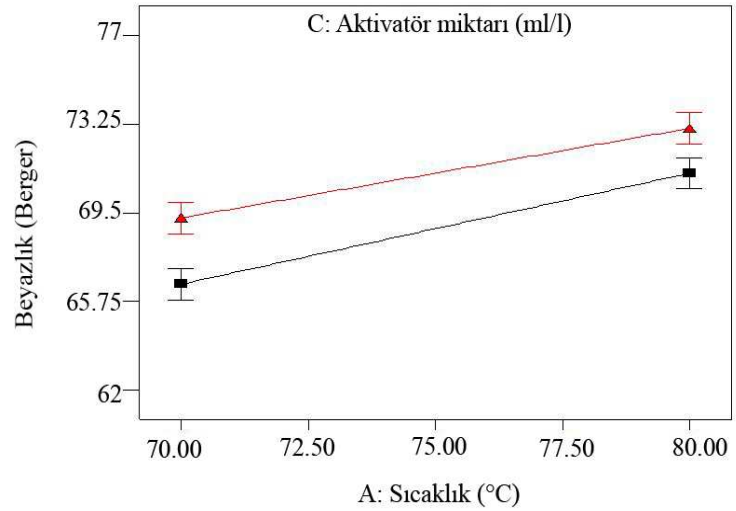
X1= D:Hidrojen peroksit (g/l)
A:Sıcaklık (°C)=75.00
B:Süre (dk.)=25.00
C:Aktivatör miktarı (ml/l)=1.25



Şekil 7.16: Hidrojen peroksit miktarının, beyazlık derecesi üzerindeki etkisi.

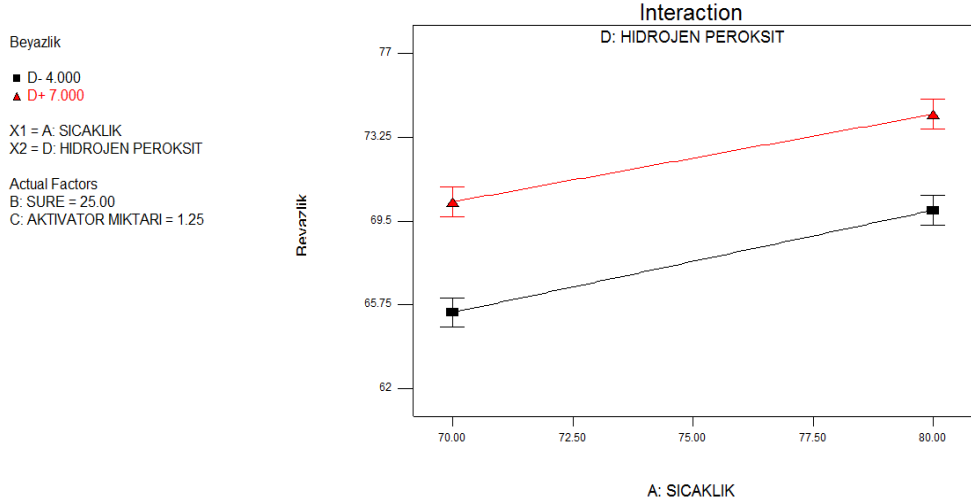
Şekil 7.17’te Sıcaklık ve aktivatör miktarının beyazlık derecesine etkisi gösterilmiştir. Düşük sıcaklıkta aktivatör miktarındaki değişikliğin beyazlık değerine etkisi, yüksek sıcaklıkta aktivatör miktarındaki değişikliğin beyazlık değerine etkisine oranla daha fazla olduğu görülmektedir.

■ C-0.500
▲ C+2.000
X1= A:Sıcaklık (°C)
X2=C:Aktivatör miktarı (ml/l)
B:Süre (dk.)=25.00
D:Hidrojen peroksit (g/l)= 5.50



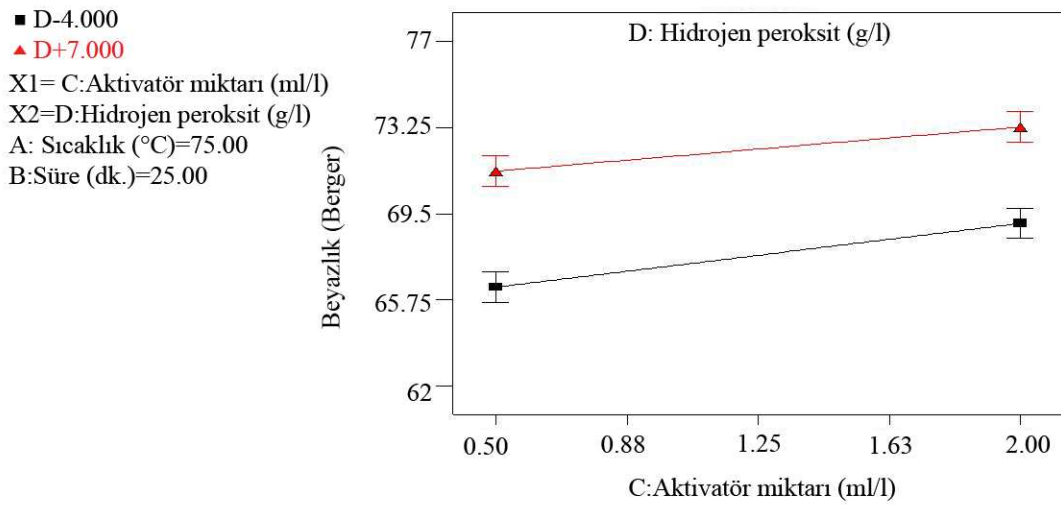
Şekil 7.17: Sıcaklık ve aktivatör miktarının beyazlık derecesi üzerindeki etkisi.

Şekil 7.18’de sıcaklık ve peroksit miktarının beyazlık derecesine etkisi gösterilmiştir. Düşük sıcaklıkta peroksit miktarındaki değişimin beyazlığa etkisi ile yüksek sıcaklıktaki peroksit miktarının değişimin beyazlığa etkisi hemen hemen aynıdır.



Şekil 7.18: Sıcaklık ve peroksit miktarının beyazlık derecesi üzerindeki etkisi.

Şekil 7.19’da aktivatör ve peroksit miktarının beyazlık derecesine etkisi gösterilmiştir. Düşük aktivatör miktarında, peroksit miktarındaki değişimin beyazlığa etkisi ile; yüksek aktivatör miktarında peroksit miktarındaki değişiminin beyazlığa etkisi hemen hemen aynıdır.



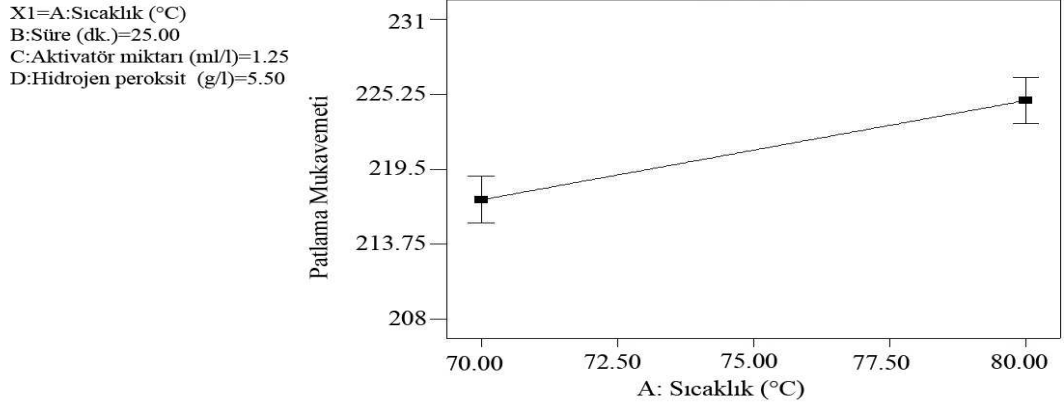
Şekil 7.19: Aktivatör ve peroksit miktarının beyazlık derecesi üzerindeki etkisi.

Çizelge 7.13’de patlama mukavemeti değeri için Anova çizelgesi verilmiştir. Modelin p-değerinin 0.05’ten küçük olması modelin anlamlı olduğunu göstermektedir. Çizelge 7.13’e bakıldığında modelin p-değeri 0.0005 çıkmıştır, dolayısıyla model anlamlıdır. Sıcaklık, süre, aktivatör ve peroksit miktarının p-değerlerine ayrı ayrı bakıldığında 0.05’ten küçük olduğu, dolayısıyla anlamlı olduğu görülmektedir.

Çizelge 7.13 : Patlama mukavemeti değeri için ANOVA çizelgesi.

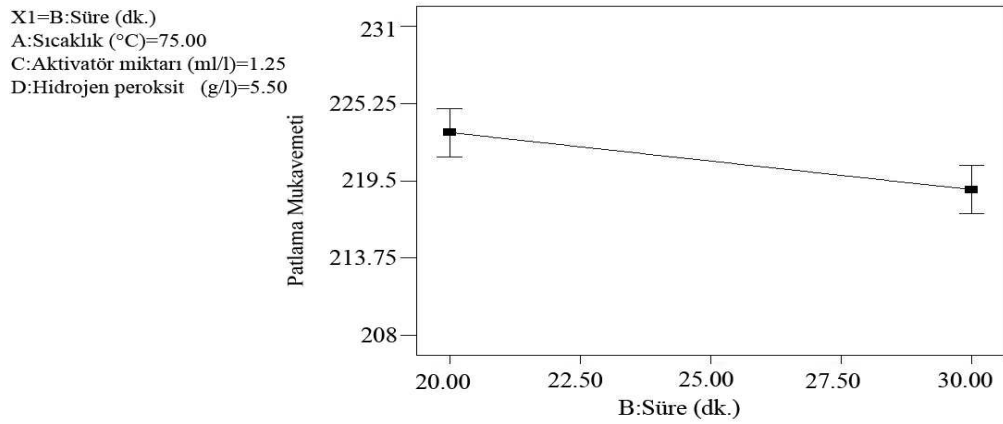
Kaynak	Karelerin toplamı	Karelerin ortalaması	F değeri	p-değeri Prob>F
Model	595,51	99,25	13,12	0,0005
A-Sıcaklık	232,56	232,56	30,75	0,0004
B-Süre	72,25	72,25	9,55	0,0129
C-Aktivatör	158,76	158,76	20,99	0,0013
D-Peroksit	39,69	39,69	5,25	0,0477
AD	56,25	56,25	7,44	0,0233
Kalan	68,06			
Toplam	663,58			

Şekil 7.20’de sıcaklık miktarının patlama mukavemeti üzerinde etkisi gösterilmiştir. Sıcaklık artıkça patlama mukavemeti artmıştır.



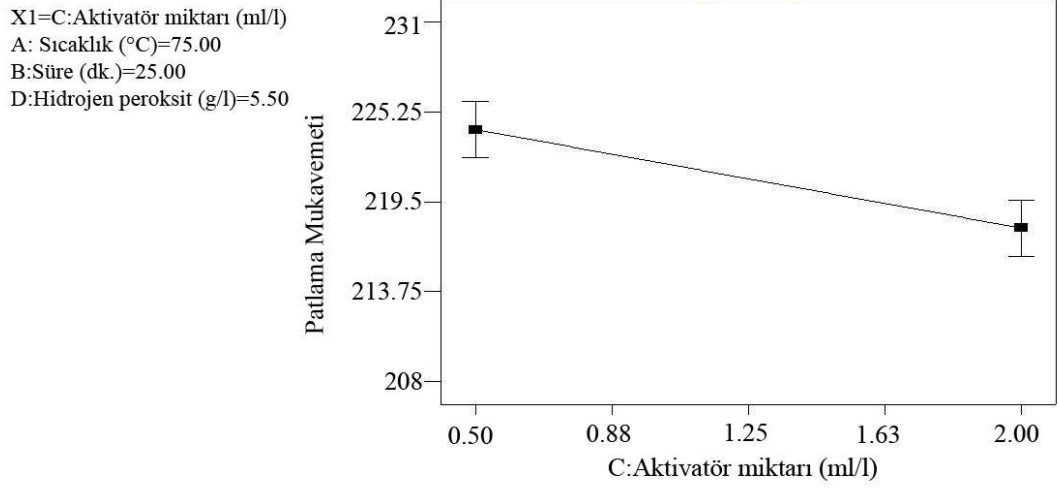
Şekil 7.20: Sıcaklığın patlama mukavemeti üzerindeki etkisi.

Şekil 7.21’de sürenin patlama mukavemeti üzerinde etkisi görülmektedir. Süre artıkça patlama mukavemeti azalmıştır.



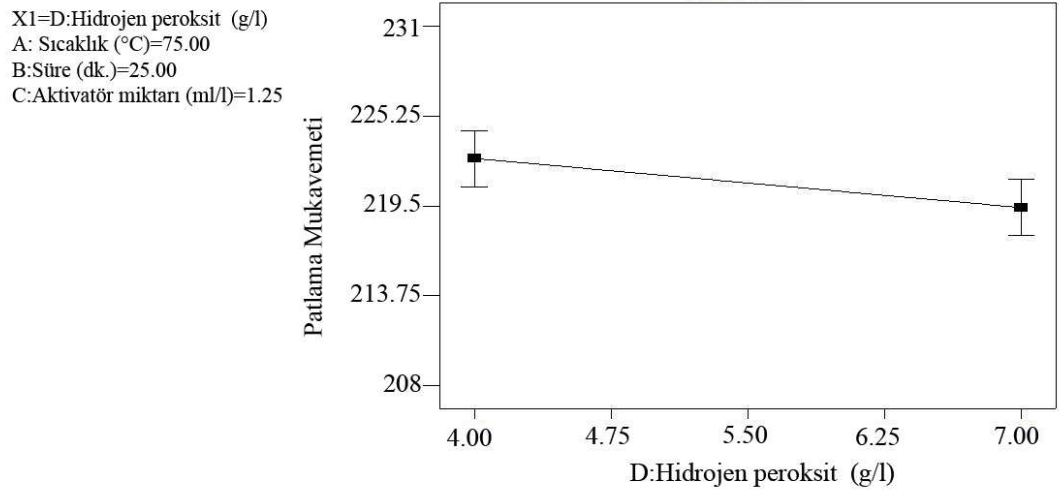
Şekil 7.21: Sürenin patlama mukavemeti üzerindeki etkisi.

Şekil 7.22’de aktivatör miktarının patlama mukavemeti üzerinde etkisi gösterilmiştir. Aktivatör miktarı artıkça patlama mukavemeti azalmıştır.



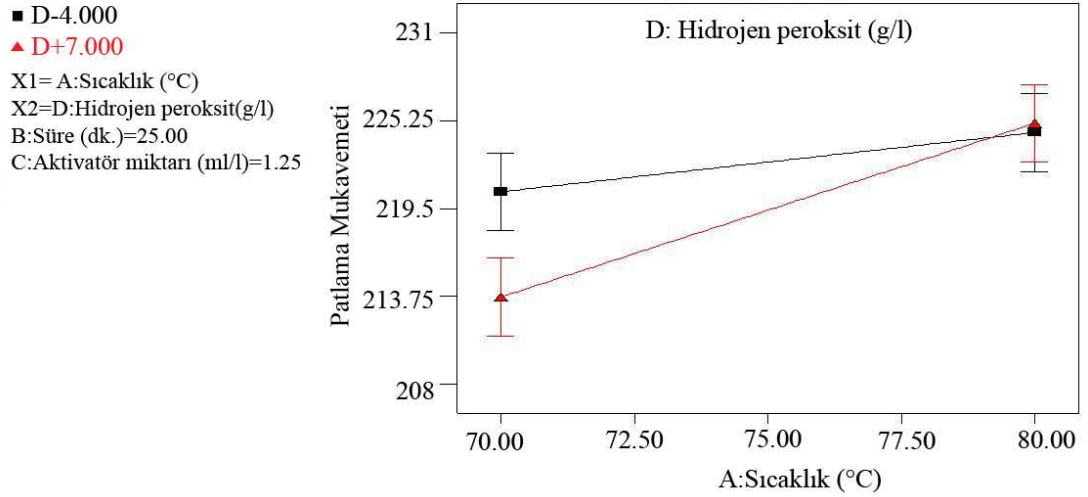
Şekil 7.22: Aktivatör miktarının, patlama mukavemeti üzerindeki etkisi.

Şekil 7.23’de peroksit miktarının patlama mukavemeti üzerinde etkisi gösterilmiştir. Peroksit miktarı artıkça patlama mukavemeti azalmıştır.



Şekil 7.23: Peroksit miktarının, patlama mukavemeti üzerindeki etkisi.

Şekil 7.24’de peroksit miktarının ve sıcaklığın patlama mukavemeti üzerinde etkisi gösterilmiştir. Düşük sıcaklıktaki peroksit miktarındaki değişimin patlama mukavemetine etkisi, yüksek sıcaklıktaki peroksit miktarındaki değişimin patlama mukavemetine etkisinden daha fazladır.



Şekil 7.24: Sıcaklık ve peroksitin, patlama mukavemeti üzerindeki etkisi.

Design expert 6 programını kullanarak merkezi kompozit tasarım neticesinde optimizasyon yapılmıştır. Beyazlık (berger) değeri için ideal değer 70, hidrofilite için ideal sürenin 5 sn ve patlama mukavemeti için ideal değer 200 kPa olduğu kabul edilmiştir. Optimizasyon için bu şartlar kısıt olarak girilmiştir. Bu kısıtlar çerçevesinde elde edilen optimum reçete Çizelge 7.14'teki gibidir. Bu optimum değerde program tarafından tahmin edilen sonuç ile işletmede yapılan testin sonucu Çizelge 7.15'teki gibidir.

Çizelge 7.14 : Elde edilen optimum reçete.

Hidrojen peroksit (g/l)	4
İyon tutucu(g/l)	1
Sıcaklık (°C)	80
Aktivatör (ml/l)	2
Süre (dk.)	20
pH	12
F .O	1/10

Çizelge 7.15 : Tahmin edilen ve ölçülen test sonuçları.

	Tahmin edilen değer	Ölçülen değer
Beyazlık (Berger)	71,4	70,6
Patlama mukavemeti (kPa.)	222	223
Hidrofilite (sn.)	1	1

Optimum reçete uygulanarak ağartma yapılan kumaşın beyazlık değeri 70.6 berger, patlama mukavemeti değeri 223, hidrofilitesi ise 1 saniyedir. Bu sonuçlar program tarafından tahmin edilen sonuca oldukça yakın çıkmıştır.

8. TARTIŞMA

Bu çalışmada, % 100 pamuklu örme kumaş katyonik ağartma aktivatör kullanılarak hidrojen peroksit ile ağartılmıştır ve ağartmaya etki eden faktörler belirlenerek, ağartmanın optimizasyonu yapılmıştır.

Çalışmada ilk olarak, % 100 pamuklu süprem kumaşların hidrojen peroksit ile ağartılmasında katyonik ağartma aktivatörü kullanıldığı zaman iyon tutucunun, pH'ın, sıcaklığın, sürenin, hidrojen peroksit ve aktivatör miktarının ağartmaya etkisinin ne olduğu araştırılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. İyon tutucu miktarındaki değişiklik sonuçları çok etkilememiş olup bu değer optimizasyon deneylerinde 1 ml/l olarak alınmıştır.
2. Aktivatör en iyi pH 12'de etkili sonuç vermiştir daha sonraki optimizasyon deneyleri için pH değeri 12 olarak alınmıştır.
3. Sıcaklık arttıkça beyazlık ve patlama mukavemeti değerlerinde artmıştır.
4. Peroksit miktarı arttıkça beyazlık değeri artmış, patlama mukavemeti değeri azalmıştır.
5. Aktivatör miktarı arttıkça beyazlık değeri artmış, patlama mukavemeti değeri azalmıştır.
6. Süre arttıkça beyazlık değeri artmış, patlama mukavemeti değeri azalmıştır.

Sıcaklık, süre, hidrojen peroksit ve aktivatör miktarının ağartma sonuçlarına katkısı anlamlı bulunmuş olup optimizasyon deneylerinde bu değerlerin en iyi performans gösterdiği aralıklar alınmıştır. Yapılan optimizasyon deneyleri sonucunda değişken parametrelerin beyazlık değerine etkisi çoktan aza sırasıyla sıcaklık, hidrojen peroksit miktarı, aktivatör miktarı ve sürenin olduğu görülmüştür. Değişken parametrelerin patlama mukavemeti değerine etkisi çoktan aza sırasıyla sıcaklık, aktivatör miktarı, süre ve hidrojen peroksit miktarının olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmanın anlamlı olup olmadığı Anova çizelgesi kullanılarak incelenmiş, yapılan

Çalışma anlamlı bulunmuştur. Ayrıca çalışmadaki değişken parametrelerin anlamlı olup olmadığı incelenmiş; pH, sıcaklık, hidrojen ve aktivatör miktarının ağartma performansına etkisi anlamlı bulunmuştur. Bunun yanısıra merkezi kompozit tasarım programı vasıtasıyla parametreler arasındaki etkileşimin ağartma üzerindeki etkisinin anlamlı olup olmadığı incelenmiş, yapılan incelemeler sonucunda sıcaklık-aktivatör miktarı, sıcaklık hidrojen peroksit miktarı ve aktivatör miktarı-peroksit miktarı arasındaki etkileşimlerin beyazlık değerine etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür. Ayrıca peroksit miktarı ile sıcaklık arasındaki etkileşimin patlama mukavemeti değerine etkisinde anlamlı olduğu görülmüştür.

Yapılan bu çalışmanın sonrasında merkezi kompozit tasarım programı kullanarak ağartma işlemi optimize edilmiş, program tarafından optimize edilmiş ağartma reçetesi alınarak, işletmede bu reçete uygulanmıştır. Yapılan uygulama sonucunda program tarafından tahmin edilen sonuçlar ile işletmede elde edilen sonuçlar oldukça yakın çıkmıştır.

Bu sonuçlara dayanarak ağartma aktivatörlerinin eklenmesiyle geleneksel ağartma yöntemine oranla aynı beyazlık derecesini daha düşük sıcaklıkta, zamanı düşürerek elde etmek mümkündür. Dolayısıyla aktivatörlerin tekstil sektöründe hidrojen peroksit ağartmasının etkisini artırmak için kullanılabileceği söylenilebilir. Ağartma işleminde aktivatör kullanımı; ağartma işleminin düşük sıcaklıkta ve daha kısa sürede yapılabilmesi, daha az enerji sarfiyatı dolayısıyla düşük maliyete ulaşmayı, kumaşın daha az zarar görmesini sağlamaktadır. Ayrıca bu çalışmalara ilave olarak ağartma öncesinde pişirme işlemi yapılmasıyla hidrofilite değerleri iyileştirilerek istenilen sonuca daha düşük sıcaklıkta ancak nispeten daha fazla miktarda kimyasal kullanarak ulaşmak mümkündür. Bunun yanısıra ağartma işlemi sonrasında boyama yapılarak aktivatörün pamuklu örme kumaşın boyanma performansı üzerindeki etkisi gelecek çalışmalarda incelenebilir.

KAYNAKLAR

- [1] LIM, S. H., GURSOY, N. C., HAUSER, P., HINKS, D. (2004). Performance of a New Cationic Bleach Activator on a Hydrogen Peroxide Bleaching System. *Color. Technol.* 120, p.114-118.
- [2] GURSOY, N. C., EL-SHAFEI, A., HAUSER, P. J., HINKS, D. (2004). Cationic Bleach Activators for Improving Cotton Bleaching. *AATCC Rev.* 4, p. 37-40.
- [3] SHAO, J., HUANG, Y., WANG, Z., LIU, J. (2010). Cold Pad–Batch Bleaching of Cotton Fabrics with a TAED/H₂O₂ Activating System. *Color. Technol.*, 126, p 103-108.
- [4] LEE, J. J., LIM, S. H., HAUSER, P. J., HINKS, D. (2005). Stability of a Novel Cationic Bleach Activator in Aqueous Solution. *Color. Technol.* 121, p.37-40.
- [5] GURSOY, N. C., LIM, S.H., HINKS, D., HAUSER, P.J. (2004). Evaluating Hydrogen Peroxide Bleaching with Cationic Bleach Activators in a Cold Pad-Batch Process. *Textile Res. J.* 74, p.970-976.
- [6] XU, C. (2009). *The Chemistry and Perception of Fluorescent White Textile Materials*. North Carolina, Proquest LLC, p.103-110,131-190.
- [7] LAVRIČ, P. K., KOVAČ, F., TAVČER, P. F., HAUSER, P. J., HINKS, D. (2007). Enhanced PAA Bleaching of Cotton by Incorporating a Cationic Bleach Activator. *Color. Technol.*, 123, p. 230-236.
- [8] HOU,A., ZHANG,X., ZHOU,Y. (2010). Low Temperature Bleaching of Cellulose fabric with (N-[4-triethylammoniomethyl]-benzoyl) Caprolactam Chloride as Novel Cationic Activator for H₂O₂ Bleaching. *Elsevier Ltd.* 82, 618-622.
- [9] IBRAHIM N.A., SHARAF S. S., HASHEM M. M. (2010). A Novel Approach for Low Temperature Bleaching and Carbamoylethylation of Cotton Cellulose. *Elsevier Ltd.* 82, p.1248-1255.
- [10] HEBEISH, A., HASHEM, M., SHAKER, N., RAMADAN, M. EL- SADEK, B., HADY, M. A. (2009). New Development for Combined Bioscouring and Bleaching of Cotton-Based Fabrics .*Elsevier Ltd.* 78, p.961-972.
- [11] LEWIN, M. Et.al. (2006). *Handbook of Fiber Chemistry*. Newyork: CRC, p. , 536-537.
- [12] DAYIOĞLU, H., KARAKAŞ, H. (2007). *Elyaf Bilgisi*. İstanbul, p. 33-41.
- [13] ÇOBAN, S., (1999), Genel Tekstil Terbiyesi ve Bitim İşlemleri, E.Ü. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Mer., 975-483-457-1, İzmir.

- [14] MATHER, R. R.; WARDMAN, R. H. (2011), *Chemistry of Textile Fibres*. Royal Society of Chemistry, p. 25-29.
- [15] ANIŞ, P. (1998). *Tekstil Ön Terbiyesi*. Uludağ Üniversitesi. Bursa. S.1-102.
- [16] GORDON, S, HSIEH, Y. L. 2007. *Cotton: Science and Technology*. Cambridge, Woodhead Pub. Lim, p.3-4.
- [17] SHORE, J. ed. (1995). *Cellulosics Dyeing*. Oxford: Society of dyers and colourists, 4, 110-136.
- [18] GÜRSOY, N.Ç., HAUSER, P. (2010). Yeni Katyonik Ağartma Aktivatörleri Kullanılarak Ağartılmış Pamuklu Örme Kumaşların Boyama Özelliklerinin İncelenmesi *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2, p. 155-161.
- [19] TARAKÇIOĞLU, I., (1979). *Tekstil Terbiyesi ve Makinaları*. Ege Üniversitesi, Cilt:1, sf. 197-226.
- [20] ERDEN, E. (2009). *Pamuklu Dokuma Kumaşların Mikrobiyal İşlemlerle Ağartılması*. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- [21] ÇEBİÇİ, C. (2006). *Pamuklu dokuma kumaşların mersevizasyon çalışma şartlarının belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, K.Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- [22] YURDAKUL, A., ATAV, R. (2004). *Genel Terbiye Teknolojisi*. İzmir, p.13-16.
- [23] ÇAĞILTAY, F. (2012). *Pamuklu Örme Kumaşlarda Yağ Sökme Prosesinin İncelenmesi ve İyileştirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [24] SARIŞIK, M. (2001). *Tekstil Terbiye İşlemlerinde Enzimler*, İzmir: DEÜ. Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, p. 41.
- [25] ÇİFTÇİ, A., ÇİFTÇİ, F. (1991). *Pamuklu Kumaşlarda Terbiye Hataları ve Bunların Önlenmesinde Proses Kontrolünün Rolü*. Bursa :SAGEM.
- [26] DAVULCU, A. (2008). *Pamuklu Kumaşların Ön Terbiye Proseslerinin Enzimatik Yöntemlerle Kombine Edilmesi Üzerine Bir Araştırma*. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi.
- [27] ERDEN, E. (2009). *Pamuklu Dokuma Kumaşların Mikrobiyal İşlemlerle Ağartılması*. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi.
- [28] KARMAKAR, S. R. (1999). *Textile Science and Technology*. India, Elsevier, p. 1-4,160-174,181-188.
- [29] CARDAMONE JM, MARMER WN. (1995). The Whitening of Textiles. In: Carr C.M, (Ed). *Chemistry of The Textile Industry*. New York: Blackie Academic & Professional, p.46–66.
- [30] GÜRSOY, N. Ç. (1994). *Hidrojen peroksit Ağartmasının Kumaş ve Boyama Özelliklerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- [31] CHOUDHURY, A. K. R., (2006). *Textile preparation and Dyeing*. USA, Science publishers, p.181-192, 259-292.
- [32] İNKAYA,T., EREN, H. A., ANIŞ, P. (2007). *Pamuk Ağartılmasında Lakkaz/Mediatör Sistemlerinin Oksijen ve Ozon ile Kombine Edilmesi*.

Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi. 14(1), p. 77-82.

- [33] **DERELİ, S.** (2006). *Ozon, Uv, Ultrason Teknolojileri ve Kombinasyonlarının Ön Terbiye İşlemlerinde Uygulanabilirliğinin Araştırılması.* Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi.
- [34] **BOZ, S.** (2008). *Ultrasonik Enerjinin Konfeksiyon Sanayinde Kullanımının İncelenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi.
- [35] **DURAN,K., PERİNCEK, S.D., KÖRLÜ, A.E.,BAHTİYARİ.,M.İ.** (2007). *Ultrason Teknolojisinin Tekstilde Kullanım Olanakları.* 3, p.162-166.
- [36] **GÜRKAN, S.** (2012). *Organik Pamuklu Örme Kumaşların Ultrasound Teknolojisi ile Terbiye Yöntemleri.* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [37] **XU,C., HINKS, D.EL-SHAFEI, A., HAUSER, P., LI, M., ANKENY, M., LEE,K.** (2011). Rewiew of Bleaching Activators for Environmentally Efficient Bleaching of Textiles. *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics* .4:3, p.209-219.
- [38] **XU, C., SHAMEY R., HINKS D.** (2010). Activated Peroxide Bleaching of Regenerated Bamboo Fiber Using a Butyrolactam-Based Cationic Bleach Activator. *Springer.* 17, p. 339–347.
- [39] **XU C, HINKS D, SHAMEY R.** (2011). Development of a Novel bleaching Process for Cellulosic Fibers. *AATCC.*
- [40] **LIM S. H, LEE J. J, HINKS D, HAUSER P.** (2005). Bleaching of Cotton with Activated Peroxide Systems. *Color Technol*, 121, 89-95.
- [41] **LEE, J.J., HINKS, D., LIM, S.H., HAUSER, P.** (2010). Hydrolytic Stability of a Series of Lactam-Based Cationic Bleach Activators and Their Impact on Cellulose Peroxide Bleaching. *Springer.*, p.671–678.
- [42] **LIM S. H, LEE J. J, HINKS D, HAUSER P.** (2005). Bleaching of Cotton with Activated Peroxide Systems. *Color Technol*, 121, 89-95.
- [43] **Box, G.E.P., Hunter, J.S. and Hunter, W.G.,** 2005. *Statistics for Experimenters: Design, Innovation and Discovery,* John Wiley & Sons, New Jersey.
- [44] **Url-1** <<http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/>> (İndirilebilir doküman: <http://www.wmo.int/pages/prog/gcos/documents/gruanmanuals/NIST/ehb-chapters-1-8.pdf>), alındığı tarih 17.04.2013.
- [45] **INTERNATIONAL STANDART.** 1999. *ISO 13938-2. Bursting strength.ISO.*
- [46] **AATCC.** 110-2005, Standard Test Method for Whiteness of Textiles, *American Association of Textile Chemists and Colorists,* 2006.
- [47] **TÜRK STANDART ENSTİTÜSÜ.** 1985. *TS 866. Su damlası metodu.* TSE. 39- ISO 13938-2:1999.

EKLER

EK A: Anova çizelgesi (devam).

EK A: Anova çizelgesi (devam).

Cizelge-A.1: Beyazlık ve patlama mukavemeti için Anova çizelgesi (devam).

	Beyazlık	Patlama Mukavemeti
Std dev. (Standart sapma)	0.79	2.75
Mean (Ortalama)	70	220.96
C.V % (Varyans katsayısı)	1.13	1.24
R^2	0.9783	0.8974
Adj R^2 (Düzeltilmiş R^2)	0.9536	0.8290

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Semiha POLAT

Doğum yeri ve tarihi: Yozgat / 03.08.1986

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Yüksek Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği, 2010 –

Lisans: Uşak Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği, 2005-2009

Lise: Yozgat Anadolu Lisesi, 2000-2004

Mesleki Deneyim:

LC Waikiki Mağazacılık, Satın Alma Uzman Yardımcısı, 2011-