

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ISIRGAN OTU LİFİNDEN ÜRETİLEN KUMAŞLARIN ÖN TERBİYE
İŞLEMLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mutlu KURBAN**

Anabilim Dalı : Tekstil Mühendisliği

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Arzu YAVAŞ

OCAK 2012

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY FORMU

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 091221018 nolu öğrencisi Mutlu KURBAN tarafından hazırlanan “**ISIRGAN OTU LİFİNDEN ÜRETİLEN KUMAŞLARIN ÖN TERBİYE İŞLEMLERİNİN ARAŞTIRILMASI**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı Doç. Dr. Hüseyin Aksel EREN (UÜ)

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Arzu YAVAŞ (PAÜ)
Jüri Üyesi :


Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Ozan O. AVINÇ (PAÜ)

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 08/02/2012. tarih ve .04/2.1..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.


Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
Prof. Dr. Nuri KOLSUZ

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

İmza

: 

Öğrenci Adı Soyadı : Mutlu KURBAN

ÖNSÖZ

Bu çalışmada ekolojik bir lif olan ısırgan otundan elde edilmiş kumaşların ön terbiye işlemleri araştırılmıştır. Bunun için tekstil materyali farklı ağartma maddeleri ile ağartılmıştır. Ağartma sonunda numunelerin beyazlık, hidrofilit ve mukavemet değerleri incelenerek en uygun ağartma reçeteleri belirlenmiştir. Bu çalışmanın gerçekleşmesinde katkıda bulunan ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen danışmanım Yrd. Doç. Dr. Arzu YAVAŞ'a, tez çalışması sırasında fikirleriyle bizi yönlendiren Yrd. Doç. Dr. Ozan O. AVİNÇ'e, çalışmanın Uludağ Üniversitesi'ndeki bölümünde yardımcı olan Doç.Dr. Hüseyin Aksel EREN'e, ilk okuldan başlayarak yüksek lisansa kadar derslerime giren/girmeyen tüm hocalarıma, 2010 FBE 035 projesi ile destek olduğu için BAP kurumuna, çalışmalarım sırasında destek sağlayan çalışma arkadaşlarıma, desteğini esirgemeyen ve hayatımı paylaşıp güzelleştiren eşim Tekstil Yüksek Mühendisi Nazime SEYREK KURBAN'a, varlığıyla tüm sıkıntılarımızı unutturan ve neşe kaynağımız olan biricik oğlum Burak Efe KURBAN'a, bu günlere gelmemde büyük emekleri olan babam Halis KURBAN'a ve annem Fatma KURBAN'a teşekkür ederim.

Ocak 2012

Mutlu KURBAN

Tekstil Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	xii
SUMMARY	xii
1. GİRİŞ	1
2. ISIRGAN OTUNUN GENEL ÖZELLİKLERİ	3
2.1 Isırgan Otunun Tanımı	6
2.2 Isırgan Otunun Üretim Şekli	6
2.3 Isırgan Otunun Yetiştirilmesi İçin Gerekli Şartlar.....	7
2.4 Isırgan Otunun Kullanım Alanları.....	8
3. ISIRGAN OTU LİFİNİN TEKSTİLDE KULLANIMI VE GENEL ÖZELLİKLERİ	9
3.1 Isırgan Otundan Lif Eldesi	10
3.1.1 Hasat	11
3.1.2 Yumuşatma (Çürütme).....	11
3.1.3 Zambak çıkarma, kırma-dövme-temizleme ve tarama.....	12
3.1.4 Eğirme	14
3.2 Isırgan Otu Lifinin Özellikleri.....	15
3.2.1 Lif uzunluğu.....	19
3.2.2 Lif inceliği	19
3.2.3 Lifin mukavemet-uzama davranışı.....	21
3.2.4 Lifin nem tutma kapasitesi	24
3.3 Isırgan Lifinin Tanınması ve Sak Liflerinin Birbirinden Ayırt Edilmesi.....	26
3.4 Organik Isırgan Lifi Üretimine Avantajları.....	30
3.5 Ön Terbiye İşlemleri	31
4. LİTERATÜR ÖZETİ	33
5. MATERYAL VE METOT	36
5.1 Materyal	36
5.1.1 Ağartma yapılacak materyal	36
5.1.2 Çalışmada kullanılan kimyasal ve yardımcı maddeler	36
5.2. Metot.....	37
5.2.1 Uygulanan işlem adımları.....	37
5.2.2 Çalışmada kullanılan cihazlar ve makineler.....	40
5.2.2.1 Boyama cihazı.....	40
5.2.2.2 Ozon jeneratörü ve ultrasonik prob.....	40
5.2.2.3 Renk ölçüm cihazı	41
5.2.2.4 Mikrodalga fırın.....	42
5.2.2.5 Kopma mukavemeti testi cihazı	43
5.2.3 Çalışmada uygulanan testler ve yapılan ölçümler.....	43
5.2.3.1 Kumaş üzerinde haşıl sökme derecesi tayin yöntemi	43
5.2.3.2 Beyazlık derecesi ölçümü	44
5.2.3.3 Hidrofilite testi.....	44
5.2.3.4 Kopma mukavemeti testi	45
5.2.3.5 Oksiselüloz oluşumunun tespiti	46
5.2.3.6 KOİ (Kimyasal oksijen ihtiyacı) ölçümü	46
6. BULGULAR VE TARTIŞMA	47

6.1 Isırgan Kumaşların Yükseltgen Ağartma Maddeleri İle Ağartılmasına Ait Denemeler	47
6.1.1 Potasyum permanganat (KMnO_4) ile ağartma	47
6.1.2 Sodyum perkarbonat ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}_2$) ile ağartma	50
6.1.3 Sodyum perborat ($\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) ile ağartma.....	52
6.1.4 Hidrojenperoksit (H_2O_2) ile ağartma.....	54
6.1.5 Perasetik asit ($\text{CH}_3\text{CO}_3\text{H}$) ile ağartma	57
6.1.6 Yükseltgen ağartma kıyaslamaları.....	59
6.2 Isırgan Kumaşların İndirgen Ağartma Maddeleri İle Ağartılmasına Ait Denemeler	60
6.2.1 Glikoz ile ağartma	60
6.2.2 Sodyum borhidrür (NaBH_4) ile ağartma	61
6.3 Isırgan Kumaşların Lakkaz Enzimi Ardından Yükseltgen Ağartma Maddeleri İle Ağartılmasına Ait Denemeler.....	63
6.4 Isırgan Kumaşların İndirgen ve Yükseltgen Ağartma Maddeleri İle Ağartılmasına Ait Denemeler	65
6.4.1 İndirgen ağartma ardından yükseltgen ağartma adımının uygulandığı denemeler.....	65
6.4.2 Yükseltgen ağartma ardından indirgen ağartma adımının uygulandığı denemeler	68
6.5 Isırgan Kumaşların Ozon İle Ağartılmasına Ait Denemeler	69
6.6 Isırgan Kumaşların Mikrodalga Enerjisinden Yaralanılarak Ağartılmasına Ait Denemeler	73
6.7 Ağartma İşlemi Görmüş Numunelerin Hidrofilite Değerleri.....	74
6.8 Ağartma Yapılmış Isırgan Kumaşların Kopma Mukavemetlerinin Değerlendirilmesi	76
6.9 Ağartma Yapılmış Isırgan Kumaşlarında Oksiselüloz Tayini.....	80
6.10 Yapılmış Isırgan Kumaşların Flottelerinin KOİ'lerinin Değerlendirilmesi.....	81
7. SONUÇLAR	82
KAYNAKLAR	85

KISALTMALAR

F.O.	: Flotte oranı
AOX	: Adsorbe olabilen organik halojen
PAA	: Perasetik asit
KOI	: Kimyasal oksijen ihtiyacı

TABLO LİSTESİ

Tablolar

2.1 :	Dünya genelinde yayılış gösteren bazı Urtica türleri ve yayılış alanları ...	5
3.1 :	Urtica cannabina L'nin bileşimi (%)	17
3.2 :	Bazı liflerin kimyasal bileşimleri, nem içerikleri ve mikrofibril açıları	18
3.3 :	Isırgan otu lifi ve benzer liflerin gerilme davranışları	22
3.4 :	Isırgan otu ve diğer liflerin nem iletkenliği (mm)	24
3.5 :	Sak liflerini ayırt edici özellikler	29
5.1 :	% 100 ısırgan lifinden üretilmiş ham kumaşın konstrüksiyon özellikleri ..	36
5.2 :	Çalışmada kullanılan ağartma maddeleri	38
5.3 :	Çalışmada uygulanan işlem adımları	38
6.1 :	Potasyum permanganat (KMnO ₄) ile ağartma işlemine ait deneylerin reçetesi.....	47
6.2 :	Potasyum permanganat ile ağartma sonrası oksalik asit ile uygulanan reçete	48
6.3 :	Potasyum permanganat ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri ..	48
6.4 :	Sodyum perkarbonat ile ağartma işlemine ait deney reçetesi.....	50
6.5 :	Sodyum perkarbonat ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri	50
6.6 :	Sodyum perborat ile ağartma işlemine ait deney reçetesi	52
6.7 :	Sodyum perborat ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri.....	53
6.8 :	Hidrojenperoksit ile ağartma işlemine ait deney reçetesi	54
6.9 :	Hidrojen peroksit ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri	55
6.10 :	Hidrojen peroksit ile yüksek konsantrasyonda ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri.....	56
6.11 :	Perasetik asit ile ağartma işlemine ait deney reçetesi	57
6.12 :	Perasetik asit ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri	57
6.13 :	Yükseltgen maddelerle ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri	58
6.14 :	Glikoz ile ağartmada uygulanan reçete	60
6.15 :	Sodyum borhidrür ile ağartma işlemine ait deney reçetesi	61
6.16 :	Sodyum borhidrür ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri.....	61
6.17 :	Lakkaz enzimi ile işlem sonrası uygulanan ağartma reçeteleri ve numunelerin beyazlık değerleri.....	63
6.18 :	Lakkaz ile işlem yapılmış ve yapılmamış numunelerin ağartma sonrası beyazlık değerleri	64
6.19 :	Sodyum borhidrür ile işlem sonrası II. adımda uygulanan ağartma reçeteleri ve numunelerin beyazlık değerleri.....	66
6.20 :	Sodyum borhidrür (NaBH ₄) ile işlem yapılmış ve yapılmamış numunelerin ağartma sonrası beyazlık değerleri.....	66
6.21 :	İlk adımda uygulanan reçeteler ve numunelerin beyazlık dereceleri.....	68
6.22 :	Yükseltgen ve indirgen ağartma sonrası numunelerin beyazlık dereceleri	68
6.23 :	Ozon ile farklı sürelerde ağartma işlemi uygulanan numunelerin beyazlık dereceleri	70
6.24 :	Ozonlama öncesi ve sonrası numunelerin beyazlık dereceleri	72
6.25 :	Mikroalga enerjisi uygulanarak potasyum permanganat ile ağartılan numunelerin beyazlık dereceleri	73

6.26 : Mikrodalga enerjisi uygulanarak hidrojen peroksit ile ağartılan numunelerin beyazlık dereceleri	74
6.27 : Ağartma işlemi görmüş numunelerin hidrofilite değerleri	75
6.28 : İsrigan kumaşların kopma mukavemeti değerleri	77
6.29 : Kopma mukavemeti testi yapılan ısırgan kumaşların beyazlık dereceleri ve sarılık indeksi değerleri	78
6.30 : Ağartma flottelerinin KOİ ölçümleri.....	81

ŞEKİL LİSTESİ

Şekiller

2.1 :	Dişi (a) ve erkek (b) çiçekli ısırgan otu (<i>Urtica dioica</i>).....	4
2.2 :	<i>Urtica dioica</i> (a), <i>Urtica urens</i> (b) ve <i>Urtica pilulifera</i> (c) bitkilerinin genel görünüşü	6
3.1 :	Isırgan otu lifinden üretilen tekstil ürünleri	10
3.2 :	Isırgan otundan lif eldesinin aşamaları	10
3.3 :	Isırgan lifi	14
3.4 :	Keten ve ısırgan bitkisinin enine kesit görüntüleri.....	15
3.5 :	Keten, ısırgan ve kenevir bitkilerinin sak enine kesitlerinin şematik gösterimi.....	16
3.6 :	<i>Urtica cannabina</i> L lifinin mikroskop görüntüsü	16
3.7 :	Sak liflerinin lignin ve selüloz miktarları açısından karşılaştırılması	18
3.8 :	Lif uzunluk dağılımı	19
3.9 :	Sak liflerinin literatürde yer alan enine kesit çapları (μm)	20
3.10 :	Lif inceliği.....	21
3.11 :	Tipik ısırgan otu ve keten liflerinin gerilme/uzama eğrileri	23
3.12 :	Isırgan otu lifinin çapa göre Young modülü değişimi	23
3.13 :	Farklı liflerin nem buharlaştırma oranları	25
3.14 :	Keten, ısırgan ve kenevir sak lif hücrelerinin yüzey görüntüleri	27
5.1 :	Ataç Lab Dye HT model IR numune boyama makinesi	40
5.2 :	Ozon ağartma düzeneği.....	41
5.3 :	Ozon+ultrasonik prob ağartma düzeneği.....	41
5.4 :	Datacolor 600 spektralfotometre	42
5.5 :	Arçelik MD 595 mikrodalga fırın	42
5.6 :	Kopma mukavemeti test cihazı	43
5.7 :	Tegewa skalası	43
5.8 :	Hidrofilite test düzeneği.....	45
6.1 :	Potasyum permanganat ağartma diyagramı.....	48
6.2 :	Potasyum permanganat ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri	49
6.3 :	Sodyum perkarbonat ağartma diyagramı	50
6.4 :	Sodyum perkarbonat ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri	51
6.5 :	Sodyum perkarbonat ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri	51
6.6 :	Sodyum perborat ağartma diyagramı	52
6.7 :	Sodyum perborat ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri.....	53
6.8 :	Sodyum perborat ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri.....	54
6.9 :	Hidrojen peroksit ağartma diyagramı.....	55
6.10 :	Hidrojen peroksit ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri	55
6.11 :	Hidrojen peroksit ile yüksek konsantrasyonda ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri.....	56
6.12 :	Perasetik asit ağartma diyagramı	57
6.13 :	Perasetik asit ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri	58
6.14 :	Yükseltgen maddelerle ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri	59
6.15 :	Glikoz ağartma diyagramı	60
6.16 :	Sodyum borohidrür ağartma diyagramı	61
6.17 :	Sodyum borohidrür ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri.....	62

6.18	: Sodyum borhidrür ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri.....	62
6.19	: Lakkaz ile işlem yapılmış ve yapılmamış numunelerin ağartma sonrası beyazlık değerleri	65
6.20	: Sodyum borohidrür ile işlem yapılmış ve yapılmamış numunelerin ağartma sonrası beyazlık değerleri.....	67
6.21	: Yükseltgen ve indirgen ağartma sonrası numunelerin beyazlık dereceleri	69
6.22	: Ozon ile ağartma deney düzeneği.....	70
6.23	: Ozon ile farklı sürelerde ağartma işlemi uygulanan numunelerin beyazlık dereceleri	70
6.24	: Ozonlama öncesi ve sonrası numunelerin beyazlık dereceleri	72
6.25	: Mikrodalga enerjisi uygulanarak potasyum permanganat ile ağartılan numunelerin beyazlık dereceleri	73
6.26	: Mikrodalga enerjisi uygulanarak hidrojen peroksit ile ağartılan numunelerin beyazlık dereceleri	74
6.27	: Ağartma işlemi görmüş numunelerin hidrofilité değerleri	76
6.28	: Isırgan kumaşların kopma mukavemeti değerleri	77
6.29	: Kopma mukavemeti testi yapılan ısırgan kumaşların beyazlık dereceleri ve sarılık indeksi değerleri	79
6.30	: Selülozun oksidasyonu ve hidrolizi sonucu aldehit ve karboksilik asit gruplarının oluşması	80
6.31	: Oksiselüloz tayini için metilen mavisi ile boyanan kumaş numuneleri.....	81
6.32	: Ağartma flottelerinin KOİ ölçümleri.....	82

ÖZET

ISIRGAN OTU LİFİNDEN ÜRETİLEN KUMAŞLARIN ÖN TERBİYE İŞLEMLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Isırgan otu kumaşı mukavemetli bir kumaş olmasıyla beraber iyi bir hidrofiliteye, parlaklığa sahip, nefes alabilen ve hiçbir alerjik reaksiyon göstermeyen alternatif bir tekstil ham maddesidir. Bu tez çalışmasında bahsedilen avantajlara sahip ısırgan lifinin ön terbiye işlemlerinden ağartma işlemi incelenerek optimum çalışma şartlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla ısırgan lifinden üretilen kumaşın farklı yükseltgen maddelerle, indirgen maddelerle, yükseltgen ve indirgen madde kombinasyonlarıyla, lakkaz ile enzimatik işlem ardından yükseltgen ve indirgen maddelerle ile adımlı olarak ağartılması araştırılmıştır. Numunelerin beyazlık dereceleri, mukavemetleri ölçülmüştür. Ozonun ve mikrodalga enerjisinin ısırgan liflerinin ağartılmasında kullanılabilirliği incelenmiştir. En yüksek beyazlık derecesi potasyum permanganat ile yapılan ağartma ile sağlanmıştır. Fakat en fazla mukavemet kaybı bu numunede meydana gelmiştir. İki adımlı ağartmalar çok iyi sonuçlar vermemekle birlikte mikrodalga enerjisi ile yapılan ağartmaların daha kısa sürede ve daha az mukavemet kaybı ile gerçekleştiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Isırgan otu, ekolojik, ağartma

SUMMARY

PRE-TREATMENT OF NETTLE FIBRE FABRICS

Nettle fiber has quite nice textile material performance characteristics such as strength, hydrophilicity, lustre, breathableness and it is also non-allergenic. In this thesis, the optimum bleaching conditions and best method for bleaching nettle fiber fabrics were investigated. For this purpose, different reducing and oxidizing agents and different combinations of these agents were applied to nettle fiber fabrics. Moreover, the combinations of laccase enzyme pre-treatment following reducing or oxidizing agents' treatments were also examined. Apart from classic exhaust bleaching method, the applicability of ozone and microwave energy on nettle bleaching was investigated. Whiteness degrees and strength measurements were determined. The highest whiteness was achieved via potassium permanganate bleaching. However, this process led to highest strength loss among all samples examined. Although, two-step bleaching applications do not result in nice results, the usage of microwave energy with shorter application periods led satisfactory whiteness with less strength loss.

Key Words: Nettle, ecological, bleaching

1. GİRİŞ

Tekstil ürünlerinde kullanımlarının yanısıra, polimer bilimi ve biyoteknoloji alanındaki gelişmeler neticesinde lif takviyeli kompozit malzemelerin birçok endüstri dalında uygulama imkânı bulması dolayısıyla, doğal hammaddelerden elde edilen liflere yönelik araştırmalar yoğunluk kazanmıştır. Tekstil sanayinde yeni jenerasyon bitkisel kaynaklı liflerin kullanımına yönelik gelişmelerin, tüketicilerin konforlu, doğal ve çevreye zarar vermeyen ürünlere yönelik eğilimlerini ve taleplerini önemli ölçüde karşılayacağı düşünülmektedir [1]. Selüloz esaslı ısırgan lifleri de bu eğilimlere cevap verebilecek özelliklere sahip liflerdendir.

Isırgan otu aslında yüzyıllardır bitkisel ilaç ve yiyecek olarak tüketilmektedir. Fakat ısırgan otunun ünü medikal alandaki kullanımlarından kaynaklanmaktadır. Bütün olarak ısırgan otu bitkisi, ishal, şeker hastalığı, böbrek ve idrar yolları rahatsızlıkları, aşırı adet kanamaları ve solunum ile ilgili problemleri çözümede başvurulan bir bitkidir. Isırgan otu bazı çeşitli ağrı kesici ilaçların üretiminde de kullanılabilir [1]. Bunun yanı sıra egzema, ülser, anemi, hemeroid, gut hastalığı, siyatik, saç problemleri, sinir hastalıkları ve romatizma gibi hastalıkların tedavisinde de kullanılmaktadır [1, 2].

Isırgan otunun yukarıda bahsedilen tedavisel özellikleri çok önemlidir, fakat bu derlemede ısırgan otunun tekstil lifi amaçlı özellikleri üzerinde durulacaktır. Isırgan otundan tekstil malzemeleri üretimi yeni bir fikir değildir [3]. Kenevir ve keten lifine çok benzediği için ısırgan otu lifi aynı amaçlarla tekstil endüstrisinde kullanılabilir [3].

Bu sebeptendir ki, ısırgan otu bitkisi, yelkenli yapımında kullanılmak amacıyla lif kaynağı olarak yüzyıllardır İskandinavya'da ekilip biçilmektedir [4]. 12. yy. da yelken ve balık ağlarının ısırgan liflerinden yapıldığı bildirilmektedir [5]. Isırgan ipliği Polonya'da 12.y.y.'dan 17.y.y.'a kadar kullanılmıştır, fakat 17. yüzyılda ipek ısırgan ipliğinin yerini almıştır. Avrupa'da kumaş üretimi için ısırgan otunun üretimine 19.yy'da başlanmıştır [6]. 1.Dünya Savaşı'nda Almanlar ısırgan otundan elde edilen lifleri çadır, sırt çantası, iç giyim ve çorap yapmak için kullanmıştır [7]. O dönemlerde

Almanlar kıyafetlerin %85'ini ısırgan otu liflerinden üretmişlerdir. ısırgan lifleri ordu tarafından kamuflaj ekipmanı olarak değerlendirilmiştir [7, 8]. Fakat daha sonraki zamanlarda ısırgan lifi teknik ve maliyet-verimlilik sebepleri yüzünden tekstil endüstrisindeki önemini kaybetmiştir. ısırgan lifi eldesi tamamıyla makineleştirilemediği için iş gücü maliyetlerinin artması ile birlikte ısırgan otu tarımı karlılığını kaybetmiş ve bu yüzden ısırgan otu yetiştiriciliği durmuştur. Bu durum keten, kenevir ve ısırgan otu gibi daha küçük tekstil endüstrilerinin yerini alan güçlü pamuk endüstrisi tarafından pekiştirilmiştir [7].

Fakat son yıllarda iplik eğirme teknolojisindeki gelişmeler ve melezleme konusundaki ilerlemeler ile süper-yoğun-lifli bitkilerin üretimine başlanabilmiş ve ısırganda bu olumlu çalışmalardan payını almıştır. ısırgan lifinin kendine özgü karakteristik özelliği olan içi oyuk boşluklu (hollow) lif yapısındaki boşluklarda kalan hava doğal bir izolasyon sağlamaktadır. Yazın serin tutan lif yaratmak için, iplikler lifin merkezindeki boşlukları kapatacak şekilde bükülmekte ve izolasyon azalmaktadır. Kışlık kumaşlar için ipliklere daha düşük büküm verilerek içi boşluklu oyuk lif yapısı muhafaza edilerek sıcaklığın sabit kalması sağlanmaktadır [3].

ısırgan lifleri doğal, biyobozunabilir, yenilenebilir kaynaklıdır ve üretimlerinde az enerjiye ihtiyaç duymaktadır [7]. Bu yüzden ısırgan otu lifleri çevre dostudur ve ekolojik avantaja sahiptir. Ayrıca ısırgan lifinin kullanılmasıyla tekstil lif üretimi için kullanılan su miktarlarında tasarruf sağlanılabileceği bildirilmiştir 1 kg pamuk lifi üretimi için yaklaşık 7000-29000 litre su kullanıldığı belirtilmiştir. Çevresel etkiler açısından bu kadar büyük miktarlarda suyun harcanması uzun vadede çevresel olumsuzluklara yol açabileceği ifade edilmiştir [9]. Barlow ve Neal (2011) ısırgan otu lifinin pamuk lifinin yerini alması ile su kullanımında büyük miktarlarda tasarruf edilebileceğini belirtmişlerdir.

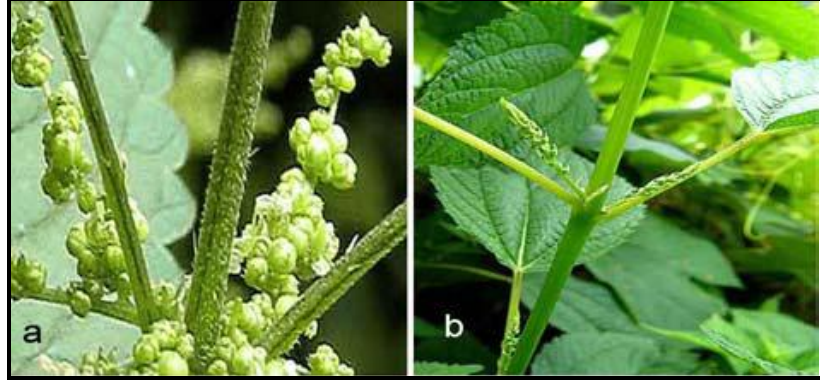
Bu olumlu özellikleri ile ısırgan lifleri tekstil sektöründe tekrar kullanılmaya başlanmış ve araştırma konusu olmuştur.

2. ISIRGAN OTUNUN GENEL ÖZELLİKLERİ

Isırgan otugiller familyası (Urticaceae) Urticales takımı içerisinde, her iki yarım kürenin tropikal ve subtropikal alanlarında yaygınlaşan geniş bir gruptur [10]. Avrupa, Asya ve Amerika'nın ılıman bölgelerinde 2 yıldan fazla yetiştirilebilen bir bitki türüdür [6]. Isırgan otugiller familyası içinde 48 cins ve 1050 tür listelenmiştir. Isırgan otugiller familyası, genellikle yakıcı tüylü, münferit tohumlu, çoğunda sütsü öz bulunmayan, basit yapraklı ve yabancı tozlaşma gösteren özellikleriyle tanımlanmaktadır [10]. Bitki 30-150 cm uzunluğa kadar büyüebilmekte ve keskin dişli yapraklardan oluşmaktadır. Gövdesini ve yapraklarını kaplayan tüyler sıvıyla doludur ve dokunulduğunda sıvının deriye girmesini sağlayan iğneler sayesinde deride kabarcıklara neden olmaktadır [6, 11, 12]. Yakıcı tüyler tüm bitki geneline yayılmış olup, küresel, çubuksu, yıldızsı, solucansı şekiller göstermekte ve bazı türlerde teşhis edici özellik olarak kullanılmaktadır.

Bu yakma ve kaşıntı etkisi, ısırgan otunun ısıtılması veya kurutulması yoluyla nötrlenebilmektedir [12, 2]. Bu yüzden yüzyıllardır çaylarda, yemeklerde, çorbalarda ve böreklerde kullanılan pişirilmiş ısırgan otu yaprakları güvenli ve besleyicidir. Buna rağmen sadece genç (taze) ısırgan otu yaprakları yemek amaçlı kullanımlarda tercih edilmelidir. Çünkü yaşlı (kart) ısırgan otu yapraklarında sistolit de denilen pütürlü partiküller oluşabilmekte ve bu partiküller de sindirim sonrası böbrekleri tahriş edebilmektedir [2,13].

Aynı bitki üzerinde yaprak koltuklarında meydana gelen çiçekler ya erkek ya da dişidir. Erkek çiçekler 5 stamenlidir. Dişi çiçekler 4 ya da 5 taç yaprağın birleştiği karpel bir ovarie sahiptir. Bu zayıf çiçekler dikkat çekici değildir ama çiçeklerin düzeni türler için teşhis edicidir. Şekil 2.1'de *Urtica dioica* türüne ait erkek ve dişi çiçekli bitkiler görülmektedir.



Şekil 2.1 : Dişi (a) ve erkek (b) çiçekli ısırgan otu (*Urtica dioica*) [10]

Isırgan otugiller familyasındaki bitkilerin büyük bir kısmı çok yıllık olup, diğerleri ise tek yıllık gelişim göstermektedir. Genelde otsu habitusa sahip olmakla birlikte çalı formunda olanları da mevcuttur. Dünyanın birçok yerinde yayılış göstermiş olan *Urtica* cinsinin önemli bazı türleri ve doğal yayılış alanları Tablo 2.1'de görülmektedir.

Tablo 2.1: Dünya genelinde yayılış gösteren bazı *Urtica* türleri ve yayılış alanları [10]

Türler	Yayılış alanları
<i>Urtica angustifolia</i>	Çin, Japonya, Kore
<i>Urtica ardens</i>	Çin
<i>Urtica atrichocaulis</i>	Himalayalar, Güneybatı Çin
<i>Urtica atrovirens</i>	Batı Akdeniz
<i>Urtica cannabina</i>	Batı Asya
<i>Urtica chamaedryoides</i>	Güneybatı Amerika
<i>Urtica dioica</i>	Avrupa, Asya, Kuzey Amerika
<i>Urtica dubia</i> (Geniş yapraklı ısırgan otu)	Kanada
<i>Urtica ferox</i> (Ağaç ısırgan otu)	Yeni Zelanda
<i>Urtica fissa</i>	Çin
<i>Urtica galeopsifolia</i>	Merkez ve Doğu Avrupa
<i>Urtica hyperborea</i>	Himalayalar
<i>Urtica incisa</i> (Çalı ısırgan otu)	Avustralya
<i>Urtica laetivirens</i>	Japonya, Mançurya
<i>Urtica morifolia</i>	Kanarya adaları
<i>Urtica parviflora</i>	Himalaya
<i>Urtica pilulifera</i> (Romen ısırgan otu)	Avrupa
<i>Urtica platyphylla</i>	Çin, Japonya
<i>Urtica pubescens</i>	Güneybatı Rusya
<i>Urtica rupestris</i>	Sicilya
<i>Urtica sondenii</i>	Güneydoğu Avrupa, Kuzey Asya
<i>Urtica taiwaniana</i>	Tayvan
<i>Urtica thunbergiana</i>	Japonya
<i>Urtica urens</i> (Bodur ısırgan otu, tek yıllık ısırgan otu)	Avrupa, Kuzey Amerika

Anadolu'da *Urtica urens*, *Urtica pilulifera* ve *Urtica dioica* türleri bulunmaktadır. Bu üç türde tekstil lif kaynağı olarak kullanılabilir. Bunlardan *Urtica urens* ve *Urtica pilulifera* tek yıllık, *Urtica dioica* ise çok yıllık özelliindedir. En kalın lifler *Urtica dioica*'dan üretilmektedir, ayrıca *Urtica dioica* bu üç tür içinde en yüksek randımanı vermektedir. *Urtica urens* ve *Urtica pilulifera*'dan üretilen lifler daha kalın

duvarlı ve daha dardır [4]. Bu türlerin etki şekilleri ve kimyasal özellikleri birbirine yakındır. Ülkemizde doğal olarak bulunan 3 türe ait resimler Şekil 2.2'de verilmektedir. *Urtica dioica* ve *Urtica urens*'e ülkemizin her bölgesinde rastlamak mümkündür. Dış görünüş olarak *Urtica dioica* daha büyük, uzun ve iri yapılıdır. *Urtica urens* tek evcikli olmasına karşın *Urtica dioica* iki evcikli özellik göstermektedir. *Dioica* ismi de Latince'de iki evcikli anlamına geldiği için verilmiştir. Yapraklar boğumlar üzerinde karşılıklı olarak bulunmaktadır [10].



Şekil 2.2 : *Urtica dioica* (a), *Urtica urens* (b) ve *Urtica pilulifera* (c) bitkilerinin genel görünüşü[10]

2.1 Isırgan Otunun Tarımı

Isırgan otu bitkisi Avrupa'nın, Asya'nın ve Kuzey Amerika'nın ılıman bölgeleri boyunca yetişen yaygın bir bitkidir [14, 15]. Yetiştiriciliği diğer bütün bitkilere baskın olması ve nemli alanlarda hızla gelişmesi sebebiyle kolaydır. Çok yıllık ısırgan otu türü olan ve lif üretimi amacıyla yetiştiriciliği yapılabilen *Urtica dioica*, aynı araziden uzun yıllar verim alınabilen bir bitkidir [10]. Isırgan otunun 10-15 yıl yetiştirilebileceği ileri sürülmesine rağmen en iyi verim ve en ekonomik üretimin sağlanması için 4 yıllık bir süre uygun olmaktadır [6]. Eğer yetiştirme uzun sürerse yabancı ot hastalıkları çoğalma eğilimi göstermekte ve verim düşmektedir.

2.2 Isırgan Otunun Üretim Şekli

Isırgan otu tarımı, tohumla veya fide yetiştirerek yapılmaktadır [10]. Ancak bu iki yetiştirme türü için hasat zamanları arasında 4 hafta fark vardır. Ayrıca tohum ekimi ile bitki yetiştiriciliğinde lif içeriğinin azalması söz konusudur. Ekilmiş ısırgan otunun lif içeriği fide yetiştirilerek elde edilmiş ısırgan otunun lif içeriğinden %2 daha

düşüktür [6]. Isırganotu bitkisi tür özelliklerine göre gelişim göstermektedir. *Urtica dioica* 1.5 m ve bazı araştırmacılara göre 2-4 m boylanabilirken *Urtica urens* 0.8 m boylanabilmektedir [10].

2.3 Isırgan Otu Bitkisinin Yetiştirilmesi İçin Gerekli Şartlar

Isırgan otu bitkisi, besin maddelerince zengin, ağır, humuslu, nemli ve yabancı otu bulunmayan topraklarda daha iyi gelişmektedir [10]. Isırgan otunun zengin topraklarda yetiştirilmesi bitkinin lif kalitesini de geliştirmektedir [1]. Kötü sulanmış ve asitli topraklardan kaçınılmalıdır [6]. Toprak pH'ı hafif alkali olmalıdır. İklim adaptasyonu bakımından özel istekleri yoktur ve bu nedenle kuzey ve güney yarımkürenin ılıman bölgelerinde yaygın olarak bulunmaktadır. Donlara karşı dayanıklıdır. Ancak aşırı kurak bölgelerde herba verimleri düşmektedir. Toprak seçiciliği yoktur. Yapılan çalışmalarda *Urtica dioica* ormanlık alanlarda, gölgeye toleranslı rekabetçi bir tür olarak tanımlanmış ve çok farklı toprak fosfor konsantrasyonlarında etkili bir gelişme gösterdiği ortaya konulmuştur. Isırgan otu bitkisi farklı karakterlerdeki topraklarda yetiştirilebildiği gibi fazla gübrelenmiş arazilerde yapılan tarımda karşılaşılan problemlere karşı da çözüm olabilmektedir. Bu nedenle hem marjinal alanların tarıma kazandırılmasında hem de fazla gübrelenmiş yerlerde rahatlıkla yetiştirilebilmektedir [10].

Isırgan otu ılıman bir iklime ve düzgün bir sulamaya ihtiyaç duymaktadır. En ideal şart ana büyüme döneminde sulamanın düzgün bir şekilde yapılmasıdır [6].

Tek yıllık olan *Urtica urens* için en iyi ön bitki baklagiller ve çapa bitkileri gibi fazla azot bırakan ürünlerdir. *Urtica urens*'in tarımının sadece tek yıllık yapılabilmesine rağmen aynı tarlaya ekim tavsiye edilmektedir. Çünkü evvelki yıl düşen tohumlar vasıtasıyla bitki sıklığı artırılabilen ve böylece daha yüksek verim elde edilebilmektedir. Çok yıllık olan *Urtica dioica*'da ise verim düşmeleri söz konusu olduğunda plantasyonun bozulması ve birkaç yıl farklı bitkilerin ekilmesi gerekebilmektedir. Gübreleme verim arttırıcı unsurlardan bir tanesidir [10]. Bitki nitrojen ve fosfat gübrelere çok duyarlıdır [16]. Azot takviyeli topraklarda yetiştirilen ürünlerin miktarında artış olduğu gözlemlenmiştir [17]. *Urtica urens* için dekara 7 kg azot, 1.5 kg fosfor, 7.9 kg potasyum, 0.9 kg magnezyum ve 12.7 kg kireç, *Urtica dioica* için ise 5.9 kg azot, 1.6 kg fosfor, 6.9 kg potasyum 1 kg magnezyum ve 6.9 kg kireç önerilmektedir [10].

2.4 Isırgan Otunun Kullanım Alanları

Isırgan otları tarih boyunca elyaf kaynağı olarak kullanılmışlar ve son yıllarda ticari anlamda ürünün geliştirilmesi ile üretimi tekrar artış göstermiştir [16]. Pamuk, tekstil ürünleri için en önemli lif maddesi olmadan önce insanlar ılıman iklim koşullarında yetiştirilebilen lif bitkilerini kullanmışlardır. Keten ve kenevir bunlar arasında en çok bilineni olmakla birlikte ısırgan otunun da önemli bir yeri vardı. Isırgan otunun eski Yunan medeniyetinde ve Roma'da lif üretimi amacıyla kullanıldığı bilinmektedir [10]. Eski Mısır kalıntılarında ısırgan otundan üretilmiş tekstil ürünlerine rastlanmıştır [18]. Ayrıca Vikinglerin ısırgan otu kumaşını yelken bezi yapımında kullandıkları ve bu kumaşın şiddetli fırtınalarda dahi yırtılmaya ve darbelere dayanıklı olduğu rivayet edilmektedir [10].

Avrupa'da çok yıllık ısırgan otunun (*Urtica dioica*) 19. yüzyıldan ikinci dünya savaşına kadar yetiştiriciliği yapılmış ve bir lif bitkisi olarak kullanılmıştır. Hatta 1. ve 2. Dünya Savaşı arasındaki dönemde ısırgan otu lifi pamuğun yedeği olarak teşvik edilmiştir [17]. 1.Dünya Savaşı'ndan önce Avusturya firmaları ısırgan otu yetiştiriciliğine ağırlık vermişlerdir. Bunun dışında Danimarka'da ise ısırgan otu lifleri yün ile karışım halinde kullanılmıştır [18]. 2.Dünya Savaşı sırasında ısırgan tarlalarının tahrip edilmesi ve daha ucuz liflerin piyasaya çıkmasıyla birlikte ısırgan otu kullanımı azalmış ve bitme noktasına gelmiştir [17].

Isırgan otu bitkisi, keten ve kenevire benzer şekilde bitkinin %17'sini içerecek oranda yüksek kalitede lif içermektedir. Lif oranının yüksek olması, düşük yoğunluk ve iyi mukavemet değerleri bu bitkinin tekstilde kullanılmasına teknik açıdan olanak sağlamaktadır [6]. Almanya'da yürütülen çalışmalarla ısırgan otu liflerinin tekstil endüstrisinde kullanımı yeniden gündeme gelmiştir.

Isırgan otu bitkisinin saplarından lif elde edildikten sonra geriye kalan kısımları gıda ve hayvan yemi olarak kullanıldığı gibi kozmetik ve ilaç sanayinde de değerlendirilebilmektedir. Ayrıca biyodinamik ziraat alanlarında kullanılması da mümkündür [10].

Isırgan otu köklerinden sarı ve yeşil renkli boya elde edilmektedir. Elde edilen bu boyalar kullanılmasının uygun olduğu alanlarda doğal boya olarak kullanılmaktadır. Ticari anlamda yeşil boyar madde (E140) olarak adlandırılan boyar madde ısırgan otunun klorofil ekstraksiyonundan elde edilebilmektedir [19].

3. ISIRGAN OTU LİFİNİN TEKSTİLDE KULLANIMI VE GENEL ÖZELLİKLERİ

1990'ların ortalarından beri ısırgan otunun yetiştirilmesi, işleme metotları ve bunların iyileştirilmiş tekstil süreci Almanya'da, Avusturya'da ve Finlandiya'da araştırma konusu olmuştur. Araştırma enstitülerine bağlı fabrikalar ısırgan otu lifi tekstilinin tanıtımı için çalışmalar yapmaktadır. Doğal lif olarak ısırgan otu lifinin gelecek vaat etmesi bitki üretiminin özellikle başta Almanya olmak üzere Avrupa'nın merkezinde artış göstermesini sağlamıştır [6].

Isırgan otundan elde edilen lif, bir tekstil lifi için gerekli tüm nitelikleri yerine getirmektedir. Bu lifin germe davranışı, lif inceliği ve uzunluğu tekstil prosesleri için yeterlidir. Lifin süper nem absorblama kabiliyeti nihai ürün için rahatlık sağlamaktadır. Isırgan lifi el ile dokunulduğunda yumuşak ve hoş bir his verir [4].

Isırgan otu lifinin düşük sürtünme yüzeyi ve düzgün ve pürüzsüz yapısından dolayı saf ısırgan otu karışımından iplik eğirmek zordur. Çok kısa lifler temizleme ve tarama işlemleri ile uzaklaştırıldıktan sonra istenilen iplik eldesi için diğer lifler ile harmanlanabilmektedir. Diğer liflerle yapılan harmanlama sonrası daha iyi sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Yapılan çalışmalar ısırgan otu lifinin tekstil için uygun olduğunu ve pamuğun yerini alabileceğini göstermiştir [1].

Isırgan otu lifi, üst giysilerde, ceketlerde, denim kumaşlarda, masa örtülerinde, nevresimlerde ve halılarda kullanım alanı bulmaktadır [20, 3]. Bu liften üretim yapan Stoff Kontor AG (Almanya) internet sayfasında, doğal yastıkların, bahçe eşyalarının, erkek gömleklerinin ve kişisel bakım ürünlerinin satışını yapmaktadır [5]. Camira Fabrics firması [21] yün ve ısırgan karışımı tekstillerin çok iyi güç tutuşurluk özelliğine sahip olduğunu keşfetmişlerdir [9]. Şekil 3.1'te ısırgan lifinden üretilen tekstil mamullerinden örnekler görülmektedir.



Şekil 3.1 : Isırgan otu lifinden üretilen tekstil ürünleri [20]

3.1 Isırgan Otundan Lif Eldesi

Isırgan otunun teksilde kullanılabilmesi için çeşitli lif elde etme yöntemleri bulunmaktadır. Aşağıdaki çalışma Çin'de uygulanmakta olan bir lif elde etme yöntemi olup bununla ilgili veriler sunulmuştur [1]. Isırgan otundan lif elde edebilmek için Şekil 3.2'deki adımlar sırayla uygulanmaktadır [9].



Şekil 3.2 : Isırgan otundan lif eldesinin aşamaları [9]

3.1.1 Hasat

Isırgan otu lif üretimi bitkinin 2.yılı ile başlamakta ve artarak devam etmektedir. İlk yılda ısırgan otu sapları lif için gerekli kaliteyi üretememektedir. Saplar çok zayıf ve cansız olup çok yapraklıdır [6]. Üçüncü tarım yılındaki lif verimi ikinci yılının iki katından daha fazladır. Üçüncü yılın verimindeki aşırı artış bitki boyundaki artış ve bitki saplarındaki artıştan kaynaklanmaktadır [17]. Genelde ısırgan otları 2.yılında temmuz ortası veya ağustos başında ya da ağustos başından sonuna kadar olan sürede hasat edilmektedir. Dişi klonların çiçeklerinin zayıf bölgelerindeki tohumlar olgunlaştığında bitki hasat için hazır hale gelmiştir demektir. Fakat farklı hasat tarihleriyle yapılan bir deney en yüksek lif kazancına ulaşıldığında ısırgan otunun hala tomurcuk verdiğini göstermiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda bitki saplarının bitki ağırlığının %80'ine eş değer olması halinde hasat zamanının uygun olduğu öngörülmektedir. Böylece hasat ısırgan otu yapraklarından ikinci yan filizlerin gelişmesinden önce başlamaktadır. Yan filizler lif kalitesinde bir kayba yol açmamakta fakat işlemi geciktirmektedir. Çünkü saplar tarlada çok yavaş kurumaktadır.

Isırgan otunun hasatı için geliştirilmiş teknolojik bir makine yoktur. Çünkü ısırgan otunun morfolojik yapısı ve uzunluk özellikleri buna uygun değildir. Hasat için kesici sürgülü aletler kullanılmaktadır. Kenevirin morfolojik yapısı ve uzunluk özellikleri ısırgan otuna benzediği için aynı hasat makinesi ikisi için de kullanılabilir. Fakat ekipmanın dönen parçalarının etrafındaki liflerin makine parçalarına dolması ve kırılması gibi problemler meydana gelebilmektedir [6].

3.1.2 Yumuşatma (Çürütme)

Olgunlaşan bitki kesilip kurutulmakta [22] hasatı yapılan bitki çürütme denilen yumuşatma işlemine tabi tutulmaktadır [9].

Yaprak ve tohumlarından ayrılan sapların ıslatılıp yumuşatılmasından sonra odunsu hücrelerin ve hücreleri bir arada tutan yapışkan pektin maddelerinin uzaklaştırılmasıyla lifli doku elde edilmektedir. Yumuşatma (çürütme) işleminde keten liflerinin üretimindeki gibi çeşitli metodlar vardır:

- a) Su ile çürütme: Saplar demet halinde bağlanmaktadır. Bir havuz içerisine veya nehir kenarlarına yatırılarak suyla örtülmekte ve bekletilmektedir. Bakterilerin neden olduğu fermantasyon sonucu direnci az olan odunsu dokuların bozunması ve hücreler arasındaki yapışkan maddelerin

çözünmesiyle saplar giderek yumuşamakta ve lifler kolayca birbirinden ayrılmaktadır. Fermantasyon daha ileri gidecek olursa lifin kendisi de çürüyeceğinden ıslanma esnasında zaman zaman kontrol etmek gerekmektedir. İşlem yaklaşık üç hafta sürmektedir.

- b) Çiğ ile çürütme: Su ile çürütmeye benzemektedir. Fakat daha yavaş olup altı hafta sürmektedir. Saplar otların üstüne yatırılarak fermantasyona uğraması için bekletilmektedir. Çiğ ve yağmurla veya gerekirse su serpererek nemlendirilmektedir. Bazen de fermantasyon suda başlatılmakta; sonra çıkarılıp otlara yayılarak devam etmesi sağlanmaktadır. Bu metotla elde edilen renk daha güzeldir.
- c) Kimyasal maddelerle çürütme: Bu metot, sapların kaynar oksalik asit veya alkali ile normal veya yüksek basınçta yumuşatılmasından ibarettir. Diğer metotlardan çok daha kısa sürmektedir fakat masraflıdır [22].

Günümüzde yumuşatma için çiğ ile çürütme daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Kimyasal maddelerle çürütme yöntemi ise liflere zarar verme eğilimindedir [9].

3.1.3 Zank çıkarma, kırma-dövme-temizleme ve tarama

Suda çözünebilen maddeler, pektin, lignin ve hemiselüloz zank çıkarma işlemi sırasında uzaklaştırılmalıdır. Rami lifleri için de uygulanan degummimg yani zank çıkarma işlemi ısırgan otu lif eldesi için de kullanılmaktadır [22]. Bu işlem için; Çin'de uygulanmakta olan zank çıkarma yönteminden bahsedilecektir. Çin'de ısırgan otu bitkisinden lif eldesi işlemi hasat ile başlamakta ve hasattan sonra sarılmış ısırgan otu bitkisinin 2 hafta boyunca havuzda bekletilmesiyle devam etmektedir. Sonrasında lifler elle saplarından ayrılmaktadır. Daha sonra benzer sak lifleri gibi kimyasal ve biyolojik işlemlerden oluşan zank çıkarma işlemi uygulanmaktadır [1]. Bu işlem ile lifleri bir arada tutan yapışkan maddelerin uzaklaştırılıp lif demetlerinin ayrılması sağlanmaktadır. Bunun için elyaf sıcak sabun veya alkali çözeltisinde muamele edilmektedir [22]. Diğer sak liflerinde olduğu gibi ısırgan otu liflerinde zank çıkarma işlemi karmaşıktır [1]. ısırgan otu lifinin eğirme işlemine hazır bir tekstil lifi haline gelebilmesi hem biyolojik, hem fiziksel, hem de kimyasal işlemlerden oluşan bir üretim süreci sonucunda olmaktadır. Bu adımlar aşağıda kısaca özetlenmiştir [1]:

- ✓ Suda kaynatma (F.O 1:16, 95-98°C'de 50 dakika muamele)
- ✓ Asitle muamele (F.O 1:15, 58-63°C'de 1,4 g/l sülfirik asit ile 50 dakika muamele)
- ✓ Suyla yıkayarak kalan asidin uzaklaştırılması
- ✓ Pektin enzimiyle zank çıkarma (enzim solüsyonunun oranı %7 olan pH = 4,7 ve F.O 1:15 banyoda 6 saat muamele)
- ✓ Yıkama ile kalan enzimin uzaklaştırılması
- ✓ Kimyasal zank çıkarma (12 g/l sodyum hidroksit ve % 2 sodyum silikat içeren F.O 1:15, 98-100°C'lik banyoda 4 saat muamele)
- ✓ Yıkama ile madde kalıntılarının uzaklaştırılması
- ✓ Kırma-Dövme-temizleme yapılması, liflerin karıştırılması ve akabinde taraklanması

Kırma-temizleme

Zank çıkarma işleminden sonra sıra kırma işlemine gelmektedir. Kırma işleminin amacı kurutulmuş sapların yatay, oluklu silindir çiftleri arasından geçirilmesi suretiyle, odun dokusunun küçük parçalar halinde kırılması, böylece sonraki işlemlerde kolay ayrılabilir hale getirilmesidir. Daha esnek olan bast elyafı bu işlemde zarar görmemektedir. Kırma işlemine uğratılan materyal hallaç yayı veya makinalarla atıldığında odunsu kısımlar liflerden tamamen ayrılmaktadır. Aynı zamanda lif demetleri de çözölmektedir [22].

Tarama

Materyal henüz çok miktarda odunsu kısım içermektedir. Bunlardan temizlenmesi için taraması gerekmektedir. Tarama esnasında odunsu kısımlardan başka çok kısa ısırgan otu lifleri de tarak altına geçerek ayrılmaktadır. Aynı zamanda henüz açılmamış olan lif demetleri varsa onlar da açılmaktadır. Bütün lifler birbirine paralel dizildikten sonra eğrilerek istenilen kalınlıkta iplik haline getirilmektedir [22].

Aşağıdaki işlem adımlarının uygulandığı ısırgan lifi, artık eğirme işlemi için hazırdır [1].

- ✓ Fazla suyu uzaklaştırmak için santrifüjlama yapılması
- ✓ Ağartma (2,6 g/l sodyum silikat, 1,5 g/l sodyum hidroksit ve 2 g/l hidrojen peroksit içeren F.O 1:16 ağartma çözeltisinde 90°C'de kumaşın 1 saat muamele edilmesi)

- ✓ Yıkama ile kalan kimyasalların uzaklaştırılması
- ✓ Santrifüj (kalan suyu uzaklaştırmak için 5 dakikaya ihtiyaç vardır)
- ✓ Lifin yağlanması (%2,5 yağ ve %1 emülsiyon maddesi içeren F.O 1:12 yağlama çözeltisinde 86°C' de kumaşın 1 saat muamele edilmesi)
- ✓ Santrifüj ile fazla suyu uzaklaştırma
- ✓ Kurutma (mamulün 82-84°C' de 3 saatte kurutulması) (1).

3.1.4 Eğirme

Yukarıda bahsedilen işlemlerden sonra sıra eğirme işlemine gelmektedir. Bununla ilgili yapılan araştırmalarda eğirme için %100 ısırgan otu lifi, polyester/ısırgan ve pamuk/ısırgan karışımları çalışılmıştır. Eğirme denemeleri göstermiştir ki %100 ısırgan otu ile iplik elde etmek ısırgan otu lifinin düzgün ve pürüzsüz yapısı nedeniyle zor olmaktadır. Başarılı bir eğirme için diğer lifler ile karışım yapılmasının daha uygun olacağı görülmüştür. Kıvrımlı ve pürüzlü yüzeyi olan liflerin tercih edilmesi önerilmektedir [1].

Isırgan otu bitkisi çok yıllık bir bitki olduğu için hasat zamanı çok dikkatli seçilmelidir. Bitki çok küçükse yani ham ise lif tamamıyla gelişmemekte ve hücre duvarı zayıf ve güçsüz kalmaktadır. Eğer bitki çok olgunlaşmışsa içeriğindeki ligninin artmasından dolayı lif daha az bükülür hal alacaktır. Bu iki durum da lifleri eğirmek için uygun değildir [1].

Isırgan lifinden üretilen iplikler Nepal'de köylerde üretilmektedir. Köylüler, 10 gün içinde yaklaşık 1 kilo iplik eğirebilmektedirler. Şekil 3.3'de işlenmiş ve işlenmemiş ham ısırgan lifi görülmektedir [3].



a) Ham, kabuklu ısırgan lifi



b) Ham, işlenmiş ısırgan lifi

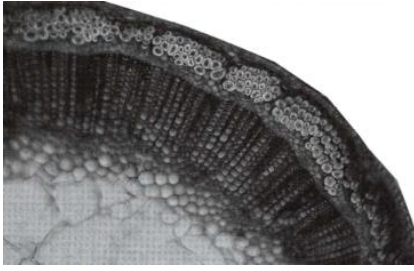
Şekil 3.3 : Isırgan lifi [3]

Nepal’de ısırgan otu lifinin soya, bambu, pamuk, keten ve diğer doğal liflerle karıştırılarak karışım iplikler üretilmektedir ve bu ipliklerde genellikle el dokuması halılarda, örme ve dokuma giysilerin üretiminde kullanılmaktadır [3].

3.2 Isırgan Otu Lifinin Özellikleri

İlk kullanımı çok eskilere dayanmasına rağmen çok fazla bilgi sahibi olunmayan ısırgan otu lifi özellikleri hakkındaki bilgiler lifin son zamanlarda popüler olması ile yapılan çalışmalardan elde edilebilmektedir.

Isırgan lifi rami, kenaf ve jüt gibi bir sak lifidir. Sak lifleri bitki saplarından elde edilmektedir. Şekil 3.4’ de keten ve ısırgan kesitlerinin mikroskop altındaki görüntüleri verilmektedir. Lifler, dış bitki kabuğunun hemen içinde demetler halinde bulunmaktadır. Isırgan bitkisi kesitinde lif demetleri koyu lekeler olarak görülebilmektedir.



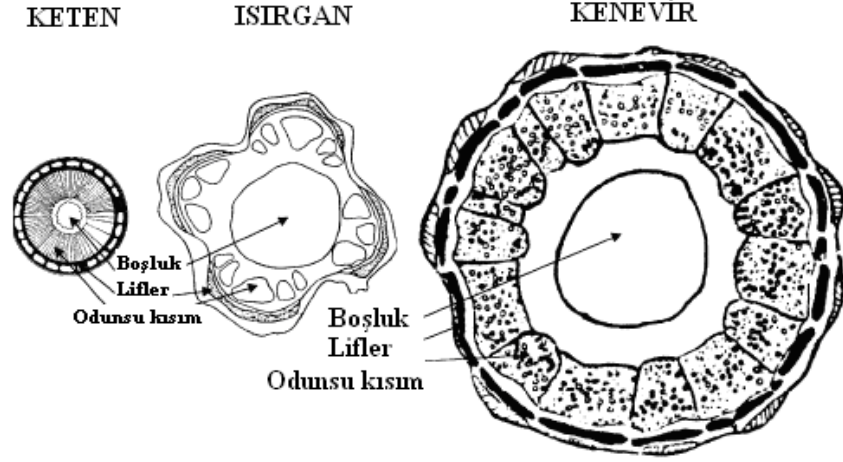
a) Keten bitkisi enine kesiti



b) Isırgan bitkisi enine kesiti

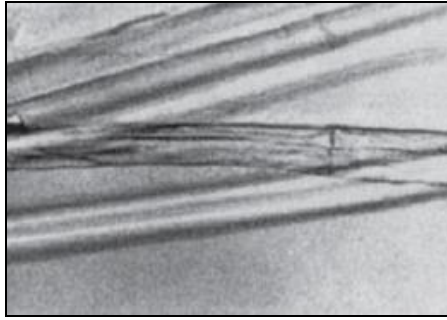
Şekil 3.4 : Keten ve ısırgan bitkisinin enine kesit görüntüleri [9]

Şekil 3.5’de de üç bitkinin literatürde yayınlanmış sak enine kesitleri büyüklüklerine göre şematik olarak toplu halde gösterilmektedir. Keten bitkisinin (çap 2 mm; Hoffmann’a göre 1961), ısırgan bitkisinin (çap 4 mm; Bredemann’ a göre 1959) ve kenevir bitkisinin (çap 8 mm; Hoffmann’a göre 1961) sak enine kesiti sırasıyla 2 mm, 4 mm ve 8 mm olarak bildirilmektedir [23]. Her üç türde de lifler, epidermisin altında sakın kabuk kısmında, büyük bir boşluğu saran odunsu kısmın etrafında bulunmaktadır.

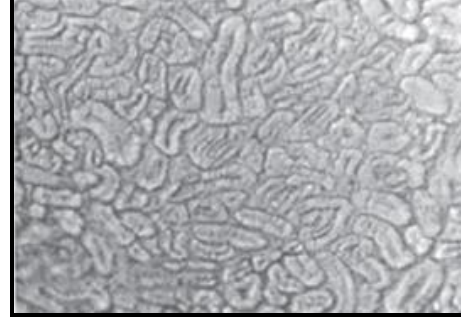


Şekil 3.5 : Keten, ısırgan ve kenevir bitkilerinin sak enine kesitlerinin şematik gösterimi [23]

Zamk çıkarma işleminden sonra lifler eğirme öncesi kırma ve temizleme işlemine hazır hale gelmiş olmaktadır. Zamk çıkarma işlemi kimyasal yolla, enzimatik yolla veya her ikisinin karışımı ile birlikte yapılabilmektedir. Yapılan çalışmalar zamk çıkarma işlem sonucunda lif üzerinde bulunan gerekli ve gereksiz maddelerin tamamının uzaklaştırılmasının zor olduğunu göstermiştir. Bu nedenle zamk çıkarma işlemi sırasında gereksiz maddelerin uzaklaştırılması ile selüloz zararı arasındaki hassas dengenin gözetilerek uygulanması gerekmektedir [1].



a) Boyuna kesit (80 kat büyütülmüş)



b) Enine kesit (100 kat büyütülmüş)

Şekil 3.6 : *Urtica cannabina* L lifinin mikroskop görüntüsü [1]

Şekil 3.6'da zamk çıkarma işlemi yapılmış *Urtica cannabina* L lifinin boyuna ve enine kesiti gösterilmiştir. Mikroskop altında lif tek hücreli yapıda görülmektedir [1]. Uzunluğu boyunca orta kısımlar daha kalın olmaktadır. Her bir lifte uçlara gidildikçe kalınlık yavaş yavaş azalmaktadır. Boyuna kesit incelendiğinde lif yüzeyinde göze çarpan belirgin çizgiler fark edilmektedir. Boğumsu düğüm görünümündeki yumrular

ise genelde liflerin uç kısımlarında yer almaktadır. Lifin enine kesiti incelendiğinde ısırgan otu lifinin enine kesitinin pamuğa benzeyip böbrek şeklinde olduğu görülmektedir. Pamukta olduğu gibi bu lifte de orta kısımda lümen bulunmaktadır. ısırgan otu lifi büklümlü ve kıvrımlı yapıda değildir ve nispeten düzdür. Daha detaylı bir gözlem yapıldığında lif yüzeyinde mikro oyukların olduğu görülmektedir. Lifin yüzeyindeki bazı oyuklar mikro delikler ile lifin merkezine (boşluklu yapıdaki lümene) bağlanmaktadır [1].

ısırgan otu içerisindeki selüloz oranı yaklaşık olarak % 48 olup rami ve ketenden düşüktür. Raminin selüloz oranı %73 iken ketenin selüloz oranı %75'dir. Yapılan çalışmalarda tohumlanması ve yetiştirilmesi sırasında selüloz miktarlarının arttırılabileceği görülmüştür. Zank çıkarma işlemi sırasında uzaklaştırılan pektin, lignin ve hemiselüloz ekstraksiyonu ile elde edilen değerler Tablo 3.1'de verilmektedir [1].

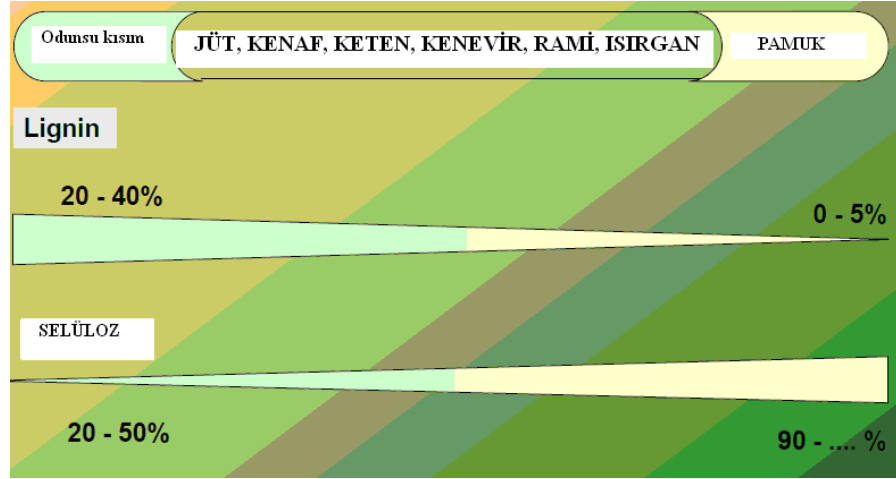
Tablo 3.1 : *Urtica cannabina* L'nin bileşimi (%) [1]

<i>Urtica cannabina</i> L'nin bileşimi	%
Yağ & vaks	1,95
Suda çözünebilen maddeler	15,26
Pektin	8,11
Hemiselüloz	18,9
Lignin	8,15
Selüloz	47,63

Tablo 3.2'de ise bazı liflerin kimyasal bileşimlerine, nem içeriklerine ait değerler toplu halde gösterilmiştir [24]. Bu çizelgede ısırgan lifinin selüloz içeriğinin % 86 gibi oldukça yüksek bir değere sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 3.2 : Bazı liflerin kimyasal bileşimleri, nem içerikleri ve mikrofibril açıları [24]

Lif	Selüloz (%)	Hemiselüloz (%)	Lignin (%)	Pektin (%)	Nem içeriği (%)	Vakslar (%)	Mikrofibriller Açı (°)
Keten	71	18,6-20,6	2,2	2,3	8-12	1,7	5-10
Kenevir	70-74	17,9-22,4	3,7-5,7	0,9	6,2-12	0,8	2-6,2
Jüt	61,1-71,5	13,6-20,4	12-13	0,2	12,5-13,7	0,5	8
Kenaf	45-57	21,5	8-13	3-5			
Rami	68,6-76,2	13,1-16,67	0,6-0,7	1,9	7,5-17	0,3	7,5
Isırgan	86				11-17		
Sisal	66-78	10-14	10-14	10	10-22	2	10-22
Henequen	77,6	4-8	13,1				
Muz	63-64	10	5		10-22		
Abaca	56-63		12-13	1	5-10		
Pamuk	85-90	5,7		0-1	7,85-8,5	0,6	
Mısır	32-43	0,15-0,25	40-45	3-4	8		30-49

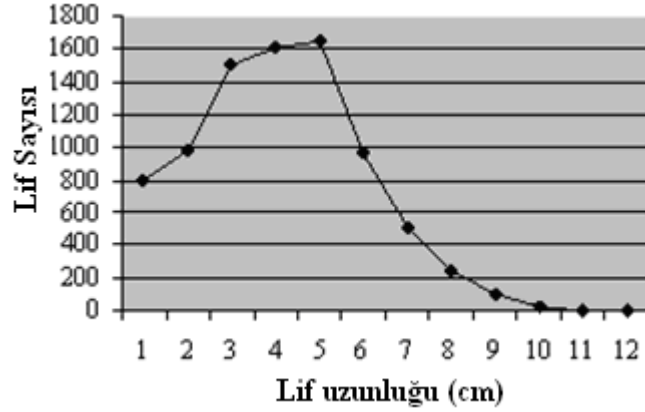


Şekil 3.7 : Sak liflerinin lignin ve selüloz miktarları açısından karşılaştırılması [25]

Şekil 3.7, sak liflerinin lignin ve selüloz miktarları açısından karşılaştırılmalarını göstermektedir. Selüloz oranı pamuk lifine en yakın sak lifi, ısırgan lifidir [25].

3.2.1 Lif uzunluğu

Isırgan otundan elde edilen bireysel lif hücrelerinin (*U.dioica*) genellikle 5 cm (2 inch) civarında olabileceği bildirilmiştir [4]. Huang (2005) daha sonraki bir çalışmada ısırgan otunun lif (*Urtica cannabina* L) uzunluklarını incelemiştir. Isırgan otu lifleri farklı balyalardan seçilmiş ve aynı uzunluktaki (cm) lifler sayılmıştır. Liflerin sayı-uzunluk dağılımları Şekil 3.8'de gösterilmiştir.

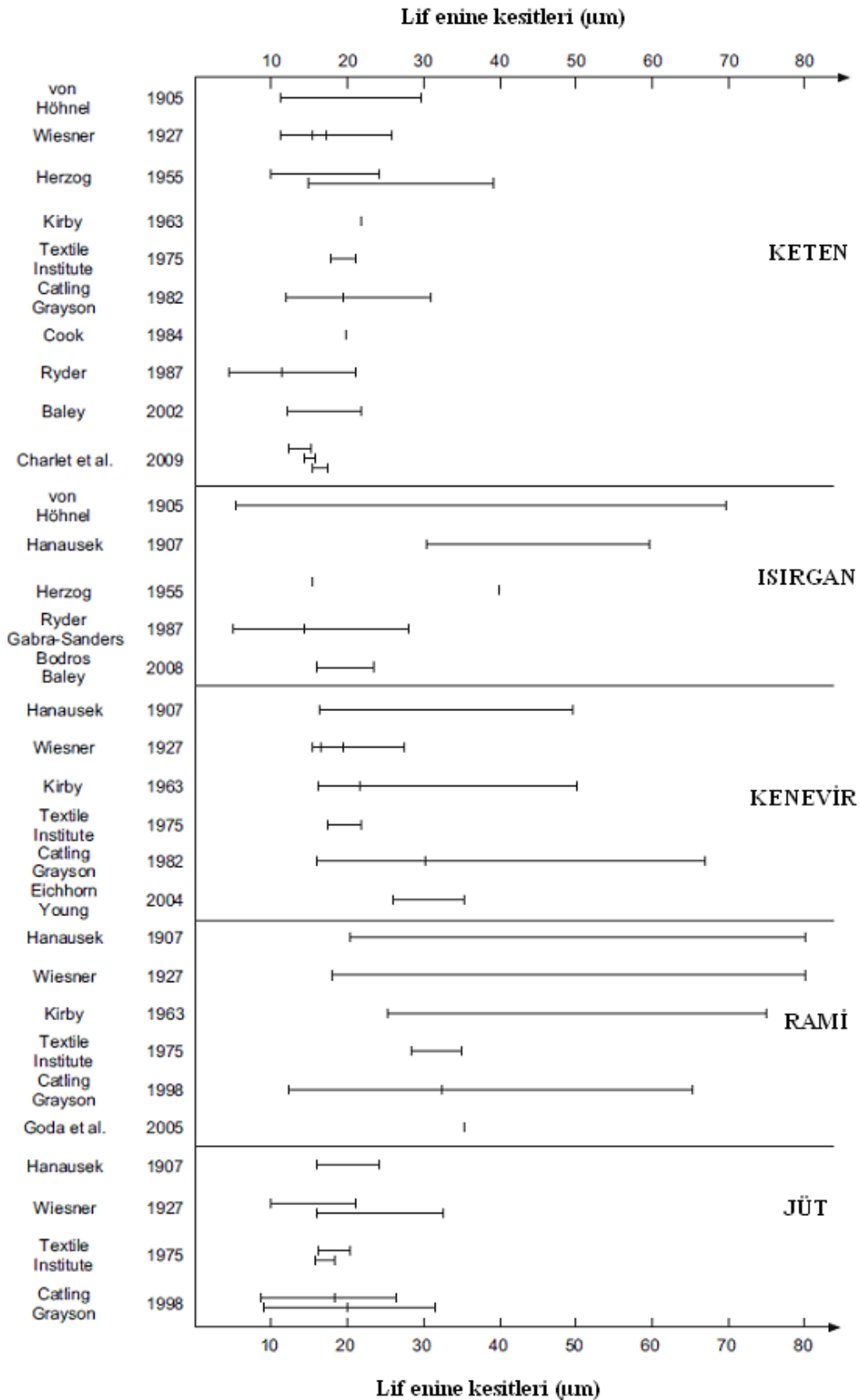


Şekil 3.8 : Lif uzunluk dağılımı [1].

Kısa lifler (2 cm.'nin altındaki uzunluktakiler) toplam liflerin %30'unu oluşturmaktadır. Bu kısa lifler tarama ve temizleme işlemleri sırasında uzun liflerden uzaklaştırılmalıdır. Kısa liflerin uzaklaştırılmasından sonra geriye kalan uzun liflerdeki lif uzunluk dağılımındaki karşılaşılabilecek büyük değişmeler iplik eğirme işleminde lifin hareketini sınırlayıp zorlamakta ve düzgünsüz iplik yüzeyinin oluşmasına neden olabilmektedir [1].

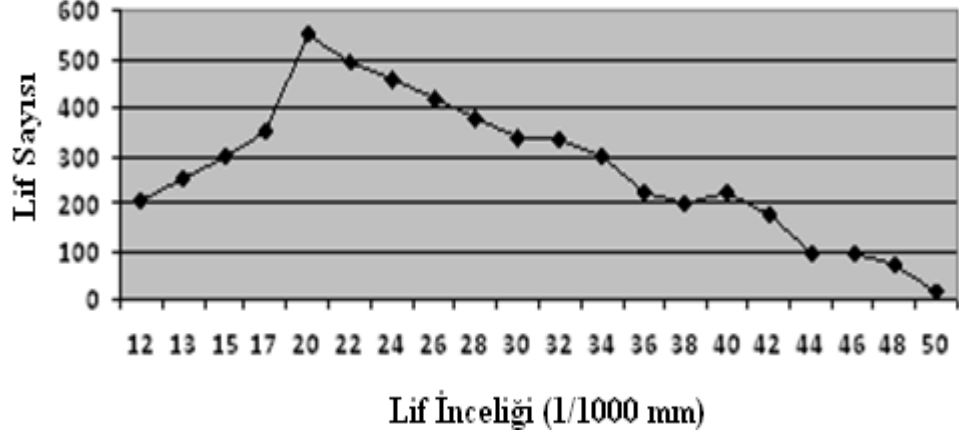
3.2.2 Lif inceliği

Bergfjord ve Holst (2010)'da 1905-2009 arasında sak liflerinin incelikleri (lif enine kesit çapları (μm)) hakkında yapılan tüm çalışmaları bir araya toplayıp bulunan sonuçları bir grafikte göstermiştir (Şekil 3.9). Sak lifleri inceliklerinin çok geniş bir yelpazeye dağıldığı, farklılıklar gösterdiği ve inceliklerin keskin sınırları olmadığı gözlemlenmiştir [26].



Şekil 3.9 : Sak liflerinin literatürde yer alan enine kesit çapları (μm) [26]

Huang (2005)'de yaptığı bir çalışmada ısırgan lifinin (*Urtica cannabina* L) incelik ölçümünde mikro projeksiyon yöntemini kullanmıştır. Rastgele alınan lif örnekleri μm cinsinden ölçülmüştür. Elde edilen değerler Şekil 3.10'da gösterilmiştir.



Şekil 3.10 : Lif inceliği [1]

Hesaplamalara göre liflerin ortalama inceliği $28.01 \mu\text{m}$ 'dir. Liflerin çoğu 12 ile $42 \mu\text{m}$ arasındaki inceliklerdedir. Isırgan otu lifi ramiden daha ince ancak keten ve jütten daha kalın bir lifdir. Kesitte daha fazla lif bulundurduğu için ince liflerden elde edilen iplikler daha mukavemetli olmaktadır (1). Bodros ve Baley (2008) ise ortalama ısırgan (*Urtica dioica*) lif çapının $19.9 \mu\text{m}$ (± 4.4) olduğunu bildirmiştir.

3.2.3 Lifin mukavemet-uzama davranışı

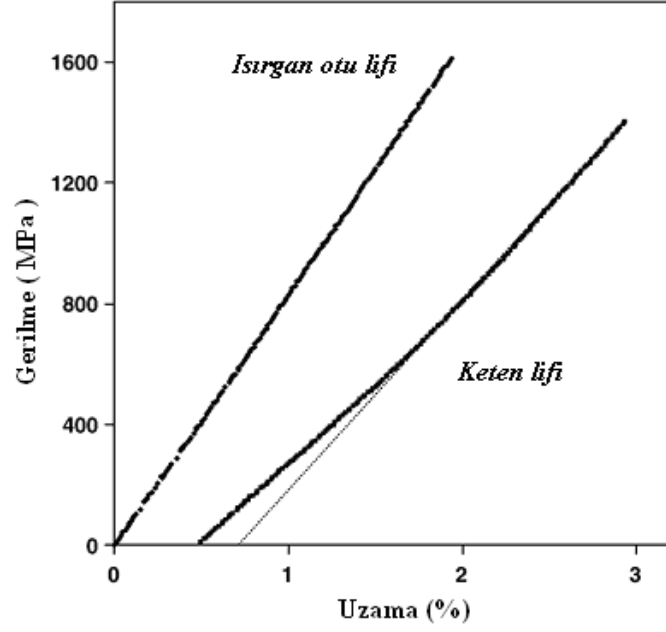
Huang (2005) *Urtica cannabina* L. ısırgan otu lifinin kopma mukavemeti, kopma uzaması ve başlangıç modülü değerleri ölçmüştür (Tablo 3.3). Isırgan otu lifinin kopma mukavemeti değerinin rami, keten ve kenevir ile karşılaştırılabilir olduğu da Tablo 3.3'den görülebilmektedir. Isırgan otu lifinin kopma mukavemeti kenevirden büyüktür ancak rami ve ketende küçüktür. Bu değer ısırgan otunun tekstil lifi olarak kullanılması için bir sorun teşkil etmemektedir [1].

Tablo 3.3 : Isırgan otu lifi ve benzer liflerin gerilme davranışları [1]

Lif cinsi	Kopma mukavemeti (cN/dtex)	Kopma uzaması (%)	Başlangıç modülü (cN/tex)
<i>Urtica cannabina</i> L	5,25	3,80	145,14
Rami	6,72	3,76	173,16
Keten	6,50	2,51	95,48
Kenevir	4,32	2,38	170,50

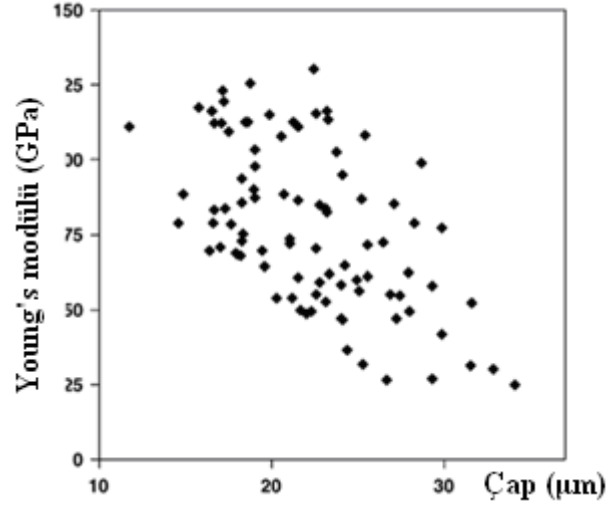
Tekstil liflerinin konforuyla ilgili en önemli özelliklerden biri de lifin modülüdür. Yüksek modüle sahip bir lif giyildiği zaman çok rahatsızlık veren ve insan derisini dalayan (iğne gibi batan) bir etki gösterebilir. Tablo 3.3'de de görüldüğü gibi, ısırgan otu lifinin (*Urtica cannabina* L) başlangıç modülü rami ve kenevirin başlangıç modüllerine göre daha düşük olduğundan dolayı biraz daha yumuşak ve konforlu olarak nitelendirilebilir. Fakat tabloda değerlendirilen dört liften en yumuşak ve konforlu olanı keten lifidir. Bu yüzden ısırgan lifinin başlangıç modülü düşürülmeye çalışılmalıdır. Bu sayede ısırgan lifinin tutumunu ve konfor özelliklerini geliştirirken insan derisini dalama etkisinin de azaltılması sağlanabilir [1].

Tek bir ısırgan otu lifi ve tek bir keten lifinin tipik gerilme/uzama eğrileri Şekil 3.11'de gösterilmiştir. Bitkisel liflerin mukavemet-uzama davranışları temel olarak selüloz kompozisyonuna ve mikrofibrillerin oryantasyonlarına bağlıdır. Ketendeki mikrofibriller lif eksenine 10° açıyla sarılmışlardır. Rami liflerinin fibril açısının ise 3° olduğu tahminlenmiştir [7]. Isırgan otu ve rami aynı ailenin üyesidir. Bu nedenden dolayı ısırgan otu lifi iyi ve yeterli bir kopma mukavemeti değeri göstermektedir. Şekil 3.11'de görüldüğü gibi ısırgan otu lifleri doğrusal bir davranış göstermektedir. Isırgan liflerinin gerilme/uzama eğrisinde göstermiş olduğu lineer yapı, lifteki mikrofibrillerin oryantasyonunun lif eksenine küçük bir eğiklik açısı yapması ile açıklanabilmektedir [2].



Şekil 3.11 : Tipik ısırgan otu ve keten liflerinin gerilme/uzama eğrileri [7]

Ayrıca yapılan çalışmalar lif çapı arttıkça kopma mukavemetinin ve Young modülünün azaldığını göstermiştir. Çap ile Young modülü arasındaki değişim Şekil 3.12'deki grafikte gösterilmiştir. Elde edilen değerler geniş bir alana dağılmıştır. Mekanik özelliklerdeki bu dağılım bitkisel lifler için kaçınılmazdır [7].



Şekil 3.12 : İsrigan otu lifinin çapa göre Young modülü değişimi [7].

3.2.4 Lifin nem tutma kapasitesi

Bir lifin nem emiciliği ve su buharlaştırma kabiliyeti nihai ürünün konforunu etkileyen başlıca faktörlerdendir [1]. Huang (2005) tarafından *Urtica cannabina* L lifinin nem tutma kabiliyeti ve suyun buharlaşması araştırılmıştır. Bir grup lif birbirleriyle paralel olacak şekilde düzenlenmiş ve demet halinde bağlanmıştır. Demetin bir ucunu düzgün hale getirmek için makasla veya bıçakla kesilmiştir. Demetin kesilen ucu suyun yüzeyi ile temas edecek şekilde bırakılmıştır. Su kapılar etkiyle lifler tarafından yukarıya doğru hareket edip lifleri ıslatmaya başlamıştır. Belirli zamanlarda suyun kat ettiği mesafe mm olarak ölçülmüştür. Aynı test karşılaştırma olanağını sağlamak için benzer 5 lif için de uygulanmıştır [1]. Sonuçlar Tablo 3.4'de verilmiştir.

Tablo 3.4 : Isırgan otu ve diğer liflerin nem iletkenliği (mm) [1].

Zaman (dakika)	Isırgan otu	Yün	Pamuk	Rami	Keten	Kenevir
5	29	9	25	24	26	27
10	39	12	28	27	29	30
15	47	13	30	29	32	36
20	49	13	34	34	38	42
25	49	13	34	34	38	42

Tablo 3.4'den ısırgan otu lifinin diğer liflere nazaran daha iyi nem iletkenliğine sahip olduğunu görebiliriz. 25 dakika sonra ısırgan otu lifinde su 49 mm yol almışken, mesela pamukta su sadece 34 mm yol almıştır. Bu lifin yapısıyla ilişkilendirilebilir. Pamuk, *Urtica cannabina* L lifi ve diğer üç sak lifinin moleküler yapıları birbirlerine kısmen benzerdir fakat su emme yetenekleri farklıdır. Bu farklılık lifin yapısındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır [1]. Isırgan otunun lifli yapısının paketlenmiş bir yapıda olması nedeniyle suyun yayılma hızı çok fazladır [27]. Mikroskop altında *Urtica cannabina* L lifi incelendiğinde lif yüzeyinde derin olukların (oyuklar) olduğu fark edilmiştir. Bu olukların bazıları lümenle bağlantılıdır ve bu yüzden yüzey alanı

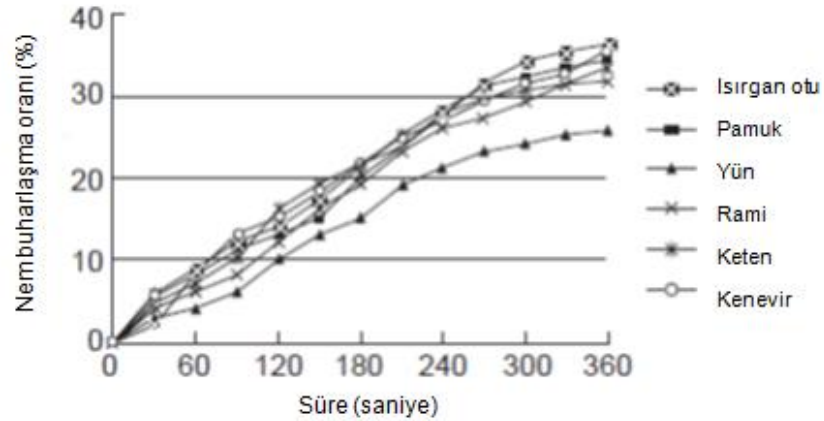
artırmaktadır. Lifte suyun temas edebileceği yüzey alanının daha büyük olması, lifin nem absorblama kabiliyetinde artış sağlamasına yol açmaktadır [1].

Tekstil mamulündeki suyun buharlaşma yeteneğinin ölçümü ise aşağıdaki metotla yapılmaktadır [1]:

Lifler 24 saat boyunca suda ıslatılmaktadır. Fazla su çamaşır makinasında santrifüj etkisiyle 1 dakika işlem görülerek uzaklaştırılmaktadır [1]. Daha sonra örnekler oda sıcaklığında kurutulmakta ve her 30 dakikada bir ağırlıkları ölçülmektedir. Su buharlaşma oranı aşağıdaki Formül (3.1) ile hesaplanmaktadır.

$$\text{Su buharlaşma oranı} = [(W_1 - W_2) / W_1] \times 100 \quad (3.1)$$

W_1 'in değeri ıslatma işlemi sonrası çamaşır makinasında santrifüjleme yapıldıktan sonraki tekstil ürününün ağırlığıdır. W_2 ise buharlaşma periyodundan sonraki ağırlığıdır. Karşılaştırma yapabilmek için diğer 5 lifte değerlendirilmeye alınmıştır. Elde edilen sonuçlar Şekil 3.13'de gösterilmiştir.



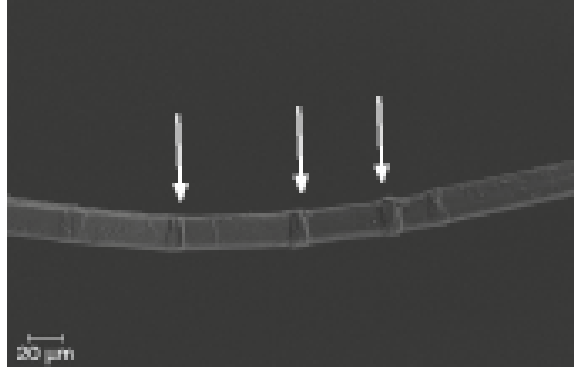
Şekil 3.13 : Farklı liflerin nem buharlaştırma oranları [1]

Grafikten anlaşılacağı gibi suyu buharlaştırma kabiliyeti konusunda pamuk, Urtica cannabina L, keten ve kenevir arasında çok fazla göze çarpan bir farklılık yoktur. Lifleri işaret eden çizgiler birbirine karışmıştır. Elde edilen değerler lifler arasındaki yapı farklılığının liflerin su buharlaşma oranına gözle görülür bir etkiye sahip olmadığını ortaya koymaktadır. Yün ve rami liflerinde suyun buharlaşma oranı ise diğer liflere nazaran daha düşüktür [1].

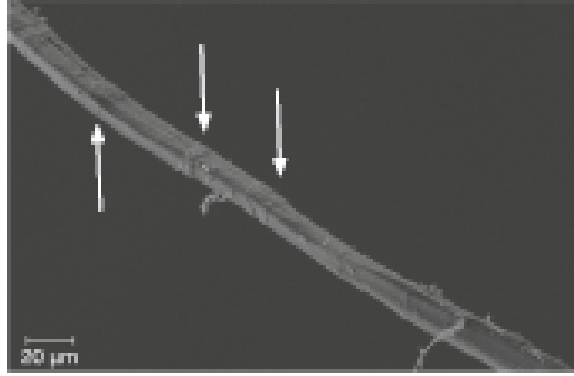
3.3 ısırgan Lifinin Tanınması ve Sak Liflerinin Birbirinden Ayırt Edilmesi

Doğal tekstil liflerinin tanınması ve ayırt edilmesi hem arkeolojik hem de kriminolojik (tekstil ticaretinde oluşabilecek dolandırıcılık vakaaları için) olarak önemli bir iştir. Yün, ipek ve pamuk lifleri sak liflerinden (keten, ısırgan, rami, kenevir ve jüt) kolayca ayırt edilebilir. Fakat sak liflerini kendi içlerinde ayırt edebilmek çok kolay değildir. Lif yüzeyi karakteristikleri, kimyasal yapı analizi ve enine kesit büyüklüğü ve enine kesit şekline dayanan metotlar şüpheleri ortadan kaldırmaya yetmemektedir. Jüt haricindeki diğer sak liflerinin kimyasal yapıları birbirlerine benzemektedir. Jüt lifi diğerlerine göre daha fazla lignin içermektedir. Lignin kimyasal testlerle ve raman spektroskopisi ile de teşhis edilebilmektedir [26].

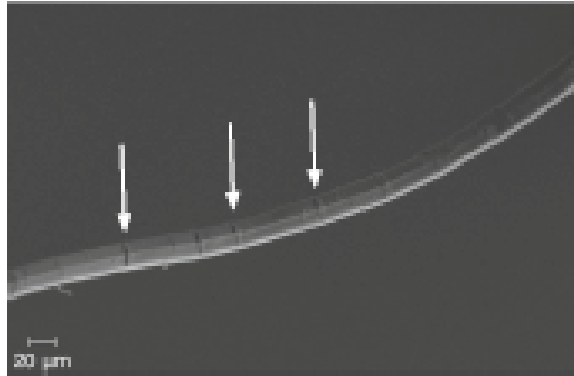
Keten, ısırgan, rami, jüt ve kenevirin yüzey karakteristikleri de benzerdir [26, 28, 29]. Şekil 3.14'de keten, ısırgan ve kenevir liflerinin yüzey karakteristikleri gösterilmiştir.



Keten lifi



Isırgan lifi



Kenevir lifi

Şekil 3.14 : Keten, ısırgan ve kenevir sak lif hücrelerinin yüzey görüntüleri [26]

Üç lifte de boğumsu düğüm görünümündeki yumrular oklarla şekilde gösterilmiştir. Liflerin yüzey karakteristikleri birbirlerine çok benzediğinden ayırt edilmeleri zorlaşmaktadır. Sak liflerinin enine kesit büyüklükleri de benzer olduğu için sak liflerini ayırt etme yöntemi olarak kullanılamamaktadır. Şimdiler de enine kesit şekli

ile sak liflerinin ayırt edilmesi en yaygın yol olmasına rağmen, bireysel türler arasında büyük sapmalar ve çeşitlilikler olduğu için bu yöntemde tamamıyla şüpheleri ortadan kaldıracabilecek bir yöntem değildir. Keten, kenevir ve jüt liflerinin hepsi tipik olarak yuvarlatılmış poligonal şeklinde ve dar, yuvarlak ya da oval bir lüme sahiptir. İsrırgan ve rami lifleri çoğunlukla uzatılmış şerit formu şekilleriyle birlikte daha geniş bir lüme sahiptir [26].

Muller ve çalışma arkadaşları [30, 31] arkeolojik keten, rami, pamuk ve yün örneklerini açık bir biçimde teşhis etmek ve birbirlerinden ayırt edebilmek için X-ışını mikrodifraksiyon yöntemini kullanmıştır. Fakat bu yöntem sinkrotron kullanıma gereksinim duyduğu için sadece birkaç seçilmiş örneğe applike edilebilmiştir [26]. Yani bu yöntem halı hazırda bulunan rahatlıkla kullanılabilen ve ulaşılabilen bir yöntem değildir.

Bergfjord ve Holst (2010)'da keten, ısırgan, rami, kenevir ve jüt örneklerini kullandıkları yöntem ile başarıyla ayırt edebildiklerini belirtmişlerdir. Buldukları yöntem polarize ışık mikroskopu ile fibriler oryantasyonu ölçmeye ve liflerle ilişkili olan kalsiyum oksalat kristallerinin (CaC_2O_4) varlığını saptamaya dayanmaktadır. Sadece küçük miktarlarda lif malzemelerinin ayırt etmek için yeterli olması bu yöntemin en büyük avantajı olduğu belirtilmiştir [26].

Tablo 3.5'de ise sak liflerinin birbirlerinden ayırt edilmelerini sağlayan bazı özellikler toplu halde verilmiştir.

Tablo 3.5 : Sak liflerini ayırt edici özellikler [32]

	Keten	Rami	Isırgan	Kenevir	Jüt
Nötr Çözelti (Su, triasetin) :boyuna görüntü	Düzgün lif, yer yer enine çatlaklar, uzunlamasına çizgiler, şeritler ve düğüm, boğum gibi şişkinlikler, bambuya benzer	Lif şerit gibi düz, geniş ve belirgin lümenli, yer yer dönüm noktalarında, sık boyuna çizgilere, ve çatlaklara sahip	Boyuna görünümü keten ve kenevire benzer	Pürüzsüz silindirik ve belirgin boyuna çizgili, yer yer enine, eğik çatlaklar	Silindirik, pürüzsüz enine ve eğik çatlaklar, genellikle şişme yok, düzgünsüz kalın hücre duvarı, odunsu kısım görülebilir
Enine kesit	Küçük dairesel, oval ya da nokta benzeri lümen ile poligonal	Genellikle uzun, basık oval lümen ile poligonal	Böbrek şeklinde düz	Belirgin lümen ile poligonal	Yuvarlaktan uzamış formda farklı büyüklüklerde oval yuvarlak lümen ile poligonal
Polarize ışık	Yatay (doğu-batı) yön: etkileşim rengi genellikle indigo, kuzey-güney yönü (90 ⁰ pozisyon) : Turuncu	Yatay (doğu-batı) yön: etkileşim rengi genellikle indigo, kuzey-güney yönü (90 ⁰ pozisyon) : Turuncu	Yatay yön: etkileşim rengi genellikle indigo, kuzey-güney yönü (90 ⁰ pozisyon) : Kalsiyumoksalat taşı	Yatay yön: etkileşim rengi genellikle turuncu, kuzey-güney yönü (90 ⁰ pozisyon) : İndigo	Yatay yön: etkileşim rengi genellikle turuncu, kuzey-güney yönü (90 ⁰ pozisyon) : İndigo
Çinkoklorür-iyodür	Maviye boyanma	Kırmızıviyoleye boyanma	Maviye boyanma	Maviye boyanma	Maviye boyanma
Kuoksam	Uçlar trompet gibi şişer, lümen çıkar ve bukleleşir, çözünür	Homojen kuvvetli şişme ve çözünme	Şişme ve çözünme	Kenevir adımları: Orta lamellerin karakteristik olarak birbirine yaklaşması ve sonrasında çözünme	Çözünmez
Potasyum hidroksit (%22,5'lik)	Çapın 1,83 katı şişme			Çapın 1,25 katı şişme	

3.4 Organik İsrırgan Lifi Üretimini Avantajları

Organik olarak üretilmiş lifler ekolojik tekstil endüstrisi için büyük önem taşımaktadır. Organik ürünler ekonomik olarak da gelecek vaat eden bir potansiyel göstermektedirler [6].

Organik ısırgan lifi üretiminin sağlayacağı faydalar kısaca aşağıda özetlenmiştir [6];

- Toksik tekstil atıkları, bu atıkların sağlığa olumsuz etkileri ve geleneksel sürdürülebilir olmayan tekstil zincirine olası alternatiflerin ihtiyacı konularında tüketici farkındalığının sağlanması ve artırılması.
- Üçüncü dünya ülkelerinde sosyal yönden kabul görmeyen tekstil üretimi ve işlem yöntemlerine dikkat çekerek bu tip olumsuz üretimlerin azaltılmasına katkı sağlamak. Mesela, geleneksel pamuk tarımında yoğun miktarda pestisit ve defolyant (yaprak döken ilacı) kullanımı sıklıkla geleneksel pamuk üretiminin eleştirilmesine yol açmaktadır.
- Organik ısırgan, pamuk, keten ve kenevir liflerinden üretilecek tekstiller konusunda edinilen olumlu tecrübeler ve takip eden artan talep.
- Organik ısırgan otu lifinin bölgesel olarak üretimini sağlayacak fabrikaların kurulması konusunda cesaretlendirmek. Bölgesel üretim sayesinde tekstil ham maddesi için uzun mesafeli taşıma ve nakliyeciliğin önüne geçerek maliyetlerde azaltma sağlarken ülke ihracatındaki artışa katkı sağlamak.
- İsrırgan otu lifi gibi yeni tekstil liflerine olan ilgi sayesinde, organik olarak üretilebilen pamuk, keten ve kenevir liflerine ek olarak organik olarak üretilen ve yurtiçinde üretilebilecek diğer potansiyel liflerin üretiminin ve temininin artışını sağlamak.
- Çok rastlanan ısırgan otu gibi otları ticari fabrikalarda işlenen ürünlere dönüştürebilme olanağı çok çeşitli yan-ürünlerin elde edilip kullanılmasına yol açacaktır. Kısacası lif eldesinde kullanılan ısırgan otu saplarının haricinde bitkinin yapraklarından, tohumlarından ve köklerinden faydalanmak. Yani ısırgan otunun sap haricindeki diğer kısımlarının çoklu kullanımı ile birlikte bitkinin her tarafından faydalanılmasını sağlamak.

Karadeniz bölgesi ısırgan otu yetiştiriciliğine uygun bir bölgedir ancak ısırgan lifi üretimi Türkiye’de yapılmamaktadır. Organik ısırgan lifi üretiminin ülkemizde gerçekleştirilmesi ile yukarıda bahsedilen avantajların yanında istihdam, ülke ekonomisi ve organik/ekolojik tekstil üretimine katkı sağlayabileceği aşikardır.

3.5 Ön Terbiye İşlemleri

Tekstil terbiyesi ham tekstil ürünlerinin albenisini, çekiciliği arttırmak, o ürüne ilerideki kullanım yerine uygun özellikler kazandırmak veya var olanları daha da iyileştirmek için yapılan bir dizi işlemlerden oluşmaktadır. Doğal olarak terbiye işlemlerindeki asıl amaç; o ürünü satışa, tüketicinin beğenisine tam olarak hazır hale getirmektir [22].

Ön terbiye işlemi, tekstil terbiyesinde anahtar rolü oynamaktadır. Tekstil terbiyesinin başlangıcında, diğer terbiye işlemlerine bir hazırlık olarak ve mamulün görünümünü güzelleştirmek amacıyla yapılan, mamuldeki yabancı maddeleri uzaklaştırma işlemlerinin tümüne birden “Ön Terbiye İşlemleri” denilmektedir [33].

Ön terbiye işlemleri bazı istisnalar dışında pasif işlemlerdir. Bu işlemler tekstil malzemesini, daha sonra göreceği işlemlere hazırlamak amacı ile yapılmaktadır.

Ön terbiye;

- Daha çok mamulü diğer işlemlere hazırlama amaçlıdır,
- Genelde pasif işlemler olup fazla bir katma değer sağlamazlar,
- Ekstraktif işlemlerdir bu nedenle mamulde ağırlık kaybına neden olurlar,
- Daha sonra uygulanacak diğer terbiye işlemlerinin düzgün olabilmesi için mutlaka homojen olarak gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Pamuklu mamuller yağ, mum, pektin gibi yabancı maddeler içermektedir. Bu maddeler liflere yumuşak ve güzel bir tutum kazandırsa da, hidrofob yapıda olduklarından yaş terbiye işlemlerinde liflerin iyi ve düzgün bir şekilde ıslanmasını engellemektedir. Bu yabancı maddeler ham kumaş üzerinde koyu renkli çöpler halinde bulunmakta ve mamul görünümünü bozmaktadır. Daha sonraki işlemlerin kolayca yapılabilmesi için yabancı maddelerin uzaklaştırılması gerekmektedir. Hidrofilleştirme sırasında yağlar sabunlaşmaktadır. Mumların bir kısmı sabunlaşmakta, bir kısmı da kumaştan emülsiyon halinde ayrılarak yıkama suyuna geçmektedir. Pektin ve lignin bazik işlem sırasında küçük moleküllere parçalanarak Na- tuzu halinde yıkama suyuna geçmekte, hemiselüloz ve küçük selüloz makromolekülleri de aynı şekilde çözülmektedir. Mamul üzerindeki çöpler gevşemekte ve yıkama sırasında kumaştan uzaklaşmaktadır.

Pamuk, yün, keten gibi lifler beyaz olmayıp kremden kahverengiye kadar çok farklı renklerde olabilmektedirler. Bu lifler, bu renkleri veren doğal pigmentlere sahiptirler ve bu rengin şiddeti partiler arasında değişkenlik göstermektedir. Ağartmanın amacı bu renkli pigmentleri bozularak parçalamak ve liflerin temiz, beyaz bir görünüme sahip olmasını sağlamaktır. Ağartma sırasında, kumaşta bulunan yaprak, kapsül ve çekirdek kabuğu artıkları gibi kirlilikler de uzaklaştırılmış olmaktadır.

Hipoklorit Ağartması: Hipoklorit olarak genellikle litresinde 120-150 g aktif klor içeren sodyumhipoklorit kullanılmaktadır. Sodyumhipokloritin aktifleşme enerjisi düşük, redoks potansiyeli ise yüksek olduğundan ağartma sırasında selüloz liflerine zarar verilmemesi amacıyla ağartma hızı frenlenmektedir. Bu nedenle ağartma soğukta (15-20°C) ve pH 9-11 arasında gerçekleştirilmektedir. Ucuz yöntemdir ancak sonuçta etkili bir beyazlık elde edilememektedir. Atık sularda "adsorbe olabilen organik halojen" (AOX) miktarını arttırdığı için ekolojik değildir.

Sodyum Klorit Ağartması: Sodyum kloritin aktifleşme enerjisi yüksek, redoks potansiyeli düşüktür. Dolayısıyla pamuk liflerine zarar verme riski de az olduğu için yeterli bir ağartma etkisi için reaksiyon desteklenmelidir. Bu nedenle, ağartma sıcaklığı 80°C'nin üzerinde ve pH 3.4-4 arasında olmalıdır. Çalışma sırasında zehirli klor dioksit gazı açığa çıkmaktadır, cihazlar paslanmaz çelikten yapılmalıdır, atık sudaki AOX miktarını arttırmaktadır.

Hidrojen Peroksit Ağartması: Ekolojiktir. Piyasada %30-40'lık perhidrol şeklinde bulunur. Ağartma genelde sıcakta ve bazik ortamda yapılmaktadır. Banyoda ağır metal iyonlarının bulunmamasına dikkat edilmesi gerekmektedir.

4. LİTERATÜR ÖZETİ

Hickman (2002), "Perasetik asit ve ağartmadaki kullanımı" adlı çalışmasında çeşitli liflerin PAA ile ağartılması denemeleri yapmıştır. Ketenin ağartılmasında tek adımda en iyi beyazlık değeri %1'lik PAA konsantrasyonunda, pH 8'de, 80°C'lik çalışma sıcaklığında ve 30 dakikada elde edilmiştir. Çalışmada pad-steam yönteminde alımın en azından %70 olması gerektiği ortaya çıkmıştır. En iyi beyazlık değeri ise iki adımlı çalışmada elde edilmiştir. Ancak bunun için metal iyonlarına daha az hassas olan PAA ağartma ilk adımda ve düşük konsantrasyonda gerçekleştirilmekte, ikinci adımda ise hidrojen peroksit ağartması yüksek konsantrasyonda uygulanmaktadır.

Prabaharan ve diğ. (2000), "Pamuklu mamullerin perasetik asit ile ağartma optimizasyonu" adlı çalışmalarında perasetik asit konsantrasyonunun, ağartma sıcaklığının ve sürenin etkisini incelemişlerdir. Denemeler sonucunda 30 g/l perasetik asit konsantrasyonu , 50°C'lik ağartma sıcaklığı ve 30 dakikalık ağartma süresi yeterli bir beyazlık sağlamıştır. Sonraki işlemlerde mamul optik beyazlatıcı ile muamele edilecekse çalışma süresi 1 saat, çalışma sıcaklığı ise 60-70°C olarak önerilmiştir. Bu şartlarda yapılan bir ağartma hidrojen peroksit ağartmaya paralellik göstermektedir. Buradan yola çıkarak perasetik asit ile ağartmanın konvansiyonel ağartma yöntemlerinin yerini alabilecek çevreci bir ağartma yöntemi olabileceği belirtilmiştir.

Abdel-Halim ve Al-Deyab (2011), "Pamuklu mamullerin düşük sıcaklıklarda ağartılmasında perasetik asit kullanımı" adlı çalışmalarında pamuklu mamullerin hidrojen peroksit ağartmasının daha düşük sıcaklıklarda yapılabilirliğini araştırmışlardır. Bunun için öncelikle yine yükseltgen bir ağartma maddesi olan perasetik asit ile pH 6'da bir ön ağartma yapılmış ardından 30 dakikalık ilave bir süre ile normal şartlara göre daha düşük sıcaklıkta ve pH 10,5'de hidrojen peroksit ağartması uygulanmıştır. Bu çalışmanın sonucunda daha düşük sıcaklıklarda kumaş tatmin edici bir beyazlığa ulaşmış daha az mukavemet kayıpları elde edilmiştir.

Mistik ve Yükseloğlu (2005) tarafından “Pamuklu mamullerin hidrojen peroksit ağartmasında ultrasonik enerji kullanımı” adlı çalışmalarında konvansiyonel bir ağartma yöntemi olan hidrojen peroksit ağartmasının pamuklu mamullerin ağartılmasında iyi sonuçlar verdiği ancak yüksek enerji tüketimi ve uzun çalışma sürelerine gerek duyulduğu ortaya konulmuştur. Kısa sürelerde ve daha düşük enerji harcayarak hidrojen peroksit ağartması için ağartma sırasında ultrasonik enerjinin kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda konvansiyonel ağartma yöntemlerine göre daha düşük sıcaklıklarda ve daha kısa çalışma sürelerinde konvansiyonel yöntemlerindeki kadar olmasa da yeterli beyazlık dereceleri elde edilmiştir. Çalışmalar, şartların iyileştirilerek daha az enerji ve daha kısa sürede ağartmaların gerçekleştirilebileceğini, ultrasonik enerjinin ağartmada kullanılmasının alternatif bir yöntem olabileceğini ortaya koymuştur.

Habeish ve diğ. (2011), “Keten ağartmasında ultrason destekli $KMnO_4$ -asidik ağartma sistemleri” adlı çalışmalarında keteni birinci adımında $KMnO_4$ ile ağartılmış, ikinci adımında ise oksalik veya sitrik asit ile ard işlemi gerçekleştirmişlerdir. Yapılan deneylerin sonucunda en uygun $KMnO_4$ konsantrasyonu, ağartma sıcaklığı ve işlem süresi, ard işlem için en uygun asit ve konsantrasyonu, çalışma sıcaklığı ve süresi belirlenmiştir. Elde edilen veriler sonucunda; pH 4’de 5 g/l $KMnO_4$ konsantrasyonu, 90°C çalışma sıcaklığı, 20 dakika çalışma süresi, oksalik asit ile ard işlem, 10 g/l oksalik asit konsantrasyonu, 85°C ard işlem sıcaklığı, 30 dakika ard işlem süresi optimum şartlar olarak belirlenmiştir.

Mortazavi ve diğ. (2008), “Ham pamuklu kumaşların eş zamanlı haşıl sökme ve ağartma işlemlerinde $KMnO_4$ kullanımının değerlendirilmesi” adlı çalışmasında pamuklu mamullerin aynı anda haşılının sökülmesi ve ağartılması için $KMnO_4$ kullanmıştır. Çalışmalarda $KMnO_4$ konsantrasyonu, sıcaklık ve süre parametreleri değiştirilerek optimum değerler belirlenmiştir. Deneyler sonucunda 3 g/l’lik $KMnO_4$ konsantrasyonu, 90°C’lik sıcaklık ve 10 dakikalık işlem süresi optimum şartlar olarak tespit edilmiştir. Bu değerlerde en iyi beyazlık derecesi, en iyi mukavemet değeri ve en iyi hidrofilitte elde edilmiştir. Ayrıca bu ağartma yönteminin daha fazla su ve enerji tasarrufu sağladığı böylelikle konvansiyonel ağartma yöntemlerine alternatif bir yöntem oluşturabileceği belirtilmiştir.

Zahran ve Ahmed (2010), “Ketenin ağartılmasında daha yeşil bir yaklaşım” adlı çalışmasında ketenin ağartılmasında ağartma maddesi olarak sodyum perborat kullanmışlardır. Ağartma denemeleri 0,6 mol/l konsantrasyonda, pH 10 değerinde,

80°C sıcaklıkta ve 3 saatlik sürede gerçekleşmiştir. Elde edilen sonuçlar sonunda sodyumperborat ağartmanın konvansiyonel ağartmalara göre ekolojik olması, pahalı olmaması, insanlar, hayvanlar ve bitkiler için toksit madde içermemesi, ekonomik bir ağartma olması, uzun süre stabil kalabilmesi gibi bir takım avantajları tespit edilmiştir.

Tzanov ve diğ. (2003), "Pamuklu mamullerin konvansiyonel ağartma yöntemleriyle elde edilen beyazlıkların Lakkaz ile geliştirilmesi" adlı çalışmasında lakkaz enziminin selülozik mamullerin ağartılmasındaki etkisi incelemiştir. Elde edilen beyazlıkların konvansiyonel yöntemlere göre yeterli olmadığı tespit edilmiş olup enzimin iki adımlı proseslerde kullanılabilmesi belirtilmiştir. Daha iyi beyazlık derecesi elde etmek için çevre kirliliğini arttıran ağartma maddeleri yerine doğaya duyarlı lakkaz enzimlerinin kullanılması önerilmiştir. Yapılan çalışmalarda lakkaz enzimi hidrojen peroksit ağartma ile kombin kullanılarak daha iyi beyazlık derecesi ve çevreye daha duyarlı bir üretim elde edilmiştir. Aynı zamanda aynı beyazlık dereceleri için daha düşük miktarlarda hidrojen peroksit kullanımı ile kimyasal tasarrufu da sağlanmıştır.

Prabaharan ve Rao (2002), "Pamuklu mamullerin ön terbiye işlemlerinin birleştirilmesinde ozon kullanımı" adlı çalışmasında pamuklu mamullerin ozonla ağartılmasında selülozdaki hidroksil gruplarının karboksil veya aldehit gruplarına dönüştüğünü diğer bir deyişle selüloz moleküllerinin oksiselüloza okside olduğunu tespit etmiştir. Yüksek beyazlık dereceleri elde etmek için ozonlama sürelerinin artırılmasının kumaşın beyazlık değerini artırırken mukavemetinin düşmesine neden olacağı belirtilmiştir. Mukavemet kaybını azaltmak için ise ozonla ağartmanın diğer ağartma yöntemleri ile kombine edilmesi önerilmiştir.

Prabaharan ve Rao (2001), "Pamuklu kumaşların ozonla ağartılmasındaki proses optimizasyonları, boyama ve bitim özellikleri" adlı çalışmasında pH'a bağlı olarak ozon gazının ya direkt molekül olarak ya da ozonun suda parçalanması sonucu oluşan radikal gruplar ile renkli pigmentlerle reaksiyona girdiğini tespit etmişlerdir. Bunun yanında asidik, nötr ve hafif bazik koşullarda genellikle direkt olarak ozon molekülünün reaksiyona girdiği, reaksiyonun genelde yavaş gerçekleştiği ve bunun renkli pigmentlerin cinsine ve aralarındaki bağın tipine bağlı olduğu tespit edilmiştir. Kuvvetli alkali koşullarda ise reaksiyon OH radikalleri ve süperoksit iyonları üzerinden gerçekleşmektedir. Sonuç olarak ozonla ağartmada en iyi beyazlık değerlerinin asidik, nötr ve hafif bazik pH' da elde edilebileceği görülmüştür.

5. MATERYAL VE METOT

5.1 Materyal

5.1.1 Ağartma yapılacak materyal

Çalışmada kullanılan dokuma kumaş %100 ısırgan otu lifinden üretilmiş olup Kore'den ithal edilmiştir. Çalışma için kullanılan kumaşın ayrıntıları aşağıdaki Tablo 5.1'de verilmektedir.

Tablo 5.1 : % 100 ısırgan lifinden üretilmiş ham kumaşın konstrüksiyon özellikleri

Doku tipi	D 3 / 1 (Z)
Çözümlü sıklığı (çözgü / cm)	23
Atkı sıklığı (atkı / cm)	17
Gramaj (gram / m ²)	295

5.1.2 Çalışmada kullanılan kimyasal ve yardımcı maddeler

<u>Kullanılan Kimyasal</u>	<u>Üretici Firma</u>
Lakkaz Enzimi (Novalite II S)	Alfa Kimya
Hidrojen peroksit (%50)	Tekkim
Sodyum perborat	Kimetsan
Sodyum perkarbonat	Aldrich
Potasyum permanganat	Kimetsan
Oksalik asit	WPINC
Perasetik asit	Sigma-Aldrich

<u>Kullanılan Kimyasal</u>	<u>Üretici Firma</u>
Sodyum borhidrür	Kimetsan
Glikoz	Tekkim
Asetik Asit	Aldrich
Sodyum hidroksit	Düzey
Sodyum karbonat	Düzey
Sülfirik asit	Kimetsan
Metilen mavisi	Fluka

5.2 Metot

5.2.1 Uygulanan işlem adımları

Araştırma kapsamında ısırgan otundan üretilmiş kumaşın ön terbiye işlemlerinin incelenmesi hedeflenmiştir. Ağartma işlemi farklı yükseltgen, indirgen maddeler ve bu maddelerin kombinasyonları ile gerçekleştirilmiştir. Deneme sonuçlarına göre en iyi beyazlık derecesini sağlayan reçeteler belirlenmiştir. Bu reçeteler mikrodalga enerjisinden yararlanılarak yapılan ağartma işlemleri için de kullanılmıştır.

Klasik yöntemle ve mikrodalga enerjisinden yararlanılarak ağartma işlemine tabi tutulan numunelerin beyazlık dereceleri ve mukavemet değerleri ölçülmüştür. Ağartma flottelerinden numuneler alınarak KOİ (Kimyasal oksijen ihtiyacı) ölçümleri yapılmış, çevre yükü en az olan ağartma maddesi belirlenmeye çalışılmıştır. Ağartma işlemi liflere zarar verebilen bir işlem olduğu için ısırgan otu lifinden üretilen numunelerde oksiselüloz tayini yapılmıştır.

Isırgan otu lifi esaslı kumaşın ağartılmasında kullanılan ağartma maddeleri ve uygulanma adımları Tablo 5.2 ve Tablo 5.3'de verilmektedir.

Tablo 5.2 : Çalışmada kullanılan ağartma maddeleri

Kullanılan enzim	Çalışmada kullanılan yükseltgen ağartma maddeleri	Çalışmada kullanılan indirgen ağartma maddeleri
Lakkaz	Potasyum permanganat	Glikoz
	Sodyum perkarbonat	Sodyum borhidrür
	Sodyum perborat	
	Hidrojen peroksit	
	Perasetik asit	
	Ozon	

Tablo 5.3 : Çalışmada uygulanan işlem adımları

Yükseltgen ağartma maddeleri ile ağartma

Potasyum permanganat (KMnO_4) ile ağartma

Sodyum perkarbonat ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5 \text{H}_2\text{O}_2$) ile ağartma

Sodyum perborat ($\text{Na}_2\text{BO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) ile ağartma

Hidrojen peroksit (H_2O_2) ile ağartma

Perasetik asit ($\text{CH}_3\text{CO}_3\text{H}$) ile ağartma

Ozon (O_3) ile ağartma

İndirgen ağartma maddeleri ile ağartma

Glikoz ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) ile ağartma

Sodyum borhidrür (NaBH_4) ile ağartma

Enzim ve diğer ağartma maddelerinin kombinasyonu

Lakkaz ile işlem

Lakkaz ile işlem ardından potasyum permanganat ile ağartma

Lakkaz ile işlem ardından sodyum perkarbonat ile ağartma

Lakkaz ile işlem ardından sodyum perborat ile ağartma

Lakkaz ile işlem ardından hidrojen peroksit ile ağartma

Lakkaz ile işlem ardından perasetik asit ile ağartma

Lakkaz ile işlem ardından sodyum borhidrür (NaBH_4) ile ağartma

Lakkaz ile işlem ardından ozon ile ağartma

Tablo 5.3 (devam): Çalışmada Uygulanan İşlem Adımları

İndirgen ve yükseltgen ağartma maddelerinin kombinasyonu

Sodyum borhidrür ile işlem ardından potasyum permanganat ile ağartma

Sodyum borhidrür ile işlem ardından sodyum perkarbonat ile ağartma

Sodyum borhidrür ile işlem ardından sodyum perborat ile ağartma

Sodyum borhidrür ile işlem ardından hidrojen peroksit ile ağartma

Sodyum borhidrür ile işlem ardından perasetik asit ile ağartma

Sodyum borhidrür ile işlem ardından ozon ile ağartma

Yükseltgen ve indirgen ağartma maddelerinin kombinasyonu

Potasyum permanganat ile işlem ardından sodyum borhidrür ile ağartma

Hidrojen peroksit ile işlem ardından sodyum borhidrür ile ağartma

Ozon ile diğer yükseltgen ağartma maddelerinin kombinasyonu

Potasyum permanganat ile ağartma ardından ozon ile işlem

Sodyum perkarbonat ile ağartma ardından ozon ile işlem

Sodyum perborat ile ağartma ardından ozon ile işlem

Hidrojen peroksit ile ağartma ardından ozon ile işlem

Perasetik asit ile ağartma ardından ozon ile işlem

Ozon ile indirgen ağartma madde kombinasyonu

Sodyum borhidrür ile ağartma ardından ozon ile işlem

5.2.2 Çalışmada kullanılan cihazlar ve makineler

5.2.2.1 Boyama cihazı

Kumaşlara ağartma işlemi Ataç marka Lab Dye HT model IR numune boyama makinesinde uygulanmıştır.



Şekil 5.1: Ataç Lab Dye HT model IR numune boyama makinesi

Numune kumaşlar 200 ml'lik tüplerde ağartılmıştır. Ağartma çektirme yöntemiyle gerçekleştirilmiş olup her bir ağartma diyagramı makinenin kumanda panosundan ayarlanmıştır.

5.2.2.2 Ozon jeneratörü ve ultrasonik prob

Ozonla ağartma adımı için Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği bölümü laboratuvarlarında mevcut olan Opal marka ozon jeneratörü kullanılmıştır. Numune kumaşlar cam mezür içerisinde ozon jeneratöründen elde edilen ozon gazı ile optimum sürede ve 600 ml/dakika debi ile tatbik edilmiştir.



Şekil 5.2 : Ozon ağartma düzeneği

Ozonlama sırasında beyazlık derecesini artırmak için ultrasonik prob ile çalışılmıştır. Bunun için numune kumaş ozonlama işlemi görürken ultrasonik prob çalışması ilave edilmiştir.



Şekil 5.3 : Ozon+ultrasonik prob ağartma düzeneği

5.2.2.3 Renk ölçüm cihazı

Yapılan deneyler sonucunda numune kumaşların beyazlıkları Datacolor marka 600 model spektralfotometrede ölçülmüştür. Ölçümler stensby beyazlık derecesine göre yapılmış ve buna göre değerlendirilmiştir.



Şekil 5.4 : Datacolor 600 spektralfotometre

5.2.2.4 Mikrodalga fırın

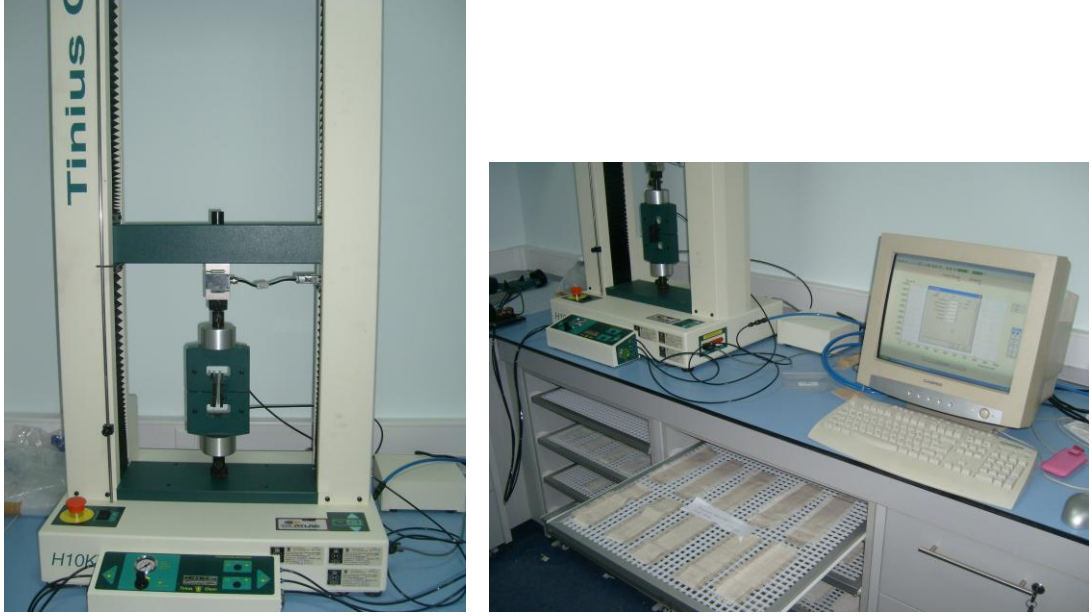
Klasik yöntem uygulanarak en iyi beyazlık derecelerinin elde edildiği reçeteler Arçelik marka MD 595 model ev tipi mikrodalga fırında da denenmiştir. Isıya dayanıklı kap içerisine yerleştirilen ağartma flottesi ile kısa sürelerde çektirme yöntemine göre ısırgan kumaşların ağartma denemeleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5.5 : Arçelik MD 595 mikrodalga fırın

5.2.2.5 Kopma mukavemeti test cihazı

Deneysel sonuçlarda beyazlıkları ölçülen kumaşların mukavemet değerlerini belirlemek için Tinius Olsen H10K model test cihazında kopma mukavemeti testi yapılmıştır.

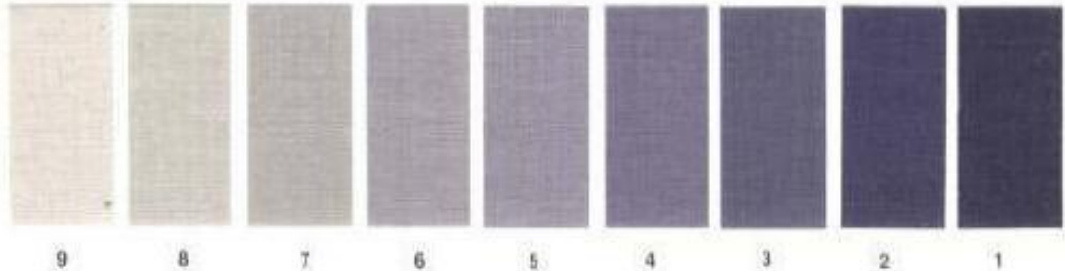


Şekil 5.6 : Kopma mukavemeti test cihazı

5.2.3 Çalışmada uygulanan testler ve yapılan ölçümler

5.2.3.1. Kumaş üzerinde haşıl sökme derecesi tayin yöntemi

Numunenin farklı bölgelerine nişasta haşılı indikatörü olarak I_2/KI çözeltisi damlatılmakta iyotun nişasta ile verdiği renk Tegewa skalasına göre değerlendirilmektedir. Tegewa skalası 1'den 9'a kadar değerlerden oluşmaktadır. Skala üzerindeki 1 değeri numunedeki haşılın uzaklaşmadığı, 9 değeri ise haşılın tamamının kumaş üzerinden uzaklaştığı anlamına gelmektedir.



Şekil 5.7 : Tegewa skalası

I₂/KI çözeltilisinin hazırlanışı: 2,4 g potasyum iyodür 200 ml saf su içinde çözülür, 1,3 g iyot ilave edilir ve çözülünceye kadar karıştırılır. Ardından saf su ile 1 litreye tamamlanır.

İşletme şartlarında (Shamrock Tekstil, Denizli) uygulanan enzimatik haşıl sökme reçetesi aşağıda verilmektedir.

Haşıl Sökme Reçetesi:

5 g/l Amilaz Enzimi

3 g/l Islatici

2 g/l İyon tutucu

Reçeteye göre yapılan emdirme işleminin ardından 50°C'de 6 saat bekletme ve kaynar yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir. Enzimatik haşıl sökme işlemi görmüş olan kumaş tez çalışmasında ağartma öncesi (ham) kumaş olarak adlandırılmıştır.

5.2.3.2 Beyazlık derecesi ölçümü

Ağartma işlemi uygulanan numunelerin beyazlık dereceleri ölçümleri Datacolor 600 model spektralfotometre kullanılarak D65 gün ışığı altında, 10⁰ gözlem açısı altında yapılmıştır. Kumaş numunelerinden dört farklı noktadan ve çözgü yüzü aynı hizada olacak şekilde ölçüm alınarak ortalamaları hesaplanmıştır. Ağartılmış numunelerin Stensby yöntemine göre beyazlık dereceleri belirlenmiştir.

5.2.3.3 Hidrofilite testi

Kumaşların hidrofilite derecelerinin değerlendirilmesinde TS 866 standardı esas alınmıştır. Standartta 1 cm uzunlukta ve eşit ağırlıktaki numuneler çapı 15 cm olan saf su dolu kabın yüzeyinden 10 cm yükseklikten bırakılmakta ve kabın dibine batıncaya kadarki süre ölçülmektedir.



Şekil 5.8 : Hidrofilite test düzeneği

5.2.3.4 Kopma mukavemeti testi

Kopma mukavemeti, kopma ile sonuçlanan bir çekme deneyinde kumaş numunesine uygulanan en büyük kuvvettir ve N(Newton) cinsinden ifade edilir. Kopma mukavemeti özellikle dokuma kumaşlarda kullanılan, kumaşın kullanım performansını belirleyen özelliklerden bir tanesidir. Kumaş kopma mukavemeti Tinius Olsen mukavemet cihazında TS EN ISO 13934-1 standardına göre ölçülmüştür. Bu standarda göre deney numunesi ortalama kopma süresi belirlenen limitler içerisinde girecek şekilde önceden tespit edilen sabit bir hızla uzatılır. Test cihazı, uzama miktarına bakılmaksızın numunenin uygulanabilir süre limitleri içerisinde kopma noktasına kadar uzamasını sağlayacak farklı sabit uzama oranlarında çalışacak kabiliyettir.

Mukavemet ölçümleri şerit metoduna göre yapılmıştır. Şerit metodu numune genişliğinin tamamen çeneler arasına sıkıştırıldığı kopma mukavemeti testidir. Mukavemet denemeleri için örnek almadan önce kumaş numuneleri standart atmosfer koşullarında 24 saat süreyle kondüsyonlanır. Şerit metodunda her bir deney parçası uzun kenarı kumaşın atkı veya çözgü doğrultusuna paralel olacak şekilde kesilir ve kumaşın her iki kenarından yaklaşık eşit sayıda iplik sökülerek kenarlar saçaklandırılır. Deney numunelerinin eni saçaklar hariç 50 mm ve boyu test cihazı çeneleri arasındaki 200 mm'lik ölçüm uzunluğuna yetecek miktarda olmalıdır.

Numune çenelere yerleştirildikten sonra mukavemet cihazındaki hareketli çene harekete geçirilir ve deney parçası kopma noktasına kadar uzatılır. Deney numunesi koştuktan sonra Newton cinsinden maksimum kuvvet, maksimum kuvvet altında uzama miktarı ve uzama yüzdesi belirlenir [46].

5.2.3.5 Oksiselüloz oluşumunun tespiti

Oksidatif maddelerden zarar görmüş selüloz lifleri moleküllerinde karboksil grubu miktarı arttığı için bazik boyarmaddelerle kolayca boyanabilmektedir. Zararı tespit edebilmek için metilen mavisi kullanılmaktadır. Metilen mavisi ile 20 dakika soğuk veya 60-100°C'de 5 dakika yapılan % 0,1'lik boyama sonucunda zarar görmemiş pamuk lifi pek boyanmazken, zarar gören lifler boyanmaktadır.

5.2.3.6 KOİ (Kimyasal oksijen ihtiyacı) ölçümü

Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), atık su içindeki organik maddelerin kuvvetli asidik şartlarda kuvvetli kimyasal oksidantla ($Cr_2O_7^{-2}$) reaksiyona girerek kararlı son ürünlere dönüştürülmesi için gerekli oksijen ihtiyacını ifade etmektedir [34]. Yüksek düzeyde KOİ içeren atık suların ayrı toplanması ve ayrı arıtılması gerekmektedir. Ağartma flottelerinden numuneler alınarak KOİ ölçümü yapılmış ve çevre için en az zarara neden olan ağartma maddesi belirlenmeye çalışılmıştır. Ölçümler standart titrimetrik yöntemle (Standard Methods 5220 C: Closed Reflux, Titrimetric Method, APHA, 19th edn, American Public Health Association, 1995) göre yapılmıştır. KOİ ölçümleri, Merck 14691 kiti ölçüm aralığı 300-3500 mg/l kullanılarak yapılmıştır.

6. BULGULAR VE TARTIŞMA

6.1 Isırgan Kumaşların Yükseltgen Ağartma Maddeleri İle Ağartılmasına Ait Denemeler

6.1.1 Potasyum permanganat (KMnO₄) ile ağartma

Kuvvetli bir yükseltgen madde olan potasyum permanganatın (KMnO₄) oksalik asit ile kombinasyonu yapılarak iki adımda ısırgan liflerinden üretilen kumaşın ağartma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Hebeish ve diğ. (2011), keten liflerinin ağartılmasına dair yaptıkları çalışmada önerilen reçete referans alınarak ısırgan lifi için potasyum permanganat konsantrasyonu, potasyum permanganat ile yapılan işlem süresi ve ard işlem için oksalik asit konsantrasyonu belirlenmeye çalışılmıştır.

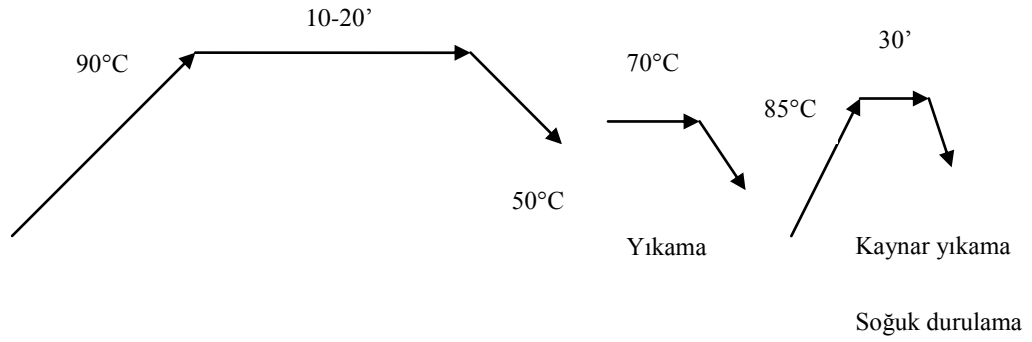
Tablo 6.1 : Potasyum permanganat (KMnO₄) ile ağartma işlemine ait deneylerin reçetesi

Potasyum permanganat (KMnO₄) ile ağartma			
KMnO ₄ konsantrasyonu	3 g/l	5 g/l	7 g/l
Ağartma sıcaklığı		90 °C	
Ağartma süresi		10 dak.	
pH (3/4= H ₂ SO ₄ /CH ₃ COOH)		pH 4	
Flotte oranı.		1:20	

pH ayarı için 3/4 oranında H₂SO₄ ve CH₃COOH kullanılmıştır. Ağartma 90°C'de ve 10 dakikalık süre ile yapılmıştır. Ağartma işleminin ardından numune 70°C' de yıkanmış ve daha sonra ard işlem adımına geçilmiştir. Ard işlem için oksalik asit kullanılmış ve numune 85°C'de 30 dakika muamele edilmiştir. Ard işlem sonucunda numuneye kaynar yıkama ve soğuk durulama uygulanmıştır.

Tablo 6.2 : Potasyum permanganat ile ağartma sonrası oksalik asit ile uygulanan reçete

Oksalik asit (COOH)₂ ile ard işlem			
Oksalik asit (COOH) ₂ konsantrasyonu	4 g/l	6 g/l	8 g/l
Sıcaklık		85 °C	
Süre		30 dak.	
pH		pH 4	
Flotte oranı.		1:20	

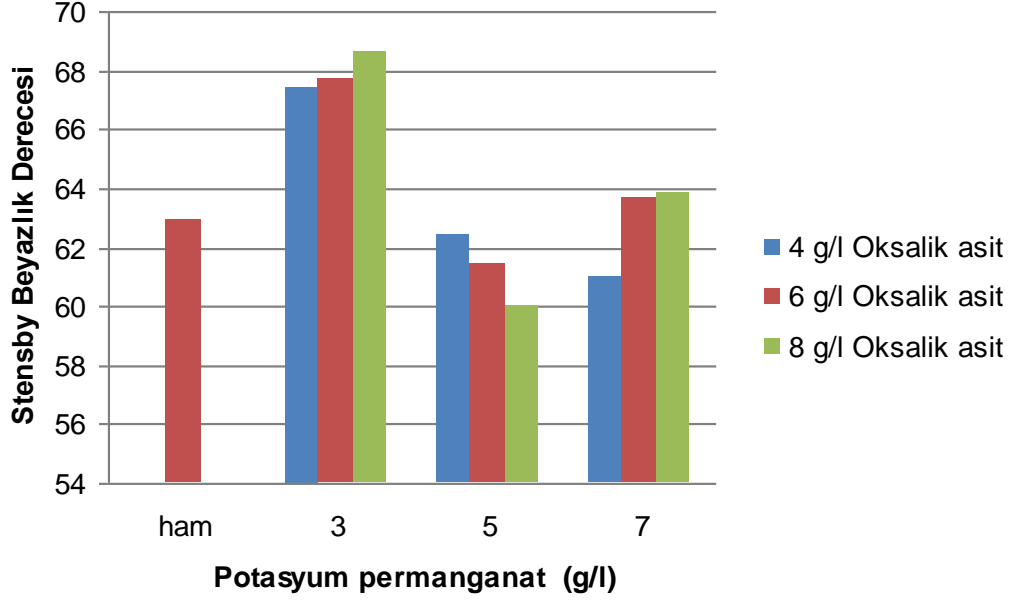


Şekil 6.1 : Potasyum permanganat ağartma diyagramı

Potasyum permanganat (KMnO₄) ile ağartılmış numunelerin Stensby formülüne göre beyazlık dereceleri Tablo 6.3'de verilmektedir.

Tablo 6.3 : Potasyum permanganat ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri

KMnO ₄ (g/l)	3	5	7	3	5	7	3	5	7
KMnO ₄ ile işlem süresi	10 dakika			10 dakika			10 dakika		
(COOH) ₂ (g/l)	4	4	4	6	6	6	8	8	8
Stensby Beyazlık Derecesi	67,47	62,41	61,01	67,72	61,42	63,67	68,65	60,04	63,87



Şekil 6.2 : Potasyum permanganat ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri

Tablo 6.3 ve Şekil 6.2'de görüldüğü gibi en iyi beyazlık değeri $KMnO_4$ 'ün 3 g/l, oksalik asidin 8 g/l konsantrasyonu ile elde edilmiştir. Diğer numunelerde ağartmadan çok grileşme gerçekleşmiştir.

Potasyum permanganat ($KMnO_4$) ile ağartmada işlem süresinin etkisini incelemek amacıyla numune 3 g/l $KMnO_4$ ile 90 °C'de 20 dakika ağartılmış ve ardından diğer numunelere uygulandığı gibi 8 g/l oksalik asit ($COOH$)₂ ile 85 C°'de 30 dakika işleme tabi tutulmuştur. Numunenin Stensby beyazlık derecesi 75,32 olarak ölçülmüştür.

Potasyum permanganat ($KMnO_4$) ile yapılan deneme sonuçları göstermiştir ki; 3 g/l $KMnO_4$ konsantrasyonu ile 90°C' de 20 dakika yapılan ağartma ardından 8 g/l oksalik asit ($COOH$)₂ ile 85 C°'de 30 dakika muamele, ısırgan lifleri için yüksek bir beyazlık derecesine (75.32) ulaşmayı sağlayabilmektedir.

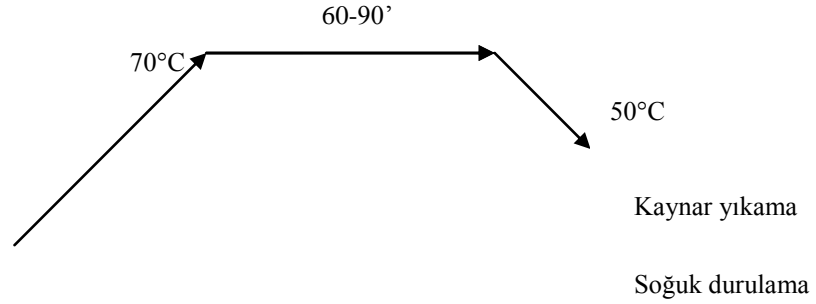
Potasyum permanganat ile ağartmada en yüksek beyazlık derecesini (75,32 Stensby Beyazlık Derecesi) geliştirmek için diğer şartlar aynı kalmak üzere oksalik asit ($COOH$)₂ miktarı 10 g/l olarak kullanıldığında ise Stensby Beyazlık Derecesi 74,97 olarak ölçülmüştür. Bu durumda oksalik asit konsantrasyonunun 8 g/l olması optimum bir değer olarak belirlenebilmektedir.

6.1.2 Sodyum perkarbonat ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}_2$) ile ağartma

Sodyum perkarbonat ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}_2$) ile ağartma işlemine uygulanan reçeteler Tablo 6.4'de verilmektedir.

Tablo 6.4 : Sodyum perkarbonat ile ağartma işlemine ait deney reçetesi

Sodyum perkarbonat ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}_2$) ile ağartma			
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}_2$ konsantrasyonu	2 g/l	4 g/l	6 g/l
Ağartma sıcaklığı	70 °C		
Ağartma sũresi	60 – 90 dakika		
pH	pH 10.5-11		
Flotte oranı	1:20		

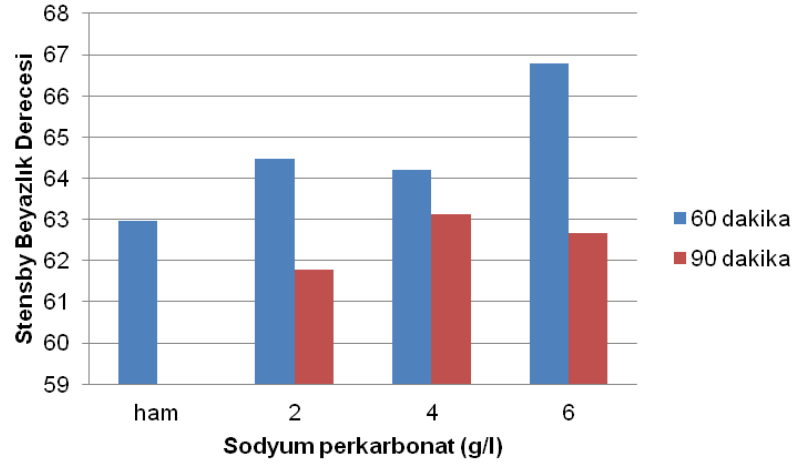


şekil 6.3 : Sodyum perkarbonat ağartma diyagramı

Sodyum perkarbonat ile ağartılmış numunelerin Stensby beyazlık dereceleri Tablo 6.5'de verilmektedir.

Tablo 6.5 : Sodyum perkarbonat ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri

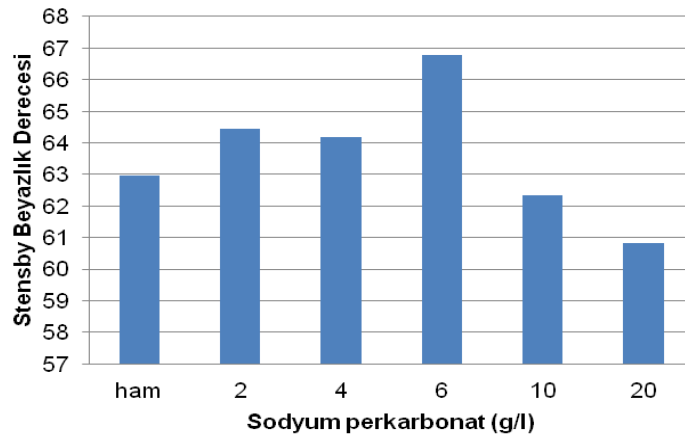
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5 \text{H}_2\text{O}_2$ konsantrasyonu	2 g/l	4 g/l	6 g/l	2 g/l	4 g/l	6 g/l
Sũre(dakika)	60	60	60	90	90	90
Stensby Beyazlık Derecesi	64,46	64,19	66,78	61,78	63,13	62,68



Şekil 6.4 : Sodyum perkarbonat ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri

Tablo 6.5 ve Şekil 6.4'de görüldüğü gibi en yüksek beyazlık değeri, sodyum perkarbonat ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}_2$)'in 6 g/l konsantrasyonda kullanıldığı ve 70 °C'de 60 dakika işleme süresinin uygulandığı numune ile sağlanmıştır. 60 dakikada elde edilen beyazlık dereceleri 90 dakikada elde edilenlerden daha iyidir. Şekil 6.4'de görüldüğü üzere sodyum perkarbonat konsantrasyonu arttıkça beyazlığın iyileştiği gözlemlenmiştir.

Yapılan denemeler dışında konsantrasyonun etkisini gözlemlemek için sodyum perkarbonatın 60 dakikalık süredeki 10 ve 20 g/l'lik konsantrasyonları da denenmiş elde edilen beyazlıklar sırasıyla 62,35 ve 60,81 ölçülmüştür. Sodyum perkarbonat ile 70°C'de ve 60 dakika işleme süresi ile ağartmada kullanılan tüm konsantrasyonlardaki beyazlık dereceleri Şekil 6.5'de gösterilmiştir.



Şekil 6.5 : Sodyum perkarbonat ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri

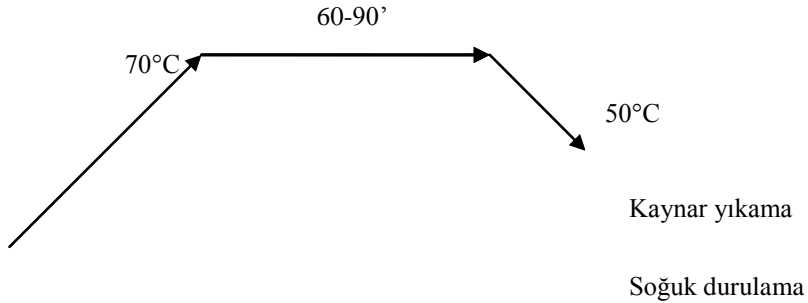
Şekil 6.5'de de açıkça görüldüğü gibi beyazlık derecesi sodyum perkarbonat konsantrasyonunun 6 g/l'yi geçtiği durumlarda azalmakta hatta kumaşın sararmasına neden olmaktadır. Bu değerler ışığında ısırğan otu kumaşının sodyum perkarbonat ağartmasında en iyi beyazlık derecesi 6 g/l konsantrasyonda, 70 °C'de ve 60 dakikada sağladığı görülmüştür.

6.1.3 Sodyum perborat ($\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) ile ağartma

Sodyum perborat ($\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) ile ağartma işleminde uygulanan kombinasyonlar Tablo 6.6' da verilmektedir.

Tablo 6.6 : Sodyum perborat ile ağartma işlemine ait deney reçetesi

Sodyum perborat ($\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) ile ağartma			
NaBO ₂ .H ₂ O ₂ .3H ₂ O konsantrasyonu	2 g/l	4 g/l	6 g/l
Ağartma sıcaklığı	70 °C		
Ağartma süresi	60 – 90 dakika		
pH	pH 9		
Flotte oranı.	1:20		

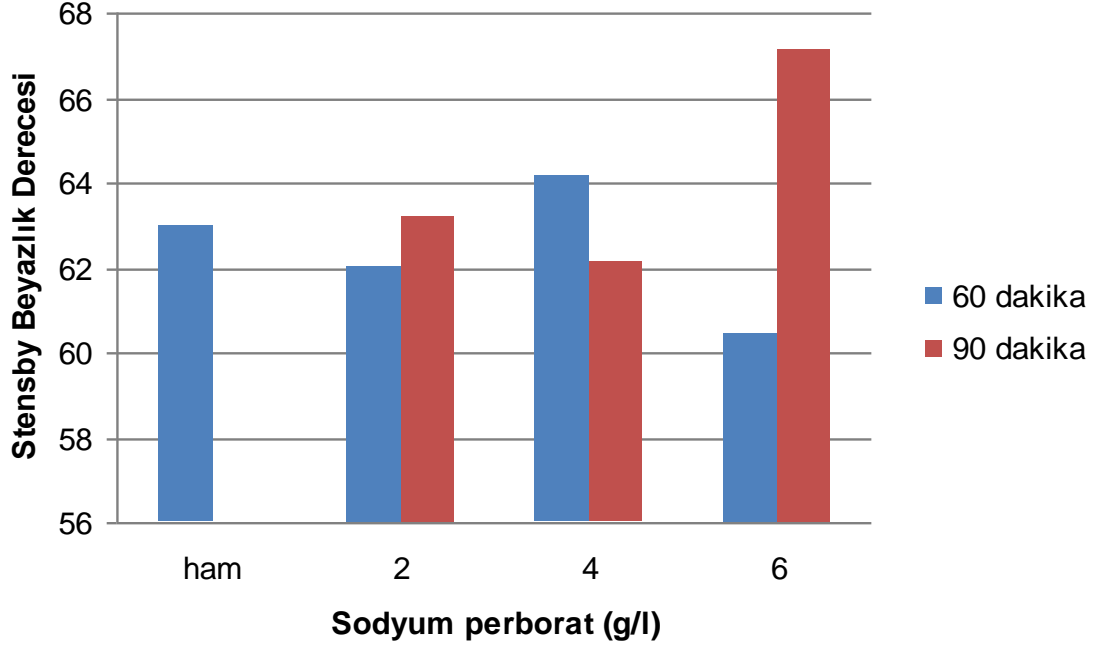


Şekil 6.6 : Sodyum perborat ağartma diyagramı

Sodyum perborat ($\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) ile ağartılmış numunelerin Stensby beyazlık değerleri Tablo 6.7'de verilmektedir.

Tablo 6.7 : Sodyum perborat ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri

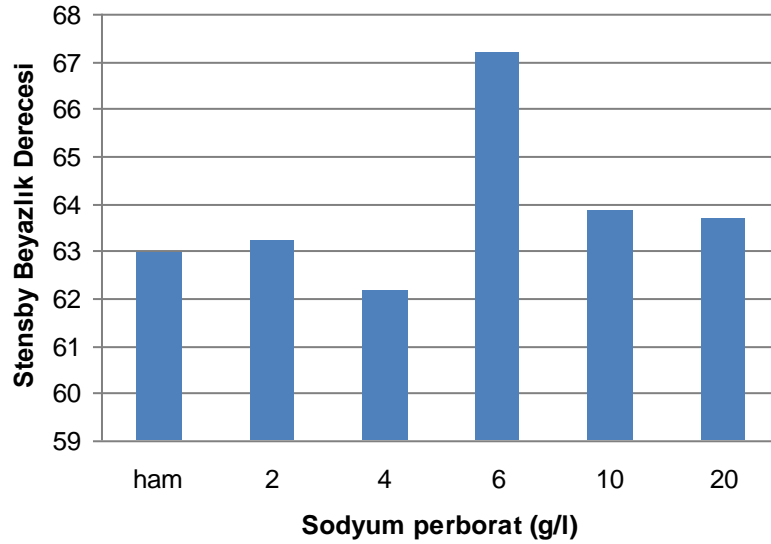
NaBO ₂ .H ₂ O ₂ .3H ₂ O	2 g/l	4 g/l	6 g/l	2 g/l	4 g/l	6 g/l
Süre(dakika)	60	60	60	90	90	90
Stensby Beyazlık Derecesi	62,05	64,19	60,46	63,21	62,16	67,18



şekil 6.7 : Sodyum perborat ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri

Tablo 6.7 ve şekil 6.7 incelendiğinde en yksek beyazlık derecesinin, sodyum perboratın (NaBO₂.H₂O₂.3H₂O) 6 g/l konsantrasyon uygulandığı 70 °C'de 90 dakika işlem yapılan numune ile sağlandığı gcrulmektedir. Ağartma 90 dakika boyunca uygulandığında 60 dakikaya gcre daha iyi beyazlık dereceleri elde edilmiştir.

Sodyum perborat konsantrasyonunun etkisinin gczlemlenmesi iwin 90 dakika ağartma suresindeki 10 ve 20 g/l'lik ağartma denemeleri yapılmış, beyazlık dereceleri sırasıyla 63,88 ve 63,71 olwlmüştcr. Sodyum perborat ile 70 °C'de 90 dakika işlem suresi ile ağartmada kullanılan tcr konsantrasyonlardaki beyazlık dereceleri şekil 6.8'de gsterilmiştir.



Şekil 6.8 : Sodyum perborat ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri

Şekil 6.8'de görüldüğü gibi sodyum perborat ile ağartma en iyi beyazlık derecesi 6 g/l konsantrasyonda elde edilmiştir. Konsantrasyonun 6 g/l'yi geçtiği durumlarda beyazlık derecesi azalmaktadır. Bu değerler ışığında ısırgan otu kumaşının sodyum perborat ağartmasında en iyi beyazlık derecesi 6 g/l konsantrasyonda, 70 °C'de ve 90 dakika sağladığı görülmüştür.

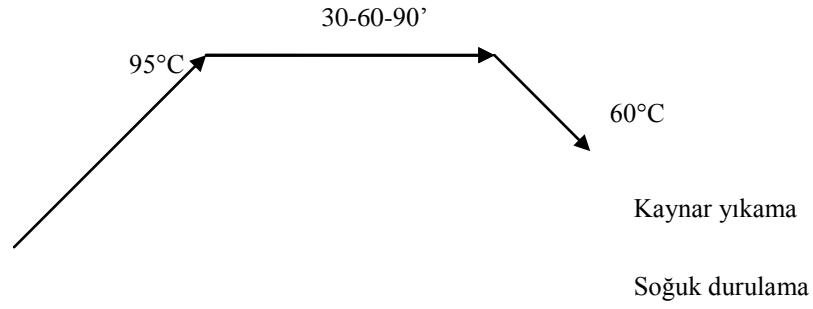
6.1.4 Hidrojen peroksit (H₂O₂) ile ağartma

Hidrojen peroksit (H₂O₂) ile ağartma işleminde uygulanan reçeteler Tablo 6.8'de verilmektedir.

Tablo 6.8 : Hidrojen peroksit ile ağartma işlemine ait deney reçetesi

Hidrojen peroksit (H₂O₂) ile ağartma			
H ₂ O ₂ (%50) konsantrasyonu	3 ml/l	5 ml/l	10 ml/l
NaOH konsantrasyonu		1,5 g/l	
Ağartma sıcaklığı		95 °C	
Ağartma süresi	30 - 60 - 90 dakika		
Flotte oranı.	1:20		

Hidrojen peroksit (H₂O₂) ile ağartmada hidrojen peroksit konsantrasyonu ve ağartma süreleri değiştirilerek çeşitli kombinasyonlar uygulanmıştır.

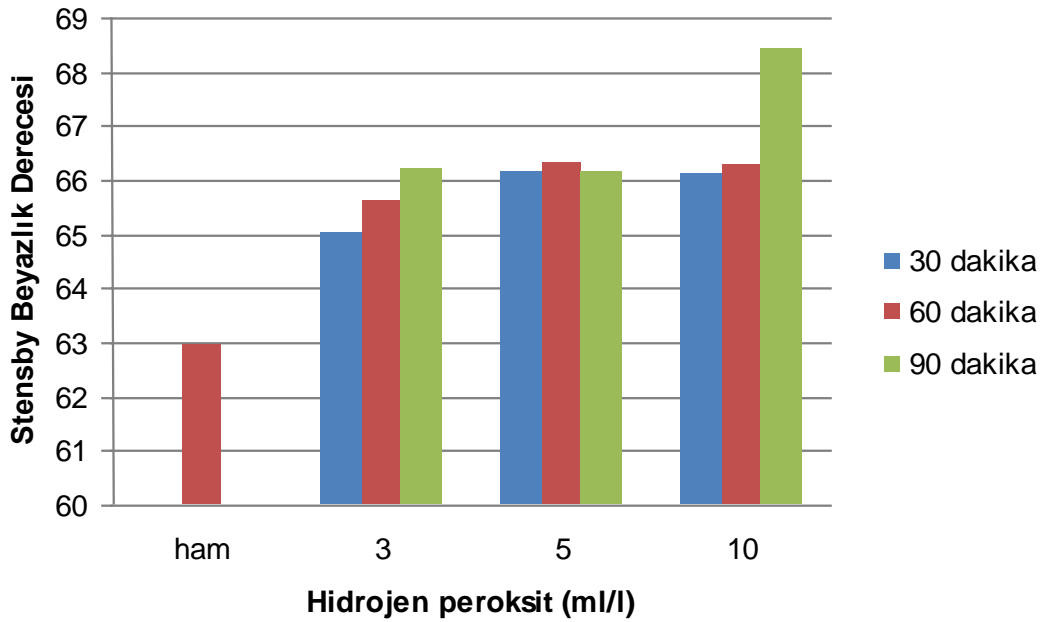


Şekil 6.9 : Hidrojen peroksit ağartma diyagramı

Hidrojen peroksit (H_2O_2) ile ağartılmış numunelerin Stensby beyazlık değerleri Tablo 6.9'da verilmektedir.

Tablo 6.9 : Hidrojen peroksit ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri

H_2O_2 (%50) konsantrasyonu(ml/l)	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Süre(dakika)	30	30	30	60	60	60	90	90	90
Stensby Beyazlık Derecesi	65,02	66,19	66,14	65,63	66,32	66,31	66,22	66,16	68,47



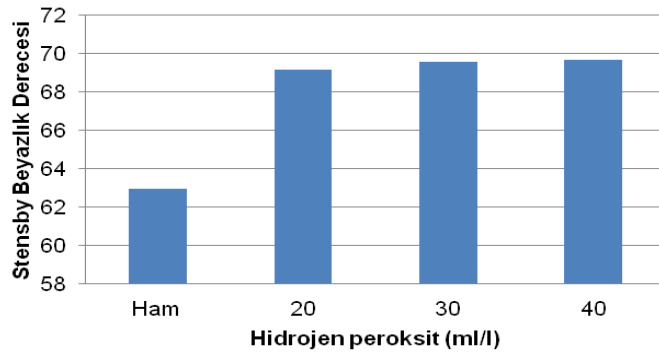
Şekil 6.10 : Hidrojen peroksit ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri

Tablo 6.9 ve Şekil 6.10 incelendiğinde ısırgan liflerinin ağartılmasında hidrojen peroksit (H_2O_2) kullanılması halinde en iyi beyazlık derecesi, 10 ml/l konsantrasyonda, 95 °C'de 90 dakika işlem ile elde edildiği görülmektedir.

Hidrojen peroksit konsantrasyonunun etkisinin gözlemlenmesi için daha önceki çalışma şartlarında 90 dakika süre ile yapılan işlem daha yüksek beyazlık derecesi verdiği için süre değiştirilmemiştir, hidrojen peroksit konsantrasyonu 20, 30, 40 ml/l olacak şekilde arttırılmıştır. Tablo 6.10 ve Şekil 6.11'de numunelerin beyazlık dereceleri incelendiğinde; hidrojen peroksit konsantrasyonunun arttırılmasının beyazlık derecesinde artış sağladığı ancak beyazlık dereceleri arasındaki farkın önemsiz derece az olduğu söylenebilmektedir. Yüksek bir beyazlık derecesi artışı sağlamadığı için hidrojen peroksit konsantrasyonunun 20-30 ml/l kullanılmasının uygun olacağı, daha fazla arttırılmasının yarar sağlamadığı görülmektedir.

Tablo 6.10 : Hidrojen peroksit ile yüksek konsantrasyonda ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri

Hidrojen peroksit (H_2O_2) ile ağartma			
H_2O_2 (%50) konsantrasyonu	20 ml/l	30 ml/l	40 ml/l
NaOH konsantrasyonu		1,5 g/l	
Ağartma sıcaklığı		95 °C	
Ağartma süresi		90 dakika	
Flotte oranı.		1:20	
Stensby Beyazlık Derecesi	69,15	69,58	69,66



Şekil 6.11 : Hidrojen peroksit ile yüksek konsantrasyonda ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri

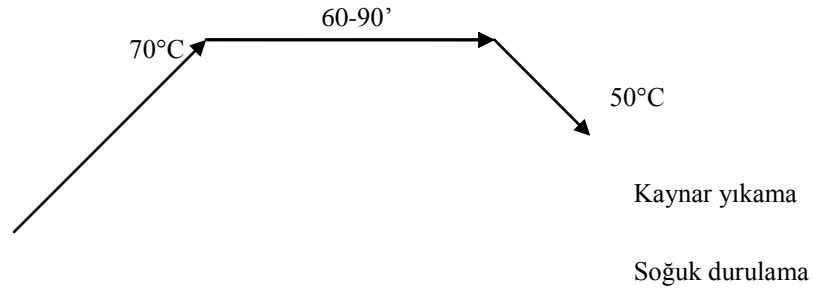
6.1.5 Perasetik asit (CH₃CO₃H) ile ağartma

Perasetik asit (CH₃CO₃H) ile ağartma işlemine uygulanan reçeteler Tablo 6.11'de verilmektedir.

Tablo 6.11 : Perasetik asit ile ağartma işlemine ait deney reçetesi

Perasetik asit (CH ₃ CO ₃ H) ile ağartma			
Perasetik asit (CH ₃ CO ₃ H) konsantrasyonu	10 ml/l	20 ml/l	30 ml/l
Ağartma sıcaklığı	70 °C		
Ağartma sũresi	60 – 90 dakika		
pH	7		
Flotte oranı.	1:20		

Perasetik asit (CH₃CO₃H) ile yapılan ağartmalarda perasetik asit konsantrasyonu ve ağartma sũreleri değiştirilerek numunelere ęeřitli kombinasyonlar uygulanmıştır.

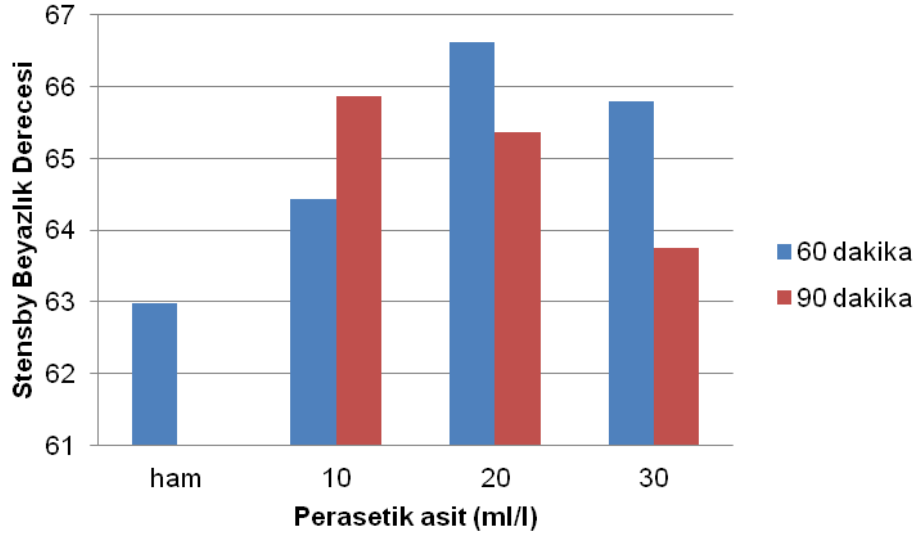


şekil 6.12 : Perasetik asit ağartma diyagramı

Perasetik asit (CH₃CO₃H) ile ağartılmış numunelerin Stensby beyazlık dereceleri Tablo 6.12'de yer almaktadır.

Tablo 6.12 : Perasetik asit ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri

CH ₃ CO ₃ H konsantrasyonu (ml/l)	10	20	30	10	20	30
Sũre(dakika)	60	60	60	90	90	90
Stensby Beyazlık Derecesi	64,43	66,63	65,79	65,86	65,37	63,75



Şekil 6.13 : Perasetik asit ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri

Tablo 6.12 ve Şekil 6.13 incelendiğinde perasetik asitin 20 ml/l konsantrasyonu ile 70 °C'de 60 dakika işleme tabi tutulan ısırgan otu lifinin en yüksek beyazlık derecesine sahip olup, beyazlık derecesinin 66.63 olduğu görülmektedir.

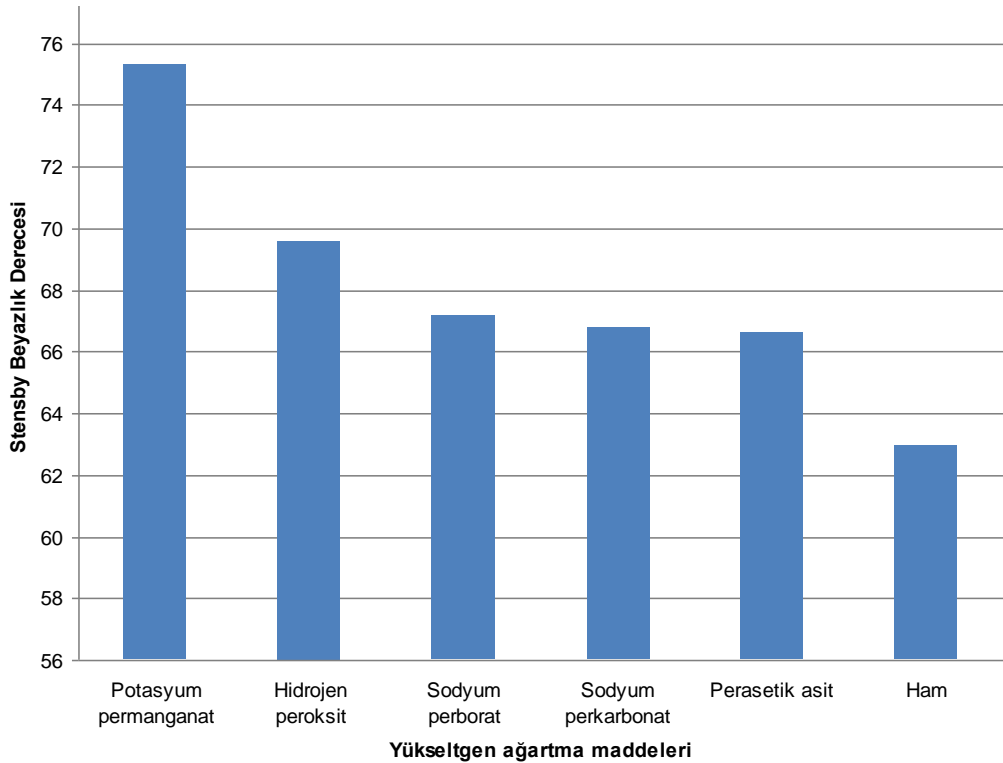
Şekil 6.13 incelendiğinde 10 ml/l perasetik asit konsantrasyonunda 90 dakikalık ağartmanın 60 dakikalık ağartmaya göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Konsantrasyon 20 ml/l'ye çıkartıldığında beyazlık derecesi artmakta ancak 60 dakikalık ağartma 90 dakikalık ağartmaya göre daha iyi sonuçlar vermektedir. Konsantrasyonu biraz daha artırıp 30 ml/l yaptığımızda beyazlık derecesinin düştüğünü görmekteyiz. Bu sonuçlarda yola çıkarak ısırgan otu lifinin perasetik asit ile ağartılmasındaki en iyi beyazlık değerinin perasetik asit konsantrasyonunun 20 ml/l, sıcaklığın 70°C ve sürenin 60 dakika olduğu ağartma şartlarında elde edildiği görülmüştür.

6.1.6 Yükseltgen ağartma kıyaslamaları

Yükseltgen ağartma maddeleriyle ağartılan numunelerin beyazlık dereceleri sıralandığında (Tablo 6.13, Şekil 6.14); en yüksek beyazlık derecesinin potasyum permanganat, daha sonra ise hidrojen peroksit ile sağlandığı görülmektedir.

Tablo 6.13 : Yükseltgen maddelerle ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri

Yükseltgen Ağartma Maddesi	Stensby Beyazlık Derecesi	Konsantrasyon	Sıcaklık (°C)	Süre (dakika)
Potasyum permanganat	75,32	3 g/l	90	20
Hidrojen peroksit	69,58	30 ml/l	95	90
Sodyum perborat	67,18	6 g/l	70	90
Sodyum perkarbonat	66,78	6 g/l	70	60
Perasetik asit	66,63	20 ml/l	70	60
Ağartma öncesi (ham)	62,97			



Şekil 6.14 : Yükseltgen maddelerle ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri

6.2 İsrırgan Kumaşların İndirgen Ağartma Maddeleri İle Ağartılmasına Ait Denemeler

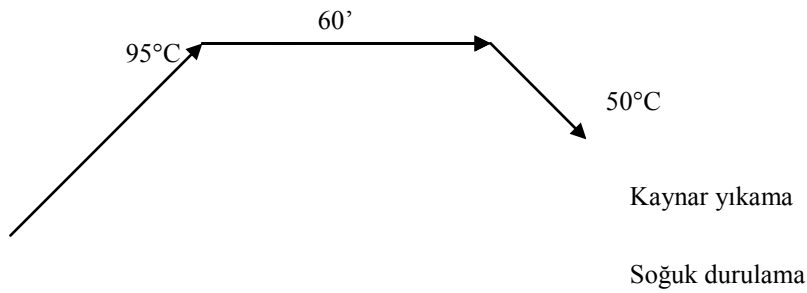
İndirgen maddelerin selüloz liflerinin ağartılmasında kullanılmalarının olmamasına rağmen ısırgan liflerinin ağartılmasındaki etkileri görebilmek için glikoz ve sodyum borhidrür ile denemeler yapılmıştır.

6.2.1 Glikoz ile ağartma

Tablo 6.14 : Glikoz ile ağartmada uygulanan reçete

Glikoz ile ağartma	
Glikoz konsantrasyonu	10 g/l
Sodyumhidroksit konsantrasyonu	2,5 g/l
Ağartma sıcaklığı	95 °C
Ağartma süresi	60 dak.
Flotte oranı.	1:20

Tablo 6.14'de verilen reçeteye ve Şekil 6.15'deki işleme tabi tutulan numunenin Stensby beyazlık derecesi 61,79 olarak ölçülmüştür. İşlem görmemiş ham numunenin Stensby beyazlık derecesi 62,97'dir. Glikoz ile yapılan işlem numunenin beyazlık derecesinde artış yerine sararmaya neden olmuştur.



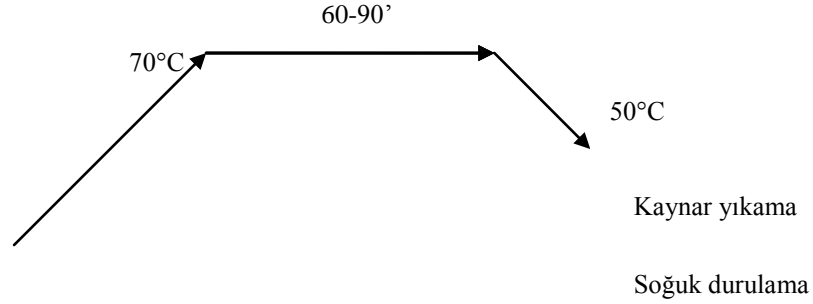
Şekil 6.15 : Glikoz ağartma diyagramı

6.2.2 Sodyum borhidrür (NaBH₄) ile ağartma

Sodyum borhidrür ağartma işleminde Tablo 6.15'de verilen reçeteler uygulanmıştır.

Tablo 6.15 : Sodyum borhidrür ile ağartma işlemine ait deney reçetesi

Sodyum borhidrür (NaBH₄) ile ağartma			
Sodyum borhidrür (NaBH ₄) konsantrasyonu	5 g/l	10 g/l	15 g/l
Ağartma sıcaklığı	70 °C		
Ağartma süresi	60 – 90 dakika		
pH	9		
Flotte oranı.	1:20		

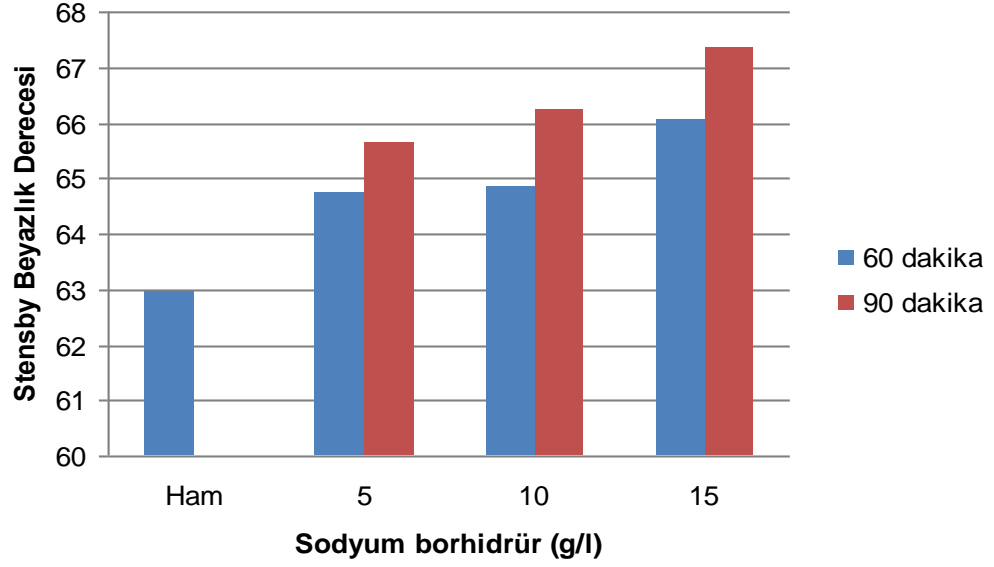


Şekil 6.16 : Sodyum borhidrür ağartma diyagramı

Tablo 6.16 : Sodyum borhidrür ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri

Sodyum borhidrür (NaBH ₄) konsantrasyonu (g/l)	5	10	15	5	10	15
Süre (dakika)	60	60	60	90	90	90
Stensby Beyazlık Derecesi	64,73	64,87	66,05	65,65	66,23	67,36

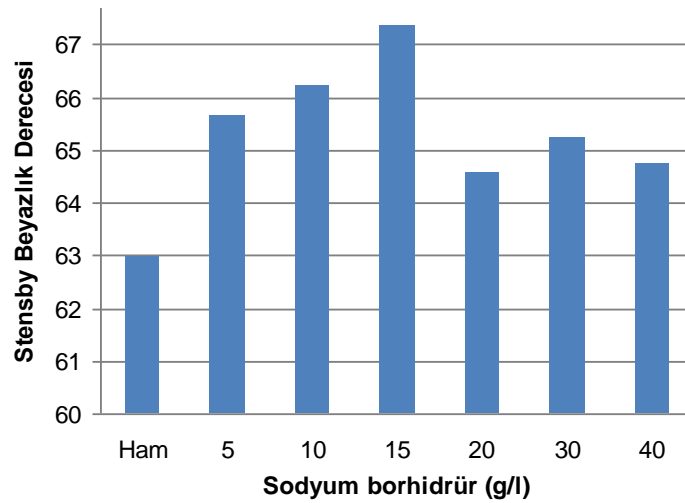
Sodyum borhidrür (NaBH₄)'ün 15 g/l konsantrasyonu ile 70 °C' de 90 dakika işleme tabi tutulan numune, 67,36 değeri ile en yüksek beyazlık derecesine sahiptir.



Şekil 6.17 : Sodyum borhidrür ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri

Tablo 6.16 ve Şekil 6.17 incelendiğinde sodyum borhidrür konsantrasyonu arttıkça beyazlık derecesinin arttığı gözlemlenmiştir. Sonuçlar 90 dakikalık ağartmanın 60 dakikalık ağartmaya göre daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Sodyum borhidrür konsantrasyonunun etkisinin gözlemlenmesi için 90 dakika ağartma süresindeki 20, 30 ve 40 g/l'lik ağartma denemeleri yapılmış, beyazlık dereceleri sırasıyla 64,55, 65,25 ve 64,74 ölçülmüştür. Sodyum borhidrür ile 70°C de 90 dakika işlem süresi ile ağartmada kullanılan tüm konsantrasyonlardaki beyazlık dereceleri Şekil 6.18'de gösterilmiştir.



Şekil 6.18 : Sodyum borhidrür ile ağartılmış numunelerin beyazlık dereceleri

Şekil 6.18 incelendiğinde sodyum bordidrür ile ısırgan otu lifinin ağartılmasında en uygun şartların sodyum borhidrür (NaBH₄)'ün 15 g/l konsantrasyonu ile 70 °C' de 90 dakika işlem süresi olduğu görülmektedir.

6.3 Isırgan Kumaşların Lakkaz Enzimi Ardından Yükseltgen Ağartma Maddeleri İle Ağartılmasına Ait Denemeler

Numunelere ilk adımda denim ağartmada kullanım alanı bulan lakkaz enzimi uygulanmıştır. Enzimatik işlem görmüş numuneler daha sonra yükseltgen ağartma maddeleri ile en yüksek beyazlık derecelerini sağlayan reçeteler uygulanarak işleme alınmış ve beyazlık dereceleri ölçülmüştür.

Uygulanan enzimatik işlem reçetesi:

%1 Novalite II S (Alfa kimya)

pH = 4,5-5,5

F.O.=1:20

70°C'de 20 dakika

Kaynar yıkama

Soğuk durulama

Enzim ağartma sonucu kumaşın beyazlığına bakılmış Stensby beyazlık derecesi 62,38 değeri olarak ölçülmüştür.

Tablo 6.17 : Lakkaz enzimi ile işlem sonrası uygulanan ağartma reçeteleri ve numunelerin beyazlık değerleri

	Perasetik asit	Sodyum borhidrür	Sodyum perkarbonat	Sodyum perborat	Potasyum permanganat*	Hidrojen peroksit
Konsantrasyon	20 ml/l	15 g/l	6 g/l	6 g/l	3 g/l	30 ml/l
pH	7	9	10,5-11	9	4	10,5-11
Sıcaklık (°C)	70	70	70	70	90	95
Süre (dakika)	60	90	60	90	20	90
Stensby Beyazlık Derecesi	68,39	65,73	65,41	66,25	75,61	66,28

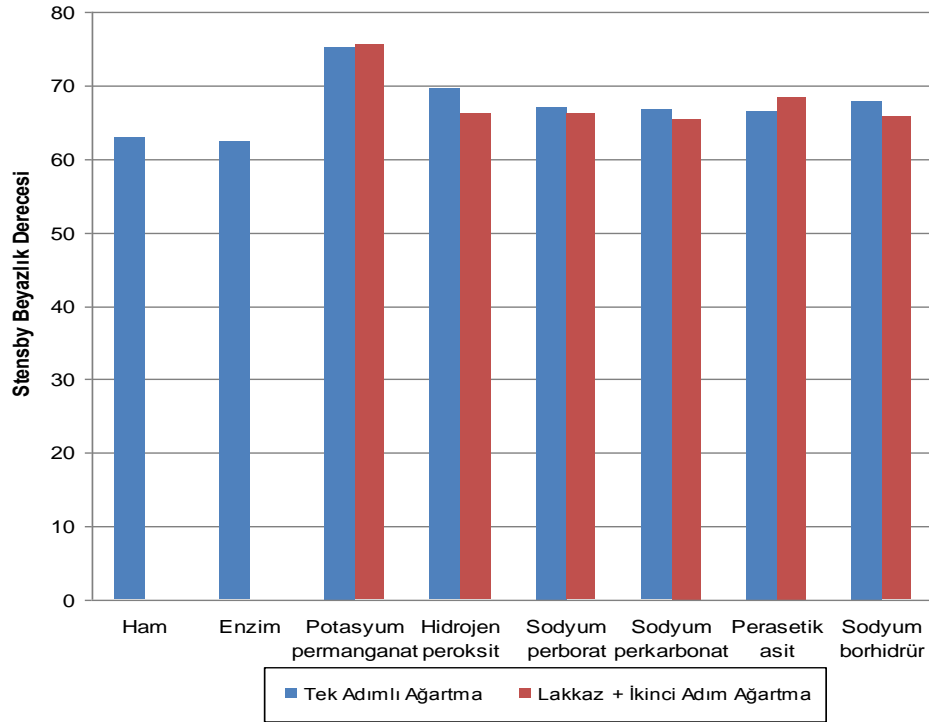
* Potasyum permanganat ile işlemin ardından 8 g/l oksalik asit ile 85^o C' de 30 dakika işlem yapılmıştır.

Tablo 6.18 : Lakkaz ile işlem yapılmış ve yapılmamış numunelerin ağartma sonrası beyazlık değerleri

	Sadece Tek Adımlı Ağartma Stensby Beyazlık Derecesi	Lakkaz + İkinci Adım Ağartma Stensby Beyazlık Derecesi
Potasyum permanganat	75,32	75,61
Hidrojen peroksit	69,58	66,28
Sodyum perborat	67,18	66,25
Sodyum perkarbonat	66,78	65,41
Perasetik asit	66,63	68,39
Sodyum borhidrür	67,36	65,73

Ağartma öncesi ham kumaşın beyazlık derecesi 62,97, lakkaz ile ağartılan kumaşın beyazlık derecesi 62,38'dir.

Enzimatik işlem sonrası diğer ağartma maddeleri ile yapılan numunelerin beyazlık dereceleri ile lakkaz ile işlem yapılmayan numunelerin beyazlık dereceleri karşılaştırıldığında (Tablo 6.18); sadece perasetik asit ile işlem görmüş numunelerin beyazlık derecelerinde 2 puanlık artış tespit edilmiştir. Potasyum permanganat ile yapılan ağartmada beyazlık derecesinde önemli bir değişme olmaz iken diğer ağartmalarda beyazlık derecesinde 1-2 puanlık bir düşüş meydana gelmiştir. Bu durumda enzimatik işlem ile yükseltgen ağartma maddelerinin kombinasyonunun yani iki adımlı bir ağartmanın önerilebilecek bir yöntem olmadığı sonucu çıkarılabilmektedir.



Şekil 6.19 : Lakkaz ile işlem yapılmış ve yapılmamış numunelerin ağartma sonrası beyazlık değerleri

Şekil 6.19 göstermiştir ki ekolojik açıdan son zamanlarda kullanımı artan enzimin ısırgan otunun ağartılmasında kullanılmasının bir faydası yoktur. Hatta çoğu durumda 1-2 puanlık beyazlık derecesinin düşmesine neden olmaktadır. Sadece perasetik asit kombinasyonunda 2 puanlık beyazlık derecesi artışı sağlaması enzimin ısırgan otu ağartmasında çok da önemli bir katkı yapmadığını ortaya koymaktadır.

6.4 ısırgan Kumaşların İndirgen ve Yükseltgen Ağartma Maddeleri İle Ağartılmasına Ait Denemeler

6.4.1 İndirgen ağartma ardından yükseltgen ağartma adımının uygulandığı denemeler

Ön denemelerde glikoz ile yeterli beyazlık dereceleri elde edilmediğinden sodyum borhidrür ile indirgen ağartma adımı gerçekleştirilmiştir. İlk adım için en iyi beyazlığın sağlandığı 15 g/l sodyum borhidrür ile 70⁰ C'de, pH 9'da, 90 dakika işlem reçetesi uygulanmıştır.

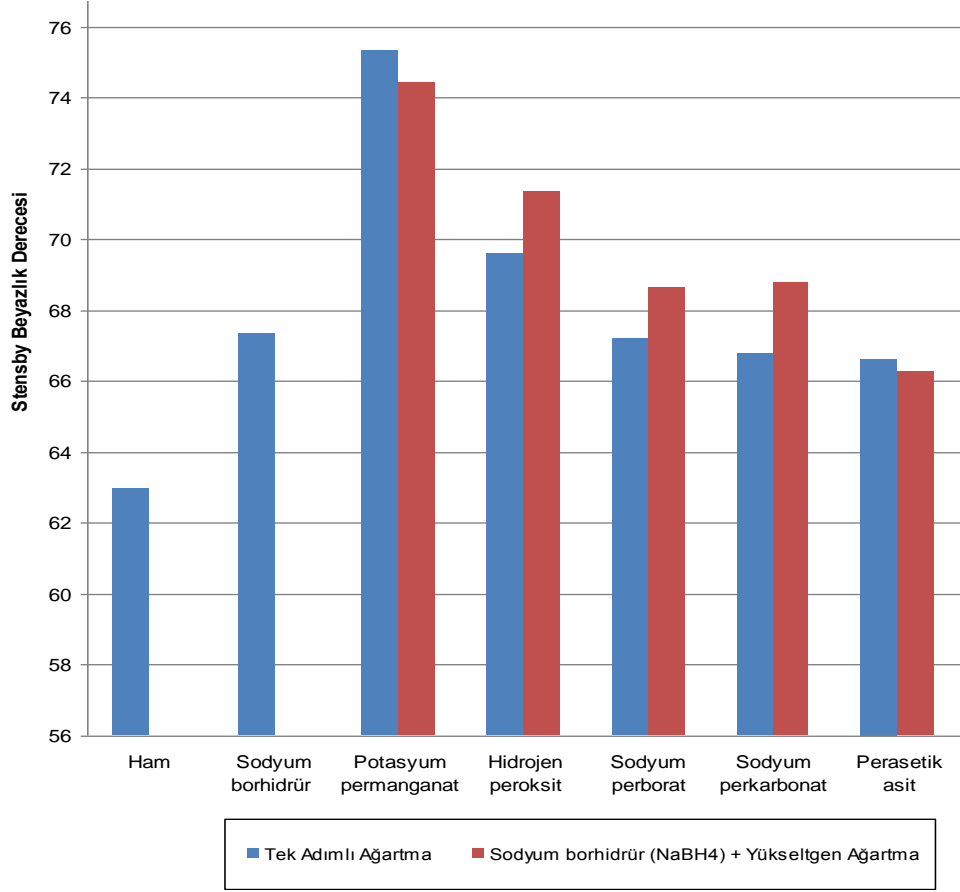
Tablo 6.19 : Sodyum borhidrür ile işlem sonrası II. adımda uygulanan ağartma reçeteleri ve numunelerin beyazlık değerleri

	Perasetik asit	Sodyum perkarbonat	Sodyum perborat	Potasyum permanganat*	Hidrojen peroksit
Konsantrasyon	20 ml/l	6 g/l	6 g/l	3 g/l	30 ml/l
pH	7	10,5-11	9	4	10,5-11
Sıcaklık (°C)	70	70	70	90	95
Süre (dakika)	60	60	90	20	90
Stensby Beyazlık Derecesi	66,26	68,78	68,65	74,44	71,34

* Potasyum permanganat ile işlemin ardından 8 g/l oksalik asit ile 85⁰ C' de 30 dakika işlem yapılmıştır.

Tablo 6.20 : Sodyum borhidrür (NaBH₄) ile işlem yapılmış ve yapılmamış numunelerin ağartma sonrası beyazlık değerleri

	Sadece Yükseltgen Ağartma Stensby Beyazlık Derecesi	Sodyum borhidrür (NaBH₄) ile işlem + Yükseltgen Ağartma Stensby Beyazlık Derecesi
Potasyum permanganat	75,32	74,44
Hidrojen peroksit	69,58	71,34
Sodyum perborat	67,18	68,65
Sodyum perkarbonat	66,78	68,78
Perasetik asit	66,63	66,26



Şekil 6.20 : Sodyum borhidrür ile işlem yapılmış ve yapılmamış numunelerin ağartma sonrası beyazlık değerleri

Ağartma öncesi ham kumaşın beyazlık derecesi 62,97, Sodyum borhidrür ile ağartılan kumaşın beyazlık derecesi 67,36'dır.

Sadece yükseltgen ağartmanın yapıldığı numuneler ile sodyum borhidrür ile işlem sonrası ikinci adımda yükseltgen ağartmanın yapıldığı numuneler karşılaştırıldığında (Tablo 6.20 ve Şekil 6.20); potasyum permanganat ile ağartılan numunenin beyazlık derecesinde düşme olduğu, perasetik asit ile ağartılan numunenin beyazlık derecesinde önemsiz derecede bir değişim olduğu, sodyum perkarbonat ve sodyum perborat ile ağartılan numunenin beyazlık derecesinde 1-2 puan, hidrojen peroksit ile ağartılan numunenin beyazlık derecesinde ise 2 puan kadar artış olduğu ortaya çıkmaktadır.

6.4.2 Yükseltgen ağartma ardından indirgen ağartma adımının uygulandığı denemeler

Çalışmanın devamında ilk adım yükseltgen, ikinci adım ise indirgen ağartma şeklinde uygulanmıştır. Bu amaçla ilk adım için en yüksek beyazlık derecelerini sağlayan yükseltgen ağartma maddelerinden potasyum permanganat ve hidrojenperoksit seçilmiş, ikinci adım için ise en yüksek beyazlık derecelerini sağlayan indirgen özellikteki sodyum borhidrür kullanılmıştır.

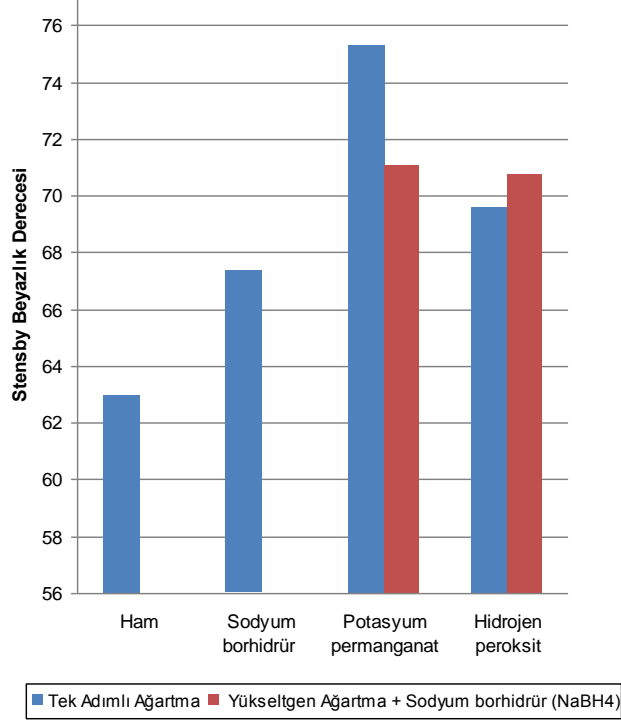
Tablo 6.21 : İlk adımda uygulanan reçeteler ve numunelerin beyazlık dereceleri

	İlk adımda uygulanan reçeteler		İkinci adım reçetesi
	Potasyum permanganat*	Hidrojen peroksit	Sodyum borhidrür
Konsantrasyon	3 g/l	30 ml/l	15 g/l
pH	4	10,5-11	9
Sıcaklık (°C)	90	95	70
Süre (dakika)	20	90	90

* Potasyum permanganat ile işlemin ardından 8 g/l oksalik asit ile 85⁰ C' de 30 dakika işlem yapılmıştır.

Tablo 6.22 : Yükseltgen ve indirgen ağartma sonrası numunelerin beyazlık dereceleri

	Sadece Yükseltgen Ağartma Stensby Beyazlık Derecesi	Sadece İndirgen Ağartma Stensby Beyazlık Derecesi	Yükseltgen ağartma + Sodyum borhidrür İndirgen Ağartma Stensby Beyazlık Derecesi
Potasyum permanganat	75,32	-	71,06
Hidrojen peroksit	69,58	-	70,79
Sodyum borhidrür	-	67,36	



Şekil 6.21 : Yükseltgen ve indirgen ağartma sonrası numunelerin beyazlık dereceleri

Tablo 6.22 ve Şekil 6.21 incelendiğinde hidrojen peroksit ile işlem sonrası yapılan indirgen ağartma, beyazlık derecesinde (70,79) bir artış sağlamaktaysa da indirgen ağartma ardından hidrojen peroksit ağartması yapılması ile (71,34) daha yüksek beyazlık derecesi elde edilebilmektedir. Potasyum permanganat ile ağartma sonrası indirgen ağartma uygulandığında ise beyazlık derecesi 4 puan kadar düşüş göstermektedir.

6.5 Isırgan Kumaşların Ozon İle Ağartılmasına Ait Denemeler

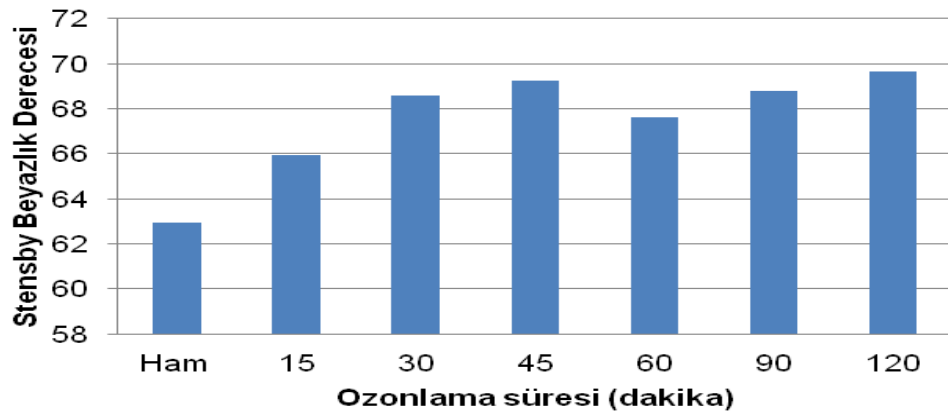
Klasik yükseltgen ve indirgen ağartma maddeleri ile yapılan denemeler dışında son dönemlerde üzerinde çalışmaların arttığı yine bir yükseltgen madde olan ozon (O_3) ile ağartma işlemi incelenmiştir. Pamuklu mamullerde yapılan çalışmalar referans alınarak ısırgan lifinden üretilen kumaşlarda da 600 ml/dk'lık bir debi ile işlem yapılmıştır. Optimum ağartma süresini belirlemek için farklı sürelerde ağartma denemeleri gerçekleştirilmiş ve numunelerin beyazlık dereceleri ölçülmüştür. Tablo 6.23'de kumaşlara uygulanan ozon ağartma süreleri ve bu süreler sonucunda ulaşılan beyazlık dereceleri verilmiştir.



Şekil 6.22 : Ozon ile ağartma deney düzeneği

Tablo 6.23 : Ozon ile farklı sürelerde ağartma işlemi uygulanan numunelerin beyazlık dereceleri

Ozon ile yapılan ağartma süresi (dakika)	Stensby Beyazlık Derecesi
15 dak	65,96
30 dak	68,59
45 dak	69,23
60 dak	67,60
90 dak	68,79
120 dak	69,65



Şekil 6.23 : Ozon ile farklı sürelerde ağartma işlemi uygulanan numunelerin beyazlık dereceleri

Tablo 6.23 ve Şekil 6.23 incelendiğinde en yüksek beyazlık dereceleri 120 dakikalık işlem sonunda alınabilmektedir. Ancak 30 ve 45 dakikalık işlem ile 120 dakikalık işlem arasında fazla bir beyazlık farkı yoktur. 30 dakikalık işlem ile 45 dakikalık işlem arasında sadece yarım puana yakın bir beyazlık artışı olmuştur. Bu nedenle optimum ozonlama süresi 30 dakika olarak belirlenmiştir. Pamuklu kumaşların ozon ile ağartma işlemi sırasında, selüloz moleküllerinin oksiselüloza okside olduğu kabul edilmektedir. Ağartma sırasında hidroksil grupları, karboksil veya aldehit gruplarına dönüşmektedir. Yüksek beyazlık derecelerini elde etmek için ozon gazı ile ağartma işleminin süresinin uzatılması meydana gelecek mukavemet kaybının artmasına yol açacaktır.

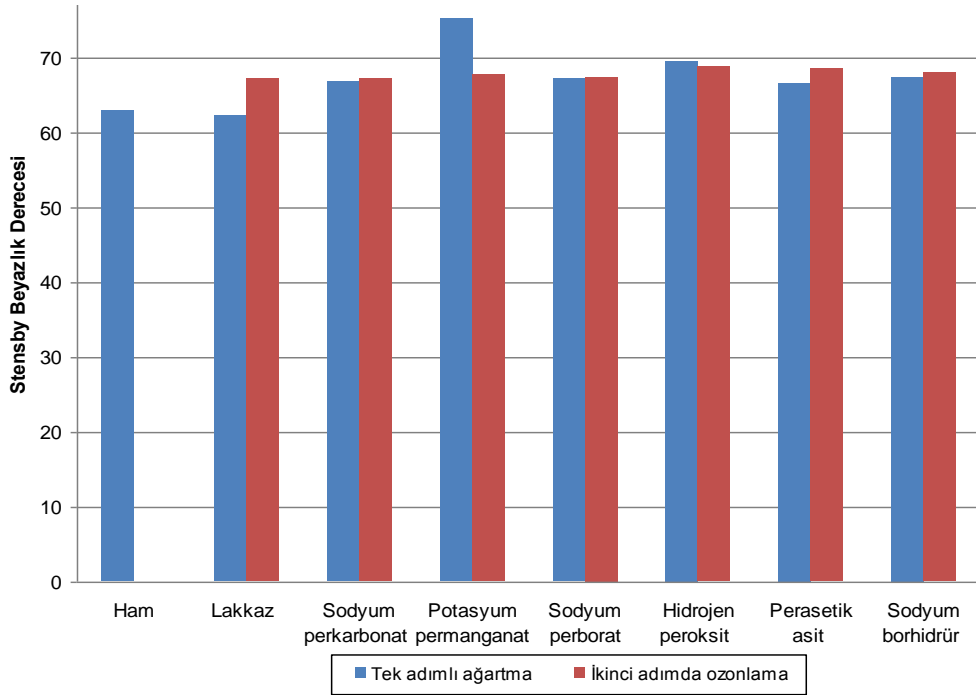
Ozonlama işlemi sırasında beyazlık derecesini artırabilmek için ultrasonik prob ile de çalışılmıştır. Bu işlem ozonlama için belirlenen optimum sürede (30 dakika) uygulanmıştır. Numune kumaşa 30 dakika boyunca ozonlama yapılırken aynı anda ultrasonik prob da tatbik edilmiştir. Ultrason, frekansı insanların duyma sınırının üzerinde bulunan mekanik titreşimlerden meydana gelmiş bir enerji şeklidir. Ultrasonik frekansları üretmek, bir titreşim hareketi üretmek ve algılamak da titreşim enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek demektir. Ultrason probu, elektrik enerjisinin ultrasonik enerjiye dönüştüğü veya bunun tersinin yapıldığı yerdir.

Ultrasonik prob ile ozonlama yapılan numunenin beyazlığı Stensby değeri olarak 69,24 olarak ölçülmüştür. Sadece ozon verilerek yapılan ağartma sonucunda 68,59 beyazlık derecesi ölçülürken ozon+ultrasonik probun uygulanması halinde 69,24 değerinin ölçülmesi ultrasonik probun beyazlık derecesi artışına önemli bir katkı sağlayamadığını göstermiştir.

Yükseltgen ve indirgen ağartma maddeleriyle (daha önce en iyi beyazlık derecelerinin sağlandığı reçeteler ile) ağartılan numuneler, ikinci adımda 30 dakika süreyle ozonlama işlemine tabi tutulmuştur. Yükseltgen ağartma+ozon, indirgen ağartma+ozon işlemleri uygulanan numunelerin ozonlama öncesi ve sonrası beyazlık değerleri Tablo 6.24'de verilmektedir.

Tablo 6.24 : Ozonlama öncesi ve sonrası numunelerin beyazlık dereceleri

I. adım	I.adım sonrası beyazlık derecesi	II.adım	Ozonlama sonrası beyazlık derecesi
Lakkaz ile işlem	62,38	Ozon ile işlem	67,18
Sodyum perkarbonat ile işlem	66,78	Ozon ile işlem	67,18
Potasyum permanganat ile işlem	75,32	Ozon ile işlem	67,82
Sodyum perborat ile işlem	67,18	Ozon ile işlem	67,54
Hidrojen peroksit ile işlem	69,58	Ozon ile işlem	68,82
Perasetik asit ile işlem	66,63	Ozon ile işlem	68,65
Sodyum borhidrür ile işlem	67,36	Ozon ile işlem	68,04



Şekil 6.24 : Ozonlama öncesi ve sonrası numunelerin beyazlık dereceleri

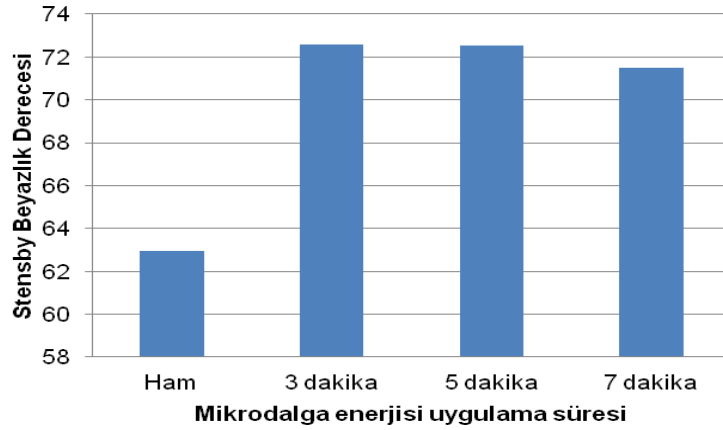
Diğer yükseltgen maddelerle yine yükseltgen özellikte olan ozonun kombine edildiği iki adımlı çalışmada numunelerin beyazlık dereceleri, tek adımda potasyum permanganat (75.32) ile yapılan ağartmada elde edilen beyazlık değerine ulaşamamıştır (Tablo 6.24, Şekil 6.24). Bu durumda iki adımlı ağartma işleminin teferruatlı olması ve çok yüksek bir beyazlık derecesi sağlamamasından dolayı tek adımlı ağartmalar, iki adımlı ağartmalara üstünlük sağlamaktadır.

6.6 Isırgan Kumaşların Mikrodalga Enerjisinden Yaralanılarak Ağartılmasına Ait Denemeler

En yüksek beyazlık derecesini sağlayan potasyum permanganat ve hidrojen peroksit ağartma maddeleri ile Arçelik marka MD 565 model ev tipi mikro dalga fırın kullanılarak (900 watt) çektirme yöntemine göre ağartma işlemi gerçekleştirilmiştir. Böylece klasik yöntemle aynı reçeteler uygulanarak daha kısa sürelerde aynı ya da daha yüksek beyazlık derecelerinin elde edilip edilemeyeceği araştırılmıştır. Potasyum permanganat ile ağartma için 3-5-7 dakika, hidrojen peroksit ile ağartma için 5-7-9 dakika sürelerde numuneler ağartma flottelerinin içerisinde mikrodalga enerjisine maruz bırakılmıştır. Oda sıcaklığında hazırlanan çözeltiler kapalı cam bir kaba yerleştirilmiştir. İşleme başladıktan 1 dakika sonra çözeltinin kaynadığı, 9 dakikadan sonra çözeltinin tamamının buharlaştığı gözlemlenmiştir. Elde edilen beyazlık değerleri Tablo 6.25'de verilmektedir.

Tablo 6.25 : Mikrodalga enerjisi uygulanarak potasyum permanganat ile ağartılan numunelerin beyazlık dereceleri

Ağartma Süresi	3 dakika	5 dakika	7 dakika
Stensby Beyazlık Derecesi	72,56	72,51	71,50



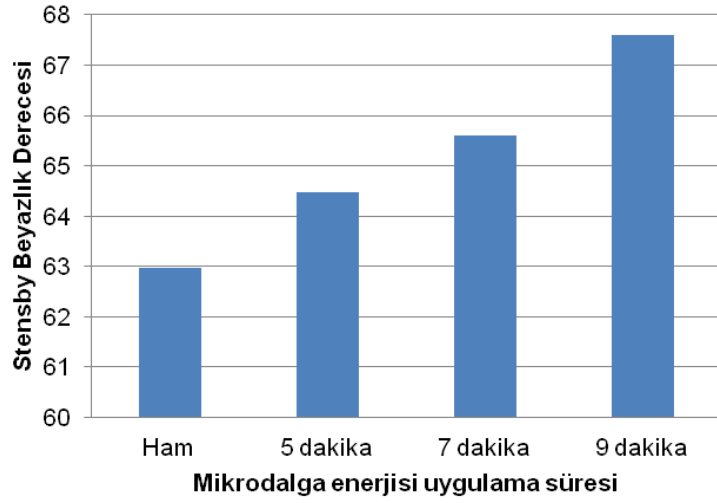
Şekil 6.25 : Mikrodalga enerjisi uygulanarak potasyum permanganat ile ağartılan numunelerin beyazlık dereceleri

Mikrodalga enerjisi uygulanarak potasyum permanganat ile ağartılan numunelerin oksalik asit ile ard işlemi klasik yöntemle göre yapılmış olup sadece potasyum permanganat ile ağartma mikrodalga fırında gerçekleştirilmiştir. Tablo 6.25 ve

Şekil 6.25 incelendiğinde 3 dakika gibi kısa bir sürede klasik yöntemle elde edilen değere yakın bir değere ulaşılabilir.

Tablo 6.26 : Mikrodalga enerjisi uygulanarak hidrojen peroksit ile ağartılan numunelerin beyazlık dereceleri

Ağartma Süresi	5 dakika	7 dakika	9 dakika
Stensby Beyazlık Derecesi	64,47	65,61	67,59



Şekil 6.26 : Mikrodalga enerjisi uygulanarak hidrojen peroksit ile ağartılan numunelerin beyazlık dereceleri

Hidrojen peroksit ile ağartılan numuneler içerisinde 9 dakika süreyle mikrodalga enerjisine maruz bırakılan numune, en yüksek beyazlık derecesine sahip numunedir. Klasik yöntemde 95^oC'de 90 dakika ile elde edilen beyazlık derecesi 69,58 değerindeyken mikrodalga enerjisi ile reaksiyonun hızlandırılması, yakın bir beyazlık derecesi için süreyi 9 dakikaya kadar düşürebilmektedir. 9 dakikadan daha büyük işlem süreleri flottenin bu sürelerde buharlaşması nedeniyle denenememiştir. Tablo 6.26 ve Şekil 6.26 incelendiğinde mikrodalga enerjisinden yararlanılarak daha kısa sürelerde ısırgan liflerinden üretilmiş kumaşları ağartmanın mümkün olduğu görülmektedir.

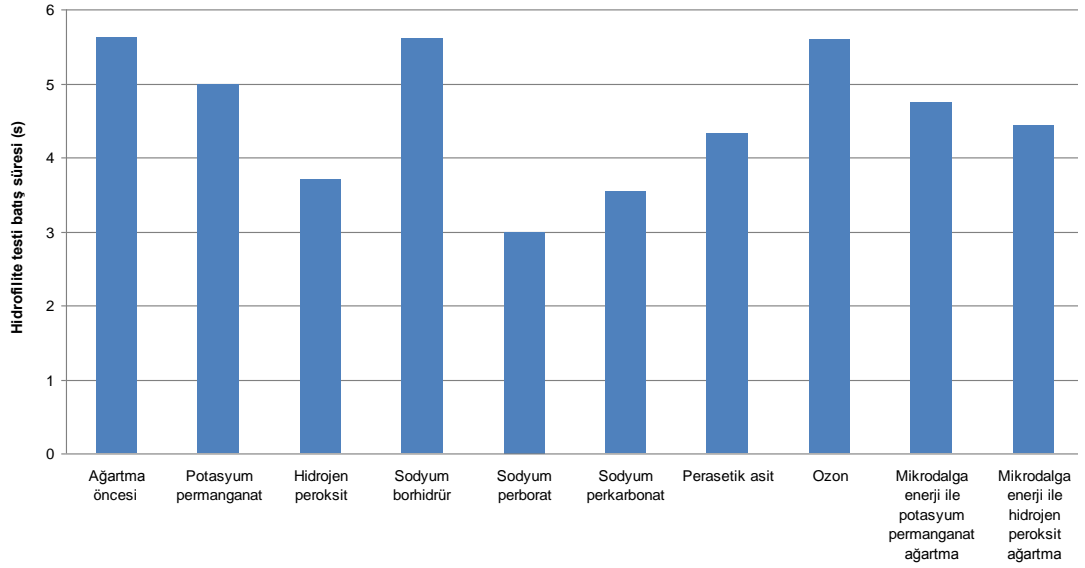
6.7 Ağartma İşlemi Görmüş Numunelerin Hidrofilite Değerleri

Ön terbiye işlemleri sonucunda mamulde iyi bir hidrofilite değerinin olması istenmektedir. Farklı ağartma maddeleri ile işlem görmüş kumaşların hidrofillikleri TS 866 standardına göre ölçülmüş olup ölçülen değerler Tablo 6.27’de gösterilmiştir.

Tablo 6.27 : Ağartma işlemi görmüş numunelerin hidrofilite değerleri

Ağartma Türü	Stensby Beyazlık Derecesi	Hidrofilite Testi Batış süresi (s)
Ağartma öncesi	62,97	5,63
Potasyum permanganat	75,32	5,00
Hidrojen peroksit	69,58	3,71
Sodyum borhidrür	67,36	5,62
Sodyum perborat	67,18	2,99
Sodyum perkarbonat	66,78	3,53
Perasetik asit	66,63	4,33
Ozon	68,59	5,60
Mikrodalga enerji ile potasyum permanganat ağartma	71,90	4,74
Mikrodalga enerji ile hidrojen peroksit ağartma	67,59	4,43

Ağartma işlemi yapılan numunelerin hidrofilite değerleri incelendiğinde (Tablo 6.27 ve Şekil 6.27); numunenin batış süresinin en kısa olduğu sodyum perborat (2,99 s), sodyum perkarbonat (3,53 s) ve hidrojen peroksit (3,71 s) ağartmasıyla iyi bir hidrofilite sağlandığı görülmektedir.



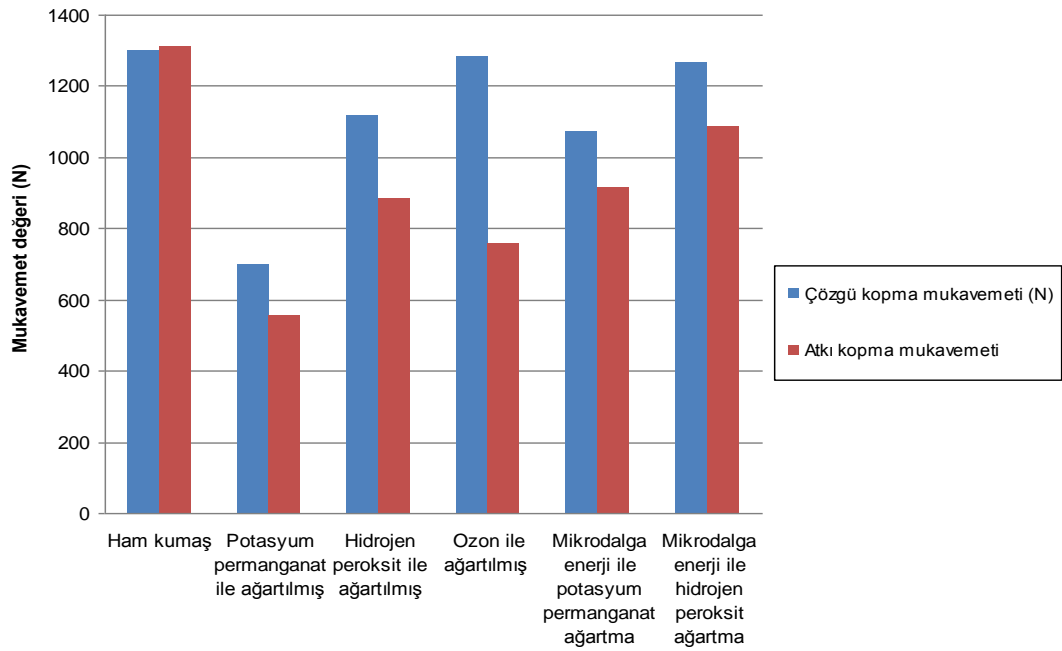
Şekil 6.27 : Ağırtma işlemi görmüş numunelerin hidrofilite değerleri

6.8 Ağırtma Yapılmış İsrigan Kumaşların Kopma Mukavemetlerinin Değerlendirilmesi

Ön terbiye işlemleri sırasında iyi bir beyazlık derecesinin elde edilmesi tek başına yeterli olmamaktadır. İyi beyazlık derecesinin liflere zarar vermeden elde edilmesi gerekmektedir. Selüloz esaslı kumaşlarda terbiye işlemleri sırasında meydana gelen kimyasal zararların büyük bir kısmı çok farklı şekillerde ve etkili koşullarda gerçekleşen ön terbiye işlemleri sırasında meydana gelmekte ağırtma işlemleri ile liflere az veya çok zarar verilebilmektedir. Bu amaçla en iyi beyazlık derecesine sahip numunelerin mukavemet değerleri incelenmiştir. Potasyum permanganatın ve günümüzde yaygın olarak kullanılan hidrojen peroksidin uygulandığı, klasik yöntem ve mikrodalga enerjisi ile ağırtma işlemi görmüş numunelerin ve bunun yanında ozon ile ağırtılmış kumaşların kopma mukavemeti testleri yapılmış, bu değerler ağırtma işlemi görmemiş kumaşa ait değerler ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 6.28 : Isırğan kumaşların kopma mukavemeti değerleri

	Stensby Beyazlık Derecesi	Çözgü			Atkı		
		Kopma mukavemeti (N)	Kopma uzaması %	Mukavemet kaybı %	Kopma mukavemeti (N)	Kopma uzaması %	Mukavemet kaybı %
Ham kumaş	62,97	1300,2	15,3		1312,3	6,2	
Potasyum permanganat ile ağartılmış	75,32	696,7	14	46	557,1	6,09	57
Hidrojen peroksit ile ağartılmış	69,58	1117,8	17,5	14	884	7,88	33
Ozon ile ağartılmış	64,76	1283,3	17,5	1,3	759,1	8,7	42
Mikrodalga enerji ile potasyum permanganat ağartma	71,90	1076,2	17,4	17,2	917,6	7,4	30
Mikrodalga enerji ile hidrojen peroksit ağartma	64,70	1269	17,4	2,4	1087	8	17



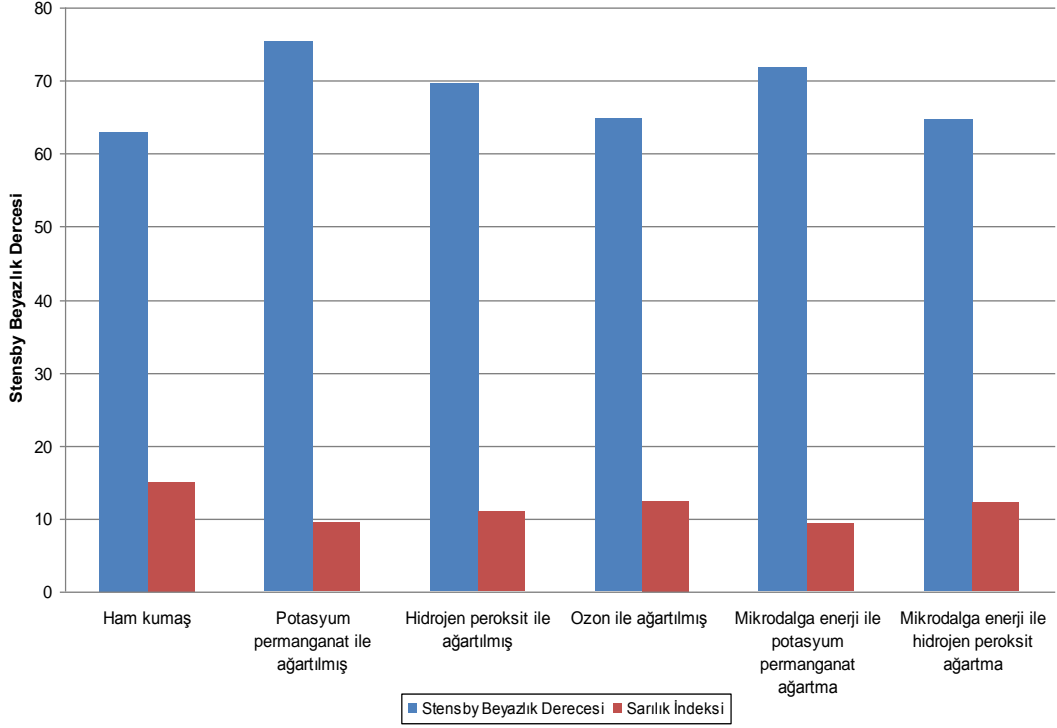
Şekil 6.28 : Isırğan kumaşların kopma mukavemeti değerleri

Numuneler ağartma işlemi sonrası az veya çok kimyasal zarar görmektedir. Fakat görülen zarar derecesi uygulanan ağartmaya bağlı olarak değişebilmektedir. En fazla kimyasal zarar permanganat ile ağartma yöntemi sonrası meydana gelirken, en az zarar ozon ile ağartma sonrası çözgü ipliklerinde gözlemlenmiştir. Ozon ile ağartmayı en az mukavemet kaybı ile hidrojen peroksit ağartması takip etmektedir. Permanganatın hidrojen peroksitten daha kuvvetli bir yükseltgen olmasının ve ard işlemde oksalik asit kullanılmasının mukavemet kaybını artırıcı bir sebep olduğu düşünülmektedir.

Konvansiyonel ağartma yöntemleri ile mikrodalga enerjisi ile yapılan ağartma sonuçları karşılaştırıldığında; klasik yöntemde permanganat ile ağartma yapılmış numunenin çözgü yönündeki mukavemet değeri 696 N'a düşerken mikrodalga ile yapılan permanganat ağartmasında düşüş daha az olup çözgü yönündeki mukavemet değeri 1076 N'dur. Benzer durum hidrojen peroksit ağartması için de geçerlidir. Klasik yöntemle ağartılmış numunenin çözgü yönündeki mukavemet değeri 1117,8 N iken mikrodalga ile ağartılmış numunenin çözgü yönündeki mukavemet değeri 1269 N olup daha yüksektir. Aynı reçete uygulanmasına rağmen işlem süresinin kısa olması mukavemet kayıplarını azaltmıştır. (Tablo 6.28 ve Şekil 6.28).

Tablo 6.29 : Kopma mukavemeti testi yapılan ısırgan kumaşların beyazlık dereceleri ve sarılık indeksi değerleri

	Stensby Beyazlık Derecesi	Sarılık İndeksi (E313 Yellowness Index)
Ham kumaş	62,97	14,94
Potasyum permanganat ile ağartılmış	75,32	9,43
Hidrojen peroksit ile ağartılmış	69,58	10,93
Ozon ile ağartılmış	64,76	12,31
Mikrodalga enerji ile potasyum permanganat ağartma	71,90	9,18
Mikrodalga enerji ile hidrojen peroksit ağartma	64,70	12,12

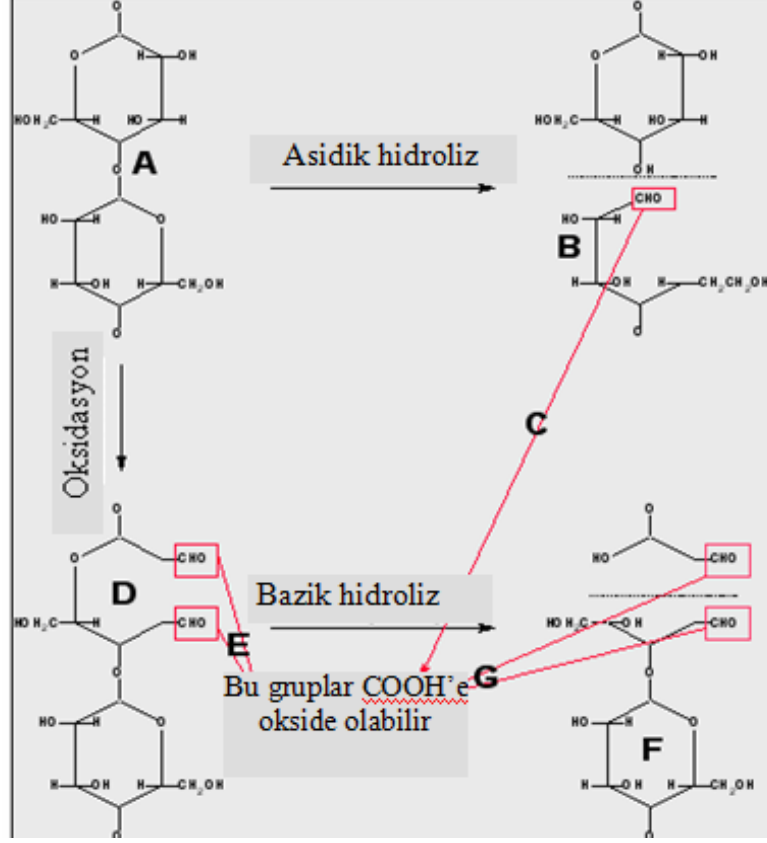


Şekil 6.29 : Kopma mukavemeti testi yapılan ısırgan kumaşların beyazlık dereceleri ve sarılık indeksi değerleri

Tablo 6.29’da mukavemet testi yapılan numunelerin beyazlık dereceleri ve sarılık indeksi değerleri verilmiştir. Şekil 6.29’da da görüldüğü gibi beyazlık derecesi ile sarılık indeksi değeri ters orantılıdır. Beyazlık derecesi en yüksek olan potasyum permanganat ağartmada sarılık indeksi en düşük değere sahipken, beyazlık değeri en düşük olan ham kumaşta sarılık indeksi en yüksek değere sahiptir.

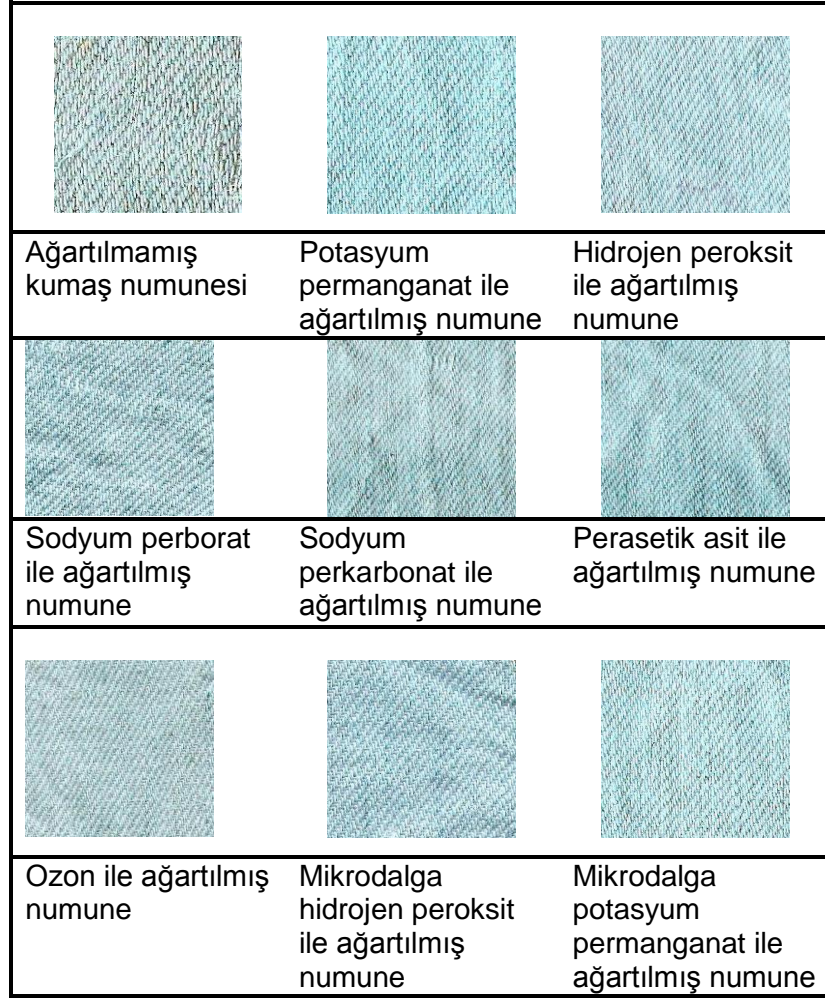
6.9 Ağartma Yapılmış İsrırgan Kumaşlarında Oksiselüloz Tayini

Selüloz lifleri yükseltgen maddelerin etkisi ile zarar gördüğünde oksiselüloz oluşmaktadır (Şekil 6.30).



Şekil 6.30 : Selülozun oksidasyonu ve hidrolizi sonucu aldehit ve karboksilik asit gruplarının oluşması [34]

Oksiselüloz oluşumu halinde katyonik bir boya olan metilen mavisi ile zarar görmüş lifler boyanabilmektedir. Şekil 6.31'de metilen mavisi ile boyama yapılan kumaş numuneleri görülmektedir. Mukavemet değerlerine paralel olarak potasyum permanganat ile ağartılmış numune daha mavi boyanmıştır. Diğer liflerin aksine selüloz lifleri asitlerin, alkalilerin ve yükseltgen maddelerin etkisi ile hidroliz olduklarından kolaylıkla zarar görmekte ve selüloz liflerinden oluşan materyallerin terbiye işlemlerinde zarar, genellikle ağartma ve asit ile işlem sırasında meydana gelmektedir. Hipoklorit ılıman koşullarda dahi liflere zarar verdiği için hidrojenperoksit en önemli oksidatif ağartma maddesi olarak kullanılmaktadır. Asit zararları ise genelde ağartmada meydana gelen zararlara nazaran daha nadir olarak görülmektedir.



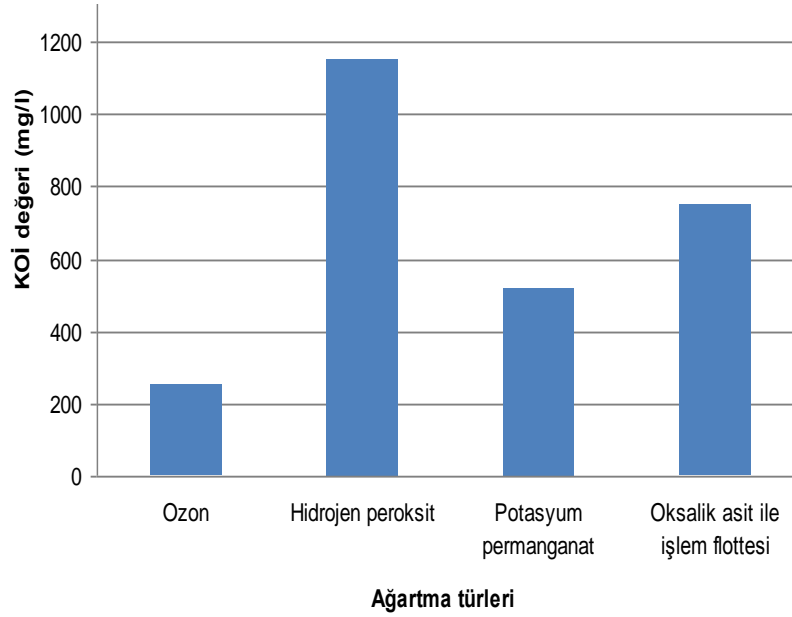
Şekil 6.31 : Oksiselüloz tayini için metilen mavisi ile boyanan kumaş numuneleri

6.10 Ağartma Flottelerinin KOİ'lerinin Değerlendirilmesi

KOİ ölçümleri, Merck 14691 kiti ölçüm aralığı 300-3500 mg/l kullanılarak yapılmıştır.

Tablo 6.30 : Ağartma flottelerinin KOİ ölçümleri

Metod 14691	KOI değeri(mg/l)
Ozon	<300
Hidrojen peroksit	1152
Potasyum permanganat	520
Oksalik asit ile işlem flottesini	750



Şekil 6.32 : Ağartma flottelerinin KOİ ölçümleri

Tablo 6.30 ve Şekil 6.32'den KOİ değerleri incelendiğinde en ekolojik ağartma yönteminin en düşük KOİ değerine sahip olması sebebiyle ozon gazı ile ağartma olduğu söylenebilmektedir. Potasyum permanganat kullanılarak yapılan ağartmalarda, potasyum permanganat ile muamele ardından oksalik asit ile muamele gerçekleştirildiği için iki adımlı bir işlem söz konusu olmakta ve her iki adım sonucu toplam KOİ 1270 mg/l değerine ulaşmaktadır. KOİ değerleri, ozon ile ağartmanın ardından hidrojen peroksit ağartmasının ekolojik bir ağartma olduğunu doğrulamaktadır.

7. SONUÇLAR

Tez çalışması kapsamında ısırgan lifi esaslı kumaş, selüloz liflerinin ağartılmasında kullanım bulmayan indirgen ağartma maddelerinden sodyum borhidrür tek başına ve farklı yükseltgen ağartma maddeleri ile kombine edilerek, yükseltgen ağartma maddeleri tek başına uygulanarak ve lakkaz enzimi ile kombine edilerek, ozondan yararlanılarak ve mikrodalga enerjisini kullanarak ısırgan liflerinin ağartma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Uygulanan şartlarda elde edilen sonuçlar;

- ✓ Isırgan liflerinden üretilen kumaşın yükseltgen ağartma maddeleri içinde en yüksek beyazlık derecesinde ağartılmasını sağlayan potasyum permanganattır.
- ✓ Potasyum permanganat ile işlem için optimum reçete; 3 g/l potasyum permanganat ile 95°C'de 20 dakika işlemin ardından 4 g/l oksalik asit ile 85°C'de 30 dakika işlem şeklindedir.
- ✓ Yükseltgen ağartma maddeleri içerisinde potasyum permanganattan sonra en yüksek beyazlık hidrojen peroksit ile sağlanabilmektedir.
- ✓ İndirgen özellikteki sodyum borhidrür ile ağartılan numunenin beyazlık derecesi 4 puan kadar artmaktadır. Isırgan liflerinin ağartılmasında sodyum borhidrür yükseltgen maddelerle kombine edildiğinde en yüksek beyazlık derecesini (71.34) hidrojen peroksit kombinasyonu ile vermektedir.
- ✓ Lakkaz ile işlem sonrası yükseltgen maddelerle ağartma yapılması sadece perasetik asit ile yapılan ağartmada 2 puan kadar beyazlık artışı sağlamaktadır. Lakkaz ile işlem ardından potasyum permanganat ağartmasının yapılması beyazlık derecesini değiştirmezken diğer yükseltgen maddelerle çalışma beyazlık derecesi düşüşüne sebep olmaktadır.

- ✓ Önce yükseltgen sonra indirgen ağartma yapılması halinde hidrojen peroksit ile beyazlık derecesi artmakta, potasyum permanganat ile ise düşmektedir.
- ✓ Ozon ile eş zamanlı uygulanan ultrasonik probun beyazlık derecesine katkısı belirlenememiştir.
- ✓ İsrırgan liflerinin ozon ile ağartılmasında optimum süre 30 dakika olarak tespit edilmiştir
- ✓ Lakkaz ile enzimatik işlem sonrası ozon ağartması numunenin beyazlık derecesinde (5 puan kadar) artış sağlamıştır.
- ✓ Potasyum permanganat ağartması sonrası II. adımda ozon ağartması yapılması beyazlık derecesini düşürmüştür.
- ✓ İsrırgan liflerinin ozon ile ağartılması beyazlık derecesinin artışına fayda sağlamakla birlikte potasyum permanganat kombinasyonunda beyazlık derecesini düşürücü etki gösterebilmektedir.
- ✓ Mikrodalga enerjisinden yararlanılarak ısırgan liflerini daha kısa sürelerde, daha az mukavemet kaybı ile ağartmak mümkündür.
- ✓ Ekolojik bir ağartma maddesi olması ve en az mukavemet kaybı göstermesi sebebiyle ısırgan liflerinin ağartılmasında da hidrojen peroksit ağartması önerilebilmektedir.

Çalışma kapsamında seçilmiş bazı ağartma maddeleri ve bunların kombinasyonları uygulanarak ısırgan lifi esaslı kumaşların beyazlık, hidrofilit ve mukavemet değerleri incelenmeye çalışılmıştır. İsrırgan liflerinin ağartma işlemleri hakkında pek literatür bilgisi olmamakla birlikte bu çalışma literatüre katkı sağlayacak ve mukavemet düşüşünü en aza indirecek, beyazlık derecelerini arttıracak yöntem ve reçeteler yeni araştırma konuları olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] **Huang, G.**, 2005, Nettle (*Urtica cannabina* L) fibre, properties and spinning practice, *Journal of the Textile Institute*, Vol.96, No.1 pp:11-15
- [2] **Uri-1:** *Urtica dioica* - Plants For A Future database report, <http://www.lifemelusa.com>, 20.02.2011
- [3] **Uri-2:** <http://www.swicofil.com/products/016nettle.html>, 18.02.2011
- [4] **J. Gordon Cook**, 1984, *Handbook of Textile Fibres 1. Natural Fibres*, Merrow Publishing, England, 5th Edition
- [5] **Uri-3:** Knieli M., *Ecofashion Handbuch, Ökologische Auswirkungen der konventionellen Textilproduktion und grüne Alternativen*, http://images.umweltberatung.at/htm/ecofashion_handbuch.pdf, 12.01.2011
- [6] **Vogl, C.R., Hartl, A.**, 2003, Production and processing of originally grown fiber nettle (*Urtica dioica* L.)and its potential use in the natural textile industry: A review, *American Journal of Alternative Agriculture*, Volume 18, Number 3
- [7] **Bodros, E., Baley, C.**, 2008, Study of the tensile properties of stinging nettle fibres (*Urtica dioica*), *Materials Letters*, 62, 2143-2145
- [8] **Keith G. R. Wheeler**, 2007, *A natural history of nettles*, Trafford Publishing
- [9] **Uri-4:** <http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/service/news/documents/Fibrefromstingingnettles.pdf>, Barlow, C.Y., Neal, D., Fibre from stinging nettles, poster sunumu, 12.01.2011
- [10] **Ayan, A.K., Çalışkan, Ö., Çırak, C.**, 2006, Isırganotu(*Urtica* spp.)'nun Ekonomik Önemi ve Tarımı, *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 21(3):357-363
- [11] **J. Lust**, 1983, *The Herb Book*, Bantam books
- [12] **A. Huxley**, 1992, *The New RHS Dictionary of Gardening*, MacMillan Pres
- [13] **J. J. Schofield**, 2000, *Discovering Wild Plants - Alaska, W. Canada, The Northwest*,
- [14] **Wheeler, K.G.R.**, 2004, *A Natural History of Nettles*, ISBN:9781412026949, Trafford Publishing, 312 pages
- [15] **Gatti, E., Di Virgilio, N.**, 2008, Baronti, S., & Bacci, L., Development of *Urtica dioica* L. Propagation Methods for Organic Production of Fiber, *16th IFOAM Organic World Congress*, June, Archived at <http://orgprints.org/view/projects/conference.html>
- [16] **Uri-5:** <http://www.ienica.net/agronomyguide/agronomyguide05.pdf>, 22.01.2011

- [17] **Hartl, A., Vogl, C.R.**, 2002, Dry matter and fiber yields, and the fiber characteristics of five nettle clones (*Urtica dioica* L.) organically grown in Austria for potential textile use, *American Journal of Alternative Agriculture*, Volume 17, Number 4
- [18] **Mitich, L.W.**, 1992, The Nettles, *Weed Technology*, Volume 6:1039-1041
- [19] **Bown, D.**, 1995, *Encyclopaedia of herbs and their uses*, Dorling Kindersley, London
- [20] **Url-6:** <http://www.vesaltd.com>, 9.01.2011
- [21] **Url-7:** <http://www.camirafabrics.com/content/pages/news.asp?newspage=1&Index=640>, 12.03.2011
- [22] **Tarakçioğlu, I.** 1978 , *Tekstil Terbiyesi ve Makinaları*, Cilt 1, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir
- [23] **Triebel M., S., Léon, J.**, 2000, Industriefaser – Qualitätsbeschreibung und pflanzenbauliche Beeinflussungsmöglichkeiten bei Faserpflanzen: ein Literaturreview, *Pflanzenbauwissenschaften*, 4 (1), s. 26 – 41
- [24] **Taj S., Ali Munawar, M., Khan S. U.**, 2007, Natural Fiber-Reinforced Polymer Composites, *Proc. Pakistan Acad. Sci.* 44 (2), p. 129-144
- [25] **Url-8:** http://niutex.ch/wp-content/uploads/2010/05/100416_N_Ref_Nebel.pdf, Verfahren des Faseraufschlusses Ffür Bastfasern am Beispiel von Hanf und Nessel, 18.02.2011
- [26] **Bergfjord C., Holst B.**, 2010, A procedure for identifying textile bast fibres using microscopy: Flax, nettle/ramie, hemp and jute, *Ultramicroscopy*, Aug; 110(9)
- [27] **Guo, Y., WU, H.**, 2005, Analysis on the properties of the nettle fibre, *Journal of Textile Research*, Vol.26, No: 4
- [28] **S. Khalili, D.E. Akin, B. Petterson, G. Henriksson**, 2002, Fibernodes in flax and other bast fibres, *Journal of Applied Botany*, 76 (5–6) 133–138
- [29] **H.M. Wang, X. Wang**, 2005, Surface morphologies and internal fine structures of bast fibers, *Fibers and Polymers*, 6 (1), 6–12
- [30] **M.Muller, B.Murphy, M.Burghammer, I.Snigireva, C.Riekkel, J.Gunneweg, E. Pantos**, 2006, Identification of single archaeological textile fibres from the cave of letters using synchrotron radiation microbeam diffraction an dmicrofluorescence, *Applied Physics A*, 83(2), 183–188
- [31] **M.Muller, B.Murphy, M.Burghammer, C.Riekkel, E.Pantos, J.Gunneweg**, 2007, Ageing of native cellulose fibres under archaeological conditions: textiles from the dead sea region studied using synchrotron X-ray microdiffraction, *Applied Physics A: Materials Science & Processin*, 89 (4), 877–881
- [32] **Jordan E.**, 2004, Naturfaserstoffe und ihre Identifizierung, *Seminar an der FH Hildesheim*, [http://www.archaeometrielabor.com/Bilder/pdf/Faseranalyse%202004\(2\).pdf](http://www.archaeometrielabor.com/Bilder/pdf/Faseranalyse%202004(2).pdf), 12.01.2011
- [33] **Aniş, P.**, 1998, *Tekstilde Ön Terbiye*, Alfa Yayınları, Yayın No:458, İstanbul
- [34] **Url-9:** <http://www.mozturk.net/Yazdir.asp?Id=728> Prof. Dr. Mustafa ÖZTÜRK, 28.07.2011

- [35] **Weaver, J.W.**, 1984, Analytical Methods for a Textile Laboratory, Third Edition, *American Association of Textile Chemist and Colorist*
- [36] **Prabaharan, M. and Rao, J.V.**, 2001, Study on ozone bleaching of cotton fabric –process optimization, dyeing and finishing properties, *Coloration Technology*, 117
- [37] **Prabaharan, M. and Rao, J.V.**, 2002, Combined desizing, scouring and bleaching of cotton using ozone, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 28: 437-443
- [38] **Tzanov, T., Basto, C., Gübiltz, G.M. and Cavaco-Paulo, A.**, 2003, Laccases to Improve the Whiteness in a Conventional Bleaching of Cotton, *Macromolecular Materials and Engineering*, 288, 807-810
- [39] **Zahran, M.K. and Ahmed, H.B.**, 2010, A greener approach for full flax bleaching, *The Journal of The Textile Institute*, Vol.101, No.7, 674-678
- [40] **Mortazavi, S.M., Ziaie, A. and Khayamian, T.**, 2008, Evaluating Simultaneous Desizing and Bleaching of Greige Cotton Fabric using $KMnO_4$, *Textile Research Journal*, Vol 78(6): 497-501
- [41] **Mistik, S.İ. and Yükseloğlu, S.M.**, 2005, Hydrogen peroxide bleaching of cotton in ultrasonic energy, *Ultrasonics*, 43, 811-814
- [42] **Abdel-Halim, E.S. and Al-Deyab, S.S.**, 2011, Low temperature bleaching of cotton cellulose using peracetic acid, *Carbohydrate Polymers*, 86, 988-994
- [43] **Prabaharan, M., Nayar, R.C. and rao, J.V.**, 2000, Process Optimization in Peracetic Acid Bleaching of Cotton, *Textile Research Journal*, Vol 70(8), 657-661
- [44] **Hickman, W. S.** (2002), Peracetic acid and its use in fibre bleaching, *Review of Progress in Coloration*, 32, 13–27.
- [45] **Habeish, A., Sharaf, S. And Abd El-Hady, M.M.**, 2011, Ultrasound aided $KMnO_4$ -acid systems for bleaching linen fabric, *Carbohydrate Polymers*, 83, 1370-1376
- [46] **Özgül, N.**, 2003, *Kumaşlarda Fiziksel Kalite Kontrol Yöntemleri*, E.Ü. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını, Yayın No:21, ISBN No:975-483-579-9, Bornova-İzmir, 33-40

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Mutlu Kurban

Doğum Yeri ve Tarihi: Hagufnau / Fransa, 07.01.1980

Adres: Merkez Bucağı Üçler Köyü Karahasanlı Mah. 2008 18C/18 Merkez/DENİZLİ

Lisans Üniversitesi: Uludağ Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği

Anadolu Üniversitesi, İşletme

Yayın Listesi:

- **Kurban, M.**, Yavaş, A., Avinç, O.O., Isırgan Otu Lifi ve Özellikleri, Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 5, No: 1, 2011 (84-106)
- **Kurban, M.**, Özerdem Yavaş, A., Avinç, O.O., Isırgan Otu ve Tekstilde Kullanımı, III. Uluslar arası AR-GE Proje Pazarı , Poster,10-11/02/2011
- Akaydın, M., **Kurban, M.**, Seyrek Kurban, N., Atkılı Örme Kumaşlarda UV Işınlarnın Geçirgenliğinin Azaltılmasına Yönelik Araştırmalar, I. AR-GE Proje Pazarı , Poster,19/02/2009