

T.C.
İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ

YAYIN, ARAŞTIRMA VE PROJE KOORDİNASYON KURULU KARARLARI

Yapko Toplantı Tarihi:	Toplantı No:	Yapko Karar No:	Rektörlük Onayı:	Onay Tarihi:	Rektör İmzası:
11.03.2015	2015/3	007	Prof. Dr. Nazım Ekren	24.03.2015	

İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ'NE

Üniversitenin Yayın, Araştırma ve Proje Koordinasyon Kurulu'na Prof. Dr. Habib Dayıoğlu tarafından gönderilen ve özellikleri ekli dilekçede belirtilmiş olan Arge temelli "Agava Americana Liflerinin Reaktif Boyarmaddeler ile Boyanma ve Antimikrobik Özellikleri ve Örme Kumaş İmalinde Kullanılmasının Araştırılması" araştırma projesinin gerekli incelemeleri yapılmış ve 49.175 TL +%8 KDV (17.785 €+%8 KDV) bütçeli söz konusu başvurunun kabul edilerek YAPKO kapsamında İstanbul Ticaret Üniversitesi tarafından desteklenmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

Onay için, gereğini bilgilerinize arz ederiz.

Prof. Dr. İbrahim BAZ
YAPKO Başkanı

Prof. Dr. Mehmet Ali ÇOBLU
Fen-Edebiyat Fakültesi Öğr. Üyesi
YAPKO Üyesi

Doç. Dr. Ahtu Tuğba KARABULUT
Ticari Bilimler Fakültesi Öğr. Üyesi
YAPKO Üyesi

Doç. Dr. Beliz DERELİ
Ticari Bilimler Fakültesi Öğr. Üyesi
YAPKO Üyesi

Doç. Dr. Necip ŞİMŞEK
Fen Edebiyat Fakültesi Öğr. Üyesi
YAPKO Üyesi

.....
.....
.....
YAPKO Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Mustafa C. AYDINEL
Ticari Bilimler Fakültesi Öğr. Üyesi
Sosyal Bilimler Dergisi Editörü
YAPKO Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Serhan Yarkan
Mühendislik ve Tasarım Fakültesi Öğr. Üyesi
YAPKO Üyesi

Gonca Öztürk
YAPKO Raportörü

T.C. İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ	
TARİH	23.03.2015
SAYI	1391
BİRİM	Personel Daire Başkanlığı / Mühür ve Gözetim (Hizmet)

EK-1: Prof. Dr. Habib Dayıoğlu'nun YAPKO tarafından değerlendirilen proje teklif formu.



İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ

YAYIN, ARAŞTIRMA, PROJE

KOORDİNASYON KURULU

YAPKK

PROJE ÖNERİ FORMATI

**İstanbul
2015**

1. **ÖZET ve ANAHTAR KELİMELER:** Proje başlığı, özeti ve anahtar kelimeler Türkçe ve İngilizce yazılmalıdır. Özetle konunun tarihçesi ve literatürdeki yeri çok kısa belirtildikten sonra projenin özgün değeri ve beklenen sonucunun etkileri vurgulanmalıdır. Ayrıca nasıl yürütüleceği (deneysel tasarım/yaklaşım, yöntemler, ekip, aşamalar ve zaman) özetlenmelidir. Proje özetleri birer sayfayı geçmemelidir.

Proje Başlığı: Agava Americana Liflerinin Reaktif Boyarmaddeler ile Boyanma , Antimikrobik Özellikleri ve Örme Kumaş İmalinde Kullanılmasının Araştırılması

Özet

Gerek dünya nüfusunun artması ve gerekse yaşam standartları ve doğa bilincinin yükselmesi doğal liflere olan ilginin artmasına sebep olmaktadır. Ancak tekstil ve konfeksiyonda ihracatçı konumunda olan Türkiye, yanlış tarım politikaları nedeniyle pamukta üretim avantajını yitirmekte ve ürettiğinden çok daha fazlasını ithal etmek zorunda kalmaktadır. Sonuçta, kişi başına düşen pamuk üretimi azalmaktadır. Bu nedenle pamuk lifine alternatif liflerin araştırılması ve tekstil sektörüne sunulması araştırmacıların hedefleri arasında yer almaktadır.

Bu amaçla bu proje, ülkemizde ılıman iklim kuşağında yetişmesi oldukça kolay, çok yıllık bir bitkiden elde edilen Agava americana liflerinin reaktif boyarmaddeler ile boyanma ve olabilecek antimikrobik özellikleri araştırılıp örme kumaş imalinde kullanılma konularını kapsamaktadır. Boyanan Agava Americana liflerinden üretilen örme kumaşların boyama, renk ve haslık özellikleri incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Agava Americana Lifleri, Reaktif Boyarmaddeler, Antimikrobik, Örme Kumaş, Boyarmadde Çekimi, Renk Haslık Değerleri, K/S Değerleri, Patlama Mukavemeti

Proje Başlığı: The Investigation of the Reactive Dyeing and Antimicrobial Properties of Knitted Fabric Obtained from Agava Americana Fibres

Abstract

The increased world population and also living standard and importance of nature awareness lead the people interest to natural fibres. However, Turkey starting to lose its advantage position textile and ready made garments export by following wrong agricultural policy as leading increased cotton importing. As a result, the amounts of cotton per capita reduced. Therefore, the researchers focussed on the investigation of new fibres to be alternative to cotton. As a result, this project comprehends the investigation of reactive dyeing and possible antimicrobial properties of knitted fabric obtained from Agava Americana as being perennial plant of which easily can be produced at temperate climates in our country.

Keywords: Agava Americana Fibres, Reactive Dyestuffs, Antimicrobial, Knitted Fabric, Dye Uptake, Colour Fastness Values, K/S Value.

2. **AMAÇ:** Önerilen projenin amacı ve erişilmek istenen sonuç açık olarak yazılmalıdır.

Türkiye’de pamuğun üretimi ve tüketimi, izlenen tarım, sanayi ve ticaret politikaları ile dünya piyasalarındaki olumlu-olumsuz tüm gelişmelerden yoğun bir şekilde etkilenmektedir. Yıllar itibarıyla tekstil ve hazır giyim sektöründe yaşanan olumlu genişlemelere paralel olarak, pamuk tüketimindeki artış iç üretim artışıyla karşılanamamış, pamuk ithalatı zorunlu hale gelmiştir. 1990 yılına kadar pamuk ihracatçısı olan Türkiye, tekstil ve hazır giyim sektöründe üretimini artırıp, önemli ihracatçı ülkelerden birisi olması nedeniyle her yıl artan oranda pamuk ithalatı yapar hale gelmiştir.

Dünya’da çeşitli amaçlara yönelik lif gereksinimini karşılayabilmek için 1000’in üzerinde lif bitkisinin olduğu belirtilmektedir. Bu bitkilerin pek çoğu ülke ekonomilerine kazandırılmaya çalışılmaktadır. Dünyada pamuğa alternatif amaçla üretilmesine çalışılan bu bitkilerin başında keten ve kenevir gelmektedir. Diğer lif bitkileri ise ülkelerin yöresel ihtiyaçlarına göre üretimlerine olan teşvik artmaktadır. Bu amaçla insanların doğal liflere olan ihtiyacının artması ve bu liflerin ihtiyacı karşılamakta yetersiz kalacağına görülmesiyle doğal liflere benzer yine alternatif doğal lifler üretebilmek için çalışmalar başlatılmıştır. Bunun için öncelikle doğada var olan lif bitkilerinden liflerin incelenmesiyle ilgili çalışmalar yapılmıştır. İnsan ve çevre sağlığı açısından en uygun olan pamuk gibi doğal mevcut liflere alternatif, farklı yöntemlerle lif elde edilmesi amaçlanmaktadır. Bu nedenle projede kullanılacak olan lif bitkilerinden Agava Americana liflerinden üretilen örme kumaşların ülkemiz tekstil sektörüne kazandırılması hedeflenmektedir. Projede Agava Americana liflerinden üretilen örme kumaşların boyama performansları reaktif boyarmaddeler ile incelenecek ve ayrıca antimikrobik özellikleri de araştırılacaktır.

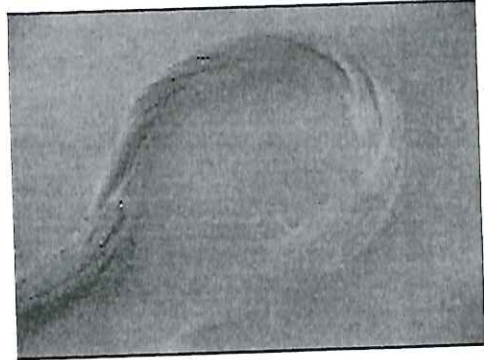
3. KONUSU ve KAPSAMI: Önerilen projenin konusu ve kapsamı net olarak tanımlanmalı; amaç ile ilişkisi açıklanmalıdır.

Projenin amacı ülkemizde yetişen ve lifli bir bitki olan Agave Americana bitkisinin liflerini ülkemiz tekstil sektöründe kullanılabilir hale getirmektir. Pamuk liflerine alternatif olacak bu selüloz lifinin tekstil sektöründe yaygın kullanımı için renk de materyalde istenilen bir parametredir. Bu amaçla proje kapsamında bu liflerden üretilen örnek kumaşların farklı reaktif gruba sahip reaktif boyarmadde kullanımı ile boyanabilirliği ve boyandıktan sonra haslık özellikleri araştırılacaktır.

4. LİTERATÜR ÖZETİ: Proje konusu ile ilgili alanda ulusal ve uluslararası literatür taranarak, **ham bir literatür listesi değil**, kısa bir literatür analizi verilmelidir. Bu analiz, önerilen araştırma konusunun literatürdeki önemini ve doldurulması gereken boşluğu ortaya koymalıdır. Referanslar <http://www.tubitak.gov.tr/ardeb-kaynakca> sayfasındaki açıklamalara uygun olarak verilmelidir.

1. AGAVA AMERICANA LİFLERİ

Tekstil sektörü, ülkemizde ihracat ve istihdamının lokomotif sektörü olup ülkemizde yaklaşık 3 milyon kişiye istihdam sağlamaktadır. Üretim, istihdam ve ihracatta bu ülkemizin önemli sektörlerinden birisi olan tekstil sektörü, Çin başta olmak üzere Uzak Doğu ülkelerinin ucuz üretim yapması karşısında, dünya ticaretinde yaşadığı rekabet sorunu nedeniyle ciddi sıkıntılarla karşı karşıya kalmaktadır. Bu nedenle, sorunların çözümü sektörün ilk basamağı olan üretilmektedir. Ancak son zamanlarda Türkiye pamuk ihracatının yanında pamuğu tekstil materyali olarak işlemek içinde ithal etmektedir. Bu nedenle dünyada alternatif olarak tekstil ve yan sanayinde kullanılan hammadde kaynağı olan lif bitkilerinin üretimini arttırmak sorunlara alternatif çözüm olarak düşünülmekte ve pamuğun yanı sıra az da olsa keten ve kenevir üretimi de yapılmaktadır. Bu üç lif bitkisi dışında diğer bazı lif bitkilerinin de ülkemiz koşullarında adaptasyon denemeleri yapılmalıdır. Bu amaçla ülkemiz Akdeniz ılıman kuşağına uygun olan Agave Americana L. bitkisinin yetiştirilmesi ve lif bitkisi olarak yararlanılması yanında antimikrobik özellikli olabilmeside alternatif lif olarak düşünülmektedir. Agave Americana L. bitkisi, Amaryllidaceae ailesinin bir üyesidir (Şekil 1). Ülkemizde yerli adı sabırlık, yüzyıl bitkisi olarak bilinmektedir. Aleo vera bitkisi ile aynı ailedendir. Görünüşte kaktüsüne anımsatan çok yıllık sukulent (etli ve sulu) bir bitkidir [1]. Ülkemizde ise endemik bitki olan Agave Americana L., Batı Akdeniz'de oldukça yaygın bir bitki türüdür.

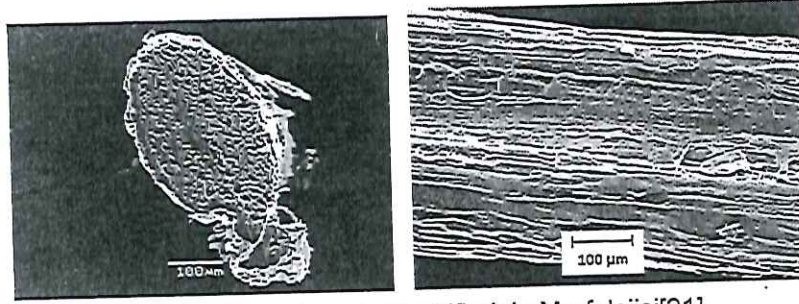


Şekil 1. Agave Americana L. Bitkisi ve Lifleri

Tarihi kanıtlar, Agave Americana L. orijininin sıcak ve kurak iklimlere sahip güney ve doğu Afrika olduğunu göstermektedir. Daha sonraki zamanlarda Kuzey Afrika, Arap Yarımadası, Çin ve Akdeniz Bölgesi gibi alanlarda da yayılış göstermeye başlamıştır [2]. Bitkinin Türkçe adı ise "sabırlık" ve "sarı kılıç" anlamına gelmektedir. Çiçek sapı, 150 cm yüksekliğe kadar uzayabilir, üzerinde boru şeklinde, sarı renkli salkım çiçekler bulunur. Sarı sabırın çiçekleri kısır olduğundan üretimi, yandan verdiği yavruların ayrılması ile gerçekleştirilir. Bitkiler genelde 12-16 yaşındadır, yaşam süresi 12 yıl dolayındadır. Bitki 4 yaşına geldiğinde, erişkin hale geldiği kabul edilir, yaprak boyu 60-90 cm'ye erişir [3]. Bitkinin yaprakları da içeriği bakımından, tıbbi ve kozmetik sanayinde oldukça yaygın kullanılmaktadır [4-9].

Agave liflerinin mekaniksel özelliklerinin iyi olması nedeniyle kağıt yapımında [10-12], teknik tekstillerde özellikle de otomotiv sanayinde oldukça fazla kullanılmaktadır [13-15]. Bu liflerin sulu çözeltilerdeki Cd(II), Pb(II) gibi

metalleri tutma (absorblama) özellikleri vardır [16-17]. Agave Americana lifleri biyobozunabilir, geri dönüştürülebilir ve yenilenebilir bir lif olduğu için başka diğer lignoselülozik liflerde olduğu gibi bu liflerin biyoenerji kaynağı olarak kullanılabileceği belirtilmektedir [18]. Agave Americana lignoselülozik esaslı lif olması nedeniyle, tekstil alanında kullanılabilmesi için üzerindeki yağ, vaks ve lignin gibi yapısında bulunan atıkların yüzeyden uzaklaştırılması gerekmektedir ve bu işlem enzimlerle, alkali, asetilasyon, akrilik asit v.b. kimyasallarla yapılmaktadır[19-20]. Şekil 2'de agave americana liflerinin morfolojisi tarayıcı elektron mikroskobu (SEM) görüntülerinden elde edilmiştir. Tablo 1'de ise agave liflerinin fiziksel ve mekanik özelliklerine yer verilmiştir.

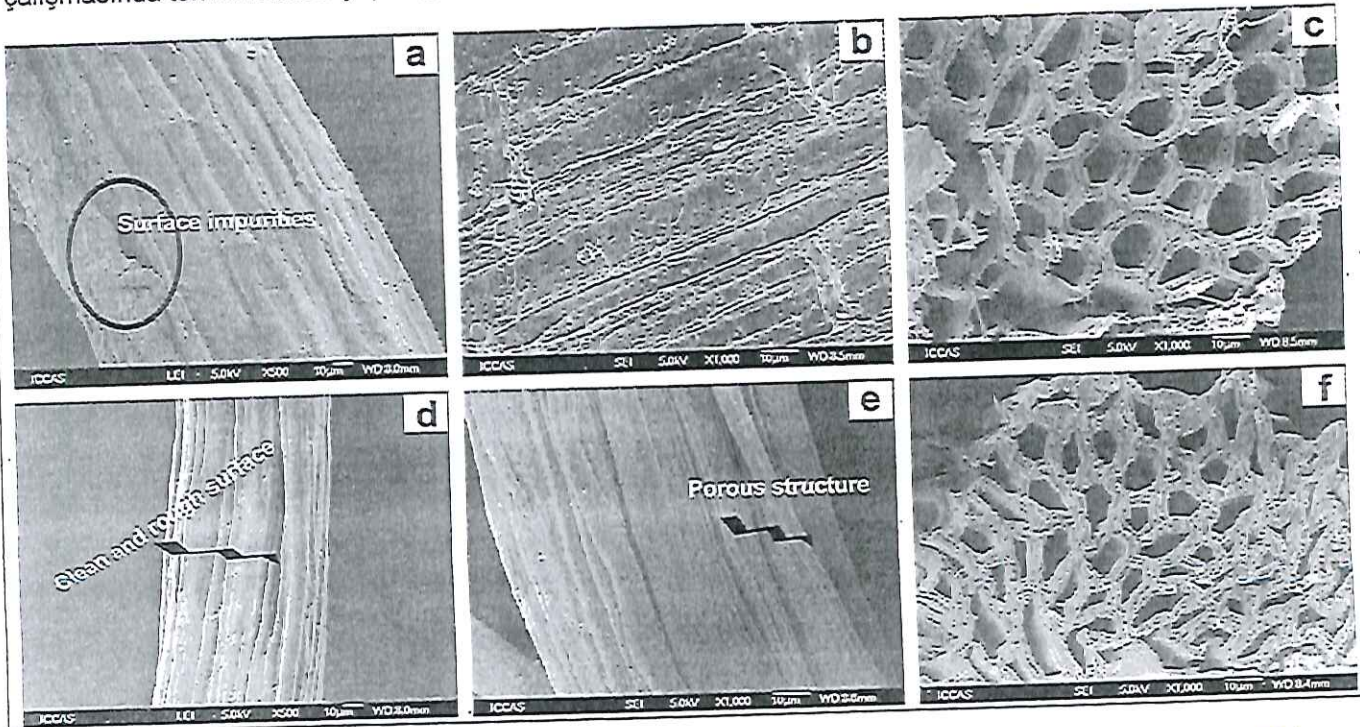


Şekil 2. Agave Americana Liflerinin Morfolojisi[21]

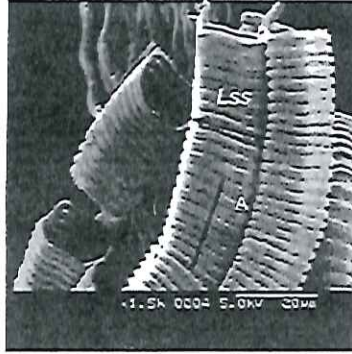
Tablo 1. Agave Liflerinin Mekanik ve Fiziksel Özellikleri[22]

Ekstraksiyon	Lif çapı (mm)	Yoğunluk g/cm ³	Modül (GPa)	Deformasyon (%)	Kopma Dayanımı (MPa)
3N NaOH içinde hidroliz ve 24 h Dioxan da yıkama	0.106	1.99	11.52	18.2	475.1
3N NaOH içinde hidroliz ve 1/2 h Dioxan da yıkama	0.139	1.41	6.13	20.7	299.6
Deniz suyunda hidroliz	0.148	1.32	4.63	35.9	407.4
Atıklar	.135	1.45	4.03	34.2	352.6

Agave americana liflerinin elastik geri dönme ve viskoelastik davranışları incelenmiştir [23]. Yüzyıl lifi olarak adlandırılan Agave Americana liflerinin NaOH ve NaOCl ile işlemten sonra morfolojisi (Şekil 3) ve kristalizasyon derecesi, fizikokimyasal ve mekanik özellikleri araştırılmıştır [24,25]. Sghaier ve arkadaşlarının benzer çalışmasında tek lifin helical yapısı görüntülenmiştir(Şekil 4)[26].



Şekil 3. Alkali ile işlem görmemiş ve görmüş agave americana liflerinin SEM milrografları(a), (b) işlem görmemiş lif yüzeyi, (c) işlem görmemiş lifin enine kesiti, (d), (e) alkali işlem görmüş lifin yüzeyi ve (f) alkali işlem görmüş lifin enine kesiti



Şekil 4. Agave americana L. lifinde helical yapının SEM resmi

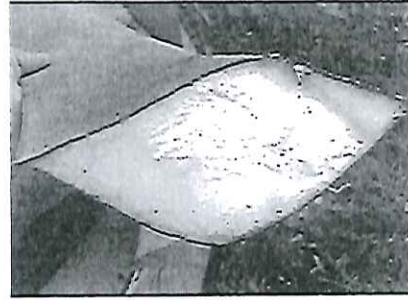
Agava lifinin kimyasal bileşimi incelendiğinde %10.1 nem, %5.30 kül, çözünebilen lignin %5.12, çözünmeyen lignin %15.98 ve selüloz %73.60 olduğu görülür[21].

2.AGAVA LİFLERİNİN ELDE EDİLMESİ

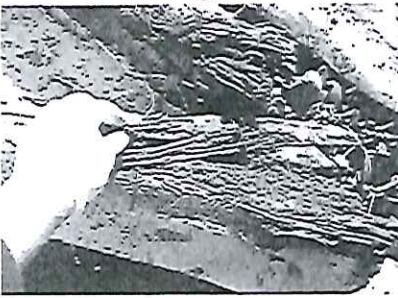
Agave americana liflerinin elde edilmesi için geleneksel yöntem, keten, kenevir gibi sak liflerinin elde edilme aşamasına benzer. Toprakta ve suda *çürütme* yapılmış bitkiden lifler *dövme* ve *tarama* işlemleri ile elde edilmektedir [Şekil 5] [27].



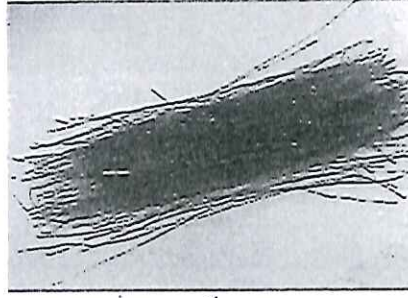
a



b



c



d

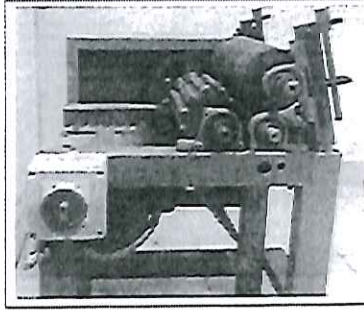


e



f

SY BD. AW
26

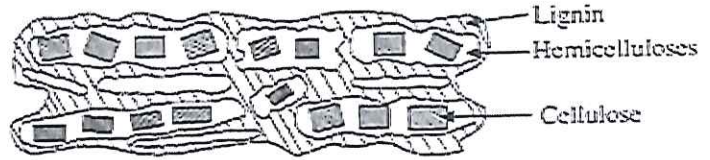
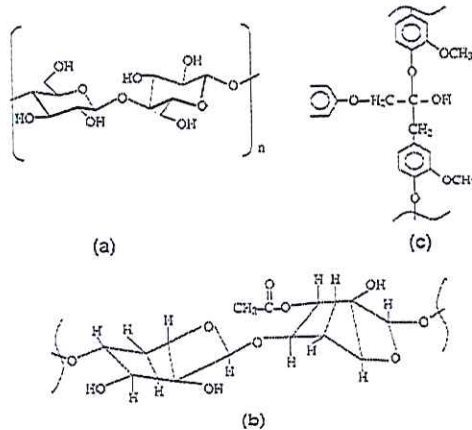


Şekil 5. (a) Agave americana L. bitkisi, (b) bitki yaprağının kesit görünüşü, (c) 90 gün bitki toprağa gömüldükten sonraki durum, (d) bu işlemde elde edilen lif, (e) 10-13 gün suda bekletilen yapraklar (f) su daldırma tekniğinden elde edilen lifler, (g) lif ayırma makinesi

Lifler, bitkinin yapraklarındadır, lif hücreleri pektin, zambak ve mum gibi maddeler ile birbirlerine yapışık durumdadır. Yaprak yapısındaki lifleri elde etmek için Şekil 5 (g)'de gösterilen lif ayırma makinesinden yararlanılır. Lifler bitki yapraklarından ayrıldıktan sonra lifteki lignin vb. su itici maddelerin uzaklaştırılması için hidrofilleştirme işlemleri uygulanır.

3. AGAVA LİFLERİNİN HİDROFİLLEŞTİRİLMESİ (BOYAMAYA HAZIRLANMASI)

Lignoselülozik liflerdeki selüloz, hemiselüloz ve ligninin kimyasal yapısı Şekil 6 a'da, lifin hücre duvarındaki üç temel elemanın yapısal organizasyonu Şekil 6 b'de gösterilmiştir. Liflerin iyi bir şekilde boya alabilmesi için lignin, hemiselüloz gibi su itici maddelerin uzaklaştırılması gereklidir.



Şekil 6 a. Kimyasal yapı (a) selüloz (b) hemiselüloz ve (c) lignin [28].

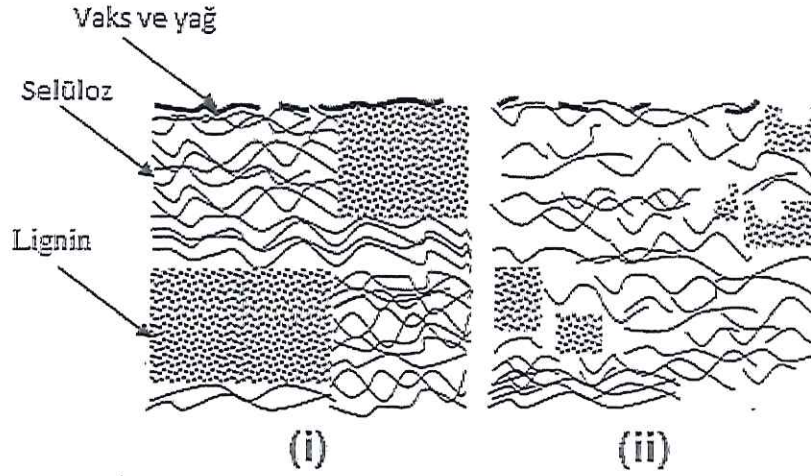
Şekil 6 b. Lifin hücre duvarındaki üç temel elemanın yapısal organizasyonu[28].

Alkali ile İşlem

Plastik materyallerle kompozit materyal üretimi için kuvvetlendirici olarak kullanılacak bu tür lignoselülozik liflerin yüzey modifikasyonları için silanizasyon [29], plazma işlemi [30-32] asetilasyon[33-34], maleikleme[35-37] gibi kimyasal işlemler de uygulanmaktadır.

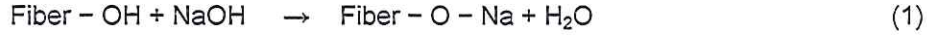
Doğal liflerin sodyum hidroksit ile işlemleri sonucu selülozun moleküler yapısı değiştirilir ve fazlaca paketlenmiş kristalin alanların oryantasyonu değişerek amorf bölgeler artar. Bu durum kimyasal madde ve boyarmaddenin life nüfuzunu artırır. Lifteki hemiselüloz ve lignin miktarını azaltır [38-39]. Moleküller arasındaki alkaliye duyarlı (OH) grupları su molekülleri ile reaksiyona girerek kopar (Şekil 7).

SY 3D. 2/2 @ m



Şekil 7. Alkali ile işlem görmemiş (i) ve görmüş (ii) liflerin tipik yapısı[40].

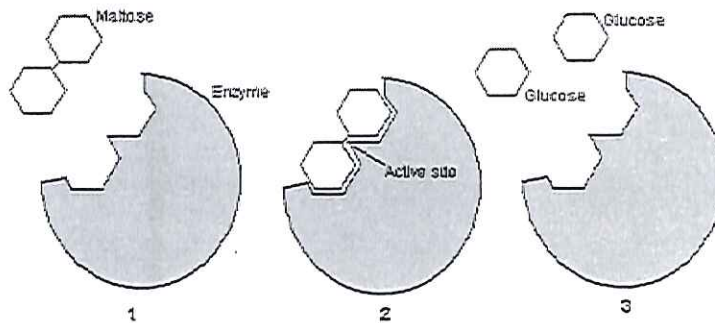
Alkali işleminde sulu sodyum hidroksit ilavesi hidroksil grubunu alkoksitlere dönüştürür (Eşitlik 1).



Enzimlerle İşlem

Enzimler bakteri türevinden elde edilen canlı organizmaların metabolik ürünlerinden oluşan biyokatalizörlerdir. Katalizatörler reaksiyon sonunda değişmeden kalan kimyasal ya da biyokimyasal reaksiyonlara katılan maddelerdir. Enzim teknolojisi, çevre dostu bir yöntem olması nedeni ile tıp, eczacılık, tarım, hayvancılık, çevre, gıda, kâğıt, deterjan ve tekstil endüstrisi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Gelecekte enzimlerin tekstil ön işlemlerinde biyo teknoloji tarafından kontrol edilebileceği düşünülmektedir [41-42].

Enzimin hangi madde ile çalışılacağını saptayan kısmı apoenzim kısmıdır. Apoenzim kısmıyla madde arasında bir ilişki vardır. Alman kimyacı Emil Fischer tarafından bunun kilit - anahtar uyumu gibi olacağı savunulmuştur. Koenzim kısmı daha çok kimyasal bağa yakın olarak işlev gösterir, örneğin ester bağlarını parçalar. Enzimin apoenzim kısmı bir ya da birkaç yerinden (aktif bölgelerden) substrat molekülüne yapıştığı ya da bağlandığı (enzim-substrat kompleksi) ve bu esnada koenzim kısmı substrat üzerindeki bağlarla gerçek anlamda birleşerek veya bağlanarak onu parçaladığı sanılmaktadır. Şekil 8' de kilit anahtar uyumunun şematik gösterimi yer almaktadır.



Şekil 8. Kilit- Anahtar Uyumu [42]

Enzimlerin Sınıflandırılması

Her enzimin 4 rakamlı bir numarası vardır, örneğin, 3.6.1.3. "ATP fosfohidrolaz" da birinci numara sınıfını, ikinci numara alt sınıfını, üçüncü numara grubunu, dördüncü numara da kendine özgü sıra numarasını verir. Buna göre enzim sınıfları şunlardır:

1. *Oksidoredüktazlar*, redoks tepkimelerini katalizler. Bu gruba dahil olan dehidrogenazlar elektron kazandırıcı tepkimeleri ve oksidazlar elektron kaybeden tepkimeleri etkilerler. Bu projede kullanacağımız *Lakkazlar* bu gruba

dahildir. Redüktazlar substratı bir redüktör aracılığıyla indirgeyen enzimlere denir. Transhidrogenazlar bir molekülden diğerine hidrojen taşıyarak onu redüklerler, hidroksilazlar substratlarına bir hidroksil ya da su molekülü katan enzimlere denir.

2. *Transferaz Enzimler*, hidrojenin dışında bir atomun veya atom grubunun (metil, karboksil, glikozil, amino, fosfat grupları) bir molekülden diğerine aktarılmasını sağlarlar, dekarboksilazlar karboksilik asitlerden CO₂ çıkmasını sağlarlar.

3. *Hidrolaz Enzimler*. Bir molekül su sokmak suretiyle ya da su molekülü aracılığıyla moleküllerin yıkılmasını sağlayan enzimlerdir. Esterazlar, ester bağını yıkan enzimlerdir (lipaz, ribonükleaz, fosfataz, pirofosfataz, glikozidaz), proteazlar, peptit bağını yıkan enzimlerdir (proteinaz).

4. *Liazlar*: Su molekülü çıkarmadan molekülleri bozan enzimlerdir, örneğin C-C bağı, aldolaz ve dekarboksilazlara bozundurulur.

5. *İzomerazlar*, molekül içinde değişiklik yaparak onun uzayda dizilişini değiştiren enzimlerdir. Örneğin razemaz, epimeraz.

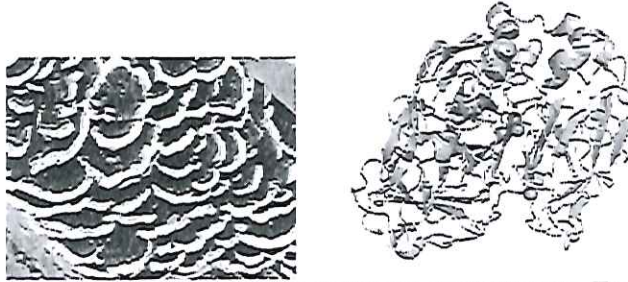
6. *Ligazlar* enerji kullanarak substrat moleküllerinin birbirine bağlanmasını; örneğin amino asitlerin ve yağ asitlerinin aktifleşmesini sağlarlar [43].

Lignoselülozik liflerin çevre dostu yüzey modifikasyonu için literatürde birçok araştırma mevcuttur [44-53].

Lakkaz Enzimi

Agava americana lifleri üzerindeki yağ, vaks, lignin gibi yapısında bulunan atıkların yüzeyden alınmaları için çevre dostu lakkaz enzimi kullanılacaktır. Tekstil terbiye işlemlerinin çoğu için ıslatabilirlik kritik bir fonksiyondur. Bu özellik sadece ürünün son kullanımında istenmez aynı zamanda boyama ve bitim işlemleri için de gereklidir.

Trametes versicolor veya *Coriolus versicolor* adıyla bilinen polyporaceae grubuna ait mantarlar lakkaz enzimini üretirler (Şekil 9) [54].



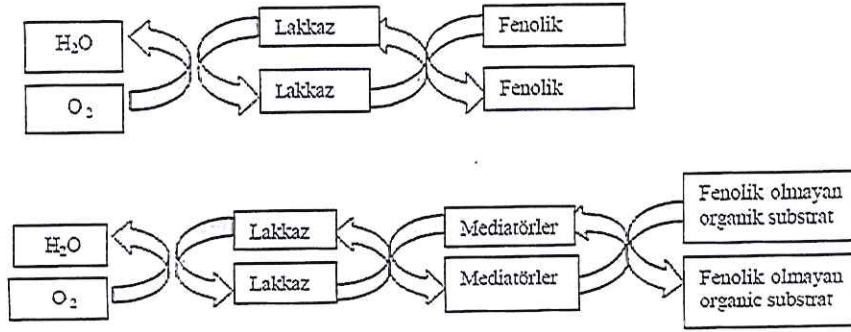
Şekil 9. *Trametes versicolor* türü mantarın doğadaki görüntüsü ve *Trametes versicolor*'dan elde edilen lakkaz enziminin üç boyutlu yapısı[55]

Lakkaz enzimi (EC 1.1.3.2, p-difenol; dioksijen oksidoredüktaz) oksidazların mavi-bakır proteinler olarak adlandırılan gen ailesine ait, 31-68 kDa molekül ağırlığına sahip, optimum pH'sı 3.5-6 arasında değişen, optimum sıcaklığı izole edildiği canlıya göre oldukça geniş bir yelpaze gösteren oksidoredüktaz sınıfına dahil hücre dışı bir enzimdir. Ancak optimum sıcaklık aralığı 40-80°C'dur. Lakkaz redoks enzimlerinin bir alt sınıfıdır. Karbohidraz ve proteazlar gibi hidrolitik enzimlerinin madde özgünlüğünün aksine redoks enzimlerinin madde özgünlüğü oldukça azdır [56].

İzolasyonundan yaklaşık 10 yıl sonra ise "lakkaz" olarak adlandırılmıştır. Lakkaz enzimi bir veya birden fazla alt üniteleri olan 4 bakır iyonu içeren bir glikoproteindir ve içerdiği karbohidrat oranı %11-25'dir. Bu enzimin dahil olduğu oksidoredüktaz sınıfının en belirgin özelliği geniş substrat spesifikliği sayesinde biyoteknolojik uygulamalarda kullanılabilirliği.

Lakkaz enzimlerinin katalitik aktivitelerini gösterilebilmeleri için, aktif olan her bir lakkaz proteini için en az 4 bakır atomu gerekmektedir. Lakkaz proteinlerinin her birinde bulunan bakır iyonlarının ışık absorbanları ve elektron paramanyetik davranışları farklı olduğu için spektroskopik özelliklerine bağlı olarak Tip 1, Tip 2, Tip 3 olarak üç ana sınıfta gruplandırılırlar. **Tip1:** paramanyetik "mavi" bakır (Cu1), absorban okside formda iken 610 nm' dir. **Tip2:** paramanyetik "mavi-olmayan" bakır (Cu4); azid, florid ve siyanide karşı affinitesi vardır. **Tip3:** diamanyetik spin-eşleşmeli bakır-bakır çifti (Cu2 ve Cu3), absorban okside formda iken 330 nm, ve bu dalga boyunda bir elektron adsorpsiyonu nedeni ile spektrofotometrik olarak karakterize edilir [57-59].

Reaksiyon tiplerine bağlı olarak bu enzimler, elektronları bir maddeden başka bir akseptöre transfer eden oksidoredüktaz enzimlerdir. Lakkaz enzimleri geniş substrat özgüllükleri ile karakterize edilmekte olup, difenoller, polifenoller, farklı sübstitüe fenoller, diaminler, aromatik aminler ve hatta iyodin gibi inorganik bileşikler de dahil olmak üzere çok fazla çeşitlilikteki maddeleri okside etmektedirler. Ayrıca, bazı mediatörlerin eklenmesi ile madde çeşitliliği artırılabilir [60].



Şekil 10. Lakkaz enziminin mediatörsüz ve mediatör varlığında katalitik mekanizması [60]

Örneğin, Lakkaz, fenolik bileşiklerin çoğunu kataliz edebilmesine rağmen, bazı mediatörlerin varlığında ABTS (2,2'-azinobis (3-etilbenzthiazolin-6-sulfonat) and 1-hidroksibenzotriazol) tek başına okside edemediği maddeleri okside edebilmektedir[61]. Şekil 10'da lakkaz enziminin mediatörsüz ve mediatör varlığında katalitik mekanizması görülmektedir.

Enzim olarak lakkazlar, Novozyme (Novo Nordisk, Danimarka) 1996'da denim terbiyesinde lakkaz enziminin endüstriyel uygulamasını başlatmıştır. Deniliter, ilk endüstriyel lakkaz ve mediator yardımıyla hareket eden ilk ağartıcı enzimdir. Lakkazlar, selülozik liflerde bulunan yağlar, mumlar, pektinler, proteinler ve pigmentler gibi doğal renklendirici maddelerin uzaklaştırılmasında [62-63], denim yıkamada [64-66], kaynatma işlemlerinde [67], boyama, baskı ve bitim gibi işlemlerinde tekstil atık sularının biyolojik parçalanması ve renksizleştirilmesinde kullanılmaktadır [68-70].

4. REAKTİF BOYARMADDELER

Reaktif boyarmaddeler, selülozik liflere kovalent bağlarla bağlanabilmek için selülozun hidroksil (-OH) gruplarıyla reaksiyona giren suda çözünabilir anyonik yapıya sahip boyarmaddelerdir. 1956'ya kadar yüksek yıkama haslığı elde etmek amacı ile boyarmaddeleri selüloza kovalent bağlarla bağlamak için pek çok girişim yapılmıştır. Tüm bu çabalarda reaksiyon koşullarını oluşturmak çok zor olmuş ve liflerin mukavemetinde fazladan düşme görülmüştür. Reaktif boyalar ancak 1956'dan itibaren ticari olarak yaygın hale gelmiştir. Selüloz lifleri için ilk reaktif boyarmadde ICI (Zeneca) firması tarafından 1956'da üretilmiştir [71].

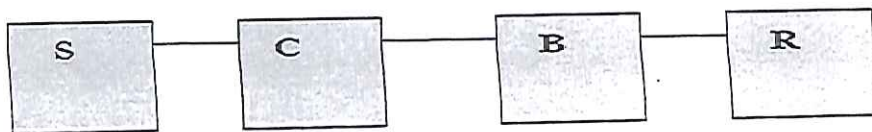
Reaktif Boyarmadde Genel Özellikleri

Reaktif boyarmaddeler uygun koşullar altında lif ile kimyasal reaksiyona girerek, kovalent bağ özelliğine sahip tek boyarmadde sınıfıdır. Karakteristikleri küçük ve basit molekül yapılarına sahip olmalarıdır. Molekül ağırlıkları genellikle 69-221 g/mol'dür. Küçük partikül özellikleri life hızlı bağlanmalarını sağlar. Çok parlak renklere sahip reaktif boyarmaddeler basit yapılarının sonucu olarak spektrumlarında çok dar ve yüksek pikler gösterirler. En çok mavi, kırmızı, oranj ve sarı renklerde boyama için kullanılırlar.

Reaktif boyarmaddeler suda kolay çözünürler. Selülozun -OH, poliamidin -NH₂, protein esaslı liflerin -NH₂, SH (merkaptan) grupları ile kovalent bağlar oluşturarak liflere bağlanırlar. Reaktif boyarmaddeler önce selüloz esaslı lifler için geliştirilmişlerdir. Ancak şimdi yaygın olmasada yün, ipek, orlon, akrilik ve karışımları içinde kullanılmaktadır. Reaktif boyarmaddeler ipek ve asetatlarda da az olmasına rağmen kullanılırlar.

Reaktif Sistemler

Reaktif boyarmaddelerin yapısında genel olarak dört farklı fonksiyonu yerine getiren dört grup bulunmaktadır. Bu yapı Şekil 11'de belirtilmiştir.



Şekil 11. Reaktif Boyarmaddenin Genel Yapısı

57
26
BD
Am
12

S : Suda çözünürlük sağlayan grup; Reaktif boyarmaddelerde 1-4 adet anyonik grup bulunur. Bu grup genellikle sülfonik asit grubudur.

C: Moleküle renk veren grup; Kimyasal sınıflamada yer alan renk verici grupların tümü reaktif boyarmaddelerin yapısında kullanılabilmektedir. Ancak genel olarak sarı, turuncu ve kırmızı boyarmaddelerin basit monoazo yapısında, mor, koyu kırmızı ve lacivert renklerin mono ve disazo yapısındaki bakır kompleksleri, parlak ve açık mavi renklerin ise antrakinon ve ftalosiyanın türevleri olduğu bilinmektedir.

B: Köprü bağları; Moleküldeki renkli grup ile reaktif grubu birbirine bağlayan $-NH$, $-CO$, $-SO_2$ gibi gruplardır. Bu grupların köprü görevini yerine getirmenin dışında başka işlevleri de bulunmaktadır. Örneğin imino köprüsünün bulunması, reaktiviteyi artırırken, substantivite ve bağlanma hızının yüksek olmasını da sağlar.

R: Reaktif Grup; Boyarmadde molekülündeki reaktif grup, elyafdaki fonksiyonel grup ile kovalent bağ oluşturur. Selülozik elyafta reaktif grup ile reaksiyon verebilecek fonksiyonel grup hidroksil grubudur. Nükleofilik karakterdeki bu grup, reaktif grubun yapısındaki elektrofilik merkeze katılmaktadır. Ancak reaktif gruplar bazik ortamda, sudaki hidroksit iyonları ile de reaksiyon verebildiğinden, boyarmaddenin hidrolizi söz konusudur ve hidroliz olan boyarmaddenin reaktif grubu, reaktivitesini yitirerek elyafı reaksiyona girmemektedir. Reaktif boyarmaddeler moleküllerinde bir veya birden fazla reaktif grup bulundurabilir. Tablo 2'de önemli reaktif sistemler ve Tablo 3'de agava amerikana liflerinin boyanmasında seçilen reaktif sistemler yer almaktadır [72-73].

Tablo 2. Önemli Reaktif Sistemler

I) $(Fb) - NR - \begin{array}{c} Cl \\ \\ \triangle \\ \\ Cl \end{array}$	dichlorotriazin	X) $(Fb) - NR - \begin{array}{c} Cl \\ \\ \triangle \\ \\ NH - X - NH - \begin{array}{c} Cl \\ \\ \triangle \\ \\ NH - R \end{array} \end{array}$	dis-monochlorotriazin
II) $(Fb) - NR - \begin{array}{c} Cl \\ \\ \triangle \\ \\ NR_2 \end{array}$	monochlorotriazin	XI) $(Fb) - NR - \begin{array}{c} F \\ \\ \triangle \\ \\ NR_2 \end{array}$	monofluorotriazin
III) $(Fb) - SO_2 - CH_2 - CH_2 - OSO_3H$	sulphatoethylsulphon	XII) $(Fb) - NH - \begin{array}{c} COOH \\ \\ \text{triazine} \end{array}$	triazine-nicotinic acid
$(Fb) - SO_2 - CH=CH_2$	vinylsulphon	XIII) $(Fb) - NH - CO - \begin{array}{c} Cl \\ \\ \text{pyrimidine} \end{array} - Cl$	dichloropyrimidine carbonamid
IV) $(Fb) - NH - CO - CBr=CH_2$	α -bromoacrylamid	XIV) $(Fb) - NR - \begin{array}{c} Cl \\ \\ \triangle \\ \\ NH - \begin{array}{c} F \\ \\ \text{SO}_2 - CH_2 - CH_2 - OSO_3H \end{array} \end{array}$	monochlorotriazin sulphatoethylsulphon
V) $(Fb) - NR - \begin{array}{c} Cl \\ \\ \text{pyrimidine} \\ \\ Cl \end{array}$	trichloropyrimidin		
VI) $(Fb) - NR - \begin{array}{c} Cl \\ \\ \text{pyrimidine} \\ \\ F \end{array}$	fluorochloropyrimidin		
VII) $(Fb) - NR - \begin{array}{c} Cl \\ \\ \text{pyrimidine} \\ \\ CH_3 \end{array}$	methylfluorochloropyrimidin		
VIII) $(Fb) - NR - \begin{array}{c} Cl \\ \\ \text{pyrimidine} \\ \\ FSO_2CH_3 \end{array}$	methylsulfonylchloromethylpyrimidin		
IX) $(Fb) - NR - CO - \begin{array}{c} Cl \\ \\ \text{quinoxaline} \\ \\ Cl \end{array}$	dichloroquinoxali		

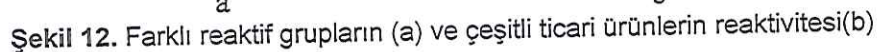
Fb: farbstoffe:Boyarmadde

Tablo 3. Projede Seçilen Reaktif Gruplar[71]

Monofonksiyonel reaktif gruplar	Bi(poli)fonksiyonel reaktif gruplar	Heterobi(poli)reaktif gruplar
monofunctional monoreactive bi-reactive F.Boyarmadde	bi(poly)functional ~ homobit(poly)reactive direct	~ heterobi(poly)reactive direct

Reaktif boyarmaddeler reaktivite özelliğine göre (lif ile reaksiyona girebilme hızı) üç gruba ayrılmaktadır.

- Yüksek reaktifliğe sahip reaktif boyarmaddeler ile düşük sıcaklıklarda (20-40°C) boyama yapılırken, hızlı boyama, daha az baz ve enerji tüketimi, yüksek boyarmadde verimi elde edilir. Düşük reaktifliğe sahip boyarmaddelerde ise 60-80°C gibi daha yüksek sıcaklıklarda çalışılır, bu boyarmaddelerin reaksiyon yetenekleri zayıf olduğundan sıcaklığı yükseltmek ve baz miktarını artırmak gereklidir [71,74]. Şekil 12'de reaktif boyarmaddelerin reaktivite özellikleri gösterilmektedir.



Reaktif Boyarmadde ile Selüloz Lifi Arasındaki Reaksiyon

$$\text{F}-\text{SO}_2-\overset{\delta-}{\text{CH}}=\overset{\delta+}{\text{CH}_2} \rightarrow \text{F}-\text{SO}_2-\overset{\ominus}{\text{CH}}-\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{O}-\text{Cell}} \text{F}-\text{SO}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{Cell}$$

(2)

$\textcircled{\text{F}}-\text{SO}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{SO}_3\text{Na} + \text{NaOH}$ <i>sulphatoethylsulphone</i> $\longrightarrow \textcircled{\text{F}}-\text{SO}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ <i>reactive vinylsulphone</i> $\textcircled{\text{F}}-\text{SO}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{N}-\text{silk}$ <u>addition</u> $\longrightarrow \textcircled{\text{F}}-\text{SO}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{silk}$	(3)
---	-------

1) Reaktif boyarmadde ve selüloz arasındaki kimyasal reaksiyonun derecesi suyla olan reaksiyonundan 100:1 gibi oranlarda çok daha hızlıdır.

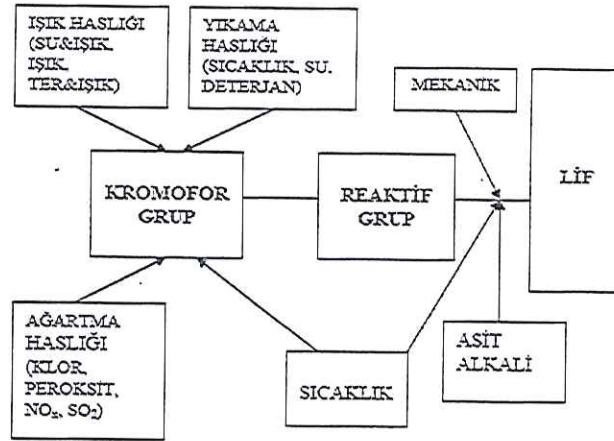
2) Difüze olmuş bir boyarmadde molekülünün suya ait hidroksile göre selüloza ait hidroksil grubuyla reaksiyona girme ihtimali çok daha yüksektir.

Bu yüzden reaktif boyarmaddeler ile selülozun boyanmasında boyarmaddenin çoğu liflerle reaksiyona girer ve sadece boyanın küçük bir miktarı boya çözeltisindeki suyla reaksiyona girer [76].

Reaktif Boyarmaddelerin Haslık Özellikleri

Kovalent bağın kuvvetinin sonucu olarak reaktif boyarmaddeler çok iyi yıkama, sürtme, ter ve ışık haslıkları verir. Ancak yüksek pH'larda boyarmadde hidrolize uğradığı için asit ve alkali haslıkları orta seviyededir. Klor haslıkları düşük olduğu için klor içermeyen ağartma maddeleri kullanılarak bu dezavantaj indirgenmeye çalışılmaktadır. Özellikle reaktifliği diklor ve triklorprimidin olan boyarmaddeler hidrolize çok eğilimlidir. Boyamanın bitiminde, hidrolize uğrayan boyarmadde kısmını uzaklaştırmak için sabunlama ve durulama işlemi yapılması gerekir [77].

Şekil 13'te herhangi bir reaktif boyarmadde molekülünde reaktif boyamaların haslıklarının bağlı olduğu faktörler yer almaktadır.



Şekil 13. Reaktif Boyamaların Haslıklarının Bağlı Olduğu Faktörler

Boyama Yöntemleri

Reaktif boyarmaddeler ile boyama, emdirme ve çektirme yöntemleri için uygundur. Düşük flotte oranlarında; pad-batch, pad-jiger, termofiksaj, pad-steam yöntemleriyle çalışabilir. Özellikle pad-patch yönteminde enerji tasarrufu sağlandığı için oldukça avantajlıdır. Çektirme yöntemine göre çalışıldığında pH ve tuz kontrolü yapılmalıdır. Migrasyon ve egalize özelliğine sahip oldukları için düzgün ve hızlı bir boyama sağlarlar.

Projede Kullanılacak Çektirme Yöntemine Göre Reaktif Boyama

Çektirme yöntemi, tekstil materyalinin uzun flotte oranında bir banyo içerisinde uzunca bir süre muamele edilmesi esasına dayanır. Bu sırada aplike edilmek istenen terbiye maddesinin veya boyarmaddenin, tekstil materyaline afinitesi nedeniyle banyodan çekilmesi sağlanır. Çektirme yönteminde tekstil materyalinin elyaf üzerindeki boyarmadde / terbiye maddesi ve banyo flottesindeki boyarmadde / terbiye maddesi arasında bir denge sağlanıncaya kadar terbiye banyosundan boyarmadde veya terbiye maddesini çekmesi beklenir.

Çektirme yönteminin iki önemli özelliği, uzun muamele süresi ve 1:3 oranından büyük olmak koşuluyla uzun flotte oranıdır. Flotte oranı kadife gibi yüzeylerin korunması gereken kumaşlarda 1:60'a kadar çıkabilmektedir.

• Çektirme Yönteminin Avantajları ve Dezavantajları

Avantajları:

- ✓ İşlem süresi ve sıcaklığı, kontinü ve diğer sistemlerden farklı olarak istenildiği gibi ayarlanabilir.
- ✓ Yatırım maliyeti, kontinü sistemlere göre düşüktür.
- ✓ Küçük partilerin işlenmesi mümkündür.

Dezavantajları ise:

- ✓ Atık su, kullanılan boyarmadde, terbiye maddesi ve yardımcı madde, kimyasal tüketimi, işlem süresidir.

• Çektirme Yöntemi Adımları

Çektirme metoduna göre boyama tekstil mamulünün uzun flotte oranında uzunca bir süre boyanması demektir. Çektirme yöntemine göre yapılan boyamalarda boyama üç adımda tamamlanır.

1. Reaktif boyarmaddelerin lif üzerine alınması
2. Reaktif boyarmaddelerin lif içine difüzyonu
3. Boyarmaddenin lif üzerine fiksajı

gruplara, tuz miktarına, flotte oranına, boyama sıcaklığına, reaktivitesine, boyama sıcaklığına ve boyama süresine

57
BD.
AM
M
2013

bağlıdır [78-79].

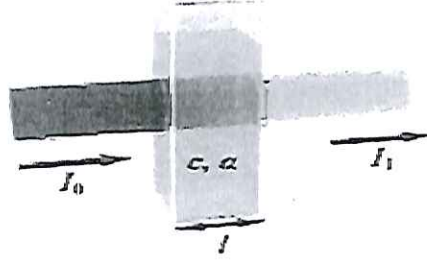
Reaktif Boyarmaddeler ile İlgili Literatür Araştırması

Yurdakul ve arkadaşları (2003) araştırma projelerinde %100 pamuklu örme ve dokuma kumaşları farklı renkteki reaktif grubu boyarmaddelerle %3 ve %6 konsantrasyonlarla boyamış ve 15 farklı yumuşatıcı kullanarak yumuşatıcıların haslık değerleri üzerine etkilerini araştırmıştır. Sonuç olarak kullanılan boyarmadde sınıfından bağımsız olarak tüm yumuşatıcı cinslerinde yıkama haslıklarında herhangi bir değişiklik görülmemiştir. Kuru sürtme haslıklarında ise tüm koyu renklerde yumuşatıcıların haslık sonucunu $\frac{1}{2}$ puan düşürdüğü; yaş sürtme haslıklarında yumuşatıcıların herhangi bir etkisi olmadığı görülmüştür [77]. Konstantinova ve Petrova [80] iki bifonksiyonel reaktif monokloro triazine azo boya sentezinde temel kromofor grubu olarak bir sarı triazine boya sentezin de iki farklı reaksiyon araştırılmıştır. Pamuk liflerini boyayarak boyanan numunelerin renk karakteristikleri değerlendirilmiştir. Renfrew ve arkadaşları [81] 4 Arylamino-6- chloro- 1,3,5- triazine-2 (1H)- ones modelini sentezlenmesinde çeşitli azot, oksijen ve sülfür nükleofilleri ile asidik ortamda reaksiyona pridine, nikotinik asit ve paminobenzen- β - sulfatoetilsülfon ile oluşan reaksiyon ürünlerinin alkali ortamda selüloz ile reaksiyon verme yeteneğine sahip olduğunu görülmüştür. Renfrew ve arkadaşları [82] yaptıkları çalışmada, 5 diklorotriazinil bileşikler sırasıyla nikotinik asit ve pyridini asidik ortamda reaksiyonda carbokspiridinyum-triazin-2-oksit elde edilmiştir. Sheng ve arkadaşları [83] vinilsülfon ve monoklorotriazin grubu içeren reaktif bifonksiyonel iki model reaktif boya sentezlemişlerdir. Elde edilen boyanın m-vinilsülfon anilin'in reaksiyon hız sabiti, p-vinil sülfon anilin'inkinden daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Burkinshaw ve Gandhi [84] yaptıkları çalışmada, boyarmadde üreticileri tarafından tavsiye edilen boyama metotlarıyla, ticari üç reaktif diklorotriazin boyanın altı konsantrasyonunu kullanarak lycell kumaş boyamışlardır. Fikse olmamış boyayı çıkartmak için, bir sürfaktant ve üç sodyum karbonat bazlı yıkama metotlarını uygulamışlardır. Boyanan numunedeki renk kalıcılığı ISO C06/C₂ yıkama testine göre belirlemişlerdir. Boyayı uzaklaştırmak için surfaktant kullanımı gerekmediği, 2g/litre -1 Na₂CO₃ kullanımının fikse olmamış boyanın uzaklaştırılması ve fiksenin tamamlanması için yeterli olduğu sonucuna varmışlardır. Elde ettikleri bulgular, pamuklu kumaş üzerinde, daha önceden kullanılan ticari monokloro, dikloro ve bismonokloro triazin reaktif boyalarla aynı sonucu göstermiştir. Tam ve arkadaşları [85] diklorotriazinil-reaktif boyanın, Procion Mavi MX-R, boyayabilirlik kinetiği pamuklu triko kumaşlarla spektrokimyasal kanal akış hücrelerine dayanan çok yönlü teknik kullanılarak çalışmışlardır. Boya moleküllerinin anlık hidrolizinden türeyen bir mekanizma, hidrolize forma fiziksel bağlama ve aktif formların kumaş üzerine kimyasal fiksasyonu dikkate almışlardır. Boyanın kumaşa sabitlenmesinin katı-sıvı fazlararası prosesle kontrol edildiğini görmüşlerdir ki bu boyanın yüzeyde yoğunlaşması hakkındaki birinci adımdır. Boyama deneyleri birincil boya konsantrasyonlarının geniş yelpazesinde gerçekleştirilmiştir. Bu deneyleri raporlanan elektrolit konsantrasyonlar ve kinetik parametreleri ile desteklemişlerdir. Javad ve arkadaşları [86] çektirme metodu uygulayarak, düşük konsantrasyonda tuz kullanarak, pamukta yoğun ve parlak gölgeler elde etmek için üç yeni trisazo, MCT reaktif boya sentezlemişlerdir. Sonuç olarak; denenen boyanın, menekşe renginde soluk gölgeler, zayıf boyama özelliği ve yıkama direnci gösterdiğini, ancak düşük tuz miktarları kullanıldığında (0-30 g/l) sadece iki tanesi optimum renk vermiştir. Taylor ve çalışma ark [87] monoklorotriazin ve kloroasetilamino reaktif grup içeren, suda çözünebilen reaktif boya elde ettiler. Alkali şartlarda, az veya fazladan fiksasyon olmadığını ve selülozda kloroasetilamino grupla klorun nükleofilik yer değiştirmesini gözlediler. Reaksiyon prensibinin amid hidrolizi olduğunu saptadılar. Yumuşak (2001), çalışmada % 100 pamuklu kumaşı 1 g/L, 5 g/L, 10 g/L, 20 g/L, 30 g/L ve 50 g/L konsantrasyonundaki reaktif black 5 boyasıyla nikel klorür, bakır sülfat içeren boyamalar yapmış, yıkama, sürtme ve ışık haslıklarını incelemiştir. Sonuç olarak nikel klorürün haslıklar üzerine etkisi olmadığını, bakır sülfatın ise ışık haslığı ve yıkama haslığını artırdığını görmüştür [88].

Agava Americana Liflerinin Boyanması Sırasında % Çekim Değerlerinin Belirlenmesi

Boyama esnasında life çeken boyarmadde miktarını belirlemek için öncelikle çalışılacak boyarmaddenin λ_{max} değeri belirlenir. Bunun için UV-Vis. spektroskopisi yardımı ile boya çözeltisine (örneğe) ışın demeti gönderilerek, örnekten geçtikten veya bir örnek yüzeyinden yansıtıldıktan sonraki azalmasının ölçülmesidir. Işığın şiddetinin azalması absorplamanın arttığını gösterir. Örneğin derişimi belirli bir dalgaboyundaki absorpsiyonunu ölçerek bulunur. Monokromatik (tek dalgaboylu ışım) ve I_0 şiddetindeki bir ışık demeti, kalınlığı l cm olan bir tüpte bulunan çözeltideki herhangi bir molekül tarafından absorplandığında şiddeti azalır ve tüpü I_1 şiddetinde terkeder (Şekil 14). Moleküllerin seçilen dalga boyundaki ışımayı absorplaması sonucu ortaya çıkan azalma Lambert-Beer eşitliği ile verilir: Bir çözeltiden geçen ışık miktarı, ışığın çözelti içinde kat ettiği yol ve çözelti konsantrasyonu ile logaritmik olarak ters orantılı, emilen ışık miktarı ise doğru orantılıdır (Eşitlik 4) [89].

RD - 
SY 
AN 
2013 



Şekil 14: Kuvete Giren (I_0) ve Çıkan Işın (I)

$$\log I_0/I = \epsilon lc = A \quad (4)$$

I_0 : Örnek kabına giren ışık şiddeti, I : Örnek kabını terk eden ışık şiddeti, ϵ : Molar absorpsiyon katsayısı – molar soğuruculuk ($L / \text{mol.cm}$), l : Örnek kabının kalınlığı – ışığın çözelti içinde kat ettiği yol (cm), c : Çözeltinin molar derişimi (mol / L), A : Absorbans-soğurganlık

Örnek kabını terk eden ve kaba giren ışık şiddetleri arasındaki orana geçirgenlik (T) denir (Eşitlik 5).

$$I / I_0 = T = 10^{-\epsilon lc} \quad (5)$$

Absorbans ile geçirgenlik arasında aşağıdaki bağıntı vardır(Eşitlik 6),

$$A = -\log T = 2 - \log \% T \quad (6)$$

Spektrofotometrik ölçümler

Boyarmaddenin λ_{max} değerini belirlemek için önce 1 g/l' lik stok boyarmadde çözeltisi hazırlanır ve bu stok çözeltinin 0.01 g/l, 0.02 g/l ve 0.04 g/l lik çözeltileri hassas olarak elde edilir. Çözeltilerin hazırlanmasında kullanılan destile su kör banyo olarak kabul edilerek 380-780 nm arasında spektrofotometrik ölçümler yapılır. Bu ölçümlerden elde edilen dalgaboyu-absorbans grafiğinden boyarmaddeye ait λ_{max} değeri belirlenir. Boyarmaddenin kalibrasyon doğrusunu elde etmek 0.001, 0.002, 0.004, 0.008, 0.01, 0.015, 0.02 ve 0.04 g/l' lik daha seyreltik boyarmadde çözeltileri hazırlanır ve maksimum absorpsiyondaki dalga boyunda spektrofotometrik ölçümlerinden absorbans değerleri elde edilir. Bu değerler yardımı ile kalibrasyon (dalgaboyu -absorbans) doğrusu elde edilir[90].

-% Çekim değerlerinin ve yıkama işlemlerinde uzaklaşan boyarmadde miktarının bulunması

Süre - % çekim eğrileri belirlenirken boyamanın başlangıcından itibaren 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 ve 70. dakikalarda boyama flottesinden 5'er ml örnek alınır ve bu örneklerin spektrofotometrik ölçümleri kullanılan boyarmaddenin maksimum absorpsiyon yaptığı dalga boyunda gerçekleştirilerek absorbans değerleri bulunur. Absorbans değerlerini kalibrasyon denkleminde kullanmak sureti ile flottedeki boyarmadde konsantrasyonları bulunur, bu veriler yardımı ile % çekim değerleri hesaplanır (Eşitlik 7). % çekim değerlerinden yararlanılarak süreye bağlı % çekim eğrileri oluşturulur.

$$\% \text{ Çekim} = [(c_1 - c_2) / c_1] \times 100 \quad (7)$$

c_1 = Başlangıç konsantrasyonu, g/l

c_2 = Boyamanın x. dakikasındaki konsantrasyon, g/l

Boyamalardan sonraki yıkama işlemleri ile yıkama flotteslerine transfer edilen boyarmadde miktarı da Eşitlik 8'e göre hesaplanır [90].

$$\text{Yıkama flottesindeki boyarmadde miktarı (g)} = (c \times V) / 1000 \quad (8)$$

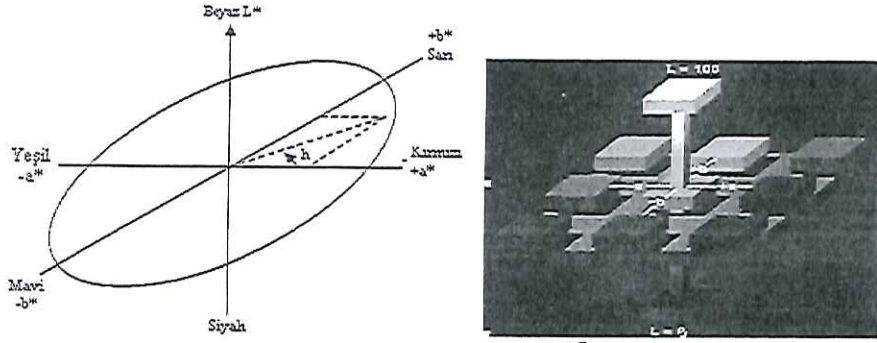
V : boyama flottesesi hacmi, ml

c : yıkama flottesindeki boyarmadde konsantrasyonu, g/l

Boyanmış Agava Americana Liflerinin CIELab Sistemine Göre Rengin Sayısal Değerlendirilmesi

Reflektans spektrofotometresi yardımı ile renk ölçümleri yapılan deney örnekleri, CIE $L^*a^*b^*$ sistemine uygun olarak değerlendirilecektir. Değerlendirmede (L^* , a^* ve b^*) şeklindeki üç koordinat kullanılmaktadır. Şekil 15' de birbirine dik açı yapan ve nötral noktada kesişen a^* ve b^* eksenleri ve bu eksenlerin özellikleri, Eşitlik 9' da toplam renk farklılığı denklemi görülmektedir. Eşitlik 10'da ise Toplam açısal renk farklılığı bağıntısı yer almaktadır.

57 BD. AW M



Şekil 15. Üç boyutlu ve yaklaşık olarak homojen renk uzayı [91]

$$\Delta E_{ab}^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (9)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{1/2} \quad (10)$$

L^* ; açıklık-koyuluk, a^* ; kırmızılık-yeşillik, b^* ; sarılık-mavilik değerleridir. Düzlem üzerinde renksiz noktadan rengin bulunduğu noktaya çizilen doğrunun a^* eksenine yaptığı h açısı, renk tonu (cinsi) için bir ölçektir.

Örneklerin ΔE^* değeri, renk farklılığının ifadesidir. $\Delta E^* < 1$ ise, iki renk arasında fark çok az; $\Delta E^* > 1$ ise çok fazladır. ΔL^* değerinin (-) olması, örneğin standarda göre daha koyu olduğunu, (+) olması ise daha parlak olduğunu göstermektedir. ΔC^* değerinin (+) olması ise yüksek kromayı yani doygunluğu ifade eder. a^* değeri arttıkça renk kırmızıya, azaldıkça yeşile, b^* değeri arttıkça renk sarıya, azaldıkça maviye döner. Kırmızıdan sarıya doğru artış gösteren dönme açısı " h " (derece cinsinden), rengin bir ölçüsüdür. Örneğin, $h=0^\circ$ kırmızı bir renk tonuna, $h=90^\circ$ sarı bir renk tonuna, $h=270^\circ$ mavi bir renk tonuna karşılık gelmektedir. Renk değerlendirilmesinde renk farkı için limit değerleri. ΔE^* (Toplam renk farkı) : 0.5, ΔL^* (Açıklık-koyuluk farkı) : 0.5, Δa^* (Kırmızılık-Yeşillik farkı) : 0.3, Δb^* (Sarılık-Mavilik farkı) : 0.3, ΔC^* (Doygunluk farkı) : 0.3, ΔH^* (Açısal renk farkı) : 0.3 olarak kabul edilmiştir.

K/S Değerleri

Boyanmış örneklerin renkleri Kubelka-Munk eşitliği (Eşitlik 11) kullanılarak hesaplanan renk kuvveti (K/S) ile değerlendirilmiştir.

$$K/S = (1-R)^2/2R \quad (11)$$

Burada R; maksimum absorpsiyondaki dalga boyunda lifin reflektans değeri, K; absorpsiyon katsayısı, S; scattering katsayısıdır [91].

Boyanmış Liflerin Renk Haslıkları [92]

Boyanmış kumaşların yıkama ve ışık haslıkları ISO standardına göre test edilecektir. Yıkama haslıklarında, (ISO 105-C06) yıkama haslığı test makinesi (Gyrowash / James H. Heal Co. Ltd.) kullanılacak [93] ve gri skala ile değerlendirilecektir. Işık haslık testleri (ISO 105 – B02) standardına göre ışık haslığı test cihazında (James H. Heal) yapılacak değerlendirme mavi skala referansına göre olacaktır [94]. Sürtme haslık testleri ise ilgili standara göre yapılacaktır.

Mukavemet Testleri

Örme kumaşların patlama mukavemet testleri ilgili standardına göre yapılacaktır.

Antibakteriyel ve Antimikrobiyel Tekstil Lifleri

Günümüzde doğal bambu lifi, eugenic (üstün ırk) bambudan üretilmektedir. Bambu bitkisinin en ilginç özelliklerinden birisi de "Bambu Kun" olarak adlandırılan ve antimikrobiyel özellik gösteren doğal bir madde içermesidir. Bu madde sayesinde üretimi sırasında kullanılan pestisid miktarı oldukça azalmakta veya kullanımına gerek kalmamaktadır. Doğal bambu liflerinden elde edilen tekstil ürünleri, mükemmel nem absorpsiyonu ve nemin buharlaştırılması gibi özellikleri ile ideal bir giysi konforu sağlamaktadır. Bambu lifleri ayrıca bünyesinde çok fazla antibakteriyel madde içerir. Bu, giysiler üzerinde artan bakterilerin azalmalarına yardımcı olur ve giyenin kıyafetlerinin daha az kokmasına neden olmaktadır. Bambu kumaşının çok yönlülüğü alternatif tekstil ürünleri arayan kıyafet tasarımcıları için onu mükemmel bir seçim haline getirmektedir. Koku giderme özelliklerinden ötürü

57
[Handwritten signatures and initials]