

ULTRAVİYOLE TEKNOLOJİSİ

ULTRAVIOLET TECHNOLOGY

Arş. Gör. Seher D. PERİNCEK
Ege Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü

Yrd. Doç. Dr. Ayşegül E. KÖRLÜ
Ege Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Kerim DURAN
Ege Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü

Arş. Gör. M. İbrahim BAHTİYARİ
Ege Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Ultraviyole teknolojisi tekstil sektörü açısından günümüzde hala olgunlaştırılmaya çalışmakta ise de, çeşitli sanayi dallarında pek çok kullanım yeri bulunmaktadır. Literatürde yer alan bazı çalışmalarda, ultraviyole teknolojinin tekstil proseslerinde kullanımının üretim verimliliğini arttırabileceği belirtilmektedir. Örneğin; UV yardımı ile daha kısa sürede ağartma işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Çünkü, UV ışığı yardımıyla hidrojen peroksit parçalanmakta, klasik kimyasal yükseltgenlerden çok daha reaktif olan hidroksil radikallerinin oluşumu sağlanmaktadır. Ayrıca, UV C ile yünlü mamullerin yüzey modifikasyonu sağlanmakta ve dolayısıyla boyanabilirlik-basılabilirlik özelliklerinde artış sağlanmaktadır. Üretim verimliliğinde sağladıkları bu avantajlar yanı sıra, ultraviyole teknolojisi ozon ve ultrason teknolojileri gibi çevre dostu olması açısından ekolojik proses olarak adlandırılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ultraviyole, tekstil, terbiye, ekolojik yöntem, UV C

ABSTRACT

Although ultraviolet is a new technology for textile industry, it has been found in science and technology for a long time. In the literature, it was highlighted that productive efficiency can be improved significantly by aid of ultraviolet. For example, bleaching process can be performed in a shorter time with usage of ultraviolet. Hydrogen peroxide decomposes to hydroxyl radicals which are more reactive than other oxidative chemicals by the aid of the ultraviolet. Moreover, surface modification of wool fabrics can be ensured with treatment of UV C. This provides an increase at the dyeability and printability properties. Although, ultraviolet technology supports efficiency of productivity, it is called as a green process like ozone and ultrasound technology because of being ecological when compared with that of conventional processes.

Key Words: Ultraviolet, textile, finishing, ecological method, UV C

1. GİRİŞ

Küreselleşen dünyanın dışında kalmamak, dünya ticaretinden pay alabilmek için fırsat ve avantajlardan yararlanmak, ülkeler için öncelikli amaçlardan olmuştur. Bu amaç doğrultusunda gün geçtikçe daha çok işletme uluslararası pazarlara açılma zorunluluğu hissetmektedir. Ancak bilindiği gibi ülkelerin uluslararası pazarda rekabet üstünlüğü sağlayabilmesi, çalışanların teknolojik yeniliklere paralel bilgi ve beceri düzeyini yükseltmekle sağlanmaktadır. Kimyasal madde ve yardımcı madde geliştirme ya da mevcut terbiye makinelerinde küçük yenilikler yapma sınırlı çözümler sunduğundan, yeni teknolojilerin tekstil teknolojisine adaptasyon çalışmaları önem kazanır hale gelmiştir. Bu amaçla endüstrinin farklı alanlarında çeşitli fiziksel ve kimyasal reaksiyonlarda uzun yıllardır kullanılmakta olan yüksek enerjili UV teknolojisinin tekstil sektöründeki kullanım olanakları araştırılma safha-

sındadır. UV ışığı yardımıyla hidrojen peroksit parçalanmakta, klasik kimyasal yükseltgenlerden çok daha reaktif olan hidroksil radikallerinin oluşumu sağlanmaktadır. Dolayısıyla daha kısa sürede ağartma işlemi gerçekleştirilmektedir.

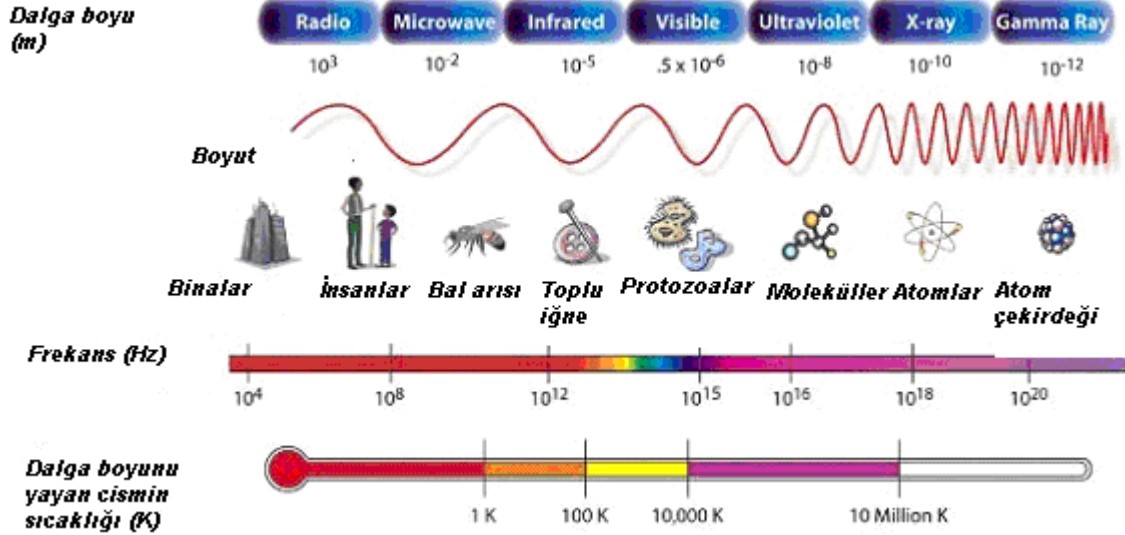
UV B ile pamuklu kumaşların ön terbiye işlemleri; uygun reçete ve koşullar seçildiğinde kumaşın fiziksel özelliklerinde önemli bozulmalara neden olmadan ekolojik bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir (1). UV C ile işlem ise, lif yüzeyinin okside olmasına neden olabilmektedir. Ancak meydana gelen kimyasal değişiklikler sadece lif yüzeyi ile sınırlı kalmakta, dolayısıyla mukavemetlerde önemli bir değişim yaşanmamaktadır. Bu durum, UV ışığının yüzey modifikasyonu gerektiren işlemlerde kullanımını önemli kılmaktadır. UV ışığının tekstil işlemlerinde kullanımına yönelik başlıca uygulamalar şöyle sıralanabilir(2,3,4,5).

- Yünlü örgü mamullerin yüzeyindeki pilling oluşumuna neden olan zayıf lifler uzaklaştırılmakta,
- Siroflash olarak adlandırılan konvansiyonel peroksit ağartması sonrası mamulün UV ışığına maruz bırakıldığı işlem ile yünlü mamuller baskıya hazırlanmakta,
- Boyarmadde alımını arttırmak için yünlü mamullerin boyama öncesi modifiye edilmesi, özellikle Japonya'da resmi kostüm olarak kullanılan siyah ve lacivert materyallerin üretimindeki klorlama işlemine alternatif olarak kullanımında yer almaktadır. Sonuç olarak ultraviyole teknolojinin tekstil terbiye işlemlerinde kullanımının gelecek vaat ettiği düşünülmektedir.

2. ULTRAVİYOLE

2.1. Elektromanyetik Dalgalar

Modern fizikte, ışık veya elektromanyetik dalga, kuramsal olarak bir elekt-



Şekil 1. Elektromanyetik spektrumdaki dalgalar ve dalga boyları (15)

romanyetik alandaki bir dalga ve diğer bir tanımı da, foton olarak isimlendirilen kütleli bir parçacık akışı olmak üzere birbirini tamamlayan iki biçiminde tanımlanmaktadır (6).

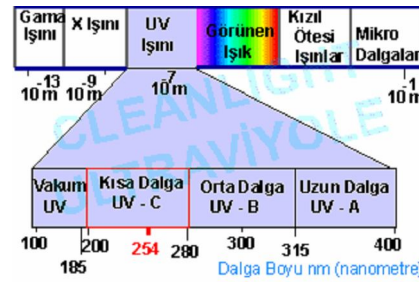
Elektromanyetik dalgalar, boşlukta (vakumda) çok hızlı yayılan bir enerji türüdür (7). Güneş ışığının doğması, mikrodalganın yemeklerimizi pişirmesi ve aynı zamanda elektromanyetik alan oluşturması nedeniyle radyoları ve televizyonları çalıştırması gibi daha çok sayıda günlük olarak yaşadığımız fiziksel olaylar bize, elektromanyetik dalganın varlığını hissettiren durumlardır (6). X-ışınları, ultraviyole (mor ötesi) ışınları, mikro dalgalar ve radyo dalgaları başlıca elektromanyetik dalgalar arasında sayılabilmektedir (7). Radyo dalgaları, TV dalgaları ve mikrodalgalar elektromanyetik dalgaların tipleridir. Onlar birbirlerinden sadece dalga boyları ile ayrılmaktadırlar.

Elektromanyetik spektrumda dalgalar binalar büyüklüğündeki çok uzun radyo dalgalarından bir atomun çekirdeğinin boyutundan daha kısa gama dalgalarına kadar değişmektedir.

2.2. Elektromanyetik Spektrum Bölgeleri

Elektromanyetik dalgalar, dalga boylarına veya enerjilerine göre çok geniş bir alana yayılırlar. Elektromanyetik spektrum bölgeleri Şekil 2'deki gibi gösterilebilir. Çizelge 1'de ise elektromanyetik spektrumdaki ışınlar ve dalga

boyları ayrıntılı bir şekilde belirtilmektedir.



Şekil 2. Elektromanyetik spektrum bölgeleri (1)

Çizelge 1. Elektromanyetik spektrumdaki ışınlar ve dalga boyları (1)

İŞINLAR	DALGA BOYLARI
Kozmik Işınlar	
Gama Işınları	<0,1A°
X Işınları	0,1-100A°
Vakum	10-200 nanometre (nm)
UV-C(far-UV)	200-280 nanometre (nm)
UV-B(mid-UV)	280-320 nanometre (nm)
UV-A(near-UV)	320-400 nanometre (nm)
Görünür Işınlar	400-700 nanometre (nm)
IR Civarı	0,74-1,5 mikrometre (µm)
IR	1,5-5,6 mikrometre (µm)
IR Ötesi	5,6-1000 mikrometre (µm)
Mikrodalgalar	1-5 milimetre (mm)
Radyo Dalgaları	>5milimetre (mm)

2.3. Ultraviyole Işığı

Ultraviyole (UV) dalgaları görünür ışıktan daha kısa dalga boyuna sahiptir. Bu dalga boylarını insan gözü gö-

remez. Ancak bazı yaban arısı türlerinin bu dalgaları görebildikleri fark edilmiştir. Bilim adamları spektrumun ultraviyole kısmını üçe ayırmışlardır; yakın UV, uzak UV ve çok uzak UV. Bu ayırım UV radyasyonun enerjisine göre yapılmıştır. UV ışığının dalga boyu enerjisi ile ifade edilmektedir.

Yakın UV ışığı görünür ışığa yakın, çok uzak UV ışığı da X-ışınlarına yakındır ve uzak UV bu ikisi arasında yer almaktadır. Güneş, elektromanyetik spektrumdaki tüm dalga boylarından ışın yaymaktadır. Güneşten gelen bazı UV dalgaları yerküre atmosferini geçmekte, ancak ozon tabakası gibi bazı gazlar tarafından tutulmaktadır. Bazı günler daha fazla UV radyasyonu dünyaya ulaşmaktadır. Bilim adamları UV radyasyonunun zararlı etkilerinden insanların korunmasında, yardımcı olacak UV indeksini geliştirmişlerdir (8).

Ultraviyole ışınları da kendi arasında farklı dalga boylarına sahip gruplardan oluşmaktadır. Bu sınıflandırma aynı şekilde fizikçiler tarafından, yakın UV (320-380 nm), orta UV (200-320 nm) ve vakum UV'si (10-200 nm) olarak da uygulanabilmektedir (9).

UV-A Işını

Dalga boyu 320-400 nm arasındadır. UV ışınları içinde dalga boyu en fazla ve enerjisi en az olan ışınlardır. Güneş kaynaklı UV-A ışınları atmosfer tara-

fından tutulmamakta, camdan geçebilmektedir. Dermis olarak bilinen iç deriye kadar nüfuz edebilmektedir. Bu yüzden erken yaşlanmaya ve deride kırışıklıklara, deri kanserinin ilerlemesine neden olmaktadır. Endüstride genellikle ışıklandırma sistemlerinde kullanılmaktadır (8).

UV-B Işını

Dalga boyu 280-320 nm arasında olan ve hem enerji hem de dalga boyu açısından UV bandının ortasında yer alan ışınlardır. UV-A'dan yaklaşık 1000 kez daha güçlüdür (8). Biyolojik olarak zararlı olan UV-B radyasyonu stratosferik ozonun konsantrasyonuna bağlı olarak yer yüzeyine ulaşmaktadır. UV-B'yi absorbe ederek yer yüzeyine ulaşmasını engelleyen sadece stratosferik ozon değildir. UV ışınlarının büyük bir kısmı da bulutlar tarafından absorbe edilmektedir. Atmosferik kirlilik, UV ışınlarına maruz kalmayı yerel ve küresel olarak etkileyebilmektedir.

En önemli etkisi insanların bağışıklık sistemini zayıflatmasıdır. Diğer bir önemli etkisi, insanlarda geçici körlük, korneanın zedelenmesi ve ileri yaşlarda katarakta sebep olmasıdır. UV-B ışınlarının insanlar üzerine bir başka zararlı etkisi de deri kanseridir. Uzun süreli UV-B ışınları altında kalındığı takdirde önce deri hücrelerinde bozulma, 40 yaşlarında tümör oluşumu ve 50 yaşlarında da ileri safhada kanser görülebilmektedir (10). Endüstride ışıklandırma sistemlerinde ve solaryum lambalarında kullanılmaktadır (8).

UV-C Işını

Dalga boyu 200-280 nm arasında UV'nin C bandında, dalga boyu en kısa, enerjisi en yüksek olan ışınlardır. Deri veya göz ile teması sonucunda kansere yol açmaktadır. Koruyucu önlemler alınmadan hiçbir şekilde UV-C radyasyonuna maruz kalınmamalıdır.

Güneş kaynaklı UV-C ışınları ozon tabakası tarafından filtre edilir ya da atmosferdeki gazlar tarafından tutul-

maktadır. Bu yüzden ancak elektronik- endüstriyel işlemler sonucunda elektrik enerjisi kullanılarak üretilmektedir. Herhangi bir yüzeye değer değmez enerjisini kaybettiği için özellikle son zamanlarda yüzey modifikasyonlarında kullanılmaktadır (8).

2.4. UV Teknolojisinin Tekstil Endüstrisindeki Kullanım Alanları

UV çeşitli polimerlerin yüzey işlemlerinde geniş bir kullanım alanına sahip olmasına rağmen, tekstilde şu ana kadar çok fazla kullanılmamıştır. Ancak UV'nin, özellikle doğal liflerden üretilen kumaşlarda kumaşın yüzey özelliklerini değiştirmek üzere kullanımı, ticari öneme sahip alternatif bir uygulama alanı oluşturmaktadır (13).

Klasik UV polimer teknolojisinde polimer sistemlerinden, bileşenlerden ve bunların tekstil yüzeyine uygulanmasından kaynaklanan zorluklar bulunmaktadır. Ana problem birçok tekstil mamulünün oldukça hidrofil olmasıdır. Liflerin kılcal emicilikleri sayesinde, kumaş yüzeyindeki sıvı polimer film tekstil mamulünün içine çekilmekte ve kumaşın iç kısımlarında da modifikasyona neden olmaktadır. Kullanılan kimyasalların bıraktığı koku ve deriyle teması olan giysilerde kullanımının belirli limitler arasında olması dikkat edilmesi gereken hususlar arasındadır. Diğer bir problem de, polimerin kumaşın tutumuna ve dökümüne olan etkisidir. UV ile yapılan polimerleşme sonucu oluşan çapraz bağ sayısının fazla olması, kumaşın daha sert olmasına ve esnekliğini kaybetmesine neden olmaktadır ki, bu da giyim konforu açısından uygun değildir (13).

Son zamanlarda CSIRO tarafından geliştirilen alternatif bir yöntemle kumaş yüzeyi UV ışınlarıyla modifiye edilirken tekstil mamulünün esas özellikleri değişmeden kalmaktadır. Çünkü yüksek yoğunluktaki yüzey lifleri UV ışınlarının iç kısımlara geçmemesi için bir tabaka görevi üstlenmektedir ve kumaş mukavemetinden sorumlu olan esas lifler korunmaktadır. Bu işlemin

gerçekleşebilmesi için yüzey lifleri UV ışınlarını ya direkt olarak absorblamalı ya da UV ışınlarına maruz kaldığı zaman fazla miktarda oldukça reaktif serbest radikaller üretebilmek için uygun fotoinisiyatorler kullanılmalıdır.

Yüzey modifikasyonları, özellikle pamuk ve yün gibi doğal liflerde faydalı olmaktadır. Yünde 350 nm'nin altında UV ışınlarını absorbe eden kısımlar, protein yapıdaki aromatik amino asitler ve sistinlerdir. 200-280 nm arasında yer alan UV-C, pamuk ve yün liflerinin yüzey modifikasyonu için en etkili ışınlardır.

Pamuktaki selüloz, D-glikozun basit lineer (düz) yapısı yüzünden 200 nm'nin altında UV ışınlarını absorblayan kromofora sahip değildir. Bu yüzden pamuğun yüzey modifikasyonu sırasında fotoinisiyatorlere gereksinim duyulmaktadır. Pratikte tekstil uygulamalarında kullanılan fotoinisiyatorler kokusuz, zehirsiz, ucuz ve yıkamayla kolayca uzaklaştırılabilir nitelikte olmalıdır. Bu yüzden UV ışını kullanılan birçok işlemden aromatik fotoinisiyatorler kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra temelde ağartma maddesi olarak kullanılan hidrojen peroksit, oldukça reaktif hidroksil radikalleri üretebilmek için 300 nm'nin altındaki UV-C bandındaki ışınları absorblayabilmektedir. Hava ve serbest radikaller varlığında yüzey lifleri oksidasyona uğramakta; fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri değişmektedir.

Dış atmosferik ortamlarda güneş ve morötesi ışınlarının (UV), selüloz üzerinde meydana getirdiği fotokimyasal reaksiyonlar sonucu selülozu oluşturan kimyasal grupların yapısı bozunmakta veya belli derecelerde değişebilmektedir. Özellikle ortamda bulunan oksijen, diğer kimyasal gruplarla etkileşip reaksiyonları hızlandırıcı etki yapabilmektedir (11). Fotonların yoğunluğu ve hızları yükseldikçe elektronların birbirlerini itme oranı dolayısıyla sahip oldukları enerjileri yükselmektedir.

Görünür ışık bölgesinde (400-800 nm) ışınların sahip olduğu enerji yaklaşık olarak 150-300 kJ/mol arasında, ultra-

viyole dediğimiz çıplak gözle fark edilemeyen ışınların (200-400 nm) sahip olduğu enerji seviyeleri ise 300-600 kJ/mol civarında değişmektedir. Selülozun yapısındaki karbon-karbon, karbon-oksijen ve karbon-hidrojen arasındaki bağlanma enerjilerinin 280-500 kJ/mol olduğu göz önünde tutulursa, 400 nm'den daha az dalga boyuna sahip fotonların selülozun yapısını oluşturan bir çok kimyasal bağı koparmaya ve böylece yeni reaksiyonların oluşmasına yetecek enerjiye sahip olduğu anlaşılabilir. Çizelge 2'de odunun kimyasal yapısında bulunan bazı kimyasal bağlar ile sahip oldukları bağlanma enerjileri ve ışınların çeşitli dalga boylarındaki kuantum enerjileri verilmiştir (1).

Çizelge 2. Bazı kimyasal gruplar ve bağlanma enerjileri (1)

Basit bağ türü	Bağlanma enerjisi (kJ/mol)	Eşdeğer enerjili ışığın dalga boyu (nm)
O-H	460	250
C-H	406	280
C-O	356	340
C-C	339	350
O-O	280	430

280 nm'den daha uzun dalga boyundaki ultraviyole ışınlarının, selülozun polimer zincirlerinin kopmasına ve karbon 1 (C1) ile karbon 5 (C5)'den hidrojenin uzaklaşmasına sebep olabileceği, 254 nm ve daha uzun dalga boyundaki ultraviyole ışınlarının ise karbon 5 (C5) ve karbon 6 (C6)'dan ve selüloz yan zincirlerden metil gruplarının uzaklaşmasına ve serbest radikal oluşumuna sebep olabileceği ESR (electron spin resonance) denemeleri sonucunda açıklanmıştır (12).

UV ile ışıklandırma işlemi, renklendirme (boya ve baskıda) fayda sağlamaktadır. Çünkü ışığı absorbe eden, yansıtıcı ya da dağıtıcı lifler kumaş yüzeyindeki liflerdir. Yüzeydeki liflerin ışık etkisiyle modifikasyonu sayesinde:

- Daha fazla boyarmadde ya da pigment fikse olarak daha koyu renklerin elde edilmesi
- Boyarmaddelerin daha hızlı fikse olması
- Boyarmaddelerin daha ılıman koşullarda fiksajı
- Baskıda daha koyu renkler elde etmek üzere hidrofob liflerin ıslanabilirliğinin artırılması
- Örgü yünlü ve pamuklu kumaşlarda meydana gelen boncuklanma probleminin ortadan kaldırılması sağlanabilmektedir.

2.4.1. Yünlü Kumaşların Boyarmadde Afinitesinin Değiştirilmesi

UV ışınlarının çeşitli tekstil materyallerinin boya alımına etkisi üzerine yapılan çalışmaların iki temel ticari amacı bulunmaktadır. Bunlardan ilki, özellikle siyah ve lacivert gibi koyu renklerde boyanacak kumaşların kalitesinin ve üretim verimliliğinin artırılmasıdır. İkinci amaç ise, tercihen tekstil materyallerinin UV ışınlarına maruz bırakılıp ardından boyanması ile normalde renkli dokuma veya baskı ile üretilebilecek desenli kumaşların üretim maliyetinin azaltılmasıdır.

Yünlü mamullerin koyu ton siyah ve lacivert renklerde boyanması özellikle takım elbise dikilecek kumaşlar için önemlidir. Pahalı olmamaları, iyi düzgünlük ve haslık özelliklerine sahip olmaları nedeniyle yün boyamacılığında krom boyarmaddeleri tercih edilmektedir. Bununla birlikte, krom boyama prosesi yoğun enerji tüketimi ve uzun boyama süresi gerektirmektedir. Bu durumda liflerin boyama işlemi sırasında zarar görme riski çok yüksek olmaktadır. Ayrıca krom boyamada renk tutturmak oldukça güçtür (1,2).

2.4.2. Yünlü Kumaşların Baskı Öncesi Hazırlanması

İşlem görmemiş yünlü kumaşların kalın hidrofobik bir yağ tabakası ile kaplı olması nedeniyle ıslanabilirliği teflona benzer şekilde düşüktür. Yünlü kumaşlarda iyi bir baskı efekti eldesi için bir

ön işlemle yüzey liflerinin modifiye edilmesi gerekmektedir. Bu ön işlem genellikle oksidatif klorlama ile yapılmaktadır. Fakat klorlama işlemi sonucunda kumaşın sararma riskine sahip olması ve prosesin ekolojik olmaması nedeniyle sınırlı şekilde uygulanabilmektedir. Bu nedenle geliştirilen Siroflash prosesi yünün kesintisiz olarak UV ışınlarına maruz bırakılmasını ve ardından hidrojen peroksitle oksidatif işleme tabi tutulmasını içermektedir. Siroflash düzgün bir şekilde uygulanabilen, baskı öncesi parlak ve beyaz bir kumaş oluşturulabilen bir ön işlem prosesidir (4,13).

2.4.3. Pilling Oluşumunun Önlenmesi

Kumaş yüzeyinde, oluşan pillingleri kumaş yüzeyine bağlayan sağlam bağlayıcı liflerin bulunması pillinglenme mekanizmasındaki önemli bir faktördür. Bu yüzey liflerinin UV ile zayıflatılması sonucunda kumaş mukavemetini etkilemeksizin yünlü ve pamuklu örgü kumaşlardaki pillinglenme sorunu ortadan kaldırılabilir.

Siroflash prosesi pillinglenme performansı üzerinde önemli ölçüde etkili olmaktadır. Yün için pillinglenme eğiliminin azalması kumaş yüzeyine uygulanan UV-C ışının dozajına bağlıdır. Pamuklu örgü kumaşların seyreltik hidrojenperoksit çözeltisiyle işleme tabi tutulup ardından kumaşın yaş halde UV ışığı ile işleme alınması etkili bir anti-pilling işlemidir (1,3).

2.4.4. Boyalı Mamullerin Renginin Açılması

Küp boyarmaddeleri ile boyanmış ve ink-jet veya pigment baskı uygulanmış malların, renginin açılmasında UV teknolojilerinden yararlanılmaktadır. Hatta UV teknoloji yardımı ile indigo boyalı malların renginin sökülmesi, Rusya'da sanayide yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (1).

2.4.5. Tekstil Atık Sularının Arıtılması

Tekstil atık sularının arıtılmasında ultraviyole teknolojisi ile ozon teknolo-

jisinin kombinasyonu yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Aynı zamanda ultraviyole enerjisi, hidrojenperoksit veya klorlu bileşiklerin oluşumunu katalizleyen bir görev de alabilmektedir. Bu teknolojinin kullanımı ile birlikte, boyarmaddelerin parçalanması sonucu tekstil atık sularının rengi giderilebilmekte, organik birçok kirlilik yok edilebilmektedir (14).

3. SONUÇ

Bugün yaşadığımız küreselleşme olgusuyla birlikte artan rekabet, sunulan ürün ve hizmetlerin kalitesini yükseltirken, bu ürün ve hizmetlere sahip olma sürelerini gitgide hızlandırmaktadır. Yaşanan gelişmeler sonucunda rekabet üstünlüğü sağlayabilmek için firmalar teknolojiye yatırım yapmak durumunda kalmaktadır. Ayrıca, yük-

selen müşteri beklentileri sonucunda firmaların çevreye duyarlı teknolojileri üretimlerine adapte etmeleri gerekmektedir. Bu teknolojilerden biri olan ultraviyole teknolojisi de makale kapsamında araştırılmış ve çeşitli kullanım olanakları özetlenmiştir.

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Perincek, S., "Ozon, UV, Ultrason Teknolojileri ve Kombinasyonlarının Ön Terbiye İşlemlerinde Uygulanabilirliğinin Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, 2006
2. Millington, K. R., JSDC, Sayı: 116, s. 266-272, 2000
3. Millington, K. R., Textile Research Journal, Sayı: 68, s. 413, 1998
4. Millington, K. R., Proc. 9th Int. Wool Textile Conference, Biella, Italy, Sayı: 1, s. 86, 1995
5. Millington, K. R., J.S.D.C., Sayı: 114, s. 286, 1998
6. <http://astom.omu.edu.tr>, 2006
7. Henden, E., Enstrümantel Analiz II, Spektroskopik Analiz Yöntemleri Ders Notları
8. <http://www.meteor.gov.tr/2005/sorular/elektromanyetik/elektromanyetik.htm>, 2006
9. msp.rmit.edu.au, 2006
10. <http://www.meteor.gov.tr/2006/arastirma/files/uvradetki.pdf>, 2006
11. Şahin, T., Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Sayı: 2, ISSN: 1302-7085 Tekstil Fakültesi Yayını, Cilt I, İzmir, s. 496, 2002
12. <http://www.tux.gen.tr/ebook/wlan.pdf>, 2004
13. www.tft.csiro.au, 2004
14. Kabayev, M., Kazakeviciute, G., "Plasma and UV Excimer Treatment of Textile Materials", COST 628 meeting, Bucharest, 2005
15. <http://outreach.atnf.csiro.au/education/senior/astrophysics/wavebands.html>, 2007

İYİ YETİŞMİŞ TEKSTİL MÜHENDİSLERİ Mİ ARIYORSUNUZ?

**İplik – Dokuma – Örme
Tekstil Terbiyesi (Boya – Basma dahil)
ve
Konfeksiyon**

ÇÖZÜM:

MERKEZİMİZ KARIYER SERVİSİNE BAŞVURMAK

Tel – Fax : 0232 – 342 27 95