

Plazma Teknolojilerinin Yün Elyafı Üzerindeki Etkileri Üzerine Bir İnceleme

Kadir AKCALI¹, Meliha OKTAV BULUT²

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Isparta
k.akcali35@gmail.com

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Isparta
moktav@mmf.sdu.edu.tr

Anahtar Kelimeler

Yün, Plazma, Plazma Teknolojileri, Plazma Sistemleri, Yün Modifikasyonu

Özet

Ekolojik ve ekonomik sorumlulukların giderek arttığı günümüzde, tekstil sektörü alternatif yöntemler üzerine çalışmalar yapmaktadır. Düşük enerji kullanımına olanak veren, maliyetlerin ve çevresel olumsuz etkilerin en aza indirildiği alternatif yöntemler tekstil üzerine çalışan çoğu bilim alanının temel ilgileri arasında yerini almıştır. Bu makalede, tekstilde yaygın kullanım alanına sahip olan yün elyafının özelliklerinin geliştirilmesi için kullanılan alternatif yöntemlerden plazma uygulamaları hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca, yünün modifikasyonu için yapılan plazma çalışmaları incelenmiş ve araştırmacılara yön gösterilmesi hedeflenmiştir.

A Study on The Effects of Plasma Technologies On Wool Fiber

Keywords

Wool, Plasma, Technologies of Plasmas, Systems of Plasmas, Modification of Wool

Abstract

Nowadays, with the increasing importance of ecological and economical responsibility, the textile sector is working on the alternative methods. Alternative methods that allow the use of low-energy, low costs and minimized environmental adverse impacts, has taken place in the most of the basic interests of science, working on textile sector. In this article, the plasma processes, which are used for the development of properties of wool fibers commonly used in textile, are introduced. In addition, the studies about plasma conducted on the modification of wool were examined and it was aimed to show the different aspects for researchers.

1. Giriş

Günümüzde meydana gelen ekolojik olumsuzluklar ve ekonomik gereklilikler tüm alanlarda olduğu gibi tekstil sektörünü de alternatif çözümler üzerine çalışmaya itmiştir. Çevresel hasarın giderek arttığı dünyamızda temiz teknoloji olarak da tanımlanan çevreye dost teknolojilerin önemi her gün hızla artan bir ivme göstermektedir. Lokomotif sektörlerden biri olan tekstil

sektörünün de bu gelişmeler doğrultusunda alternatif arayışları gitgide artmaktadır. Tekstilin temel hammaddesini oluşturan elyaf üzerine yapılan yeni dönem çalışmaların temelini de bu etki oluşturmaktadır.

Yapılan bilimsel çalışmalarda kullanım alanı yaygın olan elyaflar üzerine geliştirilen proje ve uygulamalara her gün

bir yenisi eklenmekte ve elde edilen sonuçlar gelecek açısından umutlu beklentilerin doğmasına neden olmaktadır.

Her ne kadar günümüzde sentetik elyaf kullanım oranı giderek artış gösterse de, çeşitli hayvanlardan elde edilen liflerin kullanımı da yaygın olarak devamlılığını sürdürmektedir. Bu liflerin içinde ticari değeri yüksek olanlardan biri de yün lifidir. Kuru yünün elementel yapısı incelendiğinde Tablo 1'deki oranlarda elementlerden oluştuğu görülmektedir [1].

Tablo 1. Yünün elementel yapısı

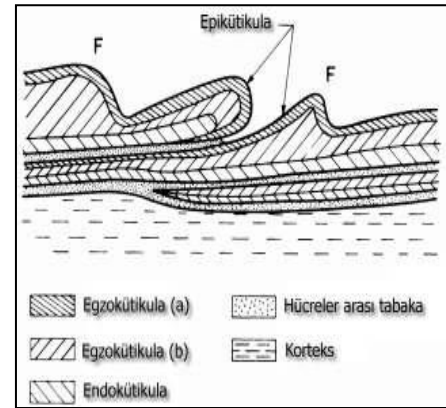
Element	Ağırlık (%)
Karbon	50 – 52
Hidrojen	6,5 – 7,5
Oksijen	22 – 25
Azot	16 – 17
Kükürt	3 – 4
Anorganik Maddeler	0,5

Yün lifleri makropeptit makromoleküllerinden ve 21 farklı aminoasitten oluşan keratinden meydana gelirler. Yün keratinindeki aminoasitler içerisinde, makromoleküller arasında kovalent bağ oluşturabilme yeteneği nedeniyle en önemlisi sistin aminoasitidir. Sistin amino asidinin yapısında disülfür bağı oluşturan iki adet kükürt atomu bulunmaktadır. Aminoasitler birbirlerinden sahip oldukları ve kendilerine özel karakterler sağlayan yan zincirler vasıtası ile ayrılmaktadırlar. Sahip oldukları bu zincirler hidrofilik, hidrofobik, asidik ve bazik özellik gösterilmesinde etkili olmaktadır [1,2].

Yün lifi kutikula, korteks ve medula tabakası olmak üzere üç temel tabakadan oluşmaktadır. Bu tabakalardan kutikula hücreleri yünün dış yüzeyini oluşturmakta ve yün lifinin keçeleşmezlik, hidrofilite ve tutum özelliklerine direkt etkide bulunmaktadırlar. Ayrıca bu tabakada lifin yüzeyini kaplayan sert pulcuklar bulunmaktadır. Yün lifi yüzeyinde bulunan bu sert pulcukların keskin kenarları keçeleşme sırasında lif doğrultusunda çekmeye neden olmaktadır. Bunun yanı sıra pulcuklar yüne uygulanan yağ işlemler sırasında bariyer etkisi göstererek difüzyon için olumsuz bir etki göstermektedirler [1]. Bu olumsuz etkilerin giderilmesi için günümüzde kullanılan fizikokimyasal yöntemlerden biri plazma teknolojisidir.

Plazma işlemi sonrasında yüzeyde meydana gelen aşınma sonucunda; OH, C=O, COOH gibi hidrofilik gruplar artmakta, sistin bağları sisteik aside

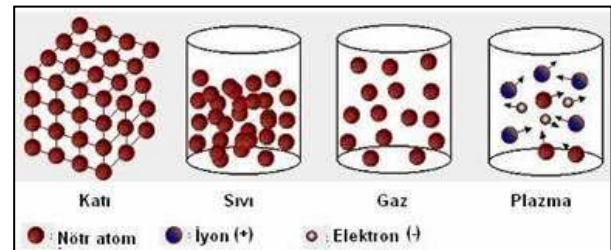
dönüşmekte, endokütikula ve hücre zar kompleksi modifiye olmakta, yağ asitlerinin kovalent bağlarla bağlandığı F tabakası olarak bilinen tabakada bulunan kovalent bağlarla bağlanmış yağ asitleri ve epikutikula (10–30 A°) kısmen parçalanmakta ve tüm bunların sonunda yün liflerinin hidrofiliği, boyanabilirliği ve basılabilirliği artmaktadır [3]. Şekil 1'de kutikula hücresinin ve F tabakasının şematik çizimi verilmektedir.



Şekil 1. Kutikula hücrelerinin yapısı (Karahan, 2007)

2. Plazma Hakkında Genel Bilgiler

Termal dengedeki katı bir madde, genellikle sabit basınçta sıcaklığının artırılması ile sıvı hale geçmekte, sıcaklık artırılmaya devam ederse, sıvı; gaz haline geçmektedir. Yeterince yüksek bir sıcaklıkta gaz içindeki moleküller, rastgele doğrultularda serbestçe hareket eden gaz atomlarını oluşturmak için ayrılmaktadır. Eğer sıcaklık daha fazla arttırılırsa gaz atomlarından bir ya da birkaç elektron kopmakta ve serbest hareket eden yüklü parçacıklara (pozitif iyonlar ve elektronlar) ayrılarak maddenin dördüncü hali olan plazmayı oluşturmaktadır. Şekil 2'de maddenin sıcaklığının artırılması ile meydana gelen hal değişimi açıklanmaktadır [3].



Şekil 2. Maddenin dört hali (Karahan, 2007)

İlk defa Lagmuir tarafından bulunan plazma, maddenin dördüncü hali olarak tanımlanabilmektedir. Plazma

genel olarak atomlar, moleküller, iyonlar, elektronlar, serbest radikaller ve fotonlardan oluşan uyarılmış gaz durumudur ve uyarılmış durum içerisinde elektronların sahip oldukları negatif yükler hemen hemen birbirlerine eşittirler [2,4,5,6,7].

Plazmalar üretim yöntemlerine göre sınıflandırılabilir gibi, plazma eldesinde kullanılan gazın sıcaklık ve basıncına, parçacık yoğunluğuna ve iyonlaşma derecesine göre de ayrılabilir [2,5].

Plazma, sıcaklığına göre sıcak veya soğuk; basıncına göre atmosferik veya vakum plazma olarak adlandırılabilir. Temel olarak üç farklı plazma metodu kullanılmaktadır. Bunlar; Glow deşarj, Korona deşarj ve Dielektrik bariyer deşarjıdır. Bu metotlardan Glow deşarjı 0.1 – 10 MPa arasında gaz basıncı altındaki düşük voltajlı (0.4 – 8.0 kV) ve 0 – 2.45 GHz frekans aralığındaki elektromanyetik alanda üretilen en eski plazma metodudur. Korona deşarjı ise; atmosferik basınç altında yüksek voltajlı (>15 kV) ve 20 – 40 GHz frekans aralığındaki elektromanyetik alanda üretilmektedir. Dielektrik bariyer deşarjı ise; en az birisi dielektrik malzeme ile kaplanmış bir elektrot çiftine voltaj uygulanmasıyla elde edilmektedir [2,5,8].

Plazma işlemini etkileyen faktörler; uygulanan cihazın etkisi (elektriksel alanın cinsi, elektrotlar, manyetik alan, gaz akış tertibatı vs.), işlem parametreleri (kullanılan gaz özellikleri, uygulanan basınç ve güç, materyal özellikleri), reaktör temizliği, ışıklı boşalım süresi ve kullanılan söndürme gazı çeşitleridir [3,4,5].

Plazma sistemi içerisindeki, elektronlar, eşit yüklü iyonlar, moleküller ve atomlardan oluşan gaz karışımında eş zamanlı olarak birçok reaksiyon meydana gelmektedir [4]. Plazma materyal ile etkileşime geçtiğinde, plazmayı oluşturan türler çarpışmalar sonunda enerjilerini materyale vermekte; yüzeyde bulunan bazı bağlar kopmakta, radikaller oluşmakta ve buna bağlı olarak yüzeyde modifikasyonlar meydana gelmektedir. Meydana gelen bu modifikasyonların sonunda materyalin temel özelliklerinde herhangi bir değişiklik meydana gelmemektedir. Plazma işlemi sonunda tekstil mamullerinin hidrofilitesi, adhezyonu, temizliği, sterilizasyon derecesi, yüzey enerjisi, yüzey sürtünme katsayısı artırılabilir. Bunların yanında uygun monomerler kullanılarak yüzeyde oluşturulan ince film tabakaları ile su, yağ ve kir iticilik, güç tutuşurluk, antimikrobiyellik gibi etkiler elde edilebilir [3, 10, 11, 12, 13].

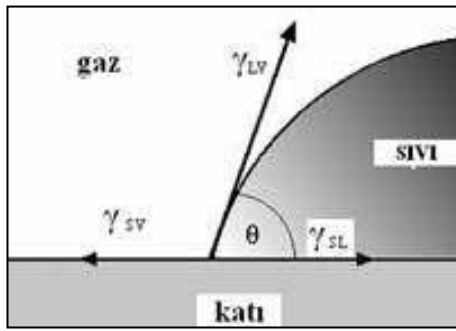
Plazma uygulamasından sonra işlem gören elyaf üzerinde serbest radikaller bulunmaktadır. Bu serbest radikaller fonksiyonel grupların şekillenmesinde ve elyaf ile matris arasında bağ oluşumunda önemli bir role sahiptirler. Elyaf ile matris arasında oluşan bağ atmosfer ve özellikle de oksijen ile temasta kopmakta ve yok olmaktadır. Bu nedenle plazma işlemi gören materyal ile kullanım süresi arası fazla uzun tutulmamalı ve hava ile temasından sakınılmalıdır [2].

Plazma işlemi esnasında oluşan reaktif parçacıklar, polimerin temel özelliklerini bozmadan yüzeyde yüzey aktivasyonu, temizleme, aşındırma, aşılama, çapraz bağlanma gibi modifikasyonlar meydana getirmektedirler [14]. Yüzey aktivasyonu, zayıf bağların reaktif karbonil, karboksil ve hidroksil grupları ile yer değiştirmesidir. Plazma işleminden sonra yüzey süper aktif hale gelmekte ve amino grubu gibi fonksiyonel gruplar sayesinde de aktivasyon gerçekleşmektedir. Temizleme ise; yüzeyden organik artıkların uzaklaştırılması işlemidir. İyon bombardımanı sırasında yüzeyde bulunan gözle görülmeyen kirlilikler fiziksel olarak buharlaştırılarak uzaklaştırılmaktadır. İşlemin etkinliği atık miktarına ve kullanılan gaza göre değişmektedir. Plazma işleminde mekanik bir etkileşim olmadığı için parçacıklar veya anorganik atıklar uzaklaştırılmamaktadır. Aşındırma ile yüzeydeki zayıf kovalent bağlar koparılmakta, plazma ile katı yüzey arasındaki etkileşim sonucu gaz ürünler; oluşmaktadır. Materyalde meydana gelen aşınma maddenin buharlaşması sonucu meydana gelmektedir. Aşınma etkisi ile toplam yüzey alanı artmaktadır. Böylece, materyalin özellikle adhezyon özelliği artırılmaktadır. Aşılama, plazma polimerizasyonunun etkisiyle yüzeyde ince bir polimer tabakası oluşturulmaktadır. Gaz seçimi ve işlem parametrelerine bağlı olarak hidrofil, hidrofob gibi farklı özelliklere sahip bir tabaka oluşturulmaktadır. Çapraz bağlanma, plazma işlemi sırasında polimer yapısında meydana gelen parçalanmalar sonunda oluşan reaktif grupların etkileşimi sonucu oluşmaktadır. Çapraz bağlanmalar sonucunda ise; polimer zincirleri bağlanıp üç boyutlu bir ağ oluşturmaktadır. Bu işlem için işlem gazında karbon, silisyum veya kükürt gibi bağ yapıcı atomlar bulunmalıdır. Çapraz bağlanma seviyesi basınç, gaz akışı, uygulanan elektriksel güç gibi işlem parametrelerine bağlı olarak değişmektedir [3].

Plazma işlemleri sonucunda materyallerde meydana gelen değişimlerin analizi ve değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan analiz metotları; temas açısı analizi, taramalı elektron mikroskobu analizi (SEM),

atomik güç mikroskobu analizi (AFM), FTIR ve XPS (ESCA) analizleridir.

Bu yöntemlerden temas açısı analizi ile materyalin ıslanabilirlik özelliğinin ölçümü yapılmaktadır. Temas açısı, katı, sıvı ve gaz olarak adlandırılan maddenin üç fazının da bulunduğu noktadan sıvı damlaya teğet çizilen doğrunun eğimi olarak tanımlanmakta ve temas açısının küçük olması, ıslanabilirliğin iyi; büyük olması ise yetersiz olduğunu göstermektedir. Yüzey gerilimi, sıvının viskozitesi, sıvının katı yüzeyi ıslatma hızı, sıvının sıcaklığı gibi faktörler temas açısını etkilemektedir [15, 16].



Şekil 3. Temas açısı (www.kruss.info)

Temas açısı, materyalin üzerine herhangi bir sıvıdan bir damla bırakılarak, çeşitli optik sistemlerin yardımıyla belli bir süre sonra damlanın boyutlarına göre değerlendirilmektedir. Goniometrik yöntemler ile kullanılan sıvının kritik yüzey geriliminden ve meydana gelen temas açısından yola çıkılarak malzemenin yüzey enerjisi belirlenebilmektedir.

Taramalı Elektron Mikroskobunda (SEM) görüntü, yüksek voltaj ile hızlandırılmış elektronların numune üzerine odaklanması, bu elektron demetinin numune yüzeyinde taratılması sırasında elektron ve numune atomları arasında oluşan çeşitli girişimler sonucunda meydana gelen etkilerin uygun algılayıcılarda toplanması ve sinyal güçlendiricilerinden geçirildikten sonra bir katot ışınları tüpünün ekranına aktarılmasıyla elde edilmektedir [3].

Atomik güç mikroskobu (AFM), ince bir kolda takılı olan çok ince bir iğne tarafından materyallerin üst yüzeylerinin incelendiği bir mikroskoptur. İğne ve üst yüzey arasındaki güçlerin değerlendirilmesi ile üst yüzey yapısından oldukça net görünüm elde edilebilmektedir [3,17].

FTIR, Fourier dönüşümünün kullanıldığı bir IR spektroskopisidir. Moleküller, üzerlerine düşen elektromanyetik enerjiyi absorblamaktadırlar. Bu arada bağın gerilmesi sonucu atomlar birbirine yaklaşır veya uzaklaşır. Eğer atom sayısı ikiden fazla ise bağlar arasındaki açı değişir. Moleküldeki bağlar, açılar ve kütleler (atomlar) farklı olduğu için her birinin titreşim enerjisi de farklıdır. Bu yöntemde amaç herhangi bir bileşiğin yapısı hakkında bilgi sahibi olmak veya yapısındaki değişiklikleri incelemektir. Bileşiğin alınan IR spektrumu ile yapıdaki bağların durumu, bağlanma yerleri, yapının aromatik veya alifatik olduğuna dair bir bilgi edinilebilmektedir [3].

XPS, fotoelektrik etki mekanizmasına dayanan analitik bir teknik olup, materyallerin yüzey analizinde kullanılmaktadır.

X ışını fotoelektron spektroskopisi, numunenin yüzey bileşiminin belirlenmesi amacıyla kullanılan bir spektroskopik yöntemdir. Numune yüksek vakum altında, X ışını bombardımanına maruz bırakılmaktadır. X ışınları yüzeyden belirli derinliğe kadar (nanometre ölçeğinde) nüfuz etmekte ve elektronların uyarılmasına neden olmaktadır. Bu elektronların kinetik enerjisi analizatör yardımıyla ölçülmektedir. XPS'de, çekirdek elektronlarının enerjisi, her elementte farklı olduğundan elde edilen spektrum, malzeme yüzeyinin elementel bileşimi hakkında bilgi vermektedir. Bir elementteki fotoelektron sayısı, bu elementin numunedeki konsantrasyonuna bağlıdır. Analiz sonunda fotoelektronların yoğunluğuna bağlı olarak, yüzeyde bulunan türlerin yanında hangi oranda buldukları da belirlenebilmektedir. Zemin uzaklaştırılmasından sonra elementin konsantrasyonu belirlenebilmektedir [3,18,19].

3. Plazma Teknolojisinin Yün Elyafı Üzerine Kullanımı Ve Yapılan Çalışmalara Genel Bir Bakış

Plazma sistemlerinin ilk olarak tekstil endüstrisinde kullanımı 60'lı yıllara dayanmaktadır. Teknolojinin gelişmesine paralel olarak günümüzde endüstriyel boyutlarda kullanım alanına sahip olan vakum ve atmosferik plazma sistemleri bulunmaktadır.

Gerek işlemler sırasında suya ihtiyaç duyulmaması, gerek kimyasal ihtiyacının minimum düzeyde olması, sağladığı kısa işlem süreleri, atık oranlarının düşük olması, tekstil materyallerinin mekanik özelliklerine zarar vermemesi ve işlemin sadece yüzeysel olarak

etkili olması nedeniyle plazma teknolojileri tekstil sektörü için önemli alternatif yöntemlerin başında gelmektedirler. Ayrıca çevresel açıdan dost ve enerji tüketiminin minimum düzeyde tutulmasının sektörel bazda tekstil sanayine sağlayacağı katkı göz ardı edilemez düzeydedir [20].

Plazma işlemleri hem doğal hem de yapay esaslı tekstil mamullerine fonksiyonellik ve istenilen son kullanım özellikleri kazandırmak amacıyla ön terbiyeden bitim işlemlerine kadar tekstil üretiminin birçok aşamasında kullanılabilirler.

Yaygın kullanım alanına sahip protein esaslı liflerden olan yün elyafının çekmezlik ve hidrofilite özelliklerini geliştirmede, sahip olduğu elastikiyet, kopma mukavemeti/uzaması gibi özelliklerin iyileştirilmesinde yaygın şekilde kullanılan yöntemlerin başında da plazma uygulamaları gelmektedir. Ayrıca son yıllarda yapılan çalışmalarda özellikle yün elyafının boyanabilirlik ve basılabilirlik özelliklerinin geliştirilmesi içinde plazma sistemlerinin kullanıldığı literatür de yaygın olarak göze çarpmaktadır. Yün liflerinin yüzeyinde bulunan pulcuk tabakasının oluşturduğu yönlenmiş sürtünme direnci keçeleşmeye neden olmaktadır. Yünlü mamullerin çekmezlik bitim işlemlerinde en çok kullanılan yöntem, oksidatif ön işlemi takip eden katyonik polimer işlemidir. Fakat bu işlem atık su yükünü artırmaktadır. Gerek atmosferik, gerekse vakum plazmanın yünlü kumaşların çekmezliğine olumlu etkisi olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. Oluşan etkiler XPS ve mikroskopik yüzey analizleri ile anlaşılmaktadır. Plazmanın aşındırıcı etkisi yüzeyin daha pürüzlü bir hal almasına sebep olurken; kökten uca ve uçtan köke doğru sürtünme katsayısını arttırmakta, yönlenmiş sürtünme direncini de azalmaktadır [3]. Gregorski ve Pavlath (1980) yaptıkları çalışmada; yünlü kumaşlarda çekmezlik etkisinin sağlanmasında oksijen plazmasının azot plazmasına kıyasla daha etkili olduğunu, yani işlem sonunda epikütikulada meydana gelen aşınmanın daha fazla olduğunu belirtmiştir. Çünkü O₂ plazmanın ardından yüzeyde bulunan oksijen ve azot içeren hidrofilik grup konsantrasyonu ((O+N)/C atom oranları) daha yüksek olmaktadır. İşlemin etkinliğini belirlemek amacıyla SEM yanında Alwörden reaksiyonu testi yapılmıştır. İşlem görmemiş liflerin ve azot plazma işlemine maruz kalan liflerin yüzeyinde düzensiz oyuklar meydana gelirken; oksijen plazma işlemine maruz kalan numunelerde oluşan oyukların lifin belli bölgelerinde ve daha küçük olduğu bildirilmiştir [21]. Zuchairah ve arkadaşları (1997); oksijen plazma ile

polimer uygulamalarını kombine ederek yünlü kumaşlarda çekmezlik değerlerinin geliştiğini yaptıkları çalışma sonucunda belirtmişlerdir. Vakum plazma işlemi sonrasında uygulanan polimerin cinsine bağlı olarak çekmezlik değerleri değişim göstermiştir [22]. Bir diğer çalışmada Tokino ve arkadaşları (1993); Aseton/Ar, He/Ar atmosferik plazmaların yünlü kumaşların çekme dirençlerini artırdığını belirtmişlerdir. Yapılan 20 tekrarlı yıkama sonunda işlem görmeyen kumaştaki çekme oranı % 39,4 bulunurken; işlem gören kumaşta bu değer % 14,1'e gerilemiştir. Çalışmada en iyi sonuç, Aseton/Ar plazmayla elde edilmiştir [23]. Karahan ve arkadaşları (2009); yünlü örgü kumaşlara argon ve hava atmosferik plazma işlemleri uygulamış ve yapılan işlemler sonucunda kumaşların boncuklanma, yırtılma direnci, ısı iletkenliği, hava ile su geçirgenliği ve mekanik boyutsal özelliklerinde meydana gelen değişimleri incelenmişlerdir. İşlem görmüş ve görmemiş kumaşların yüzey morfolojileri elektron mikroskobu ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde kumaşlar için büyük bir sorun teşkil eden boncuklanma direncinin iyileştiği ve bunun plazmanın neden olduğu aşındırma etkisinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Kumaşın

sahip olduğu sürtünme dayanımının geliştiği, yırtılma direncinin de plazma uygulaması ile arttığı sonucu elde edilmiştir. Argon gazının yüksek aşındırma etkisi nedeniyle kumaşın hava geçirgenliği özelliğinin düştüğü ve azaldığı sonucu çalışma kapsamında elde edilen bir diğer veridir. Aynı çalışmada plazma uygulaması ile kumaşların ısı iletkenliği özellikleri de artırılmıştır. Plazma uygulaması sonucu ayrıca kumaşların ıslanabilirlik özelliklerinin de geliştiği görülmüştür [24]. Sun ve Stylios (2004), doğal liflerden pamuk ve yünün hidrofilite ve boyanma özelliklerinin düşük sıcaklık plazma uygulaması kapsamında değişimini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlarda yün ve pamuğun hidrofilite ve boyanabilirlik özelliklerinin yaklaşık % 50 civarında iyileştiği görülmüştür [25]. Ceria ve arkadaşları (2010), çalışmalarında; bir atmosferik plazma jet donanımı ile işlem gören yünlü kumaşın fiziksel ve mekanik özelliklerini incelenmişlerdir. Yeni tasarlanan atmosferik plazma sistemi kumaş ile plazma arasındaki etkileşimi geometrik bir transferle açıklamaktadır. Yünlü kumaş üç farklı işlem hızında diğer proses değişkenleri sabit tutularak işleme alınmıştır. Sonuç olarak; kopma uzaması, yüzey kalınlığı, ıslanabilirlik ve hava geçirgenliği özellikleri plazma işlemi sonrası artış göstermiş, kumaşın sahip olduğu mekanik boyutsal özelliklerinde ise çok küçük değişikliklerin meydana geldiği sonucuna varılmıştır [26]. Benkovic ve arkadaşları (2005); korona işleminin

yünlü kumaşların boyarmadde absorpsiyonunu artırdığı ve boyama süresini kısalttığını belirtmişlerdir [27]. Shaidi ve arkadaşları (2010), çalışmalarında günümüzde yün elyafının yüzeysel modifikasyonları için yoğun şekilde kullanılan düşük sıcaklık plazmasının farklı koşullar altında yün elyafı üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Plazma işleminin gerçekleştirildiği reaktör içerisinde numuneler katot ve anot pozisyonunda yerleştirilmiş ve farklı non-polimerize gazlar (O_2 , N_2 , Ar) numune yüzeyine uygulanmıştır. Çalışmada XRD, FITIR, SEM analiz yöntemleri kullanılarak plazma işlemi görmüş kumaşların karakterizasyonu yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde; yapılan modifikasyon işleminin sadece yüzeysel olmadığı, yünlü kumaşın kimyasal yapısında da değişikliklere neden olduğu görülmüştür. İşlem gören numunelerin hidrofilitate, çekme direnci ve keçeleşmezlik özelliklerinde önemli bir oranda artış olduğu gözlemlenmiştir. Düşük sıcaklık plazma uygulaması sonucunda çekmezlik özelliğinin işlem görmemiş kumaşın sahip olduğu % 30,1 oranından % 1,5 oranına ulaştığı sonucu elde edilmiştir [28]. Naebe ve arkadaşları (2009) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, yünlü bir kumaş 30 saniye boyunca bir helyum plazma ile atmosferik basınç işlemine alınmıştır. X-ışını fotoelektron spektroskopisi ve iyon kütle spektrometresi ile yapılan analizlerde, yün liflerinin yüzeyinde kovalent bağlı durumdaki yağ asidi tabakasının kaldırıldığı sonucuna varılmıştır. Tipik bir boyama döngüsünün ilk aşamalarındaki boya alımı adsorpsiyon özelliklerinin bir göstergesidir, plazmanın elyafın boya alım oranına etkisini değerlendirmek için $50^{\circ}C$ 'de boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. İşlem sırasında yün boyamasında kullanılan farklı hidrofilitateye sahip sülfonat boyalar kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlarda plazma işleminin hidrofobik karakterdeki boyaların alımına hiçbir şekilde etki etmediği, ancak hidrofil karakterli boyaların alım özelliklerini geliştirerek boya alımını hızlandırdığı görülmüştür [29]. Karahan'ın 2007 yılında yapmış olduğu tez çalışması kapsamında; atmosferik plazma sisteminin yünlü kumaşların asit boyarmaddeleri ile basılabilirliğini arttırdığı, yünlü kumaşlar için önemli sorunlardan birisi olan keçeleşme eğilimini azalttığı ve 5 yıkama sonunda çekme değerinin % 53,24'den % 14,5'a düştüğü sonucuna varılmıştır [3]. Özdoğan ve arkadaşları (2009) tarafından gerçekleştirilen çalışma sonucunda ise; atmosferik plazma sisteminin ve kullanılan argon gazının yünlü kumaşların basılabilirlik özelliklerini arttırdığı sonucuna varılmıştır [30]. Fakın ve arkadaşları (2009), korona plazma uygulamasının yün elyafının yüzeysel morfolojisi ve boyanabilirlik

üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, plazma işlemi gören kumaşları daha sonra mavi renkte asit ve metal kompleks boyarmaddeler ile boyama işlemine almışlardır. Çalışma sonucu yapılan analizlerde boyama işleminin plazma işleminden sonra daha düşük sıcaklık ve sürelerde gerçekleşebildiği, aynı zamanda standart numuneler ile karşılaştırıldığında plazma işlemi gören yünlü kumaşlarda elde edilen renk koyuluğu değerinin daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır [31].

4. Sonuç

Günümüzde çevre kirliliğindeki artış ve doğal kaynakların dikkatsiz kullanımı ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Endüstrinin öncelikli konuları arasında bu olumsuz durumun en kısa sürede durdurulması gerçeği bulunmaktadır. Yapılan tüm çalışmalar ve projeler yeni alternatif çözümler sayesinde doğanın korunmasını amaçlamaktadır. Dünya lokomotif sektörleri arasında daimi yer etmiş olan tekstil sektörünün de bu öncelikteki yerini alma zorunluluğu vardır. Günümüz gelişmelerine paralel olarak tekstil endüstrisinde de birçok alternatif işlem kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

Ekonomik ve ekolojik önceliklerindeki önemi nedeniyle gelişen alternatif yöntemlerden biri olan plazma teknolojisinin tekstile uygulanması kaçınılmaz görülmektedir. Bu yöntemin kullanılarak tekstil materyallerinin geliştirilmesi, kimyasal zararların azaltılması, materyale fonksiyonellik kazandırılması, enerji ve zaman tasarrufu açısından çok önemlidir.

Katma değeri yüksek yün elyafının plazma teknolojisi ile özelliklerinin geliştirilmesi son yıllarda tekstilde yerini almaktadır. Amaç, yün elyafının kullanım özelliklerinde olumsuz etkiler oluşturan keçeleşme, boyutsal çekme, mukavemet vs. gibi fiziksel özelliklerinin yanı sıra boyanabilirlik gibi kimyasal özelliklerinin geliştirilmesi ve çevreye zararlı kimyasalların kullanım oranlarının düşürülmesi olmaktadır.

Bu makalede, yün elyafına uygulanan alternatif yöntemlerden biri olan ve en yaygın kullanım alanına sahip plazma işlemleri geniş bir bakış açısı ile ele alınmış ve literatürdeki bazı bilimsel örnekler ile pekiştirilmeye çalışılmıştır. Makalenin, alternatif işlemlerin kullanıldığı ve geliştirildiği tekstil sektörüne katkı sağlaması ve yapılan deneysel çalışmalara destek olması amaçlanmıştır.

5. Kaynaklar

- [1] W. S. Simpson, G. H. Crawshaw, *Wool: Science and Technology*, The Textile Institute, England, 2008.
- [2] C. Kan, C. M. Yuen, "Plasma Technology in Wool", *Textile Progress*, 39, 3, 121-187, 2007.
- [3] H. A. Karahan, *Atmosferik Plazma Kullanılarak Doğal Liflerin Yüzeysel Özelliklerinin Değiştirilmesi Üzerine Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007.
- [4] C. E. Cornelius, *Novel Applications of Atmospheric Pressure Plasma on Textile Materials*, Doktora Tezi, North Carolina State University, the Graduate Faculty, 2009.
- [5] N. Seventekin, E. Özdoğan, *Atmosferik Plazma Tekniğinin Sentetik Tekstil Materyallerine Uygulanabilirliğinin Araştırılması*, Tübitak Proje No: 107M527, 2008.
- [6] C. M. Chan, *Polymer Surface Modification and Characterization*, Hanser, 1994.
- [7] C. Kan, K. Chan, C. W. M. Yuen, "Application of low temperature plasma on wool part I: Review", *The Nucleus*, 37(1/2), 9-21, 2000.
- [8] W. Rakowski, "Plasma Treatment of Wool Today, Part I – Fibre Properties, Spinning and Shrinkproofing", *Society of Dyers and Colourists*, 113, 250-255, 1997.
- [9] S. Luo, W. J. Van Ooji, "Surface Modification of Textile Fibres for Improvement of Adhesion to Polymeric Matrices: A Review", *Journal of Adhesion Science and Technology*, 16(13), 1715-1735, 2002.
- [10] M. J. Shenton, G.C. Stevens, "Surface Modification of Polymer Surfaces: Atmospheric Plasma Versus Vacuum Plasma Treatments." *J. Phys. D: Appl. Phys.*, Vol. 34, 2761–2768, 2001.
- [11] M. J. Shenton, G.C. Stevens, X. Duan, N. Wright, "Chemical Surface Modification of Polymers Using Atmospheric Pressure Nonequilibrium Plasmas and Comparisons with Vacuum Plasmas", *Journal of Polymer Science: Part A: Polymer Chemistry*, Vol. 40, 95–109, 2002.
- [12] R. K. Virk, G. N. Ramaswamy, M. Bourham, B. L. Bures, "Plasma and Antimicrobial Treatment of Nonwoven Fabrics for Surgical Gowns", *Textile Research Journal*, 120-124, 2004.
- [13] S. Shahidi, M. Ghoranneviss, B. Moazzenchi, D. Dorraniyan, A. Rashidi, "Water Repellent Properties Of Cotton And PET Fabrics Using Low Temperature Plasma of Argon", XXVIIth ICPIG, Eindhoven, Hollanda, 18-22 Temmuz 2005.
- [14] www.dienerelectronic.de
- [15] www.fys.uio.no
- [16] www.kruss.info
- [17] www.molec.com
- [18] D. J. O'connor, B. A. Sexton, R. C. Smart, *Surface Analysis Method in Materials Science*, SpringerVerlag, Heidelberg, 1992.
- [19] www.casaxps.com
- [20] X. J. Dai, Mr. L. Kviz, "Study of Atmospheric and Low Pressure Plasma Modification on the Surface Properties of Synthetic and Natural Fibres", *An Odyssey in Fibres and Space. Textile Institute 81st World Conference Melbourne, Australia*, 2001.
- [21] K. S. Gregorski, A. E. Pavlath, "Fabric Modification Using Plasmod The Effect of Extensive Treatment in Nitrogen and Oxygen Plasmas at Low Pressure", *Textile Research Journal*, January, 42-46. 1980.
- [22] I. M. Zuchairah, M. T. Pailthorpe, S. K. David, "Effect of Glow Discharge Polymer Treatments on the Shrinkage Behaviour and Physical Properties of Wool Fabric", *Textile Research Journal*, Vol. 67, No. 1, 69-74. 1997.
- [23] S. Tokino, T. Wakida, O. Uchiyama, S. Lee, "Laundering Shrinkage of Wool Fabric Treated with LowTemperature Plasmas Under Atmospheric Pressure", *Journal of the Society of Dyers and Colourists*, 334-335, 1993.
- [24] H. A. Karahan, E. Özdoğan, A. Demir, İ. C. Koçum, T. Öktem, H. Ayhan, "Effects of Atmospheric Pressure Plasma Treatments on Some Physical Properties of Wool Fibers", *Textile Research Journal*, 79(14), 1260-1265, 2009.
- [25] D. Sun, G. K. Stylios, "Effect of Low Temperature Plasma Treatment on the Scouring and Dyeing of

Natural Fabrics”, *Textile Research Journal*, 74(9), 751-756, 2004.

[26] A. Ceria, F. Rombaldoni, G. Rovero, G. Mazzuchetti, S. Sicardi, “The Effect of an Innovative Atmospheric Plasma Jet Treatment on Physical and Mechanical Properties of Wool Fabrics”, *Journal of Materials Processing Technology*, 210, 720-726, 2010.

[27] J. S. C. Benkovic Ryu, V. Golob, H. Thomas, “The Dyein Characteristics of Corona Treated Wool Fabric”, 5th World Textil Conference AUTEX 2005, Portoroz Slovenia , 27-29 Haziran 2005.

[28] S. Shahidi, A. Rashidi, M. Ghoranneviss, A. Anvari, J. Wiener, “Plasma Effects on Anti-Felting Properties of Wool Fabrics”, *Surface & Coating Technology*, 205, 349-354, 2010.

[29] M. Naebe, P. G. Cookson, J. Rippon, R. P. Brady, X. Wang, Brack, G. Van Riessen, “Effects of Plasma Treatment of Wool on the Uptake of Sulfonated Dyes with Different Hydrophobic Properties”, *Textile Research Journal*, 80(4), 312-324, 2009.

[30] E. Özdoğan, A. Demir, H. A. Karahan, H. Ayhan, N. Seventekin, “Effects of Atmospheric Plasma On The Printability of Wool Fabrics”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2, 123-127, 2009.

[31] Fakin, D., Ojstrsek, A., Benkovic, S C., “The Impact of Corona Modified Fibres Chemical Changes on Wool Dyeing” *Journal of Materials Processing Technology*, 209, 584-589, 2009.