

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

**ATMOSFERİK PLAZMA KULLANILARAK
SENTETİK LİFLERİNİN YÜZEYSEL
ÖZELLİKLERİNİN DEĞİŞTİRİLMESİ ÜZERİNE
BİR ARAŞTIRMA**

Necla YAMAN

Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 621.02.00

Sunuş Tarihi: 09.06.2008

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Necdet SEVENTEKİN

Bornova – İZMİR

Necla YAMAN tarafından DOKTORA TEZİ olarak sunulan “Atmosferik Plazma Kullanılarak Senetetik Liflerin Yüzeysel Özelliklerinin Değiştirilmesi Üzerine Bir Araştırma” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 09/06/2008 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

-

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Necdet SEVENTEKİN

.....

Raportör Üye: Prof. Dr. Tülin ÖKTEM

.....

Üye : Prof. Dr. Pervin ANIŞ

.....

Üye : Yrd. Doç. Dr. Esen ÖZDOĞAN

.....

Üye : Yrd. Doç. Özlenen ERDEM İŞMAL

.....

ÖZET

ATMOSFERİK PLAZMA KULLANILARAK SENTETİK LİFLERİN YÜZEYSEL ÖZELLİKLERİNİN DEĞİŞTİRİLMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

YAMAN, Necla

Doktora Tezi, Tekstil Mühendisliği Bölümü

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Necdet SEVENTEKİN

Haziran 2008, 336 sayfa

Küreselleşen dünyada rekabet koşullarının ve çevre sorunlarının artması nedeniyle, günümüzde tekstil sektörü için alternatif çözümlere ilişkin çalışmalar başlamıştır. Düşük maliyetli ve çevre dostu işlemler ile tekstil materyallerine hem klasik terbiye işlemleri ile kazandırılabilen hem de klasik terbiye işlemleri ile kazandırılmayan özelliklerin kazandırılması için alternatif yöntemlerden birisi de plazma işlemleridir. Tez çalışmasında; sentetik liflerden poliester, polipropilen, poliamid ve akrilik kumaşlar hava ve argon olmak üzere iki farklı atmosferik plazma ortamında işleme tabi tutulmuş ve yüzeyde meydana gelen modifikasyonlar farklı yöntemlerle incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atmosferik hava plazma, atmosferik argon plazma, yüzey modifikasyonu, poliester, polipropilen, poliamid, akrilik

ABSTRACT**A STUDY ABOUT CHANGING THE SURFACE
PROPERTIES OF SYNTHETIC FIBERS BY USING
ATMOSPHERIC PLASMA**

YAMAN, Necla

PhD.Thesis in Textile Eng.

Supervisor: Prof. Dr. Necdet SEVENTEKİN

June 2008, 336 pages

In the globalizing world, some studies have started about alternative solutions for the textile industry because of increased competition terms and environmental problems. Plasma treatments are one of the alternative methods to be gain specific properties which are obtained by clasical textile wet treatments or not, with low cost and environment-friendly processes.

In this thesis, synthetic fibers like polyester, polypropylene, polyamide and acrylic were treated with air and argon atmospheric plasma and surface modifications were investigated by different methods.

Key Words: Atmospheric air plasma, atmospheric argon plasma, surface modification, polyester, polypropylene, polyamide, acrylic

TEŞEKKÜR

Tez konusunun seçimi, denemelerin yönlendirilmesi, tezin düzenlenmesi ve sonuçların değerlendirilmesi sırasında yol gösteren, destek olan kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Necdet SEVENTEKİN'e , akademik katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. Tülin ÖKTEM ve Yrd. Doç. Dr. Esen ÖZDOĞAN'a, bu konuda araştırma yapmamızı destekleyen TÜBİTAK TAM'a, projede fikirleriyle katkıda bulunan Sayın Prof. Dr. Işık TARAĞÇIOĞLU'na, çalışmada kullanılan kumaşların temini sırasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. M. Fikri ŞENOL, Sayın Mehmet ŞENKAL (Okan Tekstil ve Elektrik A.Ş.) ve Sayın Abdi KÖSE'ye (Akdoku Tekstil ve Kimya Sanayi Ticaret Ltd. Şti.) teşekkür ederim.

Çalışmalarımnda bana yardımcı olan TÜBİTAK TAM, Kimyasal Tekstil Muayeneleri ve Fiziksel Tekstil Muayeneleri laboratuvar çalışanlarına, Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü asistanlarına, cihazla ilgili sorunlarda yardımlarını esirgemeyen Sayın Ömer KODAZ ve İbrahim UYSAL'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Plazma cihazını projelendirip yapımını gerçekleştiren ve deneyler sırasında her türlü bilgi desteğini sağlayan Sayın Doç Dr. Hakan AYHAN ve Dr. Cengiz KOÇUM'a teşekkür ederim.

Ayrıca gerek lisans gerekse lisansüstü eğitimim boyunca manevi desteklerini esirgemeyen anneme, babama, kardeşlerime ve enişteme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	V
ABSTRACT	VII
İÇİNDEKİLER.....	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ	XIX
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	XXVII
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİ	4
2.1.1 Kimyasal yüzey modifikasyonu	6
2.1.2 Biyokimyasal yüzey modifikasyonu	7
2.1.3 Fizikokimyasal yüzey modifikasyonu	8
2.2 Plazma Polimerizasyonu	13
2.2.1 Plazmanın tanımı	13
2.2.2 Plazmaların Sınıflandırılması	14
<i>Sıcak Plazmalar</i>	14
<i>Soğuk Plazmalar</i>	15
<i>Vakum Plazmalar</i>	15
<i>Atmosferik Plazmalar</i>	16
2.2.3 Plazma türleri.....	18
<i>Korona Deşarj</i>	18
<i>Durgun Deşarj</i>	18
<i>Glow Deşarj Plazma</i>	19
<i>Dielektrik bariyerdeşarj</i>	20
2.2.4 Plazma işlemine etki eden parametreler	21
2.2.5 Plazma işlemi ile meydana gelen modifikasyonlar	26
2.2.5.1 Plazmanın materyal üzerinde aşındırma etkisi	30

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
2.2.5.2 Plazma işlemi sırasında radikal oluşumu.....	33
2.2.5.3 Materyal yüzey moleküllerinde zincir bölünmesi	36
2.2.5.4 Çapraz bağlanma	38
2.2.5.5 Plazma işlemi ile yüzeyin fonksiyonelleştirilmesi	41
2.2.5.6 Plazma polimerizasyonu.....	44
2.2.6 Plazma etkisinin değerlendirilmesi.....	45
2.2.6.1 Temas açısı	46
2.2.6.2 Taramalı elektron mikroskobu (SEM).....	49
2.2.6.3 Atomik kuvvet mikroskobu (AFM).....	51
2.2.6.4 Fourier transform infrared spektroskopisi (FTIR).....	52
2.2.6.5 X-ray spektrofotometresi (ESCA/XPS).....	57
2.2.7 Tekstil endüstrisi için plazma sistemleri	59
2.2.7.1 Tekstil uygulamaları için alçak basınç plazma sistemleri	59
2.2.7.1.2 Vakum odalarında roll-to-roll plazma işlemleri	61
2.2.7.2 Tekstil uygulamaları için atmosferik basınç plazma sistemleri.....	62
2.2.7.2.1 Korona sistemler.....	62
2.2.7.2.2 Atmosferik basınç glow deşarj (APGD).....	63
2.3 Sentetik Lifler	65
2.3.1 Poliester lifleri	65
2.3.2 Polipropilen lifleri	67
2.3.3 Poliakrilnitril (akrilik) lifleri.....	68
2.3.4 Poliamid lifleri.....	68
2.4 Boyarmaddelerin Genel Özellikleri.....	69
2.4.1 Asit boyarmaddelerin genel özellikleri.....	69
2.4.2 Bazik boyarmaddelerin genel özellikleri.....	70
2.4.3 Dispers boyarmaddelerin genel özellikleri.....	71
2.4.4 Küp boyarmaddelerin genel özellikleri	73

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
2.5 Tezin Amacı	74
3. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ	76
3.1 Doğal Liflerde Plazma Teknolojisinin Kullanımı	76
3.1.1 Doğal liflerde vakum plazma teknolojisinin kullanımı	76
3.1.2 Doğal liflerde atmosferik plazma teknolojisinin kullanımı	78
3.2 Sentetik Liflerde Plazma Teknolojisinin Kullanımı	79
3.2.1 Poliester liflerde vakum plazma teknolojisinin kullanımı	79
3.2.1.1 Hidrofilite	79
3.2.1.2 Boyama	82
3.2.1.3 Mekanik özellikler	88
3.2.1.4 Adhezyon	89
3.2.1.5 Güç tutuşurluk	91
3.2.1.6 Hidrofobluk	92
3.2.1.7 Elektriksel iletkenlik	92
3.2.1.8 Haşıl sökme	93
3.2.1.9 Diğer çalışmalar	94
3.2.2 Poliester liflerde atmosferik plazma teknolojisinin kullanımı	96
3.2.2.1 Hidrofilite	96
3.2.2.2 Boyama	98
3.2.2.3 Adhezyon	99
3.2.2.4 Su iticilik	101
3.2.2.5 Diğer çalışmalar	101
3.2.3 Polipropilen liflerde vakum plazma teknolojisinin kullanımı	102
3.2.3.1 Hidrofilik	102
3.2.3.2 Boyama	105
3.2.3.3 Diğer	105

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
3.2.4 Polipropilen liflerde atmosferik plazma teknolojisinin kullanımı.....	111
3.2.4.1 Hidrofilite	111
3.2.4.2 Diğer	113
3.2.5 Poliamid liflerde vakum plazma teknolojisinin kullanımı	114
3.2.5.1 Hidrofobluk	114
3.2.5.2 Mekanik özellikler.....	114
3.2.5.3 Boyama.....	116
3.2.5.4 Diğer çalışmalar.....	118
3.2.6 Poliamid liflerde atmosferik plazma teknolojisinin kullanımı	120
3.2.6.1 Boyama.....	120
3.2.6.2 Diğer	121
3.2.7 Poliakrilonitril liflerde vakum plazma teknolojisinin kullanımı	123
3.2.7.1 Güç tutuşurluk	123
3.2.7.2 Diğer	124
3.3 Yüksek Performans Liflerinde Plazma Teknolojisinin Kullanımı	126
3.3.1 PE liflerinde vakum plazma teknolojisinin kullanımı	126
3.3.2 PE liflerinde atmosferik plazma teknolojisinin kullanımı.....	129
3.3.3 Kevlar liflerinin plazma teknolojisinin kullanımı	131
3.3.4 Karbon liflerinde plazma teknolojisinin kullanımı.....	133
4. MATERYAL ve METOD.....	135
4.1 Materyal.....	135
4.1.1 Kumaşlar.....	135
4.2 Kimyasal Madde, Monomer ve Boyarmaddeler	135
4.2.1 Kullanılan kimyasal maddeler.....	135
4.2.2 Kullanılan monomerler.....	136
4.3 Boyarmaddeler.....	137
4.4 Kullanılan Cihazlar ve Makineler.....	140

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
4.5 Ön İşlemler	141
4.5.1 Poliester haşılının sökülmesi	141
4.5.2 Poliamid haşılının sökülmesi	142
4.5.3 Ekstraksiyon	142
4.6 Numune Boyutları	142
4.6.1 Monomer çalışmaları için numune hazırlama	142
4.7 Plazma İşlemleri	142
4.7.1. Plazma cihazı	142
4.7.2 Plazma gazı	144
4.7.3 Argon plazma işlemi	145
4.7.4 Hava plazma işlemi	145
4.8 Hidrofilitenin Değerlendirilmesi	145
4.8.1 Kapilarite testi	145
4.8.2 Hidrofilite testi	146
4.8.3 Temas açısı ölçümleri	146
4.9 Kumaşların Kirletilmesi ve Kir İticilik Testi	147
4.10 Boyama İşlemleri	147
4.10.1 Asit boyarmaddeler ile boyama	147
4.10.2 Bazik boyarmaddeler ile boyama	148
4.10.3 Dispers boyarmaddeler ile boyama	148
4.10.4 Küp boyarmaddeler ile boyama	149
4.11 Baskı İşlemleri	150
4.12 Boyama ve Baskı Sonrası Değerlendirme	150
4.12.1 Renk ölçümü	150
4.12.2 Yıkamaya karşı renk haslığı tayini	151
4.12.3 Sürtünmeye karşı renk haslığı tayini	151
4.12.4 Işığa karşı renk haslığı tayini	151

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
4.13 Boncuklanma Testi.....	151
4.14 SEM Analizleri.....	151
4.15 FTIR Analizleri.....	152
4.16 ESCA Analizleri.....	152
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	153
5.1 Poliester Kumaşlar İle Yapılan Çalışmalar.....	153
5.1.1 Hidrofilite sonuçları.....	153
5.1.2 İşlem stabilitesi.....	155
5.1.2.1 Plazma işleminden bir hafta, bir ay ve 6 ay sonraki hidrofilite değerleri.....	155
5.1.3 Kir iticilik sonuçları.....	156
5.1.4 Boyama sonuçları.....	157
5.1.4.1 Asit boyama sonuçları.....	158
5.1.4.2 Bazik boyama sonuçları.....	158
<i>Argon ve Hava Plazma İle Yapılan Denemeler.....</i>	<i>159</i>
<i>Plazma ve Monomer/Bileşiklerin Kullanıldığı Denemeler.....</i>	<i>165</i>
5.1.4.3 Dispers boyama sonuçları.....	165
5.1.4.4 Küp boyama sonuçları.....	166
5.1.5 Baskı sonuçları.....	167
5.1.6. SEM.....	171
5.1.7. FT-IR/ATR.....	173
5.1.8 ESCA (XPS).....	174
5.2 Polipropilen Kumaşlar İle Yapılan Denemeler.....	177
5.2.1 Hidrofilite sonuçları.....	177
5.2.2 İşlem stabilitesi.....	179
5.2.2.1 Plazma işleminden bir hafta, bir ay ve 6 ay sonraki hidrofilite değerleri.....	179

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
5.2.3 Kir iticilik sonuçları.....	180
5.2.4 Boyama sonuçları	181
5.2.4.1 Asit boyama sonuçları	182
<i>Argon ve Hava Plazma İle Yapılan Denemeler</i>	183
<i>Plazma ve Monomer/Bileşiklerin Kullanıldığı Denemeler</i>	188
5.2.4.2 Bazik boyama sonuçları.....	204
<i>Argon ve Hava Plazma İle Yapılan Denemeler</i>	206
<i>Plazma ve Monomer/Bileşiklerin Kullanıldığı Denemeler</i>	213
5.2.4.3 Küp boyama sonuçları	226
5.2.5 Baskı sonuçları	231
5.2.6. SEM.....	235
5.2.7. FT-IR/ATR.....	237
5.2.8. ESCA (XPS).....	240
5.3 Poliamid Kumaşlar İle Yapılan Çalışmalar	245
5.3.1 Hidrofilite sonuçları.....	245
5.3.2 İşlem stabilitesi.....	248
5.3.2.1 Plazma işleminden bir hafta, bir ay ve 6 ay sonraki hidrofilite sonuçları.....	248
5.3.3 Boyama sonuçları	249
5.3.3.1 Asit boyama sonuçları	250
5.3.3.2 Bazik boyama sonuçları.....	250
5.3.4 Baskı sonuçları	251
5.3.5 SEM.....	252
5.3.6 FT-IR/ATR.....	254
5.3.7 ESCA (XPS).....	255
5.4 Poliakrilnitrit (Akrilik) Kumaşlar İle Yapılan Çalışmalar.....	258
5.4.1 Hidrofillik sonuçları	259

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
5.4.2 Boyama sonuçları	260
5.4.2.1 Bazik boyama sonuçları.....	260
5.4.3 Baskı sonuçları	263
5.4.4 Pilling eğilimi	263
5.4.5. SEM.....	266
5.4.6. FT-IR/ATR.....	267
5.4.7 ESCA (XPS).....	268
6. SONUÇ.....	272
7. ÖNERİLER	277
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	278

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Plazma teknolojisinin kullanım alanları	5
2.2 Maddenin Dört Hali.....	13
2.3 Sıcaklığa bağlı elektron yoğunluğu (log-log skalada).....	15
2.4 Vakum plazma cihazı	16
2.5 Endüstriyel Plazma Cihazları (Vakum, Atmosferik).....	17
2.6 Korona deşarj.....	18
2.7 Glow deşarj.....	19
2.8 Argon gazının glow deşarj altında gerçekleşen plazma hali	20
2.9 Dielektrik Bariyer Deşarj (DBD)	20
2.10 Plazma ortamında oluşan reaktif türler.....	27
2.11 Plazma ortamında meydana gelen etkiler	28
2.12 Plazma sonunda yüzeyde meydana gelen modifikasyonlar	28
2.13 PET ve Poliamid 6 için zincir bölünme noktaları.....	29
2.14 Plazma materyal etkileşiminin mekanizması	31
2.15 CF ₄ plazma ile PE filmin aşınma oranı	33
2.16 Polipropilen materyallerde radikal oluşumu ve fonksiyonelleştirilmesi	35
2.17 Düşük enerjili iyonlar ile PMMA filmde yan zincir ayrılması	36
2.18 He-O ₂ plazma ile PET filmin degradasyon mekanizması (a) parçalanma reaksiyonu ile gaz türleri ve radikal üretimi, (b) CO ve CO ₂ oluşma mekanizması, (c) H ₂ O oluşma mekanizması	37
2.19 PET yapısında bulunan benzen halkalarından hidrojen çıkması ile elde edilen iki aril radikalinin çapraz bağlanma ile birleşmesi.....	39
2.20 Poli-p-fenil tereftalamidin muhtemel çapraz bağlanma mekanizması	39
2.21 Polipropilen için muhtemel çapraz bağlanma mekanizması (a) metil uzaklaştırma, (b) çift bağ oluşması	40

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.22 Plazma partiküllerinin materyal yüzeyinden iç kısımlara geçişi	40
2.23 Film yüzeyinde oksidasyon ve içinde çapraz bağlanma.....	41
2.24 Argon plazma işlemi görmüş PTFE filmin yüzey derinliğine bağlı olarak elementel bileşimi.....	43
2.25 Yüzey analiz tekniklerinin ölçüm sınırları	45
2.26 Temas açısı	46
2.27 Temas açısı ölçüm cihazı.....	47
2.28 Plazma işleminin yüzey gerilimine etkisi	48
2.29 SEM cihazı ve kısımları	49
2.30 a) İşlem görmemiş ve b) hava plazma işlemi görmüş poliester kumaşların SEM fotoğrafları.....	51
2.31 AFM'nin şekli	52
2.32 a) İşlem görmemiş PP fiber, b) 3 dk oksijen plazma işlemi görmüş PP fiber, c) 5 dk oksijen plazma işlemi görmüş PP fiber	52
2.33 FTIR'ın şematik gösterimi ve resmi	55
2.34 ATR-FTIR'ın çalışma prensibi ve prob düzeneği	55
2.35 FTIR'da absorpsiyon ve dönüşüm fonksiyonları	56
2.36 ESCA cihazı ve şematik gösterimi	57
2.37 Fotoelektronların yayılması.....	58
2.38 İyonların materyal yüzeyini aşındırması	58
2.39 Bradley tarafından yapılan sürekli aşılama sistemi.....	60
2.40 Yarı-kontinü plazma sistemi	60
2.41 Kontinü korona deşarj sistem	62
2.42 Polipropilen lifler için kontinü korona sistemi	63
2.43 Paladin'in şematik resmi	64
2.44 Poliester üretim şeması.....	65

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.45 Poliester liflerinin kristalit yapısı ve poliester makromolekülünün uzayda yerleşimi	66
2.46 Polipropilen üretimi ve uzayda yerleşimi	67
2.47 Poliakrilonitril polimerizasyonu ve uzayda yerleşimi	68
2.48 Poliamid 6,6 ve uzayda yerleşimi	68
2.49 Küp boyarmaddelerin suda çözünebilir ve çözünemez formları	74
4.1 Atmosferik plazma cihazı	143
4.2 Plazma ünitesi ve ünitenin iç kısmı	143
4.3 Kapilarite ölçüm düzeneği	146
4.4 Asit boyarmaddeler ile boyama grafiği	147
4.5 Bazik boyarmaddeler ile boyama grafiği	148
4.6 Dispers boyarmaddeler ile boyama grafiği	148
4.7 Küpleme grafiği	149
4.8 Küp boyarmadde ile boyama grafiği	149
5.1 Argon ve hava plazma sonunda poliester kumaşlarda çözgü yönünde elde edilen kapilarite değerleri	153
5.2 Argon ve hava plazma sonunda poliester kumaşların çözgü yönünde bekleme süresine bağlı olarak kapilarite değişimi	155
5.3 Argon ve hava plazma sonunda poliester kumaşlarda elde edilen kir iticilik sonuçları	157
5.4 Poliester kumaşların bazik boyarmaddeler ile boyanmasında boyama pH'ının etkisi	159
5.5 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş poliester kumaşların bazik boyama sonuçları	160
5.6 Farklı güçlerde plazma işlemi görmüş poliester kumaşların bazik boyama sonuçları	161
5.7 Plazma işlemi görmüş poliester kumaşların farklı bazik boyarmaddeler ile boyama sonuçları	162

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.8 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş poliester kumaşların pigment baskı sonuçları.....	168
5.9 Farklı güçlerde plazma işlemi görmüş poliester kumaşların pigment baskı sonuçları.....	169
5.10 Farklı boyarmaddeler ile basılmış poliester kumaşların K/S değerleri.....	170
5.11 a) İşlemsiz, b) 200 W-60 s argon, c) 130 W -60 s argon ve d) 130W-60 s hava plazma işlemi görmüş PES kumaşlara ait SEM resimleri.....	172
5.12 a) İşlemsiz, b) 200 W-60 s argon, c) 130 W-60 s hava, d)130 W argon plazma işlemi görmüş PES kumaşlara ait ATR-FTIR spektrumları.....	173
5.13 A: işlemsiz, B: 130 W-60 s argon, C: 130 W-60 s hava ve D: 200 W-60 s argon plazma işlemi görmüş poliester kumaşların XPS spektrumları.....	176
5.14 A: işlemsiz, B: 130 W-60 s argon, C: 130 W-60 s hava ve D: 200 W-60 s argon plazma işlemi görmüş poliester kumaşların C1s pikleri.....	176
5.15 Argon ve hava plazma sonunda polipropilen kumaşların çözgü yönünde kapilarite sonuçları.....	178
5.16 Argon ve hava plazma sonunda polipropilen kumaşların çözgü yönünde bekleme süresine bağlı olarak kapilarite değişimi.....	180
5.17 Argon ve hava plazma sonunda polipropilen kumaşlarda elde edilen kir iticilik sonuçları.....	181
5.18 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların asit boyama sonuçları.....	182
5.19 Farklı güçlerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların asit boyama sonuçları.....	183
5.20 Plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların farklı asit boyarmaddeleri ile boyama sonuçları.....	184
5.21 Plazma ve monomer/bileşik aşılama sonunda polipropilen kumaşların asit boyarmadde ile boyama sonuçları.....	188

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.22 Polipropilen kumaşların asit boyarmaddeler ile boyanmasına monomer/bileşik çözelti konsantrasyonunun etkisi.....	191
5.23 Polipropilen kumaşların asit boyarmaddeler ile boyanmasında monomer/bileşik çözeltisi içerisinde bekletme süresinin etkisi	194
5.24 Farklı sürelerde plazma+monomer/bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşların asit boyama sonuçları.....	197
5.25 Farklı güçlerde plazma işlemi+monomer/bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşların asit boyama sonuçları.....	200
5.26 Optimum koşullarda işlem görmüş polipropilen kumaşların farklı asit boyarmaddeler ile boyama sonuçları	202
5.27 Polipropilen kumaşların bazik boyarmaddelerde boyanmasında boyama pH'ının etkisi	205
5.28 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların bazik boyama sonuçları	206
5.29 Farklı güçlerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların bazik boyama sonuçları	207
5.30 Polipropilen kumaşların farklı bazik boyarmaddeler ile boyama sonuçları.....	209
5.31 Plazma işlemi ve monomer/bileşik aşılama sonunda polipropilen kumaşların bazik boyarmadde ile boyama sonuçları.....	211
5.32 Polipropilen kumaşların bazik boyarmaddeler ile boyanmasında monomer/bileşik çözelti konsantrasyonunun etkisi.....	214
5.33 Polipropilen kumaşların bazik boyarmaddeler ile boyanmasına monomer/bileşik çözelti içerisinde bekletme süresinin etkisi	222
5.34 Farklı sürelerde plazma+monomer/bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşların bazik boyama sonuçları.....	219
5.35 Farklı güçlerde plazma işlemi+monomer/bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşların bazik boyama sonuçları.....	222
5.36 Optimum koşullarda işlem görmüş polipropilen kumaşların farklı bazik boyarmaddeler ile boyama sonuçları	224

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.37 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların küp boyama sonuçları.....	227
5.38 Farklı güçlerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların küp boyama sonuçları.....	228
5.39 Polipropilen kumaşların farklı küp boyarmaddeler ile boyama sonuçları.....	229
5.40 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş polirpopilen kumaşların pigment baskı sonuçları.....	231
5.41 Farklı güçlerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların pigment baskı sonuçları.....	233
5.42 Farklı boyarmaddeler ile basılmış polipropilen kumaşların K/S değerleri.....	234
5.43 a) İşlemsiz, b) 200 W-60 s argon, c) 100 W-60 s argon, d) 100 W-60 s hava, e) 130 W-60 s argon, f) 130 W-60 s hava plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların SEM resimleri.....	236
5.44 a) İşlemsiz, b) 100 W-60 s argon, c) 100 W-60 s hava, d) 130 W-60 s argon, e) 130 W-60 s hava, f) 200 W-60 s argon plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşlara ait ATR-FTIR spektrumları.....	245
5.45 a) İşlemsiz, b) 200 W-60 s argon plazma, c) HMDS, d) 6-AHA, e) AA aşılama işlemi görmüş polipropilen kumaşlara ait ATR-FTIR spektrumları.....	238
5.46 a) İşlemsiz, b) 130 W-60 s hava plazma, c) AA, d) 6-AHA, e) HMDS aşılama işlemi görmüş polipropilen kumaşlara ait ATR-FTIR spektrumları.....	239
5.47 a) İşlemsiz, b) 200 W-60 s argon plazma, c) 6-AHA, d) EDA, e) TETA, f) GUA, g) AAMID ve h) HMDS aşılama işlemi görmüş polipropilen kumaşlara ait ATR-FTIR spektrumları.....	240
5.48 A: işlemsiz, B: 100 W-60 s argon, C: 100 W-60 s hava ve D: 130 W-60 s argon, E: 130 W-60 s hava ve F: 200 W-60 s argon plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların XPS spektrumları...	243

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.49 A: İşlemsiz, B: 100 W-60 s argon, C: 100 W-60 s hava ve D: 130 W-60 s argon, E: 130 W-60 s hava ve F: 200 W-60 s argon plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların C1 s pikleri.....	243
5.50 Argon ve hava plazma sonunda poliamid kumaşların çözgü yönünde kapilarite sonuçları.....	246
5.51 Argon ve hava plazma sonunda poliamid kumaşların hidrofilitte değerleri.....	246
5.52 Argon ve hava plazma işlemi görmüş poliamid kumaşların çözgü yönünde bekleme süresine bağlı olarak kapilarite değişimi.....	248
5.53 Plazma işlemi görmüş poliamid kumaşların asit boyama sonuçları...	250
5.54 Plazma işlemi görmüş poliamid kumaşların bazik boyama sonuçları (pH 9).....	251
5.55 a) İşlemsiz, b) 200 W-60 s argon, c) 130 W-60 s argon , d) 130 W-60 s hava plazma işlemi görmüş poliamid kumaşların SEM resimleri.....	253
5.56 a) İşlemsiz, b) 200 W-60 s argon, c) 130 W-60 s argon, d) 130 W-60 s hava plazma işlemi görmüş PA kumaşlara ait ATR-FTIR spektrumları.....	254
5.57 A: İşlemsiz , B: 130 W-60 s argon, C: 130 W-60 s hava, D: 200 W-60 s argon plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların XPS spektrumları.....	256
5.58 A: İşlemsiz , B: 130 W-60 s argon, C: 130 W-60 s hava, D: 200 W-60 s argon plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların C1s pikleri.....	257
5.59 A: İşlemsiz , B: 130 W-60 s argon, C: 130 W-60 s hava, D: 200 W-60 s argon plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların XPS spektrumları	265
5.60 A: İşlemsiz , B: 130 W-60 s argon, C: 130 W-60 s hava, D: 200 W-60 s argon plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların C1s pikleri	266
5.61 Argon ve hava plazma sonunda akrilik kumaşların çözgü yönünde elde edilen sıvı ilerleme hızı	269

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.62 Plazma işlemi görmüş akrilik kumaşların bazik boyama sonuçları (pH 9).....	270
5.63 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş akrilik kumaşların pigment baskı sonuçları	273
5.64 Argon ve hava plazma işlemi görmüş akrilik kumaşların boncuklanma eğilimleri	275
5.65 a) İşlemsiz, b) 100 W-60 s argon, c) 100 W-60 s hava, d) 130 W-60 s argon, c) 130 W-60 s hava plazma işlemi görmüş akrilik kumaşların SEM resimleri.....	266
5.66 a) İşlemsiz, b) 130 W-60 s argon, c) 130 W-60 s hava plazma işlemi görmüş akrilik kumaşlara ait ATR-FTIR spektrumları	267
5.67 A: İşlemsiz, B:130 W-60 s argon, C:130 W-60 s hava plazma işlemi görmüş akrilik kumaşların XPS spektrumları.....	269
5.68 A: İşlemsiz, B:130 W-60 s argon, C:130 W-60 s hava plazma işlemi görmüş akrilik kumaşların C1s pikleri.....	269

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Atmosferik plazma ile vakum plazma arasındaki farklar.....	16
2.2 Plazma işlemlerinde kullanılan bazı gazların meydana getirdiği renkler	23
2.3 Plazma işlemi ile gaza bağlı olarak meydana gelen modifikasyonlar.....	24
2.4 Polimerde yaygın olarak bulunan bağların bağlanma enerjileri.....	29
2.5 Azot plazma işlemi görmüş PE örneklerin angle-resolved XPS ile belirlenen N _{1s} /C _{1s} yoğunluk oran.....	43
2.6 C1s pikinin ana bileşenleri ve bağlanma enerjileri	59
2.7 N1s pikinin ana bileşenleri ve bağlanma enerjileri	59
4.1 Çalışmada kullanılan dokuma kumaşların özellikleri	135
4.2 Kullanılan monomer ve bileşiklerin kimyasal yapıları.....	136
4.3 Denemelerde kullanılan boyarmaddeler	137
5.1 Argon ve hava plazma işlemi görmüş poliester kumaşların temas açıları (°)	154
5.2 Farklı pH'larda bazik boyama yapılmış poliester kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları	159
5.3 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş poliester kumaşların bazik boyama sonrası ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları.....	160
5.4 Plazma sonrası bazik boyarmadde ile boyanmış poliester kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları	161
5.5 Farklı bazik boyarmaddeler ile boyanmış poliester kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları	162
5.6 Plazma işlemi ve Monomer/bileşik aşılması sonunda poliester kumaşların bazik boyama sonuçları	165
5.7 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş poliester kumaşların dispers boyarmaddeler ile boyama sonuçları.....	166
5.8 Plazma işlemi görmüş poliester kumaşların küp boyarmadde ile boyama sonuçları.....	167

ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
5.9 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş poliester kumaşların baskı sonrası ışık, sürtme ve yıkama haslık değerleri.....	168
5.10 Farklı güçlerde plazma işlemi görmüş poliester kumaşların baskı sonrası yıkama haslığı değerleri	170
5.11 Farklı boyarmaddeler ile basılmış poliester kumaşların boyama sonrası ışık, sürtme ve yıkama haslık değerleri.....	171
5.12 İşlemsiz ve farklı koşullarda plazma işlemi görmüş poliester kumaşların yüzey bileşimi	174
5.13 İşlemsiz ve farklı koşullarda plazma işlemi görmüş poliester kumaşların C1s pikleri altında kalan alanlar	176
5.14 Argon ve hava plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların temas açıları (°).....	178
5.15 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların asit boyama sonrası yıkama, ışık ve sürtme haslık sonuçları	183
5.16 Farklı güçlerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların asit boyama sonrası yıkama, ışık ve sürtme haslık sonuçları	184
5.17 Plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların farklı asit boyarmaddeler ile boyama sonrası ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları	185
5.18 Plazma işlemi ve monomer/bileşik aşılması sonunda polipropilen kumaşların asit boyarmadde ile boyama sonuçları	187
5.19 Plazma işlemi ve mon./bil aşılama sonunda polipropilen kumaşların asit boyama sonrası ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları	189
5.20 Polipropilen kumaşların asit boyarmaddeler ile boyanmasında monomer/bileşik çözelti konsantrasyonunun etkisi.....	190
5.21 Farklı konsantrasyonlarda aşılama sonunda asit boyarmadde ile boyanmış polipropilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları	192
5.22 Polipropilen kumaşların asit boyarmaddeler ile boyanmasında monomer/bileşik çözeltisi içerisinde bekletme süresinin etkisi	193

ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)

Çizelge	Sayfa
5.23 Farklı sürelerde aşılama sonunda asit boyarmaddeler ile boyanmış polipropilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları	195
5.24 Farklı sürelerde plazma+monomer/bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşların asit boyama sonuçları	196
5.25 Farklı sürelerde plazma+monomer/bileşik aşılama sonrası asit boyama yapılmış polipropilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları	198
5.26 Farklı güçlerde plazma+monomer/bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşların asit boyama sonuçları	199
5.27 Farklı güçlerde plazma+monomer/bileşik aşılama sonrası polipropilen kumaşların asit boyama sonunda elde edilen ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları	201
5.28 Optimum koşullarda işlem görmüş polipropilen kumaşların farklı asit boyarmaddeler ile boyama sonuçları (Monomerli).....	202
5.29 Farklı asit boyarmaddeler ile boyanmış polipropilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları (Monomerli)	203
5.30 Farklı pH'larda bazik boyama yapılmış polipropilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları.....	205
5.31 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların bazik boyama sonrası ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları	206
5.32 Farklı güçlerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların bazik boyama sonrası ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları	208
5.33 Farklı bazik boyarmaddeler ile boyanmış polipropilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları.....	209
5.34 Plazma işlemi ve monomer/bileşik aşılama sonunda polipropilen kumaşların bazik boyarmadde ile boyama sonuçları	211
5.35 Plazma işlemi ve monomer/bileşik aşılama sonunda polipropilen kumaşların bazik boyama sonrası elde edilen ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları (pH 9).....	213
5.36 Polipropilen kumaşların bazik boyarmaddeler ile boyanmasında monomer/bileşik konsantrasyonunun etkisi	214

ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
5.37 Farklı konsantrasyonlarda aşılama sonunda bazik boyarmadde ile boyanmış polipropilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları	215
5.38 Polipropilen kumaşların bazik boyarmaddeler ile boyanmasında monomer/bileşik çözeltisi içerisinde bekletme süresinin etkisi	216
5.39 Farklı sürelerde aşılama sonunda bazik boyarmadde ile boyanmış polipropilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları	218
5.40 Farklı sürelerde plazma+monomer/bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşların bazik boyama sonuçları	219
5.41 Farklı sürelerde plazma+monomer/bileşik aşılama sonrası bazik boyama yapılmış polipropilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları (^a : Argon, ^b : Hava).....	220
5.42 Farklı güçlerde plazma+monomer/bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşların bazik boyama sonuçları.....	221
5.43 Farklı güçlerde plazma işlemi+monomer/bileşik aşılama sonrası bazik boyama yapılmış polipropilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları	222
5.44 Optimum koşullarda işlem görmüş polipropilen kumaşların farklı bazik boyarmaddeler ile boyama sonuçları (Monomerli).....	224
5.45 Farklı bazik boyarmaddeler ile boyanmış polipropilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları (Monomerli)	225
5.46 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların küp boyama sonrası yıkama, ışık ve sürtme haslık sonuçları.....	227
5.47 Plazma sonrası küp boyarmadde ile boyanmış polipropilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları	229
5.48 Farklı küp boyarmaddeler ile boyanmış polipropilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları.....	230
5.49 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların baskı sonrası ışık, sürtme ve yıkama haslık değerleri	232
5.50 Farklı güçlerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların baskı sonrası yıkama haslığı değerleri.....	233

ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)

Çizelge	Sayfa
5.51 Farklı boyarmaddeler ile basılmış polipropilen kumaşların boyama sonrası ışık, sürtme ve yıkama haslık değerleri	234
5.52 İşlemsiz ve farklı koşullarda plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların yüzey bileşimi	241
5.53 İşlemsiz ve farklı koşullarda plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların C1s pikleri altında kalan alanlar	244
5.54 Argon ve hava plazma işlemi görmüş poliamid kumaşların temas açıları (°)	247
5.55 İşlemsiz ve farklı koşullarda plazma işlemi görmüş poliamid kumaşların yüzey bileşimi	255
5.56 İşlemsiz ve farklı koşullarda plazma işlemi görmüş poliamid kumaşların C1s, O1s ve N1s pikleri altında kalan alanlar.....	257
5.57 Plazma ve monomer/bileşik aşılması sonunda akrilik kumaşların bazik boyama sonuçları	262
5.58 Plazma işlemi sonrası akrilik kumaşların boncuklanma eğilimleri	264
5.59 İşlem görmemiş ve farklı koşullarda plazma işlemi görmüş akrilik kumaşların yüzey bileşimi	268
5.60 İşlem görmemiş ve farklı koşullarda plazma işlemi görmüş akrilik kumaşların C1s pikleri altında kalan alanlar	270

1. GİRİŞ

Plazma teknolojisi malzeme biliminde 1960'lı yıllardan beri kullanılmaktadır. Son yıllarda tekstil terbiyesine yönelik artan talepler ve çevre dostu üretim proseslerin öne çıkması nedeniyle, tekstil alanında kullanımı ve önemi artmıştır.

Tekstil materyallerinin yüzey modifikasyonlarına yönelik yapılan yaş bitim işlemleri bilindiği üzere, yüksek enerji, su ve kimyasal madde gereksinimi olan, çok fazla atık su ve kirlilik oluşturan, yüksek maliyet getiren ve ürün performansını olumsuz yönde etkileyebilen işlemlerdir. Bunun yanı sıra kirliliği ve atık suyun rengini gidermek için kullanılan kimyasal maddeler de ek bir kirliliğe yol açmaktadır. Bu nedenle, günümüzün ekonomik ve ekolojik koşullarına cevap verebilecek, çevre dostu, çok fonksiyonlu, temiz ve uygulaması kolay yöntemler önem kazanmaktadır.

Çevre kirliliğinin üst seviyeye çıktığı ve su, enerji, hammadde maliyetlerinin çok yükseldiği günümüzde alternatif çözümler üzerinde durulması ve hem klasik terbiye işlemlerinde yapılabilen hem de klasik terbiye işlemleri ile yapılamayan bazı özelliklerin tekstil materyallerine kazandırılması istenmektedir. Bu nedenle, su ve enerji tüketimi, işlem süresi ve çevre kirliliğini azaltılmasına ilişkin çalışmalar artarak devam etmektedir. Bu amaçla günümüzde çevre dostu üretim yöntemleri olan enzimlerle çalışma, ultra ses dalgalarının kullanımı ve plazma ile yüzey özelliklerin geliştirilmesi üzerine çalışmalar yoğunluk kazanmıştır.

Son yıllarda yaş kimyasal yöntemlere alternatif, ileri bir metot olması nedeniyle plazma teknolojisinde hızlı bir gelişme ve ticari olarak kullanımında artma meydana gelirken, tekstilde çevresel problemlerin çözümü için ilgi odağı olmuştur. Plazma işlemlerinin su, kimyasal madde

kullanımının çok az veya hiç olmaması nedeniyle, kuru proseslerdir. Plazma işlemleri sırasında endüstriyel atık oluşmaması nedeniyle, ekolojik yöntemler arasında sayılmaktadır. Buna ek olarak plazma işlemi ile materyalin temel özellikleri değiştirilmeden yüzey özelliklerini (mikro pürüzlülük ve fonksiyonelleştirme gibi) değiştirilebilmektedir.

Plazma, 1879 yılında maddenin dördüncü hali (katı→sıvı→gaz→plazma) olarak tanımlanmıştır. Fiziksel olarak tanımlandığında plazma, eşit miktarda pozitif ve negatif yük içeren iyonize gaz olarak verilmektedir (Roth, 2001). Plazma, farklı basınç ve sıcaklıklarda üretilebilmektedir. Plazma ortamında, serbest elektron ve pozitif yüklü iyonların yanında, fotonlar, uyarılmış atom/moleküller, radikaller, metastable atomlar, nötr atom veya moleküller bulunmaktadır. Plazma ortamında bulunan parçacıklar, ortam içerisinde serbestçe hareket edebilmektedir. Plazma evrende kolaylıkla bulunabilmektedir.

Plazma ile yüzey modifikasyon işlemlerinde, etkiler 100°A 'dan daha ileri gidemediğinden, materyalin temel özellikleri bozulmadan materyal modifikasyonu gerçekleşmektedir. Modifikasyonlar, plazma ortamında film oluşumu, aşındırma ve fonksiyonelleştirme prosesleri ile gerçekleşmektedir. Tekstil endüstrisinde plazma yüzey modifikasyonları, haşıl sökme, hidrofilitik artışı, kir iticilik, basılabilirlik, boyanabilirlik, çekmezlik, kaplama, sterilizasyon, materyalin matrise olan adhezyonun artırılması gibi geniş bir yelpazede kullanılmaktadır. Ayrıca monomer kullanılması durumunda materyale, güç tutuşurluk, su/yağ iticilik, antibakteriyellik, alkali dayanım gibi özellikler de kazandırılabilir.

Plazmalar üretildikleri basınca göre, vakum ve atmosferik plazmalar olarak adlandırılmaktadır. Vakum plazmalar, alçak basınçlarda ve oda sıcaklığında oluşturulmaktadır. Vakum plazmalarında işlem, kontrollü ve

kapalı bir sistemde gerçekleşmektedir. Bu nedenle, vakum plazmaların kesikli çalışması, pahalı olması, yatırım maliyetinin yüksek olması, cihaz temizliğinin zor olması, etkinin cihaz özelliklerine bağlı olması gibi dezavantajları vardır. Atmosferik plazma, atmosferik koşullar altında meydana gelen bir plazma çeşididir. Atmosferik plazmanın vakum plazmadan en önemli farkı vakum tertibatına gerek duyulmaması ve kontinü bir şekilde çalışabilmesidir. Ancak elde edilen etkiler vakum plazmadaki kadar etkili değildir (Dai and Kviz 2001; Kang and Sarmadi, 2004a; Veschuren et. al., 2004; www. Kolzer.it, 2005).

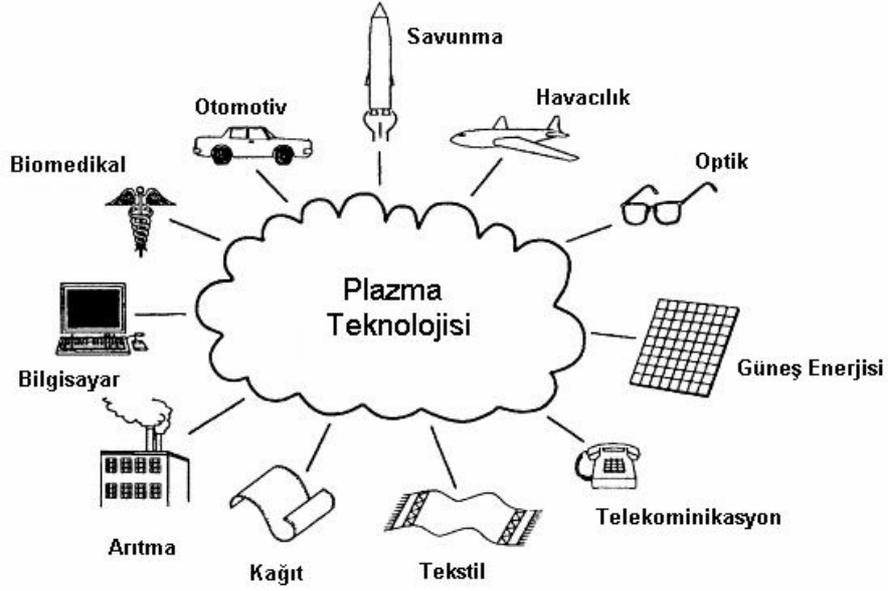
Polimerik materyallerin plazma işlemlerinde vakum plazmaları eskiden beri kullanılırken, atmosferik basınç plazma işlemleri son zamanlarda tekstil uygulamaları için ileri bir teknik olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle atmosferik plazmaları modifiye etmek için yeni donanımların geliştirilmesi ve bu donanımların endüstriyel boyutta kullanılmasına ilişkin çalışmalar devam etmektedir Bununla birlikte, vakum plazma ile elde edilen etkilerin, atmosferik basınç plazma prosesleri ile elde edilmesi, karşılaştırılması ve optimize edilmesine ilişkin çalışmalar devam etmektedir.

Bu tez çalışmasının amacı, daha önce vakum plazma işlemleri ile sentetik materyallerde elde edilen etkilerin, kontinü atmosferik basınç plazma işlemi ile yapılabilirliğini ve atmosferik hava ve argon plazma işleminin sentetik tekstil materyali üzerine kimyasal ve fiziksel etkilerini incelemektir.

2. GENEL BİLGİ

Plazma teknolojisi getirdiği avantajlar nedeniyle pek çok sektörde kullanılmaktadır. Plazma teknolojisi,

- Kâğıt endüstrisi,
- Biyoloji ve biyomedikal,
- Materyal aşındırma veya sertleştirme teknolojisi,
- Uzay sanayisi,
- Tekstil endüstrisi,
- Yarı iletken teknolojisi,
- Elektronik çip yapımı,
- İletişim teknolojisi,
- Elmas yapımı,
- Kaplama ve dekorasyon teknolojisi,
- Sterilizasyon ve arıtma sistemleri,
- Güneş enerjisi ve optik sanayisi,
- Otomobil ve uçak endüstrisi,
- Savunma sanayi,
- Radar ve füzyon araştırmaları gibi pek çok alanda kullanım alanı bulmaktadır.



Şekil 2.1 Plazma teknolojisinin kullanım alanları

Plazma teknolojisinin tekstil endüstrisindeki kullanım alanı genel olarak tekstil terbiye işlemlerinde yaş işlemlerin yerine kullanılmasıdır. Tekstil terbiye işlemlerinde yaş işlemlerin kullanılmasının nedeni;

- Su gereksinimi olmaması,
- İşlemin gaz fazında gerçekleşmesi,
- Kullanılan kimyasal madde miktarının çok az olması,
- Endüstriyel atığa sebep olmaması,
- Tekstil materyallerinin mekanik özelliklerine zarar vermemesi,
- İşlemin sadece lif yüzeyinde etkili olması,
- Enerji tasarrufu sağlaması... şeklinde verilebilmektedir.

Plazma teknolojisi avantajları sayesinde tekstil endüstrisi için yaş işlemlere önemli bir alternatif olarak ortaya çıkmaktadır.

2.1 Yüzey Modifikasyon Yöntemleri

Herhangi bir materyalde meydana gelen sınırlı değişiklik olarak tanımlanan yüzey modifikasyonları, materyalin özelliklerini geliştirmek veya materyallere yeni özellikler kazandırmak için kullanılmaktadır. Tekstil materyallerinde modifikasyon işlemi, istenilen özelliğe bağlı olarak, hem ön terbiye işlemleri hem de bitim işlemleri sırasında gerçekleştirilebilmektedir. Modifikasyon işlemleri sırasında materyallerin temel özellikleri değiştirilmeden, yüzeylerinde kimyasal ve fiziksel değişimler meydana getirilmektedir.

Modifikasyon yöntemleri kimyasal, biyokimyasal ve fizikokimyasal yöntemler olmak üzere üç temel grupta toplanmaktadır. Tekstil materyallerinin modifikasyonunda kimyasal ve biyokimyasal yöntemler endüstriyel olarak yaygın bir kullanıma sahipken, fizikokimyasal yöntemlerin endüstriyel olarak kullanımının artmasına ilişkin çalışmalar devam etmektedir.

2.1.1 Kimyasal yüzey modifikasyonu

Kimyasal modifikasyon yöntemleri içerisinde kimyasal maddeler ve biyopolimerler ile elde edilen modifikasyonlar sayılabilmektedir.

Kimyasal modifikasyon işlemlerinde, kimyasal maddeler, materyal üzerine kovalent bağlar ile bağlanmaktadır.

Modifikasyon derecesi ve optimizasyonu, kimyasal maddenin materyale olan afinitesi ve reaksiyon süresi ile kontrol edilebilmektedir. Tekstil mamulünün kimyasal maddelere uzun süre maruz kalması, liflerin zarar görmesine, renginin ve mekanik özelliklerinin bozulmasına neden olabilmektedir.

Kimyasal modifikasyon yöntemlerinde kimyasal maddenin aktivasyonu, fiksesi ve kurutma işlemleri sırasında ısı işlemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Modifikasyon işlemi sırasında mamulün gerek mekanik gerekse estetik özelliklerin korunması için hassas bir denge söz konusudur.

Kimyasal madde kullanılarak elde edilen buruşmazlık, keçeleşmezlik, güç tutuşurluk, kir-yağ-su iticilik gibi birçok bitim işlemi tekstil materyallerinin kimyasal modifikasyonuna örnek olarak verilebilmektedir.

Tekstil mamullerine estetik, mekanik ve fonksiyonel açıdan önemli özellikler kazandırmasına rağmen kimyasal modifikasyonların bazı dezavantajları bulunmaktadır. Kullanılan kimyasal madde miktarının fazla olması, işlemlerin yüksek sıcaklıklarda gerçekleşmesi bunlardan bazılarıdır. Karşılaşılan en önemli sorunlardan birisi, birçok tekstil materyalinin absorban olup, kimyasalları yapısına çok kolay bir şekilde alıp, iç kısımlara kadar iletilmesidir. İç kısımlarına kadar ilerleyebilen kimyasal maddeler ise, tekstil materyallerin temel özelliklerini de etkileyebilmektedir. Artan maliyetler ve çevreyle ilgili kaygılar da bu işlemlere alternatif yöntemlerin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır (Matthews 2005; Garbassi *et.al.*, 1998; www.tft.csiro.au).

2.1.2 Biyokimyasal yüzey modifikasyonu

Biyokimyasal modifikasyon işlemleri enzimler yardımı ile gerçekleştirilmektedir. Enzimatik işlemlerde kimyasal ve enerji tüketimi daha az olmakta ve çevre dostu olarak gösterilebilmektedir.

Enzimler düşük hızlarda oluşan reaksiyonları katalizleyerek, reaksiyonun dengesini değiştirmeksizin katalitik etki göstermektedir. Oldukça farklı molekül ağırlıklarına (12000-birkaç milyon) sahip olan

enzimlerin bazıları bir veya birkaç peptid bağından oluşurken, bazıları katalitik etki sağlayacak kimyasal bileşen de içermektedir. Bu bileşene ko-faktör denmektedir. Ko-faktörler ya bir metal (Mg, Mn, Fe, Zn...) ya da organik bir moleküldür. Ko-faktör enzimin protein kısmına bağlıdır.

Enzimler modifikasyon işlemi sırasında tek başlarına veya diğer enzimler ile kombine olarak kullanılabilir. Bu durumda bir enzim ile elde edilen ürün, bir diğer enzim için hammadde olmaktadır.

Enzimatik işlem sonunda yüzey morfolojisinde ve yüzey alanında değişiklik meydana gelmektedir.

Tekstil endüstrisinde enzim kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Enzimler işlem sırasında polimer yüzeyini seçimli olarak degradasyona uğratarak materyalin modifiye edilmesini sağlamaktadır. Örneğin selülozu hidroliz eden selülaz enzimi, selüloz esaslı materyallerin yüzeyini düzleştirilmekte, boncuklanma eğilimini azaltmada, bio-parlatma ve denim kumaşlara eskimiş görünümü kazandırmak için kullanılabilir. Tensel, liyosel gibi rejenere selüloz liflerinde enzimatik işlemler, ağırlıklı olarak fibrilasyonu azaltmak, boyama koyuluğunu artırmak ve yumuşak bir tutum vermek için kullanılabilir. Proteaz enzimleri ise yünlü mamullere keçeleşmezlik sağlamada ve boyarmadde alımını artırmada, ipekli mamullerde serisin uzaklaştırmada kullanılabilir.

Bunun yanında enzimatik işlemler sentetik ve doğal liflerin ağartılmasında ve haşıl sökme işlemlerinde kullanılabilir (Cheshkova, 2004).

2.1.3 Fizikokimyasal yüzey modifikasyonu

Kimyasal yöntemlerin dezavantajlarının fazla olması, fizikokimyasal yöntemlerin ticari anlamda önemini artırmış ve mamul özelliklerinin

modifikasyonunda klasik yaş işlemlerin yerini alması için çalışmalar yoğunlaşmıştır.

Enerji ile lif/kumaş yüzey özelliklerinin değiştirilmesi, kaplama ve yüzeyde film oluşturma, fizikokimyasal yöntemlere örnek olarak verilebilmektedir.

Kaplama işlemi direk, indirek veya transfer kaplama şeklinde gerçekleşebilmektedir. Bu yöntem ile, istenilen özellikte kaplama materyalleri kullanılarak tekstil materyali ve polimerin olumlu özelliklerinin kombine edildiği bir yapı kazandırılmakta ve mamulün yüzey özellikleri değiştirilmektedir.

Yüksek enerji ile gerçekleşen işlemler, diğerlerine göre daha farklıdır. Korona boşalması, alevli-ateşli işlemler (flame treatments), sıcak veya soğuk plazmalar, UV ve γ -radyasyonu, elektron veya iyon bombardımanı, ozon gibi işlemler bunlara örnek olarak verilmektedir (Matthews 2005).

Tam bir plazma işlemi olmayan **korona boşalması** sırasında, boşalma enerjisi ile elektron ve iyonlar oluşurken, iyonize olmamış atomlar ve moleküller de uyarılmaktadır. Boşalma sırasında oluşan elektronlar, iyonlar, uyarılmış nötr türler ve fotonlar polimer yüzeyinde radikallerin ve dolayısı ile modifikasyon için gerekli olan fonksiyonel grupların oluşmasını sağlamaktadır. Korona işleminin dezavantajları arasında, üniform olmaması, yüzeyde küçük deliklerin oluşması, işlem kontrolünün zor olması sayılabilmektedir.

Alevleme işlemi; yüksek sıcaklıklarda radikallerin ve iyonların aktivasyonu sağlanırken, kumaş yüzeyinde oksidasyon meydana gelmektedir. Hava/gaz oranı, gazın akış oranı, numune ile alev arasındaki mesafe, işlem süresi gibi değişkenler işlem verimin etkilemektedir

(Matthews 2005; Chan 1994; www.combust.com.au, 2004; www.shermantreaters.co.uk).

X ışınları ve görünür ışınlar arasında 200-400 nm dalga boyunda olan UV ışınları, görülemeyen ve iyonize olmayan ışınlardır. Görünür ışınlardan UV ışınlarına doğru gidildikçe dalga boyu küçülmekte, enerji miktarı ve frekansı artmaktadır. Bir ışının dalga boyunun küçülmesi ve dolayısıyla enerjisinin artması sonucunda yüzeye nüfuz etme kabiliyeti de artmaktadır.

UV ışınları temelde üçe ayrılmaktadır. UV-A (320–400 nm), UV-B (280–320 nm), UV-C (100–280 nm)'dir. UV-A ve UV-B endüstride ışıklandırma sistemlerinde kullanırken, UV-C yüzey modifikasyon işlemlerinde kullanılmaktadır. Enerjisi yüksek olan UV-C ışınları, ozon tabakası tarafından filtre edildiği için ancak elektrik enerjisinden özel tertibatlar ile üretilebilmektedir.

UV yüzey işlemlerinde genellikle foto-başlatıcılar kullanılmakta; bu sayede elde edilen verim artmaktadır. Çarptığı yüzeylerde, zayıf bağların kopup yeni fonksiyonel grupların oluşmasını sağlamaktadır. Bu sayede malzemelerin, ıslanabilirlik, adhezyon gibi özelliklerinin artması sağlanırken; foto-oksidasyon etkisi ile yüzeyin antistatik özellikleri de değişmektedir (en.wikipedia.org). Ortamda polimerize olabilen organik buhar bulunması durumunda, yüzeyde ince bir film tabakası oluşmaktadır (www.srrb.noaa.gov; Feast and Munro, 1987).

UV ışınları ile modifikasyon sırasında karşılaşılan dezavantajlar arasında, materyalin iç kısımlarda fikse olmadan kalmış monomerlerin koku ve toksik artıklara neden olması, kumaş tutumunda olumsuz etkilere sebep olması (www.tft.csiro.au), uzun süreli UV ışınlarının foto-

degradasyonu nedeniyle, mamulün fiziksel özelliklerinin bozulması sayılabilmektedir (Walter *et.al.* 1992).

Yüksek enerjili elektronlar ile yapılan modifikasyona **elektron bombardımanı** ile modifikasyon denilmektedir (Jagur-Grodzinski, 1997). Hızlandırıcıda üretilen yüksek enerji ve hıza sahip olan elektron demetleri materyal yüzeyine yönlendirilmekte ve yüzey modifikasyonu gerçekleştirilmektedir.

Elektron demetleri materyal veya materyalin üzerindeki kaplama ile direk olarak etkileşime geçmekte ve radikaller üretilmektedir. Hafif ve negatif yüklü elektronlar sayesinde doğrudan radikal polimerizasyonu başlamakta, dolayısı ile çapraz bağlanma sağlanmaktadır. Bu işlemler ile ortam sıcaklığında fiksaj yapılabilmesi, işlemin kısa sürmesi, buharlaşan gaz miktarında azalma ve maliyetlerde azalma sağlanması gibi birçok avantajı bulunmaktadır.

Bu işlemin dezavantajları, uzun süreli işlemlerde materyalin temel özelliklerinin bozulması nedeniyle sistemin sürekli şekilde çalışmaya uygun olmaması ve güvenlik açısından eksikliklerinin olması verilebilmektedir (Roger *et. al.*, 1996).

İyonize olma yeteneğine sahip olan γ -ışınları elektromanyetik spektrumun en yüksek enerjili ışınlarıdır. Genellikle enerjileri 10 keV'tan başlanmaktadır. Dalga boyu 124 pm (10–12 m) civarındadır ve nükleer değişimlerde oluşan yüksek enerjili elektromanyetik radyasyondur (<http://en.wikipedia.org>).

Yüksek enerjili **γ -ışınları** ile materyal yüzeyinde, materyalin fonksiyonelleştirilmesinde kullanılan radikaller oluşturulmaktadır. Yüksek enerjili bu fotonlar materyal içerisine nüfuz etme yeteneğine sahip olduğundan, materyalin temel özelliğini de etkilemektedir. İşlem sırasında

foton dozajlaması polimerin parçalanmasına imkân vermeyecek şekilde ayarlanmalıdır (Roger *et.al.*, 1996).

İyonlar, kütlelerine bağlı olarak yüksek momentuma ve kısa yola sahip, enerji yüklü türlerdir. Bu özellikler sayesinde, iyon implantasyonunda bir veya birden fazla elementin atomları pozitif iyonlar halinde hızlandırılarak, yüksek enerjilerle malzeme yüzeyine bombardıman edilerek, yüzeyden içeri doğru 0.01-2 µm derinlikteki bir bölgeye nüfuz ettirilmektedir. İyonların enerjileri uygulamaya göre birkaç keV'tan MeV'a kadar değişebilmektedir. İşlem sonunda materyalin yüzey bileşimi değişmekte ve fizikokimyasal bir modifikasyon meydana gelmektedir.

İyon (demeti) modifikasyonu, direk implantasyon ve plazma iyon polimerizasyonu olmak üzere iki farklı yöntem kullanılarak uygulanmaktadır (Matthews 2005; BDM Federal Inc., 1996).

Direk implantasyonda, istenen elementin iyon demeti yüzeye doğrudan implante edilmektedir. Direk iyon aşılama sistemlerinde, aşılama, iyon ışını doğrultusunda yapılmaktadır (BDM Federal Inc., 1996).

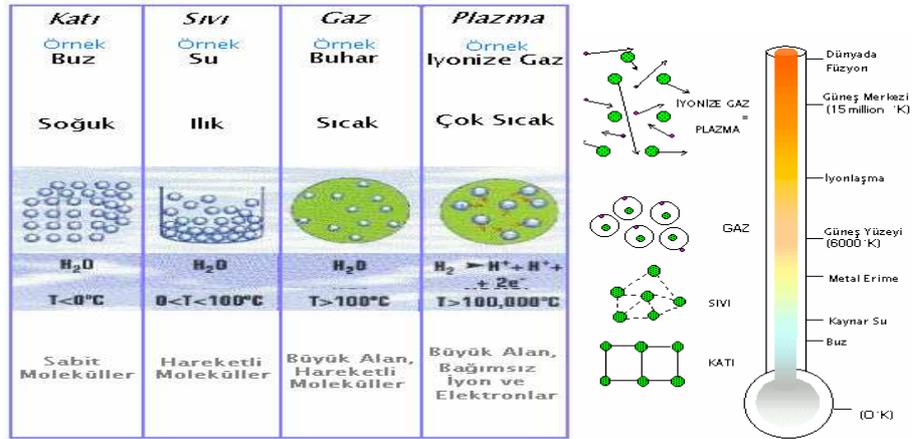
Plazma iyon polimerizasyonlarında ise vakum odalarında pozitif yüklü iyonlar, çok yüksek gerilim altında yüksek enerjilerde hızlandırılmakta, numune yüzeyini 90°'lik açı altında bombardıman edip, yüzeye implante olmaktadır (BDM Federal Inc., 1996).

İyonlar yüzeye çarptığında, bağlar kopmakta ve serbest radikaller oluşmakta ve materyal yüzeyinin fonksiyonelleştirilmesi sağlanmaktadır (Park *et.al.*, 1998). İşlemin dezavantajı ise, istenilen iyon enerjisine ulaşabilmek için iyon hızlandırıcısına ihtiyaç duyulmasıdır.

2.2 Plazma Polimerizasyonu

2.2.1 Plazmanın tanımı

Termal dengedeki katı bir madde, genellikle sabit basınçta sıcaklığının sürekli artırılması ile önce sıvı hale; daha sonra sıvı halden gaz haline geçmektedir. 10.000°K'e kadar sıcaklık yükseltildiğinde ise, gaz içindeki moleküller ayrılarak rasgele doğrultularda serbestçe hareket eden gaz atomlarını oluşturmaktadır. Sıcaklığın daha fazla artırılması ile gaz atomları serbestçe hareket eden yüklü parçacıklara (pozitif iyonlar ve elektronlar) ayrılarak maddenin dördüncü hali olan **"PLAZMA"**yı oluşturmaktadır.



Şekil 2.2 Maddenin Dört Hali (public.lanl.gov; www.fusion-magnetique.cea.fr)

Şekil 2.2'de, maddenin sıcaklığının artırılması ile meydana gelen hal değişimleri açıklanmaktadır.

Plazma, elektrik akım ve manyetik alanlarda oluşturulabilmektedir. Plazma, maddenin en yaygın formu olup evrenin %99'unu kapsamaktadır. Plazmalar çeşitli yoğunluk ve sıcaklıklarda oluşabilmektedir. Laboratuvar koşullarında plazma, alev, elektriksel boşalım, kontrollü nükleer reaksiyonlar, şok, yanma ve benzeri etkilerle oluşturulabilmektedir. Farklı

üretim yöntemleri plazmaların farklı şekilde adlandırılmalarına neden olmaktadır. DC elektriksel deşarj, AC elektriksel deşarj, RF deşarj, MW deşarj, puls deşarj, dielektrik bariyer deşarj gibi farklı üretim mekanizmalarına ve farklı özelliklere sahip plazmalar bulunmaktadır.

Plazma, maddenin gaz haline yakın görünmesine rağmen iki faz arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır.

- Gazlar elektriği iletmezken, plazma *iyi bir elektriksel iletkenidir*,
- Gazlar nötral parçacıklardan oluşurken, plazma *iyonize olmuş gazlardan* oluşmaktadır,
- Gazlar boşluğu doldurma eğiliminde olmasına rağmen, plazmalarda *toplanma eğilimindedir*,
- Plazmanın en önemli ve diğer hallerden farklı özelliği, plazmayı oluşturan *parçacıkların yüklü olması* ve bu yüklü parçacıkların *Coulomb kuvvetleri ile birbirlerine etki etmektedir*,
- Plazma içindeki her parçacık yakınındaki her parçacık ile ve hatta kendisinden daha uzakta bulunan *parçacıklarla da etkileşim halinde* bulunmaktadır.

2.2.2 Plazmaların Sınıflandırılması

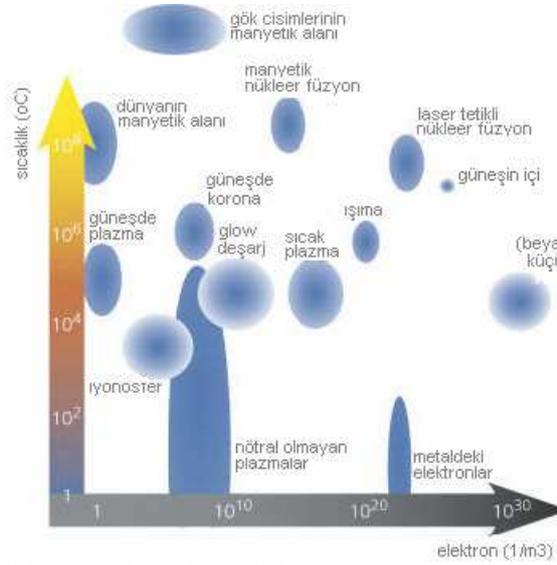
Plazmalar üretim yöntemlerine göre sınıflandırılabilir gibi, plazması elde edilen gazın sıcaklığına, basıncına, parçacık yoğunluğuna ve iyonlaşma derecelerine göre de sınıflandırılabilir.

Plazmalar sıcaklıklarına göre *sıcak* veya *soğuk*; basınçlarına göre *atmosferik* ya da *vakum* plazma olarak sınıflandırılabilir.

Sıcak plazmada, elektronlar oldukça yüksek sıcaklığa sahip olup, tamamen veya bölgesel termodinamik bir denge söz konusudur. Plazma ortamında termodinamik bir denge bulunduğu zaman, plazma ortamındaki tüm parçacıkların sıcaklıkları birbirine eşittir. Bu tip plazmalar ancak güneş ve yıldızlarda meydana gelen doğal plazmalardır.

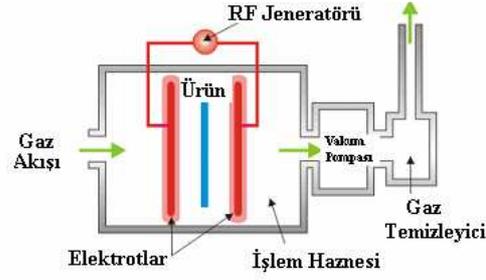
Soğuk plazma ise düşük sıcaklıklarda meydana gelmekte olup, termodinamik bir denge söz konusu değildir. Elektron sıcaklığı plazma ortamındaki diğer türlerden çok daha yüksektir. Bu tür plazmalar laboratuvar ortamında yapay olarak üretilebilen plazmalardır (www.ipfdd.de, 2005).

Şekil 2.3’de logaritmik skalada plazma ortamında sıcaklığa bağlı olarak elektron yoğunluğu verilmektedir. Evrende güneş ve yıldızların içinde meydana gelen sıcak plazmalardan daha soğuk olarak sınıflandırılan güneş koronalarına ve glow deşarja kadar pek çok plazma türü olduğu ve farklı yoğunlukta elektron içerdikleri görülmektedir.



Şekil 2.3 Sıcaklığa bağlı elektron yoğunluğu (log-log skalada)
(www.napolyde.org/Plasma.htm)

Vakum plazmalar, düşük basınçlarda ve oda sıcaklığında oluşturulmaktadır. Düşük basınç plazmalarında işlem, kontrollü ve kapalı bir sistemde gerçekleşmektedir.



Şekil 2.4 Vakum plazma cihazı (Thorsen and Landwehr, 1970)

Atmosferik plazma, atmosferik koşullar altında meydana gelen bir plazma çeşididir. Atmosferik plazmanın vakum plazmadan en önemli farkı vakum tertibatına gerek duyulmaması ve sürekli bir şekilde çalışılabilmesidir. Ancak elde edilen etkiler vakum plazmadaki kadar etkili değildir (Dai and Kviz 2001; Kang and Sarmadi, 2004a; Veschuren *et.al.*, 2004; www. Kolzer.it, 2005).

Çizelge 2.1’de atmosferik plazma ile vakum plazma arasındaki farklar belirtilmektedir.

Çizelge 2.1 Atmosferik plazma ile vakum plazma arasındaki farklar (Shenton *et.al.*, 2002)

Karakteristikler	Atmosferik plazma	Vakum plazma
Partikül yoğunluğu (m^{-3})	10^{25}	$<10^{21}$
Elektron yoğunluğu (m^{-3})	10^{17}	$10^{14}-10^{19}$
Elektron sıcaklığı (eV)	0,1-2	1-10
Elektron elastik çarpışma oranı (s^{-1})	$10^{10}-10^{12}$	$2*10^9$
Titreşimsel sıcaklık (°K)	2.000-10.000	300-500
İyonlaşma derecesi	10^{-8}	10^{-6}
Gaz işlem hacmi ($dm^3 dk^{-1}$)	0-600	$<0,1$

- Atmosferik plazmada, parçacık yoğunluğu ve ortalama gaz sıcaklığı daha yüksek olduğu için elastik çarpışma oranı daha yüksektir.
- Atmosferik plazmada elektron yoğunluğu, iyonlaşma derecesi ve elektron sıcaklıkları daha düşük olmaktadır.

- Yüksek gaz işlem hacmi atmosferik plazmaya daha yüksek aktif yüzey oluşturulması olanağı sağlamaktadır. Ancak yüksek çarpışma oranları bu aktif yüzeylerin daha çabuk ileriki reaksiyona geçişini sağladığından atmosferik plazma ile vakum plazmanın reaktifliği birbirine yakındır.
- Atmosferik plazma ile vakum plazma arasındaki önemli fark, sistemdeki gaz miktarı ve bu nedenle oluşan iyon, elektron, radikal, uyarılmış yüzey ve foton miktarlarıdır. Vakum plazma ortamında en azından 10^4 molekül bulunmaktadır. Bu durumda, çarpışmalar nedeniyle daha düşük enerjiye sahip elektronlar bulunmasına rağmen, yakın iyonlaşma derecelerinde atmosferik plazmadan da aynı miktarda uyarılmış yüzey bulunması beklenmektedir. Bununla birlikte daha yüksek gaz yoğunluklarında atmosferik plazmada daha fazla çarpışma meydana gelmektedir. Bu nedenle denge durumunda, polimer yüzeyinde oluşan aktif yüzey miktarı her iki plazma içinde çok farklı değildir.
- Atmosferik plazmanın işlemi destekleyebilen ısı bir bileşene sahip olması, atmosferik ile vakum plazma arasındaki bir diğer farktır. Bu durum çarpışmalar ile elektronlardan diğer plazma türlerine ve polar moleküllere transfer edilen enerjiyi artırmaktadır. Elastik olmayan çarpışmalar gerçekleştiği zaman bir miktar ısı açığa çıkar ve bu ısı plazma ve gazın ısınmasına neden olmaktadır (Shenton *et.al.*, 2002).

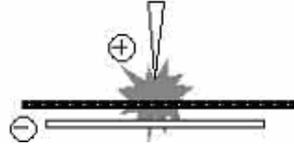


Şekil 2.5 Endüstriyel Plazma Cihazları (Vakum, Atmosferik)

2.2.3 Plazma türleri

Plazma halinin sürdürülebilmesi için sağlanan enerjinin kesintisiz olması gerekmektedir. Plazma oluşumunda güç kaynağı olarak DC (direk akım), AC (alternatif akım), MW (mikro dalga) ve RF (radyo frekansı) kullanılabilir. Bunun dışında plazma üretimi sırasında kullanılan donanımın ve meydana gelen plazmanın özelliklerine bağlı olarak glow deşarj, korona deşarj, durgun deşarj ve dielektrik bariyer deşarj gibi isimler almaktadır.

Korona Deşarj: Atmosferik basınç altında, düşük frekansta veya yüksek voltlarda bir çift elektrot arasında meydana gelmektedir. Korona deşarjda kullanılan elektrotların boyutları birbirinden farklıdır. Sivri uçlu, yüksek voltajlı elektrottan substrata doğru yönelmiş parlak filamanlarla karakterize edilmektedir. Bu deşarj sonunda üniform olmayan ve birçok uygulama için yetersiz düzeyde aktif türler oluşmaktadır. Korona işleminin homojen olmaması ve oluşan lokal enerji seviyelerinin yüksek olması bu sistemin tekstil mamullerinde kullanılabilirliğini önemli ölçüde etkilemektedir (Verschuren and Kiekens, 2001; www.ipfdd.de, 2005).

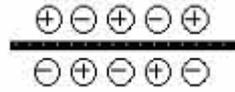


Şekil 2.6 Korona deşarj

Durgun deşarj: Paralel levhalar, dielektrik bariyer yapısındadır ve son zamanlarda polimer işlemlerinde kullanılmaktadır. Fakat bazı durumlarda sürekli olmamakta ve reaktif türlerin oluşması için gerekli olan kimyasal reaksiyonların akışını bozmaktadır. Bunun yanı sıra oluşan

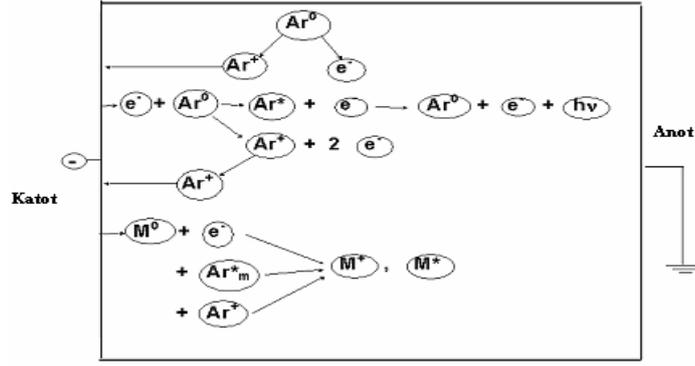
mikro deşarjlar veya filamentler üniform olmamakta ve yüzeyde ufak deliklerin oluşumuna neden olabilmektedir. Durgun plazmada çok kısa akım pulsları meydana geldiği için kendi kendine puls üreten soğuk plazma olarak adlandırılabilir. Farklı basınç ve elektrotlar ile üretilebilmektedir. Büyük ölçekte uyarlanabilirliğinin kanıtlanması sebebiyle tekstil endüstrisinde kullanılmaya aday bir yöntemdir (www.ipfdd.de, 2005).

Glow deşarj plazma: Düşük ve atmosferik basınçta inert veya reaktif bir gazla üretilebilmektedir. En yüksek düzgünlüğe ve esnekliğe sahip plazmalardır. Kapalı bir sistemde bir çift veya bir seri elektroda DC, AC, RF, MW gibi farklı gerilimler uygulanarak elde edilebilmektedir.



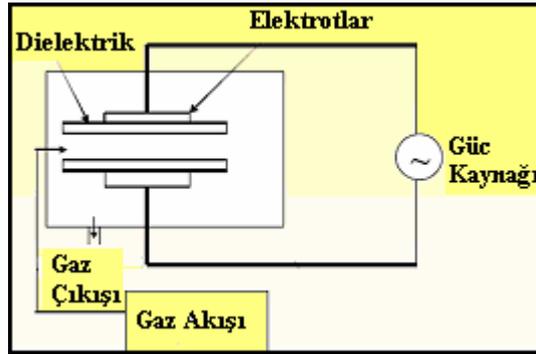
Şekil 2.7 Glow deşarj

Katottan sürekli yayılan radyasyondan etkilenen elektronlar, katottan uzaklaştıkça, hızlanmakta; gaz atomları veya molekülleri ile çarpışarak, uyarılma, iyonizasyon ve parçalanma reaksiyonlarına neden olmaktadır. İyonizasyon çarpışmaları sonunda iyon-elektron çiftleri oluşmakta; iyonlar, katoda doğru hızlanmakta ve ortada sekonder elektronlarını serbest bırakmaktadır. Serbest kalan elektronlar, katottan uzaklaştıkça hızlanmakta ve daha fazla iyonize çarpışmaya neden olmaktadır. Uyarılmış türler, ortama ışık yaymakta ve uyarılmış halden eski hallerine dönmektedir. Şekil 2.8’de argon gazının glow deşarj altında elde edilen plazma hali görülmektedir.



Şekil 2.8 Argon gazının glow deşarj altında gerçekleşen plazma hali (McCord *et.al.*, 2003)

Dielektrik Bariyer Deşarj: En az birisi dielektrik malzeme ile kaplanmış bir elektrot çiftine voltaj uygulanmasıyla oluşmaktadır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 Dielektrik Bariyer Deşarj (DBD)

Klasik atmosferik plazmalarda, arklar nedeniyle bölgesel ısınmalar ve uniform olmayan bir etki oluşmaktadır. DBD'de ise dielektrik kaplama kapasitör görevi görmekte, termal olmayan plazma oluşumunu sağlamakta ve korona plazmaya göre daha homojen etkiler sağlamaktadır. Bu tür plazmada da deşarjlar parlak ışımalar şeklinde meydana gelmektedir. İşlem sırasında meydana gelen mikro ışımalar dielektrik malzemeye çarptığı anda, yüklenmesini sağlamaktadır. Dielektrik üzerindeki yükün

hareketliliği sebebiyle yüklenme, ışımaların meydana geldiği bölgelerde olmaktadır. Bu yüzden plazma oluşumu sınırlandırılmaktadır. Bölgesel dielektrik yüklendiğinde ve elektrotlar arasında kalan boşluktaki voltaj düşürüldüğünde ışımalar ortadan kalkmakta ve ark oluşumu önlenmektedir. Işımlar yaklaşık olarak 10 ns sürmekte ve 100µm çapında olmaktadır. Işımlar deşarj boyunca düzensiz bir şekilde oluşmaktadır. Endüstriyel boyuttaki uygulamalarda kullanılan güç kaynağı genellikle 500 Hz ile 500 kHz arasında değişmektedir.

Plazmanın elde edilmesi için, uygulanan voltajın, gazların bozunması için gerekli olan voltajdan büyük olması gerekmektedir (Verschuren and Kiekens, 2001; Sun and Stylos, 2004; www.ipfdd.de, 2005).

2.2.4 Plazma işlemine etki eden parametreler

Plazma işlemi ile elde edilen etki; basınç, kullanılan gazın cinsi ve miktarı, işlem hızı, işlem süresi, substrat özellikleri, uygulanan güç, elektriksel alanın cinsi, elektrotların yapısı, pompa yapısı, reaktör temizliği, cihazın boşalma süresi ve söndürme gazı gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir.

Basınç: Plazma işlemleri vakum (düşük basınç) ve atmosferik basınç (yüksek basınç) olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilmektedir. Vakum plazmada, işlem kontrollü ve kapalı bir sistemde gerçekleştirilmektedir. Vakum plazmalarda gaz sıcaklığı düşük olmasına rağmen, elektronların sıcaklığı oldukça yüksektir (20-50000°K). Yüksek sıcaklıklara dayanıklı olmayan organik materyallerin işlemleri için alternatif olmaktadır. İşlem sonunda sıcaklığa bağlı olmayan ve atmosferik plazma işlemi sonunda gözlenemeyen radikaller oluşmakta böylece daha iyi etkiler elde edilmektedir.

Atmosferik plazma; vakum plazmaya alternatif, açık hava basıncında çalışabilen, kontinü çalışmaya uygun, vakum tertibatı gerektirmeyen bir plazma çeşididir. Atmosferik basınç plazmalarında en önemli sorun homojenliktir. Homojenlik sağlanması için cihazın enerji yoğunluğunun artırılması gerekmektedir (Verschuren and Kiekens, 2001).

Kullanılan Gazın Cinsi ve Miktarı: Plazma iyonize olmuş gazlardan oluşmaktadır. İyonizasyon, kimyasal parçalanmalara kıyasla daha yüksek enerjilerde meydana gelme eğilimi göstermektedir. Reaktif gazlarda 106 molekülden 104'ü serbest radikaller oluştururken; 106 molekülden 1 tanesi iyonize olmaktadır. Bu nedenle reaktif gazlarda baskın olan etki serbest radikal oluşumudur.

Soygazların dielektriki bozulma voltajları düşük olduğu için, soygaz kullanılarak iyonizasyon etkisi baskın hale getirilebilmektedir. Bu yüzden plazma uygulamalarında Ar, Ne, He gibi soygazlar kullanılmaktadır.

Kullanılan gaz, işlem verimliliğinin yanında plazmanın rengini de etkilemektedir. Plazma rengi yüksek enerjili atomların, iyonların veya moleküllerin daha düşük enerji seviyelerine düşerken yaydıkları radyasyon sonucu oluşmaktadır. Enerji seviyelerindeki temel farklılık nedeniyle, her gazın karakteristik bir emisyon dolayısıyla farklı bir rengi olmaktadır (Hauser *et.al.*, 2002) (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2 Plazma işlemlerinde kullanılan bazı gazların meydana getirdiği renkler
(www.ipfdd.de/research/res42/res42.html)

Kullanılan Gaz	Oluşan Renk
CF ₄	<i>Mavi</i>
SF ₆	<i>Açık mavi</i>
SiF ₄	<i>Açık mavi</i>
SiCl ₄	<i>Açık mavi</i>
Cl ₂	<i>Açık yeşil</i>
CCl ₄	<i>Açık yeşil</i>
H ₂	<i>Pembe</i>
O ₂	<i>Açık sarı</i>
N ₂	<i>Kırmızı-sarı</i>
Br ₂	<i>Kırmızımsı</i>
He	<i>Kırmızı-mor</i>
Ne	<i>Kiremit kırmızısı</i>
Ar	<i>Koyu kırmızı</i>

Plazma işleminde iki tip reaksiyon meydana gelmektedir. Yüzeyde nötr atom veya moleküller, iyon, elektron ve fotonlar ile gerçekleşen direkt reaksiyon ve vakum ultraviyole radyasyonun bir sonucu olarak iç kısımlarda meydana gelen indirekt reaksiyonlar. Sonuç olarak serbest radikal merkezleri yüzeyden atom çıkarma, iyon bombardımanı ve foto uyarılma şeklinde oluşturulmaktadır. Bu serbest radikaller ya plazma türleri ile reaksiyona girer ya da çapraz bağ meydana getirirler. Oksijen plazma işlemi termodinamik faktörler üzerinde etkili iken, azot plazma kimyasal reaksiyonlar için enerji bakımından etkin olmaktadır. Vakum ultraviyole radyasyon yüzeye yakın alt katmanlarda zincir kopmalarına ve atomik hidrojen açığa çıkmasına neden olmaktadır. Hidrojen serbest radikali kısa ömürlü olduğundan ortamda hidrojen molekülü oluşturması beklenmektedir (Bhat *et.al.*, 2003). Plazma işlemlerinde en çok kullanılan gaz argondur. Argonu, helyum ve neon takip etmektedir. Argon plazmaya maruz bırakılan polimerlerin yüzeyinde oksidasyon meydana gelmektedir.

Çizelge 2.3’de plazma işlemi sırasında gazların meydana getirdiği prosesler verilmektedir.

Çizelge 2.3 Plazma işlemi ile gaza bağlı olarak meydana gelen modifikasyonlar
(www.marchplasma.com/pdf/ChipScale1-02_Plasma_Tech%20Forum.pdf)

Plazma Gazı	Yüzey modifikasyon işlemi
Argon	<i>Kirlilik uzaklaştırma (Fiziksel) Çapraz bağlanma Kirlilik uzaklaştırma (Kimyasal)</i>
Oksijen	<i>Oksidasyon işlemi (Organik uzaklaştırma) Yüzey aktivasyonu Aşındırma</i>
Azot	<i>Yüzey aktivasyonu</i>
Hidrojen	<i>Kirlilik uzaklaştırma (Kimyasal) İndirgeme işlemi (Metal oksit uzaklaştırma)</i>
CF ₄ ve O ₂	<i>Aşındırma</i>
SF ₆ ve O ₂	<i>Aşındırma</i>

Oksijen ve oksijen içeren plazmalar, genellikle polimerin hidrofiliğini, adhezyonunu, boyanabilirliğini ve sterilizasyonunu artırmaktadır. İşlem parametrelerine ve polimer tipine bağlı olarak C-O, C=O, O-C=O ve C-O-O gibi fonksiyonel gruplar veya yüzeyde aşınmalar meydana gelmektedir (Ward and Benerito, 1982; McCord *et.al.*, 1996).

Florlu gaz kullanımı ile materyalin hidrofobluğu artmaktadır.

Kullanılan gaz, işlem verimliliğinin yanında plazmanın rengini de etkilemektedir. Plazma rengi yüksek enerjili atomların, iyonların veya moleküllerin daha düşük enerji seviyelerine düşerken yaydıkları radyasyon sonucu oluşmaktadır. Enerji seviyelerindeki temel farklılık nedeniyle, her gazın karakteristik bir emisyonu dolayısıyla farklı bir rengi olmaktadır (Hauser *et. al.*, 2002).

Materyal Özellikleri: Plazma işlemi sadece yüzeyde etkili olduğu için kullanılan materyalin özellikleri de önemli olmaktadır. Özellikle

yüzeyde oluşan serbest radikal miktarı lifin hem yüzey, hem yapısal özellikleriyle yakından ilişkilidir (Ryu and Wakida, 1991).

Kullanılan materyalin cinsinin yanında konstrüksiyonu da işlem verimliliği açısından önem taşımaktadır. Özellikle atmosferik plazmada elde edilen etkiler ince yüzeylerde daha belirgin olmaktadır (Verschuren and Kiekens, 2001).

İşlem Hızı ve Süresi: Atmosferik plazmada işlem hızına bağlı olarak yüzeyin plazma işlemine maruz kalma süresi ve dolayısıyla meydana gelen etki değişmektedir. Genellikle işlem hızı azaldıkça işlemin etkinliği artmaktadır. Vakum plazma ise sürekli olmadığı için plazma işlemine maruz kalma süresini etkileyen bir değişken yoktur. Vakum plazmada da atmosferik plazmada olduğu gibi işlem süresinin artması ile etkinlik artmaktadır.

Elektriksel Alanın Cinsi, Güç Miktarı, Elektrotların ve pompanın yapısı: DC, AC, RF, MW gibi farklı kaynaklar kullanılarak plazma oluşturulabilmektedir. Uygulanan elektriksel alan; gazın iyonizasyonunu sağlayacak enerjiyi sağlamalıdır. Gücün artması ile iyonizasyon ihtimali artmakta dolayısıyla işlemin etkinliği de artmaktadır (Kang and Sarmadi , 2004b).

Plazma genellikle, elektrot çiftlerine farklı frekanslarda elektriksel alan uygulanması ile meydana geldiğinden, cihaz üretiminde kullanılan elektrot şekilleri, yerleşimi, bağlanma şekilleri, yüzey kaplaması, kalınlığı ve elektriksel özellikleri işlem etkinliğini belirlemektedir. Elektrotların cihaz içerisinde veya dışında yerleşmesi plazmanın kimyasal yapısını etkilerken, kapasitif veya indüktif bağlama, elektrotların yüzeyindeki kaplama işlem homojenliği etkilemektedir (Europlasma Technical Papers).

İşlem gaz transferini ve işlem sırasında meydana gelen gazların uzaklaştırılmasını sağlayan pompanın basıncı ve kapasitesi, sistem temizliğini ve işlem süresini etkilemektedir (Europlasma Technical Papers).

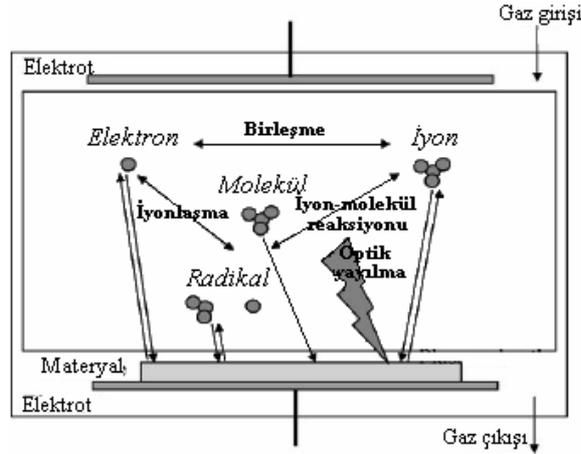
Reaktör temizliği, cihazın boşalma süresi ve söndürme gazı: Plazma ortamında bulunan herhangi bir kirlilik plazma işleminin kimyasal bileşimini ve elde edilen etkiyi değiştirebilmektedir. Bu nedenle plazma işleminde reaktör temizliği önem taşımaktadır.

Cihaz kapasitesiyle orantılı olan cihaz boşalma süresi, vakum plazmalar için geçerli olan bir parametredir.

Vakum plazma işleminde, atmosferik plazma işleminden farklı olarak kullanılan bazı gazların deaktive edilebilmesi için bazı gazlara ihtiyaç duyulmaktadır.

2.2.5 Plazma işlemi ile meydana gelen modifikasyonlar

Plazma ortamında reaktif türler (pozitif ve negatif iyonlar, nötr türler, metastable ve serbest radikaller) iyonizasyon, parçalanma ve uyarılma reaksiyonları ile üretilmektedir. Bu türler kullanılan gaz, güç, basınç, frekans, işlem süresi gibi plazma koşullarına bağlı olarak materyal ve plazma arasında kimyasal ve fiziksel etkileşime yol açmaktadır. Şekil 2.10'da plazma ortamında oluşan reaktif türler gösterilmektedir.



Şekil 2.10 Plazma ortamında oluşan reaktif türler

Polimerize olmayan gazlar (Ar, He, O₂, N₂, CO₂ vs.) yüzey morfolojisini değiştirir ve polimerin yüzey pürüzlülüğünün artmasına neden olmaktadır. Plazma ortamındaki iyon ve nötr parçacıklar materyal yüzeyindeki moleküllere çarparak materyalin fiziksel olarak aşınmasına neden olmaktadır, plazmanın bu etkisine aşınma etkisi denmektedir.

Plazma türleri moleküle çarptığı zaman, uzun molekül zincirleri kopmakta ve kısalmaktadır, plazmanın bu etkisine de zincir bölünmesi denmektedir.

Reaktif türler yeni fonksiyonel gruplar ve radikaller oluşturarak yüzey ile kimyasal olarak etkileşim göstermektedir. Radikaller polimerin üst yüzeyindeki mono tabakalarda çapraz bağlanmaya neden olmaktadır.

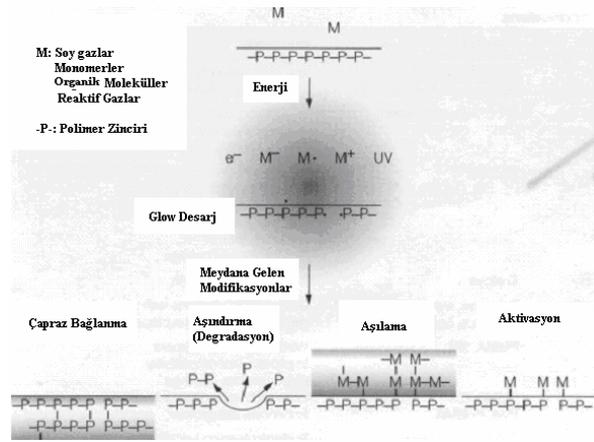
Hidrokarbon ve florokarbon gazları film tabakası oluşturmak için kullanılmaktadır ve plazma polimerizasyonu plazma ortamında monomer gazı kullanılarak elde edilmektedir.

Plazma işlemi ile temelde yüzey işleme, film oluşturma ve aşındırma (Şekil 2.11) işlemleri meydana gelmektedir.



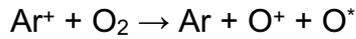
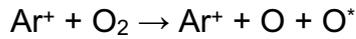
Şekil 2.11 Plazma ortamında meydana gelen etkiler (www.napolyde.org/Plasma.htm)

Plazma işlemi sonunda meydana gelebilecek modifikasyonlar Şekil 2.12'de verilmektedir.



Şekil 2.12 Plazma sonunda yüzeyde meydana gelen modifikasyonlar (Cai *et.al.*, 2002)

Oksijenin iyonlaşma ve uyarılmasına neden olan argon plazma işlemi sırasında üretilen reaktif parçacıklar PET molekülü ile etkileşime girmektedir (Hwang, 2003).



Genellikle, plazma işlemi sırasında zincir bölünmeleri ile daha zayıf kimyasal bağlarda etkili olmaktadır. PET molekülünde meydana gelen zincir bölünmeleri radikal üretilmesine neden olmaktadır. Çizelge 2.4'de

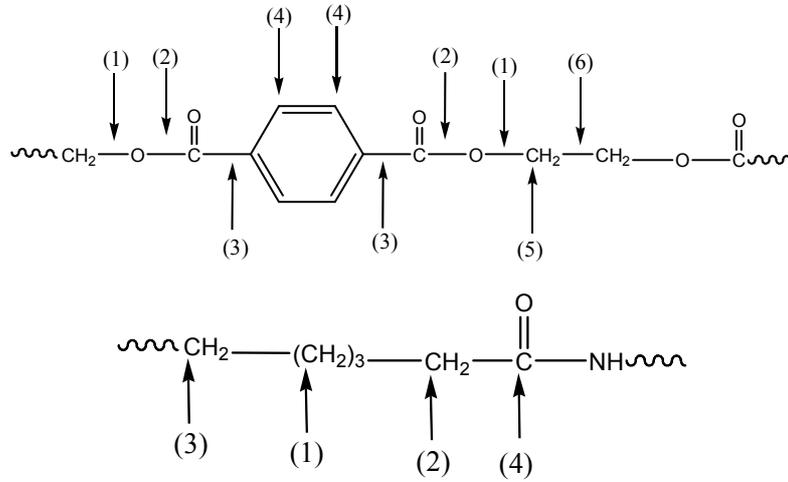
polimerde yaygın olarak bulunan bağların bağlanma enerjileri verilmektedir (Sawada *et.al.*, 1995).

Çizelge 2.4 Polimerde yaygın olarak bulunan bağların bağlanma enerjileri (Sawada *et.al.*, 1995)

Kimyasal Bağ	Bağlanma Enerjisi (Ev)
C—H	4.3
C—C	3.6
C—O	3.7
N—H	4.0
O—H	4.7
C=C	6.3
C—N	3.5

Çizelge 2.4’de görüldüğü gibi, en yüksek bağ enerjisi C=C bağına aittir, bu nedenle zincir bölünmesinin bu bağ üzerinden gerçekleşmesi oldukça zordur.

Plazma işlemi sırasında oluşan reaktif türler PET ve PA 6 moleküllerini Şekil 2.13’de gösterilen noktalardan etkilemektedir.



Şekil 2.13 PET (Hwang, 2003) ve Poliamid 6 (Yip *et.al.*, 2002) için zincir bölünme noktaları

Şekil 2.13’de görüldüğü gibi, PET moleküllerinde zincir bölünmesinin olabileceği muhtemel bağlar (1), (2), (3) ve (6) ile belirtilen C—C, C—O ve C—H gruplarına ait olan bağlardır.

2.2.5.1 Plazmanın materyal üzerinde aşındırma etkisi

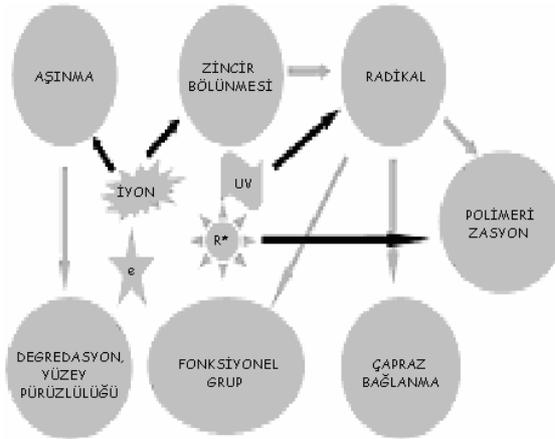
Plazma işlemi sırasında materyal yüzeyinin fiziksel olarak uzaklaştırılması, *plazma işlemlerinin aşındırma etkisi* olarak ifade edilmektedir. İyon bombardımanı sırasında yüzeyde bulunan gözle görülmeyen kirlilikler (yağ filmleri, Si-artıkları, kısmen absorbe edilmiş kirler) fiziksel olarak buharlaştırılarak uzaklaştırılırken, yüzey temizlenmektedir. İşlemin etkinliği, kirliliğe ve kullanılan gaza bağlıdır. Plazma işleminde mekanik bir etkileşim olmadığı için parçacıklar veya anorganik kirlilikler uzaklaştırılmamaktadır (Carneiro *et.al.*, 2001). Plazma işleminde aşındırma birkaç yüz °A’da etkili olduğu için materyalin fiziksel özellikleri üzerine önemli etkisi bulunmamaktadır (Riekerink *et. al.*, 1999).

Plazma işlemi sırasında yüzeydeki zayıf kovalent bağlar koparılmakta ve yüzeyde buharlaşabilen gazlı ürünler oluşmakta ve materyalin *toplam yüzey alanı* artmaktadır (Carneiro *et.al.*, 2001).

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda, sterilizasyon işleminde plazmanın aşındırma etkisinin önemli bir rol oynadığı belirtilmektedir (Lerouge *et.al.*, 2000).

Amorf bölgelerde meydana gelen seçimli aşınma ile yüzey morfolojisi ve mikro pürüzlülük sağlanabilmektedir. Plazma işlemi sırasında yüzeyden uzaklaşan türler materyal ile tekrar reaksiyona girebilmektedir. Materyal üzerinden kopan parçacık konsantrasyonu, plazma reaktör duvarlarında veya materyal üzerinde molekül ile etkileşecek yoğunlukta olduğu zaman, plazma ortamında katı parçacıklar

üretilebilmektedir (Gray *et.al.*, 1994). Şekil 2.14'de plazma materyal etkileşiminin mekanizması verilmektedir.



Şekil 2.14 Plazma materyal etkileşiminin mekanizması

Plazma ortamında aşınma ve üretilen partiküllerin materyal yüzeyi ile tekrar reaksiyona girmesinin aynı zamanda gerçekleştiği bilinmektedir (Ding and Hershkowitz, 1996). Aşınma ve birleşme oranı, iyon enerji akısı ve aşınma sırasında ortamda üretilen türlere bağlıdır. Plazma ortamında üretilen reaktif türler materyal yüzeyine çarptığı zaman, aşınma ürünleri (reaktif türler) ile materyal üzerindeki aktif partiküller arasında reaksiyon gerçekleşmekte ve materyalden kopan ürün tekrar materyale bağlanmış olmaktadır (Beake *et.al.*, 1998).

Roth, aşınma reaksiyonunun adımlarını aşağıdaki gibi özetlemektedir (Roth, 2001):

- 1) Enerjili iyon ve aşınma türleri tarafından yüzeye tutunan monotabakanın penetrasyonu veya uzaklaştırılması,
- 2) Aşındırma türlerinin adsorpsiyonu,
- 3) Aşınmış türlerin moleküllerine ayrılması,
- 4) Yüzeyde reaksiyon ürünlerinin oluşması,

5) Ürün moleküllerinin uzaklaşması

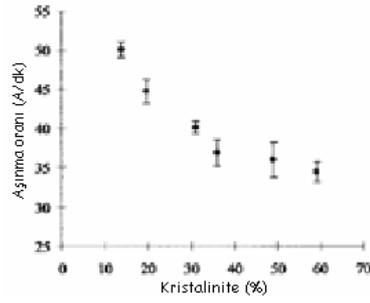
Aşınma türleri materyal üzerinde birleşerek yeni polimer tabakası veya küçük moleküller üretebilmektedir. Oluşan yeni polimer tabakası plazma ortamında iyonlar tarafından aşındırılıp, tekrar birleşebilmektedir. Aşındırma ve birleşme reaksiyonları işlem süresince tekrar etmektedir.

Aşınma etkisi ile materyalin yüzey morfolojisi ve yüzey pürüzlülüğü de değişmektedir (Beake *et.al.*, 1998).

Ar, He, O₂, N₂, CF₄, CO₂ gibi polimerize olmayan gazlar aşındırma etkisi göstermektedir (Riekerink *et.al.*, 1999; Beake *et.al.*, 1998; Kim *et.al.*, 2000; Carlotti and Mas, 1998; Wrobel *et.al.*, 1978). Plazmanın aşındırma etkisi materyalin yüzey özelliklerine bağlı olarak değişmektedir (Riekerink *et.al.*, 1999). Örneğin, CF₄ plazma işlemi ile HDPE filmde önemli bir değişiklik olmazken, LDPE filmlerde gözenekli bir yapı meydana gelmektedir.

Plazma işleminden sonra materyal kalınlığının azalması kullanılan gaza göre değişmekte ve aşındırma etkisi O₂ > N₂ > Ar > He \cong H₂ sıralamasına uymaktadır.

Semi-kristalin olarak adlandırılan polimerler hem kristalin hem de amorf bölgeden oluşmaktadır. Plazma işlemi sırasında aşınma gevşek molekül yapısına sahip olan amorf bölgede daha fazla olmaktadır (Bhat and Nadiger, 1978). Amorf bölge kimyasal ve fiziksel değişikliklere daha duyarlı olmakla birlikte, plazma işlemi sırasında meydana gelen aşınma oranı ile kristalinite arasında ters bir ilişki bulunmaktadır (Riekerink *et.al.*, 1999).



Şekil 2.15 CF₄ plazma ile PE filmin aşınma oranı (Massines and Gouda, 1998)

Uygun bir plazma işlemi ile amorf bölgedeki seçimli aşındırma kontrol edilebilmektedir. Plazma işlemi görmüş polimer materyalin kristalinitesi, plazma hassasiyeti ve ağırlık kaybı bakımından plazma ortamında meydana gelen aşındırmaya bağlıdır (Okuna *et.al.*, 1992).

2.2.5.2 Plazma işlemi sırasında radikal oluşumu

Materyal plazmaya maruz kaldığı zaman, plazma türleri (iyon, elektron, radikal, UV ışınları, nötr atomlar vs) materyal ile fiziksel ve kimyasal olarak etkileşmektedir. Plazma ortamında gaz molekülleri iyon, elektron ve radikal gibi aktif türlere ayrışmaktadır.

Aktif türler materyal yüzeyindeki moleküllere çarparak, çarpma sırasında atom sıçramaları (molekül zincirlerinden atomların ayrılması) ve moleküllerde zincir bölünmeleri ile radikallerin oluşmasına neden olmaktadır (Inagaki *et.al.*, 2002).

Plazma işlemi ile üretilen serbest radikaller yüzey modifikasyonunda önemli bir rol oynamaktadır. Plazmada radikal türleri materyal yüzeyindeki radikaller ile etkileşerek yeni türler üretilirken, radikallerin etkileşimi sonucu zincirlerin çapraz bağlanması gerçekleşmektedir (Hudis, 1972).

Materyalde plazma işleminden sonra stabil olmayan radikaller, aktif yüzey ile hemen birleşirken, stabil olanlar canlı radikal olarak kalmaktadır (Chen, 1991). Bu yapı sayesinde monomer gazı kullanılarak aşı polimerizasyonu gerçekleştirilebilmektedir (Johnsen *et.al.*, 1996; Zubaidi and Hirotsu, 1996; Bugaev *et.al.* 1997; Stoykov *et.al.* 2001; Hopkins *et. al.*, 1996).

Polimer üzerindeki radikaller polimerin fonksiyonelleştirilmesi için gereklidir. Polimer üzerinde radikaller iki şekilde oluşmaktadır. Atom sıçraması ile radikal oluşumu ve zincir bölünmesi ile radikal oluşumu.

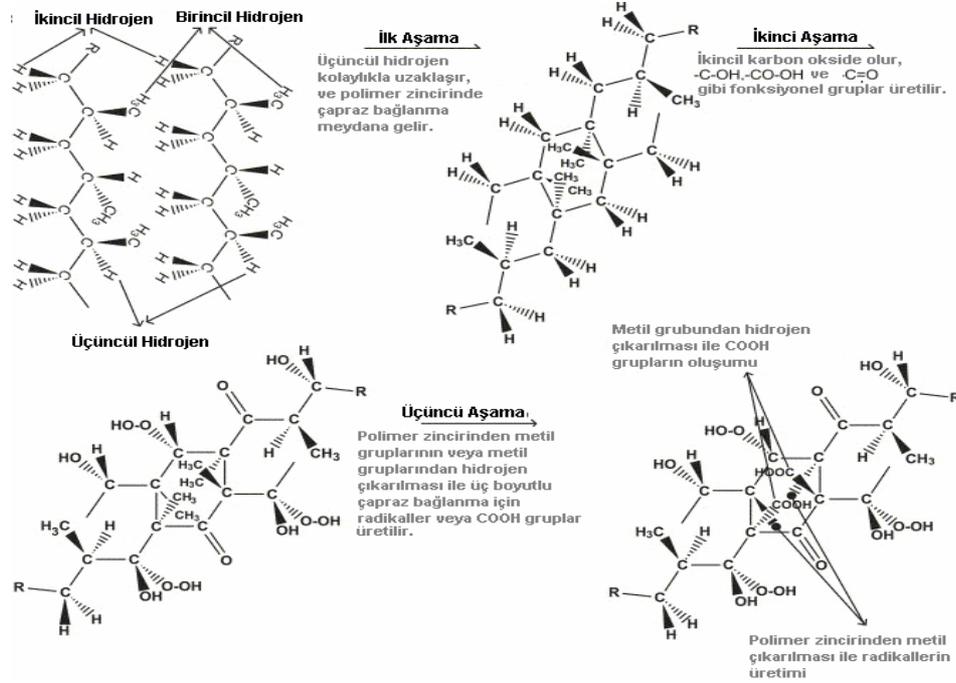
Atom sıçraması ile radikal oluşum aşamaları;

- 1) Plazma ortamındaki gaz moleküllerinden üretilen radikaller ile polimer yüzeyindeki moleküllerden atom çıkarılması,
- 2) Polimer yüzeyinde karbon radikalının üretimi,
- 3) Plazma ortamındaki diğer radikaller ile karbon radikallerinin kimyasal bağlanması,
- 4) Fonksiyonelleştirme-Polimer yüzeyinde fonksiyonel grup oluşturulması.

Zincir bölünmesi ile radikal oluşum aşamaları;

- 1) Polimer zincirine elektron ve iyon bombardımanı,
- 2) Polimer zincirinin bölünmesi ve polimer zincir sonlarında radikallerin oluşması,
- 3) Polimerde ağırlık kaybına neden olan bozulma ürünlerinin oluşması,
- 4) Plazmadaki diğer radikaller ile karbon radikallerinin birleşmesi,
- 5) Fonksiyonelleştirme- Polimer üzerinde fonksiyonel grup oluşumu.

Şekil 2.16'da plazma işlemi ile polipropilen materyallerde radikal oluşumu ve fonksiyonelleştirme görülmektedir.



Şekil 2.16 Polipropilen materyallerde radikal oluşumu ve fonksiyonelleştirilmesi (Kwon *et.al.* 2005)

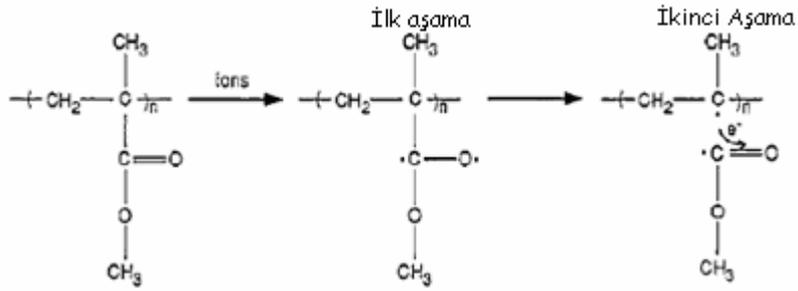
Plazma işlemi görmüş liflerdeki serbest radikal yoğunluğu plazma parametrelerine, lif yapısına ve kimyasal bileşimine bağlıdır (Wakida *et.al.* 1989; Wilken *et.al.* 1999).

Materyal üzerindeki serbest radikal yoğunluğu pamuk>yün>ipek>poliamid 6=PET şeklinde olmaktadır.

Sebebi tam olarak açıklanamamasına rağmen CF_4 gazı en yüksek serbest radikal oluşturma yeteneğine sahip olan gazdır ($CF_4 > CO > H_2 > Ar > CH_4 > N_2 = O_2$) (Wakida *et.al.*, 1989).

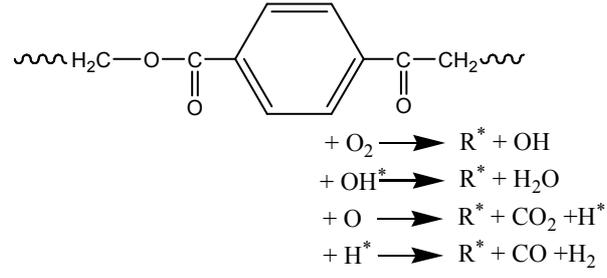
2.2.5.3 Materyal yüzey moleküllerinde zincir bölünmesi

Plazma ortamında zincir bölünmesi yalnız iyon bombardımanı ile gerçekleşmemekte, aynı zamanda yavaş zincir bölünmesi olarak adlandırılan radikal oluşumundan sonra kimyasal etkileşim ile de meydana gelmektedir (Gröning *et.al.*, 1995). Şekil 2.17’de görüldüğü gibi plazma ortamındaki iyonlar, kısmi olarak negatif yüklü karbonil atomu ile etkileşmekte ve stabil olmayan bir yapı oluşurken, elektronun ana zincire (C-C zincirine) transfer olması ile tüm yan zincir polimerden uzaklaşabilmektedir.

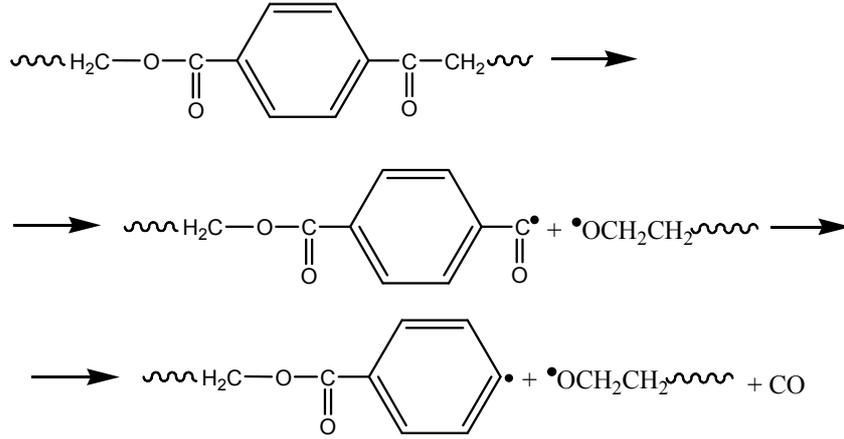


Şekil 2.17 Düşük enerjili iyonlar ile PMMA filmde yan zincir ayrılması (Gröning *et.al.*, 1995)

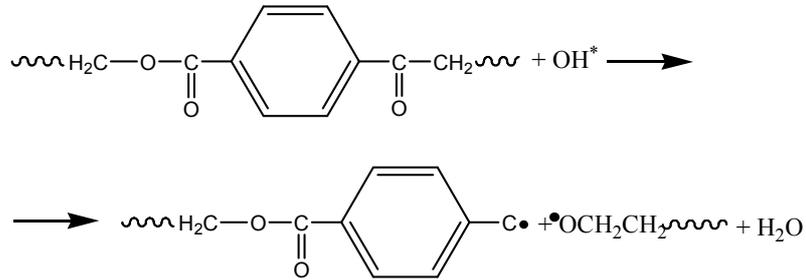
Polimerde zincir bölünmesinin ve fonksiyonel grup oluşturulmasının esas kaynağı, iyon bombardımanıdır. Polimerde meydana gelen ağırlık kaybı, polimerde meydana gelen aşınma etkisi ve zincir bölünmesi nedeniyle düşük molekül ağırlıklı moleküllerin uzaklaşmasıyla meydana gelmektedir (Ward *et.al.*, 1979). He-O₂ plazma işlemi görmüş PET filmin bozulma mekanizması Şekil 2.18’de verilmektedir.



(a)



(b)



(c)

Şekil 2.18 He-O₂ plazma ile PET filmin degradasyon mekanizması (a) parçalanma reaksiyonu ile gaz türleri ve radikal üretimi, (b) CO ve CO₂ oluşma mekanizması, (c) H₂O oluşma mekanizması (Placinta *et.al.*, 1997)

2.2.5.4 Çapraz bağlanma

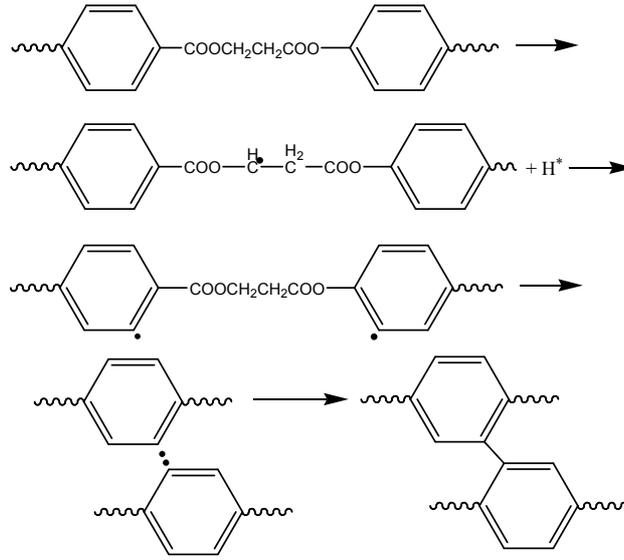
Plazma ortamında çapraz bağlanma, plazma işlemi sırasında polimer yapısında meydana gelen parçalanmalar sonunda oluşan reaktif grupların etkileşimi ile meydana gelmektedir. Çapraz bağlanmalar sonunda polimer zincirlerinin bağlanıp üç boyutlu bir ağ oluşturduğu belirtilmektedir.

Çapraz bağlanmanın plazma ortamında gerçekleşebilmesi için, işlem gazında karbon, silisyum veya kükürt gibi bağ yapıcı atomların bulunması gerekmektedir. Çapraz bağlanma, basınç, gaz akışı, uygulanan elektriksel güç gibi işlem parametrelerine bağlı olarak değişmektedir (Carneiro *et.al.* 2001; Raje *et. al.* 2004).

Zincir bölünmesi molekül ağırlığının düşmesine neden olurken, çapraz bağlanma ile radikaller bağlandığı için molekül ağırlığında artma meydana gelmektedir.

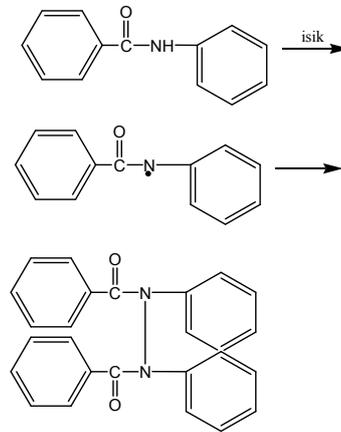
İyon bombardımanı yüzey fonksiyonelleşmesine yardımcı olan radikaller üretirken, UV ışınlarının sağladığı enerji sayesinde daha derinlerde radikal üretilebilmektedir (Friedrich *et.al.*, 1991).

Polimerlerde çapraz bağlanma için en etkili inert gaz olan helyumun gaz akış hızı ve konsantrasyonu artırıldığı zaman daha yoğun çapraz bağlanma elde edilebildiği gösterilmiştir (Placinta *et.al.*, 1997). Şekil 2.19'da benzen halkalarından hidrojen çıkması ile oluşan iki benzen halka radikali olduğu ve PET'in çapraz bağlanmasının bu radikaller üzerinden gerçekleştiği görülmektedir (Placinta *et.al.*, 1997; Gheorghiu *et.al.*, 1997).

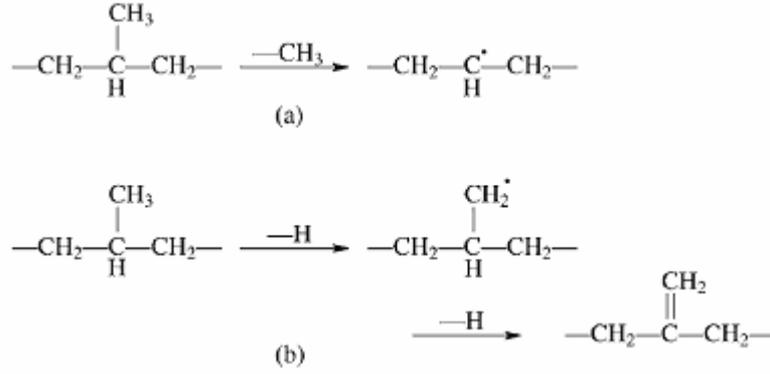


Şekil 2.19 PET yapısında bulunan benzen halkalarından hidrojen çıkması ile elde edilen iki aril radikalinin çapraz bağlanma ile birleşmesi (Placinta *et.al.*, 1997; Gheorghiu *et.al.*, 1997).

Oksijen plazma işlemi görmüş poli-p-feniltereftalamid filmi için muhtemel çapraz bağlanma mekanizmasının Şekil 2.20’de verildiği gibi gerçekleşmektedir (Wu *et.al.*, 1997). Şekil 2.21’de polipropilenin çapraz bağlanma mekanizması verilmektedir.



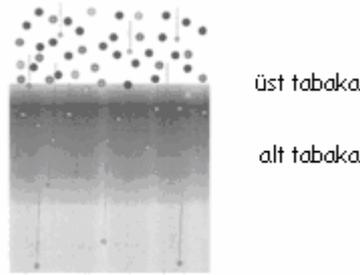
Şekil 2.20 Poli-p-fenil tereftalamidin muhtemel çapraz bağlanma mekanizması (Wu *et.al.*, 1997)



Şekil 2.21 Polipropilen için muhtemel çapraz bağlanma mekanizması (a) metil uzaklaştırma, (b) çift bağ oluşması (Yun *et.al.*, 2004)

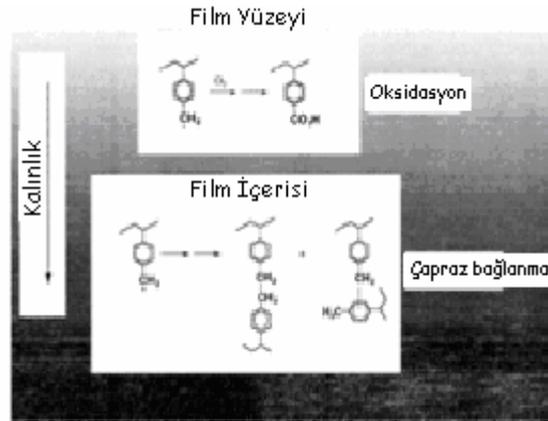
Plazma işlemi sırasında zincir bölünmesi ve çapraz bağlanma oluşumu rekabet halindedir. Çapraz bağlanma mekanizması materyalin kalınlığı yönünde ve fotokimyasal bir reaksiyon olarak gerçekleşmektedir (Hollander *et.al.*, 1999; Yasuda *et.al.*, 1973).

Plazmada aktif parçacıklar (iyon ve radikaller) materyal içerisine kadar nüfuz edemezken, UV ışınları materyallerin iç kısımlarına kadar nüfuz edebilmekte ve materyalin iç kısmında radikaller oluşturabilmektedirler. Şekil 2.22'de radikal oluşma mekanizması görülmektedir.



Şekil 2.22 Plazma partiküllerinin materyal yüzeyinden iç kısımlara geçişi (Hollander *et.al.*, 1999)

Materyalin iç kısımlarında aktif türler ile kimyasal bir reaksiyon gerçekleşmezken ışınlar ile başlayan bir reaksiyon söz konusudur (Tamai *et.al.*, 2000). Şekil 2.23’de görüldüğü gibi çapraz bağlanma materyalin alt tabakalarında gerçekleşirken, zincir bölünmesi ve fonksiyonelleştirme yüzeyde meydana gelmektedir.



Şekil 2.23 Film yüzeyinde oksidasyon ve içinde çapraz bağlanma (Tamai *et.al.*, 2000)

2.2.5.5 Plazma işlemi ile yüzeyin fonksiyonelleştirilmesi

Plazma işlemlerinde hidrojen, helyum, argon ve neon gibi inert gazlar fiziksel modifikasyonlar için kullanılmaktadır. Kullanılan bu inert gazlar yardımı ile materyal yüzeyinde oksijen içerikli hidrofil gruplar oluşturulmaktadır (Gupta *et.al.*, 2000; Yasuda and Marsh, 1997; Nakayama *et. al.*, 1991).

Flor içeren plazmalarda aşınma, polimerizasyon ve hidrofob karakterli fonksiyonelleştirme aynı anda gerçekleşmektedir. Çift bağ içermeyen gazların etkisi (CF_4 , SF_6 , CHF_3 gibi yalnızca doymuş gazlar) yüzey fonksiyonelleştirmesi şeklinde gerçekleşirken, tetraflormetan plazmada materyal fonksiyonelleştirilmesi aşınma ve birleşme reaksiyonları ile elde edilebilmektedir.

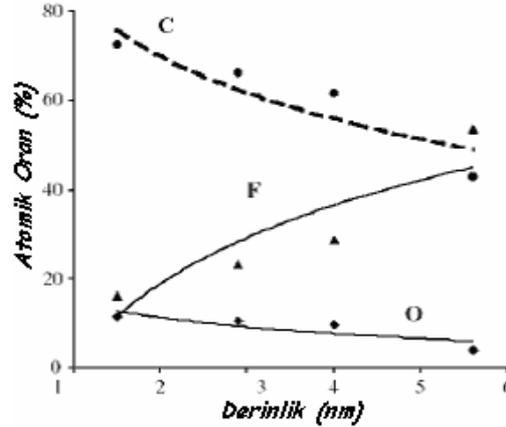
Aşınma, kristalinite ve pürüzlülüğü artırırken birleşme, polimerin hidrofob karakter kazanmasını sağlayan fonksiyonelleştirmeyi gerçekleştirmektedir. Flor atom yoğunluğu arttığı için, CF₄ plazmadan sonra polimerin hidrofilliği azaltılmaktadır (Yasuda *et.al.*, 1988).

Plazma işlemi ile polimer üzerinde üretilen fonksiyonel gruplar stabil değildir ve polimerden daha hareketlidir. Plazma işleminden sonra stabil olmak için, yüzey polimer içerisindeki okside olmuş fonksiyonel gruplar ve kısa moleküllerin migrasyon ile tekrar oryante olduğu belirtilmektedir (Foerch *et.al.*, 1993; Mas *et. al.*, 1996).

X-ray foto-elektron spektroskopisi (XPS veya ESCA) polimerlerin yüzey analizleri için en uygun yöntemlerden birisidir. XPS, kantitatif olarak kimyasal bileşimi (hidrojen ve helyum hariç) ve polimer yüzeyinin kimyasal yapısı hakkında bilgi vererek, polimerin fonksiyonelleştirilme derecesinin tespit edilmesine katkı sağlamaktadır. Kimyasal bileşimin derinlik görüntüsü angle-resolved XPS tekniği ile elde edilebilmektedir.

Plazma işleminden sonra kimyasal bileşim polimer materyalin derinliği boyunca değişebilir. Plazma işlemi görmüş polimerler için, yüzey modifikasyon derinliği birkaç yüz °A'dur. Güç, işlem süresi, gaz gibi plazma parametreleri yüzey modifikasyon derinliğini etkilemektedir.

Argon plazma işlemi görmüş PTFE filmde iç kısımlarda flor miktarı azalırken oksijen ve karbon miktarı artmaktadır (Wilson *et.al.*, 2001) (Şekil 2.24). Flor atomu yüzey moleküllerinden seçimli olarak uzaklaştırılmakta, materyal yüzeyinde oksijen ağırlıkta olmaktadır. Flor ve karbonun atomik konsantrasyonları materyalin iç kısımlarında orijinal değerlerindedir.



Şekil 2.24 Argon plazma işlemi görmüş PTFE filmin yüzey derinliğine bağlı olarak elementel bileşimi (Anand *et.al.*, 1981)

Paynter, O₂/Ar plazma işlemi görmüş polistiren filmin iç kısımlarında oksijen içeriğinde azalma olduğunu göstermiştir (Paynter, 2002). PET filmlerin karbondioksit plazma işleminde benzer sonuçlar elde edilmiştir (Le *et.al.*, 1997).

Çizelge 2.5'de görüldüğü gibi, Foerch ve ark. filmin iç kısımlarındaki fonksiyonelleşmenin polimer içerisine nüfuz eden gaz atomlarına bağlı olduğunu belirtmektedirler (Foerch *et.al.*, 1990).

Çizelge 2.5 Azot plazma işlemi görmüş PE örneklerin angle-resolved XPS ile belirlenen N_{1s}/C_{1s} yoğunluk oranı (Foerch *et.al.*, 1990)

1 s N ₂ Plazma		15 s N ₂ Plazma		60 s N ₂ Plazma	
Açı (°)	N _{1s} /C _{1s}	Açı (°)	N _{1s} /C _{1s}	Açı (°)	N _{1s} /C _{1s}
75	0.007	65	0.069	65	0.073
25	0.009	45	0.049	45	0.071
0	0.005	25	0.053	25	0.066
			0.034	0	0.067

Azot plazma işlemi görmüş polietilenin azot miktarı, işlem süresinin artışı ile artmakta ve maksimum azot miktarı 20 saniye işlem süresinde elde edilmekte, daha sonra da sabit kalmaktadır. Azot difüzyon oranı azot absorpsiyon miktarına eşit olmalı ve daha sonra azot miktarı sabit

olmaktadır. LDPE filmin (Anand *et.al.*, 1981) ve PET liflerinin (McCarulley and Goldberg, 1994) F₂ plazma işleminde, gaz akış oranı ve basınç arttıkça florlama derinliği artmaktadır, iç katmanda flor miktarı daha az olmaktadır.

Yüksek basınç ve gaz akış hızlarında aktif tür miktarının artması daha fazla fonksiyonelleştirmenin elde edilmesini sağlamaktadır. Aşınma ve tekrar birleşme reaksiyonlarına bağlı olarak florlama derinliği işlem süresi ile sınırlıdır.

2.2.5.6 Plazma polimerizasyonu

Plazma polimerizasyonu materyal üzerinde ince bir film tabakası oluşturmak için özel bir tekniktir. Plazma polimerizasyonu ile elde edilen film tabakasının ultra ince (<1µm) olması, deliksiz ve çok fazla çapraz bağ içermesi, polimer, seramik, metal gibi her tür materyal için uygun olması ve materyal ile arasında çok iyi bir adhezyona sahip olması gibi avantajlara sahiptir (Yasuda *et.al.*, 1981).

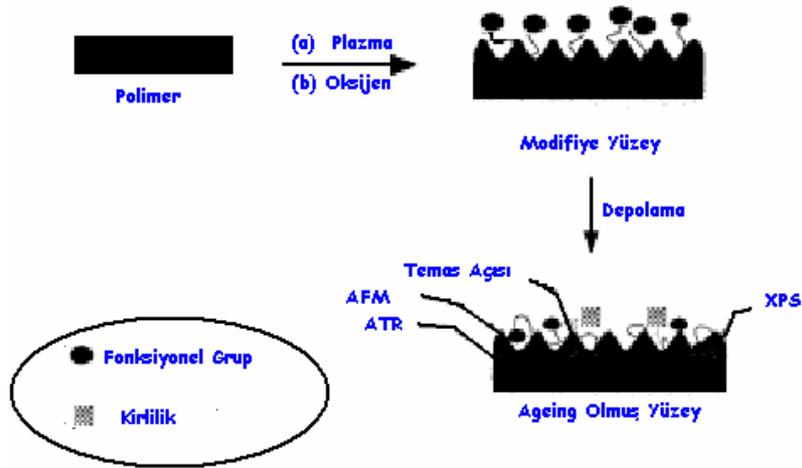
Plazma işlemi ile film tabakası, ortama beslenen hidrokarbon, florokarbon, azot ve organosilikonlu monomer buharlarının polimerizasyonu ile elde edilebilmektedir. Plazma polimerizasyonu ile film tabakası oluşturma işlemi, oldukça karmaşık bir mekanizmaya sahip olduğundan henüz tam bir açıklama getirilememiştir. Oluşan film tabakasının plazma gücüne, monomer akış oranına, sıcaklığa, monomer yapısına ve işlem süresine bağlı olduğu belirtilmektedir. Plazma polimerizasyonu plazma ortamında monomerlerin aktif türleri (inisiyatör) yardımı ile başlarken, plazma işleminden sonra aşırı polimerizasyonu radikaller üzerinden gerçekleşmektedir. Doymuş hidrokarbon ve florokarbon gazları film oluşturabilmek için kullanılabilirken, geleneksel

polimerizasyon metotları ile polimerize olmamaktadır (Bugaev *et.al.*, 1997).

2.2.6 Plazma etkisinin değerlendirilmesi

Plazmanın etkisi temas açısı, hidrofilite, kapilarite, pH ölçümü ve boyama gibi bilinen yöntemlerin yanısıra, etki atomik boyutta olduğu için ESCA, SEM, FTIR ve AFM gibi ileri enstrümental yüzey analiz teknikleri ile de belirlenebilmektedir.

Gupta ve ark., XPS, AFM ve ATR gibi ölçümlerden elde edilen sonuçların yüzey özellikleri hakkında bağımsız bilgiler verdiğini belirtmektedir. AFM yakın yüzey tekniği olmasına rağmen, XPS ölçümlerinde 4-6 nm'e kadar derinlikte ölçümler yapılmaktadır. ATR ölçümlerinde ise materyalin mikron derinliğindeki karakteristiği hakkında bilgi edinilmektedir. Yüzeyde meydana gelen fiziko-kimyasal değişiklikler bu incelemeler sonunda resimlendirilebilmektedir. Şekil 2.25'de XPS, AFM ve ATR tekniklerin ölçüm sınırları belirtilmektedir.

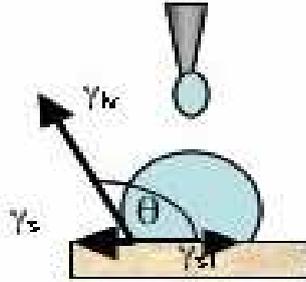


Şekil 2.25 Yüzey analiz tekniklerinin ölçüm sınırları (Gupta *et.al.*, 2000)

2.2.6.1 Temas açısı

Islanabilirlik sıvının katı yüzeyinde bulunma durumunu/yayılmasını belirlemektedir. Katı yüzeye bir damla bırakıldığında, damla ya aynen kalmakta, ya da kısmen veya tamamen yayılmaktadır. Şekil 19'da yüzeye bırakılan damlanın kohesiv ve dispersiv kuvvetleri görülmektedir. Damlanın durumu katı-sıvı ara yüzeydeki kuvvetlere bağlı olmaktadır. Ara yüzeydeki sıvı moleküllerinin adhesiv kuvvetleri $<$ katı-sıvı arasındaki kohesiv kuvvetleri ise, damla yüzeyde yayılırken, aksi durumda damlacık oluşmaktadır.

Yüzey ıslanabilirliğinin belirlenmesi için kullanılan yöntemlerden biri olan temas açısı, maddenin katı, sıvı ve gaz fazlarının bulunduğu noktadan damlaya çizilen teğetin eğimidir. Temas açısı 0° olduğunda sıvı tamamen yüzeyde yayılmakta, $\text{açı} > 90^\circ$ olduğunda ise yüzeyde damlacık oluşmaktadır. Temas açısı ölçümünde kullanılan sıvı su ise materyal hidrofil veya hidrofobik; yağ ise oleofilik veya oleofobik olarak adlandırılmaktadır. Temas açısını etkileyen faktörler yüzey gerilimi, sıvının viskozitesi, sıvının ıslatma hızı ve sıcaklığı olarak verilebilmektedir.



Şekil 2.26 Temas açısı (www.uweb.engr.washington.edu)

Temas açısı, katı yüzeyine damlatılan sıvının belli bir süre sonra boyutlarına bakılarak, farklı teknikler ile belirlenebilmektedir. Temas açısı çekilen resim üzerinden manuel olarak belirlenebileceği gibi, yüksek hassasiyette ölçüm yapan tekniklerde damlanın yansıtıldığı ekrandan temas açısı yazılım vasıtası ile de yapılabilmektedir. Şekil 2.27’de temas açısı ölçüm cihazı verilmektedir.



Şekil 2.27 Temas açısı ölçüm cihazı (www.ksvltd.com)

Materyallerin yüzey enerjileri, su, gliserin, formamid gibi farklı yüzey gerilimine sahip sıvılar ile temas açısı ölçülerek hesaplanabilmektedir. Yüzey enerjisi Fowkes yaklaşımı ile hesaplanmaktadır.

$$r_{sL} = \left[(r_s^d)^{1/2} - (r_L^d)^{1/2} \right]^2 + \left[(r_s^p)^{1/2} - (r_L^p)^{1/2} \right]^2 \text{ Fowkes eşitliği}$$

Young eşitliğine göre temas açısının 3 yüzey arası gerilimler ile olan ilişkisi verilmektedir:

$$\cos \theta = \frac{(r_s - r_{sL})}{r_L} \text{ Young eşitliği}$$

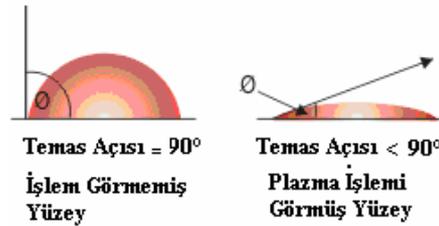
Young ve Fowkes eşitlikleri düzenlenerek yüzey enerjisi ile temas açısı arasındaki ilişki belirlenebilmektedir.

$$r_L(1 + \cos\theta) = 2(r_s^p r_L^p)^{1/2} + 2(r_s^d r_L^d)^{1/2}$$

θ : temas açısı, r_s, r_s^p, r_s^d : lifin toplam yüzey enerjisi, polar komponenti ve dispersiv komponenti, r_L, r_L^p, r_L^d , sıvının toplam yüzey enerjisi, polar komponenti ve dispersiv komponenti. Bu iki bileşenin de yüzey enerjisine katkısı olmaktadır (Liu and Lu, 2006).

Poliester, polipropilen ve polietilen gibi polimerler, yapılarında yeterli miktarda polar grup içermediğinden (örn. OH grubu) moleküller arasında çekim kuvvetleri daha düşük olmaktadır. Bu nedenle düşük yüzey enerjisine sahiptirler. Hidrokarbon molekülleri arasındaki zayıf çekim kuvvetleri nedeniyle polimerin sıvıya karşı tutumu genel olarak damlacık oluşturma şeklindedir.

Plazma işlemi ile yüzeyde oluşturulan hidrofil gruplar arasındaki etkin çekim kuvvetleri nedeniyle polimerik materyalin yüzey gerilimi artmaktadır. Yüzey gerilimi yüksek olan polimerik materyal kendinden daha düşük yüzey gerilimine sahip olan (su gibi) bir sıvı ile ıslanabilirliği artmaktadır. Temas açısı ile yüzeye bırakılan su damlasının yüzey ile yaptığı açı ölçülmektedir. Şekil 2.28'de yüzeye damlatılan su damlasının temas açısı görülmektedir.

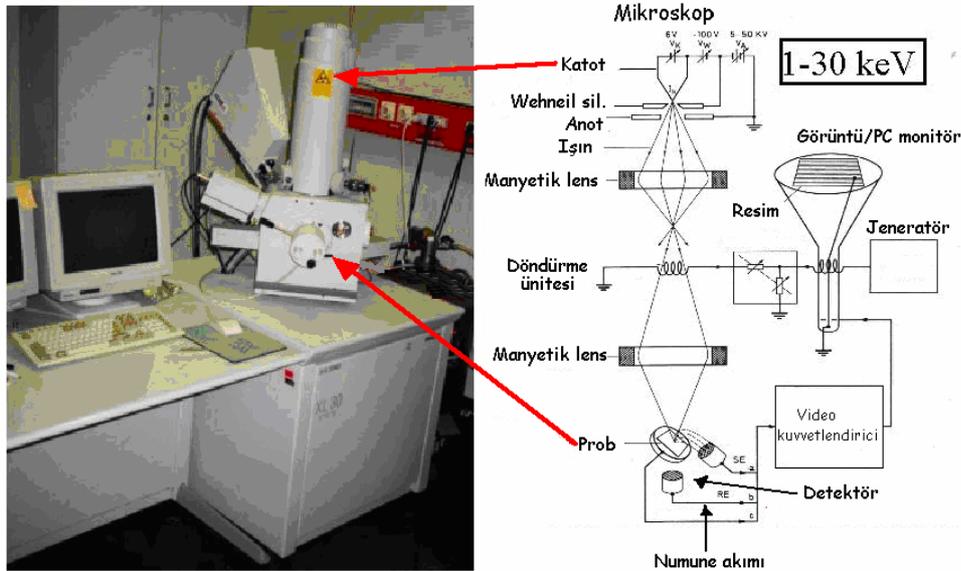


Şekil 2.28 Plazma işleminin yüzey gerilimine etkisi (Thorsen and Landwehr, 1970)

2.2.6.2 Taramalı elektron mikroskobu (SEM)

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 edilir.

Modern sistemlerde bu algılayıcılardan gelen sinyaller dijital sinyallere çevrilip bilgisayar monitörüne verilmektedir (www.istanbul.edu.tr).



Şekil 2.29 SEM cihazı ve kısımları (www.uni-tuebingen.de/elmi/Deutsch/3_Lehre/2_Elektronenmikroskopie/elmi/aufbaurem.jpg)

Taramalı elektron mikroskobu, optik kolon, numune hücresi ve görüntüleme sistemi olmak üzere üç temel kısımdan oluşmaktadır. SEM cihazının optik kolon kısmı, elektron tabancası (elektron demetinin kaynağı), anot plakası (elektronları numuneye doğru hızlandırmak için

yüksek gerilimin uygulandığı kısım), kondenser mercekleri (ince elektron demeti elde etmek için), objektif merceği (demeti numune üzerinde odaklamak için), objektif merceğine bağlı çeşitli çapta apatürler ve tarama bobinleri (elektron demetinin numune yüzeyini taraması için) yer almaktadır. Mercek sistemleri elektromanyetik alan ile elektron demetini inceltmekte veya numune üzerine odaklamaktadır. Tüm optik kolon ve numune 10^{-4} Pa gibi bir vakumda tutulmaktadır.

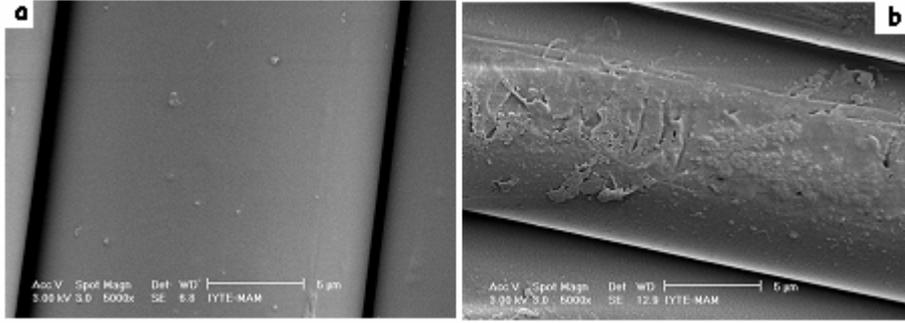
Görüntü sisteminde, elektron demeti ile numune girişimi sonucunda oluşan çeşitli elektron ve ışınları toplayan dedektörler, bunların sinyal çoğaltıcıları ve numune yüzeyinde elektron demetini görüntü ekranıyla senkronize tarayan manyetik bobinler bulunmaktadır.

Mikroskopta yapılacak incelemelerde numuneler genellikle inorganik ve organik olarak iki grupta toplanabilir. Ayrıca inorganik numuneler de metal ve metal-olmayanlar şeklinde iki gruba ayrılabilir. Metal numuneler iletken oldukları için yüzeyleri kaplama yapılmadan incelenebilir. Ancak metal olmayan yalıtkan numunelerin yüzeyleri en fazla 20 nm mertebesinde iletkenliği sağlayan altın veya karbon ile kaplanması gerekmektedir. Karbon kaplama genellikle X-ışınları ile yapılacak analizlerde uygulanır. Yüksek çözünürlüğe ve kontrasta sahip numune görüntüsü elde etmek için, incelenecek numuneler metal olsa bile yüzeylerine altın kaplama işlemi uygulanmaktadır.

Organik numunelerin incelenebilmesi için numunelerin yüksek vakuma dayanıklı olması gerekmektedir (www.istanbul.edu.tr/eng/metalurji/sem.htm).

Plazma işlemi görmüş materyallerin yüzeyinde meydana gelen değişiklikler SEM fotoğraflarından anlaşılabilir. Şekil 2.30'da plazma işlemi görmüş ve görmemiş poliester kumaşların SEM resimleri

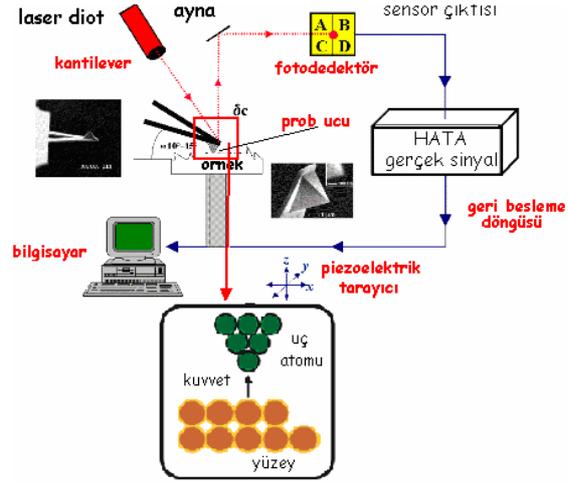
görülmektedir. İşlem sonunda materyalin yüzeyinde aşınma meydana geldiği görülmektedir.



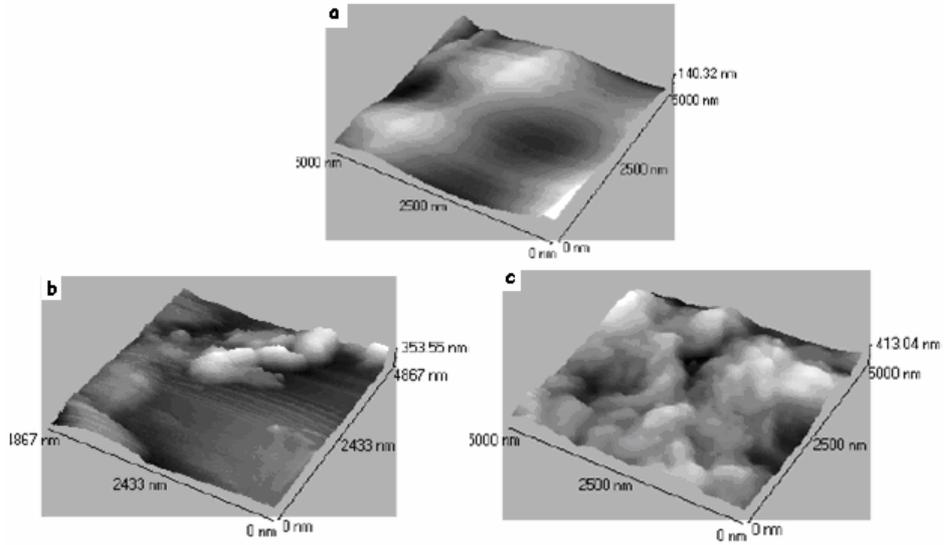
Şekil 2.30 a) İşlem görmemiş ve b) hava plazma işlemi görmüş poliester kumaşların SEM fotoğrafları

2.2.6.3 Atomik kuvvet mikroskobu (AFM)

1980'li yıllarda geliştirilen AFM'de iğne örnek üzerinde hareket ederken, iğne-örnek arasındaki itme ve çekme kuvvetleri ($10e^{-11} - 10 e^{-6}$ Newton) sayesinde ölçüm yapılmakta idi. İğne kantilever denilen bir yaya tutturulmuştur. Lazer kaynağından gelip kantileverden yansıyan ışın pozisyona duyarlı fotodetektöre gelmektedir. İki fotodiyotun sinyali arasındaki fark lazer spotunun pozisyonunu belirler. Bu kantileverin yükseklik bilgisi bilgisayara gönderilip x ve y pozisyonuna karşı kaydedilir ve 3 boyutlu veri kullanılarak topografik grafik görünümü elde edilir. AFM 10 pm çözünürlükte çalışır ve elektron mikroskoplarının aksine hava ve sıvı içinde örneklerle bakabilir. Şekil 2.31'de AFM'nin temel parçaları verilmektedir.



Şekil 2.31 AFM'nin şekli (web.mit.edu/cortiz/www/nanomechanics.html)



Şekil 2.32 a) İşlem görmemiş PP fiber, b) 3 dk oksijen plazma işlemi görmüş PP fiber, c) 5 dk oksijen plazma işlemi görmüş PP fiber (jit.sagepub.com/cgi/content/abstract/34/1/51)

2.2.6.4 Fourier transform infrared spektroskopisi (FTIR)

Fourier dönüşüm infrared spektroskopisi (FTIR), Fourier dönüşümünü kullanıldığı bir infrared (IR) spektroskopisidir.

IR spektroskopisi: Kırmızı ötesi (infrared) ışınması, elektromanyetik spektrumda görünür ve mikrodalga arasında kalan bölgedir ve 0.75-1000 μm arası dalga boylarında spektrumlar içermektedir. Infrared bölgesi, 0.75-2.5 μm arası yakın infrared, 2.5-15 μm arası orta infrared, 15-1000 μm arası uzak infrared olarak adlandırılmaktadır.

Infrared bölgesinde soğurma, madde moleküllerinin titreşim ve dönme hareketlerini uyarmaktadır. Bu nedenle titreşim spektroskopisi de denilmektedir. Infrared ışınmasının enerjisi, moleküldeki bağları bozmaya yetmez, elektronik uyarma da yapamaz; fakat atomların kütlelerine, bağların gücüne ve molekül geometrisine bağlı olarak bağların titreşme genleri artmaktadır. Kırmızı ötesi soğurma bantları olarak görülen titreşmeler, molekülde bağların ve atom gruplarının dipol momentlerinde değişme yapabilen titreşimlerdir.

Moleküller, üzerine düşen elektromanyetik enerjiyi absorblamaktadır. Enerji nedeniyle atomlar birbirine yaklaşır veya uzaklaşırken, aralarındaki açı da değişmektedir. Her bir moleküldeki bağlar, açılar ve atomlar farklı olduğu için, titreşim enerjileri birbirinden farklı olmaktadır.

Bir molekülün infrared ışınlarını absorplayabilmesi için, dönme ve titreşim hareketleri sırasında dipol momentlerinde değişim olması ve infrared ışınlarının frekansının, moleküllerinin titreşim frekansına eşit olması gerekmektedir. N_2 , O_2 , Cl_2 gibi homonükleer ve CCl_4 gibi simetrik moleküllerde titreşim ve dönme hareketi sırasında dipol momentlerinde değişim görülmediği için infrared ışınlarını soğuramamaktadırlar. Bu moleküller hariç diğer tüm moleküller infrared ışınlarını soğurmaktadır. Infrared ışınlarını soğuran maddelere *IR aktif maddeler* denmektedir.

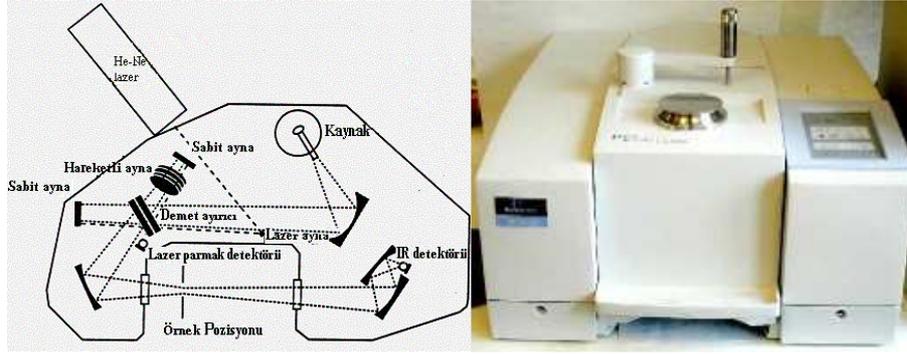
IR (titreşim) spektroskopisinde, ışınlar dalga boyları ile değil, dalga sayılarıyla belirlenmektedir. Optik izomerler dışında her bileşiğin titreşim spektrumları birbirinden farklıdır. Infrared spektroskopisinde, orta infrared bölgesinden (2500-25000 nm) yararlanılmaktadır. Bu aralık, dalga sayısı cinsinden $400-4000\text{ cm}^{-1}$ 'e karşılık gelmektedir.

Infrared spektroskopisi ile katı, sıvı, gaz ve çözelti formundaki örneklerden ölçüm alınabilmektedir. IR spektroskopisi ile, bileşik yapısı veya yapısındaki değişiklik hakkında bilgi edinilmektedir.

IR spektrumunda $600-1200\text{ cm}^{-1}$ bölgesi, küçük yapısal değişikliklerin incelendiği parmak izi bölgesi, $1200-3600\text{ cm}^{-1}$ bölgesi fonksiyonel grup bölgesi olarak adlandırılmaktadır. Parmak izi bölgesindeki soğurma bantları, tek tek fonksiyonel gruplardan çok molekülün tümünün titreşmesine (iskelet titreşmeleri) aittir ve iki bileşiğin aynı olup olmadığını anlamak için incelenmektedir (Erdik, 1993; www.kimyaevi.org; www.en.wikipedia.org).

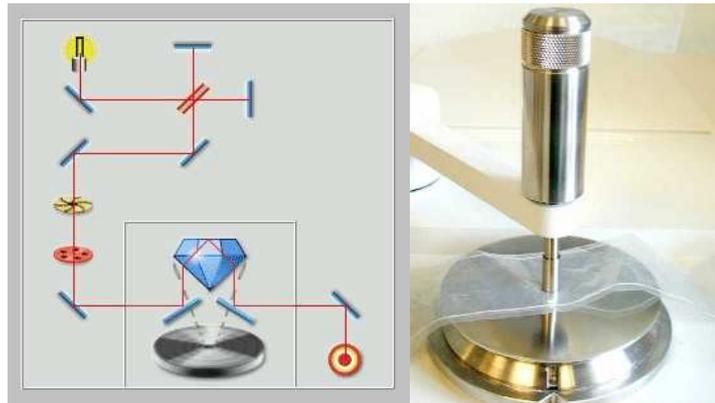
FTIR spektroskopisi: Bir çeşit IR spektroskopisi olan FTIR'da, dönüşüm fonksiyonu sayesinde fonksiyonlar, çeşitli frekansta sinüs ve kosinüs fonksiyonları toplamı şeklinde yazılabilmektedir.

Diğer spektroskopik yöntemlerde ışın şiddeti, frekans ve dalga boyunun bir fonksiyonu olarak alınırken, FTIR zamanın bir fonksiyonu olarak alınmaktadır. Işık kaynağından yayılan IR ışınları, bir dalga boyu ayırıcısından geçmeden örnek ile direk etkileşmektedir.



Şekil 2.33 FTIR'ın şematik gösterimi ve resmi
www.columbia.edu/ccnmtl/draft/dbeeb/chem-udl/spectrometer.html;
www.sintef.no/content/page1_4520.aspx)

ATR/FTIR (Attenuated Total Reflectance Fourier Transform Infrared Spectroscopy): Ölçüm, çalışma ve değerlendirilmesi, FTIR spektroskopisi ile aynı olan bir IR spektroskopisidir. Tekniğin farkı, ön işlem gerekmeden direk olarak numunenin Şekil 2.34'de görülen prob altına yerleştirilerek ölçüm yapılabilmesidir.



Şekil 2.34 ATR-FTIR'in çalışma prensibi ve prob düzeniği
www.sintef.no/content/page1_4520.aspx)

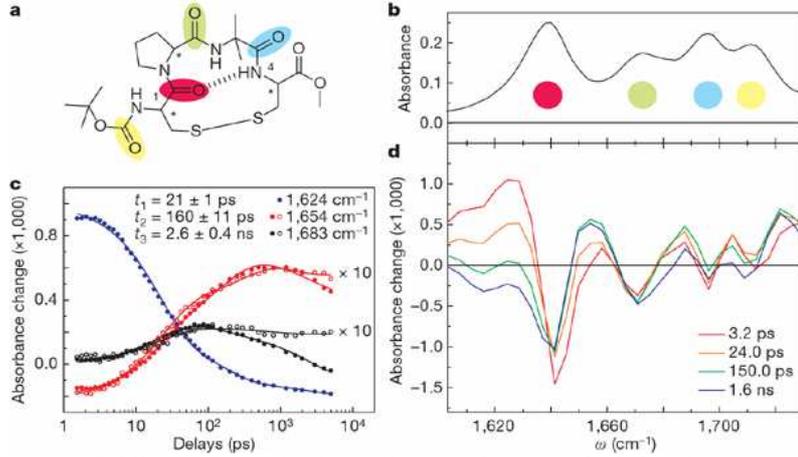
FTIR spektroskopisinde katı, sıvı, gaz ve çözelti formunda ölçüm yapılabilmektedir.

Katı formundaki ölçümlerde, toz formundaki numuneler için KBr ile basınç altında pelet oluşturulurken, film veya kumaş gibi numunelerde, direk ATR'den ölçüm alınmaktadır.

Sıvı ve gaz formunda yapılan ölçümlerde, havası boşaltılmış hücreler kullanılmaktadır.

Çözelti formundaki ölçümlerde ise, karbondioksit, kloroform, karbondisülfür, sikloheksan, benzen ve tetrakloretilen gibi her yerinden ışığı geçirebilen çözücüler kullanılmaktadır (www.en.wikipedia.org, www.sintef.no).

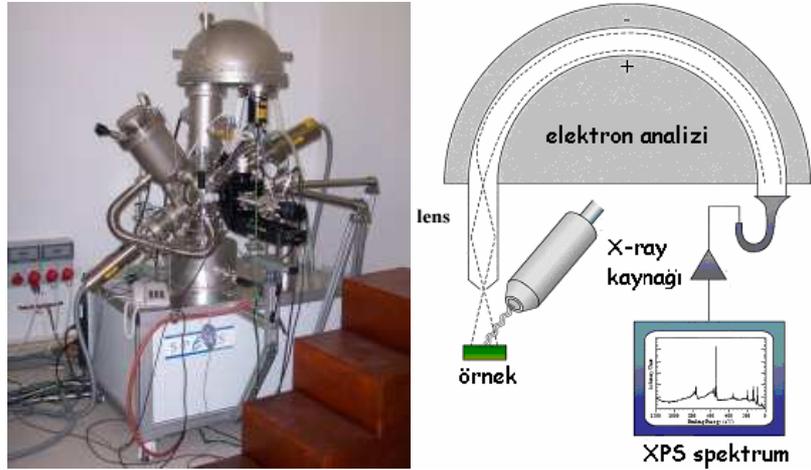
Şekil 2.35'de, disülfid bağlı tetrapeptid halkasının (a) kimyasal yapısı görülmektedir. Intramoleküler hidrojen bağları renkli olarak verilmiştir. Peptid bağlarına ait amid I bölgesinde Fourier dönüşüm absorpsiyon spektrumu ve peptid bağının renkli bölgelerine ilişkin bantlar Şekil 2.35 (b)'de verilmektedir. Şekil 2.35 (c)'de, belirlenen spektra pozisyonlarının dinamiği gösterilmektedir. Çizgiler, 3 exponansiyelin ortalamasının zamana bağlı değişimini göstermektedir. Düşük konsantrasyonlu ölçüm sonuçları 10 kat büyütülerek verilmektedir.



Şekil 2.35 FTIR'da absorpsiyon ve dönüşüm fonksiyonları (www.nature.com/nature/journal/v444/n7118/fig_tab/nature05352_F1.html)

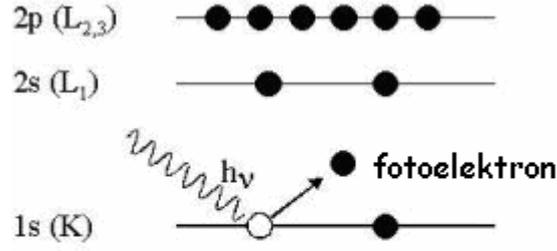
2.2.6.5 X-ray spektrofotometresi (ESCA/XPS)

ESCA, polimer yüzeylerin detaylı kimyasal analizi için kullanılmaktadır. Materyal, enerjili X-ışınlarına maruz bırakılır ve yüzeyden elektron uzaklaştırılır. Elektronun enerji analizi fotoelektronların bağlanma enerjisini belirlemektedir. Fotoelektron pikinin yoğunluğu ve bağlanma enerjisinden, yüzeydeki elementler (hidrojen ve helyum hariç), kimyasal yapıları ve elementlerin miktarları, bağlanma şekillerinin yanında, yüzeyin elektriksel özellikleri ve fonksiyonel gruplar hakkında bilgi edinilebilmektedir. Şekil 2.36'da ESCA cihazı ve çalışma prensibi görülmektedir.



Şekil 2.36 ESCA cihazı ve şematik gösterimi
(www.merkeziLab.odtu.edu.tr/rd/trk/anasayfa/cihazlar/s/kaes.php)

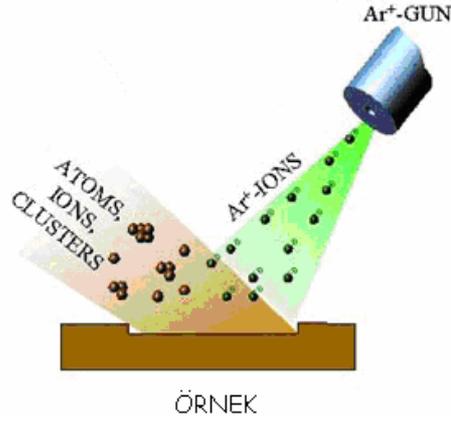
Fotoelektronların yayılımı Şekil 2.37'de görülmektedir. Yayılan elektronların enerjisi, element yapısı ve bağları hakkında bilgi vermektedir.



$$E_k = h\nu - E_B - \phi_s - V$$

Şekil 2.37 Fotoelektronların yayılması

ESCA analizlerinde materyal enerjili X-ışınlarına maruz bırakılmakta ve yüzeyden elektron uzaklaştırılmaktadır, bu durum Şekil 2.38'de verilmektedir. Yüksek enerjili argon iyonları, numune yüzey atomlarını, iyonlarını ve demetlerini uzaklaştırmaktadır.



Şekil 2.38 İyonların materyal yüzeyini aşındırması
(www.tut.fi/index.cfm?MainSel=10775&Sel=11345&Show=14209&Siteid=119)

XPS analizlerinde ölçümler 100 Å'luk derinlikte yapılabilmektedir. Ölçümlerden önce numune argon gibi bir gazla, yüzeyde 1-5 nm derinlikte bir temizleme işlemine tabi tutulmaktadır.

C1s ve N1s piklerinin ana bileşenleri ve bağlanma enerjileri Çizelge 2.6 ve 2.7’de verilmektedir.

Çizelge 2.6 C1s pikinin ana bileşenleri ve bağlanma enerjileri (Köhler *et.al.*,2001)

Fonksiyonel Grup	Bağlanma Enerjisi (eV)
\underline{C} -C ve \underline{C} -H	285.0
\underline{C} -(NR ₂)	285.9
\underline{C} -(NR ₂) ₂ veya \underline{C} =N veya \underline{C} -O	286.5-287
\underline{C} -(NR ₂) ₃ veya \underline{C} ≡N veya \underline{C} =O veya N- \underline{C} =O	287.7-288.1
\underline{O} -C=O veya N-CO ₂ veya N-CO-N	289.3-289.6

Çizelge 2.7 N1s pikinin ana bileşenleri ve bağlanma enerjileri (Köhler *et.al.*,2001)

Fonksiyonel grup	Bağlanma enerjisi (eV)
C=N	398.3
H-(NR ₂) ve/veya NR ₃	399.0
H ₂ N-R ve/veya O=C-N ve/veya C≡N ve/veya N-CO-N	399.6-399.8
O=C-N-C=O ve/veya O=C(O)-N ve/veya C=N-OH	400.3-400.6
C-N=O	402.5

2.2.7 Tekstil endüstrisi için plazma sistemleri

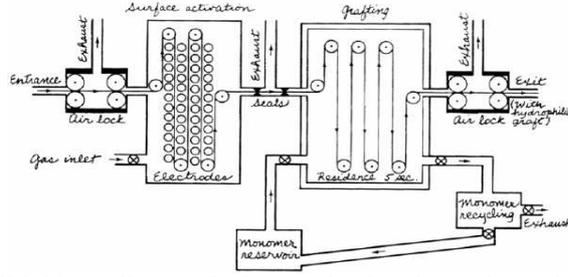
2.2.7.1 Tekstil uygulamaları için alçak basınç plazma sistemleri

Soğuk plazmalar, endüstriyel uygulamalarda çok fazla kullanılmasına rağmen, düşük basınç vakum sistemleri (indüktif ve kapasitif) işleme ilave maliyet getirmesinin yanında, sınırlı miktarda materyal işlendiği için üretim miktarı oldukça düşüktür.

2.2.7.1.1 Vakum odalarında sürekli plazma işlemleri

Vakum ortamında ilk sürekli plazma işlemi 1971 yılında Bradley tarafından tekstil uygulamasında kullanılmıştır (Bradley and Fales, 1971). Surface Activation Corporation (USA) tarafından dizayn edilen plazma

sisteminde, aktive edilme ve monomer ile işlemin, sağlandığı iki odadan oluşmakta ve sistem sürekli olarak çalışmaktadır.



Şekil 2.39 Bradley tarafından yapılan sürekli aşılama sistemi

1990'lı yılların başlarında Sando Works Ltd. (Uzu, Wakayama, Japan), dokuma kumaşların haşılانmasında ve haşılın sökülmesinde kullanılan sürekli soğuk plazma sistemini geliştirmiştir (sando.co.jp).

Rakowski (Łódz Textile Institute, Poland) yünlü materyallerde çekmezlik ve boyama için sürekli plazma sistemini dizayn etmiştir (Rakowski, 1989, 1997).

Vohrer (Fraunhofer IGB, Stuttgart, Germany) tekstil, metal ve membran sistemleri için yarı sürekli vakum plazma sistemini geliştirmiştir (Vahree 1997, 1998).



Şekil 2.40 Yarı-kontinü plazma sistemi (Vohrer et al., 1998)

Vakum odalarının oluşturulması oldukça pahalı ve büyük metrajlarda uzun süre gerektiği için bu sistemlerin ticari olarak kullanımı yaygınlaşmamıştır.

2.2.7.1.2 Vakum odalarında roll-to-roll plazma işlemleri

UPCH-140 yarı kontinü plazma sistemi tekstil endüstrisi için 1986 yılında geliştirilmiştir (Rakowski 1997; Rybkin et. al., 1997).

LPCH-180SH ve KPR-180 makineleri yün baskıcılığı için geliştirilmiş olmakla birlikte, Rusya'da Pavlovo Posad Shawl Manufactory Company'de çalıştırılmaktadır. Tekstil materyali, film, nonwoven ve kompozit materyal için KPR-270 modeli Tecnoplasma S.A. tarafından geliştirilmiştir. Son zamanlarda, H.T.P. Unitex (Italy) ürün lisansını almış ve bu sistemleri üretmeye başlamıştır (www.htpunitx.com).

Polypas (Emmerthal, Germany) boyama, haşıl sökme ve kimyasal bitim işlemlerinden önce yüzey aktivasyonu ve temizlemesi için roll-to-roll plazma sistemini geliştirmiştir (www.polyplas.de).

Vakum plazma sistemleri endüstriyel olarak üretilip kullanılmasına rağmen, bazı sınırlamalara sahiptir. Bunlar;

- Diğer işlemlerden artan kirliliklerin uzaklaştırılması için vakum odası ve elektrotların temizlenmesi,
- Her bir plazma sisteminin bir uygulama için kullanımının tercih edilmesi,
- Vakum odalarında plazma sistemlerinin kontinü bir hat için uygun olmaması,
- Banyo proseslerinin yüksek üretimli kontinü prosesler için uygun olmaması,
- Bir önceki işlemde kalan kirlilik etkisini önlemek için sürekli olarak kumaş tutumuna dikkat edilmesi,

- Vakum parçalarının pahalı, yüksek enerji tüketimine sahip olması ve işlem maliyetinin yüksek olması olarak sayılabilir.

2.2.7.2 Tekstil uygulamaları için atmosferik basınç plazma sistemleri

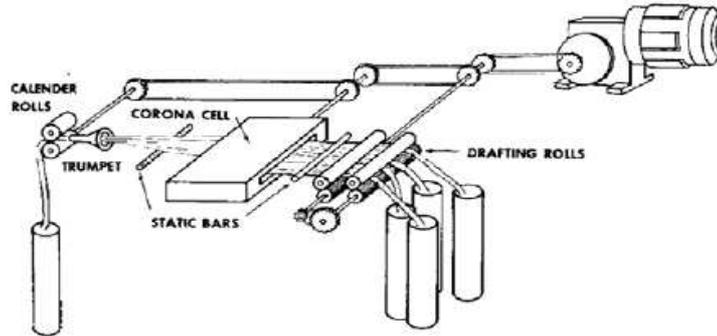
Düşük basınç plazma sistemlerinin dezavantajları ışığında, tekstil endüstrisinde atmosferik basınç plazma sistemlerine olan ilgi artmıştır.

Tekstil endüstrisi için mevcut olan atmosferik basınç plazma sistemleri glow deşarj sistemleridir. Atmosferik basınçta korona, dielektrik bariyer deşarj (DBD) ve atmosferik basınç glow deşarj olmak üzere üç temel glow deşarj sistemi vardır.

Yeterli süre verilmesi durumunda vakum ortamında elde edilen etkiler atmosferik basınçta da elde edilebilmektedir.

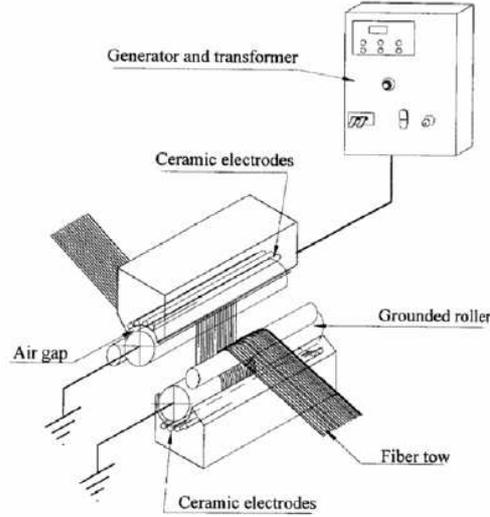
2.2.7.2.1 Korona sistemler

Korona sistemler atmosferik basınçta üretilebildiği için tekstil endüstrilerinde kullanılabilir. Korona sistemlerin yüksek hızlarda kitle üretimi için kullanılan örnekleri bulunmaktadır. Korona sistem ile ilk yapılan çalışmalardan birisi yün ve mohair topalarının keçeleşmezliğinin sağlanması ile ilgilidir (Thorsen 1968; Thorsen and Landwehr 1970).



Şekil 2.41 Kontinü korona deşarj sistem (Youngblood and McCarthy, 2001)

Sherman (Treaters Co. Oxon, UK) sürekli korona sistemini lif çekim ünitesinden çıkan polipropilen liflerin yüzey modifikasyonunu sağlamak için kullanmıştır (Hautojärvi and Laaksonen 2000). Liflere sürtünme, antistatik ve hidrofillik özellik kazandırıldığından lif üretimine maliyet getiren ve lif performansını etkileyen bitim işlemi miktarı azaltılabilmektedir.



Şekil 2.42 Polipropilen lifler için sürekli korona sistemi (Hautojärvi and Laaksonen 2000)

2.2.7.2.2 Atmosferik basınç glow deşarj (APGD)

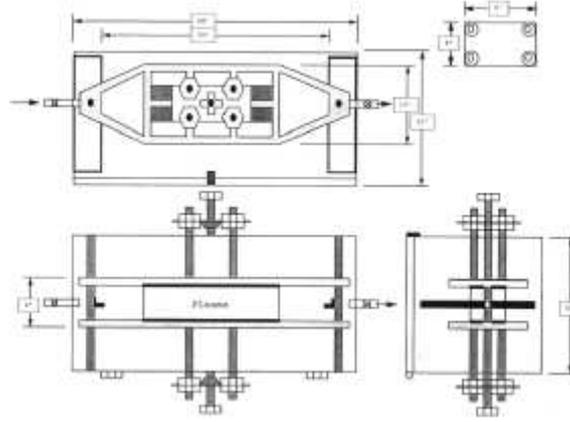
Atmosferik basınçta homojen ve stabil plazma 1998 yılında üretilebilmiştir (Kanazawa *et.al.*, 1988). Bununla birlikte, plazma koşullarına dikkat edilmemesi durumunda bu deşarj ark deşarja dönüşebilmektedir.

Yokoyama ve ark. düzlemsel fırça stilli üst elektrot kullanarak, yeni bir atmosferik basınç plazma cihazı geliştirmişlerdir (Kanazawa *et.al.*,

1988). Bu yeni cihaz ile organik filmlerde vakum plazma ile elde edilen sonuçlar ile aynı etkiler elde edilmiştir.

Roth ve arkadaşları geliştirdikleri üniform atmosferik glow deşarj plazma (OAUGDP, One Atmospheric Uniform Glow Discharge Plasma) cihazını tekstil materyallerini modifiye etmek ve sterilizasyon amaçlı kullanmışlardır (Tsai *et.al.*, 1997; Montie *et. al.*, 2000).

North Caroline State Üniversitesinde endüstriyel uygulamalar için bir APGD cihazı olan PALADIN geliştirilmiştir. Bu cihaz kapasitif olarak RF güç kaynağı ile çalışmaktadır (Ngo *et.al.*, 1998).



Şekil 2.43 Paladin'in şematik resmi (Ngo *et.al.*, 1998)

Son yıllarda atmosferik basınç plazma sistemlerinin üretimi Japonya ve AB'de olmasına rağmen, tekstil uygulamaları için dünyada tek APGD üreticisi Dow Corning Plasma Solutions'dır. APGD'nin modellerinden birisi olan AP-100 üniform glow deşarj üretimi için uygundur ve sürekli sistemde 60 m/dk'lık hızla çalışılabilmektedir (Hwang 2003).

Dow Corning Plasma Solutions'ın ürettiği APGD cihazı, İsviçre'de Institute of Fiber and Polymer Technology Research'de polimer kaplamalarda adhezyonu geliştirmek için, otomobil tekstillerinde yüzey

modifikasyonu için, selüloz esaslı materyallere hidrofobluk kazandırmak ve polimer materyallere adhezyonunu geliştirmek için kullanılmaktadır (Hwang 2003).

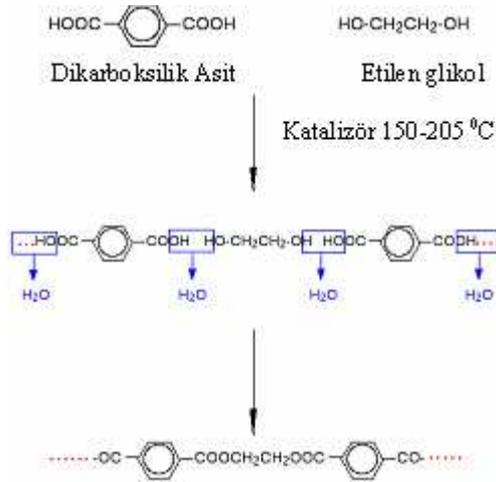
Kirchhoff GmbH&Co'da (Almanya) çekmezlik bitim işlemi için kullanılmaktadır. İspanya'daki Polisilk S.A. polipropilen esaslı kaplamalarda kullanılmaktadır (Hwang 2003).

2.3 Sentetik Lifler

Çalışmada kullanılan sentetik esaslı poliester, polipropilen, poliamid ve akrilik lifleri hakkında kısaca bilgi verilecektir.

2.3.1 Poliester lifleri

Yapısında ester bağı içeren polimerik materyallerdir. Yaygın olarak etilen glikol (etan 1,2-diol) ve tereftalik asitin (1,4-dikarboksilik asit) polikondenzasyonu ile üretilmektedir.



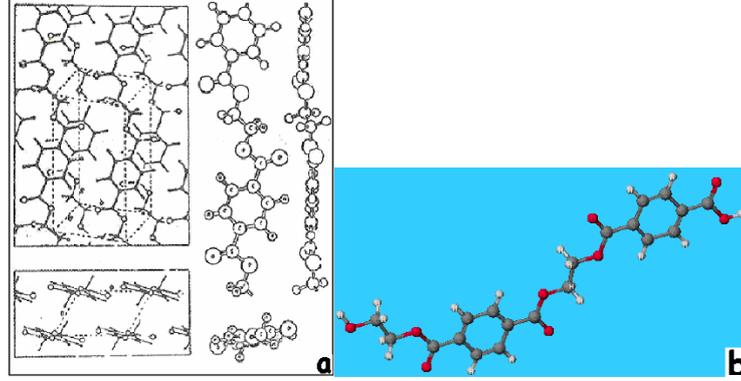
Şekil 2.44 Poliester üretim şeması

Şekil 2.44'de görüldüğü gibi asit grubu ile hidroksil grubu arasından bir mol su açığa çıkararak ester bağları oluşmakta ve poliester

sentezlenmektedir

([www.chemguide.co.uk/organicprops/esters/polyesters.html#top](http://www.chemguide.co.uk/organicprops/esters/polyesters.html#top;);

Seventekin 2003).



Şekil 2.45 Poliester liflerinin kristalit yapısı ve poliester makromolekülünün uzayda yerleşimi (www.engr.utk.edu/mse/pages/Textiles/Poliester%20fiber.html; www.elmhurst.edu/~chm/onlcourse/chm110/outlines/topic5.html)

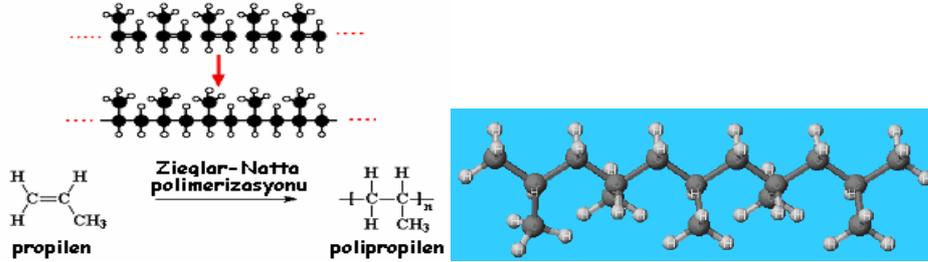
Tipik olarak poliester % 50 kristaliniteye sahiptir ve poliester liflerin kristalizasyonunu birim hücrenin yapısı ve benzen zincirlerinin yerleşimine bağlıdır

(www.engr.utk.edu/mse/pages/Textiles/Poliester%20fiber.htm).

Poliester liflerinde hidrofil gruplarının az olması, bu liflerin hidrofob bir karakterde olmasına neden olmaktadır. Poliester liflerinin sıkı bir moleküler üstü yapıya sahip olması ve yapısında bulunan benzen halkaları nedeniyle poliester mamuller kaynama sıcaklıklarında boyamak mümkün olmamaktadır. Bu nedenle poliester mamuller ya HT koşullarında ya da carrier olarak adlandırılan difüzyon hızlandırıcılar kullanılarak kaynama sıcaklıklarında boyanmaktadır. Ancak kullanılan yöntemlerin pahalı ve çevreye zararlı etkilerinin olması nedeniyle poliester boyamacılığında kaynama sıcaklığında boyama yapılacak alternatif işlemler denenmektedir. Plazma işlemi ile yapılan yüzey modifikasyonları ile bu liflerin hidrofilliğinin ve boyanabilme özelliğinin geliştirilmesine çalışılmaktadır.

2.3.2 Polipropilen lifleri

Polipropilen, propilenin Ziegler-Natta katalizörü veya diğer katalizörler bulunması durumunda polimerizasyonu ile elde edilmektedir.



Şekil 2.46 Polipropilen üretimi ve uzayda yerleşimi

(www.elmhurst.edu/~chm/onlcourse/chm110/outlines/topic5.html)

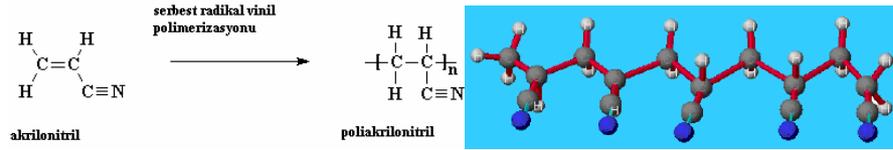
Şekil 2.46'da görüldüğü gibi, propilen monomeri üç boyutlu olarak bulunmaktadır. Buna göre CH₃ grupların uzayda bağlanma şekline göre isotaktik, sindiotaktik ve ataktik polipropilen olarak adlandırılmaktadır.

CH₃ gruplarının hepsinin aynı yönde yerleşmesi durumunda isotaktik polipropilen, rastgele bir yapıda yerleşmesi durumunda ataktik polipropilen, zincir yapısı boyunca düzenli olarak yerleşmesi durumunda ise sindiotaktik polipropilen üretilmektedir. Lif endüstrisi için isotaktik polipropilen kullanılmaktadır (Seventekin 2003).

Hidrofob karakterli metil gruplarından oluşan polipropilen liflerinde hidrofil grup bulunmadığı için bu materyaller hidrofob karakterdedirler ve bilinen tekstil terbiye işlemleri polipropilen materyallerin terbiyesinde ve boyanmasında kullanılamamaktadır. Bu nedenle polipropilen materyallerin fonksiyonelleştirilmesinde ve boyanmasında plazma teknolojisi oldukça fazla kullanılmaktadır.

2.3.3 Poliakrilonitril (akrilik) lifleri

Poliakrilonitril polimeri, akrilnitril monomerinin radikal zincir polimerizasyonu ile elde edilebilmektedir. Polimerizasyon sırasında metil akrilat, vinil klorür ve metil metakrilat gibi monomerler kopolimer olarak kullanılmaktadır (Seventekin 2003).

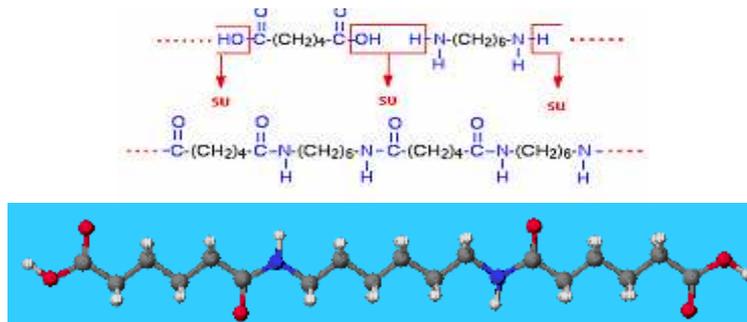


Şekil 2.47 Poliakrilonitril polimerizasyonu ve uzayda yerleşimi

Hidrofil yapıda olan akrilik liflerin boyanması klasik tekstil terbiye işlemleri ile yapılabilmektedir. Ancak genel olarak üst giysilikte kullanılan poliakrilonitril kumaşların en önemli dezavantajlarından birisi pillinglenme eğilimidir. Yaş tekstil terbiye işlemleri ile pilling problemi çözülmesine karşın kuru bir sistem olan plazma teknolojisinin alternatif olacağı düşünülmektedir.

2.3.4 Poliamid lifleri

Yapısında amid grubu içeren polimerlerdir. Zincir yapısına bağlı olarak poliamid 6.6, poliamid 6 gibi farklı poliamid lifleri vardır.



Şekil 2.48 Poliamid 6,6 ve uzayda yerleşimi
(www.chemguide.co.uk/organicprops/amides/polyamides.html#top)

Kompozit materyal üretiminde oldukça fazla kullanılan poliamid liflerinin yüzey enerjisi düşük olduğu için reçineye olan adhezyonu da oldukça düşüktür. Adhezyon özelliğini iyileştirebilmek için yüzey enerjisi ve yüzey gerilimini değiştirmek gerekmektedir. Adhezyon özelliğini geliştirmek için kromik asit gibi toksik çözümler kullanmak yerine, çeşitli plazma işlemleri uygulanabilmektedir. Ayrıca plazma işlemi ile PVA haşılı kolaylıkla uzaklaştırılabildiğinden su tüketimi fazla olmadan poliamid kumaşlarda haşıl sökme işleminde de kullanılabilir (Canup, 2000).

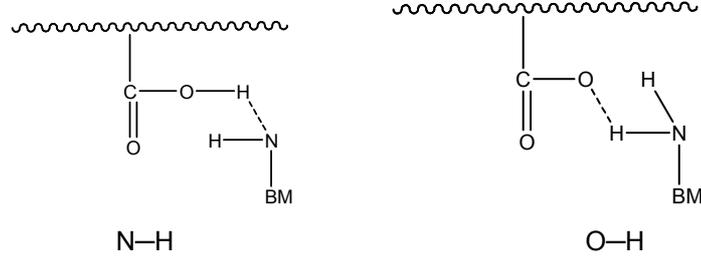
2.4 Boyarmaddelerin Genel Özellikleri

Çalışmada kullanılan boyarmaddeler hakkında kısa bir bilgi verilmesinde yarar bulunmaktadır.

2.4.1 Asit boyarmaddelerin genel özellikleri

Asit boyarmaddeleri kimyasal yapıları bakımından anyonik boyarmaddeler grubuna girmektedir. Genel formülleri $BM-SO_3Na$ (BM: boyarmadde, renkli kısım) şeklinde yazılabilen asit boyarmaddeler, molekülde bir veya birden fazla ($-SO_3H$) sülfonik veya ($-COOH$) asit grubu içermektedirler. Renkli kısım anyonik yüklüdür ve bu anyonların life, afiniteleri asit anyonlarından fazla olduğu için, asit anyonlarını liften, elyaftan ayırarak bağlanmaktadır. Bu boyarmaddelere, asit boyarmaddeleri denilmesinin nedeni, uygulamanın asidik ortamda yapılması ve hemen hepsinin organik asitlerin tuzları olmasıdır. Sülfonik asit grubu içeren direkt, bazı metal kompleks ve reaktif boyarmaddeler de anyonik yapıdadır; fakat farklı yöntemler ile boyama yapıldığından, asit boyarmaddeleri sınıfına girmezler. Asit boyarmaddeleri ile lif ilişkisi iyonik bağ şeklindedir. Anyonik karakterleri nedeniyle asidik ortamda

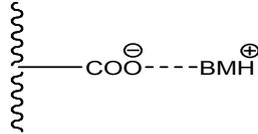
lifteki (+) yüklü amonyum gruplarına elektrostatik çekim kuvvetleri ile bağlanabildikleri gibi, Van der Waals kuvvetleri ve H-köprüleri ile de bağlanabilmektedir.



Monosulfonat, disulfonat, polisulfonat tipi boyarmaddelerin yalnız liflere bağlanabilecek miktarları değil, lifler tarafından alınma hızları da farklılık göstermektedir. Monosulfonat tipi boyarmaddeler daha hızlı bir şekilde alınmaktadır.

2.4.2 Bazik boyarmaddelerin genel özellikleri

Organik bazların hidroklorürleri şeklinde olup, katyonik grubu renkli kısımda taşırlar. Pozitif yük taşıyıcısı olarak N ve S atomu içerirler. Yapılarından dolayı bazik (Proton alan) olarak etki ettiklerinden, anyonik grup içeren liflere bağlanmaktadır. Molekülün çözünürlüğünü sağlayan grup olarak bir bazik grup (örneğin $-\text{NH}_2$), asitler ile tuz teşkil etmiş halde bulunur. Lif boyarmadde ilişkisi iyoniktir; boyarmadde katyonu, lifin anyonik grupları ile tuz oluşturmaktadır. Bunun yanında boyama işlemlerinde Van der Waals ve hidrojen köprüleri de etkili olmaktadır.



Elektrostatik çekim kuvveti

Çok parlak ve yüzeysel boyama gerçekleştirilmektedirler. Katyonik boyaların ışık haslıkları yeterli değildir, sürtünme haslıkları düşüktür, bronzlaşma yaparlar. En büyük özellikleri çok iyi tonlama yapmalarıdır. Işık haslığı 3-4 arasında olan bazı boyalar üretilmektedir.

2.4.3 Dispers boyarmaddelerin genel özellikleri

Tüm sentetik lifler ile asetat liflerin, boyayabilen dispersiyon boyarmaddeleri suda bilinen anlamda çözünmezler. Lifin boyanması boyarmaddenin sulu süspansiyon içinde yapılmaktadır. Pigment boyarmaddeleri gibi tamamıyla çözünmez olmadıklarından, boyama sırasında banyoda eser miktarda çözünmüş halde bulunmaktadırlar. Boyarmadde lif tarafından çekildiğinde, aynı miktar boyarmadde yeniden dispersiyon çözeltiye geçmektedir. Bu olay boyama işlemi boyunca devam etmektedir. Bu boyarmaddelerin sudaki az miktardaki çözünürlükleri, moleküllerinde non-iyonik fakat su ile ilişkiye girebilen -OH veya -NH₂ gibi grupların bulunmasından ileri gelmektedir.

Dispersiyon boyarmaddelerinin (%50'si mono-, %10'u di- olmak üzere) %60'ı azo ve %25'i antrakinon bileşikleridir. Bunlardan sarı kırmızı ve turuncu olanları azo benzen türevleridir. Anyonik mono azo boyarmaddelerinin aksine, dispersiyon boyarmaddelerinde benzen türevleri kenetleme bileşeni olarak kullanılmaktadır. Bunlardan N-(2-hidroksietil-) ve N-(2-metoksietil) anilinler özellikle uygundur. Çünkü bunlardan elde edilen maddelerin boyama için gerekli eser çözünürlükleri vardır. Di azo bileşeni olarak, nitrodiazobenzenler de, kullanılırsa da bu bileşiklerin yüksek sıcaklıklarda patlama tehlikeleri söz konusudur. Son yıllarda dispersiyon boyarmaddelerin sentezinde di azo ve kenetleme bileşeni olarak heterosiklik bileşiklerin kullanılması büyük önem kazanmıştır. Elektrolitik reaktif olarak 2- aminotiazoller, 2-

aminobenzotiazoller, 2- aminoizotiazoller 5- aminopirazoller, bunların yanında kenetleme bileşeni olarak da 5- pirazoller, 2- metilindol, 2- fenilindol, imidazol ve piridon kullanılmaktadır.

Poliesterin boyanmasında en çok kullanılan boyarmaddeler dispers boyarmaddelerdir. Dispers boyarmaddelerin dengede iken lif üzerine alınmaları gayet iyidir. Fakat lif içine difüzyon oldukça yavaştır. Öyle ki dengeye varmak için gerekli olan zaman çok fazla olduğundan bu koşullar altında boyama pratik değildir. Normal basınç altında çalışan ve maksimum 100 ° C kadar ısınan cihazlarda poliesterin ancak difüzyon hızı yüksek olan küçük molekülü dispers boyarmaddelerle açık ve orta şiddetteki renklere boyanması mümkündür.

Poliester liflerinin dispers boyarmaddelerle boyanması Carrier (Keriyer), HT (High Temperature) ve Termosol metoduna göre üç farklı şekilde yapılabilmektedir.

Carrier yöntemiyle poliester liflerinin boyanması:

Akrilik ve poliester gibi sentetik liflerin yoğun ve sık düzenlerinden dolayı camlaşma sıcaklığının altında bunları boyanmaları zordur. Camlaşma sıcaklığı 60-80 ° C'dir. Bu sebeple ya yüksek sıcaklık kullanılmalı ya da düşük moleküler ağırlıklı bileşikler ki bunlar carrier olarak adlandırılırlar ilave edilerek boyanma oranı artırılabilir. O-fenilfenol, metil naftalen, bifenil ve klorlanmış benzen gibi bileşikler çok sık kullanılan carrierlerdir.

HT yöntemiyle poliester liflerinin boyanması

Koyu renkler bu metoda göre carriersiz boyanabilmektedir. Normal basınç altında boyama yapıldığında yalnız küçük molekülü

boyarmaddeler kullanılabilir. 120- 130° C'deki boyamalarda kullanılan daha yüksek molekül ağırlıklı boyarmaddeler süblimleşemediklerinden daha iyi sonuçlar verirler. Düzgün boyanması güç boyarmaddelerle çalışıldığında boyamanın 130°C'da yapılması gerekmektedir. Temperaturün yükselmesiyle migrasyon artacağından düzgünleşme meydana gelmektedir.

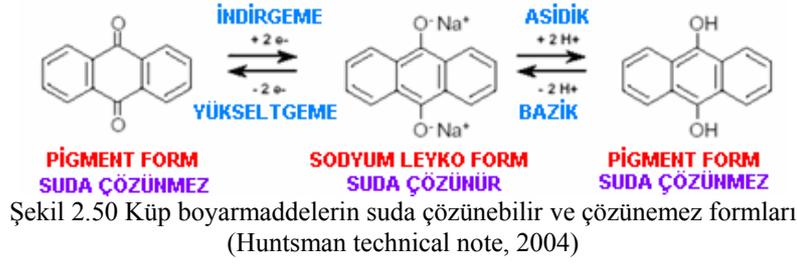
Termosol Yöntemiyle Poliester Liflerinin Boyanması

Bu yöntem poliester veya poliester ile diğer lif karışımlarından yapılan kumaşların boyanmasında kullanılan kontinü metot olup, kumaşın dispers boyarmadde ile fularlanmasına dayanmaktadır. Bunu kurutma işlemi izlemektedir. Kurutma esnasında lif yüzeyine boyarmadde partiküllerinin yapışmasıyla bir film tabakası oluşmaktadır. Kurutulan kumaş 30-60 saniye, 180-220°C'da ısıtıldığında lif yüzeyine yapışmış olan boyarmadde partikülleri lif içine difüzlenererek fikse olur. Kurutma için infrared kurutucu veya kurutma silindirleri kullanılabilir. (www.angelfire.com/ns/adem/boyanmasi.html).

2.4.4 Küp boyarmaddelerin genel özellikleri

Selülozik materyallerin boyanmasında kullanılan küp boyarmaddeleri, karbonil grubu içeren, suda çözünmeyen boyarmaddelerdir ve pigment formunda ortak bir kimyasal yapıya sahiptirler. Oksijen atomuna çift bağ ile bağlanmış bir veya daha fazla karbon atomu çifti içerirler. Küp boyarmaddeler indirgeme ile suda çözünür hale getirilirler ve bu durumda, life çektirilirlen. Daha sonra oksidasyon ile yeniden çözünmez hale getirilir. İndirgenme sonucu boyarmadde molekülündeki keto grubu fenol grubuna dönüşür. Sodyum

leyko bileşiği kuvvetli alkali ortamda iyonize olarak negatif yüklü bir boyarmadde anyonunu vermektedir. Meydana gelen sodyum leyko bileşiğinin direkt boyarmaddeler gibi elyaf afinitesi yüksektir.



Küp boyarmaddelerde çok az istisnalar olmasına rağmen antrakininon ve indigo boyarmaddeleri olmak üzere iki kimyasal gruba ayrılmaktadırlar.

Bu boyarmadde grubu; pamuk, keten ve rayon için kullanılan boyarmadde grubudur. Aynı zamanda yün, naylon, poliester, akrilik ve modakrilik liflerine mordan kullanılarak uygulanabilirler (www.uni-regensburg.de).

2.5 Tezin Amacı

Yapılan çalışmada poliester, poliamid, polipropilen ve poliakrilonitril kumaşlara atmosferik basınç plazma işlemi uygulanarak, hidrofilitik, boyanabilirlik, haslığa etkileri ve kumaş özelliklerine etkileri araştırılmıştır.

Çalışmada plazma işleminde hava ve argon gazları ile çeşitli monomerler kullanılmış ve işlem kontinü olarak uygulanmıştır. Bu amaçla öncelikli olarak daha önce yapılan çalışmalarda kullanılan monomerlerden toksik etkisi olmayanlar ile birlikte yeni belirlenen monomerler kullanılmıştır.

Çalışmada akrilik asit, akrilamid, etilendiamin, trietilentetraamin, hegzametilendisiloksan ve guanidin fosfat monobazik monomeri ve 6-aminohegzanoik asit bileşiği kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan sentetik liflerin bazik boyarmaddeler ile boyanabilirliğini artırmak için, akrilik asit, hegzametilendisiloksan ve 6-aminohegzanoik asit; asit boyarmaddeler ile boyanabilirliğini artırmak için, etilendiamin, trietilentetraamin, 6-aminohegzanoik asit, hegzametilendisiloksan, guanidin fosfat monobasik, akrilamid bileşik ve monomerleri kullanılmıştır.

3. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ

Su gereksiniminin olmaması, işlemin gaz fazında gerçekleşmesi, kullanılan kimyasal madde miktarının çok az olması, kısa işlem süresi, endüstriyel atığa sebep olmaması, tekstil materyalinin mekanik özelliklerine zarar vermemesi, işlemin sadece lif yüzeyinde etkili olması ve enerji tasarrufu sağlaması gibi avantajları nedeniyle tekstil materyallerinin terbiyesinde vakum ve atmosferik plazma teknolojisi kullanılmaktadır.

Plazma işlemleri hem doğal hem de sentetik esaslı tekstil mamullerine fonksiyonellik kazandırmak amacıyla ön terbiyeden bitim işlemlerine kadar birçok alanda denenmiştir.

3.1 Doğal Liflerde Plazma Teknolojisinin Kullanımı

3.1.1 Doğal liflerde vakum plazma teknolojisinin kullanımı

Vakum plazma sistemleri selülozik materyallerin hidrofilliğini artırmak, haşılını sökmek, materyallere su iticilik, kir iticilik, antimikrobiyellik, güç tutuşurluk, buruşmazlık vb. özellikler kazandırmak; protein esaslı materyallerin iplik eldesi sırasında verimini artırmak, hidrofilliğini artırmak, daha iyi çekmezlik elde etmek, boyanabilme ve basılabilme özelliğini geliştirmek, mekanik özelliklerini iyileştirmek için kullanılabilir.

Pamuklu materyallerde vakum plazma ile yapılan ilk çalışmalarda, işlem süresinin artışı ile materyalin kopma mukavemetinin arttığı bulunmuştur (Stone and Barrett, 1962).

Kubota ve ark. argon plazma işleminden sonra pamuğun reaktif ve direk boyarmaddeler ile boyanabilirliğinin azaldığını göstermektedir (Kubota and Emori, 1994).

Plazma işlemleri ile haşıl sökme sırasında, plazmanın iki etkisi gözlenmektedir. İlk olarak, plazmanın aşındırma etkisi ile haşıl molekülleri parçalanmakta ve küçük moleküllü bileşiklere (gaz halinde) dönüşmektedir. İkinci olarak, zincir bölünmesi veya çapraz bağlanma ile, haşıl molekülleri hidrofilye hale gelmektedir. Hidrofilye grupların artması ile haşılın yıkama çözeltisinde çözünürlüğü artmakta, böylece materyal üzerinden uzaklaştırılması kolaylaşmaktadır. Haşıl sökme işlemi için oksijen plazmasının, hava ve azot plazmadan daha etkili olduğu belirtilmektedir. Tomasino ve ark. roll-to-roll düşük basınç plazma sistemini haşıl sökme için kullanmıştır (Tomasino *et.al.*, 1995).

1996 yılında direk ve asit boyarmaddeler ile yapılan çalışmada, boya alımındaki azalmanın, liflerin boyanabilir amorf bölgesinde meydana gelen aşınma nedeniyle kristalin bölgede meydana gelen artmadan kaynaklandığı ifade edilmiştir (Yoon *et.al.*, 1996).

Pamuklu materyallere vakum plazma işlemi ile akrilamid ve akrilnitril monomerleri aşılandığında materyalin hidrofilyliği artarken, elektriksel direncinde belirgin bir azalma meydana geldiği bildirilmektedir (Bhat and Benjamin, 1999).

Kuo, PET ve PET/CO karışımı kumaşların haşılını sökmek için plazma işlemini kullanmıştır (Kuo, 1999).

Plazma işlemi ile enzim işleminin kombine olarak kullanılması durumunda pamuklu materyallerin boya veriminde artma meydana gelmektedir (Yoon *et.al.*, 1999; Wong *et.al.*, 2000).

İpek materyallere vakum plazma işlemi ile akrilik amid monomeri aşılandığında, materyalin hidrofilyliği artmaktadır (Zhang, 1997).

Yünlü materyallerin terbiyesinde oksijen plazma işlemi yünlü kumaşların mukavemetini etkilemeden materyalin ağartılmasında ve

çekmezlik bitim işleminde kullanılabilir (Lee and Pavlath, 1972). Yünlü materyalin yüzey kimyasında meydana gelen değişiklikler çekmezlik özelliğinin artmasına yardımcı olmaktadır (Gregorski *et.al.*, 1980; Hesse *et.al.*, 1995). Plazma işlemi sırasında yüzeyde meydana gelen aşınmalar sürtünme katsayısında azalmaya neden olurken, çekmezliğin artmasını sağlamaktadır (Kan *et. al.*, 1999).

3.1.2 Doğal liflerde atmosferik plazma teknolojisinin kullanımı

Yüksek yatırım maliyeti gerektiren ve kitle üretimine uygun olmayan vakum plazma sistemleri yerine atmosferik plazma işlemlerinin kullanılmasına ilişkin doğal lifler ile yapılan pek çok araştırma bulunmaktadır.

Atmosferik helyum plazma pamuklu materyal üzerindeki PVA haşılı sökülmesinde kullanılmıştır.

Korona ile işlem görmüş pamuk ipliklerinin iplik dayanımı ve iplik bükümü arasındaki ilişki incelendiğinde düşük bükümlerde işlem süresinin artışı ile mukavemetin arttığı belirtilmiştir (Abbott and Robinson, 1977; Abbott 1977).

Thorsen, korona işleminin örgü kumaşların sertliğini, ipliklerin eğrilebilirliğini, kumaş ve ipliğin mukavemetini artırdığını belirlemiştir ancak sebebini tam olarak açıklayamamıştır (Thorsen, 1971).

McCord ve ark. florokarbon fonksiyonel grubun ($-CF_3$) su iticiliği artırmada önemli bir rol oynadığını bulmuştur (McCord *et.al.*, 2002).

Kassanbeck endüstriyel olarak ilk kez korona plazma işlemini yünlerin çekmezlik bitim işlemi için kullanırken (Kassanbeck, 1964), Thorsen ve ark. 1970'li yıllarda yünün çekmezlik bitim işleminde plazmanın kitle üretiminde kullanılabileceğini göstermiştir (Thorsen *et.al.*, 1970). 1993 yılında yapılan çalışmada helyum/argon ve aseton/argon

plazma işlemi ile de yeterli çekmezlik sağlanmıştır (Tokine *et.al.*, 1993). 1993 ve 1998 yılında yapılan çalışmalarda atmosferik plazmanın da vakum plazma kadar yünün çekmezlik bitim işleminde etkin olduğunu göstermiştir (Wakida *et.al.*, 1993; Nakashima *et.al.*, 1998).

Plazma polimerizasyonu, klorlama ve bu işlemlerin kombinasyonları yünlü materyallerin hem boyanabilirliğini hem de çekmezliğini geliştirmektedir (Kan *et.al.*, 1994).

Plazma işlemi görmüş yünlü kumaşların asit boyarmaddeler ile boyanabilirliğinin arttığı belirtilmektedir. Çalışmada plazma işlemi ile daha yüksek boya fiksesi, daha hızlı ve daha düzgün boya alımı sağlanabildiği gösterilmektedir (Kan *et.al.*, 1994; Hocker *et.al.*, 1994; Kan *et.al.* 1998, 1999). Plazma işlemi görmüş yün kumaşlarda kütikula tabakasının degradasyonu ve daha hidrofil bir lif yüzeyi, lifin boyarmaddeye afinitesinin artmasına neden olmaktadır (Kan *et.al.*, 1998).

3.2 Sentetik Liflerde Plazma Teknolojisinin Kullanımı

3.2.1 Poliester liflerde vakum plazma teknolojisinin kullanımı

3.2.1.1 Hidrofilite

Polimerik materyallerde hidrofilite artışı oksijen içeren plazmalar ile kolaylıkla elde edilebilmektedir. Ancak hava ile temas ettikten sonra hidrofilite değişmektedir. Tekstil uygulamalarında hidrofilitenin stabil kalması ancak plazma aşısı polimerizasyon tekniği ile elde edilebilmektedir. Bradley tarafından 1971 yılında hidrofilliği artırmak için ilk kez plazma aşısı polimerizasyonu kullanılmış ve monomer olarak da akrilik asit monomeri kullanılmıştır (Bradley and Fales, 1971).

Wrobel ve ark. poliester kumaşlara azot, oksijen, hava, karbondioksit ve amonyak plazma işlemi uygulamış ve işlem koşulları ve

gazına bağlı olarak değişen yüzey modifikasyonu ve hidrofilitik elde etmişlerdir. En iyi sonuçlar azot, hava ve oksijen plazma ile elde edilmiş ve soğuk plazma işleminin kumaşların nem tutma miktarını çok fazla değiştirmedeği belirtilmiştir (Wrobel *et.al.*, 1978).

Vakum ortamında argon plazma işlemi görmüş poliestere kumaşlara akrilik asit monomeri aşılanmış ve poliestere kumaşların temel özellikleri değişmeden pamuk kadar hidrofil olması sağlanmıştır. Akrilik asit aşılanmış poliestere kumaşların yıkama dayanımları da iyileşmiştir (Rakowski *et.al.*, 1982).

Hinotsu, N-vinilpirolidon monomeri aşılanarak poliestere kumaşlara hidrofilitik kazandırılabilceğini bildirmiştir (Hinotsu 1985).

1988 yılında, Inagaki ve arkadaşları gaz fazındaki nitroetan ve nitropropan gibi nitro bileşiklerini plazma aşısı polimerizasyonunda kullanarak PET kumaşların kapilaritelerini artırmıştır (Inagaki and Yasukawa, 1988).

Hsieh ve ark. poliestere kumaşların hidrofilitliğini geliştirmek için, dimetil sülfoksit (DMSO), dimetil formamid (DMF) ve piridin çözeltileri ile muamele edilmiş kumaşlara argon plazma işlemini uygulamışlardır. DMSO, piridin ve DMF poliestere kumaşların hidrofilitliğini artırmaktadır. Hem solvent hem de plazma işlemi uygulandığı zaman hidrofilitikte daha belirgin bir artma gözlenmiştir. Plazma ile işlem sonrası poliestere yüzeyinde aşınmalar meydana geldiği belirtilmiştir (Hsieh *et.al.*, 1989).

1991 yılında, Lai ve ark. tarafından 2-hidroksi etil metakrilat (HEMA) ve metil metakrilat (Lai *et.al.*, 1991) ve 1999 yılında ise Gancarz ve ark. tarafından akrilik asit monomerleri hidrofilitliği artırmak için plazma aşısı polimerizasyonunda kullanılmıştır (Gancarz *et.al.*, 1999).

Argon plazma işlemi görmüş PET filmler hava ortamında oksijene maruz bırakılmış ve yüzey özellikleri incelenmiştir. Plazma işlemi ile yüzeyde oksijen içerikli fonksiyonel gruplar üretilmekte, ancak zamanla temas açısında artma meydana gelmektedir (Gupta *et.al.*, 2000).

PET membranların hidrofillik performansını geliştirmek için, argon veya oksijen plazma ile PET membran yüzeyinde uyarılmış gruplar oluşturulmakta ve daha sonra plazma ortamına alilamin ve akrilik asit buharı gönderilerek monomer aşılması gerçekleştirilmektedir. XPS analizlerinde materyal yüzeydeki oksijenin genel olarak karbonil grubu şeklinde olduğu görülmüştür. Belirli bir depolama süresinden sonra bile hidrofillik kalıcı olmaktadır (Toufik *et.al.* 2002).

Ar/He (15/85) gaz karışımı kullanılarak glow deşarj işlemi görmüş poliester örme kumaşlara akrilik asit aşılanmış ve hidrofilliği incelenmiştir. Plazma işlemi ile C-H ve C-C zincirlerinde bozulma meydana gelmekte ve polimer hava ile temas ettirildiğinde yüzeyde oluşan radikaller oksijen ile reaksiyon vermekte, hidroperoksit ve peroksit meydana gelmektedir. Aşılanan monomer miktarı 30s işlem süresinde maksimum pik yapmakta, daha sonra işlem süresi artışı ile azalmaktadır. Bunu sebebinin istenmeyen aşınma, çapraz bağlanma ve lif yüzeyindeki degradasyon ile yeterli derecede aktive yüzey oluşturulamaması olarak belirtilmektedir.

Maksimum monomer aşılması ile yüksek hidrofillik elde edilmiştir. Plazma ve aşılama işlemi sonrası materyalin yüzeyinin daha pürüzlü bir yapı kazandığı belirtilmektedir (Cuong *et.al.*, 2002).

Yapılan bir çalışmada, farklı işlem koşullarında RF hava plazma işlemi görmüş poliester liflerinin hidrofilliğinin belli oranda arttığı, en iyi ve sürekli hidrofillik değerlerinin yüksek işlem güçlerinde ve negatif

polarizasyonda işlem görmüş numunelerde elde edildiği belirtilmiştir. RF plazma ile yüzeyde aşındırma ve aktive edilmiş yüzeyler arasında çapraz bağlanma meydana geldiği belirtilmiştir (Riccardi *et.al.*, 2003).

Vakum argon, hava ve helyum plazma kullanılarak poliester film, 11 tex poliester liflerden ve 15 tex poliester mikrofiberden üretilmiş kumaşlar modifiye edilmiştir. Vakum glow deşarj plazma işlemi görmüş poliester film ve liflerin yüzey enerjisi artmaktadır. Mikroliflerin basılabilirliğini geliştirmektedir (Kabajev *et.al.* 2004).

Başka bir çalışmada, SiCl_4 plazma işlemi ile poliester kumaşların yüzeyine önemli miktarda silikon ve oksijen içeren gruplar aşılandığı belirtilmiştir. Yüksek reaktivliğe sahip olan SiCl_x gruplarının büyük bir kısmının, ortamda bulunan nem nedeniyle Si-OH gruplarına dönüştüğü ve polimer yüzeyindeki oksijen miktarının artıp, karbon miktarının azaldığı gözlenmektedir (Campagne ve ark. 2005).

Poliester ve meta-aramid dokusuz kumaşlar vakum RF oksijen plazma ile işlem görmüş ve hidrofillikleri incelenmiştir. Aditiflerin kapilariteye olan etkisini incelemek amacı ile farklı miktarda aditif içeren ve plazma işleminden önce temizleme işlemi görmüş kumaşlara ard arda 3 kapilarite testi uygulanmıştır. Ard arda yapılan bu 3 kapilarite testi ile aditiflerin oksijen plazma işleminden sonra hidrofilliğe olan etkisi incelenmiştir. Plazma işlemi lif yüzeyinden daha fazla aditifler modifiye edildiğinden yıkama ile kolaylıkla uzaklaştırılmakta böylece etki kalıcı olmamaktadır (Verschuren *et.al.* 2005).

3.2.1.2 Boyama

Düşük basınç plazmalar çeşitli şekillerde tekstil materyallerinin boyanabilirliğini geliştirmek için kullanılmaktadır:

a) Boyama öncesi polimerize olmayan gaz ile plazma işlemi (Sarmadi and Kwon, 1993; Kan *et.al.* 1999; Kubota and Emori, 1994; Yoon *et.al.*, 1996; Wong *et.al.*, 2000; Hocker *et.al.*, 1994; Kan *et.al.* 1998a; Kan *et.al.*, 1998b; Grzegorz *et.al.*, 1983; Okuno *et.al.*, 1992; Sarmadi *et.al.*, 1996; Wakida *et.al.*, 1994, Wakida *et.al.*, 1996, Wakida *et.al.*, 1998; Yip *et.al.*, 2002),

b) Boyama öncesi plazma ile aşı polimerizasyonu (Byrne and Brown, 1972; Macoveanu *et.al.*, 1985; Sarmadi *et. al.*, 1993; Park *et.al.*, 1996; Oktem *et.al.*, 1999; Seto *et.al.*, 1999; Park and Jin, 2001),

c) Boyalı kumaşın aşındırılması (Ryu *et.al.*, 1992; Wakida *et.al.* 1995; Kobayashi *et.al.*, 1995),

d) Boyanmış kumaş üzerine anti yansıtıcı tabaka kaplama (Rabe *et.al.*, 1994; Lee *et.al.*, 2001).

Byrne ve Brown, plazma ile akrilik asit aşılansmış poliester kumaşların kir iticilik ve bazik boyarmaddeler ile boyanabilirliğini artırdığını göstermiştir (Byrne and Brown, 1972).

Soğuk benzidin plazma kullanılarak %100 PP, PES, PA ve doğal-sentetik lif karışımlarının boyanmasında meydana gelen ton farklılıkları ortadan kaldırılmakta ve tere, yıkamaya ve sürtünmeye karşı haslıkları geliştirilmektedir. Diazolama reaksiyonları ve elektron mikroskobu ile kumaş üzerinde oluşturulan tabakada aromatik amin gruplarının bulunduğu belirtilmektedir. Materyal üzerine soğuk plazma ile benzidin aşılandıktan sonra azo ve kaplama reaksiyonları ile boyarmaddenin kimyasal olarak bağlanması sağlanmaktadır. PP kumaşlar ve karışımları azo boyarmaddeleri ile boyanmış, kumaşların yıkama ve ter haslıklarının iyi olduğu belirtilmiştir (Macoveanu ve ark., 1985).

PET kumaşlara farklı plazma koşullarında O₂ ve CF₄ ile plazma işlemi uygulandığında, kumaş yüzeyinde florlama ve oksidasyon meydana

gelmektedir. Boyamalar asit, bazik ve dispers boyarmaddeler (carriersız) ile yapılmış ve bazik boyarmaddeler ile sonuç elde edilebildiği belirtilmiştir (Sarmadi and Kwon, 1993).

SiCl_4 plazma ile PET materyal üzerine SiCl_x^+ (özellikle SiCl_3^+ katyonu) katyonları implante edilmektedir. SiCl_x^+ katyonları kolaylıkla Si $(\text{OH})_x$ gruplarına dönüşmektedir. $\text{Si}(\text{OH})_x$ grupları polimerik materyal yüzeyine asidik bir özellik kazandırırken bazik boyarmaddeler ile boyanabilirliğini artırmaktadır. İşlem gücü, basıncı ve işlem süresi materyalin yüzeyinde meydana gelen atomik bileşeni etkilemektedir (Sarmadi *et.al.*, 1996).

Poliester dokusuz yüzeylerin dispers ve asit boyarmaddeleri ile boyanma özelliklerini geliştirmek amacıyla farklı çalışma koşullarında SO_2 , O_2 , N_2 , H_2 , He, $(\text{CO}_2+\text{O}_2+\text{He})$, $(\text{He}+\text{O}_2+\text{CF}_4)$, $(\text{N}_2+\text{NO}+\text{He})$, $(\text{He}+\text{O}_2)$, (SO_2+O_2) , $(\text{N}_2+\text{He}+\text{H}_2)$ ve $(\text{He}+\text{N}_2+\text{O})$ plazma işlemleri uygulanmıştır. SO_2+O_2 ve $\text{N}_2+\text{He}+\text{H}_2$ plazma işlemleri ile PET kumaşların asit boyarmaddeler ile boyanabilirliğinin arttığı belirtilmiştir. Plazma işlemi sırasında işlem gazına bağlı olarak farklı fonksiyonel gruplar oluşmaktadır. $(\text{N}_2+\text{He}+\text{H}_2)$ plazma ile işlem gördüğü zaman azot içerikli fonksiyonel gruplar meydana gelirken, (SO_2+O_2) plazma işlemi ile oksijen ve oksijen sülfür içeren fonksiyonel gruplar meydana gelmektedir. Oksijen daha reaktif olduğu için (SO_2+O_2) plazma işlemi ile elde edilen renk koyuluğu, derinliği ve parlaklığının daha fazla olduğu belirtilmiştir (Zhang *et.al.*, 2000a).

Akrilik asit, argon, su, hava ve oksijen plazma işlemi görmüş PET ve PA 6.6 kumaşların hidrofiliğinde iyileşme görülmüştür. İşlem görmüş kumaşların bazik boyarmaddeler ile boyanabilirliği gelişirken, kir iticilik özelliğinde de iyileşme sağlanmıştır (Oktem ve ark. 2000).

Park ve ark. PET lif yüzeyinde oluşan –COOH grupların boyarmadde alımının artmasının sebebi olduğunu belirtmişlerdir. Plazma işlemi ile PET kumaş yüzeyine akrilik asit aşılması durumunda (yüzeyde oluşturulan –COOH grubu sayesinde) PET kumaşlara, daha yüksek hidrofilitik ve bazik boyarmaddeler ile boyanabilme özelliği kazandırılmaktadır (Park and Jin, 2001).

Plazma polimerizasyonu ile kumaş üzerine kaplanan anti-yansıtıcı tabaka sayesinde boyanmış kumaşların renk derinliğinde artma gözlenmektedir (Lee *et.al.*, 2001).

İşlem süresinin artması, mamule transfer olan ısı enerjisini artırmaktadır. Bunun yanında işlem sırasında meydana gelen gerdirme etkisi ile N₂+He+H₂ plazma işlemine maruz kalan numunelerin kristalinitesinde artma meydana geldiği; bu yüzden kumaşların carriersız dispers boyarmaddeler ile boyanabilirliğinin düştüğü belirtilmiştir (Zhao ve ark., 2003).

UHMWPE (ultra-high density polyethylene), HDPE (high density polyethylene), LDPE (low density polyethylene), PS (polystyrene), PMP (polymethylpentene), PTFE (polytetrafluoroethylene) gibi yapısında oksijen içermeyen, PA 6, PA 6,6, PA 12, PET gibi yapısında oksijen içeren filmler, PA 6 ve PET dokuma kumaşlara atmosferik hava dielektrik bariyer deşarj işlemi uygulanmış ve benzer sonuçlar elde edilmiştir. Hidrofilite ölçümleri filmlerde temas açısı, kumaşlarda emicilik testi ile ölçülmüştür. Tekstil materyalleri gibi gözenekli yapılarda işlem her iki yönde de etkili olmaktadır (Borcia *et.al.*, 2003).

Poliester film üzerine pulse plazma ile maleik anhidrid aşıl原因 olarak karboksil grup miktarı artırılmış ve yüzeyin fonksiyonelleştirilmesi sağlanmıştır. AFM analizlerine göre işlemsiz poliester filmin yüzeyi düz

görünürken, plazma ve aşılama işleminden sonra yüzey pürüzlülüğünde artma meydana gelmektedir. Plazma işleminden sonra film yüzeyindeki oksijen içeriğinde artma olduğu XPS analizi ile belirlenmiştir. İşlem görmüş materyal yüzeyinde oluşan karboksil grup miktarı Toluidine Blue O (TBO) boyarmaddesi ile yapılan boyama ile belirlemiştir (Hu et. al., 2003).

Farklı koşullarda akrilik asit, hava, su, argon ve oksijen plazma PET ve PA liflerin bazik boyarmaddeler ile boyanabilirliğini geliştirmek için kullanılmıştır. Hidrofillik ile paralel şekilde boyama koyuluğunda artma gözlemlendiği bildirilmiştir (Kang and Sarmadi, 2004b).

Poliester kumaşların hidrofilliğini ve boyanabilme özelliğini geliştirmek için düşük basınç N_2H_8 , $O_{90}A_{10}$, $A_{90}O_{10}$, $N_{83}H_7O_{10}$, $O_{90}H_9O_1$, $O_{90}M_{10}$, $N_{93}H_7M_{10}$, $M_{90}N_9H_1$ (N: azot, A: argon, O: oksijen, M: metan, H: hidrojen) plazma işlemleri uygulanmıştır. Farklı gazlar ile işlem görmüş poliester kumaşların yüzey morfolojilerinin farklı olduğu belirtilmiştir. Plazma işlemi sırasında materyalin yüzeyinde meydana gelen kimyasal ve fiziksel aktivasyonlar ile materyalin yüzey enerjisi artmakta dolayısı ile hidrofilliği iyileşmektedir. Oluşan grupları belirlemek için Reactive Black boyarmaddesi ile boyamalar yapılmıştır. Reactive Black boyarmaddesi ($-OH$) ve ($-NH_2$) grupları ile bağ yapmaktadır. En iyi hidrofilite $N_{83}H_7O_{10}$ plazma gazı ile elde edilmiştir. Plazma işlemi ile materyal yüzeyinde meydana gelen porlar sayesinde poliester kumaşın hidrofilliği geliştiği düşünülmektedir (Costa *et.al.*, 2005).

Hava (reaktif gaz) ve argon (inert gaz) RF plazma işlemi görmüş poliester liflerin boya alımı incelenmiş ve boya alımındaki artış topografik özellikler ve kimyasal yüzey bileşimi açısından değerlendirilmiştir. Plazma işleminden sonra poliester kumaşın hidrofilliği

iyilemiştir. Boyamada elde edilen renk veriminin plazma işlem parametrelerine bağlı olduğu belirtilmektedir. Plazma gücü arttıkça renk verimi artmasının sebebi, plazma ortamındaki elektron ve yüklü parçaların polimer modifikasyonunda rol oynamasındandır. Plazma ortamında güç artışı ile elektron yoğunluğu lineer olarak artarken, iyon yoğunluğu karekökü ile orantılı olarak artmaktadır. Gaz basıncı arttıkça, plazma ortamında meydana gelen aktif ürün miktarı artmaktadır. İşlem süresi artışı ile boya alımında artış meydana gelmektedir. Plazma işlemi görmüş materyalin renk verimindeki artış, XPS ve AFM analizi ile belirlenen materyalin kimyasal ve fiziksel değişimi ile açıklanabilmektedir. İşlem görmüş ve görmemiş numunelerin AFM sonuçlarına göre renk verimindeki artış, plazma işlemi görmüş materyalin yüzey pürüzlülüğünde ve yüzey alanındaki artmaya bağlı olmaktadır. Yüzeyde oluşan mikrokraterler ışığın yansımalarını azalttığı için rengin daha koyu görünmesine yol açmaktadır. Artan yüzey alanı boyarmadde çözeltisi ile temas eden yüzey miktarını artırmaktadır. Argon plazma işlemi sırasında, yüksek atomik kütleye sahip olan argondan iyonik türlere aktarılan enerji miktarı fazla olmakta, dolayısı ile aşınma ve temizleme meydana gelmektedir. Aynı plazma koşullarında argon plazma işlemi ile hava plazmadan daha pürüzlü bir yüzey elde edilmekte, ve toplam yüzey alanı daha fazla olmaktadır. Argon plazma işlemi görmüş materyalin XPS analizinde çıkan azotun, plazma ortamında kalan havadan kaynaklandığı belirtilmektedir (Raffale-Addama *et.al.*, 2006).

Mikrodalga argon plazma işlemi görmüş polikarbonat, polipropilen ve PET örneklerin hidrofilitikleri ve yüzey özellikleri XPS, SEM ve temas açısı ölçümleri ile değerlendirilmiştir. İşlem sonunda en yüksek oksijenlenme oranı ve en düşük temas açısı polipropilen materyallerde

gözlenmiştir. Yapılan analiz sonunda materyalde bulunan C—O grubunun temas açısı üzerine önemli bir etkisi olmadığı, gruplar arasındaki polarite farkından dolayı, temas açısında meydana gelen azalmada anahtar faktör olarak C=O grubu olduğu belirtilmektedir. Argon plazma işleminin materyal yüzeyinde bulunan aktif tür üzerinde yapılandırma ve zarar verme olmak üzere iki yan etkisi bulunmaktadır. İşlem gücü arttığı zaman aktif tür artışı yavaşlamakta ve plazmanın zarar verme etkisi daha fazla etkin hale gelmektedir. İşlem gücü yeteri kadar arttığında aktif tür oluşturma ve zarar etkisi dengeye gelmekte ve bu değerden sonra C=O gruplarında azalma meydana gelmektedir (Lai *et.al.*, 2006).

3.2.1.3 Mekanik özellikler

Yasuda ve ark. polimerize olmayan (helyum, hava, azot ve tetraflormetan) gazları kullanarak kumaş ve liflere plazmanın etkisini incelemiştir. Hava plazma ile işlem görmüş liflerin çoğu için, ağırlık kaybının işlem süresi ile arttığı belirlenmiştir. Hava plazma işlemi görmüş liflerin mukavemetlerindeki değişim ayırt edici olmamakla birlikte, % 30'luk NaOH ile işlem ve hava plazma ile 30 dakika işlem görmüş PET liflerinin ağırlık kaybı karşılaştırıldığında, hava plazma ile daha düşük ağırlık kaybı gerçekleşmektedir (Yasuda *et.al.*, 1986).

Mikrodalga oksijen ve oksijen/tetraflormetan plazma ile kısa süreli (200 s) işlem görmüş PET liflerin mukavemetlerinde azalma meydana gelmektedir. Oksijen ve oksijen/tetraflormetan plazma karşılaştırıldığında, oksijen plazma işlemi ile mukavemet kaybı daha fazla olmaktadır. Lif dayanımındaki azalmanın modifiye olmuş üst tabaka ile modifiye olmamış alt tabaka arasında fiziksel-kimyasal özelliklerinde fark nedeniyle yüzeyin daralmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Plazma işlemi sırasında, materyalde çapraz bağlanma, aşınma ve zincir bölünmesi gibi mukavemeti

etkileyen faktörler arasında bir yarışma vardır. Plazma işlemi sırasında çapraz bağlanma, aşınma ve zincir bölünmesinden daha fazla oluyorsa kopma mukavemeti artarken uzama azalmaktadır (Ferrante *et.al.*, 1999).

Negulusce ve ark. SiCl₄ plazma ile işlem görmüş PET liflerin fiziksel özelliklerinin değişimini incelemiştir (Negulescu *et. al.*, 2000).

KES ölçümleri işlem görmüş kumaşların yüzey pürüzlülüğünün çözgü ve atkı yönünde değiştiğini göstermiştir. Pürüzlülükde meydana gelen değişim PET kumaşların tutum özelliğini değiştirmektedir. Germe, eğilme ve sıkıştırma özellikleri değişmezken, yüksek sürtünme ve pürüzlülük nedeniyle kayma özellikleri artmaktadır (Hwang, 2003).

3.2.1.4 Adhezyon

Adhezyon, bir molekülün diğer moleküle tutunma kabiliyeti olarak tanımlanabilmektedir. Tekstil materyallerinde ise, iki farklı materyalin birbirine tutunabilme kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır.

Plazma işlemi ile adhezyon kuvvetinin artırılmasında plazma işleminin etkileri şöyledir (Hwang, 2003).

- a) Yüzey temizleme- Lif ve matriks arasında zayıf bağ oluşmasına neden olan organik kirlilikler materyal üzerinden uzaklaştırılmaktadır.
- b) Aşındırma- Plazmanın aşındırma etkisi zayıf bağlı tabakayı uzaklaştırmakta ve lifin çapını ve mukavemetine değiştirmeden lifin yüzey alanını artırmaktadır.
- c) Yüzeyde çapraz bağlanma- Plazma, düşük molekül ağırlıklı yüzeyin difüzyonuna karşı yüzeyin mekanik olarak stabilize olmasını sağlayan ince çapraz bağlanmış tabaka yapısı ile daha yüksek bağlama kuvveti sağlamaktadır.

- d) Yüzeyin fonksiyonelleştirilmesi- Yüzeyde fonksiyonel grup oluşturulması asit-baz ilişkisi nedeniyle reçine ile lif ve reçine arasında adhezyon kuvvetinin artmasına neden olan kovalent bağ oluşturulabilmektedir.

Plazma işlemi ile esas olarak zayıf bağlı yüzey kirlilikleri uzaklaştırılmakta, yüzeyde aşınma ve fonksiyonel gruplar meydana gelmektedir. Elde edilen bu etkiler sayesinde kaplama materyali ve yüzey arasındaki adhezyon artmakta ve kaplamanın yüzeye daha iyi bir şekilde yapışması sağlanmaktadır. Adhezyon kuvvetleri tekstil materyalinin bir polimer ile kaplanması sırasında veya bir matrix içerisinde bulunması durumunda önem kazanmaktadır.

Poliolenin ve poliesterin yüzey oksidasyonu ile yüzey serbest enerjisi artırılmakta ve böylece metal ve polimerik kaplama işlemi sırasında materyalin adhezyon özelliği artırılabilir.

PET lif ile güçlendirilmiş kompozit materyaller iyi adhezyon özelliği, biyolojik bozulabilme ve biyolojik uyumları sebebiyle implante edilebilen protez kompozitler olarak kullanılabilir. Ancak inert karakterleri ve düşük yüzey enerjileri bu lifler ile polimer güçlendirmede sorun yaratmaktadır. RF oksijen plazma işlemi görmüş PET lifleri ile PET/polimetilmetakrilat kompozit üretilmiştir. Plazma işlemi sırasında polimer yüzeyinde meydana gelen aşınma ve üretilen oksijen içerikli reaktif türler sayesinde temas açısından azalma meydana gelmektedir.

İki yüzey arasındaki tutunma-adhezyon kuvveti, materyalin difüzyon karakteristiğine ve yüzey mikro pürüzlülüğüne bağlı olarak değişmektedir. Bunun yanında materyalin mekanik, hidrofil veya hidrofob olması, kimyasal ve elektrostatik özellikleri de bu özelliği etkilemektedir (Kang and Sarmadi, 2004b). Materyalin tutunma mekanizmaları mekanik teori,

elektrostatik teori, difüzyon teorisi ve adsorption teorisi olmak üzere 4 kategoride toplanabilmektedir (Campagne *et.al.*, 2005; Krump *et.al.*, 2005).

3.2.1.5 Güç tutuşurluk

Plazma işlemi ile tekstil materyallerine güç tutuşurluk özelliği kazandırılabilir. Simionescu ve ark. doğal ve sentetik kumaşlara ilk kez güç tutuşurluk bitim işlemi uygulamıştır (Simionescu *et.al.*, 1980, 1984). Fosfor ve halojen içeren monomer emdirilmiş kumaşlara düşük basınç azot plazma işlemi uygulanmış ve böylece monomerin aşırı polimerizasyonu gerçekleştirilmiştir. Aşılana fosfor ve halojen içeren monomerler kumaşların güç tutuşurluk özelliğini geliştirmiştir. Bu işlem geleneksel yaş bitim işlemine göre daha ekonomik ve çevre dostudur.

Akovalı ve ark. poliester kumaşlara oksijen ve azot plazma işlemi ile hegzametildisiloksan (HMDS), 1,1,2,-trikloroetan, trikloroetilen ve alilamin monomerleri aşılana güç tutuşurluk özelliği kazandırılmaya çalışılmışlardır. Lif yüzeyinde meydana gelen çapraz bağlanma, yanma materyalin damlamasına mani olan ve tutuşma sırasında yanmaya devam eden tabakada ısının çoğunun tutulmasına neden olan yanmış ve yanmamış grupları bir arada tutmaktadır. Böylece, yanma daha fazla ısıya gerek olmaksızın artmaktadır.

Çapraz bağlanma yanma olayı sırasında negatif etki gösterirken, aşılana monomerler pozitif etki göstermektedir. İşlem görmüş poliester kumaşlarda güç tutuşurlukta çok az bir artış olmakta veya değişmemektedir (Akovalı ve Takrouri, 1991).

Plazma işlemi sırasında zincir bölünmeleri ile üretilen molekül ağırlıklı gruplar güç tutuşurluğun azalmasına neden olmaktadır (Shi,

2000a). Ancak monomer aşılması ile zincir bölünmesi ve çapraz bağlanmanın meydana getirdiği negatif etki ortadan kalkmaktadır. Aşılama işlemi ile LOI değeri artacağından uyarılma zamanı uzamaktadır (Shi, 2000b). Aşılama oranındaki artma ile akrilik asit aşılansmış tabaka ve polimerik materyalin kömürleşmesine de neden olmaktadır.

3.2.1.6 Hidrofobluk

Florokarbon, hidrokarbon ve bu gazların karışımları plazma teknolojisinde polimerik materyalin hidrofobluğunu artırmak için kullanılmaktadır. Oksijen ve hava plazma ile karşılaştırıldığında, florokarbon, florokarbon ve hidrokarbon gaz karışımları açık havaya maruz kaldığında daha fazla dayanım göstermektedir (Inagaki *et.al.* 1990; Sarmadi and Kwon 1993).

Wang ve ark. poliester filmlere su iticilik özelliği kazandırmak için florokarbon ve metan gaz karışımını kullanmıştır (Zang H., 1993).

C_3F_6 plazma işlemi ile pamuk/poliester karışım kumaşların hem su iticilik hem de yağ iticilik özelliği iyileştirilmiştir. Florokarbon plazmalar hem materyal üzerinde hem de plazma odasında teflon benzeri bir tabaka oluşturmakta olup, bu tabaka gaz nozullarını bloke etmekte ve oda içerisinde kirliliğe neden olmaktadır. Bu nedenle vakum plazmalarda endüstriyel boyutlarda florokarbon plazmalar önerilmemektedir (Hwang, 2003).

3.2.1.7 Elektriksel iletkenlik

Plazma işlemi ile oluşan hidrofil gruplar ve materyalin yüzey morfolojisinde meydana gelen değişiklikler nedeniyle işlem görmüş numunenin hidrofilliğinde bir artış meydana gelmektedir. Hidrofillikte

meydana gelmekte ve bu artış sayesinde materyalin elektriksel direnci değişmektedir.

Hidrofillik sağlayan monomerler aşılandığı zaman pamuk ve PET kumaşların elektriksel dirençlerinde önemli miktarda azalma olmaktadır.

Bhat ve ark. akrilamid ve akrilnitril monomerleri plazma aşu polimerizasyonu işlemleri uygulanmış pamuk ve PET kumaşların elektriksel direncini incelemiştir (Bhat and Benjamin, 1999).

Vakum oksijen ve argon glow deşarj işlemleri görmüş poliester kumaşların performansını geliştirmek için gümüş nitrat, sodyum hidroksit, amonyum ve glukoz içeren çözelti içerisine daldırılıp gümüş kaplama yapılmıştır. Kimyasal kaplama işlemleri görmüş poliester kumaşlar saf su ile durulanmış ve elektrik iletkenlik ölçümleri yapılmıştır. Kimyasal gümüş kaplama işleminden sonra plazma işlemleri görmüş poliester kumaşlarda daha fazla ağırlık artışı meydana geldiği görülmüştür. Bu durum da aşılana gümüş miktarının daha fazla olduğunu göstermektedir. Plazma işleminden sonra kaplanan tabaka ile kumaş arasındaki adhezyonu belirlemek amacıyla yapılan kuru ve yaş sürtme haslığında artış gözlenmiştir (Jiang *et.al.*, 2006).

3.2.1.8 Haşıl sökme

Polivinil alkol (PVA), poliakrilik ester (PAA) ve bu haşıl maddelerinin karışımı ile haşıllanmış poliester kumaşların haşıl sökme işlemlerinde düşük basınç oksijen ve azot plazma işlemleri kullanılmıştır. Oksijen plazma işlemleri görmüş kumaşlarda meydana gelen ağırlık kaybı daha fazla olmaktadır. Ağırlık kaybı kumaş üzerindeki haşıl madde miktarından daha fazla olduğu için, öncelikle PVA moleküllerinin daha sonralarda da PET moleküllerinin aşınmaya uğradığını düşündürmektedir. Aşınma etkisi plazma etkisine maruz kalan materyalin yüzey alanına

bağlıdır. Plazma ortamında PVA haşılı, PAA haşılından daha etkin olarak uzaklaştırılırken, karışımlarında orta dereceli bir etki söz konusudur. PET kumaşlardaki haşıl maddesi plazma işlemi ile tamamen uzaklaştırılmaz. Bu nedenle plazma işleminden sonra geleneksel haşıl sökme işlemi farklı sıcaklıklarda uygulanmıştır. Karışım haşıl maddesi kullanıldığında plazma işlemi haşıl sökme işlem sıcaklığını düşürmemekte, ancak işlem süresini azaltmaktadır. Klasik haşıl sökme işlemi ile plazma işlemi sonrası yapılan haşıl sökme işleminde atık suları incelendiğinde, plazma işleminden sonra yapılan haşıl sökme işlemleri daha düşük TOC, BOD ve COD değerleri vermektedir. Bu durum plazma işlemi ile direk haşılın uzaklaştırıldığını ve böylece daha az fabrika atığına neden olduğunu göstermektedir. SEM resimleri ve meydana gelen ağırlık kaybı, oksijen plazma işleminin etkili bir şekilde PVA ve PAA gibi haşılları uzaklaştırdığını göstermektedir. Bu işlem ayrıca yüzeyde polar grup oluşmasını sağlayarak suda çözülebilirlik özelliğini artırmaktadır. Çözünürlükteki artma, oksijen plazma işlemi görmüş PAA ve karışimli numunelerde daha yüksek haşıl uzaklaştırma etkisi sağladığını göstermiştir (Bae et.al., 2006).

3.2.1.9 Diğer çalışmalar

Hidrofobik yapıda olan sentetik lifler yüzeylerinde oluşan elektrostatik yük nedeniyle kiri çekmektedir. Poliester liflerinin içerdikleri nem oranı % 0,4'ün altında olduğunda liflerdeki kirlenme eğilimi de artmaktadır. Sentetik lifler arasında en düşük nem oranına sahip olan poliester kumaşlarda kirlenme oldukça fazla olmaktadır. Hidrofob sentetik liflerin yıkama verimi de düşük olduğu için yıkama sonrası üzerlerinde kalan kir miktarı da fazla olmaktadır. Plazma işlemi sırasında poliester kumaşların yüzeyinde meydana gelen oksijen içerikli hidrofil gruplar sayesinde kumaşların kir iticilik özellikleri gelişmektedir Oktem ve ark.

tarafından sadece argon plazma ile ve farklı koşullarda akrilik asit, hava, su ve oksijen plazma işlemi ile kir iticilik özelliği kazandırıldığı belirtilmiştir (Öktem ve ark., 2000).

Farklı işlem sürelerinde vakum hava plazma işlemi görmüş poliester tekstil materyallerinin yüzeylelerinde meydana gelen topografik ve morfolojik değişiklikleri belirlemek amacı ile AFM (Atomic Force Microscopy) tekniği ile non-contact moda ölçüm yapılmıştır. Plazma işlemi ile yüzeyde degradasyon ve yüzey pürüzlülüğünde artma meydana gelmektedir. AFM analizinde işlem görmemiş poliester kumaşın yüzeyi düz görünürken, hava plazma işleminden sonra engebeli bir görünüm kazanmıştır. Hava plazma işlemi sırasında güç ve işlem süresinin bir fonksiyonu olacak şekilde artan mikroporlar ve çukurlar meydana getirmiştir. Hava plazma işlemi ile kalıcı bir mikropürüzlülük elde edilirken, mikropürüzlülüğün artışı polimerik materyalin hidrofiliğinin, adhezyonunun, sürtünmesinin ve boyanabilirliğinin artmasına yol açmıştır (Poletti *et.al.*, 2003).

Argon RF plazma işlemi görmüş poliester filmlere azot ortamında akrilik asit monomeri aşılanmıştır. İşlem görmüş poliester filmler protein immobilizasyonu için uygun bir zemin oluştururken, düz kas hücrelerinin büyümesine yardımcı olduğu belirtilmektedir. Poliester kumaşların temas açısı azalırken, XPS analizine göre film yüzeyinin oksijen içeriğinin arttığı, akrilik asit monomerinin sadece üst yüzeyde değil aynı zamanda yüzeyin hemen altına da aşılandığı belirlenmiştir. Plazma işlemi ile materyalin yüzey pürüzlülüğü artarken, monomer aşılanması ile, yüzey pürüzlülüğünün genliğinde ve dalga boyunda artma meydana gelmektedir (Gupta *et.al.*, 2002).

Hücre adhezyonu için uygun polimerik yüzey elde etmek için RF-plazma ile alilamin polimerizasyonu gerçekleştirilmiştir. Alilamin aşılansmış poliester membran daha hidrofil bir yapı kazanmıştır. Hidrofilite aşılansan amin miktarının artışı ile arttığı görülmüştür. PET membran yüzeyine alilamin aşılansdığında doku için uygun olan özellikler kazanmakta, fibroblast adhezyonu ve aktivesi için uygun hale gelmektedir. Amin konsantrasyonu ve hücre aktivitesi arasında pozitif bir korolasyon belirlenmiştir (Hamerli *et.al.*, 2003).

Poliester liflerinin alkali hidrolizine olan hassasiyeti pek çok uygulamada sınırlamalar getirmektedir. Materyalin alkali dayanımını artırmak için plazma işlemleri ve fotokimyasal (UV irradiation) yöntemler kullanılmaktadır. UV-radyasyon ile işlem görmüş materyalin alkali dayanımını belirlemek için, işlem görmüş ve görmemiş numuneler % 25'lik NaOH çözeltisi içerisinde 60°C'da 90 dakika işlem görmüştür. Poliesterin alkali dayanımını geliştirmek için farklı alil bileşikleri (Dialilftalat, siklohegzan-1,4 dimetanoldivinileter, skualen, 1,7-oktadien) kullanılmıştır. Alkalinin karboksil gruplarını etkilediği ve karboksil gruplarının azaltılması ile alkali dayanımının azaltılacağı bilinmektedir. Dialil bileşiklerinin materyal üzerine implante edilmesi ile poliesterin alkali dayanımı artmaktadır. Aşılansan monomerin yanında materyalin yapısında meydana gelen çapraz bağlanma da alkali dayanımını artırmaktadır (Opwis *et.al.*, 2002).

3.2.2 Poliester liflerde atmosferik plazma teknolojisinin kullanımı

3.2.2.1 Hidrofilite

Wakida ve arkadaşları, PET filmlere atmosferik basınçta helyum/argon ve aseton/argon plazma işlemi uygulamış ve ıslanabilirliğin

işlem süresi artışı ile arttığı ve helyum/argon plazma işlemi ile daha etkin sonuçlar elde edildiği ve plazma işlemi sonunda meydana gelen değişimin oksijen içeriğindeki değişimden kaynaklandığı belirtilmiştir. Helyum/argon plazma ile lif yüzeyinde aşınma meydana gelirken, aseton/argon plazma da yüzeyde asetonun polimerizasyonu sonucu hidrofil gruplar elde edilmiştir (Wakida *et.al.*, 1993).

Plazma işleminde kullanılan gaz, monomer, işlem süresi, uygulanan güç gibi işlem parametrelerinin yanında kullanılan materyalin konstrüksiyon, sıklık, gramaj, hava geçirgenliği gibi fiziksel özellikleri de elde edilen sonuçları değiştirmektedir. Campagne ve ark. poliester dokusuz yüzey ve dokuma kumaş üzerine atmosferik hava plazmanın etkisini incelemiştir. Çalışmada, daha sık yapıda olan kumaşlarda daha etkin oksidasyon nedeniyle düşük temas açısı değerleri elde edilmiştir. Çözgü ve atkı ipliklerinden oluşan daha sıkı yapıdaki dokuma kumaşlar için ise daha düşük oksidasyon enerjisine gerek duyulmaktadır (Campagne *et.al.*, 2005).

Roth ve Bonds, atmosferik basınçta üniform glow deşarj plazma (OAUGDP) işlemini, Klenko ve ark. ise DBD plazma işlemini PET ve PP materyallerin hidrofilliklerini geliştirmek için kullanmışlardır (Roth and Bonds, 2006; Klenko *et.al.*, 2006).

He/O₂ (99/1) plazma işlemi görmüş poliester dokusuz yüzeylere akrilik asit monomeri aşılınmış ve nem tutma ve boya alımı açısından değerlendirilmiştir. XPS analizlerine göre işlem görmüş PET yüzeyinde oksijen içeriği artarken karbon içeriği azalmıştır. İşlem görmüş materyalin temas açısında azalma, nem tutma özelliğinde ve bazik boyarmaddeler ile boyanabilme özelliğinde iyileşme kaydedilmiştir. Boyarmadde molekülleri

su moleküllerinden büyük olduğu için boyarmadde alımı sınırlı olmaktadır (Shin *et.al.*, 2006).

3.2.2.2 Boyama

Grzegorz ve ark. hava plazma işlemi görmüş PET liflerin boyanabilirliğinde artış, bariyer tabakasının parçalanması sonucu lif yüzeyinde mikroyapının modifikasyonu ile sağlanabildiğini göstermiştir (Grzegorz *et.al.*, 1983).

Hava plazma işlemi ile, PET kumaşların boyanabilir bölgelerine etki edildiği için dispers boyarmadde ile boyanması esnasında boya veriminde azalma görülmektedir (Okuna *et.al.*,1998).

Atmosferik basınç plazma işlemi ile PET kumaşlara hegzametildisilan (HMDS) ve tris(trimetilsililoksi)vinilsilan (TTMSVS) monomerleri kullanılarak oluşturulan anti-yansıtıcı (anti-reflective layer) film tabakası ile renk koyuluğunun yüksek görünmesi sağlanabilmektedir. He/O₂ plazma işlemi ile PET yüzey morfolojisi değiştirilmekte ve daha pürüzlü bir yüzey elde edilmektedir. Oluşan pürüzlü yüzeyden yansıyan ışık miktarı azalacağından renk daha koyu görünmektedir. (SO₂)+O₂ ve N₂+H₂+He plazma ile PET nonwoven kumaş yüzeyinde oluşan fonksiyonel gruplar nedeniyle asit boyarmaddeler ile boyanabilirliği artarken, plazma işlemi ile kristalinite artışı nedeniyle dispers boyarmaddeler ile boyanabilirliği azalmaktadır. Oksijen plazmada basınç ve süre artışıyla kristalinite artacağından dispers boyarmadde ile boyanabilirlik azalmaktadır. SiCl₄ plazma işlemi ile PET kumaşların boya verimi artmaktadır. Glow deşarjda akrilik asit aşılınması ile PET kumaşların bazik boyarmadde ile boyanabilirliğinde bir artış meydana gelmektedir (Campagne *et.al.*, 2005).

% 99 He+ % 1 O₂ gazı ile atmosferik plazma işlemi görmüş poliester dokusuz yüzeylerin modifikasyonları incelenmiştir. İşlem görmüş materyalin kristalinitesinde ve hidrofilliğinde belirgin bir artış sağlanırken boya alımında önemli bir değişiklik görülmemiştir. Poliester kumaşların boya alımındaki artış boyarmadde moleküllerinin karboksil gruplarına ulaşması ile sağlanmaktadır. Ancak plazma işlemi sırasında meydana gelen aşınma nedeniyle oluşan porlar boyarmadde molekülü için yeterince büyük olmadığından boyarmaddenin karboksil gruplarına ulaşması sınırlı olmaktadır (Shin *et.al.* 2006).

3.2.2.3 Adhezyon

Geleneksel olarak lif ile matriks arasındaki adhezyonu artırmak için kullanılan metod RFL sistemdir. Bu sistemde lifler, resorcinol, formaldehit ve lateks stiren-bütadien kauçuk, doğal veya vinilpiridine kauçuk içeren bir çözelti veya emülsiyon ile muamele edilmekte ve ardından 200 °C'dan daha yüksek sıcaklıklarda işleme sokulmaktadır. Bu metod poliesterde uygun olmadığı için, ön işlemde epoksi veya isosianid ile adhezyonu artırmak gerekmektedir.

Azot, amonyak ve hava atmosferlerinde korona işlemi görmüş PET materyallerin adhezyon özellikleri incelenmiştir. ISS (iyon saçılma spektrofotometresi) analizinde yüzeyde azot görülmezken, yüzeyin oksijen bakımından zengin olduğu görülmüştür. SIMS (ikincil iyon kütle spektrofotometresi) analizinde, hava korona deşarj ile, azot ve amonyaktan daha etkin bir yüzey degradasyonu gerçekleştiği tespit edilmiştir. Hava içerisinde bulunan oksijen, fenil zincirlerinin açılmasında katalitik bir etki göstermektedir. Azot, amonyak ve hava korona işlemi görmüş PET filmler ile aliminyum arasındaki adhezyon artmıştır (Puydt *et.al.*, 1989).

Poliester lif ile stiren-butadien kauçuk (SBR) arasındaki adhezyonu artırmak için atmosferik azot plazma tekniği kullanılmıştır. Materyal ile kauçuk arasındaki adhezyonu materyalin hidrofilyk veya hidrofob olması etkilemektedir. Aseton ile ekstrakte edilmiş poliester lifler plazma işleme tabi tutulduğunda, matris ile arasındaki adhezyon artmaktadır. Plazma işleme ile gözeneklilikte meydana gelen artış lif ve kauçuk matris arasındaki adhezyonun artmasına neden olmuştur (Krump *et.al.*, 2005).

İnert gaz olarak argon, reaktif gaz olarak azot ve oksijen kullanılarak atmosferik ve RF plazma işleme görmüş poliester lifleri ile kauçuk matris arasındaki adhezyon incelenmiştir. Yüzeyde oluşan kimyasal bileşim işlem gazına bağılı olarak değişirken, reaktif oksijen gazı ile değişim daha fazla olmaktadır. Tüm değişiklikler kauçuk matris ile olan adhezyonu artırmıştır.

Atmosferik plazma işleme ile RFL sistemine gerek olmaksızın matris ile lif arasındaki adhezyon artırılabilir. Atmosferik azot plazma ile işlem görmüş poliester lifleri ile matris arasındaki statik adhezyon % 250, dinamik adhezyon % 1700 artmasına rağmen RFL sistemi ile elde edilen adhezyona ulaşamamıştır. Atmosferik argon plazma ile işlem görmüş poliester kumaş yüzeyinde oluşan mikroporlar matris ile olan adhezyonu etkilemektedir. Atmosferik ortamda plazma işlemlerinde saf argon, oksijen veya diğerk gazlar ile çalışmak mümkün değildir ve ortamda bir miktar hava mutlaka bulunmaktadır. Plazma işleme görmüş poliester lif yüzeyinde oluşan mikro porların büyüklüğü >10 µM'dir ve RFL sistemi ile bu porlar elde edilemez. Bu porlar mekanik özellikleri etkilemektedir.

Aktif olan azot gazı, inert gaz olan argondan daha fazla yüzey morfolojisini değiştirmekte, aynı zamanda yüzeyde ince bir aktif tabaka

oluşmaktadır. Modifiye olan tabakanın kalınlığı (birkaç yüz °A), lifin kalınlığı ile karşılaştırıldığında çok az olmakta; bu nedenle lifin mekanik özelliklerini çok fazla etkilememektedir.

Plazma lifin yalnızca yüzey morfolojisini değil, aynı zamanda yüzey enerjisini de değiştirmektedir. RFL sistem yüzeyde sert bir tabaka oluşturduğundan suyun difüzyonu daha zor olurken plazma işleminden sonra daha kolay olmaktadır. Azot ve argon plazma işleminden sonra yapılan XPS analizinde ortaya çıkan azot pikinin, işlem gazından değil açık havadan kaynaklandığı düşünülmektedir. Oksijen gazının iyonlaşma enerjisi (13,6 eV), C—C (3.28 eV), C=C (6.35 eV) ve C—H (4.28 eV) bağ enerjilerinden yüksek olduğu için benzen halkaları da degradasyona uğrayabilmektedir. C₁ pikinde metilen carbon pikinde (286.1 eV) meydana gelen artma benzen halkasına bağlı olan hidrojenin hidroksil grubuna dönüştüğünü göstermektedir. Plazma işleminin poliester lifleri ile matriks arasında adhezyonu artırmak için kullanılabilir bir yöntem olduğu gösterilmiştir (Krump et. al., 2006).

3.2.2.4 Su iticilik

Pamuk/PES karışımı kumaşlara oleofik yapı kazandırabilmek için vakum perflorpropen plazma kullanılmıştır. ESCA analizlerinde -CF₂ ve -CF₃ gruplarında artma olduğu belirlenmiştir (Vohrer et. al., 1998).

3.2.2.5 Diğer çalışmalar

İletken kumaşlar, kablo üretiminde (esnek kumaş iletkenler), biyomedikal uygulamalarda ve batarya iletken maddelerinde kullanılmaktadır. Bu tür materyaller poliester ve polipropilen dokusuz yüzeylere kaplama yapılarak üretilmektedir. Atmosferik basınç azot plazma işlemi kullanılarak poliester dokusuz yüzeyin hidrofiliği ve nikel

kaplama için gerekli olan paladyum katalizörünün emilme miktarını artırmaktadır. Optimum kaplama işlemi 1 saniyelik işlem süresinde elde edilmiştir (Šimor et. al., 2003).

3.2.3 Polipropilen liflerde vakum plazma teknolojisinin kullanımı

3.2.3.1 Hidrofillik

Polipropilen kumaş üzerine stiren, bütadien, etil vinil eter ve metilmetakrilat gibi vinil monomerlerinin aşılması ile kumaşların boyanma ve ıslanabilirlik özelliği iyileştirilebilmektedir (Mukherjee and Gupta, 1985).

Argon plazma ile aktive edilmiş polipropilen kumaş üzerine vinil ve epoksi fonksiyonel gruplarına sahip glisidil metakrilat (GMA) monomeri aşılmasıyla polipropilen kumaşlara hidrofil özellik kazandırılmıştır. Radikal reaksiyonu vinil grup üzerinden gerçekleşirken epoksi grup içeren aşılınmış polimerler meydana gelmektedir. Amin ve alkol gibi epoksi grupları polipropilen materyale farklı yüzey özellikleri kazandırmaktadır (Inagaki *et.al.*, 1991).

Polipropilen tübentlere CO₂, oksijen, hidrojen ve bu gazların kombinasyonları ile plazma işlemi farklı koşullar altında uygulanmış ve materyalde hidrofillik sağlanmıştır. Farklı koşullarda helyum plazma işlemi görmüş PP nonwoven kumaşların hidrofilliğinde zamanla bir miktar azalma olmaktadır (Canup, 2000; www.plasmod.com/ma02008.htm).

Polipropilen yüzeyler endüstriyel plazma işlemlerine alternatif olarak, basit bir iyon bombardıman kaynağı kullanılarak fonksiyonelleştirilmeye çalışılmıştır. İşlemden gaz basıncına bağlı olarak, % 15 N⁺ ve % 85 N₂⁺ iyonları üretilebilmektedir. İşlem sonunda materyalinin yüzeyinde bulunan azot içeriğinde artma meydana gelirken

etkinin homojen olmadığı belirtilmektedir. İyon bombardımanı ile elde edilen fonksiyonellik kimyasal olarak seçici değildir. Plazma işlemiyle üretilen fonksiyonel gruplara benzer gruplar üretilmekte, ancak iyon bombardımanı ile karbonat fonksiyonel grupları üretilmemektedir. Polimer yüzeyinde üretilen azot içeriğinin 1/3'ü hava ortamında 2,5 ayda, su ortamında 1 ayda yok olurken polimer yüzeyine aşılana azotun hava ortamında su ortamına göre daha dayanıklı olduğu görülmüştür (Köhler *et.al.*, 2001).

Polipropilen liflerinin büzülme direnci aseton-argon ve helyum-argon plazma işlemi ile artırılırken, bu liflerin ıslanabilirliği karbondioksit, oksijen ve hidrojen plazma ile artırılmaktadır. Ayrıca helyum plazma işlemi polipropilen liflerin emiciliğini artırmaktadır.

PP filmlerin yüzey özelliklerin modifikasyonu için hava dielektrik bariyer deşarj yöntemi kullanılmış ve hidrofiliğinde artış olduğu temas açısı ölçümleri ile belirlenmiştir (Cui and Brown, 2002).

En iyi hidrofilite azot plazma ile elde edilirken, oksijen ilave edildiği zaman en iyi etki %10'un altında oksijen ilavesi ile elde edilmektedir (Štefečka *et.al.*, 2003).

Azot plazma ile akrilonitril monomeri kaplanan polipropilen kumaşların su alımı güç ve süreye bağlı olarak artmaktadır (Ferrero, 2003).

PP materyal yüzeyinde hidrofil grup oluşturmak için plazma işlemi yaygın olarak kullanılmaktadır (Kang and Sarmadi, 2004b).

Soğuk akrilonitril plazma işlemi ile PP kumaşlara akrilonitril aşılandığında için yüzeyde doymamış bağ içeren karbon ve azot grupları oluşmakta ve PP kumaşların su emiciliği ve boyanabilme özelliği artmaktadır. HMDSO-RF plazma işlemi ile PP kumaşlara Si-O-Si ve Si-

O-C kaplanmakta ve PP yüzeylerde düşük kapilarite ve yüksek temas açısı elde edilebilmektedir.

Oksijen plazma işlemi görmüş polipropilen liflerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin plazma işlemi ile değiştiği belirlenmiştir. XPS analizi sonunda polipropilen materyalin yüzeyinde oksijenleme meydana geldiği belirtilmektedir. AFM ölçümleri sonunda plazma işlemi ile polipropilen liflerin orijinal yüzey topografisinin bozulduğu ve yüzeyde 100-400 nm'lik derinlikte agregatların meydana geldiği belirtilmektedir. Plazma işlemi ile pürüzlülükte artma meydana gelirken uzun süreli işlemlerde nanoboyutta çukurlar meydana gelmektedir. Plazma işlemi sonunda polipropilen liflerin ıslanabilirliğinde artma meydana geldiği belirtilmektedir (Wei, 2004).

PP non-woven kumaşlar, hava ve azot plazma ile aktive edildikten sonra katalizör içermeyen akrilik asit çözeltisi ile aşılama yapılmıştır. Aşılama sonunda materyalin su tutma özelliğinde gelişme sağlanmıştır. Azot plazmanın hava plazmadan daha etkin olduğu belirtilmektedir. Plazma işlemi ve aşılama işleminden sonra, metilen blue boyarmaddesi ile yapılan boyama sonunda renk veriminde önemli bir artış olmadığı belirtilmektedir (Černáková *et.al.*, 2005).

Polietilen ve polipropilen polimerlere plazma işlemi azot, azot/hidrojen (% 3 Hidrojen) ve azot/amonyak (% 37 amonyak) gaz karışımları ile işlem parametreleri değiştirilerek uygulanmıştır. Plazma işleminden sonra polimerlerin temas açılarında azalma meydana gelirken, en düşük temas açısı sadece azot plazma işlemi ile elde edilmiştir (Šíra *et.al.*, 2005).

Hegzamethildisiloksan ve oksijen gazı kullanılarak mikrodalga DECR (Distributed Electron Cyclotron Resonance) plazma işlemi görmüş

film yüzeyinde SiO_x tabakası oluşmuş ve PP filmlerin hidrofilitiklerinde gelişme sağlanmıştır. Plazma işlemi sırasında ortamda UV bulunması durumunda işlem görmüş ve görmemiş numunelerin AFM analizlerine göre pürüzlülük değerleri arasında fark olmadığı belirlendiğinden, hidrofilitik artışının yüzeye aşılana oksijen içerikli tabakadan kaynaklandığı düşünülmektedir. Plazma ortamında UV olmadan 29 nm’de SiO_2 aglomeratları görülmektedir. UV olduğu durumda yüzeyde kısmi olarak SiO_x görülürken, UV olmaması durumunda ise oluşan filmin esas komponenti SiO_2 olarak belirlenmiştir (Bellel *et.al.*, 2006).

3.2.3.2 Boyama

Oksijen ve azot plazma hidrofobluğu azaltırken, tetraflormetan plazma arttırmaktadır (Sarmadi *et.al.*, 1993; Nemoz adn Sotton, 1994; Tomasino *et.al.*, 1995; Shishoo, 1996). Tetraflormetan yağ çekiciliği arttırırken (Nemoz and Sotton, 1994;), oksijen plazma boya afinitesini, boya penetrasyonunu ve boya verimini arttırmaktadır (Canup, 2000).

($\text{N}_2+\text{He}+\text{H}_2$) plazma işlemi ile PP nonwovenların asit boyarmaddeleri ile boyanabilirliği artarken, dispers boyarmaddeler ile boyanması gerçekleşmemiştir. Plazma işlem süresi artırıldığında kristalinite artacağından asit boya alımı bir miktar düşmekte, daha sonra da sabit kalmaktadır. Plazma işleminden sonra PP doku yüzeyinde azot içeren fonksiyonel gruplar meydana gelmektedir (Zhang *et.al.*, 2000a).

3.2.3.3 Diğer

Plazma işlemi sırasında organik veya inorganik maddelerin kullanılması ile polimer üzerine farklı fonksiyonel gruplar aşılabilirdiği için, değişik özellikler kazandırılabilir. CF_4 , CF_3H , CF_3Cl ve CF_3Br plazma işlemi uygulandığı zaman, CF_3H gazı ile polimer üzerinde

bir film tabakası oluşmaktadır. CF_3Cl ve CF_3Br plazma işlemi ile PP yüzeyde klorlama veya bromlama meydana gelirken, PP yüzeye bağlanma oranı $Cl > Br > CF_3$ şeklinde olmaktadır (Storel *et.al.*, 1985).

Müler ve ark. PP film tabakanın modifikasyonu için CO_2 plazma işlemini ve 4 farklı elektrolit ile işlem yapmış ve polielektrolit ile işlem görmüş PP materyallerde protein absorpsiyonunun gerçekleşmediğini belirtmiştir (Müler *et.al.* 1998).

Helyum plazma işlemi görmüş polipropilen nonwoven kumaşlarda çapraz bağlanma nedeniyle yırtılma mukavemeti azalırken, kopma uzaması artmaktadır. İşlem görmüş kumaşın hava ile temas sonucunda zamanla polaritesi düştüğü için, kumaşın emiciliği azalmaktadır (Canup *et.al.*, 2000).

Azot plazma işlemi görmüş polipropilen materyallerin yüzeyinde oluşan imin, amid ve amin gibi fonksiyonel gruplar ile işlem gazı arasında ilişki bulunduğu belirtilmektedir. Plazma işleminde sonra açık hava ile muamelede azot ve oksijen içeren fonksiyonel grupların azalması, bu fonksiyonel grupların yüzeyden uzaklaşması veya polimerin yeniden düzenlenmesi ile açıklanabilmektedir (Mutel *et.al.*, 2000).

Plazma işlemi görmüş PP kumaş yüzeyinde yeni polar gruplar (Dai and Kviz, 2001) veya epoksi ve ester grupları oluşmakta (Stahel *et.al.* 2002), PP materyallerde plazma işlemi serbest radikal mekanizmasına göre gerçekleşmektedir (Ráhel *et.al.* 2003).

Argon plazma işlemi görmüş polipropilen materyallerin oksijen içeriği işlem süresinin artışı ile artmakta, oksijen ve argon plazma işlemi ile PP film yüzeyinde oluşan fonksiyonel gruplar ve oksijen miktarları benzer şekilde olmaktadır.

Aseton ve aseton/oksijen plazma işlemi görmüş PP filmlerin yüzey enerjilerinde artma meydana gelmiştir. Aseton/oksijen plazma işlemi görmüş polipropilen filmlerde daha yüksek yüzey enerjileri elde edilmiştir. Yapılan işlem sonunda artan hidrofilitik ile adhezyonda artış gözlenmemiştir. Bu durumda iyi bir adhezyon özelliği için 2 önemli ve gerekli parametre mevcuttur: birincisi polimer ile materyal arasında moleküler temas, ikincisi tabakalar arasında çekim kuvveti. Moleküler temas fiziksel temas, uyum, reçine ile ıslanabilirlik, penetrasyon ve kohezyon özelliklerinin iyileştirilmesi ile artırılabilir. Ancak çekim kuvvetleri bağ yapan grupların cinsine bağlıdır. Çalışmada reçine maddesi olarak polivinilpropiyanat kullanılmıştır. Aseton/oksijen plazma işlemi görmüş film ve reçine maddesi incelendiğinde benzer fonksiyonel gruplara sahip oldukları görülmektedir. Bu nedenle, aseton/oksijen plazma işlemi görmüş filmin düşük kohezyon ve penetrasyonu nedeniyle yeterli moleküler temas sağlayamamaktadır. Ancak bağ yapabilecek grup açısından zengindir. Doğal olarak yeteri kadar fonksiyonel gruba sahip olmasına rağmen, yeterli moleküler temas olmadığı için adhezyonu iyi olmamaktadır. Plazma işleminden belli bir süre sonra işlem stabilitesi incelendiğinde, aseton plazma işlemi görmüş materyallerin adhezyonunda azalma olurken, aseton/oksijen plazma işlemi görmüş materyallerinde artma meydana gelmiştir. Bu durumun depolama sırasında meydana gelen oksidasyon nedeniyle kohezyon kuvvetinde meydana gelen artmadan kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir (Bhat *et.al.*, 2003).

McCord ve arkadaşları PP kumaşlara He, He-O₂ ve oksijen plazma işlemi uygulamışlardır. He plazma işlemi görmüş PP kumaş yüzeyi dalgalı bir yapı kazanırken, He-O₂ plazma işlemi görmüş PP kumaş yüzeyi örümcek ağı şeklinde görülmüştür. Plazma ortamından kalan hava

nedeniyle He plazma işlemi ile PP yüzeyindeki oksijen ve azot içeriğinde artma olurken, He-O₂ plazma işlemi ile oksijen içeriği değişmemektedir (McCord *et.al.* 2002).

Hegzametildisiloksan (HMDSO)-RF plazma işlemi ile PP kumaşlara inorganik bir yapı kazandırılmaktadır. İşlem süresinin artışı ile CH₂ ve CH₃ grupları azalırken Si-C ve Si-O-Si gruplarında artma olmaktadır. Melamin ve üre kaplanmış polipropilen kumaşlara argon plazma işlemi uygulandığı zaman melamin ve üre parçalanıp buharlaşmakta, yüzeye birincil amin (NH_x) grupları implante edilmektedir. Üre kaplama ve argon plazma işleminden sonra PP yüzeyde birincil ve ikincil amin, imin ve imid gibi fonksiyonel gruplar birlikte bulunmaktadır (Campagne *et.al.* 2005).

PP nonwoven kumaşlar düşük sıcaklık ve yüksek yoğunlukta mikrodalga plazma işlemi ile aktive edildikten sonra biyomedikaller için kollojen immobilizasyonu içeren kaplama yapılabilmektedir.

Hidrofob yapıda olan poliolefin (PP, PE) liflerinin basılabilirliğini geliştirmek için plazma tekniği BASF tarafından kullanılmıştır. Plazma işleminden sonra baskı yapılmış poliolefin liflerinin haslıkları daha iyi olmaktadır (Nörenberg *et.al.* 2005).

Argon plazma işlemi görmüş PP ve polikarbonat filmlerin yüzey morfolojisinde meydana gelen değişiklikler In-situ UV visible elipsometri ile değerlendirildiğinde, işlem görmüş materyalin daha yüksek kırınım indisine sahip olduğu görülmektedir, bu da polimerde çapraz bağlanmanın fazla olduğunu göstermektedir. Argon plazma işlemi ile polipropilen materyalde çapraz bağlanma metil gruplarının uzaklaşması ve ekzometilen bağların oluşması ile açıklanabilmektedir. Spektroskopik yöntemler, plazma ile polimer arasındaki etkileşimi göstermekte kullanılabilmektedir (Poncin-Epaillard *et.al.* 1997).

PP filmelere düşük basınç ve frekansta amonyak plazma işlemi uygulanmıştır. Temas açısı ölçümleri ile hidrofilitik, peel testi ile de alüminyumun metalle olan adhezyon incelenmiştir. 1s gibi kısa bir süre amonyak plazma işlemi görmüş PP filmlerin hidrofilitik ve adhezyonunda hızlı bir artış gözlenmiştir. XPS analizleri sonunda C-NH_x, CO-NH ve Al-N-C gibi yeni kimyasal gruplar üretildiği belirlenmiştir. Al-N-C ve Al-NCO gibi kompleksler, plazma işlemi ile üretilen (N(C-NH_x) ve N(CO-NH) gibi gruplar ile gaz formundaki alüminyum atomları ile etkileşimi sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu yüzeyler arası bağlar metal/polimer adhezyonunun gelişmesinde önemli rol oynadığı belirtilmektedir (Kurdi *et.al.*, 2002).

PP materyallerine, plazma işlemi ile asetonitril ve akrilonitril monomerleri polimerize edilerek adhezyon özelliği incelenmiştir. İşlem görmüş materyalin yüzey modifikasyonu, yüzey enerjisi ve ATR-FTIR; adhezyon özelliği ise peel testi ile işlemde hemen sonra ve işlem stabilitesini belirlemek amacı ile 2 ay sonra da yapılmıştır. Polimerik materyal ile reçine arasında bağ dayanımını artırmak için yüzeyler arasındaki çekim kuvvetlerini (hidrofilitik sağlayarak) ve moleküler teması (yüzeyi temizleyerek) artırmak gerekmektedir. Yüzeye polimerize edilen asetonitril ve akrilonitril tabaka kalınlığı ölçülmüştür. Asetonitril plazma ile oluşan tabaka hızlı bir şekilde artmakta daha sonra işlem süresinin artışı ile değişmemektedir. Akrilonitril plazma ile elde edilen kalınlık asetonitril ile elde edilene göre oldukça yüksektir. Aynı işlem sürelerinde asetonitril ve akrilonitril ile işlem görmüş materyallerde, akrilonitril yüzeyde hızlı bir şekilde polimerize olduğu için asetonitril ile daha iyi hidrofilitik elde edilmektedir.

Zamanla elde edilen etkide meydana gelen değişimde hareketli hidrofıl grupların oryantasyonu rol oynamaktadır. Asetonitril plazma işleminde 2 ay sonra yapılan yüzey enerjisi değerlerinde azalma olduğu görülmüştür. Akrilonitril plazma işleminde 2 ay sonra yapılan yüzey enerjisi ölçümlerinde artma meydana gelmiştir.

2 ay sonra yapılan peel testlerinde, asetonitril plazma işlemini görmüş kumaşlarda adhezyonda azalma, akrilonitril plazma işlemini görmüş kumaşlarda ise kısa süreli işlemlerde pek değişmezken uzun süreli işlemlerde azalma olduğu görülmüştür (Bhat and Upadhyay, 2003).

Polipropilen nonwoven kumaşların konfor özellikleri üzerine He atmosferik glow deşarj plazma işleminin etkisi incelenmiştir. Plazma işleminde hemen sonra ağırlık kaybı meydana gelirken, bir süre sonra hidrofıl gruplar sayesinde materyal ağırlığında artma meydana gelmiştir. Plazma işleminde sonra yüzeyde oksijen ve azot içerikli gruplar üretildiği belirtilmektedir. He plazma işlemini görmüş polipropilen kumaşların yüzey özelliklerini değerlendirmek için KES sistemi kullanılmıştır. Plazma işlemini sırasında meydana gelen aşınma nedeniyle yüzey pürüzlü hale gelmiştir. İşlem süresi artışı ile polipropilen kumaşların mukavemetlerinde artma meydana gelmektedir. Plazma işleminde sonra liflerin Young modülü bir miktar artmakta sonra da azalmaktadır. Mukavemetteki değişim, aşınma nedeniyle artan lif-lif sürtünmesi ve plazma işlemini sırasında meydana gelen çapraz bağlanmalar nedeniyledir. Artan pürüzlülük nedeniyle germe lineerliği (LT) ve germe enerjisi (WT) artarken germe direnci (RT) azalmaktadır. Kayma direnci ve eğilme rijitliği de artan yüzey pürüzlülüğü nedeniyle artmaktadır. Artan pürüzlülük nedeniyle sabit basınç altında ölçülen kumaş kalınlığı artmaktadır. Bu sayede materyalin sıkıştırılabilme özelliği de

değişmektedir. Plazma işleminden sonra artan pürüzlülük nedeniyle, muhtemelen lifler arasındaki boşluklar artmakta dolayısı ile materyalin hava geçirgenliği de değişmektedir (Hwang *et.al.*, 2005).

Katyon değiştirici membran üretimi plazma işlemi görmüş PP membrana GMA monomeri apliedikten sonra, yüzeyin sülfonlanması şeklinde yapılmıştır. FESEM (Field emission-scanning electron microscopy) analizi ile aşılama öncesi ve sonrası membranın por yapısı, EPAM (electron-probe micro-analyzing) ile membranın kesiti ve toplam yük dağılımı incelenirken, materyalin elektriksel direnç ölçümü yapılarak elektrokimyasal özelliği incelenmiştir. İşlem sonunda yüzeyde C=O ve C-O (ester ve epoksit) grupların oluştuğu görülmüştür. Membran yüzeyine aşılama ile iyon-değiştirilebilir grup miktarı arttıkça elektriksel direnci azalmaktadır. Plazma işlemi ile GMA aşılama membran iyi elektriksel özelliklere, uygun yüke sahip kation değiştirici membran üretildiği belirtilmektedir (Choi *et.al.*, 2006).

3.2.4 Polipropilen liflerde atmosferik plazma teknolojisinin kullanımı

3.2.4.1 Hidrofilite

Tsai ve ark. polipropilen dokusuz yüzeylere CO₂, H₂, O₂ ve bu gazların karışımları kullanılarak farklı işlem koşullarında atmosferik plazma işlemi uygulanmıştır. Plazma işlemi ile hidrofilitede artış ve lif yüzeyinde mikro çatlaklar oluştuğu bildirilmiştir.

Kaplama işlemlerinde kullanılacak materyalin yüzey enerjisinin 50 dyne/cm üzerinde olması gerekliliği belirtilirken 60 s CO₂ plazma işlemi görmüş PP materyalin yüzey enerjisinin >70 dyne/cm olduğu belirtilmektedir.

Gözenek çapı, lif çapı, lif yüzey pürüzlülüğü ve lif yüzeyinin kimyasal yapısının, kumaş ıslanabilirliğini etkilediği, bu parametreler arasında lif yüzey kimyasal yapısının en çok etkilediği belirtilmiştir (Tsai *et.al.*, 1997).

Korona işlemi uygulanmış polipropilen filmlerin XPS sonuçlarına göre polipropilen filmlerin yüzeyinde oksijen içerikli türler olduğu, ancak bir süre sonra O/C oranında azalma olduğu gözlenmiştir. AFM ölçümlerinde pürüzlülükte önemli bir değişiklik olmazken, temas açısında azalma meydana gelmiştir (Süzer *et.al.*, 1999).

PP kumaşlar yeteri kadar polar grup içermediği için adhezyon özelliği de az olmaktadır. Korona deşarj işlemi ile PP filmlerin tutunabilirliği ve ıslanabilirliği artırılmaktadır. Korona deşarj işlemi sırasında ortamda nem ve nitrik asit bulunması durumunda okside olmuş azot grupları oluşmaktadır.

Atmosferik oksijen plazma işlemi görmüş PP kumaşların kalınlığı arttıkça hidrofilitikleri azalmaktadır. Barrier deşarj plazma işlemi ile PP ve PET kumaşlara kazandırılan hidrofilitik glow deşarj ile kazandırıldan daha düşük olmaktadır (Opwis *et.al.* 2002).

Atmosferik basınçta hava ve azot gazı kullanılarak dibarrier deşarj ve yüzey deşarj ile işlem görmüş polipropilen dokusuz yüzeylerin hidrofilitiği temas açısı, endüstriyel emicilik ve su geçirgenliği ile değerlendirilmiştir. Dielektrik bariyer deşarj, izolasyon maddesi ile kaplanmış 2 elektrot arasında oluşmaktadır. Yüzey deşarj sisteminde plazma ise, izole edilmiş plaka üzerinde meydana gelmektedir. Deşarj izole yüzeyde meydana gelmektedir. PP materyallerde plazma işlemi serbest radikal mekanizmasına göre gerçekleşmekte ve C—OH, C=O, COOH, C—O—C, epoksi, ester veya hidroperoksitler gibi farklı oksijen

içeren fonksiyonel gruplar oluşmaktadır. Yüzey deşarj, dielektrik bariyer deşarjdan daha etkili olmaktadır. İşlem sırasında uygulanan frekans etkilemezken, işlem gücünün etkisi fazla olmaktadır (St'ahel *et.al.*, 2002).

Eriyikten lif çekimi sırasında on-line corona deşarj işlemi uygulandığı zaman PP'nin ıslanabilirliği, sürtünme ve antistatik özellikleri artırılmıştır. Bu şekilde lif çekimi sırasında PP'e ilave edilen yağlayıcı, ıslanabilirlik ve antistatik madde kullanımı azalmaktadır.

Atmosferik CO₂ ve O₂ plazma işlemi ile PP kumaş yüzeyindeki hidrokarbonlar polar karbonil, karboksil ve hidroksil gruplarına dönüştüğü için PP kumaşların ıslanabilirliği ve stabilliği artmaktadır.

Atmosferik basınçta azot, hava, CO₂ ve argon plazma ile işlem görmüş PP kumaşlarda en iyi hidrofilitik azot plazma ile elde edilmiştir (Ráhel *et.al.*, 2003).

3.2.4.2 Diğer

Uniform atmosferik glow deşarj (OAUGDP) işlemi ile atomik oksijen, ozon, UV foton, enerjili iyonlar ve enerjili elektronlar üretilerek sterilizasyon etkisi sağlanabilmektedir. Hava plazma ile He plazmadan daha fazla mikrop öldürme etkinliği sağlandığı bulunmuştur.

Azot ve hava vakum plazma ile aktive edilmiş bebek bezlerinin coverstock tabakasına %10'luk akrilik asit monomeri aşılacağında hidrofilitik sağlanmaktadır. Azot gazının hidrofilleştirmeye etkisi daha fazla olmaktadır. 1µm'den daha az kalınlıktaki aşılınmış akrilik asit monomer tabakası PP ile iyi bir tutunma özelliğine ve boya afinitesine sahip olmaktadır (Šimor *et.al.*, 2002).

3.2.5 Poliamid liflerde vakum plazma teknolojisinin kullanımı

3.2.5.1 Hidrofobluk

Florokarbon plazma veya bir florokarbon monomer ile plazma polimerizasyonu, materyalin hidrofobluğunu plazma aşısı polimerizasyon tekniklerinden daha basit ve kolay artırabilmektedir. Iriyama ve ark. (CF₄, C₂F₄, C₃F₆ and C₆F₁₄) florokarbon plazmalarını kullanarak poliamid kumaşlara su iticilik özelliği kazandırmıştır. 30 yıkama sonunda doymuş florokarbon plazma ile işlem görmüş kumaşların su iticilik özelliğinin dayanımı doymamış florokarbon plazma ile işlem görmüşten daha iyi olmaktadır. Doymuş florokarbon plazma işlemi ile kumaş yüzeyinde uzun zincirli polimerler implante edilmekte ve böylece daha dayanıklı ve hidrofob yüzeyler elde edilmektedir (Iriyama *et.al.*, 1990).

Oksijen plazma işlemi ile poliamid liflerinin su iticilik özelliği, boyama verimi, yüzey gerilimi, klor dayanımı ve elektronegatifliği artırılabilir. Argon plazma işlemi uygulanmış poliamid kumaşların ise klor dayanımı ve su iticilik özelliği artmaktadır.

3.2.5.2 Mekanik özellikler

Argon, He, He/O₂ plazma işlemi görmüş poliamid kumaşın yüzey oksijen içeriğinde bir miktar artış olmaktadır. He ve He-O₂ plazma işlemi görmüş numunelerin mukavemetlerinde önemli bir değişiklik olmamakla birlikte, çok kısa süreli işlemlerde oksijen ile kimyasal reaksiyon veya PA'de meydana gelen çapraz bağlanma nedeniyle az miktarda mukavemet artışı gözlenmektedir (Hsieh *et.al.*, 1989; McCord *et.al.* 2002). Bu durumun plazma işlemi sırasında kopan kovalent bağlar nedeniyle boşta kalan zincir uçlarının C-C bağı veya tekrar kovalent bağ oluşturmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (McCord *et.al.* 2002).

Mccord ve ark., He ve He-O₂ plazma işlemi sonunda kumaş yüzeyinin yivli bir yapı kazandığını ifade etmişlerdir. Plazma ortamında çok az hava bulunması durumunda, He plazma ile kumaş yüzeyinde aşınma meydana geldiği için yüzeyde daha kumlu bir yapı meydana gelirken, kumaş yüzeyindeki O/C ve N/C oranında artma meydana gelmektedir. Oksijen plazma materyal üzerinde aşındırma yapmaktadır (McCord et.al, 2002) .

Yip ve ark. 2002 yılında oksijen, argon ve CF₄ ile soğuk plazma işlemi görmüş PA kumaşların yüzey özelliklerini değerlendirmek amacıyla Kawabata değerlendirme sistemini (KES) kullanmıştır. PA kumaşların yüzey özellikleri, germe, kayma, eğilme ve sıkıştırma özellikleri incelenmiştir. İşlem görmüş kumaşların mekanik özelliklerinin plazma gazına bağlı olarak değiştiği belirtilmektedir. Oksijen ve argon plazma işlemi ile yüzeyde aşındırma meydana gelirken, CF₄ plazma işlemi ile yüzeyde film tabakası oluştuğu bildirilmiştir. Germe enerjisi ve uzayabilirlik kısa işlem sürelerinde azalmakta, ancak uzun işlem sürelerinde artmaktadır. Eğilme ve kayma özellikleri de benzer bir davranış göstermektedir. Kısa işlem sürelerinde, tüm özelliklerdeki azalmanın nedeninin, materyal yüzeyinin pürüzsüzlüğü nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Uzun işlem sürelerinde oksijen ve argon plazma işlemi görmüş kumaşların tüm özelliklerinde fark edilebilir artmanın daha yüksek lif-lif ve iplik-iplik sürtünmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak işlem süresinin daha da artması durumunda germe, eğilme ve kayma özelliklerinde daha fazla bir iyileşmenin olmamasının nedeni, artan işlem sürelerinde materyal yüzeyinde aşınmanın çapraz bağlanmadan daha baskın olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kumaşın elastisitesini temsil eden sıkıştırma direnci pürüzlülüğün artması nedeniyle uzun işlem

sürelerinde azalmaktadır. Oksijen, argon ve CF₄ plazmada hava geçirgenliği artarken, CF₄ plazmada işlem süresi artışı ile azalmaktadır. Plazma işlemlerinin kumaş yapısını değiştirmediği için hava geçirgenliğinin, yüzey özelliği ve kalınlığına bağlı olarak değiştiği bilinmektedir (Yip *et.al.*, 2002).

Soğuk argon ve oksijen plazma işlemlerinde işlem süresinin artışı ile lif-lif, iplik-iplik sürtünmesi ve yüzey pürüzlülüğü artmaktadır. İşlem görmüş poliamid kumaşların yüzey morfolojisi ve mekanik özellikleri değişmektedir (Campagne *et.al.*, 2005). Germe ve sıkıştırma direnci plazma işlemi sonucunda azalmaktadır.

3.2.5.3 Boyama

1992'de Japonya'da yapılan bir çalışmada, farklı sıcaklıklarda lif çekimi yapılan PET ve poliamid 6,6 lifleri için hava plazmanın aşındırma etkisi ve lif kristalliği arasındaki ilişki ve boyanabilirlikleri incelenmiştir. Yüksek sıcaklıklarda lif çekimi yapılan poliester ve poliamid 6,6 liflerinin kristalinitelerinin daha fazla olduğu görülmüştür. 180°C altında yapılan lif çekiminden sonra liflerde plazma işlemine karşı hassasiyetin daha düşük olduğu görülmüştür. Bu durum üç-faz semi kristalin polimer modeli ile açıklanabilmektedir. Modele göre bir polimerin yapısında, amorf bölgelerde boyanamayan, sıkı yerleşmiş ancak kristalin bölge olmayan kısımlar bulunmaktadır. Düşük sıcaklıklarda lif çekimi yapıldığında, boyanabilen amorf bölge miktarı azalırken boyanamayan amorf bölge miktarı değişmemektedir. Bu değişim, kristalin bölge artışından kaynaklanmaktadır. Modele göre plazma işlemi sonucunda sıcaklık artışı ile boyanabilirliğin azalması deneysel çalışma ile de doğrulanmıştır (Okuna *et.al.*, 1992).

1996'da, Japonya'da yapılan bir çalışmada, poliamid kumaşlara düşük sıcaklıkta O₂ plazma işlemi uygulanarak, life asit ve bazik boyarmaddenin penetrasyonu ve boyama özellikleri incelenmiştir. Oksijen plazma işlemi ile lifin zeta-potansiyelinin artması nedeniyle lifin negatif yüzey yükü artmış ve bazik boyarmaddeler ile boyama verimi artarken, anyonik karakterli asidik boyarmadde ile boyama veriminin azalmıştır. Poliamid 6'nın yapısı, kimyasal ve fiziksel açıdan homojen olduğu için boyanma özelliklerinde lifin elektronegatifliği önemli bir rol oynamaktadır (Wakida *et.al.*, 1994, 1996).

Soğuk amonyak, karbondioksit ve oksijen plazma ile işlem görmüş poliamid 6 kumaşlar koküs, çin meşe ağacı, kökboyası ve hodançiçeği gibi doğal boyalar ile boyanmıştır. Poliamid 6'nın boyanma miktarı koküs ve çin meşe ağacı ile değişmemektedir (Wakida *et.al.*, 1998).

Oksijen plazma ile işlem görmüş poliamid liflerin azot içeriği değişmezken, yüzeydeki oksijen miktarı önemli ölçüde artmamaktadır. Oksijen atomları yüzeyde hidroksi ve karboksilik asit grupları şeklinde bulunduğu için liflerin yüzey enerjisi ve ıslanabilirliği de artmaktadır (Ferrero *et.al.*, 2004).

Yüksek yoğunlukta naylon 6 kumaşlara mikrodalga oksijen plazma işlemi ile akrilik asit (AA) ve 2-hidroksietil metakrilat (HEMA) monomer aşılama işlemleri, tekstil terbiye işlemlerinin farklı aşamalarında uygulanmıştır. İşlem sonrası asit boyarmadde ile boyanmış kumaşlarda, hidrofilite ve su geçirgenliği, drenaj, nem tutma ve nem emme özelliklerinde iyileşme sağlanmıştır. Plazma ve aşılama işlemi boyama öncesi ve sonrası olacak şekilde yapılmıştır. Boyamadan önce plazma ve aşılama işlemi uygulandığında boyamada renk verimi elde edilememiştir.

Boyama sonrası plazma ve aşılama işlemi uygulandığında daha kalıcı hidrofilitte elde edilmiş, aşılama işleminden sonra renk veriminde AA aşılama ile değişme olurken, HEMA ile önemli bir fark görülmemiştir (Liao *et.al.*, 2005).

3.2.5.4 Diğer çalışmalar

Biyomateryal olarak kullanılacak materyalin yüzeyinin hidrofil veya hidrofob olması, polar grup miktarı, kristalinite derecesi, yükü, pürüzlülüğü, gözenekliliği ve diğer faktörler önemli olmakla birlikte, çok ufak değişiklikler bile materyalin fonksiyonelliğinde önemli değişikliklere neden olabilmektedir. Kan hücre, bakteri, protein ve enzimlerin büyüklükleri birbirinden farklı olduğu ve pürüzlü yüzey ile seçimli reaksiyon gösterdikleri için materyalin pürüzlülük ve gözenekliliği önem kazanmaktadır. Plazma işlemi ile materyalin hidrofil/hidrofob karakteri, yüzey kristalinitesi, pürüzlülüğü ve gözenekliliği belirlenerek, materyale herhangi bir hücre ile optimum adhezyon özelliği kazandırılması gerekmektedir.

İnce ve dayanıklı olan poliamid lifleri özellikle göz, sinir gibi hassas olan ameliyatlarda, dikiş ipliği olarak kullanılmaktadır. Azot ve amonyak plazma işlemi uygulanmış poliamid liflerin yüzeyinde oluşan mikrokabarcıklar ve oluşan polar gruplar nedeniyle biyoyumluluk artmaktadır. Plazma işlemi ile yüksek miktarda hücre adhezyonuna neden olan seçici protein adsorpsiyonu sağlanabilmektedir. Bunun yanında argon ve azot plazma işlemi ile kanın pıhtılaşmasını önleyerek biyoyumluluk sağlanabilmektedir. Bu durum azot plazma görmüş PET ve polistiren materyallerde de gözlenmektedir (Shmack *et.al.*, 2000).

1977'de Çin'de yapılan bir araştırmada, aromatik poliamiddan oluşan ters osmos membranının modifikasyonunda, plazma tekniği

kullanılmıştır. Bu membranlar deniz suyunu saflaştırmak ve ultra saf su elde etmek için kullanılmaktadır. Ancak bu membranların klor dayanımı ve su geçirgenliği sınırlı olmaktadır. Oksijen plazma ile yapılan işlemlerde işlem süresi arttıkça yüzeydeki karboksilik asit miktarı arttığı için su geçirgenliği de artmaktadır. Argon plazmada, membran yüzeyinde karboksilik asit oluşmadığı için membranın su geçirgenliğinde çok az bir düşüş olmaktadır. Oksijen plazmada, klor dayanımında az miktarda bir artış gözlenirken, argon plazma ile belirgin bir artış gözlenmektedir. Bunun poliamid üzerinde meydana gelen çapraz bağlardaki artıştan kaynaklandığı ifade edilmektedir.

Poliamid 6 kumaşların iletkenliğini geliştirmek için argon, NH_3 ve O_2 plazma işlemleri görmüş kumaşlara anilinhidroklorür çözeltisi emdirilip anilin, amonyum peroksidisülfat ve HCl içeren banyoda polimerizasyonu işlemi yapılmıştır. Oksijen plazma işlemi ile asidik fonksiyonel gruplar (C-OH, C=O ve C-O) oluştuğu için poliamid 6 kumaşların iletkenliğinin daha fazla arttığı bildirilmiştir.

ATR, FTIR ve XPS ölçümlerinde, oksijen plazmada işlem esnasında poliamid zincirinin parçalandığı ve lif yüzeyi boyunca -COOH grupları oluştuğu belirtilmektedir.

Hava, azot ve su gibi polimerize olmayan gazlar ile plazma işlemi görmüş poliamid 6 kablolarının hidrofilitiklerini değerlendirmek için yapılan temas açısı ölçümleri sonunda, yüzeyde üretilen iyonize olabilen grupların asidik ve bazik karakterli olduğu belirlenmiştir. Hidrofilite kullanılan gaza bağlı olmakla birlikte, hava ortamında tutulduğunda zamanla hidrofilitliğinde azalma meydana gelmektedir. Su ortamında bırakılan numunelerin hidrofilitliğinde zamanla artma meydana gelmiştir. Bu artış su plazma işlemi görmüş materyalde daha fazla olmaktadır.

Depolama koşullarına bağlı olarak hidrofily grupların lifin iç kısmına doğru dönmesi veya migrasyonu ile yüzeyde yeniden bir oryantasyon meydana gelmektedir (Canal *et.al.*, 2004).

Poliamid 12, deşarj plazma ile modifiye edilerek yüzey özellikleri ve adhezyonu incelenmiştir. Azot ve oksijen bariyer deşarj ve hava RF deşarj plazma işlemi görmüş materyalin bağlanabilirliği ve basılabilirliği üzerine gelişme sağlanmiştir. Yapılan bariyer deşarj işleminin daha stabil ve daha dayanıklı olduğu belirtilmektedir. Artan hidrofily grup sayesinde materyalin adhezyonunda da gelişme sağlanmiştir (Novák *et.al.*, 2006).

50 ve 100 W güçte, 50 cm³/dk gaz akış hızında, 10-60 dakika arasında oksijen plazma işlemi görmüş poliamid liflerin yapısı incelenmiştir.

Lif ekimi sırasında uygulanan germe, lif katılaştırma parametreleri de lif yüzeyinde meydana gelen yapıyı etkilemektedir. Poliamid ipleri plazma işlemine tabi tutulduğunda kurdela benzeri yapı görülmemiş sadece yüzeyde granüller meydana gelmiştir. Wakida ve Tokino'ya (1996) göre tek ve çift eksenli olarak gerdirilmiş PET filmlerde benzer sonuçlar elde etmiştir. Tek eksenli olarak gerdirilmiş filmde sadece aşınma meydana gelirken, tek eksenli olarak gerdirilmiş filmde dikey çizgili bir yapı meydana gelmektedir. Bu durumun nedeni tam olarak açıklanamasa da, uygulanan germe işleminin etkisi olduğu açıktır (Yip *et.al.*, 2006).

3.2.6 Poliamid liflerde atmosferik plazma teknolojisinin kullanımı

3.2.6.1 Boyama

Korona deşarj ile işlem görmüş farklı kalınlıklarda PA nonwoven kumaşlara akrilik asit monomeri aşılandığında, aşılanan monomer miktarı, aşılama süresine bağlı olarak değişmektedir. Kumaş kalınlığı arttıķça

aşıl原因an monomer miktarının da artması, korona deşarjın yalnız yüzeyde değil kumaşın içyapısında da etkili olduğunu göstermektedir. Akrilik asit monomeri PA yüzeyini tamamen kapladığı için, XPS analizinde amin gruplarında bulunan N atomlarına rastlanmamaktadır. Korona deşarj ile homojen olarak aktive edilen PA kumaş yüzeyi üzerinde monomer homojen bir şekilde dağılmadığı için materyal yüzeyinde kabarcıklar görülmektedir. Metilen blue boyarmaddesi monomere bağlandığı için aşıl原因an monomer miktarını belirlemede kullanılabilir (Seto *et.al.*, 1999).

3.2.6.2 Diğer

Nylon 6,6 filminin nem emme özelliğini geliştirmek için argon plazma işleminden sonra allilpentaflorobenzen (APFB) monomeri UV veya ısı olarak yüzeye aşıl原因anmıştır. Plazma işlemi ile film tabaka yüzeyinde APFB monomerinin aşıl原因abileceği peroksi radikalleri oluşturulmaktadır. Materyalin nem emme özelliği yük ölçümsel nem ölçme test metodu ile belirlenmiştir. Aşı kopolimerizasyonun etkinliği, argon plazma işlem süresi ve aşı kopolimerizasyon süresi açısından değerlendirilmiştir. UV ile aşı polimerizasyonu yapıldığında orijinal filmde daha düşük nem emme özelliği (düşük oranda monomer aşıl原因ması nedeniyle) elde edilirken ısı ile yapılan aşı polimerizasyonunda daha yüksek nem emme özelliği elde edilmektedir. XPS sonuçlarında, UV ile yapılan aşıl原因mada yüzeyde hidrofob polimer tabakası oluşturulduğu görülmüştür (Zhang *et.al.*, 2000b).

2004 yılında yapılan bir çalışmada düşük basınç mikrodalga oksijen plazma işlemi görmüş poliamid 6 kumaşlar 1,1,2,2-tetrahidroperfluorodesil akrilat (AC8) monomeri içerisinde bekletildikten sonra argon plazma işlemine tabi tutulmuş ve PA kumaşlara güç

tutuşurluk özelliği kazandığı belirtilmiştir. Oksijen plazma işleminden sonra yüzey pürüzlü hale gelmektedir. İşlem sırasında ısıl uyarılma nedeniyle $-CH_2-CH_2-O-C(=O)-$ zincir bölünmesi ile CO_2 ve florlu karbon zincirleri açığa çıkmaktadır. Oluşan CF_x^* radikalleri polimerin farklı kısımlarının C-H zincirleri ile reaksiyona girmekte ve işlem sonunda poliamid kumaşların ısı açığa çıkarma değerleri azalmaktadır (Errifai *et.al.*, 2004).

Dielektrik barrier deşarj hava plazma ile yüzeydeki oksijen miktarı artmaktadır, ancak bu durumun hidrofilitite ile bir ilişki bulunmamaktadır. Plazma işlemi sonunda poliamid 6 ve 12'nin O/C ve C/N oranı artmaktadır. Depolama sonunda hidrofilitede artış görülürken, yüzeydeki O/C oranında azalma meydana gelmektedir. Plazma işlemi ile amid karbon (CO-NH) miktarında artma gözlenmektedir. Depolama sırasında Poliamid 12'nin C_xH_y gruplarında azalma olurken, C-NH, CO-NH grupları artmakta ve yeni O-CO-O grupları oluşmaktadır. DBD hava plazma işlemi ile C-CO, C-O-C ve $C=O$ grupları oluşmaktadır. DBD hava plazma işlemi görmüş Poliamid 6 materyallerde ikincil amid gruplarının oluşurken N-H ve C-H salınımlarında artma olmaktadır. DBD hava plazma işlemi görmüş poliamid 6 ve 12 filmde amid gruplarına komşu C=O bantları oluşmaktadır. Poliamidin yüzey aktivasyonu ve modifikasyonu polimerin yapısına bağlı olmaktadır (Upadhyay *et.al.*, 2004).

Elektrospin ve meltblown yöntemine göre üretilmiş olan nylon ve poliüretan mikro ve nanofiber kumaşlara atmosferik üniform glow deşarj plazma işlemi hava ortamında uygulanmıştır. 10 s'den fazla işlem görmüş elektrospin poliüretan ve poliamid kumaşların rengi bozulmakta ve mukavemet kaybı meydana gelmektedir. Meltblown nylon kumaşın 5 s işlem sonunda yüzey enerjisi artmakta ve bir yıl sonra çok az

azalmaktadır. Meltblown mikrofiber kumaşların mukavemetlerinde 120 s işlem süresine kadar önemli bir değişiklik olmamaktadır. Elektrospin nanofiber kumaşların mukavemetinde bir miktar azalma gözlenmektedir. Meltblown poliüretan ve nylon kumaşlarda hidrofilitik sağlanmakta, nylon kumaşların hidrofilitiği 1 yıldan fazla dayanmaktadır. Farklı tipteki materyallerin farklı özellik göstermelerinin üretim sırasında kullanılan lif inceliğine bağlı olduğu belirtilmektedir (Tsai *et.al.*, 2005).

3.2.7 Poliakrilonitril liflerde vakum plazma teknolojisinin kullanımı

Özellikle tıbbi iplik ve implant edilebilen materyal üretimi başta olmak üzere tekstil endüstrisindeki potansiyel uygulamaları nedeniyle akrilik lifleri sentetik lifler arasında önemli liflerden biridir. Düşük nem emme, termal stabilite, kıvrımların açılması gibi dezavantajlarının giderilmesi gerekmektedir.

3.2.7.1 Güç tutuşurluk

Düşük oksijen indeksine sahip olması nedeniyle poliakrilonitril lifleri yanabilir tekstil materyalleri olarak sınıflandırılmaktadır. Uzun yıllardır poliakrilonitril liflerin güç tutuşurluk özelliğini geliştirmek için bitim işlemleri, lif üretim aşamasında uygun komonomer kullanılması, iplik eğirme çözeltilisinin modifikasyonu ve kimyasal modifikasyonlar kullanılmaktadır. Güç tutuşurluk etkisi hidrazin hidrat ve metal asetatlar gibi bileşikler ile kazandırılabilirken, termal stabilite TG ve DTA ile değerlendirilmiştir.

Akrilik liflerin sıcaklıkla parçalanması sırasında HCN, CH₃CN, C₂H₃CN, CH₄ ve C₂H₄ gazları açığa çıkmaktadır. DTA analizinde orijinal akrilik liflerinde ilk pik yaklaşık 589 K'de meydana gelmektedir ve HCN

çıkışı ile halka oluşumunu temsil etmektedir. İkinci pik ise 834-1180 arasında geniş bir pik olarak görülmekte ve lifin tamamen bozulduğunu göstermektedir. Monomer ile işlem sonrası yapılan DTA analizleri sonunda ilk pikin ortadan kalktığı görülmektedir. Bu durum siyano gruplarının halkalı konjuge yapılar ile çevrelenmesi ile açıklanabilmektedir. Güç tutuşur materyaller ile işlem görmüş liflerin sıcaklık ile bozulması sırasında açığa çıkan zehirli HCN gazı daha az açığa çıkmaktadır (Xu *et.al.*, 2001).

Akrilik liflere güç tutuşurluk özelliği kazandırmak için Metakrilamid monomeri aşılanmıştır. Aşılama yapılmış ve yapılmamış akrilik liflerin FTIR analizleri incelendiğinde, metakrilamid monomerinden kaynaklanan 3200-3450 cm^{-1} 'de N-H gerilme bandı, 1627 cm^{-1} 'de CO amid piki ve akrilik lifinden kaynaklanan 2243 cm^{-1} 'de $\text{C}\equiv\text{N}$ (nitril) grup pikleri görülmektedir. TGA analizlerine göre, aşılanan monomer miktarının artışı ile materyalin termal stabilitesi artmaktadır. Termal stabilitedeki artmanın nedeni olarak polimer ile materyal arasında meydana gelen kuvvetli kimyasal ve fiziksel bağlar gösterilmektedir (Çelik, 2004).

3.2.7.2 Diğer

Argon plazma işlemi görmüş poliakrilonitril kumaşa 1,1,2,3, tetrahidroperfluorodesil akrilat (AC8) monomeri düşük basınç mikrodalga işlemi ile aşılandığında, monomer ile poliakrilonitril kumaş arasında kovalent bağ oluşturularak kumaşa su ve yağ iticilik özelliği kazandırıldığı belirtilmiştir. Florlu bileşiklerin yüzey gerilimlerinin düşük olması ve sıvının yüzeyde tutunma imkânı olmaması nedeniyle florlanmış polimeri su veya organik bir bileşik ile ıslatmak oldukça zor olmaktadır. Poliakrilonitril kumaşlara su ve yağ itici özellik kazandırmak için perfloroalkilmetakrilatın homo ve kopolimerleri de kullanılabilir.

Monomer buharı direk olarak plazma ortamına verilip aşılama işlemi de gerçekleştirilebilmektedir (Hochart *et.al.*, 2003).

Poliakrilonitril liflerine plazma işlemi ile hidrofob karakterli AC8 monomeri aşılansarak su ve yağ itici karakter kazandırılmıştır.

Farklı koşullarda azot plazma işlemi görmüş poliakrilonitril kumaşların kapilarite ve hidrofiliğinde artma meydana gelmektedir. Kapilarite, difüzyon katsayısı, işlem süresi ve işlem güç artışı ile artmaktadır. Bekletme sonunda kapilarite katsayısında düşüş meydana gelmektedir. Plazma işlemi sonunda akrilik kumaşların $-C\equiv N$ grup sayısında azalma olurken $-C=C-$ grup sayısında artma meydana gelmektedir. Plazma işlemi sırasında hidrojen uzaklaştırılması ve lif yapısında meydana gelen intramoleküler düzenleme ile $=C=N-$ ve $=C=C=$ bağları oluşmaktadır. Hava plazma işlemi ile daha iyi geçici hidrofilitte sağlanmaktadır. Bekleme sonunda kılcallık katsayısında düşme olurken kumaş gözenek çapında artma olmaktadır. Oksijen plazma işlemi görmüş poliakrilonitril kumaşlarda $=C=N-$ grupları polar $=C=O$ gruplarına dönüşmektedir. Bu gruplar yüzey özelliklerinin iyileşmesine yardımcı olurken, doymuş oksijen atomu diğer etkilerin oluşumunu etkilememektedir (Ferrero, 2003).

Akrilonitril (AN) ve HMDSO plazma polimerlerinin oluşma miktarı sıcaklık artışı ile sistematik olarak azalmaktadır. AN oluşumu ve sıcaklık arasında lineer bir ilişki vardır. HMDSO polimerinde sıcaklığa bağımlılık $50^{\circ}C$ 'a kadar az olmaktadır. Plazma gücü polimerleşen akrilonitril yapısındaki azot içeriğini etkilemektedir.

Amonyak plazma işlemi görmüş poliakrilonitril liflerin hidrofilitleri temas açısı, AFM ve XPS analizleri ile değerlendirilmiştir. Ölçülen temas açılarından Fowkes eşitliğine göre materyalin yüzey

enerjisi hesaplanmıştır. İşlem sonunda hidrofillikte meydana gelen değişimin esas olarak yüzeye hidrofil grup aşılmasından kaynaklandığı belirtilmektedir (Liu and Lu, 2006).

3.3 Yüksek Performans Liflerinde Plazma Teknolojisinin Kullanımı

3.3.1 PE liflerinde vakum plazma teknolojisinin kullanımı

PE filmler paketleme endüstrisinde kullanılmak için gerekli mekanik özelliklere sahip olmakla birlikte, diğer sentetik liflerde olduğu gibi kötü basılabilme ve bağlanabilme özelliğine sahiptir.

UHMPE (ultra yüksek modüllü polietilen), PPTA (poli-fenil tereftalatamid) ve karbon lifleri gibi pek çok kompozit materyal mükemmel mekanik özelliklere sahiptir. Ancak yüzeylerinin kimyasal olarak inert olması ve aşırı düz olması kompozit uygulamalarında ciddi problemlere neden olmaktadır. Geleneksel yaş yüzey modifikasyon işlemleri ile karşılaştırıldığında, plazma işlemleri ile liflerin fiziksel özelliklerini değiştirmeden reçine matriks ile adhezyonu artırmak daha kolay olmaktadır. Spektra gibi UHMPE lifleri yüzeylerinin kimyasal olarak inert yapısı nedeniyle ticari matrikslerin hemen hemen hepsi ile güçlü bağlar oluşturamamaktadır. Düşük basınç plazma işlemi ile UHMEP lifleri ile epoksi ve vinil ester gibi reçine matrisleri arasındaki bağlar güçlendirilebilmektedir (Biro *et.al.*, 1993).

Geleneksel ısıtma, radyasyon ve kimyasal işlemler gibi sterilizasyon yöntemlerinin dezavantajları düşünüldüğünde, sterilizasyon için düşük basınç plazma işlemi ısıya duyarlı ve plastik materyaller için alternatif bir metot olarak verilmektedir. Gaz plazmalar sterilizasyonları, hem bakteri ve virüsü öldürürken hem de ölü mikroorganizmaların biyomateryal

yüzeyden uzaklaştırılmasını sağlamaktadır (Chau *et.al.*, 1996). Gamma radyasyonu sterilizasyonu ile karşılaştırıldığında, plazma biyomateryallerin morfolojisinde daha az değişiklik ve daha az bozulma meydana getirmektedir (Fisher *et.al.*, 1997). Düşük basınç plazma işlemi ile sterilizasyonun maliyeti buhar ile sterilizasyon ile neredeyse aynı iken, formaldehit ve ETO ile sterilizasyondan daha ucuzdur (Adler *et. al.*, 1998).

Soğuk oksijen plazma işlemi görmüş PE filmde fazla miktarda CO₂, CO, H₂O ve H₂ gibi buharlaşabilen bileşikler üretildiği için en yüksek aşınma oranı gözlenmektedir. Korona plazma işlemi ile Low-density (LDPE) ve high-density (HDPE) ve medium-density (MDPE) filmlerin ıslanabilirliği artırılabilir. MDPE veya HDPE'den farklı olarak plazma işlemi ile LDPE filmde üretilen oksijen iç yüzeylerde daha fazla olmaktadır. OAUGDP hava plazma ile 2 saniyeden daha kısa işlem sürelerinde ıslanabilirlik sağlanabilmektedir.

Seto ve ark. korona deşarj işlemi görmüş farklı kalınlıklara sahip PE nonwoven kumaşlara akrilik asit monomeri aşılacaktır. Aşılana monomer miktarı PA'e göre daha az olmuştur (Seto *et.al.*, 1999).

Sahre ve ark., asetilen ve etilen ile plazma polimerizasyonunu kullanarak hidrokarbon film tabaka içeren polietilen filmi çalışmışlardır. XPS ve FTIR sonuçları oluşan hidrokarbon filmin amorf bölge, kısa zincir, C_xH_y fonksiyonel yapısı ve aril biriminden oluşmaktadır. Hidrokarbon film açık havada tutulduğu zaman, materyal üzerindeki radikal ve hava oksijeni veya su arasında gerçekleşen reaksiyon nedeniyle polar grup üretilmektedir.

Retzko ve ark. plazma polimerizasyonunun RF plazmada üretilen radikaller ile zincir reaksiyonlarından oluştuğunu belirtmektedir (Retzko *et.al.*, 2001; Hwang 2003).

Korona deşarj işlemi PE film yüzeyinde üniform bir oksidasyon meydana getirirken, materyal yüzeyinde çeşitli peroksitler üretilmiştir. Korona deşarj ile aktive edilen PE film üzerine serbest radikal reaksiyonuna göre akrilamid monomeri aşılansmış, aşılansan monomer miktarı işlem süresi artışı ile artmış ve yüzeyde ince bir film tabakası meydana gelmiştir. PE film içerisine oksijen kolaylıkla girmekte ve serbest radikaller peroksided dönüşecek olan oksijen ile reaksiyona girmektedir. Aşı polimerizasyonun gerçekleşmesini sağlayan peroksitler korona deşarjda glow deşarjda üretilenden 10 kat daha fazladır. Ancak farklı plazma işlemleri ile üretilen peroksitler farklı olduğu için, aynı koşullarda aşı polimerizasyonu gerçekleştirilse bile, aşılansan monomer miktarında fark olmamaktadır. Korona deşarj ortamında oluşan hidroperoksitler, ortamdaki ozon ile peroksiester veya peroksikarbonata dönüştüğü için aşı polimerizasyonu için kullanılacak peroksit miktarı daha az olmaktadır (www.polymer-surface.com/examples/activation.html).

Mikrodalga H₂ ve NH₃ plazma işlemi PTFE materyale azot ve oksijen aşılansması ile çapraz bağlanma ve C-C, C-H, C=C grupları meydana gelirken, materyal üzerinden flor uzaklaştırılmakta ve materyal hidrofil bir karakter kazanmaktadır. Kısa süreli H₂, NH₃, He, Ar ve CH₄ plazmaları ile PTFE filmde hidrofillik sağlanmıştır.

2004 yılında yapılan çalışmada hem RF hem de DBD plazma ile PTFE'nin hidrofilitesi geliştirilmiştir. PTFE yüzeye plazma işleminin etkisi plazma tipine ve işlem koşullarına bağlıdır. Yüksek enerjili RF plazma polimer üzerinde aşınma ve polimerin üst yüzeyinde (CF₂)n

zincirlerinin bölünmesi ile oligomerik tetrafloroetilen tabaka oluşmasına neden olmaktadır. Yüzeyde oksijen açığa çıktığı için hidrofilitte artmaktadır. DBD plazmada ise yüksek enerji nedeniyle oligomerik tabaka meydana gelmektedir. DBD plazma ile PTFE polimer yüzeyinde daha az aşınma meydana gelmektedir. RF plazma ile işlem görmüş kumaşlarda temas açısı önce oldukça hızlı düşmekte daha sonra bir miktar artmaktadır. DBD plazma ile işlem görmüş PTFE polimerde ise ilk olarak hızlı düşme, sonra sabit bir durumda bulunma ve daha sonra da temas açısında artma gözlenmektedir (Liu *et.al.*, 2004).

3.3.2 PE liflerinde atmosferik plazma teknolojisinin kullanımı

Yüksek maliyet ve banyo işlemleri nedeniyle düşük basınç plazma işleminin kısıtlamaları bulunmaktadır. Atmosferik basınç plazma işlemi ile bu problemler çözülmektedir. Atmosferik basınç plazma işlemi yüksek güçlerde gerçekleşmediği için, sterilizasyon işlemi sırasında materyalin temel özellikleri değişmemektedir. Son zamanlarda atmosferik plazma tekniği ileri bir sterilizasyon yöntemi olarak araştırılmaktadır (Montie *et.al.* 2000; Laroussi 1996; Laroussi *et.al.* 1999; Roth *et.al.* 2000; Herrmann *et.al.* 1999).

Bu yöntemin başarılı dizaynlarından birisi atmosferik üniform glow deşarj'dır (OAUGDP, University of Tennessee, Knoxville). Genel olarak plazma sterilizasyonun mekanizması hala bilinmemektedir. Vakum plazma altında sterilizasyonun fizikokimyasal mekanizması, aktive olmuş gaz türleri (O₂) öncelikle bakterilerin hücre duvarlarındaki hidrokarbon bağlarını etkilemekte ve bakterilerin hücre duvarlarını zayıflaması şeklinde açıklanabilmektedir (Chau *et.al.* 1996; Moreau *et.al.* 2000; Lerouge *et.al.* 2000; Soloshenko *et.al.* 2000). Bu reaksiyonun tekrar etmesi sonucu bakterilerin hücre duvarları parçalanarak

uzaklaştırılmaktadır (bakterilerin hücre duvarlarının fiziksel olarak saçılması). Bakteri hücreleri osmotik basınç veya aktive olmuş oksijen ile bozulduğu zaman UV ışık hücrenin içerisindeki yapıları bozacaktır (kimyasal bozulma ve/veya plazmadan UV radyasyon). Koulik ve ark atmosferik plazmada sterilizasyonun mekanizmasını aşağıdaki gibi vermektedir:

1. Plazma kimyasal reaksiyonlar- oksidasyon ve aşınma,
2. Elektron bombardımanı,
3. UV radyasyon,
4. Yüzey atlamaları ve
5. Plazma işleminden sonra kimyasal reaksiyonlar.

Lif ve tekstillerin nanomateryal modifikasyonu ile kumaş performanslarında artış sağlanabilmektedir. PE tekstil ve filmlerin He ve He-O₂ atmosferik plazma işlemi ile fizikokimyasal modifikasyonu üzerine çalışılmıştır. Plazma işlemi görmüş materyalin fonksiyonelleştirilmesi için iki aşamalı bir prosedür kullanılmaktadır. 1. aşamada plazma işleminden sonra glisidoksipropiltrimetoksi silan (GPS) monomeri ile işlem, 2. aşamada ise GPS monomeri ile işlemden sonra plazma işlemine tabi tutulmaktadır. Plazma ortamında bulunan atomik oksijen aşınmaya neden olurken, helyum yüzey kirliliklerini uzaklaştırmakta ve polimer yüzeyinde çapraz bağlanma oluşturma ve zincir bölünmesini sağlamak için enerji transferini sağlamaktadır. Plazma işlemi ile materyalin hidrofiliği artmakta, plazma işleminden sonra yüzeyin oksijen içeriğinde artma olurken, karbon içeriğinde azalma olmaktadır. FTIR analizinde 1100 cm⁻¹'de silika esaslı gruplar gözlenmektedir. Plazma işlemi ile oluşturulan oksijen içerikli gruplar silika ile kovalent bağ oluşturduğu belirtilmektedir.

XPS analizinde –OH ve –OOH grupların olduğu belirtilmektedir. Plazma işlemi ile silika aşınmış materyallere, gaz bariyer özelliği ve iyi mekanik özellikler verilebilmektedir. Silika aplike edilmiş materyallerin sürtünme enerjisi ayrılması yüksek olduğu için pek çok askeri uygulamada kullanılabilir (asc2006.com/orals/MO-04.pdf).

3.3.3 Kevlar liflerinin plazma teknolojisinin kullanımı

Atmosferik basınç plazma işleminden sonra filamentlerin germe dayanımı artmaktadır. Aşınma etkisinde artma germe kuvvetinde azalmaya neden olduğu için bu yapı bağdaştırılamamaktadır. Atmosferik basınç plazma işlemi görmüş Kevlar filament germe kuvvetinde artma gösterirken, yüzey morfolojisi pek değişmemektedir. Filamentlerin çapraz bağ oluşturma potansiyeli germe kuvvetinin artmasından sorumludur. Helyum bir polimerin çapraz bağlanması için en etkili inert gaz olduğu için atmosferik basınç plazma işleminde helyum gazının kullanılması diğer bir neden olabilir (Lub *et.al.*, 1989).

Plazma işlemleri ile mikroçatlaklar ve yüzeyde fonksiyonel gruplar oluşturulmaktadır, böylece matris ile lif arasındaki bağ dayanımı artırılmaktadır. Kevlar (poli p-fenit tereftalamid) lifleri yüksek tokluk, termal dayanım ve mukavemete sahiptir. Bu özellikleri nedeniyle uzay araçlarında, otomobillerde, askeri ve spor kıyafetlerinde kullanılabilir. Ancak kevlar liflerinin kullanımlarında yüksek kristalinitesi nedeniyle yüzeyinin düz olması ve kimyasal yapılarının inert olması nedeniyle sınırlamalar vardır. Bu sınırlamalar nedeniyle mevcut pek çok matris ile oluşturulan kompozit materyallerin eksen yönündeki dayanımları düşük olmaktadır. kevlar lifi epoksi matrisi arasındaki çekim kuvveti düşük basınç (NH_3 , H_2O , O_2 , hava ve Ar) plazma ile artırılabilir. Bu gazlar ile hem reaktif kimyasal gruplar (-COOH,

OH ve NH₂ gibi) oluşturulurken hem de yüzey pürüzlülüğü yaratılmaktadır (Wertheimer and Schreiber, 1981; Wu *et.al.*, 1996).

McCord ve ark., atmosferik basınçta helyum ve helyum/oksijen plazma işlemi görmüş poliamid 6.6 kumaşların mukavemetinin yüzey morfolojisinde değişiklik olmadığını bazı koşullarda arttığını belirtmektedir. Çapraz bağlanmanın lif-lif ve iplik-iplik sürtünmelerine bağlı olmadan mukavemeti artırdığı belirtilmektedir. Atmosferik basınçta helyum ve helyum/oksijen plazma işlemi görmüş spectra (HMWPE) ve kevlar (PPA) filamentleri için, önemli bir mukavemet artışı sağlanmıştır. İşlem görmüş Spectra aşınma etkisi nedeniyle meydana gelen yüzey morfolojisindeki değişimin önemini göstermiştir (Qui *et.al.*, 2002a, 2002b; Hwang *et.al.* 2002, 2003; McCord *et.al.*, 2002).

Chauhan ve Dweltz (1987), oryantasyon ve kristalinite etkisini belirlemek amacı ile liflere hava plazma işlemi uygulamıştır. Oryante olmamış amorf ve oryante olmamış kristalin bölgelerde çok az granüllerin meydana geldiğini göstermiştir. Araştırma sonunda kurdela yapısını oryante edici germe işlemi uygulamasının artırdığı belirlenmiştir. Önemli bir noktada, tek yönde oryante edilmiş, yüksek kristaliniteli liflerde plazma işlemi sonrası kurdela yapısının meydana gelmemesidir.

Yip ve ark. (2006), Padhye ve ark. (1976) aramid (kevlar) liflerine plazma işlemi uygulandığında sadece yüzeyde birkaç krater gözlendiğini belirtmektedir. Yapılan bu çalışmayı doğrulamak amacı ile bir başka aramid lifi olan Nomeks lifine 100 W 10 dakika oksijen plazma işlemi uygulanmış ve poliamid 6 ile karşılaştırılmıştır. Nomeks lif yüzeyinde kurdela benzeri herhangi bir yapı gözlenmemiştir. Aramid lifleri yüksek kristalinite, oryantasyon ve rijitliğe sahip olduğu için, lif yüzeyinde meydana gelen aşınma poliamid 6 liflerinden daha az olmaktadır. Sonuç

olarak dik yönde çizgili bir yapı meydana getirmek için lif içinde gerilmiş alanı mevcut olan ve yüksek kristaliniteye sahip materyallere ihtiyaç bulunmaktadır (Yip *et.al.*, 2006).

3.3.4 Karbon liflerinde plazma teknolojisinin kullanımı

Karbon lifleri, yüksek mukavemet ve tokluk, hafif olma, yüksek yorulma ve korozyon direnci, düşük termal uzama, yüksek ısı ve elektrik iletkenliği gibi kompozit materyaller için avantaj olan pek çok özelliğe sahiptir. Ancak karbon liflerinin polar olmaması nedeniyle reçineler ile zayıf bağlar yapması ve yüzeyinin düzlüğü mekaniksel özelliklerin düşük olmasına neden olmaktadır. NH_3 , H_2O , O_2 , hava ve Ar gibi plazma işlemleri ile lif ve matris arasındaki adhezyonun artmasına neden olan mikro-pürüzlülük ve kimyasal fonksiyonel gruplar oluşmasına neden olmaktadır. Kontinü olarak atmosferik basınç plazma işlemi ile kompozit materyaller için yüksek performanslı lifler işlenebilmektedir (Qui *et.al.*, 2002; Hwang *et.al.*, 2002).

Ar, N_2 ve O_2 plazma işlemleri ile ön işlem görmüş AS-4 karbon liflerine asetilen, bütadien ve akrilonitril plazma ile plazma polimerizasyonu yapılmıştır. Polimerizasyon işleminden sonra vinil ester reçineleri ile olan adhezyon incelenmiştir. İşlem görmüş numuneler SEM, XPS, FT-IR, temas açısı ve mukavemet testleri ile karakterize edilmiştir.

- 15 s işlem sonunda plazma kaplama kalınlığı 4-6nm iken 90 s işlem süresinde kaplama kalınlığı 30-40 nm'yi bulmaktadır.
- Ar, azot ve oksijen plazma aşındırma işlemi ile temas açısı azalırken, akrilonitril, asetilen ve bütadien plazma ile temas açısı ya çok az değişmekte ya da neredeyse aynı kalmaktadır.

- $C=C$, $C=N$, $C-O$ ve $C=O$ gibi fonksiyonel türler kullanılan tüm plazma işlemlerinde elde edilirken, akrilonitril plazma ile ilave olarak $C\equiv N$ ve $C=N$ türleri elde edilmektedir.
- Asetilen plazma işlemi ile daha fazla $C=C$ grup elde edildiği için, bütadien ve akrilonitril plazmadan daha iyi kayma dayanımına (karbon lif/vinil ester reçine arasında) sahiptir (Kim *et.al.*, 2002).

4. MATERYAL ve METOD

4.1 Materyal

4.1.1 Kumaşlar

Denemelerde %100 poliester, polipropilen, poliamid ve akrilik dokuma kumaşlar kullanılmıştır. Kullanılan kumaşların özellikleri Çizelge 4.1’de verilmektedir.

Çizelge 4.1 Çalışmada kullanılan dokuma kumaşların özellikleri

Kumaş	Çözü No	Atkı No	Çözü Sık. (Tel/cm)	Atkı Sık. (Tel/cm)	Gramaj (g/m ²)
Poliester	80 den	88 den	43	34	67
Poliamid	70 den	162 den	63	33	99
Akrilik	Nm 60/2	Nm 60/2	23	20	140
Polipropilen	300 den	300 den	24	21	145

4.2 Kimyasal Madde, Monomer ve Boyarmaddeler

4.2.1 Kullanılan kimyasal maddeler

Boyama ve baskı denemelerinde aşağıda verilen marka kimyasal maddeler kullanılmıştır.

- *Asetik asit* : Merck
- *Aseton* : Merck
- *Ecorem PES GA (yıkama maddesi)* : Genkim
- *Ecorem New (ıslatıcı)* : Genkim
- *Etil alkol* : Merck
- *Sodyum hidroksit* : Merck
- *Sodyum sülfat* : Merck
- *Sodyum karbonat* : Merck
- *Sodyum tiosiyanat* : Merck
- *Orgaclear P 460 (Kıvamlaştırıcı)* : Organik Kimya

4.2.2 Kullanılan monomerler

Çalışmada kullanılan monomer ve bileşiklerin kimyasal yapıları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Kullanılan monomer ve bileşiklerin kimyasal yapıları

Monomer İsmi	Formülleri	Firma
Akrilik asit (AA)		Merck
6- Aminohegzanoik Asit (6-AHA)		Merck
Hegzametil disiloksan (HMDS)		Fluka
Etilendiamin (EDA)		Merck
Trietilentetramin (TETA)		Merck
Akril amid (AAMİD)		Fluka
Guanidin dihidrojen fosfat (GUANİDİN)		Fluka

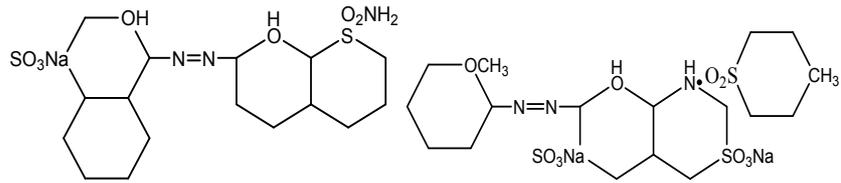
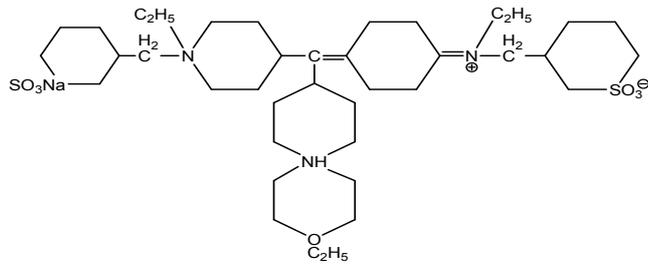
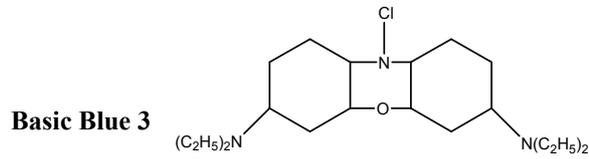
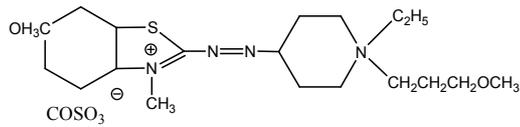
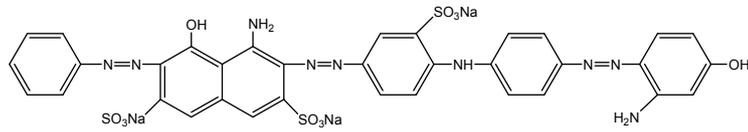
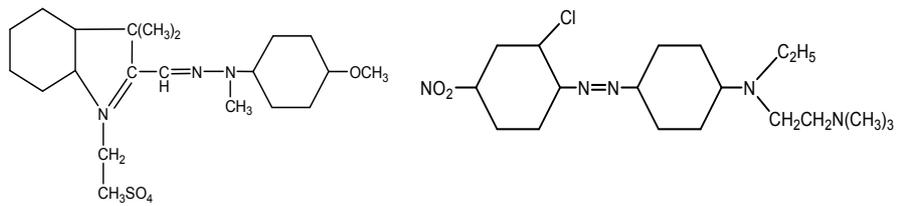
4.3 Boyarmaddeler

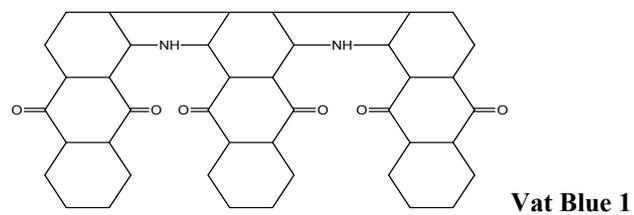
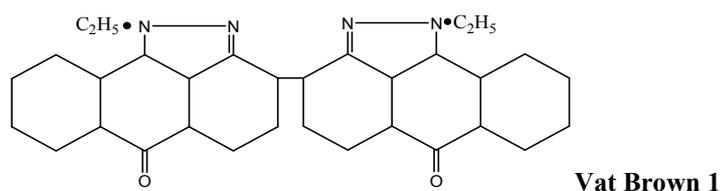
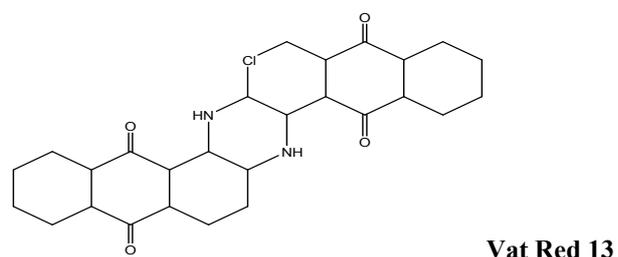
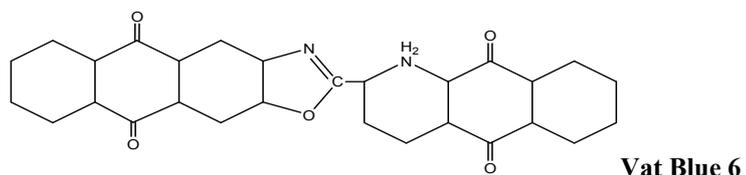
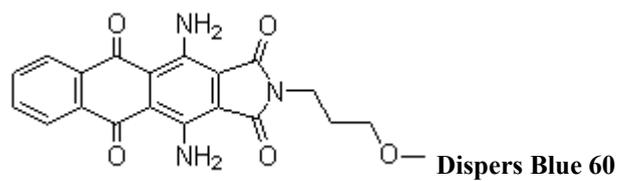
Denemelerde kullanılan bazik, küp, asit, dispers, pigment boyarmaddeler Çizelge 4.3’de verilmiştir.

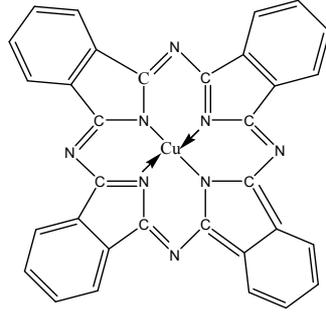
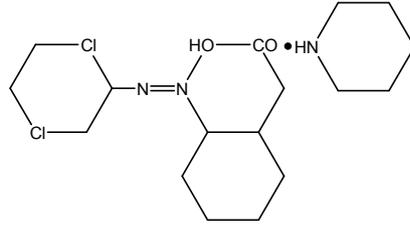
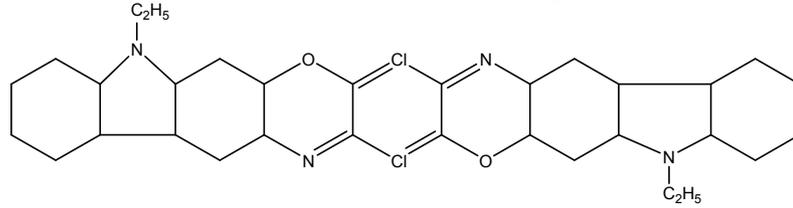
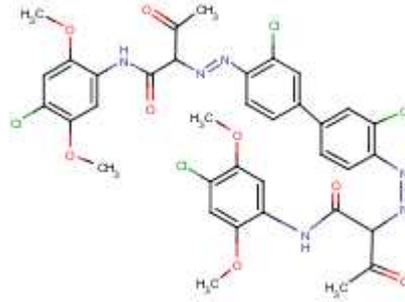
Çizelge 4.3 Denemelerde kullanılan boyarmaddeler (www.classicdye.com/pdf/catalog.pdf; color index katolok ismi)

	Boyarmadde	C.I. No	Firma
ASİT BM.	<i>Lanaset Blau 2R</i>	Acid Blue 158	<i>Huntsman</i>
	<i>Lanaset Grey G</i>	Acid Black 64	<i>Huntsman</i>
	<i>Lanaset Red 2B</i>	Acid Red 50	<i>Huntsman</i>
	<i>Lanaset Red G</i>	Acid Red 78	<i>Huntsman</i>
	<i>Lanaset Yellow 2R</i>	Acid Yellow 220	<i>Huntsman</i>
	<i>Lanaset Yellow 4GN</i>	Reactive Yellow 39	<i>Huntsman</i>
	<i>Lanaset Violet B</i>	Acid Violet 17	<i>Huntsman</i>
	<i>Telon AFN</i>	Acid Blau 264	<i>Dye Star</i>
BAZİK BM.	<i>Astrozon Blau BG</i>	Basic Blue 3	<i>BAYER</i>
	<i>Astrozon Gold Yellow</i>	Basic Yellow 28	<i>BAYER</i>
	<i>Astrozon Rot GTLN</i>	Basic Red 18	<i>BAYER</i>
	<i>Maxilon Blau GRL % 300</i>	Basic Blue 41	<i>Huntsman</i>
	<i>Maxilon Red GRL % 200</i>	Beasic Red 46	<i>Huntsman</i>
DİSPERS BM	<i>Terasil Blue BGE-01 (Antrakinon esash)</i>	Dispers Blue 60	<i>Huntsman</i>
KÜP BM.	<i>Black</i>	Vat Black	<i>Huntsman</i>
	<i>Blue 83962</i>	Vat Blue 66	<i>Huntsman</i>
	<i>Blue GFJ</i>	Vat Blue 6	<i>Huntsman</i>
	<i>Brown BR-01</i>	Vat Brown 1	<i>Huntsman</i>
	<i>Indigo</i>	Vat Blue 1	<i>Huntsman</i>
	<i>Orange 3R</i>	Vat Orange 7	<i>Huntsman</i>
	<i>Red 2B</i>	Vat Red 10	<i>Huntsman</i>
	<i>Red 6B</i>	Vat Red 13	<i>Huntsman</i>
<i>Yellow G</i>	Vat Yellow 46	<i>Huntsman</i>	
PİGMENT BM	<i>Orgaprin Golden Yellow 2G</i>	Pigmetn yellow 83	<i>Dye star</i>
	<i>Orgaprin N. Blue BN</i>	Pigment Blue 15:0 ve Pigment Violet 23 karışımı	<i>Dye star</i>
	<i>Orgaprin Red</i>	Pigment Red 2	<i>Dye star</i>

Çalışmada kullanılan boyarmaddelerin bazılarını kimyasal yapıları verilmiştir:

**Acid Blue 158****Acid Blue 264****Acid Violet 17****Basic Blue 3****Basic Blue 41****Basic Red 46****Basic Yellow 28****Basic Red 18**



**Pigment Blue 15:0****Pigment Red 2****Pigment Violet 23****Pigment Yellow 83**

4.4 Kullanılan Cihazlar ve Makineler

- *Atmosferik plazma cihazı* : Laboratuar tipi atmosferik plazma cihazı
- *ATR-FTIR ölçümü* : Perkin Elmer Spectrum 100

- **Baskı** : Johannes Zimmer MDK
- **Boncuklanma** : Nu- Martindale Abrasion and Pilling Tester
- **Boyama** : Laboratory-scale Thermal HT Dyeing Machine
- **Buharlayıcı** : Mathis
- **XPS ölçümü** : SPCS (ODTU Ar-Ge Laboratuvarı)
- **Işık haslığı** : Xenotest Alpha, Atlas
- **pH metre** : Metrohm 744
- **SEM fotoğrafları** : Philips XL30S FEG mikroskop (İzmir Yüksek Teknoloji)
- **Spektral fotometre** : Minolta 3600-d model spektral fotometre
- **Sürtünme haslığı** : AATCC Atlas marka krometre
- **Yıkama** : Arçelik 4350 model çamaşır makinesi
- **Yıkama haslığı** : Linitest Original Hanau marka
- **Terazi** : Shimadzu, Libror AE6-220 model hassas terazi
- **Temas açısı ölçümü** : Ganiometrik sistem (Tampere Üniversitesi, Finlandiya)

4.5 Ön İşlemler

4.5.1 Poliester haşılının sökülmesi

1: 30 flotte oranında 1 g/l ECOREM PES G, 0.5 g/l GENKİMOL CD 1000 ve 0.5 g/l SODA kullanılarak sökülüştür. ile 90-95 °C'de 45 dakika , 90 °C'da 2 sıcak durulama ve 2 soğuk durulama yapılmıştır.

4.5.2 Poliamid haşılının sökölmesi

1:30 flotte oranında 10 g/l soda kullanılarak 90-95 °C'da 60 dakika yıkanmıştır. İşlem ardından 90 °C'da iki sıcak durulama, 2 soğuk durulama yapılmıştır.

4.5.3 Ekstraksiyon

Plazma işleminden önce kumaşlar 4 sifon yapacak şekilde aseton ile ekstrakte edilmiştir.

4.6 Numune Boyutları

Numuneler 13 cm genişliğinde ve maksimum 3 m boyunda olacak şekilde hazırlanmıştır.

4.6.1 Monomer çalışmaları için numune hazırlama

Monomer kullanılarak yapılan çalışmalarda monomer ile işlem, kumaşın monomer içerisinde bekletilmesi şeklinde yapılmıştır.

Ön denemelerde %1'lik monomer çözeltisi içerisinde numuneler 30 dakika bekletilmiştir. Argon plazma işlemi 200 W, hava plazma 120 W güç altında 60 s olarak uygulanmıştır.

İki tip işlem yapılmıştır. Birinci grup numunelerde hava ve argon plazma işlemi, monomer ile işlem görmüş kumaşlara uygulanmıştır. İkinci grup numunelerde ise hava ve argon plazma işlemi görmüş kumaşlar monomer çözeltisi içerisinde bekletilmiştir.

4.7 Plazma İşlemleri

4.7.1. Plazma cihazı

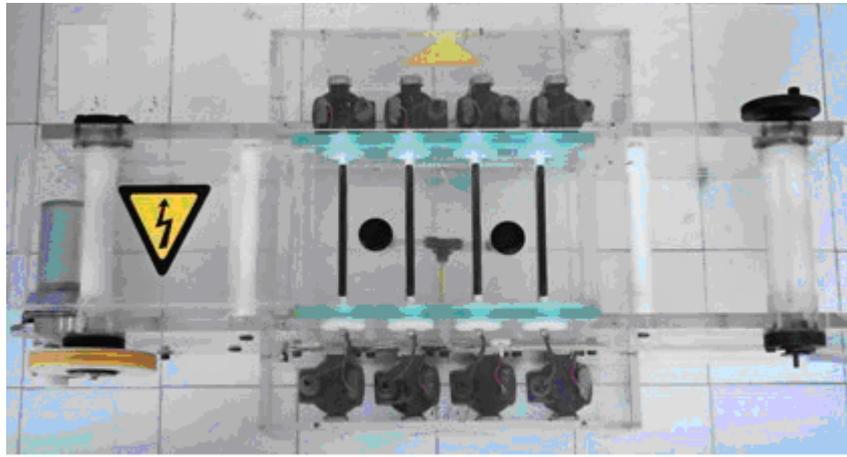
Plazma işlemlerinde, alternatif akım ile çalışan dielektrik bariyer deşarj (DBD) laboratuvar ölçekli plazma cihazı kullanılmıştır. Şekil 4.1'de

görüldüğü gibi cihaz, plazma ünitesi, kontrol paneli ve tüp kısımlarından oluşmaktadır.



Şekil 4.1 Atmosferik plazma cihazı

Plazma ünitesi, 15x30 cm ebatındadır ve plazma işlemi bu kısımda gerçekleşmektedir. Plazma ünitesi polikarbonat malzemeden yapılmış kapalı bir hazne şeklindedir (Şekil 4.2). Hazne, plazma işlemi sırasında oluşan türlerin yayılmasını önlemekte, türlerin etkin bir şekilde yüzey modifikasyonunu gerçekleştirmesini sağlamaktadır.



Sarma ünitesi

Plazma ünitesi

Sarma ünitesi

Şekil 4.2 Plazma ünitesi ve ünitenin iç kısmı

Plazma ünitesinin iç kısmında 4 çift elektrot bulunmaktadır. Elektrotlardan birisi dielektrik malzeme (quartz) ile kaplanmıştır. Dielektrik kaplama kapasitör görevi görmekte ve daha homojen bir plazma elde edilmektedir.

Plazma işleminde kullanılan gaz, ünitenin tabanında bulunan iki adet gaz girişinden sağlanmaktadır. Plazma işlemi sırasında üniteden gaz çıkışı olduğu için, zehirli ve toksik olan gazlar kullanılamamaktadır. Sisteme gaz girişi regülatör vasıtası ile sabitlenmektedir.

Kontrol panelinde, 12 kademeli hız ayarı bulunmaktadır. Hız ayar düğmesi sayesinde, 0,45 ile 2,5 m/dk arasındaki hızlarda çalışmak mümkün olmaktadır.

Kontrol paneli üzerinde bulunan güç ayar düğmesi sayesinde, farklı güçlerde çalışmak mümkün olmaktadır.

4.7.2 Plazma gazı

Plazma işlemi sırasında argon ve hava olmak üzere 2 farklı gaz kullanılmıştır. Argon plazma işlemi sırasında plazma ünitesine argon gazı beslemesi yapılırken, hava plazma işlemi sırasında herhangi bir gaz beslemesi yapılmamıştır.

Argon gazının iyonlaşma enerjisi 15,8 eV, havanın iyonlaşma enerjisi 15 eV'dur (physics.nist.gov). Plazma gazı olarak argon kullanıldığı zaman, plazma ortamında iyonların birleşme oranı, havadan daha az olmaktadır. Bu nedenle plazma ortamında daha fazla iyon bulunmaktadır (Hoppfield, 1933). Kullanılan gazların iyonlaşma enerjileri birbirine yakın olmasına rağmen, argon gazı kullanıldığında ortamda daha fazla iyon bulunduğu için, argon gazı ile daha yüksek güçlerde çalışmak mümkün olmaktadır.

4.7.3 Argon plazma işlemi

Argon plazma işlemi sırasında, plazma ünitesine sabit basınçta argon gazı gönderilmiştir. Argon gazı ile maksimum 200 W güce çıkılabilmektedir.

Argon plazma, 50, 100, 130 ve 200 W güç altında, 4, 20, 40 ve 60 s olarak uygulanmıştır.

4.7.4 Hava plazma işlemi

Cihaz içerisine gaz gönderilmeden direk olarak çalıştırılmıştır. Hava ile maksimum 130 W güce çıkılabilmektedir.

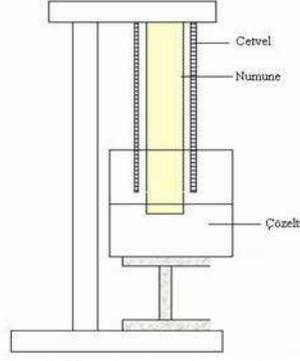
Hava plazma, 50, 100 ve 130 W güç altında, 4, 20, 40 ve 60 s olarak uygulanmıştır.

4.8 Hidrofilitenin Değerlendirilmesi

4.8.1 Kapilarite testi

Sıvının tekstil lifi boyunca kendiliğinden ilerlemesi “kapilarite” olarak tanımlanmaktadır.

25x3 cm boyutunda kesilen numunelere 2 ± 0.1 gr'lık bakır tel ağırlıklar tutturulmuş ve Şekil 4.3'de gösterildiği gibi, bir cetvel yardımıyla içinde %1'lik potasyumbikromat çözeltisi bulunan 250 ml'lik behere 1 cm daldırılıp, 60 dk bekletilir. Bu süre sonunda suyun atkı ve çözgü boyunca aldığı yol ölçülmüştür (DIN 53924 wicking vertical test). Ölçümler, atkı ve çözgü yönünde 5'er tekrarlı olarak yapılmıştır.



Şekil 4.3 Kapilarite ölçüm düzeneği

4.8.2 Hidrofilite testi

Plazma işleminin etkinliğini değerlendirmek amacıyla kullanılan en yaygın ve basit yöntemlerden birisi hidrofilite ölçümüdür. TS 866 hidrofilite testine göre, su emme özelliği, suyu emme süresi baz alınarak belirlenmektedir. Ölçümde 21 ± 2 °C sıcaklıkta saf su, kasnak, büret (1 ml suyu 15-25 damlada damlatabilen), kronometre kullanılmaktadır. Her numune için 10 ölçüm yapılmış, ortalaması alınmıştır.

4.8.3 Temas açısı ölçümleri

Temas açısı ölçümleri sıvı dozajlama sistemi, VHS video içeren optikal sistem ve verileri analiz etmek için bilgisayardan oluşmuş bir goniometrik sistem (Tampere Üniversitesi, Finlandiya) ile ölçülmüştür.

2x10 cm boyutunda kesilen numuneler objektifin karşısına gelecek şekilde metal tablanın üzerine yerleştirilmektedir. Temas açısı ölçümleri için 0,01 ml saf su mikro pipet yardımı ile kumaş üzerine damlatılmakta ve bilgisayar sistemi ile damlaların fotoğrafı çekilmektedir. Bilgisayar programı yardımı ile su/hava/ve polimer yüzeyinde iki temas açısı ölçülür ve aritmetik ortalaması alınır. Ölçümler 10 tekrarlı olarak gerçekleştirilmektedir.

4.9 Kumaşların Kirletilmesi ve Kir İtici Testi

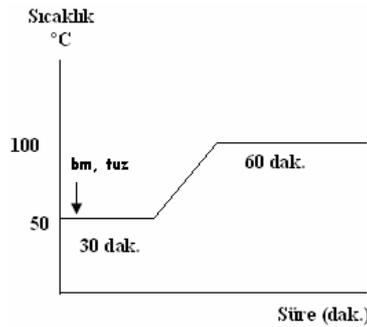
10 g karbon isi, 90g sıvı parafin ile elde edilen 100 g'lık temel çözeltinin 10 g'ına 90 g CCl₄ ilave edilerek hazırlanır (Seventekin, 1980; Oktem 1996). Hazırlanan kir çözeltisi kumaşlara AF=%100 olacak şekilde emdirilir ve bir gün süre ile oda sıcaklığında kurutulur. Numuneler Arçelik 4350 tam otomatik çamaşır makinesinde 40 °C'da ön yıkamasız programda 4g/l kolormatik deterjan ile yıkanır ve sererek kurutulur. Yıkama sonrası numuneler pamuklu kumaş üzerine dikilmiş ve 3,5 kg ağırlığa tamamlanmıştır. Kir iticiliğin değerlendirilmesi için Minolta 3600d bilgisayarlı renk ölçüm cihazı ile gün ışığına karşılık gelen D65 ışık kaynağı altında, yıkanmış numuneyi referans kabul ederek, yıkanmış numunedeki toplam renk farklılığı (ΔE) ölçülmektedir. Aradaki fark ne kadar büyük ise, numunenin kir iticilik etkisi de artmaktadır.

4.10 Boyama İşlemleri

4.10.1 Asit boyarmaddeler ile boyama

%2'lik boyamalar Şekil 4.4'de verilen grafiğe göre, 1:50 flote oranında %10 Na₂SO₄ ile yapılmıştır.

pH=4-5,5 (Orta kuvvette asidik ortam)

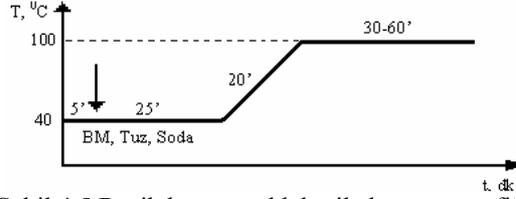


Şekil 4.4 Asit boyarmaddeler ile boyama grafiği

Boyama sonrası sıcak ve soğuk durulamalar yapılmıştır

4.10.2 Bazik boyarmaddeler ile boyama

%2'lik boyamalar Şekil 4.5'de verilen grafiğe göre, 1:30 flotte oranında % 6 Na₂SO₄ ile yapılmıştır.



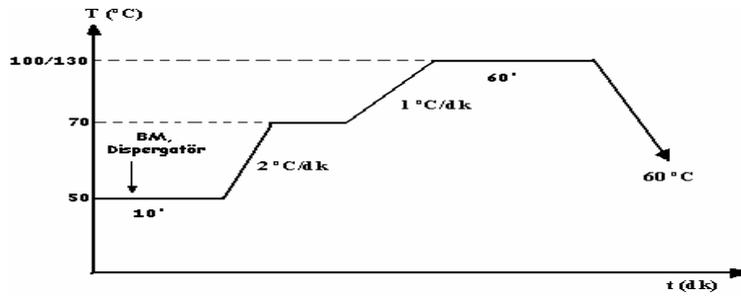
Şekil 4.5 Bazik boyarmaddeler ile boyama grafiği

Boyama sonrası taşar soğuk durulamalar yapılmıştır.

4.10.3 Dispers boyarmaddeler ile boyama

Dispers boyarmaddeler ile boyama, boyama sıcaklıkları maksimum 100 ve 130 °C olacak şekilde yapılmıştır.

%2'lik boyamalar Şekil 4.6'da verilen grafiğe göre, pH 5.5'da 1:40 flotte oranında 2 g/l anyonik dispersiyon maddesi ile yapılmıştır.



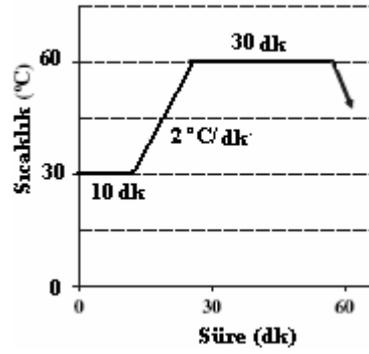
Şekil 4.6 Dispers boyarmaddeler ile boyama grafiği

Boyama sonrası sıcak, soğuk ve indirgen yıkama yapılmıştır. İndirgen yıkama; 1:100 flotte oranında, 2 g/l soda, 2 g/l hidrosülfid

kullanılarak 65 °C’da 30 dakika şeklinde yapılmıştır. İndirgen yıkama işleminden sonra da sıcak ve soğuk yıkama yapılmıştır.

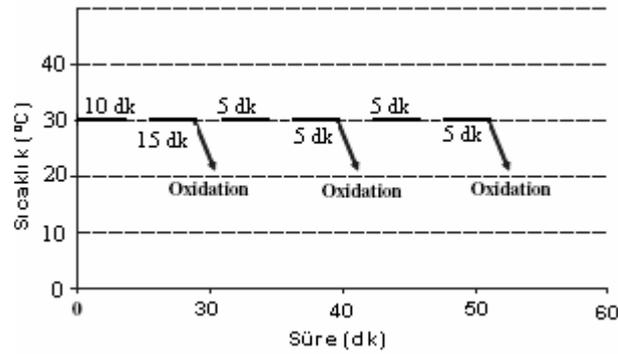
4.10.4 Küp boyarmaddeler ile boyama

Küpleme işlemi, 4 g BM, 2 ml etil alkol, 40 ml sıcak su, 8 ml 38 Be kostik, 4 g hidrosülfid kullanılarak Şekil 4.7’de verilen grafiğe göre yapılmıştır.



Şekil 4.7 Küpleme grafiği

%2’lik (küplenmiş çözeltiden) boyamalar, 0,5 ml/l 38 Be kostik, 0,5 g/l hidrosülfid ve 20 g/l tuz kullanılarak Şekil 4.8’de verilen grafiğe göre, 1:10 flotte oranında verilen reçetelere göre boyanmıştır.



Şekil 4.8 Küp boyarmadde ile boyama grafiği

Boyama sonrası taşar soğuk durulama yapılmıştır.

4.11 Baskı İşlemleri

Baskı işlemleri, laboratuvar tipi baskı masasında film druck tekniğine göre 10 mm'lik silindirik rakle kullanılarak yapılmıştır. Baskı işleminde, 32.5 g boyarmadde, 58 g orgaclear P 460, 154.5 g orgal ES 61 ve 755 g su ile hazırlanmış pat kullanılmıştır. 100 °C'da 10 dakika kurutma ve fiksaj işlemi yapılmıştır.

Baskı işlemi 4 tekrarlı olarak yapılmıştır.

4.12 Boyama ve Baskı Sonrası Değerlendirme

4.12.1 Renk ölçümü

Numunelerin boyama sonrası renk verimini değerlendirebilmek için boyanmış kumaşların 400-700 nm dalga boyları arasında %R (remisyon) değerleri ölçülmüştür. Ölçümler Minolta 3600d model bilgisayarlı renk ölçüm cihazında her numune için 3 ölçüm yapılarak ve bu ölçümlerin ortalamaları alınarak Kubelka-Munk eşitliği ile K/S değerleri bulunmuştur.

$$K/S = \frac{(1-R)^2}{2R}$$

K : Işık absorpsiyon katsayısı

S : Işık saçılma katsayısı

R : Remisyon derecesi

Kubelka-Mulk eşitliğinde, K/S değeri doğrudan kumaşın renk koyuluğu le ilgili bir değerdir. K/S değeri ne kadar yüksek olursa, renk koyuluğu da o kadar fazla olmaktadır. Böylece boyarmadde absorpsiyonu da fazla olmaktadır.

4.12.2 Yıkamaya karşı renk haslığı tayini

Boyanmış kumaşların yıkamaya karşı renk haslığı tayini ISO-105 C06'ya göre yapılmıştır. Yıkama haslığı tayini için multifiber ile temas halinde olan numune, Atlas marka LHD-EF model yıkama haslığı cihazında (Launderometer) 40 °C ve 4 g/l deterjan çözeltisi ile 30 dakika işlem görmüştür. Numunedeki renk değişimi ve multifiber'a akma gri skala ile değerlendirilmiştir.

4.12.3 Sürtünmeye karşı renk haslığı tayini

Boyanmış kumaşların sürtünmeye karşı renk haslığı tayini ISO 105-X12'ye göre sürtünme test cihazı (Crockmeter) ile kuru ve yaş olarak yapılmış, gri skala ile değerlendirilmiştir.

4.12.4 Işığa karşı renk haslığı tayini

Boyanmış kumaşların ışığa karşı renk haslığı tayini ISO 105-B02'ye göre, Atlas marka Xenotest Alpha cihazında yapılmış, deney numunelerinin rengine olan değişmeler standart mavi skalada olan değişmeler ile kıyaslanarak değerlendirilmiştir.

4.13 Boncuklanma Testi

Dokuma kumaşların boncuklanma testi ISO-DIS 12945-2'ye göre Nu-Martindale aşınma ve boncuklanma test cihazında 2000 tur testine tabii tutulmuştur. Numunedeki boncuklanma miktarı W3 skalasına göre değerlendirilmiştir.

4.14 SEM Analizleri

SEM analizlerinde Philips FX-30S FEG marka elektron mikroskobu kullanılmıştır. Hidrofillik, boyama ve baskı işlemlerinde en iyi sonuçların

elde edildiği numunelerde SEM ölçümü yapılmıştır. SEM ölçümü öncesi numunelere altın kaplam işlemi yapılmıştır.

4.15 FTIR Analizleri

Hidrofillik, boyama ve baskı işlemlerinde en iyi sonuçların elde edildiği numunelerde, Perkin Elmer Spektrum 100 marka ATR-FTIR cihazı kullanılarak ölçüm yapılmıştır.

4.16 ESCA Analizleri

ESCA analizlerinde SPCS marka XPS sistemi kullanılmıştır. Cihaz içerisindeki basınç, 10^{-8} - 10^{-9} torr arasındadır. Ölçümler yüzeyden 7 nm derinlikte yapılmıştır. Hidrofillik, boyama ve baskı işlemlerinde en iyi sonuçların elde edildiği numunelerde ESCA ölçümleri yapılmıştır. Pikler C-C bağına göre düzeltilmiştir.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

5.1 Poliester Kumaşlar İle Yapılan Çalışmalar

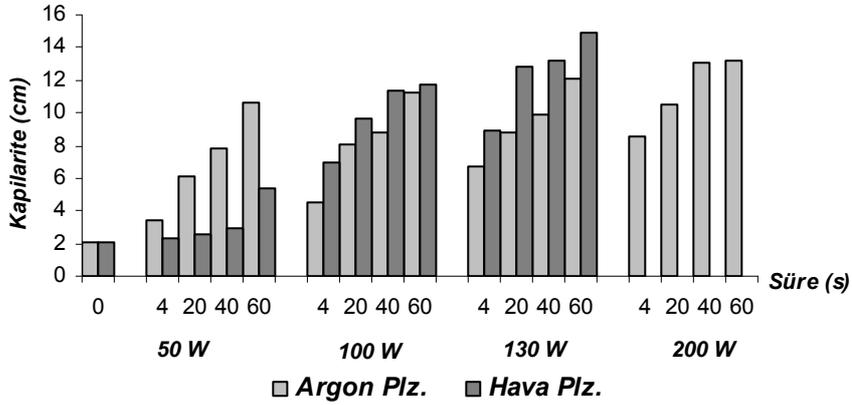
Plazma işleminden önce % 100 poliester kumaşların Bölüm 4.5.1’de belirtildiği gibi haşlı sökülüş ve Bölüm 4.5.3’de belirtildiği gibi ekstrakte edilmiştir.

Ön işlem görmüş poliester kumaşlar ile denemelerde, argon ve hava olmak üzere iki farklı gaz kullanılmıştır. Poliester dokuma kumaşlara argon plazma işlemi 50, 100, 130 ve 200 W güç altında 4, 20, 40 ve 60s; hava plazma işlemi 50, 100 ve 130 W güç altında 4, 20, 40 ve 60s olarak uygulanmıştır.

İki farklı gazdan elde edilen etkiler karşılaştırılmış ve diğer çalışmalarda elde edilen sonuçlar ile kıyaslanmıştır.

5.1.1 Hidrofilite sonuçları

Bölüm 5.1’de belirtildiği gibi işlem görmüş poliester kumaşların kapilarite değerleri çözgü yönünde Bölüm 4.8.1’de belirtildiği gibi ölçülmüştür. Sonuçlar, Şekil 5.1’de verilmektedir.



Şekil 5.1 Argon ve hava plazma sonunda poliester kumaşlarda çözgü yönünde elde edilen kapilarite değerleri

Çizelge 5.1’de argon ve hava plazma işlemi görmüş poliester kumaşların temas açıları verilmektedir.

Çizelge 5.1 Argon ve hava plazma işlemi görmüş poliester kumaşların temas açıları (°)

	4 s	20 s	40 s	60 s
<i>İşlemsiz</i>	90,22	90,22	90,22	90,22
<i>50 W AP</i>	74,95	71,67	70,54	54,98
<i>50 W HP</i>	75,66	73,94	73,14	71,01
<i>100 W AP</i>	72,88	56,94	52,56	51,9
<i>100 W HP</i>	65,7	52,98	48,01	47,86
<i>130 W AP</i>	70,43	49,91	48,56	45,17
<i>130 W HP</i>	55,02	47,34	41,12	39,23
<i>200 W AP</i>	45,67	31,2	30,01	0

Plazma etkisi ile kumaş yüzeyinde bulunan poliester makromoleküllerinde meydana gelen zincir bölünmesi ile oluşan yeni polar grupların (karbonil, karboksil ve ester gibi) oluşması ile hidrofilitik artmaktadır.

Yüzeyde oluşan yeni polar gruplar arasında etkin çekim kuvvetleri meydana geldiğinden materyalin yüzey enerjisi ve yüzey gerilimi artarken, kendinden daha düşük yüzey gerilimine sahip su molekülleri ile ıslanabilirliği artmaktadır.

Çalışmada plazma sonunda elde edilen sonuçlar, Geyter ve ark’nın vakum argon ve hava plazma sonunda elde ettiği sonuçlar ile benzer olmaktadır (Geyter *et.al.*, 2007).

Aynı güçlerde hava plazma argon plazmaya göre daha etkin olurken, argon plazma ile daha yüksek güçlere çıkılabildiği için hidrofilitikte meydana gelen artışın hava plazmaya göre daha fazla olduğu görülmektedir. Aynı güçlerde hava plazmanın daha etkin olmasının, plazma işlemi ile polimer yüzeyinde üretilen radikaller ile oksijenin çok

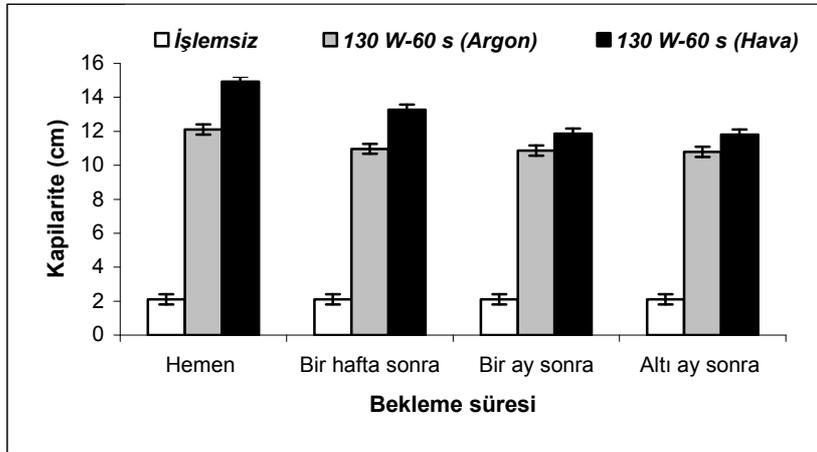
hızlı reaksiyona girmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Argon plazma da ise yüzey oksidasyonunun yanında çapraz bağlanma da meydana geldiğinden daha düşük modifikasyon, daha yüksek aşınma etkisi görülmektedir.

Yapılan çalışmada en iyi hidrofillik değerleri argon plazma işleminde *200 W güç altında 60 s*, hava plazma işleminde *130 W güç altında 60 s* ile elde edilmiştir.

5.1.2 İşlem stabilitesi

5.1.2.1 Plazma işleminde bir hafta, bir ay ve 6 ay sonraki hidrofilite değerleri

Bölüm 5.1’de belirtilen koşullarda plazma işlemi görmüş poliester kumaşların kapilarite değerleri bir hafta, bir ay ve 6 ay sonra çözgü yönünde Bölüm 4.8.1’de belirtildiği gibi ölçülmüştür. 130 W-60s hava ve argon plazma işlemi görmüş poliester kumaşların hemen, bir hafta, bir ay ve 6 ay sonraki kapilarite değerleri, Şekil 5.2’de verilmektedir.



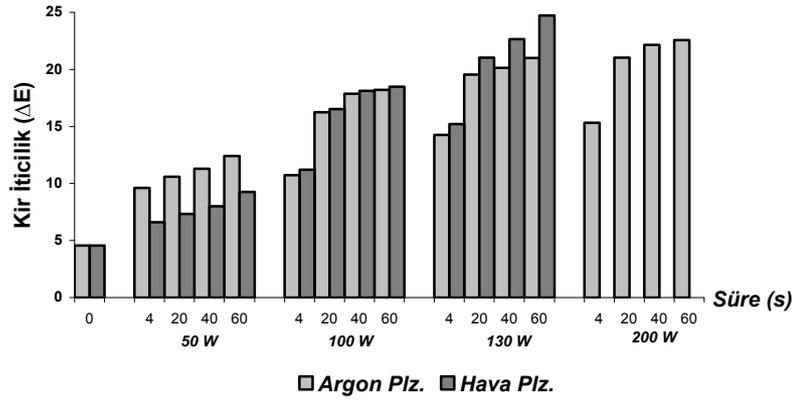
Şekil 5.2 Argon ve hava plazma sonunda poliester kumaşların çözgü yönünde bekleme süresine bağlı olarak kapilarite değişimi

Argon ve hava plazma işlemi görmüş poliester kumaşların bir hafta, bir ay ve 6 ay sonraki kapilaritelerinde bir miktar azalma olduğu görülmüştür. Materyalin hidrofiliğinde meydana gelen azalma, yüzeyde oluşan polar grupların oryantasyonu nedeniyle olmaktadır. Polar gruplarda meydana gelen bu oryantasyon fiziksel bir olay olmakla birlikte, kimyasal olarak polar grup kaybı söz konusu olmamaktadır (Arefi *et.al.*, 1992).

Çalışmada hava plazmada meydana gelen kapilarite düşmesi daha fazla olduğu görülmektedir. Argon, helyum gibi inert gazlar ile plazma işlemi sırasında plazma ortamında, çapraz bağlanmanın baskın bir rol oynadığı pek çok araştırmacı tarafından vurgulanmaktadır. Argon plazma işlemi sırasında C-C ve C-H zincirlerinde bölünmeler meydana geldiği için, yüzeyde fazla miktarda karbon radikali oluşmaktadır. Bu radikaller yüzeyde birbiriyle reaksiyona girerek çapraz bağlanmayı meydana getirmektedir. Yüzeyde oluşan çapraz bağlanma sayesinde yüzeydeki polar grupların oryante olması önlenmektedir. Bu nedenle, argon plazma sonrası hidrofilitate kaybı daha az olmaktadır.

5.1.3 Kir iticilik sonuçları

Bölüm 5.1'de belirtilen koşullarda plazma işlemi görmüş ve işlem görmemiş poliester kumaşlara, Bölüm 4.9'da belirtilen şekilde hazırlanan kir çözültisi emdirilip yıkandıktan sonra ΔE değerleri ölçülmüştür. Sonuçlar, Şekil 5.3'de verilmektedir.



Şekil 5.3 Argon ve hava plazma sonunda poliester kumaşlarda elde edilen kir iticilik sonuçları

Plazma işlemi görmüş poliester kumaşların kir iticilik değerlerinde artış görülmektedir. Kir iticilikte meydana gelen artışın, plazma işlemi sırasında yüzeyde oluşan hidrofilye gruplar nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Plazma işlemi ile sentetik materyallerin hidrofob karakterinde bir miktar azalma olurken, su ile ıslanabilirliğinde artış olduğu için kumaşların yıkanabilme etkinliği artmaktadır. Hidrofilye karakter kazanan poliester kumaşların hidrofob karakterli kirlere afinitesinin düşük olması ve yıkama etkinliğinin artması nedeniyle, plazma işlemi ile poliester kumaşların kir iticilik özelliği iyileşmektedir.

En iyi kir iticilik etkisi maksimum işlem parametreleri olan **200 W 60 s argon** ve **130 W 60 s hava plazma** ile elde edilirken, hava plazmanın daha etkin olduğu görülmektedir.

5.1.4 Boyama sonuçları

Poliester lifleri, yapıları nedeniyle ancak HT koşullarında veya carrier kullanılarak kaynama sıcaklıklarında boyanabilmektedirler. Ancak kullanılan yöntemlerin pahalı ve çevreye zararlı etkilerinin olması

nedeniyle, poliestere boyamacılığında kaynama sıcaklığında boyama yapılacak alternatif işlemler denenmektedir.

5.1.4.1 Asit boyama sonuçları

Bölüm 5.1’de belirtilen koşullarda plazma işlemi görmüş ve işlem görmemiş poliestere kumaşlar Bölüm 4.10.1’de belirtilen şekilde boyanmıştır. Plazma işlemi ardından poliestere materyallerin asit boyarmaddeler ile boyanması gerçekleştirilememiştir.

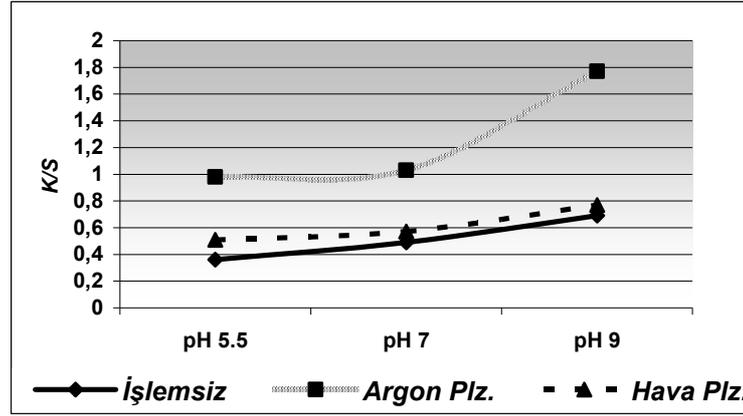
5.1.4.2 Bazik boyama sonuçları

Argon ve hava plazma ile yapılan denemeler

Argon ve hava plazma işlemleri ile poliestere kumaş yüzeyinde karboksil grubu oluşmaktadır. Bazik boyarmaddeler ile boyama, boyarmadde molekülü ile materyalde bulunan karboksil gruplarının etkileşimi ile gerçekleştiğinden, plazma işlemi görmüş poliestere kumaşların bazik boyarmaddeler ile boyanabilirliğinin artacağı düşünülmektedir.

Ön denemeler Astrozon Blau BG boyarmaddesi ile yapılmıştır.

En uygun boyama pH’ını belirlemek amacıyla 200 W-60 s argon ve 130 W-60 s hava plazma işlemi görmüş poliestere kumaşlar pH 5.5, 7 ve 9’da Astrozon Blau BG boyarmaddesi ile 1:30 flote oranında, % 6 Na₂SO₄ kullanılarak Bölüm 4.10.2’de belirtildiği gibi boyanmıştır. Boyama sonrası elde edilen K/S değerleri Şekil 5.4’de verilmektedir.



Şekil 5.4 Poliester kumaşların bazik boyarmaddeler ile boyanmasında boyama pH'ının etkisi

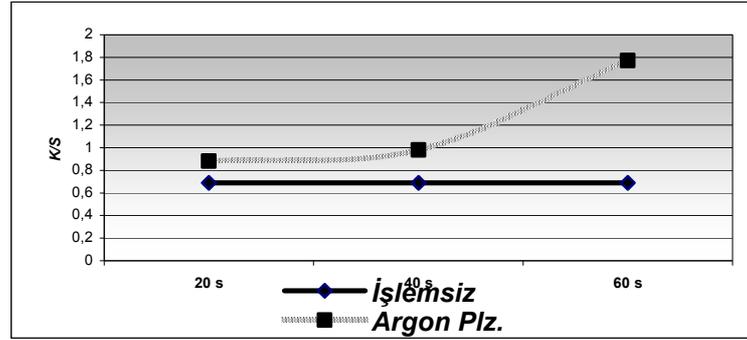
Şekil 5.4'de görüldüğü gibi, poliester kumaşların bazik boyarmaddeler ile boyanmasında hava plazma işleminin önemli bir etkisi olmazken, argon plazma etkili olmaktadır. Çizelge 5.2 bazik boyarmadde ile boyanmış poliester kumaşların yıkama, ışık ve sürtme haslık değerleri verilmektedir.

Çizelge 5.2 Farklı pH'larda bazik boyama yapılmış poliester kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları

		Işık	Sürtme		Renk Değişimi	Yıkama					
			Kuru	Yaş		YÜN	PAC	PES	PA	CO	ASE
pH 5.5	İşlemsiz	2	4	3-4	4	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	2	4	3-4	3	5	5	5	5	5	5
pH 7	İşlemsiz	2	4	3-4	4	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	2	4	3-4	3	5	5	5	5	5	5
pH 9	İşlemsiz	2	4	3-4	4	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	2	3	2-3	2-3	4-5	5	5	5	5	5

Plazma sonrası bazik boyarmaddeler ile boyamada en yüksek K/S değeri pH 9'da elde edilmiş ve bundan sonraki boyamaların pH 9'da yapılmasına karar verilmiştir.

İşlem süresini belirlemek amacı ile 200 W argon plazma işlemi 20, 40 ve 60 s olarak uygulanmıştır. İşlem görmüş ve görmemiş poliester kumaşlar pH 9'da % 2'lik Astrozon Blau BG boyarmaddesi ile Bölüm 4.10.2'de belirtildiği gibi boyanmıştır. Şekil 5.5'de boyama sonrası elde edilen K/S değerleri verilmektedir.



Şekil 5.5 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş poliester kumaşların bazik boyama sonuçları

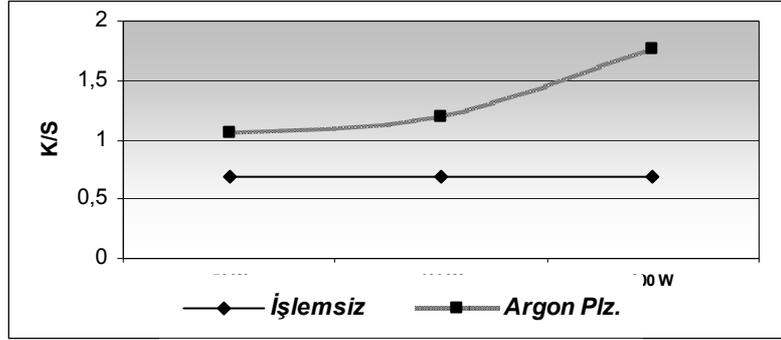
Çizelge 5.3 bazik boyarmadde ile boyanmış poliester kumaşların yıkama, ışık ve sürtme haslık değerleri verilmektedir.

Çizelge 5.3 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş poliester kumaşların bazik boyama sonrası ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları

	Işık	Sürtme			Renk Değişimi	Yıkama					
		Kuru	Yaş	Akma		YÜN	PAC	PES	PA	CO	ASE
İşlemsiz	2	4	3-4	4	5	5	5	5	5	5	
20 s	2	4	3-4	3	4-5	5	5	5	5	5	
40 s	2	4	3-4	3	4-5	5	5	5	5	5	
60 s	2	3	2-3	2-3	4-5	5	5	5	5	5	

Şekil 5.5'de görüldüğü gibi, en yüksek K/S değeri 60 s argon plazma işlemi ile elde edilmiş ve bundan sonraki çalışmalara plazma işleminin 60 s olarak uygulanmasına karar verilmiştir.

İşlem gücünü belirlemek amacı ile 60 s işlem süresinde argon plazma işlemi 50, 100 ve 200 W güç altında uygulanmıştır. Plazma işlemi görmüş poliester kumaşlar pH 9'da %2'lik Astrozon Blau BG boyarmaddesi ile Bölüm 4.10.2'de belirtildiği gibi boyanmıştır. Şekil 5.6'da boyama sonrası elde edilen K/S değerleri verilmektedir.



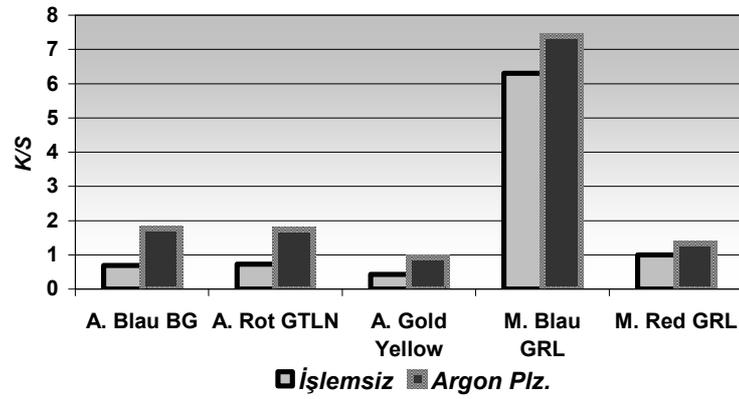
Şekil 5.6 Farklı güçlerde plazma işlemi görmüş poliester kumaşların bazik boyama sonuçları

Şekil 5.6'dan görüldüğü gibi en yüksek K/S değeri 200 W güç altında elde edilmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda plazma işleminin bu güçte uygulanmasına karar verilmiştir. Çizelge 5.4'de farklı güçlerde plazma işlemi görmüş poliester kumaşların bazik boyama sonrası yıkama, ışık ve sürtme haslık sonuçları verilmektedir.

Çizelge 5.4 Plazma sonrası bazik boyarmadde ile boyanmış poliester kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları

	Işık	Sürtme			Yıkama					
		Kuru	Yaş	Renk Değişimi	YÜN	PAC	PES	PA	CO	ASE
<i>İşlemsiz</i>	2	4	3-4	4	5	5	5	5	5	5
<i>50 W</i>	2	3	2-3	3	4-5	5	5	5	5	5
<i>100 W</i>	2	4	3-4	3	4-5	5	5	5	5	5
<i>200 W</i>	2	4	3-4	2-3	4-5	5	5	5	5	5

Plazma işlemleri görmüş poliester kumaşların bazik boyarmaddeler ile boyanmasında maksimum K/S değerinin elde edildiği işlem parametreleri ile işlem görmüş kumaşlar Astrozon Blau BG, Astrozon Rot GTLN, Astrozon Gold Yellow, Maxilon Blau GRL % 300 ve Maxilon Red GRL % 200 bazik boyarmaddeleri ile Bölüm 4.10.2’de belirtildiği gibi boyanmıştır. Şekil 5.7’de boyama sonrası elde edilen K/S değerleri, Çizelge 5.5’de yıkama, ışık ve sürtme haslık sonuçları verilmektedir.



Şekil 5.7 Plazma işlemleri görmüş poliester kumaşların farklı bazik boyarmaddeler ile boyama sonuçları

Şekil 5.7’de görüldüğü gibi argon plazma işlemleri görmüş poliester kumaşların plazma işlemleri sonucu bazik boyarmaddeler ile renk veriminde artma meydana gelmektedir. Renk verimi güç ve işlem süresinin artışı ile artarken, farklı boyarmaddeler ile farklı renk verimleri elde edilmektedir. İşlemin etkinliği, yüzey morfolojisinde ve kimyasal yapısında meydana gelen değişiklik ile açıklanabilmektedir.

Çizelge 5.5 Farklı bazik boyarmaddeler ile boyanmış poliester kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları

		Işık	Sürtme		Renk Değişimi	YÜN	Yıkama				
			Kuru	Yaş			YÜN	PAC	PES	PA	CO
A. Blau BG	İşlemsiz	2	4	3-4	4	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	2	3	2-3	2-3	4-5	5	5	5	5	5
A. Rot GTLN	İşlemsiz	2	4-5	3	4	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	2	4-5	3	2-3	4-5	5	5	5	5	5
A. G. Yellow	İşlemsiz	2	5	4-5	5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	2	4-5	3-4	3-4	5	5	5	4-5	4	4
M. Blau GRL	İşlemsiz	2	5	4	4	5	5	5	5	4-5	5
	Ar. Plz.	2	3	2-3	3	5	5	5	4	3-4	4
M. Red GRL	İşlemsiz	2	4	3	4	5	5	5	5	4-5	5
	Ar. Plz.	2	4-5	3-4	3	5	5	5	5	5	5

Poliester lifinin boyanması, plazma işlemi ile yüzeyde oluşan COOH grubunun bazik ortamda disisosiye olması ve (-) yüklü karboksilat gruplarına dönüşmesi; boyarmadde ile bu grup arasında elektrostatik çekim kuvvetlerinin oluşmasının yanında, H-köprüsü ve Van der Waals kuvvetleri ile gerçekleştiği düşünülmektedir. Bölüm 5.1.8'de XPS sonuçlarında görüldüğü gibi C-O ve COO gruplarında meydana gelen artma lif ve boyarmadde arasında iyonik bağ oluşmuş olabileceğini göstermektedir. Bunun yanında Bölüm 5.1.6'da SEM resimlerinde görüldüğü gibi, plazma işlemi sırasında yüzeyde meydana gelen morfolojik değişiklikler (mikroçatlak ve oyuklar) boyarmadde moleküllerinin lif içerisine penetrasyonunu sağlamaktadır.

Farklı pH'larda yapılan boyamalarda bazik ortamda daha yüksek renk verimi elde edilmesi bu düşüncüyü desteklemektedir.

İşlem görmemiş numunelerin haslık değerinin daha yüksek olması ise, numunenin daha az boyarmadde içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Plazma ve monomer/bileşiklerin kullanıldığı denemeler

Plazma işlemi ile materyal üzerinde uyarılmış grupların ve radikallerin oluşması sayesinde materyal yüzeyine monomer aşılabilmektedir.

Plazma işlemi ve 6-aminohegzanoik asit (6-AHA), akrilik asit (AA) ve hegzametildisiloksan (HMDS) monomer/bileşiği ile işlem görmüş poliester kumaşların monomer veya bileşik yapısında bulunan karboksilik asit grupları nedeniyle bazik boyarmaddeler ile boyanabilirliğinin gelişeceği düşünülmektedir.

Aşılama yöntemi ve boyama pH'ının belirlenmesi

Plazma ve monomer/bileşik kullanılarak yapılan çalışmalarda aşılama yöntemini belirlemek amacı ile, Bölüm 4.6.1'de ön denemeler için belirtilen şekilde numuneler hazırlanmıştır.

Ön denemeler Astrozon Blau BG boyarmaddesi ile yapılmıştır.

İşlem görmüş ve görmemiş numuneler % 2 Astrozon Blau BG boyarmaddesi ile pH 5.5, 7 ve 9'da Bölüm 4.10.2'de belirtildiği gibi boyanmıştır. Boyama sonrası elde edilen K/S, % R ve ΔE değerleri Çizelge 5.6'da verilmiştir.

Çizelge 5.6 Plazma işlemi ve Monomer/bileşik aşılması sonunda poliester kumaşların bazik boyama sonuçları

YÖNTEM	İŞLEM	pH 5.5			pH 7			pH 9		
		K/S	%R	ΔE	K/S	%R	ΔE	K/S	%R	ΔE
	<i>İşlemsiz</i>	0,69	32,68		0,36	43,62		0,49	38,62	
	<i>Ar. Plz.</i>	0,98	27,05	4	1,03	26,4	10	1,77	18,67	9
	<i>Ha. Plz.</i>	0,51	37,81	2,6	0,57	35,88	1,6	0,77	31,07	1,1
<i>Mon./Bil. Bek.</i>	<i>6-AHA</i>	0,56	36,28	4,3	0,63	34,35	3,2	0,75	31,49	1,8
	<i>AA</i>	0,53	37,2	0,7	0,63	34,24	3	0,69	32,8	4,4
	<i>HMDS</i>	0,58	35,78	6,2	0,91	28,2	5,1	0,66	34,17	3,9
<i>Mon./Bil. Bek+ Ar. Plz.</i>	<i>6-AHA</i>	0,93	29,98	9,9	0,95	27,68	7,3	0,9	28,37	3,8
	<i>AA</i>	0,97	27,22	6,5	1,36	22,29	6,2	1,22	21,43	5,4
	<i>HMDS</i>	0,96	27,44	10,4	1,39	21,97	9	1,34	22,47	6,1
<i>Ar. Plz.+ Mon./Bil. Bek.</i>	<i>6-AHA</i>	0,94	27,83	9,1	0,96	27,43	7,4	1,78	18,58	10,1
	<i>AA</i>	1,01	26,63	6,5	1,41	21,7	6,9	1,64	19,68	7,6
	<i>HMDS</i>	1,22	23,78	13,5	1,6	20,05	10,8	1,5	20,9	7,5
<i>Mon./Bil. Bek+ Ha. Plz.</i>	<i>6-AHA</i>	0,62	34,51	5,1	0,85	29,31	5,6	0,74	31,56	1,7
	<i>AA</i>	0,73	31,9	3	0,68	33,02	4,5	0,77	30,98	4,9
	<i>HMDS</i>	0,72	31,9	3,1	0,68	33,02	4,5	0,67	33,98	3,9
<i>Ha. Plz.+ Mon./Bil. Bek.</i>	<i>6-AHA</i>	0,66	33,59	5,5	0,7	32,57	3,7	0,7	32,64	1,4
	<i>AA</i>	0,83	29,75	4,3	0,86	29,15	3,6	0,97	27,2	2
	<i>HMDS</i>	0,83	29,75	4,3	0,86	29,15	3,6	0,9	29,12	1,7

Çizelge 5.6'da görüldüğü gibi monomer/bileşik ile iki farklı şekilde işlem görmüş poliester kumaşların renk veriminde önemli bir artış sağlanamamıştır.

5.1.4.3 Dispers boyama sonuçları

Plazma işlem süresini belirlemek amacı ile argon plazma 200 W, hava plazma 130 W güç altında 20, 40 ve 60 s olarak uygulanmıştır. İşlem

görmüş ve görmemiş poliester kumaşlar % 2 Terasil Blue BGE-01 dispers boyarmaddesi ile 130 ve 100 °C'da Bölüm 4.10.3'de belirtildiği gibi boyanmıştır. Çizelge 5.7'de boyama sonrası elde edilen K/S değerleri verilmektedir.

Çizelge 5.7 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş poliester kumaşların dispers boyarmaddeler ile boyama sonuçları

	130 °C			100 °C		
	K/S	%R	ΔE	K/S	%R	ΔE
<i>İşlemsiz</i>	10,98	4,18		2,93	12,93	
<i>20 s AP</i>	11,1	4,13	0,8	2,87	13,14	0,8
<i>20 s HP</i>	11,28	4,13	0,2	2,96	12,84	0,3
<i>40 s AP</i>	11,6	4,01	1,1	3,1	12,37	0,9
<i>40 s HP</i>	11,01	4,17	0,7	2,8	13,4	1,1
<i>60 s AP</i>	12,42	3,73	3,6	3,2	12,08	1,3
<i>60 s HP</i>	12,28	3,77	2,9	3,25	11,94	1,4

Çizelge 5.7'de görüldüğü gibi, işlem görmüş ve görmemiş poliester kumaşların dispers boyama sonrası K/S değerlerinde önemli bir artış görülmemiştir. Antrokinon esaslı olan Terasil Blue BGE-01 boyarmaddesi noniyonik karakterlidir. Bu nedenle lif yüzeyinde oluşan karboksi ve fenolik hidroksi asit gruplar ile Van der Waals, hidrojen köprüleri gibi herhangi bir bağ oluşturulamadığından, boyama veriminde artış gözlenmemiştir. 130 °C'da yapılan boyamalarda özellikle argon plazmada bir artış olmasına rağmen bu durumun yüzey pürüzlülüğü nedeniyle rengin koyu görünmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

5.1.4.4 Küp boyama sonuçları

Argon ve hava plazma ile yapılan denemeler

Argon ve hava plazma işlemi ile poliester kumaş yüzeyinde polar gruplar oluşmaktadır. Küp boyarmaddeler ile boyama, yüzeyde bulunan

polar gruplar ile boyarmadde molekülleri arasında oluşan hidrojen köprüleri, Van der Waals kuvvetleri ile sağlanmaktadır. Yüzeyde oluşan polar gruplar nedeniyle plazma işlemi görmüş poliester kumaşların küp boyarmaddeler ile boyanabilirliğinin iyileşeceği düşünülmektedir.

Ön denemeler Red 6B boyarmaddesi ile yapılmıştır.

Plazma işlem süresini belirlemek amacı ile 200 W argon plazma, 130 W hava plazma işlemi 20, 40 ve 60 s olarak uygulanmış ve işlem görmüş kumaşlar Bölüm 4.10.4'de belirtildiği gibi boyanmıştır. Boyama sonrası K/S değerleri Çizelge 5.8'de verilmektedir.

Çizelge 5.8 Plazma işlemi görmüş poliester kumaşların küp boyarmadde ile boyama sonuçları

	K/S	%R	DE
<i>İşlemsiz</i>	0,5	38,1	
<i>Argon Plz.</i>	0,55	36,51	1,3
<i>Hava Plz.</i>	0,73	31,82	5,2

Plazma işlemi sonrası poliester kumaşların küp boyarmaddeler ile boyanması sonucu renk veriminde önemli bir artış gözlenmemiştir.

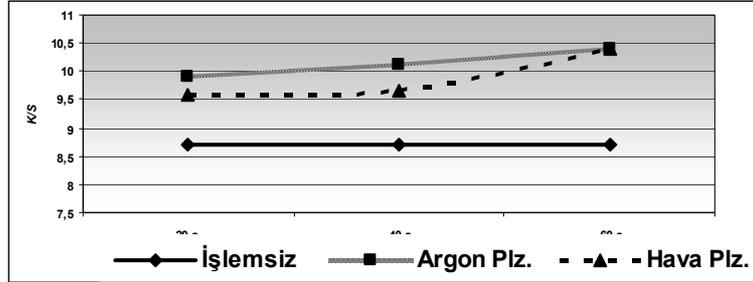
5.1.5 Baskı sonuçları

Argon ve hava plazma işlemi ile poliester kumaş yüzeyinde oluşan polar grupların ve yüzeyde meydana gelen mikropürüzlüğün pigment boyarmaddeler ile yapılan baskılarda renk verimini artıracığı, haslık değerlerini iyileştireceği düşünülmektedir.

Ön denemeler Orgaprin G.Yellow 2G pigment baskı boyarmaddesi ile yapılmıştır.

Plazma işlem süresini belirlemek amacı ile argon plazma 200 W, hava plazma 130 W güç altında 20, 40 ve 60 s olarak uygulanmış ve işlem

görmüş kumaşlar Orgaprin G.Yellow 2G boyarmaddesi ile Bölüm 4.11’de belirtildiği gibi hazırlanan baskı patı ile basılmıştır. Şekil 5.8’de baskı sonrası elde edilen K/S değerleri verilmektedir.



Şekil 5.8 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş poliester kumaşların pigment baskı sonuçları

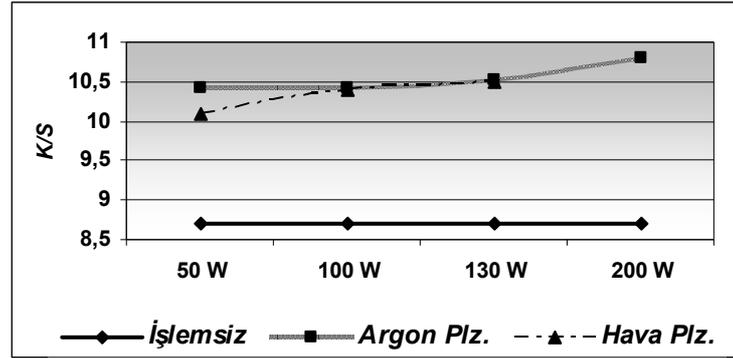
Çizelge 5.9’da pigment boyarmadde ile basılmış poliester kumaşların yıkama, ışık ve sürtme haslık değerleri verilmektedir.

Çizelge 5.9 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş poliester kumaşların baskı sonrası ışık, sürtme ve yıkama haslık değerleri

		Işık		Sürtme		Renk Değişimi	Yıkama					
		Kuru	Yaş	Kuru	Yaş		YÜN	PAC	PES	PA	CO	ASE
20 s	İşlemsiz	7	3-4	1-2	3-4	3-4	5	5	4	5	5	5
	Ar. Plz.	7	3-4	1-2	4-5	4-5	5	5	5	5	5	5
	Ha.Plz.	7	3-4	1-2	4-5	4-5	5	5	3-4	5	5	5
40 s	Ar. Plz.	7	3-4	2	4-5	4-5	5	5	5	5	5	5
	Ha.Plz.	7	3-4	2	4	4	5	5	4-5	5	5	5
60 s	Ar. Plz.	7	4	2	4-5	4-5	5	5	5	5	5	5
	Ha.Plz.	7	4	2	4	4	5	5	5	5	5	5

Şekil 5.8’de görüldüğü gibi, en yüksek K/S değeri 60 s argon ve hava plazma işlemleri ile elde edilmiş ve bundan sonraki çalışmalarda plazma işleminin 60 s olarak uygulanmasına karar verilmiştir.

İşlem gücünü belirlemek amacı ile 60 s işlem süresinde argon plazma işlemi 50, 100, 130 ve 200 W güç altında, hava plazma işlemi 50, 100 ve 130 W güç altında uygulanmıştır. Plazma işlemi görmüş poliester kumaşlar Bölüm 4.11’de belirtildiği gibi Orgaprin G.Yellow 2G boyarmaddesi ile basılmıştır. Şekil 5.9’da baskı sonrası elde edilen K/S değerleri verilmektedir.



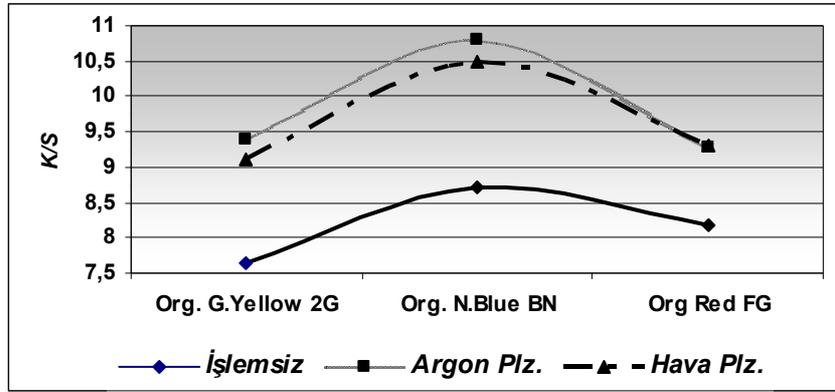
Şekil 5.9 Farklı güçlerde plazma işlemi görmüş poliester kumaşların pigment baskı sonuçları

Şekil 5.9’da görüldüğü gibi en yüksek K/S değeri 200 W argon, 130 W hava plazma işlemi ile elde edilmiştir ve bundan sonraki çalışmalarda plazma işleminin bu güçlerde uygulanmasına karar verilmiştir. Çizelge 5.10’da farklı güçlerde plazma işlemi görmüş poliester kumaşların pigment baskı sonrası yıkama, ışık ve sürtme haslık sonuçları verilmektedir.

Çizelge 5.10 Farklı güçlerde plazma işlemi görmüş poliester kumaşların baskı sonrası yıkama haslığı değerleri

		Işık	Sürtme		Renk Değ.	Yıkama					
			Kuru	Yaş		YÜN	PAC	Akma			
								PES	PA	CO	ASE
50 W	İşlemsiz	7	3-4	1-2	3-4	5	5	4	5	5	5
	Ar. Plz.	7	3-4	1-2	4	5	5	3-4	5	5	5
	Ha.Plz.	7	3-4	1-2	4	5	5	4-5	5	5	5
100 W	Ar. Plz.	7	4	1-2	4-5	5	5	4	5	5	5
	Ha.Plz.	7	4	1-2	4	5	5	5	5	5	5
130 W	Ar. Plz.	7	4	2	4-5	5	5	4-5	5	5	5
	Ha.Plz.	7	4	2	4	5	5	5	5	5	5
200 W	Ar. Plz.	7	4	2	4-5	5	5	5	5	5	5

Plazma işlemi görmüş poliester kumaşların pigment boyarmaddeler ile basılmasında maksimum K/S değerinin elde edildiği işlem parametreleri ile işlem görmüş kumaşlar Orgaprin N. Blue BN ve Orgaprin Red FG pigment boyarmaddeleri ile basılmıştır. Şekil 5.10'da baskı sonrası elde edilen K/S değerleri, Çizelge 5.11'de yıkama, ışık ve sürtme haslık sonuçları verilmektedir.



Şekil 5.10 Farklı boyarmaddeler ile basılmış poliester kumaşların K/S değerleri

Çizelge 5.11 Farklı boyarmaddeler ile basılmış poliester kumaşların boyama sonrası ışık, sürtme ve yıkama haslık değerleri

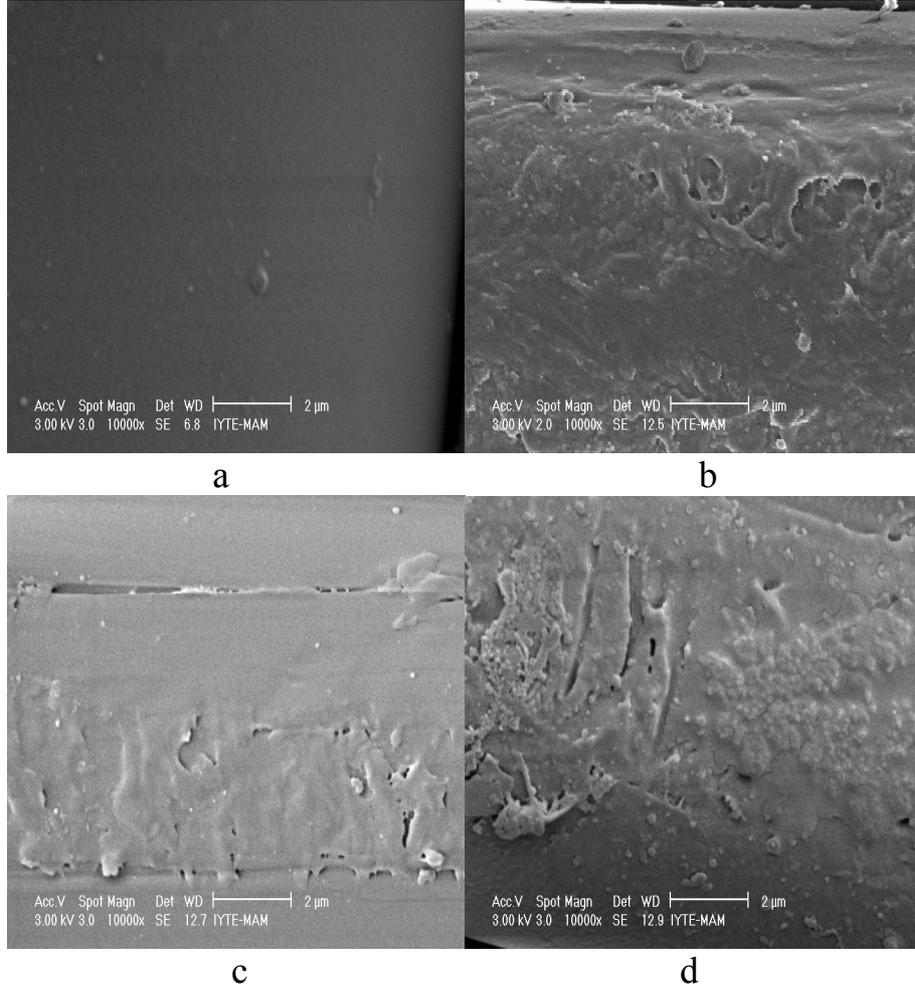
		Işık	Sürtme		Renk Değişimi	Yıkama					
			Kuru	Yaş		YÜN	PAC	Akma			ASE
						PES	PA	CO			
O.G. Yel. 2G	İşlemsiz	7	4	1-2	3-4	5	5	4	5	5	5
	Ar. Plz.	7	4	2	4	5	5	3-4	5	5	5
	Ha. Plz.	7	4	2	4	5	5	5	5	5	5
O.N. Bl. BN	İşlemsiz	7	3-4	1-2	3-4	5	5	3-4	5	4	5
	Ar. Plz.	7	3-4	2	4	4-5	4-5	3-4	4-5	4	4-5
	Ha. Plz.	7	3-4	2	4	4-5	5	4	4-5	4-5	5
O.Red FG	İşlemsiz	7	3-4	1-2	3-4	5	5	5	4-5	5	5
	Ar. Plz.	7	4	2-3	4	5	4-5	4-5	5	4-5	5
	Ha. Plz.	7	4	2-3	4	5	5	5	5	5	5

Şekil 5.10'da görüldüğü gibi, plazma işlemi görmüş poliester kumaşların K/S değerlerinde artış, yıkama ve sürtme haslıklarında iyileşme görülmüştür. Sürtme haslıklarında meydana gelen iyileşmenin binder ile bağ yapan polar gruplardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Plazma işleminin poliester kumaşların pigment baskısında etkin olduğu görülmüş, argon ve hava plazmanın birbirine yakın sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

5.1.6. SEM

Hava ve argon plazma işlemlerinden sonra yüzeyde meydana gelen modifikasyonlar Şekil 5.11'de gösterilmektedir.



Şekil 5.11 a) İşlemsiz, b) 200 W-60 s argon, c) 130 W -60 s argon ve d) 130 W-60 s hava plazma işlemi görmüş PES kumaşlara ait SEM resimleri

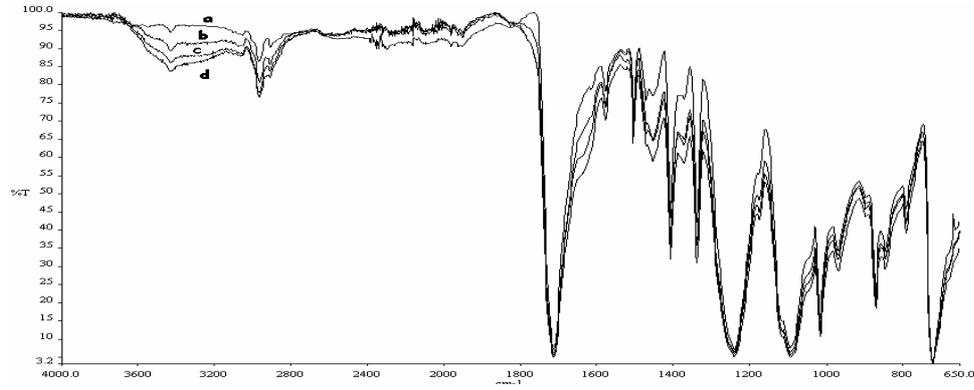
Şekil 5.11’de görüldüğü gibi, plazma işlemi sonunda yüzeyde modifikasyon gerçekleşmiştir. İşlemsiz numune yüzeyi düz görünürken, plazma işlem sonunda yüzeyde mikro çukurlar meydana gelmiştir. Argon plazma ile 200 W güce çıkıldığında ise mikro çukurların derinliğinde artma olduğu görülmüştür.

Poliester kumaşların kapilarite değerlerindeki artma ve temas açılarında meydana gelen azalma bu şekilde açıklanabilmektedir.

Argon plazma ile yüzeyde meydana gelen aşınmanın daha fazla olduğu görülebilmektedir.

5.1.7. FT-IR/ATR

FT-IR ATR yüzeylerin üst tabakasında bulunan grupların belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Şekil 5.12’de işlem görmemiş ve farklı koşullarda işlem görmüş poliester kumaşların ATR-FTIR spektrumları verilmiştir.



Şekil 5.12 a) İşlemsiz, b)130 W argon, c) 200 W-60 s argon, d) 130 W-60 s hava plazma işlemi görmüş PES kumaşlara ait ATR-FTIR spektrumları

Spektrada, 1714, 1250, 1120, 1046 ve 726 cm^{-1} 'de PES liflerinin karakteristik pikleri (Sakudo *et.al.*, 2003) ve 2970 ile 2846 cm^{-1} 'de üç tane C-H sp^3 titreşimi görülmektedir (Zhang *et.al.*, 2006). Spektrumda 3340 cm^{-1} 'de görülen keskin pik poliester zincirinin ucunda bulunan hidroksil gruplarına aittir (Gupta *et.al.*, 2000). 1570 cm^{-1} 'de görülen pikin $-\text{COO}-$ grubunun asimetrik gerilimine ait olduğunu belirtmektedir (Wrobel *et.al.*, 1978; Zeng *et.al.*, 2002; Shin *et.al.*, 2007). Plazma işlemi ardından, işlem görmüş numunelerde hidroksil fonksiyonelliğinde artmayı temsil eden 3340 cm^{-1} 'deki pik yoğunluğunda artma meydana gelmiştir. C=O

absorpsiyonunu temsil eden 1717 ve 1577 cm^{-1} 'deki pik yüksekliklerinde çok az bir artış görülmektedir. Shin *et.al.* ve Zeng *et.al.* tarafından elde edilen sonuçlar çalışmada elde edilen sonuçları desteklemektedir (Shin *et.al.*, 2007; Zeng *et.al.*, 2002)

5.1.8 ESCA (XPS)

Plazma işlemi sırasında plazma ortamında oluşan iyon, yüklü parçacıklar, fotonlar gibi türler ile yüzey etkileşim ile materyal yüzey bileşiminde değişiklikler meydana gelmektedir. Çizelge 5.12'de işlem görmemiş ve en iyi etkilerin elde edildiği parametrelerde işlem görmüş poliester kumaşların XPS sonuçları verilmektedir.

Çizelge 5.12 İşlemsiz ve farklı koşullarda plazma işlemi görmüş poliester kumaşların yüzey bileşimi

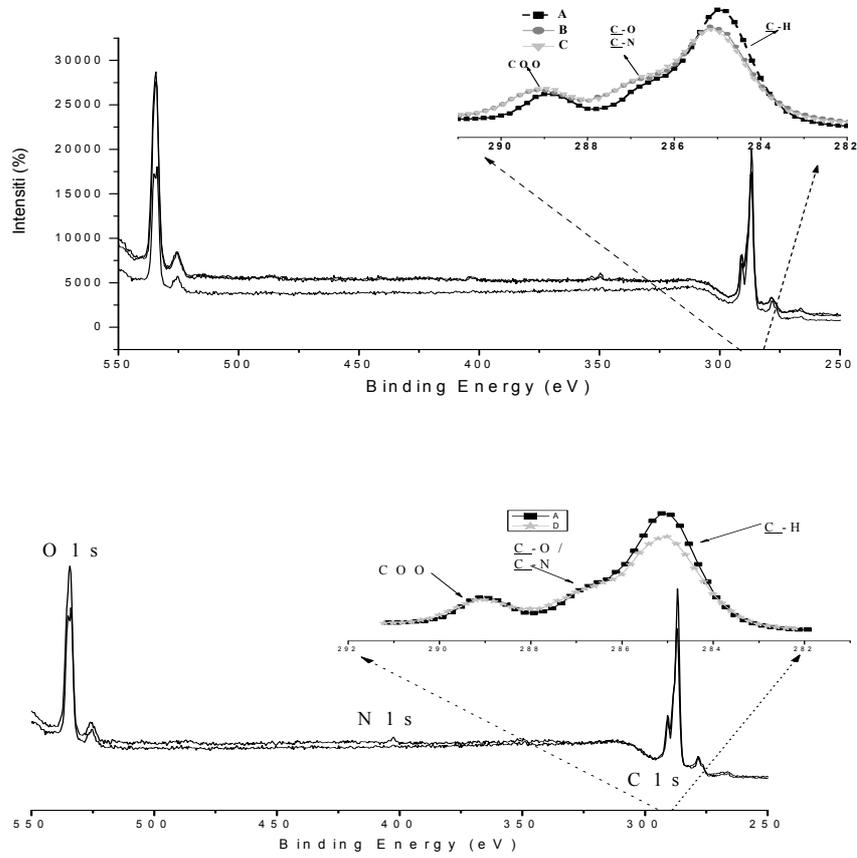
	C Oranı (%)	O Oranı (%)	N Oranı (%)	O/C	N/C
<i>İşlemsiz</i>	73.0	26.6	0.4	0.36	0.006
<i>200 W-60 s Argon Plazma</i>	67.5	31.5	1.0	0.47	0.015
<i>130 W-60 s Argon Plazma</i>	64.8	34.1	1.1	0.53	0.017
<i>130 W-60 s Hava Plazma</i>	63.3	35.2	1.5	0.56	0.024

İşlemsiz poliester kumaşlarda görülen % 0.4'lik azot atomunun lif yüzeyine uygulanan preperasyon maddelerinden geldiği düşünülmektedir.

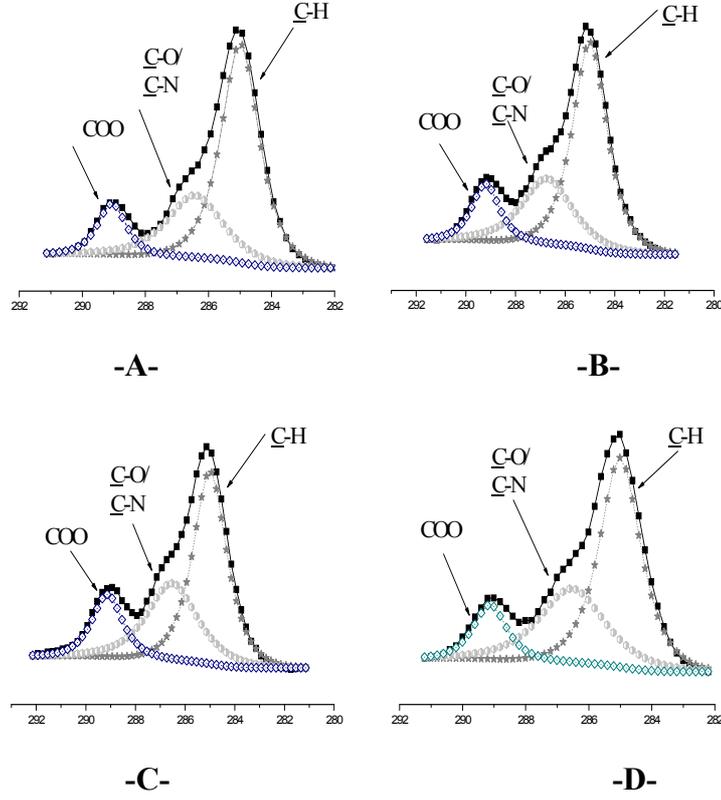
Çizelge 5.12'da görüldüğü gibi, yüzey karbon miktarı argon plazma sonunda % 73.0'den % 64.8'e; hava plazma sonunda % 63.3'e düşmüştür. C1 pikinde meydana gelen azalmanın tersine yüzeydeki oksijen atom oranı, argon plazma ile % 26.6'dan % 34.1'e; hava plazma ile % 35.2'ye yükselmiştir. Yüzeydeki oksijen miktarının artması yüzeyde oksijen içerikli grup sayısında artış olduğu anlamına gelmektedir. Oksidasyon

işlemi sırasında polimer yüzeyinde oluşan yeni oksijen içerikli gruplar yüzey hidrofiliğinin gelişmesine katkıda bulunmaktadır. Plazma gücü materyalin yüzey oksijen miktarını etkilemektedir. Argon plazmada güç artışı ile yüzeyde çapraz bağlanma arttığı için oksijen miktarında da azalma meydana geldiği düşünülmektedir.

Şekil 5.13’de işlem görmemiş ve farklı koşullarda plazma işlemi görmüş poliester kumaşların XPS spekturumları, Şekil 5.14’de C1s pikleri verilemektedir.



Şekil 5.13 A: işlemsiz, B: 130 W-60 s argon, C: 130 W-60 s hava ve D: 200 W-60 s argon plazma işlemi görmüş poliester kumaşların XPS spektrumları



Şekil 5.14 A: işlemsiz, B: 130 W-60 s argon, C: 130 W-60 s hava ve D: 200 W-60 s argon plazma işlemi görmüş poliester kumaşların C1s pikleri

Çizelge 5.13 İşlemsiz ve farklı koşullarda plazma işlemi görmüş poliester kumaşların C1s pikleri altında kalan alanlar

	285 eV (C-C/C-H)	Değ. (%)	286.4 eV (C-O)	Değ. (%)	289 eV (O=C-O)	Değ. (%)
İşlemsiz	9670.46	-	3966.81	-	1674.81	-
200 W AP	9028.9	-6.6	4068.45	2.56	1958.66	16.95
130 W AP	8702.81	-10.01	4805.88	21.16	1803.56	7.71
130 W HP	8220.84	-14.99	4961.44	25.07	2392.99	42.88

Şekil 5.14 ve Çizelge 5.13’de görüldüğü gibi, plazma işleminin poliester materyal yüzeyinde C*=O (-C-O- C*=O) grup miktarında önemli artış sağladığı görülmektedir (www.tut.fi/units/ms/teva/plasmafab/results6.html; Lai *et.al.*, 2006). Plazma işlemi sonunda azot atomunda meydana gelen artış ise plazma işlemi sonunda az miktarda da olsa amin grubunun oluştuğunu göstermektedir.

Plazma işleminden sonra yüzey kimyasal bileşiminde meydana gelen bu değişim, aşınma nedeniyle oluşan radikallerin, veya zincir bölünmesi ile meydana gelen uç grupların oksijenlenmesi ile meydana geldiği düşünülmektedir.

5.2 Polipropilen Kumaşlar İle Yapılan Denemeler

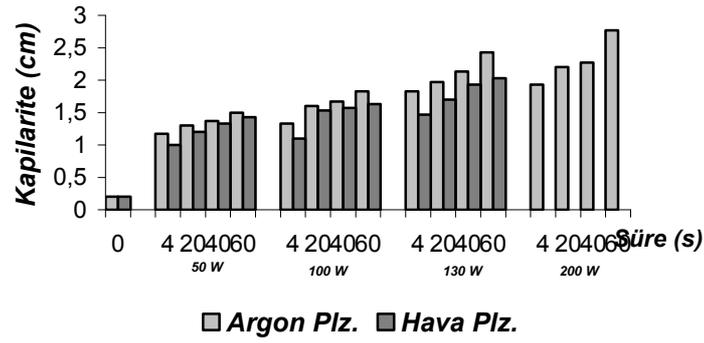
Plazma işleminden önce polipropilen dokuma kumaşlar, Bölüm 4.5.3’de belirtildiği gibi ekstrakte edilmiştir.

Ön işlem görmüş polipropilen kumaşlar ile denemelerde, argon ve hava olmak üzere iki farklı gaz kullanılmıştır. Polipropilen dokuma kumaşlara argon plazma işlemi 50, 100, 130 ve 200 W güç altında 4, 20, 40 ve 60s; hava plazma işlemi 50, 100 ve 130 W güç altında 4, 20, 40 ve 60s olarak uygulanmıştır.

İki farklı gazdan elde edilen etkiler karşılaştırılmış ve diğer çalışmalarda elde edilen sonuçlar ile kıyaslanmıştır.

5.2.1 Hidrofilite sonuçları

Bölüm 5.2’de belirtildiği gibi işlem görmüş polipropilen kumaşların kapilarite değerleri çözgü yönünde Bölüm 4.8.1’de belirtildiği gibi ölçülmüştür. Sonuçlar, Şekil 5.15’de verilmektedir.



Şekil 5.15 Argon ve hava plazma sonunda polipropilen kumaşların çözgü yönünde kapilarite sonuçları

Argon ve hava plazma işlemi görmüş polipropilen dokuma kumaşların temas açıları, Çizelge 5.14’de verilmektedir.

Çizelge 5.14 Argon ve hava plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların temas açıları (°)

	4 s	20 s	40 s	60 s
<i>İşlemsiz</i>	105,73	105,73	105,73	105,73
<i>50 W AP</i>	96,24	91,02	87,7	85,97
<i>50 W HP</i>	98,98	91,32	91,13	88,38
<i>100 W AP</i>	94,68	87,69	83,28	82,41
<i>100 W HP</i>	96,48	89,56	88,28	85,2
<i>130 W AP</i>	93,94	83,69	82,08	81,44
<i>130 W HP</i>	94,04	88,74	84,24	83,01
<i>200 W AP</i>	92,18	81,58	81,4	79,28

Polipropilen materyallerde plazma işlemi serbest radikal mekanizmasına göre gerçekleşirken (Ráhel *et.al.*, 2003), plazma işlemi görmüş polipropilen kumaş yüzeyinde yeni polar gruplar veya epoksi ve ester grupları oluşmaktadır. Plazma işlemi sırasında PP yapısında bulunan metil gruplarında bağ bölünmeleri meydana gelmekte ve karboksil, karbonil ve hidroksil gibi fonksiyonel gruplar meydana gelmektedir.

Yüzeyde oluşan yeni polar gruplar arasında etkin çekim kuvvetleri meydana geldiğinden materyalin yüzey enerjisi ve yüzey gerilimi artarken, kendinden daha düşük yüzey gerilimine sahip su molekülleri ile ıslanabilirliği artmaktadır.

Polipropilen materyallerde argon ve hava plazma sonunda elde edilen sonuçlar, Geyter ve ark'nın vakum argon ve hava plazma sonunda elde ettiği sonuçlar ile benzer olmaktadır (Geyter *et.al.*, 2007).

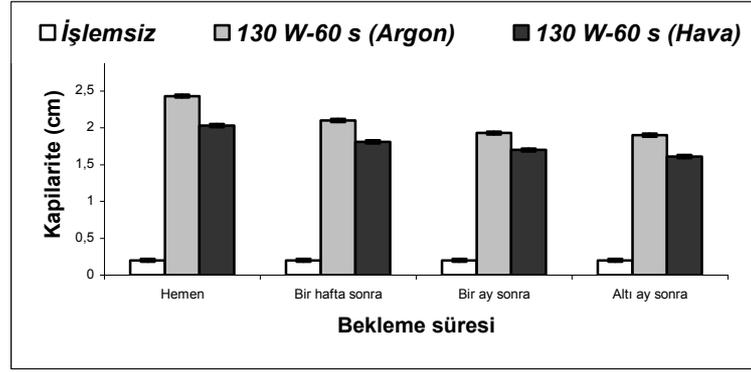
Argon plazmanın hava plazmaya göre daha etkin olduğu ve bu etkinin inert bir gaz olan argonun aşındırma etkisinin daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan çalışmada en iyi hidrofilitate değerleri argon plazma işleminde **200 W güç altında 60 s**, hava plazma işleminde **130 W güç altında 60 s** ile elde edilmiştir.

5.2.2 İşlem stabilitesi

5.2.2.1 Plazma işleminden bir hafta, bir ay ve 6 ay sonraki hidrofilitate değerleri

Bölüm 5.2'de belirtilen koşullarda plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların kapilarite değerleri bir hafta, bir ay ve 6 ay sonra çözgü yönünde Bölüm 4.8.1'de belirtildiği gibi ölçülmüştür. 130 W-60s hava ve argon plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların hemen, bir hafta, bir ay ve 6 ay sonraki kapilarite değerleri, Şekil 5.16'da verilmektedir.



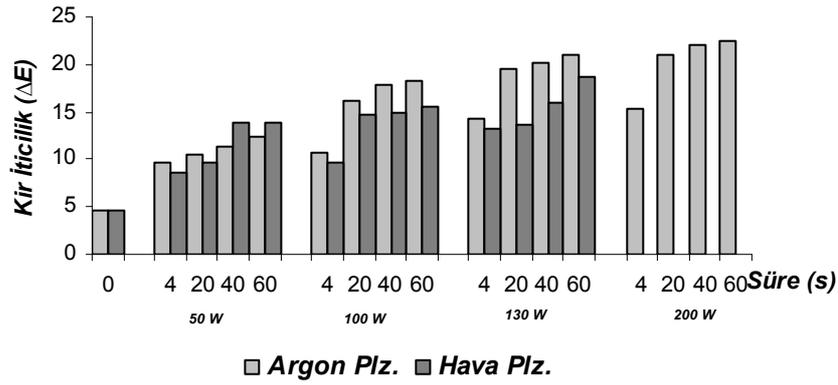
Şekil 5.16 Argon ve hava plazma sonunda polipropilen kumaşların çözgü yönünde bekleme süresine bağlı olarak kapilarite değişimi

Argon ve hava plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların bir hafta, bir ay ve altı ay sonraki kapilaritelerinde bir miktar azalma olduğu görülmüştür. Materyalin hidrofiliğinde meydana gelen azalma, yüzeyde oluşan hareketli polar grupların oryantasyonu nedeniyle olmaktadır. Polar gruplarda meydana gelen bu oryantasyon fiziksel bir olay olmakla birlikte, kimyasal olarak polar grup kaybı söz konusu olmamaktadır (Arefi *et.al.*, 1992).

Çalışmada hava ve argon plazmada meydana gelen kapilarite düşmesinin benzer olduğu görülmektedir. Zamanla kapilaritede meydana gelen düşmeye rağmen plazma işlemi ile polipropilen kumaşlarda kazandırılan hidrofiliğe kalıcı olmaktadır.

5.2.3 Kir iticilik sonuçları

Bölüm 5.2’de belirtilen koşullarda argon ve hava plazma işlemi görmüş ve işlem görmemiş polipropilen kumaşlara, Bölüm 4.9’da belirtilen şekilde hazırlanan kir çözeltisi emdirilip yıkandıktan sonra ΔE değerleri ölçülmüştür. Sonuçlar, Şekil 5.17’de verilmektedir.



Şekil 5.17 Argon ve hava plazma sonunda polipropilen kumaşlarda elde edilen kir iticilik sonuçları

Plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların kir iticilik değerlerinde artış görülmektedir. Kir iticilikte meydana gelen artışın, plazma işlemi sırasında yüzeyde oluşan hidrofil gruplar nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Plazma işlemi ile sentetik materyallerin hidrofob karakterinde bir miktar azalma olurken, su ile ıslanabilirliğinde artış olduğu için kumaşların yıkanabilme etkinliği artmaktadır. Hidrofil karakter kazanan polipropilen kumaşların hidrofob karakterli kirlere afinitesinin düşük olması ve yıkama etkinliğinin artması nedeniyle, plazma işlemi ile polipropilen kumaşların kir iticilik özelliği iyileşmektedir.

En iyi kir iticilik etkisi maksimum işlem parametreleri olan **200 W 60 s argon** plazma ve **130 W 60 s hava** plazma ile elde edilirken, argon plazma ile daha etkin olduğu görülmüştür.

5.2.4 Boyama sonuçları

Polipropilen lifleri, klasik tekstil boyama teknikleri ile boyanabilmelerini sağlayacak gruplara sahip olmadığı için ancak eriyikten

lif çekimi sırasında boyanabilmektedir. Lif çekimi sırasında yapılan boyamaların, yüksek miktarlarda olması gerekmektedir. Bu nedenle, moda ve kullanım yerine uygun daha az miktarda boyama işlemlerinin gerçekleştirilebilmesi için uygun yüzey modifikasyon işlemlerinin belirlenmesine ilişkin çalışmalar yapılmaktadır.

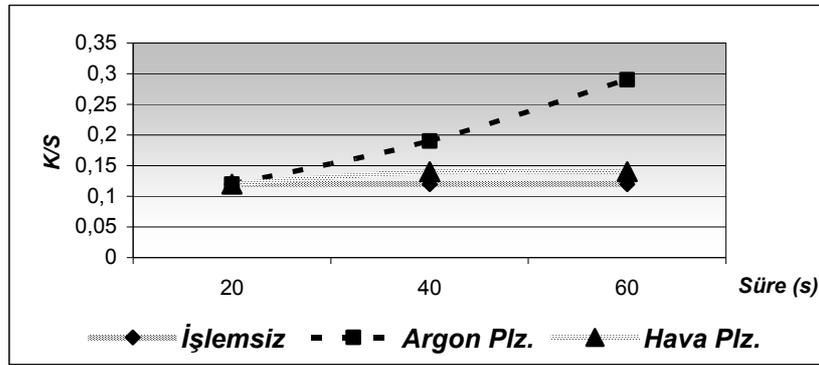
5.2.4.1 Asit boyama sonuçları

Argon ve hava plazma ile yapılan denemeler

Bölüm 5.2’de belirtilen koşullarda plazma işlemi görmüş ve işlem görmemiş polipropilen kumaşlar Bölüm 4.10.1’de belirtilen şekilde orta kuvvette asit boyarmaddesi ile boyanmıştır.

Ön denemeler Telon AFN boyarmaddesi ile yapılmıştır.

Plazma işlem süresini belirlemek amacı ile 200 W argon plazma, 130 W hava plazma işlemi 20, 40 ve 60 s olarak uygulanmış ve işlem görmüş kumaşlar pH 5’de % 2 Telon AFN boyarmaddesi ile 1:50 flote oranında, % 10 Na₂SO₄ kullanılarak Bölüm 4.10.1’de belirtildiği şekilde boyanmıştır. Boyama sonrası elde edilen K/S değerleri Şekil 5.18’de verilmektedir.



Şekil 5.18 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların asit boyama sonuçları

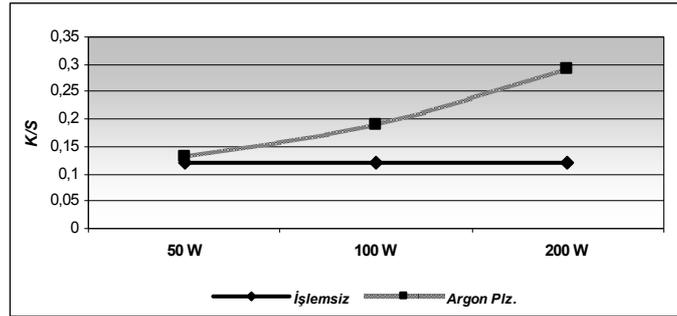
Şekil 5.18’de görüldüğü gibi, hava plazma işleminin asit boyama üzerine önemli bir etkisi bulunmamaktadır. Çizelge 5.15 asit boyarmadde ile boyanmış polipropilen kumaşların yıkama, ışık ve sürtme haslık değerleri verilmektedir.

Çizelge 5.15 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların asit boyama sonrası yıkama, ışık ve sürtme haslık sonuçları

	Işık	Sürtme			Yıkama					
		Kuru	Yaş	Renk Değişimi	Akma					
					YÜN	PAC	PES	PA	CO	ASE
<i>İşlemsiz</i>	7	4-5	4	4-5	5	5	5	5	5	5
<i>20 s</i>	7	4-5	4	4-5	5	5	5	4-5	5	5
<i>40 s</i>	7	4-5	4	4	5	5	5	4-5	5	5
<i>60 s</i>	7	4-5	4	3	5	5	5	4-5	5	5

Şekil 5.18’de görüldüğü gibi, en yüksek K/S değeri 60 s argon plazma işlemi ile elde edilmiş ve bundan sonraki çalışmalara argon plazma işleminin 60 s olarak uygulanmasına karar verilmiştir.

İşlem gücünü belirlemek amacı ile 60 s işlem süresinde 50, 100 ve 200 W güç altında argon plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşlar pH 5’de % 2 Telon AFN boyarmaddesi ile Bölüm 4.10.1’de belirtildiği gibi boyanmıştır. Şekil 5.19’da boyama sonrası elde edilen K/S değerleri verilmektedir.



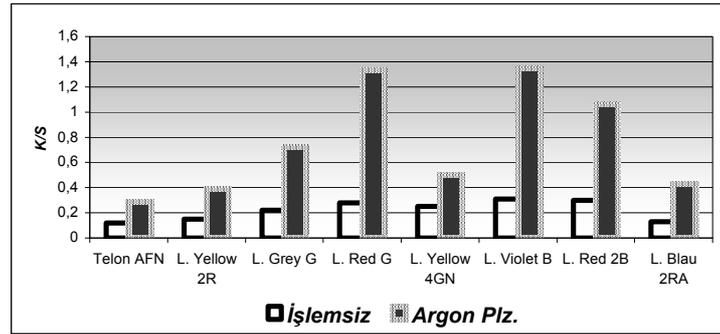
Şekil 5.19 Farklı güçlerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların asit boyama sonuçları

Şekil 5.19’da görüldüğü gibi, en yüksek K/S değeri 200 W güç altında elde edilmiştir ve bundan sonraki çalışmalarda plazma işleminin bu güçte uygulanmasına karar verilmiştir. Çizelge 5.16’da farklı güçlerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların asit boyama sonrası yıkama, ışık ve sürtme haslık sonuçları verilmektedir.

Çizelge 5.16 Farklı güçlerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların asit boyama sonrası yıkama, ışık ve sürtme haslık sonuçları

	Işık	Sürtme		Renk Değişimi	Yıkama					
		Kuru	Yaş		YÜN	PAC	Akma			
							PES	PA	CO	ASE
<i>İşlemsiz</i>	7	4-5	4	4-5	5	5	5	5	5	5
<i>50 W</i>	7	4-5	4	4-5	5	5	5	4-5	5	5
<i>100 W</i>	7	4-5	4	4	5	5	5	4-5	5	5
<i>200 W</i>	7	4-5	4	3	5	5	5	4-5	5	5

Plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların asit boyarmaddeler ile boyanmasında maksimum K/S değerinin elde edildiği işlem parametreleri ile işlem görmüş kumaşlar, Lanaset Yellow 2R, Lanaset Grey G, Lanaset Rot G, Lanaset Yellow 4GN, Lanaset Violet B, Lanaset Blau 2RA asit boyarmaddeleri ile boyanmıştır. Şekil 5.20’de boyama sonrası elde edilen K/S değerleri, Çizelge 5.17’de yıkama, ışık ve sürtme haslık değerleri verilmektedir.



Şekil 5.20 Plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların farklı asit boyarmaddeleri ile boyama sonuçları

Şekil 5.20’de görüldüğü gibi argon plazma işlemi görmüş %100 polipropilen kumaşların asit boyarmaddeler ile renk veriminde artma meydana gelmiştir. Renk verimi güç ve işlem süresinin artışı ile artarken, farklı boyarmaddeler ile farklı renk verimleri elde edilmektedir. İşlemin etkinliği, yüzey morfolojisinde ve kimyasal yapısında meydana gelen değişiklik ile açıklanabilmektedir.

Çizelge 5.17 Plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların farklı asit boyarmaddeler ile boyama sonrası ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları

BM	İşlem	Işık		Sürtme		Renk Değişimi	Yıkama				
		Kuru	Yaş	YÜN	PAC		PES	PA	CO	ASE	
<i>Telon AFN</i>	İşlemsiz	7	4-5	4	4-5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	7	4-5	2-3	3	5	5	5	4-5	5	5
<i>L. Yellow 2R</i>	İşlemsiz	6-7	4-5	4-5	5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	6-7	4-5	3-4	2-3	4-5	5	5	5	5	5
<i>L. Grey G</i>	İşlemsiz	5-6	4-5	4	4	4-5	5	5	4	5	5
	Ar. Plz.	5-6	4	3-4	2	4-5	5	5	3-4	5	5
<i>L. Red G</i>	İşlemsiz	5-6	4-5	4	4-5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	5-6	3-4	2-3	2-3	5	5	5	4	5	5
<i>L. Yellow 4GN</i>	İşlemsiz	6	4-5	4-5	5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	6	4-5	3-4	3	4-5	5	5	4-5	5	5
<i>L. Violet B</i>	İşlemsiz	5	4-5	4	4-5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	5	4	3-4	2-3	5	5	5	3-4	5	5
<i>L. Red 2B</i>	İşlemsiz	5-6	4-5	4	4-5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	5-6	3-4	2-3	3	5	5	5	4-5	5	5
<i>L. Blau 2RA</i>	İşlemsiz	5-6	4-5	4-5	4-5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	5-6	4-5	2-3	3	5	5	5	4	5	5

Polipropilen kumaşların asit boyarmaddeleri ile boyanması sırasında, boyarmadde ve lif arasında ağırlıklı olarak H-köprüleri ve Van der Waals kuvvetleri meydana gelirken, Bölüm 5.2.8’de görüldüğü gibi

XPS sonuçlarında azot içeriği görülmesi nedeniyle az miktarda iyonik bağ da meydana gelmiş olabileceği düşünülmektedir. Bunun yanında Bölüm 5.2.6'da SEM resimlerinde görüldüğü gibi plazma işlemi sırasında yüzeyde meydana gelen morfolojik değişiklikler (mikroçatlak ve oyuklar) boyarmadde moleküllerinin lif içerisine penetrasyonunu sağlamaktadır.

İşlem görmemiş numuneler çok az miktarda boyarmadde içerdiğinden haslıkları yüksek çıkmıştır.

Plazma ve monomer/bileşiklerin kullanıldığı denemeler

Plazma işlemi ile materyal üzerinde uyarılmış grupların ve radikallerin oluşması sayesinde materyal yüzeyine monomer/bileşik aşılabilir. Aşılabilir.

Plazma işlemi ve 6-aminohegzanoik asit (6-AHA), etilendaimin (EDA), trietilentetraamin (TETA), guanidin dihidrojen monofosfat (GUANIDIN), akril amid (AAMID) ve hegzametilendisiloksan (HMDS) monomer/bileşiği ile işlem görmüş polipropilen kumaşların monomer veya bileşiklerin yapılarında bulunan amin grupları nedeniyle asit boyarmaddeleri ile boyanabilirliği artabileceği düşünülmektedir.

Plazma ve monomer/bileşik kullanılarak yapılan çalışmalarda aşılama yöntemini belirlemek amacı ile, Bölüm 4.6.1'de ön denemeler için belirtilen şekilde numuneler hazırlanmıştır.

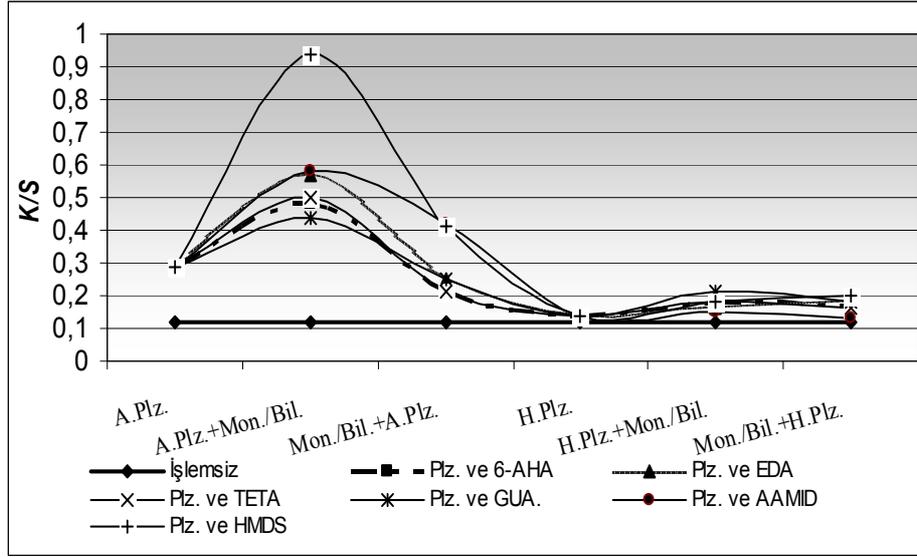
Ön denemeler Telon AFN boyarmaddesi ile yapılmıştır.

İşlem görmüş ve görmemiş numuneler % 2 Telon AFN asit boyarmaddesi ile Bölüm 4.10.1'de belirtildiği gibi boyanmıştır. Boyama sonrası elde edilen K/S, % R ve ΔE değerleri Çizelge 5.18 ve Şekil

5.21’de, boyanmış kumaşların yıkama, ışık ve sürtme haslık değerleri Çizelge 5.19’da verilmektedir.

Çizelge 5.18 Plazma işlemi ve monomer/bileşik aşılması sonunda polipropilen kumaşların asit boyarmadde ile boyama sonuçları

YÖNTEM	İŞLEM	K/S	%R	ΔE
	<i>İşlemsiz</i>	0,12	61,42	
	<i>Argon Plz.</i>	0,29	47,4	8,4
	<i>Hava Plz.</i>	0,14	59,71	0,9
	<i>6-AHA Bek.</i>	0,15	58,8	1,6
	<i>EDA Bek.</i>	0,15	59,01	0,8
	<i>TETA Bek.</i>	0,16	57,7	0,8
	<i>GUANIDIN Bek.</i>	0,2	53,99	1,3
	<i>AAMID Bek.</i>	0,15	58,23	1,1
	<i>HMDS Bek.</i>	0,15	58,56	1,5
<i>Mon./Bil. Bek.+ Argon Plz.</i>	<i>6-AHA</i>	0,21	52,8	2
	<i>EDA</i>	0,25	49,92	3,6
	<i>TETA</i>	0,21	52,79	1,9
	<i>GUANIDIN</i>	0,25	50,29	3,2
	<i>AAMID</i>	0,42	41,63	8,3
	<i>HMDS</i>	0,41	41,63	8,3
<i>Argon Plz.+ Mon./Bil. Bek.</i>	<i>6-AHA</i>	0,48	38,89	10,2
	<i>EDA</i>	0,57	35,9	12,1
	<i>TETA</i>	0,50	38,82	10,4
	<i>GUANIDIN</i>	0,44	40,26	9,2
	<i>AAMID</i>	0,58	35,72	15,7
	<i>HMDS</i>	0,94	27,7	22,7
<i>Mon./Bil. Bek.+ Hava Plz.</i>	<i>6-AHA</i>	0,17	56	0,3
	<i>EDA</i>	0,18	55,37	0,5
	<i>TETA</i>	0,16	57,16	1,4
	<i>GUANIDIN</i>	0,18	55,27	0,9
	<i>AAMID</i>	0,13	60,08	2,7
	<i>HMDS</i>	0,2	53,47	1,4
<i>Hava Plz.+ Mon./Bil. Bek.</i>	<i>6-AHA</i>	0,18	55,12	0,6
	<i>EDA</i>	0,16	57,07	0,7
	<i>TETA</i>	0,18	55,7	0,5
	<i>GUANIDIN</i>	0,21	52,59	1,9
	<i>AAMID</i>	0,15	58,73	2,2
	<i>HMDS</i>	0,18	55,31	1,1



Şekil 5.21 Plazma ve monomer/bileşik aşılama sonunda polipropilen kumaşların asit boyarmadde ile boyama sonuçları

Çizelge 5.18 ve Şekil 5.21'de görüldüğü gibi, hava plazma işleminden sonra monomer/bileşik ile işlem görmüş numunelerin asit boyarmaddeler ile boyanmasında renk veriminde artış görülmezken, argon plazma işleminden sonra monomer/bileşik ile işlem görmüş numunelerin renk veriminde artış gözlenmiştir. Bu nedenle hava plazma ve monomer/bileşik ile yapılan denemelere devam edilmemesine karar verilmiştir.

Çizelge 5.19 Plazma işlemi ve mon./bil aşılama sonunda polipropilen kumaşların asit boyama sonrası ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları

	Işık	Sürtme		Yıkama		Akma					
		Kuru	Yaş	Renk Değişimi	YÜN	PAC	PES	PA	CO	ASE	
İşlemsiz	7	4-5	4	4-5	5	5	5	5	5	5	5
Ar. Plz.	7	4-5	4	3	5	5	5	5	4-5	5	5
<i>Mon./Bil. Bek.</i>	6-AHA	7	4-5	4-5	4	5	5	5	4-5	5	5
	EDA	7	4-5	4-5	4	5	5	5	5	5	5
	TETA	7	4-5	4	4-5	5	5	5	5	5	5
	GUA.	7	4-5	4-5	4-5	5	5	5	4-5	5	5
	AAMID	7	4-5	4	4-5	5	5	5	4-5	5	5
	HMDS	7	4-5	4	4-5	5	5	5	4-5	5	5
<i>Mon./Bil. +Ar.Pz.</i>	6-AHA	7	4-5	3	2	2-3	5	5	5	5	5
	EDA	7	4-5	2	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	TETA	7	4-5	3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	GUA.	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	AAMID	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	HMDS	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
<i>Ar.Pz.+Mon./Bil.</i>	6-AHA	7	4-5	3	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	EDA	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	TETA	7	4-5	3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	GUA.	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	AAMID	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	HMDS	7	4-5	2-3	3	4-5	5	5	4-5	5	5

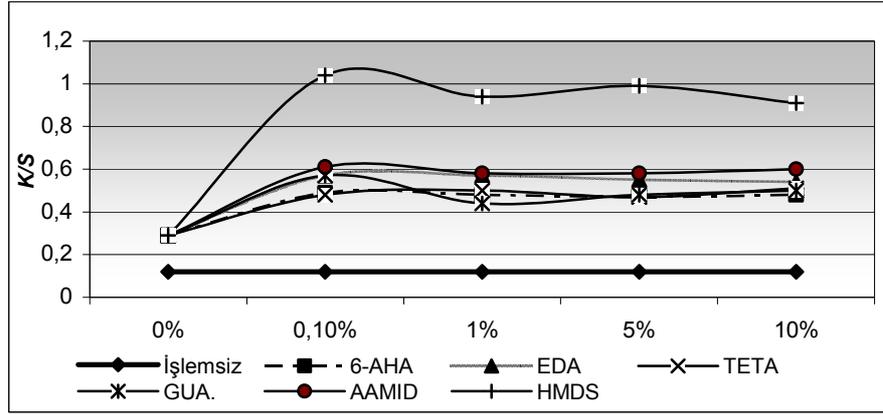
Şekil 5.21’de görüldüğü gibi, monomer veya bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşlarda en yüksek K/S değeri, **plazma+monomer/bileşik bekleme** işlemi ile elde edilmiş ve çalışmalara bu işlem parametrelerinde devam edilmesine karar verilmiştir.

Monomer veya bileşik konsantrasyonunu belirlemek amacı ile Bölüm 4.6.1’de belirtilen şekilde işlem görmüş numuneler, % 0.1, 1, 5 ve 10’luk monomer/bileşik çözeltisi içerisinde 30 dakika bekletilmiş ve %2 Telon AFN asit boyarmaddesi ile Bölüm 4.10.1’de belirtildiği gibi

boyanmıştır. Boyama sonrası elde edilen K/S, % R ve ΔE değerleri Çizelge 5.20 ve Şekil 5.22’de, boyanmış kumaşların yıkama, ışık ve sürtme haslık değerleri Çizelge 5.21’de verilmektedir.

Çizelge 5.20 Polipropilen kumaşların asit boyarmaddeler ile boyanmasında monomer/bileşik çözelti konsantrasyonunun etkisi

Kons. (%)	İşlem	Mon./Bil. Bek			Plz.+Mon. Bil. Bek.		
		K/S	%R	ΔE	K/S	%R	ΔE
-	<i>İşlemsiz</i>	0,12	61,42		0,12	61,42	
	<i>Argon Plz.</i>	0,29	47,4	8,4	0,29	47,4	8,4
0,1	<i>6-AHA</i>	0,13	60,27	1,3	0,49	38,75	11,3
	<i>EDA</i>	0,14	60,75	0,6	0,57	35,85	12,2
	<i>TETA</i>	0,15	58,8	1,6	0,48	38,89	10,2
	<i>GUA.</i>	0,15	58,8	1,6	0,57	35,94	16
	<i>AAMID</i>	0,13	60,08	2,7	0,61	34,26	17
	<i>HMDS</i>	0,16	57,54	0,8	1,04	26,25	10,5
1	<i>6-AHA</i>	0,15	58,8	1,6	0,48	38,89	10,2
	<i>EDA</i>	0,15	59,01	0,8	0,57	35,9	12,1
	<i>TETA</i>	0,16	57,7	0,8	0,5	38,82	10,4
	<i>GUA.</i>	0,2	53,99	1,3	0,44	40,26	9,2
	<i>AAMID</i>	0,15	58,23	1,1	0,58	35,72	15,7
	<i>HMDS</i>	0,15	58,56	1,5	0,94	27,7	22,7
5	<i>6-AHA</i>	0,15	58,75	1,6	0,47	39,21	10
	<i>EDA</i>	0,13	61,13	0,6	0,55	36,45	11,8
	<i>TETA</i>	0,14	59,21	0,8	0,47	39,67	10
	<i>GUA.</i>	0,18	55,7	0,5	0,48	38,89	10,2
	<i>AAMID</i>	0,15	58,73	2,2	0,58	35,78	16,1
	<i>HMDS</i>	0,17	56,29	0,6	0,99	27,02	17,4
10	<i>6-AHA</i>	0,15	58,8	1,6	0,48	38,91	10,1
	<i>EDA</i>	0,14	60,81	0,5	0,54	36,95	11,6
	<i>TETA</i>	0,15	58,01	0,6	0,51	38,12	11
	<i>GUA.</i>	0,16	57,7	0,8	0,5	38,82	10,4
	<i>AAMID</i>	0,14	59,71	0,9	0,6	35,01	16,3
	<i>HMDS</i>	0,17	55,91	0,3	0,91	28,31	9,2



Şekil 5.22 Polipropilen kumaşların asit boyarmaddeler ile boyanmasına monomer/bileşik çözelti konsantrasyonunun etkisi

Çizelge 5.20 ve Şekil 5.22’de görüldüğü gibi, plazma ve farklı konsantrasyonlarda monomer veya bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşların asit boyarmaddesi ile boyamalarında, monomer/bileşik konsantrasyonu açısından önemli bir fark görülmediği için, çalışmalara % 0.1’lik monomer/bileşik çözelti konsantrasyonunda devam edilmesine karar verilmiştir.

Çizelge 5.21 Farklı konsantrasyonlarda aşılama sonunda asit boyarmadde ile boyanmış polipropilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları

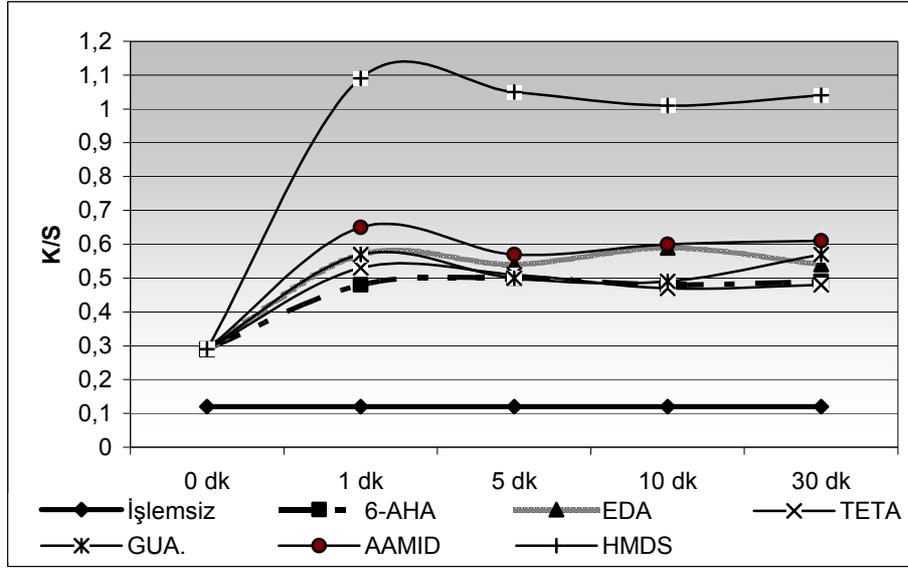
Kons (%)		Işık	Sürtme			Yıkama					
			Kuru	Yaş	Renk Değ.	YÜN	PAC	Akma			
							PES	PA	CO	AS	
-	İşlemsiz	7	4-5	4	4-5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	7	4-5	4	3	5	5	5	4-5	5	5
0.1	6-AHA	7	4-5	3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	EDA	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	TETA	7	4-5	3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	GUA.	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	AAMID	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	HMDS	7	4-5	2-3	3	4-5	5	5	4-5	5	5
1	6-AHA	7	4-5	3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	EDA	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	TETA	7	4-5	3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	GUA.	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	AAMID	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	HMDS	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
5	6-AHA	7	4-5	3-4	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	EDA	7	4-5	3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	TETA	7	4-5	3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	GUA.	7	4-5	3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	AAMID	7	4-5	3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	HMDS	7	4-5	3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
10	6-AHA	7	4-5	3-4	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	EDA	7	4-5	2	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	TETA	7	4-5	3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	GUA.	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	AAMID	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	HMDS	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5

Monomer veya bileşik çözeltisinde bekletme süresini belirlemek amacı ile Bölüm 4.6.1’de belirtilen koşullarda işlem görmüş numuneler, % 0.1 konsantrasyondaki çözelti içerisinde 1, 5, 10 ve 30 dakika bekletilmiştir. İşlem görmüş ve görmemiş numuneler %2 Telon AFN asit boyarmaddesi ile Bölüm 4.10.1’de belirtildiği gibi boyanmıştır. Boyama

sonrası elde edilen K/S, % R ve ΔE değerleri Çizelge 5.22 ve Şekil 23’de, boyanmış kumaşların yıkama, ışık ve sürtme haslık değerleri Çizelge 5.23’de verilmektedir.

Çizelge 5.22 Polipropilen kumaşların asit boyarmaddeler ile boyanmasında monomer/bileşik çözeltisi içerisinde bekletme süresinin etkisi

Süre (dk)	İşlem	Mon./Bil. Bek			Plz.+Mon. Bil. Bek.		
		K/S	%R	ΔE	K/S	%R	ΔE
-	<i>İşlemsiz</i>	0,12	61,42		0,12	61,42	
	<i>Ar. Plz.</i>	0,29	47,4	8,4	0,29	47,4	8,4
1	<i>6-AHA</i>	0,12	61,24	1,1	0,48	39,24	10,9
	<i>EDA</i>	0,14	60,72	0,6	0,57	35,65	12,2
	<i>TETA</i>	0,15	58,01	0,6	0,53	36,11	11,4
	<i>GUA.</i>	0,15	58,8	1,6	0,57	35,72	16,2
	<i>AAMID</i>	0,14	59,71	0,9	0,65	33,81	17,4
	<i>HMDS</i>	0,15	58,8	1,6	1,09	25,48	14,8
	<i>6-AHA</i>	0,12	61,24	1,1	0,50	37,15	11,6
	<i>EDA</i>	0,15	59,01	0,8	0,54	36,95	11,6
5	<i>TETA</i>	0,16	57,7	0,8	0,51	38	10,9
	<i>GUA.</i>	0,2	53,99	1,3	0,5	46,26	11,4
	<i>AAMID</i>	0,15	58,56	1,5	0,57	35,94	16
	<i>HMDS</i>	0,16	57,16	1,4	1,05	26,06	15,7
	<i>6-AHA</i>	0,13	60,76	1,1	0,48	39,24	10,9
	<i>EDA</i>	0,13	61,13	0,6	0,59	33,72	12,8
10	<i>TETA</i>	0,14	59,21	0,8	0,47	39,67	10
	<i>GUA.</i>	0,18	55,7	0,5	0,49	38,56	10,8
	<i>AAMID</i>	0,16	57,54	0,8	0,6	34,82	16,9
	<i>HMDS</i>	0,18	55,7	0,5	1,01	26,62	10,8
	<i>6-AHA</i>	0,13	60,27	1,3	0,49	38,75	11,3
	<i>EDA</i>	0,14	60,81	0,5	0,54	36,95	11,6
30	<i>TETA</i>	0,15	58,8	1,6	0,48	38,89	10,2
	<i>GUA.</i>	0,15	58,8	1,6	0,57	35,94	16
	<i>AAMID</i>	0,13	60,08	2,7	0,61	34,26	17
	<i>HMDS</i>	0,16	57,54	0,8	1,04	26,25	10,5



Şekil 5.23 Polipropilen kumaşların asit boyarmaddeler ile boyanmasında monomer/bileşik çözeltisi içerisinde bekletme süresinin etkisi

Çizelge 5.22 ve Şekil 5.23’de görüldüğü gibi, plazma ve farklı sürelerde monomer/bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşlarda K/S değerleri birbirine yakın çıkmıştır. Bu nedenle bundan sonraki çalışmalara 1 dakikalık bekletme süresinde devam edilmesine karar verilmiştir.

Çizelge 5.23 Farklı sürelerde aşılama sonunda asit boyarmaddeler ile boyanmış polipropilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları

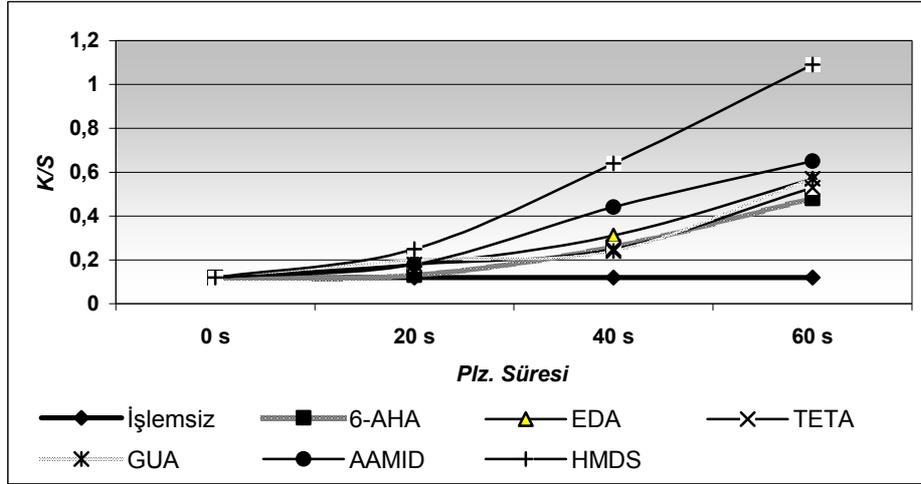
Süre (dk)		Işık	Sürtme			Yıkama					
			Kuru	Yaş	Renk Değ.	YÜN	PAC	Akma			AS
							PES	PA	CO		
-	İşlemsiz	7	4-5	4	4-5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	7	4-5	4	3	5	5	5	4-5	5	5
1	6-AHA	7	4-5	3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	EDA	7	4-5	3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	TETA	7	4-5	3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	GUA.	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	AAMID	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	HMDS	7	4-5	2-3	3	4-5	5	5	4-5	5	5
5	6-AHA	7	4-5	3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	EDA	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	TETA	7	4-5	3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	GUA.	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	AAMID	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	HMDS	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
10	6-AHA	7	4-5	3-4	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	EDA	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	TETA	7	4-5	3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	GUA.	7	4-5	3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	AAMID	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	HMDS	7	4-5	3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
30	6-AHA	7	4-5	3-4	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	EDA	7	4-5	2	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	TETA	7	4-5	3	3	4-5	5	5	4-5	5	5
	GUA.	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	AAMID	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	HMDS	7	4-5	3	3	4-5	5	5	4-5	5	5

Polipropilen kumaşların asit boyarmaddeler ile boyanmasında plazma işlem süresini belirlemek amacı ile plazma işlemi 200 W güçte, 20, 40 ve 60 s olarak uygulanmış, 1 dakika % 0.1'lik monomer/bileşik çözeltisi içerisinde aşılama yapılmıştır. İşlem görmüş ve görmemiş polipropilen kumaşlar %2 Telon AFN asit boyarmaddesi ile Bölüm

4.10.1’de belirtildiği gibi boyanmıştır. Boyama sonrası elde edilen K/S, % R ve ΔE değerleri Çizelge 5.24 ve Şekil 5.24’de, boyanmış kumaşların yıkama, ışık ve sürtme haslık değerleri Çizelge 5.25’de verilmektedir.

Çizelge 5.24 Farklı sürelerde plazma+monomer/bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşların asit boyama sonuçları

Plz. Süresi (s)	İşlem	K/S	%R	ΔE
0	<i>İşlemsiz</i>	0,12	61,42	
	<i>6-AHA</i>	0,12	61,24	1,1
	<i>EDA</i>	0,14	60,72	0,6
	<i>TETA</i>	0,15	58,01	0,6
	<i>GUA.</i>	0,15	58,8	1,6
	<i>AAMID</i>	0,14	59,71	0,9
	<i>HMDS</i>	0,15	58,8	1,6
20	<i>6-AHA</i>	0,13	60,78	0,5
	<i>EDA</i>	0,18	55,27	0,9
	<i>TETA</i>	0,18	55,22	0,7
	<i>GUA.</i>	0,2	53,47	1,4
	<i>AAMID</i>	0,18	55,22	0,7
	<i>HMDS</i>	0,25	50,29	3,2
40	<i>6-AHA</i>	0,26	53,27	2,4
	<i>EDA</i>	0,31	46,63	4,5
	<i>TETA</i>	0,25	50,29	3,2
	<i>GUA.</i>	0,24	51	2,8
	<i>AAMID</i>	0,44	40,26	9,2
	<i>HMDS</i>	0,64	34,16	13,4
60	<i>6-AHA</i>	0,48	39,24	10,9
	<i>EDA</i>	0,57	35,65	12,2
	<i>TETA</i>	0,53	36,11	11,4
	<i>GUA.</i>	0,57	35,72	16,2
	<i>AAMID</i>	0,65	33,81	17,4
	<i>HMDS</i>	1,09	25,48	14,8



Şekil 5.24 Farklı sürelerde plazma+Monomer/bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşların asit boyama sonuçları

Çizelge 5.24 ve Şekil 5.24’de görüldüğü gibi, farklı işlem sürelerinde argon plazma ve monomer/bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşlarda en yüksek K/S değeri 60 s plazma işlemi görmüş numunelerde elde edilmiş ve bundan sonraki çalışmalarda plazma işleminin 60 s olarak uygulanmasına karar verilmiştir.

Çizelge 5.25 Farklı sürelerde plazma+monomer/bileşik aşılama sonrası asit boyama yapılmış polipropilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları

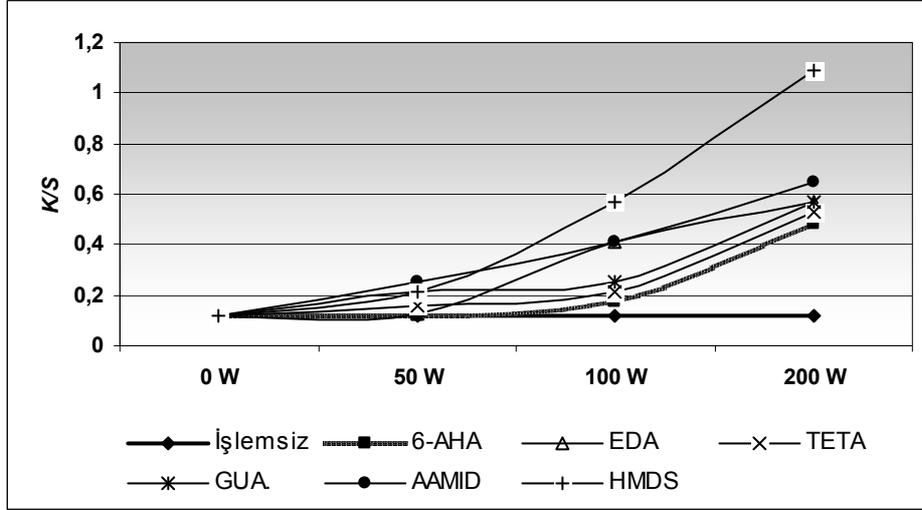
Süre (sn)	İşlem	Işık			Sürtme		Yıkama				
		Kuru	Yaş	Renk Değ.	YÜN	PAC	PES	PA	CO	ASE	
0	İşlemsiz	7	4-5	4	4-5	5	5	5	5	5	5
	6-AHA	7	4-5	4-5	4	5	5	5	4-5	5	5
	EDA	7	4-5	4-5	4	5	5	5	4-5	5	5
	TETA	7	4-5	4	4-5	5	5	5	4-5	5	5
	GUA.	7	4-5	4-5	4-5	5	5	5	4-5	5	5
	AAMID	7	4-5	4	4-5	5	5	5	4-5	5	5
	HMDS	7	4-5	4-5	4-5	5	5	5	4-5	5	5
20	6-AHA	7	4-5	3-4	3	5	5	5	4-5	5	5
	EDA	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	TETA	7	4-5	4	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	GUA.	7	4-5	4	3-4	5	5	5	4-5	5	5
	AAMID	7	4-5	4	4	4-5	5	5	4-5	5	5
	HMDS	7	4-5	3-4	3-4	5	5	5	4-5	5	5
40	6-AHA	7	4-5	3	3	5	5	5	4-5	5	5
	EDA	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	TETA	7	4-5	3	3	4-5	5	5	4-5	5	5
	GUA.	7	4-5	3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	AAMID	7	4-5	3	3	4-5	5	5	4-5	5	5
	HMDS	7	4-5	2-3	3	5	5	5	4-5	5	5
60	6-AHA	7	4-5	3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	EDA	7	4-5	3-4	3-4	4-5	5	5	5	5	5
	TETA	7	4-5	3	3-4	4-5	5	5	5	5	5
	GUA.	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	AAMID	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	HMDS	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5

Polipropilen kumaşların asit boyarmaddeler ile boyanmasında plazma işlem gücünü belirlemek amacı ile 50, 100 ve 200 W güç altında 60 s plazma işlemi uygulanmış, 1 dakika % 0.1'lik monomer/bileşik çözeltileri içerisinde aşılama yapılmıştır. İşlem görmüş ve görmemiş polipropilen kumaşlar %2 Telon AFN asit boyarmaddesi ile Bölüm

4.10.1’de belirtildiği gibi boyanmıştır. Boyama sonrası elde edilen K/S, % R ve ΔE değerleri Çizelge 5.26 ve Şekil 5.25’de, boyanmış kumaşların yıkama, ışık ve sürtme haslık değerleri Çizelge 5.27’de verilmektedir.

Çizelge 5.26 Farklı güçlerde plazma+monomer/bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşların asit boyama sonuçları

Plz. Gücü (W)	İşlem	K/S	%R	ΔE
0	<i>İşlemsiz</i>	0,12	61,42	
	<i>6-AHA</i>	0,12	61,24	1,1
	<i>EDA</i>	0,14	60,72	0,6
	<i>TETA</i>	0,15	58,01	0,6
	<i>GUA.</i>	0,15	58,8	1,6
	<i>AAMID</i>	0,14	59,71	0,9
	<i>HMDS</i>	0,15	58,8	1,6
50	<i>6-AHA</i>	0,12	61,26	0,5
	<i>EDA</i>	0,13	60,08	2,7
	<i>TETA</i>	0,16	57,16	1,4
	<i>GUA.</i>	0,21	52,59	1,9
	<i>AAMID</i>	0,25	50,29	3,2
	<i>HMDS</i>	0,21	52,59	1,9
100	<i>6-AHA</i>	0,17	55,26	2,6
	<i>EDA</i>	0,41	41,63	8,3
	<i>TETA</i>	0,21	52,79	1,9
	<i>GUA.</i>	0,25	50,29	3,2
	<i>AAMID</i>	0,41	41,63	8,3
	<i>HMDS</i>	0,57	35,9	12,1
200	<i>6-AHA</i>	0,48	39,24	10,9
	<i>EDA</i>	0,57	35,65	12,2
	<i>TETA</i>	0,53	36,11	11,4
	<i>GUA.</i>	0,57	35,72	16,2
	<i>AAMID</i>	0,65	33,81	17,4
	<i>HMDS</i>	1,09	25,48	14,8



Şekil 5.25 Farklı güçlerde plazma işlemi+monomer/bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşların asit boyama sonuçları

Çizelge 5.26 ve Şekil 5.25’de görüldüğü gibi, en yüksek K/S değeri 200 W güç altında plazma işlemi ardından monomer veya bileşik aşılama işlemi ile elde edilmiştir.

Çizelge 5.27 Farklı güçlerde plazma+monomer/bileşik aşılansmış polipropilen kumaşların asit boyama sonunda elde edilen ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları

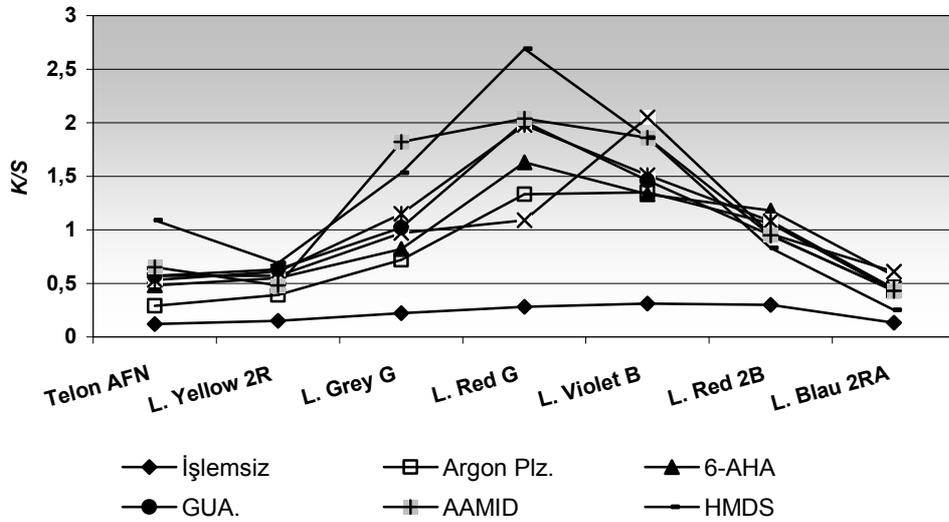
Güç (W)	İşlem	Işık		Sürtme		Yıkama					
		Kuru	Yaş	Renk Değ.	YÜN	PAC	PES	PA	CO	ASE	
0	İşlemsiz	7	4-5	4	4-5	5	5	5	5	5	5
	6-AHA	7	4-5	4-5	4	5	5	5	4-5	5	5
	EDA	7	4-5	4-5	4	5	5	5	4-5	5	5
	TETA	7	4-5	4	4-5	5	5	5	4-5	5	5
	GUA.	7	4-5	4-5	4-5	5	5	5	4-5	5	5
	AAMID	7	4-5	4	4-5	5	5	5	4-5	5	5
	HMDS	7	4-5	4-5	4-5	5	5	5	4-5	5	5
50	6-AHA	7	4-5	3	3-4	5	5	5	4-5	5	5
	EDA	7	4-5	2-3	3-4	4-5	5	5	5	5	5
	TETA	7	4-5	3-4	3-4	4-5	5	5	5	5	5
	GUA.	7	4-5	4	4	5	5	5	4-5	5	5
	AAMID	7	4-5	4	4	4-5	5	5	4-5	5	5
	HMDS	7	4-5	3-4	4	5	5	5	4-5	5	5
100	6-AHA	7	4-5	3	3	5	5	5	4-5	5	5
	EDA	7	4-5	3	3	4-5	5	5	4-5	5	5
	TETA	7	4-5	3	3	4-5	5	5	4-5	5	5
	GUA.	7	4-5	3-4	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	AAMID	7	4-5	3-4	3	4-5	5	5	4-5	5	5
	HMDS	7	4-5	3	3	5	5	5	4-5	5	5
200	6-AHA	7	4-5	3-4	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	EDA	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	TETA	7	4-5	3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	GUA.	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	AAMID	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	HMDS	7	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5

En yüksek renk verimi, 200 W güç altında 60 s argon plazma işlemi ardından % 0.1'lik monomer/bileşik çözeltisi içerisinde 1 dk aşılama yapılmış polipropilen kumaşların asit boyarmaddeleri ile boyanmasında elde edilmiştir.

Belirtilen optimum işlem koşullarında işlem görmüş polipropilen kumaşlar Lanaset Yellow 2R, Lanaset Grey G, Lanaset Red G, Lanaset Violet B, Lanaset Blau 2RA asit boyarmaddeleri ile boyanmıştır. Boyama sonrası elde edilen K/S, % R ve ΔE değerleri Çizelge 5.28 ve Şekil 5.26'da, boyanmış kumaşların yıkama, ışık ve sürtme haslık değerleri Çizelge 5.29'da verilmektedir.

Çizelge 5.28 Optimum koşullarda işlem görmüş polipropilen kumaşların farklı asit boyarmaddeler ile boyama sonuçları (Monomerli)

İşlem	Telon AFN	L. Yel. 2R	L. Grey G	L. Red G	L. Violet B	L. Red 2B	L. Blau 2RA
İşlemsiz	0,12	0,15	0,22	0,28	0,31	0,3	0,13
Ar. Plz.	0,29	0,39	0,72	1,33	1,35	1,06	0,43
6-AHA	0,48	0,55	0,82	1,63	1,33	1,18	0,57
EDA	0,57	0,57	0,97	1,09	2,05	0,96	0,61
TETA	0,53	0,61	1,15	1,98	1,51	1,08	0,45
GUA.	0,57	0,63	1,02	2,01	1,46	0,95	0,43
AAMID	0,65	0,48	1,82	2,04	1,86	0,95	0,43
HMDS	1,09	0,69	1,53	2,69	1,86	0,83	0,25



Şekil 5.26 Optimum koşullarda işlem görmüş polipropilen kumaşların farklı asit boyarmaddeler ile boyama sonuçları

Çizelge 5.29 Farklı asit boyarmaddeler ile boyanmış polipropilen kumaşların ışık, sürtünme ve yıkama haslık sonuçları (Monomerli)

	İşlem	Işık	Sürtme			Yıkama					
			Kuru	Yaş	Renk Değ.	YÜN	PAC	Akma		CO	ASE
<i>L. Yellow 2R</i>	6-AHA	6-7	4-5	3-4	2-3	4-5	5	5	5	5	5
	EDA	6-7	4-5	3-4	2-3	4-5	5	5	5	5	5
	TETA	6-7	4-5	3-4	2-3	4-5	5	5	5	5	5
	GUA.	6-7	4-5	3-4	2-3	4-5	5	5	5	5	5
	AAMID	6-7	4-5	3-4	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	HMDS	6-7	4-5	3-4	2-3	4-5	5	5	5	5	5
<i>L. Grey G</i>	6-AHA	5-6	3-4	2-3	2	4-5	5	5	3-4	5	5
	EDA	5-6	4	3-4	2	4-5	5	5	3-4	5	5
	TETA	5-6	4	3-4	2	4-5	5	5	3-4	5	5
	GUA.	5-6	3-4	3	2	4-5	5	5	3-4	5	5
	AAMID	5-6	3-4	3	2	4-5	5	5	3-4	5	5
	HMDS	5-6	3-4	3	2	4-5	5	5	3-4	5	5
<i>L. Red G</i>	6-AHA	5-6	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5	5	5
	EDA	5-6	3-4	2-3	2	5	5	5	5	5	5
	TETA	5-6	3-4	2-3	2	5	5	5	5	5	5
	GUA.	5-6	4	2	2	5	5	5	5	5	5
	AAMID	5-6	4	2	2	5	5	5	5	5	5
	HMDS	5-6	4	2	2	5	5	5	5	5	5
<i>L. Violet B</i>	6-AHA	5	3-4	2-3	2-3	4-5	5	5	3-4	5	5
	EDA	5	4	3-4	2	4-5	5	5	3-4	5	5
	TETA	5	4	3-4	2	4-5	5	5	3-4	5	5
	GUA.	5	3-4	3	2	4-5	5	5	3-4	5	5
	AAMID	5	3-4	3	2	4-5	5	5	3-4	5	5
	HMDS	5	3-4	3	2	4-5	5	5	3-4	5	5
<i>L. Red 2B</i>	6-AHA	5-6	3-4	2-3	3	5	5	5	4-5	5	5
	EDA	5-6	3-4	2-3	2	5	5	5	4-5	5	5
	TETA	5-6	3-4	2-3	2	5	5	5	5	5	5
	GUA.	5-6	4	2	2	5	5	5	5	5	5
	AAMID	5-6	4	2	2	5	5	5	5	5	5
	HMDS	5-6	4	2	2	5	5	5	5	5	5
<i>L. Blau 2RA</i>	6-AHA	5-6	4-5	3	2-3	4-5	5	5	4	5	5
	EDA	5-6	4-5	2-3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5
	TETA	5-6	4-5	3	2-3	5	5	5	4-5	5	5
	GUA.	5-6	4-5	2-3	2-3	5	5	5	4-5	5	5
	AAMID	5-6	4-5	2-3	2-3	5	5	5	4-5	5	5
	HMDS	5-6	4-5	2-3	2-3	5	5	5	4-5	5	5

Plazma işleminin ardından monomer veya bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşların asit boyarmaddeler ile boyanması sonunda K/S değerlerinde artma meydana gelmiştir. Bu durum plazma ile aktive edilmiş kumaşlara monomer veya bileşik bağlanabildiğini göstermektedir. Monomer/bileşik yapısına bağlı olarak farklı renk verimleri elde edilmiştir.

Boyarmaddeler arasında renk verimi açısından meydana gelen fark, boyarmadde moleküllerinin yapısından kaynaklanan farktan ileri geldiği düşünülmektedir.

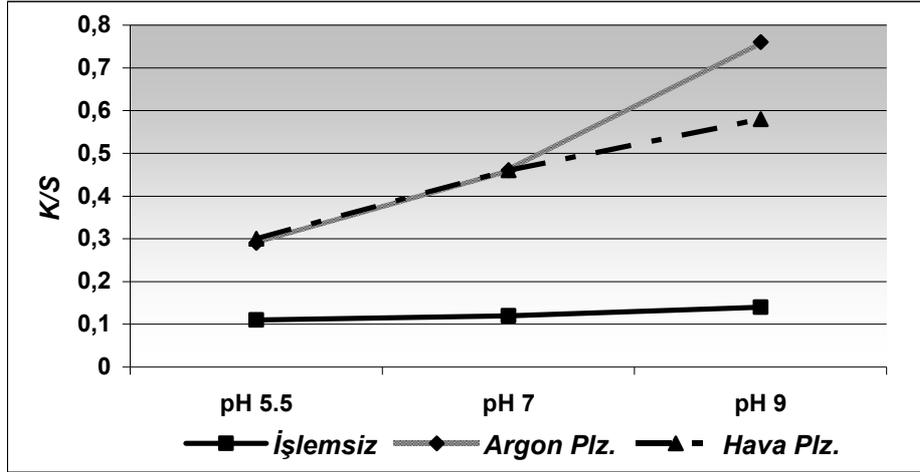
5.2.4.2 Bazik boyama sonuçları

Argon ve hava plazma ile yapılan denemeler

Argon ve hava plazma işlemi ile polipropilen kumaş yüzeyinde karboksil grubu oluşmaktadır. Bazik boyarmaddeler ile boyama, boyarmadde molekülü ile materyalde bulunan karboksil gruplarının etkileşimi ile gerçekleştiğinden, plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların bazik boyarmaddeler ile boyanabilirliğinin artacağı düşünülmektedir.

Ön denemeler Astrozon Blau BG boyarmaddesi ile yapılmıştır.

En uygun boyama pH'ını belirlemek amacıyla 200 W-60 s argon ve 130 W-60 s hava plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşlar pH 5.5, 7 ve 9'da Astrozon Blau BG boyarmaddesi ile 1:30 flote oranında, % 6 Na₂SO₄ kullanılarak Bölüm 4.10.2'de belirtildiği şekilde boyanmıştır. Boyama sonrası elde edilen K/S değerleri Şekil 5.27'de verilmektedir.



Şekil 5.27 Polipropilen kumaşların bazik boyarmaddelerde boyanmasında boyama pH'sının etkisi

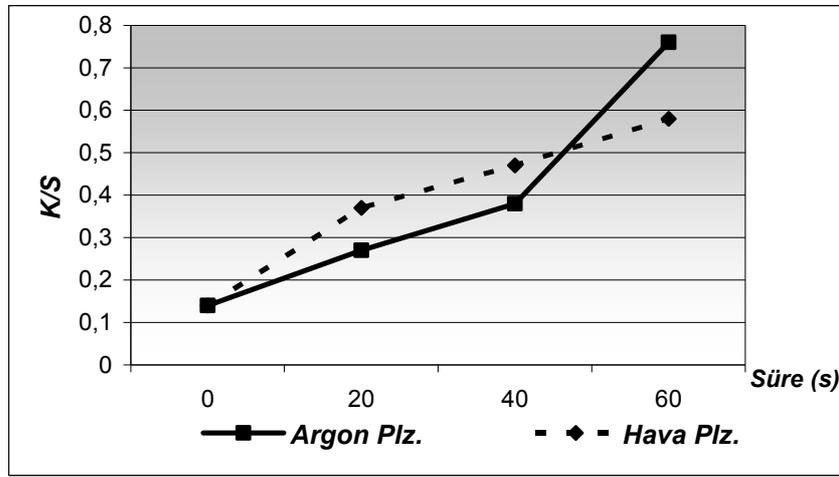
Şekil 5.27'de görüldüğü gibi, argon ve hava plazma işleminin bazik boyama üzerine önemli bir etkisi bulunmaktadır. Çizelge 5.30 bazik boyarmadde ile boyanmış polipropilen kumaşların yıkama, ışık ve sürtme haslık değerleri verilmektedir.

Çizelge 5.30 Farklı pH'larda bazik boyama yapılmış polipropilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları

		Işık	Sürtme		Renk Değişimi	Yıkama					
			Kuru	Yaş		YÜN	PAC	PES	PA	CO	ASE
pH 5.5	İşlemsiz	2	4	3-4	5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	2	4	3-4	2	2-3	5	5	5	5	5
	Ha. Plz.	2	4	3-4	4-5	4-5	5	5	5	5	5
pH 7	İşlemsiz	2	4	3-4	5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	2	4	3	2	2-3	5	5	5	5	5
	Ha. Plz.	2	4	3-4	4-5	4-5	5	5	5	5	5
pH 9	İşlemsiz	2	4	3-4	5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	2	3-4	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	Ha. Plz.	2	3-4	3-4	3-4	3-4	5	5	5	5	5

Plazma sonrası bazik boyarmaddeler ile boyamada en yüksek K/S değerleri pH 9'da elde edilmiş ve bundan sonraki boyamaların bu pH 9'da yapılmasına karar verilmiştir.

İşlem süresini belirlemek amacı ile argon plazma 200 W, hava plazma 130 W güç altında 20, 40 ve 60 s olarak uygulanmıştır. İşlem görmüş ve görmemiş polipropilen kumaşlar pH 9'da % 2 Astrozon Blau BG boyarmaddesi ile Bölüm 4.10.2'de belirtildiği gibi boyanmıştır. Şekil 5.28'de boyama sonrası elde edilen K/S değerleri verilmektedir.



Şekil 5.28 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların bazik boyama sonuçları

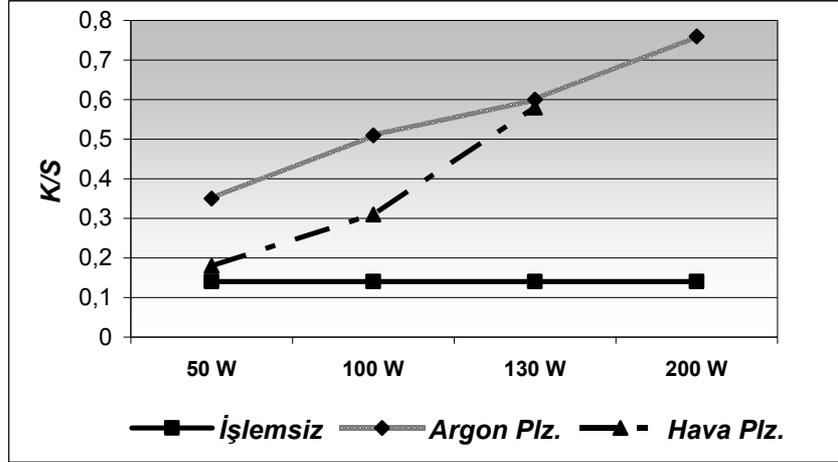
Şekil 5.28'de görüldüğü gibi, en yüksek K/S değeri 60 s argon ve hava plazma işlemi ile elde edilmiş ve bundan sonraki çalışmalara plazma işleminin 60 s olarak uygulanmasına karar verilmiştir.

Çizelge 5.31'de bazik boyarmadde ile boyanmış polipropilen kumaşların yıkama, ışık ve sürtme haslık değerleri verilmektedir.

Çizelge 5.31 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların bazik boyama sonrası ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları

	Işık	Sürtme		Renk Değişimi	Yıkama					
		Kuru	Yaş		YÜN	PAC	Akma			
							PES	PA	CO	ASE
	<i>İşlemsiz</i>	2	4	3-4	5	5	5	5	5	5
20 s	<i>Ar. Plz.</i>	2	4	3-4	4-5	5	5	5	5	5
	<i>Ha.Plz.</i>	2	4	3-4	4-5	4-5	5	5	5	5
40 s	<i>Ar. Plz.</i>	2	3-4	3-4	4-5	4-5	5	5	5	5
	<i>Ha.Plz.</i>	2	3-4	3-4	4-5	4-5	5	5	5	5
60 s	<i>Ar. Plz.</i>	2	3-4	3-4	2	2-3	5	5	5	5
	<i>Ha.Plz.</i>	2	3-4	3-4	3-4	3-4	5	5	5	5

İşlem gücünü belirlemek amacı ile 60 s işlem süresinde argon plazma işlemi 50, 100, 130 ve 200 W güç altında, hava plazma işlemi 50, 100 ve 130 W güç altında uygulanmıştır. Plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşlar pH 9'da % 2 Astrozon Blau BG boyarmaddesi ile Bölüm 4.10.2'de belirtildiği gibi boyanmıştır. Şekil 5.29'da boyama sonrası elde edilen K/S değerleri verilmiştir.



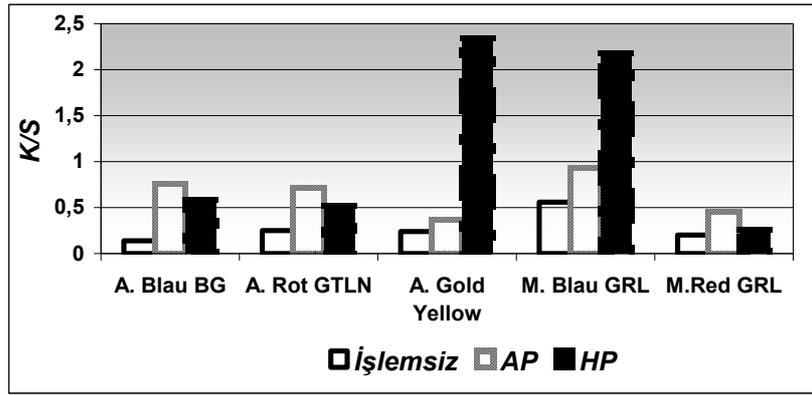
Şekil 5.29 Farklı güçlerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların bazik boyama sonuçları

Şekil 5.29’da görüldüğü gibi, en yüksek K/S değeri argon plazma 200 W, hava plazma 130 W güç altında elde edilmiştir ve bundan sonraki çalışmalarda plazma işleminin bu güçlerde uygulanmasına karar verilmiştir. Çizelge 5.32’de farklı güçlerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların bazik boyama sonrası yıkama, ışık ve sürtme haslık sonuçları verilmektedir.

Çizelge 5.32 Farklı güçlerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların bazik boyama sonrası ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları

		Işık		Sürtme		Yıkama					
		Kuru	Yaş	Renk		YÜN	Akma				
				Değişimi			PAC	PES	PA	CO	ASE
	<i>İşlemsiz</i>	2	4	3-4	5	5	5	5	5	5	5
50 W	<i>Ar. Plz.</i>	2	4	4	4-5	5	5	5	5	5	5
	<i>Ha.Plz.</i>	2	4	3-4	5	5	5	5	5	5	5
100 W	<i>Ar. Plz.</i>	2	4	3-4	4-5	5	5	5	5	5	5
	<i>Ha.Plz.</i>	2	4	3-4	4-5	4-5	5	5	5	5	5
130 W	<i>Ar. Plz.</i>	2	3-4	3-4	3-4	3-4	5	5	5	5	5
	<i>Ha.Plz.</i>	2	3-4	3-4	3-4	3-4	5	5	5	5	5
200 W	<i>Ar. Plz.</i>	2	3-4	3-4	2	2-3	5	5	5	5	5

Plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların bazik boyarmaddeler ile boyanmasında maksimum K/S değerinin elde edildiği işlem parametreleri ile işlem görmüş kumaşlar Astrozon Blau BG, Astrozon Rot GTLN, Astrozon Gold Yellow, Maxilon Blau GRL % 300 ve Maxilon Red GRL % 200 bazik boyarmaddeleri ile boyanmıştır. Şekil 5.30’da boyama sonrası elde edilen K/S değerleri, Çizelge 5.33’de yıkama, ışık ve sürtme haslık sonuçları verilmektedir.



Şekil 5.30 Polipropilen kumaşların farklı bazik boyarmaddeler ile boyama sonuçları

Çizelge 5.33 Farklı bazik boyarmaddeler ile boyanmış polipropilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları

		Işık		Sürtme		Yıkama					
		Kuru	Yaş	Renk Değişimi		YÜN	Akma				
				PAC	PES		PA	CO	ASE		
A. Blau BG	İşlemsiz	2	4	3-4	5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	2	3-4	3-4	2	2-3	5	5	5	5	5
	Ha. Plz.	2	3-4	3-4	3-4	3-4	5	5	5	5	5
A. Rot GTLN	İşlemsiz	2	4-5	4	4-5	4-5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	2	4-5	3	3-4	3-4	5	5	5	5	5
	Ha. Plz.	2	4-5	4	3-4	3-4	5	5	5	5	5
A. G. Yellow	İşlemsiz	2	5	4-5	4-5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	2	4-5	4	4-5	5	5	5	4-5	5	4
	Ha. Plz.	2	4-5	4-5	5	5	5	5	4	4	4-5
M. Blau GRL	İşlemsiz	2	4	2	4-5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	2	3	1-2	4	5	5	5	2-3	2-3	2-3
	Ha. Plz.	2	2-3	1-2	4	5	5	5	3	3	3
M. Red GRL	İşlemsiz	2	5	4-5	5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	2	4-5	4	3-4	5	5	5	3-4	3-4	3-4
	Ha. Plz.	2	4-5	4	3-4	5	5	5	3-4	4	3

Şekil 5.30'da görüldüğü gibi, plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların bazik boyarmaddeler ile renk veriminde artma meydana gelmektedir. Renk verimi güç ve işlem süresinin artışı ile artarken, farklı

boyarmaddeler ile farklı renk verimleri elde edilmektedir. İşlemin etkinliği, yüzey morfolojisinde ve kimyasal yapısında meydana gelen değişiklik ile açıklanabilmektedir.

Polipropilen kumaşların bazik boyarmaddeler ile boyanması sırasında, plazma işlemi ile yüzeyde oluşan COOH grubunun bazik ortamda disosiyasyon olması ve (-) yüklü karboksilat gruplarına dönüşmesi; boyarmadde ile bu grup arasında elektrostatik çekim kuvvetlerinin oluşmasının yanında, H-köprüsü ve Van der Waals kuvvetleri ile gerçekleştiği düşünülmektedir. Bölüm 5.2.8'de XPS sonuçlarında görüldüğü gibi oksijen içeriğinin ve Bölüm 5.2.7'de FTIR sonuçlarında görüldüğü gibi karboksilik asit pikinde meydana gelen artma lif ve boyarmadde arasında iyonik bağ oluşmuş olabileceğini göstermektedir. Bunun yanında Bölüm 5.2.6'da SEM resimlerinde görüldüğü gibi, plazma işlemi sırasında yüzeyde meydana gelen morfolojik değişiklikler (mikroçatlak ve oyuklar) boyarmadde moleküllerinin lif içerisine penetrasyonunu sağlamaktadır.

Farklı pH'larda yapılan boyamalarda bazik ortamda daha yüksek renk verimi elde edilmesi bu düşüncüyü desteklemektedir.

İşlem görmemiş numunelerin haslık değerinin daha yüksek olması ise, numunenin daha az boyarmadde içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Plazma ve monomer/bileşiklerin kullanıldığı denemeler

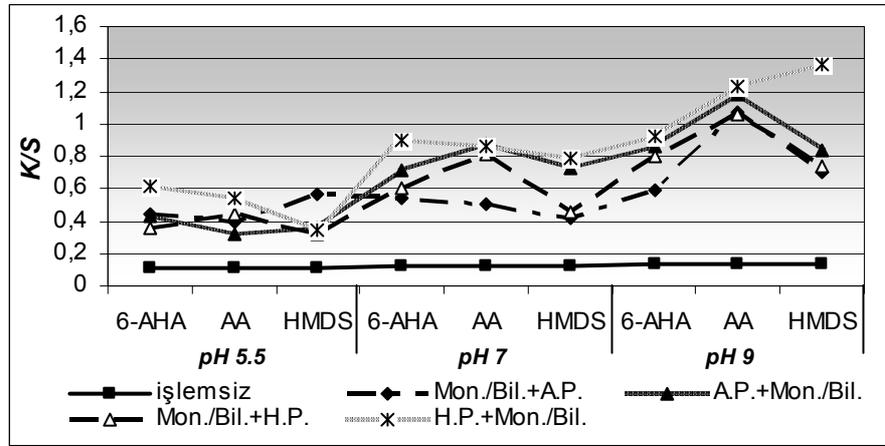
Plazma işlemi ile materyal üzerinde uyarılmış grupların ve radikallerin oluşması sayesinde materyal yüzeyine monomer/bileşik bağlanabilmektedir.

Plazma işlemi ve 6-aminohegzanoik asit (6-AHA), akrilik asit (AA) ve hegzametildisiloksan (HMDS) monomer/bileşiği ile işlem görmüş polipropilen kumaşların monomer veya bileşik yapılarında bulunan karboksilik asit grupları nedeniyle bazik boyarmaddeler ile boyanabilirliğinin gelişeceği düşünülmektedir.

Plazma ve monomer/bileşik kullanılarak yapılan çalışmalarda aşılama yöntemini belirlemek amacı ile, Bölüm 4.6.1’de ön denemeler için belirtilen şekilde numune hazırlanmıştır.

Ön denemeler Astrozon Blau BG boyarmaddesi ile yapılmıştır.

İşlem görmüş ve görmemiş numuneler % 2 Astrozon Blau BG boyarmaddesi ile pH 5.5, 7 ve 9’da Bölüm 4.10.2’de belirtildiği gibi boyanmıştır. Boyama sonrası elde edilen K/S, % R ve ΔE değerleri Çizelge 5.34 ve Şekil 5.31’de, boyanmış kumaşların yıkama, ışık ve sürtme haslık değerleri Çizelge 5.35’de verilmektedir.



Şekil 5.31 Plazma işlemi ve monomer/bileşik aşılama sonunda polipropilen kumaşların bazik boyarmadde ile boyama sonuçları

Çizelge 5.34 Plazma işlemi ve monomer/bileşik aşılması sonunda polipropilen kumaşların bazik boyarmadde ile boyama sonuçları

YÖNTEM	İŞLEM	pH 5.5			pH 7			pH 9		
		K/S	%R	ΔE	K/S	%R	ΔE	K/S	%R	ΔE
	<i>İşlemsiz</i>	0,11	63,13		0,12	61,65		0,14	59,3	
	<i>Ar. Plz.</i>	0,29	47,4	7,23	0,46	39,72	10,4	0,76	31,15	14,4
	<i>Ha. Plz.</i>	0,3	46,77	7,8	0,46	39,5	13	0,58	35,8	15,3
<i>Mon./Bi I. Bek.</i>	<i>6-AHA</i>	0,15	58,76	2,7	0,16	56,86	2,6	0,22	52,53	3,87
	<i>AA</i>	0,18	55,05	4,2	0,2	53,8	4,1	0,29	47,66	7,7
	<i>HMDS</i>	0,21	52,82	6,1	0,22	51,97	5,9	0,17	56,04	0,6
<i>Mon./B il. Bek+ Ar. Plz.</i>	<i>6-AHA</i>	0,44	40,39	10,6	0,54	36,94	11,65	0,59	35,33	13,7
	<i>AA</i>	0,4	41,9	12,6	0,51	38,01	12,7	1,07	25,74	21,1
	<i>HMDS</i>	0,56	36,22	13,7	0,42	41,39	9,4	0,7	32,6	12,3
<i>Ar. Plz.+ Mon./B il. Bek.</i>	<i>6-AHA</i>	0,43	40,67	12,1	0,72	32,15	16	1,01	26,13	20,6
	<i>AA</i>	0,32	46,02	6,9	0,87	29,1	16,4	1,18	24,34	19,6
	<i>HMDS</i>	0,36	43,94	10,1	0,73	31,94	16	0,84	29,64	15,6
<i>Mon./B il. Bek+ Ha. Plz.</i>	<i>6-AHA</i>	0,36	44,03	11,7	0,6	35,05	17,3	0,8	30,34	20,4
	<i>AA</i>	0,44	40,56	12,3	0,81	30,1	19,5	1,06	25,84	23,3
	<i>HMDS</i>	0,32	45,77	9,7	0,46	39,49	13,6	0,74	31,61	17,3
<i>Ha. Plz.+ Mon./B il. Bek.</i>	<i>6-AHA</i>	0,62	34,61	17,1	0,9	28,43	21,4	0,92	23,13	21,76
	<i>AA</i>	0,54	36,89	12,9	0,86	29,15	21,5	1,23	23,68	25,7
	<i>HMDS</i>	0,34	44,94	10,4	0,79	30,55	19,2	1,37	22,12	29,5

Çizelge 5.34 ve Şekil 5.31’de görüldüğü gibi, monomer veya bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşlarda en yüksek K/S değeri, **pH 9**’da **plazma+monomer/bileşik bekletme** işlemi ile elde edilmiş ve çalışmalara bu işlem parametrelerinde devam edilmesine karar verilmiştir.

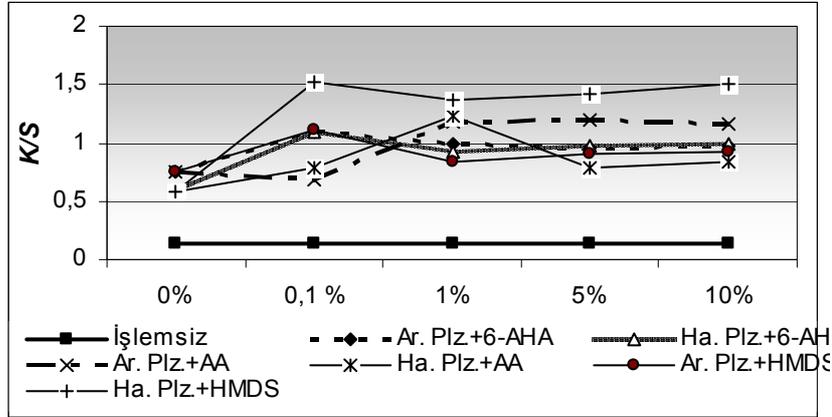
Çizelge 5.35 Plazma işlemi ve monomer/bileşik aşılama sonunda polipropilen kumaşların bazik boyama sonrası elde edilen ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları (pH 9)

		Işık	Sürtme		Renk Değişimi	Yıkama					
			Kuru	Yaş		YÜN	Akma				
					PAC	PES	PA	CO	AS		
		İşlemsiz	2	4	3-4	5	5	5	5	5	5
		Ar. Plz.	2	3-4	3-4	2	2-3	5	5	5	5
		Ha. Plz.	2	3-4	3-4	3-4	3-4	5	5	5	5
Mon./B il. Bek.		6-AHA	2	2	2-3	5	5	5	5	5	5
		AA	2	2-3	3-4	4-5	5	5	5	5	5
		HMDS	2	3-4	3	5	5	5	5	5	5
Mon./B il.+Ar.		6-AHA	2	4	3-4	2-3	3	5	5	5	5
		AA	2	3-4	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5
		HMDS	2	2-3	2	3-4	3-4	5	5	5	5
Ar.Plz. +		6-AHA	2	3-4	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5
		AA	2	3-4	3	2-3	2-3	5	5	5	5
		HMDS	2	2-3	2	3-4	3-4	5	5	5	5
Mon./B il.+Ha.		6-AHA	2	2-3	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5
		AA	2	3-4	3	2-3	3	5	5	5	5
		HMDS	2	4	3	3-4	3-4	5	5	5	5
Ha.Plz. +Mon./		6-AHA	2	3	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5
		AA	2	3	2-3	2-3	2-3	5	5	5	5
		HMDS	2	3-4	3	2-3	2-3	5	5	5	5

Monomer veya bileşik konsantrasyonunu belirlemek amacı ile Bölüm 4.6.1’de belirtilen şekilde işlem görmüş numuneler % 0.1, 1, 5 ve 10’luk monomer/bileşik çözeltisi içerisinde 30 dakika bekletilmiş ve % 2 Astrozon Blau BG bazik boyarmaddesi ile Bölüm 4.10.2’de belirtildiği gibi boyanmıştır. Boyama sonrası elde edilen K/S, % R ve ΔE değerleri Çizelge 5.36 ve Şekil 5.32’de, boyanmış kumaşların yıkama, ışık ve sürtme haslık değerleri Çizelge 5.37’de verilmektedir.

Çizelge 5.36 Polipropilen kumaşların bazik boyarmaddeler ile boyanmasında monomer/bileşik konsantrasyonunun etkisi

Kons. (%)	İşlem	Mon./Bil. Bek			Ar. Plz.+Mon. Bil. Bek.			Ha. Plz.+Mon. Bil. Bek.		
		K/S	%R	ΔE	K/S	%R	ΔE	K/S	%R	ΔE
-	İşlemsiz	0,14	59,3		0,14	59,3		0,14	59,3	
	Ar. Plz.	0,76	31,2	14,4	0,76	31,2	14,4	0,76	31,2	14,4
	Ha. Plz.	0,58	35,8	15,3	0,58	35,8	15,3	0,58	35,8	15,3
0,1	6-AHA	0,15	58,7	1	1,1	25,2	22,6	1,1	25,4	23,6
	AA	0,31	46,6	8,3	0,69	32,7	17,3	0,78	30,8	21,2
	HMDS	0,23	51,2	5	1,11	25,2	23,9	1,52	20,7	31
1	6-AHA	0,27	48,9	6,5	1	26,1	20,6	0,92	23,1	21,8
	AA	0,29	47,7	7,7	1,18	24,3	19,6	1,23	23,7	25,7
	HMDS	0,17	56,0	0,6	0,84	29,6	15,6	1,37	22,1	29,5
5	6-AHA	0,22	51,8	4,7	0,96	27,1	19,5	0,97	27,2	22,2
	AA	0,3	46,9	7,9	1,2	24,0	25,4	0,78	30,7	20,5
	HMDS	0,29	47,7	7,3	0,9	28,4	19,8	1,42	21,6	30,4
10	6-AHA	0,26	49,6	6,2	0,97	27	20,5	0,99	26,9	22,2
	AA	0,31	46,6	8	1,16	24,5	24,5	0,83	29,8	22,2
	HMDS	0,27	48,9	6,4	0,93	28,0	21,1	1,5	20,9	31,3



Şekil 5.32 Polipropilen kumaşların bazik boyarmaddeler ile boyanmasında monomer/bileşik çözelti konsantrasyonunun etkisi

Çizelge 5.36 ve Şekil 5.32’de görüldüğü gibi, plazma ve farklı konsantrasyonlarda monomer veya bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşların bazik boyarmaddesi ile boyamalarında, monomer/bileşik konsantrasyonu açısından önemli bir fark görülmediği için, çalışmalara % 0.1’lik monomer/bileşik çözelti konsantrasyonunda devam edilmesine karar verilmiştir.

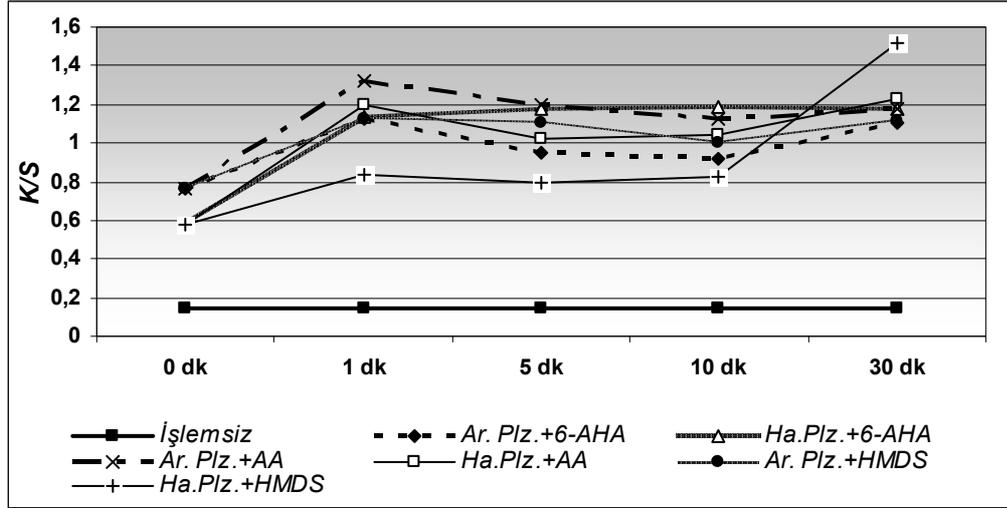
Çizelge 5.37 Farklı konsantrasyonlarda aşılama sonunda bazik boyarmadde ile boyanmış polipropilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları

Kons. (%)		Işık			Sürtme		Yıkama					
		Kuru	Yaş	Renk Değ.	YÜN	PAC	Akma					
							PES	PA	CO	ASE		
-	<i>İşlemsiz</i>	2	4	3-4	5	5	5	5	5	5	5	
	<i>Argon Plz.</i>	2	3-4	3-4	2	2-3	5	5	5	5	5	
	<i>Hava Plz.</i>	2	3-4	3-4	3-4	3-4	5	5	5	5	5	
0.1	<i>AP+6-AHA</i>	2	4	3-4	3	3-4	5	5	5	5	5	
	<i>AP+AA</i>	2	3-4	3-4	3	3	5	5	5	5	5	
	<i>AP+HMDS</i>	2	2-3	2-3	2-3	2-3	5	5	5	5	5	
	<i>HP+6-AHA</i>	2	2-3	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5	5	
	<i>HP+AA</i>	2	3	3	3-4	3-4	5	5	5	5	5	
	<i>HP+HMDS</i>	2	4	3	2-3	2-3	5	5	5	5	5	
1	<i>AP+6-AHA</i>	2	4	3-4	3-4	3-4	5	5	5	5	5	
	<i>AP+AA</i>	2	3-4	3	2-3	2-3	5	5	5	5	5	
	<i>AP+HMDS</i>	2	2-3	2	3-4	3-4	5	5	5	5	5	
	<i>HP+6-AHA</i>	2	2-3	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5	5	
	<i>HP+AA</i>	2	3	2-3	2-3	2-3	5	5	5	5	5	
	<i>HP+HMDS</i>	2	4	3	2-3	2-3	5	5	5	5	5	
5	<i>AP+6-AHA</i>	2	3-4	3-4	3	3-4	5	5	5	5	5	
	<i>AP+AA</i>	2	3-4	3-4	3	2-3	5	5	5	5	5	
	<i>AP+HMDS</i>	2	3	2-3	2-3	2-3	5	5	5	5	5	
	<i>HP+6-AHA</i>	2	2-3	3	2-3	2-3	5	5	5	5	5	
	<i>HP+AA</i>	2	2-3	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5	5	
	<i>HP+HMDS</i>	2	3-4	3	2-3	2-3	5	5	5	5	5	
10	<i>AP+6-AHA</i>	2	3-4	3-4	4	4	5	5	5	5	5	
	<i>AP+AA</i>	2	3	2-3	2-3	2-3	5	5	5	5	5	
	<i>AP+HMDS</i>	2	2-3	2-3	2-3	3	5	5	5	5	5	
	<i>HP+6-AHA</i>	2	2-3	3	2-3	2-3	5	5	5	5	5	
	<i>HP+AA</i>	2	2-3	3-4	3	2-3	5	5	5	5	5	
	<i>HP+HMDS</i>	2	4	3-4	2	2	5	5	5	5	5	

Monomer veya bileşik çözeltilisinde bekletme süresini belirlemek amacı ile Bölüm 4.6.1’de belirtilen koşullarda işlem görmüş numuneler, % 0.1 konsantrasyondaki çözelti içerisinde 1, 5, 10 ve 30 dakika bekletilmiştir. İşlem görmüş ve görmemiş numuneler %2 Astrozon Blau BG bazik boyarmaddesi ile Bölüm 4.10.2’de belirtildiği gibi boyanmıştır. Boyama sonrası elde edilen K/S, % R ve ΔE değerleri Çizelge 5.38 ve Şekil 5.33’de, boyanmış kumaşların yıkama, ışık ve sürtme haslık değerleri Çizelge 5.39’da verilmektedir.

Çizelge 5.38 Polipropilen kumaşların bazik boyarmaddeler ile boyanmasında monomer/bileşik çözeltisi içerisinde bekletme süresinin etkisi

Süre (dk)	İşlem	Mon./Bil. Bek			Ar. Plz.+Mon. Bil. Bek.			Ha. Plz.+Mon. Bil. Bek.		
		K/S	%R	ΔE	K/S	%R	ΔE	K/S	%R	ΔE
-	<i>İşlemsiz</i>	0,14	59,3		0,14	59,3		0,14	59,3	
	<i>Ar. Plz.</i>	0,76	31,2	14,4	0,76	31,2	14,4	0,76	31,2	14,4
	<i>Ha. Plz.</i>	0,58	35,8	15,3	0,58	35,8	15,3	0,58	35,8	15,3
1	<i>6-AHA</i>	0,27	48,9	6,5	1,12	25,1	16,4	1,14	24,8	24,9
	<i>AA</i>	0,2	53,6	3,5	1,32	22,7	25,8	1,2	24,0	26,1
	<i>HMDS</i>	0,2	53,6	2,3	1,12	25,1	16,4	0,84	29,5	20,6
5	<i>6-AHA</i>	0,26	49,5	6,4	0,95	27,6	21,5	1,18	24,3	26
	<i>AA</i>	0,17	56,1	2,5	1,2	23,9	25	1,02	26,6	22,9
	<i>HMDS</i>	0,17	56,6	1,9	1,1	25,2	23,4	0,8	30,4	19,9
10	<i>6-AHA</i>	0,26	49,6	6	0,92	28,2	20,7	1,19	24,2	25,7
	<i>AA</i>	0,18	55,9	2,4	1,13	24,5	19,2	1,04	26,1	25,5
	<i>HMDS</i>	0,15	58,5	1,1	1	25,8	23	0,83	29,7	20,5
30	<i>6-AHA</i>	0,25	50,7	3	1,1	25,2	22,6	1,18	24,3	25
	<i>AA</i>	0,29	47,7	7,7	1,18	24,3	19,6	1,23	23,7	25,7
	<i>HMDS</i>	0,23	51,2	5	1,11	25,2	23,9	1,52	20,7	31



Şekil 5.33 Polipropilen kumaşların bazik boyarmaddeler ile boyanmasına monomer/bileşik çözelti içerisinde bekletme süresinin etkisi

Çizelge 5.38 ve Şekil 5.33’de görüldüğü gibi, plazma ve farklı sürelerde monomer/bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşlarda K/S değerleri birbirine yakın çıktığı için bundan sonraki çalışmalara 1 dakikalık bekletme süresinde devam edilmesine karar verilmiştir.

Çizelge 5.39 Farklı sürelerde aşılama sonunda bazik boyarmadde ile boyanmış polipropilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları

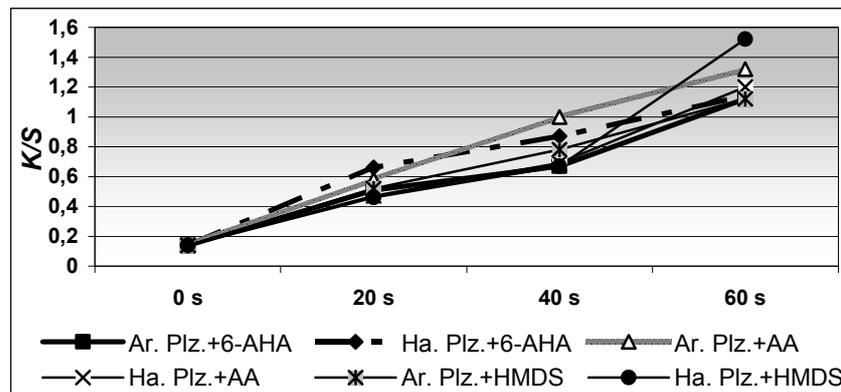
Süre (dk)		Işık		Sürtme		Yıkama					
		Kuru	Yaş	Renk Değ.	YÜN	PAC	PES	PA	CO	ASE	
-	<i>İşlemsiz</i>	2	4	3-4	5	5	5	5	5	5	5
	<i>Argon Plz.</i>	2	3-4	3-4	2	2-3	5	5	5	5	5
	<i>Hava Plz.</i>	2	3-4	3-4	3-4	3-4	5	5	5	5	5
1	<i>AP+6-AHA</i>	2	4	3-4	3-4	3	5	5	5	5	5
	<i>AP+AA</i>	2	3-4	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	<i>AP+HMDS</i>	2	2-3	2-3	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	<i>HP+6-AHA</i>	2	2-3	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	<i>HP+AA</i>	2	3	3	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	<i>HP+HMDS</i>	2	4	3	2-3	2-3	5	5	5	5	5
5	<i>AP+6-AHA</i>	2	4	3-4	3-4	3-4	5	5	5	5	5
	<i>AP+AA</i>	2	3-4	3	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	<i>AP+HMDS</i>	2	2-3	2	3	3	5	5	5	5	5
	<i>HP+6-AHA</i>	2	2-3	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	<i>HP+AA</i>	2	3	2-3	2-3	3	5	5	5	5	5
	<i>HP+HMDS</i>	2	4	3	2-3	2-3	5	5	5	5	5
10	<i>AP+6-AHA</i>	2	4	3-4	3	3-4	5	5	5	5	5
	<i>AP+AA</i>	2	3-4	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	<i>AP+HMDS</i>	2	3	2-3	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	<i>HP+6-AHA</i>	2	2-3	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	<i>HP+AA</i>	2	2-3	3-4	3	2-3	5	5	5	5	5
	<i>HP+HMDS</i>	2	3-4	3	2-3	2-3	5	5	5	5	5
30	<i>AP+6-AHA</i>	2	4	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	<i>AP+AA</i>	2	3-4	3	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	<i>AP+HMDS</i>	2	2-3	2-3	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	<i>HP+6-AHA</i>	2	2-3	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	<i>HP+AA</i>	2	2-3	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	<i>HP+HMDS</i>	2	4	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5	5

Polipropilen kumaşların bazik boyarmaddeler ile boyanmasında plazma işlem süresini belirlemek amacı ile argon plazma işlemi 200 W güç, hava plazma işlemi 130 W güç altında, 20, 40 ve 60 s olarak uygulanmış, 1 dakika % 0.1'lik monomer/bileşik çözeltileri içerisinde

aşılama yapılmıştır. İşlem görmüş ve görmemiş polipropilen kumaşlar %2 Astrozon Blau BG bazik boyarmaddesi ile Bölüm 4.10.2’de belirtildiği gibi boyanmıştır. Boyama sonrası elde edilen K/S, % R ve ΔE değerleri Çizelge 5.40 ve Şekil 34’de, boyanmış kumaşların yıkama, ışık ve sürtme haslık değerleri Çizelge 5.41’de verilmektedir.

Çizelge 5.40 Farklı sürelerde plazma+monomer/bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşların bazik boyama sonuçları

Plz. Süresi (s)	İşlem	Argon plazma			Hava plazma		
		K/S	%R	ΔE	K/S	%R	ΔE
0	İşlemsiz	0,14	59,3		0,14	59,3	
	6-AHA	0,27	48,76	7,1	0,27	48,76	7,1
	AA	0,2	53,64	3,5	0,2	53,64	3,5
	HMDS	0,2	53,61	2,3	0,2	53,61	2,3
20	6-AHA	1,12	25,12	16,4	1,14	24,79	24,9
	AA	0,58	35,78	13,2	0,47	39,42	13,2
	HMDS	0,52	37,63	13,6	0,46	39,53	12,8
40	6-AHA	0,67	33,38	16	0,87	29,07	22,5
	AA	1	26,23	19,2	0,69	32,73	18
	HMDS	0,78	30,72	19,9	0,67	33,52	17,6
60	6-AHA	0,51	37,75	13,2	0,66	33,57	18,6
	AA	1,32	22,69	25,8	1,2	24,02	26,1
	HMDS	1,12	25,12	16,4	1,52	20,66	31



Şekil 5.34 Farklı sürelerde plazma+monomer/bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşların bazik boyama sonuçları

Çizelge 5.40 ve Şekil 5.34’de görüldüğü gibi, farklı sürelerde argon/hava plazma işlemi ardından monomer/bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşlarda en yüksek K/S değeri 60 s plazma işlemi görmüş numunelerde elde edilmiş ve bundan sonraki çalışmalarda plazma işleminin 60 s olarak uygulanmasına karar verilmiştir.

Çizelge 5.41 Farklı sürelerde plazma+monomer/bileşik aşılama sonrası bazik boyama yapılmış polipropilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları (^a: Argon, ^b: Hava)

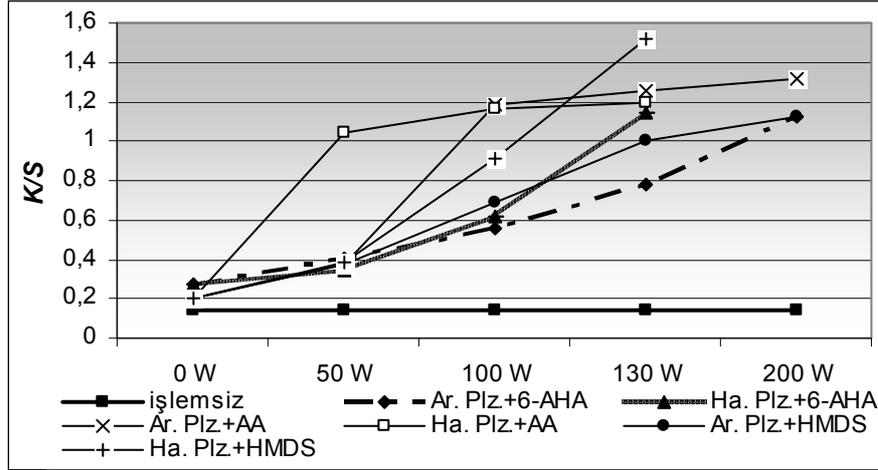
Süre (sn)	İşlem	Işık		Sürtme		Renk Değ.	Yıkama				
		Kuru	Yaş	YÜN	PAC		Akma PES	PA	CO	ASE	
0	İşlemsiz	2	4	3-4	5	5	5	5	5	5	5
	6-AHA	2	2-3	2-3	5	5	5	5	5	5	5
	AA	2	2-3	3-4	5	5	5	5	5	5	5
	HMDS	2	2-3	3-4	5	5	5	5	5	5	5
20 ^a	6-AHA	2	4	3-4	4	4-5	5	5	5	5	5
	AA	2	4	3-4	3-4	3-4	5	5	5	5	5
	HMDS	2	4	3-4	4	4-5	5	5	5	5	5
20 ^b	6-AHA	2	2-3	3-4	3	3-4	5	5	5	5	5
	AA	2	3-4	3-4	3-4	3	5	5	5	5	5
	HMDS	2	3-4	3-4	3	3-4	5	5	5	5	5
40 ^a	6-AHA	2	4	3-4	3-4	3	5	5	5	5	5
	AA	2	3-4	3-4	2-3	3	5	5	5	5	5
	HMDS	2	3-4	3-4	3-4	3	5	5	5	5	5
40 ^b	6-AHA	2	3	3-4	3	3	5	5	5	5	5
	AA	2	3	3-4	3	3	5	5	5	5	5
	HMDS	2	3	3-4	3	3	5	5	5	5	5
60 ^a	6-AHA	2	4	3-4	2	2-3	5	5	5	5	5
	AA	2	3-4	3	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	HMDS	2	3-4	3	2	2-3	5	5	5	5	5
60 ^b	6-AHA	2	3	4	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	AA	2	2-3	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	HMDS	2	2-3	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5	5

Polipropilen kumaşların bazik boyarmaddeler ile boyanmasında işlem gücünü belirlemek amacı ile argon plazma işlemi 50, 100, 130 ve

200 W, hava plazma işlemi 50, 100 ve 130 W güç altında 60 s olarak uygulanmış, 1 dakika % 0.1'lik monomer/bileşik çözeltileri içerisinde aşılama yapılmıştır. İşlem görmüş ve görmemiş polipropilen kumaşlar %2 Astrozon Blau BG bazik boyarmaddesi ile Bölüm 4.10.2'de belirtildiği gibi boyanmıştır. Boyama sonrası elde edilen K/S, % R ve ΔE değerleri Çizelge 5.42 ve Şekil 5.35'de, boyanmış kumaşların yıkama, ışık ve sürtme haslık değerleri Çizelge 5.43'de verilmektedir.

Çizelge 5.42 Farklı güçlerde plazma+monomer/bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşların bazik boyama sonuçları

Güç		Argon Plazma			Hava Plazma		
		K/S	%R	ΔE	K/S	%R	ΔE
0 W	<i>İşlemsiz</i>	0,14	59,3		0,14	59,3	
	<i>6-AHA Bek.</i>	0,27	48,76	7,1	0,27	48,76	7,1
	<i>AA Bek.</i>	0,2	53,64	3,5	0,2	53,64	3,5
	<i>HMDS Bek.</i>	0,2	53,61	2,3	0,2	53,61	2,3
50 W	<i>6-AHA Bek.</i>	0,41	41,61	10,5	0,34	44,68	9,7
	<i>AA Bek.</i>	0,37	43,4	9,8	1,04	43,52	12,1
	<i>HMDS Bek.</i>	0,37	43,43	10,4	0,38	43,01	11
100 W	<i>6-AHA Bek.</i>	0,56	36,34	14,4	0,62	34,44	17,3
	<i>AA Bek.</i>	1,18	24,32	23,5	1,16	24,57	26,4
	<i>HMDS Bek.</i>	0,69	32,77	17,5	0,91	28,3	23,3
130 W	<i>6-AHA Bek.</i>	0,78	31,78	15,9	1,14	24,79	24,9
	<i>AA Bek.</i>	1,26	23,86	26,1	1,2	24,02	26,1
	<i>HMDS Bek.</i>	1	26,42	17,1	1,52	20,66	31
200 W	<i>6-AHA Bek.</i>	1,12	25,12	16,4	-	-	-
	<i>AA Bek.</i>	1,32	22,69	25,8	-	-	-
	<i>HMDS Bek.</i>	1,12	25,12	16,4	-	-	-



Şekil 5.35 Farklı güçlerde plazma işlemi+monomer/bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşların bazik boyama sonuçları

Çizelge 5.42 ve Şekil 5.35’de görüldüğü gibi, en yüksek K/S değeri 200 W argon, 130 W hava plazma işlemi ardından monomer veya bileşik aşılama işlemi ile elde edilmiştir.

Sonuçlarda monomer veya bileşiğe bağlı farklılıklar olduğu görülürken, plazma farkının önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür.

En yüksek renk verimi 200 W güç altında 60 s argon plazma ve 130 W güç altında 60 s hava plazma işlemi ardından % 0.1’lik monomer/bileşik çözeltisi içerisinde 1 dk aşılama yapılmış polipropilen kumaşların bazik boyarmaddeleri ile boyanmasında elde edilmiştir.

Çizelge 5.43 Farklı güçlerde plazma işlemi+monomer/bileşik aşılama sonrası bazik boyama yapılmış polipropilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları

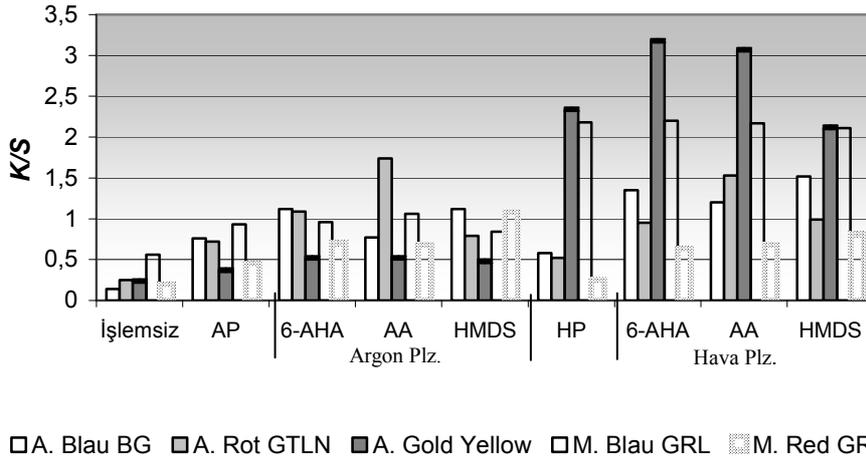
Güç (W)	İşlem	Işık		Sürtme		Renk Değ.	Yıkama				
		Kuru	Yaş	YÜN	PAC		PES	PA	CO	ASE	
0	İşlemsiz	2	4	3-4	5	5	5	5	5	5	5
	6-AHA	2	2-3	2-3	5	5	5	5	5	5	5
	AA	2	2-3	3-4	5	5	5	5	5	5	5
	HMDS	2	2-3	3-4	5	5	5	5	5	5	5
50 (AP)	6-AHA	2	3-4	2	5	4-5	5	5	5	5	5
	AA	2	4	3-4	4-5	5	5	5	5	5	5
	HMDS	2	3-4	3	4-5	5	5	5	5	5	5
50 (HP)	6-AHA	2	3	4	4	4-5	5	5	5	5	5
	AA	2	3-4	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	HMDS	2	3-4	3	4	3-4	5	5	5	5	5
100 (AP)	6-AHA	2	3-4	2	4	3-4	5	5	5	5	5
	AA	2	3-4	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	HMDS	2	3-4	2-3	3	3	5	5	5	5	5
100 (HP)	6-AHA	2	3	3-4	3	3-4	5	5	5	5	5
	AA	2	3	3-4	3	2-3	5	5	5	5	5
	HMDS	2	3-4	3-4	3	2-3	5	5	5	5	5
130 (AP)	6-AHA	2	3-4	2	3	3	5	5	5	5	5
	AA	2	3-4	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	HMDS	2	3	2-3	2-3	3	5	5	5	5	5
130 (HP)	6-AHA	2	2-3	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	AA	2	2-3	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	HMDS	2	4	3	2-3	2-3	5	5	5	5	5
200 (AP)	6-AHA	2	3-4	2	2	2-3	5	5	5	5	5
	AA	2	3-4	3	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	HMDS	2	2-3	2-3	2-3	2-3	5	5	5	5	5

Belirtilen optimum işlem koşullarında işlem görmüş polipropilen kumaşlar Astrozon Blau BG, Astrozon Rot GTLN, Astrozon Gold Yellow,

Maxilon Blau GRL % 300 ve Maxilon Red GRL % 200 bazik boyarmaddeleri ile boyanmıştır. Boyama sonrası elde edilen K/S, % R ve ΔE değerleri Çizelge 5.44 ve Şekil 5.36'da, boyanmış kumaşların yıkama, ışık ve sürtme haslık değerleri Çizelge 5.45'de verilmektedir.

Çizelge 5.44 Optimum koşullarda işlem görmüş polipropilen kumaşların farklı bazik boyarmaddeler ile boyama sonuçları (Monomerli)

İşlem	A. Blau BG	A. Rot GTLN	A.G. Yellow	M. Blau GRL	M. Red GRL
İşlemsiz	0,14	0,25	0,24	0,56	0,2
Ar. Plz.	0,76	0,72	0,37	0,93	0,45
Ha. Plz.	0,58	0,52	2,34	2,18	0,26
6-AHA	1,12	1,09	0,52	0,96	0,7
AA	0,77	1,74	0,52	1,06	0,68
HMDS	1,12	0,79	0,48	0,84	1,08
6-AHA	1,35	0,95	3,18	2,2	0,63
AA	1,2	1,53	3,07	2,17	0,68
HMDS	1,52	0,99	2,12	2,11	0,81



Şekil 5.36 Optimum koşullarda işlem görmüş polipropilen kumaşların farklı bazik boyarmaddeler ile boyama sonuçları

Çizelge 5.45 Farklı bazik boyarmaddeler ile boyanmış polipropilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları (Monomerli)

		Işık	Sürtme		Renk Değ.	Yıkama						
			Kuru	Yaş		YÜN	PAC	Akma				
								PES	PA	CO	ASE	
Ast. Blau BG	AP	6-AHA	2	4	3-4	2	2-3	5	5	5	5	5
		AA	2	3-4	3	2-3	2-3	5	5	5	5	5
		HMDS	2	2-3	2-3	2-3	2-3	5	5	5	5	5
	HP	6-AHA	2	2-3	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5	5
		AA	2	2-3	3-4	2-3	2-3	5	5	5	5	5
		HMDS	2	4	3	2-3	2-3	5	5	5	5	5
Ast. Rot GTLN	AP	6-AHA	2	4	2-3	4	5	5	5	5	5	5
		AA	2	4	2-3	3	3	5	5	5	5	5
		HMDS	2	4	2-3	3	3-4	5	5	5	5	5
	HP	6-AHA	2	4-5	4	3-4	4-5	5	5	5	5	5
		AA	2	4-5	4	3-4	3	5	5	5	5	5
		HMDS	2	4-5	4	3	3-4	5	5	5	5	5
Ast. Gold Yellow	AP	6-AHA	2	4-5	4	4	4-5	5	5	5	5	5
		AA	2	4-5	4	4-5	5	5	5	5	5	5
		HMDS	2	4-5	4	4-5	5	5	5	5	5	5
	HP	6-AHA	2	4-5	4-5	4-5	5	5	5	5	5	5
		AA	2	4-5	4-5	4-5	5	5	5	5	5	5
		HMDS	2	4-5	4-5	4-5	5	5	5	5	5	5
Max. Blau GRL	AP	6-AHA	2	3	1-2	3	5	5	5	3-4	3-4	
		AA	2	3	1-2	3-4	5	5	5	2-3	2-3	
		HMDS	2	3	1-2	3	5	5	5	3-4	4	
	HP	6-AHA	2	2-3	1-2	3	5	5	5	4-5	3-4	
		AA	2	2-3	1-2	3-4	5	5	5	2-3	2-3	
		HMDS	2	2-3	1-2	3	5	5	5	3-4	4	
Max.Red GRL	AP	6-AHA	2	4	3-4	3-4	5	5	5	5	5	
		AA	2	3-4	3	4	5	5	5	3	2-3	
		HMDS	2	3	3	3	5	5	5	3-4	3-4	
	HP	6-AHA	2	4	3-4	3	5	5	5	5	5	
		AA	2	4	3-4	4	5	5	5	3	2-3	
		HMDS	2	3-4	3	3-4	5	5	5	3-4	4	

Plazma işlemi ardından monomer veya bileşik ile işlem görmüş polipropilen kumaşların bazik boyarmaddeler ile boyanması sonucu K/S değerlerinde artma meydana gelmiştir. Bu durum plazma ile aktive edilmiş kumaşlara monomer veya bileşik bağlanabildiğini göstermektedir. Monomer/bileşik yapısına bağlı olarak farklı renk verimleri elde edilmektedir.

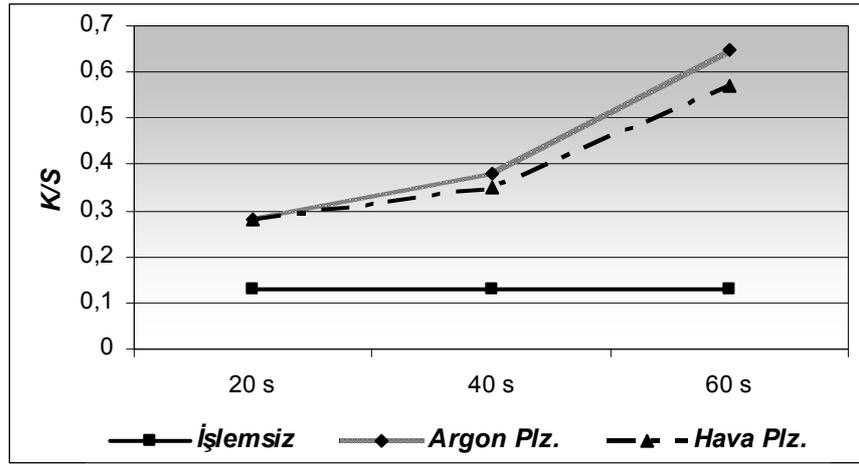
Boyarmaddeler arasında renk verimi açısından meydana gelen fark, boyarmadde moleküllerinin yapısından kaynaklanan farktan ileri gelmektedir.

5.2.4.3 Küp boyama sonuçları

Argon ve hava plazma işlemi ile polipropilen kumaş yüzeyinde polar gruplar oluşmaktadır. Küp boyarmaddeler ile boyama, yüzeyde bulunan polar gruplar ile boyarmadde molekülleri arasında oluşan hidrojen köprüleri, Van der Waals kuvvetleri ile sağlanmaktadır. Yüzeyde oluşan polar gruplar nedeniyle plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların küp boyarmaddeler ile boyanabilirliğinin iyileşeceği düşünülmektedir.

Ön denemeler Yellow G boyarmaddesi ile yapılmıştır.

Plazma işlem süresini belirlemek amacı ile 200 W argon plazma, 130 W hava plazma işlemi 20, 40 ve 60 s olarak uygulanmış ve işlem görmüş kumaşlar Bölüm 4.10.4'de belirtildiği gibi boyanmıştır. Boyama sonrası K/S değerleri Şekil 5.37'de verilmektedir.



Şekil 5.37 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların küp boyama sonuçları

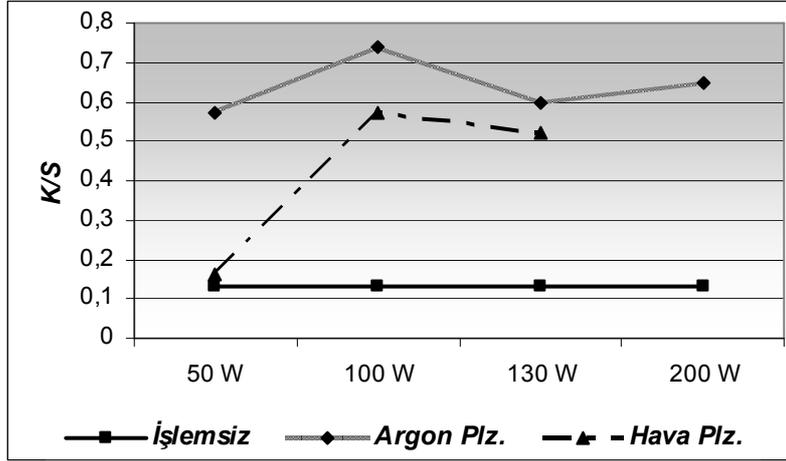
Çizelge 5.46 küp boyarmadde ile boyanmış polipropilen kumaşların yıkama, ışık ve sürtme haslık değerleri verilmektedir.

Çizelge 5.46 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların küp boyama sonrası yıkama, ışık ve sürtme haslık sonuçları

		Işık		Sürtme		Yıkama					
		Kuru	Yaş	Renk Değişimi	Akma						
					YÜN	PAC	PES	PA	CO	ASE	
20 s	İşlemsiz	7	5	4-5	5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	5	5	4-5	5	5	5	5	5	5	5
	Ha.Plz.	5-6	5	4-5	5	5	5	5	5	5	5
40 s	Ar. Plz.	5-6	4-5	3-4	5	5	5	5	5	5	5
	Ha.Plz.	5	5	4-5	4-5	5	5	5	5	5	5
60s	Ar. Plz.	5-6	4-5	4-5	4-5	5	5	5	5	5	5
	Ha.Plz.	5-6	4-5	4-5	4-5	5	5	5	5	5	5

Şekil 5.37’de görüldüğü gibi, en yüksek K/S değeri 60 s argon ve hava plazma işlemi ile elde edilmiş ve bundan sonraki çalışmalara plazma işleminin 60 s olarak uygulanmasına karar verilmiştir.

İşlem gücünü belirlemek amacı ile 60 s işlem süresinde 50, 100, 130 ve 200 W argon, 50, 100 ve 130 W hava plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşlar % 2 Yellow G boyarmaddesi ile Bölüm 4.10.4’de belirtildiği gibi boyanmıştır. Şekil 5.38’de boyama sonrası elde edilen K/S değerleri verilmektedir.



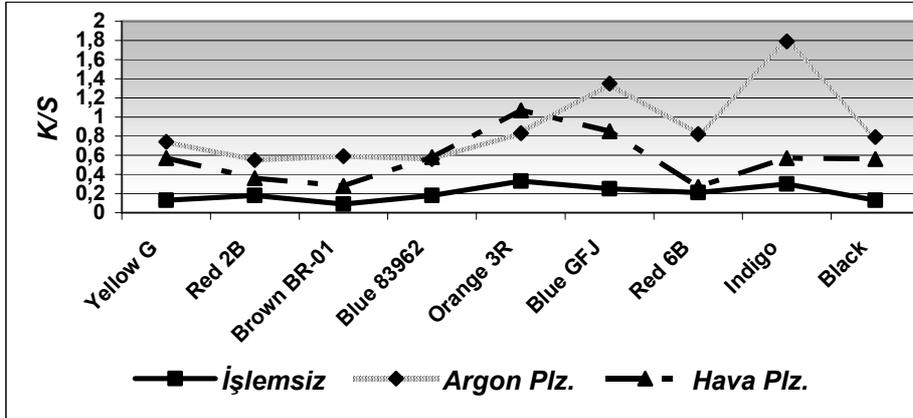
Şekil 5.38 Farklı güçlerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların küp boyama sonuçları

Şekil 5.38’de görüldüğü gibi, en yüksek K/S değeri 100 W güç altında argon ve hava plazma ile elde edilmiştir ve bundan sonraki çalışmalarda plazma işleminin 100 W güçte uygulanmasına karar verilmiştir. Çizelge 5.47’de farklı güçlerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların küp boyama sonrası yıkama, ışık ve sürtme haslık sonuçları verilmektedir.

Çizelge 5.47 Plazma sonrası küp boyarmadde ile boyanmış polipropilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları

	Işık	Sürtme			Yıkama						
		Kuru	Yaş	Renk Değişimi	Akma						
					YÜN	PAC	PES	PA	CO	ASE	
<i>İşlemsiz</i>	7	5	4-5	5	5	5	5	5	5	5	
50	<i>Ar. Plz.</i>	5-6	5	4-5	4-5	5	5	5	5	5	5
W	<i>Ha.Plz.</i>	5-6	5	4-5	5	5	5	5	5	5	5
100	<i>Ar. Plz.</i>	5-6	5	4	5	5	5	5	5	5	5
W	<i>Ha.Plz.</i>	5-6	4-5	4	4-5	5	5	5	5	5	5
130	<i>Ar. Plz.</i>	5-6	5	4	5	5	5	5	5	5	5
W	<i>Ha.Plz.</i>	5-6	4-5	4-5	4-5	5	5	5	5	5	5
200	<i>Ar. Plz.</i>	5-6	4-5	3-4	5	5	5	5	5	5	5

Plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların küp boyarmaddeler ile boyanmasında maksimum K/S değerinin elde edildiği işlem parametreleri ile işlem görmüş kumaşlar farklı substantifliğe sahip Red 6B, Red 2B, Orange 3R, Indigo, Brown BR-01, Blue GFJ, Blue 83962 ve Black küp boyarmaddeleri ile boyamalar yapılmıştır. Şekil 5.39’da boyama sonrası elde edilen K/S değerleri, yıkama, ışık ve sürtme haslık sonuçları Çizelge 5.48’de verilmektedir.



Şekil 5.39 Polipropilen kumaşların farklı küp boyarmaddeler ile boyama sonuçları

Çizelge 5.48 Farklı küp boyarmaddeler ile boyanmış polipopilen kumaşların ışık, sürtme ve yıkama haslık sonuçları

		Işık	Sürtme			Yıkama					
			Kuru	Yaş	Renk Değişimi	YÜN	PAC	Akma PES	PA	CO	ASE
Yellow	İşlemsiz	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	5-6	5	4	4-5	5	5	5	5	5	5
	Ha. Plz.	5-6	4-5	4-5	4-5	5	5	5	5	5	5
Red 2B	İşlemsiz	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	6	4	3-4	4	5	5	5	5	5	5
	Ha. Plz.	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
Blue 83962	İşlemsiz	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	6-7	4-5	3	4-5	5	5	5	5	5	5
	Ha. Plz.	6-7	3-4	3	5	5	5	5	5	5	5
Brown BR-01	İşlemsiz	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	6	5	4-5	4-5	5	5	5	5	5	5
	Ha. Plz.	6	4-5	4-5	5	5	5	5	5	5	5
Red 6B	İşlemsiz	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	6	3-4	3	4-5	5	5	5	5	5	5
	Ha. Plz.	6	4-5	4-5	4-5	5	5	5	5	5	5
Orange 3R	İşlemsiz	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	6	3-4	2-3	5	5	5	5	5	5	5
	Ha. Plz.	6	3-4	3	4-5	5	5	5	5	5	5
Indigo	İşlemsiz	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	5-6	3	3	5	5	5	5	5	5	5
	Ha. Plz.	5-6	4	3	4-5	5	5	5	5	5	5
Blue GFJ	İşlemsiz	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	5	4	3-4	4-5	5	5	5	5	5	5
	Ha. Plz.	6	3-4	3-4	5	5	5	5	5	5	5
Black	İşlemsiz	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Ar. Plz.	6	4-5	4	5	5	5	5	5	5	5
	Ha. Plz.	6	5	5	4-5	5	5	5	5	5	5

Farklı substantifliğe sahip küp boyarmaddelerden CII grubu boyarmaddeler düşük substantifliğe sahip iken CI grubu boyarmadeler yüksek substantifliğe sahiptir. Şekil 5.39'da görüldüğü gibi life afinitesi

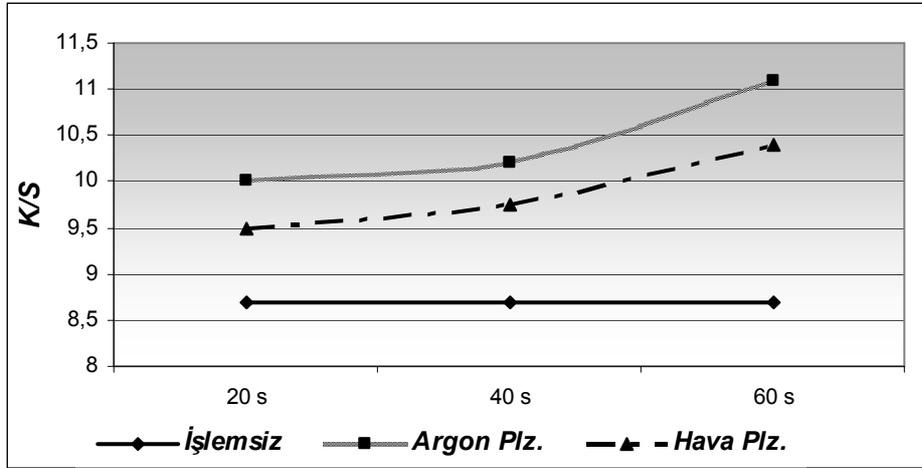
yüksek olan boyarmaddeler ile daha koyu renkler elde edilirken, argon plazmanın hava plazmaya göre daha etkin olduğu görülmüştür.

5.2.5 Baskı sonuçları

Argon ve hava plazma işlemi ile polipropilen kumaş yüzeyinde oluşan polar grupların ve yüzeyde meydana gelen mikropürüzlüğün pigment boyarmaddeler ile yapılan baskılarda renk verimini artıracığı, haslık değerlerini iyileştireceği düşünülmektedir.

Ön denemeler Orgaprin G.Yellow 2G pigment baskı boyarmaddesi ile yapılmıştır.

Plazma işlem süresini belirlemek amacı ile argon plazma 200 W, hava plazma 130 W güç altında 20, 40 ve 60 s olarak uygulanmış ve işlem görmüş kumaşlar Orgaprin G.Yellow 2G boyarmaddesi ile Bölüm 4.11’de belirtildiği gibi hazırlanan baskı patı ile basılmıştır. Şekil 5.40’da baskı sonrası elde edilen K/S değerleri verilmektedir.



Şekil 5.40 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş polirpopilen kumaşların pigment baskı sonuçları

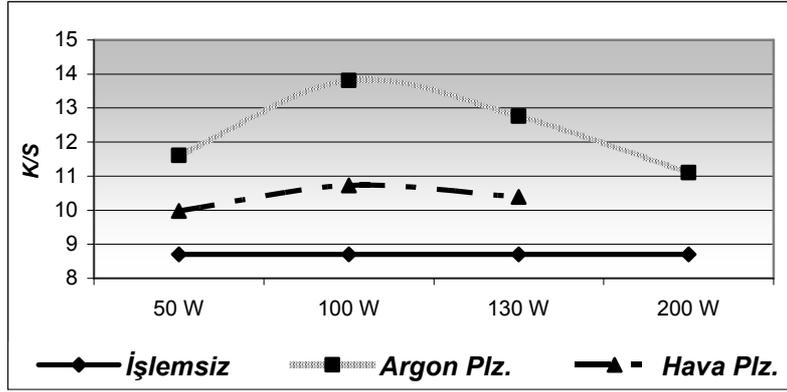
Çizelge 5.49 pigment boyarmadde ile basılmış polipropilen kumaşların yıkama, ışık ve sürtme haslık değerleri verilmektedir.

Çizelge 5.49 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların baskı sonrası ışık, sürtme ve yıkama haslık değerleri

		Işık	Sürtme		Renk Değişimi	Yıkama					
			Kuru	Yaş		YÜN	PAC	Akma			ASE
						PES	PA	CO			
20 s	<i>İşlemsiz</i>	7	3	2	3-4	5	5	4	5	5	5
	<i>Ar. Plz.</i>	7	3	2-3	4-5	5	5	5	5	5	5
	<i>Ha.Plz.</i>	7	3-4	2	4-5	5	5	3-4	5	5	5
40 s	<i>Ar. Plz.</i>	7	4	2-3	4-5	5	5	5	5	5	5
	<i>Ha.Plz.</i>	7	4	2-3	4	5	5	4-5	5	5	5
60 s	<i>Ar. Plz.</i>	7	4	2-3	4-5	5	5	5	5	5	5
	<i>Ha.Plz.</i>	7	4-5	2-3	4	5	5	5	5	5	5

Şekil 5.41’de görüldüğü gibi, en yüksek K/S değeri 60 s argon ve hava plazma işlemi ile elde edilmiş ve bundan sonraki çalışmalarda plazma işleminin 60 s olarak uygulanmasına karar verilmiştir.

İşlem gücünü belirlemek amacı ile 60 s işlem süresinde argon plazma işlemi 50, 100, 130 ve 200 W güç altında, hava plazma işlemi 50, 100 ve 130 W güç altında uygulanmıştır. Plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşlar Bölüm 4.11’de belirtildiği gibi Orgaprin G.Yellow 2G boyarmaddesi ile basılmıştır. Şekil 5.41’de baskı sonrası elde edilen K/S değerleri verilmektedir.



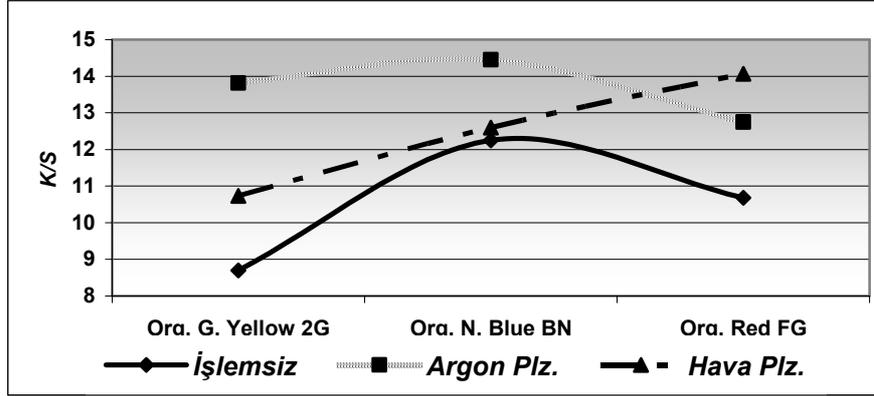
Şekil 5.41 Farklı güçlerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların pigment baskı sonuçları

Şekil 5.41’de görüldüğü gibi, en yüksek K/S değeri argon ve hava plazma işleminde 100 W güç altında elde edilmiştir ve bundan sonraki çalışmalarda plazma işleminin bu güçlerde uygulanmasına karar verilmiştir. Çizelge 5.50’de farklı güçlerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların pigment baskı sonrası yıkama, ışık ve sürtme haslık sonuçları verilmektedir.

Çizelge 5.50 Farklı güçlerde plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların baskı sonrası yıkama haslığı değerleri

		Işık	Sürtme		Renk Değişimi	Yıkama					
			Kuru	Yaş		YÜN	PAC	PES	PA	CO	ASE
	İşlemsiz	7	3-4	2	3-4	5	5	4	5	5	5
50 W	Ar. Plz.	7	4	2-3	4	5	5	3-4	5	5	5
	Ha.Plz.	7	4	2-3	4	5	5	4-5	5	5	5
100 W	Ar. Plz.	7	4-5	2-3	4-5	5	5	4	5	5	5
	Ha.Plz.	7	4	3	4	5	5	5	5	5	5
130 W	Ar. Plz.	7	4	2-3	4-5	5	5	5	5	5	5
	Ha.Plz.	7	4-5	2	4	5	5	5	5	5	5
200 W	Ar. Plz.	7	4	2-3	4-5	5	5	5	5	5	5

Plazma işlemleri görmüş polipropilen kumaşların pigment boyarmaddeler ile basılmasında maksimum K/S değerinin elde edildiği işlem parametreleri ile işlem görmüş kumaşlar Orgaprin G. Yellow 2G, Orgaprin N. Blue BN ve Orgaprin Red FG pigment boyarmaddeleri ile basılmıştır. Şekil 5.42’de baskı sonrası elde edilen K/S değerleri, yıkama, ışık ve sürtme haslık sonuçları Çizelge 5.51’de verilmektedir.



Şekil 5.42 Farklı boyarmaddeler ile basılmış polipropilen kumaşların K/S değerleri

Çizelge 5.51 Farklı boyarmaddeler ile basılmış polipropilen kumaşların boyama sonrası ışık, sürtme ve yıkama haslık değerleri

		Işık		Sürtme		Yıkama					
		Kuru	Yaş	Renk Değişimi	YÜN	PAC	PES	PA	CO	ASE	
O.G. Yel. 2G	İşlemsiz	7	3-4	2	3-4	5	5	4	5	5	5
	Ar. Plz.	7	4-5	2-3	4	5	5	3-4	5	5	5
	Ha. Plz.	7	4	3	4	5	5	5	5	5	5
O.N. Bl. BN	İşlemsiz	7	3-4	2	3-4	5	5	3-4	5	4	5
	Ar. Plz.	7	4	2-3	4	4-5	4-5	3-4	4-5	4	4-5
	Ha. Plz.	7	3-4	2-3	4	4-5	5	4	4-5	4-5	5
O.Red FG	İşlemsiz	7	3	2	3-4	5	5	5	4-5	5	5
	Ar. Plz.	7	4	2-3	4	5	4-5	4-5	5	4-5	5
	Ha. Plz.	7	4	2-3	4	5	5	5	5	5	5

Şekil 5.42’de görüldüğü gibi, plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların K/S değerlerinde artış, yıkama ve sürtme haslıklarında iyileşme görülmüştür. Sürtme haslıklarında meydana gelen iyileşmenin binder ile bağ yapan polar gruplardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Plazma işleminin polipropilen kumaşların pigment baskısında etkin olduğu görülmüş ve argon plazmanın hava plazmaya göre daha etkili olduğu belirlenmiştir.

5.2.6. SEM

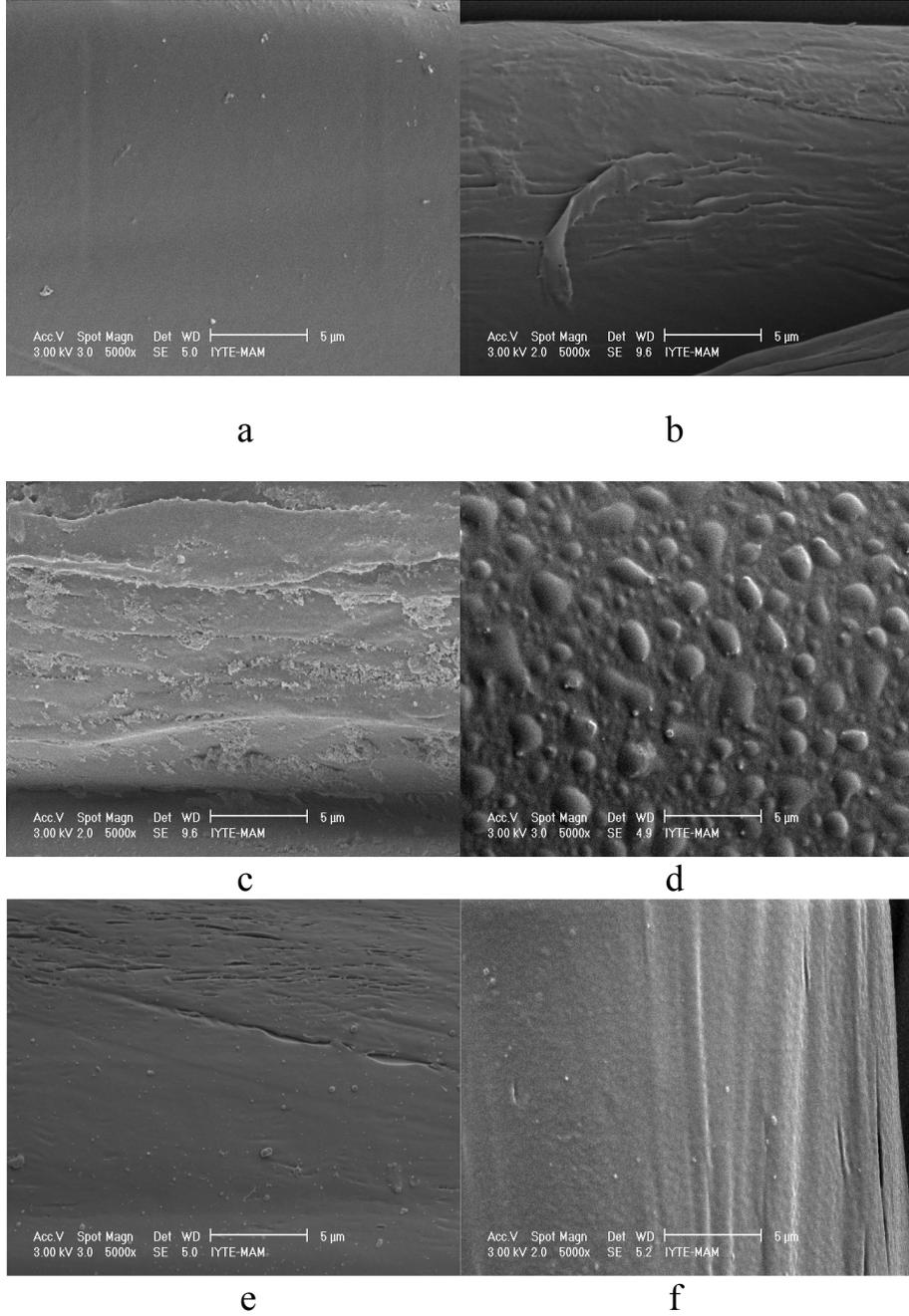
Hava ve argon plazma işlemlerinden sonra yüzeyde meydana gelen modifikasyonlar Şekil 5.43’de verilmektedir.

Şekil 5.43’de görüldüğü gibi, plazma işlemi sonunda yüzeyde modifikasyon gerçekleşmiştir. İşlemsiz numune yüzeyi düz görünürken, plazma işlem sonunda yüzeyde modifikasyon gerçekleşmiştir.

100 W hava plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşlarda kabarcıklı yüzey görüntüsü lif yüzeyinde aşınmadan kalan kısımların görüntüsüdür. Hava plazmada güç artışı ile aşınmayan yüzeylerde de aşınma gerçekleştiği için görüntüde kabarcıkların daha az ve daha küçük olduğu görülmektedir.

Argon plazma işlemi görmüş liflerde ise güç artışı ile yüzeydeki pullu görüntünün azaldığı ancak çukur derinliklerinin arttığı görülmektedir.

Polipropilen kumaşların kapilarite değerlerindeki artma ve temas açılarında meydana gelen azalma bu şekilde açıklanabilmektedir.



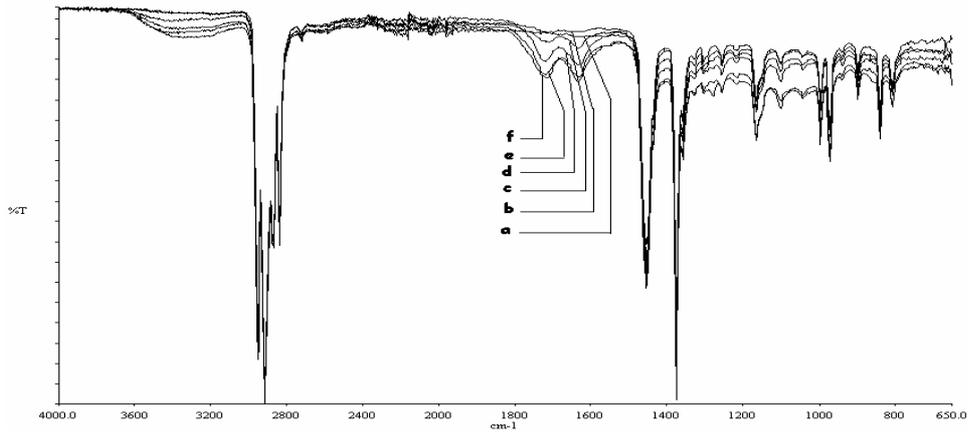
Şekil 5.43 a) İşlemsiz, b) 200 W-60 s argon, c) 100 W-60 s argon, d) 100 W-60 s hava, e) 130 W-60 s argon, f) 130 W-60 s hava plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların SEM resimleri

Yüksek güçlerde lif yüzeyindeki tepelerde aşınma meydana geldiği için, yüzey tekrar daha düz bir yapı kazanmaktadır. Dolayısı ile düşük güçlerde liflerin yüzey alanındaki artma daha fazla olmaktadır. Küp boyama ve pigment baskının 100 W-60 s argon ve hava plazma işleminde maksimum değerlere ulaşması bu şekilde açıklanabilmektedir.

5.2.7. FT-IR/ATR

Argon ve hava plazma sonrası FTIR spektrumları

FT-IR ATR yüzeylerin üst tabakasında bulunan grupların belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Argon ve hava plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların ATR-FTIR spektrumları Şekil 5.44'de verilmektedir.



Şekil 5.44 a) İşlemsiz, b) 100 W-60 s argon, c) 100 W-60 s hava, d) 130 W-60 s argon, e) 130 W-60 s hava, f) 200 W-60 s argon plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşlara ait ATR-FTIR spektrumları

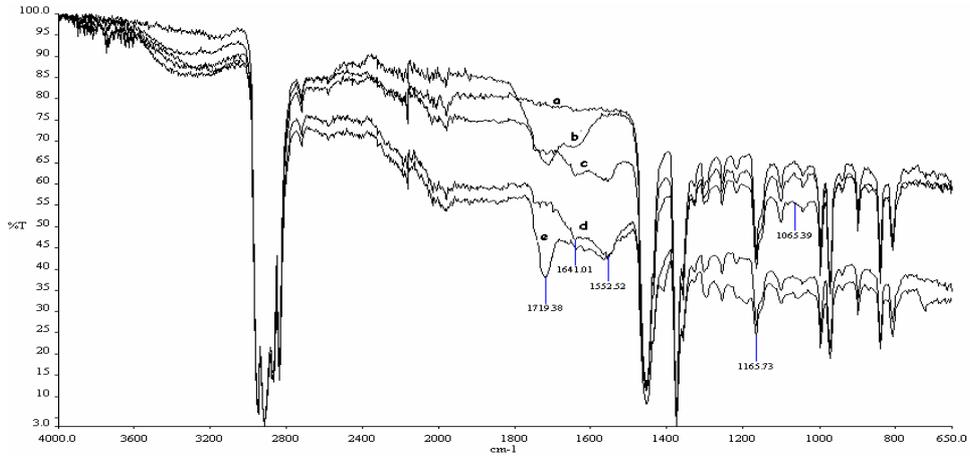
Spektrada, işlemsiz polipropilen için iki önemli pik görülmektedir. Birinci pik $1460-1470\text{ cm}^{-1}$ 'de görülen C-H titreşimini, ikinci pik ise $2820-2950\text{ cm}^{-1}$ 'de CH_2 ve CH_3 'ün antisimetrik/simetrik gerilimlerini göstermektedir.

Şekil 5.44'de görüldüğü gibi, plazma işleminden sonra 3500-3200 cm^{-1} 'de -OH gerilme titreşimi, 1700-1750 cm^{-1} 'de -COOH (karboksilik asit) absorpsiyon piki, 1630-1645 cm^{-1} 'de ve 1560 cm^{-1} 'de küçük pik -COO grup bağlı C=C doymamış konjuge çift bağ absorpsiyon pikleri ortaya çıkmaktadır (Bhat and Upadhyay, 2002; Muller *et.al.*, 1998).

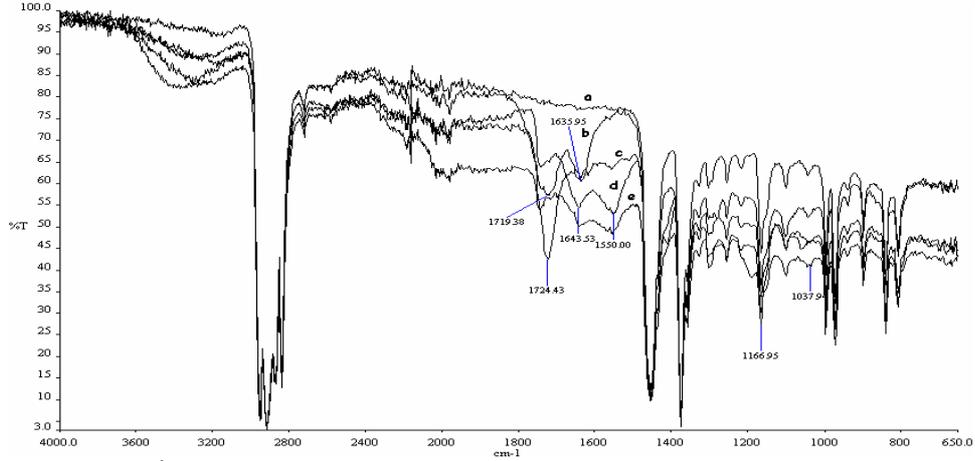
Karbonil ve hidroksil bant yoğunluğu arttığı için kumaş yüzeyinde fonksiyonel grup üretilmektedir (Bhat and Upadhyay, 2002; Shi *et. al.*, 2006). Lif yüzeyini fonksiyonelleşmesi, daha yüksek hidrofillik anlamına gelen daha yüksek polarite oluşmasına neden olmaktadır.

Argon veya hava plazma 6-AHA, AA ve HMDS monomer aşılama işlemi sonrası FTIR spektrumları

Argon veya hava plazma işleminden sonra 6-AHA, AA ve HMDS monomer aşılama sonrası çekilen ATR-FTIR spektrumları Şekil 5.45 ve 5.46'da verilmektedir.



Şekil 5.45 a) İşlemsiz, b) 200 W-60 s argon plazma, c) HMDS, d) 6-AHA, e) AA aşılama işlemi görmüş polipropilen kumaşlara ait ATR-FTIR spektrumları

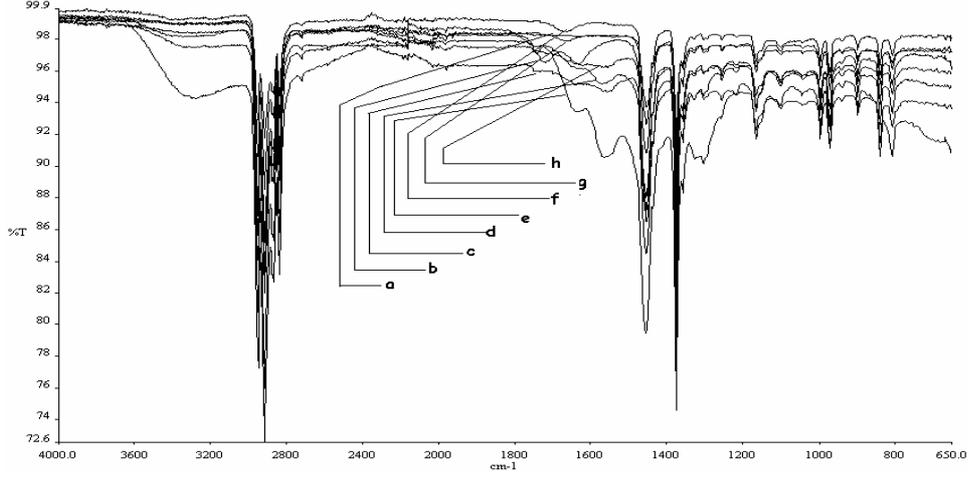


Şekil 5.46 a) İşlemsiz, b) 130 W-60 s hava plazma, c) AA, d) 6-AHA, e) HMDS aşılama işlemi görmüş polipropilen kumaşlara ait ATR-FTIR spektrumları

Şekil 5.45 ve 5.46’da görüldüğü gibi, plazma+monomer/bileşik aşılama işleminden sonra yeni pikler ortaya çıkmaktadır. Monomer aşılama işleminden sonra karboksilik asit gruplarında artma meydana geldiği için bazik boyarmaddeler ile boyanabilirliği artarken, plazma işleminden sonra monomer ile işlem görmüş PP kumaşlarda monomer tipine bağlı olarak farklı fonksiyonel grupların oluştuğu, bu durumda boyama veriminde farklılıklara neden olduğu düşünülmektedir (Bhat and Upadhyay, 2002; Huang *et.al.*, 2003; Shi *et.al.*, 2006).

Argon plazma 6-AHA, EDA, TETA, GUANIDIN, AAMID ve HMDS monomer aşılama işlemi sonrası FTIR spektrumları

Argon plazma işleminden sonra 6-AHA, EDA, TETA, GUANIDIN, AAMID ve HMDS monomer aşılama sonrası çekilen ATR-FTIR spektrumları Şekil 5.47’de verilmektedir.



Şekil 5.47 a) İşlemsiz, b) 200 W-60 s argon plazma, c) 6-AHA, d) EDA, e) TETA, f) GUA, g) AAMID ve h) HMDS aşılama işlemi görmüş polipropilen kumaşlara ait ATR-FTIR spektrumları

Şekil 5.47’de görüldüğü gibi, plazma+monomer aşılama işleminden sonra yeni pikler ortaya çıkmaktadır. Monomer aşılama işleminden sonra lif yüzeyine daha fazla polar grup implante edilebilmiştir. Yüzeydeki bu polar gruplar sayesinde lif ve boyarmadde arasında H-köprüleri ve Van der Waals kuvvetleri meydana gelirken monomer yapısında bulunan amin grupları ile de az miktarda da olsa iyonik bağ meydana gelmiş olabileceği düşünülmektedir.

5.2.8. ESCA (XPS)

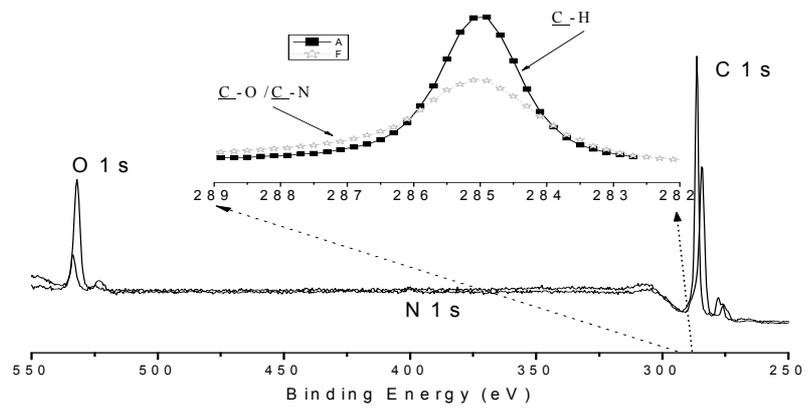
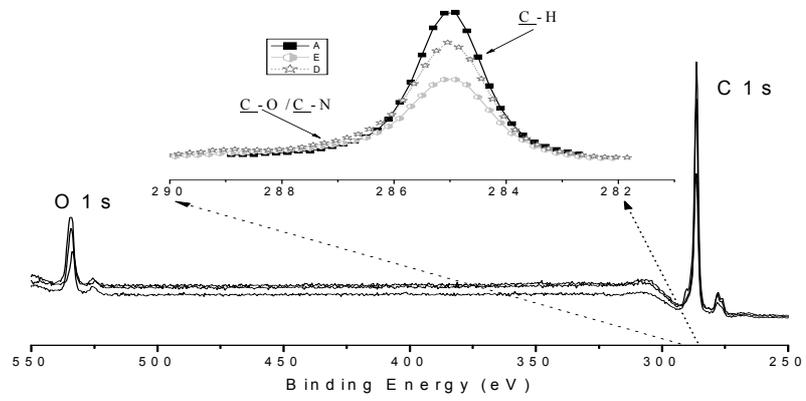
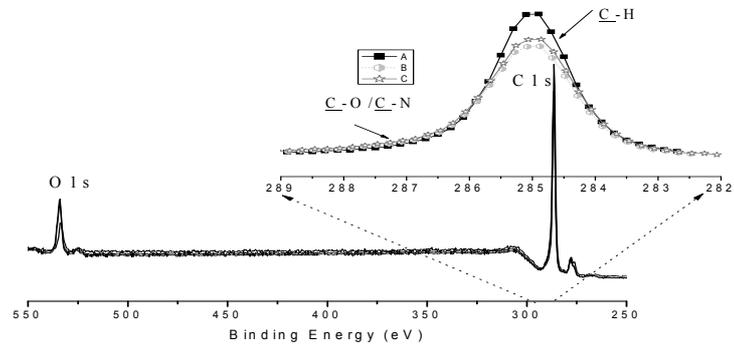
Plazma işlemi sırasında plazma ortamında oluşan iyon, yüklü parçacıklar, fotonlar gibi türler ile yüzey etkileşim ile materyal yüzey bileşiminde değişiklikler meydana gelmektedir. Çizelge 5.52’de işlem görmemiş ve etki elde edilen parametrelerde işlem görmüş polipropilen kumaşların XPS sonuçları verilmektedir.

Çizelge 5.52 İşlemsiz ve farklı koşullarda plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların yüzey bileşimi

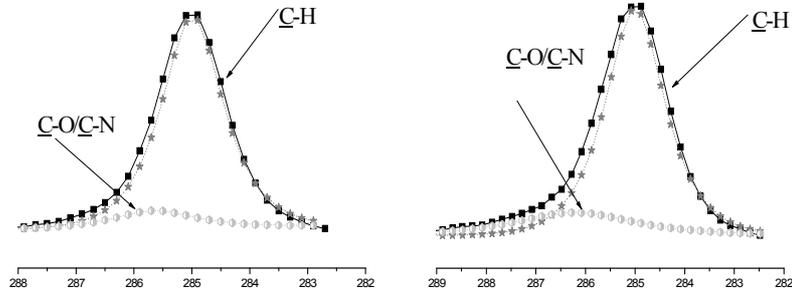
		C oranı (%)	O Oranı (%)	N Oranı (%)	O/C	N/C
	<i>İşlemsiz</i>	93.8	6.0	0.2	0.064	0.002
<i>Argon Plazma</i>	<i>200 W-60 s</i>	76.9	22.0	1.1	0.286	0.014
	<i>130 W-60 s</i>	84.0	15.2	0.7	0.181	0.008
	<i>100 W-60 s</i>	86.8	12.4	0.8	0.143	0.009
<i>Hava Plazma</i>	<i>130 W-60 s</i>	84.3	14.7	1.0	0.174	0.012
	<i>100 W-60 s</i>	88.4	11.0	0.6	0.124	0.007

Çizelge 5.52’de görüldüğü gibi, yüzey karbon miktarı argon plazma sonunda % 93.8’den % 86.8’e, % 84.0’a ve % 76.9’a; hava plazma sonunda % 88.4’e ve % 86.8’e düşmüştür. C1 pikinde meydana gelen azalmanın tersine oksijende argon plazma ile % 6.0’dan % 22.0’a; hava plazma ile % 14.7’ye kadar yükselmiştir. Polipropilen kumaşların yüzey oksijen atom oranı, plazma işlemi ile arttığı görülmektedir. Oksijen miktarının artması yüzeyde oksijen içerikli grup sayısında artış olduğu anlamına gelmektedir. Oksidasyon işlemi sırasında polimer yüzeyinde oluşan yeni oksijen içerikli gruplar yüzey hidrofilliğinin gelişmesine katkıda bulunmaktadır.

Şekil 5.48’de işlem görmemiş ve farklı koşullarda plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların XPS spektrumları, Şekil 5.50’de C1s pikleri verilmektedir.

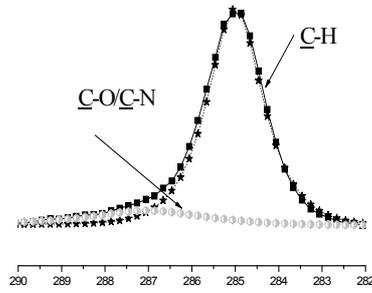


Şekil 5.48 A: işlemsiz, B: 100 W-60 s argon, C: 100 W-60 s hava ve D: 130 W-60 s argon, E: 130 W-60 s hava ve F: 200 W-60 s argon plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların XPS spektrumları

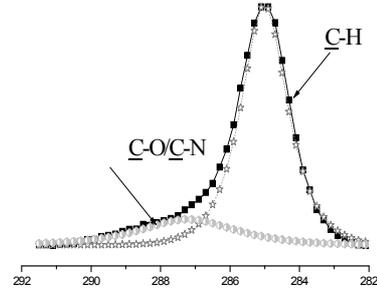


-A-

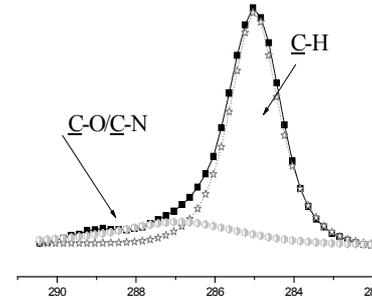
-B-



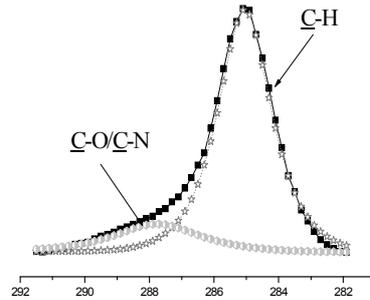
-C-



-D-



-E-



-F-

Şekil 5.49 A: İşlemsiz, B: 100 W-60 s argon, C: 100 W-60 s hava ve D: 130 W-60 s argon, E: 130 W-60 s hava ve F: 200 W-60 s argon plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların C1 s pikleri

Çizelge 5.53 İşlemsiz ve farklı koşullarda plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların C1s pikleri altında kalan alanlar

	285 eV (C-C/C-H)	Değ. (%)	286-288 eV (C-O)	Değ. (%)
İşlemsiz	14004.13	-	1490.19	-
100 W AP	13193.58	-5.79	2299.75	54.36
100 W HP	13747.25	-1.84	1746.93	17.25
130 W AP	12719.98	-9.18	2772.76	86.11
130 W HP	12623.42	-9.86	2878.28	93.15
200 W AP	13129.1	-6.25	2363.92	58.66

Şekil 5.48 ve Çizelge 5.53’de görüldüğü gibi, plazma işleminin polipropilen materyal yüzeyinde C-O grup miktarında önemli artış sağladığı görülmektedir ve bu sonuçlara benzer sonuçlar Lai ve arkadaşları tarafından da belirtilmiştir (Lai *et.al.*, 2006).

İşlem görmemiş ve işlem görmüş polipropilen kumaşların C1s pik ayrıştırılmasında C-O pikinin, plazma işlem gücünün artışı ile 285.5’den 287.5’ kaydığı görülmüştür. Bu kayma, life yüzeysel olarak bağlanmış kirliliklerden kaynaklanan oksijen içerikli grupların plazma işlemi ile uzaklaştırılması ve yeni oluşan polar grupların, gerçek bölgesinde ortaya çıkmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 5.52’de görüldüğü gibi, plazma işleminden sonra yüzeyde azot içeriği oluştuğu görülmektedir. Bu durum plazma işlemi ile yüzeyde oluşan radikaller ile plazma ortamında veya atmosferik havada bulunan azot atomlarının bağ yapması şeklinde açıklanabilmektedir. ESCA sonuçlarında yapılan ayrıştırma sonucu, oluşan azot içerikli grupların N-H yapısında olduğu anlaşılmaktadır.

Plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların asit boyarmaddeler ile boyanabilmesi bu şekilde açıklanabilmektedir.

Plazma işleminden sonra yüzey kimyasal bileşiminde meydana gelen bu değişim, aşınma nedeniyle oluşan radikallerin, veya zincir bölünmesi ile meydana gelen uç grupların oksijenlenmesi ile meydana geldiği düşünülmektedir.

5.3 Poliamid Kumaşlar İle Yapılan Çalışmalar

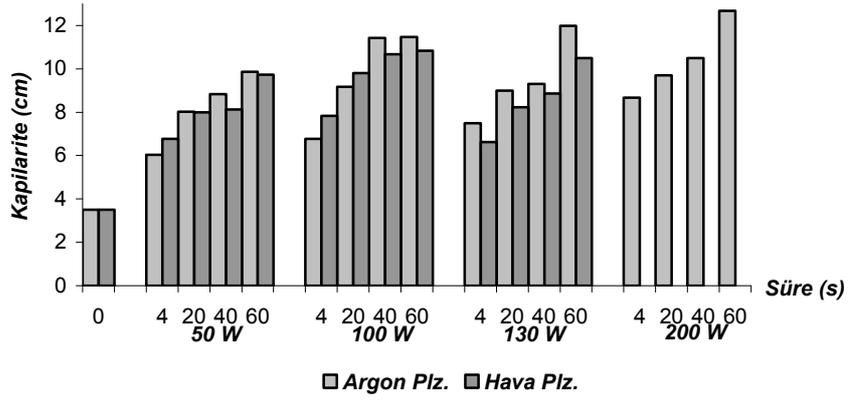
Plazma işleminden önce % 100 poliamid kumaşların Bölüm 4.5.2’de belirtildiği gibi haşlı sökülmüş ve Bölüm 4.5.3’de belirtildiği gibi ekstrakte edilmiştir.

Ön işlem görmüş poliamid kumaşlar ile denemelerde, argon ve hava olmak üzere iki farklı gaz kullanılmıştır. Poliamid dokuma kumaşlara argon plazma işlemi 50, 100, 130 ve 200 W güç altında 4, 20, 40 ve 60s, hava plazma işlemi 50, 100 ve 130 W güç altında 4, 20, 40 ve 60s olarak uygulanmıştır.

İki farklı gazdan elde edilen etkiler karşılaştırılmış ve diğer çalışmalarda elde edilen sonuçlar ile kıyaslanmıştır.

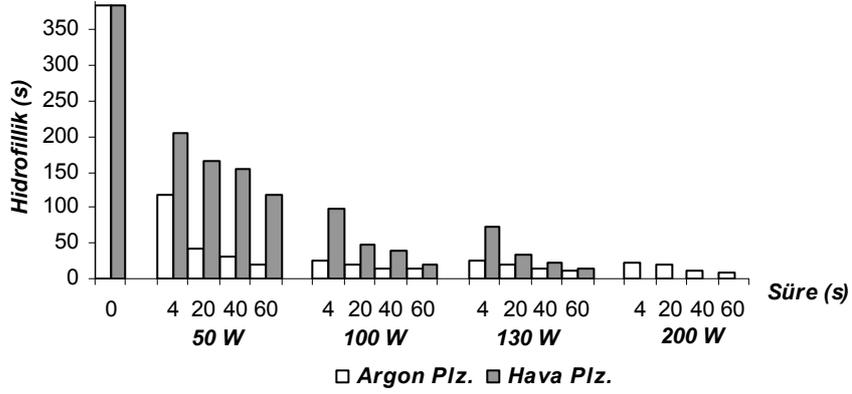
5.3.1 Hidrofilite sonuçları

Bölüm 5.3’de belirtildiği gibi işlem görmüş poliamid dokuma kumaşların kapilarite değerleri çözgü yönünde Bölüm 4.8.1’de belirtildiği gibi ölçülmüştür. Sonuçlar, Şekil 5.50’de verilmektedir.



Şekil 5.50 Argon ve hava plazma sonunda poliamid kumaşların çözgü yönünde kapilarite sonuçları

Argon ve hava plazma işlemi görmüş poliamid kumaşların hidrofilité değerleri Bölüm 4.8.2’de belirtildiği gibi ölçülmüş ve sonuçlar Şekil 5.51’de verilmektedir.



Şekil 5.51 Argon ve hava plazma sonunda poliamid kumaşların hidrofilité değerleri

Argon ve hava plazma işlemi görmüş poliamid kumaşların temas açıları, Çizelge 5.54’de verilmektedir.

Çizelge 5.54 Argon ve hava plazma işlemi görmüş poliamid kumaşların temas açıları (°)

	<i>4 s</i>	<i>20 s</i>	<i>40 s</i>	<i>60 s</i>
<i>İşlemsiz</i>	133,00	133,00	133,00	133,00
<i>50 W AP</i>	100,93	78,18	68,80	65,49
<i>50 W HP</i>	130,93	106,83	100,04	81,89
<i>100 W AP</i>	79,93	76,78	59,52	54,65
<i>100 W HP</i>	93,90	81,13	65,80	60,77
<i>130 W AP</i>	44,22	37,81	37,12	31,47
<i>130 W HP</i>	79,69	50,76	44,13	41,13
<i>200 W AP</i>	32,26	25,45	22,18	12,26

Plazma etkisi ile kumaş yüzeyinde imin, amin, alkol ve karbonil gibi polar gruplar meydana gelmekte ve hidrofilite artışı bu gruplar ile sağlanmaktadır.

Plazma işlemi görmüş poliamid lif yüzeyinde yeni oluşan fonksiyonel grupların polaritesi karşılaştırıldığında, amid grubu reaktif olmadığı için adhezyon ve hidrofillik gelişmesine katkıda bulunmamaktadır. Su ile temas açısında grupların polaritesi alkol>karbonil>amin>amid sıralaması ile verilmektedir.

Yüzeyde oluşan yeni polar gruplar arasında etkin çekim kuvvetleri meydana geldiğinden materyalin yüzey enerjisi ve yüzey gerilimi artarken, kendinden daha düşük yüzey gerilimine sahip su molekülleri ile ıslanabilirliği artmaktadır.

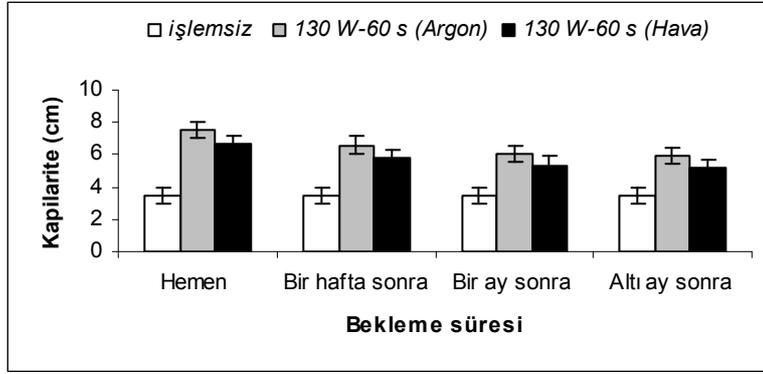
Aynı güçlerde argon plazma hava plazmaya göre daha etkin olmaktadır. Argon plazmanın daha etkin olması, argon gazının aşındırma etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan çalışmada en iyi hidrofillik değerleri argon plazma işleminde **200 W güç altında 60 s**, hava plazma işleminde **130 W güç altında 60 s** ile elde edilmiştir.

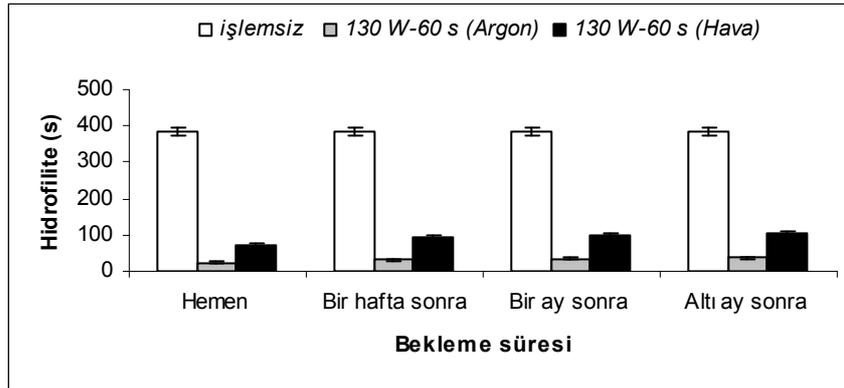
5.3.2 İşlem stabilitesi

5.3.2.1 Plazma işleminde bir hafta, bir ay ve 6 ay sonraki hidrofilité sonuçları

Bölüm 5.3’de belirtilen koşullarda argon ve hava plazma işlemi görmüş poliamid kumaşların kapilarite değerleri bir hafta, bir ay ve 6 ay sonra çözgü yönünde Bölüm 4.8.1’de belirtildiği gibi ölçülmüştür. 130 W-60s hava ve argon plazma işlemi görmüş poliamid kumaşların hemen, bir hafta, bir ay ve 6 ay sonraki kapilarite değerleri, Şekil 5.52’de verilmektedir.



Şekil 5.52 Argon ve hava plazma işlemi görmüş poliamid kumaşların çözgü yönünde bekleme süresine bağlı olarak kapilarite değişimi



Şekil 5.53 Argon ve hava plazma işlemi görmüş poliamid kumaşların bekleme süresine bağlı olarak hidrofilité değişimi

Argon ve hava plazma işlemleri görmüş poliamid kumaşların bir hafta, bir ay ve altı ay sonraki kapilarite ve hidrofilite değerlerinde bir miktar azalma olduğu görülmüştür. Plazma işlemi ile yüzeye aşıl原因an polar gruplar hareketli ve hareketsiz polar gruplar olarak ifade edilirken, hareketli polar gruplar polimerik materyalin iç tarafına doğru hareket etmekte ve materyalin hidrofilliği azalmaktadır (Gengenbach *et.al.*, 1994; Xie *et.al.* 1992; Pappas *et.al.*, 2006).

Çalışmada argon ve hava plazmada meydana gelen kapilarite düşmeleri benzer olmaktadır.

5.3.3 Boyama sonuçları

Poliamid lifleri genellikle asit boyarmaddeler ile boyanabilmektedir. Poliamid elyafın boyanmasında pH 6-10 arasındaki eğri, yünün asitlerle titrasyonunda elde edilen eğriye benzer ve adsorplanan boyarmadde primer amino gruplarına bağlanır. pH 6-3,5 değerleri arasında eğri düzdür. Bu pH'larda bütün primer amino mevkileri işgal edildiğinden artan asitlik adsorpsiyon üzerine daha fazla etki etmez. pH 2-2,5 arasında çekilen boyarmaddenin miktarının hızla arttığı görülür. Çünkü bu pH'larda sekonder amino grupları da pozitif yüklenerek boyarmadde anyonlarını çekerler. Bununla beraber pH 2-2,5'da poliamid bozulacağından pratikte bu pH'larda çalışılmaz. Böylece pratik boyamada reaksiyon sadece çok az sayıda bulunan amino grupları ile sınırlandırılmış olur.

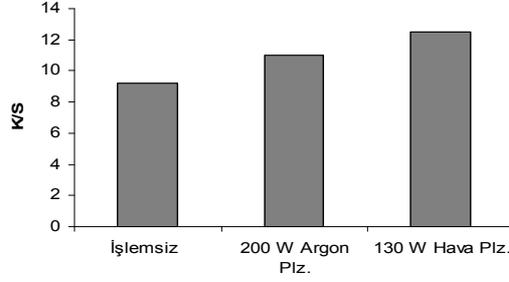
Bu nedendir ki, poliamid liflerin boyama verimini artırmak ve farklı boyarmaddeler ile boyanabilirliği üzerine araştırmalar devam etmektedir.

5.3.3.1 Asit boyama sonuçları

Argon ve hava plazma işlemleri ile poliamid kumaş yüzeyini modifiye edilerek poliamid boyamacılığında en çok kullanılan orta kuvvetteki asit boyarmaddeler ile boyanabilirliği incelenmiştir.

Ön denemeler Telon AFN boyarmaddesi ile yapılmıştır.

Plazma işlem etkinliğini belirlemek amacı ile 200 W argon ve 130 W hava plazma işlemi 60 s olarak uygulanmış ve işlem görmüş kumaşlar pH 5’de % 2 Telon AFN boyarmaddesi ile Bölüm 4.10.1’de belirtildiği gibi boyanmıştır. Boyama sonrası elde edilen K/S değerleri Şekil 5.54’de verilmektedir.



Şekil 5.54 Plazma işlemi görmüş poliamid kumaşların asit boyama sonuçları

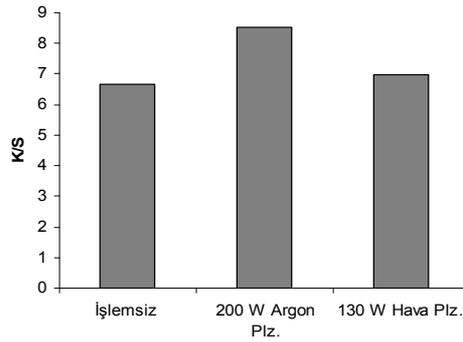
Şekil 5.54’de görüldüğü gibi, plazma işlemi sonunda poliamid kumaşların renk veriminde önemli bir artış görülmemiştir. Bu nedenle asit boyarmaddeler ile yapılan boyamalara devam edilmemesine karar verilmiştir.

5.3.3.2 Bazık boyama sonuçları

Argon ve hava plazma işlemleri ile poliamid kumaş yüzeyini modifiye edilerek bazık boyarmaddeler ile boyanabilirliği incelenmiştir.

Ön denemeler Astrozon Blau BG boyarmaddesi ile yapılmıştır.

En uygun boyama pH'ını belirlemek amacıyla 200 W-60 s argon ve 130 W-60 s hava plazma işlemi görmüş poliamid kumaşlar pH 5.5, 7 ve 9'da Astrozon Blau BG boyarmaddesi ile 1:30 flote oranında, % 6 Na₂SO₄ kullanılarak Bölüm 4.10.2'de belirtildiği gibi boyanmıştır. Boyama sonrası elde edilen K/S değerleri Şekil 5.55'de verilmektedir.



Şekil 5.55 Plazma işlemi görmüş poliamid kumaşların bazik boyama sonuçları (pH 9)

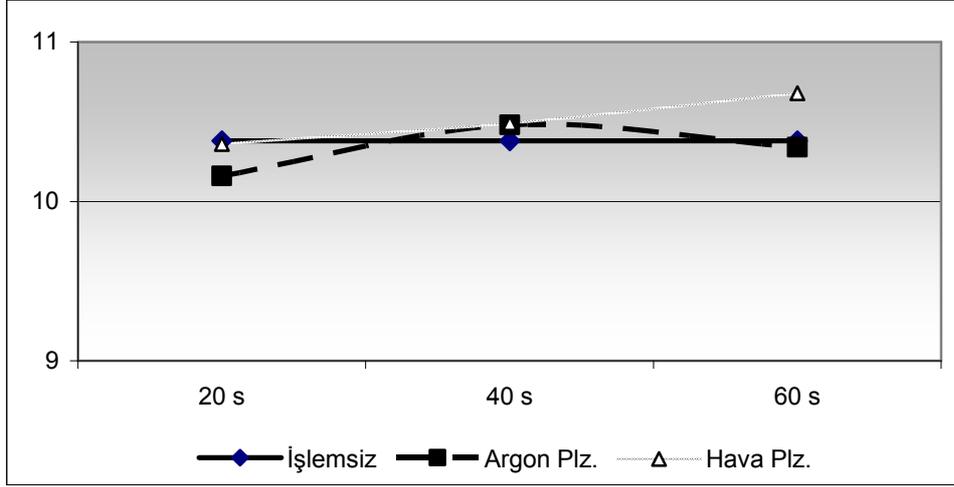
Şekil 5.55'de görüldüğü gibi, argon ve hava plazma işlemi ardından yapılan bazik boyamalarda renk verimi açısından iyileşme kaydedilememiştir. Bu nedenle poliamid kumaşların bazik boyarmaddeler ile boyanmasına ilişkin çalışmalara devam edilmemesine karar verilmiştir.

5.3.4 Baskı sonuçları

Argon ve hava plazma işlemi ile poliamid kumaş yüzeyinde oluşan polar grupların ve yüzeyde meydana gelen mikropürüzlüğün pigment boyarmaddeler ile yapılan baskılarda renk verimini artıracak, haslık değerlerini iyileştireceği düşünülmektedir.

Ön denemeler Orgaprin G.Yellow 2G pigment baskı boyarmaddesi ile yapılmıştır.

Plazma işlem süresini belirlemek amacı ile argon plazma 200 W, hava plazma 130 W güç altında 20, 40 ve 60 s olarak uygulanmış ve işlem görmüş kumaşlar Orgaprin G.Yellow 2G boyarmaddesi ile Bölüm 4.11’de belirtildiği gibi hazırlanan baskı patı ile basılmıştır. Şekil 5.56’da baskı sonrası elde edilen K/S değerleri verilmiştir.

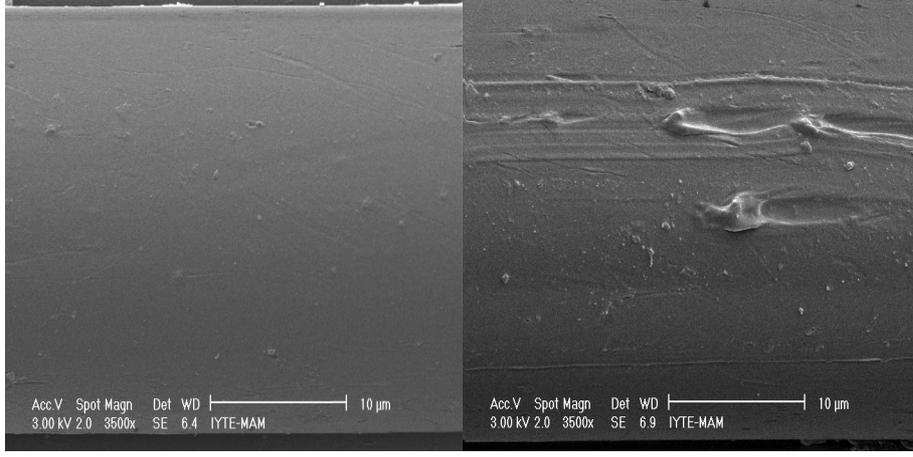


Şekil 5.56 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş poliamid kumaşların pigment baskı sonuçları

Şekil 5.56’da görüldüğü gibi plazma işlemi, poliamid kumaşların pigment boyarmadde ile basılabilmesine katkıda bulunmamıştır.

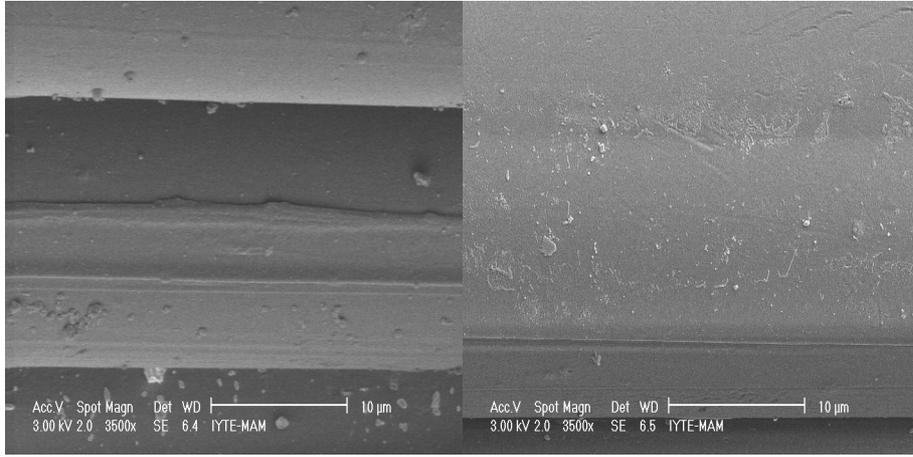
5.3.5 SEM

Hava ve argon plazma işlemlerinden sonra yüzeyde meydana gelen modifikasyonlar Şekil 5.57’de gösterilmektedir.



a

b



c

d

Şekil 5.57 a) İşlemsiz, b) 200 W-60 s argon, c) 130 W-60 s argon , d) 130 W-60 s hava plazma işlemi görmüş poliamid kumaşların SEM resimleri

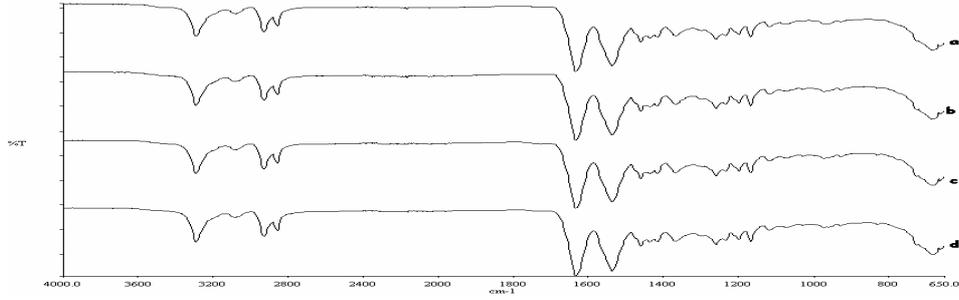
Şekil 5.57’de görüldüğü gibi, plazma işlemi sonunda yüzeyde modifikasyon gerçekleşmiştir. İşlemsiz numune yüzeyi düz görünürken, plazma işlem sonunda yüzeyde modifikasyon gerçekleşmiştir.

Aynı güçlerde argon plazma yüzey morfolojisini daha fazla değiştirmiştir (Şekil c-d). Bu durumun argon plazma işleminin aşındırma etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Poliamid kumaşların kapilarite değerlerindeki artma ve temas açılarında meydana gelen azalma bu şekilde açıklanabilmektedir.

5.3.6 FT-IR/ATR

ATR-FTIR yüzeylerin üst tabakasında bulunan grupların belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Argon ve hava plazma işlemi görmüş poliamid kumaşların ATR-FTIR spektrumları Şekil 5.59'da verilmektedir.



Şekil 5.58 a) İşlemsiz, b) 200 W-60 s argon, c) 130 W-60 s argon, d) 130 W-60 s hava plazma işlemi görmüş PA kumaşlara ait ATR-FTIR spektrumları

Spektrada, 3296, 3078, 2930, 2860, 1630 ve 1580 cm^{-1} 'de PA liflerinin karakteristik pikleridir. Güçlü olarak 3296 cm^{-1} 'de ve daha zayıf olarak 3078 cm^{-1} 'de görülen pikler ikincil amidlerin, $\nu(\text{N-H})$, trans-vibrasyonunu vermektedir. 720 cm^{-1} 'de görülen deformasyon titreşim piki $\delta(\text{N-H})$ sekonder amidin bağlı olduğu hidrojenin varlığını temsil ederken, sekonder amid grubunun varlığını onaylamaktadır. 2930 ve 2860'da görülen daha düşük yoğunluktaki pik $\nu(\text{C-H})$ 'ın asimetrik ve simetrik

titreşimlerini vermektedir. 1630 cm^{-1} 'de görülen amid pikine bitişik olarak ortaya çıkan 1730 cm^{-1} 'deki pik, $\nu(\text{C}=\text{O})$ bandını göstermektedir. Argon ve hava plazma işleminden sonra 1730 cm^{-1} 'de görülen pik yoğunluğundaki artış plazma işleminden sonra karbonil grubunda artış olduğunu göstermektedir. 1580 cm^{-1} 'de poliamid zincirindeki $\nu(\text{C}-\text{N})$ vibrasyon titreşimi, 1460 cm^{-1} 'de $\delta(\text{C}-\text{N})$ deformasyon titreşimi görülmektedir. Spektrada 3300 cm^{-1} 'de görülen pik O-H veya N-H grubuna ait olan piktir.

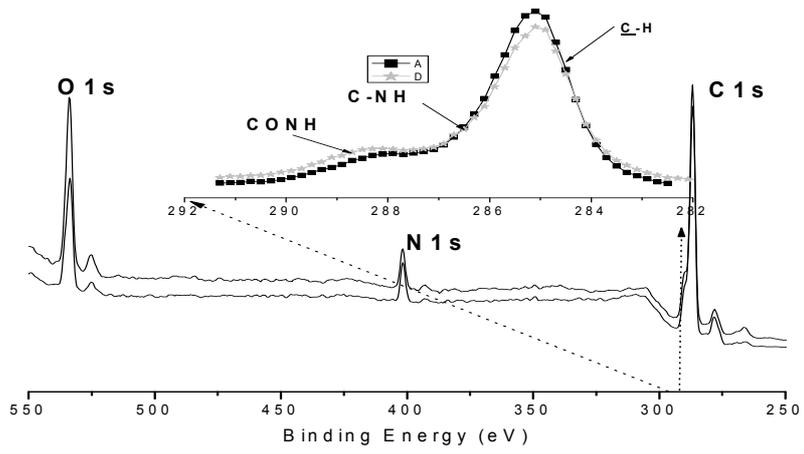
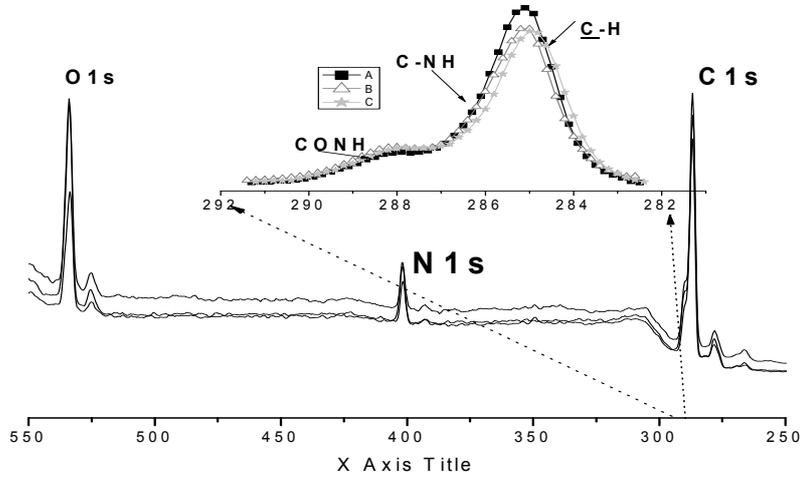
Plazma işlemi ardından, işlem görmüş numunelerin pik boyutlarında önemli bir değişiklik görülmemiş, tek fark karbonil absorpsiyonunu temsil eden 1729 cm^{-1} 'deki pikdeki bir miktar artıştır. Yüzeyde meydana gelen karbonil grubundaki artış hidrofillikte meydana gelen artışı desteklemektedir.

5.3.7 ESCA (XPS)

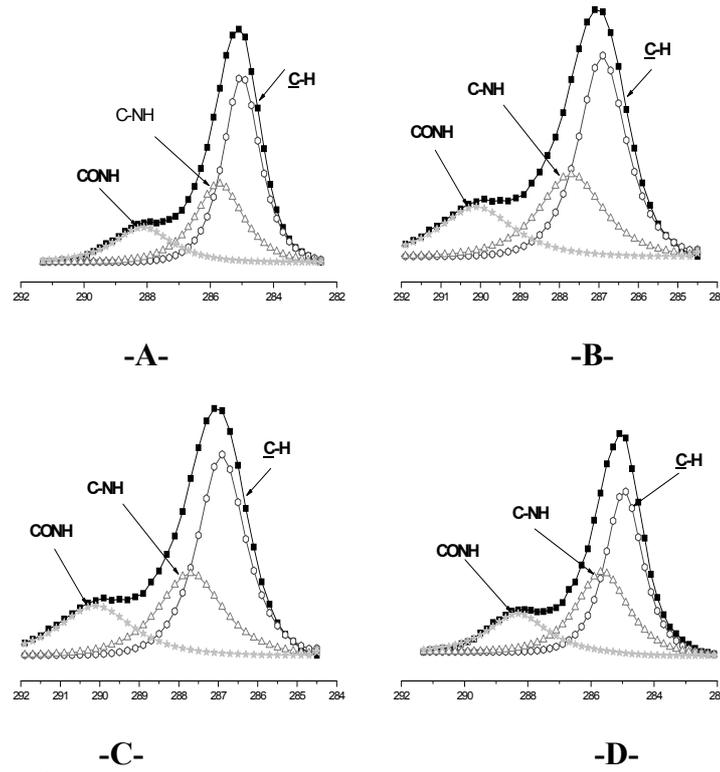
Plazma işlemi sırasında plazma ortamında oluşan iyon, yüklü parçacıklar, fotonlar gibi türler ile yüzey etkileşim ile materyal yüzey bileşiminde değişiklikler meydana gelmektedir. Çizelge 5.55'de işlem görmemiş ve etki elde edilen parametrelerde işlem görmüş poliamid kumaşların XPS sonuçları verilmektedir.

Çizelge 5.55 İşlemsiz ve farklı koşullarda plazma işlemi görmüş poliamid kumaşların yüzey bileşimi

	C Oranı (%)	O Oranı (%)	N Oranı (%)	O/C	N/C
<i>İşlemsiz</i>	78.9	15.0	6.1	0.190	0.077
<i>200 W-60 s Argon Plazma</i>	71.6	22.3	6.1	0.312	0.085
<i>130 W-60 s Argon Plazma</i>	72.3	21.2	6.5	0.293	0.090
<i>130 W-60 s Hava Plazma</i>	68.1	22.9	9.0	0.336	0.132



Şekil 5.59 A: İşlemsiz , B: 130 W-60 s argon, C: 130 W-60 s hava, D: 200 W-60 s argon plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların XPS spektrumları



Şekil 5.60 A: İşlemsiz , B: 130 W-60 s argon, C: 130 W-60 s hava, D: 200 W-60 s argon plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların C1s pikleri

Çizelge 5.56 İşlemsiz ve farklı koşullarda plazma işlemi görmüş poliamid kumaşların C1s, O1s ve N1s pikleri altında kalan alanlar

<i>C1s</i>						
Bağlanma Enerjisi (eV)	285 (C-H)	Değ. (%)	286 (CH ₂ NH)	Değ. (%)	288 (CONH)	Değ. (%)
İşlemsiz	8651	-	4735	-	2494.4	-
200 W-60 s AP	7270.3	-15.96	4956.1	4.67	2606.1	4.48
130 W-60 s AP	7850.4	-9.25	4270.2	-9.82	2971.3	19.12
130 W-60 s HP	7025.7	-18.79	3775.9	-20.26	4295.1	72.19
<i>O1s</i>			<i>N1s</i>			
Bağlanma Enerjisi (eV)	531.3 (CONH)	Değ. (%)	532.8 (C-O/C-OH/ C=O)	Değ. (%)	N-H	Değ. (%)
İşlemsiz	3829.8	-	5485.8	-	2079	-
200 W-60 s AP	5979.4	56.13	5487.8	0.04	2213.2	6.46
130 W-60 s AP	8177.4	113.52	4529.3	-17.44	2034.1	-2.16
130 W-60 s HP	8245.2	115.29	5368.5	-2.14	2760	32.76

Çizelge 5.55’de görüldüğü gibi, yüzey karbon miktarı argon plazma sonunda % 78.9’dan % 72.3 ve % 71.6’ya; hava plazma sonunda % 68.1’e düşmüştür. C1 pikinde meydana gelen azalmanın tersine oksijende argon plazma ile % 15.0’dan % 21.2 ve % 22.3’e; hava plazma ile % 22.9’a; azot miktarında argon plazma ile % 6.1’den % 6.5’e , hava plazma ile % 9.0’a artma meydana gelmiştir. Poliamid kumaşların yüzey oksijen oranı plazma işlemi ile arttığı görülmektedir. Plazma işlemi görmüş poliamid kumaşların azot içeriği argon plazma ile değişmezken, hava plazma işlemi ile artmaktadır. Oksijen ve azot miktarının artması yüzeyde oksijen ve azot içerikli grup sayısında artış olduğu anlamına gelmektedir. Oksidasyon işlemi sırasında polimer yüzeyinde oluşan yeni polar gruplar yüzey hidrofiliğinin gelişmesine katkıda bulunmaktadır.

Çizelge 5.56’da görüldüğü gibi plazma işlemi ile poliamid materyal yüzeyinde CO-NH grup miktarında artış sağlanırken, plazma işleminden sonra O-C=O veya O-CO-O gruplarında önemli bir değişiklik olmadığı görülmektedir. Benzer sonuçlar Upadhyay ve ark. tarafından da gösterilmiştir (Upadhyay *et.al.*, 2004).

Plazma işleminden sonra yüzey kimyasal bileşiminde meydana gelen bu değişim, aşınma nedeniyle oluşan radikallerin, veya zincir bölünmesi ile meydana gelen uç grupların oksijenlenmesi ile oluştuğu düşünülmektedir.

5.4 Poliakrilnitrl (Akrilik) Kumaşlar İle Yapılan Çalışmalar

Plazma işleminden önce % 100 akrilik kumaşlar Bölüm 4.5.3’de belirtildiği gibi ekstrakte edilmiştir.

Ön işlem görmüş akrilik kumaşlar ile denemelerde, argon ve hava olmak üzere iki farklı gaz kullanılmıştır. Akrilik dokuma kumaşlara argon plazma işlemi 50, 100, 130 ve 200 W güç altında 4, 20, 40 ve 60 s, hava plazma işlemi 50, 100 ve 130 W güç altında 4, 20, 40 ve 60 s olarak uygulanmıştır.

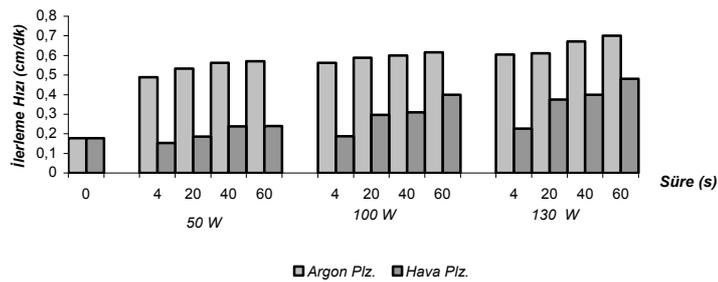
200 W- 60 s argon plazma işlemi görmüş akrilik dokuma kumaşların renginde belirgin bir sararma olduğu görülürken, 130 W güçte 60 s hava plazma işlemi görmüş akrilik kumaşlarda böyle bir sararma görülmemiştir.

Akrilik liflerinde sararmanın konjuge çift bağ oluşmasından kaynaklandığı belirtilmektedir (Seventekin, 2003). Plazma işlemi ile kumaşın yüzeyindeki akrilik liflerinin zarar gördüğü düşünülmüş ve argon plazma işlemi ile maksimum 130 W güçte çalışılmasına karar verilmiştir.

İki farklı gazdan elde edilen etkiler karşılaştırılmış ve diğer çalışmalarda elde edilen etkiler ile kıyaslanmıştır.

5.4.1 Hidrofillik sonuçları

Bölüm 5.4'de belirtildiği gibi işlem görmüş akrilik kumaşların kapilarite değerleri çözgü yönünde Bölüm 4.8.1'de belirtildiği gibi ölçülmüştür. Sıvının kumaş şeridinde ilerleme hızı Şekil 5.61'de verilmektedir.



Şekil 5.61 Argon ve hava plazma sonunda akrilik kumaşların çözgü yönünde elde edilen sıvı ilerleme hızı

Elde edilen sonuçlardan görüldüğü gibi, argon ve hava plazma sonunda akrilik liflerin hidrofiliği artmaktadır. Bu hidrofiliğin artışı plazma etkisi ile kumaş yüzeyinde oluşan polar gruplar ve mikro-çukurlar etkisi ile meydana gelmektedir.

Yapılan çalışmada en iyi hidrofilite değerleri argon ve hava plazma işleminde *130 W güç altında 60 s* ile elde edilmiştir.

5.4.2 Boyama sonuçları

Akrilik lifleri katyonik boyarmaddeler ile boyanmakta ve oldukça parlak ve canlı renkler elde edilebilmektedir. Katyonik boyarmaddeleğin dezavantajı ışık haslıklarının kötü olmasıdır. Işık haslığı genel anlamda boyarmadde molekülüne bağlı olduğu için burada renk verimi artışı açısından değerlendirme yapılacaktır.

Çalışmada plazma işleminin bazik boyarmaddeler ile boyanmasında renk verimine etkisi incelenmiştir.

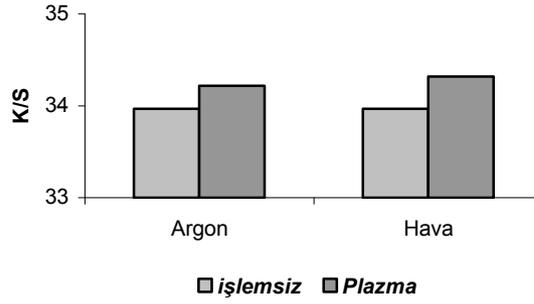
5.4.2.1 Bazik boyama sonuçları

Argon ve hava plazma işleminin kullanıldığı deneyler

Argon ve hava plazma işlemleri ile akrilik kumaş yüzeyini modifiye edilerek bazik boyarmaddeler ile boyanabilirliği incelenmiştir.

Ön deneyler Astrozon Blau BG boyarmaddesi ile yapılmıştır.

İşlem görmüş ve görmemiş kumaşlar pH 9'da Astrozon Blau BG boyarmaddesi ile 1:30 flote oranında, % 6 Na₂SO₄ kullanılarak Bölüm 4.10.2'de belirtildiği gibi boyanmıştır. Boyama sonrası elde edilen K/S değerleri Şekil 5.62'de verilmektedir.



Şekil 5.62 Plazma işlemi görmüş akrilik kumaşların bazik boyama sonuçları (pH 9)

Şekil 5.62’de görüldüğü gibi, argon ve hava plazma işlemi ardından yapılan bazik boyamalarda renk verimi açısından iyileşme kaydedilememiştir.

Plazma ve monomer/bileşiklerin kullanıldığı denemeler

Plazma işlemi ile materyal üzerinde uyarılmış grupların ve radikallerin oluşması sayesinde materyal yüzeyine monomer/bileşik aşılabilir. Aşılabilir.

Plazma işlemi ve 6-aminohegzanoik asit (6-AHA), akrilik asit (AA) ve hegzametildisiloksan (HMDS) monomer/bileşiği ile işlem görmüş akrilik kumaşların monomer veya bileşik yapılarında bulunan karboksilik asit grupları nedeniyle bazik boyarmaddeler ile boyanabilirliği gelişmektedir.

Plazma ve monomer/bileşik kullanılarak yapılan çalışmalarda aşılama yöntemini belirlemek amacı ile, Bölüm 4.6.1’de ön denemeler için belirtilen şekilde numune hazırlanmıştır.

Ön denemeler Astrozon Blau BG boyarmaddesi ile yapılmıştır.

İşlem görmüş ve görmemiş numuneler % 2 Astrozon Blau BG boyarmaddesi ile pH 9'da Bölüm 4.10.2'de belirtildiği gibi boyanmıştır. Boyama sonrası elde edilen K/S, % R ve ΔE değerleri Çizelge 5.57'de verilmektedir.

Çizelge 5.57 Plazma ve monomer/bileşik aşılması sonunda akrilik kumaşların bazik boyama sonuçları

YÖNTEM	İŞLEM	K/S	%R	ΔE
	<i>İşlemsiz</i>	33.97	1.43	
	<i>Ar. Plz.</i>	34.22	1.42	1.3
	<i>Ha. Plz.</i>	34.72	1.4	1.6
<i>Mon./Bil. Bek.</i>	<i>6-AHA</i>	30.06	1.61	1.1
	<i>AA</i>	33.97	1.43	1
	<i>HMDS</i>	34.22	1.42	0.9
<i>Mon./Bil. Bek+ Ar. Plz.</i>	<i>6-AHA</i>	33.76	1.46	1.1
	<i>AA</i>	33.01	1.45	1.8
	<i>HMDS</i>	34.11	1.42	1.2
<i>Ar. Plz.+ Mon./Bil. Bek.</i>	<i>6-AHA</i>	34.72	1.4	2.7
	<i>AA</i>	32.56	1.49	2.1
	<i>HMDS</i>	33.49	1.45	1.2
<i>Mon./Bil. Bek+ Ha. Plz.</i>	<i>6-AHA</i>	33.98	1.43	1
	<i>AA</i>	32.25	1.52	1.6
	<i>HMDS</i>	33.5	1.54	1.2
<i>Ha. Plz.+ Mon./Bil. Bek.</i>	<i>6-AHA</i>	35.77	1.36	1.4
	<i>AA</i>	32.56	1.49	1.1
	<i>HMDS</i>	32.79	1.5	0.6

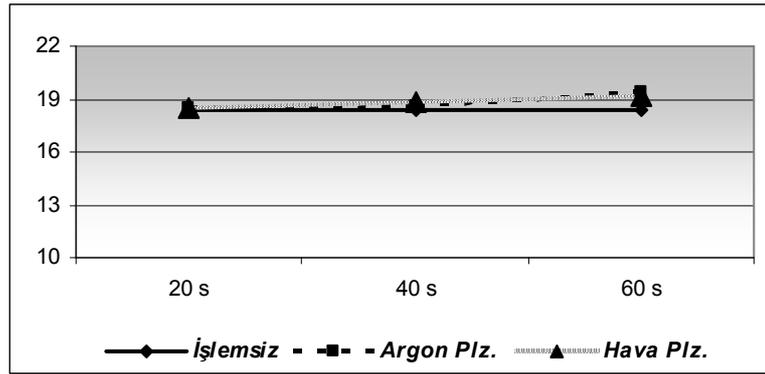
Çizelge 5.57'de görüldüğü gibi plazma ve monomer/bileşik ile işlem görmüş kumaşların renk veriminde artış görülmemiştir.

5.4.3 Baskı sonuçları

Argon ve hava plazma işlemi ile akrilik kumaş yüzeyinde oluşan polar grupların ve yüzeyde meydana gelen mikropürüzlüğün pigment boyarmaddeler ile yapılan baskılarda renk verimini artıracak, haslık değerlerini iyileştireceği düşünülmektedir.

Ön denemeler Orgaprin G.Yellow 2G pigment baskı boyarmaddesi ile yapılmıştır.

Plazma işlem süresini belirlemek amacı ile argon ve hava plazma 130 W güç altında 20, 40 ve 60 s olarak uygulanmış ve işlem görmemiş kumaşlar Orgaprin G.Yellow 2G boyarmaddesi ile Bölüm 4.11’de belirtildiği gibi hazırlanan baskı patı ile basılmıştır. Şekil 5.63’de baskı sonrası elde edilen K/S değerleri verilmiştir.



Şekil 5.63 Farklı sürelerde plazma işlemi görmüş akrilik kumaşların pigment baskı sonuçları

Şekil 5.63’de görüldüğü gibi, plazma işlemi akrilik kumaşların pigment boyarmadde ile basılabilmesine katkıda bulunmamıştır.

5.4.4 Pilling eğilimi

Akrilik gibi kesikli elyaftan üretilen kumaşlar için boncuklanma önemli problemlerden biri olarak ortaya çıkmaktadır. Boncuklanma, iplik

yapısında bulunan lif uçlarının mekaniksel etmenler nedeniyle yüzeye çıkması ve çıkan lif uçlarının yüzeyde toplanıp boncukları oluşturması şeklinde meydana gelmektedir. Oluşan boncuklar kumaşın görünümünü bozmakta ve materyalin kullanım ömrünü azaltmaktadır. Boncuk oluşumunu lif, iplik, kumaş özellikleri, uygulanan terbiye ve bitim işlemleri ve kullanım parametreleri etkilemektedir. Boncuklanmayı azaltmak için lif, iplik veya kumaş parametrelerinde yapılan değişiklikler kumaşın tutumunu da etkileyeceğinden çok fazla kullanılmamaktadır.

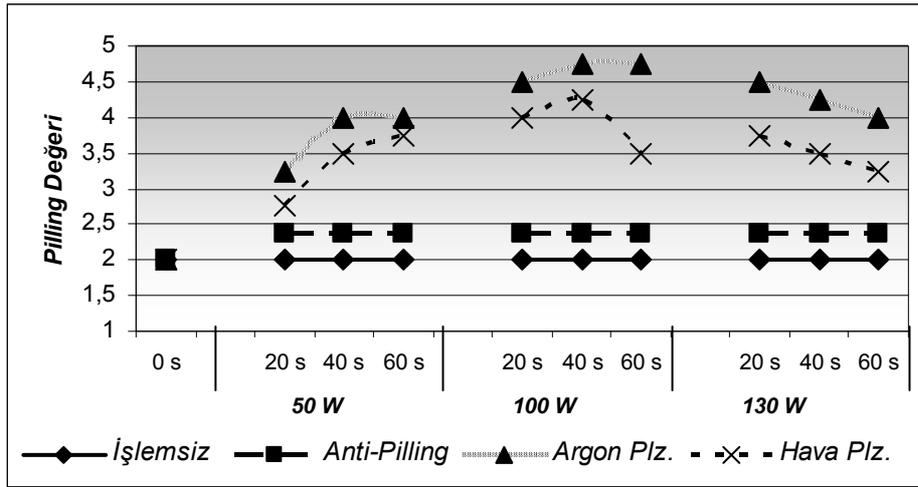
Boncuklanma eğilimini azaltmak için kullanılan tekniklerin mevcut kısıtlamaları nedeniyle yeni arayışlara girilmiş ve plazma işlemi de bu noktada önemli bir alternatif oluşturmuştur.

Bölüm 5.4’de belirtildiği gibi plazma işlemi görmüş, Bölüm 4.13’de belirtildiği gibi anti-pilling apresi uygulanmış ve işlem görmemiş akrilik dokuma kumaşlar ISO-DIS 12945-2 pilling testine (Martin Dale 2000 tur) tabii tutulmuş ve W3 skalasına göre değerlendirme yapılmıştır.

Çizelge 5.58 ve Şekil 5.64’da plazma işlemi görmüş akrilik kumaşların boncuklanma değerleri verilmektedir.

Çizelge 5.58 Plazma işlemi sonrası akrilik kumaşların boncuklanma eğilimleri

	20 s	40 s	60 s
İşlemsiz	2	2	2
Anti-pilling	2.375	2.375	2.375
50 W AP	3.25	4	4
50 W HP	2.75	3.5	3.75
100 W AP	4.5	4.75	4.75
100 W HP	4.25	4.25	3.5
130 W AP	4.5	4.25	4
130 W HP	3.75	3.5	3.25



Şekil 5.64 Argon ve hava plazma işlemi görmüş akrilik kumaşların boncuklanma eğilimleri

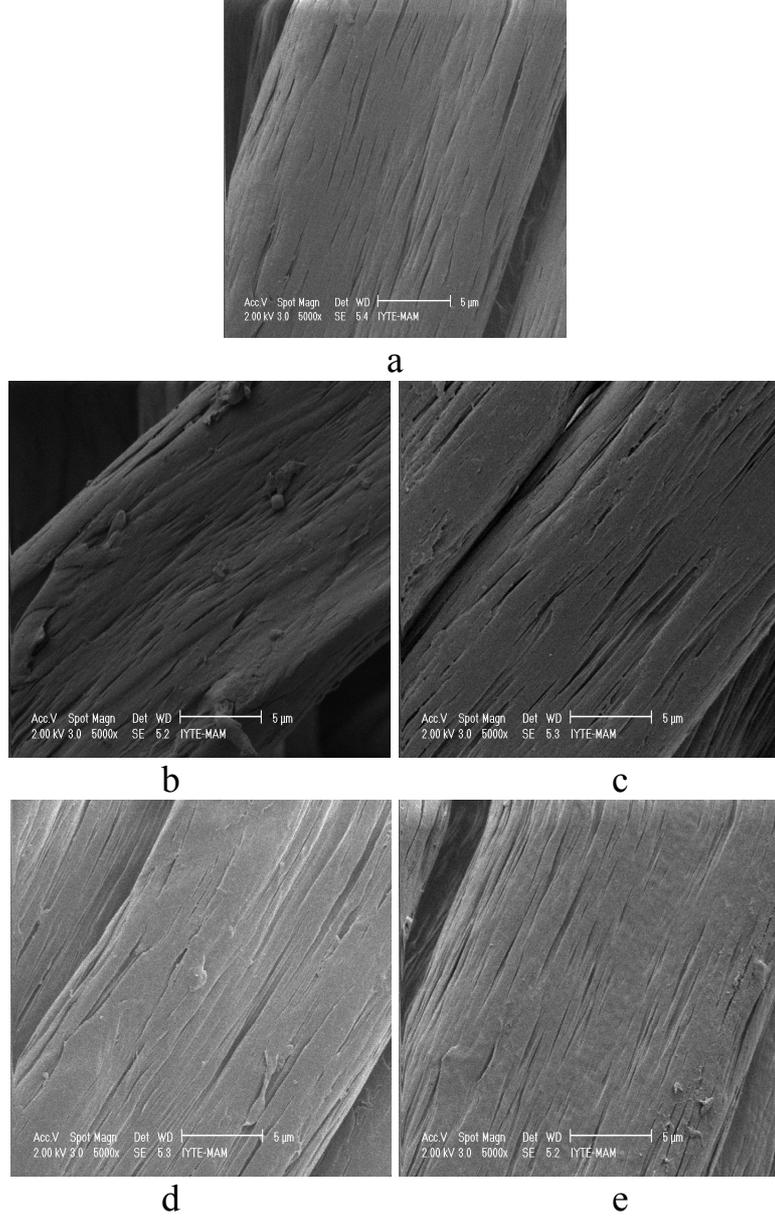
Çizelge 5.58 ve Şekil 65’de görüldüğü gibi plazma işlemi akrilik dokuma kumaşlarda belli şartlar altında boncuklanma eğilimini azaltıcı bir etki göstermiştir. Bölüm 5.4.5 SEM resimlerinde görüldüğü gibi, bu etkinin lif yüzeyinde meydana gelen aşınma nedeniyle lif kırılabilirliğinin artması, böylece oluşan boncukların dökülmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Plazma işlemi sırasında 100 W güce kadar kumaş yüzeyindeki lif uçları kırılarak döküldüğünden yüzeyde oluşan boncuk büyüklüğünde ve sayısında belirgin azalma olmaktadır. Daha yüksek güçlerde ise bu değerlerde bir miktar düşme olmaktadır. Burada plazmanın iplik yüzeyindeki diğer liflere de zarar verdiği ve ikincil boncukların oluşmasına neden olduğu düşünülmektedir. Plazma işleminde işlem süresi artışı ile de benzer etki görülmektedir.

Şekil 5.64’de görüldüğü gibi tüm işlem koşullarında işlemsiz akrilik kumaşlara göre daha az boncuklanma gözlenmektedir. En iyi etki 100 W-40 s argon ve hava plazma işlemi ile elde edilmiştir.

5.4.5. SEM

Hava ve argon plazma işlemlerinden sonra yüzeyde meydana gelen modifikasyonlar Şekil 5.65’de gösterilmektedir.



Şekil 5.65 a) İşlemsiz, b) 100 W-40 s argon, c) 100 W-40 s hava, d) 130 W-60 s argon, e) 130 W-60 s hava plazma işlemi görmüş akrilik kumaşların SEM resimleri

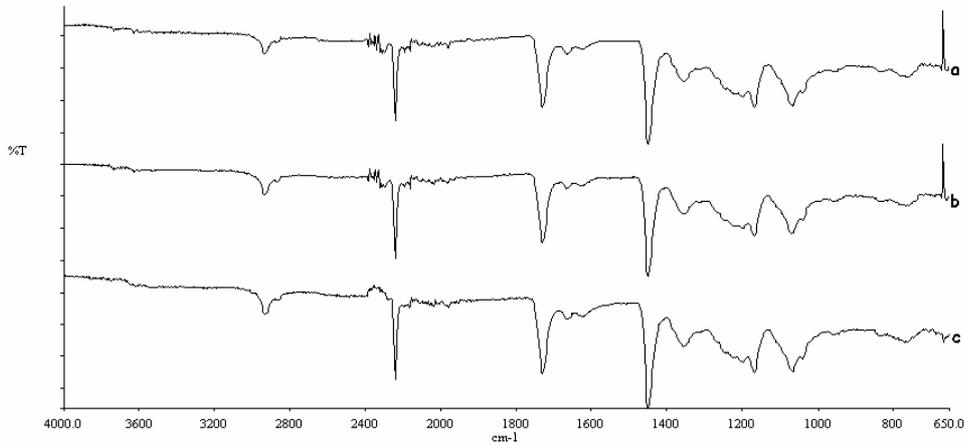
Şekil 5.65’de görüldüğü gibi, plazma işlemi sonunda yüzeyde modifikasyon gerçekleşmiştir. Plazma işleminden sonra, yüzeyde bulunan mikro çatlakların derinliği ve miktarı artmıştır. Argon plazma ile yüzeyde meydana gelen aşınmanın daha fazla olduğu görülebilmektedir.

Akrilik kumaşların kapilarite değerlerindeki artma bu şekilde açıklanabilmektedir.

5.4.6. FT-IR/ATR

FT-IR ATR yüzeylerin üst tabakasında bulunan grupların belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir.

Şekil 5.66’da işlemsiz ve etki elde edilen parametrelerde işlem görmüş akrilik kumaşların ATR-FTIR spektrumları verilmektedir.



Şekil 5.66 a) İşlemsiz, b) 130 W-60 s argon, c) 130 W-60 s hava plazma işlemi görmüş akrilik kumaşlara ait ATR-FTIR spektrumları

Spektrada görüldüğü gibi, akrilik materyallerin FTIR analizinde üç ana pik üzerinden çalışılmaktadır. Bunlar 2240 cm⁻¹’de görülen siyanojen (C≡N), 2930 cm⁻¹’de görülen aromatik C—H ve 1730 cm⁻¹’de görülen

ester (COOR) pikleridir. Sonuçlarda görülen 1730 cm^{-1} 'de bulunan pik C=O grubunu temsil etmektedir. Bu pik akrilik üretiminde kullanılan komonomerden kaynaklanmaktadır. 1450 cm^{-1} 'de görülen C=C bağının kopması için gereken enerji C—C bağının kopmasından daha düşüktür. Çalışmada düşük güçlerde çalışma yapıldığından, işlem C=C bağını etkilemektedir (Tran *et.al.*, 2007). 1450 cm^{-1} 'de görülen pikte çok az bir küçülme görülmektedir.

Argon plazmanın akrilik materyalin siyanojen ($\text{C}\equiv\text{N}$) gruplarını etkilemediği bilinmektedir (Zhao *et.al.*, 2003). Bizim çalışmamızda da 2240 cm^{-1} 'de görülen siyanojen pikinde önemli bir değişiklik olmamıştır. Plazma işlemi ile COOR gruplarının belirlendiği pikte bir miktar artış görülmüştür.

5.4.7 ESCA (XPS)

Plazma işlemi sırasında plazma ortamında oluşan iyon, yüklü parçacıklar, fotonlar gibi türler ile yüzey etkileşim ile materyal yüzey bileşiminde değişiklikler meydana gelmektedir. Çizelge 5.59'da işlem görmemiş ve etki elde edilen parametrelerde işlem görmüş akrilik kumaşların XPS sonuçları verilmektedir.

Çizelge 5.59 İşlem görmemiş ve farklı koşullarda plazma işlemi görmüş akrilik kumaşların yüzey bileşimi

	C oranı (%)	O Oranı (%)	N Oranı (%)	O/C	N/C	O/N
<i>İşlemsiz</i>	78.1	9.8	12.1	0.126	0.155	0.810
<i>130 W-60 s Argon Plazma</i>	72.1	14.9	13.0	0.207	0.180	1.146
<i>130 W-60 s Hava Plazma</i>	65.5	21.3	13.3	0.325	0.203	1.602

Çizelge 5.60 İşlem görmemiş ve farklı koşullarda plazma işlemi görmüş akrilik kumaşların C1s pikleri altında kalan alanlar

<i>C1s</i>						
Bağlanma Enerjisi (eV)	285 (C-H)	Değ. (%)	286.4 (C≡N)	Değ. (%)	289.1 (C=O/C-O)	Değ. (%)
İşlemsiz	6554.7	-	6837.2	-	228.0	-
130 W-60 s AP	3967.0	-39.48	5090.2	-25.55	333.3	46.18
130 W-60 s HP	3561.6	-45.66	4695.8	-31.32	707.1	210.15
<i>O1s</i>			<i>N1s</i>			
Bağlanma Enerjisi (eV)	532 (C=O)	Değ. (%)	533 (C-O)	Değ. (%)	399.6 (C≡N)	Değ. (%)
İşlemsiz	1999.4	-	2626.2	-	944.9	-
130 W-60 s AP	2777.4	38.91	2410.0	-8.23	670.4	-29.05
130 W-60 s HP	3920.9	96.06	3949.8	50.4	886.2	-6.21

Çizelge 5.59’da görüldüğü gibi, yüzey karbon miktarı argon plazma sonunda % 78.1’den % 72.1’e; hava plazma sonunda % 65.5’e düşmüştür. C1 pikinde meydana gelen azalmanın tersine oksijende argon plazma ile % 9.8’den % 14.9’a; hava plazma ile % 21.3’e artma meydana gelmiştir. Bunun yanında azot miktarı da argon plazma ile % 12.1’den % 13.0’e, hava plazma ile % 13.3’e yükselmiştir. Plazma işlemi ile O/C ve O/N oranında artma sağlanırken, N/C oranında azalma görülmektedir. Bu durum plazma işlemi ardından yüzeyde oksijen içerikli gruplar meydana geldiğini göstermektedir. Elde edilen sonuçlara benzer sonuçlar Hochart ve ark. tarafından da bildirilmiştir (Hochart *et.al.*, 2003).

C≡N grup miktarında azalırken hem C=O hem de C-O miktarlarında artma olduğu Çizelge 5.60’da görülmektedir.

Akrilik kumaşların yüzey oksijen atom oranı plazma işlemi ile arttığı görülmektedir. Oksijen miktarının artması yüzeyde oksijen içerikli grup

sayısında artış olduğu anlamına gelmektedir. Oksidasyon işlemi sırasında polimer yüzeyinde oluşan yeni oksijen içerikli gruplar yüzey hidrofiliğinin gelişmesine katkıda bulunmaktadır.

Plazma işleminden sonra yüzey kimyasal bileşiminde meydana gelen bu değışim, aşınma nedeniyle oluşan radikallerin, veya zincir bölünmesi ile meydana gelen uç grupların oksijenlenmesi ile meydana geldiğı düşünölmektedir.

6. SONUÇ

Atmosferik plazmanın sentetik liflere olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalardan aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Poliester kumaşlara olan etkisi

Atmosferik plazma poliester kumaşların yüzeyinde aşınma etkisi ile mikro porların, çatlakların ve kanalların oluşmasını sağlayarak kapilaritenin, yüzey enerjisinin, kir iticiliklerinin artmasını sağlamış ve elde edilen hidrofilitte bir hafta, bir ay ve 6 ay sonra da önemli ölçüde korunmuştur.

Hidrofob olan poliester kumaşın çözgü yönünde kapilarite değeri 2.1 cm'den 14,93 cm'ye kadar yükselirken, temas açısı 90.22°'den 0°'a, düşmüştür. Atmosferik plazma işleminin stabilitesi incelendiğinde, işlem gördükten 6 ay sonra kapilarite değerlerinin % 79'unu korudukları görülmüştür.

Plazma işlemi görmüş poliester kumaşların kir iticilik değerleri 4.57'den 24.71'e yükselmiştir.

Atmosferik plazma işlemi görmüş poliester kumaşlar bazik boyarmaddeler ile boyama veriminde artma sağlanırken, asit ve küp boyarmaddeler ile boyama gerçekleştirilememiştir. Dispers boyarmaddeler ile yapılan boyamalarda ise renk veriminde artış sağlanamamıştır.

Bazik boyama için K/S değeri 0.69'dan 1.77'ye yükselmiştir. Farklı bazik boyarmaddeler ile yapılan denemelerde de renk veriminde artış gözlenmiştir.

Atmosferik plazma ile aktive edilmiş poliester kumaşlara 6-AHA, AA ve HMDS bileşikleri bağlanamadığı için bazik boyarmaddeler ile boyanmasında renk veriminde artış sağlanamamıştır.

Atmosferik plazma işlemi, poliester kumaşların pigment baskısında renk veriminde ve haslık değerlerinde artış sağlamıştır.

Plazma işlemi sonunda pigment baskı yapılmış poliester kumaşların K/S değeri 8.37'den 10.39'a yükselirken, plazma işlemi kuru ve yaş sürtme haslıklarında ½ puan, yıkama haslıklarında ise 1 puanlık bir artış sağlamıştır. Farklı boyarmaddeler ile yapılan baskılarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Yapılan SEM analizlerinde plazma işlemi sonunda yüzeyde aşınma meydana geldiği gözlenmiştir. Elde edilen etki FTIR-ATR ve XPS sonuçları ile de desteklenmektedir.

Polipropilen kumaşlara olan etkisi

Atmosferik plazma polipropilen kumaşların yüzeyinde de aşınma etkisi ile mikro porların, çatlakların ve kanalların oluşmasını sağlayarak kapilaritenin, yüzey enerjisinin, kir iticiliklerinin artmasını sağlamış ve elde edilen hidrofilitte bir hafta, bir ay ve 6 ay sonra da önemli ölçüde korunmuştur.

Hidrofob olan polipropilen kumaşın çözümlü yönünde kapilarite değeri 0.2 cm'den 2.7 cm'ye kadar yükselirken, temas açısı 105.73°'den 83.01°'a düşmüştür. Atmosferik plazma işleminin stabilitesi incelendiğinde, işlem gördükten 6 ay sonra kapilarite değerlerinin % 78.2'sini korudukları görülmüştür.

Plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların kir iticilik değerleri 4.57'den 22.56'ya yükselmiştir.

Atmosferik plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların bazik, asit ve küp boyarmaddeler ile boyanabilirliği gelişmiştir.

Atmosferik plazma işlemi ile aktive edilen yüzeye EDA, TETA, 6-AHA, GUANIDIN, AAMID ve HMDS aşılabilmiş ve böylece asit

boyarmaddeler ile renk veriminde artış sağlanmıştır. Plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların asit boyarmaddeler ile boyanmasında K/S değeri 0.12'den 0.29'a yükselirken, plazma ile aktive edilmiş yüzeye EDA aşılması ile 0.57'ye, TETA aşılması ile 0.53'e, 6-AHA aşılması ile 0.48'e, GUANIDIN aşılması ile 0.57'ye, AAMID aşılması ile 0.65'e ve HMDS aşılması ile 1.09'a yükselmiştir. Farklı asit boyarmaddeleri ile de benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Atmosferik plazma işlemi ile aktive edilen yüzeye 6-AHA, AA ve HMDS aşılabilmiş ve böylece bazik boyarmaddeler ile renk veriminde artma sağlanmıştır. Plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların bazik boyarmaddeler ile boyanmasında K/S değeri 0.14'den 0.76'ya yükselirken, plazma ile aktive edilmiş yüzeye AA aşılması ile 1.2'ye, 6-AHA aşılması ile 1.35'e ve HMDS aşılması ile 1.52'ye yükselmiştir. Farklı bazik boyarmaddeleri ile de benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Atmosferik plazma işlemi görmüş polipropilen kumaşların küp boyarmaddeler ile boyanması sonunda K/S değeri 0.13'den 0.74'e yükselmiş ve farklı substantiflikteki küp boyarmaddeler ile yapılan boyamalar ile de renk veriminde artış sağlanmıştır.

Atmosferik plazma işlemi, polipropilen kumaşların pigment baskısında renk veriminde ve haslık değerlerinde artış sağlamıştır.

Plazma işlemi sonunda pigment baskı yapılmış polipropilen kumaşların K/S değeri 8.7'den 11.1'e yükselirken, plazma işlemi kuru ve yaş sürtme haslıklarında ½ ve 1 puan artış sağlamıştır. Farklı boyarmaddeler ile yapılan baskılarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Yapılan SEM analizlerinde plazma işlemi sonunda yüzeyde aşınma meydana geldiği gözlenmiştir. Elde edilen etki FTIR-ATR ve XPS sonuçları ile desteklenmektedir.

Poliamid kumaşlara olan etkisi

Atmosferik plazma poliamid kumaşların yüzeyinde aşınma etkisi ile mikro porların, çatlakların ve kanalların oluşmasını sağlayarak kapilaritenin, yüzey enerjisinin artmasını sağlamış ve elde edilen hidrofilitte bir hafta, bir ay ve 6 ay sonra da önemli ölçüde korunmuştur.

Poliamid kumaşın çözümlü yönünde kapilarite değeri 3.5 cm'den 12.67 cm'ye, kadar yükselirken, temas açısı 133°'den 122.26°'ya, hidrofilitte değeri 383 s'den 9.7 s'ye düşmüştür. Atmosferik plazma işleminin stabilitesi incelendiğinde, işlem gördükten 6 ay sonra kapilarite değerlerinin % 79,1'ini korudukları görülmüştür.

Atmosferik plazma işlemi görmüş poliamid kumaşların bazik ve asit boyarmaddeler ile boyama veriminde artma sağlanamamıştır.

Atmosferik plazma işlemi, poliamid kumaşların pigment baskısında renk veriminde gelişme sağlanamamıştır.

Yapılan SEM analizlerinde plazma işlemi sonunda yüzeyde aşınma meydana geldiği gözlenmiştir. Elde edilen etki FTIR-ATR ve XPS sonuçları ile desteklenmektedir.

Akrilik kumaşlara olan etkisi

Atmosferik plazma akrilik kumaşların yüzeyinde aşınma etkisi ile mikro porların, çatlakların ve kanalların oluşmasını sağlayarak kapilarite ve yüzey enerjisi artmıştır.

Hidrofil karakterli olan akrilik kumaşlara oluşan kanal sayesinde sıvının lif boyunca ilerleme hızı 0.178 cm/dk'den 0.7 cm/dk'ya yükselmiştir.

Atmosferik plazma işlemi görmüş akrilik kumaşların bazik ve asit boyarmaddeler ile boyama veriminde artma sağlanamamıştır.

Atmosferik plazma işlemi, akrilik kumaşların pigment baskısında renk veriminde gelişme sağlamamıştır.

Atmosferik plazma işlemi akrilik kumaşlarda pillingenmeyi önleyici bir etki sağlamıştır. İşlemsiz akrilik kumaşların pilling değeri 2,25 iken plazma işleminden sonra 4.75'e kadar çıkmıştır.

Yapılan SEM analizlerinde plazma işlemi sonunda yüzeyde aşınma meydana geldiği gözlenmiştir. Elde edilen etki FTIR-ATR ve XPS sonuçları ile desteklenmektedir.

7. ÖNERİLER

Tez kapsamında tasarlanan ve kullanılan atmosferik plazma cihazının açık en kontinu bir şekilde çalışması, su ve kimyasal madde gereksiniminin çok az veya hiç olmaması, işlemin atmosferik koşullar altında gerçekleştirilebilmesi, enerji ve zaman tasarrufu sağlaması gibi avantajları olduğu bilinmektedir.

Bu cihazın endüstriyel uygulamalar için kullanılabilir şekilde yeniden tasarlanmasının tekstil sanayisi için önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmanın yüksek performans lifler olarak bilinen karbon, cam kevlar lifleri için de yapılmasının atmosferik plazmanın etkinliğinin gösterilmesi açısından önemli olduğu, plazmanın adhezyona ve biyouyumluluğa olan etkisinin incelenmesinin de sektör gelişimine katkıda bulunabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abbott G. and Robinson G.**, 1977, The Corona Treatment of Cotton, Part II: Yarn and Fabric Properties, *Textile Research Journal*, 47(2): 199-202.
- Abbott G.**, 1977, Open-End Spun Corona-Treated Cotton. *Textile Research Journal*, 53(9):566-567.
- Adler S., M. Scherrer and F. Daschner**, 1998, Costs of Low-temperature Plasma Sterilization Compared with Other Sterilization Methods, *Journal of Hospital Infection*, 40: 125-134.
- Akovali, G., Takroui F.**, 1991, Studies on Modification of Some Flammability Characteristics by Plasma. II. Polyester Fabrics, *Journal of Applied Polymer Science*, 42:2717-2725.
- Anand M., Cohen R. and Baddour R.**, 1981, Surface Modification of Low Density Polyethylene in a Fluorine Gas Plasma, *Polymer*, 22: 361-371.
- Arefi F., Andre V., Montazer-Rahmati P., Amouroux J.**, 1992, Plasma Polymerization and Surface Treatment of Polymers, *Pure & Appl. Chem.*, 64: 715.
- asc2006.com/orals/MO-04.pdf
- Bae P.H., Hwang Y.J., Jo H.J., Kim H.J., Lee Y., Park Y.K., Kim J.G., Jung J.**, 2006, Size Removal on Polyester Fabrics by Plasma Source Ion Implantation Device, *Chemosphere*, 63, 1041-1047.
- BDM**, 1996, Ion Beam Processing (IBP) Technologies Sector Study FINAL REPORT, *The North American Technology and Industrial Base Organization (NATIBO)*.
- Beake B., Ling J. and Leggett G.**, 1998, Scanning Force Microscopy Investigation of Poly(ethylene terephthalate) Modified by Argon Plasma Treatment, *Journal of Materials Chemistry*, 8(8): 1735-1742.
- Bellel A., Sahli S., Ziari Z., Raynaud P., Segui Y. And Escaich D.**, 2006, Wettability of Polypropylene Films Coated with SiO_x Plasma Deposited Layers, *Surface & Coatings Technology*, 201:129-135.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Bhat N. and Benjamin Y.**, 1999, Surface Resistivity Behavior of Plasma Treated and Plasma Grafted Cotton and Polyester Fabrics, *Textile Research Journal*, 69: 38-42.
- Bhat N. and Nadiger G.**, 1978, Effect of Nitrogen Plasma on the Morphology and Allied Textile Properties of Tasar Silk Fibers and Fabrics, *Textile Research Journal*, 48(12):658-691.
- Bhat N.V. and Upadhyay D.J.**, 2002, Plasma-Induced Surface Modification and Adhesion Enhancement of Polypropylene Surface, *Journal Applied Polymer Science*, 86:925-936.
- Bhat N.V. and Upadhyay D.J.**, 2003, Adhesion Aspects of Plasma Polymerized Acetonitrile and Acrylonitrile on Polypropylene Surface, 8(2), *Plasma and Polymers*, 99-118.
- Bhat N.V., Upadhyay D.J., Deshmukh R.R., Gupta S.K.**, 2003, Investigation of Plasma-Induced Photochemical Reaction on a Polypropylene Surface, *J. Phys. Chem.*, 107, 4550-4559.
- Biro D., Pleizier G. and Deslandes Y.**, 1993, Application of the Microbond Technique. IV. Improved Fiber-Matrix Adhesion by RF Plasma Treatment of Organic Fibers, *Journal of Applied Polymer Science*, 47: 883-894.
- Borcia G., Anderson C.A. and Brown N.M.**, 2003, Dielectric Barrier Discharge for Surface Treatment: Application to Selected Polymers in Film and Fibre Form, *Plasma Source Sci. Technol.*, 12:335-344.
- Bradley A. and Fales J.**, 1971, Prospects for Industrial Applications of Electrical Discharge, *Chemical Technology*, 1(4): 232-237.
- Bugaev S., Korotaev A., Oskomov K. and Sochugov N.**, 1997, A-C:H Films Deposited in the Plasma of Barrier and Surface Discharges at Atmospheric Pressure, *Surface and Coatings Technology*, 96: 123-128.
- Byrne G. and Brown K.**, 1972, Modifications of Textiles by Glow-Discharge Reactions, *Journal of the Society Dyers and Colourist*, 88: 113-117.
- Cai Z., Hwang Y.J., Park Y.C, Zhang C., McCord M. and Qui Y.**, 2002, Preliminary Investigations of Atmospheric Pressure Plasma-Aided Desizing for Cotton Fabrics, *AATCC Review*, 18-21.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Campagne C., Leroux F., Perwuelz A. and Catel C.**, 2005, Deposition of Fluorocarbon Polymer by Atmospheric Plasma Treatment, 5th World Textile Conference AUTEX 2005, Portoroz Slovenia.
- Canal C., Molina R., Bertran E. And Erra P.**, 2004, Wettability, Ageing and Recovery Process of Plasma treated Polyamide 6, *Journal Adhesion Science and Technology*, 18(9):1077-1089.
- Canup L.K.**, 2000, Non-Aqueous Treatment of Fabrics Utilizing Plasmas, *Degree of Master of Science*, North Caroline University, 108 p.
- Carlotti S. and Mas A.**, 1998, Improvement of Adhesion of PET Fibers to Rubber by Argon-Oxygen Plasma Treatment, *Journal of Applied Polymer Science*, 69: 2321-2330.
- Carneiro N., Souto A.P, Silva E., Marimba A., Tena B., Ferreira H. and Magalhaes V.**, 2001, Dyeability of Corona-treated Fabrics, *Coloration Technology*, 117:298-301.
- Černáková E., Kováčik D., Zahoranová A., Černak M., Mazúr M.**, 2005, Surface Modification of Polypropylene Non-Woven Fabrics by atmespheric-Pressure Plasma Activation Followed by Acrylic Acid Grafting, *Plasma Chemistry and Plasma Processing*, 25 (4), 427-437.
- Chan C. M.**, 1994, Polymer Surface Modification and Characterization, Hanser/Gardner Publications, Inc., New York.
- Chau T., Kao K., Blank G. and Madrid F.**, 1996, Microwave Plasmas for Low-Temperaure Dry Sterilization. *Biomaterials*, 17:1273-1277.
- Chauhan R.S. and Dweltz N.E.**, 1987, *ATIRA Tech. Digest*, 21:2,54.
- Chen J.**, 1991, Free Radicals of Fibers Treated with Low Temperature Plasma. *Journal of Applied Polymer Science*, 42: 2035-2037.
- Cheshkova A.V.**, 2004, Technologies For Biochemical Synthesis and Modification of Chemical Fibres, *Fibre Chemistry*, 36 (6):437-441.
- Choi E.Y., Strathmann H., Park J.M. and Moon S.H.**, 2006, Characterization of Non-Uniformly Charged Ion-Exchange Mambranes Prepared by Plasma-Induced Graft Polymerization, *Journal of Membrane Science*, 268, 165-174.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Cioffi M.O.H., Voorwald H.J.C. and Mota R.P.**, 2003, Surface Energy Increase of Oxygen-Plasma-Treated PET, *Materials Characterization*, 50, 209-215.
- Costa T.H.C., Feitor M.C., Alves C., Freire P.B. and Bezerra C.M.**, 2005, Effects of Gas Composition During Plasma Modification of Polyester Fabrics, *Journal of Materials Technology*, in pres.
- Cui N.Y. and Brown N.M.D.**, 2002, Modification of the Surface Properties of a Polypropylene (PP) Film Using an Air Dielectric Barrier Discharge Plasma, *Applied Surface Science*, 31-38.
- Cuong N. K., Saeki N., Kataoka S.**, 2002, Hydrophilic Improvement of PET Fabrics Using Plasma-Induced Graft Polymerization, *Superficial Science*, 23 (4), 202-208.
- Çelik M.**, 2004, Graft Copolymerization of Methacrylamide onto Acrylic Fibers Initiated by benzoyl Peroxide, *Journal of Applied polymer Science*, 94:1519-1525.
- Dai X..J. and Kviz L.**, 2001, Study of Atmospheric and Low Pressure Plasma Modification on the Surface Properties of Synthetic and Natural Fibres” Presented at “An Odyssey in Fibres and Space” Textile Institute 81st World Conference Melbourn Australia, 1-10.
- Ding J. and Hershkowitz N.**, 1996, Symmetric Rate Model for Fluorocarbon Plasma Etching of SiO₂. *Applied Physics Letters*, 68(12): 1619-1621.
- en.wikipedia.org/wiki/Corona_discharge
- en.wikipedia.org/wiki/Ozone
- en.wikipedia.org/wiki/Ultraviolet
- Errifai I., Jama C., Le Baras M., Delobel R., Gengembre L., Mazzah A. and De Jaeger R.**, 2004, Elaboration of a Fire Retardant Coating For Poliamid-6 Using Cold Plasma Polymerization of a Fluorinated Acrylate, *Surface And Coatings Technology*, 180-181:297-301.
- Feast W.J. and H.S. Munro, E.**, 1987, New Generation Atmospheric Pressure Plasma Technology for Industrial On-Line Processing, *Polymer Surfaces and Interfaces*, John Wiley and Sons Ltd., Chichester, UK.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Ferrante D., Iannace S. and Monetta T.**, 1999, Mechanical Strength of Cold Plasma Treated PET Fibers, *Journal of Materials Science*, 34: 175-179.
- Ferrero F.**, 2003, Wettability Measurements on Plasma Treated Synthetic Fabrics by Capillary Rise Method, *Polymer Testing*, 22:571-578.
- Ferrero F., Tonin C., Peila R. and Ramella Pollone F.**, 2004, Improving The Dyeability of Synthetic Fabrics with Basic Dyes Using In Situ Plasma Polymerisation of Acrylic Acide, *Coloration Technology*, 120:30-34.
- Fisher J., Reeves E., Isaac G., Saum K. and Sanford W.**, 1997, Comparison of the Wear of aged and Non-aged Ultrahigh Molecular Weight Polyethylene Sterilized by Gamma Irradiation and by Gas Plasma, *Journal of Materials Science-Materials in Medicine*, 8: 375-378.
- Foerch R., Kill G. and Walzak M.**, 1993, Plasma Surface Modification of Polypropylene:Short-Term vs. Long-Term Plasma Treatment, *Journal of Adhesion Science and Technology*, 7: 1077-1089.
- Foerch R., McIntyre N. and Sodhi R.**, 1990, Nitrogen Plasma Treatment of Polyethylene and Polystyrene in a Remote Plasma Reactor, *Journal of Applied Polymer Science*, 40: 1903-1915.
- Friedrich J., Loeschke I., Frommelt H., Reiner H., Zimmermann H. and Lutgen P.**, 1991, Ageing and Degradation of Poly(ethylene terephthalate) in an oxygen Plasma. *Polymer Degradation and Stability*, 31: 97-114.
- Gancarz I., Pozniak G., Bryjak M. and Frankiewicz A.**, 1999, Modification of Polysulfone Membranes. 2. Plasma Grafting and Plasma Polymerization of Acrylic Acid, *Acta Polymerica*, 50: 317-326.
- Gengenbach T., Xie X., Chatelier R. and Griesser H.**, 1994, Evolution of the surface composition and topography of perfluorinated polymers following ammonia-plasma treatment, *Journal of Adhesion Science Technology*, 8: 305-328.
- Geyter N.D., Morent R., Leys C., Gengembre L. And Payen E.**, 2007, Treatment of polymer films with a dielectric barrier discharge in air,

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

helium and argon at medium pressure, *Surface & Coatings Technology*, 201: 7066–7075.

- Gheorghiu M., Arefi F., Amouroux J., Placinta G., Popa G. and Tatoulian M.**, 1997, Surface Cross Linking and Functionalization of Poly(ethylene terephthalate) in a Helium Discharge, *Plasma Sources Science and Technology*, 6: 8-19.
- Gray D., Mohindra V. and Sawin H.**, 1994, Redeposition Kinetics in Fluorocarbon Plasma Etching, *Journal of Vacuum Science and Technology A-Vacuum Surfaces and Films*, 12(2): 354-364.
- Gregorski K. and Pavlath A.**, 1980, Fabric Modification Using the Plasmod – The Effect of Extensive Treatment in Nitrogen and Oxygen Plasmas at Low Pressure. *Textile Research Journal*, 50: 42-46.
- Gröning P., Küttel O., Collaud-Coen M., Dietler G. and Schlapbach L.**, 1995, Interaction of Low-energy ions (< 10eV) with Polymethylemethacrylate during Plasma Treatment, *Applied Surface Science*, 89: 83-91.
- Grzegorz H., Urbanczyk W., Lipp-Symonowicz B. and Kowalska S.**, 1983, Influence of Low-Temperature Plasma on the Fine Structure and Dyeability of Polyester Fibers, *Melliand Textilberichte*, 64: 838-840.
- Gupta B., Hilborn J., Hollenstein C., Plummer J., Houriet R. and Xanthopoulos N.**, 2000, Surface Modification of Polyester Films by RF Plasma, *Journal of Applied Polymer Science*, 78: 1083-1091.
- Gupta B., Plummer C., Bisson I., Frey P. and Hilborn J.**, 2002, Plasma-Induced Graft Polymerization of Acrylic Acid onto Poly(ethylene terephthalate) Films: Characterization and Human Smooth Muscle Cell Growth on Grafted Films, *Biomaterials*, 23:863-871.
- Hamerli P., Weigel Th., Groth Th. and Paul D.**, 2003, Surface Properties of and Cell Adhesion onto Allylamine-Plasma-Coated Polyethyleneterephthalat Membranes, *Biomaterials*, 24:3989-3999.
- Hauser P. , Qiu Y. , Cuomo J. , Hankins O. , Bourham M. and McCord M.**, 2002, Team Participants A Novel Non-Aqueous Fabric Finishing Process, Annual Report.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Hautojärvi J. and Laaksonen S.**, 2000, On-Line Surface Modification of Polypropylene Fibers by Corona Treatment During Melt-Spinning. *Textile Research Journal*, 70(5): 391-396.
- Herrmann H., Henins I., Park J. and Selwyn G.**, 1999, Decontamination of Chemical and Biological Warfare (CBW) Agents Using an Atmospheric Pressure Plasma Jet (APPJ), *Physics of Plasmas*, 6: 2284-2289.
- Hesse, Thomas H. and Hocker H.**, 1995, Zero-AOX Shrinkproofing Treatment for Wool Top and Fabric, Part I: Glow Discharge Treatment. *Textile Research Journal*, 65, 355-361.
- Hinotsu T.**, 1985, Gamma Radiation-Induced Graft Copolymerization of N-Vinylpyrrolidone onto Polyester Fabric, *Textile Research Journal*, 55(15):320-323).
- Hochart F., De Jaeger R. and Levalois-Grützmaier J.**, 2003, Graft-Polymerization of A Hydrophobic Monomer Onto PAN Textile By Low-Pressure Plasma Treatments, *Surface Coatings Technology*, 165:201-210.
- Hocker H., Thomas H., Kusters A. and Herrling J.**, 1994, Dyeing of Plasma Treated Wool, *Melliand Textilberichte*, 75: 506-512.
- Hollander A., Wilken R. and Behnisch J.**, 1999, Subsurface Chemistry in the Plasma Treatment of Polymers, *Surface and Coatings Technology*, 116-119: 788-791.
- Hopkins J., Boyd R. and Badyal J.**, 1996, Plasma Fluorination versus Oxygenation of Polypropylene, *Journal of Physical Chemistry*, 100: 6755-6759.
- Hsieh Y.L., Timm D.A. and Wu M.**, 1989, Solvent and Glow Discharge Induced Surface Wetting ve Morphological Changes of Poly(ethylene Terephthalate) (PET), *Journal of Applied Polymer Science*, 1719-1737.
- Hu J., Yin C., Mao H.Q., Tamada K. and Knoll W.**, 2003, Functionalization of Poly(ethylene terephthalate) Film by Pulsed Plasma Deposition of maleic Anhydride, *Advanced Functional Materials*, 13(9):692-697.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Huang C.Y., Lu W.L. and Feng Y.C.,** 2003, Effect of Plasma Treatment on The AAc Grafting Percentage of High-Density Polyethylene, *Surface and Coatings Technology*, 167:1-10.
- Hudis M.,** 1972, Surface Cross-linking of Polyethylene Using Hydrogen Glow Discharge, *Journal of Applied Polymer Science*, 16: 2397-2415.
- Huntsman Technical Note,** 2004.
- Hwang Y., Qiu Y., Zhang C. and McCord M.,** 2002, Effect of Atmospheric Pressure Helium + Oxygen + Air Plasma Treatments on Aramid/epoxy Interfacial Bonding and Single Fiber Strength, *Composites Science and Technology*, Submitted.
- Hwang Y., Y. Qiu, C. Zhang, B. Jarrard, R. Stedeford, J. Tsai, Y. Park and M. McCord,** 2003, The Effects of Atmospheric Pressure Helium Plasma Treatment on Adhesion and Mechanical Properties of Aramid Fibers. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 17(6):847-860.
- Hwang Y.J.,** 2003, Characterization of Atmospheric Pressure Plasma Interactions With Textile/Polymer Substrates, Doctor Thesis, North Caroline State University, 168p (unpublished).
- Hwang Y.J., McCord M.G., An J.S., Kang B.C. and Park S.W.,** 2005, Effects of Helium Atmospheric Pressure Plasma Treatment on Low-Stress Mechanical Properties of Polypropylene Nonwoven Fabrics, *Textile Research Journal*, 75(11):771-778.
- Inagaki N. and Yasukawa Y.,** 1988, Improvement of Wicking Property of PET Fabrics by Plasma Polymerization of Nitro Compounds, *Sen'i Gakkaishi*, 44: 333-338.
- Inagaki N., Tasaka S. and Horikawa,** 1991, Durable, Hydrophilic Surface Modification of Polypropylene Films by Plasma Graft Polymerization of Glycidyl Methacrylate, *Polymer Bulletin*, 26:283-289.
- Inagaki N., Tasaka S. and Takami Y.,** 1990, Durable and Hydrophobic Surface Modification by Plasma Polymers Deposited from Acetone/Hexafluoroacetone, Ethylene/Hexafluoroacetone, and Ethane/Hexafluoroacetone Mixture, *Journal of Applied Polymer Science*, 41: 965-973.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Inagaki N., Tasaka S., Narushima K. and Teranishi K.,** 2002, Surface Modification of Poly(tetrafluoroethylene) with Pulsed Hydrogen Plasma, *Journal of Applied Polymer Science*, 83:340-348.
- Iriyama Y., Yasuda T., Cho D. and Yasuda H.,** 1990, Plasma Surface Treatment on Nylon Fabrics by Fluorocarbon Compounds, *Journal of Applied Polymer Science*, 39: 249-264.
- Jagur-Grodzinski J.,** 1997, Heterogenous Modification of Polymers: Matrix and Surface Reactions, John Wiley and Sons Ltd., Chichester, UK.
- Jiang S.Q., Yuen C.W.M., Tao X.M., Kan C.W. and Choi P.S.R.,** 2006, Low-temperature Plasma Treatment of Polyester fabric for Chemical Silver Plating, *Asteks Sempozyum*.
- Johnsen K., Kirkhorn S., Olafsen K., Redford K. and Stori A.,** 1996, Modification of Polyolefin Surfaces by Plasma-induced Grafting, *Journal of Applied Polymer Science*, 59: 1651-1657.
- Kabajev M., Prosyčevs I., Kazakevičiute G. and Valiene V.,** 2004, Plasma Modification of Structure and Some Properties of Polyethylene Terephthalate Films and Fibers, *Materials Science*, 10 (2):173-176.
- Kan C., Chan K. and Yeun C.,** 1998, Effect of Low Temperature Plasma, Chlorination, and Polymer Treatments and Their Combinations on Properties of Wool Fibers. *Textile Research Journal*, 68: 814-820.
- Kan C., Chan K., Yeun C. and Miao M.,** 1998, Plasma Modification on Wool Fiber: Effect on Dyeing Properties, *Journal of the Society of Dyers and Colourist*, 114: 61-65.
- Kan C., Chan K., Yuen C. and Miao M.,** 1999, Low Temperature Plasma on Wool Substrates: The Effect of the Nature of the Gas, *Textile Research Journal*, 69: 407-416.
- Kanazawa S., Kogoma M., Moriwaki T. and Okazaki S.,** 1988, Stable Glow Plasma at Atmospheric Pressure. *Journal of Physics D-Applied Physics*, 21: 838-840.
- Kang J.Y. and Sarmadi M.,** 2004, Textile Plasma Treatment Review-Natural Polymer-Based Textiles , *AATCC Review*, 28-32.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Kang, J.Y. and Sarmadi, M.**, 2004, Plasma Treatment of Textiles-Synthetic Polymer-Based Textiles, *AATCC Review*, 29-33.
- Kim J., Park H. and Hyun S.**, 2000, The Effects of Plasma Treatment on SiO₂ Aerogel Film Using Various Reactive (O₂, H₂, N₂) and Non-reactive (He, Ar) Gases, *Thin Solid Films*, 377-378: 525-529.
- Kim N.I., Kang H.M., Hong Y.T., Yoon T.H.**, 2002, Plasma Etching and Plasma Polymerization Coating of Carbon Fibers. Part 2. Characterization of Plasma Polymer Coated Carbon Fibers, *J. Adhesion Sci. Technology*, 16 (13), 1825-1838.
- Klenko Y., Píchal J. and Aubrecht L.**, 2006, Application of Dielectric Barrier Discharge for Treatment of Polyester Fabric, *Czechoslovak Journal of Physics*, 56:837-842.
- Kobayashi S., Wakida T., Niu S., Hazama S., Ito T. and Y Sasaki.**, 1995, The Effect of Sputter Etching on the Surface Characteristics of Dyed Aramide Fabrics, *Journal of the Society Dyers and Colourist*, 111: 72-76.
- Köhler L., Scaglione S., Flori D., Riga J. and Caudano R.**, 2001, Ability of a Gridless Ion Source to Functionalize Polypropylene Surfaces by Low-Energy (60-100 eV) Nitrogen Ion Bombardment. Effects of Ageing in Air and in Water, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, 185:267-275.
- Krump H., Hudec I., Jaššo M., Dayss E. and Luyt A.S.**, 2006, Physical-Morphological and Chemical Changes Leading to an Increase in Adhesion Between Plasma Treated Polyester Fibers and a Rubber Matrix, *Applied Surface Science*, 252:4264-4278.
- Krump H., Šimor M., Hudec I., Jasso M. and Luyt A.S.**, 2005, Adhesion Strength Study Between Plasma Treated Polyester Fibers and a Rubber Matrix, *Applied Surface Science*, 240:268-274.
- Kubota S. and Emori K.**, 1994, Abrasive Finishing of Cotton Fiber by Low Temperature Plasma. *Sen'i Gakkaishi*, 50: 57-62.
- Kuo C.**, 1999, The Study of Plasma Desizing, *Journal of China Textile Institute*, 9: 148-152.
- Kurdi J., Ardelean H., Marcus P., Jonnard P. and Arefi-Khonsari F.**, 2002, Adhesion Properties of Aluminium-Metallized/Ammonia Plasma-Treated Polypropylene Spectroscopic Analysis (XPS,

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- EXES) of the Aluminium/Polypropylene Interface, *Applied Surface Science*, 189:119-128.
- Kwon O., Tang S., Myung S.W., Lu N. and Choi H.S.**, 2005, Surface Characteristics of Polypropylene Film Treated by An Atmospheric Pressure Plasma, *Surface and Coatings Technology*, 192 (1):1-10.
- Lai J., Shih C. and Tsai S.**, 1991, Plasma Deposition Modified Nylon 6 Membranes for Hemodialysis, *Journal of Applied Polymer Science*, 43: 1431-1440.
- Lai J., Sunderland B., Xue J., Yan S., Zhao W., Folkard M., Michael B.D. and Wang Y.**, 2006, Study on Hydrophilicity of Polymer Surface Improved by Plasma Treatment, *Applied Surface Science*, 252, 3375-3379.
- Laroussi M.**, 1996, Sterilization of Contaminated Matter with an Atmospheric Pressure Plasma, *IEEE Transactions on Plasma Science*, 24(3): 1188-1191.
- Laroussi M., Saylor G., Glascock B., McCurdy B., Pearce M., Bright N., and Malott C.**, 1999, Images of Biological Samples Undergoing Sterilization by a Glow Discharge at Atmospheric Pressure, *IEEE Transactions on Plasma Science*, 27: 34-35.
- Le Q., Pireaux J. and Caudano R.**, 1997, XPS Study of the PET Film Surface Modified by CO₂ Plasma: Effects of the Plasma Parameters and Ageing, *Journal of Adhesion Science and Technology*, 11: 735-751.
- Lee H.R., Kim D. and Lee K.H.**, 2001, Anti-Reflective Coating for The Deep Coloring of PET Fabrics Using an Atmospheric Pressure Plasma Technique, *Surface and Coatings Technology*, 142-144:468-473.
- Lee K. and Pavlath A.**, 1972, Low Temperature Plasma Treatment of Wool. II. Effects of Variables on Shrinkage and Yarn Strength, *Journal of Polymer Science Part A:Polymer Chemistry*, 12: 2087-2090.
- Lerouge S., Wertheimer M., Marchand R., Tabrizian M. and Yahia L.**, 2000, Effect of Gas Composition on Spore Mortality and Etching

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- during Low- pressure Plasma Sterilization, *Journal of Biomedical Materials Research*, 51: 128-135.
- Liao J.D., Chen C., Wu Y.T. and Weng C.C.**, 2005, Hydrophilic Treatment of the Dyed Nylon-6 Fabric Using High-Density and Extensible Antenna-Coupling Microwave Plasma System, *Plasma Chemistry and Plasma Processing*, 25(3):255-273.
- Liu C.Z., Wu J.Q., Ren L.Q, Tong J., Li J.Q., Cui N., Brown N.M.D. and Meenan B.J.**, 2004, Comparative Study on the Effect of RF and DBD plasma Treatment on PTFE Surface Modification, *Materials Chemistry and Physics*, 85:340-346.
- Liu Y.C. and Lu D.N.**, 2006, Surface Energy and Wettability of Plasma-Treated Polyacrylonitrile Fibers, *Plasma Chem. Plasma Process*, 26:119-126.
- Lub J., Vroonhoven F. and Benninghoven A.**, 1989, The Interaction of Hydrogen and Ammonia Plasmas with Polymethacrylic Esters, Studies by Static Secondary Ions Mass Spectrometry, *Journal of Polymer Science Part A-Polymer Chemistry*, 27:4035-4049.
- Macoveanu M.M., Cazacu G. and Ioanid A.**, 1985, Grafting of Benzidine onto Binary Mixtures of Fabrics in Cold Plasma Conditions III, *Cellulose Chemistry and Technology*, 19:627-638.
- Mas A., H. Jaaba, and F. Schue**, 1996, Modification of Poly(3-hydroxybutyric acid)-co-(3-hydroxyvaleric acid) Film Surfaces in an Oxygen Low Pressure Plasma, *Macromolecular Chemistry and Physics*, 197: 2331-2341.
- Massines F. and G. Gouda**, 1998, A Comparison of Polypropylene-Surface Treatment by Filamentary, Homogeneous and Glow Discharges in Helium at Atmospheric Pressure, *Journal of Physics D-Applied Physics*, 31: 3411-3420.
- Matthews S.R.**, 2005, Plasma Aided Finishing of Textile Materials, Fiber and Polymer Science Programme, PhD Thesis, North Carolina State University, 139p.
- McCarulley J. and H. Goldberg**, 1994, Composition Depth Profiles of Plasma-Fluorinated Poly(ethylene terephthalate) Fibers. *Journal of Applied Polymer Science*, 53: 543-559.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- McCord M.G., Hinks D., Cuomo J. and Qiu Y.**, 1996, A Novel Non-Aqueous Fabric Finishing Process, *Charles Tomasino NCSU Research Project*, Washington D.C.
- McCord M.G., Hwang Y. J., Qiu Y., Hughes L. K. and Bourham M. A.**, 2003, Surface Analysis of Cotton Fabrics Fluorinated in Radio Frequency Plasma, *Journal of Applied Polymer Science*, 88 (8):2038-2047.
- McCord M.G., Hwang Y.J., Hauser P.J., Qiu Y., Cuomo J.J., Hankins O.E. and Bourham M.A.**, 2002, Modifying Nylon And Polypropylene Fabrics With Atmospheric Pressure Plasmas, *Textile Research Journal*, 72 (6), 491-498.
- Montie T., Kelly-Wintenberg K. and Roth J.**, 2000, An Overview of Research Using the One Atmosphere Uniform Glow Discharge Plasma (OAUGDP) for Sterilization of Surfaces and Materials. *IEEE Transactions on Plasma Science*, 28(1): 41-50.
- Moreau S., Moisan M., Tabrizian M., Barbeau J., Pelletier J., Ricard A. and Yahia L.**, 2000, Using the Flowing Afterglow of a Plasma to Inactivate Bacillus Subtilis Spores: Influence of the Operating Conditions, *Journal of Applied Physics*, 88: 1166-1174.
- Mukherjee, A.K. and Gupta B.D.**, 1985, Radiation-Induced Graft Copolymerization of Methacrylic Acid onto Polypropylene Fibers. I. Effect of Synthesis Conditions, *Journal of Applied Polymer Science*, 30:2643-2653.
- Muller M., Rieser T., Lunkwitz K., Berwald S., Meier-Haack J. and Jehnichen D.**, 1998, An In-situ ATR-FTIR Study on Polyelectrolyte Multilayer Assemblies on Solid Surfaces and Their Susceptibility to Fouling, *Macromolecular Rapid Communications*, 19: 333-336.
- Mutel B., Grimblot J., Dessaux O., Goudmand P.**, 2000, XPS Investigation of Nitrogen-Plasma Treated Polypropylene in a Reactor Coupled to the Spectrometer, *Surface and Interface Analysis*, 30, 401-406.
- Müller M., Reise T., Lunkwitz K., Berwald S., Meier-Haack J. and Jehnichen D.**, 1998, An In-Situ ATR-FTIR Study on Polyelectrolyte Multilayer Assemblies on Solid Surface and Their Susceptibility to Fouling, *Macromol. Rapid Commun.*, 19 (7):333-336.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Nakashima Y., Tahara M., Kimura H. and Takagishi T.,** 1998, Morphology on the Surface of Wool Fibers Treated with Glow Discharge Under Atmospheric Pressure, *Sen'iGakkaishi*, 54(10): 496-501.
- Nakayama Y., Soeda F., Ishitani A. and Ikegami T.,** 1991, Surface Analysis of Plasma-Treated Poly(ethylene terephthalate) Film, *Polymer Engineering and Science*, 31:812-817.
- Negulescu I., Despa S., Chen J. and Collier B.,** 2000, Characterizing Polyester Fabrics Treated in Electrical Discharges of Radio-Frequency Plasma, *Textile Research Journal*, 70: 1-7.
- Nemoz, G. and Sotton, M.,** 1994, New Surface Treatments and New Fiber: The Challenge to Satisfy New Requirements for Technical Textiles, *Journal of Coated Fabrics*, 24:138-151.
- Ngo H., Vojta S., Rohner J., Hankins O. and Bourham M.,** 1998, Design and Parameters Measurements of an Atmospheric Pressure Plasma, *25th IEEE-ICOPS*, Paper 3B03, p178.
- Novák I., Števiar M. And Chodák I.,** 2006, Surface Energy and Adhesive Properties of Polyamide 12 Modified by Barrier and Radio-Frequency Discharge Plasma, *Monatshefte für Chemie*, 137:943-952.
- Nörenberg R., Duris T. and Winter D.,** 2005, New Opportunities for Polyolefins, *Technical Textiles*, 2:110-111.
- Oktem T., Ayhan H., . Seventekin N and Piskin E.,** 1999, Modification of Polyester Fabrics by in situ Plasma or Post-plasma Polymerisation of Acrylic Acid, *Journal of the Society Dyers and Colourist*, 115: 274-279.
- Oktem T., Seventekin N., Ayhan H. and Pişkin E.,** 2000, Modification of Polyester and Polyamid Fabrics by Different in Situ Plasma Polymerization Methods, *Turk Journal Chemistry*, 24:275-285.
- Okuna T., Yasuda T. and Yasuda H.,** 1992, Effect of Crystallinity of PET and Nylon 66 Fibers on Plasma Etching and Dyeability Characteristics, *Textile Research Journal*, 62(8):474-480.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Opwis K., Bahners T., Schollmeyer E., Geschewski A., Thomas H. and Höcker H.**, 2002, Effect Penetration of Physical Processes for Modifying Textile Substrates, *Technical Textiles*, 25:145-147.
- Padhye, M.R. , Bhat, N.V., and Mittal, P.K.**, 1976, Electron Microscopical Study of Plasma-Etched Polymers, *Textile Res. J.*, 46, 502-507.
- Pappas D., Bujanda A., Demaree J.D., Hirvonen J.K., Kosik W., Jensen R. and McKnight S.**, 2006, Surface Modification of Polyamide Fibers and Films Using Atmospheric Plasmas, *Surface & Coating Technology*, 201:4384-4388.
- Park J., Kim J. and Song S.**, 1996, Surface Modification of Polyester Fabric by Plasma Polymerization of Acrylic Acid in the Presence of Oxygen, *Journal of Korean Fiber Society*, 33: 790-797.
- Park S. and Jin J.**, 2001, Effect of Corona Discharge Treatment on the Dyeability of Low-Density Polyethylene Film, *Journal of Colloid and Interface Science*, 236: 155-160.
- Park S.C., Koh S.K. and Pae K.D.**, 1998, Effects of Surface Modification by Ar⁺ Irradiation on Wettability of Surfaces of PET Films, *Polym.Eng. and Sci.*, 38(7), 1185.
- Paynter R.**, 2002, Angle-resolved XPS Study of the Effect of X-radiation on the Aging of Polystyrene Exposed to an Oxygen/Argon Plasma. *Surface and Interface Analysis*, 33: 14-22.
- physics.nist.gov
- Placinta G., Arefi-khonsari F., Gheorghiu M., Amouroux J. and Popa G.**, 1997, Surface Properties and the Stability of Poly(ethylene Terephthalate) Films Treated in Plasmas in Helium-Oxygen Mixture, *Journal of Applied Polymer Science*, 66: 1367-1375.
- Poletti G., Orsini F., Riccardi C., Raffaele-Addamo A. and Barni A.**, 2003, Atomic force Microscopy of Cold-Plasma_treated Poly(ethyleneterephthalate) Textiles, *Surfaca and Interface Analysis*, 35:410-412.
- Poncin-Epaillard F., Vallon S. and Drevillon B.**, 1997, Illustration of Surface Crosslinking of Different Polymers Treated in Argon Plasma, *Macromolecular Chemistry and Physics*, 198:2439-2456.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

public.lanl.gov/alp/plasma/ubiquitous.html

Puydt Y.D., Bertrend P., Novis Y., Caudano R., Feyder G. and Lutgen P., 1989, Surface Analysis of Corona-Treated Poly(ethylene terephthalate), *British Polymer Journal*, 21:141-146.

Raffale-Addama A., Selli E., Barni R., Riccardi C., Orsini F., Poletti G., Meda L., Massafra M.R. and Marcandalli B., 2006, Cold Plasma-Induced Modification of the Dyeing Properties of Poly(ethylene terephthalate) Fibers, *Applied Surface Science*, 252:2265-2275.

Ráhel' J, Šimor M., Černak M., Štefečka M., Imahori Y. and Kando M., 2003, Hydrophilization of Polypropylene Nonwoven Fabric Using Surface Barrier Discharge, *Surface And Coatings Technology*, 169-170:604-608.

Raje C. R., Gurjar R.M. and Kawlekar S.R., 2004, Low Temperature Plasma Treatment of Cotton Fabrics, *Colourage*, 39-42.

Rakowski W., 1989, Plasma Modification of Wool under Industrial Conditions, *Melliand Textilberichte*, 70(10): 780-785 (E334-337).

Rakowski W., 1997, Plasma Treatment of Wool Today: Part 1- Fibre Properties, Spinning and Shrinkproofing, *Journal of the Society of Dyers and Colourist*, 113 (9): 250-255.

Rakowski W., Okoniewski M., Bartos K. and Zawadzki J., 1982, Plasma Treatment of Textiles-Potential Applications and Future Prospects, *Melliand Textilberichte*, 63: 307-313.

Retzko I., Friedrich J., Lippitz A. and Unger W., 2001, Chemical Analysis of Plasma-Polymerized Films: The Application of X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS), X-ray Absorption Spectroscopy (NEXAFS) and Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), *Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena*, 121: 111-129.

Riccardi C., Barni R., Selli E., Mazzone G., Massafra M. R., Marcandalli B. and Poletti G., 2003, Surface Modification of Poly(ethylene terephthalate) Fibers Induced by Radio Frequency Air Plasma Treatment, *Applied Surface Science*, 211:386-397.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Riekerink M., Terlingen J., Engbers H. and Feijen J.,** 1999, Selective Etching of Semicrystalline Polymers: CF₄ Gas Plasma Treatment of Poly(ethylene), *Langmuir*, 15: 4847-4856.
- Roger L. Clough and Shalaby W. Shalaby, E.,** 1996, Irradiation of Polymers: Fundamentals and Technological Applications, American Chemical Society, Washington, p433.
- Roth J.,** 2001, Industrial Plasma Engineering, Volume II, Applications to Nonthermal Plasma Processing, (Bristol: Institute of Physics Publishing), Philadelphia, ISBN 0-7503-0545-2.
- Roth J., Sherman D., Gadri R., Karakaya F., Chen Z., Montie T., Kelly-Wintenberg K. and Tsai P.,** 2000, A Remote Exposure Reactor (RER) for Plasma Processing and Sterilization by Plasma Active Species at One Atmosphere, *IEEE Transactions on Plasma Science*, 28: 56-63.
- Roth J.R. and Bonds T.A.,** 2006, The Application of a One Atmosphere Uniform Glow Discharge Plasma (OAUGDP) to Roll-to-Roll Surface Energy Enhancement and Plasma Chemical Vapor Deposition (PCVD) on Films and Fabrics, *15th Annual TANDEC Conferences*.
- Rybkin V., Maximov A., Gorberg B., Titov V.,** 1997, Plasma Technology and Equipment for the Modification of Textiles and Polymer Films, *Textile Symposium for Technical Textiles and Textile Reinforced Materials*, 10-17.
- Ryu J. and Wakida T.,** 1991, Effect of Corona Discharge on the Surface of Wool and Its Application to Printing, *Textile Research Journal*, 61(10), 595-601.
- Ryu J., Dai J., Koo K. and Wakida T.,** 1992, The Effect of Sputter Etching on the Surface Characteristics of Black-Dyed Polyamide Fabrics. *Journal of the Society Dyers and Colourist*, 108: 278-282.
- Sakudo N., Mizutani D., Ohmura Y., Endo H., Yoneda R., Ikenaga N. and Takikawa H.,** 2003, Surface Modification of PET Film by Plasma-Based Ion Implantation, *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., B Beam Interact. Mater. Atoms*, 206:687.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Sarmadi A., Ying T. and Denes F.**, 1993, Surface Modification of Polypropylene Fabrics by Acrylonitrile Cold Plasma, *Textile Research Journal*, 63: 697-705.
- Sarmadi M. and Kwon Y.**, 1993, Improved Water Repellency and Surface Dyeing of Polyester Fabrics by Plasma Treatment, *Textile Chemist and Colorist*, 25: 33-40.
- Sarmadi M., Denes A. and Denes F.**, 1996, Improved Dyeing Properties of SiCl₄ (ST)- Plasma Treated Polyester Fabrics, *Textile Chemist and Colorist*, 28: 17-22.
- Sawada Y., Ogawa S. and Kogoma M.**, 1995, Synthesis of Plasma-Polymerized Tetraethoxysilane and Hexamethyldisiloxane Films Prepared by Atmospheric Pressure Glow Discharge, *Journal of Physics D-Applied Physics*, 28: 1661-1669.
- Seto F., Muraoka Y., Sakamoto N., Kishida A. and Akashi M.**, 1999, Surface Modification of Synthetic Fiber Nonwoven Fabrics With Poly(Acrylic Acid) Chains Prepared by Corona Discharge Induced Grafting, *Makromolekulare Chemie*, 266:56-62.
- Seventekin, N.**, 1980, Greffage Photochimique De L'acide Acrylique Sur Les Fibres De Polyester En Vue De Leur Conferer Une Hydrophilite Permanente Aux Lavages Repetes (Doktora Tezi), L'Universite De Haute Alsace Et L'Universite Louise Pasteur De Strasbourg.
- Seventekin N.**, 2003, Kimyasal Lifler, *Ege Üniversitesi Yayınları*, İzmir, 130p.
- Shenton M.J., Stevens G.C., Wright N.P., Duan X.**, 2002, Chemical-Surface Modification of Polymers Using Atmospheric Pressure Nonequilibrium Plasmas and Comparisons with Vacuum Plasmas, *Journal of Polymer Science: Part A: Polymer Chemistry*, 40, 95-109.
- Shi L.**, 2000, An Approach Using CF₄/CH₄ Plasma-Induced Surface Modification to Impart Flame Retardancy to Polypropylene, *Journal of Polymer Engineering*, 20, 313-328.
- Shi L.**, 2000, Characterization of the Flame Retardancy of EVA Copolymer by Plasma Grafting of Acrylic Acid, *European Polymer Journal*, 36: 2611-2651.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Shi L.S., Wang L.Y., Wang Y.N.**, 2006, The Investigation of Argon Plasma Surface Modification to Polyethylene: Quantitative ATR-FTIR Spectroscopic Analysis, *European Polymer Journal*, 42:1625-1633.
- Shin Y., Son K. and Yoo D.I.**, 2007, Functional Finishing by Using Atmospheric Pressure Plasma: Grafting of PET Nonwoven Fabric, *Journal of Applied Polymer Science*, 103, 3655-3659
- Shin Y., Son K., Yoo D., Hudson S., McCord M., Matthews S. and Whang Y.J.**, 2006, Functional Finishing of Nonwoven fabrics. I. Accessibility of Surface Modified PET Spunbond by Atmospheric Pressure He/O₂ Plasma Treatment, *Journal Applied Polymer Science*, 100:4306-4310.
- Shishoo, R.**, 1996, Plasma Treatment-Industrial Application and Its Impact on the C&L Industry, *Journal of Coated Fabrics*, 26:26-35.
- Shmack G., Dutschk V. and Pisanova E.**, 2000, Modification of Polyamide Fibres to Improve Their Biocompatibility, *Fibre Chemistry*, 32 (1), 48-54.
- Simionescu C., Denes F., Macoveanu M. and Negulescu I.**, 1984, Surface Modification and Grafting of Natural and Synthetic Fibers and Fabrics under Cold Plasma Conditions, *Makromolekulare Chemie Supplement*, 8: 17-36.
- Simionescu C., Denes F., Macoveanu M., Cazacu G., Totolin M., Percec S. and Balaur D.**, 1980, Grafting of Rayon Fabrics with Phosphorus Containing Polymers in Cold Plasma in order to Obtain Flame-Retardant Materials. *Cellulose Chemistry and Technology*, 14: 869-883.
- Šimor M., Ráhel J., Černak M., Imahori Y., Štefečka M. and Kando M.**, 2003, Atmospheric-pressure Plasma Treatment of Polyester Nonwoven fabrics for Electroless Plating, *Surface and Coatings Technology*, 172: 1-6.
- Šimor M., Ráhel J., Kováčik D., Zahoranová A., Mazúr M., Černak M.**, 2002, Atmospheric-Pressure Plasma treatment of Nonwovens Using Surface Dielectric Barrier Discharge, *Proc.of 12th Ann. Int. TANDEC Nonwovens Conference (Univ. of Tennessee, Knoxville, November 19-21)*, 62.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Šíra M., Trunec D., Štáhel P., Buršíková V., Navrátil Z., Buršík J.,** 2005, Surface Modification of Polyethylene and Polypropylene in Atmospheric Pressure Glow Discharge, *Journal of Physics D: Applied Physics*, 38, 621-627.
- Soloshenko I., Tsiolko V., Khomich V., Shchedrin A., Ryabtsev A., Bazhenov V. and Mikhno I.,** 2000, Sterilization of Medical Products in Low-pressure Glow Discharges, *Plasma Physics Reports*, 26: 792-800.
- Štáhel P., Janča J. and Subedi D.P.,** 2002, Surface Modification of Non-Fabricated Polypropylene Textile in Low-Temperature Plasma at atmospheric Pressure, *Czech. J. Phys.*, 52:750-754.
- Štefečka M., Kando M., Černák M., Korzec D., Finantu-Dinu E.G., Dinu G.L. and Engemann J.,** 2003, Spatial Distribution Of Surface Treatment Efficiency in Coplanar Barrier Discharge Operated with Oxygen-Nitrogen Gas Mixtures, *Surface Coatings and Technology*, 174-175:553-558.
- Stone R. and Barrett J.,** 1962, U.S.D.A. Study Reveals Interesting Effects of Gas Plasma Radiation on Cotton Yarn, *Textile Bulletin*, 1: 65-69.
- Stoykov S., Eggs C. and Kortshagen U.,** 2001, Plasma Chemistry and Growth of Nanosized Particles in a C₂H₂ RF Discharge, *Journal of Physics D-Applied Physics*, 34: 2160-2173.
- Sun D. and Stylos G. K.,** 2004, Effect of Low Temperature Plasma Treatment on the Scouring and Dyeing of Natural Fabrics, *Textile Research Journal*, 74(9), 751-756.
- Süzer S., Argun A., Vatansever O. and Aral O.,** 1999, XPS and Water Contact Angle Measurement on Aged and Corona-Treated PP, *Journal of Applied Polymer Science*, 74, 1846-1850
- Tamai T., Ichinose N., Kawanishi S. and Mizuno K.,** 2000, Photochemical Oxygenation and Cross-Linking of Poly(4 trimethylsilylmethylstyrene) Thin Film by UV Irradiation, *Macromolecules*, 33: 2881-2886.
- Thorsen W. and Landwehr R.,** 1970, A Corona Discharge Method of Producing Shrink-Resistant Wool and Mohair, Part III: A Pilot-Scale Top Treatment Reactor, *TextileResearch Journal*, 40(8): 688-695.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Thorsen W.**, 1968, A Corona Discharge Method of Producing Shrink-Resistant Wool and Mohair, Part II: Effects of Temperature, Chlorine Gas and Moisture, *Textile Research Journal*, 38(6): 644-650.
- Thorsen W.**, 1971, Improvement of Cotton Spinnability, Strength, and Adhesion Resistance by Corona Treatment, *Textile Research Journal*, 41(5): 455-458.
- Tomasino C., Cuomo J., Smith C. and Oehrlein G.**, 1995, Plasma Treatments of Textiles, *Journal of Coated Fabrics*, 25: 115-127.
- Toufik M., Mas A., Shkinev V., Nechaev A., Elharfi A. and Schue F.**, 2002, Improvement of performances of PET track membranes by Plasma treatment, *European Polymer Journal*, 38(2):203-209.
- tr.wikipedia.org/wiki/Ozon
- Tran T.D., Mori S. and Suzuki M.**, 2007, Plasma Modification of Polyacrylonitrile Ultrafiltration Membrane, *Thin Solid Films*, 515:4148-4152
- Tsai P., Roth J.R., Chen W.W.**, 2005, Strength, Surface Energy, and Ageing of Meltblown and Electrospun Nylon and Polyurethane (PU) Fabrics Treated by a One Atmosphere Uniform Glow Discharge Plasma (OAUGDP), *Textile Research Journal*, 12, 819-825.
- Tsai P., Wadsworth L. and Roth J.**, 1997, Surface Modification of Fabrics Using a One-Atmosphere Glow Discharge Plasma to Improve Fabric Wettability, *Textile Research Journal*, 67(5): 359-369.
- Upadhyay D.J., Cui N.Y., Anderson C.A. and Brown N.M.D.**, 2004, A Comparative Study of The Surface Activation of Polyamides Using An Ar Dielectric Barrier Discharge, *Colloids And Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, 248:47-56.
- Verschuren J. and Kiekens P.**, 2001, Plasma Technology For Textiles: Where Are We?, *IXth International Textile and Apparel Symposium*, Turkey.
- Verschuren J., Herzele P.V., Clerck K.D. and Kiekens P.**, 2005, Influence of Fiber Surface Purity on Wicking Properties of Needle-Punched Nonwoven After Oxygen Plasma Treatment, *Textile Research Journal*, 437-441.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Vohrer U., Müller M. and Oehr C.,** 1998, Glow-discharge Treatment for the Modification of Textiles, *Surface and Coatings Technology*, 98: 1128-1131.
- Wakida T. and Tokino S.,** 1996, *Indian J. Fiber Text. Res.*, 21 (1), 69-79.
- Wakida T., Cho S., Tokino S. and Lee M.,** 1998, Effect of Low Temperature Plasma Treatment on Color of Wool And Nylon 6 Fabrics Dyed with Natural Dyes, *Textile Research Journal*, 68 (11):848-853.
- Wakida T., Lee M., Niu S., Kobayashi S. and Ogasawara S.,** 1994, Microscopic Observation of Cross-Section of Dyed Wool and Nylon 6 Fibers after Treatment with Low-Temperature Plasma, *Sen'i Gakkaishi*, 50: 421-423.
- Wakida T., Lee M., Sato Y., Ogasawara S., Ge Y. and Niu S.,** 1996, Dyeing Properties of Oxygen Low-Temperature Plasma-Treated Wool and Nylon 6 Fibers with Acid and Basic Dyes, *Journal of the Society Dyers and Colourist*, 112: 233-236.
- Wakida T., Takeda K., Tanaka I. and Takagishi T.,** 1989, Free Radicals in Cellulose Fibers Treated in Low Temperature Plasma, *Textile Research Journal*, 59: 49-53.
- Wakida T., Tokino S., Niu S., Kawamura H., Sato Y. and Lee M.,** 1993, Surface Characteristics of Wool and Poly(ethylene Terephthalate) Fabrics and Film Treated with Low-Temperature Plasma under Atmospheric Pressure, *Textile Research Journal*, 63(8): 433-438.
- Wakida T., Tokino S., Niu S., Lee M., Uchiyama H. and Kaneko M.,** 1993, Dyeing Properties of Wool Treated with Low-Temperature Plasma Under Atmospheric Pressure, *Textile Research Journal*, 63: 438-442.
- Ward T., Jung H., Hinojosa O. and Benerito R.,** 1979, Characterization and Use of Radio Frequency Plasma-Activated Natural Polymers, *Journal of Applied Polymer Science*, 23:1987-2003.
- Ward T.L. and Benerito R.R.,** 1982, Modification of Cotton by Radiofrequency Plasma of Amonia, *Textile Research Journal*, 52(4):256-263.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Wei Q.F.**, 2004, Surface Characterization of Plasma-Treated Polypropylene Fibers, *Materials Characterization* , 52, 231-235.
- Wertheimer M. and Schreiber H.**, 1981, Surface Property Modification of Aromatic Polyamides by Microwave Plasmas, *Journal of Applied Polymer Science*, 26: 2087-2096.
- Wilken R., Hollander A. and Behnisch J.**, 1999, Surface Radical Analysis on Plasma-treated Polymers, *Surface and Coatings Technology*, 116-119: 991-995.
- Wilson D., Williams R. and Pond R.**, 2001, Plasma Modification of PTFE Surfaces Part I: Surfaces Immediately Following Plasma Treatment, *Surface and Interface Analysis*, 31: 385-396.
- Wong K., Tao X., Yuen C. and Yeung K.**, 2000, Effect of Plasma and Subsequent Enzymatic Treatments on Linen Fabrics, *Journal of the Society of Dyers and Colourist*, 116: 208-214.
- Wrobel A., Kryszewski M., Rakowski W., Okoniewski M. and Kubacki Z.**, 1978, Effect of Plasma Treatment on Surface Structure and Properties of Polyester Fabric, *Polymer*, 19: 908-912.
- Wu S., Sheu G. and Shyu S.**, 1996, Kevlar Fiber-Epoxy Adhesion and Its Effect on Composite Mechanical and Fracture Properties by Plasma and Chemical Treatment, *Journal of Applied Polymer Science*, 62, 1347-1360.
- Wu S., Xing J., Zheng C., Xu G., Zheng G. and Xu J.**, 1997, Plasma Modification of Aromatic Polyamide Reverse Osmosis Composite Membrane Surface, *Journal of Applied Polymer Science*, 64:1923-1926.

www.angelfire.com/ns/adem/boyanmasi.html

www.chemguide.co.uk/organicprops/amides/polyamides.html#top

www.chemguide.co.uk/organicprops/esters/polyesters.html#top

www.combust.com.au/plastic/polyol.html

www.elmhurst.edu/~chm/onlcourse/chm110/outlines/topic5.html

www.elmhurst.edu/~chm/onlcourse/chm110/outlines/topic5.html

www.engr.utk.edu/mse/pages/Textiles/Polyester%20fiber.html

www.engr.utk.edu/mse/pages/Textiles/Polyester%20fiber.html

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- www.fusion-magnetique.cea.fr/gb/fusion/physique/plasma.html
- www.htpunitx.com
- www.ipfdd.de/research/res42/res42.html
- www.ipfdd.de/research/res42/res42.html
- www.ipfdd.de/research/res42/res42.html
- www.kolzer.it/files/vacuum_plasma_systems_brochure_2005.pdf,
- www.lib.ncsu.edu/theses/available/etd-06222005-131351/unrestricted/etd.pdf
- www.lpdlabservices.co.uk/analytical_techniques/surface_analysis/xps.php
- www.meteor.gov.tr/2005/sorular/ozon20/ozon20soru.htm
- www.phi.com/techniques/xps.html
- www.plasmod.com/ma02008.htm
- www.polyplas.de
- www.sando.co.jp
- www.shermantreaters.co.uk/acrobat/probinder10.pdf
- www.srrb.noaa.gov/UV/
- www.tft.csiro.au/research/pdf/UV%20Technology%20-%20Application%20in%20the%20Textile%20Industry.pdf
- www.tut.fi/units/ms/teva/plasmafab/results6.html
- www.uni-regensburg.de/Fakultaeten/nat_Fak_IV/Organische_Chemie/Didaktik/Keusch/D-Dyeing_vat-e.html

Xie X., Gengenbach T. and Griesser H., 1992, Changes in wettability with time of plasma-modified perfluorinated polymers, *Journal of Adhesion Science Technology*, 6:1411-1431.

Xu J.Z., Tian C.M., Ma Z.G., Gao M., Guo H.Z. and Yao Z.H., 2001, Study on the Thermal Behaviour and Flammability of the Modified Polyacrylonitrile Fibers, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, (63):501-506.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Yasuda H. and Marsh H.**, 1997, ESCA Study of Polymer Surfaces Treated by Plasma, *Journal of Applied Polymer Science*, 15: 991-1019.
- Yasuda H., Lamaze C. and Sakaoku K.**, 1973, Effect of Electrodeless Glow Discharge on Polymers, *Journal of Applied Polymer Science*, 17: 137-152.
- Yasuda H., Sharma A. and Yasuda T.**, 1981, Effect of Orientation and Mobility of Polymer Molecules at Surfaces on Contact Angle and Its Hysteresis, *Journal of Polymer Science-Polymer Physics Edition* 19, 1285-1291.
- Yasuda T., Okuno T. and Yoshida K.**, 1986, On the Ablation of Poly(ethyleneterephthalate) Fiber by Air Plasma, *Sen'i Gakkaishi*, 42:11-17.
- Yasuda T., Okuno T., Yoshida K. and Yasuda H.**, 1988, A Study of Surface Dynamics of Polymers. II. Investigation by Plasma Surface Implantation of Fluorine-Containing Moieties. *Journal of Polymer Science Part B-Polymer Physics*, 26: 1781-1794.
- Yip J., Chan K., Sin K. and Lau K.**, 2002, Study of Physico-chemical Surface Treatments on Dyeing Properties of Polyamides. Part 1: Effect of Tetrafluoromethane Low Temperature Plasma, *Coloration Technology*, 118: 26-30.
- Yip J., Chan K., Sin K.M. and Lau K.S.**, 2002, Low Temperature Plasma-Treated Nylon Fabrics, *Journal of Materials Processing Technology*, 123:5-12.
- Yip J., Chan K., Sin K.M., Lau K.S.**, 2006, Formation of Periodic Structure by Surface Treatments of Polyamide Fiber Part II: Low Temperature Plasma Treatment, *Applied Surface Science*, 253, 2493-2497.
- Yip J., Chan K., Sin K.M. ve Lau K.S.**, 2002, UV Excimer Laser Modification on Polyamide Materials: Effect on The Dyeing Properties, *Materials Research Innovations*, 6:73, 73-78.
- Yoon N., Lim Y., Tahara M. and Takagishi T.**, 1996, Mechanical and Dyeing Properties of Wool and Cotton Fabrics Treated with Low Temperature Plasma and Enzymes, *Textile Research Journal*, 66: 329-336.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Youngblood J. and McCarthy T.**, 2001, Plasma Polymerization Using Solid Phase Polymer Reactants (Non-classical Sputtering of Polymers), *Thin Solid Films*, 382: 95-100.
- Yun Y.I., Kim K.S., Uhm S., Khatua B.B., Cho K., Kim J.K. and Park C.E.**, 2004, Aging Behavior of Oxygen Plasma-Treated Polypropylene With Different Crystallinities, *Journal of Adhesion Science Technology*, 18(11):1279-1291.
- Zang H., Rembold M., and Wang J.**, 1993, Characterization of Surface Properties of Plasma-Polymerized Fluorinated Hydrocarbon Layers: Surface Stability as a Requirement for Permanent Water Repellency, *Journal of Applied Polymer Science*, 49: 701-710.
- Zeng X., Liu Y., Wang X., Yin W., Wang L. and Guo H.**, 2002, Preparation of Nanocrystalline PbTiO₃ by Accelerated Sol-Gel Process, *Mater. Chem. Phys.*, 77:209.;
- Zhang D., Sun Q., Zhao R. and Wadsworth L.C.**, 2000, Dyeing PET and PP Nonwovens Using Water Soluble Dyes, *Textile Chemist and Colorist&American Dyestuff Reporter*, 32 (10):32-36.
- Zhang J.**, 1997, The Surface Characterization of Mulberry Silk Grafted with Acrylamide by Plasma Copolymerization, *Journal of Applied Polymer Science*, 64: 1713-1717.
- Zhang J., Khong K.T. and Kang E.T.**, 2000, Surface Passivation of Nylon-6,6 Films by Graft Copolymerization for Reducing of Moisture Sorption, *Journal of Applied Polymer Science*, 78, 1366-1373.
- Zhang W., Chu P.K., Ji J., Zhang Y., Liu X., Fu R.K.Y., Ha P.C.T., Yan Q.**, 2006, Plasma Surface Modification of Poly Vinyl Chloride For Improvement of Antibacterial Properties, *Biomaterials*, 27:44-51.
- Zhao R., Wadsworth L.C., Zhang D. and Sun Q.**, 2003, Plasma Treatment Effects on Dyeing Properties and Surface Characteristics of PET Spunbond Fiber, *AATCC*, 21-25.
- Zubaidi and Hirotsu T.**, 1996, Graft Polymerization of Hydrophilic Monomers onto Textile Fibers Treated by Glow Discharge Plasma, *Journal of Applied Polymer Science*, 61:1579-1584.

ÖZGEÇMİŞ

25.06.1978 yılında İzmir’de doğdu. İlköğretimini İzmir’de tamamladı. Ortaokulu İzmir Gültepe Ortaokulu’nda; liseyi, İzmir Namık Kemal Lisesi’nde tamamladıktan sonra Afyon Kocatepe Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü’nde eğitimine başladı. Tekstil Mühendisliği eğitimini 1999 yılında tamamlayarak Bölüm 2’si olarak mezun oldu. 1998-1999 yılları arasında yarı zamanlı ve mezun olduktan sonra tam zamanlı olarak Arslan Tekstil San. Tic. Ltd. Şti.’de Tekstil Mühendisi olarak çalıştı. 09. 10. 1999 tarihinde Afyon Kocatepe Üniversitesi’nde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. Yüksek Lisans eğitimine 2000 yılında Dokuz Eylül Üniversitesinde başladı. 1 yıl İngilizce hazırlık okudu. Yüksek Mühendislik eğitimini 2004 yılında Afyon Kocatepe Üniversitesi’nde tamamladı. Doktora eğitimine Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü’nde başlamıştır.

1999-2007 tarihleri arasında Afyon Kocatepe Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü’nde, 2007’den bu yana Uşak Üniversitesi Tekstil Mühendisliği bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.