

**TEKSTİL YÜZEYLERİNİN FİZİKSEL
MODİFİKASYONU İÇİN PLC TABANLI
OTOMASYON SİSTEMİ**

Yüksek Lisans Tezi

Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği

Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hafız ALİSOY

2019

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TEKSTİL YÜZEYLERİNİN FİZİKSEL MODİFİKASYONU İÇİN PLC TABANLI
OTOMASYON SİSTEMİ**

Oğuzhan DÜZGÜN

ELEKTRONİK VE HABERLEŞME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: PROF. DR. HAFIZ ALİSOY

TEKİRDAĞ-2019

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Hafız ALİSOY danışmanlığında, Oğuzhan DÜZGÜN tarafından hazırlanan “TEKSTİL YÜZEYLERİNİN FİZİKSEL MODİFİKASYONU İÇİN PLC TABANLI OTOMASYON SİSTEMİ” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof. Dr. Pelin GÜRKAN ÜNAL

İmza :

Üye : Prof. Dr. Hafız ALİSOY

İmza :

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Korhan CENGİZ

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TEKSTİL YÜZEYLERİNİN FİZİKSEL MODİFİKASYONU İÇİN PLC TABANLI OTOMASYON SİSTEMİ

Oğuzhan DÜZGÜN

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Hafız ALİSOY

Bu çalışmada, farklı gaz ortamlarında (oksijen, argon ve azot) gerçekleştirilen korona boşalmasının, viskon ve polyester tip elyaf kullanılarak üretilen dokusuz tekstilin fiziksel özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Deşarj, bir diyafram elektrot konfigürasyonu kullanılarak üretilmiş olup, burada 0.1 x 4 x 32.5 mm'lik (H x W x L) dar yarıklar 26 mm karşılıklı mesafedeki iki elektrot arasına yerleştirilmiştir. Elektrotlar, çift dönen kıvrılcım aralığına bağlı olarak darbeli bir HV güç kaynağına bağlanmıştır. Bu çalışmanın birinci bölümünde, viskon ve polyester elyafli tekstilin sarım kalitesini arttırmak için havasız ortam deşarjı kullanılmıştır. Havasız plazma işleminin mukavemet ve sarım davranışı üzerindeki etkileri, su temas açısı ölçümleri ve çarpma zamanı ölçümleri kullanılarak tanımlanmıştır. Yaşlanma etkisi de incelenmiştir. Yüzey modifikasyonu işlemi argon, oksijen ve azot gazlarının ayrı zamanlarda havasız kabine deşarjı ile korona boşalmasına maruz bırakılarak oluşturulmaktadır. Sonuçlar için numuneler mukavemet, hava geçirgenliği, buhar geçirgenliği, renk ölçümü ve boncuklanma testlerine tabi tutulmuştur. Deneyler sonucunda korona boşalmasına maruz bırakılmış kumaş numunelerinin mukavemet, hava ve buhar geçirgenliği özelliklerine etkisi olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Dokusuz, Viskon, Polyester, Yüzey Modifikasyonu, Korona Boşalması

2019 , 80 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

PLC BASED AUTOMATION SYSTEM FOR PHYSICAL MODIFICATION OF TEXTILE SURFACES

Oğuzhan DÜZGÜN

Tekirdağ Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Electronics and Communication Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Hafız ALİSOY

In this study, the use of non-woven textiles produced with viscose and polyester fibers as a method of corona discharge in the airless environment using oxygen, argon and nitrogen gases is investigated. The discharge was produced using a diaphragm electrode configuration, where the narrow slits of 0.1 x 4 x 32.5 mm (H x W x L) were placed between two electrodes at a mutual distance of 26 mm. The electrodes were connected to a pulsed HV power source depending on the double rotating spark gap. In the first part of this study, airless discharge is used to increase the winding quality of viscose and polyester fiber textiles. The effects of airless plasma processing on strength and winding behavior are defined using water contact angle measurements and impact time measurements. The effect of aging has also been investigated. The surface modification process is generated by exposing argon, oxygen and nitrogen gases to corona discharge by discharging the airless cabinet at different times. The samples were subjected to strength, air permeability, vapor permeability, color measurement and pilling tests for the results. As a result of the experiments, it was found that the fabric samples subjected to corona discharge had an effect on the strength, air and vapor permeability properties.

Keywords: Nonwoven, Viscose, Polyester, Surface Modification, Corona Discharge

2019 , 80 pages

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÖNSÖZ	viii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
3. TEORİK ÇALIŞMALAR	5
3.1. Dokusuz Kumaşlar Üzerinde Plazma İşlem Etkileri	5
3.2. Dokusuz Kumaşların Adhezyon Özellikleri	6
3.3. Dokusuz Kumaşların Yüzey Özelliklerinin Modifikasyon Yöntemleri	7
3.3.1 Fiziksel Yöntemler	7
3.3.1.1 Korona Boşalması	7
3.3.1.2 Isıl İşlemler	13
3.3.1.3 Plazmalar	13
3.3.1.4 Elektron Bombardımanı	14
3.3.1.5 İyon Bombardımanı	15
3.3.1.6 Direk İmplantasyon	15
3.3.1.7 Ozon	15
3.3.2 Kimyasal Yöntemler	16
3.4. Dokusuz Kumaşlar İçin Plazma Sistemleri	18
3.4.1 Düşük Basıncılı Elektrik Boşalmasının Dokusuz Kumaşlar Üzerine Uygulamaları	20
3.4.2. Vakum Çemberinde Gerçekleşen Sürekli Plazma Prosesleri	20
3.4.3. Atmosferik Basıncılı Elektrik Boşalmasının Dokusuz Kumaşlara Etkisi	22
4. DENEYSEL UYGULAMA ÇALIŞMASI	24
4.1. Materyal	24
4.1.1. PLC (Programmable Logic Controller)	24
4.1.2. Mesafe Sensörü	28
4.1.3. Mekanik Malzemeler	29
4.1.4. Kumaşlar	32
4.2. Kullanılan Cihazlar, Makineler ve Metodlar	32
4.3. Yöntem	32
4.4. Plazma İşlemleri	33
4.4.1. Azot, Oksijen ve Argon Ortamındaki Plazma İşlemleri	35
4.5. Değerlendirmede Kullanılan Yöntemler	36
4.5.1. Mukavemet Ölçümü	36
4.5.2. Hava Geçirgenliği Testi	37
4.5.3. Buhar Geçirgenliği Testi	38
4.5.4. Renk Ölçümü	39
4.5.5. Boncuklanma Testi	42
5. BULGULAR VE İRDELEME	43
5.1. Mukavemet Testi Sonuçları	46
5.1.1. Argon Uygulanmış Kumaşlarla Yapılan Çalışmalar	47
5.1.2. Oksijen Uygulanmış Kumaşlarla Yapılan Çalışmalar	47

5.1.3. Azot Uygulanmış Kumaşlarla Yapılan Çalışmalar	47
5.2. Hava Geçirgenliği Testi Sonuçları	48
5.2.1. Argon Uygulaması İle Hava Geçirgenliği Testi	48
5.2.2. Oksijen Uygulaması İle Hava Geçirgenliği Testi	49
5.2.3. Azot Uygulaması İle Hava Geçirgenliği Testi	50
5.3. Buhar Geçirgenliği Testi Sonuçları	51
5.3.1. Argon Uygulaması İle Buhar Geçirgenliği Testi	51
5.3.2. Oksijen Uygulaması İle Buhar Geçirgenliği Testi	53
5.3.3. Azot Uygulaması İle Buhar Geçirgenliği Testi	56
5.4. Renk Ölçümü Testi Sonuçları	59
5.5. Boncuklanma Testi Sonuçları	60
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	62
7. KAYNAKLAR	64
EKLER	66
ÖZGEÇMİŞ	80

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.1 : Çalışmada kullanılan dokusuz kumaşların özellikleri	32
Çizelge 4.2 : Çalışmada kullanılan cihazlar, makineler ve methodlar	32
Çizelge 4.3 : Boyama işleminde kullanılan kimyasallar ve kullanım miktarları	40
Çizelge 4.4 : Redüktif yıkamada kullanılan kimyasallar ve kullanım miktarları	41
Çizelge 5.1 : Argon uygulamalı hava geçirgenliği test sonuçları çizelgesi	48
Çizelge 5.2 : Oksijen uygulamalı hava geçirgenliği test sonuçları çizelgesi	49
Çizelge 5.3 : Azot uygulamalı hava geçirgenliği test sonuçları çizelgesi	50
Çizelge 5.4 : Argon uygulamalı buhar geçirgenliği test sonuçları çizelgesi	51
Çizelge 5.5 : Oksijen uygulamalı buhar geçirgenliği test sonuçları çizelgesi	54
Çizelge 5.6 : Azot uygulamalı buhar geçirgenliği test sonuçları çizelgesi	56
Çizelge 5.7 : %100 Polyester kumaşın boyama sonrası k/s ve $c_{iel} \cdot a \cdot b$ değerleri	60
Çizelge 5.8 : Boncuklanma testi sonuç çizelgesi	61

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1 : Maddenin dört hali	5
Şekil 3.2 : Cassie Bexter ve Wenzel Sıvı-Katı Temas Modeli	7
Şekil 3.3 : Hidrofilik ve Hidrofobik Yüzeyler.....	7
Şekil 3.4 : Pozitif Gerilim Polaritesinde Alan Yükü Birikmesi Sonucu Elektrik Alanın Distorsiyonu	10
Şekil 3.5 : Negatif Voltaj Polaritesinde Alan Yükü Birikmesi Sonucu Elektrik Alanın Distorsiyonu	10
Şekil 3.6 : Yüzey Oksidasyon İşlemi	13
Şekil 3.7 : Elektron Bombardımanı	14
Şekil 3.8 : Ozon Oluşumu	16
Şekil 3.9 : Bradley Tarafından Önerilen Sürekli Aşılama Plazma Sistemi.....	21
Şekil 3.10 : Yarı Sürekli Vakum Plazma Sistemi	22
Şekil 3.11 : Korona Deşarjı	23
Şekil 3.12 : Plazma ve Korona Arasındaki Görsel Farklılık	23
Şekil 4.1 : PLC Ünitesi	24
Şekil 4.2 : PLC Çalışma Mekanizması	25
Şekil 4.3 : Opto-kuplör Devresi	26
Şekil 4.4 : PLC Haberleşme Protokolleri	27
Şekil 4.5 : Sensörlerin Akım Gerilim Dönüşümü	28
Şekil 4.6 : Bağımsız Silindir	29
Şekil 4.7 : Redüktöre Bağlı Silindir	29
Şekil 4.8 : Silindir Yatağı	30
Şekil 4.9 : Makine Yan Sacları	30
Şekil 4.10 : Köşebentler	30
Şekil 4.11 : Makine Kafes Sistemi	31
Şekil 4.12 : Makine Tekerlekleri	31
Şekil 4.13 : Makine Solid Çizimi	33
Şekil 4.14 : Makine Uygulama Görseli	33
Şekil 4.15 : İğne Elektrot Düzenegi	34
Şekil 4.16 : Elektrot Sisteminin Yüksekliğini Ayarlayan HMI Panel	35
Şekil 4.17 : Plazma Sisteminin Elektronik Devre Şeması Gösterimi	35
Şekil 4.18 : Zwick Roell Mukavemet Ölçüm Cihazı	37
Şekil 4.19 : Textest Hava Geçirgenliği Ölçüm Cihazı	38
Şekil 4.20 : Buhar Geçirgenliği Ölçüm Metodu	39
Şekil 4.21. : Dispersiyon boyama grafiği	40
Şekil 4.22.: Redüktif yıkama grafiği	41
Şekil 4.23. : Boncuklanma Test Numuneleri	42
Şekil 5.1 : İşlem Görmemiş %100 Polyester Kumaş Numunesi SEM Görüntüsü	43
Şekil 5.2 : Argon Uygulamalı %100 Polyester Kumaş Numunesi SEM Görüntüsü	43
Şekil 5.3 : Azot Uygulamalı %100 Polyester Kumaş Numunesi SEM Görüntüsü	44
Şekil 5.4 : Oksijen Uygulamalı %100 Polyester Kumaş Numunesi SEM Görüntüsü	44
Şekil 5.5 : İşlem Görmemiş %100 Polyester Kumaş Numunesi FTIR Analizi	45
Şekil 5.6 : Argon Uygulamalı %100 Polyester Kumaş Numunesi FTIR Analizi	45
Şekil 5.7 : Boyuna Mukavemet Sonuç Grafiği	46
Şekil 5.8 : Enine Mukavemet Sonuç Grafiği	46
Şekil 5.9 : Argon Uygulaması ile Hava Geçirgenliği Test Sonuçları Grafiği	48

Şekil 5.10 : Oksijen Uygulaması ile Hava Geçirgenliği Test Sonuçları Grafiği	49
Şekil 5.11 : Azot Uygulaması ile Hava Geçirgenliği Test Sonuçları Grafiği	50
Şekil 5.12 : Argon Uygulamalı %30 Viskon %70 Polyester Kumaşın Buhar Geçirgenliği Testi Sonuçlarını Gösteren Grafik	52
Şekil 5.13 : Argon Uygulamalı %50 Viskon %50 Polyester Kumaşın Buhar Geçirgenliği Testi Sonuçlarını Gösteren Grafik	52
Şekil 5.14 : Argon Uygulamalı %100 Polyester Kumaşın Buhar Geçirgenliği Testi Sonuçlarını Gösteren Grafik	53
Şekil 5.15 : Oksijen Uygulamalı %30 Viskon %70 Polyester Kumaşın Buhar Geçirgenliği Testi Sonuçlarını Gösteren Grafik	54
Şekil 5.16 : Oksijen Uygulamalı %50 Viskon %50 Polyester Kumaşın Buhar Geçirgenliği Testi Sonuçlarını Gösteren Grafik	55
Şekil 5.17 : Oksijen Uygulamalı %100 Polyester Kumaşın Buhar Geçirgenliği Testi Sonuçlarını Gösteren Grafik	55
Şekil 5.18 : Azot Uygulamalı %30 Viskon %70 Polyester Kumaşın Buhar Geçirgenliği Testi Sonuçlarını Gösteren Grafik	57
Şekil 5.19 : Azot Uygulamalı %50 Viskon %50 Polyester Kumaşın Buhar Geçirgenliği Testi Sonuçlarını Gösteren Grafik	57
Şekil 5.20 : Azot Uygulamalı %100 Polyester Kumaşın Buhar Geçirgenliği Testi Sonuçlarını Gösteren Grafik	58
Şekil 5.21 : İşlemsiz ve İşlem Görmüş Kumaş Numunelerine Ait Su Buharı Geçirgenliği Eğim Grafiği	59
Şekil 5.22 : %50 Viskon %50 Polyester Numune Kumaşın Boncuklanma Durumu	61
Şekil 5.23 : %100 Polyester Numune Kumaşın Boncuklanma Durumu	61

ÖNSÖZ

Tezimin konusunun belirlenmesi ve çalışmanın yürütülmesinde yardımlarını ve bilgisini esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Sayın Hafız ALİSOY'a teşekkür ederim. Tez içeriğinde yapılan uygulama ve testlerle ilgili paylaşmış olduğu bilgi ve deneyimleri için Prof. Dr. Sayın Pelin GÜRKAN ÜNAL'a teşekkürü borç bilirim. Bu çalışma Fibertex Nonwovens Tekstil Sanayi ve İhracat A.Ş. Genel Müdürü Sayın Kemal SAY tarafından desteklenmiştir. Maddi ve manevi desteği için kendilerine teşekkür ederim. Çalışmamda bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan tekstil mühendisi Sayın Zilola TILLAKHODJAYEVA'ya teşekkür ederim. Tezin tümünde desteklerini esirgemeyen, bugünlere gelmemde emeği bulunan Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölüm Başkanı Doç Dr. Sayın Zekeriya AYDIN'a ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2019

Oğuzhan Düzgün
Elektrik Elektronik Mühendisi

1. GİRİŞ

Dokusuz kumaşlar bir tür tekstil sanayisi ürünü olmakla birlikte daha çok teknik tekstil olarak adlandırılmaktadırlar. Bu tip kumaşların bazıları yüksek basınçlı su jeti teknolojisi ile üretilirken bir kısmı da iğneleme yöntemi ile üretilebilmektedir. Dokusuz kumaşlar günümüzde birçok tekstil sanayisinde, hijyen sektöründe, otomotiv sektöründe, yapı sektöründe, mobilya sektöründe kullanılmakta ve bu sektörlerde geniş bir yer edinmektedir.

Dokusuz kumaşların içeriğinde farklı elyaf içerikleri kullanılabilir. Bunlar polyester, pamuk, viskon, polipropilen gibi elyaf çeşitleri olabilir. Bu liflerin kendi hammadde özelliklerinden kaynaklı fiziksel ve kimyasal özellikleri bulunmaktadır. Dokusuz kumaşların üretilme sırası bu liflerin tek başlarına veya diğer liflerle harmanlanması, taranması, kat yapılması, bağlama işlemi, kurutma ve sarma işlemlerinden oluşmaktadır.

Dokusuz kumaşlarda istenilen birçok farklı özellik olabilmektedir. Bunlardan bazıları emicilik özelliğinin fazla veya az olması, hava geçirgenliğinin fazla veya az olması, uzama mukavemetinin fazla veya az olması, boyanabilirliğinin ve renk verilebilme özelliğinin durumu, keçeleşme veya yüzey aşımına dayanımlı olabilmesi gibi özellikler olabilmektedir. Örneğin, makyaj temizleme pedleri veya çocuk bezlerinin iç yüzeylerinde kullanılan dokusuz kumaşların emicilik özelliğinin fazla olması istenmekte iken, aynı ürünün yapı sektörü için kullanılması durumunda ise uzama mukavemetinin fazla olması beklenmektedir. Diğer bir örnekle, otomobillerde kullanılan hava filtrelerindeki dokusuz kumaşların hava geçirgenliği önem arz etmekte iken, yine otomobillerin iç döşeme kaplamasında kullanılan dokusuz kumaşlarda keçeleşme durumunun önemi göz önünde bulundurulmaktadır.

Dokuma veya dokusuz tip kumaşların yüzey özelliklerinin değiştirilmesinde farklı yöntemler mevcuttur. Bu yöntemler fiziksel ve kimyasal yöntemler olarak iki kısımda incelenebilir. Fiziksel yöntemlerden bazıları korona boşalması, ısı işlem uygulamaları, plazmalar, elektron bombardımanı, iyon bombardımanı, direk implantasyon ve ozon olarak söylenebilir. Kimyasal yöntemler ise aşı polimerizasyonu, konveksiyonel işlemler ve difüzyon işlemleri olarak sıralanabilir.

Bu çalışmada, elektriksel boşalmalar etkisine maruz kalan dokusuz kumaşların elektrofiziksel özelliklerinin modifikasyonu üzerine testler yapılmış ve sonuçları incelenmiştir. Elektriksel boşalma olarak da adlandırılabilen korona boşalması olayı bu çalışmanın temel prensibini oluşturmaktadır. Korona boşalması ile birlikte argon, oksijen ve azot gazlarına maruz bırakılan ortam iyonizasyonunun maksimum düzeyde sağlanması da amaçlanmıştır.

Çalışmanın yapılabilmesi için bir makine düzeneği hazırlanmıştır. Bu düzenek, havasız ortam sağlanması için kabin, kumaş numunelerinin hareketi için tasarlanmış rulo silindirler, PLC (Programmable Logic Controller) kumandalı iğne elektrot sistemi, rulo dönüş hızının ayarlanabilmesi için kullanılan sürücü, ortamda negatif basınç oluşturmak için kullanılan vakum jeneratörü, argon, oksijen ve azot tüpleri, yüksek gerilim cihazı ve akım gerilim değişimlerini izlemek için kullanılan osiloskop ana birimlerinden oluşmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, rulolara takılan kumaş numunelerinin ortam havasızlığı sağlanıp yüksek voltajla korona boşalmasını oluşturduktan sonra sırası ile gazları elektrot uçlarına sevk ederek yüzey modifikasyonunun sağlanmasıdır.

Uygulanan yüzey modifikasyonu işlemi sonucunda numunelerdeki mukavemet, hava geçirgenliği, buhar geçirgenliği, renk verimi ve boncuklanma durumları incelenmiştir. Sonuçta, modifikasyon işleminin mukavemet, hava ve buhar geçirgenliği fiziksel özellikleri üzerine etki ettiği gözlemlenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Karahan (2007) yapmış olduğu çalışmada, atmosferik plazmanın pamuklu ve yünlü kumaşlara olan etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda, atmosferik plazmanın ham pamuklu kumaşların yüzeyinde aşınma etkisi ile hidrofilitenin, kapilaritenin, yüzey enerjisinin, yüzey sürtünme katsayısının artmasını sağlarken, mukavemette önemli azalmaya neden olmadığını tespit etmiştir. Kopma mukavemetinin ham kumaşlar için düştüğü görülmüştür. Kumaşlardaki boncuklanmanın yükseldiği, ısıl direncin düştüğü, buhar geçirgenliğinin yükseldiği, hava geçirgenliğinin ise düştüğü tespit edilmiştir.

Erdoğan (2008) yapmış olduğu araştırmada, jeotekstil malzemeler üzerine çalışmıştır. Bu çalışmada ürün değerlerini ve hammaddenin mekanik durumunu kullanmak suretiyle oluşturmuş olduğu teorik modelde stapel polipropilen elyafın iğneleme yöntemi baz alınmıştır. Akabinde elverişli bir sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak yüksek genişlikli çekim testini baz almıştır. Ortaya çıkan bu yöntemin çözüme kavuşturulmasında polipropilen elyafların ve numune kumaşların gerilme-uzama oran eğilimleri ve sabit değerlerini baz alan farklı yaklaşımlarda bulunmuştur. Elde edilen veriler sonucunda, farklı 2 yöntemin numune kumaşlardaki yüksek genişliğe sahip çekim testindeki gerilim sonuçlarının birbirine yakın olduğu sonucuna varılmıştır.

Korpayev (2016) yapmış olduğu araştırmada, etilendiamin ile modifikasyonu sağlanmış glisidil metakrilat kimyasallarına maruz bırakılmış dokunmamış pamuk içerikli tekstil malzemeleri ile ilgili aşı polimerizasyonu kimyasal yöntemini kullanmıştır. En uygun plazma koşullarını bulabilmek için gaz, basınç, güç ve uygulanma süresi üzerine çalışılmıştır. Bu çalışmada plazma yapılan ortamda hava ve argon gazı kullanılmıştır. 0.2, 0.4, 0.6 mbar değerlerinde 3 farklı basınçta deney yapılmış olup, basınç düşümüne bağlı olarak dokunmamış kumaş üzerindeki radikal yoğunluklarının arttığı görülmüştür. Bu artış ESR spektroskopisi tekniği ile tespit edilmiştir. İşlemdaki güç değerleri üzerinde değişiklikler yapılarak numuneler plazmaya maruz bırakılmış olup güç artışı ile elektron yoğunluğu ve aşılama derecelerinin arttığı sonucuna varılmıştır.

Valipour (2014) yapmış olduğu araştırmada, polyester içerikli numune kumaşın yüzeyine ayrı olarak belirlenmiş glerde bir elektriksel boşalma şekli olan korona plazma işlemi uygulanmıştır. Bu elektriksel boşalmalara maruz kalmış numune kumaşların farklı fiziksel özellikleri üzerine araştırma yapılmıştır. Bunlardan bazıları mukavemet, kütle değişimi, yüzey değişimi ve ıslak kalma sresidir. Bu işlemin sonucunda elektriksel boşalmaya maruz kalmış polyester içerikli tekstil numunelerinin kalınlık özelliğinde küçük değişiklikler tespit edilmiştir. Yine aynı işlemin sonucu olarak polyester içerikli numune kumaşların ıslak kalma sresinde azalma eğilimi olduğu görülmüştür.

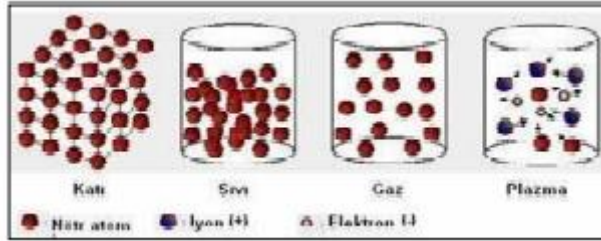
Neagoe (2011) yapmış olduğu çalışmada, polipropilen dokusuz tekstilin yüzey işlem yöntemi olarak su altı deşarjının kullanımını incelemiştir. PP tekstilin ıslanabilirliğini arttırmak için su altı diyafram deşarjı kullanılmıştır. Sualtı plazma işleminin ıslatma ve su adsorpsiyon davranışı üzerindeki etkileri, su temas açısı ölçümleri ve çarpma zamanı ölçümleri kullanılarak tanımlanmıştır. Yaşlanma etkisi de ayrıca incelenmiştir. Plazma kimyasal aktivitesinin zeltillerdeki işlemlerin seçiciliği ile birleştirilmesi olasılığının sudaki deşarjların bir avantajı olduğu savına varılmıştır.

Alisoy (2005) yapmış olduğu çalışmada, SF₆ + N₂ ortamındaki benzer yüzey aktif PS, PET ve PI dielektrik polimerlerin etkili yüzey yük yoğunluğu ve yüzey temas açısının ölçümünü araştırmaktadır. Bu bağlamda her üç polimer tipinin 2 numaralı numunesi, SF₆+N₂ ortamında özdeş koşullar altında kızıdırma deşarjına tabi tutulmuştur. Yüzey yük yoğunluğu sırasıyla PI, PS ve PET için 17.47, 14.72, ve 19.82 nC / cm olarak belirlenmiştir. Başlangıç yüzey yük yoğunluğunun, izotermal koşullar altında salındıktan sonra her üç dielektrik türü için zamanla değiştiği gözlenmiştir. Kızıdırma deşarjına tabi tutulan numunenin her iki yüzeyinin ortalama yüzey ıslatma açısı, etalon numunelerine kıyasla adezyon kuvvetinin arttığını göstermiştir.

3. TEORİK ÇALIŞMALAR

3.1. Dokusuz Kumaşlar Üzerinde Plazma İşlem Etkileri

Katı maddelerin, sıvı hale geçiş işlemi sabit basınç altında sıcaklığın artırılması esasına dayanarak oluşmakta olup, aynı işlemin devam etmesi sonucunda gaz fazına geçiş olmaktadır. Sıcaklığın yükselmesi ile gaz molekülleri serbest hareketlerinden dolayı farklı doğrultulara hareket ederek gaz atomlarının oluşması sağlanmaktadır. Sıcaklığın ilerleyen boyutlara ulaşması sonucunda serbest haldeki gaz atomlarından elektronlar ayrılmakta ve maddenin 4. Fazı olarak tanımlanan plazmanın oluşmasını sağlamaktadırlar. Şekil 3.1’de sıcaklık artışına bağlı olarak maddenin faz değişim sırası görülmektedir (Karahana 2007).



Şekil 3.1. Maddenin dört fazı (Karahana, 2007)

Plazma, içeriğinde serbest radikaller, atomlar, elektronlar, moleküller, fotonlar ve iyonlar bulunan uyarılmış gaz halidir. Uyarılmış durumda bulunan elektronların içerdiği negatif yükler yaklaşık olarak eşit olduğu söylenebilir (Kan 2007, Cornelius 2009, Seventekin 2008, Chan 1994, Kan 2000).

Plazmaların sınıflandırılması, öncelikli olarak üretim yöntemine göre olmaktadır. Diğer yandan plazmanın eldesi için gerekli olan sıcaklık ile basınç parametrelerine ve iyonlaşma ile parçacık yoğunluğuna göre sınıflandırılabilir.(Kan ve Yuen 2007, Seventekin ve Özdoğan 2008).

Plazmaların sınıflandırmasında, sıcaklık durumuna göre sıcak veya soğuk olma durumu; basınç durumuna göre de atmosferik veya vakumlu ortamdaki plazma durumu olarak belirtilmesi mümkündür. Temelde, korona deşarjı, glow deşarj ve dielektrik bariyer deşarjı olmak üzere farklı 3 plazma metodu kullanılmaktadır. Metotlardan bir tanesi olan glow deşarjının gaz basıncı, voltaj ve frekans değerleri sırasıyla 0.1 – 10 MPa ,0.4 – 8.0 kV ve 0 –

2.45 GHz değerlerine sahip olup, bu metot elektromanyetik alanda üretilenlerin en eskisi olması ile öne çıkmaktadır. Elektrik boşalması olarak adlandırılan korona deşarjında ise; yüksek gerilime sahip (>15 kV) ve 20 – 40 GHz frekans değeri arasındaki elektromanyetik alanda üretilmektedir (Kan ve Yuen 2007, Seventekin ve Özdoğan 2008).

Uygulanan işlemin parametre değerleri(gazın fiziksel ve kimyasal özelliği, uygulanan güç ve basınç, malzeme özelliği), ışıklı boşalma süresi, maruz bırakılan cihazın etkisi, reaktörün temizliği plazma işlemine etki eden faktörler olarak söylenebilir (Karahan 2007, Seventekin ve Özdoğan 2008, Rakowski 1997).

Plazma durumuna maruz bırakılmış ortamda, eşit yüklü iyonlar, moleküller ve atomlardan oluşan gaz moleküllerinin aynı zamanda birbirleri ile reaksiyona girmeleri beklenmektedir (Cornelius 2009). Plazma işleminin malzeme ile buluşması, plazmada oluşan türlerin enerjilerini doğrudan malzemeye aktarması; yüzey üzerinde bulunan bazı bağların kopmasına, radikallerin oluşmasına ve dolayısıyla yüzey özelliklerinin değişmesine neden olmaktadır. Oluşan bu değişim malzemenin temel özelliklerinde herhangi bir değişime neden olmamaktadır. Plazma işlem uygulamasının sonucu olarak yüzey enerji durumu, sürtünme katsayısı, su emiciliği, adhezyonu ve dış ortam etkilerinden arınma derecesi artabilmektedir. Bu özelliklerin değişimine bağlı olarak kirlerin yüzeyde tutunması, alevlenme direnci ve antimikrobiyel özelliklerin oluşması sağlanabilmektedir. (Karahan 2007, Shenton ve Steves 2001).

Malzemelerin fiziksel özelliklerinde oluşan değişimlerin incelenmesi ve sonuçlandırılmasında farklı analiz metotları kullanılmaktadır. Bu çalışmada numunelere SEM ve FTIR analizleri yapılmış olup görüntüleri tez içeriğine eklenmiştir.

3.2. Dokusuz Kumaşların Adhezyon Özellikleri

“Adhezyon” yani “Yapışma”, iki malzeme arasındaki birbirine yapışmasını sağlayan çekim kuvvetidir. Sıvı ile katının teması ile ilgili Şekil 3.2’de de gösterilen iki modele bakıldığında; Lee ve Owens (2011) tarafından bildirildiği üzere Cassie-Baxter modeline göre; pürüzlerin arasındaki hava boşluklarının serbest enerjisi sıvının yüzeye temas ettiğinden daha düşük olduğunda sıvı yüzeyin en tepe noktasında durur. Bu durumda, temas sadece tepe noktalarında olacağından, tepeler arasındaki boşluklarla temas azalacaktır. Toplam temas

yüzeyi azalacağından, aynı kimyasal yapıdaki kumaşlarda pürüzlülük artışıyla beraber sıvının yüzeyle temas açısı artmakta ve adezyon kuvveti azalmaktadır. Wenzel rejimine göre ise; temas edilen yüzey alanında artış meydana geleceğinden aynı kimyasal yapıdaki kumaşlarda temas açısı azalmakta ve adezyon artmaktadır (Lee ve Owens 2011).



Şekil 3.2. Cassie Bexter ve Wenzel Sıvı-Katı Temas Modeli (Lee ve Owens, 2011)

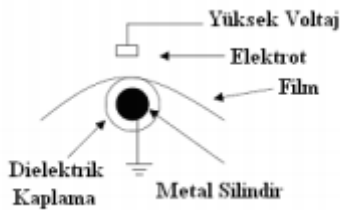
3.3. Dokusuz Kumaşların Yüzey Özelliklerinin Modifikasyon Yöntemleri

3.3.1 Fiziksel Yöntemler

Son yıllardaki fizikokimyasal yöntemlerin hem ticari hem de uygunluk anlamında öneminin artması ve bunun sonucunda hammadde özelliklerinin modifikasyonunda klasik yaş işlemlerin yerine geçebilmesi için çalışmaların yoğunlaşması kimyasal yöntemlerin dezavantajlarının fazla olmasındandır. Isıl işlemler, elektron ve iyon bombardımanları, plazmalar, ozon ve korona boşalması fizikokimyasal yöntemlere verilebilecek örneklerdendir. (Matthews 2005).

3.3.1.1 Korona Boşalması

Yüklü halde bulunan ince teller veya noktasal alanlardaki iyonlaşma sonucu yüksek enerjili elektromanyetik alanların oluşması korona boşalması olarak adlandırılır (Garbassi Mora ve Occhiello 1998).



Şekil 3.3. Korona Boşalmasında Yüzey Radikallerinin Oluşumu

Gerçekte iyonlaşmanın etkisi ile iyonlar ve elektronlar oluşur, bu yüzden korona boşalması gerçek bir plazma olamamaktadır. Boşalma esnasında açığa çıkan enerji iyonlaşma durumu göstermeyen atom ve moleküllerin uyarılmasında yeterli olabilmektedir. Yüzey radikalleri, elektriksel boşalma sonucundaki iyonlar, elektronlar, uyarılmış nötr türler ve fotonların polimer tabanlı yüzey ile reaksiyona girmesi sonucu oluşmaktadır (Şekil3.3). Oluşturulan radikaller devamında yüzey üzerinde etkin bir fizikokimyasal modifikasyonun ortaya çıkmasını sağlayan fonksiyonel grupları meydana getirerek yeniden düzenlenmektedir. Bu işlemin dezavantajları arasında uniform olması, yüzeyde küçük deliklerin oluşması korona boşalmasının dezavantajları arasında sayılabilmektedir.

Bu işlem sonucu uniform etkilerin ortaya çıkmamasının asıl sebepleri, iyon ve elektron enerjilerindeki farklılıklar ve her birinin dağınık bir halde olmasıdır. Oluşan küçük elektrik arkları (korona darbeleri) yüzey üzerinde bölgesel olarak ısı artışına ve bunun sonucunda ise yüzeydeki oyukların oluşmasına sebep olmaktadır (Chan 1994, Verschur ve Kiekens).

Korona boşalmasının matematiksel ifadeleri aşağıdaki eşitliklerde verilmektedir.

Elektriksel Alan

Elektriksel çalışmaların büyük bir bölümünün içeriği elektriksel alan teoremine dayanmaktadır. Korona boşalması işleminde de elektriksel alan hesaplamasına ihtiyaç duyulmaktadır. Elektriksel alan hesaplaması için Maxwell'in elektriksel alan teoremi ve Gauss'un elektrik yasası hesaplamaları kullanılmaktadır. Şöyle ki;

$$\nabla \cdot \epsilon \mathbf{E} = \rho \quad (3.1)$$

Burada ρ alan yük yoğunluğunu ϵ dielektrik geçirgenliğini ifade etmektedir. Elektrik alan \mathbf{E} aşağıdaki eşitlikte ifade edildiği üzere skaler elektrik potansiyeli olan ϕ ' nin gradyanı olarak tanımlanmaktadır.

$$\mathbf{E} = -\nabla \phi \quad (3.2)$$

(3.1) ve (3.2) nolu denklemleri birlikte düşündüğümüzde, Poisson's eşitliği aşağıdaki gibi yazılabilmektedir;

$$\nabla (\epsilon_0 \epsilon_r \nabla \phi) = -\rho \quad (3.3)$$

Burada ϵ_0 boş alan geçirgenliğini, ϵ_r bağıl geçirgenliği, ρ ise boşaltma alanı içerisinde yer alan yüklerin yoğunluğunu ifade etmektedir.

Yüzey Yükü

Yüzey yükü korona boşalmasında alt ve üst elektrotlar arasındaki yüklenme sonucu oluşan yük yoğunluğunu ifade etmektedir. Yüzey yük yoğunluğu belirlenmiş bir A alanında bulunan yük yoğunluğu olarak ifade edilmektedir.

$$\sigma = q/A \quad (3.4)$$

Dielektrik bir malzeme yüzeyler arasına yerleştirildiğinde bir arayüz oluşumu gerçekleşmektedir. Yüzeydeki yük birikme oranı, aşağıdaki eşitlikte belirtildiği üzere pozitif ve negatif yüklerin akısına bağlıdır.

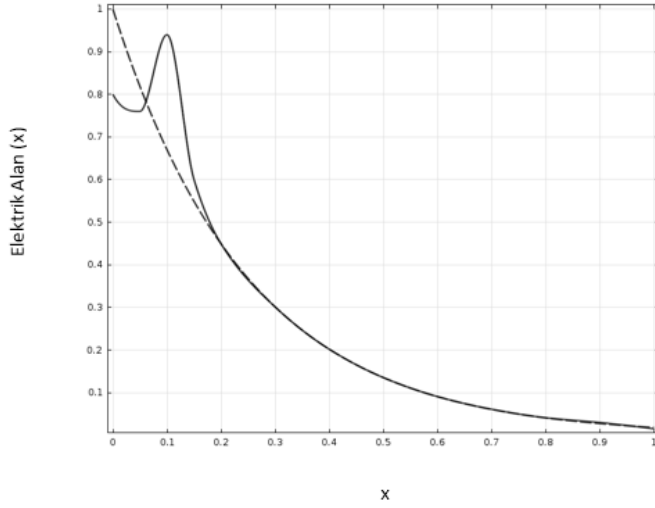
$$\partial \sigma / \partial t = q(|\Gamma_p| - |\Gamma_n|) \quad (3.5)$$

Burada q temel yükü, Γ_p ve Γ_n ise ilgili yüklü parçacıkların akısını ifade etmektedir. Yüzeydeki elektronların ve iyonların anında bir araya geldiği ve nötr parçacıkların sınırdan emildiği, dolayısıyla sadece yüzeyde yük bıraktığı varsayılabilir.

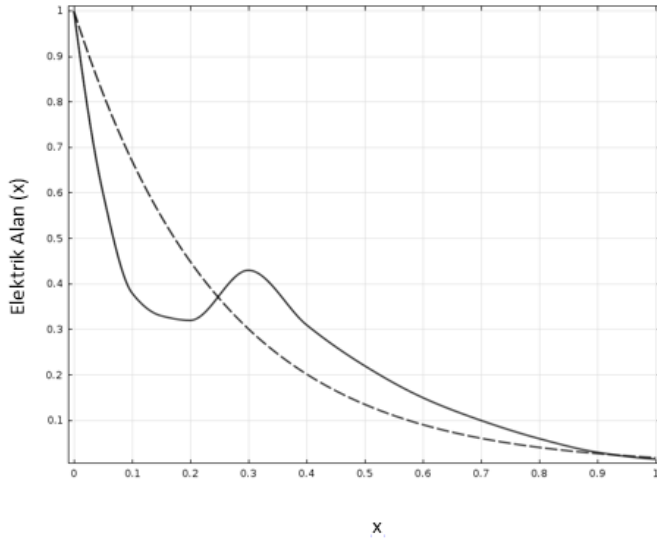
Yüzey yükleri elektrik alanını etkiler. Alan yüküyle birlikte, Poisson denkleminin sağ tarafına da yüzey yükü ilave edilebilir. Bu nedenle, yüzey yükünün birikmesi, özellikle malzemenin nüfuz etmediği dielektriklerde düşük frekans uygulamasında büyük ilgi görmektedir. Bu gibi durumlarda, yükler ters yönde yerinden çıkmadan önce birikmek için yeterli zamana sahiptirler ve bu nedenle gaz-katı ara yüzünde yerel alan kuvvetini oldukça fazla düzeyde etkileyebilirler.

Alan Yüğü Oluşumu

Korona boşalması sırasında gaz bölgesinde alan yükünün birikimi sürekli devam eden bir süreç şeklindedir. Alan yükünün birikmesi, elektrik alanın gaz içinde nasıl dağıldığını önemli ölçüde etkiler ve arıza veya kesinti ile sonuçlanabilecek bir ark veya koronanın gelişmesine neden olur.



Şekil 3.4. Pozitif Gerilim Polaritesinde Alan Yüğü Birikmesi Sonucu Elektrik Alanın Distorsiyonu



Şekil 3.5. Negatif Voltaj Polaritesinde Alan Yüğü Birikmesi Sonucu Elektrik Alanın Distorsiyonu

Alan yükü birikiminin etkisi, bir elektron çığının bir flamaya dönüştürülmesi için de çok önemlidir.

Alan yük yoğunluğu ρ için hesaplama formülü,

$$\rho = q(n_p - n_e - n_n) \quad (3.6)$$

Burada q temel yük, n_p , n_e ve n_n ise yüklü türlerin konsantrasyonları olarak ifade edilmektedir. Koronadaki alan yükünün yapısı esas olarak iyoniktir. Korona elektrotunda (iyonlaşma kılıfı olarak da adlandırılabilir) yüksek alan bölgesinde oluşturulan elektronlar, iyonlardan çok daha küçük kütlelere sahip oldukları için alanda yüksek hızda hareket ederler. Bu nedenle, elektronlar iyonik türlerden önce anot / katoda ulaşır ve absorbe edilebilir. Yavaş hareket eden iyonlar boşlukta kalır ve temel olarak uzay yükünü oluştururlar. Serbest iyonların boşaltım işlemi üzerindeki etkisi, gaz ortamının bileşimine bağlı olarak değişiklik gösterir, ancak elektronegatif gazlarda hem pozitif hem de negatif iyonlar, ortam yük alanına katkıda bulunur (Raju 2005).

Yüksek yoğunlukta birikmiş alan yüklerinde, gaz boşluğundaki alan değiştirilebilir. Bu nedenle, korona elektrodunun pozitif polaritesi durumunda, elektronlar anot tarafından absorbe edildiğinde, daha yavaş hareket eden pozitif iyonlar, alanın daha fazla bir mesafede artmasıyla çakışan anottan daha yakın alandaki alan kuvvetinde bir azalmaya neden olur. Negatif bir voltajda, elektronlar korona elektrodundan itilir ve bölgeye nispeten düşük alan kuvvetiyle girer. Elektronegatif gazlarda, bu elektronlar elektronegatif moleküllere bağlanırken, pozitif iyonlar anot ve negatif yükler arasında tutulur. Bu nedenle, anottaki alan büyük ölçüde artırılmıştır, ancak iyonlaşma bölgesinin boyutu bunun yerine çok azalmaktadır. Bu durum iyonlaşmanın sona ermesine ve alan yükünün, alanın yönüne göre katod bölgesinden uzağa doğru kaymasına yol açabilir. Alanın hem pozitif hem de negatif polariteye sahip olan korona işlemi için distorsiyonu sırasıyla Şekil 3.4. ve Şekil 3.5.' de gösterilmiştir.

Boşalmanın Oluşumu

Korona olayının başlangıcı için koşullar çok sayıda yazar tarafından ayrıntılı olarak araştırılmıştır. Farklı elektrot geometrileri, voltaj polaritesi, gaz sıcaklığı ve gaz basıncı bu

koşulların başlıcaları olarak düşünülmektedir. Peek'in (Kip 1938) yapmış olduğu çalışma, koronanın başlattığı elektrik alan şiddeti için ampirik bir denklemlerle sonuçlanmıştır.

$$E_c = 30 \cdot \delta (1 + 0,3 \cdot (\delta R)^{1/2}) \quad (3.7)$$

Burada δ bağıl hava yoğunluğunu ve R tel çapını ifade etmektedir. Eşitlik (3.7) Peek denklemleri olarak bilinmektedir. Bu denklemlerin geçerliliği için referans sıcaklık ve basınç sırasıyla 25 ° C ve 1 atm' dir.

Boşalma Akımı

Korona boşalması gazlı ortamda iken gaz içerisinde bir akım oluşmasına neden olmaktadır. Deşarj bölgesindeki elektrotlar arasında akan toplam akımın ifadesi

$$I_{tot}(t) = I_{ion}(t) + I_{disp}(t) \quad (3.8)$$

Burada I_{ion} iyonik akım bileşeni ve I_{disp} deplasman akım bileşeni olarak ifade edilmektedir. Bu bileşenler aşağıdaki şekilde hesaplanabilmektedir.

$$I_{ion} = A J_{ion} = A q E^* (n_p \mu_p - n_n \mu_n - n_e \mu_e) \quad (3.9)$$

$$I_{disp} = A J_{disp} = A^* (\epsilon \partial E / \partial t) \quad (3.10)$$

Burada A elektrotların alanı ve J akım yoğunluğudur. Sıradaki yer değiştirme akımı iki bileşenden oluşur; alanın geometrik kapasitansı nedeniyle birinci kısım ve dinamik elektrik alanını etkileyen boşluktaki alan yükü nedeniyle ikinci kısımdır. Kapasitif akım aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır.

$$I_{cap0} = C dU/dt \quad (3.11)$$

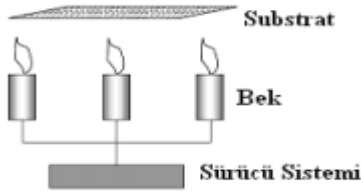
Burada U uygulanan gerilimi ve C kapasiteyi ifade etmektedir.

Eşitlik (9), (10) ve (11) kullanılarak elde edilen temsil akımı, toplam akımdan kapasitif akımın çıkarılması ile elde edilmektedir.

$$I_{repr}(t) = I_{ion}(t) + I_{disp}(t) - I_{cap0}(t) \quad (3.12)$$

3.3.1.2 Isıl İşlemler

Korona boşalmasına benzer şekilde polimer veya numune kumaş yüzeyinde oksidasyon oluşması ısıl işlemlerde de mevcuttur. Yüksek sıcaklık etkisi ile iyon veya radikallerin aktivasyonu, etki altındaki moleküllerin uyarılması ile meydana gelmektedir.



Şekil 3.6. Yüzey Oksidasyon İşlemi

Şekil 3.6'da da görüldüğü gibi, alt kısımdaki sürücü bek tarafından oluşturulan alevi kontrol etmektedir. Bu tür modifikasyon genellikle adezyonun artırılması için kullanılmaktadır. Hava/gaz oranı, gazın akış oranı, numune ile alev arasındaki mesafe, işlem süresi gibi değişkenler işlem verimini etkileyen parametrelerdir (Matthews 2005, Chan 1994).

3.3.1.3 Plazmalar

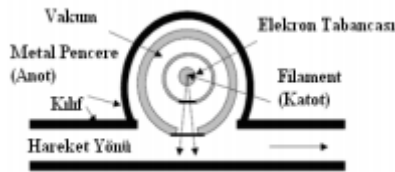
Plazmanın maddenin katı, sıvı ve gaz fazlarından sonra 4. hal olarak tanımlanması mümkündür. Plazma hali gaz veya uyarılmış şekilde bulunan elektrondan, iyonlardan ve moleküllerden oluşmuş; yük toplamı nötr iyonize gaz olarak tanımlanabilir. Plazmaların soğuk veya sıcak olma durumları görülmektedir. Plazma sıcaklığı “ eV” (1eV= 11600K) olarak ifade edilir. Soğuk ya da termal olmayan plazmaların içinde bulunan serbest haldeki elektronların sıcaklığı oldukça yüksek iken, nötr halde bulunan türlerin ve iyonların sıcaklığı oda sıcaklığına daha yakın olmaktadır (0.025eV).

Düşük iyonizasyon oranı ile birlikte soğuk plazmalar kısmi olarak iyonize olmuş haldedirler. Öte yandan, sıcaklık dengesi bulunan plazmalarda türlerin sıcaklıkları eşittir. Sonucunda, sıcaklık toplamı oldukça yüksek seviyelerine ulaşmaktadır ($>10000\text{K}$). Sıcak plazmaların bu hali kısmi olarak iyonize olsa da lokal termodinamik durumuna sahiptirler (LTP). Diğer bir plazma tipi olan füzyonların sıcaklıkları birkaç keV dolaylarındadır. Füzyon plazmaları LTE'dir ve tamamen iyonizedirler. Füzyon plazmaları yalnızca ilgili reaktörler aracılığıyla enerji üretiminde kullanılabilirken sıcak ve soğuk plazmalar ise yüzey üzerindeki işlemlerde kullanılabilir. Çoğu polimer ve tekstil malzemesinin ısı dayanımı düşük olduğundan dolayı sıcak plazma bu yüzey işlemlerinde neredeyse hiçbir zaman kullanılamamaktadır.

Aşındırma, yüzey aktivasyonu, temizleme, kaplama, aşılama, aşındırma ve polimerizasyon gibi çeşitli nedenlerle soğuk plazma kullanılabilir. Plazma işlemine ilginin artmasının asıl nedeni bu tip farklılıkların olmasının yanı sıra klasik yaş işlemlerden uzaklaşmaya çaba gösterilmesidir. Doğal ve sentetik liflerin fonksiyonelliği, boyanabilirliğin ve hidrofiliğin artırılması konusunda birçok çalışma yapılmıştır (Matthews 2005, Garbassi Mora ve Occhiello 1998, Pochner Neff ve Lebert 1995).

3.3.1.4 Elektron Bombardmanı

Malzemelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değiştirilmesinde çapraz bağlanma reaksiyonları ve polimerizasyonu başlatmak için gerekli olan yüksek enerji elektron bombardmanı olayındaki elektronlar ile sağlanmaktadır. (Jagur-Grodzinsk 1997).



Şekil 3.7. Elektron Bombardmanı

Bu işlem, hızlandırıcı bir sistem kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Hızlandırıcı sistemde, yüksek enerjiye sahip elektron demetleri oluşturulmaktadır. Yüzey modifikasyonunun gerçekleşmesi yüksek hızlı elektron demetlerinin malzemeye yönlendirilmesi ile oluşmaktadır. Elektron demeti oluşturan sistemler, enerjisine göre 60 keV'den (düşük enerjili) 300keV'ye

(yüksek enerjili) kadar değişebilmektedir. Şekil 3.7’de bulunan “elektron (demet) bombardımanı” sistemi gösterilmektedir. Sistem içerisindeki elektron demetinin sıcak filamentten yayılımı ile üretilmesi ve anot ile katot arasındaki yüksek gerilim etkisiyle oluşan yoğun elektriksel alana hızlandırılması bu sistemin prensibini oluşturmaktadır (Buijsen 1996)., Bombardıman yoğunluğunun veya materyalin geçiş hızının değiştirilmesiyle radyasyon derecesi kontrol edilebilmektedir. (Stannett, Walsh, Bittencourt, Liepins ve Surles 1977).

3.3.1.5 İyon Bombardımanı

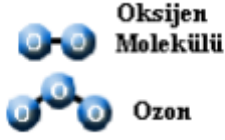
Kütlelerinden kaynaklı yüksek momentum ve ortalama olarak kısa tanımlanabilen bir serbest yola sahip enerji yüklü türler iyonlar olarak tanımlanmaktadır. Bu özelliklere sahip olmaları, iyon implantasyonunda bir veya daha fazla elementin atomları, pozitif iyon durumundayken hızlandırılıp yüksek enerjilerle numune yüzey üzerine bombardıman edilmektedir. Yüzeyi baz alarak iç bölgelere girildiğinde 0.01-2 µm derinlikteki bölgeye işlemin etkisi olmaktadır. Uygulamalar arasında fark göstermesine karşın birçoğu kV’tan Mv’a kadar iyonların enerjilerinin değişebilmesi mümkündür. Uygulama sonunda, numune yüzeyinin bileşim özellikleri değişmekte ve fizikokimyasal bir değişim oluşmaktadır.

3.3.1.6 Direkt İmplantasyon

İmplantasyonun temelini istenen elementin iyon demetinin malzeme yüzeyine direkt olarak uygulanmasına dayanmaktadır. 20-50mA değerindeki yüksek iyon ışın akımının sistemin maliyeti daha ucuz hale getirmesi ve aşılama süresini kısaltması sistemin ergonomik olmasını sağlamaktadır. Direkt iyon aşılama sistemlerinde aşılama, iyon ışınları ile aynı doğrultuda yapılmaktadır (Karahana 2007).

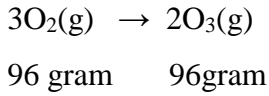
3.3.1.7 Ozon

Bir bileşik olarak tanımlanan ozon (O₃) üç oksijen atomundan oluşmaktadır(Şekil 3.8). Doğada bulunan oksijenin (O₂) çok daha yüksek enerji kapasitesine sahip halidir. Oksijen ve ozon moleküllerinin yapısal farklılıkları bulunmaktadır. Ozon gazı, normal şartlar altında renksiz, kendine özgü kokuya sahip zehirli bir gazdır.



Şekil 3.8. Ozon Oluşumu

Atmosferin 10-50 km yüksekliğinde bulunan stratosfer katmanındaki önemli gazlardan birisi ozondur. Endüstri alanında kullanılan ozon, havadaki oksijen içerisinde bulunan ozon ile havanın karışımından meydana gelmektedir. Ozon gazının farklı kullanım alanları mevcuttur. Bunların başında; kullanım suyunun temizliği ve kimyasal beyazlatma uygulamalarında kullanımı gelmektedir. Oksijen ve ozon gazları yapı olarak farklı özelliklere sahiptirler. Bu durum, ozon molekülünün karmaşık yapısından kaynaklanmaktadır. Oksijen gazı doğada ikili atom molekülü halinde bulunurken, ozon gazı üçlü atom molekülü halinde bulunmaktadır. Herhangi bir kütle değişimi olmadan bu iki gazın birbirine dönüştürülebilmesi, kimyasal benzerlikleri olduğunu gösterebilmektedir.



Ozon ya moleküler oksijen, fotokimyasal yöntemlere maruz bırakılarak veya elektrik deşarj metoduyla elde edilmektedir. Elektriksel yöntemde oksijen gazları, farklı kaynaklardan elde edilen (RF, mikrodalga gibi) elektriksel boşalmaya maruz bırakılmakta ve meydana gelen enerji yardımıyla ozona dönüşmektedir. Bu işlem için günümüzde ozon jeneratörleri kullanılmaktadır. Ozon gazının oksidasyon işleminde etkinliği oldukça yüksektir. Oksidasyon işlemindeki etkilerinin oldukça fazla olduğu bilinen hipoklorik asit ve hipokloritten çok daha fazla etkili bir gazdır. Buna karşın oksidasyon işlemi sonrası zararlı maddelerin ortaya çıkma durumu ozon gazı ile oksidasyon işleminde daha az olmaktadır.

3.3.2 Kimyasal Yöntemler

Tekstil materyallerindeki kimyasal modifikasyon, herhangi bir kimyasal maddenin uygulaması sonucunda meydana gelen kimyasal reaksiyonla kimyasal maddelerin tekstil materyallerinin yüzeyine kovalent bağlar ile bağlanması şeklinde meydana gelmektedir.

Modifiye işlemin etkisi, kimyasal maddenin malzemeye olan girişimi ile açığa çıkan reaksiyon arasındaki oran ve bu sürenin kontrolünden elde edilebilmektedir. Bu işlem parametrelerinin kontrol mekanizması, modifiye işleminin seviyesi ve optimum duruma ulaşması yönünden önemlidir. Kimyasal maddelerin tekstil materyallerine uzun süre etki etmesi sonucunda, elyaf içerikleri hasar görmekte, renk değişimi olmakta ve mekanik özelliklerinde değişim görülebilmektedir.

Isıl işlemler kimyasal maddelerin tekstil malzemelerindeki çok fonksiyonluluk kazandırma kapasitesini arttırmaktadır. Yüze tam uyum göstermesi için kimyasal maddelerin işlem sonucunda daha pozitif sonuç elde edebilmesi yüksek sıcaklık durumuna bağlıdır. Hammaddelerin kimyasal modifikasyonlar sonucunda mekanik ve görsel özelliklerinin korunması hassas bir dengeyi gerektirmektedir.

Kimyasal maddeler kullanarak elde edilen buruşmazlık, keçeleşmezlik, güç tutuşurluk, kir-yağ-su iticilik, su geçirmezlik gibi birçok bitim işlemi tekstil materyallerinin kimyasal modifikasyonuna örnek olarak verilebilmektedir. Bu işlemler konveksiyonel yollarla veya aş polimerizasyonu gibi yöntemlerle elde edilebilmektedir. Klasik yöntemlerde kimyasal madde emdirme veya çektirme yöntemine göre aplike edilirken; aş polimerizasyonunda lif yüzeyinde aşılacak komonomer veya kopolimerlerin veya grupların bulunması gerekmektedir. Lif üzerinde aktif merkezler yok ise, lifi oluşturan makromolekül zinciri üzerinde aktif merkezler oluşturulmalıdır. Aş polimerizasyonunda lifi oluşturan makromolekülün yapısı oldukça önemlidir. Ayrıca aşılacak olan monomerin cinsi de uygulanacak reaksiyon tipini seçme bakımından oldukça önemlidir.

Redoks sistemi ve serbest radikal oluşumunu sağlayan maddeler kimyasal yöntem ile aş polimerizasyonunda kullanılan birimlerdir. Benzoilperoksit, radikal oluşumunu sağlayan başlıca maddeler arasında kullanılmaktadır. Benzoilperoksitin parçalanması ile oluşan radikal reaktivitesini lif makromolekülü üzerine vererek, lif üzerinde aktif merkezlerin oluşmasına (aktivasyon) neden olur. Bu aktif merkezlerden de monomer life aşılabilir.

Kale ve Lokhande, 1,2 diklorethan/su ve tetraklorethan /su karışımları içerisinde şişirdikleri poliester liflerine, benzoilperoksit yardımıyla %8,3 oranında akrilik asit aşlamışlardır. Bunun sonucu olarak poliester liflerinin alabileceği nem miktarı artmış, bazik ve

direkt boyarmaddeler ile boyanabilirliği sağlanmıştır. Ayrıca aşılanma miktarı arttıka, poliesterin dispersiyon boyarmaddeleri ile boyanabilirliğinin arttığı bildirilmiştir.

Bu yöntemin bazı dezavantajları bulunmaktadır:

- Lif zerine aşılanan monomer miktarını kontrol etmek zordur.
- Aşı polimerizasyonu sırasında çok büyük miktarda homopolimer oluşmaktadır. Homopolimer, life aşılanamayan monomerlerin kendi aralarında polimerleşmesi sonucunda oluşan maddelerdir (Seventekin 1983).

Kimyasal modifikasyonlar, tekstil mamullerine estetik, mekanik ve fonksiyonel açıdan önemli özellikler kazandırmasına rağmen kullanılan kimyasal madde miktarının fazla olması, işlemlerin yüksek sıcaklıklarda geekleşmesi gibi birçok dezavantajı da bulunmaktadır. Birçok tekstil materyalinin absorban özellikte olması nedeniyle, kimyasal maddeleri yapısına kolayca alıp, iç kısımlara kadar iletebilmesi karşılaşılan en önemli sorunlardan birisidir. İç kısımlarına kadar ilerleyebilen kimyasal maddeler, tekstil materyallerin temel özelliklerini de etkileyebilmektedir. Artan maliyetler ve ekolojik kaygılar da bu işlemlere alternatif yöntemlerin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır (Matthews 2005, Garbassi, Mora ve Occhiello 1998).

3.4. Dokusuz Kumaşlar İçin Plazma Sistemleri

Plazma, gaz halindeki bir maddenin iyonize olmuş hali olarak tanımlanmakta ve plazma ortamına maruz kalan türler bir denge halinde bulunmaktadır. Plazma retiminde çok farklı enerji türleri kullanılmaktadır. En basit ve yaygın olan şekli olarak elektriksel deşarj kullanılmaktadır.

Plazma teknolojisi bilinen tekstil liflerinin yanında metal, cam, karbon, organik lifler gibi neredeyse tüm liflerin modifikasyonunda, yüzey özelliklerini geliştirmek için kullanıldığı görülebilmektedir. Lif ile polimer arasındaki adhezyon kuvveti, fiziksel ve kimyasal modifikasyonlar ile artırılmaktadır. Fiziksel modifikasyonlar, aşınma etkisi ile yüzeyin prztl bir hale getirilmesi, lif ve matrisin temas alanının artırılması ile sağlanmaktadır. Kimyasal modifikasyon ile yüzeyde polar grup oluşturulmakta ve polimer ile lif arasında kimyasal bağ sayısı artırılmaktadır.

Plazma sistemlerinde plazma elde edilmesinde beş önemli bileşen vardır;

- Vakum odası
- Gaz girişi ve pompa sistemi
- Pompa grubu
- Yüksek frekans jeneratörü
- PC sistem kontrolü

Vakumlu ortam koşulları altında gazlar hareket ettirilerek iyonize hale getirilir ve plazma oluşur. Yüksek vakum altında pompalarla 10^{-2} - 10^{-3} mbar basınç aralığında plazma ortamına gaz pompalanır ve yüksek frekans jeneratör yardımı ile iyonize hale gelir. Gazların iyonize hale getirilmesiyle oluşan plazma ortamının enerjisi, katının sıvıya, sıvının buhara ve gazın da bir plazma sisteminde iyonize hale getirilmesine yetecek kadardır. Plazma oluşturmak için en yaygın olarak kullanılan yöntem elektrik deşarjıdır. Elektrik deşarjla gaz türlerine göre iyonlaşma enerjileri verilir (Korpayev, Kavaklı ve Çolak 2018).

Plazma işleminde birkaç ticari ve uygulama avantajı birlikte bulunmaktadır. Bu avantajlardan biri, bu işlem birçoğu ıslak kimya olan geleneksel kaplama işlemlerin aksine ortamda bir su mevcudiyetini zorunlu kılmamaktadır. Plazma işlemi, kapalı bir sistem içerisinde çalışan kuru ve temiz bir teknoloji olarak kabul edilebilir. Çözücüler, başlatıcılar, stabilizörlere, vb. materyallere gerek olmadığından ürün çok saftır. Aynı zamanda, plazmanın çok yönlülüğü geleneksel teknikler ile elde edilemeyen tekstil yüzey özelliklerine yol açabilir. Diğer avantajlarından biri de yüzey morfolojisi bozulmasını azaltılması olarak düşünülebilir. Plazma modifikasyonunun benzersiz özelliklerinden biri polimerin yüzey yapısı seçici olarak polimerin yığın özelliklerini etkilemeden belirli bir uygulama için değiştirilebilir olmasıdır. Kaplama özellikleri üzerinden bir değerlendirme yapacak olursak diğer kaplama yöntemleriyle karşılaştırıldığında, çok ince ve çok daha homojen kalınlıkta kaplama sağlanabilmektedir. Kaplama işlemi diğer yöntemlere göre birçok basamakta ve uzun sürede (24 saat gibi) yapılırken burada, tek basamaklı bir işlemle sonuca çok kısa sürede (1 saatten az) ulaşılabilir (Mutlu, Rosenberg, Kane, Jones ve Vadgama 1991). Bu yöntem ayrıca diğer metallere, inorganik ve organik malzemelere de uygulanabilir olması açısından bir öneme sahiptir. Yüksek sıcaklığa da gerek kalmadan düşük sıcaklıkta uygulanabilir olabilmektedir. Plazma polimerizasyonu tekniği ile organik bileşiklerin uygulanabilir olması istenen materyal yüzeyleri değiştirilebilir. Bu uygulamaların olması membranlar, dielektrik özellikli filmler, litografik ve optik uygulamalar, alevlenmeyi geciktirici yüzeyler ve biyomedikal uygulamalar için önemli avantajı beraberinde sunmaktadır. Klasik polimerizasyon tekniği kullanılarak

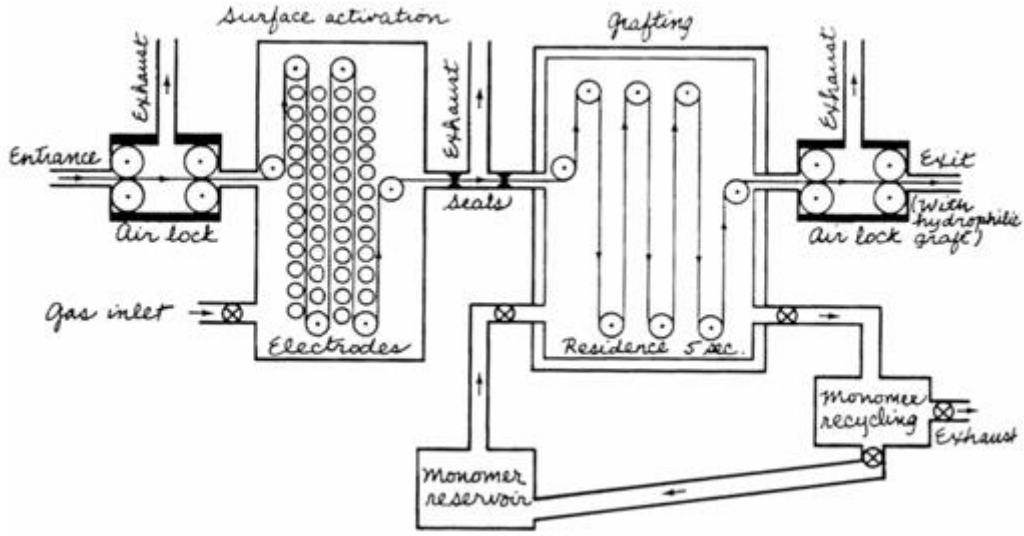
polimerleştirilemeyen doymuş bağla bağlanan monomerler plazma polimerizasyonu ile substrat üzerinde çok sayıda dallanmış ve çapraz bağlı ince özellikte 24 adet tabaka oluşturabilmektedir. Polimer aşılması yönünden bu durum göz önüne alındığında hem maliyet açısından hem kolaylık açısından önemli avantajlar sağlamaktadır. Otomobil sanayinde, mikro elektroniklerde, paketlemede, biyoteknolojik ve biyomedikal uygulamalarda geniş yelpazeli olarak kullanılmaktadır (Korpayev, Kavaklı ve Çolak 2018).

3.4.1 Düşük Basıncılı Elektrik Boşalmasının Dokusuz Kumaşlar Üzerine Uygulamaları

3.4.2. Vakum Çemberinde Gerçekleşen Sürekli Plazma Prosesleri

Tekstil uygulamalarına yönelik hazırlanmış bir vakum odasındaki ilk sürekli plazma sistemi, 1971 yılında Bradley (Bradley and Fales 1971) tarafından hazırlanmıştır. Bu plazma sistemi (Surface Activation Corporation, ABD), Şekil 3.9' da gösterildiği gibi kumaş, elyaf demeti (çekme) ve lastik kordonunun sürekli aşılması için tasarlandı. Bu sistemin çalışma prensibi, plazma uyarma ve monomer pozlama odalarının sıralı bir şekilde diğer üretim ve işleme aşamaları ile birleştirilmesi prensibine dayanmaktadır. Poliakrilik asit ile aşılama uygulamaları, defalarca kez yapılan yıkamadan sonra bile polyester kumaşların ıslanabilirlik ve nem tutma özellikleri üzerinde çok etkili olmuştur. Ayrıca, bu geliştirmeler, toplu özelliklerde değişiklik yapılmadan elde edilmiştir. Bu işleme maruz kalarak elde edilen diğer sentetik kumaşlar daha yüksek nem geri kazanımı ve statik yükün azalması ile sonuçlanmıştır.

1990'lı yılların başında, Sando Iron Works Ltd. (Uzu, Wakayama, Japonya) (Sando Iron Works), dokunmuş haldeki kumaşların yüzey aşılması ve tiftiklenmesi için sürekli halde ve düşük sıcaklıkta plazma sistemi geliştirdi. Bu plazma sistemi, maksimum genişliği 1.500 mm, 0.1-2.0 Torr vakum basıncı altında ve 0-50 m/dak hızdaki kumaşlarda uygulanabilir olması açısından uygundur.

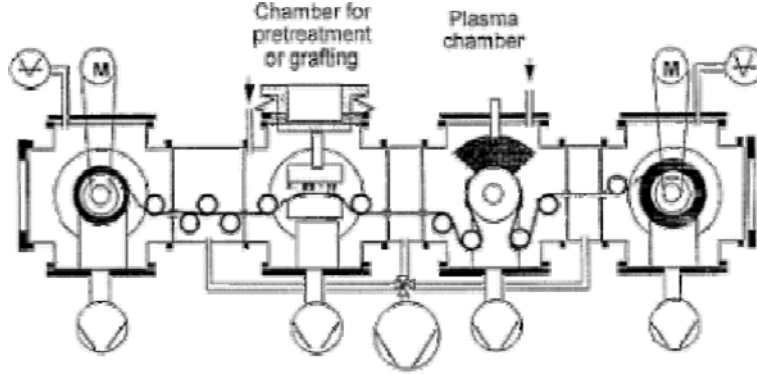


Şekil 3.9. Bradley Tarafından Önerilen Sürekli Aşılama Plazma Sistemi (Neaogoe 2011)

Rakowski, yün çekilmelerinin incelenmesi ve boyama uygulamaları için tasarlanan sürekli bir plazma sistemi (Polonya'daki Łódź Tekstil Enstitüsü) geliştirmiştir. Bu sistem 50 Pa basınç altında plazma elde eden dört kademeli vakum sistemine sahip olup 13.56 MHz'de 0.12 W / cm³ enerji yoğunluğunda çalışmaktadır. Yün elyafı üzerinde yöne bağlı oluşan sürtünme etkilerinin, plazma uygulamasından sonra kayda değer bir şekilde arttığı gözlemlenmiş ve bunun sonucunda keçeleşme durumunun azaldığı sonucuna varılmıştır. Aynı zamanda, yün üzerindeki plazma uygulaması, büzüşmenin artırılması ile birlikte daha yüksek lifler arası yapışmaya da etki etmesi ile sonuçlanmıştır. Plazma yüzeyi işleme, yünlü kumaşlar üzerine uygulanan konvansiyonel bir baskı işlemine kıyasla, sadece kimyasalları ve su tüketimini azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda enerji tüketimini de %90 oranında azaltabilmektedir. Dahası, boyama ve mekanik özelliklerin de geliştirildiği; daha az sararma ve grileşme, renk haslığı ve daha iyi aşınma direnci ve gerilme mukavemeti artışı sağlandığı sonuçlarına varılmıştır. Plazma uygulamasına maruz kalmış yün kumaşların büzülmesini önleyici terbiye, reçineler kullanılmadan bile standart kumaşlara göre daha yüksek keçeleşme direnci sağlamıştır. Bu plazma ekipmanı kullanılarak, kimyasal, su ve enerji miktarından tasarruf etmek mümkün hale gelmiştir.

Vohrer (Vohrer 1997, Vohrer, Muller ve Oehr 1998), tekstil için (Fraunhorf IGB, Stuttgart, Almanya'da bulunan), Şekil 3.10' da gösterildiği gibi folyolar ve membranlar için yarı-sürekli bir vakum plazma sistemi geliştirmiştir. Bu sistem, 13.56 MHz'de 1-20 m / dak hızla yarı sürekli proses işleme için tasarlanmış 18 cm genişliğinde dört bölmeye sahiptir.

Çalışma basıncı 0,01 ile 1 mbar arasında değişmekte olup plazma gücü 10 ile 10,000 W arasındadır. Bu sistemin uygulaması çoğu tekstil ıslak-kimyasal terbiye işleminde görülebilmektedir.

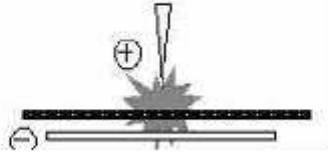


Şekil 3.10. Yarı Sürekli Vakum Plazma Sistemi (Neagoe 2011)

Fakat bu sistemin ticarileştirilmesi konusunda başarılı olunamamıştır. Düşük basınç haznesine sahip vakum sistemlerinin uygulaması oldukça pahalıdır. Ayrıca uygulamanın daha verimli sonuçlar verebilmesi için daha uzun süre bu işleme maruz kalması gerektiğinden sistemin boyut olarak büyütülmesi gerekmekte ve maddi boyutları fazlasıyla artmaktadır.

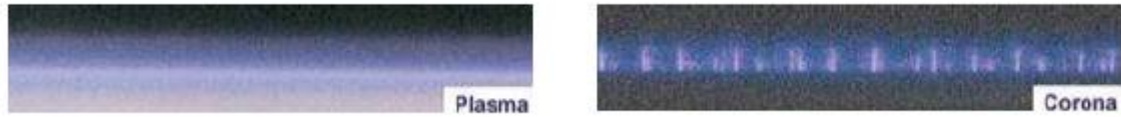
3.4.3. Atmosferik Basıncı Elektrik Boşalması'nın Dokusuz Kumaşlara Etkisi

Atmosferik basınç altındaki elektrik boşalmasını diğer bir şekilde korona boşalması veya korona uygulaması (corona treatment) olarak ifade etmek mümkündür. Korona plazmalar polimerik yüzeylerin işlemleri için kullanılan çevre dostu yöntemlerdir. Bu yöntemler, kuru bir sistemde kimyasal ve su kullanılmadan, malzemenin esas özelliklerini değiştirmeden yüzey özelliklerinin geliştirilmesini sağlamaktadırlar. Tekstil lifleri ve kumaşlarına ıslanabilirlik, sürtünme, adhezyon, ışığın yansımaları, su iticilik, kir çıkarma, baskı, boyama ve diğer terbiye işlemlerinin korona plazma teknolojisi ile etki ettiği göz önüne alınmıştır (Nourbakhsh ve Ebrahimi 2012). Korona boşalması, düşük frekansta veya puls şeklindeki yüksek voltajlarda bir çift elektrot arasında meydana gelmektedir. Sivri uçlu, yüksek voltajlı elektrottan materyale doğru yönelmiş parlak filamentlerle karakterize edilmektedir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Korona Deşarjı (Verschuren and Kiekens; 2005)

Korona boşalmasını tam bir plazma olarak değerlendirmek mümkün değildir, iyonlaşma etkisi ile elektronlar ve iyonlar oluşmaktadır. Ayrıca, boşalma enerjisi iyonlaşmamış atomların ve moleküllerin uyarılması için yeterli olmaktadır. Boşalma sonucu oluşan elektronlar, iyonlar, uyarılmış nötr türler ve fotonlar polimer yüzeyi ile reaksiyona girerek, yüzey radikallerinin oluşmasına meydan hazırlamaktadırlar. Bu radikaller daha sonra yüzeyde etkili bir fizikokimyasal modifikasyonun meydana gelmesini sağlayan fonksiyonel grupları oluşturmak üzere yeniden düzenlenmektedir. Uniform olmaması, yüzeyde küçük deliklerin oluşması, işlem kontrolünün zor olması bu işlemin dezavantajları arasında sayılabilmektedir. Uniform etkiler elde edilmemesinin temel sebepleri, iyon ve elektron enerjilerindeki değişimler ve her birinin rastgele bir halde bulunmasından kaynaklanmaktadır. Oluşan küçük arklar (korona darbeleri) (Şekil 3.12), yüzeyde bölgesel ısınmaya ve dolayısı ile yüzeyde oyukların oluşmasına sebep olmaktadır (Kral 1973, Gril 1993, Canup 2000, Dai ve Kviz 2001, Akan 2005).



Şekil 3.12. Plazma ve Korona Arasındaki Görsel Farklılık

4. DENEYSEL UYGULAMA ÇALIŞMASI

Bu çalışmada, sadece polyester ve polyester ile birlikte viskon karışımli kumaş türlerine farklı güç ve gaz ortamları altında korona plazma uygulanmıştır. Korona plazma ile işlem görmüş kumaşların bazı özellikleri incelenmiştir. Kumaşların hava geçirgenliği, buhar geçirgenliği, mukavemet, boncuklanma, ağırlık azalması ve boyanabilirlik özellikleri denemeler için seçilmiş özelliklerdir. Bu özelliklerdeki değişimler gözlemlenmiş ve sonuçlandırılmıştır.

4.1. Materyal

4.1.1. PLC (Programmable Logic Controller)

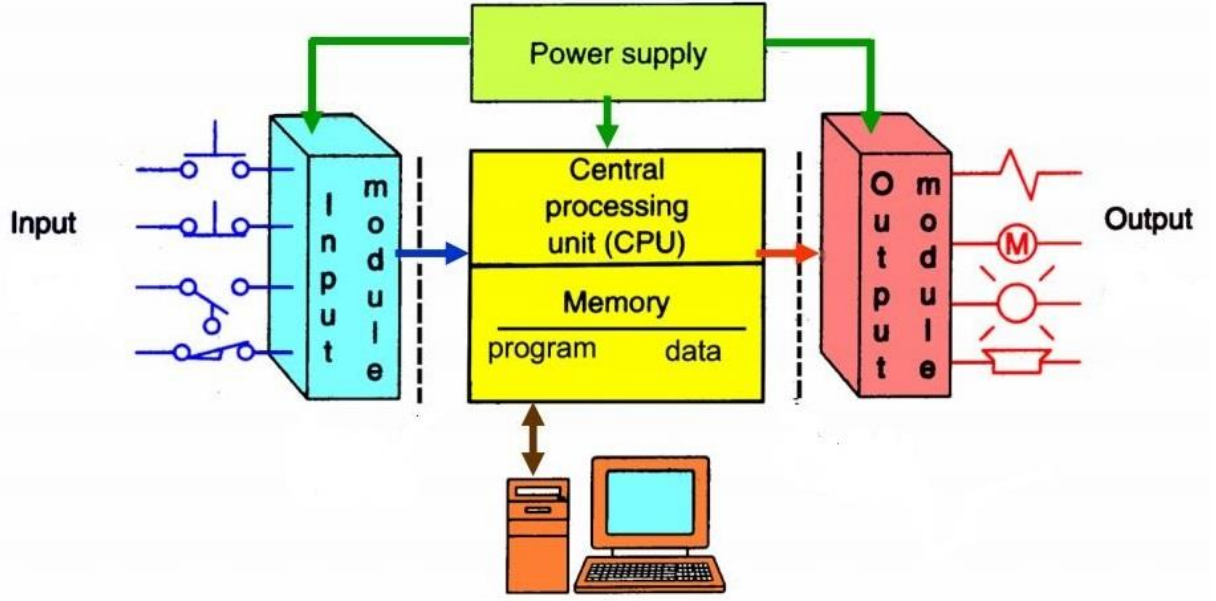
Çalışmada, farklı gaz ortamlarındaki korona boşalmasının numune kumaşlar üzerine etkisini incelemek amacı ile otomasyon tabanlı bir makine düzeneği tasarlanmıştır. Makine düzeneğindeki korona elektrotunun hareketi ve mesafe kontrolü, havasız kabine müdahale olamayacağından dış ortamdaki bir PLC ünitesi (Şekil 4.1) ile sağlanmıştır.



Şekil 4.1. PLC Ünitesi

PLC Nedir?

PLC, günümüz teknolojisinin kumanda ve otomasyon sistemlerinde kullanılan vazgeçilmez bir mikroişlemci olarak tanımlanabilir. PLC' ler üzerinde bulundurdukları giriş ve çıkış uçları sayesinde, aldığı bilgiyi kendine tanımlanan programa göre işleyen ve sonuçlarını çıkışlarına bağlı iş elemanlarına aktaran bir mikrobilgisayar sistemidir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. PLC Çalışma Mekanizması

PLC Çalışma Prensipleri

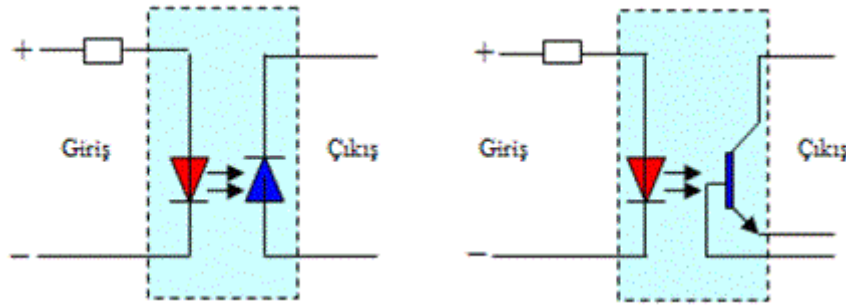
PLC üniteleri tarama denilen bir döngü ile çalışmaktadırlar. Bu döngünün ilk kısmı PLC' nin giriş birimlerini okuması ile başlar. Okunan bu girişler programa uygulanır ve programın çalışması ile elde edilen sonuçlar çıkış birimlerine yansıtılır.

Giriş birimleri, algılama birimlerinden gelen elektriksel işaretleri gerilim seviyelerine dönüştüren elemanlardır. Sistemdeki kumanda butonları, basınç değerleri, mesafe sensörleri gibi elemanlardan gelen lojik 0 veya lojik 1 değerleri giriş birimi üzerinden alınır. Sonuç olarak mekanik elemanlarla PLC arasındaki köprü görevlerini üstlenirler.

Çıkış birimleri, lojik olarak gelen işaretleri röle, kontaktör gibi devre elemanlarına hareket kazandırma amacına uygun dönüştüren elemanlardır. Çıkış modülleri denetleyicinin, çıkıştaki makinenin ya da işlemin kontrolü için 5 VDC, 12 VDC veya 220 VAC lik çıkış sinyalleri sağlarlar. Bu çıkış sinyalleri ile, optik izolatörler veya güç elektroniği elemanları kullanılarak yüksek akımların kontrolü sağlanır.

PLC Uyum Devresi

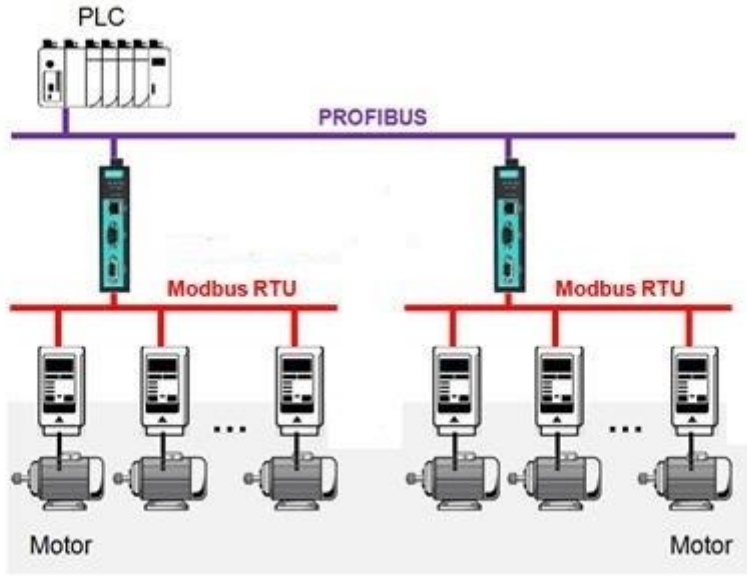
PLC otomasyonunda yazılan programın kalitesi kadar, giriş sinyal bilgilerinin kusursuz olması da önemli bir husustur. Otomasyon biriminin herhangi bir bölgesinde PLC birimine ulaşan +24 V değerindeki giriş sinyalleri, giriş bölümünde opto kuplör denilen optik bağlaçlar sayesinde yalıtım işleminden geçerek CPU biriminin çalışma gerilimi olan +5 V seviyesine dönüştürülmektedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Opto-kuplör Devresi

PLC Haberleşme Protokolleri

PLC' ler kendi aralarında veya diğer saha elemanları ile haberleşirken farklı haberleşme protokolleri kullanmaktadırlar. Bu protokollerin birbirlerine göre avantajları, dezavantajları, kullanım kolaylığı veya zorluğu bulunmaktadır. Protokoller üzerinden veri transferinin gerçekleştirilmesi için bazı firmalar kendilerine özgü haberleşme protokolleri gerçekleştirmişlerdir. Haberleşme protokollerinden bazıları; RS232, RS485, Modbus, Profibus, Profinet, Canbus, Ethernet olarak söylenebilir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. PLC Haberleşme Protokolleri

PLC Programının Yürütülmesi

PLC programının yürütülmesi belirli işlemlerin periyodik olarak sürekli tekrarı ile gerçekleşmektedir. Periyodik işlemlere tarama süresi veya çevrim süresi adı verilmektedir. Tarama süresi modeller arasında farklılık gösterse de ortalama olarak 0.1ms – 20ms arasındadır.

PLC yürütülme basamakları şu şekilde sıralanabilir:

- Giriş sinyalleri giriş birimi tarafından okunur, bu bilgiler bir sonraki çevrime kadar değişmeyecektir.
- Program belleğindeki komutlar program sırasına göre yürütülür.
- Program blokları PLC işlemcisi tarafından denetlenerek doğruluğu kontrol edilir. Bir sorun olmaması durumunda bilgiler çıkış birimlerine aktarılır.
- Çıkış birimlerine gelen bilgiler saha elemanlarını sürmek için kontaktör, röle gibi elemanlara iletilir.

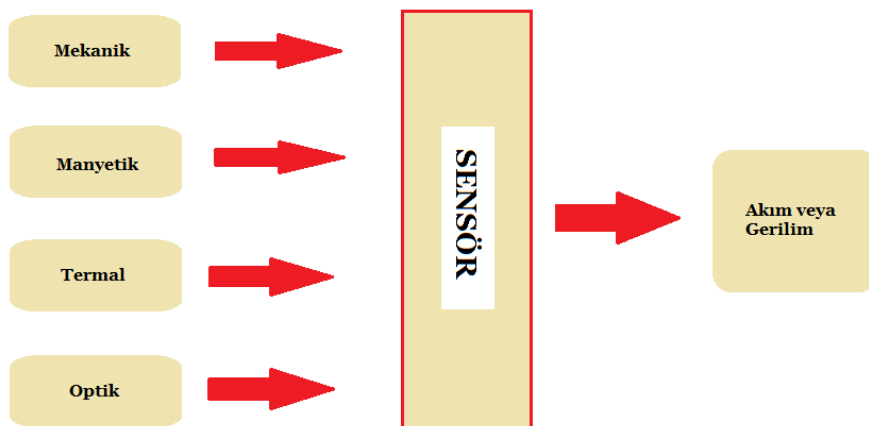
Böylece bir çevrim tamamlanmış olur ve ikinci çevrime geçilir. PLC'ye STOP komutu gelene kadar çevrim işlemi devam etmektedir. Bu çevrimin 20ms gibi kısa bir zamanda olması, PLC sisteminin mekanik sistemlere göre avantajını ortaya koymaktadır.

4.1.2. Mesafe Sensörü

Uzaklık ölçümü, endüstri alanında kalitenin ve prosesin sürdürülmesi ve iyileştirilmesi amacı ile kullanılan bir metot adıdır. Bilimsel çalışmalarda ve robotik alanda kullanımı oldukça yaygındır. Mesafe ölçümünü yapabilmek için de mesafe sensörleri kullanılmaktadır. Bu sensörlerin çıkış bilgisi verme tipine göre dijital ve analog olmak üzere iki çeşidi vardır. Bunlar, analog sensörler ve dijital sensörlerdir. Ayrıca sensörler çeşitlerine göre aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir.

- Mekanik Sensörler
- Elektriksel Sensörler
- Termal Sensörler
- Manyetik Sensörler
- Işıma Sensörleri
- Kimyasal Sensörler

Bu çalışmada 0V – 10V arasında çıkış veren analog bir kızılötesi (IR) sensör kullanılmıştır. Kızılötesi sensörlerin çalışma prensibi, üzerinde bulunan lens aracılığı ile IR led tarafından dar hüzmeye sahip bir ışık yayması, yayılan bu ışığın bir cisimden dönerek bir foto algılayıcı ile algılanıp bir gerilim değerine dönüştürülmesine dayanır (Şekil 4.5).



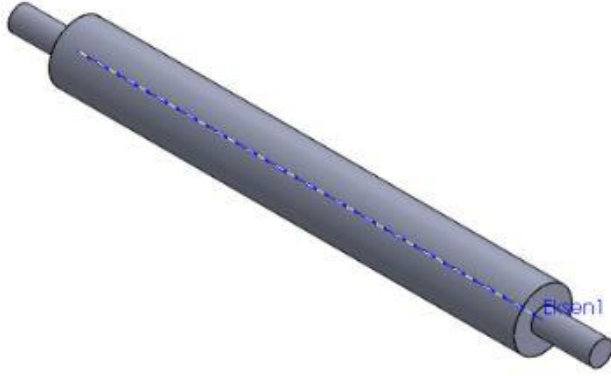
Şekil 4.5. Sensörlerin Akım Gerilim Dönüşümü

4.1.3. Mekanik Malzemeler

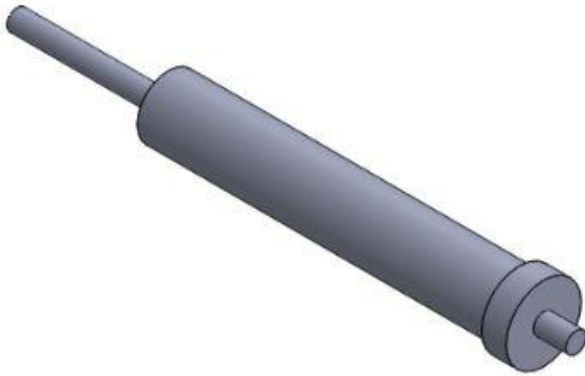
Makine içeriğinde kullanılmış olan, silindirler, silindir yatakları, saclar ve köşebentler, makine kafesi ve hareketi sağlayan tekerlerin tamamı özgün tasarımlardır. Malzemelerin tasarımları önceden Solid programında yapılıp, atölyemizde montajı gerçekleştirilmiştir. Tüm parçaların kullanım yerleri ve işlevleriyle birlikte açıklamaalı görselleri aşağıda verilmiştir.

Silindirler

Kumaş numunelerinin akışını sağlamak amacı ile silindirler tasarlanmıştır. Silindirlerin 5 tanesi bağımsız (şekil4.6) 1 tanesi ise redüktörlü motora sabitlenmiş (şekil 4.7) şekildedir.



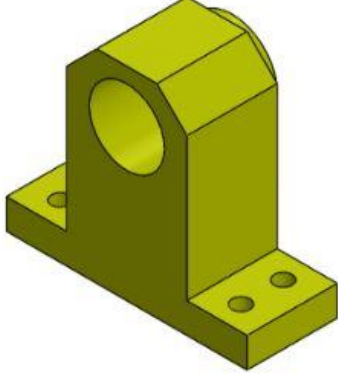
şekil 4.6. Bağımsız Silindir



şekil 4.7. Redüktöre Bağlı Silindir

Silindir Yatakları

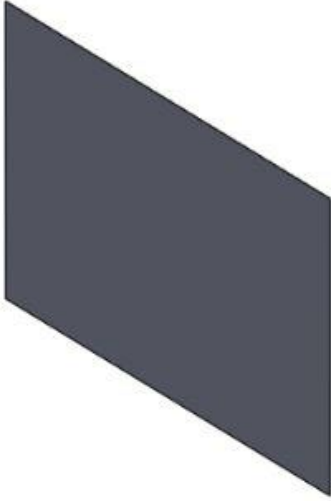
Silindirlerin stabil hareketlerini sağlamak için kullanılan malzemelerdir (Şekil 4.8).



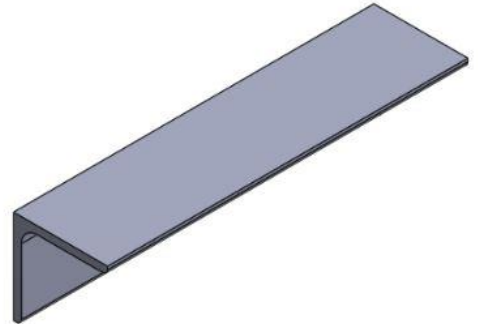
Şekil 4.8. Silindir Yatağı

Yan Saclar ve Köşebentler

Makine etrafı baklava dilimli saclarla kapatılmış olup kafes oluşumu köşebentler ile sacların montajı ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.9, Şekil 4.10).



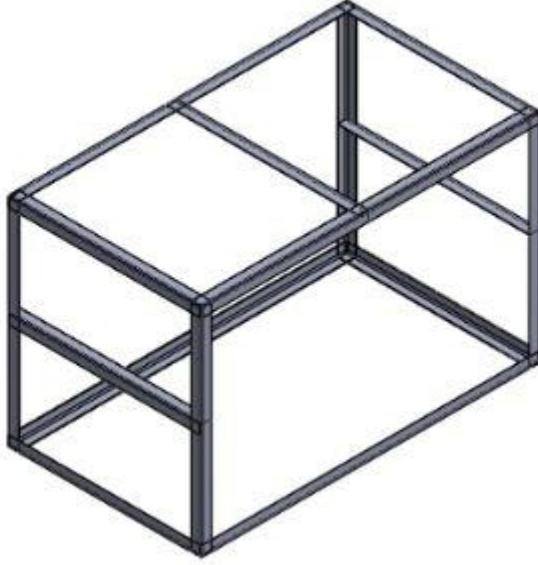
Şekil 4.9. Makine Yan Sacları



Şekil 4.10. Köşebentler

Makine Kafesi

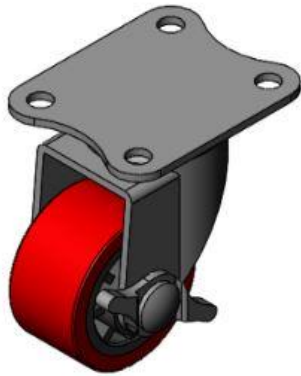
Makine kafesi saclar, köşebentler, profiller ve sızdırmazlık elemanlarından oluşmaktadır. Birleştirme işleminde elektrot kaynak tekniği kullanılmıştır (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Makine Kafes Sistemi

Makine Tekerlekleri

Tasarlanan makinenin farklı ortamlara taşınabilmesi için 4 adet birbirinden bağımsız tekerlekler kullanılmıştır (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Makine Tekerlekleri

4.1.4. Kumaşlar

Bu çalışmada Çizelge 4.1’de özellikleri verilen dokusuz kumaşlar kullanılmıştır.

Çizelge 4.1. Çalışmada kullanılan dokusuz kumaşların özellikleri

Ürün Adı	Viskon	Polyester	Gramaj (gr/m ²)	Serim Yönü
AQUADIM EV 95 P3 N	30%	70%	95	Çapraz
AQUADIM VE 45 L	50%	50%	45	Düz
AQUADIM E 48 N	0%	100%	48	Çapraz

4.2. Kullanılan Cihazlar, Makineler ve Metodlar

Bu çalışmada Çizelge 4.2’de belirtilen cihaz, makine ve metodlar kullanılmıştır.

Çizelge 4.2. Çalışmada kullanılan cihazlar, makineler ve methodlar

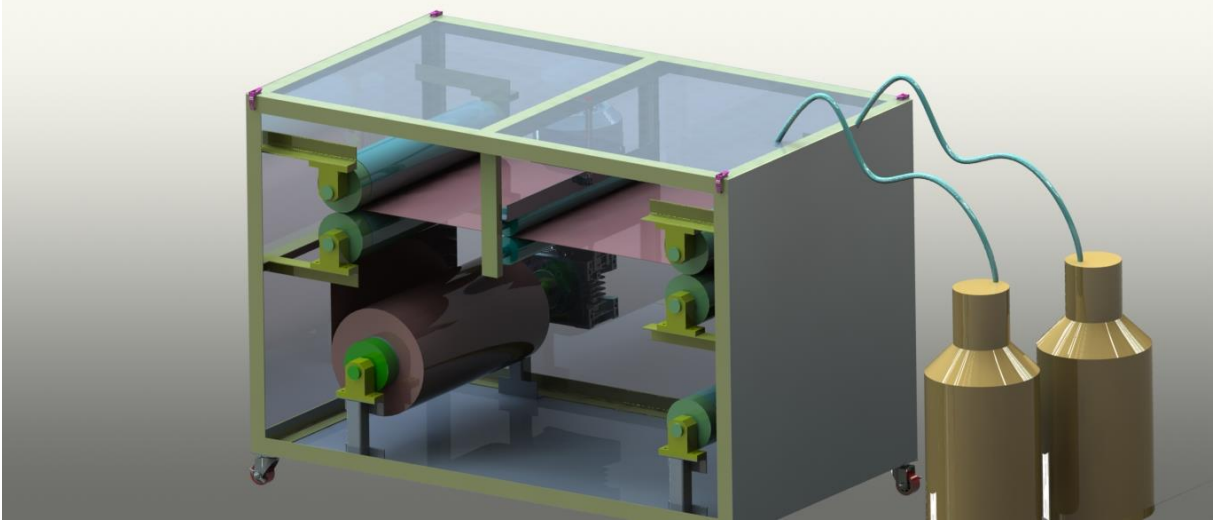
Cihaz veya Metod Adı	Marka
Havasız Ortam Plazma Makinesi	-
Mukavemet Ölçüm Cihazı	Zwick Roell Boo-FB0.STH
Hava Geçirgenliği Ölçüm Cihazı	Textest FX-3300
Buhar Geçirgenliği Ölçüm Metodu	-
Renk Ölçüm Cihazı	-
Terazi	KERN ABJ-NM/ABS-N
Yüksek Gerilim Güç Kaynağı	Matsusada AU Series
Osiloskop	INSTEK GOS-653G
Boncuklanma Test Ölçüm Metodu	Martindale

4.3. Yöntem

Bu çalışmada numune kumaşlar üzerindeki fiziksel modifikasyon işlemi için azot, oksijen ve argon gazları ortamında korona boşalması yöntemi kullanılmıştır. Her bir gazın etkisini gözlemlemek için kabin içerisindeki gaz her deneyden sonra boşaltılmış ve yeni gazın ortama şarjı sağlanmıştır.

4.4. Plazma İşlemleri

Plazma işlemleri için Şekil 4.13’de görülen makine Solid programı ile tasarlanmış ve tüm mekanik ve elektriksel parçalar kendi imkanlarımız dahilinde kullanılarak montajı yapılmıştır. Şekil 4.14’den de görüldüğü gibi sistem kabin, tüpler, yüksek gerilim cihazı ve elektronik kontrol (PLC) birimlerinden oluşmaktadır.



Şekil 4.13. Makine Solid Çizimi

Makine içerisindeki ortam -0,1 ile -1 bar arasında negatif basınç oluşturularak; argon, oksijen ve azot gazlarının etkisi altındaki yüzey modifikasyonlarının etkisinin incelenmesi hedeflenmiştir.



Şekil 4.14. Makine Uygulama Görseli

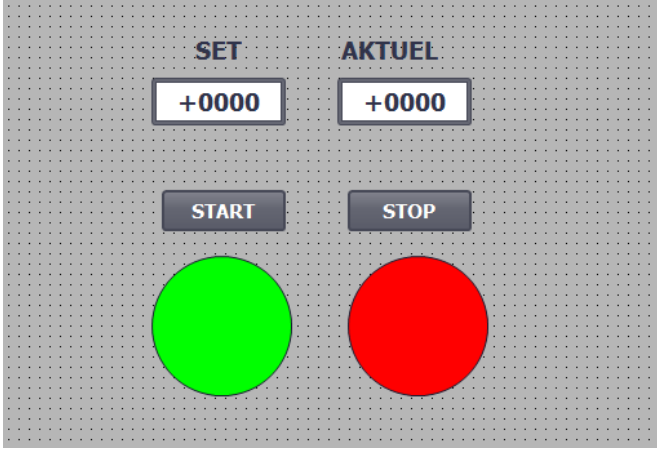
Plazma işleminin 150x100x100 cm ölçülerinde tasarlanmış bir kabin içerisinde gerçekleştirilmektedir. Kabin içerisinde havasız ortam koşullarına getirebilmek için kapak kısmında çektirme civataları ve fitiller kullanılmış olup, içerisindeki havanın boşaltılması vakum jeneratörü ile sağlanmıştır. Korona işleminin gerçekleştirilmesi için 13-18 kV değerleri arasındaki gerilim Şekil 4.15’de görülen iğne elektrotlara uygulanmıştır. Bu iğne elektrotlar aynı düzlem üzerinde olup 11 adet olarak substratın tüm alanını kapsayacak şekilde planlanmıştır.



Şekil 4.15. İğne Elektrot Düzenegi

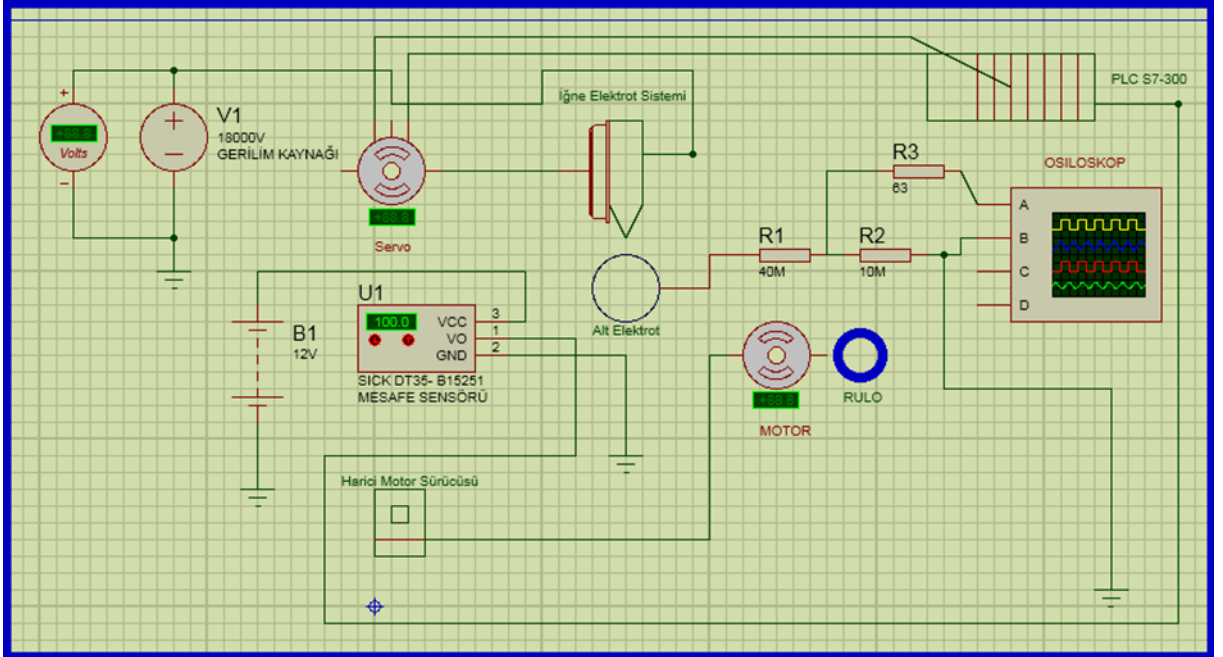
Elektrot sistemi, iç ortama erişim mümkün olmadığından dolayı elektronik olarak PLC (Programmable Logic Controller) programı üzerinden tasarlanmış bir algoritma ile yapılabilmektedir. Düzenek içerisindeki mesafe sensöründen alınan 0-10V arası gerilim değerleri, PLC içerisinde işlenerek elektrot sistemine hareket kabiliyeti kazandırılmasına yardımcı olmuştur. Şekil 4.16’da görüldüğü gibi “AKTUEL” değer elektrotların mevcut konumundaki yükseklik değerini, “SET” değer ise elektrotların bir sonraki aşamasında olmasını istediğimiz yükseklik değerini göstermektedir. Elektronik sistemin tasarlanması için Siemens S7-300 PLC ve HMI panel programlama teknikleri kullanılmıştır.

Deneyle esnasında üst ve alt elektrotların mesafesi en iyi sonuca ulaşılabilmesi için değiştirilmiştir. Bu sırada alt elektrot harici olarak topraklanmıştır. Ayrıca makinenin topraklanması kurulan tesisin topraklanmasına harici olarak bağlanmıştır. Substratın hareketi de hızlandırma veya yavaşlatma opsiyonlarının olabilmesi açısından redüktörlü motora bağlanmış bir sürücü ile sağlanmıştır. Deneyle sırasında uygulanan hız 6-10 m/dak olarak belirlenmiş olup, kontrolü harici sürücü paneli üzerinden sağlanmıştır.



Şekil 4.16. Elektrot Sisteminin Yüksekliğini Ayarlayan HMI Panel

Plazma sisteminin elektronik devre şeması gösterimi Şekil 4.17’de gösterilmektedir.



Şekil 4.17. Plazma Sisteminin Elektronik Devre Şeması Gösterimi

4.4.1. Azot, Oksijen ve Argon Ortamındaki Plazma İşlemleri

Azot, Oksijen ve Argon gazlarının ürün üzerindeki plazma etkilerini incelemek için sabit debide bu gazlar, havası alınmış ve vakumlanmış makine içerisindeki elektrotların uç kısımlarına gönderilmiştir. Gazlar aynı anda kullanılmamış olup üç farklı ürün için üç farklı gaz çeşidi ayrı zamanlarda havasız ortama enjekte edilmiştir.

Azot, Oksijen ve Argon plazma işlemleri, 13-18 kV gerilim değerleri altında 60-75 sn maruz kalma süresince uygulamaya tabi tutulmuştur. Her bir gazın uygulaması sonrasında makine kapakları açılmış, içerideki gaz boşaltılmış ve tekrar kapaklar kapatıldıktan sonra vakum jeneratörü ile içerideki havanın boşaltılması sağlanmıştır.

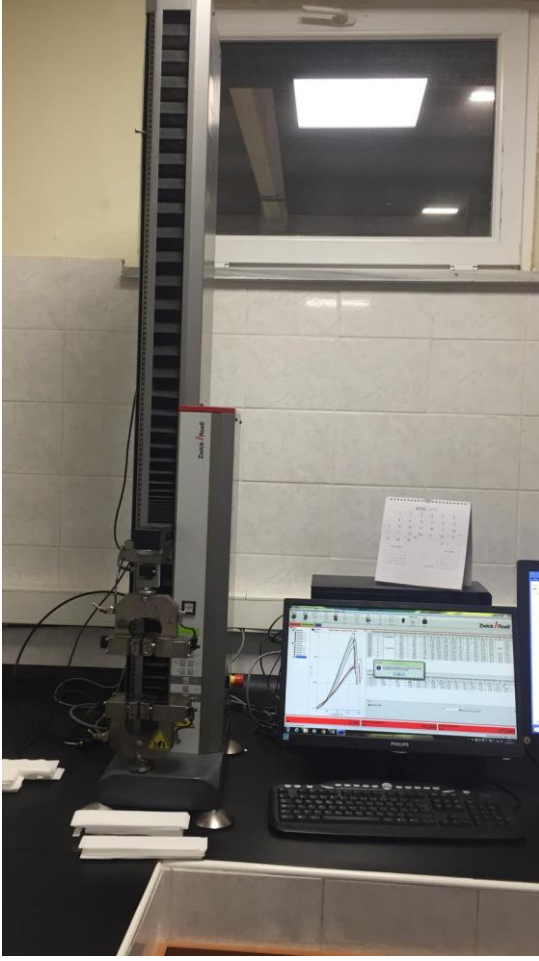
4.5. Değerlendirmede Kullanılan Yöntemler

Azot, oksijen ve argon gazlarının etkisi altındaki korona boşalmasına bağlı plazma işleminin etkinliğini değerlendirmek amacıyla farklı yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemler; mukavemet testi, hava geçirgenliği ve buhar geçirgenliği testleri, renk ölçümünün incelenmesi ve boncuklanma testleri şeklindedir.

Değerlendirmenin yapılabilmesi için; mukavemet ölçüm cihazı, hava geçirgenliği test cihazı, buhar geçirgenliği testi için ölçülü kaplar ve boyama havuzları ile boya test cihazları kullanılmıştır.

4.5.1. Mukavemet Ölçümü

Tüm dokumalı ve dokusuz tekstil sektöründe kullanılan en yaygın ölçüm ve test metodlarından biri mukavemet ölçümüdür. Bu ölçüme göre dokusuz kumaşın MD (machine direction) ve CD (cross direction) yönlerindeki uzamalarının durumu araştırılmaktadır. Bu metod oda sıcaklığında yapılmakta olup numunenin her iki tarafının test cihazının kısıkaçlarına bağlanması ve 1 N/5cm kuvvet uygulanması ile numunenin kopma noktasına geliş dayanımının ölçülmesi esaslandırılmaktadır (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Zwick Roell Mukavemet Ölçüm Cihazı

4.5.2. Hava Geçirgenliği Testi

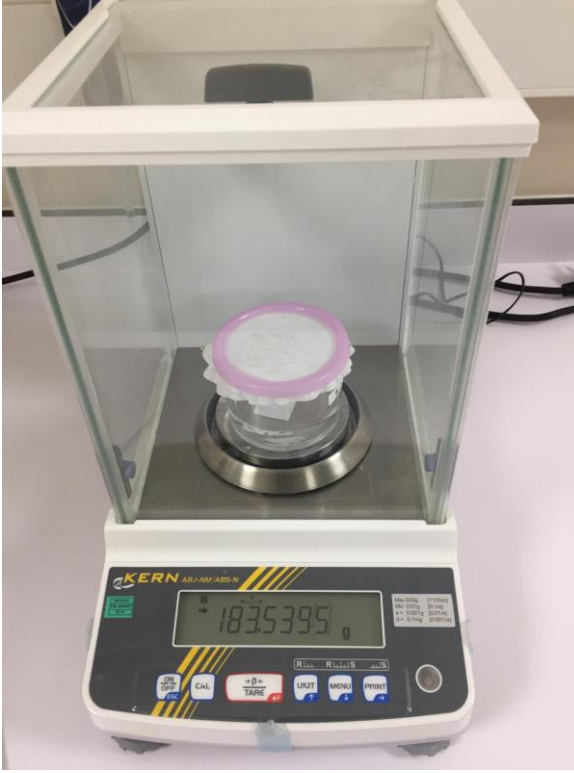
Hava geçirgenliği testi FX 3300 cihazı (Şekil 4.19) ile EN ISO 9237 standardına göre yapılmıştır. Her numune için 5 ölçüm yapıp ortalaması alınmıştır.



Şekil 4.19. Textest Hava Geçirgenliği Ölçüm Cihazı

4.5.3. Buhar Geçirgenliği Testi

Buhar geçirgenliği için ölçekli ve homojen kaplar kullanılmıştır. Ölçümler oda sıcaklığında ve saf su kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kaplara ölçekli olarak su ilavesi yapılmış ve 5 (beş) gün düzenli olarak belirlenen saatlerde ölçümler tekrarlanarak not edilmiştir. Bu sayede kaplarda eksilen su miktarına göre buharlaşmanın yüzdesi belirlenmiş olup, sonuçların oluşturulmasına imkân sağlanmıştır. Ağırlık ölçümleri için hassas terazi kullanılmıştır (Şekil 4.20).



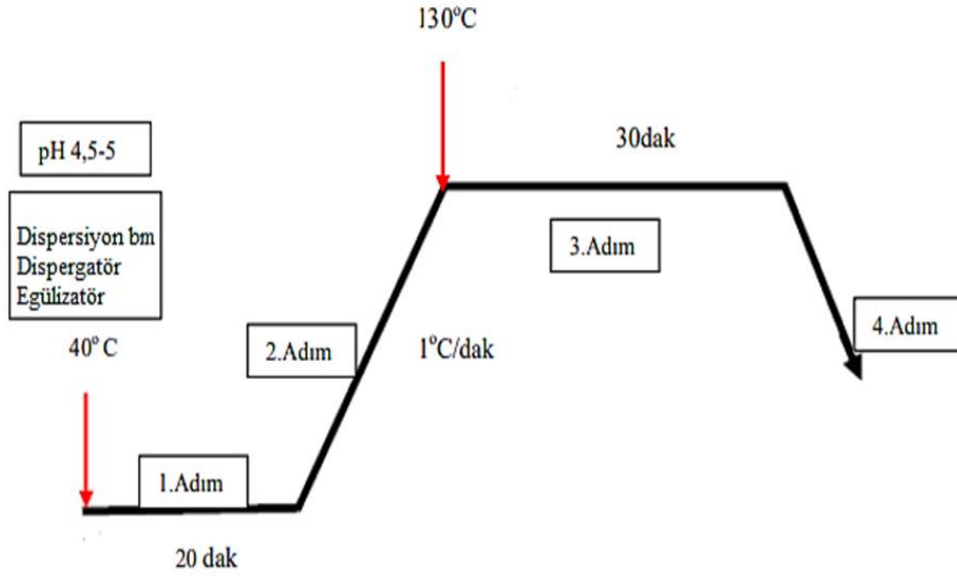
Şekil 4.20. Buhar Geçirgenliği Ölçüm Metodu

4.5.4. Renk Ölçümü

Renk ölçümü için, boyama havuzu işleminin tek çeşit elyaflı yapılabilme imkânından dolayı sadece %100 polyester elyaflı dokusuz kumaş numunesi kullanılmıştır.

Polyester lifi dispersiyon boyarmaddeleri ile boyanmaktadır. Dispersiyon boyarmaddenin polyester life afinitesi oldukça yüksek olup elyaf içindeki yayılımı yavaştır. Düzgün boyamanın elde edilmesi için boyama hızının çok yavaş olmasını gerektirmektedir. Polyester elyafının dispersiyon boyar maddeleri ile birkaç farklı metoda göre boyanması mümkündür.

Bu çalışmadaki dokusuz kumaşların içeriği %100 polyester olduğu için boyama işlemleri de dispersiyon boyarmaddeleri ile yapılmıştır. Polyester elyaf içerikli numunenin boyanması işleminde HT yöntemine göre boyama metodu kullanılmıştır.



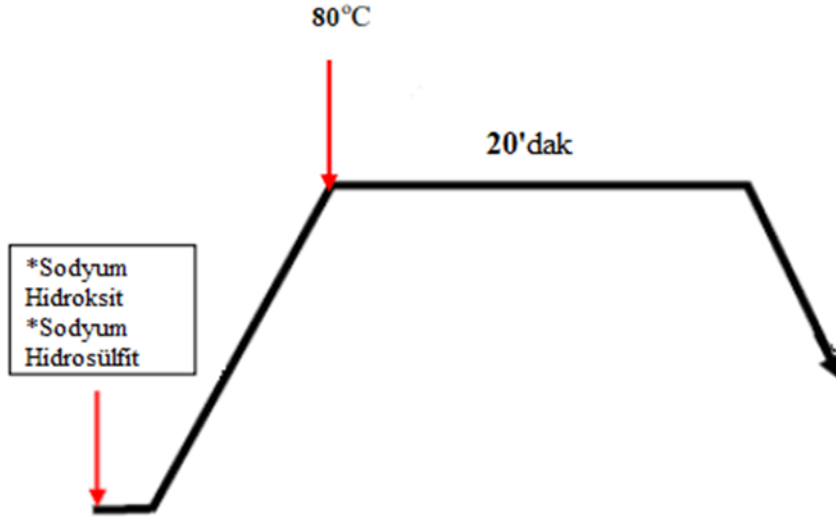
Şekil 4.21. Dispersiyon boyama grafiği

Boyama reçetesi 1:15 flotte oranına göre, boyarmadde miktarı %3 olacak şekilde ayarlanmıştır. Boyama işlemi numune boyama makinesinde 4 adımda gerçekleştirilmiştir. Birinci adımda boyarmadde yardımcı kimyasallarla birlikte pH'ı ayarlandıktan sonra kumaş deney tüpünün içine atılarak boyama işlemi başlatılmış, 40 °C' de 20 dakika işlem gördükten sonra ikinci adım olarak sıcaklık 1 °C /dakika hızla 130 °C'ye çıkarılmıştır. Üçüncü adımda 30 dakika daha boyama devam ettikten sonra 80 °C'ye soğutulurak boyama işlemi tamamlanmıştır (Şekil 4.21).

Çizelge 4.3. Boyama işleminde kullanılan kimyasallar ve kullanım miktarları

	KİMYASAL ADI	KULLANIM ORANI
Dispersiyon Boyarmadde	Blue	% 3
Dispergator	Setalan SW-N	% 2
Egulizator	Setalan M41	% 2

Boyama işlemi biten kumaşa durulama işlemi yapıldıktan sonra redüktif yıkama işlemi uygulanmıştır. Redüktif yıkama işlemi 80 °C' de 30 dakika olarak yapılmıştır (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Redüktif yıkama grafiği

Redüktif yıkama işlemi tamamlandıktan sonra tekrar durulanan kumaşlar etüvde kurumaya alınmıştır.

Çizelge 4.4. Redüktif yıkamada kullanılan kimyasallar ve kullanım miktarları

KULLANILAN KİMYASAL	KULLANIM MİKTARI
Sodyum Hidroksit	1.8 g/lt
Sodyum Hidrosülfit	2 g/lt

Renk ölçümü testi için, kumaşların remisyon (%R) değerleri D65 gün ışığı ve 10° gözlem açısı altında spektral fotometresinden yararlanılır. Bu değerler ile Kubelka-Munk eşitliğinden faydalanılarak renk verimi (K/S) hesaplanır. Boyama sonrası kumaştaki renk veriminin yanında L*, a*, b* değerleri de ölçülmüştür.

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

R: Maksimum absorpsiyon dalga boyundaki (λ_{max}) reflektans

K: Absorsiyon katsayısı

S:Yansıma katsayısı

C:Renk doygunluğu (canlılığı)

L*: Açıklık/koyuluk değeri (+ daha açık, - daha koyu)

a*: Kırmızılık/yeşillik değeri (+ daha kırmızı, - daha yeşil)

b*: Sarılık/mavilik değeri (+ daha sarı, - daha mavi)

4.5.5. Boncuklanma Testi

Boncuklanma testi için çalışmamızda Martindale metodu kullanılmıştır. Bu cihazda prensip olarak test edilecek numuneler kendi kumaşına belirlenmiş devirlerde (tur sayısı) sürttürerek deney gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada hedeflenen tur sayısı 2000 olarak belirlenmiştir.

Bir kumaş için yapılan deney sayısı 3 çift olarak belirlenmiş olup, 1 çift numune, üstte yer alan numune tutucu için bir test numunesi ve bir tane de alttaki boncuklanma tablası için olmak üzere 2 parça numune kumaştan oluşmaktadır (Şekil 4.23). Bunun için alttaki numuneler 140 mm çapında kesilerek üzerinde keçe kumaş bulunan alt diske, üst numuneler ise 90 mm çapında kesilerek üst diske yerleştirilir. Numune tutucular üzerine konulan dairesel ağırlıklarla belirli miktarda basınç uygulaması yapılır. Üst numunelerin hareketi dairesel hareketle başlayıp yavaş yavaş daralan elips şeklinden doğrusal hale gelinceye kadar devam eder. Sonrasında ters yönde genişleyen elips şeklindeki hareketlerle tekrar eder (Lissajous hareketi). Bu değişken yönlü devamlı hareketler ile numuneler üzerindeki elyaf her doğrultuda aşınmaya maruz kalır.

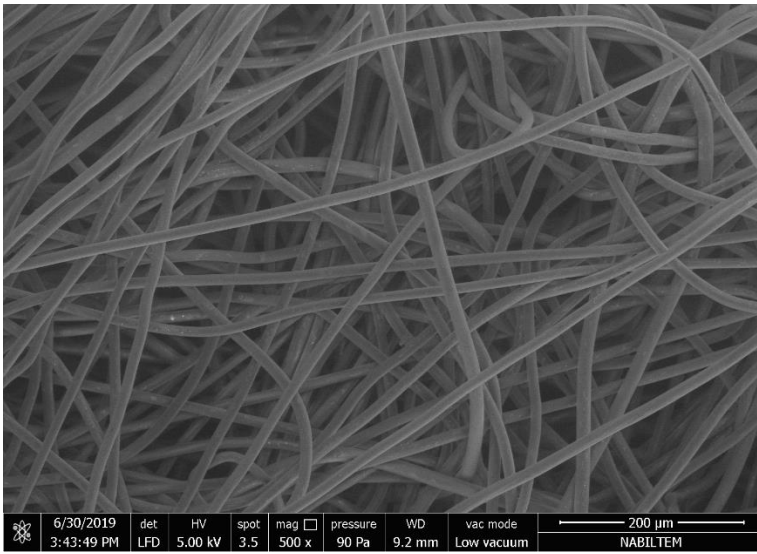
Çalışmamızda değerlendirme yöntemi olarak görsel değerlendirme kullanılmıştır. Test kumaşları deney sonrasında standart fotoğraflarla karşılaştırılarak, boncuklanma derecelerine göre 1'den 5'e kadar değerlendirilmiştir.



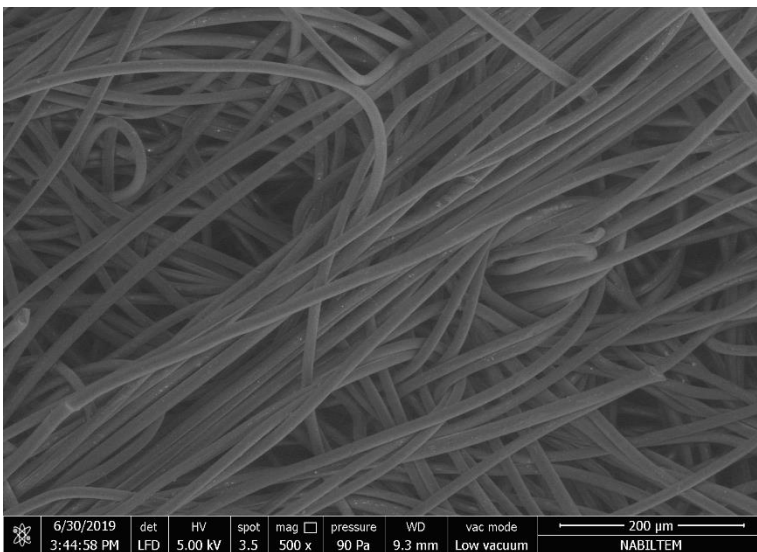
Şekil 4.23. Boncuklanma Test Numuneleri

5. BULGULAR VE İRDELEME

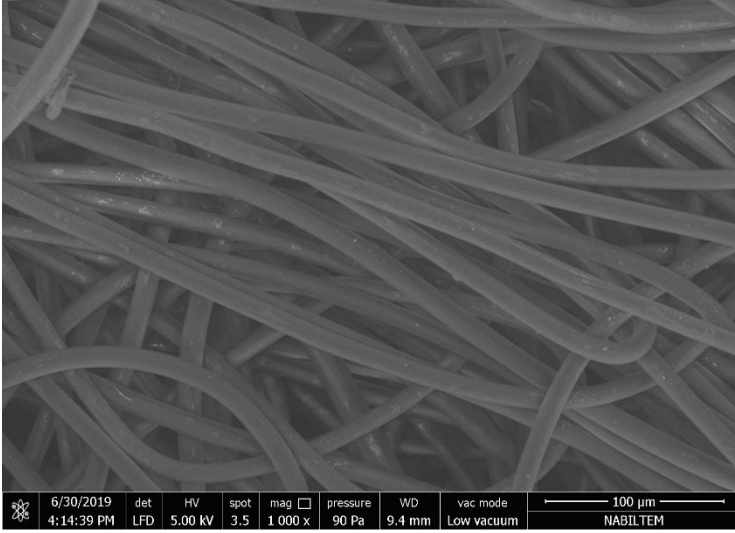
Denemelerde argon, oksijen ve azot olmak üzere üç farklı gaz kullanılmış ve elde edilen etkiler karşılaştırılmıştır. İzleme amaçlı olarak %100 polyester içerikli işlem görmemiş ve argon, azot, oksijen gazları ile işlem görmüş kumaş numunelerine ait SEM görüntüleri verilmiştir. Ayrıca aynı içerikli işlem görmemiş ve argon gazı ile işlem görmüş kumaş numunelerine ait FTIR analizleri aşağıda verilmiştir (Şekil 5.1, Şekil 5.2, Şekil 5.3, Şekil 5.4, Şekil 5.5, Şekil 5.6).



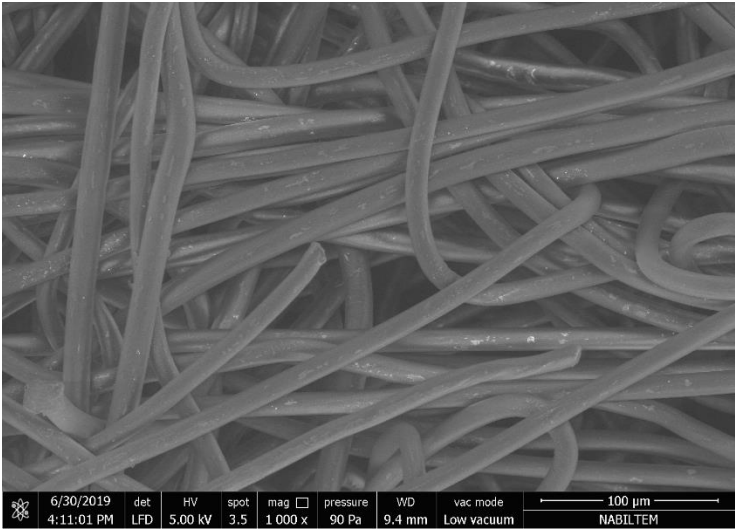
Şekil 5.1. İşlem Görmemiş %100 Polyester Kumaş Numunesi SEM Görüntüsü



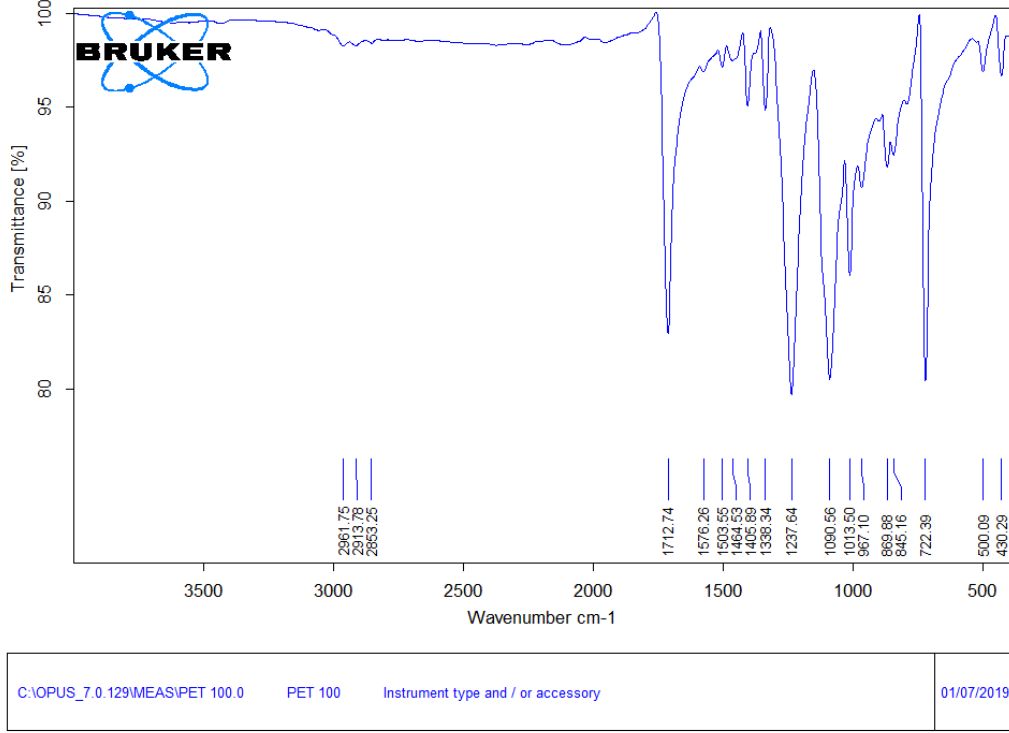
Şekil 5.2. Argon Uygulamalı %100 Polyester Kumaş Numunesi SEM Görüntüsü



Şekil 5.3. Azot Uygulamalı %100 Polyester Kumaş Numunesi SEM Görüntüsü

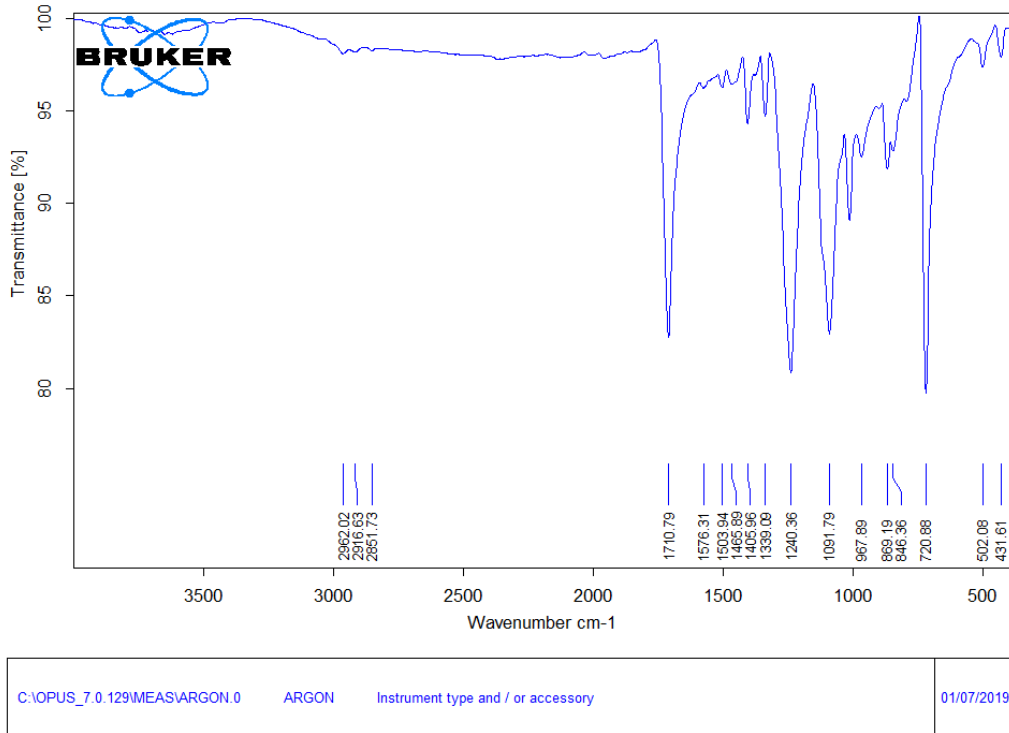


Şekil 5.4. Oksijen Uygulamalı %100 Polyester Kumaş Numunesi SEM Görüntüsü



Page 1/1

Şekil 5.5. İşlem Görmemiş %100 Polyester Kumaş Numunesi FTIR Analizi

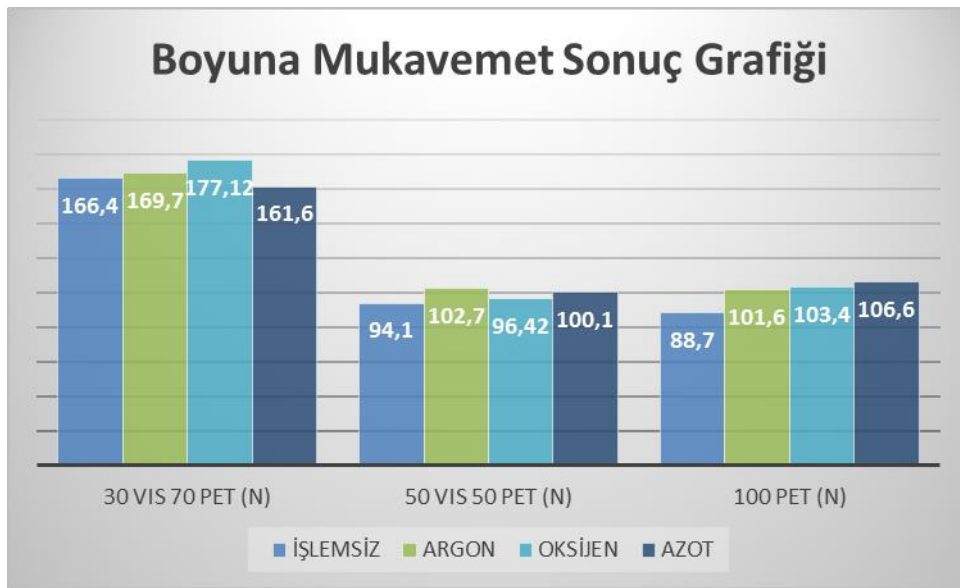


Page 1/1

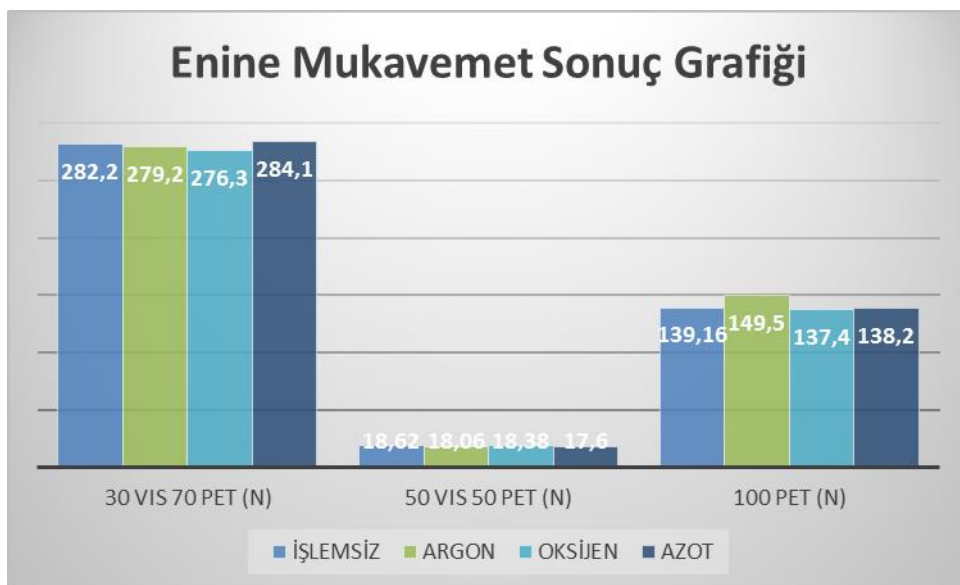
Şekil 5.6. Argon Uygulamalı %100 Polyester Kumaş Numunesi FTIR Analizi

5.1. Mukavemet Testi Sonuçları

Çalışmada numune olarak %30 viskon %70 polyester, %50 viskon %50 polyester ve %100 polyester içerikli kumaşlar kullanılmış olup 60-75 sn boyunca numuneler argon, oksijen ve azot gazlarına maruz bırakılmıştır. Bu esnada bobinin dönüş hızı 8 m/dak olarak ayarlanmıştır. Ayrıca hiç işlem görmemiş kumaş numunelerine de aynı testler yapılmış ve karşılaştırma için kullanılmıştır. Test sonuçlarına ait grafik Şekil 5.7 ve Şekil 5.8’de verilmiştir. Zwick Roell mukavemet ölçüm makinasından alınan sonuçlar Ek-2’de ayrıca verilmiştir.



Şekil 5.7. Boyuna Mukavemet Sonuç Grafiği



Şekil 5.8. Enine Mukavemet Sonuç Grafiği

5.1.1. Argon Uygulanmış Kumaşlarla Yapılan Çalışmalar

Şekil 5.7, Şekil 5.8 ve Ek-2'den görüldüğü gibi, %30 viskon %70 polyester içerikli kumaş numunesinin boyuna mukavemetinde belirgin bir değişiklik olmamasına karşın %1 değerinde ortalama bir artış görülmüş olup, enine mukavemetinde ise %1 azalma tespit edilmiştir. Diğer numune olan %50 viskon %50 polyester içerikli kumaşın boyuna mukavemetinde ortalama değer olarak %8 artış gözlemlenmiş olup enine mukavemetinde ise belirgin bir değişiklik tespit edilmemiştir. Son numune olan %100 polyester içerikli kumaşın boyuna mukavemetinde ortalama değer olarak %14 artış gözlemlenmiş olup enine mukavemetinde ise %7 seviyelerinde bir artış tespit edilmiştir.

5.1.2. Oksijen Uygulanmış Kumaşlarla Yapılan Çalışmalar

Şekil 5.7, Şekil 5.8 ve Ek-2'den görüldüğü gibi, %30 viskon %70 polyester içerikli kumaş numunesinin boyuna mukavemetinde %6 değerinde bir artış meydana gelmiş olup, enine mukavemetinde ise belirgin bir değişim tespit edilememiştir. Diğer numune olan %50 viskon %50 polyester içerikli kumaşın boyuna ve enine mukavemet değerlerinde belirgin bir değişiklik tespit edilmemiştir. Son numune olan %100 polyester içerikli kumaşın boyuna mukavemetinde ortalama değer olarak %16 artış gözlemlenmiş olup enine mukavemetinde ise belirgin bir değişiklik tespit edilmemiştir.

5.1.3. Azot Uygulanmış Kumaşlarla Yapılan Çalışmalar

Şekil 5.7, Şekil 5.8 ve Ek-2'den görüldüğü gibi, %30 viskon %70 polyester içerikli kumaş numunesinin boyuna mukavemetinde %3 değerinde bir azalma meydana gelmiş olup, enine mukavemetinde ise belirgin bir değişim tespit edilememiştir. Diğer numune olan %50 viskon %50 polyester içerikli kumaşın boyuna mukavemetinde %6 değerinde bir artış meydana gelmiş olup, enine mukavemetinde ise belirgin bir değişiklik tespit edilmemiştir. Son numune olan %100 polyester içerikli kumaşın boyuna mukavemetinde ortalama değer olarak %20 artış gözlemlenmiş olup enine mukavemetinde ise belirgin bir değişiklik tespit edilmemiştir.

5.2. Hava Geçirgenliği Testi Sonuçları

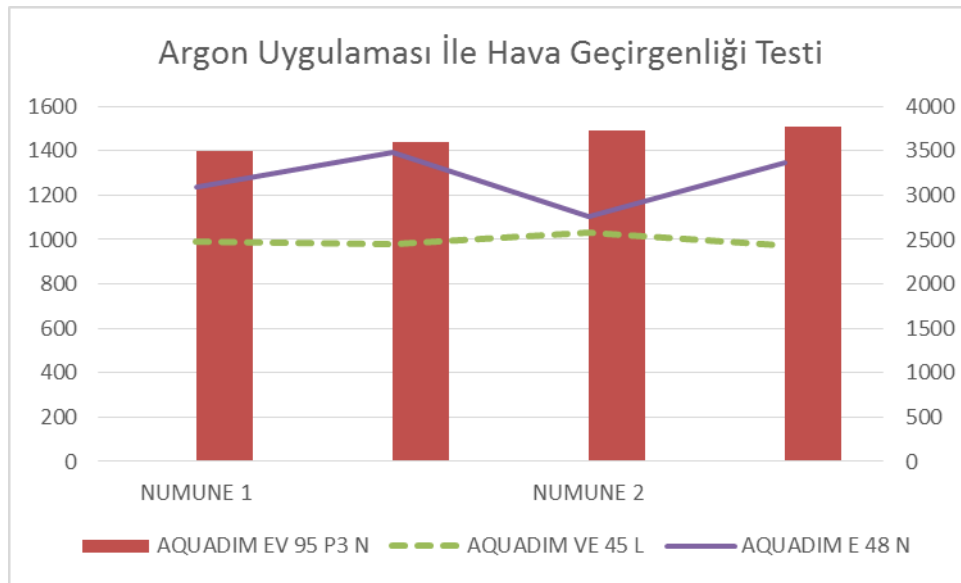
Çalışmada numune olarak %30 viskon %70 polyester, %50 viskon %50 polyester ve %100 polyester içerikli kumaşlar kullanılmış olup her numune için 5 ölçüm yapıp ortalaması alınmıştır ve çıkan sonuçlar grafiklendirilmiştir.

5.2.1. Argon Uygulaması İle Hava Geçirgenliği Testi

Argon gazına maruz bırakılmış numunelerin hava geçirgenliği test sonuçları Çizelge 5.1 ve Şekil 5.9'da verilmiştir.

Çizelge 5.1. Argon uygulamalı hava geçirgenliği test sonuçları çizelgesi

Hava Geçirgenliği (lt/m ² /s)						
Ürün Adı	Viskon	Polyester	İşlem		Argon	
			Görmemiş		Uygulaması	
AQUADIM EV 95 P3 N	30%	70%	1400	1490	1440	1510
AQUADIM VE 45 L	50%	50%	2480	2580	2450	2440
AQUADIM E 48 N	0%	100%	3090	2760	3480	3370



Şekil 5.9. Argon Uygulaması ile Hava Geçirgenliği Test Sonuçları Grafiği

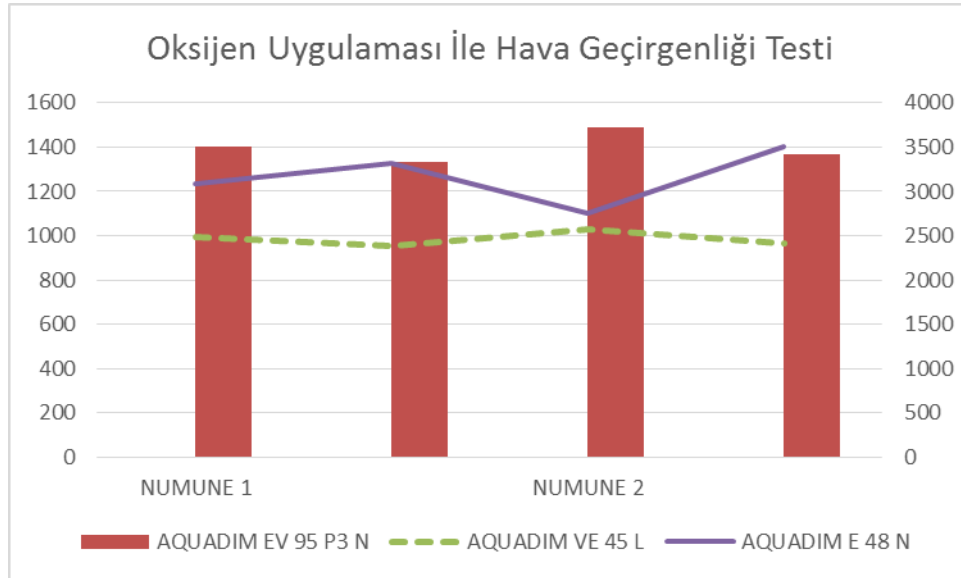
Şekilden ve çizelgeden görüldüğü gibi, argon uygulamasının %30 viskon %70 polyester karışimli kumaşı ile %50 viskon %50 polyester karışimli kumaşına belirgin bir etkisi olmamış, %100 polyester içerikli kumaşta hava geçirgenliğinin %12 seviyelerinde artmasına etki ettiği görülmüştür.

5.2.2. Oksijen Uygulaması İle Hava Geçirgenliği Testi

Oksijen gazına maruz bırakılmış numunelerin hava geçirgenliği test sonuçları Çizelge 5.2 ve Şekil 5.10'de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Oksijen uygulamalı hava geçirgenliği test sonuçları çizelgesi

Hava Geçirgenliği (lt/m ² /s)						
Ürün Adı	Viskon	Polyester	İşlem		O ₂	
			Görmemiş		Uygulaması	
AQUADIM EV 95 P3 N	30%	70%	1400	1490	1330	1370
AQUADIM VE 45 L	50%	50%	2480	2580	2390	2410
AQUADIM E 48 N	0%	100%	3090	2760	3320	3500



Şekil 5.10. Oksijen Uygulaması ile Hava Geçirgenliği Test Sonuçları Grafiği

Şekilden ve çizelgeden görüldüğü gibi, oksijen uygulamasında %30 viskon %70 polyester karışimli kumaşı ile %50 viskon %50 polyester karışimli kumaşında %4 seviyelerinde

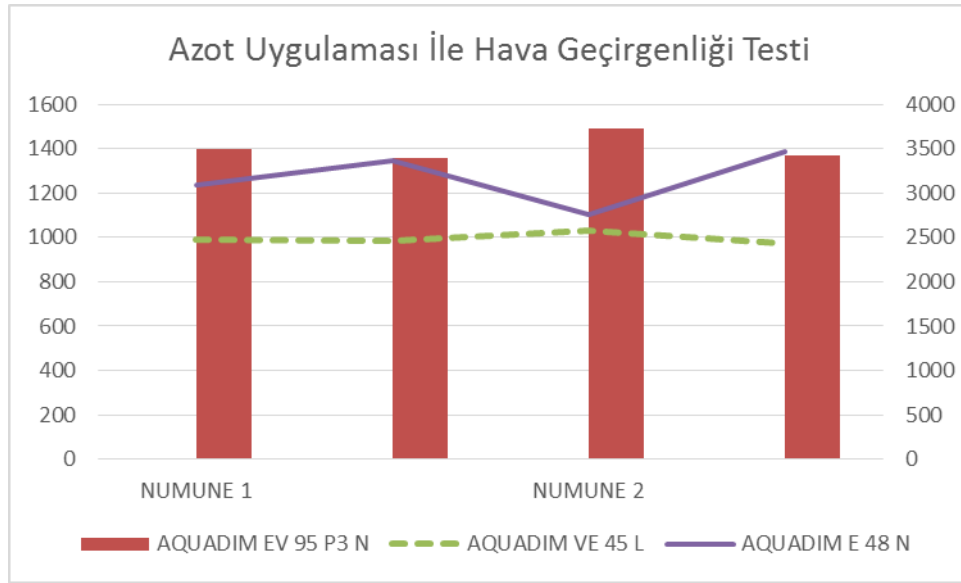
hava geçirgenliğinin azaldığı, %100 polyester içerikli kumaşta ise %8 seviyelerinde bir artış olduğu görülmüştür.

5.2.3. Azot Uygulaması İle Hava Geçirgenliği Testi

Azot gazına maruz bırakılmış numunelerin hava geçirgenliği test sonuçları Çizelge 5.3 ve Şekil 5.11’de verilmiştir.

Çizelge 5.3. Azot uygulamalı hava geçirgenliği test sonuçları çizelgesi

Hava Geçirgenliği (lt/m ² /s)						
Ürün Adı	Viskon	Polyester	İşlem		Azot	
			Görmemiş		Uygulaması	
AQUADIM EV 95 P3 N	30%	70%	1400	1490	1360	1370
AQUADIM VE 45 L	50%	50%	2480	2580	2460	2430
AQUADIM E 48 N	0%	100%	3090	2760	3370	3470



Şekil 5.11. Azot Uygulaması ile Hava Geçirgenliği Test Sonuçları Grafiği

Şekilden ve çizelgeden görüldüğü gibi, azot uygulamasının %30 viskon %70 polyester karışımlı kumaşı ile %50 viskon %50 polyester karışımlı kumaşına belirgin bir etkisi olmamış, %100 polyester içerikli kumaşta hava geçirgenliğinin %9 seviyelerinde artmasına etki ettiği görülmüştür.

5.3. Buhar Geçirgenliği Testi Sonuçları

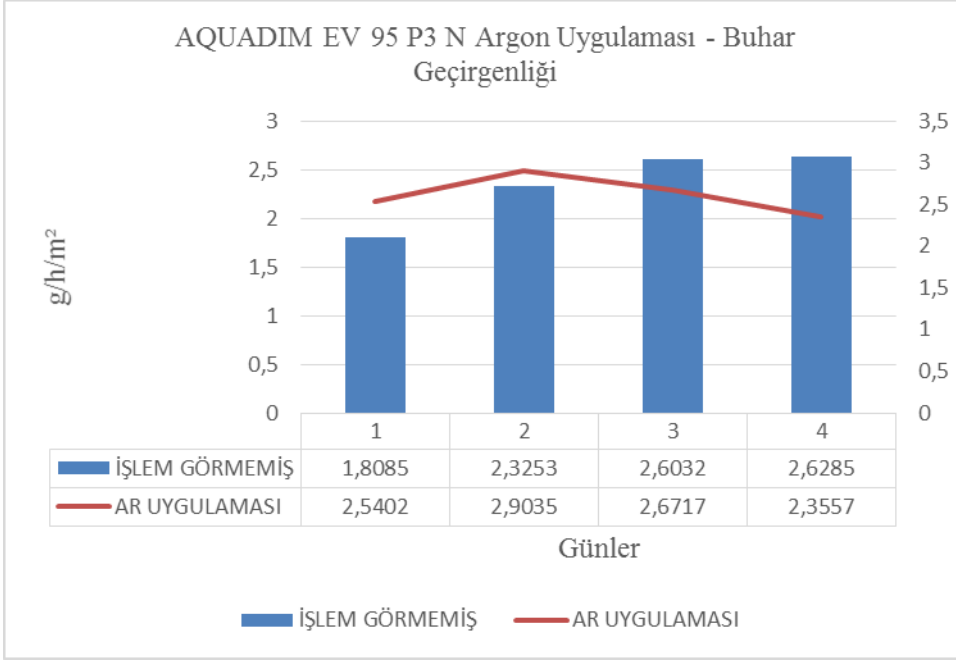
Çalışmada numune olarak %30 viskon %70 polyester, %50 viskon %50 polyester ve %100 polyester içerikli kumaşlar kullanılmış olup her numune için 5 gün üst üste ölçümler yapılmış ve çıkan sonuçlar grafiklendirilmiştir. Testler için sırasıyla argon, oksijen ve azot gazları kullanılmış, çizelge ve grafik ile sonuçlandırılmıştır.

5.3.1. Argon Uygulaması İle Buhar Geçirgenliği Testi

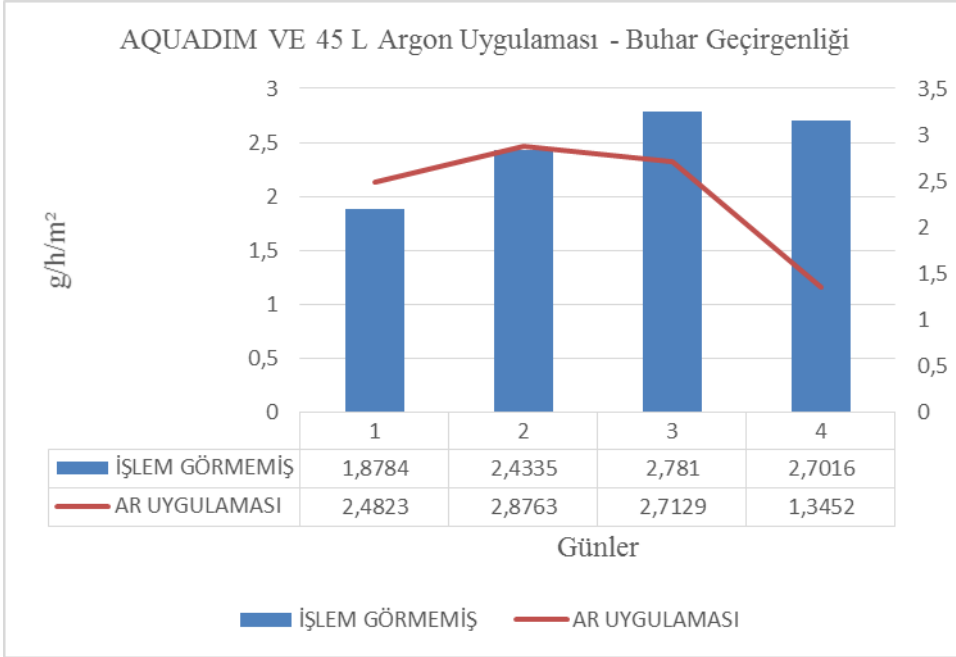
Argon gazına maruz bırakılmış numunelerin buhar geçirgenliği test sonuçları Çizelge 5.4' de verilmiştir. Ayrıca gün bazında numunelerde yaşanan kütle kaybı da Şekil 5.12, Şekil 5.13 ve Şekil 5.14'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.4. Argon uygulamalı buhar geçirgenliği test sonuçları çizelgesi

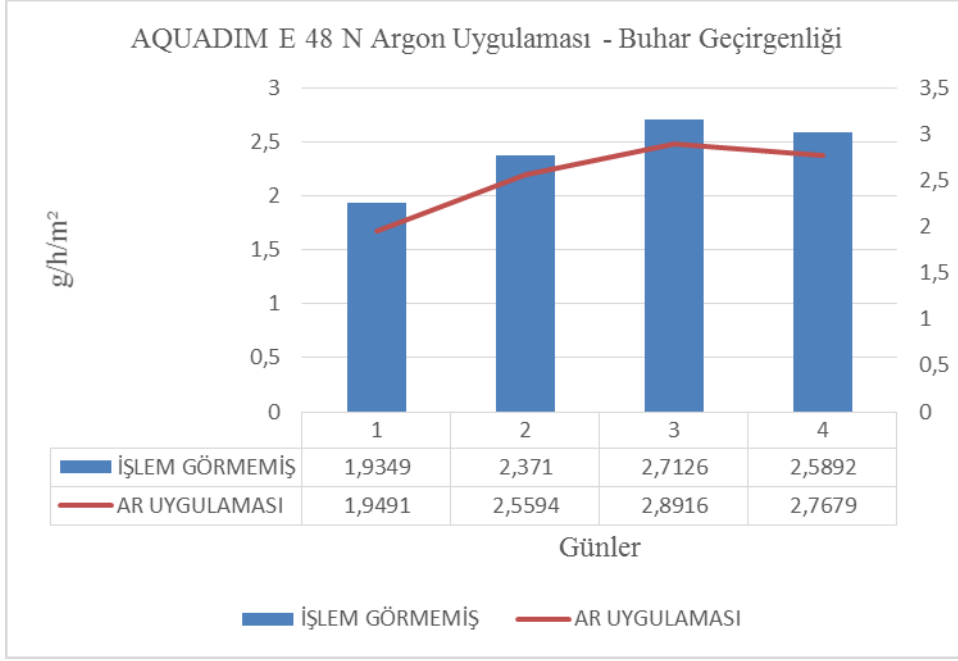
Buhar Geçirgenliği (g/h/m ²)					
Ürün Adı	Viskon	Polyester	Gün	İşlem Görmemiş	Argon Uygulaması
AQUADIM EV 95 P3 N	30%	70%	1	202,4329	202,7001
			2	200,6244	200,1599
			3	198,2991	197,2564
			4	195,6959	194,5847
			5	193,0674	192,229
AQUADIM VE 45 L	50%	50%	1	202,6976	202,2249
			2	200,8192	199,7426
			3	198,3857	196,8663
			4	195,6047	194,1534
			5	192,9031	192,8082
AQUADIM E 48 N	0%	100%	1	172,8901	172,4508
			2	170,9552	170,5017
			3	168,5842	167,9423
			4	165,8716	165,0507
			5	163,2824	162,2828



Şekil 5.12. Argon Uygulamalı %30 Viskon %70 Polyester Kumaşın Buhar Geçirgenliği Testi Sonuçlarını Gösteren Grafik



Şekil 5.13. Argon Uygulamalı %50 Viskon %50 Polyester Kumaşın Buhar Geçirgenliği Testi Sonuçlarını Gösteren Grafik



Şekil 5.14. Argon Uygulamalı %100 Polyester Kumaşın Buhar Geçirgenliği Testi Sonuçlarını Gösteren Grafik

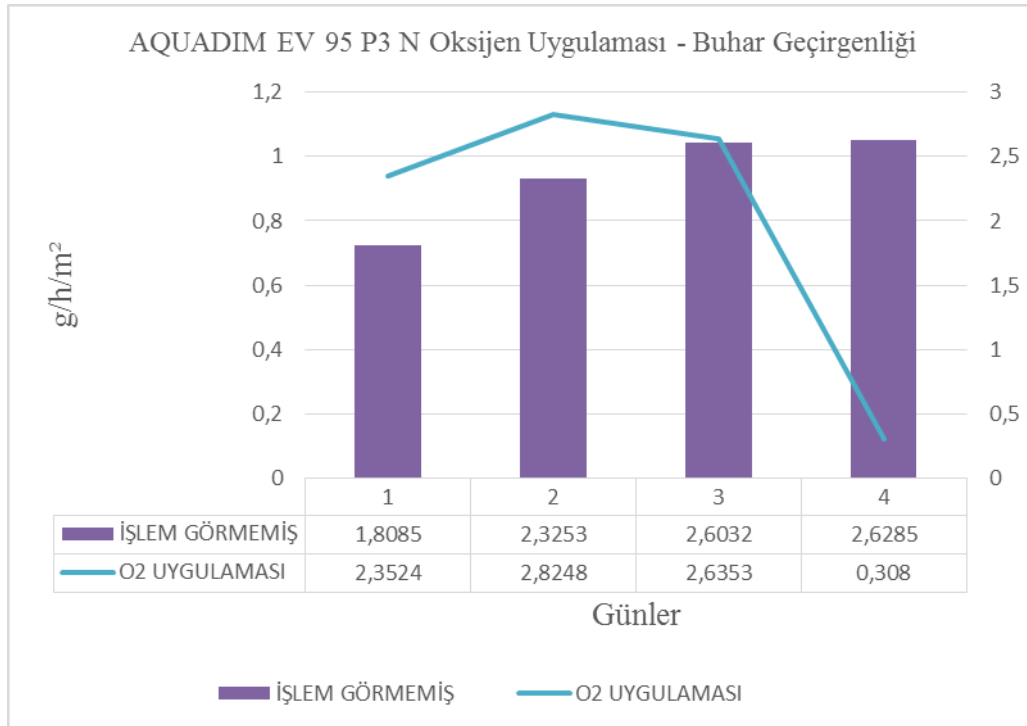
Sonuçlardan da görüldüğü gibi, işlem görmemiş %30 viskon %70 polyester karışımli kumaş numunesinde 5. Gün sonunda buhar geçirgenliği oranı %4,8 iken argon uygulaması ile korona boşalması uygulanmış aynı karışımli numunenin 5. Gün sonundaki buhar geçirgenliği oranı %5,4 seviyelerine ulaşmıştır. İşlem görmemiş %50 viskon %50 polyester karışımli kumaş numunesinde 5. Gün sonunda buhar geçirgenliği oranı %5 iken argon uygulaması ile korona boşalması uygulanmış aynı karışımli numunenin 5. Gün sonundaki buhar geçirgenliği oranı %4,8 seviyelerine düşmüştür. İşlem görmemiş %100 polyester karışımli kumaş numunesinde 5. Gün sonunda buhar geçirgenliği oranı %5,8 iken argon uygulaması ile korona boşalması uygulanmış aynı karışımli numunenin 5. Gün sonundaki buhar geçirgenliği oranı %6,3 seviyelerine ulaşmıştır.

5.3.2. Oksijen Uygulaması İle Buhar Geçirgenliği Testi

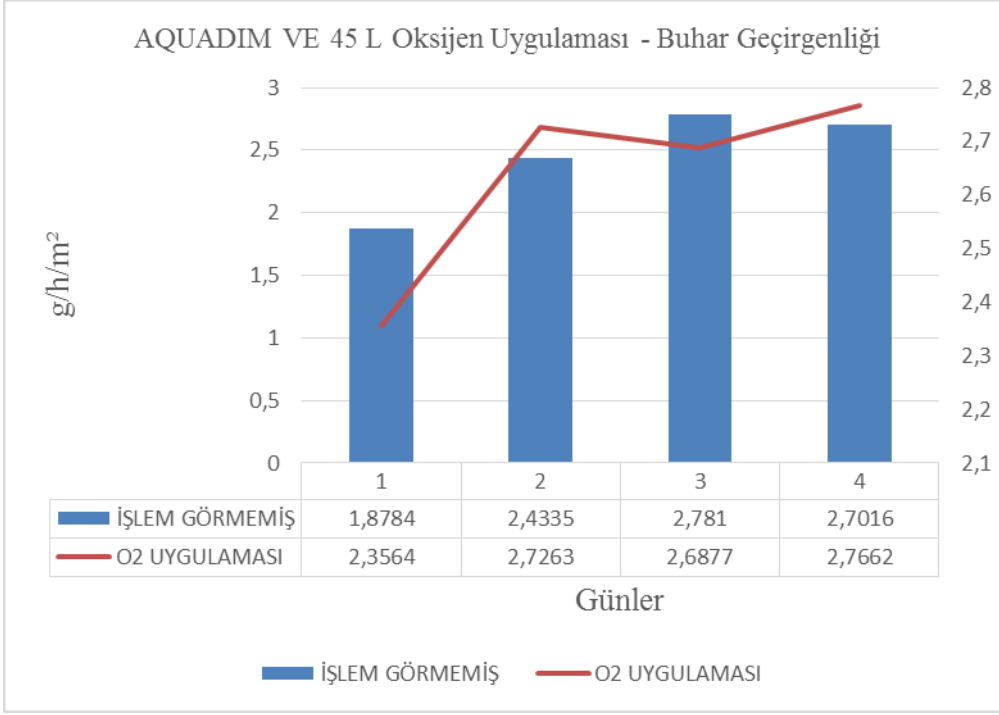
Oksijen gazına maruz bırakılmış numunelerin buhar geçirgenliği test sonuçları Çizelge 5.5' de verilmiştir. Ayrıca gün bazında numunelerde yaşanan kütle kaybı da Şekil 5.15, Şekil 5.16 ve Şekil 5.17'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.5. Oksijen uygulamalı buhar geçirgenliği test sonuçları çizelgesi

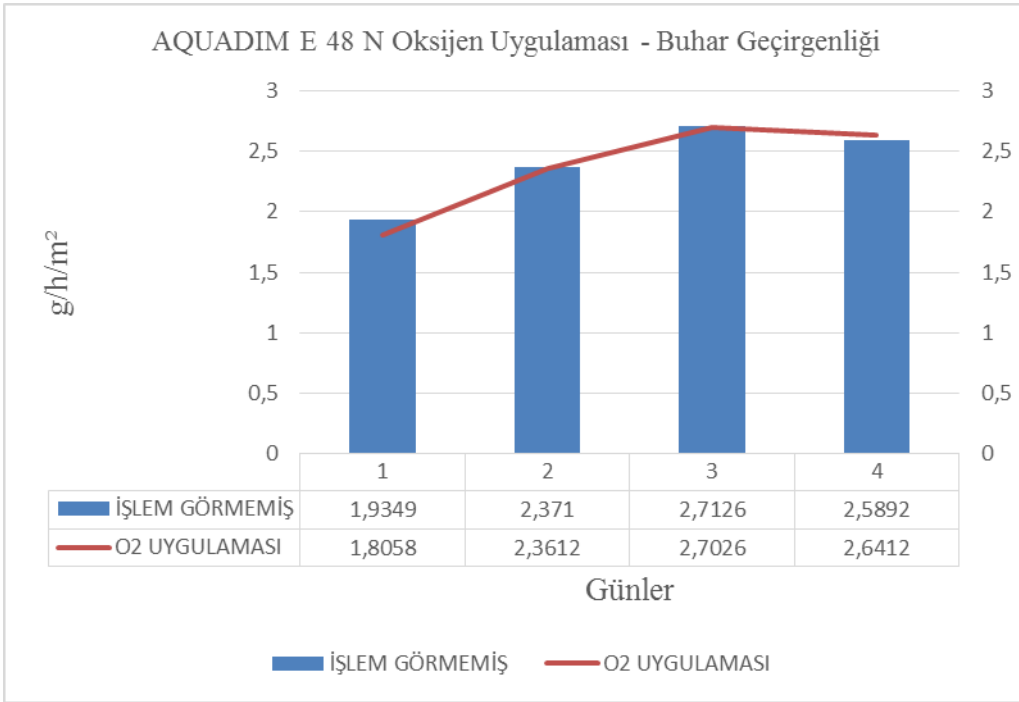
Buhar Geçirgenliği (g/h/m ²)					
Ürün Adı	Viskon	Polyester	Gün	İşlem Görmemiş	O ₂ Uygulaması
AQUADIM EV 95 P3 N	30%	70%	1	202,4329	202,0306
			2	200,6244	199,6782
			3	198,2991	196,8534
			4	195,6959	194,2181
			5	193,0674	193,9101
AQUADIM VE 45 L	50%	50%	1	202,6976	202,6469
			2	200,8192	200,2905
			3	198,3857	197,5642
			4	195,6047	194,8765
			5	192,9031	192,1103
AQUADIM E 48 N	0%	100%	1	172,8901	172,004
			2	170,9552	170,1982
			3	168,5842	167,837
			4	165,8716	165,1344
			5	163,2824	162,4932



Şekil 5.15. Oksijen Uygulamalı %30 Viskon %70 Polyester Kumaşın Buhar Geçirgenliği Testi Sonuçlarını Gösteren Grafik



Şekil 5.16. Oksijen Uygulamalı %50 Viskon %50 Polyester Kumaşın Buhar Geçirgenliği Testi Sonuçlarını Gösteren Grafik



Şekil 5.17. Oksijen Uygulamalı %100 Polyester Kumaşın Buhar Geçirgenliği Testi Sonuçlarını Gösteren Grafik

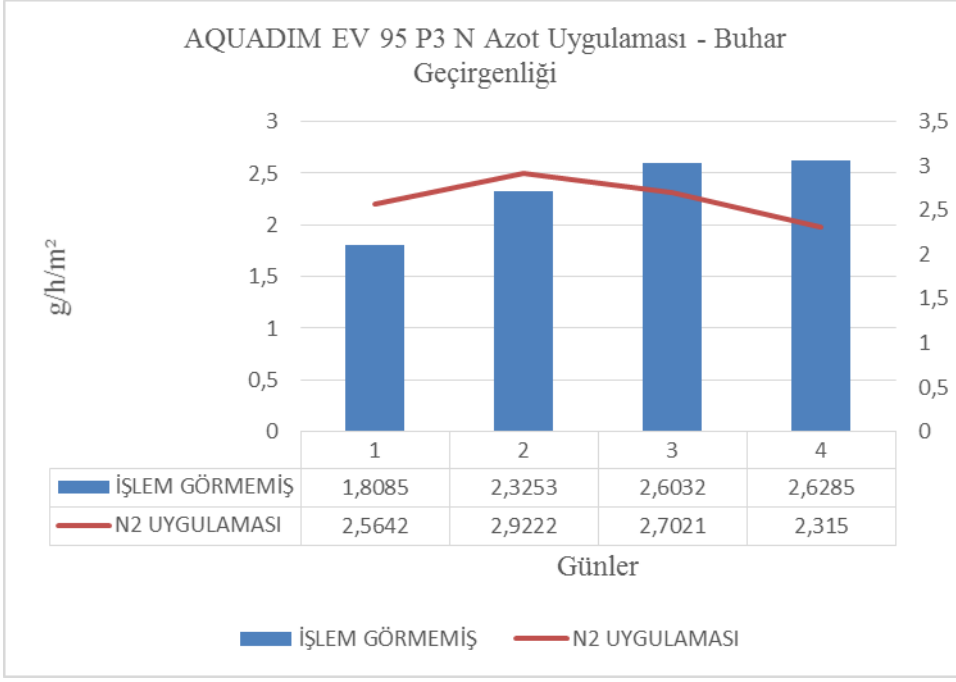
Sonuçlardan da görüldüğü gibi, işlem görmemiş %30 viskon %70 polyester karışumlu kumaş numunesinde 5. Gün sonunda buhar geçirgenliği oranı %4,8 iken oksijen uygulaması ile korona boşalması uygulanmış aynı karışumlu numunenin 5. Gün sonundaki buhar geçirgenliği oranı %4,7 seviyelerine düşmüştür. İşlem görmemiş %50 viskon %50 polyester karışumlu kumaş numunesinde 5. Gün sonunda buhar geçirgenliği oranı %5 iken oksijen uygulaması ile korona boşalması uygulanmış aynı karışumlu numunenin 5. Gün sonundaki buhar geçirgenliği oranı %5,5 seviyelerine yükselmiştir. İşlem görmemiş %100 polyester karışumlu kumaş numunesinde 5. Gün sonunda buhar geçirgenliği oranı %5,8 iken oksijen uygulaması ile korona boşalması uygulanmış aynı karışumlu numunenin 5. Gün sonundaki buhar geçirgenliği oranı %5,9 seviyelerine ulaşmıştır.

5.3.3. Azot Uygulaması İle Buhar Geçirgenliği Testi

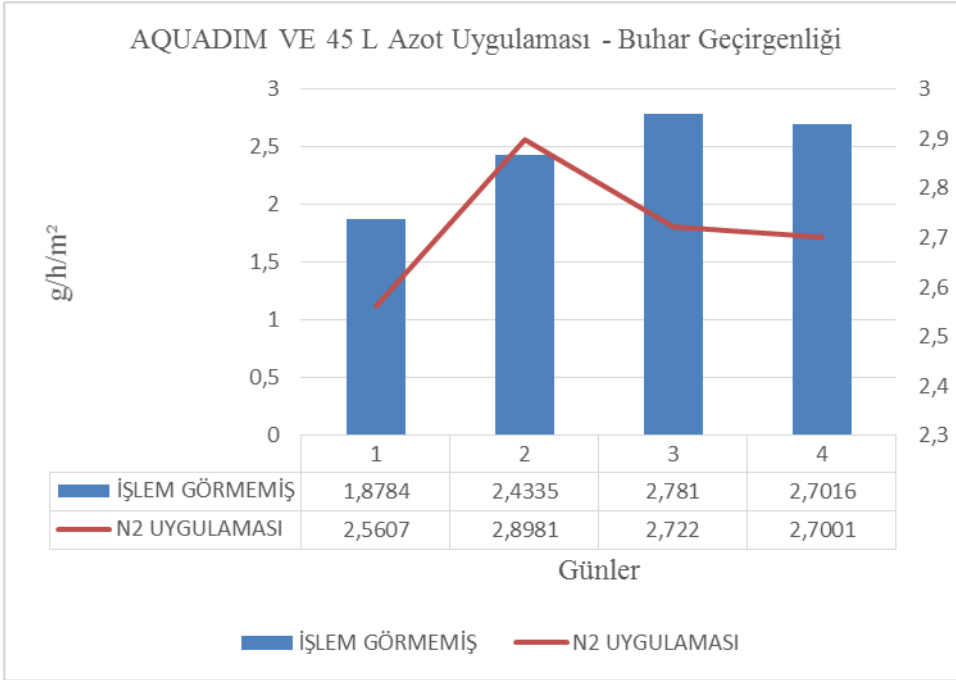
Azot gazına maruz bırakılmış numunelerin buhar geçirgenliği test sonuçları Çizelge 5.6’ de verilmiştir. Ayrıca gün bazında numunelerde yaşanan kütle kaybı da Şekil 5.18, Şekil 5.19 ve Şekil 5.20’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.6. Azot uygulamalı buhar geçirgenliği test sonuçları çizelgesi

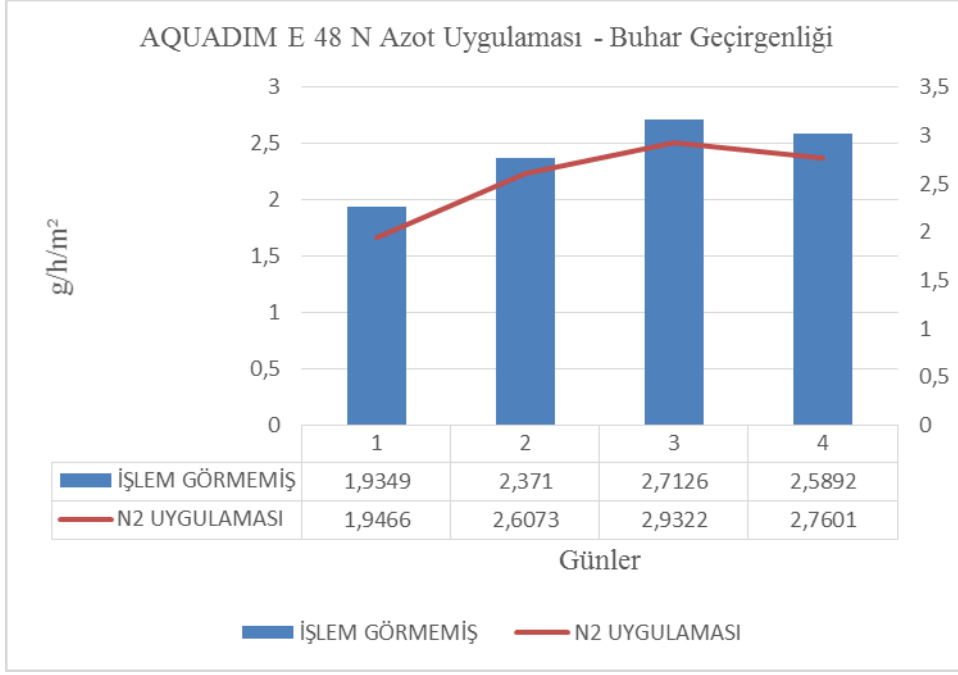
Buhar Geçirgenliği (g/h/m ²)					
Ürün Adı	Viskon	Polyester	Gün	İşlem Görmemiş	Azot Uygulaması
AQUADIM EV 95 P3 N	30%	70%	1	202,4329	202,6859
			2	200,6244	200,1217
			3	198,2991	197,1995
			4	195,6959	194,4974
			5	193,0674	192,1824
AQUADIM VE 45 L	50%	50%	1	202,6976	202,8289
			2	200,8192	200,2682
			3	198,3857	197,3701
			4	195,6047	194,6481
			5	192,9031	191,948
AQUADIM E 48 N	0%	100%	1	172,8901	172,0903
			2	170,9552	170,1437
			3	168,5842	167,5364
			4	165,8716	164,6042
			5	163,2824	161,8441



Şekil 5.18. Azot Uygulamalı %30 Viskon %70 Polyester Kumaşın Buhar Geçirgenliği Testi Sonuçlarını Gösteren Grafik



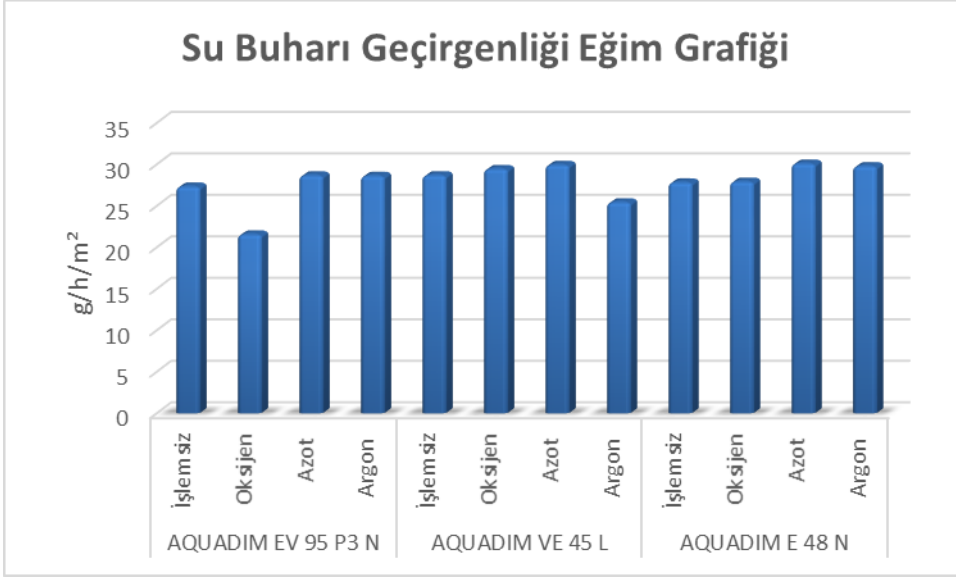
Şekil 5.19. Azot Uygulamalı %50 Viskon %50 Polyester Kumaşın Buhar Geçirgenliği Testi Sonuçlarını Gösteren Grafik



Şekil 5.20. Azot Uygulamalı %100 Polyester Kumaşın Buhar Geçirgenliği Testi Sonuçlarını Gösteren Grafik

Sonuçlardan da görüldüğü gibi, işlem görmemiş %30 viskon %70 polyester karışımlı kumaş numunesinde 5. Gün sonunda buhar geçirgenliği oranı %4,8 iken azot uygulaması ile korona boşalması uygulanmış aynı karışımlı numunenin 5. Gün sonundaki buhar geçirgenliği oranı %5,5 seviyelerine çıkmıştır. İşlem görmemiş %50 viskon %50 polyester karışımlı kumaş numunesinde 5. Gün sonunda buhar geçirgenliği oranı %5 iken azot uygulaması ile korona boşalması uygulanmış aynı karışımlı numunenin 5. Gün sonundaki buhar geçirgenliği oranı %5,7 seviyelerine yükselmiştir. İşlem görmemiş %100 polyester karışımlı kumaş numunesinde 5. Gün sonunda buhar geçirgenliği oranı %5,8 iken azot uygulaması ile korona boşalması uygulanmış aynı karışımlı numunenin 5. Gün sonundaki buhar geçirgenliği oranı %6,3 seviyelerine ulaşmıştır.

Tüm işlemlere ait su buharı geçirgenliği eğim grafiği Şekil 5.21’de verilmiştir.



Şekil 5.21. İşlemsiz ve İşlem Görmüş Kumaş Numunelerine Ait Su Buharı Geçirgenliği Eğim Grafiği

5.4. Renk Ölçümü Testi Sonuçları

Renk ölçümü için, boyama havuzu işleminin tek çeşit elyaflı yapılabilmek imkânından dolayı sadece %100 polyester elyaflı dokusuz kumaş numunesi kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan %100 polyester içerikli kumaşın remisyon (%R) değerleri D65 gün ışığı ve 10° gözlem açısı altında spektral fotometre yardımı ile ölçülmüştür. Bu değerler ile Kubelka-Munk eşitliğinden faydalanılarak renk verimi (K/S) hesaplanmış ve sonuçlandırılmıştır. Boyama sonrası kumaştaki renk veriminin yanında L*, a*, b* değerleri de ölçülmüştür. Renk testi sonuçları Çizelge 5.7’de verilmiştir.

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

R: Maksimum absorpsiyon dalga boyundaki (λ_{max}) reflektans

K: Absorsiyon katsayısı

S:Yansıma katsayısı

C:Renk doygunluğu (canlılığı)

L*: Açıklık/koyuluk değeri (+ daha açık, - daha koyu)

a*: Kırmızılık/yeşillik değeri (+ daha kırmızı, - daha yeşil)

b*: Sarılık/mavilik değeri (+ daha sarı, - daha mavi)

Çizelge 5.7. %100 Polyester kumaşın boyama sonrası k/s ve cıel*a*b* değerleri

Kumaş	L*	a*	b*	C	H	nm	K/S
İşlemsiz	24,66	3,74	-31,52	31,74	266,77	620	25,747
Argon	24,7	3,61	-31,72	31,92	276,5	620	26,183
Oksijen	24,58	3,55	-31,44	31,64	276,44	620	26,183
Azot	24,91	3,4	-31,58	31,74	276,14	620	25,891

Sonuçlardan da görüldüğü üzere, argon ve oksijen gazları etkisindeki korona boşalması uygulamasından sonra işlemsiz kumaş numunesine göre %1,6 seviyelerinde bir renk verimi artışı gözlemlenmiştir. Azot gazının ise bu uygulamadaki etkisi %1 seviyesinin altında kalmıştır.

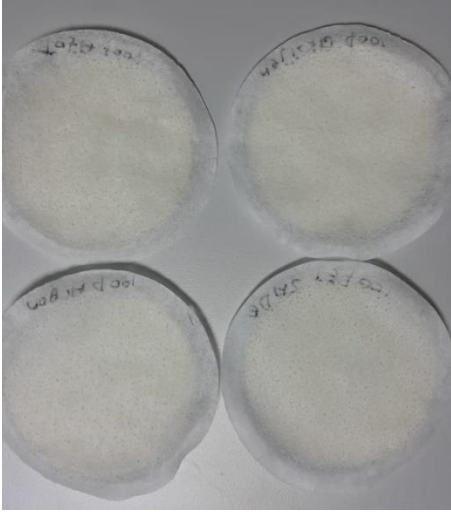
5.5. Boncuklanma Testi Sonuçları

Çalışmamızda değerlendirme yöntemi olarak görsel değerlendirme kullanılmıştır. Test kumaşları %50 viskon %50 polyester karışımı ve %100 polyester içerikli numunelerden oluşmaktadır. Deney sonrasında numuneler standart fotoğraflarla karşılaştırılarak, boncuklanma derecelerine göre 1'den 5'e kadar değerlendirilmiş ve neticelendirilmiştir.

Şekil 5.22'de %50 viskon %50 polyester içerikli numune kumaşın, Şekil 5.23'de ise %100 polyester içerikli numune kumaşın boncuklanma durumları görülmekte olup, Çizelge 5.8'de boncuklanma testi sonuçları listelenmektedir.



Şekil 5.22. %50 Viskon %50 Polyester Numune Kumaşın Boncuklanma Durumu



Şekil 5.23. %100 Polyester Numune Kumaşın Boncuklanma Durumu

Çizelge 5.8. Boncuklanma testi sonuç çizelgesi

Kumaş Cinsi/Yapılan işlem	Sade	Argon	Oksijen	Azot
%100 Polyester	3	3-4	2-3	2-3
%50 Polyester %50 Viskon	2-3	2	2	1-2

Sonuçlar, %100 polyester içerikli kumaş numunesinin %50 viskon %50 polyester içerikli kumaş numunesine göre daha fazla boncuklanma durumunda bulunduğunu göstermiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Argon, oksijen ve azot gazlarına maruz bırakılarak oluşturulan korona boşalması numune kumaşlar üzerinde oluşturduğu yüzey modifikasyonu sonuçları aşağıdaki gibidir.

Mukavemet testi sonuçlarına göre, dokusuz kumaşlarda polyester elyaf oranının artması ile birlikte mukavemetin arttığı tespit edilmiştir. Kullanılan gazların numune kumaşların elyaf içeriğine bağlı olarak pozitif veya negatif etkisi olabileceği görülmüştür. Pozitif etki olarak %100 polyester elyaf içerikli numunelerde mukavemet artış oranı yüksek olmuştur. En yüksek başarı oranı azot gazının etkisinde görülmekte iken, oksijen ve argon gazının etkisine maruz bırakılmış korona boşalması sonucunda test yapılan numunelerde de pozitif mukavemet artışı görülmüştür. Elektrotların substrata daha yakın ve numune kumaşların daha kalın olması durumu ile birlikte gazların debisinin arttırılmasının sonuca pozitif etki yapabileceği düşünülmektedir.

Hava geçirgenliği testi sonuçlarına göre, numune kumaşlardaki polyester elyaf oranını artması hava geçirgenlik oranının artmasına sebebiyet vermektedir. Şöyle ki, argon, oksijen ve azot gazlarının etkisine maruz bırakılmış korona boşalması sonucunda numune kumaşlardaki polyester oranlarının artması sonuca hava geçirgenlik oranının artması şeklinde yansımıştır. En yüksek başarı oranı argon gazının etkisinde görülmüş olup, hava geçirgenlik oranını %12 seviyelerinde artırmış olarak tespit edilmiştir. Argondaki yükselişi sırasıyla %9 ve %8' lik oranlarla azot ve oksijen gazları takip etmiştir. Dolayısıyla test kabini içerisindeki ortamın negatif basıncının yükseltilebilmesi ve elektrotların arasındaki iyonizasyonun arttırılabilmesi ile birlikte numunenin polyester oranı ve ortamın argon gazı seviyesinin artması hava geçirgenlik oranını arttıracığı düşünülmektedir.

Buhar geçirgenliği test sonuçlarına göre, numune kumaşlardaki viskon ve polyester elyaf oranları test sonuçlarının farklı oranlarda değişmesine neden olmaktadır. Uygulamalar çok büyük farklara neden olmasa sonuç olarak %5 ile %8 arasında pozitif ne negatif etkiye sebebiyet vermektedir. İlk uygulama olan argon gazına maruz bırakılmış korona boşalması etkisindeki numune kumaşın %100 polyester içerikli olması buhar geçirgenliğini maksimum seviyede artırmıştır. Fakat bu etki numune kumaştaki viskon elyaf oranının artmasıyla buhar geçirgenlik oranını düşürmektedir. Bir sonraki uygulama gazı olarak havasız ortama sevk

edilen oksijen gazına maruz bırakılmış korona boşalması etkisindeki numune kumaşın elyaf içeriğinden çok etkilenmemekle birlikte polyester oranının artması buhar geçirgenlik oranını %1 seviyelerinde artırabilmektedir. Son uygulamadaki azot gazı etkisindeki korona boşalması olayının sonuçlarına göre de numunelerin elyaf içeriği ayırt etmeksizin %8 oranlarında uygulamanın buhar geçirgenliğini %8 oranlarında arttırabildiği tespit edilmiştir.

Renk verimi ölçümü için, uygulama kısmında da belirtildiği üzere boyama havuzu işleminin tek çeşit elyafly yapılabılme imkânından dolayı sadece %100 polyester elyafly dokusuz kumaş numunesi kullanılmıştır. Renk verimi testi sonuçlarına göre, %100 polyester içerikli kumaş numunesine uygulanan korona boşalmasında en büyük etki %1,6'lık artış ile argon ve oksijen gazlarının deşarjı sonucu gerçekleşmiştir. Azot gazına maruz bırakılmış korona boşalmasında ise pozitif yöndeki etki %1 seviyelerinin altında kalmıştır. Polyester içeriğinin arttırılıp argon ve oksijen gazlarının uygulamadaki debisinin yükseltilmesi pozitif sonucun arttırılabılmesine etki sağlayabilir.

Boncuklanma testi sonuçlarına göre, %100 polyester içerikli kumaş numunesine uygulanan argon, oksijen ve azot gazlarının kumaştaki boncuklanmayı arttırdığı tespit edilmiştir. Kumaş içeriğindeki viskon elyaf oranının arttırılması boncuklanmayı azaltabilmektedir.

Tüm bu sonuçlar ışığında, kullanılmış olan kumaş numunelerindeki polyester elyaf oranının artması boncuklanma testi haricindeki testlerde uygulama verimini pozitif yönde arttırmaktadır.

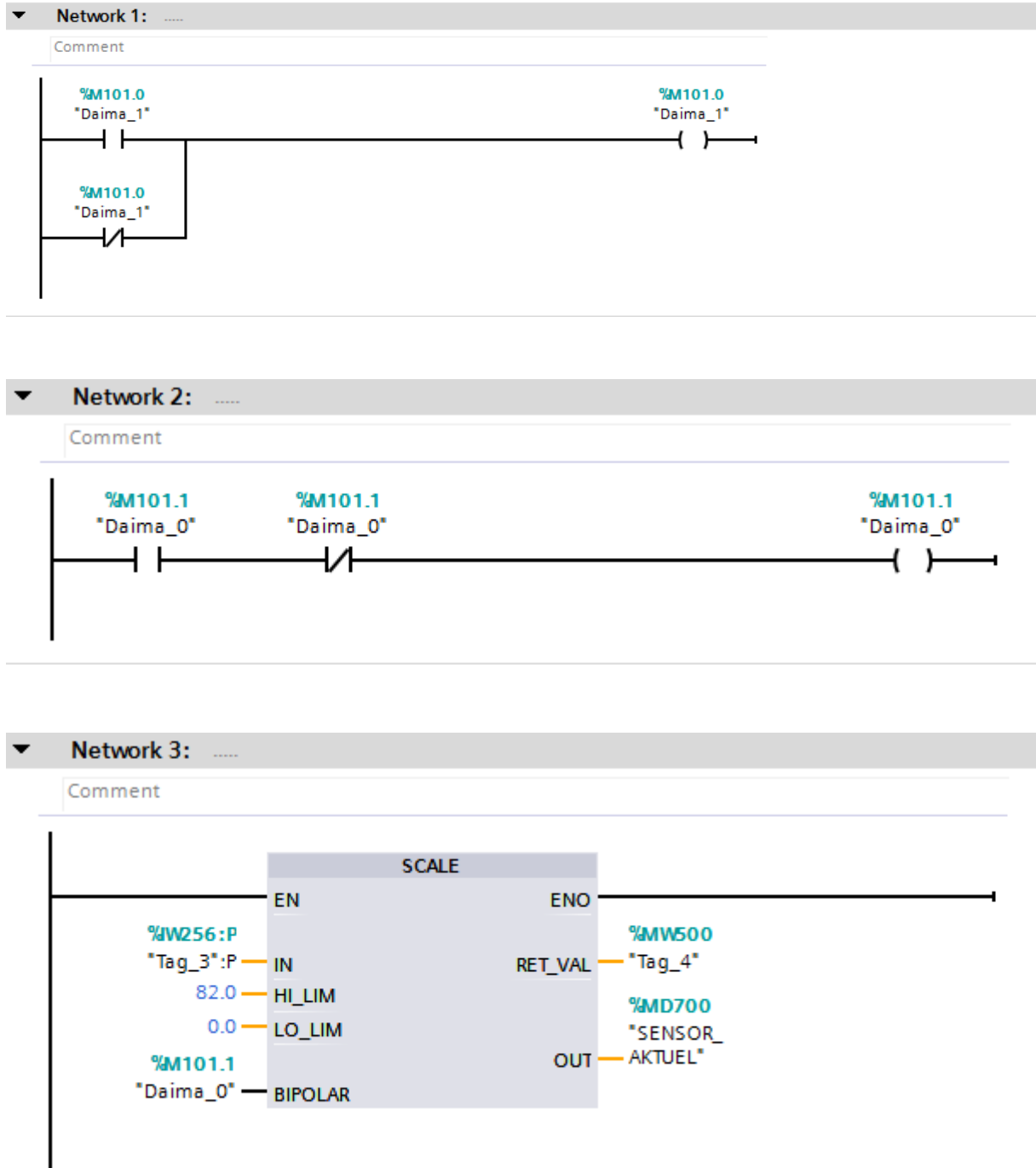
7. KAYNAKLAR

- AKÇALI, K., & BULUT, M. O. PLAZMA TEKNOLOJİLERİNİN YÜN ELYAFI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 2(1).
- Alisoy, H. Z., Baysar, A., & Alisoy, G. T. (2005). Physicomathematical analysis of surface modification of polymers by glow discharge in SF₆+ N₂ medium. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 351(2-4), 347-357.
- Bhat, N. V., & Benjamin, Y. N. (1999). Surface resistivity behavior of plasma treated and plasma grafted cotton and polyester fabrics. *Textile research journal*, 69(1), 38-42.
- Buijsen, P. F. A. (1996). Electron beam induced cationic polymerization with onium salts.
- Chan, C. M. (1994). Polymer surface modification and characterization.
- Cornelius, C. E. (2009). Novel applications of atmospheric pressure plasma on textile materials. North Carolina State University.
- Erdoğan, Ü. H. (2008). Jeotekstillerde kullanılan polipropilen liflerin kullanım anındaki özelliklerinin çeşitli metodlarda incelenmesi (Doctoral dissertation, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Garbassi, F., Morra, M., Occhiello, E., & Garbassi, F. (1998). Polymer surfaces: from physics to technology (pp. 169-200). Chichester: Wiley.
- Hayn, R. A., Owens, J. R., Boyer, S. A., McDonald, R. S., & Lee, H. J. (2011). Preparation of highly hydrophobic and oleophobic textile surfaces using microwave-promoted silane coupling. *Journal of Materials Science*, 46(8), 2503-2509.
- Kale, P. D., Lokhande, H. T., Rao, K. N., & Rao, M. H. (1975). Grafting on polyester fibers. *Journal of Applied Polymer Science*, 19(2), 461-480.
- Kan, C. W., & Yuen, C. W. M. (2007). Plasma technology in wool. *Textile Progress*, 39(3), 121-187.
- Kan, C. W., Chan, K., & Yuen, C. W. M. (2000). Application of low temperature plasma on wool-part I. The nucleus.
- Karahan, H. A. (2007). Atmosferik plazma kullanılarak doğal liflerinin yüzeysel özelliklerinin değiştirilmesi üzerine bir araştırma (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İzmir, 239s).
- Karahan, H. A., Demir, A., Oezdogan, E., Oektem, T., & Seventekin, N. (2007). Some methods used for the surface modification of textiles. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 17(4), 248-255.
- Kip, A. F. (1938). Positive-point-to-plane discharge in air at atmospheric pressure. *Physical Review*, 54(2), 139.

- Korpayev, S., Kavaklı, C., Çolak, Ş., & Kavaklı, P. A. (2018). Preparation and characterization of ethylenediamine modified glycidyl methacrylate-grafted nonwoven cotton fabric adsorbent. *Cellulose*, 25(1), 813-828.
- Matthews, S. R. (2005). Plasma aided finishing of textile materials.
- Morent, R., De Geyter, N., Verschuren, J., De Clerck, K., Kiekens, P., & Leys, C. (2008). Non-thermal plasma treatment of textiles. *Surface and coatings technology*, 202(14), 3427-3449.
- Mutlu, M., Mutlu, S., Rosenberg, M. F., Kane, J., Jones, M. N., & Vadgama, P. (1991). Matrix surface modification by plasma polymerization for enzyme immobilization. *Journal of Materials Chemistry*, 1(3), 447-450.
- Neagoe, G. (2011). Využití elektrických výbojů ve vodě k povrchovým úpravám polymerních materiálů (Doctoral dissertation, Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta).
- Neagoe, G., Brablec, A., RÁHEL, J., & BURŠÍKOVÁ, V. (2012). SILVER IONS BONDING ON POLYPROPYLENE BY UNDERWATER DOUBLE DIAPHRAGM DISCHARGE FOR ANTIMICROBIAL APPLICATIONS. *Chem. Listy*, 106, s1465-s1467.
- Pat, S., Ekem, N., Akan, T., Kusmus, O., Demirkol, S., Vladioiu, R., ... & Musa, G. (2005). Study on thermionic vacuum arc—a novel and advanced technology for surface coating. *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, 7(5), 2495-2499. [3] Nourbakhsh, S., & Ashjaran,
- Pochner, K., Neff, W., & Lebert, R. (1995). Atmospheric pressure gas discharges for surface treatment. *Surface and Coatings Technology*, 74, 394-398.
- Raju, G. G. (2005). *Gaseous electronics: theory and practice*. CRC Press.
- Rakowski, W. (1997). Plasma treatment of wool today. Part 1—Fibre properties, spinning and shrinkproofing. *Journal of the Society of Dyers and Colourists*, 113(9), 250-255.
- Shenton, M. J., & Stevens, G. C. (2001). Surface modification of polymer surfaces: atmospheric plasma versus vacuum plasma treatments. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 34(18), 2761.
- Siavashani, V. S., Valipour, P., & Haghghat, E. (2014). The influence of corona discharge treatment on the properties of cotton and polyester-cotton knitted fabrics. *Fibers and Polymers*, 15(4), 729-735.
- Stannett, V., Walsh, W. K., Bittencourt, E., Liepins, R., & Surles, J. R. (1977). Chemical modification of fibers and fabrics with high-energy radiation. *Journal of Applied Polymer Science*, 31.
- Vohrer, U., Müller, M., & Oehr, C. (1998). Glow-discharge treatment for the modification of textiles. *Surface and Coatings Technology*, 98(1-3), 1128-1131.

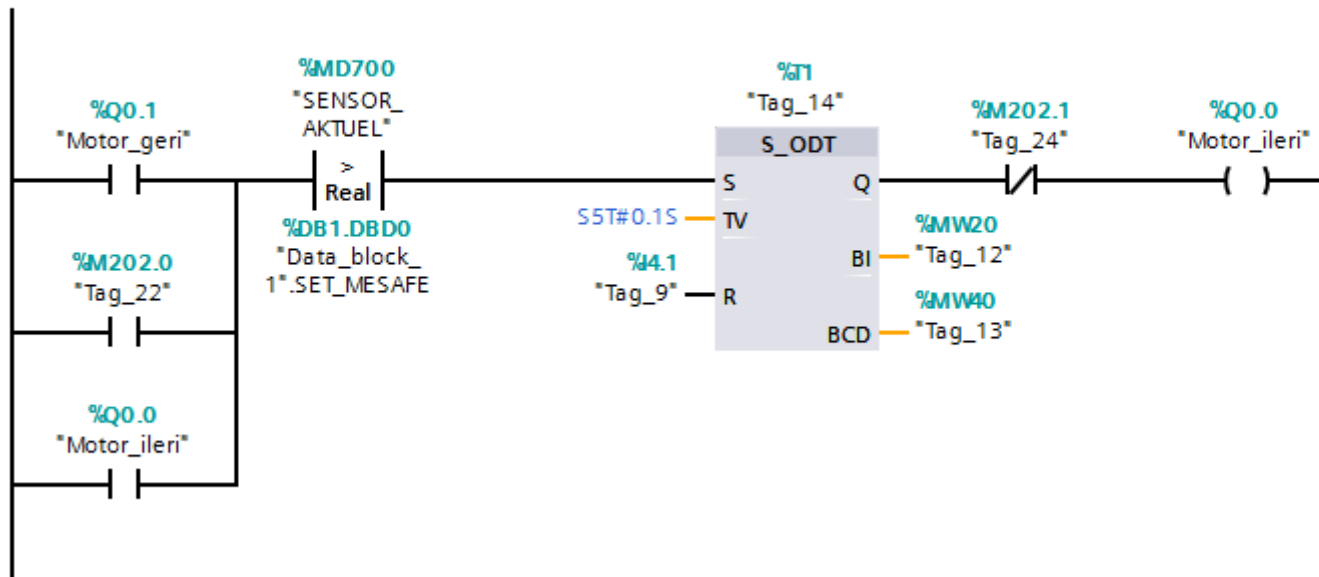
EK-1

Elektrot sistem hareketinin PLC blok şemasıdır.



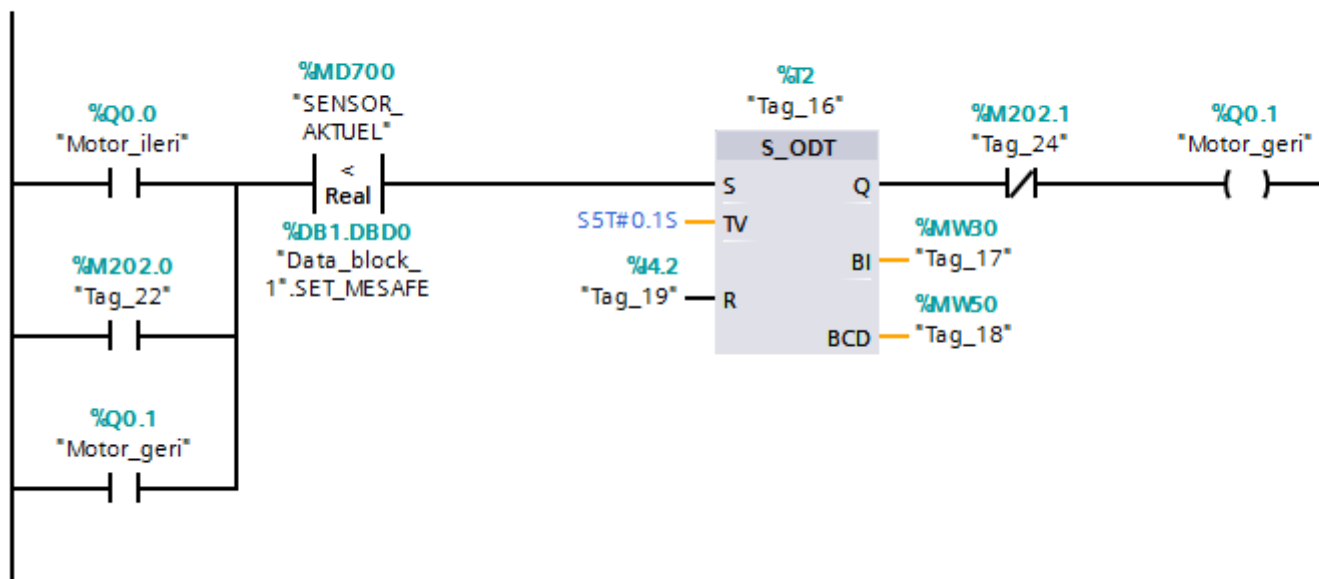
Network 4:

Comment



Network 5:

Comment



EK-2

Zwick Roell makine çıktısı mukavemet sonuçları grafikleri verilmiştir.

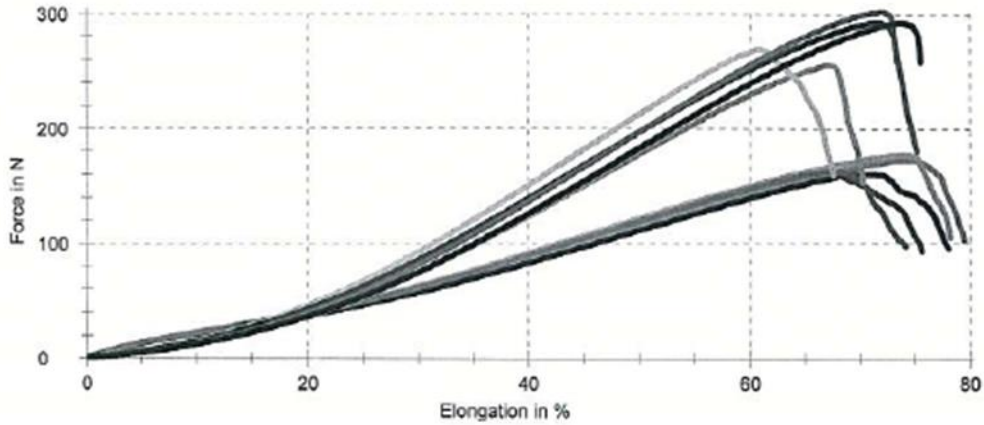
Test standard / Test Standardı : 30 Viskon 70 PET YPLEMSYZ
Tester / Testi Yapan : ZITI
Date of test / Test Tarihi : 15.04.2019

Test results:

Nr	Specimen no.	Direction / Yön	F _H Çekme Muk.		ε _H Max. Muk. Uz.		F (2.5 %)	F (5 %)	F (10 %)	F (20 %)	F (50 %)
			N	%	%	N	N	N	N	N	
1.1	1	Longitudinal	159,5	67,0	6,84	12,71	21,68	38,48	117,68		
1.2	2		172,4	74,0	6,34	12,31	21,30	37,46	114,15		
1.3	3		180,8	70,0	6,69	12,36	21,03	38,79	111,01		
1.4	4		177,0	74,0	7,58	13,59	22,64	39,97	121,78		
1.5	5		182,3	67,0	7,21	13,01	21,82	38,75	119,44		
2.1	6	Transverse	254,9	67,0	2,17	4,54	11,58	35,59	177,53		
2.2	7		268,8	61,0	3,14	6,22	15,25	45,53	212,61		
2.3	8		292,9	71,5	2,98	6,03	14,69	42,82	198,78		
2.4	9		302,1	72,0	2,30	4,81	12,42	38,67	198,89		
2.5	10		292,3	73,5	2,22	4,65	11,90	38,33	182,99		

Nr	dL(5 N)	dL(10 N)	dL(20 N)	dL(50 N)	dL(100 N)	dL(200 N)	W _i /I _s	b	Genislik	L ₀ Ölçme Boyu
	%	%	%	%	%	%	J	mm	mm	
1.1	1,79	3,78	8,98	25,53	43,99	-	5,11	100	100,45	
1.2	1,98	3,97	9,19	26,39	45,25	-	6,10	100	100,33	
1.3	1,82	3,90	9,35	26,85	46,16	-	5,35	100	100,46	
1.4	1,58	3,43	8,41	24,77	42,85	-	6,47	100	100,43	
1.5	1,88	3,63	8,87	25,37	43,58	-	5,19	100	100,39	
2.1	5,41	9,05	14,19	24,28	35,50	54,16	7,11	100	100,55	
2.2	4,09	7,37	12,01	21,13	31,40	47,96	6,75	100	100,33	
2.3	4,22	7,54	12,34	21,95	32,82	50,54	9,23	100	100,49	
2.4	5,16	8,65	13,52	23,04	33,84	50,49	9,29	100	100,50	
2.5	5,30	8,89	13,97	23,99	35,19	52,93	9,20	100	100,50	

Series graph:



İşlem Görmemiş %30 Viskon %70 Polyester Kumaşın Mukavemet Testi Sonuçlarını Gösteren Tablo ve Grafik

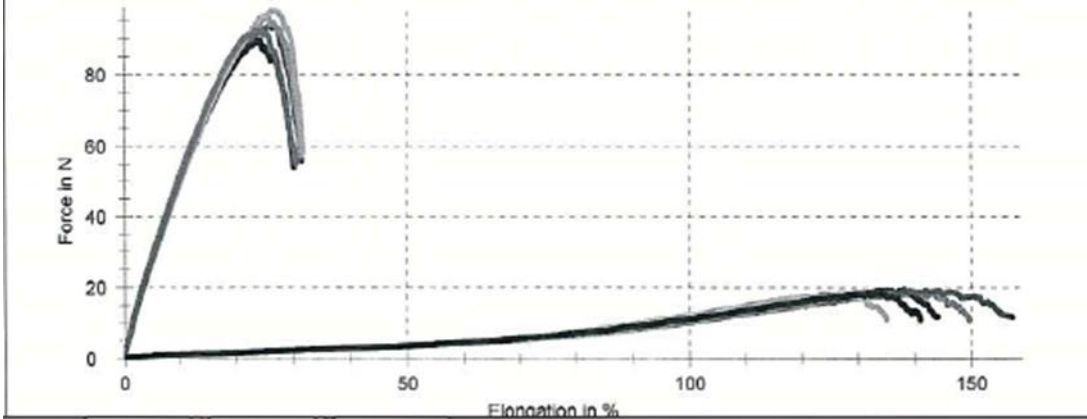
Customer / Müsteri : 50 VIS 50 PET YPLEMSYZ
 Test standard / Test Standardı : 50 VIS 50 PET YPLEMSYZ
 Tester / Testi Yapan : ZITI
 Date of test / Test Tarihi : 15.04.2019

Test results:

Nr	Specimen no.	Direction / Yön	F _K Çekme Muk.		ε _K Max. Muk. Uz.		F (2.5 %)	F (5 %)	F (10 %)	F (20 %)	F (50 %)
			N	%	N	N	N	N	N		
1.1	1	Longitudinal	93,8	26,0	15,21	27,54	49,22	83,56	-	-	
1.2	2		98,1	25,5	18,21	28,88	51,47	86,54	-	-	
1.3	3		89,8	24,5	15,34	27,43	49,38	83,06	-	-	
1.4	4		98,1	26,5	14,96	26,88	48,70	85,21	-	-	
1.5	5		92,7	24,0	15,44	27,91	50,32	87,00	-	-	
2.1	6	Transverse	18,1	143,0	0,43	0,60	0,94	1,58	3,38	-	
2.2	7		18,3	127,5	0,43	0,61	0,96	1,62	3,63	-	
2.3	8		19,4	138,0	0,44	0,62	0,99	1,66	3,57	-	
2.4	9		19,2	144,0	0,38	0,56	0,91	1,57	3,47	-	
2.5	10		18,1	135,0	0,44	0,64	0,99	1,63	3,53	-	

Nr	dL(5 N)	dL(10 N)	dL(20 N)	dL(50 N)	dL(100 N)	dL(200 N)	W ₅₀ / l _s	b	Genislik	L _{Ölçme} Boyu
	%	%	%	%	%	%	J	mm	mm	
1.1	0,76	1,59	3,42	10,20	-	-	1,48	100	100,39	
1.2	0,64	1,43	3,21	9,68	-	-	1,52	100	100,40	
1.3	0,68	1,53	3,42	10,15	-	-	1,32	100	100,40	
1.4	0,70	1,58	3,51	10,31	-	-	1,54	100	100,41	
1.5	0,71	1,54	3,37	9,93	-	-	1,33	100	100,36	
2.1	69,33	99,56	-	-	-	-	1,06	100	103,01	
2.2	63,82	91,77	-	-	-	-	0,90	100	103,07	
2.3	65,83	95,27	-	-	-	-	1,05	100	103,07	
2.4	66,56	95,55	-	-	-	-	1,14	100	101,25	
2.5	65,25	94,85	-	-	-	-	0,98	100	103,05	

Series graph:



İşlem Görmemiş %50 Viskon %50 Polyester Kumaşın Mukavemet Testi Sonuçlarını Gösteren Tablo ve Grafik

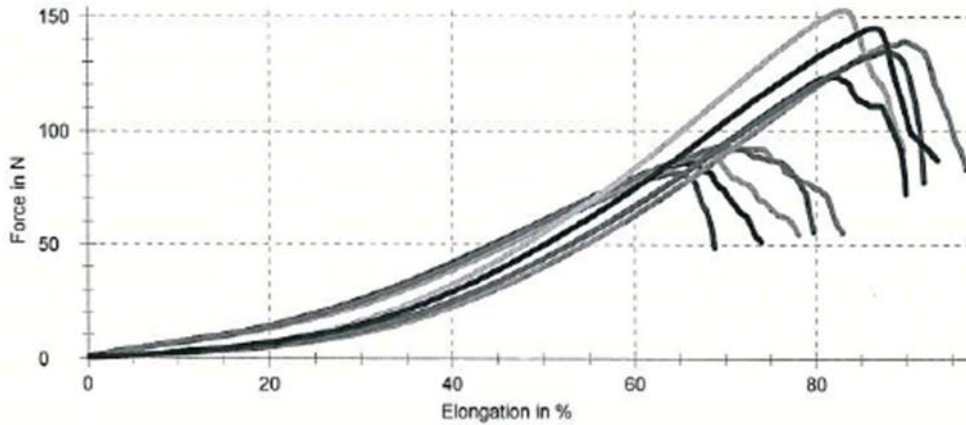
Customer / Müsteri : 100 PET YPLEMSYZ Tester / Testi Yapan : ZITI
 Test standard / Test Standardi : 100 PET YPLEMSYZ Date of test / Test Tarihi : 15.04.2019

Test results:

Nr	Specimen no.	Direction / Yön	F _H Çekme Muk.	ε _H Max. Muk. Uz.	F (2.5 %)	F (5 %)	F (10 %)	F (20 %)	F (50 %)
			N	%	N	N	N	N	N
1.1	1	Longitudinal	81,3	64,0	2,43	4,26	7,19	14,40	60,46
1.2	2		92,4	73,5	2,30	4,00	6,73	13,20	57,27
1.3	3		86,0	65,0	2,61	4,35	7,18	13,96	60,10
1.4	4		90,7	68,5	2,48	4,30	7,10	13,24	58,15
1.5	5		93,1	69,5	2,44	4,18	6,99	13,81	59,76
2.1	6	Transverse	139,1	90,0	0,58	1,03	2,10	5,07	39,99
2.2	7		153,0	83,0	0,81	1,44	2,92	7,24	54,98
2.3	8		123,8	82,0	0,71	1,26	2,54	6,07	43,49
2.4	9		134,6	88,0	0,63	1,11	2,24	5,47	43,48
2.5	10		145,3	86,5	0,79	1,39	2,78	6,62	49,49

Nr	dL(5 N)	dL(10 N)	dL(20 N)	dL(50 N)	dL(100 N)	dL(200 N)	W _H / l _s	b	Genislik	L ₀ Ölçme Boyu
	%	%	%	%	%	%	J	mm	mm	
1.1	6,19	14,49	25,33	44,36	-	-	2,22	100	100,52	
1.2	6,76	15,67	26,89	46,18	-	-	2,96	100	100,52	
1.3	6,10	14,68	26,02	44,79	-	-	2,32	100	100,51	
1.4	6,13	15,21	27,26	45,95	-	-	2,53	100	100,52	
1.5	6,39	14,97	26,12	45,00	-	-	2,67	100	100,53	
2.1	19,81	28,83	36,26	54,67	73,43	-	4,24	100	100,99	
2.2	15,69	23,97	32,90	48,04	65,16	-	4,33	100	100,77	
2.3	17,49	26,73	36,51	53,03	71,92	-	3,39	100	100,78	
2.4	18,89	27,66	36,91	52,96	72,12	-	4,12	100	100,99	
2.5	16,26	24,62	34,18	50,23	68,70	-	4,38	100	100,76	

Series graph:



İşlem Görmemiş %100 Polyester Kumaşın Mukavemet Testi Sonuçlarını Gösteren Tablo ve Grafik

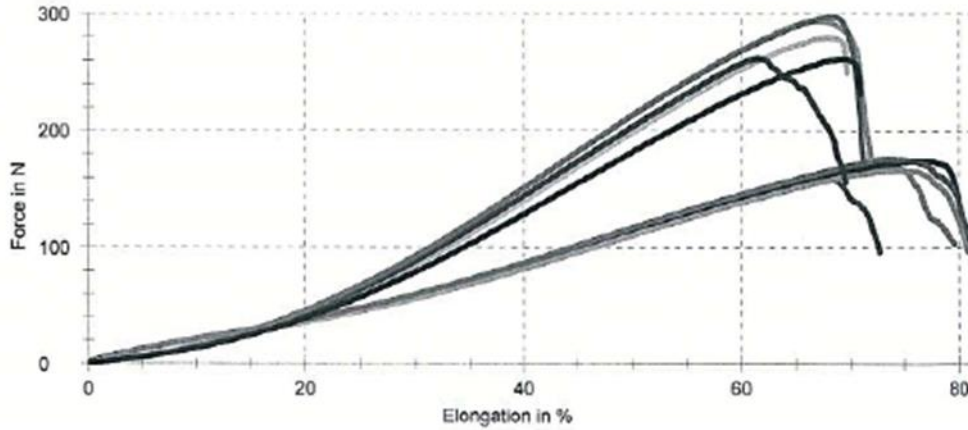
Customer / Musteri : 30 VIS 70 PET ARGON Tester / Testi Yapan : ZITI
 Test standard / Test Standardı : 30 VIS 70 PET ARGON Date of test / Test Tarihi : 15.04.2019

Test results:

Nr	Specimen no.	Direction / Yon	F _H Çekme Muk.	ε _H Max. Muk. Uz.	F (2.5 %)	F (5 %)	F (10 %)	F (20 %)	F (50 %)
			N	%	N	N	N	N	N
1.1	1	Longitudinal	160,7	68,0	6,52	11,73	19,85	35,20	113,60
1.2	2		171,5	71,5	6,43	11,82	20,31	36,28	115,29
1.3	3		174,2	77,0	7,34	12,60	20,90	36,89	114,02
1.4	4		166,1	74,5	6,52	11,78	19,89	35,19	109,89
1.5	5		176,4	73,5	7,01	12,64	21,37	37,81	116,57
2.1	6	Transverse	294,6	66,5	3,05	6,17	15,16	45,21	212,58
2.2	7		279,6	68,0	2,65	5,54	13,85	41,38	198,02
2.3	8		262,2	61,5	2,67	5,56	13,97	42,67	203,05
2.4	9		297,7	68,0	2,67	5,72	14,86	45,40	213,06
2.5	10		261,9	69,5	2,55	5,35	13,28	38,83	181,47

Nr	dL(5 N)	dL(10 N)	dL(20 N)	dL(50 N)	dL(100 N)	dL(200 N)	Ww/ Is	b Genislik	L ₀ Ölçme Boyu
	%	%	%	%	%	%	J	mm	mm
1.1	1,84	4,11	10,10	27,47	45,63	-	5,00	100	100,38
1.2	1,89	4,10	9,80	26,86	44,96	-	5,74	100	100,40
1.3	1,54	3,70	9,41	26,63	45,36	-	6,64	100	100,38
1.4	1,85	4,10	10,00	27,67	48,59	-	6,01	100	100,33
1.5	1,70	3,76	9,15	26,07	44,48	-	6,18	100	100,38
2.1	4,14	7,40	12,07	21,20	31,42	47,94	8,35	100	100,44
2.2	4,58	7,94	12,78	22,33	32,96	50,39	8,35	100	103,00
2.3	4,57	7,91	12,64	21,89	32,27	49,48	6,75	100	103,01
2.4	4,48	7,62	12,14	21,14	31,40	47,89	9,02	100	102,84
2.5	4,72	8,16	13,19	23,21	34,52	53,57	8,09	100	102,77

Series graph:



Argon Uygulamalı %30 Viskon %70 Polyester Kumaşın Mukavemet Testi Sonuçlarını Gösteren Tablo ve Grafik

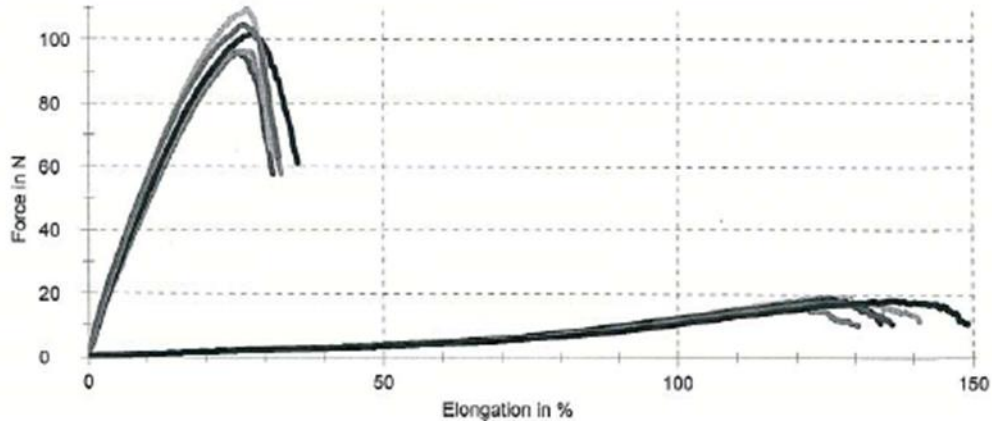
Customer / Musteri : 50 VISKON 50 PET ARGON
 Test standard / Test Standardi : 50 VISKON 50 PET ARGON
 Tester / Testi Yapan : ZITI
 Date of test / Test Tarihi : 15.04.2019

Test results:

Nr	Specimen no.	Direction / Yön	F _H Çekme Muk.	ε _H Max. Muk. Uz.	F (2.5 %)	F (5 %)	F (10 %)	F (20 %)	F (50 %)
			N	%	N	N	N	N	N
1.1	1	Longitudinal	96,0	25,5	14,70	26,70	48,81	85,62	-
1.2	2		96,4	26,5	14,08	26,08	47,72	84,41	-
1.3	3		101,9	28,0	15,29	27,87	50,62	87,74	-
1.4	4		109,6	27,0	16,84	30,61	55,60	95,89	-
1.5	5		104,6	26,5	17,98	31,54	55,67	92,94	-
2.1	6	Transverse	17,0	120,5	0,43	0,63	1,01	1,71	3,74
2.2	7		19,1	126,0	0,44	0,63	0,99	1,67	3,72
2.3	8		18,4	126,5	0,45	0,64	1,02	1,72	3,82
2.4	9		17,8	127,5	0,43	0,61	0,98	1,61	3,53
2.5	10		18,0	136,5	0,41	0,57	0,90	1,52	3,39

Nr	dL(5 N)	dL(10 N)	dL(20 N)	dL(50 N)	dL(100 N)	dL(200 N)	W _H / l _s	b	Genislik	L ₀ Ölçme Boyu
	%	%	%	%	%	%	J	mm	mm	
1.1	0,72	1,62	3,57	10,28	-	-	1,45	100	100,42	
1.2	0,88	1,75	3,69	10,55	-	-	1,52	100	100,32	
1.3	0,75	1,57	3,40	9,86	25,87	-	1,74	100	100,41	
1.4	0,65	1,42	3,04	8,84	21,44	-	1,81	100	100,41	
1.5	0,53	1,25	2,85	8,80	23,24	-	1,70	100	100,36	
2.1	63,11	91,01	-	-	-	-	0,78	100	103,23	
2.2	62,81	89,65	-	-	-	-	0,91	100	102,90	
2.3	61,88	90,58	-	-	-	-	0,90	100	102,40	
2.4	65,31	94,19	-	-	-	-	0,86	100	102,85	
2.5	68,00	97,65	-	-	-	-	0,97	100	103,17	

Series graph:



Argon Uygulamalı %50 Viskon %50 Polyester Kumaşın Mukavemet Testi Sonuçlarını Gösteren Tablo ve Grafik

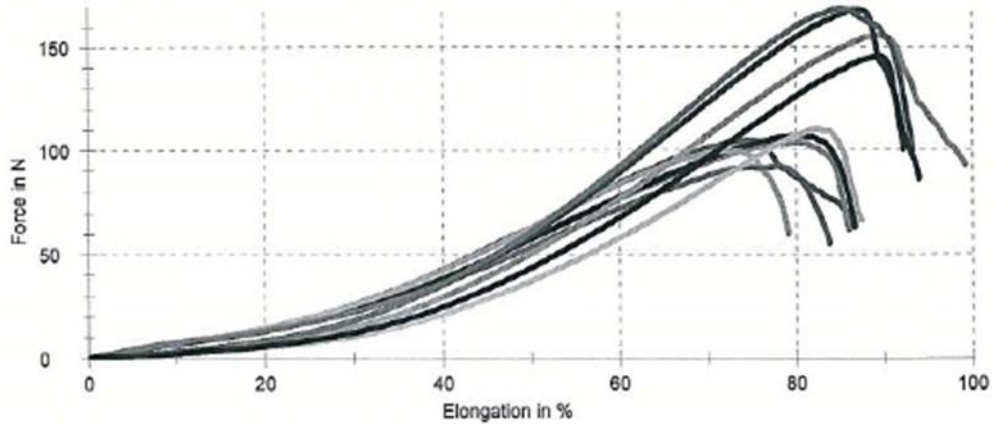
Customer / Müsteri : 100 PET ARGON Tester / Testi Yapan : ZITI
 Test standard / Test Standardı : 100 PET ARGON Date of test / Test Tarihi : 15.04.2019

Test results:

Nr	Specimen no.	Direction / Yön	F _H Çekme Muk.	ε _H Max. Muk. Uz.	F (2.5 %)	F (5 %)	F (10 %)	F (20 %)	F (50 %)
			N	%	N	N	N	N	N
1.1	1	Longitudinal	105,2	74,5	2,01	4,06	7,40	14,50	62,59
1.2	2		103,4	80,0	2,21	4,43	7,72	14,12	57,23
1.3	3		107,2	80,5	1,85	3,72	6,84	13,00	57,19
1.4	4		99,8	73,0	2,12	4,18	7,44	14,55	62,64
1.5	5		92,5	78,0	1,96	4,09	7,34	13,26	53,38
2.1	6	Transverse	155,6	89,5	0,74	1,33	2,79	6,89	50,26
2.2	7		110,5	82,5	0,60	1,05	2,12	5,02	38,92
2.3	8		167,8	87,0	0,85	1,58	3,31	8,38	59,15
2.4	9		168,5	85,0	0,82	1,53	3,23	8,15	60,86
2.5	10		145,5	89,5	0,59	1,10	2,34	5,81	43,25

Nr	dL(5 N)	dL(10 N)	dL(20 N)	dL(50 N)	dL(100 N)	dL(200 N)	W _w / Is	b Genislik	L ₀ Ölçme Boyu
	%	%	%	%	%	%	J	mm	mm
1.1	6,23	14,15	25,34	43,64	69,14	-	3,36	100	100,82
1.2	5,73	13,89	26,54	46,30	74,23	-	3,69	100	100,81
1.3	6,83	15,66	27,47	46,37	72,87	-	3,72	100	100,55
1.4	6,11	14,04	25,39	43,85	-	-	3,19	100	100,54
1.5	6,17	14,83	27,92	48,18	-	-	3,22	100	100,63
2.1	16,06	24,79	34,23	49,89	67,68	-	4,99	100	100,95
2.2	19,93	29,36	39,31	56,56	76,80	-	2,95	100	100,98
2.3	14,03	22,20	31,28	46,48	63,25	-	5,27	100	100,94
2.4	14,31	22,53	31,49	46,01	62,22	-	5,12	100	100,94
2.5	16,08	27,20	36,89	52,97	71,24	-	4,49	100	101,01

Series graph:



Argon Uygulamalı %100 Polyester Kumaşın Mukavemet Testi Sonuçlarını Gösteren Tablo ve Grafik

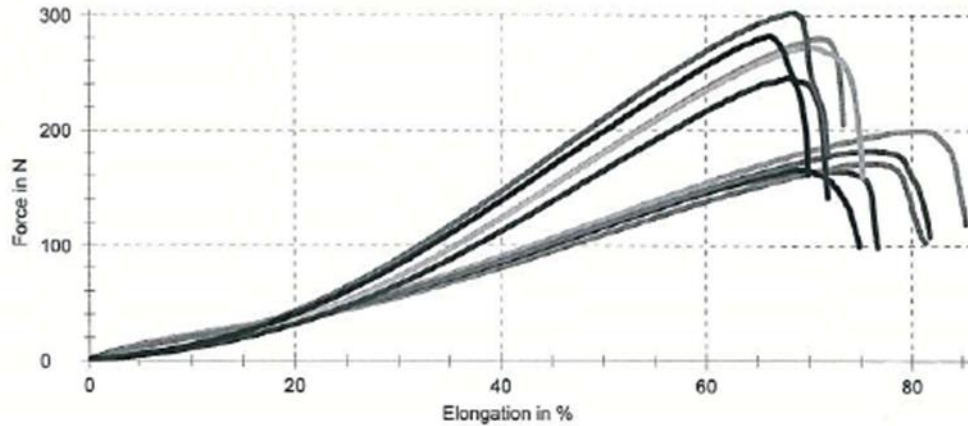
Customer / Müsteri : 30 VIS 70 PET O2 Tester / Testi Yapan : ZITI
 Test standard / Test Standardı : 30 VIS 70 PET O2 Date of test / Test Tarihi : 15.04.2019

Test results:

Nr	Specimen no.	Direction / Yön	F _H Çekme Muk.	ε _H Max. Muk. Uz.	F (2.5 %)	F (5 %)	F (10 %)	F (20 %)	F (50 %)
			N	%	N	N	N	N	N
1.1	1	Longitudinal	164,5	71,5	7,64	13,37	22,09	38,93	118,60
1.2	2		171,9	76,5	4,72	10,42	19,25	34,86	109,83
1.3	3		166,7	69,0	5,84	11,83	20,92	37,11	116,10
1.4	4		200,1	80,5	6,24	12,42	21,92	38,99	122,88
1.5	5		182,4	76,0	5,91	11,56	20,30	36,65	118,43
2.1	6	Transverse	279,9	71,0	1,82	4,01	10,76	34,36	180,79
2.2	7		272,4	70,5	1,89	4,15	11,08	34,68	179,97
2.3	8		245,3	68,0	1,83	3,94	10,30	31,50	164,91
2.4	9		302,3	68,5	2,31	5,05	13,44	42,45	210,02
2.5	10		282,0	66,0	2,26	4,82	12,73	40,25	198,76

Nr	dL(5 N)	dL(10 N)	dL(20 N)	dL(50 N)	dL(100 N)	dL(200 N)	W ₁ / l _s	b Genislik	L _v Ölçme Boyu
	%	%	%	%	%	%	J	mm	mm
1.1	1,53	3,45	8,70	25,34	43,75	-	5,85	100	100,30
1.2	2,62	4,81	10,49	27,74	46,58	-	6,34	100	100,36
1.3	2,17	4,18	9,45	26,51	44,72	-	5,32	100	100,50
1.4	2,02	3,98	8,88	25,31	42,99	80,43	7,89	100	100,39
1.5	2,13	4,26	9,81	26,42	44,15	-	6,71	100	100,43
2.1	5,92	9,55	14,63	24,59	35,58	53,33	8,27	100	100,46
2.2	5,76	9,36	14,46	24,52	35,64	53,52	8,04	100	100,61
2.3	6,02	9,81	15,26	25,88	37,53	56,67	6,79	100	100,53
2.4	4,98	8,22	12,85	21,94	32,10	48,41	8,78	100	100,44
2.5	5,16	8,55	13,27	22,62	33,15	50,19	7,66	100	100,50

Series graph:



Oksijen Uygulamalı %30 Viskon %70 Polyester Kumaşın Mukavemet Testi Sonuçlarını Gösteren Tablo ve Grafik

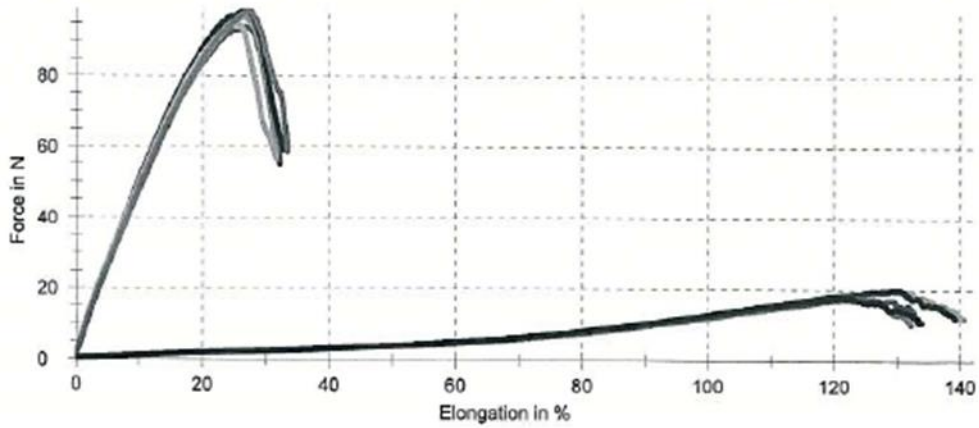
Customer / Müsteri : 50 Viskon 50 PET O2 Tester / Testi Yapan : ZITI
 Test standard / Test Standardi : 50 Viskon 50 PET O2 Date of test / Test Tarihi : 15.04.2019

Test results:

Nr	Specimen no.	Direction / Yön	F _H Çekme Muk.	ε _H Max. Muk. Uz.	F (2.5 %)	F (5 %)	F (10 %)	F (20 %)	F (50 %)
			N	%	N	N	N	N	N
1.1	1	Longitudinal	93,8	26,5	14,19	25,82	47,34	83,54	-
1.2	2		96,9	26,5	15,07	28,69	48,38	84,12	-
1.3	3		98,2	26,5	15,35	27,43	50,28	87,68	-
1.4	4		95,0	25,0	15,58	27,50	49,65	85,90	-
1.5	5		98,2	27,0	14,10	25,93	47,83	84,58	-
2.1	6	Transverse	17,3	127,0	0,42	0,59	0,94	1,61	3,66
2.2	7		19,5	129,0	0,45	0,65	1,03	1,73	3,90
2.3	8		19,8	129,5	0,44	0,63	1,00	1,71	3,81
2.4	9		17,6	124,5	0,41	0,58	0,94	1,63	3,75
2.5	10		17,7	121,5	0,44	0,64	1,00	1,73	3,92

Nr	dL(5 N)	dL(10 N)	dL(20 N)	dL(50 N)	dL(100 N)	dL(200 N)	W _p / I _s	b Genişlik	L ₀ Ölçme Boyu
	%	%	%	%	%	%	J	mm	mm
1.1	0,77	1,69	3,71	10,63	-	-	1,52	100	100,42
1.2	0,65	1,53	3,53	10,38	-	-	1,55	100	100,34
1.3	0,64	1,52	3,43	9,94	-	-	1,59	100	100,41
1.4	0,61	1,47	3,39	10,08	-	-	1,40	100	100,39
1.5	0,81	1,72	3,70	10,50	-	-	1,60	100	100,40
2.1	63,66	92,29	-	-	-	-	0,88	100	103,09
2.2	60,57	89,15	-	-	-	-	0,98	100	102,60
2.3	61,80	89,72	-	-	-	-	0,99	100	103,32
2.4	62,81	91,29	-	-	-	-	0,86	100	103,43
2.5	60,36	89,08	-	-	-	-	0,84	100	103,06

Series graph:



Oksijen Uygulamalı %50 Viskon %50 Polyester Kumaşın Mukavemet Testi Sonuçlarını Gösteren Tablo ve Grafik

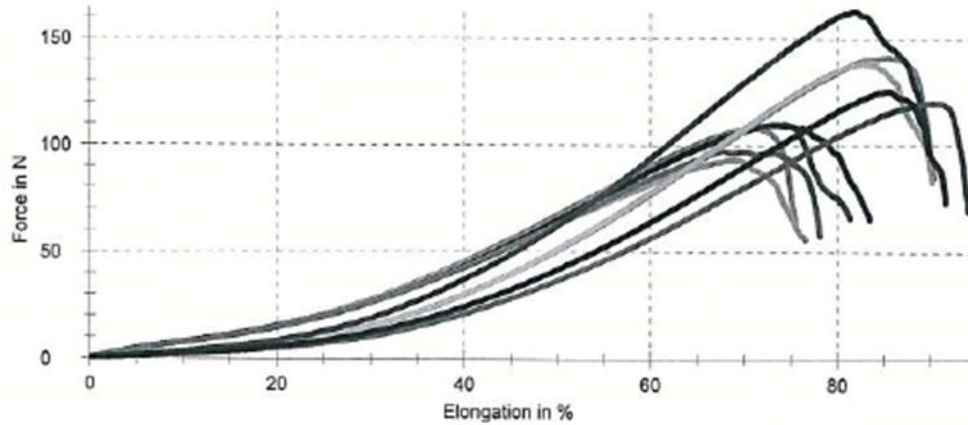
Customer / Musteri : 100 PET 02 Tester / Testi Yapan : ZITI
 Test standard / Test Standardi : 100 PET 02 Date of test / Test Tarihi : 15.04.2019

Test results:

Nr	Specimen no.	Direction / Yön	F ₁₁ Çekme Muk.	ε ₁₁ Max. Muk. Uz.	F (2.5 %)	F (5 %)	F (10 %)	F (20 %)	F (50 %)
			N	%	N	N	N	N	N
1.1	1	Longitudinal	109,9	74,5	2,37	4,45	7,76	15,12	66,66
1.2	2		108,1	70,5	2,37	4,44	7,71	14,93	67,00
1.3	3		109,4	73,5	2,33	4,39	7,63	14,57	64,57
1.4	4		92,8	69,5	2,28	4,25	7,28	14,19	62,40
1.5	5		97,2	68,0	2,27	4,26	7,42	14,42	62,54
2.1	6	Transverse	141,3	85,5	0,80	1,39	2,78	6,77	50,42
2.2	7		138,1	83,0	0,80	1,42	2,85	7,02	51,03
2.3	8		162,6	82,0	0,85	1,58	3,29	8,32	62,00
2.4	9		119,9	90,5	0,61	1,06	2,06	4,82	36,28
2.5	10		125,4	85,5	0,60	1,09	2,28	5,62	41,39

Nr	dL(5 N)	dL(10 N)	dL(20 N)	dL(50 N)	dL(100 N)	dL(200 N)	Ww/ Is	b	Genislik	L ₀ Ölçme Boyu
	%	%	%	%	%	%	J	mm	mm	
1.1	5,74	13,52	24,70	42,37	66,07	-	3,51	100	100,46	
1.2	5,75	13,66	24,87	42,47	64,89	-	3,12	100	100,52	
1.3	5,83	13,86	25,39	43,33	65,93	-	3,38	100	100,54	
1.4	6,10	14,51	25,68	43,83	-	-	2,78	100	100,45	
1.5	6,04	14,18	25,49	43,94	-	-	2,86	100	100,54	
2.1	16,30	24,95	34,14	49,83	67,79	-	4,32	100	100,76	
2.2	15,92	24,51	33,88	49,58	67,48	-	3,98	100	100,69	
2.3	14,12	22,23	31,00	45,55	61,88	-	4,63	100	100,86	
2.4	20,49	29,69	39,47	57,11	78,20	-	3,81	100	100,81	
2.5	18,56	27,52	37,17	54,10	73,82	-	3,67	100	101,15	

Series graph:



Oksijen Uygulamalı %100 Polyester Kumaşın Mukavemet Testi Sonuçlarını Gösteren Tablo ve Grafik

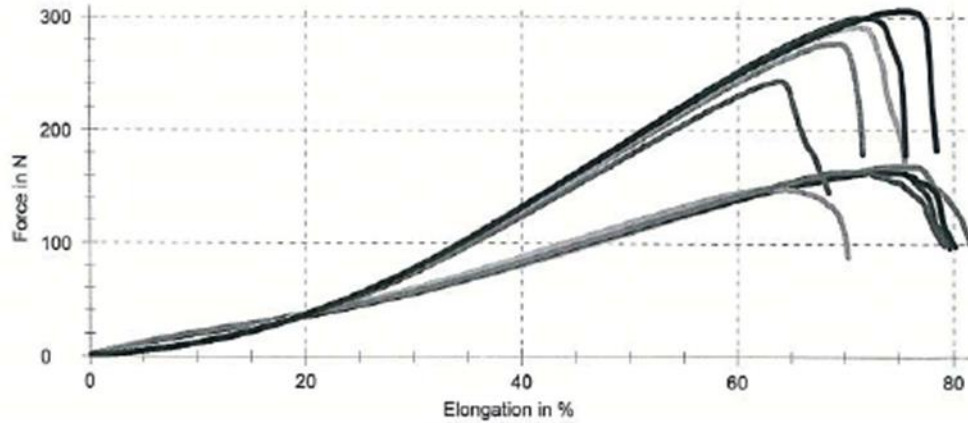
Customer / Musteri : 30 VIS 70 PET AZOT Tester / Testi Yapan : ZITI
 Test standard / Test Standardi : 30 VIS 70 PET AZOT Date of test / Test Tarihi : 15.04.2019

Test results:

Nr	Specimen no.	Direction / Yon	F ₁ Çekme Muk.	ε ₁ Max. Muk. Uz.	F (2.5 %)	F (5 %)	F (10 %)	F (20 %)	F (50 %)
			N	%	N	N	N	N	N
1.1	1	Longitudinal	163,4	73,5	6,52	11,91	20,26	35,63	110,57
1.2	2		168,7	75,0	5,58	11,06	19,65	34,93	109,37
1.3	3		163,6	73,5	5,13	10,71	19,44	35,16	111,38
1.4	4		148,7	64,5	6,45	12,19	20,97	37,64	118,12
1.5	5		163,7	70,0	4,86	10,89	20,30	36,49	113,05
2.1	6	Transverse	277,3	69,5	2,04	4,42	11,56	35,99	185,70
2.2	7		292,3	71,0	2,21	4,64	12,03	37,79	191,63
2.3	8		299,8	72,0	1,90	4,06	10,79	35,45	192,03
2.4	9		243,9	64,0	1,99	4,26	11,22	35,20	178,08
2.5	10		306,7	75,5	2,06	4,39	11,50	36,56	191,37

Nr	dL(5 N)	dL(10 N)	dL(20 N)	dL(50 N)	dL(100 N)	dL(200 N)	W ₁₁ / I _s	b	Genislik	L ₁ Ölçme Boyu
	%	%	%	%	%	%	J	mm	mm	
1.1	1,85	4,06	9,83	27,42	46,31	-	5,85	100	100,44	
1.2	2,24	4,49	10,24	27,79	46,64	-	6,01	100	100,42	
1.3	2,44	4,66	10,37	27,40	46,02	-	5,86	100	100,44	
1.4	1,92	3,98	9,41	25,93	43,93	-	4,83	100	100,47	
1.5	2,56	4,62	9,82	26,93	45,54	-	5,40	100	100,41	
2.1	5,51	9,08	14,13	24,02	34,94	52,44	8,09	100	100,52	
2.2	5,31	8,84	13,78	23,38	34,09	51,39	8,84	100	100,54	
2.3	5,88	9,53	14,53	24,01	34,48	51,27	9,03	100	100,57	
2.4	5,67	9,28	14,36	24,36	35,52	54,04	6,28	100	100,51	
2.5	5,54	9,11	14,12	23,73	34,37	51,48	10,20	100	100,66	

Series graph:



Azot Uygulamalı %30 Viskon %70 Polyester Kumaşın Mukavemet Testi Sonuçlarını Gösteren Tablo ve Grafik

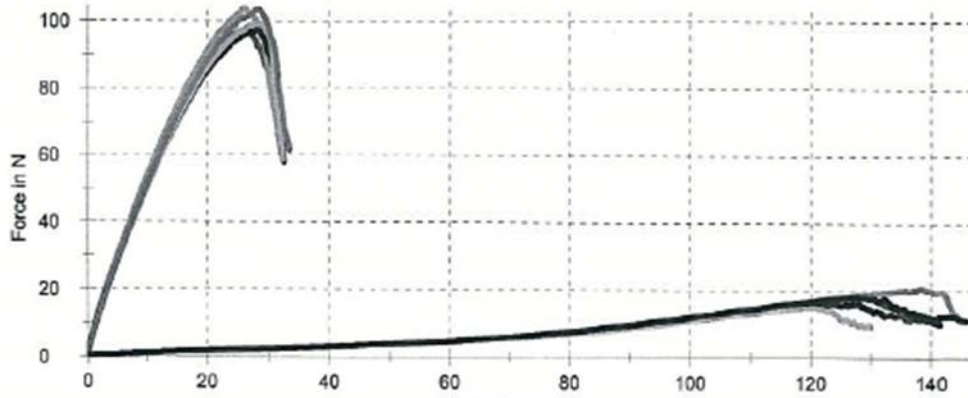
Customer / Müsteri : 50 VISKON 50 PET AZOT
 Test standard / Test Standardı : 50 VISKON 50 PET AZOT
 Tester / Testi Yapan : ZITI
 Date of test / Test Tarihi : 15.04.2019

Test results:

Nr	Specimen no.	Direction / Yön	F _H Çekme Muk.	ε _H Max. Muk. Uz.	F (2.5 %)	F (5 %)	F (10 %)	F (20 %)	F (50 %)
			N	%	N	N	N	N	N
1.1	1	Longitudinal	97,3	26,5	17,25	29,84	52,67	87,81	-
1.2	2		103,6	26,0	16,53	29,77	53,85	91,04	-
1.3	3		97,3	26,5	16,00	28,29	50,29	84,96	-
1.4	4		99,1	29,0	15,54	27,80	50,28	86,28	-
1.5	5		103,4	28,5	15,68	28,29	51,28	88,17	-
2.1	6	Transverse	20,4	138,5	0,43	0,62	0,97	1,64	3,56
2.2	7		15,0	120,0	0,41	0,58	0,91	1,55	3,41
2.3	8		16,5	121,0	0,44	0,63	1,00	1,67	3,68
2.4	9		18,3	130,0	0,41	0,59	0,95	1,65	3,68
2.5	10		18,1	128,0	0,47	0,67	1,04	1,71	3,73

Nr	dL(5 N)	dL(10 N)	dL(20 N)	dL(50 N)	dL(100 N)	dL(200 N)	W _v /I _s	b Genislik	L _v Ölçme Boyu
	%	%	%	%	%	%	J	mm	mm
1.1	0,51	1,26	3,01	9,39	-	-	1,63	100	100,38
1.2	0,70	1,44	3,11	9,17	23,83	-	1,64	100	100,30
1.3	0,64	1,45	3,28	9,93	-	-	1,74	100	100,33
1.4	0,70	1,52	3,36	9,93	-	-	1,82	100	100,28
1.5	0,68	1,51	3,32	9,70	25,25	-	1,81	100	100,29
2.1	65,21	93,09	135,36	-	-	-	1,10	100	103,23
2.2	67,34	96,50	-	-	-	-	0,69	100	103,41
2.3	63,47	92,31	-	-	-	-	0,77	100	103,21
2.4	63,73	93,12	-	-	-	-	0,93	100	102,88
2.5	62,71	91,72	-	-	-	-	0,91	100	102,67

Series graph:



Azot Uygulamalı %50 Viskon %50 Polyester Kumaşın Mukavemet Testi Sonuçlarını Gösteren Tablo ve Grafik

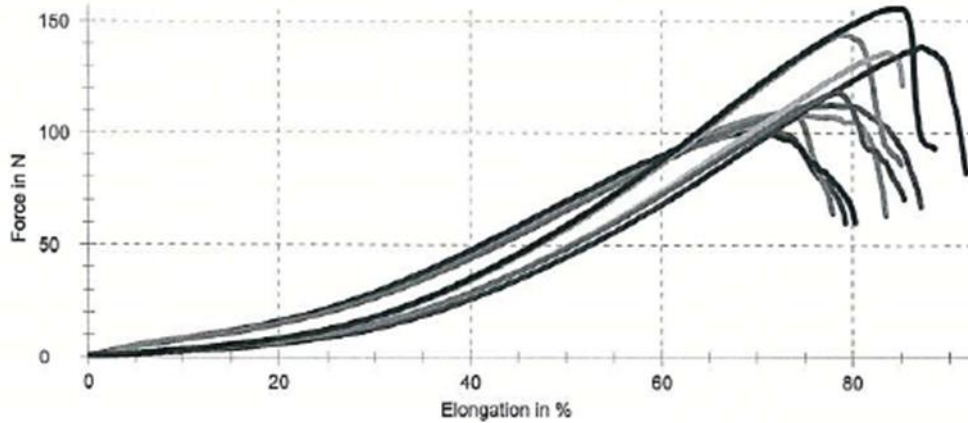
Customer / Müsteri : 100 PET AZOT Tester / Testi Yapan : ZITI
 Test standard / Test Standardı : 100 PET AZOT Date of test / Test Tarihi : 15.04.2019

Test results:

Nr	Specimen no.	Direction / Yön	F ₁₁ Çekme Muk.	ε ₁₁ Max. Muk. Uz.	F (2.5 %)	F (5 %)	F (10 %)	F (20 %)	F (50 %)
			N	%	N	N	N	N	N
1.1	1	Longitudinal	101,7	70,5	2,45	4,54	7,80	15,35	66,74
1.2	2		109,2	73,0	2,69	5,02	8,48	15,92	68,96
1.3	3		101,5	70,0	2,38	4,48	7,79	15,61	69,34
1.4	4		108,0	75,0	2,31	4,37	7,61	14,66	65,08
1.5	5		112,6	77,5	2,32	4,33	7,52	14,56	65,21
2.1	6	Transverse	143,7	78,5	0,85	1,50	3,00	7,50	57,16
2.2	7		135,7	83,5	0,74	1,30	2,58	6,30	48,95
2.3	8		138,3	87,0	0,66	1,17	2,37	5,77	44,42
2.4	9		118,1	78,5	0,78	1,38	2,77	6,85	48,24
2.5	10		155,5	85,0	0,86	1,67	3,25	8,14	58,47

Nr	dL(5 N)	dL(10 N)	dL(20 N)	dL(50 N)	dL(100 N)	dL(200 N)	W ₁ / Is	b	Genişlik	L ₀ Ölçme Boyu
	%	%	%	%	%	%	J	mm	mm	
1.1	5,64	13,40	24,27	42,05	68,37	-	3,09	100	100,45	
1.2	4,97	12,27	24,04	42,12	65,34	-	3,41	100	100,46	
1.3	5,71	13,38	23,93	41,18	67,82	-	3,11	100	100,54	
1.4	5,86	13,86	25,25	43,13	67,16	-	3,54	100	100,54	
1.5	5,93	14,01	25,23	42,99	66,77	-	3,84	100	100,62	
2.1	15,26	23,45	32,12	47,13	64,23	-	3,80	100	100,77	
2.2	17,16	25,78	34,68	50,46	69,27	-	3,91	100	100,94	
2.3	18,22	27,03	36,34	52,54	71,51	-	4,12	100	100,87	
2.4	16,18	24,82	34,37	50,81	70,41	-	3,16	100	100,69	
2.5	14,25	22,54	31,58	46,68	63,79	-	4,82	100	100,77	

Series graph:



Azot Uygulamalı %100 Polyester Kumaşın Mukavemet Testi Sonuçlarını Gösteren Tablo ve Grafik

ÖZGEÇMİŞ

15.10.1989 tarihinde Trabzon'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Trabzon'da tamamladı. Lise öğrenimini Tefvik Serdar Anadolu Lisesi'nde 4 yılda tamamladı. 2008 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği bölümüne başladı. 2012 yılında Elektrik Elektronik Mühendisi olarak mezun oldu. 1 yıllık Trabzon'daki iş hayatından sonra Tekirdağ Çerkezköy Organize Sanayi Bölgesi'ndeki işletmelerde Elektrik Elektronik Mühendisi olarak görev aldı. Şubat 2015 tarihinde Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Elektronik Haberleşme Mühendisliği bölümünde yüksek lisans öğrenimine başladı.