

**FARKLI BİTKİSEL ATIK EKSTRAKTLARIYLA  
YAPILAN KAPLAMA VE EMDİRME İŞLEMLERİNİN  
GÜÇ TUTUŞURLUK ÜZERİNE ETKİSİNİN  
İNCELENMESİ**

**Fehmi Çağlar BALABAN**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Aslıhan KORUYUCU  
2019**

**T.C.**  
**TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**FARKLI BİTKİSEL ATIK EKSTRAKTLARIYLA YAPILAN KAPLAMA  
VE EMDİRME İŞLEMLERİNİN GÜÇ TUTUŞURLUK ÜZERİNE  
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**Fehmi Çağlar BALABAN**

**TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Dr. Öğr. Üyesi Ashhan KORUYUCU**

**TEKİRDAĞ-2019**

**Her hakkı saklıdır.**

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde eksiksiz biçimde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Fehmi Çağlar BALABAN

İMZA

Dr. Öğr. Üyesi Aslıhan KORUYUCU danışmanlığında, Fehmi Çağlar BALABAN tarafından hazırlanan “FARKLI BİTKİSEL ATIK EKSTRAKTLARIYLA YAPILAN KAPLAMA VE EMDİRME İŞLEMLERİNİN GÜÇ TUTUŞURLUK ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ” başlıklı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından 26.11.2019 tarihinde Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği/oy çokluğu ile kabul/red edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Özer GÖKTEPE

*İmza:*

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Aslıhan KORUYUCU (Danışman)

*İmza:*

Üye : Doç. Dr. Serpil KORAL KOÇ

*İmza:*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### FARKLI BİTKİSEL ATIK EKSTRAKTlarıyla YAPILAN KAPLAMA VE EMDİRME İŞLEMLERİNİN GÜÇ TUTUŞURLUK ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

**Fehmi Çağlar BALABAN**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Aslıhan KORUYUCU

Teknolojinin ve sanayinin gelişmesi, günümüzde insan yaşamını kolaylaştırmasının yanında çevresel olarak bazı olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir. Bu çevresel olumsuzluklardan bir kısmını tekstil terbiye alanında kullanılan kimyasalların insan ve bitki sağlıkları üzerine olan etkileri oluşturmaktadır. Çevre kirliliğinin önüne geçilmesi, aynı zamanda hammadde tedarik zincirinin sürdürülebilirliği önem kazanmaktadır. Pamuk ve polyester günümüzde en çok kullanılan konvansiyonel lifler olarak tekstil endüstrisinde önemli bir paya sahiptir. Bu elyafların güç tutuşurluk terbiye işlemlerinde kullanılan kimyasallara alternatif olarak çevre atık yükü düşük ve sürdürülebilir doğal malzemelerinin elde edilmesi çalışmanın çıkış noktasını oluşturmuştur. Bu noktada doğal materyallerden birisi olan muz kabuklarının, yapılarındaki potasyum, magnezyum ve kalsiyum mineralleri dolayısıyla tekstil materyali üzerinde bir alev almaya karşı kalkan görevi görebileceği düşünülmektedir. Ayrıca muz kabuğunun parlaticı etkisi, haşere ısırıklarına karşı hafifletici etkisi, bazı haşerelerin uzaklaştırılması ve üretim sürdürülebilirliği dolayısıyla döşemelik ve perdelik kumaşlarda kullanımının uygun olduğu görülmektedir. Bir diğer materyal olan meyan kökü yapısında Glycyrrhiza asiti ile bu asitin kalsiyum ve potasyum tuzları içermektedir. Bu içeriğinden dolayı antibakteriyel özellikleri, tıbbi ve kozmetik özellikleri üzerine çalışmalar devam etmekte olup, güç tutuşurluk özelliği hakkında çalışma bulunmamaktadır. Meyan bitkisinin yangın söndürmede köpük yapımında kullanım alanının olması, güç tutuşurluk için çalışma yapılabilirlik olanağını ortaya çıkarmaktadır. Çalışma kapsamında, ilk işlem adımı olarak ekstraksiyon yöntemiyle muz kabuğu ve meyan kökünün yapısından büyük boyutlu ve yabancı maddeler uzaklaştırılmıştır. Elde edilen makromoleküller element analizine tabi tutularak içeriği hakkında bilgi toplanmıştır. Ekstraksiyon ürünleri daha sonra aynı gramaj ve konstrüksiyona sahip, yakma, haşıl sökme, mercerize ve kasar ön terbiye işlemlerinden geçirilen %100 pamuklu ve yakma, soğuk kasar, kasar ön terbiye işlemlerinden geçirilen %50-%50 pamuk-PET karışımlı dokuma kumaşlar üzerine emdirme ve kaplama yöntemleriyle uygulanmıştır. Yapılan emdirme ve kaplama uygulamalarının SEM ile kumaş yüzeylerine etkileri, TGA incelemesiyle sıcaklık-zaman fonksiyonuna bağlı kütle değişimlerine etkileri ve LOI tayiniyle tekstil materyalinin tutuşması için ortamda gerekli oksijen miktarı seviyesindeki değişimlerine etkileri incelenmiş ve olumlu yönde iyileşmeler tespit edilmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar ile işlem görmemiş kumaşlar, ekstraksiyon ürünleriyle işlem görmüş kumaşlar ve ticari güç tutuşurluk kimyasallarıyla işlem görmüş kumaşlar arasındaki farklar ortaya konmuştur.

**Anahtar kelimeler:** muz kabuğu, meyan kökü, güç tutuşurluk, kaplama, emdirme, LOI

2019, 60 sayfa

## **ABSTRACT**

MSc. Thesis

### **INVESTIGATION OF EFFECTS OF COATING AND IMPREGNATION PROCESSES WITH DIFFERENT VEGETABLE EXTRACTS ON FLAME RETARDANCY**

**Fehmi Çağlar BALABAN**

Tekirdağ Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Textile Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Aslıhan KORUYUCU

Development of technology and industry causes some negative effects on environment besides its facilitation property on human life. One of these negative effects are decreasing healthiness of humans and plants caused by some chemicals in textile finishing processes. Therefore, in terms of both prevention of environmental pollution and continuous supply chain of raw materials become more important. Cotton and polyester are the most used conventional fibers in the textile industry. There is need for development of new natural and sustainable flame retardant chemicals used during finishing processes of these fibers instead of conventional flame retardancy chemicals. In addition to its high volume mineral contents such as calcium and potassium, banana peels can be considered as shield on textile materials against combustion. Due to polish effect, repeller effect on some insects, continuous production of banana peels, it can be used on fabrics for upholstery and curtain. Another natural material licorice root consists of glycyrrhizinic acid and its calcium-potassium salts. Due to these contents, researches on licorice roots continue for medicine and cosmetics areas. Plant of licorice has area of usage as bubble fire extinguisher, so that effect on flame retardancy of licorice can be new research area. In the scope of the study, changes on flame retardancy characterization of weaved fabrics from %100 cotton and %50-%50 blended cotton-polyester, homogeneity of impregnation and coating processes on the fabrics, mass change with thermogravimetric analysis and LOI changes are investigated after impregnation and coating process of fabrics with macromolecules from extracted banana peels and licorice roots. Results are compared to commercial flame retardant chemicals. In according to results, extracted banana peels and licorice provide improved flame retardancy effect for both types of fabric. Combustion characteristics of untreated and treated fabrics are presented in this study.

**Keywords:** banana peel, licorice root, flame retardancy, coating, impregnation, LOI

**2019, 60 pages**

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
ÇİZELGE DİZİNİ .....	v
ŞEKİL DİZİNİ .....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR .....	ix
TEŞEKKÜR .....	x
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI .....</b>	<b>3</b>
<b>3. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....</b>	<b>10</b>
3.1. Pamuk Lifinin Genel Özellikleri .....	10
3.1.1. Pamuk Lifinin Fiziksel Özellikleri .....	10
3.1.2. Pamuk Lifinin Kimyasal Özellikleri .....	11
3.1.3. Pamuk Lifinin Kullanım Alanları .....	12
3.2. Poliester Lifinin Genel Özellikleri .....	12
3.2.1. Poliester Lifinin Fiziksel Özellikleri .....	12
3.2.2. Poliester Lifinin Kimyasal Özellikleri .....	14
3.2.3. Poliester Lifinin Kullanım Alanları .....	14
3.3. Muz Kabuğu ve Kullanım Alanları .....	15
3.4. Meyan Kökü ve Kullanım Alanları .....	15
3.5. Ekstraksiyon İşlemi ve Yöntemleri .....	16
3.6. Emdirme Yöntemi .....	16
3.7. Kaplama Yöntemi .....	17
3.8. Yanma Reaksiyonu .....	18
3.8.1. Tekstil Materyallerinin Yanma Davranışı .....	19
3.8.2. Güç Tutuşurluk Kimyası .....	20
3.8.3. Güç Tutuşurluk Test Metotları .....	21
3.8.3.1. Sınırlayıcı Oksijen İndeksi (LOI) .....	21
3.8.3.2. Termogravimetrik Analiz (TGA) .....	22
3.8.3.3. Konik Kalorimetre .....	22
3.8.3.4. Yanma Testleri .....	23
<b>4. MATERYAL VE METOT .....</b>	<b>25</b>

4.1. Materyal .....	25
4.2. Metot.....	25
4.2.1. Kullanılan Ekipmanlar .....	25
4.2.2. Ekstraksiyon Çalışmaları .....	26
4.2.3. Ekstraksiyon Ürünlerinin Elementer Analizi .....	28
4.2.4. Ekstraktların ve Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalının Emdirme Yöntemiyle Kumaşlara Uygulanması .....	29
4.2.5. Ekstraktlar ve Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalının Kaplama Yöntemiyle Kumaşlara Uygulanması.....	30
4.2.6. Ekstraktlar ve Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalları ile İşleme Tabi Tutulan Kumaşların Yüzey Morfolojilerinin İncelenmesi .....	32
4.2.7. Ekstraktlar ve Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalları ile İşleme Tabi Tutulan Kumaşların Termal Karakteristiklerinin İncelenmesi.....	32
4.2.8. Ekstraktlar ve Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalları ile İşleme Tabi Tutulan Kumaşların Limit Oksijen İndekslerinin (LOI) İncelenmesi .....	33
<b>5. BULGULAR.....</b>	<b>34</b>
5.1. Ekstraktların Elementer Analiz Sonuçları.....	34
5.2. Taramalı Elektron Mikroskobu Analiz Sonuçları .....	34
5.3. Termal Analiz Sonuçları .....	39
5.4. Limit Oksijen İndeksi (LOI) Analiz Sonuçları .....	49
<b>6. SONUÇ VE TARTIŞMA.....</b>	<b>52</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>55</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>60</b>



## ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 3.1. Kaplamada Kullanılan Teknikler.....	18
Çizelge 3.2. Tekstil Liflerinin Yanma Karakteristikleri.....	20
Çizelge 3.3. Bazı Liflerin Isı İletim Sıcaklıkları.....	22
Çizelge 3.4. Avrupa’da Kullanılan Bazı Yanma Testi Standartları.....	23
Çizelge 4.1. Çalışmada Kullanılan Kumaşlar.....	25
Çizelge 4.2. Ekstraksiyon Çözelti Reçetesi.....	27
Çizelge 4.3. Emdirme İşlemi İçin Hazırlanan Reçeteler.....	30
Çizelge 4.4. Kaplama İşlemi İçin Hazırlanan Reçeteler.....	31

## ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 3.1. a) Pamuk Lifinin SEM Görüntüsü, b) Pamuk Lifinin Enine Kesiti.....	10
Şekil 3.2. a) Poliester Elyafının Enine Kesit SEM Görüntüsü, b) Poliester Elyafının Boyuna Kesit SEM Görüntüsü.....	13
Şekil 3.3. Emdirme İşlem Modelleri.....	17
Şekil 3.4. Tekstil Lifleri İçin Yanma Döngüsü.....	19
Şekil 4.1. Ekstraksiyon ve Güç Tutuşurluk Terbiyesi İçin Kullanılan Ekipmanlar: a) Laboratuvar Tipi Ramöz, b) Etüv, c) Laboratuvar Tipi Kaplama Cihazı, d) Yatay Tip Pnömatik Sıkma Makinesi.....	26
Şekil 4.2. Muz Kabuğu ve Meyan Kökünün Mekanik Parçalanması.....	27
Şekil 4.3. İzopropil Alkol-Muz Kabuğu ve İzopropil Alkol-Meyan Kökü Çözeltileri.....	27
Şekil 4.4. İzopropil Alkol-Muz Kabuğu ve İzopropil Alkol-Meyan Kökü Çözeltilerinin Filtre Kağıdıyla Aracılığıyla Süzülmesi.....	28
Şekil 4.5. İzopropil Alkolün Çözeltiden Uzaklaştırılma Adımı.....	28
Şekil 4.6. Shimadzu EDX-8000 X-Ray Floresan Spektrometre Cihazı.....	29
Şekil 4.7. Hazırlanan Kaplama Patlarının Kumaşlar Üzerine Uygulanması.....	31
Şekil 4.8. Fei Quanta Feg 250 Taramalı Elektron Mikroskobu.....	32
Şekil 4.9. Perkin-Elmer Diamond TG/DTA.....	32
Şekil 5.1. Emdirme İşlemi Öncesi ve Sonrası Pamuklu Kumaşlar a) İşlemsiz, b) Muz Kabuğu ile İşlem Sonrası, c) Meyan Kökü ile İşlem Sonrası, d) Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalı ile İşlem Sonrası.....	35
Şekil 5.2. Kaplama İşlemi Öncesi ve Sonrası Pamuklu Kumaşlar a) İşlemsiz, b) Muz Kabuğu ile İşlem Sonrası, c) Meyan Kökü ile İşlem Sonrası, d) Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalı ile İşlem Sonrası.....	36
Şekil 5.3. Emdirme İşlemi Öncesi ve Sonrası Pamuk-PET Karışımli Kumaşlar a) İşlemsiz, b) Muz Kabuğu ile İşlem Sonrası, c) Meyan Kökü ile İşlem Sonrası, d) Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalı ile İşlem Sonrası.....	37

Şekil 5.4. Kaplama İşlemi Öncesi ve Sonrası Pamuk-PET Karışimli Kumaşlar a) İşlemsiz, b) Muz Kabuğu ile İşlem Sonrası, c) Meyan Kökü ile İşlem Sonrası, d) Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalı ile İşlem Sonrası.....	38
Şekil 5.5. İşlem Görmemiş %100 Pamuklu Kumaşın TGA Grafiği.....	39
Şekil 5.6. İşlem Görmemiş %50 Pamuk-%50 PET Karışimli Kumaşın TGA Grafiği.....	40
Şekil 5.7. Muz Kabuğu Ekstraktı ile Emdirme İşlemi Uygulanan %100 Pamuklu Kumaşın TGA Grafiği.....	40
Şekil 5.8. Meyan Kökü Ekstraktı ile Emdirme İşlemi Uygulanan %100 Pamuklu Kumaşın TGA Grafiği.....	41
Şekil 5.9. Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalı ile Emdirme İşlemi Uygulanan %100 Pamuklu Kumaşın TGA Grafiği.....	41
Şekil 5.10. Muz Kabuğu Ekstraktı ile Kaplama İşlemi Uygulanan %100 Pamuklu Kumaşın TGA Grafiği.....	42
Şekil 5.11. Meyan Kökü Ekstraktı ile Kaplama İşlemi Uygulanan %100 Pamuklu Kumaşın TGA Grafiği.....	42
Şekil 5.12. Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalı ile Kaplama İşlemi Uygulanan %100 Pamuklu Kumaşın TGA Grafiği.....	43
Şekil 5.13. Muz Kabuğu Ekstraktı ile Emdirme İşlemi Uygulanan %50 Pamuk-%50 PET Karışimli Kumaşın TGA Grafiği.....	43
Şekil 5.14. Meyan Kökü Ekstraktı ile Emdirme İşlemi Uygulanan %50 Pamuk-%50 PET Karışimli Kumaşın TGA Grafiği.....	44
Şekil 5.15. Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalı ile Emdirme İşlemi Uygulanan %50 Pamuk-%50 PET Karışimli Kumaşın TGA Grafiği.....	44
Şekil 5.16. Muz Kabuğu Ekstraktı ile Kaplama İşlemi Uygulanan %50 Pamuk-%50 PET Karışimli Kumaşın TGA Grafiği.....	45
Şekil 5.17. Meyan Kökü Ekstraktı ile Kaplama İşlemi Uygulanan %50 Pamuk-%50 PET Karışimli Kumaşın TGA Grafiği.....	45

Şekil 5.18. Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalı ile Kaplama İşlemi Uygulanan %50 Pamuk-%50 PET Karışımı Kumaşın TGA Grafiği.....	46
Şekil 5.19. Emdirme İşlemine Tabi Tutulan Pamuklu Kumaşların Analiz Sonrası Kalan Kütle Yüzdeleri.....	47
Şekil 5.20. Kaplama İşlemine Tabi Tutulan Pamuklu Kumaşların Analiz Sonrası Kalan Kütle Yüzdeleri.....	47
Şekil 5.21. Emdirme İşlemine Tabi Tutulan Pamuk-PET Karışım Kumaşların Analiz Sonrası Kalan Kütle Yüzdeleri.....	48
Şekil 5.22. Kaplama İşlemine Tabi Tutulan Pamuk-PET Karışım Kumaşların Analiz Sonrası Kalan Kütle Yüzdeleri.....	48
Şekil 5.23. Termogravimetrik Analiz Sonucu Kalan Kütle Yüzdeleri.....	49
Şekil 5.24. %100 Pamuklu Kumaşın LOI Analiz Sonuçları.....	50
Şekil 5.25. %50 Pamuk-%50 PET Karışımı Kumaşın LOI Analiz Sonuçları.....	50

## SİMGELER VE KISALTMALAR

SEM	: Taramalı Elektron Mikroskobu
TGA	: Termogravimetrik Analiz
LOI	: Limit Oksijen İndeksi
THPC	: Tetrakis(hidroksimetil) fosfonyum klorid
DAHP	: Diamonyumhidrojenfosfat
PET	: Polietilenteraftalat
AlPi	: Alüminyum fosfinat
APF	: Alüminyum polifosfat
PES	: Poliester
TiO <sub>2</sub>	: Titanyumdioksit
PAA	: Poliamidoamin
T <sub>p</sub>	: Piroliz Sıcaklığı
T <sub>c</sub>	: Yanma Sıcaklığı
FR	: Flame Retardancy (Güç Tutuşurluk)
CO <sub>2</sub>	: Karbondioksit

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın başından sonuna kadar desteğini esirgemeyen sayın danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Aslıhan KORUYUCU'ya teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Tez çalışmam boyunca desteklerini gördüğüm Zorluteks Ar-Ge Merkezi Müdürü Murat YILDIRIM ve ekibine, Satın Alma Departmanı çalışanlarına, İşletme Laboratuvar sorumluları Burcu YÜKSEL ve Gizem BORA ile laboratuvar ekip arkadaşlarına, ihzarat ön terbiye sorumlusu Aydan ÖZBAL'a teşekkür ederim.

Çalışmada kullanılmak bazı kimyasallarının tedarikinde destek veren GGCHEM Kimya ve Tekstil San. Tic. Ltd. Şti. ortağı Sayın Gökmen KARAGÖZ'e, Rudolf Duraner teknik ekip çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın test kısmının yürütülmesi için konusunda yardımcı olan SETAŞ Kimya Ar-Ge merkezi müdürü Sayın İsmail YAKIN'a, Kadifeteks Mensucat San.Tic.Aş.Ar-Ge Müdürü Adem Mutlu ve çalışanı Sayın Mahir TORSUN'a, Denge Kimya ve Tekstil San. Tic. A.Ş. satış temsilcisi Buğra DURSUN'a teşekkür ederim.

Çalışma fikrinin ortaya çıkmasında ve oluşturulmasında desteği olan Sayın Ali ALTUN'a, hayatım boyunca desteğini esirgemeyen Eren Tekstil A.Ş. iplik boya müdürü Sayın Yıldray Fatih DİLSİZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Yaşam boyunca maddi ve manevi olarak desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, çalışmam boyunca da her türlü desteği sağlayan sevgili aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Kasım, 2019

Fehmi Çağlar BALABAN  
Tekstil Mühendisi

## 1. GİRİŞ

Tekstiller giyim yanında binalar, evler, ofisler, oteller, arabalar, uçaklar, gemiler gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bu alanlarda kullanımları tekstil materyallerine güvenlik, konfor ve dekorasyon gibi amaçları ortaya çıkarmaktadır. Bu üç özellik sağlanırken de maliyet açısından uygun, çevreye dost ve üretimi kolay olması istenmektedir. Tekstil malzemelerinin çoğunluğu oldukça yanıcıdır, sıklıkla çıkan yangınların büyümesinin ana sebebi olabilmektedir ve insan hayatını tehlikeye sokan durumların oluşmasında doğrudan etkilidir. Güç tutuşur tekstillerin kullanım alanları ev (giysiler, pijamalar, nevresimler, battaniyeler, döşeme kumaşları, halı ve perdeler), ofisler, kamu binaları, ulaşım (pilot kıyafetleri, çadır bezleri, paraşütler, uçak, araba, tren gibi vasıtalarda koltuk döşemeleri vb.) ve iş (endüstride çalışan teknisyen ve itfaiyeci kıyafetleri) gibi birçok alanda çeşitlilik göstermektedir. Alev geciktirici ve aleve dayanımlı terimleri çoğu zaman birbirleri ile karıştırılabilmektedir. Alev geciktirici ya da güç tutuşturucu terimi tutuşmayı zorlaştırıp alevin yayılmasını önlemeyi amaçlayan ürünler için kullanılırken, aleve dayanımlı terimi malzemeye ısı ve alevin geçişini engelleyen ürünler için kullanılmaktadır (Papaspırides ve ark., 2009).

Güç tutuşma özelliğine sahip ürünlerin kullanımının ya da diğer bir deyişle kullanılan ürünlere güç tutuşurluk sağlanması gerektiğinin farkına varılmasının yaklaşık 400 yıllık bir geçmişe sahip olduğu görülmektedir. Paris tiyatrolarında güç tutuştuğu ifade edilen kanvaslar (1638) ve Oxford'da raporlanan "Tutuşmayan Giysi" (1684) bu konuda kaydedilmiş olan en eski örnekler olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde ise sadece tiyatrolarda kullanılan perdeler ya da giysiler değil, neredeyse her ürün için güç tutuşurluk özelliğinin kazandırılması gerektiği ve bu yönde yoğun Ar-Ge çalışmalarının yapılmakta olduğu görülmektedir (Raether ve Kidder, 1988).

Canlıların hayatını korumanın en büyük yolu, yanmayı geciktirmektir. Yanma geciktirildiği takdirde, yangın esnasında canlılar kaçıp, hayatlarını kurtarabilirler. Zaman çok önemli bir unsurdur. Yanabilirliği azaltılmış, geciktirilmiş malzemelerin kullanılması, hem malzemelerin hem de ürünlerin test edilmesi, kurallar ve yasaların uygulanması ölüm ve kayıpların, yaralanma riskinin azaltılmasına ayrı ayrı katkıları olmaktadır (Öz, 2006).

Selülozik materyaller için klasik güç tutuşurluk bitim işlemleri fosfor-azot esaslı bileşiklerle işleme dayanır. Özellikle çoğu yıkamaya dayanıklı bitim işlemleri (THPC-bazlı, örn. Proban, Rhodia ve fosfonamid türevleri, örn. Pyrovatex, Ciba; uygulama ve son kullanım boyunca saflık riskleri taşıyan formaldehitin (HCHO) işlem boyunca kullanımını içermektedir

ve pamuklu kumaşlar için bu işlemlere artan bir ilgi mevcuttur. Ticari olarak, pamuklu kumaşlar için dayanıklı işlemler için alternatif reaktifler bulunması amacıyla günümüzde pek çok çalışma bulunmasına rağmen, hala formaldehit-bazlı kimyasal maddelere selüloz-OH gruplarına bağlanmayı sağlamak için ihtiyaç duyulmaktadır (Cireli ve ark., 2006).

Dolayısıyla yaptığımız bu çalışmada, tamamen ekolojik kaynaklı muz kabukları ve meyan kökünden ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen makromoleküller pamuklu ve %50-%50 karışım oranına sahip pamuk-PET (poliester türevi) kumaşlara emdirme ve kaplama yöntemleriyle uygulanmıştır. Bu doğal makromoleküllerin güç tutuşurluk üzerine olan etkilerinin daha net anlaşılabilmesi adına aynı şartlar ve işlemler altında ticari güç tutuşurluk kimyasallarıyla işleme tabi tutulan kumaşlarla kıyaslamaları yapılmıştır.

Çalışmada ekstraksiyon için aynı parti numaralı muz kabukları ve aynı parti numaralı meyan kökleri temin edilerek, mekanik öğütme, solvent içerisinde çözülme, filtre kağıdıyla süzme, solventin uzaklaştırılması işlem adımları takip edilmiştir. Ortaya çıkan ekstraksiyon ürünleri element analizine tabi tutulmuştur. Emdirme yönteminde muz kabuğu, meyan kökünden elde edilen makromoleküller ve ticari güç tutuşurluk kimyasallarıyla flotteler hazırlanmış olup, numune kumaşlar bu flottelere daldırılıp laboratuvar ölçekli fullard silindirleri arasından geçirilmiştir. İşleme tabi tutulan kumaşlar daha sonra termofiksaj işlemine tabi tutulmuştur. Kaplama yönteminde ise elde edilen makromoleküller ve ticari güç tutuşurluk kimyasallarıyla patlar hazırlanmıştır. Hazırlanan patlar laboratuvar ölçekli kaplama cihazıyla kumaşlar üzerine uygulanmıştır. Kaplama sonrası patlar termofiksaj işlemine tabi tutulmuştur. Emdirme ve kaplama işlemleri sonrası kumaşların morfolojik yapılarının incelenmesi için SEM incelemesi yapılmış olup, güç tutuşurluk performanslarının incelenmesi için numuneler LOI, TGA analizleri yapılmıştır.



## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Günümüzde güç tutuşurluk üzerine çeşitli araştırmalar mevcuttur. Bu araştırmalar lif çekiminden güç tutuşurluk özelliğinin elde edilmesi, yeni polimerlerin sentezlenerek güç tutuşurluğa etki eden materyal olarak kullanılması, terbiye işlemleri sırasında güç tutuşurluk apresi uygulanması esasına dayanmaktadır. Güç tutuşurluk geliştirmeleri son zamanlarda bor, kobalt, silikat tarzı materyaller üzerine odaklanmaktadır. Biyomakromoleküller kullanılarak güç tutuşurluk ile ilgili çalışmalar da gelecek için ön plana çıkmaktadır.

Giraud ve arkadaşları (2005) yaptıkları çalışmada, herhangi yardımcı kimyasala gerek duymadan reaksiyon verebilen saf haldeki diamonyum hidrojen fosfat, iki farklı polimerizasyon yöntemiyle mikrokapsüle edilmiş diamonyum hidrojen fosfat, aşınma dayanımı, su iticiliği yüksek poliüretan kullanılmıştır. Çalışmanın hedefi çözücünün buharlaştırılmasıyla elde edilen mikrokapsül haldeki DAHP bileşiğinin, interfacial polimerizasyon yoluyla elde edilen mikrokapsül DAHP bileşiğine kıyasla güç tutuşurluğu nasıl etkilediğini gözlemlemek olarak belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen bileşikler poliüretanla karıştırılarak rakle yardımıyla belirli karışım oranlarında %100 pamuklu kumaş üzerine kaplanmıştır. İki farklı polimerizasyon yöntemiyle elde edilmiş mikrokapsüllerle kaplama yapılmış materyalin 450 dereceye kadar termal stabilite gösterdiği gözlenmiştir. Çözücü buharlaştırmasıyla elde edilen DAHP bileşiğinin tek başınayken termal stabilitesinin düşük olduğu ve bu yüzden ortalama 150 derece civarında materyale uygulanması gerektiği tespit edilmiştir. Her iki farklı polimerizasyon yöntemiyle elde edilen %20'lik DAHP'in poliüretanla karışımında alev yayılmasında azalma sağladığı belirlenmiştir.

Didane ve arkadaşları (2012) yaptıkları çalışmada, PET liflerine eriyikten çekim sırasında alüminyum fosfinat (AlPi) ekleyerek iplik üretilmiş ve bu iplikten örme kumaş hazırlamıştır. Diğer deney grubu için poliüretan, poliüretan+alüminyum fosfinat dispersiyonları oluşturularak işlem görmemiş PET kumaşa kaplama yapılmıştır. Sonuç olarak kaplama işleminin alev davranışının daha efektif olduğu, PET-AlPi ipliğinden üretilen kumaşın sadece PET'tan üretilen kumaşa kıyasla yanmayla oluşturduğu atık madde oluşumunda iyi derecede azalma sağlandığı ve daha az termal bozulmaya uğradığı bildirilmiştir. Eriyikten çekimde PET cipslerine AlPi eklendiği zaman, PET kumaşlara uygulanan kaplamaya kıyasla daha az duman oluşturduğu gözlenmiştir.

Pan ve arkadaşları (2017) yaptıkları çalışmada, metal iyonlarıyla çarpaz bağlı alginat kullanılarak yapılan kaplamanın pamuklu kumaşlarda alev dayanımına ve termal stabiliteye

olan etkisini incelemiştir. Pamuklu kumaşlar ilk olarak alginat ve polietilenimin çözeltisi içerisine belirli süreyle daldırılmış olup, daha sonra baryumklorid, nikel asetattetrahidrat, kobalt asetattetrahidrat ile işleme tabi tutulmuş ve çarpaz bağların oluşması (Layer-by-layer yöntemi) sağlanmıştır. Baryum, kobalt, nikel iyonlarının işlem görmemiş pamuklu kumaşa göre tutuşma karakterini geliştirdiği gözlemlenmiştir. Baryum-pamuklu kumaşın alev yayılma hızının önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir.

Öz (2006) yaptığı çalışmada, kopolimerleştirme yöntemi ile asıl zincire fosfor esaslı ve katyonik boyanmayı sağlayan monomerler ilave edilmesi ile hem güç tutuşur hem de katyonik boyanabilir poliester elde edilmesi amaçlanmıştır. Fosforlu monomerin, katyonik monomerin, bis(2-hidroksi etil) teraftalat oligomerinin kopolimerleştirilmesi ile yanmaya karşı dirençli, katyonik olarak boyanabilen poliester elde edilmiştir. Bu metoda göre üretilen poliester tüm istenilen hedeflere ulaşmıştır. Halojenli elyaflar gibi, zehirli yan ürünlerinin olmaması da bu çalışmada üretilen fosforlu güç tutuşurluk için pozitif bir özellik kazandırmıştır.

Fan ve arkadaşları (2017) yaptığı çalışmada, kumaş bitim işlemlerinde uygulanan hibrit nano-mikro silikat bazlı çözeltinin güç tutuşurluk üzerine etkisi incelenmiştir. İlk olarak tetraetil orto silikatın reaksiyona giren madde, jelatinin güç tutuşurluk katkı maddesi olarak kullanıldığı hibrit silika çözeltisi hazırlanıp, bu çözelti  $\gamma$ -aminopropiltrioksolan çarpaz bağlayıcı yardımıyla %100 pamuklu kumaş üzerine sol-gel yöntemiyle uygulanmıştır. Kaplama işlemi uygulanmış pamuklu kumaşın, işlem uygulanmamış kumaşa göre güç tutuşurluk özelliğinin geliştiği,  $\gamma$ -aminopropiltrioksolan-SiO<sub>2</sub>-jelatin hibrit solüsyon prosesinin uygulandığı pamuklu kumaşın LOI (Limit Oxygen Index) değerinin arttığı (%23-24,5), piroliz mekanizması için sıcaklık değer aralığının artış gösterdiği belirlenmiştir. Güç tutuşurluk etkilerinin solüsyonlara göre  $\gamma$ -aminopropiltrioksolan-SiO<sub>2</sub>-jelatin > SiO<sub>2</sub>-jelatin >  $\gamma$ -aminopropiltrioksolan-SiO<sub>2</sub> > SiO<sub>2</sub> olduğu bildirilmiştir.

Yang ve arkadaşları (2016) yaptıkları çalışmada, amonyum polifosfat ve dallı polietilenimini 1.2:1 hacim oranlarında karıştırıp, deiyonize su da farklı konsantrasyonlarda çözelti hazırlayarak kaplama materyali elde etmişlerdir. Elde edilen materyal, %100 pamuklu kumaşa layer-by-layer yöntemiyle kumaşa uygulanmıştır. Termal stabilite özellikleri hava atmosfer ve nitrojen koşulları altında incelenmiş olup, kalorimetre testiyle birlikte yanma performansları test edilmiştir. SEM görüntülemesiyle kaplama malzemesinin pamukla uyumluluğu incelenmiştir. SEM-EDX sonuçlarına göre amonyum polifosfat ve dallı polietileniminin karışımının pamuğa herhangi zarar oluşturmadan uygulanabilirliği

kanıtlanmıştır. Çalışma sonucu olarak kaplama yapılan pamuklu kumaşın yanmayla birlikte tortu oluşturma karakteristiğinin arttığı, %5'lik çözeltide dikey yakma testinde kendini söndürme özelliğinde kayda değer bir artış olduğu rapor edilmiştir.

Carosio ve arkadaşlarının (2012) yaptıkları çalışmada layer-by-layer yöntemiyle amonyum polifosfat kaplamanın poliester-pamuk karışımlarındaki güç tutuşurluk özelliklerine olan etkisi incelenmiştir. Pamuk-PES materyal örnekleri sırayla negatif APF ve pozitif Kitosan veya silikat banyolarına daldırılmıştır ve deiyonize suyla yıkanmıştır. Kitosan/APF karışımının, yanmaya karşı silikat/APF karışımından daha iyi direnç sağladığı tespit edilmiştir.

Zhang ve arkadaşlarının (2015) yaptığı çalışmada, bor içeren silika solüsyonlarının %100 yün kumaşlara uygulanmasıyla, termal stabilite ve güç tutuşurluk üzerine etkileri incelenmiştir. Tetraetilsilikatın reasyona giren madde olarak kullanıldığı, borik asit, çinko borat ve amonyum boratın güç tutuşurluğa etki edecek materyal olarak eklendiği silika solüsyonları hazırlanıp sol-gel kaplama yöntemiyle yün kumaş üzerine uygulanmıştır. Yatay yakma testi uygulanan çalışmada yün kumaş üzerindeki kaplamanın ısı yalıtım bariyeri gibi davrandığı, yanma esnasında alev yayılma hızını azalttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca kaplamanın yün kumaşın kopma dayanımına ve hava geçirgenliğine zarar vermediği tespit edilmiştir.

Zhu ve arkadaşları (2017) yaptıkları çalışmada hibrit silika bazlı çözeltilerin, sol-gel prosesine göre %100 pamuk, %100 PES ve pamuk-PES karışımı kumaşlara uygulanmasının güç tutuşurluk ve piroliz özelliklerine olan etkisi incelenmiştir. Kompozit ve hibrit çözeltiler  $SiO_2$ ,  $SiO_2$ - $\gamma$ -Mercaptopropyltrimethoxysilane,  $SiO_2$ - $\gamma$ -Mercaptopropyltri-methoxysilane-melamin,  $SiO_2$ - $\gamma$ -Mercaptopropyltrimethoxysilane- Borik asit- Boraks,  $SiO_2$ - $\gamma$ -Mercaptopropyltrimethoxysilane-trifenil fosfat hazırlanarak materyallere kaplama yapılmıştır. Tüm substratlarda LOI değerlerinde artış olduğu gözlenmiş olup, güç tutuşurluk özelliği bakımından  $SiO_2$ -  $\gamma$ -Mercaptopropyltrimethoxysilane- Borik asit- Boraks ile işleme tabi tutulmuş pamuk ve pamuk-poliester kumaşların ısıya karşı en iyi dayanım gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca tüm çözeltilerin kumaşların piroliz mekanizması ve ısıl dayanım kapasitelerini arttırdıkları tespit edilmiştir.

Kutlu (2008) yaptığı çalışmada, plazma teknolojisi ile pamuklu ve poliamid kumaşların güç tutuşurluk özelliklerini geliştirmek için silikon monomerleri (heksametidisilan ve heksametildisiloksan) kullanılmıştır. Plazma işlem süresi ve uygulanan güç değişken olarak seçilmiş, bu parametrelerin değiştirilmesiyle kumaşların özelliklerinde meydana gelen değişiklikler araştırılmıştır. Hekzametildisilan ve heksametildisiloksan plazma

polimerizasyonu işlemi ile poliamid az miktarda olumsuz etkilenmiş fakat pamuklu kumaşlarda güç tutuşurluk özelliğinin iyileştiği tespit edilmiştir.

Grancaric ve arkadaşlarının (2014) yaptığı çalışmada, pamuklu dokuma kumaşlar sol-jel metoduyla modifiye edilmiştir. Pamuklu kumaşlar birincil olarak sadece amonyum hidrojen fosfat ile emdirme ve kurutma işlemine, ikincil olarak 3-Aminopropiltrioksolan ve 3-Metakriloksipropiltrimetoksolan ile emdirme ve polikondenzasyon işlemine, üçüncü olarak hem amonyum hidrojen fosfat hem de 3-Aminopropiltrioksolan veya 3-Metakriloksipropiltrimetoksolan bileşikleriyle emdirme ve polikondenzasyon işlemine tabi tutulmuşlardır. Pamukluların güç tutuşurluk özelliğinde kullanılan konvansiyonel ürün olan amonyum hidrojen fosfat yüksek LOI (ürünün alev alması için ortamda bulunması gereken oksijen oranı) değerleri (LOI 25) göstermektedir. Sol-jel metoduyla sadece silikon esaslı bileşiklerle işlem gören pamuklu kumaş, işlem görmemiş göre herhangi bir gelişme göstermemiştir. Amonyum hidrojen fosfat ve 3-Aminopropiltrioksolan veya 3-Metakriloksipropiltrimetoksolan'ın emdirme banyosuna birlikte eklenmesiyle LOI değerleri 30 ve 32'ye ulaşmıştır.

Maaleka ve arkadaşları (2017) yaptığı çalışmada, titanyum silisit, %58 paraamid, %40 PBI, %2 antistatik madde içeren Proton ve %75 Nomex, %23 Kevlar, %2 karbon fiber içeren Natan dokuma kumaşlar üzerine kaplanmasıyla elde edilen ısı dayanım özellikleri incelenmiştir. 330°C'de yapılan test sonucunda güç tutuşurluk özellikleri açık olarak gözlenmiştir. Alev alma sıcaklıkları bakımından proton kumaşta 20°C ve natan kumaşta 10°C artış kaydedilmiştir.

Apaydın ve arkadaşlarının (2015) yaptığı çalışmada, TiO<sub>2</sub> ile layer-by-layer yöntemine göre takviye edilen poliamid ve poliester kumaşların güç tutuşurluk özellikleri üzerindeki değişimler incelenmiştir. Poli(allylamine) (PAH), sodyum polifosfat (PSP) ve TiO<sub>2</sub> ile (PAH-PSP-PAH-TiO<sub>2</sub>)n düzdörtüzlü yapı oluşturulup, kaplama materyali elde edilmiş ve bu materyalin pürüzsüz, kontinü yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Kaplamanın poliamid kumaşlarda poliester kumaşlara kıyasla ısı yayılım oranını daha efektif olarak düşürdüğü tespit edilmiştir.

Atakan ve arkadaşları (2018) yaptıkları çalışmada polivinil alkol, hidrofilik poliester, fosforik asit, dicyandiamidle birlikte yeni bir (PVP (PR)-P-DCDA) fosfor-nitrojen sinerjizmler güç tutuşurluk malzeme elde etmişlerdir. Elde edilen bileşik %100 pamuklu, %100 PES, 50/50 pamuk-PES kumaşlara emdirme yöntemiyle uygulanmıştır. Elde edilen güç tutuşurluk

materyalinin çevre dostu olduğu belirlenmiş, pamuk, PES ve karışımlarına kolayca uygulanabildiği gözlenmiştir. Alev alma karakteristiklerinde PVP (PR)-P-DCDA'nın dehidrasyon özelliğinin etkili olduğu düşünülmektedir.

Faheem ve arkadaşları (2017) yaptıkları çalışmada, pamuklu kumaşlar üzerine rotasyon baskı işlemiyle uygulanan sulu kazein süspansiyonlarının farklı pH ve konsantrasyonlarında güç tutuşurluk üzerine olan performansları incelenmiştir. Sonuç olarak hem alkali ortamda hem de asidik ortamda, kazein konsantrasyonlarının artmasıyla alev dayanım özelliğinin arttığı, termooksidatif özellikler bakımından asidik ortamda olan süspansiyonun, alkali ortamda olan süspansiyona göre daha iyi durumda olduğu bildirilmiştir. Asidik ortamda olan süspansiyondan, protonlanmış kazeinden daha kolay amonyak salınımı yardımıyla daha iyi performans elde edilmiştir.

M.D. Teli ve Pintu Pandit (2017) yaptıkları çalışmada, Hindistan cevizi kabuğunun ekstraksiyonu yoluyla elde edilen materyalle termal stabil ve hijyenik pamuklu kumaş elde etmeyi hedeflemişlerdir. Çalışma da *Cocos nucifera Linn* Hindistan cevizi kullanılarak elde edilen ekstrakt pamuklu kumaşlara asidik, nötr, alkali ortamlarda emdirme yöntemiyle uygulanmıştır. LOI değerleri ölçümü ve dikey yakma testiyle güç tutuşurluk özellikleri incelenmiştir. İşlem görmüş tüm kumaşlar, işlemsiz kumaşlara kıyasla daha iyi alev direnci göstermiş, alkali ortamda yapılan uygulamanın LOI değerini %72,2 daha fazla yükselttiği gözlemlenmiştir.

Basak ve arkadaşları (2016) yaptıkları çalışmada, çevre dostu muz ağacı özünden ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen biyomolekülleri, nötr, asidik, alkali ortamlarda ön mordanlanmış, ağartılmış, merseze edilmiş pamuklu kumaşlara emdirme yöntemiyle uygulamıştır. Güç tutuşurluk özellikleri, LOI, dikey yakma ve ısı salınımla ilişkili özelliklerle belirlenmiştir. Kumaşın termal stabilitesinin her koşulda yapılan işlemde artış gösterdiği, en iyi özelliğin alkali ortamda yapılan işlemde olduğu kaydedilmiştir. Muz bitkisi özünün bu özellikleri iyileştirilmesinde yapısındaki fosfat bileşenleri ve metal tuzlarının etkili olduğu düşünülmektedir.

Wu ve arkadaşlarının (2018) yaptıkları çalışmada, polietilen teraftalat (PET) bazlı kopolyester (BA<sub>n</sub>PET) üretimi için yenilikçi ve kendiliğinden çapraz bağ yapabilen aromatik Schiff bazı 5-(benziliden-amino)-izoftalik asit dimetil ester (BA) geliştirilmiştir. Çapraz bağlanma davranışları, güç tutuşurluk özellikleri eş zamanlı TG-DSC, LOI, UL-94 dikey yakma ve konik kalorimetre analizleriyle test edilmiştir. PES ile çapraz bağlanan BA'nın iyi güç

tutuşurluk özelliği sağladığı ve kopoliesterin LOI değerinin %22'den %31'e çıktığı belirlenmiştir.

Mengal ve arkadaşlarının (2016) yaptıkları çalışmada, lyocell kumaşlar için sitrik asidin çapraz bağlayıcı olarak kullanılacağı uzun ömürlü ve sürdürülebilir güç tutuşurluk formülasyonu geliştirilmesi hedeflenmiştir. Güç tutuşurluk bitim işlemleri pad-dry yöntemine uygulanmış olup, işlem görmüş kumaşlar yüzey morfolojileri, elementel analiz, TG analizi ve FT-IR spektroskopi ile karakterize edilmiştir. Ayrıca formülasyonun güç tutuşurluk, yıkama dayanımı, formaldehit salınımı ve kopma dayanımına etkisi değerlendirilmiş olup, konvansiyonel metillendirilmiş melamin çapraz bağlayıcı içeren formülasyonlarla karşılaştırılması yapılmıştır. 40 veya 80 g/L sitrik asit içeren formülasyonun 10 yıkama sirkülasyonundan sonra bile güç tutuşurluk özelliği sağladığı tespit edilmiştir. Bunun yanında konvansiyonel metillendirilmiş melamin çapraz bağlayıcıya kıyasla formaldehit salınımında %75 azalma gözlenmiştir.

Manfredi ve arkadaşlarının (2018) yaptıkları çalışmada, aminlerin bisakrilamidlere çoklu eklenmesi ile hazırlanan 8 lineer poliamidoaminler (PAA) pamuklu kumaşlar için yüzeyde tutunan güç tutuşurluk maddeleri olarak incelenmiştir. Tutuşabilirlik testlerinde, aminoasitten türetilen poliamidoaminler 10 saniye direk olarak aleve maruz bırakılmış, yanma gözlenmemiştir ancak karbon tortuları oluşturmuştur. Guadin içeren poliamidoaminlerin yanma olmadan direkt olarak buharlaştıkları, 2-metilpiperazin türevi poliamidoaminlerin tamamen yandığı rapor edilmiştir. Hava ortamındaki termogravimetrik analizler sonucunda 400 °C'de bütün poliamidoaminlerin önemli derecede kül oluşturduğu ve bu küllerin 500 °C üstünde okside olduğu belirlenmiştir.

Tseghai ve arkadaşlarının (2019) yaptıkları çalışmada, sentetik güç tutuşurluk kimyasallarının yerine tavuk yumurtasının kabuğu kullanılarak pamuklu kumaşlar için güç tutuşurluk malzemesi elde edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma da yumurta kabuğunun kalsiyum, karbonat, fosfor, azot, potasyum ve çinko gibi güç tutuşurluğa etki eden mineralleri içerdđi tespit edilmiştir. Yumurta kabukları ilk olarak toz haline getirilmiştir. Elde edilen tozlar akrilik kopolimer binder kullanılarak pamuklu kumaşlar üzerine kaplanmıştır. Kaplama sonucu kumaşlar 150 °C'de termofiksaj işlemine tabi tutulmuştur. İşleme tabi tutulmuş pamuklu kumaşlar, işlemsiz kumaşlara göre daha düşük alev alma özelliği göstermiş olup, işlemsiz kumaşın tamamen yandığı ve kül oluşturduğu, işlem gören kumaşta kül oluşumunun yanında

kömür oluşturduğu gözlenmiştir. İşlemsiz kumaşta alev yayılma hızının saniyede 40 mm, işlem gören kumaşta ise 1,4 mm. Olduğu tespit edilmiştir.

Onuegbu ve arkadaşlarının (2012) yılında yaptıkları çalışmada, potasyum alüminyum sülfatın güç tutuşurluk üzerine etkisi, köpük reçetelerinde 0%, 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4% ve 0.5% konsantrasyonlarında test edilmiştir. Potasyum alüminyum sülfat konsantrasyonlarında meydana gelen artışla birlikte yanma süresi ve kömürleşmenin arttığı, alev yayılma hızında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Köpük örneklerinin termal karakteristikleri TGA analizi ile test edilmiş olup, ürünlerin bozunma zamanında artış ve yanma olayı için daha yüksek aktivasyon enerjisine gereksinim sağladıkları tespit edilmiştir.





- Standart şartlarda (20°C sıcaklıklarda ve %65 reaktif nemde) %8,5 nem absorplar. Pamuk kolaylıkla havadan nem absorplar. Buna rağmen elle tutulduğunda kuru hissedilebilir,
- Ticari nem miktarı %8,5'tir.
- %100 reaktif nemde, pamuklu materyal %25–27 su absorplar,
- Lifin ortalama uzama miktarı ortalama %7-8'dir.
- Elastik özellikleri yoktur. % 2'lik elastik uzamadan sonra geri dönme %74, %5'lik uzamadan sonra ise %45'tir.
- Bütün selülozik materyallerde görülen ıslandığında boyca ve ence kısılma, pamuklu materyalde de gözlenir. Bu kısılma pamuk elyafında meydana gelen şişmeden dolayıdır.
- Bütün selülozik liflerde olduğu gibi, pamukta da ıslandığı zaman dayanıklılığında artma görülür. Dayanıklılık artması %30 civarındadır. Pamuklu materyaller ıslandığı zaman ağırlığının %70'i kadar su çeker.

### 3.1.2. Pamuk Lifinin Kimyasal Özellikleri

Pamuk lifinin kimyasal yapısı yetiştirme koşullarına göre değişiklik gösterir. Kimyasal yapısında;

- Selüloz,
- Hemiselüloz ve pektin,
- Protein ve renkli madde,
- Anorganik maddeler,
- Vaks ve yağlar, bulunur.

Pamuk lifi %100'e yakın oranda selüloz içerdiğinden selülozun tüm kimyasal özelliklerini gösterir.

- Derişik ve kuvvetli asitlerle sıcakta ve soğukta bozunur.
- Derişik sülfürik asitte tamamen çözünür.
- Seyreltik bazlar pamuğa çok az etki eder.
- 150 °C'nin üstündeki sıcaklıklarda bozunmaya başlar, 170 °C de kısa zamanda kavrulur.
- Yükseltgen ağartıcılarla uzun süre temas halinde kalırsa oksiselüloz oluşumu ile bozulur.

- Güneş ışığındaki UV ışınları, hava oksijeni, nem ve kirli hava koşulları altında kalan pamukta polimer bozulur. Doğrudan güneş ışığı özellikle sıcak ve çok nemli havada, pamuklu materyali etkileyerek, dayanıklılığını azaltır.

### 3.1.3. Pamuk Lifinin Kullanım Alanları

Pamuk lifinden elde edilen ürünler günlük yaşantımızda çok kullanılmaktadır. Sıvıları emme özelliğinin yüksek olması nedeni ile iç giyimde, t-shirt, sweat-shirt, ceket, yelek, gömlek, pantolon vs. ev tekstilinde; perdelik, döşemelik, havlu, bornoz, süs eşyaları, masa-sehpa örtüleri, vs. olduğu gibi, tıbbi ve endüstriyel amaçlı olarak da geniş kullanım alanlarına sahiptir. ([http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Do%C4%9Fa%20Lifler.pdf](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Do%C4%9Fa%20Lifler.pdf))

### 3.2. Poliester Lifinin Genel Özellikleri

Kimyasal adı polietilentereftalat olan PET poliesteri, Whinfield ve Dickson tarafından keşfedilmiş olup, ilk defa 1941 yılında ticari ölçüde üretilmiştir (Başer, 1992).

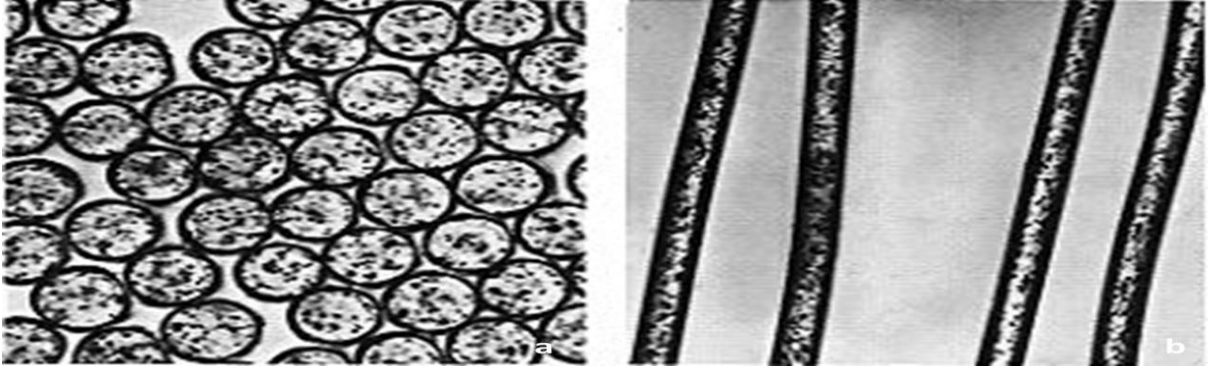
Poliester günümüzde sentetik elyaf sektöründe en fazla ‘çok yönlülük’ gösteren bir iplik türüdür ve gerek tekstil gerekse diğer endüstriyel alanlarda geniş çapta kullanılmaktadır.

Hammadde olarak petrol türevi olan PTA (Saf Teraftalik Asit), MEG (Mono Etilen Glikol) ve yardımcı madde olarak antimon triasetat (katalizör) ile titanyum dioksit (matlaştırıcı) kullanılarak üretilmektedir. BISFA (Uluslararası Sentetik Lif Standardizasyon Bürosu) üyesi olan Batı Avrupa sentetik lif üreticileri tarafından alınan ortak bir karara göre poliester, kısaca PES olarak anılmaktadır (Yakartepe ve Yakartepe, 1998).

#### 3.2.1. Poliester Lifinin Fiziksel Özellikleri

Poliester elyaf esas olarak; hidrofobluğu, yüksek mukavemeti, buruşmazlığı ile karakterize edilebilir. Bu özellikleri ile poliester elyaf; pamuk, viskon, yün karışımlarında kullanım özelliklerini geliştirici rol oynayan önemli bir elyaf çeşididir. Poliester elyafının fiziksel özellikleri;

- Boyuna kesiti pürüzsüz ve tekdüze, çubuğa benzeyen bir görünüme sahiptir. Enine kesiti çoğunlukla yuvarlaktır (Şekil 3.2.). Düze formuna göre değişik kesitleri de vardır.



Şekil 3.2. a) Poliester Elyafının Enine Kesit SEM Görüntüsü, b) Poliester Elyafının Boyuna Kesit SEM Görüntüsü (<http://schwartz.eng.auburn.edu/polyester/structure.html>)

- İlk üretildiklerinde sonsuz filament halindedirler. Daha sonra şapnel olarak istenilen boylarda kesilebilirler.
- Sentetik elyafta incelik üretim sırasında istenilen şekilde olur.
- Özgül ağırlığı  $1,38 \text{ g/cm}^3$
- Üretimde beyaz renklidir. İstenirse, elyaf çekme çözeltisine pigment renklendiriciler ilave edilerek renkli elyaf elde edilir.
- Üretimde parlaktır. İstenirse, lif çekme eriyiğine matlaştırıcı maddeler ilave edilerek veya daha sonra çeşitli işlemler ile matlaştırılabilir.
- Normal şartlarda nem oranı %0.4'tür, hidrofob olarak nitelenebilir.
- İyi ve mükemmel derecede mukavemete sahiptir. Üretim şekline monomerlerine ve germe miktarına göre kuru mukavemeti 4.5-8 gr/denye arasında değişir. Kuru mukavemet ve yaş mukavemet arasında pek fark yoktur.
- Kopma uzama değerleri orta veya iyi derecededir. Esneme yetenekleri normal filament elyafta % 15-30, şapnel elyafta %30-50 arasındadır.
- Rezilyens (yaylanma) mükemmeldir. Buruşmadan iyi bir şekilde eski haline döner.
- $130^\circ\text{C}$ 'de yumuşaya başlar.  $255-260^\circ\text{C}$ 'de erimeye başlar.
- Nem emiciliğinin düşük olması sebebiyle statik elektriklenme problemi vardır.
- Pilling tekstil elyafları içerisinde en fazla poliester lifinde görülür (Baykuş, 2003).

### 3.2.2. Poliester Lifinin Kimyasal Özellikleri

Poliester liflerinin kimyasal özellikleri aşağıdaki gibidir.

- Kimyasal maddelerden etkilenme: Poliester lifleri asitlere, kuru temizlemede kullanılan çözücülere ve ağartıcılara karşı dayanıklıdır. Kuvvetli alkaliler ise liflere zarar verir.
- Çevresel faktörlere karşı dayanıklılık: Poliester liflerinin güneş ışığına karşı dayanıklılığı birçok sentetik liften daha iyidir. Uzun süre güneş ışığına maruz kalmak liflere zarar verebilir. Perdelik kumaş olarak kullanılabilir. Bakteri, mantar, küf, güve ve diğer zararlı böcekler liflere zarar vermez.
- Elektriklenme özelliği: Poliester liflerinin elektrik iletme özelliği çok düşük olduğundan statik elektrikle yüklenir.
- Isıdan etkilenme özelliği: Poliester liflerinin erime noktası 250°C'dir. Poliester ürünleri pek fazla buruşmadığından bunları düşük ısılarda ütölemek gerekir. Ütüleme sıcaklığı 140°C'dir.
- Yanma özelliği: Poliester lifleri alevle karşılaştığında çekerek erir. Kimyasal bir koku ve siyah bir is bırakır. Külü ise krem renginde, boncuk şeklinde ve serttir.

### 3.2.3. Poliester Lifinin Kullanım Alanları

Poliester lifleri tekstilde oldukça geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Tek başına kullanılacağı gibi diğer liflerle de karıştırılarak kullanılan poliester lifinden tafta, organze ve saten gibi çeşitli kumaşlar üretilir. En çok pamuk lifiyle karıştırılan poliester lifleri yün, akrilik, ipek, viskoz ve keten lifi ile de kullanılabilir. Aşağıda poliester lifinin kullanıldığı alanlar mevcuttur.

- Giyim: Takım elbise, iç giyim, gömlek ve dış giyimde mont, kaban, pardösü
- Ev tekstili: Yatak örtüsü, masa örtüsü, yastık, nevresim, perdelik kumaş ve halı
- Endüstriyel alanlar: Balık ağı, otomobil lastikleri, halat, dikiş ipliği ve yelken bezi yapımında kullanılır.

[http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Yapay%20Lifler.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Yapay%20Lifler.pdf)

### 3.3. Muz Kabuğu ve Kullanım Alanları

Muz is *Musaceae* familyasına ait otsu bir bitki olup, dünya çağında tüketilen popüler bir bitkidir. Güney Asya'nın tropikal bölgeleri orijinli olan muz bitkileri, meyveleri ve az da olsa elyaf üretimi için yetiştirilmektedir. Besin değerleri düşünüldüğünde yüksek derecede mineral, vitamin, flavonoid, karbonhidrat, fenolik bileşenler, lif, protein, amino asit ve doymamış yağ asitleri içermektedir. Alkaloidler, flavonoidler, anthocyaninler, tanninler, glikozitler, terpenoidler gibi biyoaktif bileşenler muz kabuklarında bulunmaktadır ve bu bileşenlerin anti bakteriyel, anti hipertansif, anti diyabetik, anti alerjik özellikler için kullanılabilirliği bildirilmektedir. Bu özelliklerinin yanında muz kabukları, küçük çiftliklerde keçi, domuz, balık gibi canlılar için besin stoğu olarak kullanım alanı bulmaktadır. Ayrıca balık çiftliklerinde büyüme hızını ve hastalık direncini artırıcı katkı maddesi olarak kullanım alanı bulmaktadır (Thomas A. ve Krishnakumar K., 2017)

### 3.4. Meyan Kökü ve Kullanım Alanları

Meyan (*Glycyrrhiza glabra*), dünyanın çeşitli bölgelerinde yetişen geleneksel tıbbi, tatlı ve sakinleştirici bitkidir. Meyanın iltihap önleyici, antibakteriyel, antioksidatif, antiviral ve balgam söktürücü özellik gösterdiği bilinmektedir. Meyanın biyolojik aktif bileşenleri sırasıyla glycyrrhizic acid (GA, glycyrrhizin), liquiritin (LQ), glabridin (GB) and liquiritigenin (LG) bileşikleridir (Yu J.Y. ve ark., 2015)

Meyan bitkisinden göğüs yumuşatıcı, balgam söktürücü, idrar artırıcı, tat düzeltici, öksürük kesici, ses kısıklığı giderici, mide ülserinde, dermatit, egzama, kist tedavisinde, mukoza koruyucu, yara iyileştirici, deri lezyonları, grip, bağırsak ve böbrek hastalıklarını iyileştirici olarak eczacılık alanında yararlanılmaktadır. Ayrıca meyan balı, meyan şerbeti yapımında, tütün, enfiye ve filtreli sigara imalatında koku ve tat verici olarak şekerleme-meşrubat sanayisinde, kozmetikte, tekstil sanayisinde kadife boyanmasında ve ayakkabı boya imalinde, yangın söndürmede köpük yapımında, haşerat öldürmek için hazırlanan preparatlarda ve gıda sanayisinde yiyeceklere koku katmak gibi kullanım alanları da bulunmaktadır. Geniş bir kullanım alanı olan meyan, köklerinin bitkisel boyacılıkta kullanıldığı bilinmesine rağmen kaynaklarda ayrıntılı ve kapsamlı bir çalışmaya rastlanmamıştır. (Arlı M., Kayabaşı N., Kızıl S., 2002)

### 3.5. Ekstraksiyon İşlemi ve Yöntemleri

Ekstraksiyon istenilen doğal ürünlerin hammaddelerden ayrılması aşamasında ilk adımdır. Uygulama prensiplerine göre solvent ekstraksiyonu, distilasyon ekstraksiyonu basınç ve süblimasyon ekstraksiyon metotlarını oluşturmaktadır. Solvent ekstraksiyonu en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Doğal ürünlerin ekstraksiyon aşamaları aşağıdaki adımları takip etmektedir;

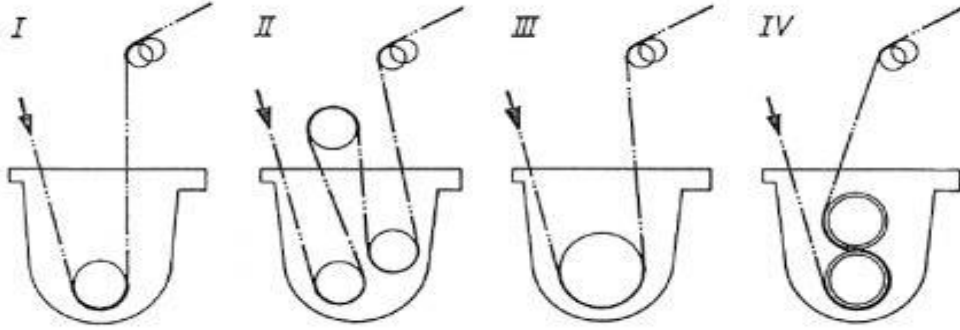
1. Çözücü materyal katı matris içerisine nüfuz eder,
2. Çözünen malzeme çözücü içerisinde çözünür,
3. Çözünen malzeme katı matrisin dışarına difüze olur,
4. Ektrakte edilen çözünen malzeme toplanır.

Bu işlem adımlarındaki herhangi difüzyon ve çözünmenin artışı ekstraksiyon işlemini kolaylaştırır. Ekstraksiyon çözücüsünün türü, hammaddenin partikül büyüklüğü, çözücü miktarının katı madde miktarına oranı, ekstraksiyon sıcaklığı, ekstraksiyon süresi verimlilik üzerine etki etmektedir. (Zhang Q.W., Lin L.G., Ye W.C., 2018)

### 3.6. Emdirme Yöntemi

Tekstil mamulleri kısa flotte oranındaki bir banyo içerisinde, kısa süre içerisinde geçirilir ve sıkılırlarsa bu aplikasyon işlemine emdirme denir. Emdirmede istenilen durum, terbiye maddelerinin tekstil mamulüne afinitelerinin düşük olmasıdır. Böylece emdirme sırasında tekstil mamulü flotteyle ıslanır ve bir miktar flotteyi emer. Tekstil mamulü tarafından emilen flottenin konsantrasyonu, banyodaki flotte konsantrasyonunun aynısıdır. Böylece banyo flotte konsantrasyonunun zamanla değişikliğe uğraması önlenmiş olur. Terbiye maddesinin tekstil mamulüne afinitesi yüksek olursa, terbiye maddesi tekstil mamulüne geçmeyi banyodaki flottede kalmaya tercih edeceğinden emilen flottenin konsantrasyonu banyodaki flottenin konsantrasyonundan daha yüksek olur. Zamanla banyoda kalan flottenin konsantrasyonu da fakirleşir. Bunun sonucu ise, bir partinin başının (flotteden ilk geçen kısmın) sonuna nazaran daha fazla terbiye maddesiyle applike edilmesidir. Böylece aynı partinin baş ve son özellikleri farklı olmaktadır. Terbiye maddesinin tekstil mamulüne karşı afinitesi olmadığına göre, tekstil mamulünün flotte içerisinde kalma (geçiş) süresi ne kadar uzatılırsa uzatılsın, alınacak terbiye maddesi miktarı artmayacaktır. Ancak, flotteye daldırılan bir tekstil mamulünün ıslanması ve flotteyi emebilmesi için belirli asgari bir süreye gereksinim vardır. Flotteden geçme süresi bu

asgari süreden kısa olursa beklenmeyen sonuçlar ortaya çıkar. Emdirme mamulün durumuna göre; kurudan yaşa veya yaştan yaşa uygulanabilir (Tarakçioğlu, 1979).



Şekil 3.3. Emdirme İşlemi Modelleri

([https://burcuunducubalkan.files.wordpress.com/2017/05/emdirme-yc3b6ntemleri-1\\_plan-8.pdf](https://burcuunducubalkan.files.wordpress.com/2017/05/emdirme-yc3b6ntemleri-1_plan-8.pdf))

### 3.7. Kaplama Yöntemi

Kaplama kumaşlar; dokuma, örme ya da dokusuz yüzey olarak üretilen kumaşı bir ya da her iki yüzeyini kimyasal bir madde ile kaplayarak elde edilmektedir.

Kaplama kumaşlarda; bir yüzde kaplama fonksiyonuna uygun özellikte olması gereken tekstil materyali bulunmaktadır. Bu kumaş, kaplama için bir taşıyıcı zemin görevini ana görev olarak üstlendiğinden, diğer kumaşlara nazaran daha az önem taşımaktadır. Ancak bazı örnekler buna istisna oluşturmaktadır. Örneğin: bazı yağmurluklar gibi arkası kaplanmış kumaşın, boyanmış-basılmış ve görünen yüzü tekstil materyali ise tekstil lifinin ve kumaş konstrüksiyonunun önemi daha fazladır (Öner, 2009).

Kaplama kumaşlar; dokuma, örme ya da dokusuz yüzey olarak üretilen kumaşın bir ya da her iki yüzeyini kimyasal bir madde ile kaplayarak elde edilmektedir. Kaplama ve laminasyon, kumaşların fiziksel ve estetik özelliklerini geliştirmek ve değiştirmek, kumaşların, polimer, köpük ve filmlerin avantajlarını kombine ederek, kullanım alanını genişletmek amacıyla uygulanmaktadır (Bulut ve Sülar, 2015).

Klasik kaplama tekniklerinin temelini; emdirme, hemen sonrasında kuru sıcak hava ortamında ve çoğunlukla ramözde sabit ender kurutma oluşturmaktadır. Klasik kaplama tekniklerinin yanı sıra son yıllarda kullanımı giderek artan plazma ve sol-jel teknolojisi de

kaplama konusunda yeni yöntemler olarak kabul edilmektedir. Kaplama yöntemlerini, kaplama maddesinin sıvı olduğu metotlar, katı olduğu metotlar ve ayrıca plazma ve sol-jel teknolojisi ile yapılan modern kaplama metotları olmak üzere üç bölümde incelemek mümkündür (Bulut ve Sülar, 2015). Çizelge 3.1’de çeşitli kaplama yöntemleri ve açıklamaları mevcuttur.

Çizelge 3.1. Kaplamada Kullanılan Teknikler (Bulut ve Sülar, 2015)

Kaplama maddesinin sıvı olduğu kaplama metotları	Kaplama maddesinin sonradan dozajlandığı metotlar	Bıçaklı (rakleli kaplama)	Bilinen en eski yöntemlerden biridir. Kaplama maddesi kumaşa direkt olarak aktarılarak sabit bir rakle ile üniform bir şekilde sürülmektedir. Genellikle düzgün, üniform dokuma kumaşlara uygulanmaktadır.
		Tel sarılı rulo ile kaplama	Düşük viskozitede ve düşük gramajda kaplamalarda tercih edilir.
	Kaplama maddesinin önceden dozajlandığı metotlar	Silindir kaplama	Düşük viskoziteli kaplamalarda tercih edilir.
		Döner şablon ile kaplama	Rotasyon baskı prosesine benzemektedir.
	Püskürtme ile kaplama	Bu metotta kaplama maddesi, taşıyıcı silindirler ile yönlendirilen kumaşa püskürtücü jetler tarafından aktarılmaktadır. Düşük viskoziteli, su bazlı ve çok ince kaplamalar için uygundur.	
Kaplama maddesinin katı olduğu kaplama metotları	Sıcak eriyik ile kaplama	Ekstrüzyon ile kaplama	Termoplastik polimer, ekstrüder vasıtası ile kaplama için uygun sıcaklıkta eriyik hale getirilir, silindirler arasında sıkışmış halde bulunan kumaş ile birbirine yapıştırılarak soğutma silindiri ile sabitlenmektedir.
		Pudralı kaplama	Toz halde bulunan polimer madde kumaş üzerine serpilir ve radyasyon ısıtıcılı sistemde termoplastik madde eritilmektedir. Polietilen, naylon, EVA gibi kaplama maddeleri kullanılır.
	Kalandır ile kaplama	Isıtılmış silindirler arasında geçerek akışkan hale gelen katı haldeki kaplama maddesinin kumaşa aktarımı dönen silindirler ile sağlanmaktadır.	
Transfer kaplama	Bu kaplama yönteminde daha önceden hazırlanmış kesintisiz kaplama tabakası ısıyla ya da yapıştırıcıyla kumaşa aktarılır. Bu yöntemin avantajı, kaplama filmi gözeneksiz ve hatasız bir şekilde hazırlanabilmesi, daha yumuşak bir tutum sağla yabilmesidir. Dokusuz yüzeyler, örme, likralı ve hassas kumaşlar sorunsuz bir şekilde kaplanabilmektedir.		
Modern kaplama yöntemleri	Sol-jel ile kaplama	Çözelti formundan yola çıkılarak farklı uygulama alanlarına yönelik olarak seramik, cam ve kompozit malzemeler üretim teknolojisine verilen genel isimdir. Sol-jel kaplama ile aşınma dayanımı, su, yağ ve kir iticilik, güç tutuşurluk, boyama, UV koruma, antimikrobiyel, elektrik iletkenliği, kokuların kontrollü salınımı sağlanabilmektedir.	
	Plazma ile kaplama	Tekstil materyallerinin yüzeyini modifiye eden bir teknolojidir. Plazma işlemi, tıp, biyotıp, otomobil, elektronik, yarı iletkenler ve tekstil endüstrisi gibi alanlarda kullanılmaktadır. Plazma, çevre dostu ve ekolojik bir teknolojidir. Ayrıca tekstil yüzeyine diğer konvansiyonel yöntemlerle kazandırılmayan özellikler kazandırılabilir. Plazma ile su absorpsiyonu, ıslanma, adhezyon, boyanabilme, su, yağ ve kir iticilik ve kimyasallara dayanım gibi özellikler değiştirilebilmektedir.	

### 3.8. Yanma Reaksiyonu

Bir maddenin yükseltgeyici nitelikte başka bir madde ile reaksiyonu sonucu ısı açığa çıkararak için için yanması veya alevlenmesi süreci yanma olarak adlandırılmaktadır. Kuşkusuz oksijen (hava) yanma sürecine ilişkin en popüler yükseltgeyici maddedir. Yanma sürecinde aşağıda belirtilen üç temel etkenin bir arada bulunmaları gerekmektedir.

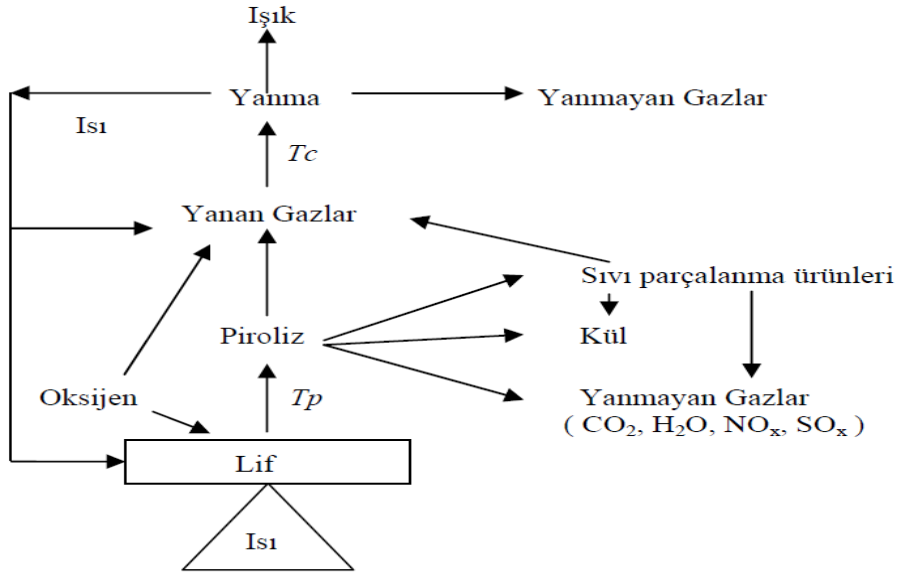
- Yanıcı madde (yakıt)
- Yakıcı madde (yükseltgen)
- Tutuşturucu kaynak (Tatlı, 2007).



Yanma; ısı, oksijen ve uygun yakıt bileşenlerine ihtiyaç duyan ekzotermik bir reaksiyondur. Geri kalan şartlar ihmal edildiğinde, yanma kendi kendine katalizlenir duruma gelir ve oksijen, yakıt kaynağı veya ısı tüketilinceye kadar devam eder (Schindler ve Hauser, 2004).

### 3.8.1. Tekstil Materyallerinin Yanma Davranışı

Isı sağlandığı zaman, piroliz sıcaklığına ( $T_p$ ) ulaşıncaya kadar, lifin sıcaklığı artmaya başlar. Piroliz sıcaklığında, lifte kimyasal değişiklikler meydana gelir ve yanmayan gazlar (karbondioksit, su buharı, azot ve kükürt oksit gibi), kömürleşme artıkları, sıvı kondensatlar ve yanabilen gazlar (karbonmonoksit, hidrojen ve pek çok okside olabilen organik moleküller) oluşur. Sıcaklık artmaya devam ettikçe, sıvı parçalanma ürünleri de daha fazla yanmayan gaz, kül ve yanan gaz üreterek piroliz olur. Yanma sıcaklığına ( $T_c$ ) ulaşıldığında, gaz fazında bir dizi serbest radikal reaksiyonundan oluşan ve yanan gazların oksijenle birleşmesi ile meydana gelen yanma dediğimiz olay gerçekleşir. Bu reaksiyonlar yüksek derecede ekzotermiktir ve çok büyük miktarda ışık ve ısı üretir. Yanma işlemi tarafından sağlanan ısı, lifin piroliz olmaya devam etmesi için gereken ek termal enerjiyi ve dolayısıyla yanma işlemi için daha fazla miktarda yanan gazların ortaya çıkmasını sağlar (Schindler ve Hauser, 2004). Şekil 3.4.'te tekstil liflerinin yanma diyagramı verilmiştir.



Şekil 3.4. Tekstil Lifleri İçin Yanma Döngüsü (Schindler ve Hauser, 2004)

Yanma davranışı lif tipi ve lif karışımlarının yanı sıra, tutuşturma kaynağının yapısı ve kumaşa çarpma süresi, kumaş oryantasyonu, tutuşma noktası (kumaşın kenarı, yüzü, altı veya

üstü), çevre sıcaklığı, bağıl nem, havanın akış hızı ve kumaş yapısı gibi faktörlerden de etkilenmektedir. Ayrıca iplik yapısının ve geometrisinin yanma davranışına etkisi konusunda yapılan çalışmalarda, farklı iplik büküm yöntemlerinin ipliklerde farklı yanma direncinin oluşmasına sebep olduğu belirtilmektedir (Horrocks ve Price, 2001).

Çizelge 3.2. Tekstil Liflerinin Yanma Karakteristikleri (Özcan ve ark., 2000)

Lif	Lif Tipi	Yanma Karakteristiği
Naylon	Sentetik Poliamid	Alev karşısında erir ve çeker. Yanma esnasında yavaş erir. Alev kaynağı çekildiğinde kendiliğinden söner. Sert, gri ya da siyah topraklar halinde kül bırakır. Yanarken kereviz kokusuna benzer bir koku yayar.
Olefin	Sentetik uzun zincirli polimer	Alev karşısında erir ve çeker. Eriyerek yanar. Alev kaynağı çekildiğinde kendiliğinden söner. Sert koyu ya da kirli beyaz topraklar halinde kül bırakır. Mavi ya da sarı alevli yanar.
Polyester	Sentetik uzun zincir yapısında polimer	Alev karşısında eriyerek çeker. Eriyerek yanar. Siyah duman verir. Alev çekildiğinde kendiliğinden söner. Sert, siyah topraklar halinde kül bırakır. Tatlı bir koku yayar.
İpek	Tabii kesiksiz filament lif	Alevden kıvrılarak uzaklaşır. Tutuşması güçtür. Alev çekildiğinde çok az yanar. Genelde kendi kendine söner. Dağılan siyah kül bırakır ve yanan saç kokusu yayar.
Yün	Tabii hayvan kılı proteini	Alevden kıvrılarak uzaklaşır. Tutuşturmak zordur. Alev kaynağı çekildiğinde çok az yanar, genellikle kendiliğinden söner. Dağılabilen siyah kül bırakır. Ekşi yanan saç kokusu verir.
Modakrilik	Sentetik modifiye akrilik	Eriyerek alevden uzaklaşır. Yavaşça eriyerek yanar. Alev kaynağı çekildiğinde normalde kendiliğinden söner. Yanarken beyaz duman verir. Kırılgan, sert topraklar halinde kül bırakır.
Spandex	Sentetik, uzun zincir yapısında polimerdir.	Alev karşısında erir fakat çekmez. Eriyerek yanar. Alev kaynağı çekildiğinde yanmaya devam eder. Yumuşak siyah kül bırakır.
Pamuk	Tabii, selülozik liftir.	Kolay tutuşur ve yanar. Erimez. Alev kaynağı çekildiğinde yanmaya devam eder. Yumuşak gri renkli kül bırakır. Yanan kağıt gibi kokar.
Keten	Tabii, selülozik liftir.	Pamuk ile aynı karakteristiktir.
Rayon	Sentetik selülozik liftir. Odun hamurundan ya da pamuk linterlerinden elde edilir.	Pamuk ile aynı karakteristiktir.

### 3.8.2. Güç Tutuşurluk Kimyası

Yanma sırasında, alev ile ortaya çıkan ısı, uçucular ve küçük parçalar yanan polimerin yüzeyine geri dönerler. Bu küçük parçalar oksijenle reaksiyona gireceği yer olan alev bölgesine yayılırlar. Bu daha fazla ısı açığa çıkartır ve döngüyü devam ettirir. FR özellik işte bu döngüyü bozmakla başarılıdır. Bu döngüyü bozmanın iki yolu vardır. Birinci metot (katı faz inhibisyonu) polimer yapısını değiştirmektir. Yüzeyde yoğun polimer dallanması yapılmasını sağlayan sistemler ısınma sırasında karbonlu tabakalar oluştururlar. Karbonlu tabaka ısı ile altta kalan polimer arasında engel oluşturur. Daha fazla yanmayı engeller. Diğer sistemler ise su çıkarır, böylece yüzeyi soğutur, sonuçta alev oluşumu için daha fazla enerji olması gereklidir. İkincil yöntem ise buhar faz inhibisyonudur. Reaktif parçalar, yanma sırasında uçucu serbest radikal

sonlandırıcılarına dönüşen polimerin içerisinde oluşurlar, bu parçalar alevin içerisine girerler, dallanan radikal reaksiyonunu sonlandırırlar. Sonuç olarak, alev oluşumu için artan bir enerji gereklidir ve döngü bozulmuştur. Şüphesiz ki birçok malzeme yukarıda söz edilen her iki metodu da kapsayabilir.

Polimerler yanma özellikleri açısından çeşitlendirilebilirler. Temel olarak üçe ayrılabilir: Birinci grup genel olarak FR özelliğe sahiptirler. Ya yüksek halojen içerikli dirler veya yüksek ısı stabilizasyonuna sahip aromatik bileşikleri içerirler. İkincisi, en az FR özelliğe sahip olanlardır. Fakat uygun kimyasallar ile FR özellik verilebilir. Üçüncü sınıf ise, oldukça yanıcı özelliğe sahip olanlardır. FR özellik verilmesi zordur. Bu tip ürünlere, bazı katkı malzemeleri ile değişik uygulamalar için FR özelliği kazandırılabilir (Öz 2006).

Güç tutuşurluk sağlayıcı kimyasalları kimyasal yapılarına göre 4 grup altında inceleyebiliriz.

- Halojen içerenler
- Fosfor içerenler
- Azot içerenler
- İnorganik malzemeler (Tatlı 2007).

### **3.8.3. Güç Tutuşurluk Test Metotları**

Polimerlerin yanıcılığı genel olarak tutuşabilirlik, alevin yayılması ve ortaya çıkan ısı miktarına bağlı olarak değerlendirilmektedir. Polimerik maddenin kullanılacağı alana bağlı olarak bu kriterlerden bir ya da birkaçı uygun yanma testine göre değerlendirilmelidir (Bical 2014).

#### **3.8.3.1. Sınırlayıcı Oksijen İndeksi (LOI)**

Havadaki oksijen oranı yaklaşık %21 civarındadır. Azot, CO<sub>2</sub>, su vs. kalan diğer ürünler yanma olayını desteklemezler. Havada kendiliğinden sönme özelliğine sahip bazı malzemelerin artan oksijen/azot oranına bağlı olarak artan bir yanma davranışı gösterdiği deneylerle kanıtlanmıştır. Diğer taraftan, havada hızlı bir şekilde yanan malzemeler yüksek oranda Azot içeren atmosferde kendiliğinden sönme davranışı göstermektedir. Bu durum yanmayı sınıflandırmada genel ve faydalı bir teste öncülük eder. Sınırlayıcı Oksijen indeksi (LOI) testi, bir malzemenin yanmasını sürdüreceği minimum oksijen miktarını tespit eder (Carr, 1995). Çizelge 3.3'de bazı tekstil liflerinin termal özellikleri ve LOI değerleri verilmektedir.

Çizelge 3.3. Bazı Liflerin Isı İletim Sıcaklıkları (Tatlı, 2007).

Lif	Yumuşamaya Başladığı Sıcaklık °C	Erime Sıcaklığı °C	Proliz Sıcaklığı °C	Tutuşma Sıcaklığı °C	$\Delta H(kj / g)$	LOI
Yün			245	600	27	25
Pamuk			350	350	19	18,4
Viskoz			350	420	19	18,9
Triasetat	172	290	305	540	-	18,4
Nylon 6	50	215	431	450	39	20-21,5
Nylon 6.6	50	265	403	530	32	20-21
Polyester	80-90	255	420-477	480	24	20-21,5
Akrilik	100	>220	290	>250	32	18,2
Polipropilen	-20	165	469	550	44	18,6
Modakrilik	<80	>240	273	690	-	29-30
PVC	<80	>180	>180	450	21	37-39
PVDC	-17	180-210	>220	532	11	60
PTFE	126	>327	400	560	4	95
Oksidize Akrilik	640	-	55			
Nomex	275	375	310	500	30	28,5-30
Kevlar	340	560	590	550	-	29
PBI	400		>500	500	-	40-42

Bu yöntem için birçok ulusal ve uluslararası standart kullanılmaktadır (Örneğin; ASTM D2863 ve ISO 4589). LOI değeri test edilen numunenin kendi kendine sönmeye için sınırlayıcı oksijen konsantrasyonunu vermektedir. LOI testi gerçek bir yangın senaryosunu vermemesine rağmen sınıflandırma yerine sayısal bir değer verdiği için uygun değerlendirme vermektedir (Bical, 2014).

### 3.8.3.2. Termogravimetrik Analiz (TGA)

Polimerlerin termal özelliklerini belirlemek için TGA sıklıkla kullanılmaktadır. TGA hava ya da azot ile polimerik malzeme termal bozunmaya uğrarken malzemenin davranışını ve oluşan kül miktarını belirlemektedir. Kül miktarı dolaylı olarak güç tutuşurluğun belirlenmesinde işe yaramaktadır. Kül oluşumu daha iyi bir bariyer görevi görerek yanmayan polimere oksijen ve ısının ulaşmasını engellemektedir (Bical, 2014).

### 3.8.3.3. Konik Kalorimetre

Konik kalorimetre testi akademik çevreler tarafından yoğun olarak kullanılan bir diğer test yöntemi olarak standartlarda kullanılmaktadır (Örneğin; ISO 5660-1, ASTM E-1354).

Malzemenin yanması sırasında harcanan oksijen miktarına bağlı olarak ortaya çıkacak ısı hesaplanmaktadır. Malzemenin yanma esnasında vereceği zarar kolay tutuşabilme ve ortaya çıkardığı ısı miktarına gibi birçok özelliğe bağlıdır. Alevin yayılma şekli ve ortaya çıkan zehirli duman miktarı yangının vereceği zarar için önemlidir. Ortaya çıkan ısı miktarı yangının yayılma hızında etkili olmaktadır.

Bununla birlikte cihaza eklenecek aparatlarla tutuşma süresi, yanama esnasında numunenin kütle kaybı, duman oluşturma oranı, karbon monoksit, karbon dioksit ve HCl & HBr gibi aşındırıcı gazların oluşumu ölçülebilir(Bical, 2014).

### 3.8.3.4. Yanma Testleri

Alev yayılma testlerinde çoğunlukla yatay, 45°C eğik ve dikey yakma testleri uygulanmaktadır. Yatay, 45°C ya da dikey olarak yerleştirilen numuneler standart bek alevine belli bir süre maruz bırakılmakta ve alev uzaklaştırılmaktadır. Test sonucunda alevli yanma süresi, için için yanma süresi, belirli bir uzunluğa kadar yanması için geçen süre, yanma boyu gibi parametreler hesaplanmaktadır. Bunlardan dikey yakma testinde alev yayılma hızı en fazladır. Yanma testleri birçok ürünün yanma riskini değerlendirmek için oluşturulmuştur. Bu testler yanma riskinin hem insan hem de ürüne etkisini belirlemeye yardımcı olmaktadır. Çizelge 3.4'te sıklıkla kullanılan yanma testleri mevcuttur.

Çizelge 3.4. Avrupa'da Kullanılan Bazı Yanma Testi Standartları (Bical, 2014)

Ülke	Standart	Test	Kullanım Yeri
Avrupa Normu	EN1021 part 1 ve 2	Sigara ve kibrit	Düşük tehlikeli topluma açık yerler
İngiltere	BS 5852 part 1	Sigara ve kibrit	Perde/Döşemelik
İngiltere	BS 5852 part 2	Crib 5	Ev içi kullanım
İtalya	CSE RF1/75/A&3/77	Clase 1	Topluma açık yerlerde perde/döşemelik
Almanya	DIN 4102 part 1	B1	Topluma açık yerlerde perde/döşemelik
Fransa	NFP 92-503	M1	Topluma açık yerlerde perde/döşemelik
İspanya ve Portekiz	NFP 92-503	M1	Topluma açık yerlerde perde/döşemelik

Bunların yanında ASTM D 1230-94 dikey yakma testi çoğunlukla kullanılan bir test metodudur. Plastikler için kullanılan UL-94 testine eşdeğerdir. Bu test standardında tutuşma sürelerine bağlı olarak kumaşlar 3 sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar:

- Sınıf 1 (normal tutuşurluk): yanma süresi 7 sn.'den yüksek ya da yanma süresine bağlı olmaksızın esas bir yanmanın olmayıp yüzeyde parlamamanın olması.
- Sınıf 2 (orta tutuşurluk): yanma süresi 4-7 sn. arasında olan kumaşlar.
- Sınıf 3 (yoğun ve hızlı şekilde yüksek yanıcılık): yanma süresi 4 sn.'nin altında olan kumaşlar (Bical, 2014).

## 4. MATERYAL VE METOT

### 4.1. Materyal

Çalışmada, ekstraksiyon işlemi uygulanacak muz kabukları ve meyan kökleri aynı parti ve gönderi numarası göz önünde bulundurularak aynı marketten tedarik edilmiştir. Tedarik edilen bu malzemeler, ekstraksiyon işleminde kullanılmak üzere derin dondurucuda bekletilmiştir. Ekstraksiyon işleminde çözücü olarak %99 saflıkta izopropil alkol kullanılmıştır.

Ekstraksiyon işlemleri sonrası ortaya çıkan ürünler ile ticari güç tutuşurluk kimyasalları kullanılarak emdirme ve kaplama işlemine tabi tutulacak kumaşların yapıları ve geçtiği ön terbiye işlemleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Çalışmada Kullanılan Kumaşlar

Kumaş İçeriği	Kumaş Konstrüksiyonu	Çözücü İpliği	Atkı İpliği	Gramaj(g/m <sup>2</sup> )	Ön Terbiye İşlem Adımları
% 100 Pamuk	Bezayağı	30/1 Ne OE Pamuk	30/1 Ne OE Pamuk	110,3	Yakma-Haşıl Sökme-Merserize-Kasar
% 50 Pamuk- % 50 PET	Bezayağı	30/1 Ne OE Pamuk-PET	30/1 Ne OE Pamuk-PET	110,1	Yakma-Soğuk Kasar-Kasar

Çalışmada, ekstraksiyon ürünlerinin güç tutuşurluk üzerine etkisinin kıyaslanması amacıyla emdirme işlemi için Rudolf Duraner firmasından Ruco-Flam NMT, kaplama işlemi için EOC Group firmasından EOC FRD 41 BO ticari güç tutuşurluk kimyasalları temin edilmiştir.

### 4.2. Metot

#### 4.2.1. Kullanılan Ekipmanlar

Tez çalışmasında, ekstraksiyon kurutma çalışmaları için Ataç EV 250 model etüv, tartım işlemleri için Mettler Toledo ME2002 model tartı, emdirme işlemi için Prowhite yatay tip pnömatik sıkma makinesi, kaplama işlemi için Ataç RGK-40 laboratuvar tipi kaplama cihazı, termofiksaj işlemi için Ataç GK-40 laboratuvar tipi ramöz, Dragonlab OS20-S mekanik karıştırıcı, Ataç HP-250 ısıtıcı, yardımcı ekipman olarak beher, mekanik öğütücü, beher, mezür, pipet, balık(manyetik karıştırıcı), Macherey- Nagel MN-GF– 3 filtre kağıtları kullanılmıştır.



Şekil 4.1. Ekstraksiyon ve Güç Tutuşurluk Terbiyesi İçin Kullanılan Ekipmanlar: a) Laboratuvar Tipi Ramöz, b) Etüv, c) Laboratuvar Tipi Kaplama Cihazı, d) Yatay Tip Pnömatik Sıkma Makinesi

#### 4.2.2. Ekstraksiyon Çalışmaları

Ekstraksiyon çalışmaları için aynı parti ve lot numarasına sahip muz kabukları ve meyan kökleri temin edilmiştir. Temin edilen materyallerin üzerlerinde bulunan yabancı ürünler ve kimyasal ilaçların uzaklaştırılması için saf su ile ön yıkama gerçekleştirilmiştir. Ön yıkaması gerçekleştirilen muz kabuğu ve meyan köklerinin kurutulması için materyaller etüvde 75 °C’de 24 saat bekletilmiştir. Materyaller kurutulduktan sonra mekanik olarak el mikseriyle ufak parçalara ayrılmıştır.





Şekil 4.2. Muz Kabuğu ve Meyan Kökünün Mekanik Parçalanması

Mekanik olarak parçalanan materyaller Çizelge 4.2.'de verilen reçeteye göre %99 saflık orana sahip izopropil alkol içerisinde ayrı olarak eklenmiştir. İzopropil alkol-muz kabuğu ve izopropil alkol-meyan kökü çözeltileri 48 saat boyunca hava ile temas etmeyecek şekilde 900 rpm devirde mekanik karıştırıcıyla karıştırılmıştır.



Şekil 4.3. İzopropil Alkol-Muz Kabuğu ve İzopropil Alkol-Meyan Kökü Çözeltileri

Çizelge 4.2. Ekstraksiyon Çözelti Reçetesi

Kullanılan Malzeme	Miktar	İzopropil Alkol (Çözücü) Miktarı
Muz Kabuğu	5 kg.	20 litre
Meyan Kökü	5 kg.	20 litre

Karıştırma işlemi tamamlanan çözeltiler Macherey-Nagel MN-GF-3 filtre kağıtlarından bir sefer geçirilerek süzülmüştür.



Şekil 4.4. İzopropil Alkol-Muz Kabuğu ve İzopropil Alkol-Meyan Kökü Çözeltilerinin Filtre Kağıdı Aracılığıyla Süzülmesi

Süzme işleminin ardından ekstraksiyonun tamamlanması ve izopropil alkolün uzaklaştırılması için çözeltiler izopropil alkolün kaynama noktası olan 82,5 °C'nin üzerinde 85 °C'ye ısıtılmıştır. Buharlaştırma sonunda ekstraksiyon çökeltisi elde edilmiştir.



Şekil 4.5. İzopropil Alkolün Çözeltiden Uzaklaştırılma Adımı

#### 4.2.3. Ekstraksiyon Ürünlerinin Elementer Analizi

Muz kabuğu ve meyan kökünün ekstraksiyonları sonucunda elde edilen biyomoleküllerin elementer içeriğinin ölçümü Shimadzu EDX-8000 X-Ray Floresan Spektrometre cihazında gerçekleştirilmiştir. Her iki ekstraksiyon numunesinden 30 g. alınarak elementer analiz gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.6. Shimadzu EDX-8000 X-Ray Floresan Spektrometre Cihazı

#### **4.2.4. Ekstraktların ve Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalının Emdirme Yöntemiyle Kumaşlara Uygulanması**

Muz kabuğu ve meyan kökünün ekstraksiyonları sonucunda elde edilen biyomoleküller, laboratuvar ölçekli fularddan geçirilerek aynı konstrüksiyona sahip %100 pamuklu ve %50-%50 pamuk-PET karışimli kumaşlar üzerine uygulanmıştır. Güç tutuşurluk özelliklerinin kıyaslanması adına ticari Ruco-Flam NMT güç tutuşurluk kimyasalı da aynı özellikteki kumaşlar üzerine uygulanmıştır. Ticari güç tutuşurluk kimyasalın önerilen reçete değerlerine göre hazırlanan flotte emdirme banyosuna ilave edilmiştir. Flotte banyosu içerisinde geçirilen kumaşlar 4 bar basınç ayarlı silindirler arasından geçirilerek, kumaş üzerindeki fazla flotte uzaklaştırılmıştır. Emdirme işlemi sonrası numuneler 150 °C sıcaklık altında 2 dakika termofiksaj işlemine tabi tutulmuştur. Emdirme yöntemi için hazırlanan reçeteler Çizelge 4.3.'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Emdirme İşlemi İçin Hazırlanan Reçeteler

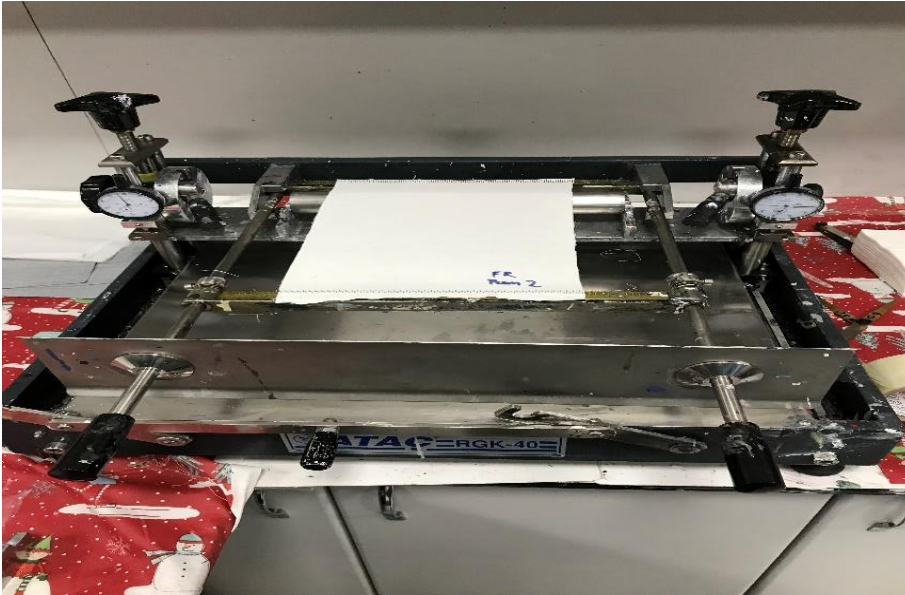
Kullanılan Malzeme	Miktar
Muz Kabuğu Ekstraktı	12 g.
Sitrik Asit Monohidrat	0,6 g.
Disodyum Hidrojen Fosfat	0,6 g.
Asetik Asit(pH ayarlayıcı)	
Saf Su	250 ml
pH	4
Kullanılan Malzeme	Miktar
Meyan Kökü Ekstraktı	12 g.
Sitrik Asit Monohidrat	0,6 g.
Disodyum Hidrojen Fosfat	0,6 g.
Asetik Asit(pH ayarlayıcı)	
Saf Su	250 ml
pH	4
Kullanılan Malzeme	Miktar
Ruco-Flam NMT	12 g.
Sitrik Asit Monohidrat	0,6 g.
Disodyum Hidrojen Fosfat	0,6 g.
Asetik Asit(pH ayarlayıcı)	
Saf Su	250 ml
pH	4

#### 4.2.5. Ekstraktlar ve Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalının Kaplama Yöntemiyle Kumaşlara Uygulanması

Muz kabuğu, meyan kökünün ekstraksiyonları sonucunda elde edilen biyomoleküller, laboratuvar ölçekli kaplama makinesi üzerinde rakle yardımıyla aynı konstrüksiyona sahip %100 pamuklu ve %50-%50 pamuk-PET karışımlı kumaşlar üzerine kaplanmıştır. Güç tutuşurluk özelliklerinin kıyaslanması adına ticari EOC FRD 41 BO güç tutuşurluk kaplama kimyasalı da aynı özellikteki kumaşlar üzerine uygulanmıştır. Ticari kimyasalın tavsiye edilen reçetesine göre patlar hazırlanmıştır. Numune kumaşlar, kaplama ünitesi üzerine yerleştirilmiş olup, rakle yüksekliği 3,5 mm olarak ayarlanmıştır. Rakle önüne hazırlanan patlar aktararak, kaplama işlemi tek rakle adımıyla gerçekleştirilmiştir. Kaplanan kumaşlar 150°C sıcaklıkta 2 dakika boyunca termofiksaj işlemine tabi tutulmuştur. Kaplama patı için hazırlanan reçeteler Çizelge 4.4.'te verilmektedir.

Çizelge 4.4. Kaplama İşlemi İçin Hazırlanan Reçeteler

Kullanılan Malzeme	Miktar
Muz Kabuğu Ekstraktı	150 g
Sert Binder (Akrilik Bazlı)	200 g.
Yumuşak Binder (Akrilik Bazlı)	100 g.
Çarpaz Bağlayıcı	15 g.
Kıvamlaştırıcı	20 g.
Saf Su	515 g.
Kullanılan Malzeme	Miktar
Meyan Kökü Ekstraktı	150 g
Sert Binder (Akrilik Bazlı)	200 g.
Yumuşak Binder (Akrilik Bazlı)	100 g.
Çarpaz Bağlayıcı	15 g.
Kıvamlaştırıcı	20 g.
Saf Su	515 g.
Kullanılan Malzeme	Miktar
ECO RFD 41 BO	150 g
Sert Binder (Akrilik Bazlı)	200 g.
Yumuşak Binder (Akrilik Bazlı)	100 g.
Çarpaz Bağlayıcı	15 g.
Kıvamlaştırıcı	20 g.
Saf Su	515 g.



Şekil 4.7. Hazırlanan Kaplama Patlarının Kumaşlar Üzerine Uygulanması

#### 4.2.6. Ekstraktlar ve Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalları ile İşleme Tabi Tutulan Kumaşların YüzeY Morfolojilerinin İncelenmesi

Muz kabuğu, meyan kökü ekstraktları ile ticari güç tutuşurluk kimyasallarıyla emdirme ve kaplama işlemeine tabi tutulan %100 pamuklu ve %50-%50 pamuk-PET karışımı kumaşların yüzeY morfolojilerinde meydana gelen değişimler Fei Quanta Feg 250 taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak incelenmiştir.



Şekil 4.8. Fei Quanta Feg 250 Taramalı Elektron Mikroskobu

#### 4.2.7. Ekstraktlar ve Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalları ile İşleme Tabi Tutulan Kumaşların Termal Karakteristiklerinin İncelenmesi

Muz kabuğu, meyan kökü ekstraktları ile ticari güç tutuşurluk kimyasallarıyla emdirme ve kaplama işlemeine tabi tutulan %100 pamuklu ve %50-%50 pamuk-PET karışımı kumaşların zamana bağlı termal karakteristikleri Perkin-Elmer Diamond TG/DTA cihazı kullanılarak TS ISO EN 11358-1 Polimerlerin Termogravimetrik Analizi (TGA) standardına göre gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.9. Perkin-Elmer Diamond TG/DTA

#### **4.2.8. Ekstraktlar ve Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalları ile İşleme Tabi Tutulan Kumaşların Limit Oksijen İndekslerinin (LOI) İncelenmesi**

Muz kabuğu, meyan kökü ekstraktları ile ticari güç tutuşurluk kimyasallarıyla emdirme ve kaplama işlemine tabi tutulan %100 pamuklu ve %50-%50 pamuk-PET karışumlu kumaşların yanması ve yanmanın devam edebilmesi için ortamda ihtiyaç duyduğu oksijen miktarı olarak belirtilen limit oksijen indeksi (LOI) ölçümleri ASTM D 2863 standardına göre gerçekleştirilmiştir.

## **5. BULGULAR**

### **5.1. Ekstraktların Elementer Analiz Sonuçları**

Muz kabuğu ve meyan kökünün ekstraksiyonlarının element içerikleri incelendiği zaman iki doğal malzemenin potasyum (K) içeriklerinin ortak olduğu tespit edilmiştir. 30 g. muz kabuğu ekstraktı içerisinde 420 mg. potasyum, 180 mg. klor (Cl), 30 g. meyan kökü ekstraktı içerisinde 1,5 mg. Silisyum (Si) ve 0,6 mg. potasyum (K) bulunduğu tespit edilmiştir.

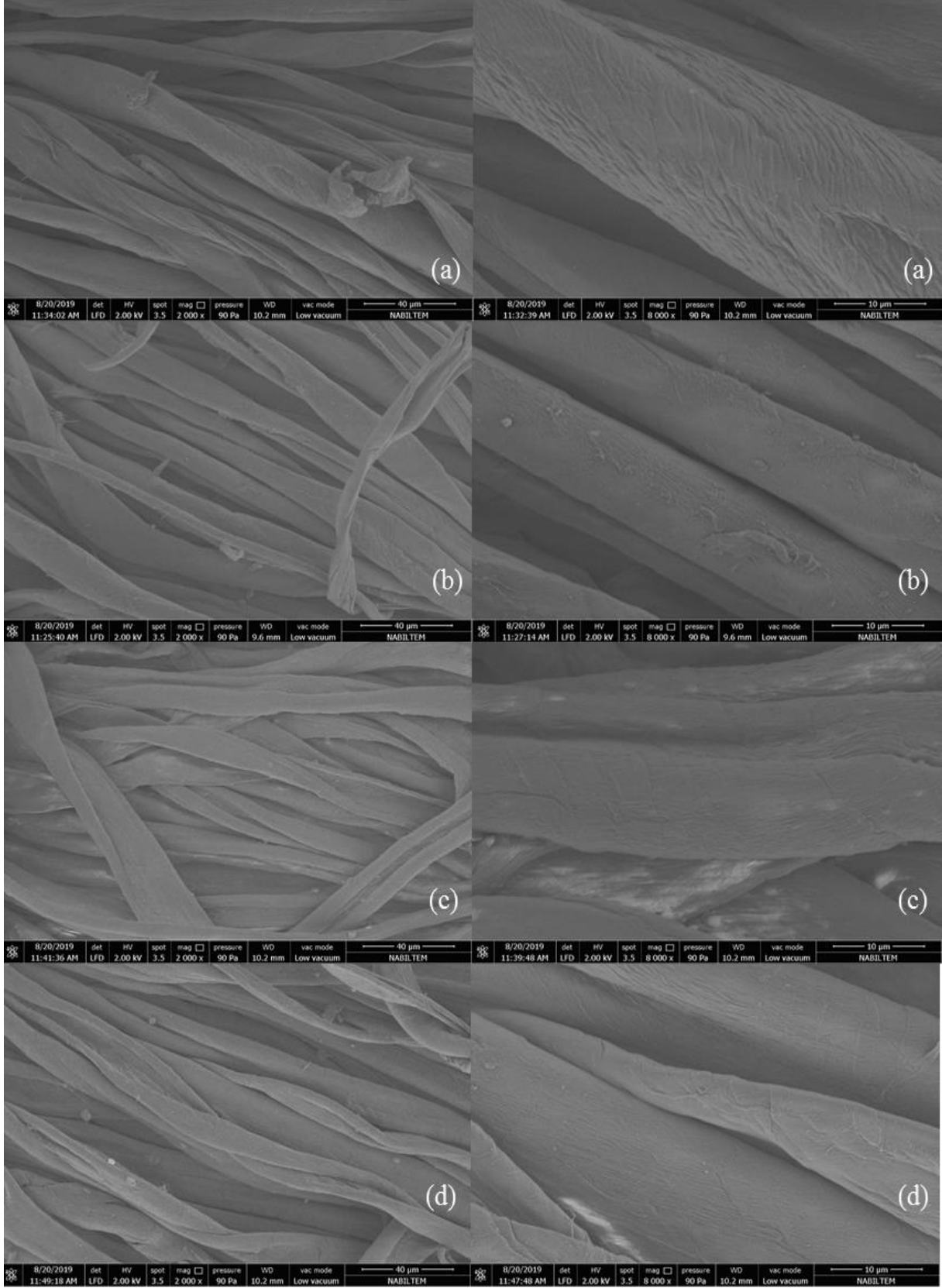
### **5.2. Taramalı Elektron Mikroskobu Analiz Sonuçları**

Muz kabuğu, meyan kökü, ticari güç tutuşurluk kimyasallarıyla emdirme ve kaplama işlemine tabi tutulan %100 pamuklu ve %50 Pamuk-%50 PET karışimli kumaşların yüzey morfolojilerinde olan değişimler 2000 ve 8000 kat yakınlaştırma yapılarak incelenmiştir. Yapılan incelemelerin sonuçları Şekil 5.1., Şekil 5.2., Şekil 5.3. ve Şekil 5.4.'te verilmektedir.

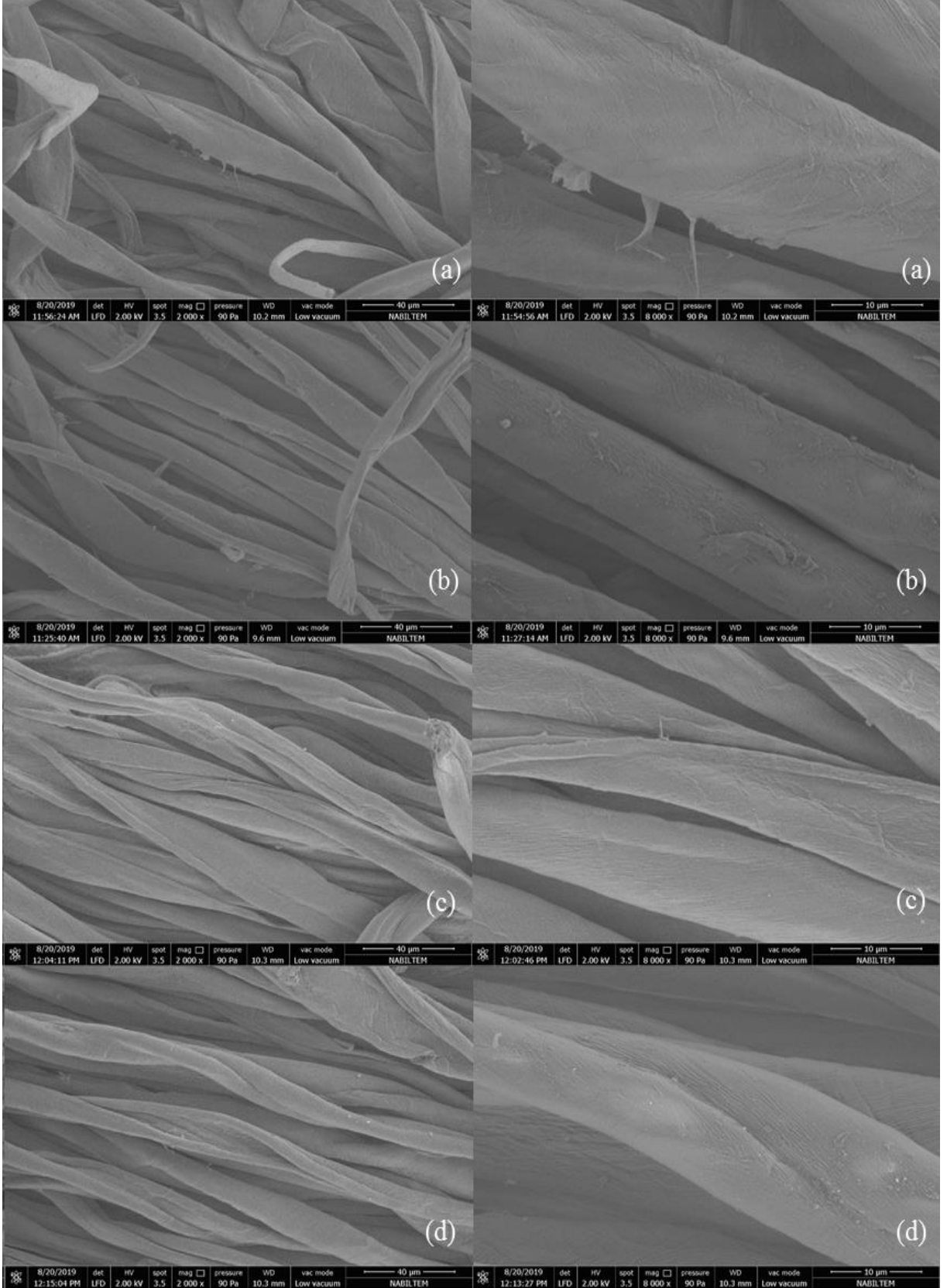
SEM fotoğrafları emdirme ve kaplama işlemleri sonucu lif geometrisinde meydana gelebilecek değişimleri inceleme açısından da oldukça yararlıdır. Taramalı elektron mikroskobuyla yapılan incelemelerde emdirme ve kaplama işlemine tabi tutulan %100 pamuklu ve %50 pamuk-%50 PET karışimli kumaşların yüzey morfolojilerinde değişimlerin olmadığı gözlenmiştir. Muz kabuğu, meyan kökü ekstraktlarıyla yapılan emdirme, kaplama işlemlerinin liflerin geometrisinde ciddi bir değişikliğe sebep olmadıkları ortaya konmuştur.

Ekstraktların lif ile etkileşimleri de incelemeye tabi tutulmuştur. SEM görüntülerinden yola çıkılarak işlem görmemiş ve muz kabuğu, meyan kökü, güç tutuşurluk kimyasallarıyla emdirme ve kaplama işlemine tabi tutulmuş pamuklu ve pamuk-PET karışimli kumaşların lif yüzeyleri arasında kıyaslama yapıldığında, ekststraksiyon ürünleri ve ticari güç tutuşurluk kimyasallarının liflerin yüzeyinde belirli bir miktar toplandığı görülmektedir.

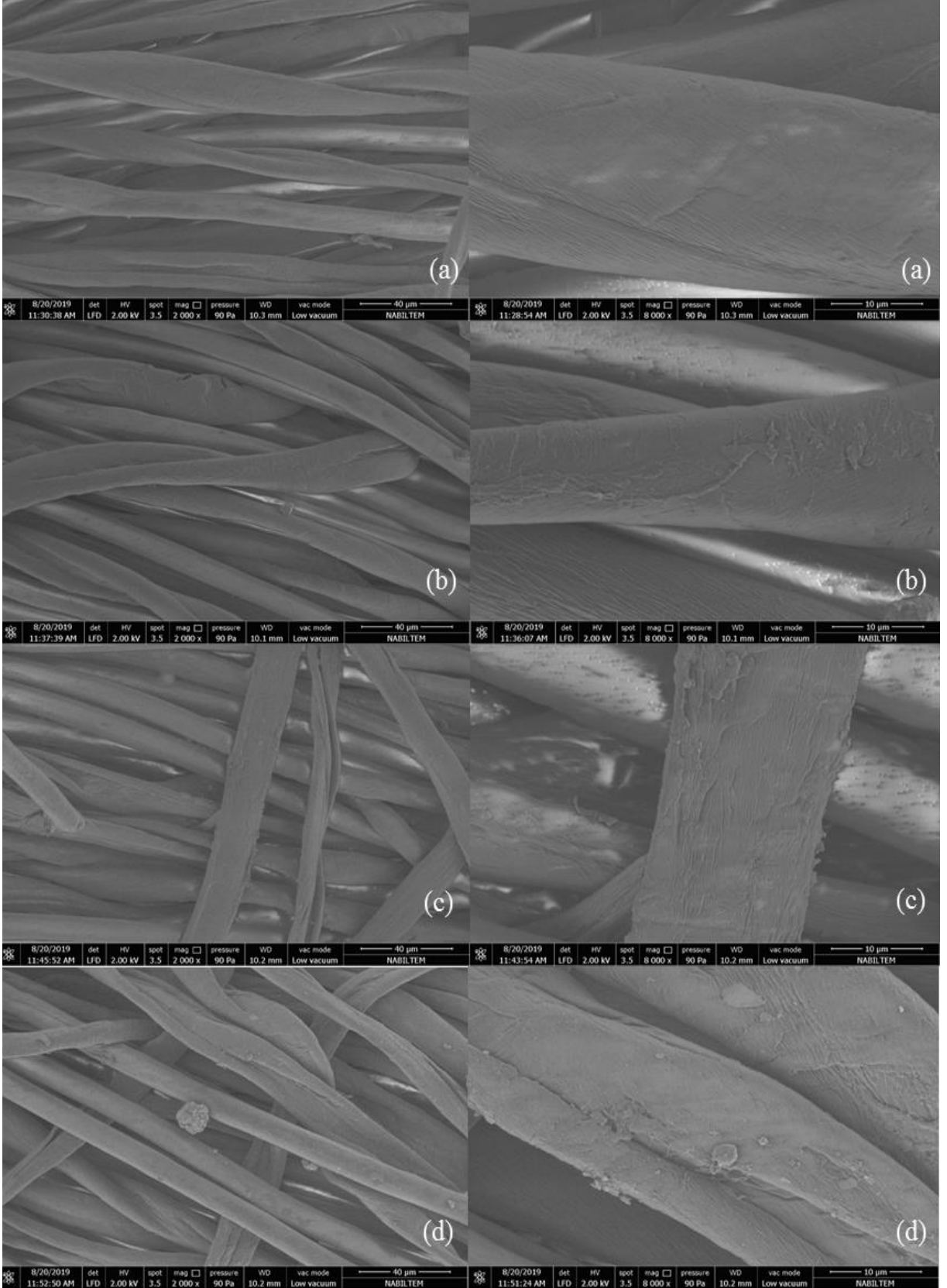




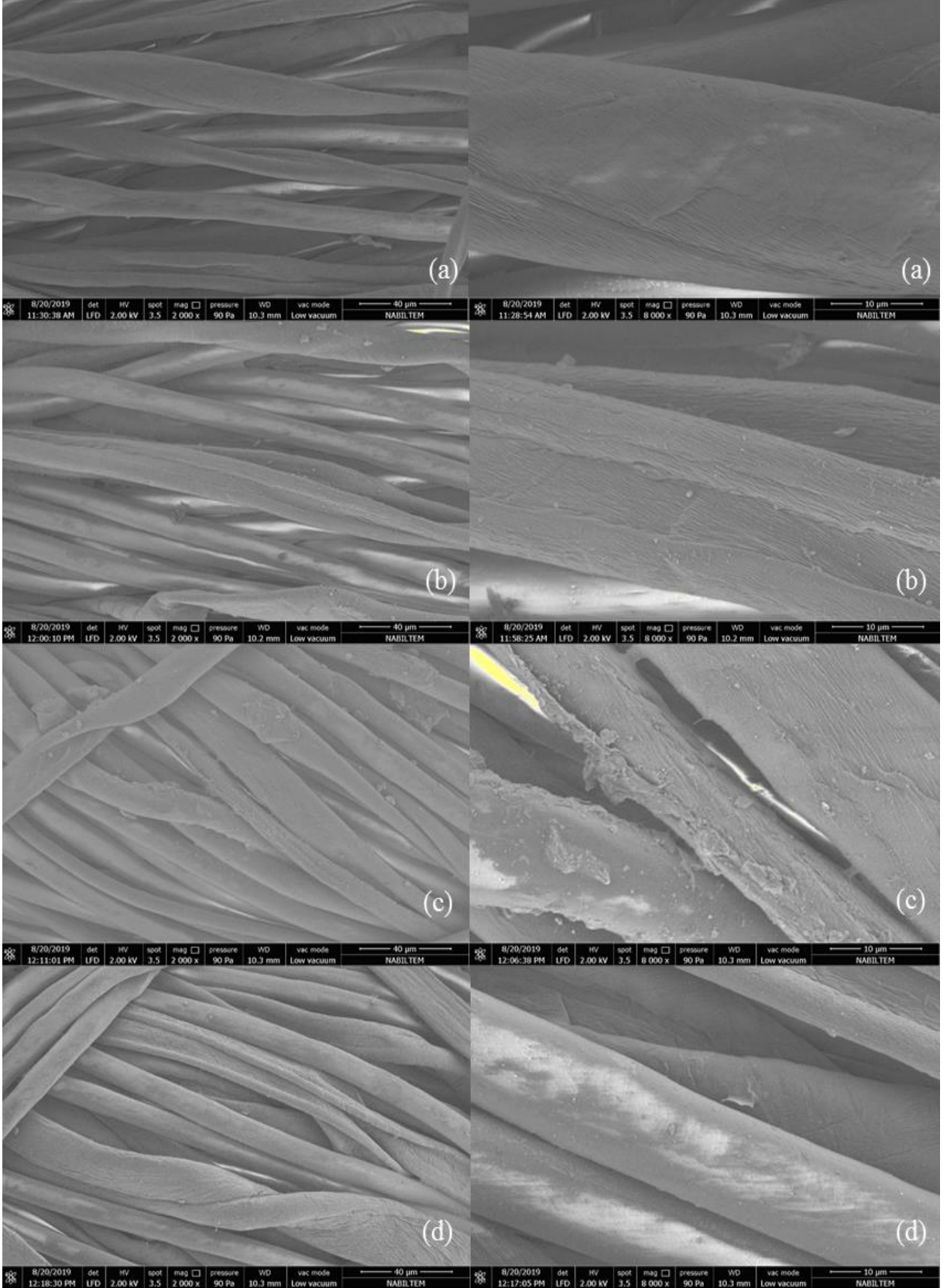
Şekil 5.1. Emdirme İşlemi Öncesi ve Sonrası Pamuklu Kumaşlar a) İşlemsiz, b) Muz Kabuğu ile İşlem Sonrası, c) Meyan Kökü ile İşlem Sonrası, d) Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalı ile İşlem Sonrası



Şekil 5.2. Kaplama İşlemi Öncesi ve Sonrası Pamuklu Kumaşlar a) İşlemsiz, b) Muz Kabuğu ile İşlem Sonrası, c) Meyan Kökü ile İşlem Sonrası, d) Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalı ile İşlem Sonrası



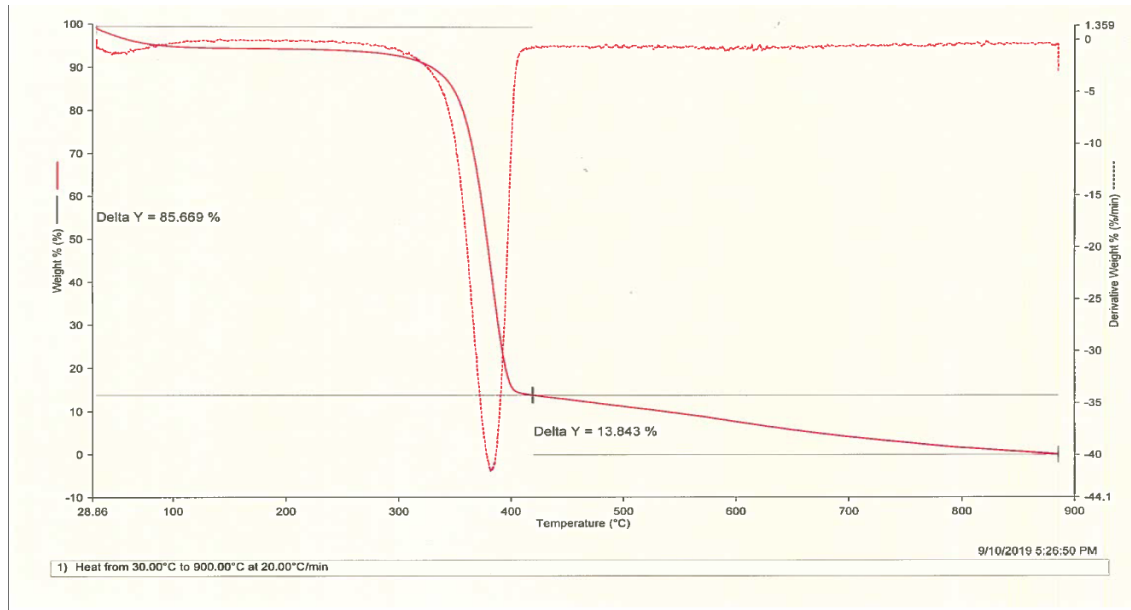
Şekil 5.3. Emdirme İşlemi Öncesi ve Sonrası Pamuk-PET Karışımlı Kumaşlar a) İşlemsiz, b) Muz Kabuğu ile İşlem Sonrası, c) Meyan Kökü ile İşlem Sonrası, d) Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalı ile İşlem Sonrası



Şekil 5.4. Kaplama İşlemi Öncesi ve Sonrası Pamuk-PET Karışımli Kumaşlar a) İşlemsiz, b) Muz Kabuğu ile İşlem Sonrası, c) Meyan Kökü ile İşlem Sonrası, d) Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalı ile İşlem Sonrası

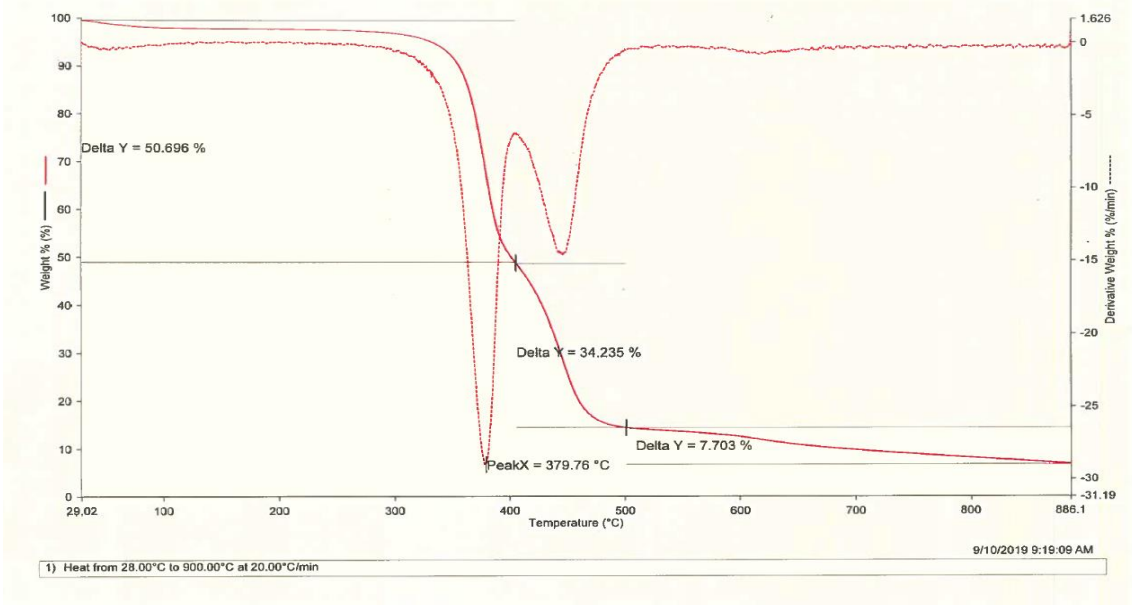
### 5.3. Termal Analiz Sonuçları

Muz kabuğu, meyan kökü, ticari güç tutuşurluk kimyasallarıyla emdirme ve kaplama işlemine tabi tutulan %100 pamuklu ve %50 Pamuk-%50 PET karışımlı kumaşların termal karakteristik özellikleri ve zamana bağlı kütle kayıplarının incelenmesi termogravimetrik analizle (TGA) ortaya konmuştur. Termogravimetrik analizler 32 °C ile 900 °C arasında gerçekleştirilmiş olup, analiz işlemi 20°C/dk hızla yürütülmüştür. Analiz sonuçları sırasıyla aşağıdaki belirtilmektedir.



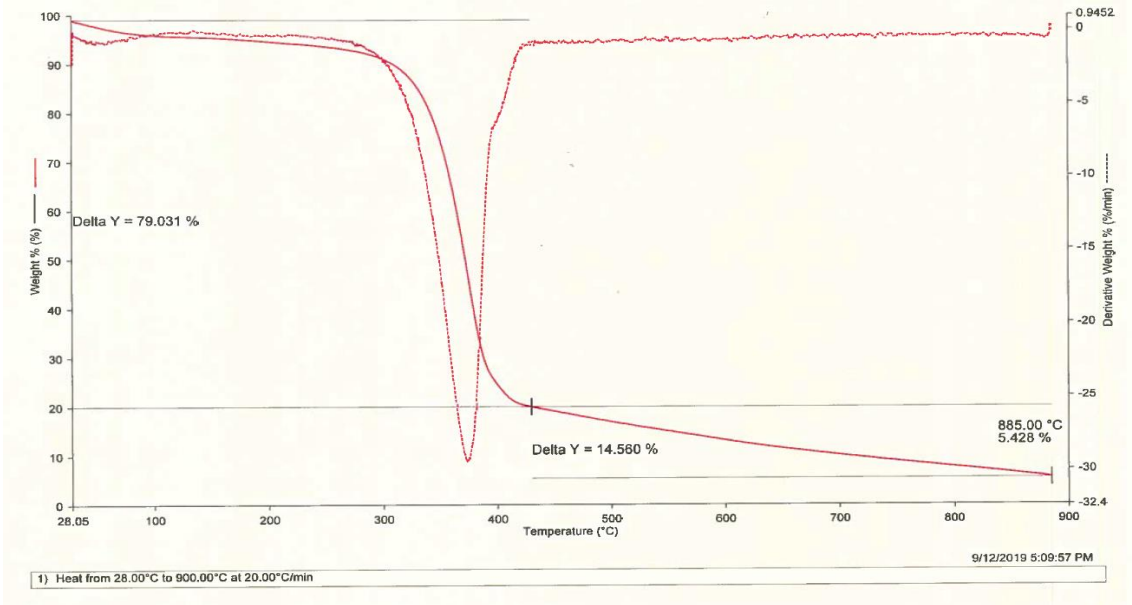
Şekil 5.5. İşlem Görmemiş %100 Pamuklu Kumaşın TGA Grafiği

İşlem görmemiş %100 pamuklu kumaşın analizi incelendiğinde kumaş numunesinin 380°C'de tek kütle kaybı basamağı sergilediği ve 885°C'de tamamen bozunduğu gözlemlenmektedir.



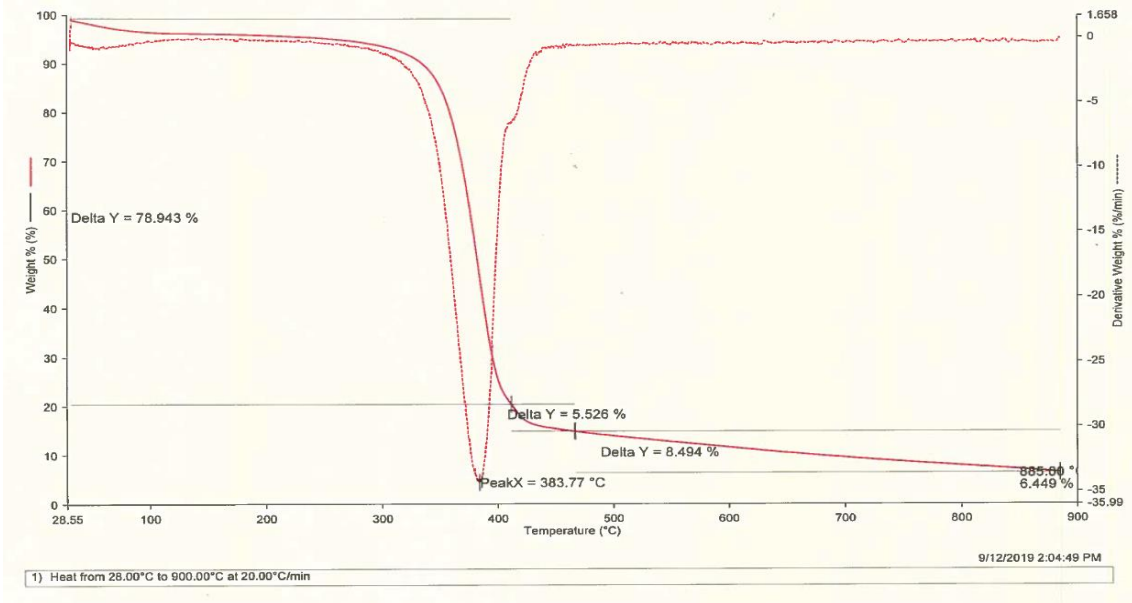
Şekil 5.6. İşlem Görmemiş %50 Pamuk-%50 PET Karışımlı Kumaşın TGA Grafiği

İşlem görmemiş %50 pamuk-%50 PET karışımlı kumaşın analizi incelendiğinde kumaş numunesinin iki farklı içeriğinden dolayı 379,76 °C ve 460°C’de iki kütle kaybı basamağı sergilediği ve 885°C’de %5’lik kütleini koruduğu belirlenmiştir.



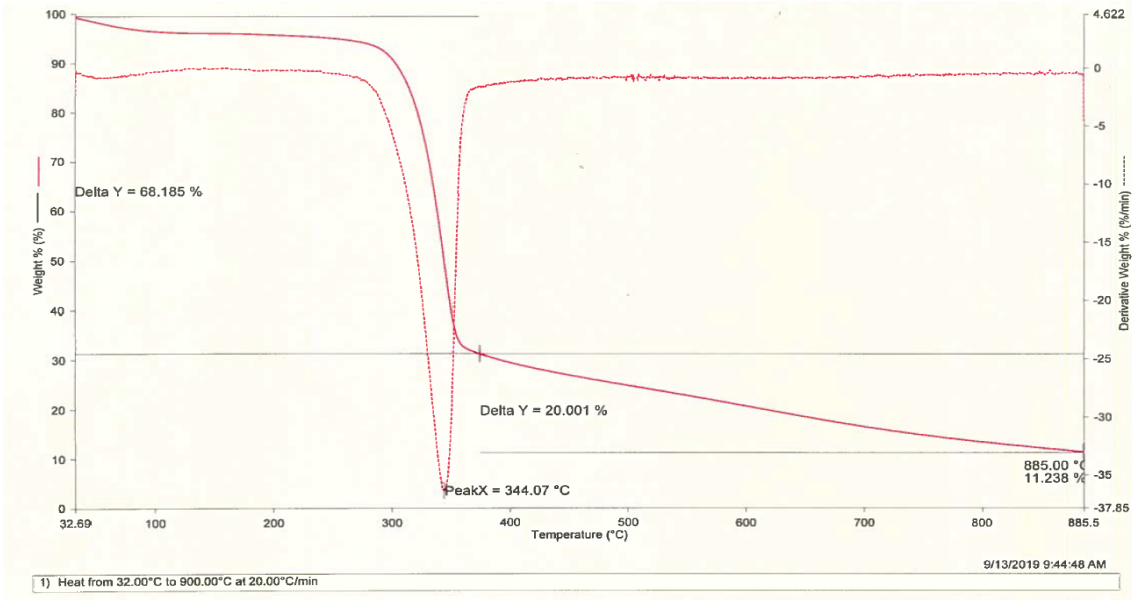
Şekil 5.7. Muz Kabuğu Ekstraktı ile Emdirme İşlemi Uygulanan %100 Pamuklu Kumaşın TGA Grafiği

Muz kabuğu ekstraktı ile emdirme işlemine tabi tutulan %100 pamuklu kumaşın 380°C’de tek kütle kaybı basamağı sergilediği, 885°C’de işlem görmemiş pamuklu kumaşın kütleini kaybettiği duruma kıyasla kütleinden %5,428 oranında geriye kaldığı belirlenmiştir.



Şekil 5.8. Meyan Kökü Ekstraktı ile Emdirme İşlemi Uygulanan %100 Pamuklu Kumaşın TGA Grafiği

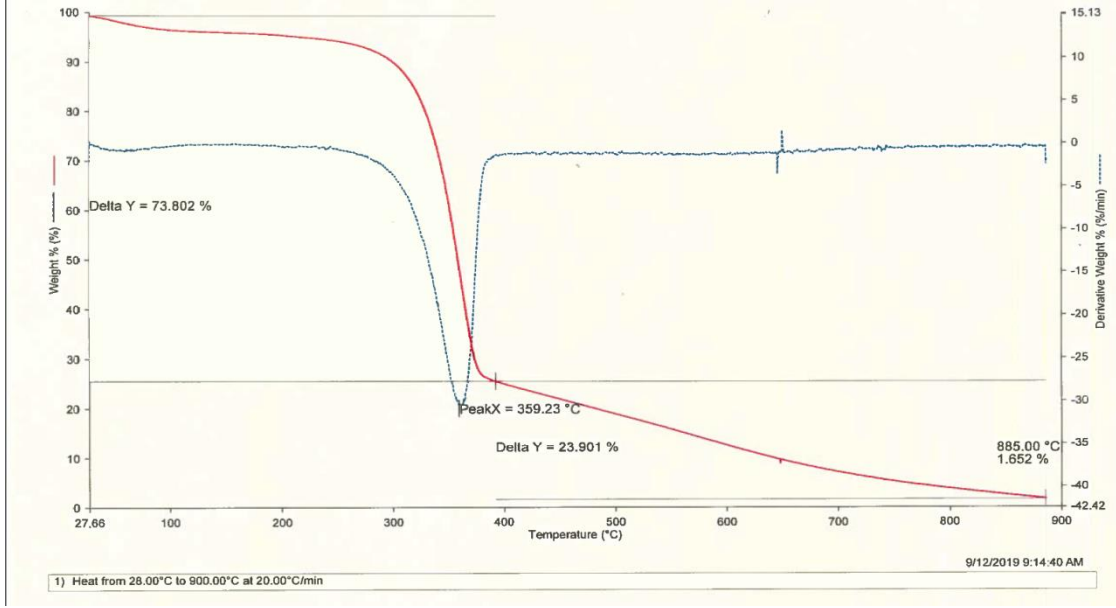
Meyan kökü ekstraktı ile emdirme işlemine tabi tutulan %100 pamuklu kumaşın 383,77°C’de tek kütle kaybı basamağı sergilediği, 885°C’de işlem görmemiş pamuklu kumaşın kütlelerini kaybettiği duruma kıyasla %6,449 oranında kütle koruduğu belirlenmiştir.



Şekil 5.9. Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalı ile Emdirme İşlemi Uygulanan %100 Pamuklu Kumaşın TGA Grafiği

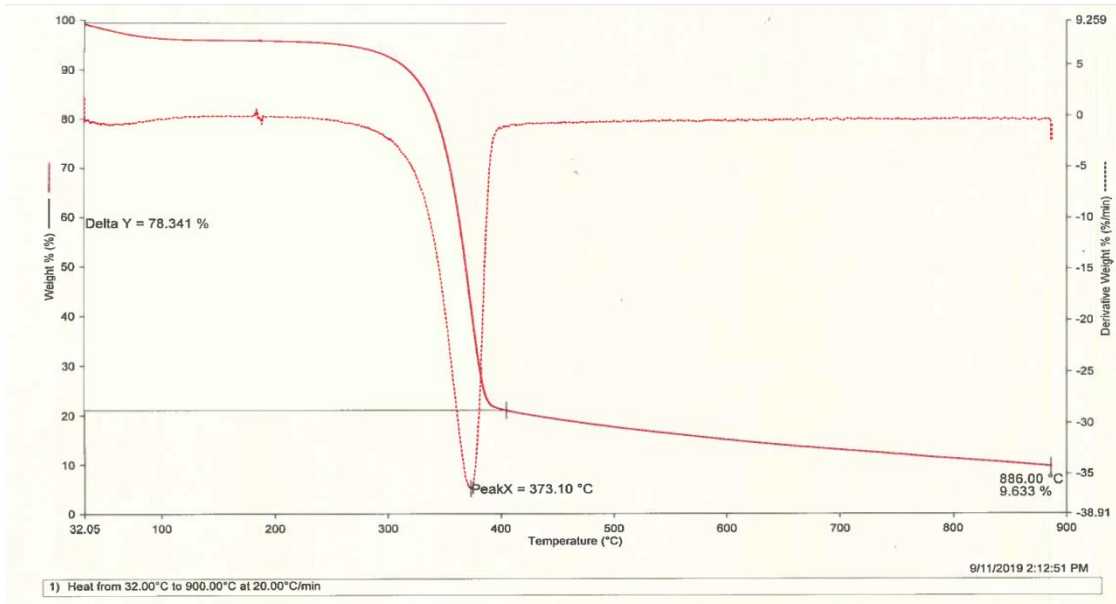
Ticari güç tutuşurluk kimyasalı ile emdirme işlemine tabi tutulan %100 pamuklu kumaşın 344,07°C’de tek kütle kaybı basamağı sergilediği, 885°C’de işlem görmemiş pamuklu

kumaşın kütesini kaybettiği duruma kıyasla %11,238 oranında kütesini koruduğu belirlenmiştir.



Şekil 5.10. Muz Kabuğu Ekstraktı ile Kaplama İşlemi Uygulanan %100 Pamuklu Kumaşın TGA Grafiği

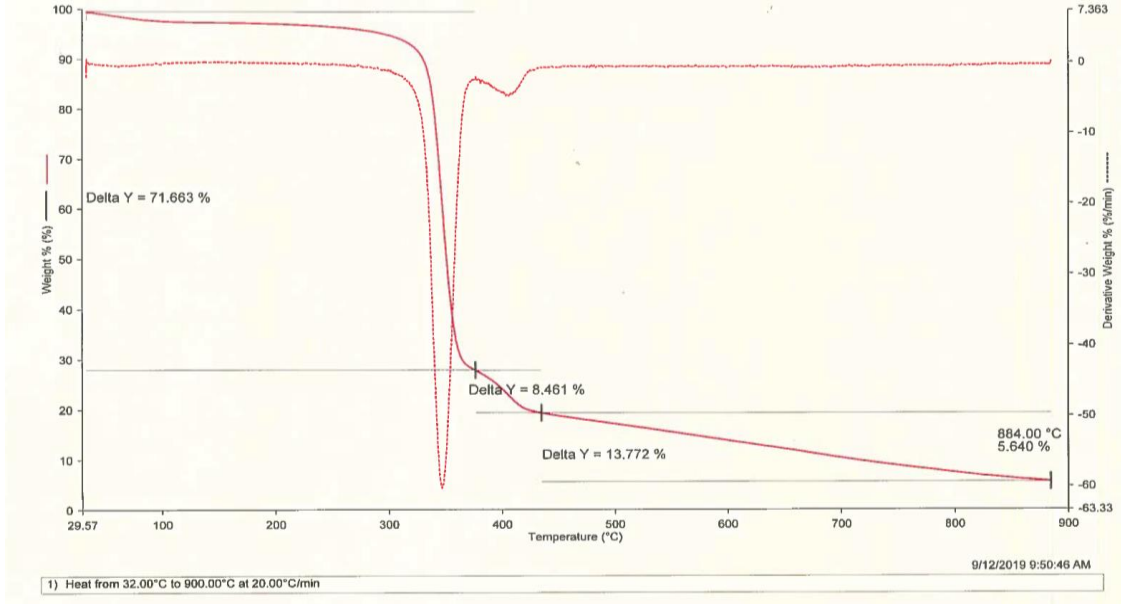
Muz kabuğu ekstraktı ile kaplama işlemine tabi tutulan %100 pamuklu kumaşın 359,23°C’de tek kütle kaybı basamağı sergilediği, 885°C’de işlem görmemiş pamuklu kumaşın kütesini kaybettiği duruma kıyasla %1,652 oranında kütesini koruduğu belirlenmiştir.



Şekil 5.11. Meyan Kökü Ekstraktı ile Kaplama İşlemi Uygulanan %100 Pamuklu Kumaşın TGA Grafiği

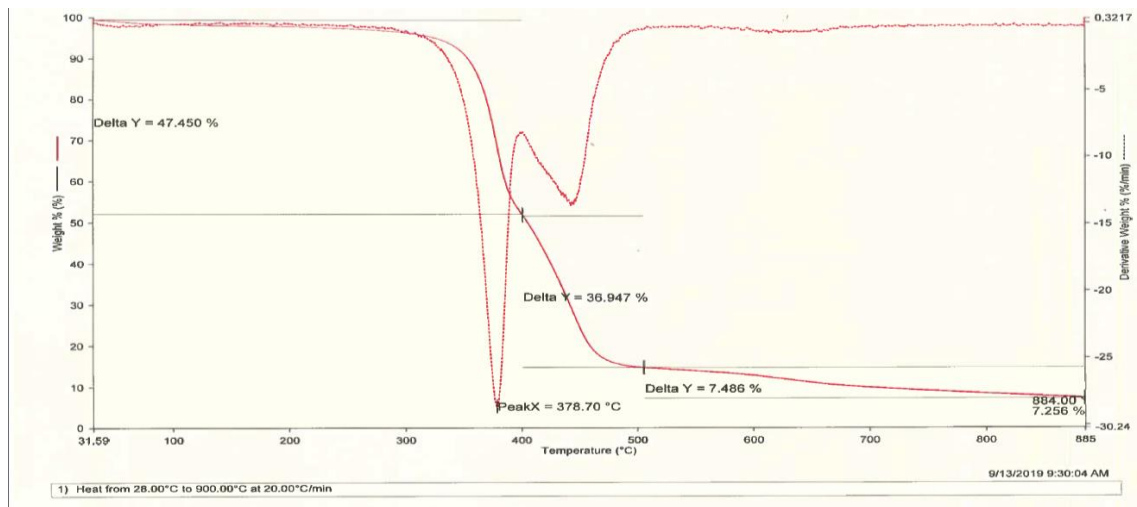


Meyan kökü ekstraktı ile kaplama işlemine tabi tutulan %100 pamuklu kumaşın 373,10°C’de tek kütle kaybı basamağı sergilediği, 885°C’de işlem görmemiş pamuklu kumaşın kütlelerini kaybettiği duruma kıyasla %9,633 oranında kütlelerini koruduğu belirlenmiştir.



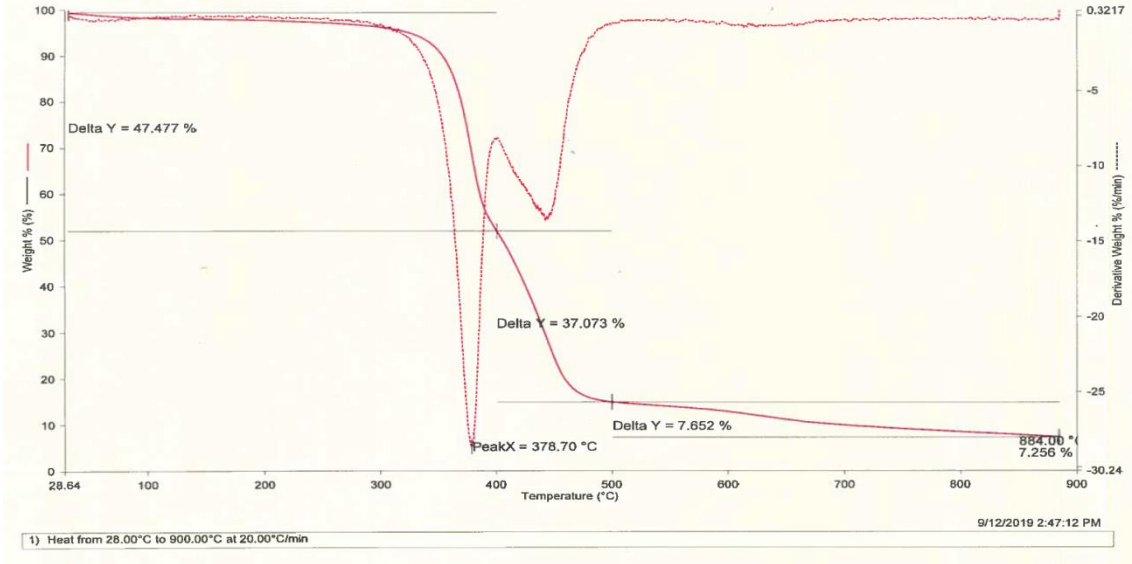
Şekil 5.12. Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalı ile Kaplama İşlemi Uygulanan %100 Pamuklu Kumaşın TGA Grafiği

Ticari güç tutuşurluk kimyasalı ile kaplama işlemine tabi tutulan %100 pamuklu kumaşın 350°C ve 395°C’de iki kütle kaybı basamağı sergilediği, 885°C’de işlem görmemiş pamuklu kumaşın kütlelerini kaybettiği duruma kıyasla %5,64 oranında kütlelerini koruduğu belirlenmiştir.



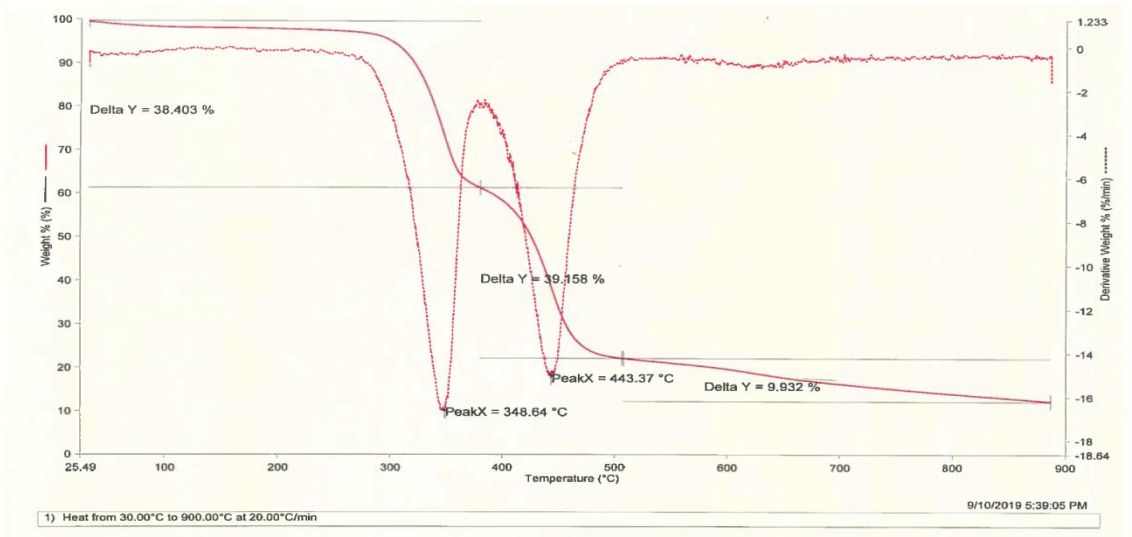
Şekil 5.13. Muz Kabuğu Ekstraktı ile Emdirme İşlemi Uygulanan %50 Pamuk-%50 PET Karışımı Kumaşın TGA Grafiği

Muz kabuğu ekstraktı ile emdirme işlemine tabi tutulan %50 Pamuk-%50 PET kumaşın 378,70°C ve 480°C’de iki kütle kaybı basamağı sergilediği, 885°C’de işlem görmemiş karışım kumaşın %5’lik kütleini koruduğu duruma kıyasla %7,256 oranında kütleini korumuştur.



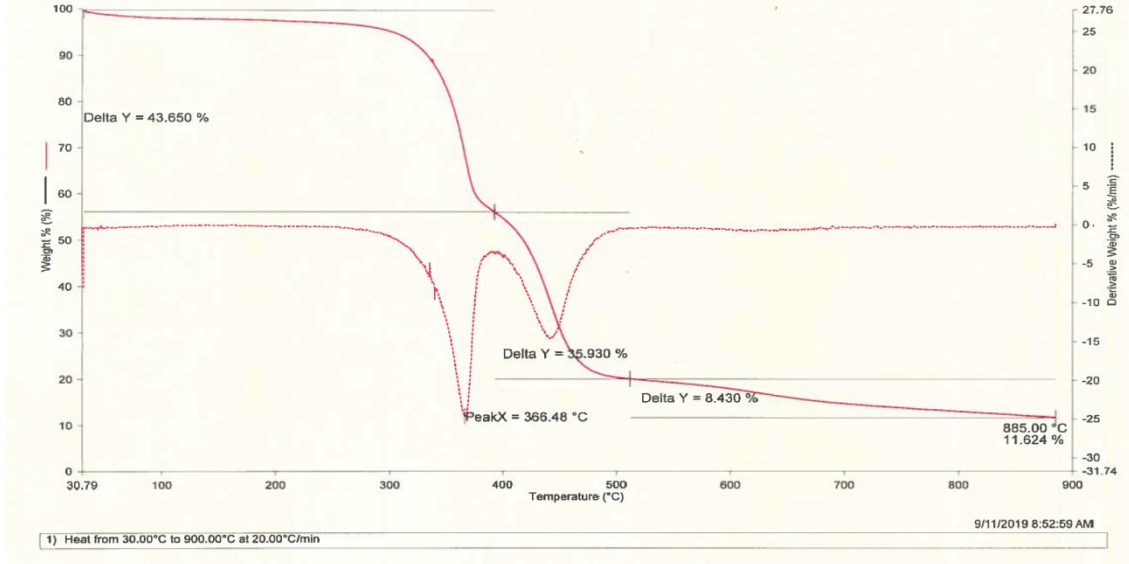
Şekil 5.14. Meyan Kökü Ekstraktı ile Emdirme İşlemi Uygulanan %50 Pamuk-%50 PET Karışım Kumaşın TGA Grafiği

Meyan kökü ekstraktı ile emdirme işlemine tabi tutulan %50 Pamuk-%50 PET kumaşın 378,70°C ve 480°C’de iki kütle kaybı basamağı sergilediği, 885°C’de işlem görmemiş karışım kumaşın %5’lik kütleini koruduğu duruma kıyasla %7,256 oranında kütleini korumuştur.



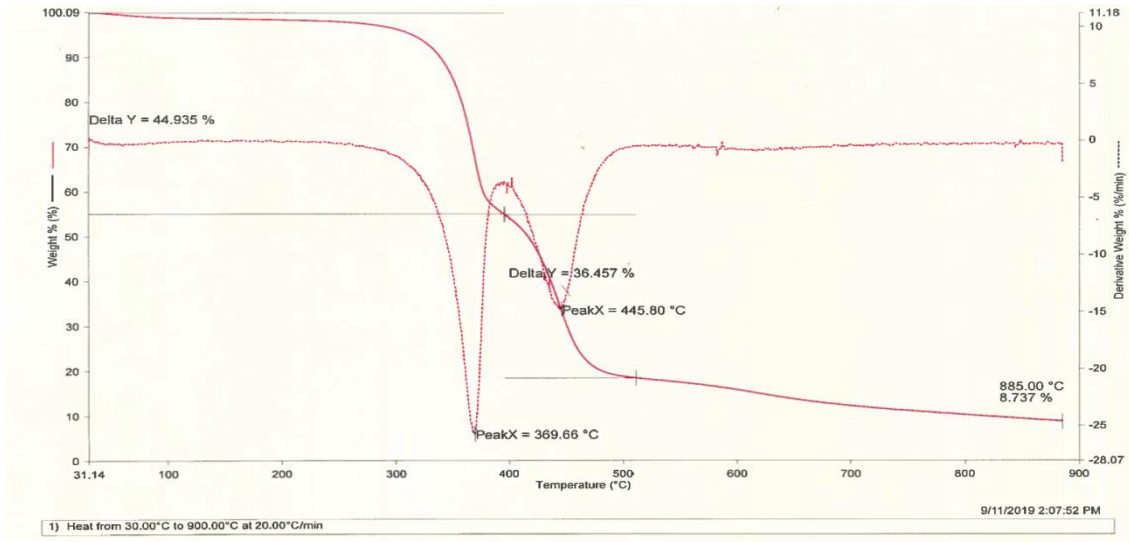
Şekil 5.15. Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalı ile Emdirme İşlemi Uygulanan %50 Pamuk-%50 PET Karışım Kumaşın TGA Grafiği

Ticari güç tutuşurluk kimyasalı ile emdirme işlemine tabi tutulan %50 Pamuk-%50 PET kumaşın 348,64°C ve 443,37°C'de iki kütle kaybı basamağı sergilediği, 885°C'de işlem görmemiş karışım kumaşın %5'lik kütleini koruduğu duruma kıyasla %12 oranında kütleini korumuştur.



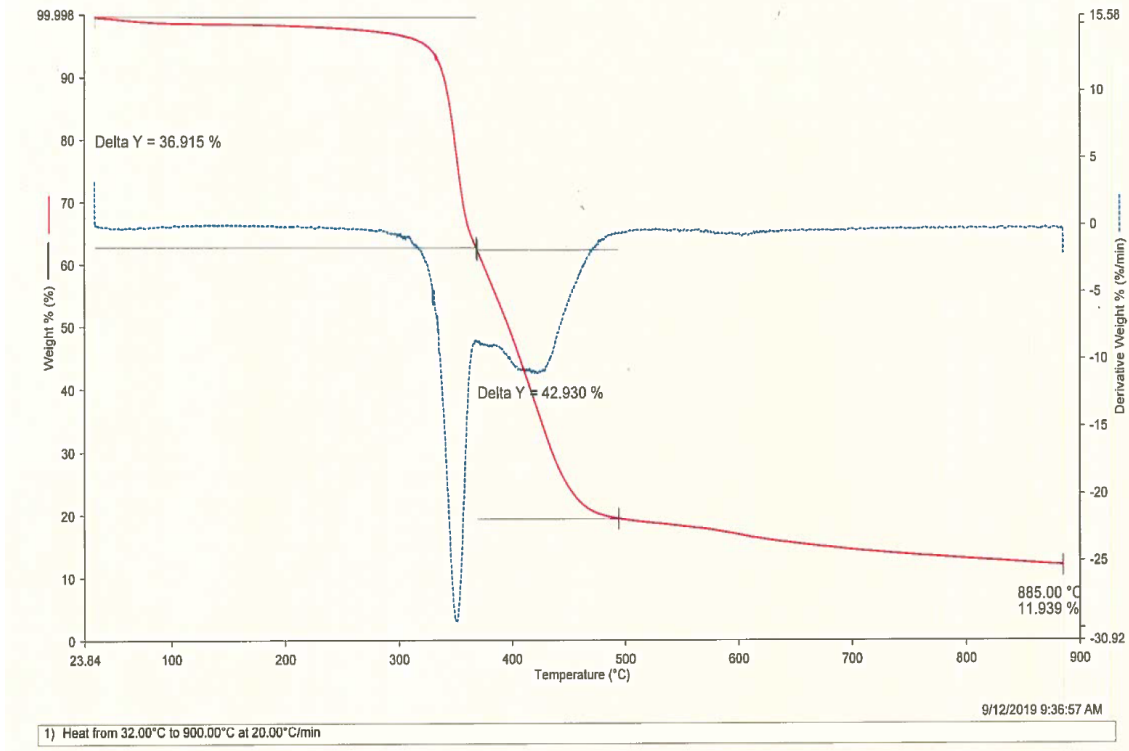
Şekil 5.16. Muz Kabuğu Ekstraktı ile Kaplama İşlemi Uygulanan %50 Pamuk-%50 PET Karışımı Kumaşın TGA Grafiği

Muz kabuğu ekstraktı ile kaplama işlemine tabi tutulan %50 Pamuk-%50 PET kumaşın 366,48°C ve 450°C'de iki kütle kaybı basamağı sergilediği, 885°C'de işlem görmemiş karışım kumaşın %5'lik kütleini koruduğu duruma kıyasla %11,624 oranında kütleini korumuştur.



Şekil 5.17. Meyan Kökü Ekstraktı ile Kaplama İşlemi Uygulanan %50 Pamuk-%50 PET Karışımı Kumaşın TGA Grafiği

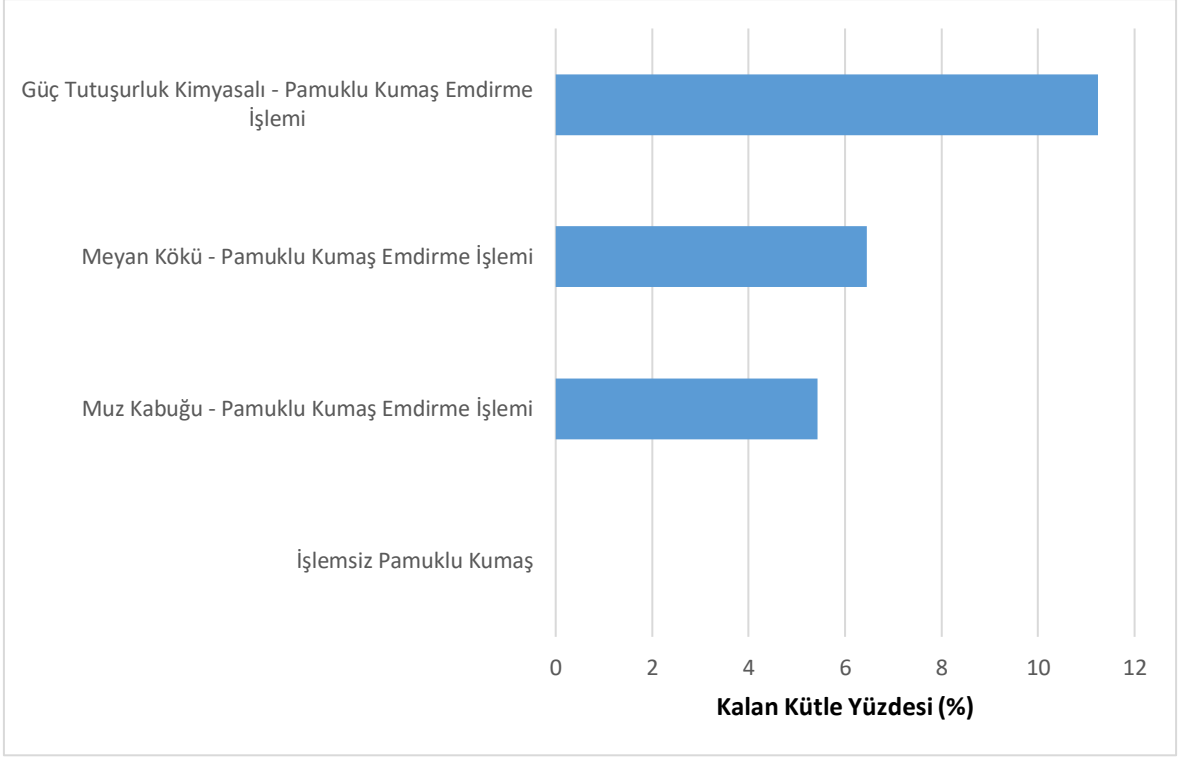
Meyan kökü ekstraktı ile kaplama işlemine tabi tutulan %50 Pamuk-%50 PET kumaşın 369,66°C ve 445,8°C'de iki kütle kaybı basamağı sergilediği, 885°C'de işlem görmemiş karışım kumaşın %5'lik kütleini koruduğu duruma kıyasla %8,737 oranında kütleini korumuştur.



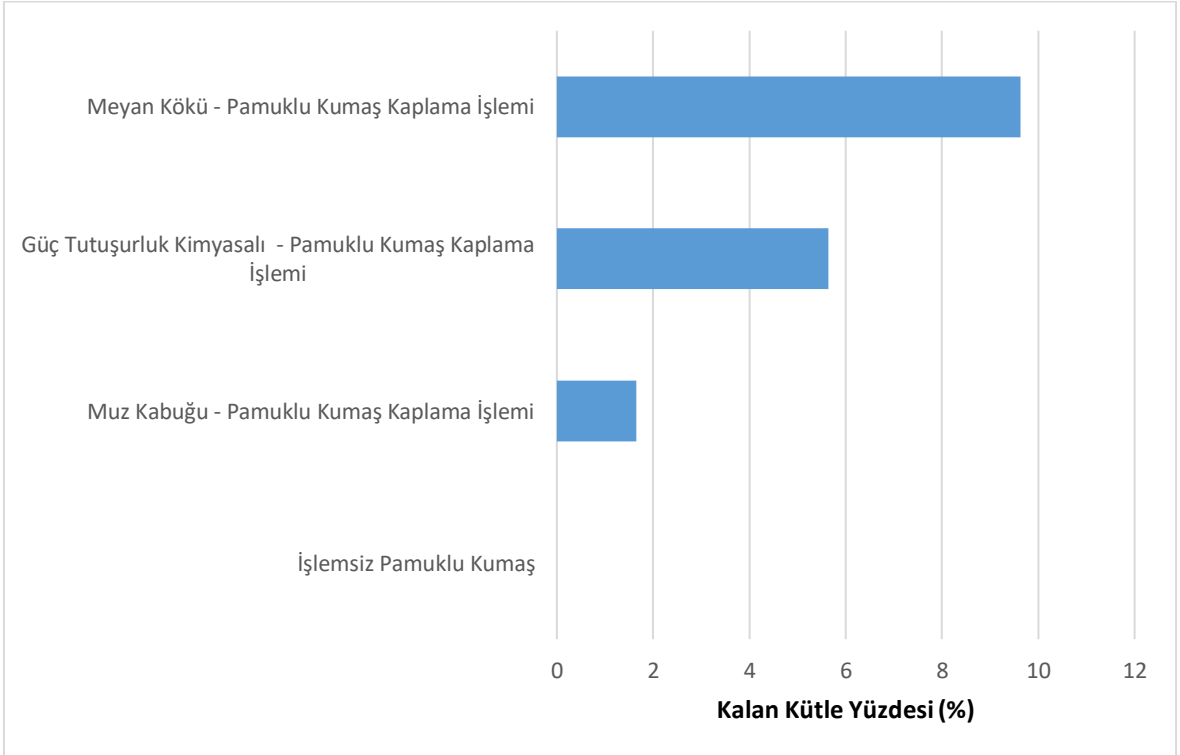
Şekil 5.18. Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalı ile Kaplama İşlemi Uygulanan %50 Pamuk-%50 PET Karışım Kumaşın TGA Grafiği

Ticari güç tutuşurluk kimyasalı ile kaplama işlemine tabi tutulan %50 Pamuk-%50 PET kumaşın 350°C ve 430°C'de iki kütle kaybı basamağı sergilediği, 885°C'de işlem görmemiş karışım kumaşın %5'lik kütleini koruduğu duruma kıyasla %11,939 oranında kütleini korumuştur.

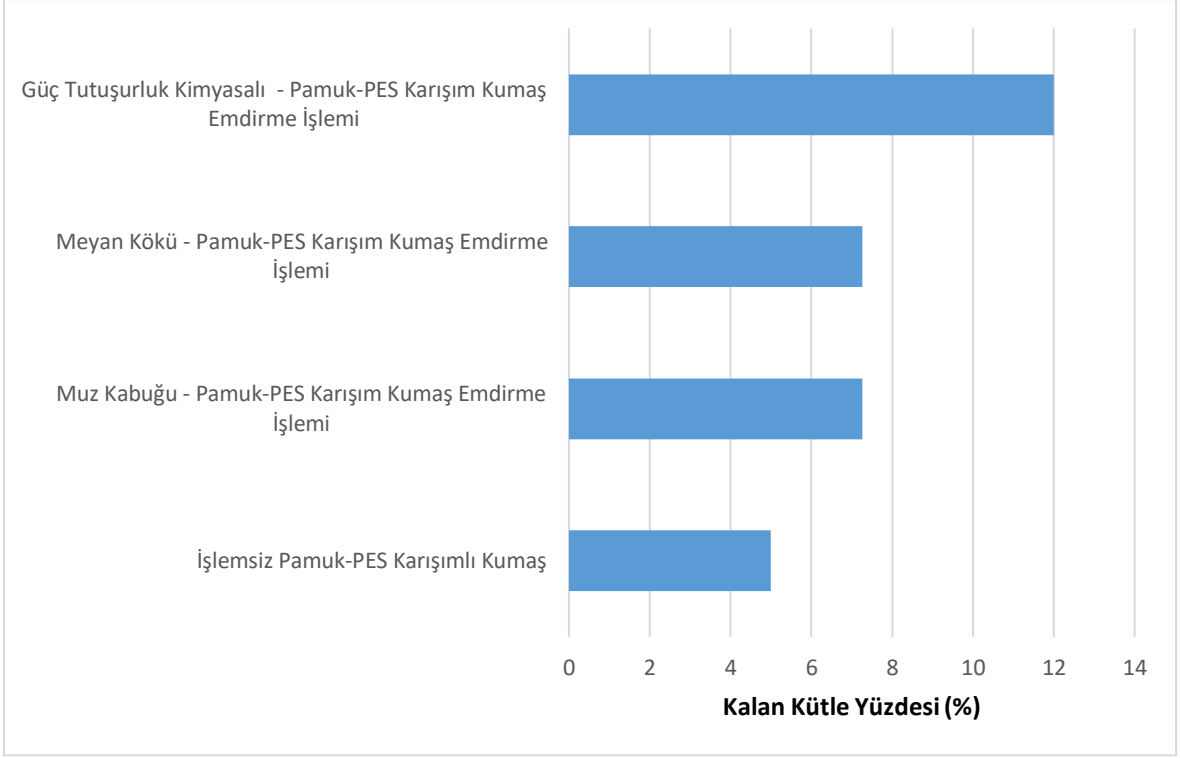
885°C'de işlem görmemiş kumaşlar ve işlem görmüş kumaşların kalan kütle yüzdeleri gruplar halinde Şekil 5.19, Şekil 5.20, Şekil 5.21, Şekil 5.22'de ve toplu olarak Şekil 5.23'te verilmiştir. Pamuklu kumaşlar için emdirme işlemine göre en fazla kalan kütleyle sahip kumaş ticari güç tutuşurluk kimyasalı uygulanan kumaş olurken, kaplama işlemine göre meyan kökü uygulanan kumaş olmuştur. Pamuk-PET karışım kumaş için hem emdirme ve hem de kaplama işleminde ticari güç tutuşurluk kimyasalı uygulaması en efektif etkiyi göstermiştir.



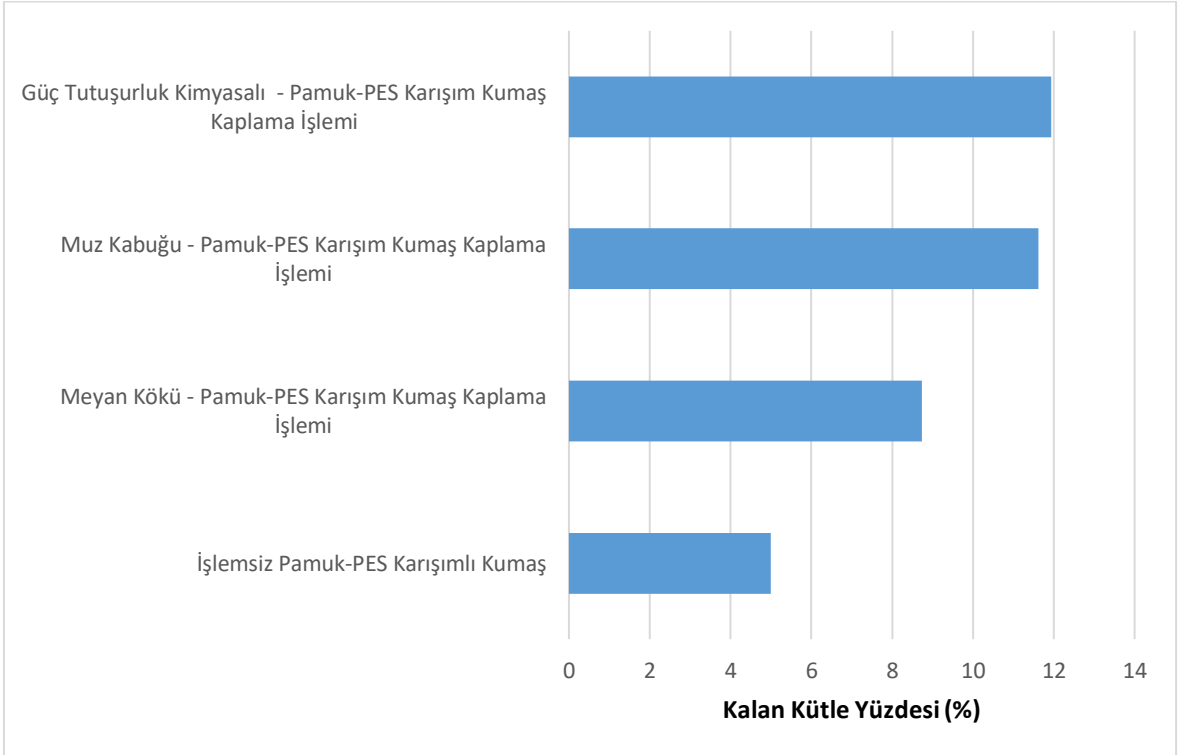
Şekil 5.19. Emdirme İşlemine Tabi Tutulan Pamuklu Kumaşların Analiz Sonrası Kalan Kütle Yüzdeleri



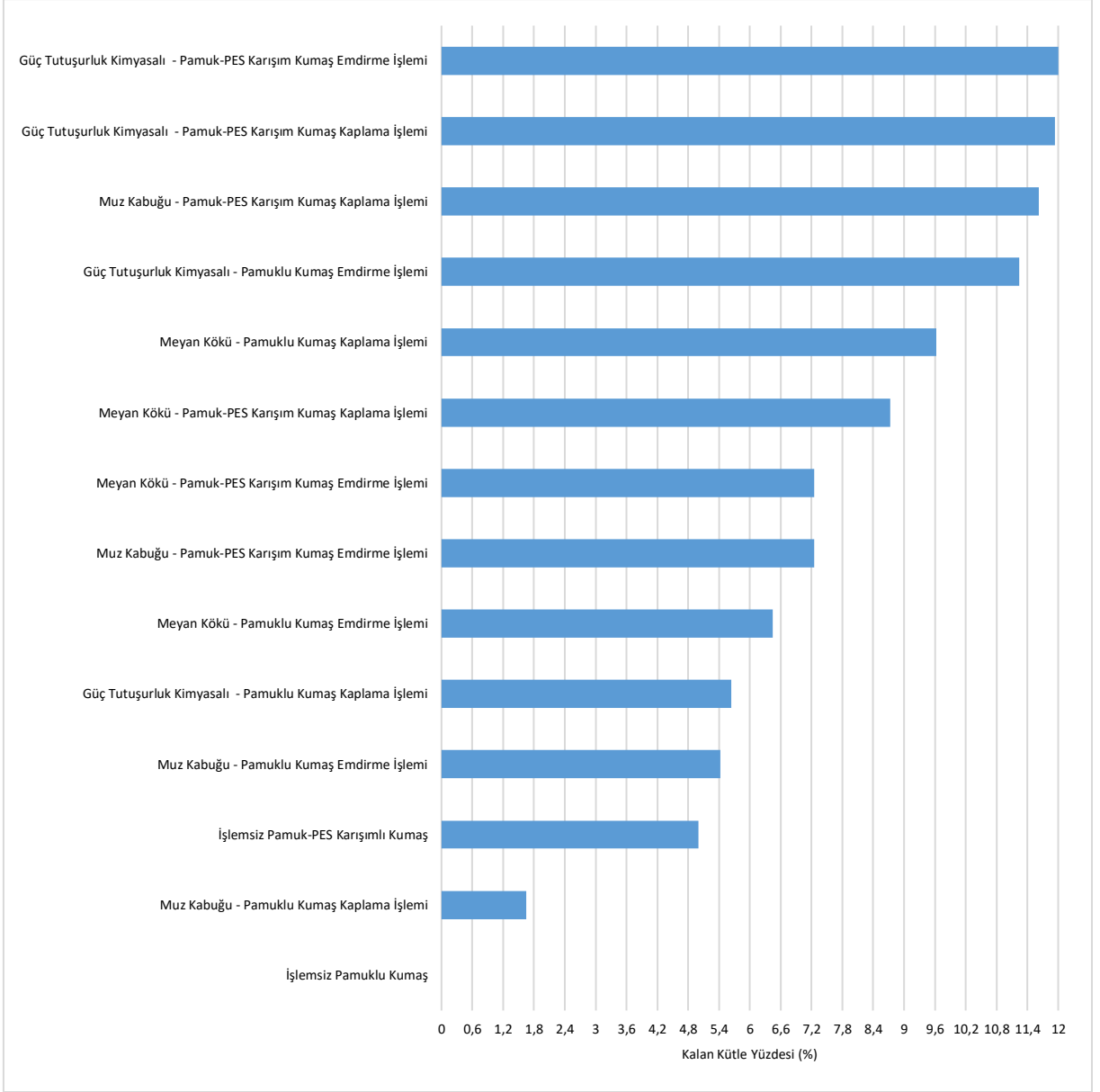
Şekil 5.20. Kaplama İşlemine Tabi Tutulan Pamuklu Kumaşların Analiz Sonrası Kalan Kütle Yüzdeleri



Şekil 5.21. Emdirme İşlemine Tabi Tutulan Pamuk-PET Karışım Kumaşların Analiz Sonrası Kalan Kütle Yüzdeleri



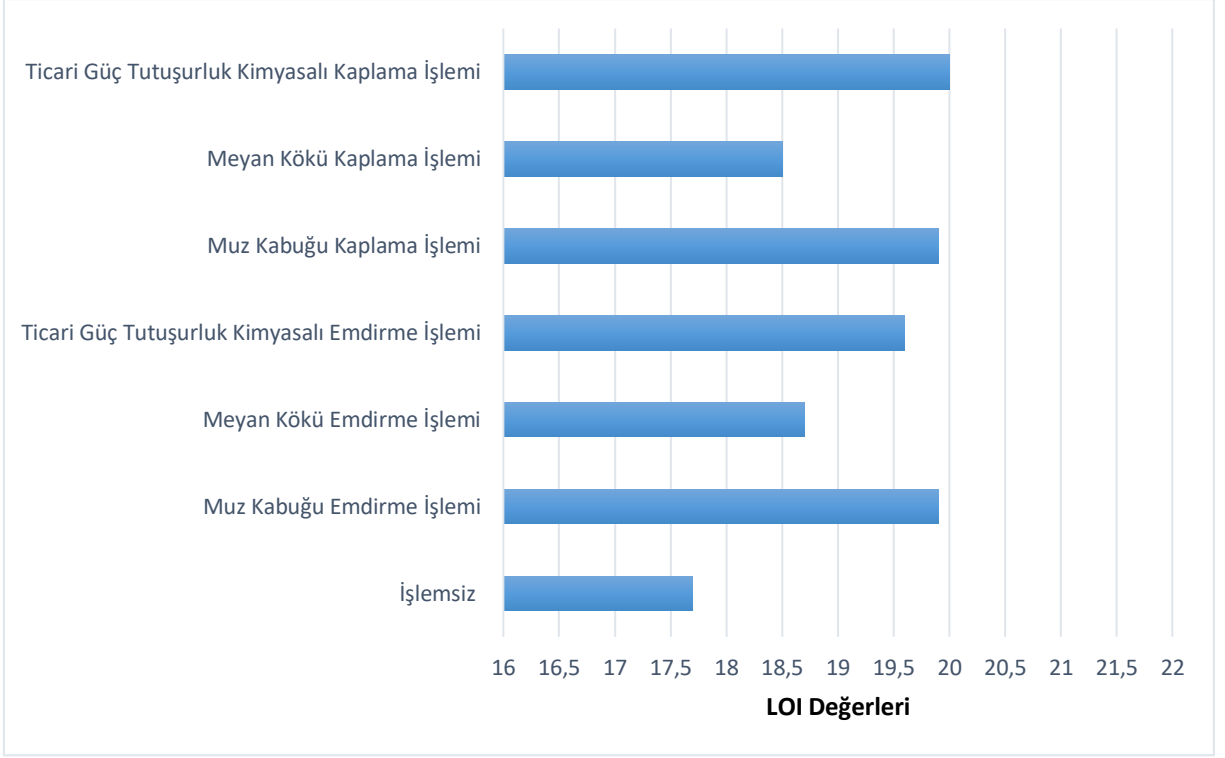
Şekil 5.22. Kaplama İşlemine Tabi Tutulan Pamuk-PET Karışım Kumaşların Analiz Sonrası Kalan Kütle Yüzdeleri



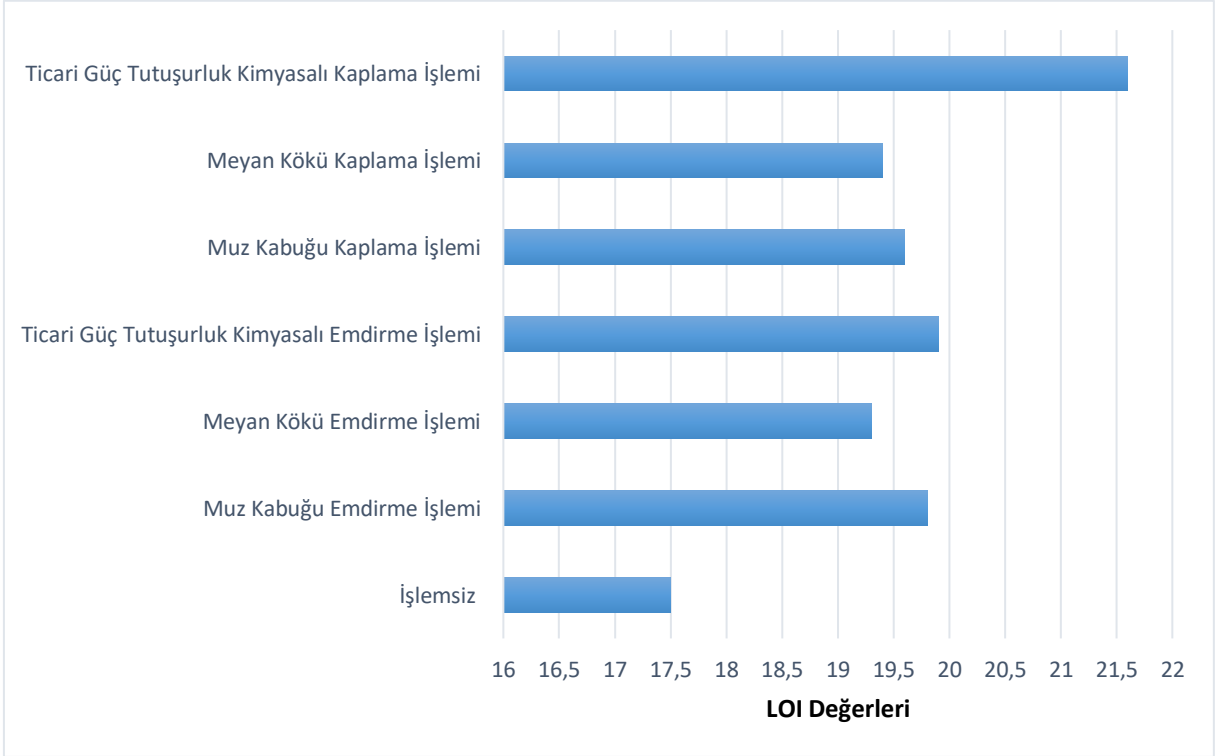
Şekil 5.23. Termogravimetrik Analiz Sonucu Kalan Kütle Yüzdeleri

#### 5.4. Limit Oksijen İndeksi (LOI) Analiz Sonuçları

Muz kabuğu, meyan kökü, ticari güç tutuşurluk kimyasallarıyla emdirme ve kaplama işlemine tabi tutulan % 100 pamuklu ve % 50 pamuk-% 50 PET karışımlı kumaşların alev alması için ortamda bulunması gereken oksijen miktarının belirlenmesi için LOI analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizin sonuçları Şekil 5.24 ve Şekil 5.25'te verilmektedir.



Şekil 5.24. %100 Pamuklu Kumaşın LOI Analiz Sonuçları



Şekil 5.25. %50 Pamuk-%50 PET Karışıklı Kumaşın LOI Analiz Sonuçları

Limit oksijen indeksi analiz sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde emdirme ve kaplama işlemlerinin kumaşın alev alması ve alevin yayılması için ortamda ihtiyaç duyulan



oksijen oranında artış sağladığı gözlemlenmiştir. %100 pamuklu kumaşlar için en iyi LOI sonuçlarının emdirme işleminde sırasıyla muz kabuğu ekstraktı > ticari güç tutuşurluk kimyasalı > meyan kökü ekstraktı, kaplama işleminde ticari güç tutuşurluk kimyasalı > muz kabuğu ekstraktı > meyan kökü ekstraktı şeklinde olduğu raporlanmıştır. %50 pamuk-%50 PET karışımı kumaşlar için en iyi LOI sonuçlarının emdirme ve kaplama işlemlerinde sırasıyla ticari güç tutuşurluk kimyasalları > muz kabuğu ekstraktı > meyan kökü ekstraktı olduğu tespit edilmiştir.

## 6. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu tezde amaçlanan, doğal malzemeler olan ve çevre atık yükü düşük muz kabuğu ve meyan kökünden ekstraksiyon yoluyla elde edilen moleküllerin tekstil sektöründe pamuklu ve pamuk-PET karışimli kumaşların güç tutuşurluk bitim işlemlerinde kullanılabilirlik olanaklarının incelenmesidir. Bunun için aynı konstrüksiyon yapısına sahip %100 pamuklu, %50 pamuk-%50 PET karışıma sahip dokuma kumaş numuneleri üzerine muz kabuğundan ve meyan kökünden ayrı ayrı elde edilen ekstraktlar emdirme ve kaplama yöntemleriyle uygulanmıştır. Ekstraktların güç tutuşurluk üzerine etkilerinin kıyaslanabilmesi adına kumaş numunelerine ticari güç tutuşurluk kimyasalları emdirme ve kaplama yöntemleriyle applike edilmiştir.

Yapılan çalışmanın daha önce yapılan literatür çalışmalarından farkı, sürdürülebilirlik fikri çerçevesinde üretim devamlılığı olan doğal malzemeler muz kabuğu ve meyan kökünün atıl durumdan kurtarılarak, tekstil bitim işlemlerinde kullanılabilirlik olanaklarının belirlenmesi ve ortaya çıkacak olumsuzlukların gözlenmesidir. Tez kapsamında muz kabuğu ve meyan kökü ekstraksiyon işleminden geçirilerek özgün ve doğal tekstil bitim proses ürün örnekleri ortaya konmuştur.

Ekstraksiyon ürünlerinin mineral içeriği elementer analizle incelenmiş olup, çevre atık yükü oluşturacak olumsuz herhangi bulguya rastlanmamıştır. Muz kabuğu ve meyan kökünün potasyum ve silisyum içeriğinin güç tutuşurluk üzerine etki ettiği öngörülmüştür. Bu konuda literatür kısmında belirtilen potasyum, silisyumun kullanıldığı bilimsel çalışmalarda da bu durum desteklenmiştir. Genel olarak güncel çalışmalarda silisyum bazlı silikatlar güç tutuşurluk üzerine olumlu yönde ciddi etkisinin bulunduğu, doğal malzemelerde potasyumlu bileşiklerin de bu yönde etki sağladığı belirlenmiştir.

Ortaya çıkan ekstraksiyon ürünleri aynı konstrüksiyondaki pamuklu ve pamuk-PET karışimli kumaşlara uygulandıktan sonra, kumaşların morfolojik yapılarındaki değişimler taramalı elektron mikroskopuyla incelenmiştir. Yapılan inceleme sonrasında doğal ekstraksiyon ürünleri ve ticari kimyasallarla gerçekleştirilen emdirme ve kaplama işlemlerinin lif morfolojisi üzerine olumsuz etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Ayrıca yapılan incelemeler sonucunda ekstraksiyon ürünlerinin ve ticari güç tutuşurluk kimyasallarının her iki kumaş üzerinde hem emdirme hem de kaplama işlemi sonucunda lif yüzeyinde bir miktar toplandığı gözlenmiştir. Bu sayede kumaşların üzerinde alev almaya karşı bariyer olduğu gözlenmiştir.

Ekstraksiyon ürünlerinin içerisinde bulunan bazı moleküllerin pigment içeriğinden dolayı aplikasyon sonrası kumaşların renklerinde değişimlerin meydana geldiği gözlenmiştir. Muz kabuğu ekstraktıyla yapılan emdirme işlemi sonrasında kumaşın renginde düşük miktarda sararma, kaplama işleminde rengin turuncuya döndüğü gözlenmiştir. Meyan kökü ekstraktıyla yapılan emdirme işlemi sonrasında kumaşın renginin açık turuncuya döndüğü, kaplama işleminde rengin koyu turuncuya döndüğü gözlenmiştir. Kaplama işleminde renk değişikliğinin sebebi olarak ekstraktların kaplama patı bileşenleriyle etkileşime girme olasılığı düşünülmektedir.

Emdirme ve kaplama işlemleri sonucunda kumaşların termal analizleri değerlendirildiğinde, işlemsiz pamuklu kumaşın tek basamaklı kütle kaybı karakteristiği göstermiş olup, 885 °C'de kütlelerinin tamamını kaybederek tamamen bozunmuştur. İşlemsiz pamuk-PET karışumlu kumaş farklı kompozisyon içeriğinden dolayı iki basamaklı kütle kaybı karakteristiği göstermiştir. 885 °C'de işlemsiz karışım kumaşın kütlelerinin %5'inin geriye kaldığı belirlenmiştir. Muz kabuğu, meyan kökü ve ticari kimyasallarla yapılan emdirme işlemlerinde, pamuklu kumaşlarda kütle kaybının tek basamakta, pamuk-PET karışumlu kumaşta kütle kaybının iki basamakta gerçekleştiği gözlenmiştir. Kaplama işleminde ise pamuklu kumaşlarda muz kabuğu ve meyan kökü ekstraktlarıyla işlem sonucu kütle kaybının tek basamakta gerçekleştiği ancak ticari güç tutuşurluk kimyasalında kütle kaybının iki basamakta gerçekleştiği belirlenmiştir. Pamuk-PET karışumlu kumaşlarda kütle kayıpları hem ekstraktlarla yapılan işlem sonucu hem de ticari güç tutuşurluk kimyasalında iki basamakta gerçekleşmiştir. Ayrıca yapılan incelemelerde pamuklu kumaşlarda kalan kütle oranında en yüksek değeri emdirme işleminde ticari güç tutuşurluk kimyasalının, kaplama işleminde meyan kökünün sağladığı tespit edilmiştir. Pamuk-PET karışumlu kumaşlarda ise en yüksek değeri emdirme ve kaplama işlemlerinde ticari güç tutuşurluk kimyasalı en efektif etkiyi göstermiştir. Muz kabuğu ve meyan kökünün potasyum ve silisyum içeriklerinden dolayı hem emdirme hem de kaplama işlemleri sonucunda lif yüzeyinde tutunarak kalkan görevi gördüğü düşünülmektedir.

Tez çalışması kapsamında ayrıca ekstraktlar ve ticari güç tutuşurluk kimyasallarıyla yapılan emdirme ve kaplama işleminin kumaşların yanması ve yanmanın devam edebilmesi için ihtiyaç duydukları oksijen miktarları üzerine etkileri de incelenmiştir. Yapılan limit oksijen indeksi analizine göre yapılan tüm emdirme ve kaplama işlemlerinin güç tutuşurluk konusunda olumlu etki sağladığı tespit edilmiştir. Pamuklu kumaşlarda ortaya çıkan bulgular değerlendirildiğinde emdirme işlemi için muz kabuğu ekstraktı > ticari güç tutuşurluk kimyasalı

>meyan kökü ekstraktı, kaplama işleminde ticari güç tutuşurluk kimyasalı>muz kabuğu ekstraktı>meyan kökü ekstraktı, %50 pamuk-%50 PET karışımı kumaşlar için en iyi LOI sonuçlarının emdirme ve kaplama işlemlerinde sırasıyla ticari güç tutuşurluk kimyasalları>muz kabuğu ekstraktı>meyan kökü ekstraktı olduğu tespit edilmiştir. Muz kabuğu ve meyan kökü potasyum ve silisyum içeriklerinden dolayı kumaş yüzeyinin hava ile oksijenle temasını azalttığı ve kumaşın alev alması için ortamda daha fazla oksijenin bulunmasını zorunlu kıldığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; muz kabuğu ve meyan kökünden elde edilen ekstraktlarla yapılan emdirme ve kaplama işlemlerinin pamuklu ve pamuk-PET karışımı kumaşların termal dayanım özelliklerinde potasyum ve silisyum mineral içeriği sayesinde iyileşme sağladığı, kumaşların alev alması için ortamda bulunması gereken oksijen miktarında olumlu yönde artış sağladığı, kumaş morfolojisinde olumsuz herhangi bir etkiye sebep olmadığı tespit edilmiştir. Yapılabilecek metot iyileştirmeleriyle birlikte bu özelliklerde gelişme sağlanabileceği öngörülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Anonim (2017). Boyarmaddenin Kumaşa Aktarılması  
[https://burcuunducubalkan.files.wordpress.com/2017/05/emdirme-yc3b6ntemleri-1\\_\\_plan8.pdf](https://burcuunducubalkan.files.wordpress.com/2017/05/emdirme-yc3b6ntemleri-1__plan8.pdf) (Erişim tarihi, 10.08.2019).
- Anonim (2018). Doğal Lifler.  
[http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Do%C4%9Fal%20Lifler.pdf](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Do%C4%9Fal%20Lifler.pdf) (Erişim tarihi, 10.05.2018).
- Anonim (2018). Yapay Lifler  
[http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Yapay%20Lifler.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Yapay%20Lifler.pdf) (Erişim tarihi, 10.05.2018)
- Apaydin K., Laachachia A., Ball V., Jimenezd M., Bourbigotd S., Ruch D. (2015). Layer-by-layer Deposition of a TiO<sub>2</sub>-filled Intumescent Coating and Its effect on the Flame Retardancy of Polyamide and Polyester Fabrics. *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, 469: 1–10.
- Arlı M., Kayabaşı N., Kızıl S. (2002). Meyan (*Glycyrrhiza glabra L.*) Kökünden Elde Edilen Renkler ve Bu Renklerin Bazı Haslık Değerleri Üzerine Bir Araştırma. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 8 (3): 227-231.
- Atakan R., Bical A., Çelebi E., Özcan G., Soydan N., Saraç A.S. (2018). Development of a Flame Retardant Chemical for Finishing of Cotton, Polyester and CO/PET Blends. *Journal of Industrial Textiles*, 0(00): 1-21.
- Basak S., Saxena S., Chattopadhyay S.K., Narkar R., Mahangade R. (2016). Banana Pseudostem Sap: A Waste Plant Resource for Making Thermally Stable Cellulosic Substrate. *Journal of Industrial Textiles*, 46(4): 1003-1023.
- Başer İ. (1992). Elyaf Bilgisi, Marmara Üniversitesi Yayınları Yayın No 524, İstanbul.
- Baykuş D. (2003). Elastan İçeren Dokuma Tekstil Ürünlerinde Performans Belirleme ve İyileştirme Yöntemlerinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana, Turkey.

- Bical A. (2014). Pamuk/Polyester Karışımı Dokuma Kumaşlarda Güç Tutuşurluğun Sağlanmasına Yönelik Apre Kimyasalının Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Turkey.
- Bulut Y., Sülar V. (2015). Kaplama veya Laminasyon Teknikleri İle Üretilen Kumaşların Genel Özellikleri Ve Performans Testleri. *The Journal Of Textiles and Engineers*, 70-71: 5-16.
- Carosio F., Alongi J., Malucelli G. (2012). Layer by Layer Ammonium Polyphosphate-Based Coatings for Flame Retardancy of Polyester–Cotton Blends. *Carbohydrate Polymers*, 88: 1460– 1469.
- Carr C.M. (1995). *Chemistry of the Textiles Industry*. Blackie Academic&Professional, 126-128.
- Cireli A., Onar N., Ebeoğlugil M.F., Kayatekin I., Kutlu B., Çelik E. (2006). Fosfor Katkılı SiO<sub>2</sub> İnce Filmleri ile Kaplanmış Kumaşların Güç Tutuşurluk Özelliklerinin Geliştirilmesi. 13. Uluslararası Metalurji ve Malzeme Kongresi, 463-471
- Faheem S., Baheti V., Tunak M., Wiener J., Militky J. (2017). Comparative Performance of Flame Retardancy, Physiological Comfort and Durability of Cotton Textiles Treated with Alkaline and Acidic Casein Suspension. *Journal of Industrial Textiles*, 0(00): 1-23.
- Fan D., You F., Zhang Y., Huang Z. (2017). Flame Retardant Effects of Fabrics Finished by Hybrid Nano-Micro Silica-based Sols. 8th International Conference on Fire Science and Fire Protection Engineering, *Procedia* 211:160–168, China.
- Giraud S., Bourbigota S., Rochery M., Vroman I., Tighzert L., Delobel R., Poutch F. (2005). Flame Retarded Polyurea with Microencapsulated Ammonium Phosphate for Textile Coating. *Polymer Degradation and Stability*, 88: 106-113.
- Grancaric A., Botteri L., Tarbuk A. (2014). Güç Tutuşurluk Özellik Kazandırmada Silikon Alkoksitlerle Pamuklu Malzemelerin Modifikasyonu. XIII. Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu, IITAS 2014 Bildiri Özetleri Kitabı: 57-59, İzmir, Turkey
- Horrocks A.R., Price D. (2001). *Textiles, Fire Retardant Materials*, 128-181.
- Kutlu B. (2008). Plazma Teknolojisi Kullanılarak Çeşitli Doğal ve Sentetik Liflerin Buruşmazlık ve Güç Tutuşurluk Özelliklerinin Geliştirilmesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Turkey.

- Małeka E., Miedzińska D., Stankiewicz M. (2017). Heat Resistance Research and Surface Analysis of Fireproof Textiles with Titanium Silicide Coatings. 2nd International Conference on Structural Integrity, *Procedia Structural Integrity*, 5: 508-515, Madeira, Portugal
- Manfredia A., Carosio F., Ferrutia P., Ranuccia E., Alongia J., (2018). Linear Polyamidoamines As Novel Biocompatible Phosphorus-Free Surfaceconfined Intumescent Flame Retardants For Cotton Fabrics. *Polymer Degradation and Stability*, 51: 52-64.
- Mengala N., Syedb U., Malikb S.A., Sahitoo I. A., Jeonga S.H. (2016). Citric Acid Based Durable And Sustainable Flame Retardant Treatmentfor Lyocell Fabric. *Carbohydrate Polymers*, 153: 78-88.
- Onuegbu T.U., Umoh E.T, Iwuchukwu I.E. (2012). Flame Retardant Effects on Flexible Polyurethane Foam Treated with Potassium Aluminum Sulphate. *ARPN Journal of Science and Technology*, 2(11): 1097-1102.
- Öner E. (2009). *Tekstilde Kaplama*. <http://www.uzaktanegitimplatformu.com>. (Erişim tarihi, 12.04.2018)
- Öz M.K. (2006). Yanmaya Karşı Dirençli (FR) ve Katyonik Boyalarla Boyanabilen (CD) Polyester Üretimi ve Bu Polyesterin Elyaf Prosesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana, Turkey.
- Özcan G., Dayıoğlu H., Candan C. (2000). *Tekstil Malzemelerinin Yanma Kabiliyeti*, *Tekstil&Teknik*, 154-160.
- Pan Y., Wang W., Liu L., Gea H., Songa L., Hua Y. (2017). Influences of Metal Ions Crosslinked Alginate Based Coatings on Thermal Stability and Fire Resistance of Cotton Fabrics. *Carbohydrate Polymers*, 170: 133–139.
- Papaspyrides C.D., Pavlidou S., Vouyiouka S.N. (2009). Development of Advanced Textile Materials: Natural Fibre Composites, Anti-microbial and Flame-retardant Fabrics. *Journal of Materials: Design and Applications*, 223: 91-102.
- Raether L.O., Kidder R.C. (1988). *The Market For Flame Retardants in the U.S.A Current Analysis*. Handbook of Flame Retardant Chemicals and Fire Testing Services, Technomic Publishing Company, Inc. Pennsylvania, USA, 1-5.

- Saçak M. (1994). Lif Kimyası, A.O.F.F. Döner Sermaye İşletmesi Yayınları No 18, Ankara, 69-69.
- Schindler W.D., Hauser P.J. (2004). Flame-Retardant Finishes, Chemical Finishing of Textiles, 98-116.
- Tarakçıoğlu, I. (1979). Tekstil Terbiyesi ve Makinaları. (1. Cilt) içinde (97-226). İzmir: Ege Üniversitesi Matbaası
- Tatlı N.Ö. (2007). Üç İplik Kumaş Yapısının ve Geçirdiği Terbiye İşlemlerinin Yanma Davranışı Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Turkey.
- Teli M.D., Pandit P. (2017). Development of Thermally Stable and Hygienic Colored Cotton Fabric Made by Treatment with Natural Coconut Shell Extract. Journal of Industrial Textiles, 0(00): 1-32.
- Thomas A., Krishnakumar K. (2017). Banana Peel: Pharmacological Activities: A Review. International Journal of Innovative Research and Advanced Studies, 4 (7): 62-64.
- Tseghai G.B., Berhe B.T., Wakjira Y.T. (2019). Producing Fire Retardant Cotton Fabric Using Chicken Eggshell, Journal of Textile Science & Engineering, 9:2
- Wu J.N., Chen L., Fu T., Zhao H.B., Guo D.M., Wang X.L., Wang Y.Z. (2018). New application for aromatic Schiff base: High efficient flame-retardant and anti-dripping action for polyesters. Chemical Engineering Journal, 336: 622-632.
- Yakartepe Z., Yakartepe M. (1998). Genel Tekstil Ansiklopedisi, Cilt 3, Sayfa:877.
- Yang J., Liao W., Deng S., Cao Z., Wang Y. (2016). Flame Retardation of Cellulose-rich Fabrics via a Simplified Layer-by-layer Assembly. Carbohydrate Polymers, 151:434–440.
- Yu J.Y., Ha J.Y., Kim K.M., Jung Y.S., Jung J.C., Oh S. (2015). Anti-Inflammatory Activities of Licorice Extract and Its Active Compounds, Glycyrrhizic Acid, Liquiritin and Liquiritigenin, in BV2 Cells and Mice Liver. Molecules, 20: 13041-13054.
- Zhang Q., Zhang W., Huang J., Lai Y., Xing T., Chen G., Jin W., Liu H., Sun B. (2015). Flame Retardance and Thermal Stability of Wool Fabric Treated by Boron Containing Silica Sols. Materials and Design, 85:796–799.



Zhang Q.W., Lin L.G., Ye W.C. (2018). Techniques For Extraction And Isolation Of Natural Products: A Comprehensive Review. *Chinese Medicine*, 13 (20): 1-26.

Zhu Y., You F., Zhang Y., Zhou H., Huangfu W., Wang Z. (2017). Flame Retardant Effects of Fabrics Finished by Hybrid Nano-Micro Silica-based Sols. 8th International Conference on Fire Science and Fire Protection Engineering, *Procedia* 211: 1091–1101, China.

## ÖZGEÇMİŞ

23.09.1991 tarihinde Burdur'da dünyaya gelen Fehmi Çağlar BALABAN, 2014 yılında Namık Kemal Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nden mezun olmuştur. Öğrenim hayatı boyunca 1 yıl Weinstadt-Almanya (Lise), 1 eğitim dönemi Lodz- Polonya (Üniversite) değişim öğrencisi olarak öğrenim görmüş olup, 3 aylık yaz periyodunda Lodz-Polonya'da değişim öğrencisi olarak dokuma stajını gerçekleştirmiştir.

Çalışma hayatına yurtdışı müşteri temsilcisi olarak başlayıp, baskı üretim şefliği yapmıştır. Zorluteks Tekstil Ticaret ve Sanayi A.Ş. Ar-Ge Merkezi'nde uzman olarak iş hayatına devam etmektedir. İngilizce ve Almanca olmak üzere 2 yabancı dil bilmektedir.