

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TEKSTİL YÜZEYLERİNE KAPLAMA YÖNTEMİ İLE
FONKSİYONEL ÖZELLİK KAZANDIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MERTOL TATLI

DENİZLİ, MAYIS - 2020

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**TEKSTİL YÜZEYLERİNE KAPLAMA YÖNTEMİ İLE
FONKSİYONEL ÖZELLİK KAZANDIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MERTOL TATLI

DENİZLİ, MAYIS - 2020

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

Mertol TATLI

ÖZET

**TEKSTİL YÜZEYLERİNE KAPLAMA YÖNTEMİ İLE FONKSİYONEL
ÖZELLİK KAZANDIRILMASI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MERTOL TATLI
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI:DOÇ. DR. ARZU YAVAŞ)
DENİZLİ, MAYIS - 2020**

Bilim ve teknolojinin hızlı bir şekilde ilerlemesi, artan insan ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla, birçok ürünün geliştirilebilmesine olanak sağlamaktadır. Tekstil ürünleri, askeri, uzay, tıp gibi birçok alanda yer almaktadır. Kaplama aplikasyon yöntemi ile tekstil yüzeylerine farklı özellikler kazandırılmaktadır. Tente, branda, çadır bezi, şemsiye kumaşı, stor perde, suni deri, tıbbi örtüler, koruyucu giysiler kaplama yönteminin uygulandığı tekstil ürünlerinden bazılarıdır. Güç tutuşur, UV koruma sağlayan, su geçirmeyen nefes alabilen, koku absorblayan kaplamalar ile tekstil yüzeylerine fonksiyonel özellikler kazandırılmaktadır. Bu tez çalışmasında kaplama yöntemi ile ürünlere farklı fonksiyonel özelliklerin kazandırılması amaçlanmıştır. Koku absorblama özelliği için aktif karbon kullanılmıştır. Ucuz, yenilenebilir bir kaynak olan tarımsal atıklardan elde edilebilen aktif karbon ile kaplanan kumaşların performansları test edilmiş, optimum işlem şartları belirlemeye çalışılmıştır. Elektrik iletme özelliklerinden yararlanmak için de bakır tozu ve grafit ile pamuklu kumaşlara kaplamalar yapılmıştır. Kaplama yapılmış kumaşların fiziksel özellikleri dairesel eğilme dayanımı, su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği v.b) ve iletkenlik özellikleri incelenmiş; SEM görüntüleri alınmıştır. 100 g/kg aktif karbon içeren kaplama patıyla kaplanan pamuklu kumaşların kötü sigara kokusunu absorbe ettiği belirlenmiştir. Tek başına bakır tozu ile kaplama yapılan kumaşlarda elektriksel iletkenlik ölçülememiştir. Grafit ile yapılan kaplamalarda düşük konsantrasyonda elektriksel iletken özelliği tespit edilememiştir ancak yüksek konsantrasyonda pamuklu kumaşların elektriksel iletkenlik gösterdiği belirlenmiştir. En iyi elektriksel iletkenlik özellik; bakır tozu ve grafit karışımı ile kaplanan pamuklu kumaşlarda ölçülmüştür. Grafit ve bakır ilave edilmiş kaplama pastaları ile kaplanan kumaşlar iletkenlik özelliklerinin yanında işlemsiz kumaşa göre daha az kömürleşme uzunluğuna sahiptir. Bu da numunelerin kaplama sonrasında işlemsiz kumaşa göre güç tutuşma özelliğinin geliştiği anlamına gelmektedir. Grafit, bakır ve aktif karbon ile kaplama yapıldığında kaplanmış numunelerde renk değişiminin olacağı göz önüne alınmalıdır.

ANAHTAR KELİMELELER: Kaplama, poliüretan, aktif karbon, grafit, bakır, su buharı geçirgenliği, iletkenlik, havageçirgenliği, koku absorblama

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL PROPERTIES OF TEXTILES WITH COATING METHOD

MSC THESIS

MERTOL TATLI

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

TEXTILE ENGINEERING

(SUPERVISOR:ASSOC. PROF. DR. ARZU YAVAŞ)

DENİZLİ, MAY 2020

The rapid progress of science and technology enables many products to be developed in order to meet the increasing human needs. Textile products take place in many fields such as military, space and medicine. Different properties can be provided to textile surfaces with the coating application method. Awning, tarpaulin, tent cloth, umbrella fabric, roller blind, artificial leather, medical covers, protective clothing are some of the textile products where the coating method is applied. Coating processes can provide functional properties such as flammability, UV protection, waterproof, breathability and odor absorbency to textile surfaces. In this thesis, it was aimed to impart different functional properties to the textile products by coating method. Activated carbon was used for odor absorption. The performances of the fabrics coated with activated carbon, which can be obtained from agricultural wastes and is cheap and renewable resource, have been tested and the optimum process conditions were determined. In order to benefit from the electrical conductivity properties, coatings were made with activated carbon powder and graphite on cotton fabrics. Various physical properties (such as stiffness, water vapor permeability, air permeability etc.) and conductivity properties of coated fabrics were examined. SEM images were obtained. It was determined that cotton fabrics coated with coating paste containing 100 g / kg of activated carbon absorbed unwanted cigarette odor. In the coatings made with copper powder alone, electrical conductivity in the fabrics could not be measured. Cotton fabrics coated with the coating paste containing low graphite concentrations did not exhibit electrical conductive properties, on the other hand; Cotton fabrics coated with the coating paste containing high graphite concentrations displayed electrical conductivity. The best electrical conductivity property was measured on cotton fabrics coated with a mixture of copper and graphite. Fabrics coated with graphite and copper containing coating pastes exhibited less carbonization length when compared with the non-treated fabric in addition to their conductivity properties. This coating process improved the combustion properties in a positive manner in comparison with the untreated fabric. When coated with the coating paste containing graphite, copper and activated carbon, it should be taken into consideration that the coated samples may change color.

KEYWORDS: Coating, polyurethane, activated carbon, graphite, copper, water vapor permeability, conductivity, air permeability, odor absorption

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
TABLO LİSTESİ	viii
SEMBOL LİSTESİ.....	x
ÖNSÖZ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAPLAMA APLİKASYONU	3
2.1 Kaplama Yöntemi.....	3
2.2 Kaplama Teknikleri	4
3. AKTİF KARBON İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER.....	10
3.1 Aktif Karbon.....	10
3.2 Aktif Karbonun Sınıflandırılması	15
3.3 Aktif Karbonun Kullanım Alanları.....	15
3.3.1 Aktif Karbonun Literatürde Yer Alan Üretim Yöntemleri.....	17
3.4 Aktif Karbonla İlgili Yapılan Çalışmalar	19
4. GRAFİT HAKKINDA GENEL BİLGİ	22
4.1 Grafitin Özellikleri.....	22
4.2 Grafitin Sınıflandırılması.....	24
4.2.1 Doğal Grafit.....	24
4.2.2 Sentetik Grafit	25
4.3 Grafitin Üretimi	26
4.4 Grafitin Üretimi	27
4.4.1 Makine Parçalarında Yağlayıcı Olarak Kullanımı	27
4.4.2 Kurşun Kalem Ucu Yapımında Kullanımı	28
4.4.3 Motor ve Jenaratör Fırçaları Yapımında Kullanımı	28
4.5 Grafitle İlgili Tekstilde Yapılmış Daha Önceki Çalışmalar	29
5. BAKIR HAKKINDA GENEL BİLGİ.....	33
5.1 Bakırın Özellikleri	33
5.2 Türkiye ve Dünyada Bakır Madencilğinin Tarihçesi	35
5.3 Bakırın Üretim Yöntemleri.....	35
5.3.1 Pirometalurjik Üretim Yöntemleri.....	36
5.3.2 Hidrometalurjik Yöntemle Bakır Üretimi	37
5.4 Bakırın Kullanım Alanları	38
5.5 Bakırın Tekstilde Kullanımına Dair Çalışmalar	39
6. YÖNTEM.....	41
6.1 Materyal	41
6.2 Metot.....	42
6.3 Çalışmada Uygulanan Testler ve Yapılan Ölçümler	44
7. BULGULAR	49
7.1 Aktif Karbon ile Kaplanmış Kumaşlara Ait Sonuçların Değerlendirilmesi	49
7.1.1 Akrilat Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Özelliklerinin Değerlendirilmesi	49

7.1.1.1	Akrilat Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Kolorimetrik Özelliklerinin Değerlendirilmesi.....	49
7.1.1.2	Akrilat Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Gramajlarının Değerlendirilmesi	51
7.1.1.3	Akrilat Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Yırtılma Mukavemetlerinin Değerlendirilmesi	52
7.1.1.4	Akrilat Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Kalınlıklarının Değerlendirilmesi	54
7.1.1.5	Akrilat Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Dairesel Eğilime Dayanımı Testinin Değerlendirilmesi	56
7.1.1.6	Akrilat Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Su buharı Geçirgenliği Testinin Değerlendirilmesi	57
7.1.1.7	Akrilat Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Elektriksel İletkenlik Ölçümü.....	58
7.1.1.8	Akrilat Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Hava Geçirgenliği Özelliklerinin Değerlendirilmesi	58
7.1.2	Poliüretan Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Özelliklerinin Değerlendirilmesi	59
7.1.2.1	Poliüretan Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Özelliklerinin Değerlendirilmesi	59
7.1.2.2	Poliüretan Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Yırtılma Mukavemetlerinin Değerlendirilmesi	59
7.1.2.3	Poliüretan Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Dairesel Eğilme Dayanımının Değerlendirilmesi	60
7.1.2.4	Poliüretan Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Hava Geçirgenliği Testi.....	61
7.1.2.5	Poliüretan Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Sigara Yanma Testi Sonuçları	61
7.1.2.6	Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Kötü Koku Absorpsiyon Testi Değerlendirilmesi.....	62
7.2	Grafit Kaplanmış Kumaşlara Ait Sonuçların Değerlendirilmesi.....	63
7.2.1	Grafit Kaplanmış Kumaşların Kolorimetrik Özelliklerinin Değerlendirilmesi	63
7.2.2	Grafit Kaplanmış Kumaşların Gramajlarının Değerlendirilmesi	64
7.2.3	Grafit Kaplanmış Kumaşların Yırtılma Mukavemetlerinin Değerlendirilmesi	65
7.2.4	Grafit Kaplanmış Kumaşların Kalınlıklarının Değerlendirilmesi	66
7.2.5	Grafit Kaplanmış Kumaşların Dairesel Eğilme Dayanımı Testinin Değerlendirilmesi	67
7.2.6	Grafit Kaplanmış Kumaşların Su buharı Geçirgenliği Testinin Değerlendirilmesi	68
7.2.7	Grafit Kaplanmış Kumaşların Elektriksel İletkenlik Ölçümü	69
7.2.8	Grafit Kaplanmış Kumaşların Hava Geçirgenliği Testi	70
7.2.9	Grafit Kaplanmış Kumaşların Sigara Yanma Testi.....	70

7.3 Bakır ve Aktif Karbon ile Kaplanmış Kumaşlara Ait Sonuçların Değerlendirilmesi	71
7.4 Grafit ve Bakır Tozu ile Kaplanmış Kumaşlara Ait Sonuçların Değerlendirilmesi	74
7.5 Poliüretan Kaplama Maddesi Kullanarak Aktif Karbon, Bakır Tozu, Grafit ile Kaplanan Pamuklu Kumaşların SEM (Scanning Electron Microscopy) Görüntüleri ve EDX Grafikleri	79
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	85
9. KAYNAKLAR.....	89
10.ÖZGEÇMİŞ.....	95

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Rakle ile yapılan kaplama yöntemleri	5
Şekil 2.2: Kağıttan aktarma yöntemi	7
Şekil 2.3: Eriyik aktarma yöntemleri	8
Şekil 3.1: Linyit bazlı aktif karbonun gözenek yapısı	11
Şekil 3.2: Aktif karbon üzerindeki gözenek yapısının grafik gösterimi	12
Şekil 3.3: Grafitleştirilmiş karbon	13
Şekil 3.4: Grafitleştirilmemiş karbon	13
Şekil 3.5: Aktif karbonun taramalı elektron mikroyapısı	14
Şekil 3.6: Başlıca allotropik karbon formları ve bu formlardan türetilen bazı karbon yapıların şematik gösterimi	14
Şekil 3.7: Aktif karbon formları	15
Şekil 3.8: Aktif karbonun adsorpsiyon önceki SEM görüntüsü (a) Aktif karbonun adsorpsiyon sonrası SEM görüntüsü (b).....	20
Şekil 4.1: Grafitin yapısı.....	22
Şekil 4.2: Grafit (a) Grafen (b)	23
Şekil 4.3: Grafit	23
Şekil 4.4: Pul Grafit	24
Şekil 5.1: a) Kalkosit b) Küprit c) Malahit d) Azurit	34
Şekil 5.2: Türkiye'nin bakır maden yatakları	36
Şekil 5.3: Sektörlere göre bakır kullanım dağılımı.....	38
Şekil 6.1: Yırtılma mukavemeti test cihazı	44
Şekil 6.2: Kumaş kalınlık tayin cihazı	45
Şekil 6.3: Dijital pnömatik sertlik test cihazı.....	45
Şekil 6.4: Sigara dumanına maruz kalma test düzeneği	46
Şekil 6.5: Su buharı geçirgenlik test cihazı	47
Şekil 7.1: Aktif karbon kaplanmış kumaşların renk verimi değerleri	50
Şekil 7.2: Kaplama yapılmış kumaşların L* değerleri	51
Şekil 7.3: Akrilat esaslı kaplama maddesi ile aktif karbon kaplanmış kumaşların gramaj değişimlerine ait grafik	52
Şekil 7.4: Her iki yüze aktif karbon ile kaplama yapılmış kumaş numunelerinin gramaj değişimlerine ait grafik	52
Şekil 7.5: Tek yüze aktif karbon ile kaplama yapılmış kumaş numunelerinin yırtılma mukavemetlerine ait grafik	54
Şekil 7.6: Her iki yüze aktif karbon ile kaplama yapılmış kumaş numunelerinin yırtılma mukavemetlerine ait grafik	54
Şekil 7.7: Aktif karbon kaplanmış kumaş numunelerinin kalınlık değişimlerine ait grafik	55
Şekil 7.8: Aktif karbon ile tek yüze kaplama yapılmış kumaş numunelerinin dairesel eğilme dayanımı değerlerine ait grafik	56
Şekil 7.9: Aktif karbon ile her iki yüze kaplama yapılmış kumaş numunelerinin dairesel eğilme dayanımı değerlerine ait grafik	57
Şekil 7.10 :Grafit ile kaplanan pamuklu kumaşların gramaj değerlerine ait grafik	65
Şekil 7.11 :Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak grafit ile kaplanan pamuklu kumaşların yırtılma mukavemeti değerlerine ait grafik ..	66

Şekil 7.12 : Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak grafit ile kaplanan pamuklu kumaşların dairesel eğilme dayanımı değerlerine ait grafik	67
Şekil 7.13: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak aktif karbon, bakır tozu, grafit ile kaplanan pamuklu kumaşların SEM görüntüleri	79
Şekil 7.14: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak aktif karbon, bakır tozu, grafit ile kaplanan pamuklu kumaşların EDX grafikleri	82

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Kaplamada kullanılan mevcut teknikler	6
Tablo 4.1: Grafit türüne bağlı olarak grafit fiyatlarındaki değişim.....	26
Tablo 4.2: Grafitin kullanım alanları.....	29
Tablo 5.1: Başlıca bakır mineralleri.....	33
Tablo 6.1: % 100 Pamuk lifinden üretilmiş kasarlı kumaşın konstrüksiyon özellikleri.....	41
Tablo 6.2: Çalışmada kullanılan kimyasal ve yardımcı maddeler	41
Tablo 6.3: Çalışmada kullanılan makineler	42
Tablo 6.4: Çalışmada uygulanan reçeteler	43
Tablo 7.1: Akrilat esaslı kaplama maddesi ile aktif karbon kaplanmış kumaşların renk özellikleri.....	49
Tablo 7.2: Akrilat esaslı kaplama maddesi ile aktif karbon kaplanmış kumaşların gramaj değişimleri	51
Tablo 7.3: Aktif karbon kaplanmış kumaşların numunelerinin yırtılma mukavemetleri	53
Tablo 7.4: Aktif karbon kaplanmış kumaş numunelerinin kalınlık değişimleri.....	54
Tablo 7.5: Aktif karbon kaplanmış kumaş numunelerinin dairesel eğilme dayanımı (sertlik) değerleri	56
Tablo 7.6: Akrilat esaslı kaplama maddesi ile aktif karbon kaplanmış kumaşların su buharı geçirgenliği testi sonuçları	57
Tablo 7.7: Aktif karbon ile kaplama yapılmış kumaşların iki uç tekniğine göre iletkenlik ölçümü sonuçları	58
Tablo 7.8: Akrilat esaslı kaplama maddesi ile aktif karbon kaplanmış kumaşların hava geçirgenliği özellikleri	58
Tablo 7.9: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak aktif karbon ile kaplanan pamuklu kumaşların kalınlık ve gramaj değerleri	59
Tablo 7.10: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak aktif karbon ile kaplanan pamuklu kumaşların yırtılma mukavemeti değerleri	60
Tablo 7.11: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak aktif karbon ile kaplanan pamuklu kumaşların dairesel eğilme dayanımı değerleri.....	60
Tablo 7.12: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak aktif karbon ile kaplanan pamuklu kumaşların hava geçirgenliği değerleri.....	61
Tablo 7.13: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak aktif karbon ile kaplanan pamuklu kumaşların sigara yanma testi sonuçları	62
Tablo 7.14: Sigara kokusu absorpsiyon testi değerlendirmesi.....	62
Tablo 7.15: Grafit kaplanmış kumaşların kolorimetrik özellikleri	64
Tablo 7.16: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak grafit ile kaplanan pamuklu kumaşların gramaj değerleri.....	64
Tablo 7.17: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak grafit ile kaplanan pamuklu kumaşların yırtılma mukavemeti değerleri	65
Tablo 7.18: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak grafit ile kaplanan pamuklu kumaşların kalınlık değerleri.....	66

Tablo 7.19: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak grafit ile kaplanan pamuklu kumaşların dairesel eğilme dayanımı değerleri.....	67
Tablo 7.20: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak grafit ile kaplanan pamuklu kumaşların su buharı geçirgenliği değerleri	68
Tablo 7.21: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak grafit ile kaplanan pamuklu kumaşların elektriksel iletkenlik ölçümü	69
Tablo 7.22: Grafit kaplanmış kumaşların hava geçirgenliği değerleri.....	70
Tablo 7.23: Grafit kaplanmış kumaşların sigara yanma testi sonuçları	71
Tablo 7.24: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak bakır ve aktif karbon ile kaplanan pamuklu kumaşların fiziksel test sonuçları.....	72
Tablo 7.25: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak bakır ve aktif karbon ile kaplanan pamuklu kumaşların kötü koku absorpsiyon testi sonuçları	72
Tablo 7.26: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak bakır ve aktif karbon ile kaplanan pamuklu kumaşların sigara yanma testi değerlendirmesi	73
Tablo 7.27: Bakır ve aktif karbon ile kaplanmış kumaşlara ait su buharı geçirgenliği testinin değerlendirilmesi	74
Tablo 7.28: Grafit ve bakır tozu ile kaplanmış kumaşlara ait sonuçlar.....	75
Tablo 7.29: 100 g/kg bakır tozu + 200 g/kg grafit -tek yüz kaplamalı kumaşın sigara yanma testi değerlendirmesi.....	78
Tablo 7.30: Bakır ve grafit ile kaplanmış kumaşlara ait su buharı geçirgenliği testinin değerlendirilmesi	78
Tablo 7.31: İşlemsiz ve kaplama yapılmış kumaşlardaki elementlerin atomik % değerleri	81

SEMBOL LİSTESİ

ACF	:	Aktif karbon fiber
NH₄CL	:	Amonyum klorür
APP	:	Amonyum polifosfat
Cu	:	Bakır
Cu(I) O	:	Bakır(I) oksit
Cu(II) O	:	Bakır(II) oksit
BET	:	Brunauer – Emmett – Teller
ZnCl₂	:	Çinko klorür
DCP	:	Darbeli magnetron püskürtme
FeO	:	Demir(II) oksit
FeSiO₃	:	Demir Silikat
DMA	:	Dinamik mekanik analiz
PEN	:	Elektron burun
FTIR	:	Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi
H₃PO₄	:	Fosforik asit
GG	:	Genişleyen grafit
GPTMS	:	Glisidiloksipropiltrimetoksisilan
GO	:	Grafen oksit
DC	:	Güç kaynağı
Co	:	Hindistan cevizi
SnCl₂	:	Kalay klorür
CO₂	:	Karbondioksit
OK	:	Organokilin
Op	:	Palmiye yağı
PAN	:	Poliakrilonitril
PET	:	Poliester dokulu polietilen tereftalat
PUR	:	Poliüretan
PVA	:	Polivinil alkol
PAni	:	Polianilin
PP/KF	:	Polipropilen karbon
KOH	:	Potasyum hidroksit
K₂CO₃	:	Potasyum karbonat
KCl	:	Potasyum klorür
K/S	:	Renk verimi değerleri
SiO₂	:	Silisyum dioksit
Na₂SO₄	:	Sodyum sülfat
TEOS	:	Tetraetoksisilan
TGA	:	Tivoglikolik asit
UV	:	Ultraviyole
SEM	:	Scanning Electron Microscopy
Hz	:	Hertz
NP	:	Nanopartikül
L*	:	Açıklık - koyuluk
a*	:	Kırmızı - yeşil
b*	:	Sarı - mavi
C*	:	Doygunluk
h⁰	:	Hue

ÖNSÖZ

Tez çalışmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan değerli danışman hocam sayın Doç. Dr. Arzu YAVAŞ'a, ilgisini ve önerilerini göstermekten kaçınmayan sayın Prof. Dr. Osman Ozan AVİNÇ'e sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

1. GİRİŞ

Tekstil ürünlerinin örtünme, korunma dekoratif amaçlı kullanımı dışında birçok kullanım alanı mevcuttur. Endüstride, tıpta, uzay sanayiinde, askeri alanda, inşaat sektöründe, jeotekstillerde, tarımda kullanılan teknik performans özelliklerine sahip tekstil ürünleri teknik tekstiller olarak adlandırılmaktadır. Teknik tekstiller, kimyasallara, hava şartlarına ve mikroorganizmalara dayanıklıdır. Üstün performans özellikleri gösteren katma değeri yüksek ürün grubudur. Tekstil hafif ve sağlam bir malzemedir. İşlevselliği arttırılmış tekstil ürünleri fonksiyonel tekstiller, çevredeki etkileri algılayıp cevap veren tekstiller ise akıllı tekstiller olarak adlandırılmaktadır. Tekstil ürünlerinin ilave işlevleri yerine getirecek şekilde yani fonksiyonel özelliklere sahip olacak şekilde üretilmesi için olanaklardan birisi kaplama uygulamasıdır. Tente, suni deri, branda, çadır bezi, şemsiye kumaşı, koruyucu giysiler kaplama ile üretilmektedir.

Kumaşların fonksiyonel özellikleri, kullanılan kaplama maddesine, uygulanan üretim tekniğine, tekstil yüzeyinin yapısına ve özelliklerine göre çeşitlilik gösterebilmektedir (Bulut 2010). Kaplama ve laminasyon yapılmış tekstil yüzeyleri dokuma, örme veya nonwoven kumaş olan bir tekstil materyali ile doğal veya sentetik polimer maddelerin ince ve esnek filminden oluşmaktadır. Uygulama sırasında filmin kalınlığı rakle bıçağı ile ayarlanmaktadır. Lamine kumaşlar ise, bir veya daha fazla tekstil materyalinin ısı ve basınç etkisiyle yapışkan hazır polimer bir filmle veya membranla birleştirilmesi şeklinde üretilmektedir (Schönberger 2002).

Aktif karbon geçmişi çok eskilere dayanan, günümüzde adsorpsiyon amaçlı kullanımı her geçen gün artan bir maddedir. Organik esaslı aktif karbon % 87-97 oranlarında karbon içermektedir, geriye kalan oranlarda hidrojen, oksijen, kükürt ve azot içerebilmektedir (Özdemir 2009). Aktif karbon; renk, tat, koku giderici bir maddedir.

Bu tez çalışmasında kumaşlara koku absorblama özelliğine sahip aktif karbon ile kaplama yapılmıştır. Tez çalışmasında tekstil yüzeylerine kaplama yöntemi ile fonksiyonel özellikler kazandırılması amaçlanmıştır. Aynı anda farklı özelliklerin kazandırılmaya çalışılmasının ürünün performansına etkileri test edilmiş, optimum şartlar belirlenmiştir. Aynı zamanda kaplanmış kumaşın fiziksel performans özellikleri araştırılmıştır. Kaplama sayısının artmasının kumaşların artan gramaj ve kalınlığa bağlı olarak tutumunun sertleşmesine neden olduğu belirlenmiştir. Elektriksel iletkenlik özelliğine sahip bakır tozu ve grafit ile de kaplamalar yapılmıştır. Tek başına bakır tozu ile yapılan kaplamalarda kumaşlarda elektriksel iletken özelliği ölçülememiştir. Grafit ile yapılan kaplamalarda düşük konsantrasyonda elektriksel iletkenlik tespit edilememiştir ancak yüksek konsantrasyonda pamuklu kumaşların elektriksel iletkenlik gösterdiği belirlenmiştir. En iyi elektriksel iletkenlik özelliği gösteren kumaşlar ise; bakır tozu ve grafit karışımı ile kaplanan pamuklu kumaşlardır.

2. KAPLAMA APLİKASYONU

2.1 Kaplama Yöntemi

Viskozitesi yüksek terbiye flottelerinin kumaşın bir yüzüne doğrudan sürüldüğü ve bu sayede yüksek miktarda terbiye maddesinin mamul yüzeyine aktarılabildiği ve mamulün yüzeyinin örtüldüğü bu işlem kaplama olarak adlandırılmaktadır (Tarakçıoğlu 1979).

Giyinme ve dış ortam etkilerinden korunmak oldukça önemlidir. Ancak artan taleplere göre tekstil ürünlerinde farklı performans özellikleri istenmektedir. Teknik tekstiller, kimyasallara, hava şartlarına, mikroorganizmalara dayanıklıdır. Ayrıca üstün performans ve fonksiyonel özelliklere sahip, katma değeri yüksek pahalı bir ürün grubudur. Laminasyon ve kaplama, teknik tekstil üretiminde kullanılan kumaşlara fonksiyonel özellik kazandırmayı amaçlayan özel tekniklerdir. Dış etkenlerden korunmak amacıyla üretilen kaplanmış ve lamine edilmiş kumaşların ziraat tekstillerinden medikal tekstillere, inşaat alanından koruyucu giysilere kadar geniş bir kullanım alanı vardır (Bulut ve Sülar 2015). Antistatik, lekeye dayanıklı, iletken ve ultraviyole (UV) koruma özelliğine sahip fonksiyonel tekstiller gibi yüksek değerli ürünler için önemli bir talep vardır.

Kaplama ve laminasyon yapılmış tekstil yüzeyleri dokuma, örme veya nonwoven kumaş olan bir tekstil materyaliyle doğal veya sentetik polimer maddelerin ince, esnek filminden oluşmaktadır. Kaplama kumaşlar çoğunlukla, polimerin viskoz bir sıvı olarak doğrudan üzerine aplike edildiği bir tekstil materyalinden meydana gelmektedir. Kaplama maddeleri, kimyasal içeriklerine göre kaplama tozları, kaplama patları ve polimer dispersiyonları olarak gruplandırılabilir.

Kaplama tozları; poliolefinler (özellikle polietilen), poliamid 6, poliamid 6.6, kopoliamid, poliester, poliüretan, polivinilklorür v.b. esaslı olabilmektedir. Belirtilen kimyasal maddeler kaplama patlarının esasını oluşturmaktadır. Kaplama patları ayrıca dispergatörler (yüzeyaktif maddeler (birçok durumda alkilfenoletoksilatlar),

solubilizasyon maddeleri (glükoller, N-metilpirolidon, hidrokarbonlar) gibi katkı maddelerini de içermektedir), köpük oluşturuçu maddeler (madeni yağlar, yağ asitleri, yağ asidi amonyum tuzları), yumuşatıcılar (özellikle ftalatlar, sülfonamidler) kıvamlaştırıcılar (poliakrilatlar) ve amonyak içermektedir.

Polimer dispersiyonları (sulu formülasyonlar); yaklaşık % 50 su içermektedir ve poli(met)akrilat (bütil, etil, metil, vs.) poliakrilik asit poliakrilnitril poliakrilamid 1,3-polibütadien polistiren poliüretan polivinilklorür polivinilasetat ve yukarıda bahsedilen polimerlerin kopolimerleri bu dispersiyonların esasını oluşturmaktadır (Schönberger 2002).

İyi bir kaplama işleminin yapılabilmesi için kaplanacak kumaşın bazı özelliklere sahip olması gerekmektedir.

Kaplanacak kumaşların;

- Temiz, düzgün, pürüzsüz yüzey ve sık bir yapıya sahip olması,
- Dayanıklı bir kumaş olması,
- Boyutsal stabiliteye sahip olması
- Asit ve kimyasallara karşı dayanım göstermesi
- Adhezyon ve düşük maliyetli olması gerekmektedir (Bulut ve Sülar 2015).

2.2 Kaplama Teknikleri

Özellikle su geçirmezlik bitim işleminde, suni deri üretiminde uygulanan kaplama yönteminde sürmenin düzgün olması, sürülen tabakanın kalınlığı rakle (bıçak) ile ayarlanmaktadır. Raklenin bulunuş şekline göre havada rakle, lastik bandlı rakle ve silindirde rakle ve kombine rakle olmak üzere dört farklı şekilde kaplama yapılabilmektedir.

Havada rakle

Raklenin altından geçen kumaş hiçbir yere dayanmadığı için havada rakle ile kalın ve çok düzgün kaplamalar elde edilemez. Gözenekli kaplamaların eldesinde kullanım bulmaktadır. Kaplama patının viskozitesi, reolojisi, kumaşın gerginliği, raklenin faz kalınlığı ve açısı kaplamanın kalınlığını belirlemektedir.

Lastikli rakle

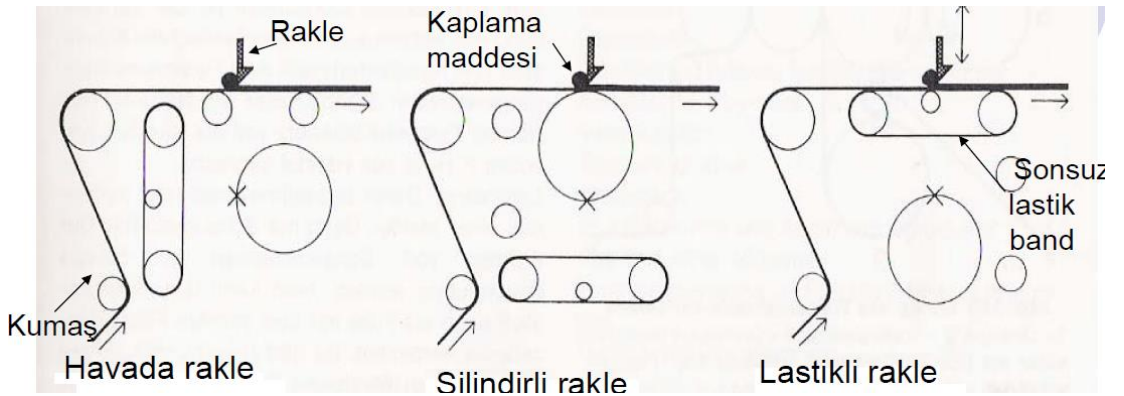
Yaygın kullanım bulan bu tip raklenin altından geçen kumaş sonsuz bir band üzerinde hareket etmektedir. Lastik band kumaşa destek olurken aynı zamanda esneklik sağladığından raklenin altında bulunan düzensüzlüğe sebep olabilecek pütürlerin fazla soruna neden olmadan (rakle çizgisi oluşmadan) geçmesini mümkün kılmaktadır. Kaplamanın kalınlığı; raklenin faz kalınlığı ve rakle ile kumaş arasındaki mesafe ile değişmektedir.

Silindirde rakle

Kumaş bir lastik veya çelik silindir üzerinde bulunmaktadır. Kaplama tabakasını kalınlığı hassas şekilde ayarlanabilmekte ancak raklenin altındaki düzensüzlüğe sebep olabilecek pütürler rakle çizgisi oluşumuna neden olabilmektedir.

Kombine rakle

İsteğe bağlı olarak havada, lastikli veya silindirde rakle olarak kullanılabilen kombine rakleler mevcuttur (Tarakçıoğlu 1979).



Şekil 2.1: Rakle ile yapılan kaplama yöntemleri

Kaplama kumaşların eldesinde rakleli sistemler dışında eriyik aktarma, kaşeleme gibi farklı yöntemler de uygulanabilmektedir. Uğur ve Sarıışık (2016) tarafından yapılan çalışmada, tekstil materyallerinde emdirme metoduna göre çok tabakalı kaplama yönteminin kullanılabilirliği araştırılmış bu metodun bitim işlemleri için kullanılabilir alternatif yöntem olduğu ve ayrıca klasik daldırma yöntemine göre de süre, materyal boyutu ve kaplama etkinliği faktörleri açısından daha iyi sonuçlar verdiği bulunmuştur.

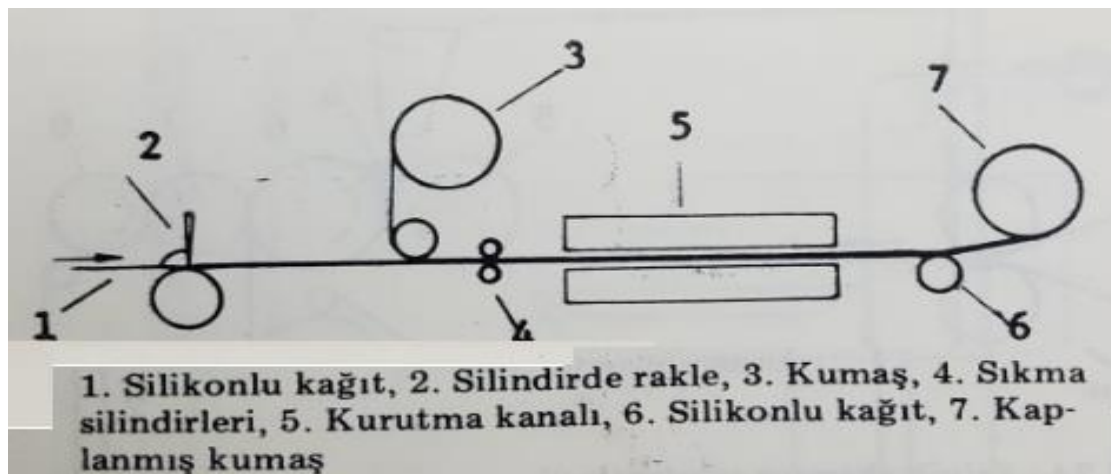
Tablo 2.1: Kaplamada kullanılan mevcut teknikler (Bulut ve Sular 2015)

Kaplama maddesinin sıvı olduğu kaplama metotları kaplama metotları	Kaplama maddesinin önceden dozajlandığı metotlar	Silindir kaplama	Kaplama patı yüzeye sabit bir rakle ile doğrudan düzgünce aktarılır.
		Tel sarılı rulo ile kaplama	Viskozitesi ve gramajı düşük kaplamalar için tercih edilir.
		Silindir kaplama	Viskozitesi düşük kaplamalarda kullanılır.
		Döner şablon ile kaplama	
		Püskürtme ile kaplama	Kaplama maddesi kumaşa püskürtme ile jetler tarafından aktarılır. Viskozitesi düşük ve su bazlı çok ince kaplamalar için idealdir.
Kaplama maddesinin katı olduğu kaplama metotları	Sıcak eriyik ile kaplama	Ekstrüzyon ile kaplama	Polimer, ekstrüder yardımı ile kaplama için uygun sıcaklıkta eriyik hale getirilir. Silindirler arasındaki kumaş ile birbirine yapışarak soğutma silindiri ile sabitlenir.
		Pudralı kaplama	Kumaş üzerine serpilmiş toz haldeki polimer, radyasyon ısıtıcılı sistemle eritilir. Polietilen, Nylon, EVA gibi kaplama maddeleri kullanılır

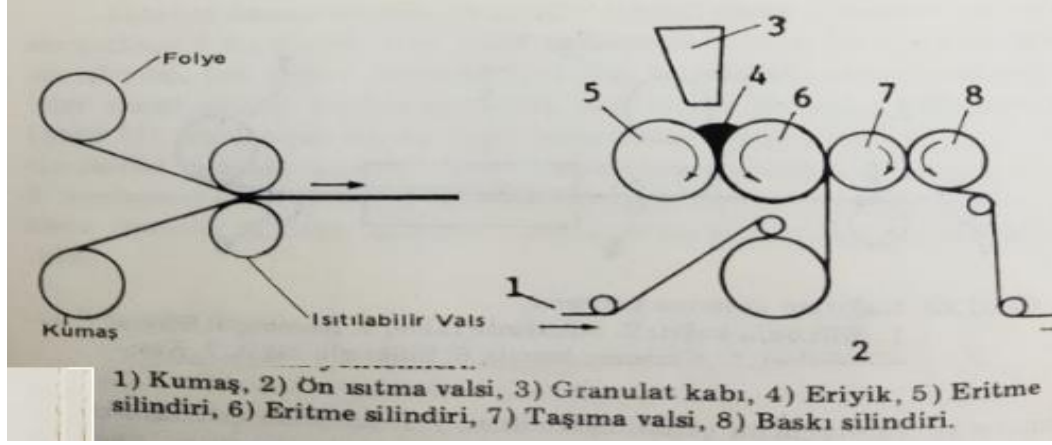
Tablo 2.1: (devam)

Kaplama maddesinin katı olduğu kaplama metotları	Kalandır ile kaplama	Isıtılmış silindirler arasından geçerek akışkan hale gelen katı haldeki kaplama maddesi dönen silindirler ile tekstil yüzeyine aktarılır
	Transfer kaplama	Önceden hazırlanmış kaplama tabakası ısıyla ya da yapıştırıcıyla kumaşa aktarılır. Nonwoven, örme ve elastan içeren hassas kumaşlarda kullanılır.
Modern kaplama yöntemleri	Sol-jel ile kaplama	Çözelti formu esasına dayanır
	Plazma ile kaplama	Plazma ile su absorpsiyonu, ıslanma, adhezyon, boyanabilme, su, yağ ve kir iticilik ve kimyasallara dayanım gibi özellikler değiştirilebilmektedir.

Şekil 2.2’de kâğıttan aktarma yöntemi yer almaktadır. Bu yöntem yüzeyi düzensüz olan kumaşların ve trikotajların kaplanmasına uygun bir yöntemdir. Kaplama bulunan taşıyıcı, tekstil ürünü ile bir araya getirilmekte ve sıkma silindirleri ile kurutmadan geçirilmektedir. Kaplamanın tekstil ürününe adhezyonu fazla olduğundan kaplama taşıyıcıdan ayrılarak tekstil ürününe yapışmaktadır.



Şekil 2.2: Kağıttan aktarma yöntemi



Şekil 2.3: Eriyik aktarma yöntemleri

Sol-jel yöntemi, tekstil materyallerinin modifiye edilmesinde önemli bir yöntemdir. Yöntemin esası; tetraetoksisilan (TEOS) veya glisidiloksipropiltrimetoksisilan (GPTMS) gibi metal veya yarı metal alkoksitlerin hidroliz ve kondenzasyonuna dayanmaktadır. Sol-jel yöntemi, tekstil materyallerinin modifiye edilmesinde önemli bir yöntemdir. Yöntemin esası; TEOS veya GPTMS gibi metal veya yarı metal alkoksitlerin hidroliz ve kondenzasyonuna dayanmaktadır.

Şahin (2005) yüksek lisans tez çalışmasında, kumaş kaplama tekniklerinden bıçak kaplama yöntemiyle farklı kumaşlara (mikro PES, PA, PES, PES/PA) poliüretan kaplama uygulamıştır. Kaplama uygulanan kumaşların su geçirmezlik ve mukavemet performans özelliklerini incelemiştir.

Yesilalan ve diğ. (2010) tarafından yapılan çalışmada silindir üstü bıçak kaplama uygulamaları için kaplama malzemesinin penetrasyon derinliği ile alakalı olarak deneysel ve teorik bir yaklaşımdan söz edilmiştir. Silindir üstü bıçak kaplama için, pat penetrasyonunu ayarlayabilen bir model oluşturulabilmiştir.

Gencer (2015) endüstriyel alanda kullanılan polivinilklorür ve poliüretan ile kaplanmış kumaşların performans özelliklerini incelemiş ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Kadem ve Tölek (2016) kaplamalı denim kumaşların performans özelliklerini incelemiştir. Kaplama yöntemi olarak tek yüze bıçakla kaplama metodu uygulanmıştır. Kumaşlara kalınlık, kopma mukavemeti, hava geçirgenliği, su buharı direnci, boncuklanma, yumuşaklık testleri uygulanmıştır. Tek yüze yapılan kaplama işleminin

denim kumaşların performans 6zelliklerine dikkate değer olumsuz bir etkisi tespit edilmemiştir.

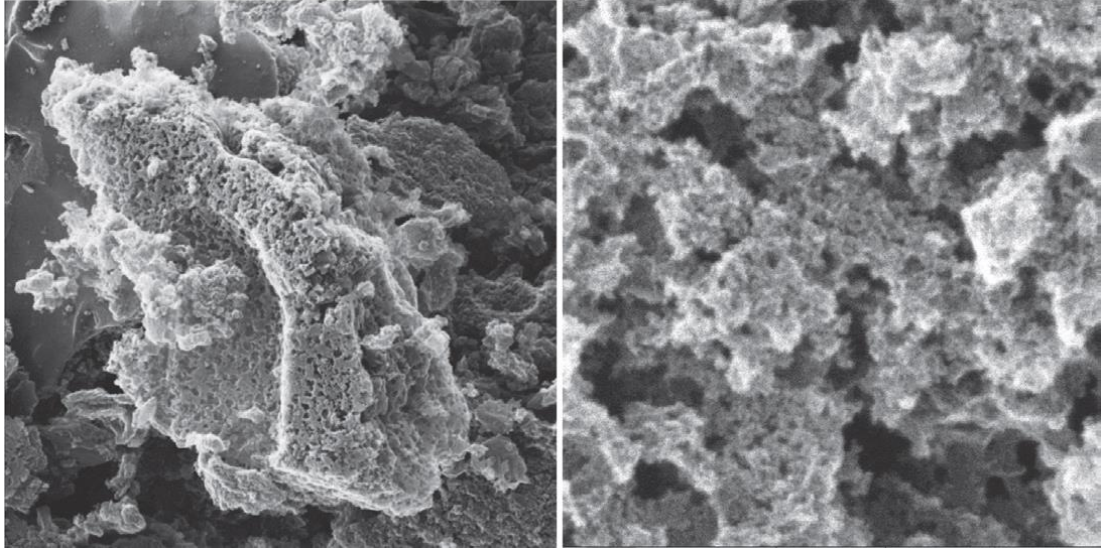
3. AKTİF KARBON İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

3.1 Aktif Karbon

Aktif karbonun kökeni Eski Mısır'a (M.Ö 1500) dayanmaktadır. Mısırlılar aktif karbonu hem adsorban özelliğinden yararlanarak su arıtmada hem de tıbbi amaçlar için kullanmıştır. Aktif karbonun potansiyel kullanımı aslında I. Dünya Savaşı sırasında başlamıştır. Aktif karbon toksik gazlara karşı gaz maskesinde kullanılmıştır. 20. yüzyılın başlarında, Almanya'da özellikle şeker rafineri endüstrisi için ilk aktif karbon üretim tesisi devreye alınmıştır. Aktif karbon; otomobil egzozunun renk giderilmesinde, buzdolabı ve koku giderici olarak da kullanılan gıda ve farmasötik ürünlerde ve nükleer santraller gibi gelişmiş uygulamalarda bir hava temizleyici olarak kullanılmaktadır (Tadda 2016).

Aktif karbonlar, geniş yüzey alanları, mikropor yapıları, geniş adsorpsiyon etkileri ve kapasiteleri ve yüksek dereceli yüzey reaktiviteleri gibi özelliklere sahip olan önemli adsorbanlardır (Özdemir 2011). Rasgele çapraz bağlarla birleştirilen karbon atomlarının aromatik konfigürasyonlarından oluşmaktadır. Aktif karbon, başka bir karbon grafit formundan farklıdır. Aktif karbon, düzensiz bir şekilde düzensiz olarak istiflenmiş yaprak veya atom gruplarına sahiptir (Koehlert 2017).

Aktif karbon; kömür, hindistancevizi, fındıkkabuğu, ağaç ve linyit gibi kaynaklardan üretilmektedir. Aktif karbonlar, gıda endüstrisinde ve kimya sanayinde yaygın olarak saflaştırma, renk giderme, koku giderme, klor giderme, içme sularındaki toksikliği giderme, solvent kazanımı, hava saflaştırma, gaz tutma ve temizleme uygulamalarında kullanım bulmaktadır (Özdemir 2011).



Şekil 3.1: Linyit bazlı aktif karbonun gözenek yapısı (Koehlert 2017)

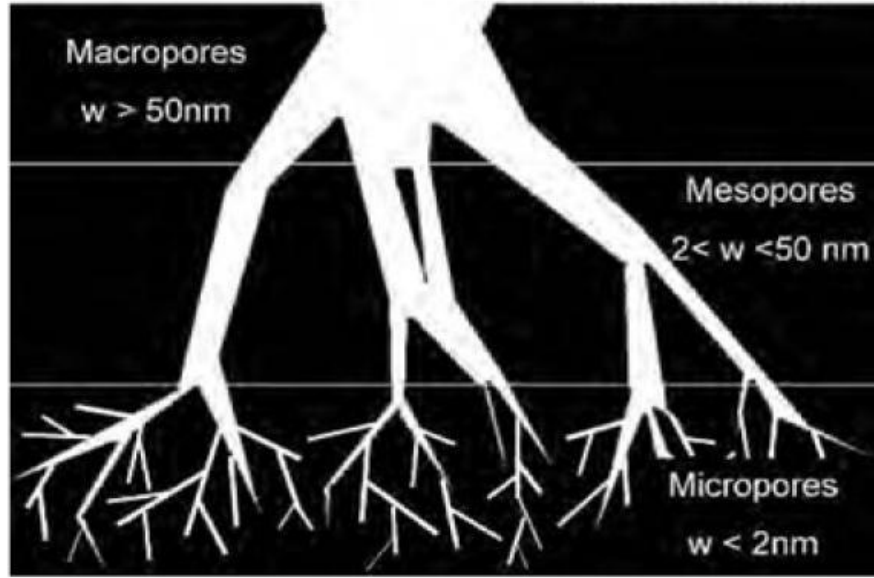
Hammaddeler boyut, form ve diğer özellikleri kontrol etmek için ön işleme adımlarından geçebilir. Bunlar ezilebilir, öğütülebilir, briketlenebilir veya bağlayıcılarla karıştırılabilir ve aktivasyondan önce ekstrüde edilebilir (Koehlert 2017).

Aktif kömür, karbon atomları arasında milyonlarca küçük gözenek açmak için oksijenle muamele edilmiş kömürdür (URL_1). Bir pound (450 g) aktif karbon yaklaşık 100 dönümlük bir yüzey alanı içermektedir. Karbon filtrelerle çıkarılabilen tipik parçacık boyutları 0,5 ila 50 μm arasındadır (URL_5). Kömür filtreleri, klima ünitelerinde ve egzoz fanlarında istenmeyen kokuların (duman, duman ve hayvan kokusu) havasını almak için kullanılmaktadır. Bağlama alanlarının tümü dolduğunda, aktif bir kömür filtresi çalışmayı durdurmaktadır. Bu noktada filtrenin değiştirilmesi gerekmektedir (URL_6).

Organik esaslı aktif karbon; % 87-97 oranlarında karbon içermektedir. Aktif karbonlarda mikropor, mezopor ve makropor olmak üzere üç tür gözenek yapısı mevcuttur. Mikroporlar çapları 2 nm'den düşük olan kanallar ve gözenekler olup aktif karbonun yüzey alanının geniş kısmını oluşturmaktadır. Çapları 2-50 nm arasında olan kanallar ve gözenekler mezopor olarak adlandırılmaktadır. Çapları 50 nm den büyük olan gözenekler ise makroporlardır (Özdemir 2011).

Adsorban olarak performansını etkileyen granül karbonların özellikleri arasında partikül boyutu, yüzey alanı, sertlik, görünür yoğunluk, gözenek hacmi, vb. bulunmaktadır. Granül karbonlar, taşıma etkisine dayanacak kadar güçlü olmalıdır.

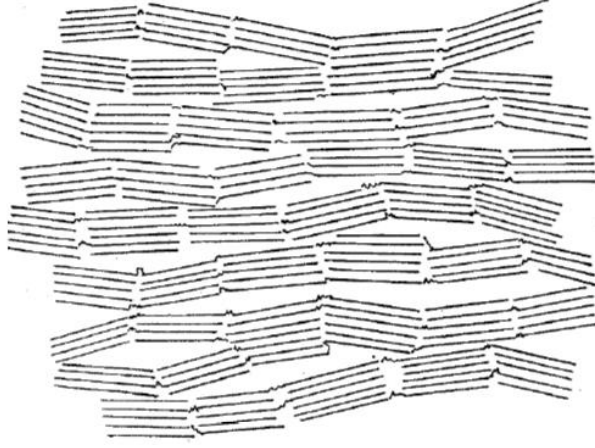
Aşınmaya karşı direnç, aşınmaya maruz bırakılmadan önce ve sonra bir karbonun elek analizi karşılaştırılarak ölçülmektedir (URL_11).



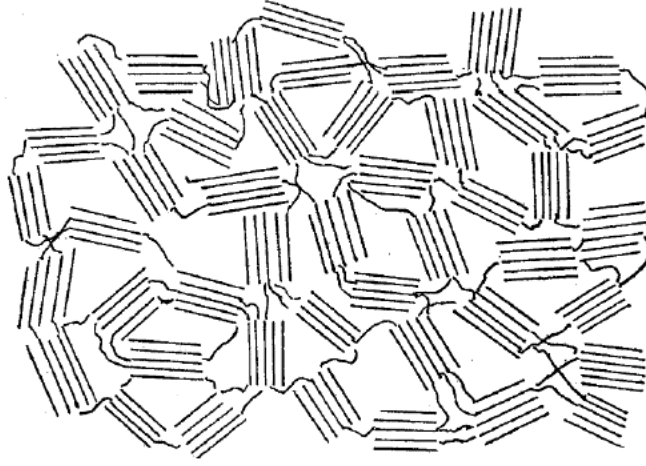
Şekil 3.2: Aktif karbon üzerindeki gözenek yapısının grafik gösterimi (Bubanele 2017)

Brunauer – Emmett – Teller (BET) metoduyla azot gazı adsorpsiyonu tekniğine göre aktif karbonlarda yüzey alanı ve gözeneklilik hacmi, gözenek boyut dağılımı belirlenebilmektedir.

Karbonizasyon sırasında aktif karbonun mikrokristalin yapısı gelişmektedir. Aktif karbon yapısı, ara katman aralığına göre grafitten farklıdır. Grafit katmanları arası aralık 0,335 nm iken aktif karbondaki 0,34 ila 0,35 nm'dir. Aktif karbonlar, grafitleme yeteneğine bağlı olarak iki tipte sınıflandırılmaktadır, bunlar grafitize ve grafitsiz karbonlardır (Bubanale 2017).

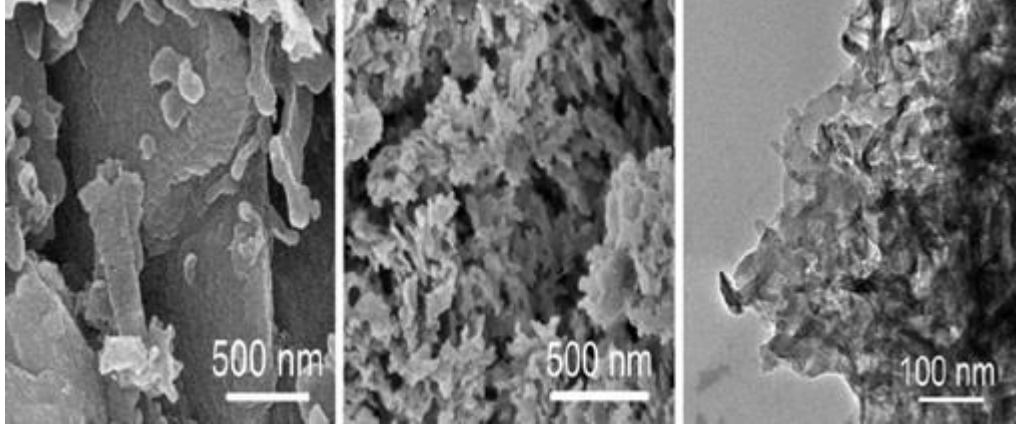


Şekil 3.3: Grafitleştirilmiş karbon

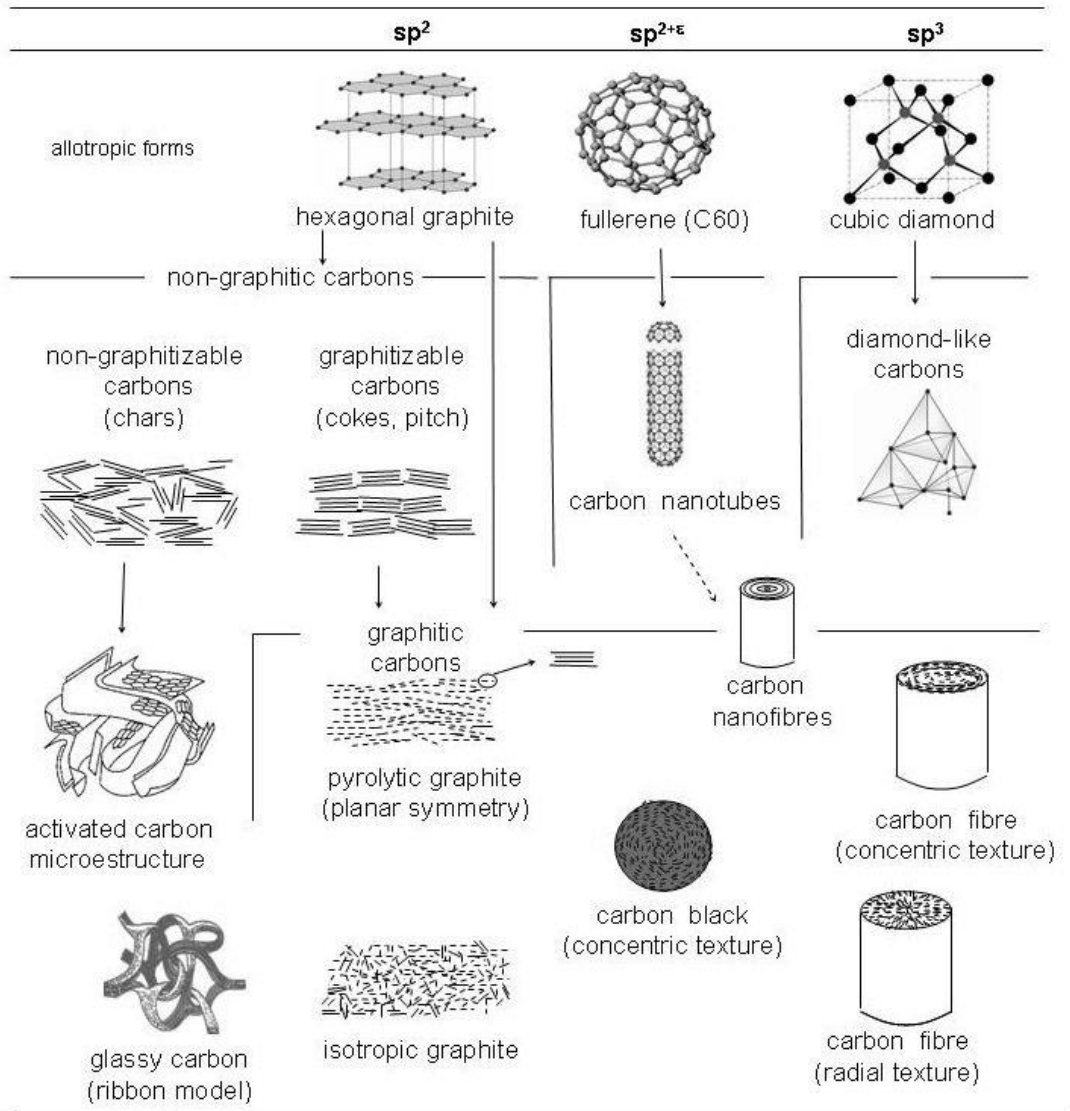


Şekil 3.4: Grafitleştirilmemiş karbon

Aktif karbonun adsorpsiyon kapasitesi gözenekli yapısı ile belirlenmektedir ancak nispeten az miktarda kimyasal olarak bağlı heteroatomdan (esas olarak oksijen ve hidrojen) güçlü bir şekilde etkilenmektedir. Karbon iskeletinde elektron bulutlarının düzenlenmesindeki değişim, esas olarak polar bileşikler için aktif karbonların adsorpsiyon özelliklerini etkileyen eşleştirilmemiş elektronların ve tamamen doymamış değerliklerin oluşması ile sonuçlanmaktadır (Bubanale 2017).



Şekil 3.5: Aktif karbonun taramalı elektron mikroyapısı (Tadda 2016)



Şekil 3.6: Başlıca allotropik karbon formları ve bu formlardan türetilen bazı karbon yapılarının şematik gösterimi (Díaz ve Gullón 2006)

3.2 Aktif Karbonun Sınıflandırılması

Spesifik uygulamalardaki gereksinimler doğrultusunda toz, granül, pelet veya lif şeklinde aktif karbonlar üretilmektedir. Toz aktif karbon 100 µm'den daha küçük tane boyutuna sahip aktif karbondur. Bu tip aktif karbon geniş yüzey alanı ve küçük difüzyon mesafesine sahip olup adsorpsiyon hızları yüksektir (Dermanlı 2006).

Toz aktif karbonlar esas olarak sıvı faz uygulamalarında ve baca gazı arıtımında kullanılır (URL_11). Granüler aktif karbon, toz aktif karbona kıyasla daha büyük tanecik boyutu ve daha küçük dış yüzey alanına sahiptir. (Dermanlı 2006). 0,2 ila 5 mm arasında değişen boyutlarda düzensiz şekilli parçacıklardır.

Granüler aktif karbon hem sıvı hem de gaz fazı uygulamalarında kullanılmaktadır (URL_11). Pelet aktif karbon basınçla sıkıştırılmıştır ve 0.8-5 mm çapında silindirik bir yapıya sahiptir. Düşük basınç sağlamasından, yüksek mekanik dayanıklılık göstermesinden ve düşük toz içeriğinden dolayı gaz fazı uygulamalarında tercih edilmektedir (Dermanlı 2006).



Şekil 3.7: Aktif karbon formları (URL_7)

3.3 Aktif Karbonun Kullanım Alanları

Spesifik ihtiyaçlar için üretilen aktif karbon; sıvılarda renk, kalite ve özellik değişikliğine yol açabilen istenmeyen bileşikler uzaklaştırmak için kullanılmaktadır. Baca gazlarının arıtımında kullanılan aktif karbon, dioksinleri ve ağır metalleri arıtabilmektedir, baca gazından geçerken bu bileşikler aktif karbon tarafından tutulmaktadır (Özdemir 2011). Aktif karbonların en yaygın kullanımı adsorpsiyon süreçleridir. Adsorban gaz veya sıvı fazlardaki sistemlerden uzaklaştırılması istenen maddeleri yakalamasına izin veren gerekli fizikokimyasal özellikleri sunmaktadır. Antropojenik aktiviteler nedeniyle, su kaynakları doğadaki farklı maddelerle

kontamine olmaktadır (Bernal 2018). Aktif karbonlarda büyük gözenek çapına sahip olan moleküller adsorpsiyonun artmasını sağlamaktadır. Bu yapıdaki aktif karbonlar çözeltilerde kirliliği oluşturan renk, koku, tat gibi etkilerin uzaklaştırılmasını sağlayabilmektedir. Aktif karbonlar sıvı faz uygulamalarında, içme ve yer altı suyu arıtımında kimyasal saflaştırıcı olarak da kullanılmıştır. Renk giderimi için, havuzlarda organik maddelerin uzaklaştırılması için ve yüksek saflıkta su elde edilmesi için de kullanım bulmaktadır (Hussain 2018).

Gaz faz uygulamalarında kullanılan aktif karbonlar, 1000-2000 m²/g yüzey alanına sahip olup sıvı faz uygulamalarında kullanılan aktif karbonlardan daha dayanıklıdır. Ayrıca, tarımsal atıkların biyokütlesinden üretilen aktif karbon, endüstriyel gaz emisyonlarının işlenmesi gibi hava kirleticilerinin adsorpsiyonunda ve kontrolünde de yararlı olabilmektedir (Tadda 2016). Aktif karbonlar, başlangıç materyalinin ve üretim yöntemlerinin farklı olmasından dolayı farklı özellikler göstermektedir. Örneğin; iyot sayıları yüksek karbonlar daha geniş yüzey alanına sahip olma özelliğindedir. nispeten zayıf adsorbe olan organikler için daha uygun olmakta, daha az iyot sayısına sahip olan karbonlar ise, geniş gözeneklerinden dolayı büyük organik moleküllerin tutulmasında daha verimli olmaktadır (URL_7).

Aktif karbonun sahip olduğu yüksek yüzey alanına sahip partiküllerin mevcudiyeti ve adsorptif kabiliyeti, onu birçok endüstride önemli bir bileşen haline getirmektedir. Petrol, gübre fabrikaları, nükleer, eczacılık, kozmetik, tekstil, otomobil ve vakum imalatında aktif karbon kullanılmaktadır (Tadda 2016).

Aktif karbonla çözücünün geri kazanıldığı sistemler hızlı ve etkili çalışabilmektedir (Özdemir 2009). Çözücünün % 85-95 oranında geri kazanımı sağlanmaktadır. Fermentasyon işlemlerinde de aktif karbon kullanılmaktadır. Aktif karbon mikroorganizmalar için zehirli olan maddeleri adsorplayarak fermentasyonu hızlandırmaktadır (Orbak 2002). Aktif karbon, sigara ağızlıklarında filtre olarak, kötü kokuyu absorblamada ve duman içinde bulunan bazı zararlı maddelerin uzaklaştırılmasında da etki göstermektedir (Akyıldız 2007). Evsel ve endüstriyel atıkların imhasındaki baca gazı filtreleri, endüstriyel işlemlerden kaynaklanan gazların uzaklaştırılmasında, buzdolabı filtreleri gibi alanlarda aktif karbon kullanımının yaygın olduğu alanlardır (Orbak 2002).

Doğal gaz, aktif karbon adsorpsiyonu ile uzaklaştırılabilen % 3 propan ve % 4-5 yüksek hidrokarbonları içermektedir (Özdemir 2009). Propanın % 35'i, pentanın % 98-99'u ve yüksek hidrokarbonlar aktif karbon tarafından absorbe edilebilmektedir (Akyıldız 2007, Bansal ve diğ. 1988).

Ön arıtma, birincil ve ikincil arıtma aşamalarından geçmiş, yine de istenilen özelliklere sahip olmayan suların arıtımında tersiyer arıtma ünitelerine gerek duyulmaktadır. Bu aşamada karbon adsorpsi

yonu, iyon değişimi, azot, fosfat giderilmesi, dezenfeksiyon işlemleri ve membran prosesleri kullanılmaktadır (Orbak 2002).

Su ve atık suda erimiş halde bulunan ve biyolojik çürüme olasılığı az olan çeşitli kokulu, doğal veya yapay organik hidrokarbonlu maddeler, adsorban ve adsorplanan arasındaki elektrostatik ve yüzey aktif güçlerin yardımı ile adsorban ara yüzeyinde birikmektedir (Orbak 2002). Aktif karbon toz veya granül halinde, kesikli veya sürekli sistemlerde yüksek arıtma performansı sağlamaktadır (Akyıldız 2007).

Aktif karbon fiber (ACF) filtreler, geniş yüzey alanı, yüksek adsorpsiyon kapasitesi ve oranı ve spesifik yüzey reaktivitesi nedeniyle hava temizleme, nem alma ve su temizleme gibi geniş bir uygulama alanına sahiptir. Bununla birlikte bakteri ve mantar gibi havadaki mikroorganizmalar karbon materyale yapıştığında, ACF filtreleri bir mikrobiyal kontaminasyon kaynağı haline gelebilmekte ve bunların filtre etkinliğini azaltabilmektedir (URL_13).

3.3.1 Aktif Karbonun Literatürde Yer Alan Üretim Yöntemleri

Karacan ve Karacan (2014) tarafından, potasyum hidroksit (KOH) ve çinko klorür ($ZnCl_2$) aktivasyon reaktifi olarak kullanılmış olup Çanakkale-Çan linyitinden aktif karbon üretilmiştir. Hazırlanmış olan aktif karbonların reaktif türünün ve verim ve gözenek gelişimi üzerine karbonizasyon sıcaklığının etkisi gözlemlenmiştir. Yapılan tüm işlemler karbonizasyon sıcaklığının artmasıyla verimin düştüğünü yüzey alanı ve gözenekliliğinin arttığını göstermiştir. Çalışmanın sonucunda yüksek yüzey alanı ve gözenekliliğe sahip aktif karbon üretimi için tek başına ısıl işlemin yeterli olmadığı görülmüştür.

Akyıldız (2007) Edremit Bölgesinden temin edilen pirina zeytin bitkisi numunesinin aktif karbon üretiminde hammadde olarak kullanılabilme özelliğini araştırmıştır. Fosforik asit aktive edici madde olarak kullanılmıştır. Azot gazı ortamında H_3PO_4 ile kimyasal aktivasyon uygulanması sonucunda elde edilebilecek en uygun aktif karbon üretim koşulları ve aktif karbon özelliklerini incelenen parametrelerin ne şekilde etkilendiği açıklanmıştır.

Dermanlı (2006) ceviz, antep fıstığı ve fındık kabuğu gibi gıda fabrikasyon atığı olarak değerlendirilen bitkilerden, H_3PO_4 ile kül fırınında, hava atmosferi ortamında, farklı aktivasyon koşullarında ve sıcaklıklarında elde edilen aktif karbonların, adsorpsiyon özelliklerini ve ham soya yağının ağartılma prosesindeki etkinliklerini araştırmıştır. Ham soya yağının ağartılmasında ise en yüksek performansı ceviz kabuğundan $5000\text{ }^{\circ}C$ 'de 2 saat aktivasyon ile elde edilen aktif karbon göstermiştir.

Hussain (2018) Isparta yöresi Sarıçam kabuğundan aktivasyon reaktifi olarak amonyum klorür (NH_4Cl), kalay klorür ($SnCl_2$) ve çinko klorür ($ZnCl_2$) kullanarak aktif karbon üretmiştir. Hazırlanan aktif karbonlarda karbonizasyon sıcaklığının ve reaktif türünün, verim ve gözenek gelişimi üzerine etkisi incelenmiştir.

Sayın ve diğ. (2016) fındıkkabuğundan aktif karbon üretimi için kimyasal aktivasyon yöntemini seçmişlerdir. Uygulamada potasyum karbonat (K_2CO_3) ve $K_2CO_3 +$ borik asit kimyasalları ile fındıkkabuğu işleme tabi tutulmuş aktivasyon sağlanmıştır. Fındık kabuğunun düşük nem ve kül içeriğiyle birlikte yüksek yüzey alanı ve sertlik oranına sahip olması sebebiyle aktif karbon üretiminde potansiyel bir hammadde olduğu belirtilmiştir.

Orbak (2002) tunçbilek linyitinden aktif karbon üretimini sağlamıştır. Aktif karbon üretimi karbonizasyon ve aktivasyon kademeleri olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Karbonizasyon prosesinde; sıcaklık ve farklı gaz ortamlarının etkisinin incelenmesi için; inert ortam olarak azot gazı veya karbondioksit (CO_2) kullanılmıştır.

3.4 Aktif Karbonla İlgili Yapılan Çalışmalar

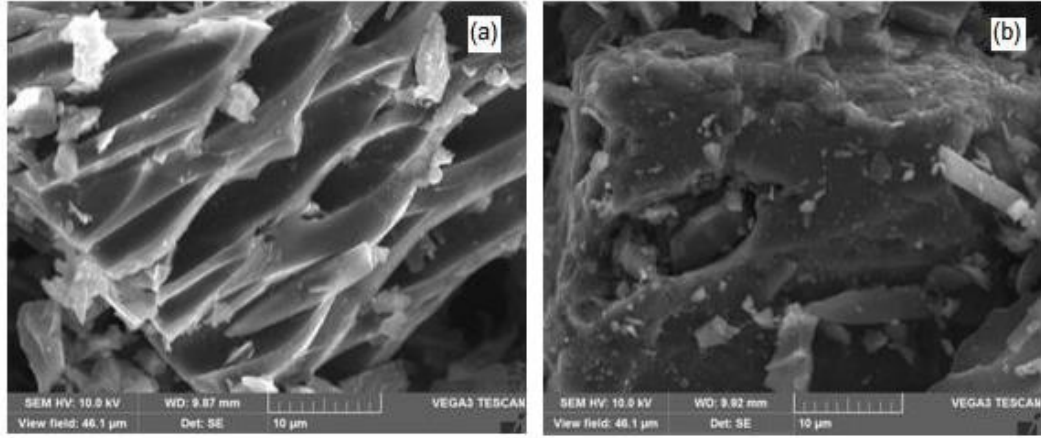
Aktif karbon veya aktif kömür; kömürden elde edilen karbon içeren malzemeler için genel bir terimdir. Aktif karbon, son derece yüksek yüzey alanına ve yüksek derecede mikro poroziteye sahiptir. Gözeneklilik o kadar yüksektir ki, sadece bir gramı yaklaşık 500 m² yüzey alanına sahiptir. Aktif karbon; koku ve koku gidermede, su arıtımında, hava emisyonu temizleme sistemlerinde, çözücülerin geri kazanımında ve renk gidermede kullanılabilir. Rengin giderilmesinde adsorban maddeler olarak aktif karbon, zeolit, bentonit, odun kömürü kullanılabilir (Zıba ve diğ 2016).

Vijaya ve diğ. (1998) yer fıstığı kabuğundan hazırlanan aktif karbon kullanılarak fenolün atık sudan uzaklaştırılmasını araştırmışlardır. Fenol adsorpsiyonunun pH 5.0'da en etkili olduğu bulunmuştur.

Czaplicki (2016) adsorptif materyal üretimi için yeni bir yöntem ve ekipman önermiştir. Aktif karbon, elyafın yüzeyine kısmen eritilerek filtre malzemesi ile kalıcı olarak birleştirilmiştir. Testlerin sonuçları, bu malzemelerin kullanıcıyı zararlı hava kaynaklı kirliliklere karşı korumak için solunum koruyucu malzeme olarak iyi son kullanım özellikleri ile karakterize edildiğini göstermiştir. Geliştirilen kompozit adsorban filtre malzemesinin; klima, havalandırma, hastane ekipmanı, solunum koruyucu ekipman vb. dahil olmak üzere birçok alanda kullanılabileceği belirtilmiştir.

Önal ve Tantekin (2018) tarafından yapılan çalışmada Malatya tekstil işletmelerinde kullanılan 23 farklı boya adsorplanan madde; aktif karbon (Dew11Zn5), ham kil ve zeolit ise adsorban madde olarak kullanılmıştır.

Mourid ve diğ. (2017) tekstil atık sularından acid green 1 boyarmaddesinin uzaklaştırmak için aktif karbonu adsorban olarak kullanmışlardır.



Şekil 3.8: Aktif karbonun adsorpsiyon önceki SEM görüntüsü (a) Aktif karbonun adsorpsiyon sonrası SEM görüntüsü (b) (Mourid 2017).

Jost ve diğ. (2011) tarafından dokuma pamuk ve poliester kumaşlara emdirilmiş gözenekli karbon malzemelerin elektrokimyasal davranışı baskı tekniği kullanılarak incelenmiştir. Kumaşların gözenekli yapısı, elektrotlar arasında iyon transferi için gözenekli filmlere ihtiyaç duyan süperkapasitör uygulamaları için ilgi çekmektedir. Sodyum sülfat ve lityum sülfat dahil toksik olmayan sulu elektrolitler kullanarak karbon malzemelerin kapasitif davranışları incelenmiştir. Aktif karbon ile kaplanmış elektrotlar yüksek bir alansal kapasite oluşturmuştur.

Wan ve diğ. (2018) kahve artıklarından aktive edilmiş karbonu, poliester (PET) dokulu polietilen tereftalat eğirme çözeltisine eklemiştir. Kahve karbonlu PET elyafın yatak kumaşlarında antibakteriyel aktivite için umut verici bir teknoloji olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yüksek antibakteriyel oranı (% 93.1) elde edilmiştir. Yüksek spesifik yüzey alanına sahip mikro gözenekli aktif karbonun su transferini ve nem penetrasyonunu sağladığı belirtilmiştir.

Salehi ve diğ. (2018) yaptığı çalışmada H_3PO_4 ile işleminden geçirilmiş pamuklu kumaş kullanılarak ACF hazırlanmıştır. Aktif karbonlu kumaşlar; SEM, EDX ile karakterize edilmiştir.

Splendore ve diğ. (2010) tarafından yapılan çalışmada aktif karbon parçacıkları içeren poliester (PES) kumaşın termo-fizyolojik konforu incelenmiştir. İncelenen her iki kumaş da spor amaçlı kullanıma yöneliktir ve iki katmandan yapılmıştır. Bir

kumaşın arka tarafı, PES içinde hapsolmuş aktif karbon parçacıkları içermektedir. Karbon partikülleri nedeniyle ıslanabilirliğin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Karkalic ve diğ. (2016) ince tabakalı kimyasal koruyucu üst çamaşırlarda kullanılan aktif kömür malzemesinin etkinliğini değerlendirmiştir. Çalışma, dinamik koşullar altında benzen etkisine direnç göz önünde bulundurularak en iyi özelliklere sahip koruyucu malzemeler elde etmek ve yeni bir filtrasyon koruma cihazı oluşturmak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Pragadheswari ve Sangeetha (2017) aktif karbon ile pamuk ve bambu kumaşa fonksiyonel özellik kazandırmayı amaçlamıştır. Bunun için aktif karbonu hem direkt olarak binder yardımıyla kumaşa apliance etmişler hem de sodyum alginat kullanarak aktif karbon içeren mikrokapsüller üretmişler ve bu kapsülleri kumaşa aktarmışlardır. Aktif karbonun kumaşlarda antimikrobiyal etki ve koku kontrolü için fonksiyonel bir malzeme olduğu belirtilmiştir. Aktif karbon aktarılan kumaşların, Staphylococcus aureus, Escherichia coli ve Aspergillus niger mikroorganizmalarına karşı etkinliği ve koku önleyici özelliği test edilmiştir. Karbon kaplı kumaşların fonksiyonel özellik gösterdikleri belirlenmiştir.

Eza ve diğ. (2014) tarafından yapılan çalışmada, hindistan cevizi (Co) ve palmye yağı (Op) kabuklarından üretilen aktif karbonun (% 5, 10 ve 15); kaplama ve pigment baskı teknikleri ile poliester ve pamuklu kumaşlara aplikasyonu gerçekleştirilmiştir. Koku önleyici aktif karbonun etkinliğini değerlendirmek için, duyu ve elektronik burun (PEN 3) ile koku testleri yapılmıştır. Testlerden önce, kumaş numuneleri soğan kokusuna maruz bırakılmıştır. Sonuçlar; aktif karbonun kumaşlardaki kokuyu azaltabildiğini ve aktif karbon kaplamalı kumaşların, aktif karbon ile basılmış kumaşlardan daha iyi sonuç verdiğini göstermiştir.

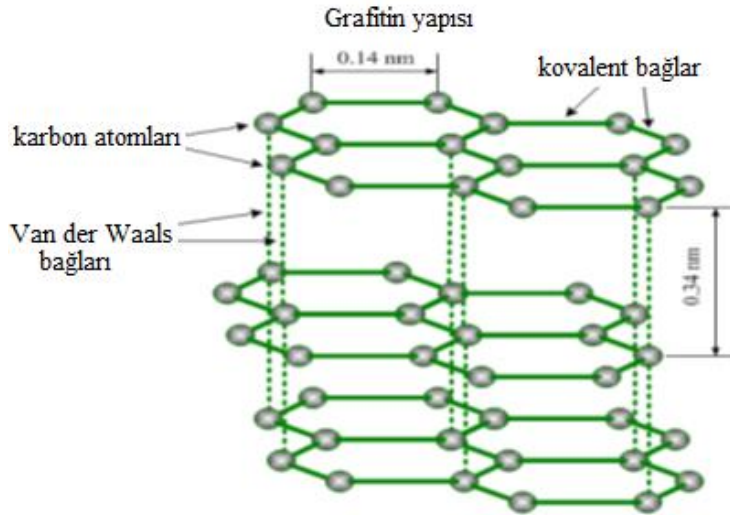
Ucuz ve yenilenebilir bir kaynak olan tarımsal atıklardan da elde edilebilen aktif karbonların sahip olduğu özellikler sayesinde birçok alanda kullanım bulunduğu görülmektedir.

4. GRAFİT HAKKINDA GENEL BİLGİ

4.1 Grafitin Özellikleri

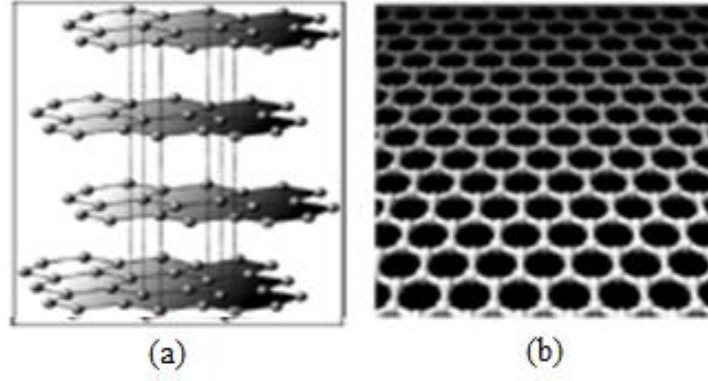
Grafit, Yunanca yazmak anlamına gelmektedir. “Karbon Modifikasyonu” açıklamasıyla Mineralog WERNER tarafından tanıtılmıştır. Yumuşak dokunumludur. İnce levhalar halinde bükülme özelliğine sahiptir. Sertliği 1, yoğunluğu 2g/cm^3 'tür. Siyah ve gri renge sahip olan grafitin, çizgi rengi kül rengindedir. Doğada; kristal, pul ve amorf diye tanımlanan şekilleri mevcuttur ve en iyi formu kristal grafitir (URL_8).

Grafitin kristal yapısı ince paralel plakalar (grafenler) oluşturan altıgen halkalardan oluşmaktadır. Şekil 4.1' de gösterildiği gibi her karbon atomu plakadaki diğer üç atoma kovalent olarak bağlanmaktadır (iki bağ arasındaki açı 120° 'dir) (URL_4).



Şekil 4.1: Grafitin yapısı (URL_4)

Grafit $600-670^\circ\text{C}$ 'de yanmaktadır. Grafitin erime derecesi 3927°C dir. Grafit erime ısısına geldiğinde sıvı haline değil doğrudan gaz haline dönüşmektedir. Normal sıcaklıklarda kararlıdır. Asit, baz ve tuzlara karşı dayanıklıdır ve normal kimyasal reaksiyonlara karşı duyarsızdır (Çuhadaroğlu ve diğ. 2018).



Şekil 4.2: Grafite (a) Grafen (b)

Şekil 4.2’ de grafite ve grafen gösterilmiştir. Grafen karbon bazlı ve bilinen ilk iki boyutlu malzemedir. Grafenlerin bir araya gelmesiyle grafitler elde edilmektedir.

Grafite teknolojinin gelişmesiyle birlikte artarak kullanılan ve günümüz teknolojisinin vazgeçilemeyen bir endüstri hammaddesidir. II. Dünya savaşından önce 200-250 bin ton olan dünya üretimi 800 bin tona ulaşmıştır (URL_9).



Şekil 4.3: Grafite (URL_9)

Grafite, katmanlar içinde iyi bir elektrik ve termal iletken (düzlem içi metalik bağ nedeniyle) ve katmanlara dik zayıf bir elektrik ve termal iletken (katmanlar arasındaki zayıf van der Waals kuvvetleri nedeniyle) olan anizotropiktir. Elektriksel iletkenlik, grafite (düzlem içi kovalent bağdan dolayı) elektrokimyasal elektrotlar ve elektrikli fırçalar olarak kullanılmasına ve katmanlara dik olarak zayıf olmasına sebep olmaktadır. Bu anizotropinin bir sonucu olarak, karbon tabakaları birbirine göre oldukça kolay kayabilmekte, bu da grafite iyi bir yağlayıcı ve kalem malzemesi yapmaktadır (Chung 2002).

4.2 Grafitin Sınıflandırılması

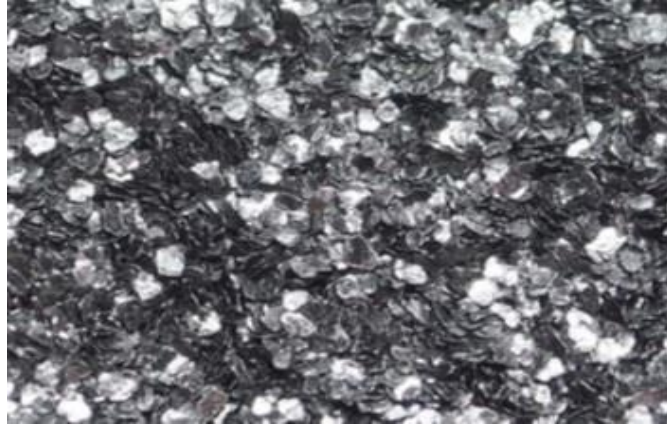
4.2.1 Doğal Grafit

Ticari doğal grafit kaynakları genellikle pul grafit, damar veya "yumru" grafit ve "amorfl" (mikrokristal) grafit olarak sınıflandırılmaktadır. Genel olarak, bunlar grafitin oluştuğu jeolojik ortamı ve koşulları yansıtmaktadır (Keeling 2017).

Doğal grafit, tek başına veya bazı malzemelerle belirli oranlarda karıştırılıp, şekillendirilerek kullanılmaktadır. Grafitin kullanılmasında "sabit karbon" veya "kül içeriği yüzdesi" grafitin saflığını ve kullanım alanlarını belirleyen parametrelerdir (Kuralay 2015).

Damar grafiti, grafit karbon veya karbonca zengin sıvıların grafit kütleleri olarak göç ettiği ve çöktüğu damar, kırık dolgusu veya boru benzeri cisimler halinde oluşmaktadır. Yüksek dereceli, damar tarzı grafit birçok ülkede bilinmektedir, ancak şu anda sadece uzun vadeli bir tedarikçi olan Sri Lanka'da üretilmektedir (Keeling 2017).

Amorfl grafit; kömür yataklarının yüksek basınç ve sıcaklık altındaki başkalaşımı sonucunda oluşmaktadır, toprağımsı görünümlüdür. Başlıca imalat yerleri Meksika, Çin ve Güney Kore'dir (Çuhadaroğlu ve diğ 2018). Bu grafit formu tipik olarak masiftir ve grafitten kolayca ayrılamayan nispeten yüksek seviyelerde ince taneli safsızlıklara sahiptir. Ticari kaliteler tipik olarak % 75 ila % 85 Cg arasındadır (Keeling 2017).



Şekil 4.4: Pul Grafit (Keeling 2017)

Şekil 4.4' te pul grafit gösterilmiştir. Pulsu ve kristal grafit; bulunuş yerlerine ve tenörlerine göre isim verilen kristal grafit çeşitleridir. Pulsu grafit; metamorfik kayaçlar içerisinde tabakalar halinde yığılmış ve yüksek sıcaklık ve basınç altında değişikliğe uğramış bulunan organik maddelerin metamorfizması ile oluşmaktadır. En iyi formu kristal grafitir ve tenörü en yüksek olanıdır (Çuhadaroğlu ve diğ. 2018). En saf grafit elektrik bataryalarında, kuru pillerde, çelik sanayii ve elektrometalurji sanayiinde, elektrik cihazlarındaki elektrotlarda, kalem yapımında kullanılmaktadır. Daha az saflıkta olan grafitler dökümcülükte (demir-çelik), boyacılıkta, refrakter kaplamalarda ve fırınlarda refrakter macunları yapımında, grafitli gres yağlarında kullanılmaktadır (Kuralay 2015). Yapılarının kristalin mükemmeliyetinin yüksek olması nedeniyle grafit pulları, teorik maksimum değere yakın yoğunluk, elektriksel iletkenlik ve termal iletkenlik değerlerine sahiptir (URL_4).

4.2.2 Sentetik Grafit

Sentetik grafit, birincil ve ikincil olarak ikiye ayrılmaktadır. Birincil sentetik grafit, petrol, kok ve antrasitin elektrik ocaklarında 4000 °C'ye ısıtılmasıyla üretilmektedir (Çuhadaroğlu ve diğ. 2018). Kalsine petrol kokunun karbon içeriği çok yüksek olduğu için döküm fabrikalarında yoğun olarak kullanılmaktadır (Çuhadaroğlu ve diğ. 2018).

Karbon içeren karışım oksijen olmadan 2500- 3000 ° C sıcaklıklarda ısıtılmaktadır (URL_4). Bu koşullar altında amorf karbon kristalin grafitte dönüşmektedir (URL_4).

Doğal grafitle sentetik grafitin farklarından birisi; sentetik grafitin sodyum sülfat (Na_2SO_4) ile reaksiyona girmesidir (Çuhadaroğlu ve diğ. 2018).

İkincil sentetik grafit; grafit parçalarının, grafit hurdalarının, arızalı ve kırık grafit detaylarının işleme operasyonlarından geri kazanılmaktadır. İkincil sentetik grafit, birincil üründen daha düşük kristallığe ve daha düşük saflığa sahiptir (URL_4).

4.3 Grafitin Üretimi

Ülkemizde grafit çalışmalarına 1941 yılında başlanmıştır. Ruhsatlı veya ruhsatsız birçok alan için grafit tanımlaması yapılmış ve 20'den fazla bölgede ekonomik değere sahip, grafit yatağı varlığı belirlenmiştir. Mevcut yataklar, genellikle meta antrasit-semi grafit kömürleşme derecesi gösteren organik maddelerin çok ince taneler halinde saçınımlı (dissemine) olarak kayalık içerisinde değişik oranlarda bulunduğu oluşumlardır. Bu mevcut yatakların büyük çoğunluğu amorf tip grafitir (Çuhadaroğlu ve diğ. 2018).

Türkiye grafit üretimiyle alakalı olarak, diğer ülkelere nazaran önemli bir konuma sahip değildir. Tüketiciler çoğunlukla grafiti dışarıdan ithal etmektedir. Grafit olarak kapasite yeterli değildir. Muğla- Milas amorf grafitinin yıllık üretim kapasitesini 5-6 bin ton olarak kabul etmek doğru olacaktır. Üretilen malzemeler bazı sektörlerde kullanılmaktadır. Eğer bu üretim tam kapasite ile çalışırsa 30,000 tonluk yıllık üretime ulaşacağı tahmin edilmektedir. Burada % 15- 20 gibi bir kullanım oranı söz konusudur. Kütahya – Altıntaş'ta kurulmakta olan tesis tam kapasite ile çalışırsa, yılda 22,000 ton tüvenan, 8,000 ton zenginleştirilmiş grafit üretiminin yapılabileceği planlanmaktadır. 1992 üretim rakamlarına bakılarak bugünkü kullanım oranının yaklaşık % 70 civarlarında olduğu ortaya çıkmaktadır. Milas'taki tesisin yılda yaklaşık 5,000 ton civarında üretimi bulunmaktadır. Ancak bunların da tesislerindeki ürünün daha kaliteli olabilmesini sağlamak için yatırıma gereksinimleri vardır (Kuralay 2015).

Süreç içinde, ürün türüne ve grafitleşmiş karbon içeriğine göre, dünya piyasasında grafit fiyatları özellikle 2009 ve sonrasında oldukça hızlı bir artış göstermiştir. Bu artış ile ilgili fikir vermesi için Tablo 4.1'de karşılaştırmalı olarak 2006 ve 2014 yıllarındaki grafit fiyatlarındaki değişimler verilmiştir.

Tablo 4.1: Grafit türüne bağlı olarak grafit fiyatlarındaki değişim

Grafit Türü	Fiyatı (USD)		
	2006	2012	2014
Büyük Pul Grafit (+80 Mesh) % 94-97 C	800-950	2500-3000	2000-2500
Orta Pul Grafit (-80 Mesh) % 90 C	440-495	4500-2000	1400-1500
Amorf Toz Grafit % 80-85 C	240-260	600-800	250-300

4.4 Grafitin Üretimi

4.4.1 Makine Parçalarında Yağlayıcı Olarak Kullanımı

Kayganlığı, yumuşaklığı ve makine parçaları üzerinde uzun müddet yapışabildiği için, makine yataklarında yağlama maddesi olarak kullanılabilir. Bu alan için kullanılacak grafitin çok saf olması (en az % 95 grafitleşmiş karbon) gerekmektedir. Kuvars gibi sert mineralleri içermemelidir (URL_8). Grafit 0,1- 1 nm boyutuna öğütülmektedir. Daha sonra, yağ, su, alkol veya bunlara benzer taşıyıcı bir sıvı içerisinde kolloid bir hale getirilmektedir (Çuhadaroğlu ve diğ. 2018). Taşıyıcı sıvının türüne bağlı olarak, grafit kuru veya yağ bir tabaka oluşturmaktadır (URL_8). Kurutup; fırın zincir ve arabalarında, motor silindirlerinde, deniz araçlarında ve kimyasal tesislerde; yağ tabaka türü ise, yüksek basınç altında, bilyeli yataklarda kullanılmaktadır (Çuhadaroğlu ve diğ. 2018).

Grafit, yüksek erime derecesi (3527 °C), düşük genleşme sabiti, mekanik yüklenme ve kimyasal etkilenmeye direnci, sıcaklık değişimlerine dayanıklılığı gibi özelliklere sahiptir. Bu nedenle ateşe dayanıklı refrakter malzemelerin yapılmasında kullanılmaktadır (Çuhadaroğlu ve diğ. 2018). Bu malzemelere çok yüksek sıcaklıklarda kullanılan döküm potaları örnek verilebilmektedir (Çuhadaroğlu ve diğ. 2018). Bağlayıcı özellik kazandırmak için ağırlığının yarısı kadar ateş kili veya kömür katranı; istenen özellikleri kazandırmak ve maliyeti düşürmek amacıyla da kum, ateş tuğlası ve asbest gibi ilaveler yapılmaktadır. Karışıma giren maddelerin oranı kullanılış amacına göre değişmektedir (Kuralay 2015). İnce taneli (ortalama tane boyu 0,3 mm) , yoğunluğu fazla, kül ve kükürt içermeyen, yüksek tenörlü (% 85 veya daha fazla) grafitleşmiş karbon içeren grafit pota için elverişli bir grafit türüdür. Eğer kül içerirse, külün ergime derecesinin yüksek olması (çoğunlukla Sri- Lanka tipi) istenmektedir (URL_8).

Döküm sanayiinde kullanımı

% 40-60 grafitleşmiş karbon içeren grafit tozları dökümhanelerde kullanılmaktadır (URL_8). Kil ve kumla karıştırılarak döküm kalıpları yapılmaktadır (Kuralay 2015).

4.4.2 Kurşun Kalem Ucu Yapımında Kullanımı

Grafit katmanları sürüldükleri yüzeyden silinebilmektedir (Çuhadaroğlu ve diğ. 2018). Grafit, değişik oranlarda kaolin ve bentonit ile karıştırılarak çeşitli sertlikte “kurşun” kalem üretiminde kullanılmaktadır (Çuhadaroğlu ve diğ. 2018). Bu kullanıma en uygun olan grafit türü ince taneli ve kompakt olanıdır (Kuralay 2015). Yumuşaklığı nedeniyle genellikle doğal grafit tercih edilmektedir (Kuralay 2015). Kurşun kalem sanayinde kullanılacak grafitte sabit karbon oranının % 95’in üzerinde olması istenmektedir.

Kuru pil yapımında kullanımı

Kuru pil yapımında % 85’den fazla karbon içeren pul grafit kullanılmaktadır (Çuhadaroğlu ve diğ. 2018).

Otomativ sanayiinde kullanımı

Fren balatalarının yapımında kullanılmaktadır (Çuhadaroğlu ve diğ. 2018).

4.4.3 Motor ve Jenaratör Fırçaları Yapımında Kullanımı

Grafit, çok yüksek sıcaklıklara dayanmaktadır ve çok iyi bir elektrik iletkenidir (Çuhadaroğlu ve diğ. 2018). Bu nedenle çamaşır makinesi ve elektrik süpürgesi gibi aygıtlarda elektrik motorlarının fırçalarının yapımında grafit kullanılmaktadır (Çuhadaroğlu ve diğ. 2018). Bu amaç için uygun grafitin grafitleşmiş karbon miktarının % 85’ten fazla olması gerekmektedir (Kuralay 2015). Zift, katran veya reçine ile bağlanmış grafit ve metal tozları (bakır veya gümüş) gibi malzemeler grafit fırça yapımında kullanılmaktadır (Kuralay 2015). Tablo 4.2’ de grafitin kullanım alanları verilmiştir.

Tablo 4.2: Grafitin kullanım alanları

Kullanma Amacı	Kullanıldığı Alanlar
Refrakterlik (veya dayanıklılık)	Refrakter Tuğlalar Döküm Boyaları Potalar Yatay Mufı Fırınları (Retort) Soba Boyaları Elektrodlar
İletkenlik	Motor ve Jeneratör Fırçaları Pil Tozları Fren Astarları Elektrodlar Basım (Electro- Typing)
Karbon Verici	Karbon Yükseltici İzabe İşlemleri Nükleer Moderatörler (Nötron Yavaşlatıcılar)
Yağlayıcılık	Yağlayıcılar Motor ve Jeneratör Fırçaları Barut Cılası Lastikler Kurşun Kalemler Tohum ve Gübre Kaplama Fren Astarları Piston Halkaları (Segmanlar) Motor Gömlekleri
Kimyasal Asallık	Contalar Yapıştırıcılar Boyalar Refraktörler Pil Karbonları Pas Temizleyiciler (Kazanlar) Soba Boyaları

4.5 Grafitle İlgili Tekstilde Yapılmış Daha Önceki Çalışmalar

Özturan (2017) poliester viskon karışımı kumaşı, farklı konsantrasyonlarda grafen oksit (GO) ile muamele etmiştir. Grafen oksit ile kaplanan kumaşları askorbik asit kullanarak indirgeme işlemine tabii tutmuş ve elde edilen kumaşların elektriksel iletkenlik özelliklerini incelemiştir. Öncelikle grafitten Hummer's metodu ile GO elde etmiş ve sonrasında 60°C'de 30 dakika boyunca belirli konsantrasyonlarda GO, farklı tekrarlarda kaplama yöntemi ile poliester viskon karışımı kumaşlara kaplanmıştır. Ardından askorbik asit, grafen oksitin grafene indirgenmesinde konsantrasyon ve uygulama süresinin etkisi incelemiştir. Elde edilen nihai ürünlerin elektriksel

iletkenlik, yüzey morfolojisi, kimyasal yapısı gibi çeşitli özellikleri değerlendirilmiştir.

Hashmi ve diğ. (2007) grafit modifiye edilmiş poliestere-pamuk kompozitleri, uygulanan farklı yüklerde ve grafit konsantrasyonlarında sürtünme ve kayma aşınma davranışı için incelemiştir. Kayma aşınma testleri, disk üzerine sabitleme aparatı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kompozit pimler EN-31 çelik diske karşı test edilmiştir. Poliesterin özgül aşınma oranı, pamuğun takviyesi ve grafit ilavesi üzerine azalmıştır. Pamuk-poliester kompozitinde grafit ilavesi ile temas yüzeyinin sıcaklığı azalmıştır. Grafit modifiyeli poliestere-pamuk kompozitin aşınma oranındaki azalma, aşınmış yüzeylerin elektron mikroskobu (SEM) gözlemleri, sürtünme katsayısı ve temas yüzeyinin sıcaklığının taranmasıyla tartışılmıştır.

Pullanchiyodan ve diğ. (2020) giyilebilir süperkapasitörler için; toksik olmayan polivinil alkol (PVA) – potasyumklorür (KCl) jel elektrolitli aktif malzeme ve akım toplayıcı olarak metal kaplı kumaşların kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Ticari metal kaplamalı kumaşların, akım toplayıcı ve giyilebilir süperkapasitör uygulamaları için elektrot malzemesi olarak kullanımı başarıyla doğrulanmıştır. Farklı elektrolitin rolü ve KCl elektrolit konsantrasyonunun süperkapasitör cihazlarının performansı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Grafit kaplı süperkapasitörün metal kaplı tekstillerle karşılaştırılması; metal kaplı kumaş bazlı süperkapasitörün performansında yüksek artış olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada hem Nikel / Bakır kaplı poliestere kumaş hem de Nikel / Bakır / Gümüş kaplı poliamid elektrodu ve PVA-KCl elektrolit bazlı süperkapasitörler iyi performans sergilemiştir. Tüm bu sonuçlar, metal kaplı kumaşların, karbon (grafit) kaplı süperkapasitör imalatına kıyasla giyilebilir süperkapasitör uygulamaları için uygun adaylar olduğunu göstermektedir.

Savaş ve Doğan (2018) destekleyici alev geciktirici ajan olan genişleyen grafit (GG) ve organokilin (OK); amonyum polifosfat (APP) esaslı polipropilen / karbon (PP/KF) kompozitlerinin güç tutuşurluğuna, ısıl ve mekanik özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. Sonuçlara göre, ağırlıkça % 1 oranında GG ilavesinin alev geciktirici özelliği arttırdığı fakat mekanik özelliklerde olumsuz etki yarattığı tespit edilmiştir. Organokilin ilavesinin ise alev geciktirici özelliklerde iyi sonuçlar vermediği fakat ağırlıkça % 3 oranına kadar kullanıldığında mekanik özellikleri arttırdığı

belirlenmiştir. Genel olarak GG ve OK ilavesiyle kompozitlerin kırılma mekanizması değişmemiş, kopma uzaması değerlerinde ise önemli bir fark gözlenmemiştir. Aynı şekilde GG ve OK ilavesinin kompozitlerin ısı bozunma mekanizmasını ve ısı kararlılığını değiştirmedeği tespit edilmiştir. Dinamik mekanik analiz (DMA) test sonuçlarında da GG ve OK'nin kompozitlerin viskoelastik davranışlarını çok fazla etkilemediği görülmüştür.

Enerji ve verilerin tekstil ağları üzerinden taşınması için iletken tekstil kaplamaları çeşitli uygulamalar için gereklidir. Tekstillerini tutumunu çoğunlukla istenmeyen bir şekilde değiştiren teller ve iletken iplikler; yıkama ve aşınma sırasında kırılma veya oksitlenme eğilimi göstermektedir. Bunun için iletken kaplamalar yapılabilmektedir. Poli (3,4-etilendioksitiofen) gibi iletken polimerlere ek olarak: polistiren foto-bozunabilir olduğu bilinen sülfonat (PEDOT: PSS) veya polianilin (PAni), grafit dolgulu polimerler, tekstil kumaşları üzerinde iletken alanlar oluşturmak için kullanılabilir. Bu amaçla en yaygın, poliüretan kullanılmaktadır.

Vahle ve diğ. (2018) grafit takviyeli kaplamaların sonuçlarını aktarmışlardır. Raporlarına göre; poliakrilonitril (PAN) / grafit kaplamalar rakle tekniği kullanılarak tekstil üzerine uygulanabilmektedir. Yıkama testleri, doldurulmuş polimerin kırılması sonucu yüzeyin önemli ölçüde rahatsız edici hale gelebileceğini göstermiştir. Bunun için ilave silikon veya diğer yumuşatıcılarla çalışma önerilmiştir.

İletken iplikler ve kaplamalar, sensörler, veri iletim hatları gibi çok çeşitli akıllı tekstil uygulamaları için gereklidir. Bu tür iletken tekstil elemanlarının ana problemleri aşınma ve yıkama direncidir. Literatürde benzer kaplamalar için bu özelliklere ilişkin farklı bulgular rapor edildiğinden, gerekli optimizasyon engellenmektedir. Schäl ve diğ. (2018) iki farklı parçacık boyutunda grafit kullanarak, pamuk, keten, viskon ve poliester dokuma kumaşlarda % 25 ila % 33 arasında grafit içerikli farklı grafit-poliüretan kaplamaların yıkama direncini karşılaştırmıştır. Sadece grafit parçacık boyutlarının ve grafit konsantrasyonunun kaplamaların uzun ömürlülüğünü değil, aynı zamanda iletken kütle ile kaplanmış tekstil substratlarını da güçlü bir şekilde etkilediği bulunmuştur. Pamuk ve keten kumaşlar için, grafit içerikleri ve parçacık boyutlarının optimize edilerek nispeten kararlı kaplamalar oluşturulabileceği belirtilmiştir. Bazı tekstil kumaşları/ partikül / konsantrasyon kombinasyonları; referans olarak kullanılan Powersil malzemesi ile karşılaştırılabilir veya daha kararlı kaplamalar ile

sonuçlanmıştır. Bunun, grafit / poliüretan (PUR) kaplamaları için belirli bir tekstil malzemesine göre uyarlanması gerektiği anlamına geldiği vurgulanmıştır. İlgili tüm kumaş parametreleri ve örneğin farklı boyutlardaki grafit parçacıklarını birleştirerek yıkama haslığını güçlübir şekilde arttırmak için daha fazla araştırma yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

5. BAKIR HAKKINDA GENEL BİLGİ

5.1 Bakırın Özellikleri

Bakırın insanlık tarihinde kullanılması çok eski çağlarda başlamıştır. İnsanlar, bakır günlük yaşamlarında süs eşyası, silah ve el sanatlarında kullanmıştır. Günümüzde tüketimi 13 milyon tonun üzerine çıkan bakır en çok kullanılan ikinci metal durumundadır. Bakıra olan devamlı talep artışı endüstrileşmedeki gelişmelerle orantılıdır (URL_8).

Bakır; yüksek elektrik ve ısı iletkenliğine sahiptir. İletkenlik istenilen uygulamalarda, soğuk hava makina ve teçhizatında, paslanmaz özelliğın istenildiğı uygulamalarda, kaynak işlerinde, pirinç ve bronz üretiminde kullanılmaktadır (URL_3).

Kimyasal etkinliğı düşüktür. Bunun sebebi atom yarıçapı küçüktür ve çekirdeğı aşırı yüklüdür. Eğer açık ortamda uzun süre kalırsa paslanabilir (Ünal ve diğ. 2016). Doğada bakır içeren birçok mineral bulunmaktadır. Başlıca üretim yapılan bakır mineralleri Tablo 5.1' de verilmiştir (Ünal ve diğ. 2016).

Tablo 5.1: Başlıca bakır mineralleri

Mineral	Bakır içeriğı (%)
Kuprit	88,82
Tenorit	79,89
Kalkosit	79,85
Kovellit	64,46
Bornit	63,31
Malahit	57,48
Azurit	55,31
Tennantit	47,51
Tetrahedrit	34,8



Şekil 5.1: a) Kalkosit b) Küprit c) Malahit d) Azurit (Ünal ve diğ. 2016)

Başlıca üretim yapan mineraller kalkosit, küprit, malahit, azurit Şekil 5.1’de gösterilmiştir. Bakırın kimyasal, mekanik ve fiziksel özellikleri aşağıda verilmiştir:

Simgesi: Cu

Sertliği: 2.5-3

Yoğunluğu: 8.93 gr/cm³

Ergime noktası: 1083 °C

Kaynama noktası: 2300 °C

Ergime ısısı: 43 kcal (1 kg’ının ergimesi için gerekli ısı)

Elektrik iletkenliği: 56,6x10⁶ 1/Ωm

Brinell Sertliği: 40-65, 70-110 (soğuk işlem sonrası)

% Uzama: 30-35, 3-8 (soğuk işlem sonrası)

Kopma Dayanımı: 200-250, 300-400 MPa (soğuk işlem sonrası) (Ünal ve diğ. 2016)

5.2 Türkiye ve Dünyada Bakır Madencilğinin Tarihçesi

Anadolu'da bakır madenciliğı bundan 10,000 yıl öncesine dayanmaktadır. Yapılan arkeolojik kazılarda iğne, biz ve kanca gibi çeşitli aletler bulunmuştur. Osmanlı döneminden önce Anadolu'da ve Balkanlar'da bakır yatakları yoğun bir biçimde işletilmiştir. Bu nedenle bakır işçiliğı bu dönemde tavan yapmıştır (Ünal ve diğ. 2016).

Bakırın dezenfeksiyon gücü eski Yunanlılar tarafından keşfedilmiştir. Dünya'da bakır insanoğlu tarafından ilk olarak Kıbrıs Ada'sında bulunmuştur. Arkeolojik kazılar sonucunda İran, Mısır ve Roma'da bakırdan yapılan birçok eşya bulunmuştur (Ünal ve diğ. 2016).

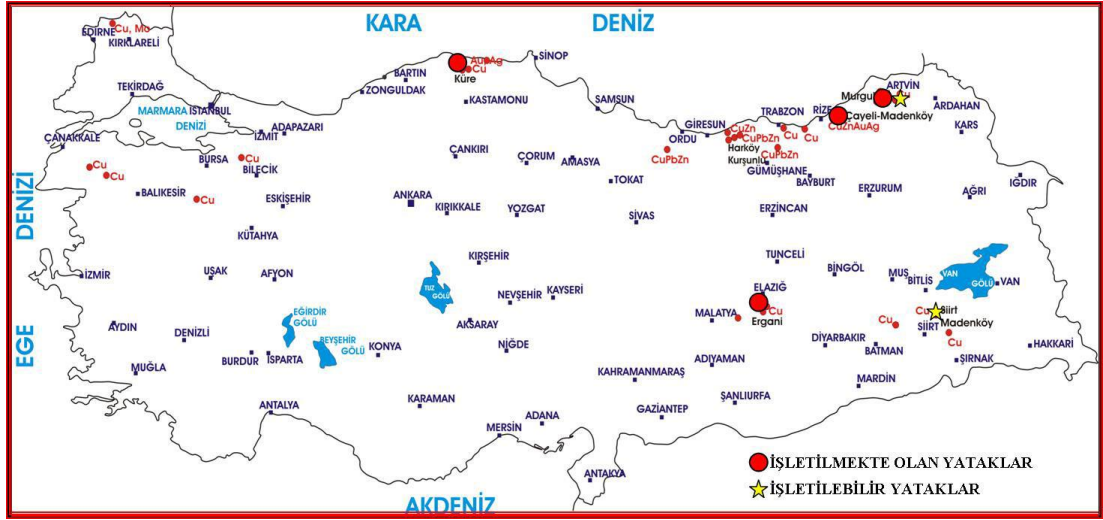
Latince adın türetildiğı Kypros (Kıbrıs) adasında kolayca bulunabildiğinden bakıra kolay erişebilmişlerdir. İçme suyunu bakırla temizlemişler ve akciğerleri etkileyen hastalıklar için reçete etmişlerdir. Bakır, eski Mısırlılar tarafından yaraları ve içme suyunu sterilize etmek için kullanılmıştır. Tiberius döneminde (MS 14 ila 37), bakır ve türevleri tıp doktorunun farmakopesinde önemli bir ilaç olarak yer almıştır. Aztekler ayrıca tıbbi amaçlar için bakırı kullanmıştır. İran ve Hindistan'da ise çok sayıda enfeksiyonu tedavi etmek için bakır uygulamaları bilinmektedir (Giannossa 2013).

Ham bakır 20. yüzyıldan önce insan gücüyle, 20. yüzyıldan sonra makinelerle ince levha haline getirilmiştir (Ünal ve diğ. 2016).

5.3 Bakırın Üretim Yöntemleri

Bakır üretiminde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin seçilimi, kullanılan cevherin özelliklerine göre farklılık göstermektedir. Pirometalurjik yöntemler, sülfürlü, oksitli ve de nabit bakır cevherleri için kullanılabilir.

Düşük tenörlü oksitli bakır cevherleri için hidrometalurjik prosesler tercih edilmektedir. Bunların dışında, elektrometalurji metodları, genelde bütün yöntemlerin son kademesi olarak kullanılmaktadır (Akkaş 2011). Şekil 5.2’de Türkiye’deki işletilmekte olan ve işletilebilir bakır maden yatakları verilmiştir.



Şekil 5.2: Türkiye'nin bakır maden yatakları

5.3.1 Pirometalurjik Üretim Yöntemleri

En çok tercih edilen üretim yöntemleridir. Dünyada bakır üretiminin % 80' i bu yöntem ile yapılmaktadır. Genel olarak flotasyon, ergitme, konvertisaj ve elektrorafinasyon gibi yöntemler içermektedir (Akkaş 2011).

Flotasyon, bakır mineralleri için önemli bir cevher hazırlama yöntemidir. Düşük tenörlü ve kompleks cevherlerin zenginleştirilmesinde kullanılmaktadır (Ünal ve diğ. 2016). Bakır içeren partiküller, düşük miktarda yağ içeren su içerisine hava sıkıştırıldığında hava kabarcıklarına tutunarak su yüzeyine çıkmakta ve köpük oluşturmaktadır. Yüzeyde toplanan parçacıklar süzülerek alınmaktadır. İşlem esnasında istenmeyen malzemeler suyun altına çöktürülmektedir. Bu aşamada yaklaşık % 25 Cu içeren toz elde edilmektedir (URL_3).

Ergitme, kavrulmuş cevherin kok ve silika (SiO_2) ile karıştırılması ve 1200C 'de fırına verilmesi ile gerçekleşmektedir (URL_3). Oluşan ürünler mat, cüruf ve baca gazlarıdır (Ünal ve diğ. 2016). Sıcak hava ile demir(II) oksit (FeO) reaksiyonundan demir silikat (FeSiO_3) oluşmaktadır (URL_3). FeSiO_3 (cüruf) sıvı

bakır matın yüzeyine çıkmaktadır (URL_3). Bakır matı, % 20-65 civarında bakır içermektedir (Ünal ve diğ. 2016).

Konvertisaj işleminde, sıvı haldeki metal veya ara ürün içine basınçlı hava üflenmektedir. Bu şekilde yabancı maddeler uzaklaştırılmaktadır.

5.3.2 Hidrometalurjik Yöntemle Bakır Üretimi

Hidrometalurjik yöntemle bakır üretimi ile oksitli cevherler, bakır içeriği düşük sülfürlü cevherler, atık ve hurdalardan bakır üretimi yapılmaktadır. Yöntemin temel basamakları; metali sulu ortama alma (liçing), saflaştırma ve elektrolitik kazanımdır (Akkaş 2011).

Liçing işleminde, okside edilen mineraller sülfürik asit tarafından hızlı bir şekilde çözünmektedir (URL_3). Oksitli bakır cevherleri sulu ortamlarda atmosferik koşullarda kolayca çözünmektedir. Ancak sülfürlü cevherlerin çözünmesi için bir yükseltgeyici, yüksek sıcaklık ve basınç gerekebilmektedir (Beşe 2017).

Saflaştırma: Liçing işleminde cevher/atık içinde bulunan diğer çözülebilen türlerde çözeltilmeye geçtiği için çözeltide bakır dışında diğer metaller de bulunmaktadır (Beşe 2017). Organik solvent kuvvetli bir asit ile yıkandığında çözeltilmeye konsantre halde geçmektedir.

Elektrolitik kazanım: Çözeltideki bakır elektrolitik yöntemle kazanılmakta ve % 99.99 saflıkta bakır katotlar üretilmektedir. Bakır katotlar kullanılarak döküm, haddeleme, ekstrüzyon gibi yöntemlerle ürünlere dönüştürülmektedir (URL_3).

Türkiye'deki görünür maden yatakları, ağırlıklı olarak Orta ve Doğu Karadeniz, Batı Anadolu ve Güneydoğu Anadolu'da yer almaktadır. Bunların haricinde daha düşük tenörlü ve rezervli bakır cevherleri Türkiye'nin birçok bölgesinde görülmektedir.

Günümüzde dört tane ana bakır maden yatağı vardır. Bunlar sırasıyla Murgul, Küre, Çayeli ve Ergani Bakır Madenleridir. 1990'lı yılların sonlarına kadar Etibank tarafından işletilen Türkiye bakır maden yatakları ve işletmeleri özelleştirme süreci ile

birçok parçaya bölünerek eski gücünü yitirmiştir. Günümüzde ülkemiz, daha çok bakır ithal eder duruma gelmiştir (Akkaş 2011).

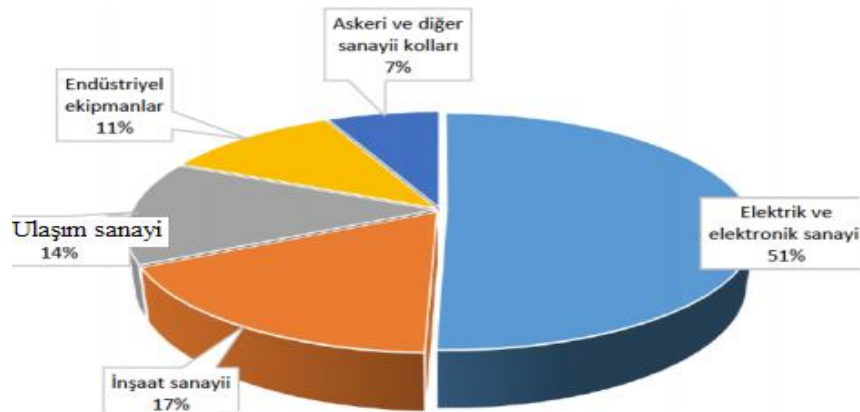
Bakır rezervi dünyada (metal içerikli) 550,000,000 ton (görünür) ve Türkiye’de (metal içerikli) 1,658,715 ton (görünür) olarak tespit edilmiştir. Bunun dışında Türkiye’de, tenörü % 1’in çok altında olan porfiri ve damar tipi cevherler mevcut olup bugün için ekonomik görülmemesine rağmen bunun metal içeriği 2,065,035 ton bakırdır. Dünyada bilinen bakır rezervleri, 60 yıl kadar bakır talebini karşılayacak durumdadır (URL_10).

5.4 Bakırın Kullanım Alanları

Bakırın kullanım alanları tüketim miktarlarına göre aşağıdaki şekilde sıralanabilmektedir:

- 1) Elektrik Endüstrisinde: Motor, jeneratör, dinamo, kontrol tabloları, iletken malzemeler, aydınlatma, haberleşme ve bütün elektrikli ev eşyaları,
- 2) Yapı Endüstrisinde: İnşaat, dekorasyon malzemeleri ve alaşımlar,
- 3) Nakil Vasıtalarında: Bütün kara, kava ve deniz nakil vasıtaları,
- 4) Endüstriyel Makinalarda: Havalandırma, ısıtma, ziraat makineleri
- 5) Diğerleri: Kimyasal bileşikler, boya sanayii kuyumculuk ve madeni para malzemeleri, v.s. (Yazan ve diğ. 1974).

Şekil 5.3’te sektörlere göre bakırın kullanım alanları verilmiştir.



Şekil 5.3: Sektörlere göre bakır kullanım dağılımı

5.5 Bakırın Tekstilde Kullanımına Dair Çalışmalar

Koruyucu ve diğ. (2018) bakır oksit partikülleri ile kaplanmış pamuklu kumaş numunelerinin mekaniksel ve morfolojik performans özelliklerini araştırmıştır. Bakır oksit partikülleri kullanılarak antibakteriyel fonksiyonları geliştirilmiş pamuklu kumaşların üretilmesi ve bu kumaşların teknik tekstiller alanında kullanım olanaklarının araştırılmasını planlanmıştır. Böylece insanların gün içerisinde birçok kez temas ettiği yüzeylerden kaynaklı mikrobik enfeksiyonların azaltılması hedeflenmiştir. Bu çalışmada, tekstil endüstrisinde antibakteriyel amaçlı uygulanan farklı partiküllerdeki bakır oksitin pamuklu kumaşların performans özelliklerinde meydana getirdiği değişimler incelenmiştir. Bu amaçla pamuklu kumaşlar, kaplama tekniği yardımıyla antibakteriyel bakır(I) oksit(Cu(I)O), bakır(II) oksit (Cu(II)O) partikülleri ve izosiyanat ve de glicidmetakrilat yapısındaki çapraz bağlayıcılar ile işleme tabii tutulmuştur. Cu(I)O ve Cu (II)O ile yapılan kaplama işlemi sonrasında, pamuklu kumaş numunelerinin kopma mukavemetleri artmış ancak isosiyanat çapraz bağlayıcı ile yapılan kaplama sonrasında kumaşların yırtılma mukavemetinde azalma belirlenmiştir. Kaplama sonrası kumaşların Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektrumlarında (FTIR), kaplama işlemlerinden kaynaklanan bir modifikasyonun belirtisi olacak yeni gruplar ortaya çıkmaktadır.

Vargas ve diğ. (2011), Cu-pamuklu kumaşları bipolar asimetrik DC darbeleri magnetron püskürtme (DCP) ile işlevselleştirmiştir. Bakırın pamuk üzerine 60 saniye boyunca püskürtülmesi ile 10 dakika içinde E. coli inaktivasyonu gözlenmiştir.

Perelshtein ve diğ. (2009) pamuk yüzeyi üzerinde sentezlenen ve biriken bakır oksit nanopartiküllerini ultrason kullanarak üretmiştir. 15 nm büyüklüğünde CuO nanokristallerinin kumaş yüzeyinde homojen dağılımı sağlanmıştır. CuO-kumaş kompozitinin antibakteriyel aktivitesi test edilmiş ve % 1 kaplamalı bir kumaşta önemli derecede antibakteriyel etki bulunmuştur. Kaplanmış kumaşların yara örtüleri, yatak örtüleri ve aktif bandajlar olarak kullanılabilmesi savunulmuştur.

Ali ve diğ. (2018) bakır parçacıklarının kumaş yüzeyinde biriktirilmesiyle elektriksel iletkenliğe sahip pamuk kumaşların elde edilmesi üzerine çalışmıştır. 100 ve 150 daldırma ile üretilen numuneler, sırasıyla 10 dB ve 13 dB'lik maksimum

ekranlama özelliği sergilemiştir. Ayrıca, biriken bakır partiküllerinin antibakteriyel özellikler üzerindeki rolü *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* gibi patojenik bakterilere karşı incelenmiştir. *S. aureus*, inhibisyon bölgesi 9,5'ten 15,5 mm'ye yükseldikçe bakır parçacıklarına karşı daha fazla hassasiyet göstermiştir. Binder uygulanarak kumaşların yıkamaya karşı dayanıklılığı incelenmiştir. SEM görüntüleri; yıkamadan sonra kumaşların iletkenliğindeki küçük bir kayıba rağmen bakır parçacıklarının iyi bir şekilde tutulduğunu göstermiştir.

Chattopadhyay ve diğ. (2010) tarafından yapılan çalışmada; nano boyutlardaki bakırın koloidal çözeltisinin pamuk kumaşa uygulaması incelenmiştir. Trisodyum sitrat varlığında borohidritin indirgeme maddesi olarak kullanılmasıyla bakır tuzu kimyasal olarak indirgenmiş ve nano bakır kolloidler hazırlanmıştır. Ortalama parçacık büyüklüğünün 60 nm ila 100 nm arasında değiştiği belirlenmiştir. Nano bakır koloidal çözeltilerin uygulamasının pamuk kumaşta antimikrobiyal etkinliği geliştirdiği, kopma mukavemetini olumlu etkilediği, boyalı kumaşın renk derinliği ve haslık özelliklerini arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Pamuklu kumaşların bitim işlemi için antimikrobiyal madde olarak bakır nanopartiküller (Cu NP'ler) uygulandığında, oksitlenme ve pamuk lifi yüzeyine zayıf adsorbe olma sorunlarının çözülmesi için Qingbo ve diğ. (2018) çalışma yapmıştır. Çalışmada, tiyoglikolik asit (TGA) selülozun hidroksil grupları ile esterleştirme yoluyla pamuk lifi yüzeyine kovalent olarak bağlanmış, daha sonra sitrik asit varlığında kumaş yüzeyine Cu NP'ler aplat edilmiştir. TGA ve sitrik asidin iki kat stabilizasyon etkileri nedeniyle, kumaş yüzeyi üzerinde hareketsiz kılınan Cu NP'ler mükemmel bir antibakteriyel etki ve olağanüstü yıkama dayanıklılığı göstermiştir. 50 ardışık yıkama testinden sonra bile, modifiye edilmiş pamuklu kumaşlar, hem *S. aureus* hem de *E. coli*'ye karşı, antibakteriyel etki (bakteriyel indirgeme oranları % 96'dan daha yüksek) göstermiştir. Bu yöntemin spor giyim, çorap ve tıbbi tekstiller gibi çok çeşitli tekstil ürünlerinde potansiyel uygulamalara sahip olduğu belirtilmiştir.

6. YÖNTEM

6.1 Materyal

Çalışmada kullanılan dokuma kumaş; % 100 pamuk lifinden üretilmiş hidrofilleştirme ve ağartma işlemine tabi tutulmuş 22 atkı tel/cm ve 22 çözgü tel/cm sıklıkta kanvas kumaştır.

Tablo 6.1: % 100 Pamuk lifinden üretilmiş kasarlı kumaşın konstrüksiyon özellikleri

Doku tipi	Panama
Gramaj (g / m ²)	239 g / m ²
Beyazlık derecesi	56,91 (Stensby)

Çalışmada kullanılan kimyasal, yardımcı maddeler ve makineler

Tez çalışması kapsamında kötü kokuları absorblaması amacıyla Hindistan cevizi bazlı aktif karbon kullanılmıştır. Pamuklu kumaşa bakır tozu ve grafit ile kaplamalar yapılmıştır. Tablo 6.2’de çalışmada kullanılan kimyasal ve yardımcıları belirtilmektedir.

Tablo 6.2: Çalışmada kullanılan kimyasal ve yardımcı maddeler

Aktifkarbon	Hindistan cevizi esaslı, toz formda
Grafit tozu	Parçacık boyutu; 16-60 µm
Bakır tozu	Parçacık boyutu; 44 µm, CAS 7440-50-8 , Yoğunluk: 8,94 g/cm ³ Elektroliz yöntemi ile üretilmiştir.
AC 111	Kendi kendine çapraz bağlanabilen sulu akrilik ester dispersiyonu
TH 5020	Poliakrilat esaslı sentetik kıvamlaştırıcı
DA 3000	Kaplama patları için köpük kesici
FX 8011	Poliüretan, poliakrilat ve polivinil asetat gibi kaplamada kullanılan sulu dispersiyonlar için formaldehit içermeyen çapraz bağlama maddesi

Çalışmada kullanılan makineler Tablo 6.3’de verilmiştir.

Tablo 6.3: Çalışmada kullanılan makineler

Adı/Modeli	Üretici Firma
Mekanik karıştırıcı	
Numune Kaplama Makinesi, Mathis AG – SV model	Mathis AG
Laboratuvar tipi ramöz	Ataç, Türkiye
Renk ölçüm cihazı (DataColor SpectraFlash 600)	Datacolor International, USA
Yırtılma mukavemeti test cihazı	
Kumaş kalınlığı ölçüm cihazı	Louis Schopper No 7880, Leipzig
Hava geçirgenliği test cihazı	Textest FX 3300
Laboratuvar tipi mini ramöz	Prowhite Stenter Machine
Dairesel eğilme dayanımı test cihazı	Prowhite K005
Yırtılma mukavemeti test cihazı	James H. Heal Co. Ltd. Halifax, England)
Martindale aşınma test cihazı	SDL Atlas, United Kingdom
LCR metre	B &K Precision 880
Martindale aşındırma ve pilling test cihazı	SDL Atlas, M235

6.2 Metot

Çalışmada hazırlanan kaplama patı; laboratuvar tipi Mathis marka kaplama makinesinde pamuklu kumaş üzerine aktarılmış ve bir rakle (sıyırma bıçağı) yardımıyla sıyrılarak kaplama patının pamuklu kumaş üzerine düzgün dağılımı sağlanmıştır. Kaplama pastaları farklı aktif karbon konsantrasyonlarında hazırlanmıştır. Aktif karbon içeren kaplama pastalarında akrilat ve poliüretan esaslı kaplama maddeleri kullanılmıştır. Kaplamalar tekkat, çift kat şeklinde de gerçekleştirilmiştir. Aralarda ara kurutma yapılmıştır. Bazı numunelerde de hem ön yüze hem de arka yüze kaplama gerçekleştirilmiştir. Kaplama işlemi ardından kumaş numunelerine 100 °C’de 3 dakika kurutma 150 °C’de 5 dakika termofiksaj yapılmıştır. Bakır tozu ve grafit ile yapılan kaplamalarda poliüretan esaslı kaplama maddesi kullanılmıştır. Kaplamalar 1, 3, 5, 7 kat şeklinde de gerçekleştirilmiştir. Aralarda ara kurutma yapılmıştır. Aktif karbon, bakır tozu, grafit içermeyen kaplama pastası (kör) da hazırlanmış ve aynı şartlarda pamuklu kumaşlara kaplama yapılmıştır. Tablo 6.4’de çalışmada uygulanan reçeteler verilmiştir.

Tablo 6.4: Çalışmada uygulanan reçeteler

Reçete 1	
Akrilat esaslı kaplama maddesi	1000 g
Kıvamlaştırıcı	15 g
Köpük kesici	5 g
Çapraz bağlayıcı	50 g
Aktif karbon	0 /50 /100 /200 g
Reçete 2	
Poliüretan esaslı kaplama maddesi	950 g
Kıvamlaştırıcı	10 g
Köpük kesici	10 g
Çapraz bağlayıcı	40 g
Aktif karbon	0 / 25/ 50 /100 g
Reçete 3	
Poliüretan esaslı kaplama maddesi	1000 g
Kıvamlaştırıcı	15 g
Köpük kesici	5 g
Çapraz bağlayıcı	50 g
Grafit	25/50/100/200/300g
Reçete 4	
Poliüretan esaslı kaplama maddesi	1000 g
Kıvamlaştırıcı	15 g
Köpük kesici	5 g
Çapraz bağlayıcı	50 g
Bakır tozu	30/50/100 g
Reçete 5	
Poliüretan esaslı kaplama maddesi	1000 g
Kıvamlaştırıcı	15 g
Köpük kesici	5 g
Çapraz bağlayıcı	50 g
Aktif karbon	100 g
Bakır tozu	30/50 g
Reçete 6	
Poliüretan esaslı kaplama maddesi	1000 g
Kıvamlaştırıcı	15 g
Köpük kesici	5 g
Çapraz bağlayıcı	50 g
Grafit	200 g
Bakır tozu	30/50/100 g

Kaplama yapılmış kumaş numunelerinin renk ölçümleri yapılmış, yırtılma mukavemetleri, sertlikleri, kalınlıkları belirlenmiştir. Numunelerin koku absorblama özelliği test edilmiştir. Test sonuçlarına göre aktif karbon içeriği ve çalışma şartları belirlenmiştir. Bu şartlara göre daha sonraki adımda fonksiyonel tekstil ürünleri için

bakır tozu ve grafit ile kombinasyonlar yapılmış ve kaplama tekniği ile kumaşlara aktarılmıştır.

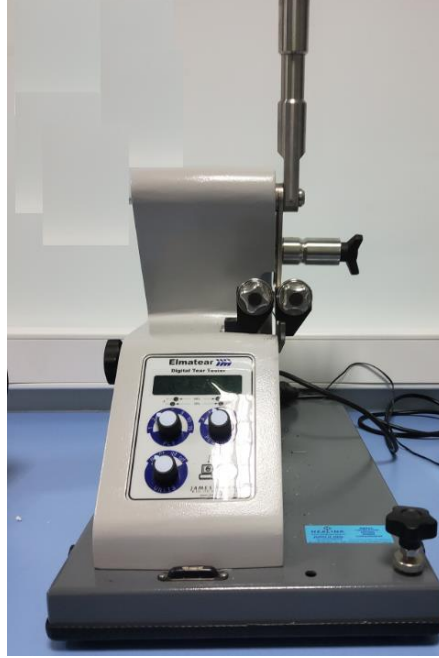
6.3 Çalışmada Uygulanan Testler ve Yapılan Ölçümler

Renk Ölçümü

Kaplama yapılmış aktif karbon içeren numunelerin kolorimetrik özellikleri; renk verimi değerleri (K/S), L* (açıklık–koyuluk), a* (kırmızı-yeşil), b*(sarı-mavi), C* (doygunluk) ve h⁰ (hue) değerleri Datacolor 600 model spektrofotometrede standart ışık D65 kaynağı altında 10⁰ gözlem açısı altında ölçülmüş ve değerlendirilmiştir.

Yırtılma Mukavemeti Tayini

Kaplama yapılan pamuklu kumaş numunelerinin yırtılma mukavemetleri Elmendorf metoduna göre BS EN ISO 13937-1: 2000 standardı esas alınarak ölçülmüştür.



Şekil 6.1: Yırtılma mukavemeti test cihazı

Kumaş Kalınlığının Tayini

Kaplama yapılan pamuklu kumaş numunelerinin kalınlığı Louis Schopper'e ait (Almanya) otomatik mikrometre ile EN ISO 5084:1996 standardı esas alınarak tayin edilmiştir.



Şekil 6.2: Kumaş kalınlık tayin cihazı

Hava Geçirgenliği Testi

Kaplama yapılan pamuklu kumaş numunelerinin hava geçirgenliği testi TS391 EN ISO 9237 standardı esas alınarak Textest FX 3300 hava geçirgenlik test cihazında yapılmıştır.

Dairesel Eğilme Dayanımı

Kaplama yapılan pamuklu kumaş numunelerinin TS 1409/Ekim 1974 standardında göre sertliği belirlenmiştir. Test işlemi Prowhite marka dijital pnömatik sertlik test cihazı kullanılarak yapılmıştır.



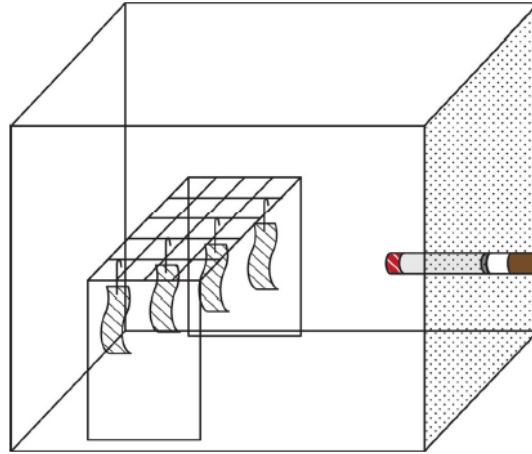
Şekil 6.3: Dijital pnömatik sertlik test cihazı

Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizleri

Kaplama yapılan pamuklu kumaş numunelerinde liflerin yüzey yapısında meydana gelen modifikasyonlar taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak belirlenmiştir. Zeiss Supra 40VP SEM cihazında, 10 kV EHT değerinde x250, x2000, x3000 büyütme olmak üzere kaplama yapılmış kumaş numunelerinin görüntüleri çekilmiştir.

Koku Absorblama Testi

Sigara dumanı maruz kalma testi cihazı, Şekil 3'te gösterilmiştir. Kaplama yapılmış ve yapılmamış kumaş numuneleri 4x10 cm boyutlarında kesilmiştir. Testten önce 24 saat boyunca kondüsyonlanmıştır. Kumaş şeritleri 30x30x30 cm ölçülerindeki kutunun içine asılmıştır. 15 dakika boyunca sigara kokusuna maruz bırakılmıştır. Sigara dumanına maruz kalan kumaşlar metal folyolara sarılmıştır. Kumaş numunelerinin jüriler tarafından subjektif olarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Jüriler tarafından verilen puanların ortalamaları alınarak numunelerin koku absorblama değerleri belirlenmiştir.



Şekil 6.4: Sigara dumanına maruz kalma test düzeneği (Setthayanond ve diğ. 2017)

Su Buharı Geçirgenliği Testi

Su buharı geçirgenliği tekstil materyallerinin su buharını iletebilme yeteneğini ifade etmektedir. BS 7209, BS 3424 standartlarına göre tekstil materyallerinin su buharı geçirgenlik dirençleri belirlenmektedir. Kullanılan formül aşağıda verilmektedir.

$$\text{Su Buharı Geçirgenliği} = \frac{24M}{At} \quad (6.1)$$

M: Ağırlık kaybı (g)²

t: Süre (saat)

A: Test yapılan kumaşın alanı (test kabının iç alanına eşittir, m²)

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \times 10^{-6} \quad (6.2)$$

d: Test kabının iç çapıdır.



Şekil 6.5: Su buharı geçirgenlik test cihazı

Elektriksel İletkenlik Ölçümü

Tekstil ürünlerinde elektriksel iletkenlik ölçümü genellikle dört uç tekniğine ve iki uç tekniğine göre yapılmaktadır. Kumaşların yüzey elektriksel direnci multimetre cihazı ile iki uç tekniğine göre ölçülmüştür. Bu teknikte, elektrotların ve örneğin boyutları önem taşımaktadır (URL_2). İletkenlik ile örneğin direnci arasındaki bağıntı aşığıdaki eşitlik ile ifade edilmektedir.

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (6.3)$$

ρ: ohm.metre (Ω.m), örneğin öz direnci

l: metre (m), örneğin uzunluğu

A: m², örneğin enine kesit alanı

R: ohm (Ω), malzemenin direnci

İçin için yanan sigara testi (TS EN 597-1)

Bu standart; döşekler, döşek yastıkları ve döşenmiş yatak tabanları; için için yanan bir sigaraya maruz bırakıldığında yanabilirliklerinin tespit edilmesi için kullanılan deney metodunu kapsamaktadır.

Testte (uzunluk: 70 ± 4 mm, çap: $8 \pm 0,5$ mm, kütle: $1 \pm 0,1$ g) olan filtresiz sigara kullanılır. Sigara yakılır ve yatay konumdaki ucu sivri bir tel üzerine, yanmamış ucu içine 13 mm'den fazla girmeyecek şekilde hava akışı içinde (hava akımı $< 0,2$ m/s) yerleştirilir. 5 mm'den 55 mm çizgisine kadar için için yanan sigaradan alınan zaman değerleri kaydedilir. İçin için yanma oranı, $12,0 \pm 3,0$ dk / 50 mm olmalıdır. Deney numunesinin ilerleyen için için yanması veya alevli yanması gözlemlenirse, deney numunesi söndürülür, deneyin durdurulma zamanı ve sebebi not edilir, yanmanın tipi ve meydana gelişi kaydedilir ve deneye son verilir. Deney numunesinin ilerleyen için için yanması veya alevli yanması gözlenemez ise veya sigaranın tam uzunluğu, için için yanarak tükenirse deney, yeni bir pozisyonda yerleştirilmiş olan yeni bir sigara ile tekrar edilir. İlerleyen için için yanmanın meydana gelişi dışardan fark edilemediği durumda, deney programının tamamlanmasından hemen sonra deney numunesi, yerinden çıkarılır ve için için yanmayı belirlemek için deney numunesinin iç kısmı incelenir. Bu şekilde bir yanma mevcut ise, deney numunesi söndürülür ve için için yanmanın meydana gelme şekli kaydedilir.

7. BULGULAR

7.1 Aktif Karbon ile Kaplanmış Kumaşlara Ait Sonuçların Değerlendirilmesi

7.1.1 Akrilat Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Özelliklerinin Değerlendirilmesi

7.1.1.1 Akrilat Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Kolorimetrik Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Aktif karbon siyah renginden dolayı kaplama pastasının rengini de kaplama yapılan tekstil ürününün rengini de değiştirmektedir. Akrilat esaslı kaplama maddesi ile kaplama yapılan kumaşların renk ölçüm değerleri Tablo 7.1 de verilmektedir.

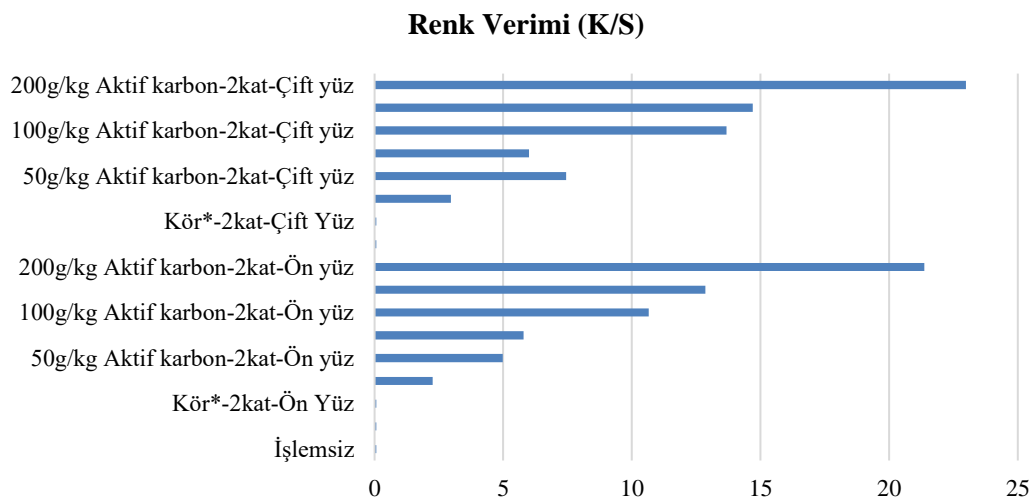
Tablo 7.1: Akrilat esaslı kaplama maddesi ile aktif karbon kaplanmış kumaşların renk özellikleri

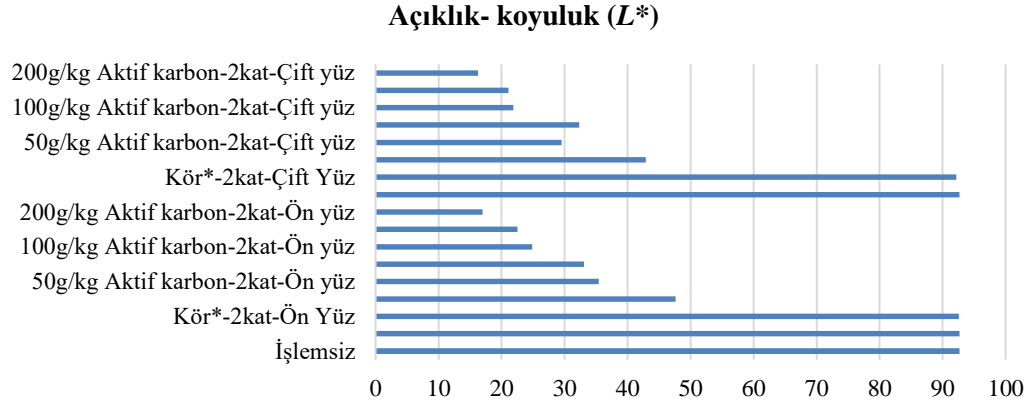
Numune Adı	Renk Verimi (K/S)	L^*	a^*	b^*	C^*	h^0
İşlemsiz	0,067	92,69	0,44	4,65	4,67	84,57
Kör*-1kat-Ön Yüz	0,067	92,7	0,42	4,74	4,76	84,98
Kör*-2kat-Ön Yüz	0,066	92,57	0,49	4,63	4,66	84
50g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz	2,254	47,64	0,09	0,56	0,57	80,58
50g/kg Aktif karbon-2kat-Ön yüz	4,9861	35,41	0,03	0,3	0,3	84,23
100g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz	5,786	33,06	0	0,1	0,1	90,53
100g/kg Aktif karbon-2kat-Ön yüz	10,649	24,87	0	-0,07	0,07	268,52
200g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz	12,857	22,52	0	-0,12	0,12	269,94
200g/kg Aktif karbon-2kat-Ön yüz	21,363	17	0,04	-0,22	0,22	260,77

Tablo 7.1: (devam)

Kör*-1kat-Çift Yüz	0,0671	92,66	0,39	4,72	4,74	85,29
Kör*-2kat-Çift Yüz	0,0675	92,2	0,41	4,59	4,61	84,94
50g/kg Aktif karbon-1kat-Çift yüz	2,968	42,91	0,03	0,09	0,09	68,67
50g/kg Aktif karbon-2kat-Çift yüz	7,441	29,54	-0,01	-0,01	0,02	226,79
100g/kg Aktif karbon-1kat-Çift yüz	6,004	32,31	0,01	-0,06	0,06	276,24
100g/kg Aktif karbon-2kat-Çift yüz	13,673	21,85	0	-0,21	0,21	270,49
200g/kg Aktif karbon-1kat-Çift yüz	14,693	21,1	-0,02	-0,22	0,23	265,26
200g/kg Aktif karbon-2kat-Çift yüz	22,982	16,28	0,02	-0,29	0,29	273,72

Kör*: aktif karbon içermeyen kaplama pastası ile kaplama yapılan kumaşlardır. Karbon içermeyen kör kaplama pastası ile yapılan kaplamalarda numunelerin renksiz olduğu K/S değerlerinden anlaşılmaktadır. Tablo 7.1 incelendiğinde; kaplama patındaki aktif karbon konsantrasyonuna bağlı olarak kumaşların renk kuvvetinin arttığı, buna bağlı olarak da L^* değerinin azaldığı görülmektedir. Kaplama kat sayısı arttıkça da kaplanmış kumaş numunelerinin renk verimleri yükselmektedir. Şekil 7.1 kaplama yapılmış kumaşların renk verimi değerlerini göstermektedir.

**Şekil 7.1:** Aktif karbon kaplanmış kumaşların renk verimi değerleri



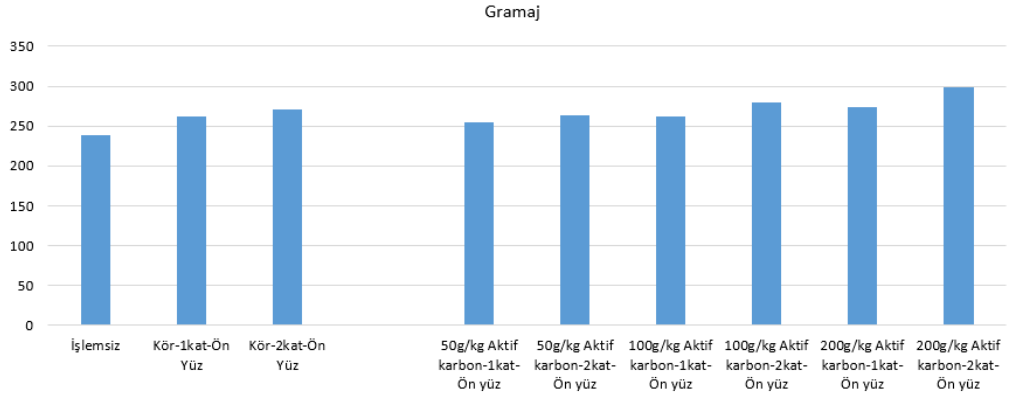
Şekil 7.2: Kaplama yapılmış kumaşların L^* değerleri

7.1.1.2 Akrilat Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Gramajlarının Değerlendirilmesi

Aktarılan kaplama pastası miktarına bağlı olarak beklenildiği gibi kaplama yapılmış kumaş numunelerinin gramajları artmaktadır. Tablo 7.2 ve Şekil 7.3- 7.4'de akrilat esaslı kaplama maddesi ile kaplama yapılan kumaşların numunelerin gramaj değişimleri verilmiştir.

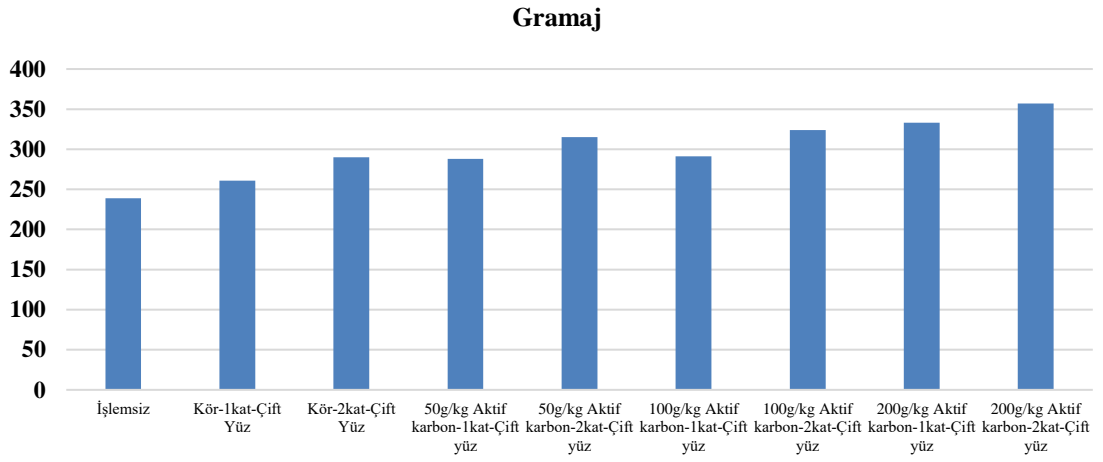
Tablo 7.2: Akrilat esaslı kaplama maddesi ile aktif karbon kaplanmış kumaşların gramaj değişimleri

Numune Adı	Gramaj (g/m^2)
İşlemsiz kumaş	239
Kör-1kat-Ön Yüz	262
Kör-2kat-Ön Yüz	270
50g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz	254
50g/kg Aktif karbon-2kat-Ön yüz	264
100g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz	262
100g/kg Aktif karbon-2kat-Ön yüz	280
200g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz	274
200g/kg Aktif karbon-2kat-Ön yüz	298
Kör-1kat-Çift Yüz	261
Kör-2kat-Çift Yüz	290
50g/kg Aktif karbon-1kat-Çift yüz	288
50g/kg Aktif karbon-2kat-Çift yüz	315
100g/kg Aktif karbon-1kat-Çift yüz	291
100g/kg Aktif karbon-2kat-Çift yüz	324
200g/kg Aktif karbon-1kat-Çift yüz	333
200g/kg Aktif karbon-2kat-Çift yüz	357



Şekil 7.3: Akrilat esaslı kaplama maddesi ile aktif karbon kaplanmış kumaşların gramaj değişimlerine ait grafik

Kumaş numunelerinin her iki yüzüne kaplama yapılması beklenildiği gibi gramajda belirgin bir artış sağlamaktadır (Şekil 7.4).



Şekil 7.4: Her iki yüzüne aktif karbon ile kaplama yapılmış kumaş numunelerinin gramaj değişimlerine ait grafik

7.1.1.3 Akrilat Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Yırtılma Mukavemetlerinin Değerlendirilmesi

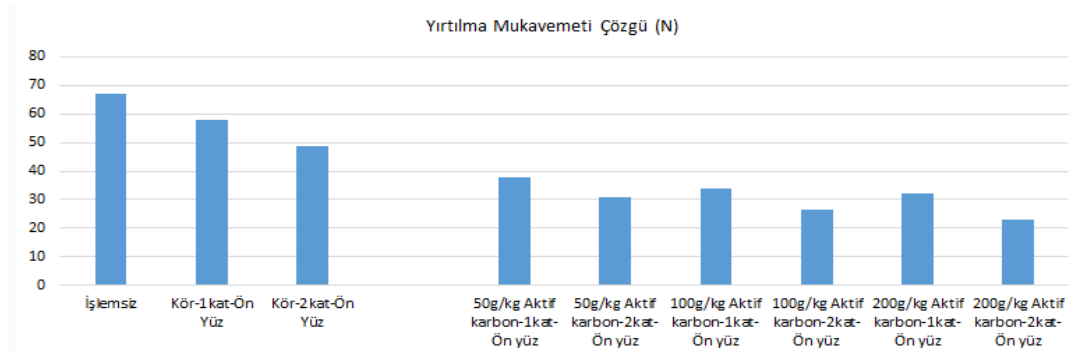
Akrilat esaslı kaplama maddesi ile kaplama yapılan kumaşların yırtılma mukavemetleri Tablo 7.3' de verilmektedir.

Tablo 7.3: Aktif karbon kaplanmış kumaşların numunelerinin yırtılma mukavemetleri

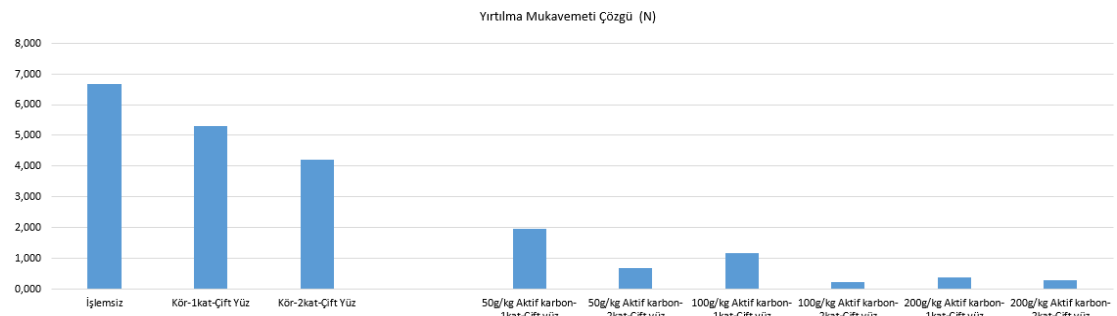
Numune Adı	Yırtılma Mukavemeti Çözgü (N)
İşlemsiz kumaş	66,85
Kör-1kat-Ön Yüz (aktif karbon içermiyor)	58,05
Kör-2kat-Ön Yüz (aktif karbon içermiyor)	48,78
50g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz	37,73
50g/kg Aktif karbon-2kat-Ön yüz	30,81
100g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz	34,00
100g/kg Aktif karbon-2kat-Ön yüz	26,690
200g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz	32,100
200g/kg Aktif karbon-2kat-Ön yüz	22,870
50g/kg Aktif karbon-1kat-Çift yüz	19,440
50g/kg Aktif karbon-2kat-Çift yüz	6,650
100g/kg Aktif karbon-1kat-Çift yüz	11,710
100g/kg Aktif karbon-2kat-Çift yüz	2,230
200g/kg Aktif karbon-1kat-Çift yüz	3,710
200g/kg Aktif karbon-2kat-Çift yüz	2,970

Kör pasta ile kaplama yapılan kumaş numunelerinin yırtılma mukavemetlerinin işlemsiz kumaşa kıyasla düştüğü görülmektedir (Şekil 7.5). Ancak kaplama pastasına aktif karbon ilavesi ile yırtılma mukavemetindeki düşüşün daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kumaş numunesinin her iki yüzüne kaplama yapılması kumaşın kâğıt gibi olmasına ve yırtılma mukavemetinin düşmesineneden olmaktadır (Şekil 7.6).

Kaplamanın, kumaşın özelliklerini değiştiren, özellikle çözgü yönünde kumaşın eğilme rijitliğini arttıran bir işlem olması sebebiyle, kumaşın yırtılma mukavemeti üzerine önemli bir etkisi vardır. Eğer kumaş rijit ve sert bir yapıya sahipse, bir kuvvet uygulandığında iplikler birer birer kopmakta bundan dolayı da yırtılma mukavemeti değeri düşmektedir. İplikleri bir arada tutan kaplama maddesi hareketliliklerini azaltmakta ve genellikle yırtılma mukavemetinin düşmesine ve kumaşın sertleşmesine sebep olmaktadır (Bulut 2010).



Şekil 7.5: Tek yüze aktif karbon ile kaplama yapılmış kumaş numunelerinin yırtılma mukavemetlerine ait grafik



Şekil 7.6: Her iki yüze aktif karbon ile kaplama yapılmış kumaş numunelerinin yırtılma mukavemetlerine ait grafik

7.1.1.4 Akrilat Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Kalınlıklarının Değerlendirilmesi

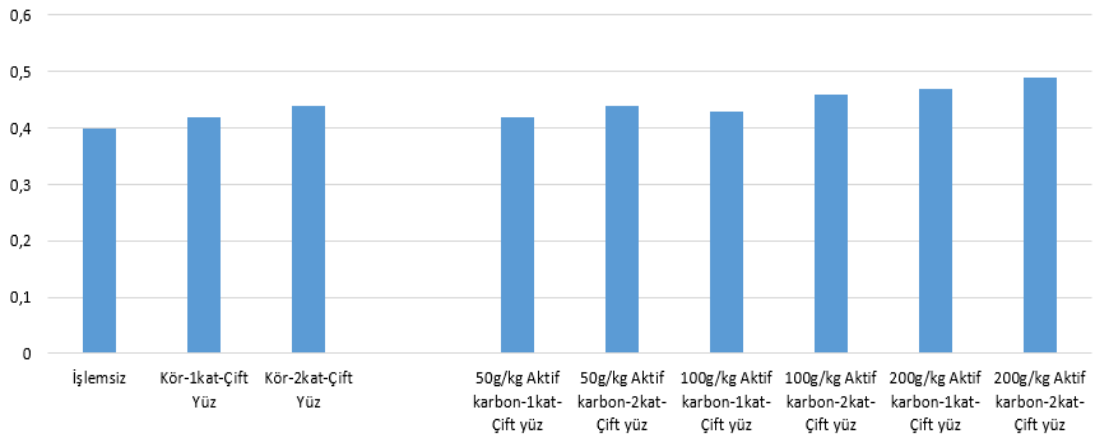
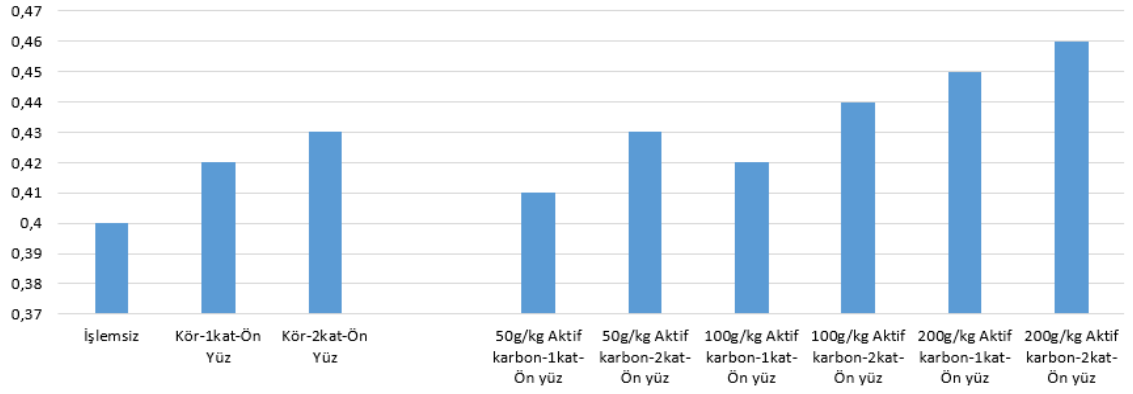
Kör pasta ile kaplama yapılan kumaş numunelerinin kalınlık ölçümleri Tablo 7.4. ve Şekil 7.7'de verilmektedir. Aktarılan kaplama pastası miktarı arttıkça kumaşların kalınlıkları da artmaktadır.

Tablo 7.4: Aktif karbon kaplanmış kumaş numunelerinin kalınlık değişimleri

Numune Adı	Kalınlık (µm)
İşlemsiz	4
Kör-1kat-Ön Yüz	4,2
Kör-2kat-Ön Yüz	4,3
50g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz	4,1
50g/kg Aktif karbon-2kat-Ön yüz	4,3
100g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz	4,2
100g/kg Aktif karbon-2kat-Ön yüz	4,4
200g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz	4,5
200g/kg Aktif karbon-2kat-Ön yüz	4,6

Tablo 7.4: (devam)

Kör-1kat-Çift Yüz	4,2
Kör-2kat-Çift Yüz	4,4
50g/kg Aktif karbon-1kat-Çift yüz	4,2
50g/kg Aktif karbon-2kat-Çift yüz	4,4
100g/kg Aktif karbon-1kat-Çift yüz	4,3
100g/kg Aktif karbon-2kat-Çift yüz	4,6
200g/kg Aktif karbon-1kat-Çift yüz	4,7
200g/kg Aktif karbon-2kat-Çift yüz	4,9



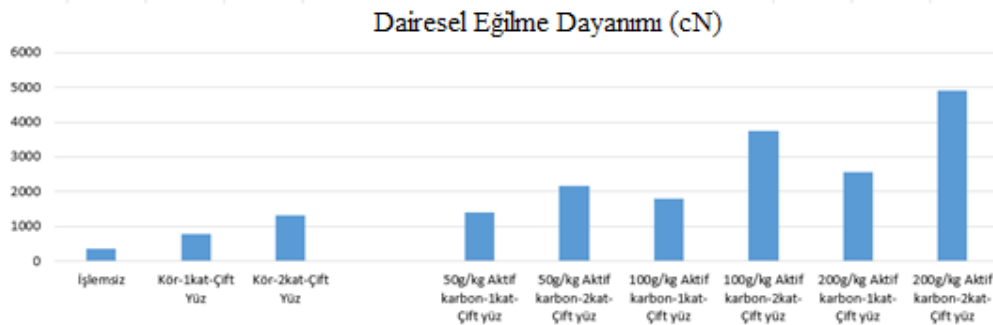
Şekil 7.7: Aktif karbon kaplanmış kumaş numunelerinin kalınlık değişimlerine ait grafik

7.1.1.5 Akrilat Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Dairesel Eğilme Dayanımı Testinin Değerlendirilmesi

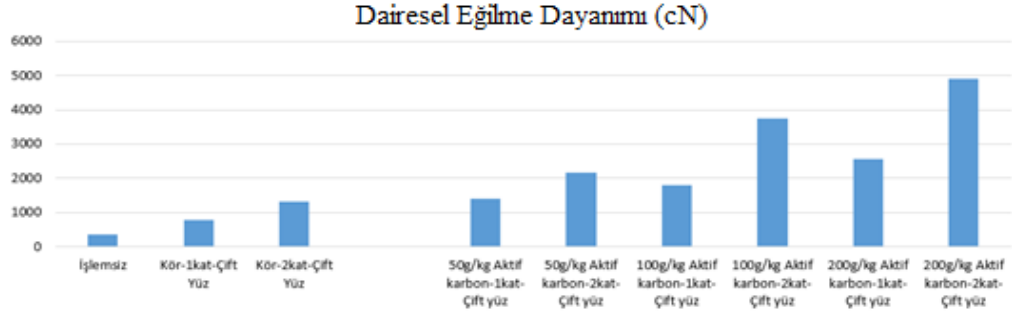
Kör pasta ile kaplama yapılan kumaş numunelerinin dairesel eğilme dayanımı değerlerinin işlemsiz kumaşa kıyasla oldukça arttığı yani numunelerin sertleştiği görülmektedir. Kaplama pastasına aktif karbon ilavesi ile kumaş numunelerinin sertliğinin daha da arttığı belirlenmiştir (Tablo 7.5, Şekil 7.8-7.9).

Tablo 7.5 : Aktif karbon kaplanmış kumaş numunelerinin dairesel eğilme dayanımı (sertlik) değerleri

Numune Adı	Dairesel Eğilme Dayanımı (cN)
İşlemsiz	360
Kör-1kat-Ön Yüz	595
Kör-2kat-Ön Yüz	683
50g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz	775
50g/kg Aktif karbon-2kat-Ön yüz	1083
100g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz	962
100g/kg Aktif karbon-2kat-Ön yüz	1123
200g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz	1058
200g/kg Aktif karbon-2kat-Ön yüz	1635
Kör-1kat-Çift Yüz	793
Kör-2kat-Çift Yüz	1320
50g/kg Aktif karbon-1kat-Çift yüz	1401
50g/kg Aktif karbon-2kat-Çift yüz	2167
100g/kg Aktif karbon-1kat-Çift yüz	1808
100g/kg Aktif karbon-2kat-Çift yüz	3754
200g/kg Aktif karbon-1kat-Çift yüz	2554
200g/kg Aktif karbon-2kat-Çift yüz	4890



Şekil 7.8: Aktif karbon ile tek yüze kaplama yapılmış kumaş numunelerinin dairesel eğilme dayanımı değerlerine ait grafik



Şekil 7.9: Aktif karbon ile her iki yüze kaplama yapılmış kumaş numunelerinin dairesel eğilme dayanımı değerlerine ait grafik

7.1.1.6 Akrilat Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Su buharı Geçirgenliği Testinin Değerlendirilmesi

Kap metodunda; içerisinde su bulunan kaplar numune ile kapatılmakta ve numunenin ıslanmamasına dikkat edilmektedir. Kabın içerisindeki suyun zamana bağlı olarak azalmasıyla numunenin su buharı geçirgenliği belirlenmektedir. Su buharı geçirgenliği g/m^2 saat olarak ifade edilmektedir. Tablo 7.6 incelendiğinde; akrilat esaslı kaplama maddesi ile aktif karbon kaplanan kumaşların su buharı geçirgenliği değerinin işlemsiz kumaşa göre düşük olduğu görülmektedir. Ancak bu değişikliğin çok büyük bir değişiklik olmadığı yani kaplama yapılan kumaşların su buharı geçirgenliğinin etkilenmediği anlaşılmaktadır.

Tablo 7.6: Akrilat esaslı kaplama maddesi ile aktif karbon kaplanmış kumaşların su buharı geçirgenliği testi sonuçları

Numune Adı	1 saat sonra (g)	24 saat sonra yapılan ölçüm (g)	Su buharı geçirgenliği (g/m^2 gün)
İşlemsiz kumaş	120,399	114,888	1019,071
Kör-1kat-Ön Yüz kaplamalı kumaş	122,5597	117,18	994,7918
50g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	123,6675	118,32	988,8376
100g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	123,5473	118,3687	957,6053

7.1.1.7 Akrilat Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Elektriksel İletkenlik Ölçümü

Kaplama yapılmış kumaşlarda elektriksel iletkenlik ölçümü iki uç tekniğine göre yapılmıştır. Sonuçlar Tablo 7.7 'de verilmektedir. Ölçüm 20 cm mesafede yapılmıştır.

Tablo 7.7: Aktif karbon ile kaplama yapılmış kumaşların iki uç tekniğine göre iletkenlik ölçümü sonuçları

Frekans	50 g/kg aktif karbon ile kaplama	100 g/kg aktif karbon ile kaplama	200 g/kg aktif karbon ile kaplama
	Direnç	Direnç	Direnç
10 Hz	Yok	Yok	600 k Ω
100 Hz	Yok	Yok	495 k Ω
1 kHz	Yok	Yok	477 k Ω
10 kHz	Yok	Yok	456 k Ω
100 kHz	Yok	Yok	750 k Ω

İletkenlik elektriksel direncin tersidir. 200 g/kg aktif karbon ile kaplama yapılan numunelerin elektriksel iletkenliği düşük de olsa ölçülebilmüş diğer konsantrasyonlara göre az da olsa değişim göstermiştir.

7.1.1.8 Akrilat Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Hava Geçirgenliği Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Akrilat esaslı kaplama maddesi ile aktif karbon kaplanmış kumaşların hava geçirgenliği testi sonuçları; kaplama yapılmış kumaşların hava geçirgenliklerinin çok azaldığını göstermektedir (Tablo 7.8).

Tablo 7.8: Akrilat esaslı kaplama maddesi ile aktif karbon kaplanmış kumaşların hava geçirgenliği özellikleri

Numune Adı	Hava geçirgenliği* (l/dm ² dak)
İşlemsiz kumaş	102
Kör- Ön Yüz kaplamalı kumaş (aktif karbon içermeyen pasta ile)	6,77
50 g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	7,01
100 g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	6,07

Gheazal ve diğ. (2016) tarafından yapılan çalışmada da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Akrilat pasta miktarının çalışılan örgü kumaşın hava geçirgenliğini önemli ölçüde etkilediği; akrilat kaplama pastasının miktarı arttıkça, hava geçirgenliğinin azaldığı belirtilmiştir. Kaplama miktarının artırılması kaplama faktörünün artmasına bunun da gözenek boyutunu etkileyeceğine değinilmiştir.

7.1.2 Poliüretan Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Su bazlı poliüretan kaplama maddeleri, çevre dostu olduklarından daha caziptir ve insan sağlığı için daha az zararlıdır. Tez çalışmasında poliüretan kaplama maddeleri de kullanılmıştır.

7.1.2.1 Poliüretan Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak aktif karbon ile kaplanan pamuklu kumaşların artan kalınlık ve gramaj değerleri Tablo 7.9' da verilmektedir.

Tablo 7.9: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak aktif karbon ile kaplanan pamuklu kumaşların kalınlık ve gramaj değerleri

Numune Adı	Kalınlık (μm)	Gramaj (g/m^2)
İşlemsiz kumaş	4	239
Kör- Ön Yüz kaplamalı kumaş (aktif karbon içermeyen pasta ile)	4,1	287
25 g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	4,2	289
50 g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	4,4	291
100 g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	4,5	313

7.1.2.2 Poliüretan Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Yırtılma Mukavemetlerinin Değerlendirilmesi

Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak aktif karbon ile kaplanan pamuklu kumaşların yırtılma mukavemeti değerleri Tablo 7.10' da verilmektedir.

Tablo 7.10: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak aktif karbon ile kaplanan pamuklu kumaşların yırtılma mukavemeti değerleri

Numune Adı	Yırtılma Mukavemeti Çözü (N)
İşlemsiz kumaş	66,85
Kör- Ön Yüz kaplamalı kumaş (aktif karbon içermeyen pasta ile)	57,6
25 g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	56,4
50g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	33,3
100g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	24,8

Poliüretan kaplama maddesi ile aktif karbon kullanılarak kaplama yapılan pamuklu kumaş numunelerinin yırtılma mukavemetlerinin akrilat esaslı kaplama maddesinde olduğu gibi düştüğü Tablo 7.10' da görülmektedir.

7.1.2.3 Poliüretan Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Dairesel Eğilme Dayanımının Değerlendirilmesi

Kumaş numunelerinin her iki yüzüne kaplama yapılması numunelerin mukavemetlerinin düşüşüne neden olduğu gibi tutumu da sertleştirmektedir.

Tablo 7.11: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak aktif karbon ile kaplanan pamuklu kumaşların dairesel eğilme dayanımı değerleri

Numune Adı	Dairesel Eğilme Dayanımı (cN)
İşlemsiz kumaş	360
Kör- Ön Yüz kaplamalı kumaş (aktif karbon içermeyen pasta ile)	851
25 g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	858
50g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	1057
100g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	1183

İşlemsiz kumaşa kıyasla poliüretan kaplama maddesi kullanılarak aktif karbon ile kaplanan pamuklu kumaşların dairesel eğilme dayanımı değerlerinin yanisertliklerinin arttığı Tablo 7.11'de görülmektedir.

7.1.2.4 Poliüretan Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Hava Geçirgenliği Testi

Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak kaplanan pamuklu kumaşların hava geçirgenliği değerleri Tablo 7.12’de verilmektedir.

Tablo 7.12: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak aktif karbon ile kaplanan pamuklu kumaşların hava geçirgenliği değerleri

Numune Adı	Poliüretan kaplama maddesi Hava geçirgenliği* (l/m ² s)	Poliakrilat kaplama maddesi Hava geçirgenliği* (l/dm ² dak)
İşlemsiz kumaş	102	102
Kör- Ön Yüz kaplamalı kumaş (aktif karbon içermeyen pasta ile)	24,5	6,77
25 g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	42	-
50g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	34	7,01
100g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	30	6,07

Poliüretan esaslı kaplama maddesi ile kaplama yapılan numunelerin hava geçirgenliklerinin işlemsiz kumaşa göre oldukça düştüğü belirlenmiştir (Tablo 7.12). Güneşoğlu tarafından yapılan araştırmada da PUR ile kaplama yapılan denim kumaşların hava geçirgenliği değerinin oldukça düştüğü belirtilmektedir (Güneşoğlu 2015). Her iki kaplama maddesi karşılaştırıldığında ise poliüretan esaslı kaplama maddesi ile kaplanan numunelerin hava geçirgenliği; poliakrilat esaslı kaplama maddesi ile kaplanan numunelerin hava geçirgenliği değerine göre daha yüksektir.

7.1.2.5 Poliüretan Esaslı Kaplama Maddesi ile Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Sigara Yanma Testi Sonuçları

Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak aktif karbon ile kaplanan pamuklu kumaşların yanma davranışlarını incelemek amacıyla için için sigara yanma testi uygulanmıştır.

Tablo 7.13: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak aktif karbon ile kaplanan pamuklu kumaşların sigara yanma testi sonuçları

Numune Adı	Sigara Yanma Testi (cm)
İşlemsiz kumaş	5
Kör- Ön Yüz kaplamalı kumaş (aktif karbon içermeyen pasta ile)	5
25 g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	4,9
50 g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	4,7
100 g/kg Aktif karbon-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	4,7

İçin için sigara yanma testi sonuçları incelendiğinde; işlemsiz ve kör kumaş numunelerine göre aktif karbon ile kaplanmış kumaş numunelerinde daha kısa kömürleşme uzunluğunun ölçülmüş olduğu görülmektedir. Aktif karbon konsantrasyonunun 100 g/kg'a çıkarılması 50 g/kg'a göre bir farklılık sağlamamıştır (Tablo 7.13).

7.1.2.6 Aktif Karbon Kaplanmış Kumaşların Kötü Koku Absorpsiyon Testi Değerlendirilmesi

Tez çalışması kapsamında kötü kokuları absorbe etme özelliğinden yararlanmak amacıyla pamuklu kumaşlara aktif karbon ile kaplamalar yapılmıştır. Kaplamalı kumaşların sigara kokusunu absorbe edip edemediği beş kişi tarafından duyuşal olarak test edilmiştir. Değerlendirme yapan kişi sayısı 5'tir. Değerlendirme yapan kişilerin verdiği puanların ortalamaları alınmıştır. Tablo 7.14'de değerlendirme sonuçları verilmektedir.

Tablo 7.14: Sigara kokusu absorpsiyon testi değerlendirilmesi

Numune Adı	Değerlendirme Puanları
İşlemsiz Kumaş	4,8
Kör – 1 Kat – Ön Yüz	4
25 g/kg Aktif Karbon – 1 Kat – Ön Yüz Kaplamalı Kumaş	2,6
50 g/kg Aktif Karbon – 1 Kat – Ön Yüz Kaplamalı Kumaş	2,2
100 g/kg Aktif Karbon – 1 Kat – Ön Yüz Kaplamalı Kumaş	1,2

Sigara testi sübjektif değerlendirme dereceleri:

1. Sigara kokusu hiç yok
2. Zayıf koku
3. Orta derecede koku
4. Koku var
5. Sigara kokusu çok fazla

İşlemsiz kumaşa ve kör kaplama patı ile kaplanmış kumaşlara sigara kokusunun sindiği ve değerlendirme yapan kişilerce hissedildiği belirlenmiştir (Tablo 7.14). Kaplama pastasında aktif karbon konsantrasyonu arttıkça kaplama yapılan kumaşların kötü sigara kokusunu absorbe ettiği anlaşılmaktadır. Sigara kokusunun en az hissedildiği numune; 100 g/kg aktif karbon içeren kaplama pastasıyla kaplanan numunedir.

7.2 Grafit Kaplanmış Kumaşlara Ait Sonuçların Değerlendirilmesi

Karbon minerali olan grafit; ısı ve elektrik iletkenliği ve ısıya dayanıklılık gibi özellikleri sayesinde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Tez çalışması kapsamında pamuk kumaşlara farklı grafit miktarlarında hem tek yüze hem de çift yüze poliüretan esaslı kaplama maddesi ile kaplamalar yapılmıştır.

7.2.1 Grafit Kaplanmış Kumaşların Kolorimetrik Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Pamuklu kumaşlara grafit kaplanması sonucunda grafit konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak kaplanmış kumaşların renk verimi artmaktadır. Kaplama yapılmış kumaşların L* değeri işlemsiz kumaşa göre azalmaktadır. İşlemsiz kumaşa göre kaplama yapılmış kumaşların daha az sarı olduğu, grafit konsantrasyonu arttıkça numunelerin daha kırmızı olduğu görülmektedir. Grafit ile kaplama yapılması durumunda grafit konsantrasyonuna bağlı olarak numunelerde renk değişiminin olacağı göz önüne alınmalıdır (Tablo 7.15).

Tablo 7.15: Grafit kaplanmış kumaşların kolorimetrik özellikleri

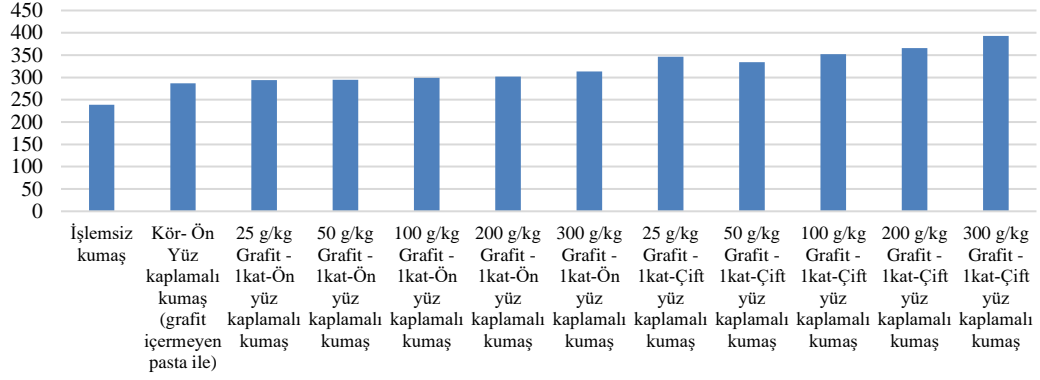
Numune Adı	Renk verimi (K/S)	L^*	a^*	b^*	C^*	h^0
İşlemsiz kumaş	0,067	92,69	0,44	4,65	4,67	84,57
25 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	0,709	66,92	0,04	1,87	1,87	88,68
50 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	1,064	59,98	0,22	1,16	1,18	79,05
100 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	2,716	44,68	0,38	0,68	0,78	60,9
200 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	3,625	40,13	0,43	0,65	0,78	56,29
300 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	4,224	37,62	0,64	0,65	0,92	45,28

7.2.2 Grafit Kaplanmış Kumaşların Gramajlarının Değerlendirilmesi

Grafit ile kaplanan kumaşların grafit konsantrasyonu ve aktarılan pasta miktarı (ön yüz ve hem ön yüz hem arka yüz kaplandığında) arttıkça gramajları da artmaktadır. Tablo 7.16 ve Şekil 7.10' da kaplanmış kumaşların gramaj değişimleri verilmektedir.

Tablo 7.16: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak grafit ile kaplanan pamuklu kumaşların gramaj değerleri

Numune Adı	Gramaj (g/m ²)
İşlemsiz kumaş	239
Kör- Ön Yüz kaplamalı kumaş (grafit içermeyen pasta ile)	287
25 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	294
50 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	295
100 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	299
200 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	302
300 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	313
25 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	346
50 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	334
100 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	352
200 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	366
300 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	393



Şekil 7.10 :Grafite ile kaplanan pamuklu kumaşların gramaj değerlerine ait grafik

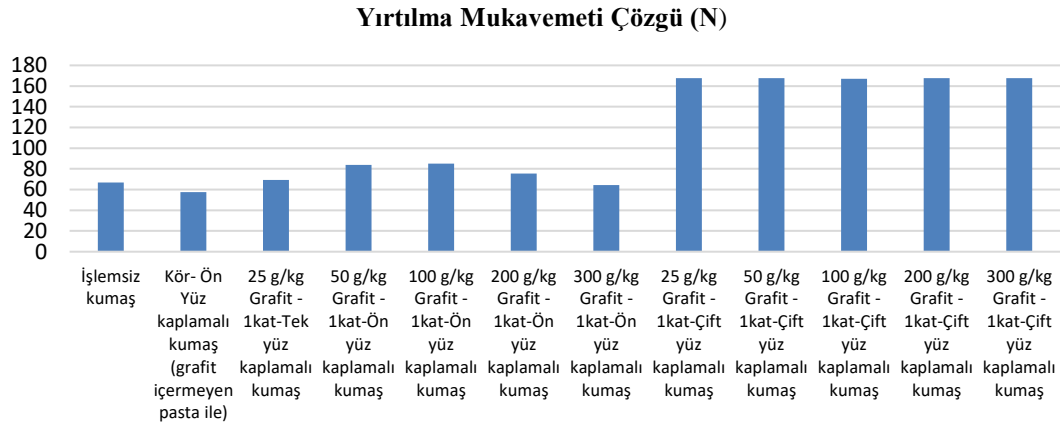
7.2.3 Grafite Kaplanmış Kumaşların Yırtılma Mukavemetlerinin Değerlendirilmesi

Tablo 7.17 ve Şekil 7.11 incelendiğinde; grafite ile hazırlanan kaplama pastaları ile tek yüzü kaplanan pamuklu kumaşların yırtılma mukavemetlerinde düşüş gözlenmemiştir. Grafite içeren kaplama pastasının kumaşın her iki yüzüne aktarılması ise; kaplanmış kumaşların yırtılma mukavemetinde belirgin derecede artış sağlamıştır.

Tablo 7.17 :Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak grafite ile kaplanan pamuklu kumaşların yırtılma mukavemeti değerleri

Numune Adı	Yırtılma Mukavemeti Çözüğü (N)
İşlemsiz kumaş	66,8
Kör- Ön Yüz kaplamalı kumaş (grafite içermeyen pasta ile)	57,6
25 g/kg Grafite -1kat-Tek yüz kaplamalı kumaş	69,3
50 g/kg Grafite -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	83,9
100 g/kg Grafite -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	85,1
200 g/kg Grafite -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	75,5
300 g/kg Grafite -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	64,2
25 g/kg Grafite -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	167,8
50 g/kg Grafite -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	167,8
100 g/kg Grafite -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	167,1
200 g/kg Grafite -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	167,8
300 g/kg Grafite -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	167,7

Kut ve Güneşoğlu (2005) poliüretan ve poliakrilat kaplama işlemi sonrası dokuma kumaşların performans özelliklerindeki değişimleri, ham ve florokarbon emdirilmiş kumaşlar için değerlendirmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, kaplamanın kumaşın kopma mukavemetini arttırdığı, en yüksek artışın poliüretan kaplama kumaşlarda olduğu belirlenmiştir. Tez çalışmasının mevcut deney şartlarında da literatüre paralel olarak poliüretan kaplama maddesi ile kaplanan kumaş numunelerinin yırtılma mukavemetlerinin de arttığı tespit edilmiştir.



Şekil 7.11 :Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak grafit ile kaplanan pamuklu kumaşların yırtılma mukavemeti değerlerine ait grafik

7.2.4 Grafit Kaplanmış Kumaşların Kalınlıklarının Değerlendirilmesi

Kaplama yapılan kumaşların kalınlıkları artmakta özellikle çift yüze yapılan kaplamalarda kalınlık artışı daha yüksek olmaktadır.

Tablo 7.18 :Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak grafit ile kaplanan pamuklu kumaşların kalınlık değerleri

Numune Adı	Kalınlık (µm)
İşlemsiz kumaş	0,40
Kör- Ön Yüz kaplamalı kumaş (grafit içermeyen pasta ile)	0,41
25 g/kg Grafite -1kat-Tek yüz kaplamalı kumaş	0,41
50 g/kg Grafite -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	0,41
100 g/kg Grafite -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	0,42
200 g/kg Grafite -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	0,45
300 g/kg Grafite -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	0,47

Tablo 7.18: (devam)

25 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	0,41
50 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	0,42
100 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	0,44
200 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	0,48
300 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	0,50

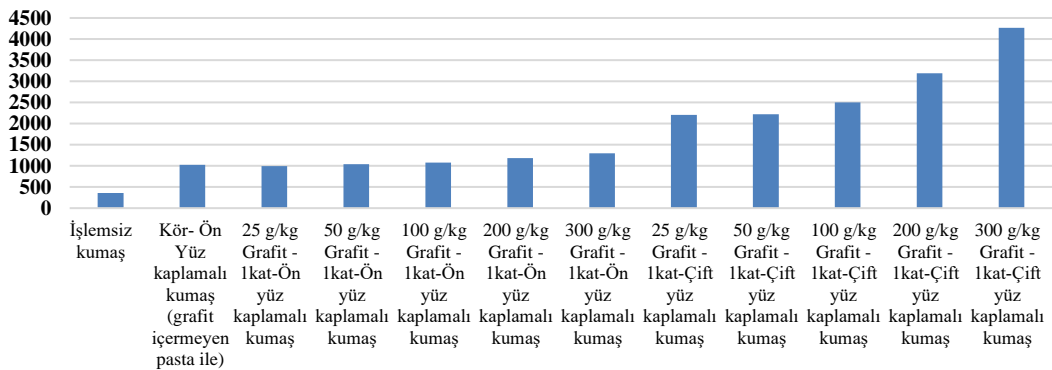
7.2.5 Grafit Kaplanmış Kumaşların Dairesel Eğilme Dayanımı Testinin Değerlendirilmesi

Kaplama yapılan kumaş numunelerinin tutumlarında önemli derecede değişiklik meydana gelmektedir (Tablo 7.19).

Tablo 7.19: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak grafit ile kaplanan pamuklu kumaşların dairesel eğilme dayanımı değerleri

Numune Adı	Dairesel Eğilme Dayanımı (cN)
İşlemsiz kumaş	360
Kör- Ön Yüz kaplamalı kumaş (grafit içermeyen pasta ile)	851
25 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	993
50 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	1037
100 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	1076
200 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	1185
300 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	1294
25 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	2203
50 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	2219
100 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	2504
200 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	3192
300 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	4266

Dairesel Eğilme Dayanımı (cN)



Şekil 7.12 : Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak grafit ile kaplanan pamuklu kumaşların dairesel eğilme dayanımı değerlerine ait grafik

Tablo 7.19 ve Şekil 7.12 incelendiğinde; grafit içeren kaplama pastasının kumaşın tutumunu etkilediği görülmektedir. Kaplanmış kumaşların sertlik değerleri artmaktadır. Kaplama pastasının kumaşın her iki yüzüne aktarılması; kaplanmış kumaşların sertlik değerlerinde belirgin derecede artışa neden olmaktadır. Her iki yüze kaplama yapılan kumaşlar kıyaslandığında akrilat esaslı kaplama maddesi ve aktif karbon ile kaplanan pamuklu kumaşların sertlik değerlerine göre grafit ile kaplanan kumaşlarda az da olsa daha yüksek değerler gözlenmiştir.

7.2.6 Grafit Kaplanmış Kumaşların Su buharı Geçirgenliği Testinin Değerlendirilmesi

Grafit ile kaplama yapılan kumaş numunelerinin su buharı geçirgenliği test sonuçları; işlemsiz kumaşa göre su buharı geçirgenliğinin azaldığını göstermektedir (Tablo 7.20).

Tablo 7.20: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak grafit ile kaplanan pamuklu kumaşların su buharı geçirgenliği değerleri

Numune Adı	1 saat sonra (g)	24 saat sonra yapılan ölçüm (g)	Su buharı geçirgenliği (g/m ² gün)
İşlemsiz kumaş	120,399	114,888	1019,071
Kör- Ön Yüz kaplamalı kumaş (grafit içermeyen pasta ile)	121,949	118,588	621,502
25 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	120,719	118,015	611,701
50 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	120,848	118,326	597,013
100 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	122,284	118,976	500,012
200 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	122,034	118,805	466,357
300 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	123,430	121,438	368,352
25 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	122,747	119,423	645,580
50 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	121,560	117,528	614,660
100 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	121,311	118,643	493,355
200 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	122,379	120,249	393,870
300 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	120,375	118,333	377,598

7.2.7 Grafit Kaplanmış Kumaşların Elektriksel İletkenlik Ölçümü

Elektriksel iletkenlik özelliği, grafitin (düzlem içi kovalent bağdan dolayı) elektrokimyasal elektrotlar ve elektrikli fırçalar olarak kullanılmasını sağlamaktadır. Tez çalışmasında pamuklu kumaşlara kaplanan grafit ile elektriksel iletkenlik özelliğinin kazandırılabilirliği de araştırılmıştır. Ölçümler 10 cm mesafede yapılmış, 100 Hertz (Hz)'de alınan değerleri verilmiştir. Sadece 200 ve 300 g/kg grafit içeren ek kat ön yüz kaplamalı kumaş numunelerinde direnç değeri alınabilmektedir. Bu durumda en iyi iletkenlik özelliği 200 g/kg grafit ile kaplanan kumaş numunesi göstermiştir (Tablo 7.21).

Tablo 7.21: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak grafit ile kaplanan pamuklu kumaşların elektriksel iletkenlik ölçümü

Numune Adı	Direnç (k Ω)
İşlemsiz kumaş	Yok
Kör- Ön Yüz kaplamalı kumaş (grafit içermeyen pasta ile)	Yok
25 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	Yok
50 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	Yok
100 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	Yok
200 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	28
300g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	85
25 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	Yok
50 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	Yok
100 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	Yok
200 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	Yok
300g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	Yok

7.2.8 Grafit Kaplanmış Kumaşların Hava Geçirgenliği Testi

Grafit ile kaplama yapılan numunelerin hava geçirgenliklerinin işlemsiz kumaşa göre oldukça düştüğü belirlenmiştir (Tablo 7.22). Özellikle çift yüze yapılan kaplamalarda hava geçirgenliği önemli oranda azalmaktadır.






Tablo 7.22: Grafit kaplanmış kumaşların hava geçirgenliği değerleri

Numune Adı	Hava geçirgenliği (l/dm ² dak)
İşlemsiz kumaş	102
Kör- Ön Yüz kaplamalı kumaş (grafit içermeyen pasta ile)	24,50
25 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	11,50
100 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	6,50
300g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	6,27
300g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş	2,10

7.2.9 Grafit Kaplanmış Kumaşların Sigara Yanma Testi

Grafit, yüksek erime derecesine (3527 °C), düşük genleşme sabitine, mekanik yüklenme ve kimyasal direncine, sıcaklık değişimlerine dayanıklılık özelliklerine sahiptir. Bu nedenle ateşe dayanıklı refrakter malzemelerin yapılmasında kullanılmaktadır (Çuhadaroğlu ve diğ. 2018). Çalışma kapsamında grafit kaplanmış kumaşların yanma davranışını incelemek amacıyla için için yanan sigara testi yapılmıştır. İçin için yanan sigara testi sonuçları; Tablo 7.23’de verilmektedir. Sonuçlara göre sigara testi sonrası grafit kaplamalı kumaşlar çok az da olsa işlemsiz kumaşa göre daha az kömürleşme uzunluğuna sahiptir.

Tablo 7.23: Grafit kaplanmış kumaşların sigara yanma testi sonuçları

Numune Adı	Test Edilen Numune Görseli	Sigara Yanma Testi (cm)
İşlemsiz		4,8
25 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş		4,1
100 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş		3,1
200 g/kg Grafit -1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş		3,6
300 g/kg Grafit -1kat-Çift yüz kaplamalı kumaş		2,9

Kaplamalı kumaşın için için yanma testi sonuçları işlemsiz kumaşa göre daha kısa kömürleşme uzunluğuna sahip olduklarını göstermektedir. Kaplamalı kumaşın için için yanmama davranışının işlemsiz kumaşa göre iyileştiği söylenebilmektedir.

7.3 Bakır ve Aktif Karbon ile Kaplanmış Kumaşlara Ait Sonuçların Değerlendirilmesi

İletken özelliğe sahip bakır tozları ile aktif karbon kaplama pastasında birlikte kullanılmıştır. Aktif karbon konsantrasyonu olarak; daha önce yapılan aktif karbon kaplamalarına ait sonuçlardan yola çıkılarak 100 g/kg seçilmiştir.

Tablo 7.24: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak bakır ve aktif karbon ile kaplanan pamuklu kumaşların fiziksel test sonuçları

Numune Adı	Kalınlık (mikron)	Gramaj (g/m ²)	Yırtılma Mukavemeti Çözüğü (N)	Hava Geçirgenliği* (l/dm ² /dak)	Dairesel Eğilme Dayanımı (cN)	Direnç (kohm)
İşlemsiz kumaş	4	239	66,8	102	360	Yok
Kör- Ön Yüz kaplamalı kumaş	4,1	287	56,4	24,5	893	Yok
30 g/kg Bakır tozu +100 g/kg Aktif karbon 1 kat-Tek yüz kaplamalı kumaş	5	305	50,45	13,7	1050	Yok
50 g/kg Bakır tozu +100 g/kg Aktif karbon 1 kat-Tek yüz kaplamalı kumaş	5	305	45,7	12,04	1144	Yok

Tablo 7.24’de direnç sütunundaki yok değeri direncin ölçülemediği anlamına gelmektedir. Bakır tozu içeren kaplama pastası ile kaplanan kumaş numunelerinin işlemsiz ve kör kumaş numunesine göre kalınlıkları, gramajları ve sertlik değerleri artmaktadır. Kaplama yapılan kumaşların hava geçirgenliği önemli ölçüde azalmaktadır. Kaplama yapılan numunelerin yırtılma mukavemeti ise işlemsiz kumaşa göre biraz düşüş göstermektedir. Bakırın iyi elektriksel iletkenliği olmasına rağmen bakır tozu ile kaplanan numunelerde elektriksel iletkenlik ölçümlerinde herhangi bir değer gözlenmemiştir. Bu numuneler elektrik iletkenlik özelliği kazanmamıştır (Tablo 7.24).

Tablo 7.25: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak bakır ve aktif karbon ile kaplanan pamuklu kumaşların kötü koku absorpsiyon testi sonuçları



Numune Adı	Değerlendirme Puanları
İşlemsiz Kumaş	4,8
Kör – 1 Kat – Ön Yüz	4
30 g/kg Bakır tozu + 100 g/kg Aktif Karbon – 1 Kat – Tek Yüz Kaplamalı Kumaş	3,2
50 g/kg Bakır tozu + 100 g/kg Aktif Karbon – 1 Kat – Tek Yüz Kaplamalı Kumaş	2,6

Sigara testi sübjektif değerlendirme dereceleri:

1. Sigara kokusu hiç yok
2. Zayıf koku
3. Orta derecede koku
4. Koku var
5. Sigara kokusu çok fazla

Tez çalışması kapsamında kötü kokuları absorbe etme özelliğinden yararlanmak amacıyla pamuklu kumaşlara aktif karbon ile kaplamalar yapılmış ve sigara kokusunun en az hissedildiği numunenin duyuşal değerlendirme sonucunda 100 g/kg aktif karbon içeren kaplama pastasıyla kaplanan numune olduğu belirlenmişti. Bakır ve aktif karbon ile kaplanan kumaşların sigara kokusunu absorbe edip edemediği de duyuşal olarak test edilmiştir. Değerlendirme yapan beş kişinin verdiği puanların ortalamaları alınmıştır. Tablo 7.25’de değerlendirme sonuçları verilmektedir. Sonuçlara göre kaplama pastasının aktif karbon içermesi kötü sigara kokusunun absorbe edilmesini sağlamaktadır.

Tablo 7.26: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak bakır ve aktif karbon ile kaplanan pamuklu kumaşların sigara yanma testi değerlendirmesi

Numune Adı	Test Edilen Numune Görseli	Sigara Yanma Testi (cm)
30 g/kg Bakır tozu +100 g/kg Aktif karbon 1 kat-Tek yüz kaplamalı kumaş		3
50 g/kg Bakır tozu +100 g/kg Aktif karbon 1 kat-Tek yüz kaplamalı kumaş		3,1

Her iki kaplamalı kumaşın için için yanma testi sonucu benzerdir ve işlemsiz kumaşa göre daha kısa kömürleşme uzunluğuna sahip oldukları görülmektedir. Kaplamalı kumaşın için için yanma davranışının işlemsiz kumaşa göre az da olsa iyileştiği yani daha zor yandığı söylenebilmektedir (Tablo 7.26).

Tablo 7.27: Bakır ve aktif karbon ile kaplanmış kumaşlara ait su buharı geçirgenliği testinin değerlendirilmesi

Numune Adı	1 saat sonra (g)	24 saat sonra yapılan ölçüm (g)	Su buharı geçirgenliği (g/m ² gün)
İşlemsiz kumaş	120,399	114.888	1019,071
30 g/kg Bakır Tozu-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	120,557	116,346	778,680
50 g/kg Bakır Tozu-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	121,875	118,504	623,351
100 g/kg Bakır Tozu-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	120,687	118,945	322,123
30 g/kg Bakır Tozu + 100 g/kg Aktif Karbon-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	121,672	118,936	505,929
50 g/kg Bakır Tozu + 100 g/kg Aktif Karbon-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	120,880	118,263	483,1851

Bakır tozu ile kaplama yapılan kumaş numunelerinin su buharı geçirgenliğinin işlemsiz kumaşa göre azaldığı belirlenmiştir. Bakır konsantrasyonu arttıkça su buharı geçirgenliği değeri düşmektedir (Tablo 7.27).

7.4 Grafit ve Bakır Tozu ile Kaplanmış Kumaşlara Ait Sonuçların Değerlendirilmesi

Tablo 7.28’de bakır, grafit, bakır + grafit kombinasyonu ile kaplama yapılan kumaşlara ait test sonuçları toplu halde verilmektedir. Elde edilen sonuçlara göre kaplama kat sayısı arttıkça kumaş kalınlığı ve gramajı artmaktadır. Kaplama kat sayısı arttıkça kaplanmış kumaş numunelerinin sertlik değerleri de belirgin şekilde artmaktadır. Yırtılma mukavemetlerinde ise işlemsiz kumaşa göre azalma görülmektedir. Bu azalmanın kaplama pastasında bulunan çapraz bağlayıcıdan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Elektriksel iletkenlik özelliği yüksek bir metal olan bakır tozu ile kaplanan kumaş numunelerinin elektriksel iletkenlik göstermediği belirlenmiştir. Buna karşın sadece grafit ile kaplanan kumaş numunelerinde elektriksel iletkenlik ölçülebilmıştır. Kaplama kat sayısı arttıkça ölçülen direncin arttığı belirlenmiştir. Direncin artması; elektriksel iletkenliğin azalması anlamına gelmektedir. Düşük bir direnç kolaylıkla elektrik akımının akışını sağlayan bir malzeme demektir. Bu nedenle 200 g/kg grafit ile tek kat kaplama yapılan kumaş numunelerinin daha yüksek iletkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Bakır ve grafit içeren kaplama pastası ile kaplama yapılması; tek başına grafit ile kaplanan kumaşlardan daha da yüksek elektriksel iletkenlik özelliğine sahip kumaşların elde edilmesini sağlamıştır. Kaplama kat sayısına bağlı olarak farklı direnç değerleri ölçülmüş olsa da; kaplama sayısının artmasının kumaşın sertliğinin artmasına, mukavemetinin düşmesine neden olduğu göz önüne alındığında 100 g/kg Bakır tozu + 200 g/kg Grafit Tek içeren pat ile tek kat kaplama yapılması elektriksel iletkenliğe sahip kumaş elde edilebilmesini sağlamaktadır.

Tablo 7.28: Grafit ve bakır tozu ile kaplanmış kumaşlara ait sonuçlar

Numune Adı	Kaplama Kat Sayısı	Kalınlık	Gramaj (g/m ²)	Yırtılma Mukavemeti Çözgü (N)	Dairesel Eğilme Dayanımı (cN)	Direnç (kohm) 100 Hz'de
İşlemsiz kumaş	-	0,4	239	66,8	360	Yok
Kör- Ön Yüz kaplamalı kumaş	1	0,41	287	57,6	851	Yok
30 g/kg Bakır tozu +200 g/kg Grafit - Tek yüz kaplamalı kumaş	1	0,49	305	50,45	1050	Yok
50 g/kg Bakır tozu +200 g/kg Grafit - Tek yüz kaplamalı kumaş	1	0,50	305	45,7	1144	Yok

Tablo 7.28: (devam)

100 g/kg Bakır tozu - Tek yüz kaplamalı kumaş	1	0,42	314,8	34,7	1294	Yok
100 g/kg Bakır tozu - Tek yüz kaplamalı kumaş	3	0,44	367,3	30,5	2262	Yok
100 g/kg Bakır tozu - Tek yüz kaplamalı kumaş	5	0,46	387,5	24,8	3351	Yok
200 g/kg Grafit -Tek yüz kaplamalı kumaş	1	0,46	323,4	44,4	1643	28 k Ω
200 g/kg Grafit -Tek yüz kaplamalı kumaş	3	0,48	443,1	36,3	2386	300 k Ω
200 g/kg Grafit -Tek yüz kaplamalı kumaş	5	0,55	794,5	24,8	3907	900 k Ω
100 g/kg Bakır tozu +200 g/kg Grafit -Tek yüz kaplamalı kumaş	1	0,45	371,5	24,8	1031	11-13 k Ω
100 g/kg Bakır tozu +200 g/kg Grafit -Tek yüz kaplamalı kumaş	3	0,51	431,4	19,1	2427	30 k Ω

Tablo 7.28: (devam)

100 g/kg Bakır tozu +200 g/kg Grafit -Tek yüz kaplamalı kumaş	5	0,53	440,2	16,2	3370	9-11 kΩ
100 g/kg Bakır tozu +200 g/kg Grafit -Tek yüz kaplamalı kumaş	7	0,54	497,3	14,7	8364	20 kΩ
100 g/kg Bakır tozu +200 g/kg Grafit -Tek yüz kaplamalı kumaş	10	0,55	556,4	27,7	11122	8-11 kΩ

Tablo 7.28’de bakır, grafit, bakır + grafit kombinasyonu ile kaplama yapılan kumaşlara ait test sonuçları toplu halde verilmektedir. Elde edilen sonuçlara göre kaplama kat sayısı arttıkça kumaş kalınlığı ve gramajı artmaktadır. Kaplama kat sayısı arttıkça kaplanmış kumaş numunelerinin sertlik değerleri de belirgin şekilde artmaktadır. Yırtılma mukavemetlerinde ise işlemsiz kumaşa göre azalma görülmektedir. Bu azalmanın kaplama pastasında bulunan çapraz bağlayıcıdan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Elektriksel iletkenlik özelliği yüksek bir metal olan bakır tozu ile kaplanan kumaş numunelerinin elektriksel iletkenlik göstermediği belirlenmiştir. Buna karşın sadece grafit ile kaplanan kumaş numunelerinde elektriksel iletkenlik ölçülebilmektedir. Kaplama kat sayısı arttıkça ölçülen direncin arttığı belirlenmiştir. Direncin artması; elektriksel iletkenliğin azalması anlamına gelmektedir. Düşük bir direnç kolaylıkla elektrik akımının akışını sağlayan bir malzeme demektir. Bu nedenle 200 g/kg grafit ile tek kat kaplama yapılan kumaş numunelerinin daha yüksek iletkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Bakır ve grafit içeren kaplama pastası ile kaplama yapılması; tek başına grafit ile kaplanan kumaşlardan daha da yüksek elektriksel iletkenlik özelliğine sahip

kumaşların elde edilmesini sağlamıştır. Kaplama kat sayısına bağlı olarak farklı direnç değerleri ölçülmüş olsa da; kaplama sayısının artmasının kumaşın sertliğinin artmasına, mukavemetinin düşmesine neden olduğu göz önüne alındığında 100 g/kg Bakır tozu + 200 g/kg Grafit Tek içeren pat ile tek kat kaplama yapılması elektriksel iletkenliğe sahip kumaş elde edilebilmesini sağlamaktadır.

Tablo 7.29: 100 g/kg bakır tozu +200 g/kg grafit -tek yüz kaplamalı kumaşın sigara yanma testi değerlendirilmesi

Numune Adı	Test Edilen Numune Görseli	Sigara Yanma Testi (cm)
100 g/kg Bakır tozu + 200 g/kg Grafit -Tek yüz kaplamalı kumaş		3,2

100 g/kg Bakır tozu + 200 g/kg Grafit Tek içeren pat ile tek kat kaplama yapılması elektriksel iletkenliğe sahip kumaş elde edilebilmesini sağlarken kaplamalı kumaşın için için yanma testi sonucu daha işlemsiz kumaşa göre daha kısa kömürleşme uzunluğuna sahip olduğunu göstermektedir. Kaplamalı kumaşın için için yanma davranışının işlemsiz kumaşa göre az da olsa iyileştiği yani daha zor yandığı tespit edilmiştir (Tablo 7.29).

Tablo 7.30: Bakır ve grafit ile kaplanmış kumaşlara ait su buharı geçirgenliği testinin değerlendirilmesi

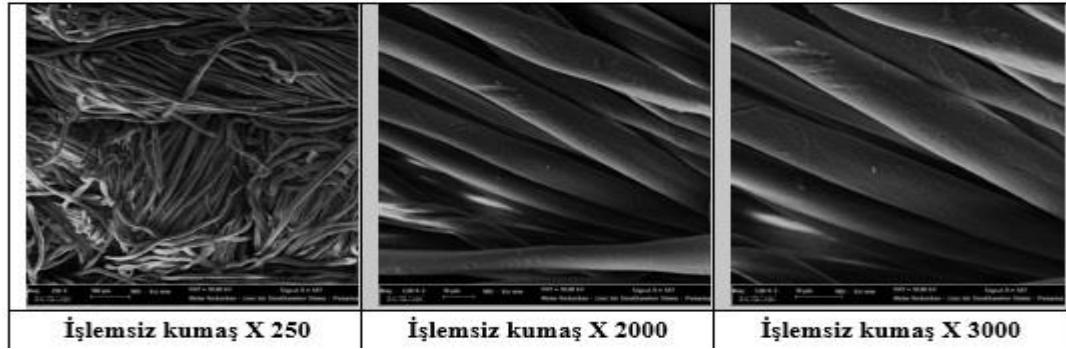
Numune Adı	1 saat sonra (g)	24 saat sonra yapılan ölçüm (g)	Su buharı geçirgenliği (g/m ² gün)
İşlemsiz kumaş	120,399	114.888	1019,071
100 g/kg Bakır Tozu + 200 g/kg Grafit-1kat-Ön yüz kaplamalı kumaş	120,851	118,013	524,791

100 g/kg bakır tozu ve 200 g/kg grafit ile bir kat kaplanan kumaş numunesinin su buharı geçirgenliği işlemsiz kumaşa göre % 50'ye yakın azalmıştır (Tablo 7.30).

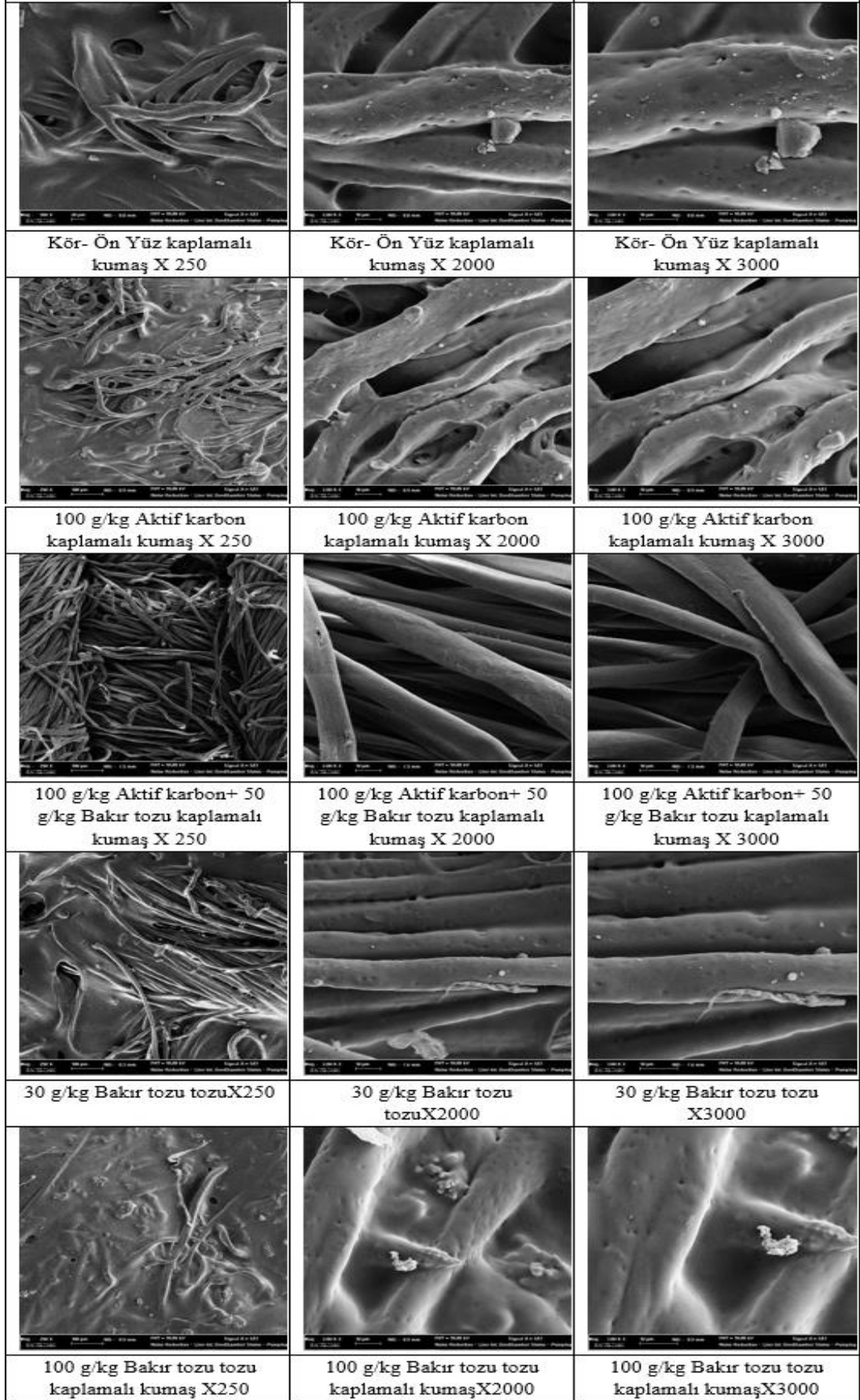
7.5 Poliüretan Kaplama Maddesi Kullanarak Aktif Karbon, Bakır Tozu, Grafit ile Kaplanan Pamuklu Kumaşların SEM (Scanning Electron Microscopy) Görüntüleri ve EDX Grafikleri

Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak aktif karbon, bakır tozu, grafit ile kaplanan pamuklu kumaşların 250, 2000 ve 3000 büyütmelelerdeki SEM görüntüleri Şekil 7.13’de verilmektedir. SEM görüntülerinde işlemsiz kumaşlarda liflerin düzgün yüzeyi gözlenirken kaplama yapılmış kumaşlarda kaplama maddesinin lif yüzeyinde film oluşturduğu, bakır içeren kaplama maddeleriyle kaplanan numunelerde ise bakır partikülleri ve agregatlarının bulunduğu görülmektedir. Elyaf ve iplikler arasındaki boşlukların kaplama polimeri ile kapanmış olduğu anlaşılmaktadır. Bu da kaplanmış kumaşların hava geçirgenliğinin azalmasını açıklamaktadır.

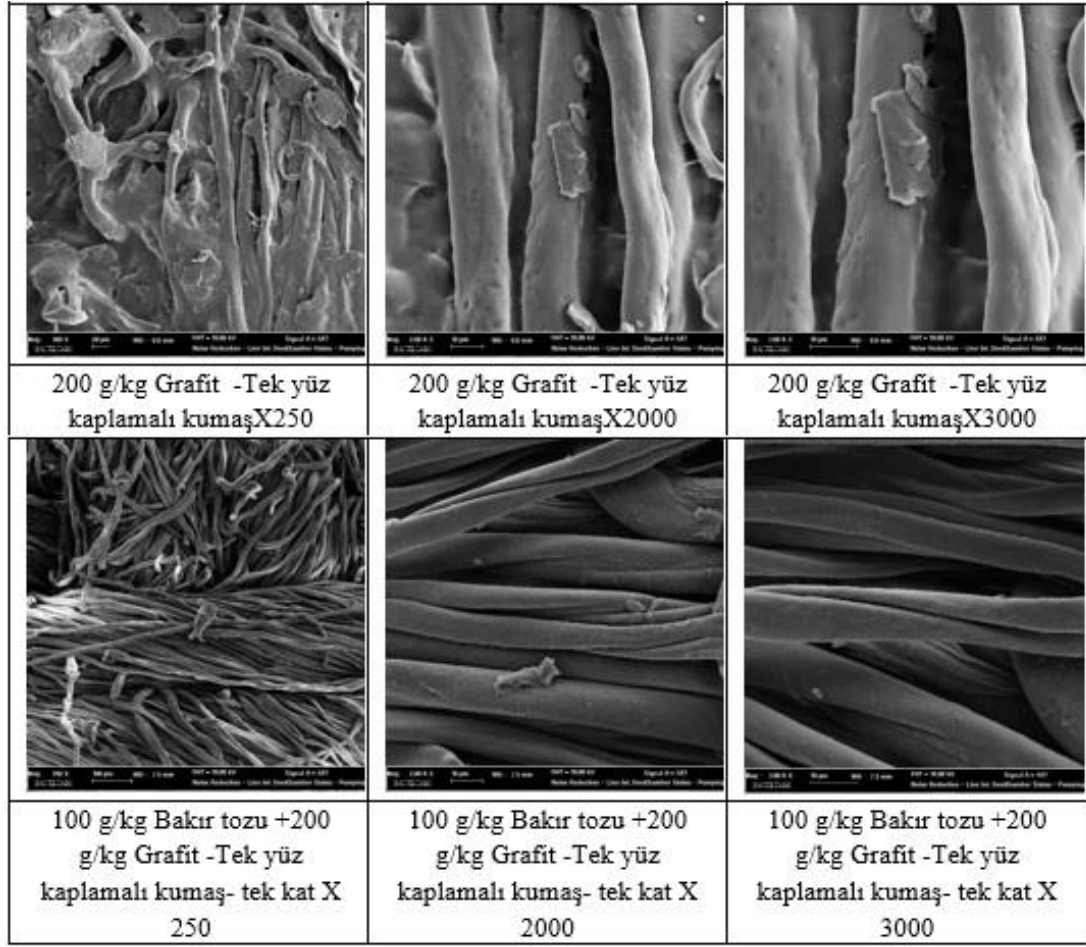
Numunelere ait EDX grafikleri numunelerin ölçüm yapılan bölümlerindeki elementlerin atomik % değerlerini göstermektedir. Bakır içeren kaplama pastalarının aktarıldığı kumaş numunelerinde Cu elementinin varlığı doğrulanmaktadır (Tablo 7.31 ve Şekil 7.13).



Şekil 7.13: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak aktif karbon, bakır tozu, grafit ile kaplanan pamuklu kumaşların SEM görüntüleri



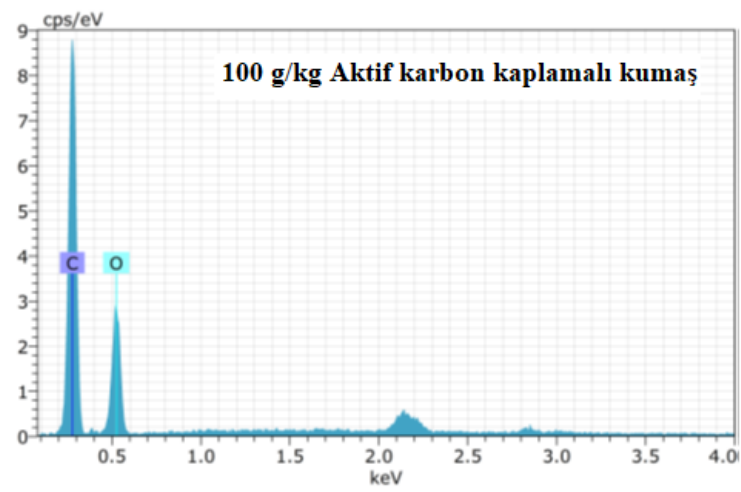
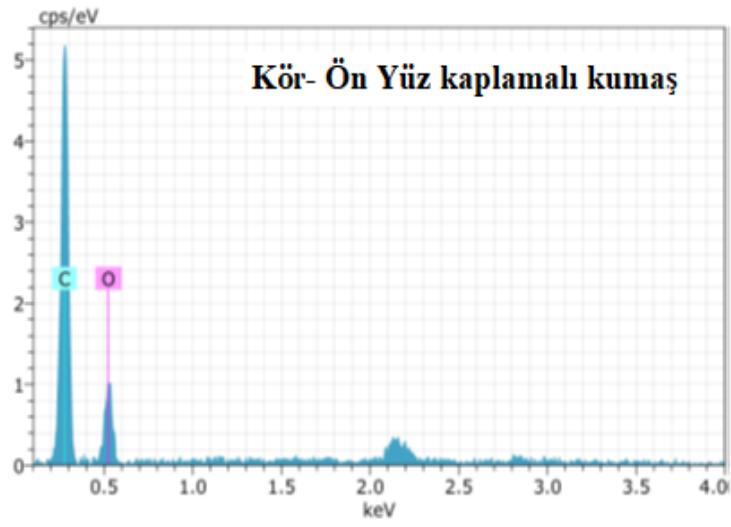
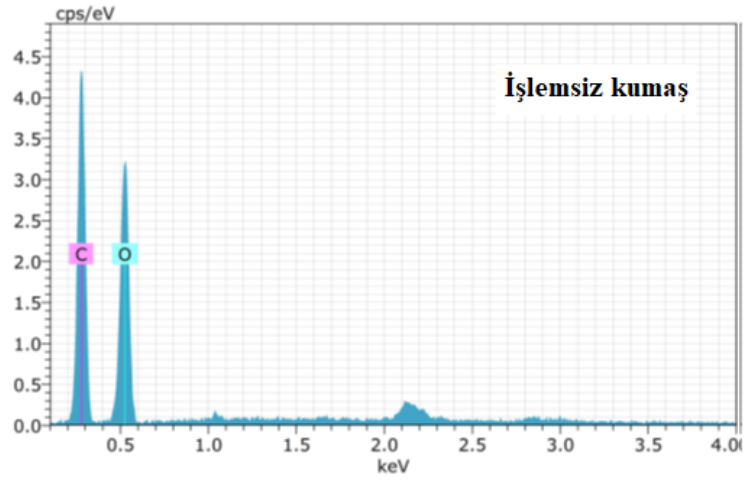
Şekil 7.13:(devam)



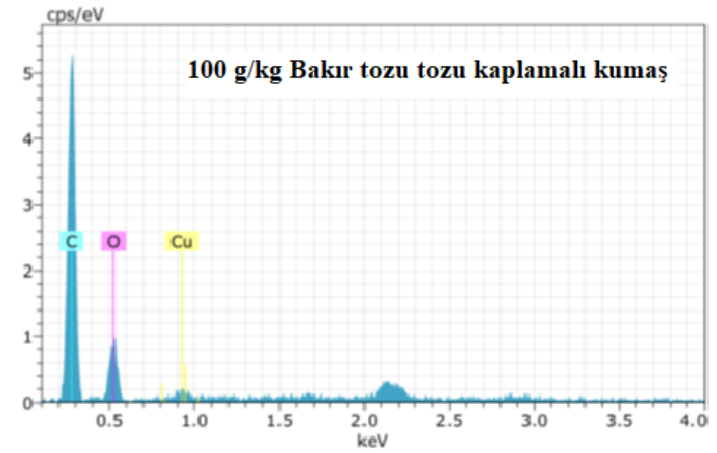
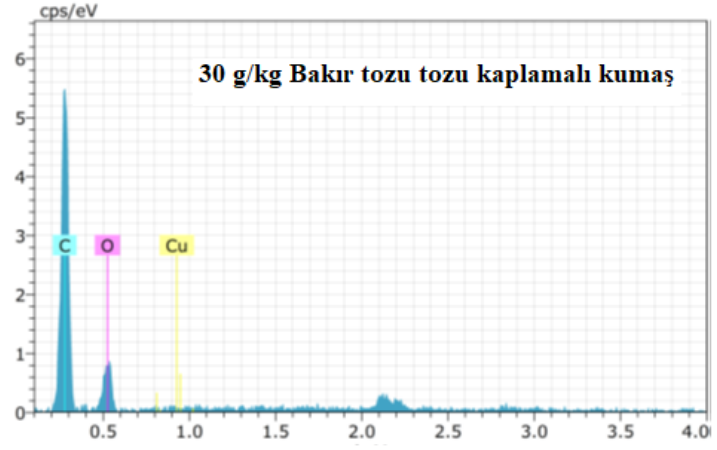
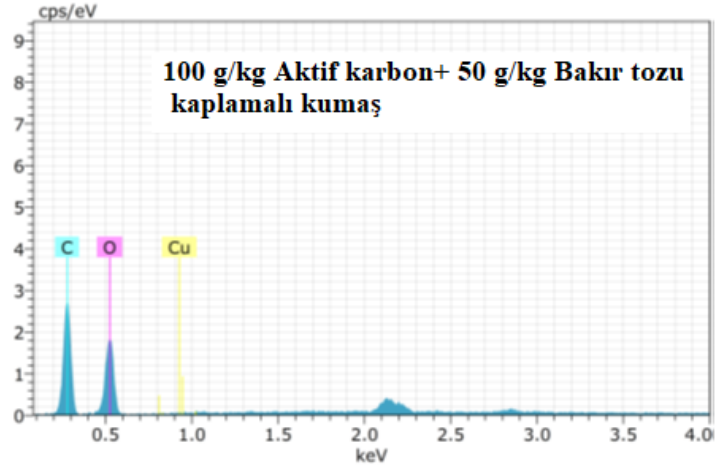
Şekil 7.13: (devam)

Tablo 7.31: İşlemsiz ve kaplama yapılmış kumaşlardaki elementlerin atomik % değerleri

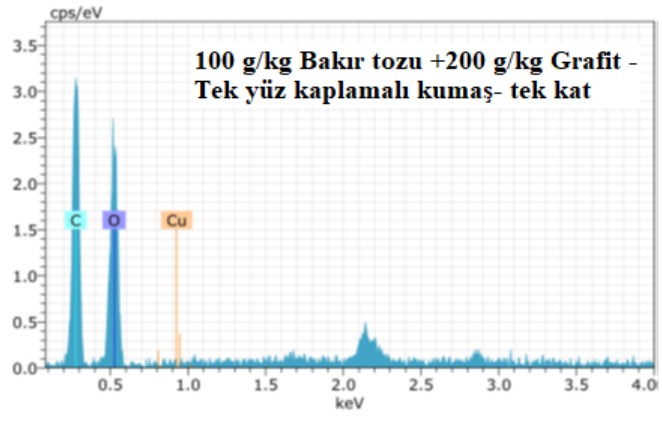
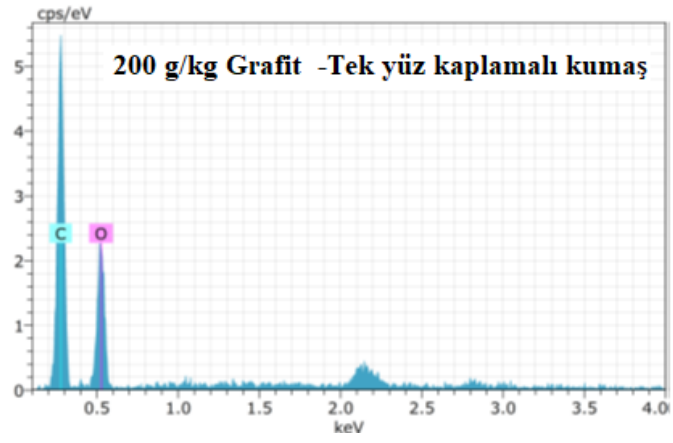
Numune Adı	Elementler (% Atomik)		
	C	O	Cu
İşlemsiz kumaş	52,95	47,05	Yok
Kör- Ön Yüz kaplamalı kumaş	72,77	27,23	Yok
100 g/kg Aktif karbon kaplamalı kumaş	65,47	34,53	Yok
100 g/kg Aktif karbon+ 50 g/kg Bakır tozu kaplamalı kumaş	55,48	45,44	0,07
30 g/kg Bakır tozu tozu kaplamalı kumaş	75,50	24,31	0,19
100 g/kg Bakır tozu tozu kaplamalı kumaş	75,08	24,24	0,67
200 g/kg Grafıt -Tek yüz kaplamalı kumaş	61,42	38,58	Yok
100 g/kg Bakır tozu +200 g/kg Grafıt -Tek yüz kaplamalı kumaş- tek kat	54,52	45,19	0,06



Şekil 7.14: Poliüretan kaplama maddesi kullanılarak aktif karbon, bakır tozu, grafit ile kaplanan pamuklu kumaşların EDX grafikleri



Şekil 7.14: (devam)



Şekil 7.14: (devam)

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tekstil yüzeylerine kaplama aplikasyon yöntemi ile farklı özellikler kazandırılabilir. Bu tez çalışmasında tekstil yüzeylerine kaplama yöntemi ile aynı anda farklı fonksiyonel özelliklerin kazandırılması amaçlanmıştır. Kötü koku absorblama özelliği için aktif karbon kullanılmıştır. Yapılan kaplamaları ürünün performansına etkileri test edilmiş, optimum işlem şartları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla kaplama yapılmış kumaşların gramajları, kalınlıkları, mukavemetleri, sertlikleri, renk özellikleri, su buharı geçirgenlikleri, hava geçirgenlikleri, yanma davranışları (sigara testi ile) test edilmiştir.

Kaplama patındaki aktif karbon konsantrasyonuna bağlı olarak kumaşların renk kuvvetinin arttığı, buna bağlı olarak da L* değerinin azaldığı belirlenmiştir. Aktif karbonun kaplama pastasındaki oranı arttıkça kumaşların renklerinin koyulaştığı belirlenmiştir. Aktif karbonun siyah olan renginden dolayı ürünün kullanım alanına göre renk değişiminin olacağı dikkate alınmalıdır.

Aktarılan kaplama pastası miktarına bağlı olarak beklenildiği gibi kaplama yapılmış kumaş numunelerinin gramajları artmaktadır. Kör pasta ile kaplama yapılan kumaş numunelerinin yırtılma mukavemetlerinin işlemsiz kumaşa kıyasla düştüğü tespit edilmiştir. Kaplama pastasına aktif karbon ilavesi ile yırtılma mukavemetindeki düşüşün daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kumaş numunesinin her iki yüzüne kaplama yapılması kumaşın kâğıt gibi olmasına ve yırtılma mukavemetinin düşmesine neden olmaktadır. Aktarılan kaplama pastası miktarı arttıkça kumaşların kalınlıkları da artmaktadır.

Kör pasta (aktif karbon içermeyen pasta) ile kaplama yapılan kumaş numunelerinin sertlik değerlerinin işlemsiz kumaşa kıyasla oldukça arttığı yani numunelerin sertleştiği belirlenmiştir. Kaplama patına aktif karbon ilave edilmesi de tutumun işlemsiz kumaşa göre sertleşmesine neden olmaktadır.

200 g/kg aktif karbon ile kaplama yapılan numunelerin elektriksel iletkenliği diğer konsantrasyonlara göre az da olsa değişim göstermiş, direnç ölçülmüştür.

100 g/kg aktif karbon içeren kaplama pastasıyla kaplanan pamuklu kumaşların kötü sigara kokusunu absorbe ettiği belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında kumaş mukavemetinin düşüşü dikkate alınarak poliüretan esaslı kaplama maddesi ile de kaplamalar yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre hem poliüretan hem de akrilat esaslı kaplama maddeleri ile yapılan kaplamalarda; kaplama kat sayısı arttı kumaş kalınlığı ve gramajı artmaktadır. Kaplama kat sayısı arttı kaplanmış kumaş numunelerinin sertlik değerleri de belirgin şekilde artmaktadır. Yırılma mukavemetlerinde ise azalma görülmektedir. Bu azalmanın kaplama pastasında bulunan çapraz bağlayıcıdan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Tüm kaplamalarda işlemsiz kumaşa göre su buharı geçirgenliği azalmaktadır.

Grafit ile kaplama yapılması durumunda aktif karbonda olduğu gibi grafit konsantrasyonuna bağlı olarak numunelerde renk değişiminin olacağı göz önüne alınmalıdır.

Grafit, yüksek erime derecesi (3527 C), düşük genleşme sabiti, sıcaklık değişimlerine dayanıklılık özelliklerine sahiptir. Bu nedenle ateşe dayanıklı refrakter malzemelerin yapılmasında kullanılmaktadır. Çalışma kapsamında grafit kaplanmış kumaşların yanma davranışını incelemek amacıyla numunelere için için yanan sigara testi yapılmıştır. İçin için yanan sigara testi sonuçlarına göre; sigara testi sonrası grafit kaplamalı kumaşlar işlemsiz kumaşa göre daha az kömürleşme uzunluğuna sahiptir.

Grafit ile hazırlanan kaplama pastaları ile tek yüzü kaplanan pamuklu kumaşların yırılma mukavemetlerinde önemli bir düşüş gözlenmemiştir. Grafit içeren kaplama pastasının kumaşın her iki yüzüne aktarılması ise; kaplanmış kumaşların yırılma mukavemetinde belirgin derecede artış sağlamıştır.

Poliüretan kaplama maddesi ile kaplama yapılmış kumaşların SEM görüntülerinde işlemsiz kumaşlarda liflerin düzgün yüzeyi gözlenirken kaplama yapılmış kumaşlarda kaplama maddesinin lif yüzeyinde film oluşturduğu, bakır içeren kaplama maddeleriyle kaplanan numunelerde ise bakır partikülleri ve agregatlarının bulunduğu görülmektedir. EDX grafikleri numunelerin ölçüm yapılan bölümlerindeki elementlerin atomik yüzde değerlerini göstermektedir. Bakır içeren kaplama pastalarının aktarıldığı kumaş numunelerinde Cu elementinin varlığı doğrulanmaktadır. Elyaf ve iplikler arasındaki boşlukların kaplama polimeri ile kapanmış olduğu anlaşılmaktadır. Bu da kaplanmış kumaşların hava geçirgenliğinin azalmasını açıklamaktadır.

Elektriksel iletkenlik özelliği yüksek bir metal olan bakır tozu ile kaplanan kumaş numunelerinin elektriksel iletkenlik göstermediği belirlenmiştir. Buna karşın sadece grafit ile kaplanan kumaş numunelerinde elektriksel iletkenlik ölçülebilmektedir. 200 g/kg Grafit ile tek yüze kaplama yapılan pamuklu kumaşlarda da elektriksel iletkenlik özelliği belirlenmiştir. Kaplama kat sayısı arttıkça ölçülen direncin arttığı belirlenmiştir. Direncin artması; elektriksel iletkenliğin azalması anlamına gelmektedir. Düşük direnç kolaylıkla elektrik akımının akışını sağlayan bir malzeme anlamına gelmektedir. 200 g/kg grafit ile tek kat kaplama yapılan kumaş numunelerinin daha yüksek iletkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Pamuklu kumaşlara bakır ve grafit içeren kaplama pastası ile kaplama yapılması; tek başına grafit ile kaplanan kumaşlardan daha da yüksek elektriksel iletkenlik özelliğine sahip kumaşların elde edilmesini sağlamıştır. Kaplama kat sayısına bağlı olarak farklı direnç değerleri ölçülmüş olsa da; kaplama sayısının artmasının kumaşın sertliğinin artmasına, mukavemetinin düşmesine neden olduğu göz önüne alındığında; 100 g/kg Bakır tozu +200 g/kg Grafit içeren pat ile tek kat kaplama yapılmasıyla elektriksel iletkenliğe sahip kumaş elde edilebilmektedir. Tekstil lifleri genelde organik bileşikler oldukları için kolay yanmaktadır. Grafit ve bakır ilave edilmiş kaplama pastaları ile kaplanan kumaşların elektriksel iletkenlik özelliği kazanmalarının yanında işlemsiz kumaşa göre daha az kömürleşme uzunluğuna sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Bu da numunelerin kaplama sonrası yanma özelliğinin işlemsiz kumaşa göre geliştiği; işlemsiz kumaşa göre az da olsa daha zor yandığı anlamına gelmektedir.

Bu tez çalışmasında mevcut şartlarda elde edilen sonuçlara göre aktif karbon, grafit, bakır kaplanmış kumaş numunelerine yeni özellikler kazandırılabilirdiği görülmüştür.

Çalışmanın devamı olarak farklı miktarlarda çapraz bağlayıcılar ile yırtılma mukavemetindeki düşüşün azaltılabileceği, kaplanmış kumaşların güç tutuşurluk ve antibakteriyel özelliklerine dair ayrıntılı çalışma yapılabileceği ve iletkenlik özelliklerinin geliştirilerek farklı kullanım olanaklarına sahip kumaşların üretilebileceği düşünülmektedir.

9. KAYNAKLAR

Akkaş, C., “Oksitli Bakır Cevherlerinden Bakır Kazanımı”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2011).

Akyıldız, H., “H₃PO₄ Aktivasyonu ile Zeytin Çekirdeğinden Aktif Karbon Üretimi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2007).

Bernal, V., Giraldo, L., Carlos, J. and Piraján, M., “Physicochemical Properties of Activated Carbon: Their Effect on the Adsorption of Pharmaceutical Compounds and Adsorbate–Adsorbent Interactions”, *Journal of Carbon Research*, 4, 62, (2018).

Bansal R.C., Donnet J.B. and Stoeckli F., “A Review of:’Active Carbon””, *Journal of Dispersion Science and Technology*, 11(3), (1988).

Beşe, V., A., “Bakır Cüruflarından Metallerin Kazanılması”, *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Sinop Uni J Nat Sci*, 2(1),140-149, (2017).

Bubanale, S. and Shivashankar, M., “History, Method of Production, Structure and Applications of Activated Carbon”, *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 6(06), 2278-0181, (2017).

Bulut, Y., ”Kaplama Giysilik Kumaşların Mekanik Özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, (2010).

Bulut, Y. ve Sular, V., ”Kaplama veya Laminasyon Teknikleri İle Üretilen Kumaşların Genel Özellikleri ve Performans Testleri”, *Tekstil ve Mühendis*,70-71, (2015).

Chung, D.D.L., “Review Graphite”, *Journal of Materials Science*, 37, 1475 – 1489, (2002).

Czaplicki, Z., “A New Method and Equipment for Manufacturing New Adsorptive Materials with Active Carbon Content “, *Fibres & Textiles*, 14, (2016).

Çuhadaroğlu, D., A. ve Kara, E., “Grafit: Bir Genel Değerlendirme”, *SDU Teknik Bilimler Dergisi*, 8, (1), 14-28, (2018).

Dermanlı, Y.,” Gıda Fabrikasyon Atıklarından Aktif Karbon Üretimi ve Soya Yağını Ağartma Performansının İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2006).

Díaz, J.A.M. and Gullón, I.M., “Types of Carbon Adsorbents and Their Production”, *Interface Science and Technology Series*, 1(48), (2006).

Eza, T.S.M., Ahmad, W.Y.W., Ahmad, M.R., Omar, K. and Ahmad, M.N., “Effectiveness of Activated Carbon Produced From Coconut and Oil Palm Shells as Anti-odour on Textile Fabrics”, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 39, (2014).

Gencer, T., “Endüstriyel Tekstillerde Kullanılan Poliüretan ve Polivinilklorür Esaslı Kaplama Yüzeylerin Performans Özelliklerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2015).

Ghezal, I., Moussa, A., Ben Marzoug, I., Campagne, C., Rochery, M. and Sakli F., ”Analysis of Air Permeability For A Waterproof Breathable Fabric”, *International Conference Of Applied Research On Textile*, 2286 (5659), (2016).

Giannossa, L. C., Longano, D., Ditaranto, N., Nitti, M.A., Paladini, F., Pollini, M., Rai, M., Sannino, A., Valentini, A. And Cioffi, N., “Metal Nanoantimicrobials For Textile Applications”, *De Gruyter*, 2(3), 307–331, (2013).

Güneşoğlu S., “The Statistical Investigation of The Effect Of Hydrophilic Polyurethane Coating On Various Properties Of Denim Fabric”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 25(3), 256-262, (2015).

Hashmi, S.A.R, Dwivedi, U.K. and Chand, N., “Graphite Modified Cotton Fibre Reinforced Polyester Composites Under Sliding Wear Conditions”, *ScienceDirect*, 262, 1426-1432, (2007).

Hussain, A.M., “Sarıçam Kabuğundan Üstün Nitelikli Aktif Karbon Üretilmesinin Optimum Şartlarının Belirlenmesi” Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta, (2018).

Kadem Doba, F. ve Tölek, Ş.,” Kaplamalı Denim Kumaşlarda Performans Özellikleri Üzerine Deneysel Bir Çalışma”, *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31, (2016).

Karkalic, R.M., Ivankovic, N.D., Jovanovic, D.B., Markovic, S.M., Indjic, D.R., Micovic, M.D. and Kovacevic, B.V., “Dynamic Adsorption Characteristics of Thin Layered Activated Charcoal Materials Used in Chemical Protective Overgarments”, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 41, 402-410, (2016).

Keeling, J.L., “Graphite: Properties, Uses and South Australian Resources”, *MESA Journal*, 84, (2017).

Koehlert, K., “Activated Carbon: Fundamentals and New Applications”, *Chemical Engineering*, (2017).

Koruyucu, A. ve Ağırgan, A.Ö., “ Bakır Oksit Partükülleri ile Kaplanmış Pamuklu Kumaş Numunelerinin Mekaniksel ve Morfolojik Performans Özelliklerinin İncelenmesi ”, *Nonwoven Technical Textiles Technology*, (2018).

Kuralay, B., “Döküm Sektöründe Kullanılan Refrakter Malzemelerin Termal Davranışlarının Ve Isıl Özelliklerinin İncelenerek Deneysel ve Reel Olarak Doğrulanması”, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ, (2015).

Kut, D. ve Güneşoğlu, C., “Poliüretan ve Poliakrilat Kaplanmış Kumaşların Performans Özelliklerinin Karşılaştırılması”, *Tekstil Maraton*, 80, (2005).

Mourid, E., Lakraimi, M., El Khattabi, E., Benaziz, L. And Berraho, M., “Removal of Textile Dye Acid Green 1 from Wastewater by Activated Carbon”, *Journal of Materials and Environmental Sciences*, 8(9), 3121-3130, (2017).

Orbak, İ., “Tunçbilek Linyitinden Kimyasal Aktivasyon Yöntemi ile Aktif Karbon Üretimi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2002).

Önal, Y. Ve Tantekin, T., “Aktif Karbon, Kil ve Zeolit ile Malatya Tekstil Fabrikalarında Kullanılan Tekstil Boyalarının Adsorpsiyonu”*DÜMF Mühendislik Dergisi*, 9(2), 837-847, (2018).

Özdemir, B., “Aktif Karbon Üretim Sürecinin Termogravimetrik Analiz”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi *Enerji Enstitüsü*, İstanbul, (2009).

Özdemir, Z.Z., "Palmiye Kabuğu Kökenli Aktif Karbon ile Zeytin Atıksularında Kirlilik Parametrelerine Bakış", Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta, (2011).

Özturan, Ö., "Grafen İle Muamele Edilmiş Tekstil Yüzeylerinin Elektriksel İletkenlik Özelliklerinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2017).

Perelshtein, I., Applerot, G., Perkas, N., Sigl, E.W., Hassman, A., Guebitz, G. and Gedanken, A., "CuO-cotton Nanocomposite: Formation, Morphology and Antibacterial Activity", *Science Direct*, 204(1-2), 54-57, (2009).

Pragadheeswari, R. and Sangeetha, K., "Functional Properties of Activated Carbon Treated Textile Material", *International Journal for Scientific Research & Development*, 5(04), (2017).

Pullanchiyodan, A., Manjakkal, L., Dervin, S., Shakthivel, D. and Dahiya, R., "Metal Coated Conductive Fabrics with Graphite Electrodes and Biocompatible Gel Electrolyte for Wearable Supercapacitors", *Advanced Material Technologies*, 1-12, (2020).

Qingbo, X., Xiating, K., Naiqin, G., Shen, L., Zhang, Y., Feiya, F., and Liu, X., "Preparation of Copper Nanoparticles Coated Cotton Fabrics with Durable Antibacterial Properties", *Fibers and Polymers*, 19(5), (2018).

Salehi, R., Dadashian, F., Abedi, M. and Hasani, B., "Optimization Of Chemical Activation Of Cotton Fabrics For Activated Carbon Fabrics Production Using Response Surface Methodology", *The Journal of The Textile Institute*, 109(12), 1586-1594, (2018).

Savaş, L. ve Doğan, M., "Genişleyen Grafit ve Organokilin Kabaran Amonyum Polifosfat Esaslı Polipropilen/Karbon Elyaf Kompozitlerin Alev Geciktirici, Isıl ve Mekanik Özelliklerine Etkisi", *Tekstil ve Mühendis*, 25(109), 22-29, (2018).

Sayın, Z.E., Kumaş, C. ve Ergül, B., "Fındık Kabuğundan Aktif Karbon Üretimi", *AKU J. Sci. Eng.*, 16, 409-419, (2016).

Schäl, P., Juhász Junger, I. And Grimmelsmann, N., "Development of Graphite-Based Conductive Textile Coatings". *J Coat Technol Res* 15, 875–883, (2018).

Schönberger, H. and Schaefer, T., "March Best Available Techniques in Textile Industry (Research Report 200 94 329)". *Berlin: Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt)*, (2003).

Setthayanond, J., Sodsangchan, C., Suwanruji, P., Tooptompong, P. and Avinc, O., “Influence of MCT-b-cyclodextrin Treatment on Strength, Reactive Dyeing and Third-hand Cigarette Smoke Odor Release Properties of Cotton Fabric”, *Cellulose*, 24, 5233–5250, (2017).

Splendore, R., Dotti, F., Cravello, B. and Ferri, A., “Thermo-Physiological Comfort of A Pes Fabric With Incorporated Activated Carbon, Part I: Preliminary Physical Analysis”, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 22(5), 333-342, (2010).

Şahin, B., “Yüzey Kaplama Uygulama Tekniklerinin Farklı Materyallere Uygulanması ve Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2005).

Tadda, M.A., Ahsan, A., Shitu, A., ElSergany, M., Arunkumar, T., Jose, B., Abdur Razzaque, M. and Nik Daud, N.N., “A Review on Activated Carbon: Process, Application and Prospects”, *Journal of Advanced Civil Engineering Practice and Research*, 2(1), 7-13, (2016).

Tarakçıoğlu, I., “Tekstil Terbiye İşletmelerinde Enerji Tüketimi ve Tasarrufu”, *Uludağ Üniversitesi Basımevi*, 81, (1984).

Ünal, İ. H., Tuncel, S., Yücel, M. B., Yoleri, B. ve Arslan, M., “Türkiye ve Dünyada Bakır” *Fizibilite Etütleri Dairesi Başkanlığı, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü*, (2016).

Vahle, D., Böttjer, R., Heyden, K. and Ehrmann, A., “Conductive Polyacrylonitrile/Graphite Textile Coatings”, *AIMS Materials Science*, 5(3), 551–558, (2018).

Vargas, P.O., Sanjines, R., Ruales, C., Castro, C., Pulgarin, C., Herrera, A.J.R., Lavancy, J.C. and Kiwi, J., “Antimicrobial Cu-functionalized Surfaces Prepared by Bipolar Asymmetric DC-pulsed Magnetron Sputtering (DCP)”, *Science Direct*, 220(1), 70-76, (2011).

Yazan, H. A., Akar, A., U. ve Özmerih, L., “Bakır ve İlgili Ürünlerin Kullanım Alanları”, *Dergipark*, 13(2), 43-47,(1974).

Yesilalan, H.E., Warner, S.B. and Laoulache, R., “Penetration of Blade-Applied Viscous Coatings into Yarns in a Woven Fabric”, *Textile Research Journal*, 80(18), 1930-1941, (2010).

Zıba, C.A., Akarsu, S., Arslantaş, M. ve Dolaz, M., “Tekstil Atık Sularında Renk Gidermede Kullanılan Koagulantlar: Nişasta ve CMPS'nin Floklaşmaya Etkisi”, *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(3), 110-114, (2016).

Wan, A., Jiang, G., Cong, H. and Miao, X., “Effect of Activated Carbon From Coffee Residue on The Properties of Weft-Knitted Polyester Mattress Fabric”, *J Textile Eng Fashion Technol.*,4(3), 272–276, (2018).

URL_1:<http://science.howstuffworks.com/environmental/energy/question209.htm> (19.09.2019)

URL_2:https://www.academia.edu/9925799/TEKST%C4%B0LDE_%C4%B0LETKENL%C4%B0K_VE_%C4%B0LETKEN_TEKST%C4%B0LLER (22.09.2019)

URL_3:<https://webdosya.csb.gov.tr/db/ippc/duyurular/dem-r-disi-proses-bakir-prof.-dr.-al--gungor-doc.-dr.-eng-n-gedik-20190307131955.pdf> (23.09.2019)

URL_4:<http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=graphite> (02.10.2019)

URL_5: https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_filtering (09.10.2019)

URL_6: <https://www.flat-d.com/charcoalfilter.html> (22.10.2019)

URL_7: <https://www.bescamo.com/aktif-karbon/> (26.10.2019)

URL_8: <https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/grafit> (01.11.2019)

URL_9:<https://www.thesisat.org/grafit-nedir-kullanım-alanları-nelerdir.html> (09.11.2019)

URL_10:<https://miningpricecom.wordpress.com/2014/11/06/bakir-madeni-ve-turkiyedeki-durumu/> (23.11.2019)

URL_11:https://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/68223/8/08_chapter%201.pdf (05.12.2019)

URL_12:<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2011/ee/c1ee02421c#!divAbstract> (03.01.2020)

URL_13:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969714008432> (09.01.2020)