

**EMR (ELEKTROMANYETİK RADYASYON)
KORUMA AMAÇLI BİKOMPONENT
POLYESTER İPLİK ÜRETİMİ**

Semiha EREN



T.C.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**EMR (ELEKTROMANYETİK RADYASYON) KORUMA AMAÇLI
BİKOMPONENT POLYESTER İPLİK ÜRETİMİ**

Semiha EREN

Prof. Dr. Yusuf ULCAY

DOKTORA TEZİ
TEKSTİL TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

BURSA-2014

TEZ ONAYI

Semiha Eren tarafından hazırlanan “EMR (Elektromanyetik Radyasyon) Koruma Amaçlı Bikomponent Polyester İplik Üretimi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Yusuf ULCA Y

Başkan :	Prof. Dr. Yusuf ULCA Y Uludağ Ü. Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı	İmza
Üye :	Prof. Dr. Mehmet Kanık Uludağ Ü. Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı	İmza
Üye :	Prof. Dr. Akın Burak Etemoğlu Uludağ Ü. Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı	İmza
Üye :	Doç. Dr. Erhan Kenan Çeven Uludağ Ü. Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı	İmza
Üye :	Doç. Dr. Kenan Yıldırım Bursa Teknik Ü. Doğa Bilimleri Mim. ve Müh. Fakültesi, Lif Ve Polimer Mühendisliği Anabilim Dalı	İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım
Prof. Dr. Ali Osman DEMİR
Enstitü Müdürü
../../....(Tarih)

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
 - atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
 - kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
 - ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı
- beyan ederim.**

.././....

İmza

Semiha EREN

ÖZET

Doktora Tezi

EMR (ELEKTROMANYETİK RADYASYON) KORUMA AMAÇLI BİKOMPONENT POLYESTER İPLİK ÜRETİMİ

Semiha EREN

Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tekstil Teknolojisi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Yusuf ULCA Y

Bu çalışmada labaratuvar tipi bikomponent iplik makinesinde eriyik çekim yöntemi kullanarak elektromanyetik radyasyondan koruma amaçlı, katkıli poliester multifilament S/C (sheath/ core) bikomponent iplik üretim imkân ve kabiliyetleri araştırılmıştır.

Çalışmanın ilk aşamasında 260/72 dtex numune ipliklerin üretimi gerçekleştirilmiş ve ipliklerin özellikleri her katkı malzemesi için karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Katkı malzemesi olarak grafen tozları, nano nikeloksit ve nano demiroksit masterbatchleri kullanılmıştır. Polimer eriyiğine katkı malzemesi eklenmesi ile iplik elde edilmesinde birçok problem olduğu için grafen katkıli ipliklerde %1, %2, %3 grafen, nikeloksit katkıli ipliklerde %1 ve %2 nikeloksit, demiroksit katkıli ipliklerde ise % 1 demiroksit katkı miktarı kullanılabilmiştir. Elde edilen numunelerin elektromanyetik dalgaları kalkanlama özellikleri; 30- 2000 MHz aralığında Network analizler ile, elektriksel özellikleri dört nokta prob metoduyla, yüzey yapıları SEM analizi ile, mekanik özellikleri ise düzgünlük, Shrinkage (%), mukavemet ve kopma yükü testleri ve renk ölçüm testleri yapılarak incelenmiştir.

Çalışmanın ilk aşamasında elde edilen bulgulara göre katkı malzemesi içeren ipliklerin katkısiz iplilere göre mukavemet ve kopma yükü daha düşük, düzgünlüğü daha yüksek, Shrinkage (%) daha yüksek olduğu görülmüştür. Grafen içeren ipliklerin mukavemet ve kopma yükü değerleri demiroksit ve nikeloksit içeren iplilere göre daha yüksek elde edilmiştir. Katkıli iplikler arasında en yüksek düzgünlük değeri demiroksit katkıli bikomponent ipliklerde elde edilirken en düşük düzgünlük değeri grafen katkıli ipliklerde elde edilmiştir. Katkı malzemesi miktarı arttıkça düzgünlüğün ve Shrinkage (%)nin arttığı görülmüştür.

Çalışmanın ikinci aşamasında ipliklerin ekranlama etkinliğini (SE) test etmek amacıyla biri daha sık biri daha seyrek olmak üzere iki farklı sıklıkta RL örgü örme kumaşlar üretilmiştir. Sıklık ve katkı malzemesi miktarı arttıkça ekranlama etkinliğinin arttığı görülmüştür. Boyama sonrası ise kumaşlarda ekranlama etkinliği sağlanamamıştır. Yıkamalar sonucunda ise yıkanmış kumaşların yıkanmamış kumaşlara nazaran daha yüksek ekranlama etkinliği sağladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Elektromanyetik koruma etkinliği, bikomponent lif, poliester, boyama

2014, xvi +178 sayfa.

ABSTRACT

PhD Thesis

PRODUCTION OF BICOMPONENT POLYESTER YARNS FOR EMR (ELECTROMAGNETIC RADIATION) SHIELDING

Semiha EREN

Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Textile Engineering (Textile Technology)

Supervisor: Prof. Dr. Yusuf ULCAY

In this study, a laboratory type bicomponent yarn production machine was used to produce multifilament S/C (sheath/ core) bicomponent polyester yarns in order to impart electromagnetic shielding properties to the fiber.

At the first stage of the study, 260/72 dtex yarns were produced by use of various additive materials in the core component and the yarn properties were tested for each additive core material and addition ratio. The additive materials for the core were graphene, nano nickel oxide and nano iron oxide. Since direct addition of the additive material to the core component caused operating problems, the addition amounts/ratios could be %1, %2 and %3 for graphene, %1 and %2 for nickel oxide and % 1 for iron oxide. The electromagnetic shielding efficiency (EMSE) of the produced yarns were tested between 30- 2000 MHz via Network analyser, electrical properties were tested via a four point conductivity test apparatus, SEM micrographs were taken in order to examine the surface properties and uniformity, tenacity, shrinkage and colour measurements after dyeing were also performed.

The results obtained from the first stage of the study showed less tenacity and higher uniformity and shrinkage for the additive containing bicomponent fibers. The tenacity and load at the break values of the graphene added samples were higher than those of nickel oxide and iron oxide added samples. The highest uniformity decrease existed for the iron oxide addition. It was observed that the decrease of the uniformity and increase of the shrinkage values were faced by the increase of the additive material ratio.

At the second stage of the study, the yarns were knitted into RL fabrics in order to test the electromagnetic shielding efficiency (EMSE). It was observed that the shielding efficiency increased by the increase of the additive material ratio as well as the physical tightness of the fabrics. The fabrics were dyed and washed (multiple washing cycles) in order to test the effects of dyeing and washing on the shielding properties. The washed samples exhibited higher shielding efficiency test results.

Key words: Electromagnetic shielding efficiency, bicomponent yarn, polyester, dyeing

2014, xvi + 178 pages.

TEŞEKKÜR

Tez konusunun seçiminde ve çalışmamın her aşamasında desteğini gördüğüm tez danışmanım sayın Prof. Dr. Yusuf ULCAY'a,

Çalışmaların ön denemelerinde hammadde temin sağlayan Elsan Elyaf yetkililerine,

Poliester ipliklerin üretiminde her türlü desteği veren ve fiziksel özelliklerinin testlerinin gerçekleştirilmesi için laboratuvarlarını açan Polyteks A.Ş. yetkililerine; Teknik Müdür Gülsen TARDU'ya ve test ölçümlerinin yapılmasında emeği geçen Seda ÜNAL'a,

Bu günlere ulaşmama vesile olan sevgili annem ve babama,

Zorlu doktora sürecinde her zaman yanımda olan ve bana yol gösteren fedakar eşim Hüseyin Aksel EREN'e ve anlayışlarından dolayı en değerli varlıklarım biricik çocuklarım Mehmet Kağan ve Emir Sinan'a

Ayrıca olarak doktora çalışmalarım paralelinde tez danışmanım Prof.Dr. Yusuf ULCAY tarafından yürütülen ve benim de bursiyer olarak yer aldığım projeler kapsamında maddi destek sağlayan Üniversiteme (**BAP Proje no: 2011-M-47**) ve TÜBİTAK'a (**Proje no:111M518**),

Yürekten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
2.1. Elektromanyetik Alan ve Radyasyon.....	4
2.1.1. Elektromanyetik Alan.....	4
2.1.2. Elektromanyetik Radyasyon.....	6
2.1.3. Elektromanyetik Etkileşim ve Elektromanyetik Kirlilik.....	9
2.1.3.1. Elektromanyetik Etkileşim.....	10
2.1.3.2. Elektromanyetik Kirlilik ve Kaynakları.....	11
2.1.3.3. Elektromanyetik Kirliliğin İnsan Sağlığına Etkileri	17
2.2. Elektromanyetik Radyasyondan Korunma	15
2.2.1. Radyasyondan Korunmanın Amacı.....	17
2.2.2. Radyasyondan Korunmada Temel Prensipler.....	19
2.2.3. Radyasyondan Korunma Yöntemleri.....	19
2.2.3.1. Ekranlama.....	20
2.2.3.2. Faraday Kafesi.....	24
2.3. Tekstil Yüzeylerinin EMR Kalkanlama Malzemesi Olarak Kullanımı.....	26
2.3.1. Elektrik İletkenliği Kazandıran Kaplama Tekniklerinin Kullanımı.....	27
2.3.2. Elektrik İletkenliği Olan İpliklerin Üretilip Kullanılması.....	34
2.3.3. Elektrik İletkenliği Olan Bikomponent İplik Üretimi.....	37
2.4. Tekstil Malzemelerinin Ekranlama Etkinliği Ölçümü.....	38
2.5. Bikomponent Lif Üretimi Yöntemi.....	42
2.5.1. Yanyana Bikomponent Lifler.....	43
2.5.2. İç içe Bikomponent Lifler.....	44
2.5.3. Gömük Bikomponent Lifler.....	45
2.5.4. İç-dış Bikomponent Lifler.....	46
2.5.5. Matrix Bikomponent Lifler.....	47
2.5.6. Dilimli Pasta Modeline Sahip Bikomponent Lifler.....	48
2.6. Elektrik İletkenliği ve Ölçüm yöntemleri.....	49
2.6.1. Elektrik iletkenliği tanımı	49
2.6.2. Ohm kanunu.....	52
2.6.3. Elektrik İletkenliği Ölçüm Yöntemleri	52
2.6.3.1. İki Nokta Tekniği.....	52
2.6.3.2. Dört Nokta Tekniği.....	53
2.7. Poliester ve Özellikleri.....	54
2.7.1. PET Lifleri ve Özellikleri.....	55
2.7.2. PBT Lifleri ve Özellikleri.....	57
2.8. Grafen ve Özellikleri.....	58
2.9. Nikeloksit ve Özellikleri.....	59
2.10. Demiroksit ve Özellikleri.....	60

	Sayfa
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	62
3.1. Materyal.....	62
3.2. Yöntem.....	63
3.2.1.Katkı Malzemeli Masterbatch Hazırlanması.....	63
3.2.2.Bikomponent İpliklerin Üretimi.....	65
3.2.2.1. PET / PBT Üretiminde Optimum Şartlar İçin Yapılan Çalışmalar.....	66
3.2.2.2. Merkezde Grafen İçeren Bikomponent İplik Çalışmaları.....	68
3.2.2.3.Merkezde Nikeloksit İçeren Bikomponent İplik Çalışmaları.....	70
3.2.2.4. Merkezde Demiroksit İçeren Bikomponent İplik Çalışmaları.....	70
3.2.3. Ekranlama Etkinliği Testleri İçin İpliklerin Yüzey Haline Getirilmesi.....	72
3.2.4. Kumaş Numunelerinin Yıkama İşlemleri.....	73
3.2.5. Kumaş numunelerinin boyama işlemleri.....	73
3.2.6. Uygulanan Test Yöntemleri.....	74
3.2.6.1. İplik Numarası Tayini Ölçümleri.....	74
3.2.6.2. Kopma mukavemeti Testi Ölçümleri.....	74
3.2.6.3. Shrinkage (%) Ölçümleri.....	75
3.2.6.4. İplik Düzgünlük Ölçümleri.....	76
3.2.6.5. Kumaşların Elektrik İletkenliği (S/cm) Değerlerinin Ölçülmesi.....	77
3.2.6.6. Kumaşların Ekranlama Etkinliğinin (SE) ölçülmesi.....	77
3.2.6.7 SEM Görüntüleme.....	78
3.2.6.7. Mikroskop görüntüleme.....	78
3.2.6.8. Boyanmış numunelerin renk ölçümleri.....	79
3.2.6.9. Sonuçların Değerlendirilmesi İçin İstatistiksel Model.....	80
4. BULGULAR.....	82
4.1.Numune ipliklere ait Deneysel Çalışma Sonuçları.....	82
4.1.1. Referans İçin üretilen % 100 Poliester İpliklere ait Deneysel Çalışma Sonuçları.....	82
4.1.2.Katkılı Bikomponent Poliester İpliklere ait bulgular Özellikleri.....	82
4.1.2.1.Grafen Katkılı Bikomponent Poliester İpliklere ait Deneysel Çalışma Sonuçları.....	83
4.1.2.2.Nikeloksit (NiO) Katkılı Bikomponent Poliester İpliklere ait Deneysel Çalışma Sonuçları.....	84
4.1.2.3. Demiroksit (Fe ₂ O ₃) Katkılı Bikomponent Poliester İpliklere ait Deneysel Çalışma Sonuçları.....	85
4.2. Numune Kumaşlara ait Deneysel Çalışma Sonuçları.....	86
4.2.1.Kumaşların Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi için Yapılan Deneysel Çalışma Sonuçları.....	86
4.2.2. Kumaşların Ekranlama Etkinliğinin Belirlenmesi için Yapılan Deneysel Çalışma Sonuçları.....	89
4.2.3. Kumaş Numunelerinin Boyama Sonrası Ekranlama Etkinliğinin Belirlenmesi için Yapılan Deneysel Çalışma Sonuçları.....	93
4.2.4. Kumaş Numunelerinin Elektrik iletkenliği (S/cm) Özelliklerinin Belirlenmesi için Yapılan Deneysel Çalışma Sonuçları.....	93
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	95
5.1. Numune İpliklere Ait Deneysel Çalışma Sonuçlarının Değerlendirilmesi...	95
5.1.1. Katkı oranının iplik numarasına etkisi.....	95
5.1.2. Katkı oranının Shrinkage (%) üzerine etkisi.....	100

	Sayfa
5.1.3. Katkı oranının iplik düzgünsüzlüğü üzerine etkisi.....	104
5.1.4. Katkı oranının % uzama üzerine etkisi.....	110
5.1.5. Katkı oranının kopma yükü (cN) üzerine etkisi.....	112
5.1.6. Katkı oranının kopma mukavemeti(cN/dtex) üzerine etkisi.....	117
5.2. Numune Kumaşlara Ait Deneysel Çalışma Sonuçlarının Değerlendirilmesi	124
5.2.1. Grafen Katkılı Kumaşlara ait Deneysel Çalışmalar.....	125
5.2.1.1. Grafen Katkılı İşlemsiz Kumaşlarda Ekranlama Etkinliği (SE).....	125
5.2.1.2. Grafen Katkılı Boyanlı Kumaşlarda Boyama Sonrası Ekranlama Etkinliği (SE).....	129
5.2.1.3. Grafen Katkılı Yıkanmış Kumaşlarda Ekranlama Etkinliği (SE).....	134
5.2.1.3.1. Daha Sık Üretilen Numune Kumaşlarda Yıkama İşleminde sonra Ekranlama Etkinliği (SE)	136
5.2.1.3.2. Daha Seyrek Üretilen Numune Kumaşlarda Yıkama İşleminde sonra Ekranlama Etkinliği.....	138
5.2.2. Nikeloksit Katkılı Kumaşlara ait Deneysel Çalışmalar.....	140
5.2.2.1. Nikeloksit Katkılı İşlemsiz Kumaşlarda Ekranlama Etkinliği (SE)	140
5.2.2.2. Nikeloksit Katkılı Boyalı Kumaşlarda Boyama Sonrası Ekranlama Etkinliği (SE)	142
5.2.2.3. Nikeloksit Katkılı Kumaşlarda Yıkama Sonrası Ekranlama Etkinliği (SE).....	147
5.2.2.3.1. Daha Sık Üretilen Numune Kumaşlarda Yıkama İşleminin Ekranlama Etkinliğine (SE) Etkisi.....	148
5.2.2.3.2. Daha Seyrek Üretilen Numune Kumaşlarda Yıkama İşleminin Ekranlama Etkinliğine (SE) Etkisi.....	150
5.2.3. Demiroksit Katkılı Kumaşlarda Ekranlama Etkinliğine (SE) Etkisi.....	151
5.2.3.1. Demiroksit Katkılı İşlemsiz Kumaşlarda Katkı Oranının ve Kumaş Sıklığının Ekranlama Etkinliğine (SE) Etkisi.....	151
5.2.3.2. Demiroksit Katkılı Boyalı Kumaşlarda Boyama Sonrası Ekranlama Etkinliği.....	152
5.2.3.3. Demiroksit Katkılı Kumaşların Yıkama Sonrası Ekranlama Etkinliği (SE).....	155
5.2.3.3.1. Daha Sık Üretilen Numune Kumaşlarda Yıkama İşleminin Ekranlama Etkinliğine (SE) Etkisi.....	157
5.2.3.3.2. Daha Seyrek Üretilen Numune Kumaşlarda Yıkama İşleminin Ekranlama Etkinliğine (SE) Etkisi.....	158
5.2.4. Numune kumaşların elektrik iletkenliği ölçümleri.....	158
5.3. Sonuç ve Öneriler.....	159
KAYNAKLAR.....	164
EKLER	171
ÖZGEÇMİŞ.....	177

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

c	Dalga hızı
λ	Dalga boyu
f	Frekans
h	Planck Sabiti
NiO	Nikeloksit
Fe ₂ O ₃	Demiroksit
⁰ C	Santigrad Derece
mSv	Milisievert
nm	Nanometre
eV	Elektronvolt
j	Joule
E	Elektrik alan
H	Manyetik alan
Hz	Hertz
kHz	Kilohertz
GHz	Gigahertz
THz	Terahertz
μ m	Mikrometre
ss	Standart sapma
%CV	Varyasyon katsayısı
S	Siemens

Kısaltmalar

SAR	Özgül Sogurma Oranı
SE	Ekranlama Etkinliği
UHF	Ultra yüksek frekans
UV	Ultraviyole
IARC	Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı ()
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
EMF	Elektromanyetik alan
EMR	Elektromanyetik radyasyon
IAEA	Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu
ICRP	Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu
EMC	Elektromanyetik Uyumluluk
EM	Elektromanyetik
EMI	Elektromanyetik Girişim
dB	Desibel
DNA	Deoksi Ribonükleik Asit
RNA	Ribonükleik Asit
ASTM	Amerikan Test ve Malzeme Derneği
MIL	Askeri
TS	Türk Standartları
a*	Kırmızı-Yeşil Ekseni Değeri

b^*
 C^*
 ΔE

Sarı-Mavi Ekseni Değeri
Kroma (Renk Doygunluğu)
Toplam renk fark

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. a. + yüklerin dışa doğru oluşturduğu elektrik alan b. - yüklerin içe doğru oluşturduğu elektik alanı , c. yük açısından nötr.....	4
Şekil 2.2. Manyetik alan çizgileri.....	5
Şekil 2.3. Elektromanyetik alan.....	5
Şekil 2.4. Elektromanyetik spektrum.....	6
Şekil 2.5. Elektromanyetik spektrumda iyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyonların gösterimi.....	10
Şekil 2.6. Ekranlama etkinliğinin tanımı.....	21
Şekil 2.7. Bir elektromanyetik dalga ile ekranlı malzemenin etkileşimi	21
Şekil 2.8. Delik ve yarıkların tipik ekranlama etkinliği davranışları	24
Şekil 2.9. Faraday kafesinin çalışma prensibi.....	25
Şekil 2.10. Koruyucu giysi, cebinlik, koruyucu yatak yastık, yorgan.....	27
Şekil 2.11. Bakır kaplanmış PET lifinin yüzey görünümü.....	28
Şekil 2.12. Polipirol kaplı poliester liflerinin yüzey görünümü.....	28
Şekil 2.13. Ark deposit sistemi şematik diyagramı.....	29
Şekil 2.14. Bakır kaplı kumaşların yüzey görüntüsü.....	30
Şekil 2.15. PET iplik kaplamasında kullanılan polianilin (PANI) çözeltisi konsantrasyonunun iplik iletkenliğine etkisi.....	30
Şekil 2.16. Bakır, nikel ve fosforun poliester kumaşa kaplanmasında kaplama bileşenlerine (a) bağlı olarak yüzey SEM görüntüleri (b).....	32
Şekil 2.17. DREF III , açık uç friksiyon eğirme yöntemi.....	34
Şekil 2.18. (a) Modifiye edilmiş ring iplik makinesi (b) rayon lif ve çelik telden oluşan iletken iplik.....	35
Şekil 2.19. Metal ipliklerin doğal veya sentetik ipliklerle karışımıyla üretilen iletken iplikler.....	37
Şekil 2.20. ASTM D4935 test standardı için kullanılan ölçüm ünitesi ve ölçüm düzeneği.....	39
Şekil 2.21. MIL-STD-285 test standardının modifiye edilmiş prensip ölçüm düzeneği.....	41
Şekil 2.22. TS EN 50147-1 standardına göre manyetik alan (elektrik alanı) ölçmesi için deney düzeneği.....	41
Şekil 2.23. Üretim tipine göre bikomponent liflerin enine kesit görüntüleri.....	42
Şekil 2.24. Yanyana bikomponent lif üretimi.....	43
Şekil 2.25. Yanyana bikomponent lif üretiminde kesit şekilleri.....	43
Şekil 2.26. Yanyana bikomponent lif üretimi.....	44
Şekil 2.27. İççe bikomponent lif üretiminde kesit şekilleri.....	45
Şekil 2.28. Trilobal kesitli bikomponent lif.....	46
Şekil 2.29. İç - dış bikomponent lifler.....	46
Şekil 2.30. Denizde adacıklar bikomponent üretim yöntemi.....	47
Şekil 2.31. Denizde adacık tipi bikomponent lif enine kesit görüntüsü.....	47
Şekil 2.32. Denizde adacıklar yöntemiyle 600 adacıklı bikomponent lif.....	48
Şekil 2.33. Bikomponent liflerde dilimli pasta modeli.....	49
Şekil 2.34. Bikomponent liflerde dilimli pasta modeli üretimi dizaynı.....	49
Şekil 2.35. Bazı malzemelerin elektrik iletkenliği.....	51
Şekil 2.36. İki-nokta prob yöntemi ile öz direnç ölçme.....	53
Şekil 2.37. Dört - nokta prob yöntemi ile öz direnç ölçme.....	54

	Sayfa
Şekil 2.38. Sentetik ve pamuk liflerinin dünyadaki tüketim verileri.....	54
Şekil 2.39. Polietilentereftalatın kimyasal formülü.....	55
Şekil 2.40. Polibutilen tereftalatın kimyasal formülü.....	58
Şekil 2.41. Grafenin yapısı.....	58
Şekil 2.42. Nikeloksitin yapısı.....	59
Şekil 2.43. Demiroksitin yapısı.....	60
Şekil 3.1. Krauss Maffei Berstorff marka çift vida ekstrüder.....	64
Şekil 3.2. Pilot bikomponent iplik üretim makinesi şeması.....	65
Şekil 3.3. Pilot bikomponent iplik üretim makinesi.....	66
Şekil 3.4. İplik sarım çıkırığı.....	74
Şekil 3.5. Statimat Me+ İplik mukavemet test ölçüm cihazı.....	75
Şekil 3.6. Texturmat Me+ İplik shrinkage test ölçüm cihazı.....	76
Şekil 3.7. Evennes Tester 80 iplik düzgünsüzlük test ölçüm cihazı.....	76
Şekil 3.8. 4 nokta prob elektrik iletkenlik ölçüm cihazı.....	77
Şekil 3.9. Kumaşların koaksiyel tutucu metodu ile SE ölçümlerinin yapıldığı test düzeneği.....	77
Şekil 3.10. Carl ZeissEvo 40 model SEM görüntüleme cihazı.....	78
a. L. Wetzler marka mikroskop, b. Jeica M205 Stereo mikroskop..	79
Şekil 3.11. Konica Minolta CM 3600d spektrometre.....	79
Şekil 3.12. Grafen katkılı poliester bikomponent lifin enine kesit görüntüsü....	83
Şekil 4.1. Nikeloksit katkılı poliester bikomponent lifin enine kesit görüntüsü	84
Şekil 4.2. Demiroksit katkılı poliester bikomponent lifin enine kesit görüntüsü.....	85
Şekil 4.3. a. %1 grafen içeren bikomponent iplikle örülmüş yüzey, b. %2 grafen içeren bikomponent iplikle örülmüş yüzey, c. %3 grafen içeren bikomponent iplikle örülmüş yüzey.....	86
Şekil 4.4. a. %1 Nikeloksit içeren bikomponent iplikle örülmüş yüzey, b. %2 Nikeloksit içeren bikomponent iplikle örülmüş yüzey.....	87
Şekil 4.5. %1 Demiroksit içeren bikomponent iplikle örülmüş yüzey.....	87
Şekil 4.6. % 100 poliester iplik.....	97
Şekil 5.1. a. % 1 grafen masterbatchi katkılı bikomponent poliester iplik b.	
Şekil 5.2. % 2 grafen masterbatchi katkılı bikomponent poliester iplik c. % 3 grafen masterbatchi katkılı bikomponent poliester iplik.....	98
Şekil 5.3. a. % 1 Nikeloksit masterbatchi katkılı bikomponent poliester iplik b. % 2 Nikeloksit masterbatchi katkılı bikomponent poliester iplik Demiroksit katkılı bikomponent iplik.....	99
Şekil 5.4. Grafen katkılı iplikler için katkı oranı miktarının ipliklerin	100
Şekil 5.5. Shrinkage (%)üzerine etkisi.....	103
Şekil 5.6. Nikeloksit katkılı iplikler için katkı oranı miktarının ipliklerin Shrinkage (%) üzerine etkisi.....	103
Şekil 5.7. Demiroksit katkılı iplikler için katkı oranı miktarının ipliklerin Shrinkage (%)üzerine etkisi.....	104
Şekil 5.8. Grafen katkılı iplikler için katkı oranı miktarının iplik düzgünsüzlüğü üzerine etkisi.....	106
Şekil 5.9. Nikeloksit katkılı iplikler için katkı oranı miktarının iplik düzgünsüzlüğü üzerine etkisi.....	107

	Sayfa
Şekil 5.10. a. % 1 Grafen masterbatchi katkıli bikomponent poliester iplik b. % 2 Grafen masterbatchi katkıli bikomponent poliester iplik c. % 3 Grafen masterbatchi katkıli bikomponent poliester iplik	107
Şekil 5.11. % 2 Nikeloksit masterbatch katkıli bikomponent ipliklerin SEM görüntüsü	108
Şekil 5.12. % 1 Demiroksit masterbatch katkıli ipliklerdeki topaklanmalar	109
Şekil 5.13. Demiroksit katkıli ipliklerdeki düzensizlik ve kopuşlar	109
Şekil 5.14. Grafen katkıli iplikler için katkı oranı miktarının kopma yükü (cN) üzerine etkisi	115
Şekil 5.15. Nikeloksit katkıli iplikler için katkı oranı miktarının kopma yükü (cN) üzerine etkisi.....	116
Şekil 5.16. Demiroksit katkıli iplikler için katkı oranı miktarının kopma yükü (cN) üzerine etkisi	116
Şekil 5.17. Grafen katkıli iplikler için katkı oranı miktarının mukavemet (cN) üzerine etkisi.....	120
Şekil 5.18. Nikeloksit katkıli iplikler için katkı oranı miktarının mukavemet (cN) üzerine etkisi.....	120
Şekil 5.19. Demiroksit katkıli iplikler için katkı oranı miktarının mukavemet (cN) üzerine etkisi.....	121
Şekil 5.20. Nikeloksit katkıli bikomponent iplik filamentleri.....	122
Şekil 5.21. Demiroksit katkıli bikomponent iplik filamentleri.....	123
Şekil 5.22. Grafen katkıli bikomponent iplik filamentleri.....	123
Şekil 5.23. Grafen katkıli kumaşlarda katkı oranının ve kumaş sıklığının ekranlama etkinliğine (SE) etkisi.....	127
Şekil 5.24. Grafen katkıli boyanmış kumaşlarda katkı oranının ve kumaş sıklığının ekranlama etkinliğine (SE) etkisi.....	130
Şekil 5.25. a. % 100 boyalı poliester, b. % 1 grafen katkıli boyalı, c. % 2 grafen katkıli boyalı, d. % 3 grafen katkıli boyalı kumaş SEM görüntüsü.....	131
Şekil 5.26. a. % 1 grafen katkıli boyalı, b. % 2 grafen katkıli boyalı, c. % 3 grafen katkıli boyalı kumaş SEM görüntüsü.....	132
Şekil 5.27. a.% 3 Grafen katkıli boyanmış kumaşta, b. .% 3 Grafen katkıli boyanmamış kumaşta filaman içindeki grafen partikülleri.....	132
Şekil 5.28. a. Boyanmış % 100 poliester kumaş, b. Boyanmamış grafen katkıli kumaş, c. Boyanmış grafen katkıli kumaş görüntüsü.....	133
Şekil 5.29. % 1 Grafen masterbatchi içeren numune kumaşlarda yıkama işleminin ekranlama etkinliğine (SE) etkisi.....	136
Şekil 5.30. % 2 Grafen masterbatchi içeren numune kumaşlarda yıkama işleminin ekranlama etkinliğine (SE) etkisi.....	137
Şekil 5.31. % 3 Grafen masterbatchi içeren numune kumaşlarda yıkama işleminin ekranlama etkinliğine (SE) etkisi.....	137
Şekil 5.32. % 1 Grafen masterbatchi içeren numune kumaşlarda yıkama işleminin ekranlama etkinliğine (SE) etkisi.....	138
Şekil 5.33. % 2 Grafen masterbatchi içeren numune kumaşlarda yıkama işleminin ekranlama etkinliğine (SE) etkisi.....	139
Şekil 5.34. % 3 Grafen masterbatchi içeren numune kumaşlarda yıkama işleminin ekranlama etkinliğine (SE) etkisi.....	139

	Sayfa
Şekil 5.35. Nikeloksit katkıli kumaşlarda katkı oranının ve kumaş sıklığının ekranlama etkinliğine (SE) etkisi.....	141
Şekil 5.36. Nikeloksit katkıli boyanmış kumaşlarda katkı oranının ve kumaş sıklığının ekranlama etkinliğine (SE) etkisi.....	143
Şekil 5.37. Nikeloksit katkıli boyalı kumaşta filamentlerin görüntüsü.....	144
Şekil 5.38. a.% 100 poliestere boyalı, b. % 1 nikeloksit katkıli boyalı c. % 2 nikeloksit katkıli boyalı.....	145
Şekil 5.39. a. Boyanmış % 100 poliestere kumaş, b. Boyanmamış nikeloksit katkıli kumaş c. boyanmış nikeloksit katkıli kumaş.....	146
Şekil 5.40. % 1 Nikeloksit masterbatchi içeren numune kumaşlarda yıkama işleminin ekranlama etkinliğine (SE) etkisi.....	149
Şekil 5.41. % 2 Nikeloksit masterbatchi içeren numune kumaşlarda yıkama işleminin ekranlama etkinliğine (SE) etkisi.....	149
Şekil 5.42. % 1 Nikeloksit masterbatchi içeren numune kumaşlarda yıkama işleminin ekranlama etkinliğine (SE) etkisi.....	150
Şekil 5.43. % 2 Nikeloksit masterbatchi içeren numune kumaşlarda yıkama işleminin ekranlama etkinliğine (SE) etkisi.....	151
Şekil 5.44. Demiroksit katkıli kumaşlarda katkı oranının ve kumaş sıklığının ekranlama etkinliğine (SE) Etkisi.....	152
Şekil 5.45. Demiroksit katkıli boyanmış kumaşlarda katkı oranının ve kumaş sıklığının ekranlama etkinliğine (SE) etkisi.....	153
Şekil 5.46. %1 Demiroksit katkıli boyalı filamentlerin SEM fotoğrafları.....	153
Şekil 5.47. %1 Demiroksit katkıli boyalı kumaşta filamentlerdeki pariküllerin görüntüsü	154
Şekil 5.48. a. Boyanmış % 100 poliestere kumaş, b. Boyanmamış demiroksit katkıli kumaş, c. Boyanmış demiroksit katkıli kumaş.....	155
Şekil 5.49. % 1 Demiroksit masterbatchi içeren numune kumaşlarda yıkama işleminin ekranlama etkinliğine (SE) etkisi.....	157
Şekil 5.49. % 1 Demiroksit masterbatchi içeren seyrek numune kumaşlarda yıkama işleminin ekranlama etkinliğine (SE) etkisi.....	158

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Elektromanyetik alan oluşturan bazı yapay kaynaklar.....	11
Çizelge 2.2. 4-1000 Hz aralığında İnsan vücudunda oluşan akım yoğunluğunun biyolojik etkileri.....	13
Çizelge 2.3. Elektromanyetik alan oluşturan bazı yapay kaynaklarca kullanılan yayın frekansları.....	14
Çizelge 2.4. İnsan vücudu için ICRP tarafından belirlenen radyasyon doz limitleri.....	18
Çizelge 2.5. Genel kullanım için elektromanyetik koruyucu etkinliğinin değerlendirilmesi.....	23
Çizelge 2.6. Profosyonel kullanım için elektromanyetik koruyucu etkinliğinin değerlendirilmesi.....	23
Çizelge 2.7. PET ve PBT liflerinin özellikleri.....	57
Çizelge 3.1. Bikomponent lif üretiminde çekirdek kısımda kullanılan katkı malzemelerinin özellikleri.....	62
Çizelge 3.2. Bikomponent lif üretiminde kullanılan PET ve PBT özellikleri....	63
Çizelge 3.3. Katkı malzemeli masterbatch için üretim parametreleri	64
Çizelge 3.4. Bikomponent iplik üretiminde kullanılan makine parametreleri.....	66
Çizelge 3.5. PET /PBT Üretiminde Optimum Şartlar İçin Üretim Parametreleri	67
Çizelge 3.6. Merkezde grafen içeren bikomponent iplik üretiminde kullanılan makine parametreleri.....	68
Çizelge 3.7. Grafen katkılı bikomponent iplik üretim parametreleri.....	69
Çizelge 3.8. Merkezde nikeloksit içeren bikomponent iplik üretiminde kullanılan makine parametreleri.....	70
Çizelge 3.9. Nikeloksit katkılı bikomponent iplik üretim parametreleri.....	71
Çizelge 3.10. Merkezde demiroksit içeren bikomponent iplik üretiminde kullanılan makine parametreleri.....	71
Çizelge 3.11. Nikeloksit katkılı bikomponent iplik üretim parametreleri.....	72
Çizelge 3.12. Çorap örme makinelerinin teknik özellikleri.....	73
Çizelge 3.13. Kumaş numuneleri için boyama şartları.....	73
Çizelge 4.1. Katkisız poliester ipliklerin fiziksel özellikleri test ölçüm sonuçları.....	82
Çizelge 4.2. Grafen katkılı bikomponent Poliester ipliklerin fiziksel özellikleri test ölçüm sonuçları.....	83
Çizelge 4.3. Nikeloksit katkılı bikomponent Poliester ipliklerin fiziksel özellikleri test ölçüm sonuçları.....	84
Çizelge 4.4. Demiroksit katkılı bikomponent Poliester ipliklerin fiziksel özellikleri test ölçüm sonuçları.....	85
Çizelge 4.5. Çorap örme makinesinde üretilen kumaş numunelerinin sıra/cm, çubuk/cm, kalınlık ölçüm sonuçları.....	88
Çizelge 4.6. Boyama çalışması sonrası kumaş numunelerinin sıra/cm, çubuk/cm ölçüm sonuçları.....	88
Çizelge 4.7. Yıkama çalışması sonrası kumaş numunelerinin sıra/cm, çubuk/cm ölçüm sonuçları.....	89
Çizelge 4.8. % 100 poliester ve katkılı kumaşların ekranlama etkinliği ölçüm sonuçları.....	89

	Sayfa
Çizelge 4.9. Boyama sonrası % 100 poliester ve katkıli kumaşların ekranlama etkinliği ölçüm sonuçları.....	90
Çizelge 4.10. <u>1</u> Yıkama sonrası katkıli kumaşların ekranlama etkinliği ölçüm sonuçları.....	91
Çizelge 4.11. <u>3</u> Yıkama sonrası katkıli kumaşların ekranlama etkinliği ölçüm sonuçları.....	91
Çizelge 4.12. <u>5</u> Yıkama sonrası katkıli kumaşların ekranlama etkinliği ölçüm sonuçları.....	92
Çizelge 4.13. <u>10</u> Yıkama sonrası katkıli kumaşların ekranlama etkinliği ölçüm sonuçları.....	92
Çizelge 4.14. Boyama sonrası % 100 poliester ve katkıli bikomponent poliester kumaşların L*,a*,b* değerleri ölçüm sonuçları.....	93
Çizelge 4.15. Numune kumaşların işlemsiz, boyama sonrası ve yıkama sonrası elektrik iletkenliği ölçüm değerleri.....	94
Çizelge 5.1. Grafen katkıli ipliklerin numara değerleri için ANOVA tablosu..	95
Çizelge 5.2. Grafen katkıli ipliklerin numara değerleri için SNK testi.....	96
Çizelge 5.3. Nikeloksit katkıli ipliklerin numara değerleri için ANOVA tablosu.....	96
Çizelge 5.4. Nikeloksit katkıli ipliklerin numara değerleri için SNK testi.....	96
Çizelge 5.5. Grafen katkıli ipliklerin Shrinkage (%) değerleri için ANOVA tablosu.....	100
Çizelge 5.6. Grafen katkıli ipliklerin Shrinkage (%) değerleri için SNK testi.....	101
Çizelge 5.7. Nikeloksit katkıli ipliklerin Shrinkage (%) değerleri için ANOVA.....	101
Çizelge 5.8. Nikeloksit katkıli ipliklerin Shrinkage (%) değerleri için SNK testi.....	102
Çizelge 5.9. Demiroksit katkıli ipliklerin Shrinkage (%) değerleri için ANOVA tablosu.....	102
Çizelge 5.10. Grafen katkıli ipliklerin düzgünsüzlük değerleri için ANOVA tablosu.....	104
Çizelge 5.11. Grafen katkıli ipliklerin düzgünsüzlük değerleri için SNK testi...	
Çizelge 5.12. Nikeloksit katkıli ipliklerin düzgünsüzlük değerleri için ANOVA tablosu.....	105
Çizelge 5.13. Nikeloksit katkıli ipliklerin düzgünsüzlük değerleri için SNK testi.....	106
Çizelge 5.14. Grafen katkıli ipliklerin% uzama değerleri için ANOVA tablosu.	110
Çizelge 5.15. Grafen katkıli ipliklerin% uzama değerleri için SNK testi.....	111
Çizelge 5.16. Nikeloksit katkıli ipliklerin % uzama değerleri için ANOVA tablosu.....	111
Çizelge 5.17. Nikeloksit katkıli ipliklerin % uzama değerleri için SNK testi....	112
Çizelge 5.18. Demiroksit katkıli ipliklerin % uzama değerleri için ANOVA tablosu.....	112
Çizelge 5.19. Grafen katkıli ipliklerin kopma yükü değerleri için ANOVA tablosu.....	113
Çizelge 5.20. Grafen katkıli ipliklerin kopma yükü değerleri için SNK testi....	113

	Sayfa
Çizelge 5.21. Nikeloksit katkılı ipliklerin kopma yükü değerleri için ANOVA tablosu.....	114
Çizelge 5.22. Nikeloksit katkılı ipliklerin kopma yükü değerleri için SNK testi	114
Çizelge 5.23. Demiroksit katkılı ipliklerin kopma yükü değerleri için ANOVA tablosu.....	115
Çizelge 5.24. Grafen katkılı ipliklerin mukavemet (cN/dtex) değerleri için ANOVA tablosu.....	117
Çizelge 5.25. Grafen katkılı ipliklerin mukavemet değerleri için SNK testi.....	118
Çizelge 5.26. Nikeloksit katkılı ipliklerin mukavemet (cN/dtex) değerleri için ANOVA tablosu.....	118
Çizelge 5.27. Nikeloksit katkılı ipliklerin mukavemet (cN/dtex) değerleri için SNK testi.....	119
Çizelge 5.28. Demiroksit katkılı ipliklerin mukavemet (cN/dtex) değerleri için ANOVA tablosu.....	119
Çizelge 5.29. Grafen katkılı ipliklerin ekranlama etkinliği (SE) değerleri için ANOVA tablosu.....	125
Çizelge 5.30. Grafen katkılı ipliklerin ekranlama etkinliği (SE) değerleri için SNK testi.....	126
Çizelge 5.31. Grafen katkılı ipliklerin boyama işleminden sonra ekranlama etkinliği (SE) değerleri için ANOVA tablosu.....	129
Çizelge 5.32. Grafen katkılı ipliklerin boyama işleminden sonra ekranlama etkinliği (SE) değerleri için SNK testi.....	129
Çizelge 5.33. Grafen katkılı kumaşlarla % 100 poliester kumaşın renk farkı (L*,a*,b*) değerleri.....	133
Çizelge 5.34. Grafen katkılı kumaşların yıkama işleminden sonra ekranlama etkinliği (SE) değerleri için ANOVA tablosu.....	134
Çizelge 5.35. Grafen katkılı ipliklerin yıkamalar sonrası katkı oranı alt grupları ekranlama etkinliği (SE) değerleri için SNK testi.....	135
Çizelge 5.36. Grafen katkılı ipliklerin yıkamalar sonrası ekranlama etkinliği (SE) değerleri için SNK testi.....	135
Çizelge 5.37. Nikeloksit katkılı ipliklerin ekranlama etkinliği (SE) değerleri için ANOVA tablosu.....	140
Çizelge 5.38. Nikeloksit katkılı ipliklerin ekranlama etkinliği (SE) değerleri için SNK testi.....	140
Çizelge 5.39. Nikeloksit katkılı ipliklerin boyama işleminden sonra ekranlama etkinliği (SE) değerleri için ANOVA tablosu.....	142
Çizelge 5.40. Nikeloksit katkılı ipliklerin boyama işleminden sonra ekranlama etkinliği (SE) değerleri için SNK testi.....	142
Çizelge 5.41. Nikeloksit katkılı kumaşlarla % 100 poliester kumaşın renk farkı (L*,a*,b*) değerleri.....	146
Çizelge 5.42. Nikeloksit katkılı kumaşların yıkama işleminden sonra ekranlama etkinliği (SE) değerleri için ANOVA tablosu.....	147
Çizelge 5.43. Nikeloksit katkılı ipliklerin yıkamalar sonrası ekranlama etkinliği (SE) değerleri için SNK testi.....	148
Çizelge 5.44. Demiroksit katkılı ipliklerin ekranlama etkinliği (SE) değerleri için ANOVA tablosu.....	151

	Sayfa
Çizelge 5.45. Demiroksit katkılı ipliklerin boyama işleminden sonra ekranlama etkinliği (SE) değerleri için ANOVA tablosu.....	153
Çizelge 5.46. Demiroksit katkılı kumaşlarla % 100 poliester kumaşın renk farkı (L*,a*,b*) değerleri.....	155
Çizelge 5.47. Demiroksit katkılı kumaşların yıkama işleminden sonra ekranlama etkinliği (SE) değerleri için ANOVA tablosu.....	156
Çizelge 5.48. Demiroksit katkılı ipliklerin yıkamalar sonrası ekranlama etkinliği (SE) değerleri için SNK testi.....	156

1. GİRİŞ

Endüstrileşme ve teknolojinin gelişimine bağlı olarak elektrik enerjisinin kullanımı ve gereksinimi giderek artmaktadır. Bunun sonucunda insanlar, hayvanlar, bitkiler kısaca tüm çevre elektromanyetik kirlenmenin etkisi altında kalmaktadır. Bu kirlilik canlının elektromanyetik dengesini bozmaktadır. Elektromanyetik dalgalar bu dengeyi bozarken vücuttaki dokuları ısıtarak ve kimyasal değişimlere yol açarak zarar vermektedir. Elektromanyetik kirlilik, diğer çevre kirlilikleri gibi gözle görülemediği ve etkileri hemen ortaya çıkmadığı için yeterli öneme sahip olmamakta ve göz ardı edilmektedir. Bütün elektrikli cihazlar kullandıkları gerilim ve akım miktarına bağlı olarak güçleri oranında çeşitli frekans kademelerinde elektromanyetik alan meydana getirirler.

Türkiye’de mevcut sentetik elyaf ve iplik üretim kapasitesinin artırılması hiçbir şekilde öncelikli olmayıp, modernizasyon ve yenileme yatırımlarının yanında yapılması gereken en önemli husus, özel performans özelliklerine sahip (2. ve 3. nesil) sentetik elyaf ve iplik tiplerin araştırılıp, geliştirilmesi ve üretilmesidir. Gerek fonksiyonel (veya çok fonksiyonlu) tekstil ürünlerinin, gerekse yüksek performanslı teknik tekstillerin ve olağanüstü tekstillerin (kısacası bilgi yoğun tekstil ürünlerinin) sıradan doğal veya sentetik elyaf veya ipliklerle üretilmesi mümkün değildir. Dolayısıyla özel performans yeteneklerine sahip 2. ve 3. nesil sentetik liflerin üretilmesi, Türk Tekstil Sanayii’nin amaçlarına ulaşabilmesi için de büyük bir destek olacaktır. Dünyada sıradan (Standard) iplik üretiminde kapasite fazlası vardır, dolayısıyla maliyetinin altına fiyatlarla satılan bu ipliklerde Türkiye’nin rekabet şansı yoktur. Bu tez çalışmasının konusu olan EMR koruyucu özelliğe sahip bikomponent poliester lifi üretimi işte bu açıdan önem arz etmektedir, katma değeri yüksek bilgi yoğun lif üretimi Türk Tekstil Sanayinin stratejik hareket planına da uygundur.

Bir yapının elektromanyetik kalkanlama özelliği yapının iletkenliği, manyetik geçirgenliği ve dielektrik özelliklerinin üst düzeyde düzenlenmesiyle en yüksek olur. Bu sebeple elektromanyetik radyasyondan koruma özelliği olan tekstil yapılarının elde edilebilmesi için öncelikle o yapının iletken olması ya da iletken hale getirilmesi gerekmektedir. Bilindiği üzere sentetik tekstil liflerinin üretiminde kullanılan polimerin

tipik özgül direnci 10^{10} ohm seviyesinden daha yüksektir. Bu durum elektriği çok iyi yalıtan bir materyale uygundur. Tekstil yapılarını iletken hale getirmek için bugüne kadar pek çok yöntem denenmiştir. Bu yapıların üretimi için; sentetik iplik üretimi sırasında polimer içine metal partikülleri, metal tuzları veya karbon partikülleri eklenerek iletken lifler ya da; metalik iplikleri dokuma veya örme yüzey oluşturulurken atkı ve/veya çözgüye ekleyerek kullanılmakta, kumaş iletkenliğini geliştirmek içinse; kumaşlar üzerine iletken tabakalar kaplanmakta veya iletken dolgu maddeleri eklenmektedir.

Fakat metal takviyeli tekstil yapıları işlenme zorluğu, geri dönüşüm olmaması, esnek olmamaları ve kompozitlerde zayıf lif ve metal arası tutunma yüzünden; metal yüzey kaplamaları, toz veya lifler ile doldurulmuş polimer kompozitler veya kaplamalar ise; düşük yırtılma veya çizilme dayanımlarından dolayı dezavantajlıdır. Karbon yapılar ise işlenme ve boyanma ile mukavemet problemleri yaratmaktadır.

Tüm bu dezavantajlardan dolayı metallerin elektriksel iletkenlik özellikleri ile polimerlerin esneklik, hafiflik ve kimyasal açıdan inert olan özelliklerinin birleştirilerek tek bir malzemede toplanması amacıyla bu çalışmada iletken partiküllerin S/C (Sheath/core) bikomponent iplik içerisinde kullanılarak boyanabilir iplik elde edilmesi amaçlanmıştır. Böylece hem iplik içerisinde iletkenlik sağlayıp elektromanyetik radyasyondan korunma sağlayacak, hem de diğer yöntemlerde ortaya çıkan boyanamama, soyulma gibi olumsuz etkilerden kaçınılmış olacaktır.

Bu çalışmada tekstil materyali olarak poliester seçilmiştir. Dünyada toplam sentetik elyafların dağılımına bakıldığında poliester %70, polipropilen %12, poliamid %10, akrilik %7 ve diğerleri %1 paya sahiptir. Buradan da anlaşılacağı gibi en önemli sentetik lif poliester olup, Dünya'da tüketilen sentetik liflerin yarısından fazlasını tek başına poliester oluşturmaktadır. Sentetik lifler arasında en çok üretilen ve tüketilen lifler poliesterdir. Poliester kimyasallara, güneş ışığına, mikro organizmalara ve diğer pek çok etkene karşı dayanım özellikleri ve mukavemeti yüzünden başta perde olmak üzere halı ve döşemelik kumaşlarda masa örtülerinde, ev tekstilinde kullanılan tüm kumaşlarda, günlük hayatta kullanılan kıyafetlerde ve diğer aksesuarlarda, teknik tekstillerde ya da

karışım ipliklerde ve kompozitlerde en çok kullanılan liftir. Bu yüzden kalkanlama etkinliği olan poliester kumaşlar günlük hayatta her an her yerde kullanılabilir.

Bu çalışma eriyik çekim yöntemi kullanarak elektrik olarak iletken metal partiküllerin poliester S/C (sheath/ core) bikomponent iplik yapısı içinde katkı malzemesi olarak kullanılması ile multifilament poliester iplik oluşturulması, elde edilen ipliklerde katkı malzemesi oranlarının ipliğin mekanik özelliklerine etkilerinin incelenmesi ve kıyaslanması, elde edilen ipliklerden oluşturulan kumaşların elektromanyetik kalkanlama etkinliklerinin belirlenmesi ayrıca boyama ve tekrarlı yıkamalar sonrası elektromanyetik koruma etkinliğinin nasıl değiştiğinin belirlenmesi amaçlamıştır.

Tez kapsamında farklı katkı malzemesi farklı oranlarda kullanılarak üretilen multifilament poliester S/C (sheath/ core) bikomponent ipliklerin mekanik özellikleri ve bu ipliklerle üretilen kumaşların boyama öncesi, boyama sonrası ve tekrarlı yıkamalar sonrası elektromanyetik koruma özellikleri incelenmiştir.

Bu tez çalışması paralelinde tez danışmanı Prof.Dr. Yusuf ULCAY'ın yürütücülüğünü yaptığı ve tez öğrencisinin bursiyer olarak yer aldığı iki proje ***U.Ü. BAP Proje no: 2011-M-47*** ve ***TÜBİTAK Proje no:111M518*** gerçekleştirilmiştir.

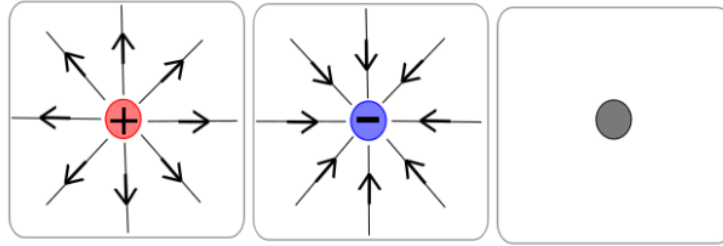
2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1.Elektromanyetik Alan ve Radyasyon

2.1.1. Elektromanyetik Alan

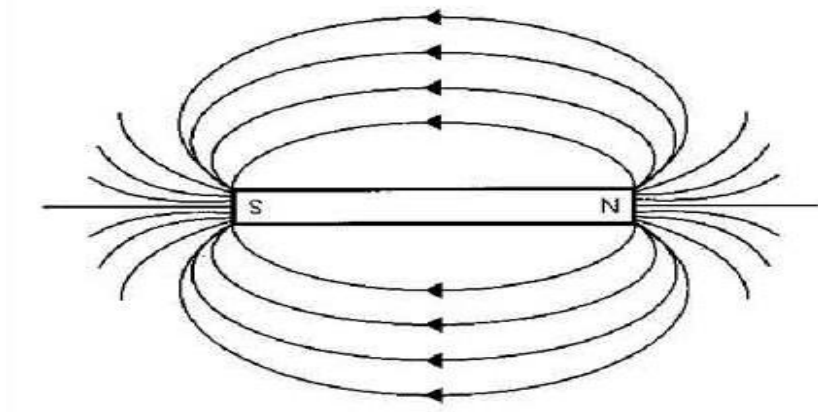
Elektromanyetik alan ya da dalga kuramı iki bağımsız değişken ile gösterilir. Bunlar elektrik alan ve manyetik alandır. Yani elektrik yüklerinin hareketinden doğan elektrik alan ve manyetik alan bileşenlerine sahip elektromanyetik enerji içeren kuvvet alanına elektromanyetik alan denir.

Her elektrik yükü bir elektrik alana sahiptir. (Şekil 2.1) Elektrik alan (E) şiddeti vektörel bir niceliktir ve birimi Volt/m'dir.



Şekil 2.1.a. + yüklerin dışarı doğru oluşturduğu elektrik alan **b.** - yüklerin içeri doğru oluşturduğu elektrik alanı , c. yük açısından nötr (elektrik alan yok)

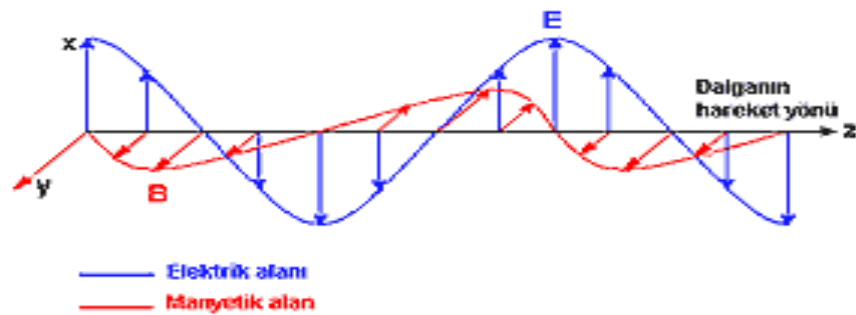
Manyetik alan (H) şiddeti de elektrik alan gibi vektörel bir niceliktir ve birimi ise Amper/m'dir. Manyetik alan vektörünün yönü, yüklerin hareket yönüne diktir. Şekil 2.2'de de görüldüğü gibi manyetik alan çizgileri bir yükte başlayıp bir yükte son bulmazlar, aksine kendi üzerlerine kapanan eğriler oluştururlar.(Kotalay 2008)



Şekil 2.2. Manyetik Alan Çizgileri (<http://www.magnetic-shield.com/faq/interference.html>, 2013)

Duran elektrik yükleri etrafında durgun bir elektrik alan oluşurken, hareketli yükler etrafında hem elektrik hem de manyetik alan oluşur. Bu alanlar “dinamik elektromanyetik alanlar” ya da yaygın bilinen ifadesiyle “elektromanyetik dalgalar” şeklinde ifade edilirler. Yayılan alanın manyetik (H) ve elektrik (E) bileşenleri birbirine diktir ve oluşturdukları yüzey de yayılım doğrultusuna diktir. (Şekil 3) Her iki bileşen de zaman bağımlı sinusoidal bir davranış gösterir.

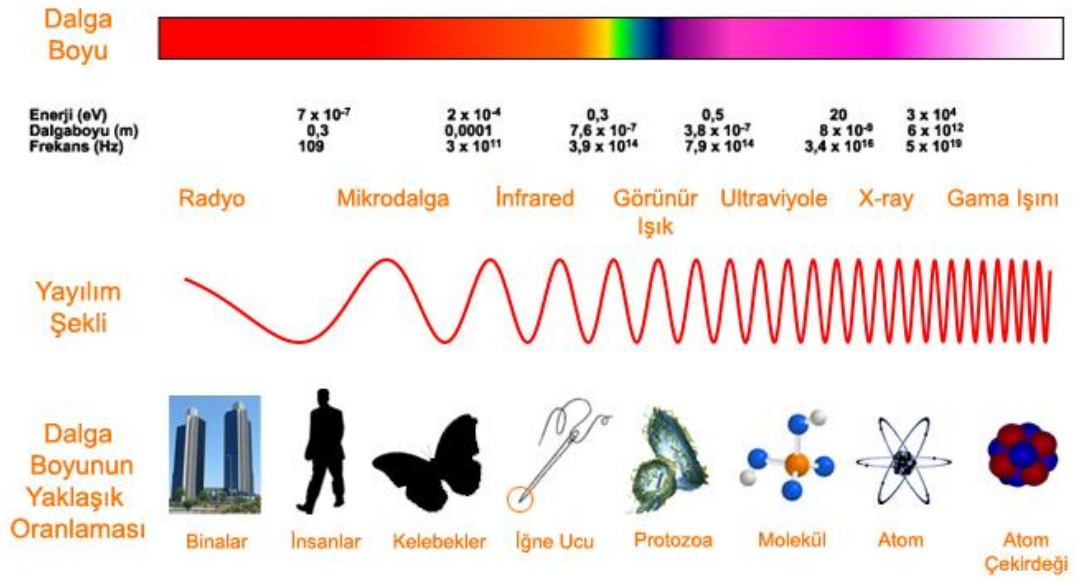
Elektromanyetik dalgaların boşlukta yayılma hızları 300.000 km/s’ dir. Bu tür dalgalar dalga boyları veya frekansları ile belirlenir. Dalgaların, dalga boyu (λ), hızı (c) ve frekansı (f) arasındaki ilişki $\lambda = c/f$ olarak tanımlanmakta, bağıntının yorumlanmasından anlaşılacağı gibi hız sabit olduğundan dalgaların frekansları, dalga boyları ile ters orantılı olmaktadır. (Kavas 2002, Hancı ve ark 2003)



Şekil 2.3. Elektromanyetik alan (<http://www.biltek.tubitak.gov.tr/2010>)

2.1.2 Elektromanyetik Radyasyon

Elektromanyetik dalgaların frekans veya dalga boyuna göre sınıflandırılması elektromanyetik spektrum olarak adlandırılmaktadır. Elektromanyetik dalgalar boşlukta yayılma özelliğine sahiptir. Şekil 2.4.' de Elektromanyetik spektrum ve dalga boyu ilişkisi verilmektedir.



Şekil 2.4. Elektromanyetik spektrum (www.ufotr.com,2014)

Elektromanyetik radyasyon başlıca yedi kategoride incelenir. Bunlar düşük frekanstan yüksek frekansa doğru radyo dalgaları, mikrodalga, kızılötesi, görünür ışık, morötesi, X-ışınları ve Gama ışınlarıdır. (Hancı ve ark 2003)

Radyo dalgaları: 1 milimetreden uzun dalgalardır. Birkaç km'den 0,3 'ye kadar dalgaboylarına ve birkaç Hz'den 10^9 Hz'e kadar frekanslara sahiptirler. En uzun dalga boyuna sahip olduklarından en düşük enerjiye sahipler. Bunların kaynakları elektrik titreşimleridir ve titreşen devrelerin bulunduğu elektronik aygıtlar tarafından üretilirler. Telefon, televizyon ve radyoda bağlantı kablosu gerektirmeden kullanılır. Elektromanyetik spektrumun bu bölümünün kullanımı birçok ülkede çeşitli resmi kuruluşlar tarafından kısıtlanmakta ve denetlenmektedir.

Mikrodalga: 1 mm ile 1 metre arası dalga boylarına ve 10^9 Hz'den 3.10^{11} Hz'e kadar frekanslara sahip ışınları kapsar. Radarlarda kullanılan çok kısa dalga boyuna sahip radyo dalgalarıdır. Ayrıca atomik ve moleküler yapının ayrıntılarının çözülmesinde olduğu kadar, diğer iletişim sistemlerinde de kullanılır. Aynı zamanda mikrodalga fırınlarda ve kablo gerektirmeyen uzak mesafe iletişimlerde kullanılır. Bu dalgalar da elektronik aygıtlar tarafından üretilir. Mikrodalga bölgesine UHF (ultra high frequency) adı da verilir.

Kızılötesi (IR) dalgalar: 710 nanometre 1 milimetre arası dalga boylarına ve 3.10^{11} Hz'den 4.10^{14} Hz'e kadar frekanslara sahip ışınları kapsar (iğne ucu ile küçük bir tohum kadar boyları vardır). Bütün sıcak ve soğuk maddeler tarafından oluşturulurlar. Atomlar tarafından emildiklerinde maddeyi ısıtırlar, onun için ısı radyasyonu olarak ta adlandırılırlar. 370 °C sıcaklığa sahip olan vücudumuz 900 nanometrelik kızılötesi ışınlar yayar. Bu dalgalar, moleküller ve sıcak cisimler tarafından üretilir. Endüstri, tıp, astronomi v.b. alanlarda çoklukla kullanılır. Bu bölge üçe ayrılır:

Uzak kızılötesi, 300 GHz ($1\text{mm } \lambda$) ile 30 THz ($10 \mu\text{m } \lambda$) arasındadır. uzak kızılötesi tanımı $200 \mu\text{m}$ 'nin altındaki dalga boyları tarafından kullanılır. Bu bandın alt bölümleri için mikrodalga da denilebilir.

Orta kızılötesi, 30 THz ($10 \mu\text{m } \lambda$) ile 120 THz ($2,5 \mu\text{m } \lambda$) arasında bulunur. Sıcak cisimler sıklıkla bu aralıkta ışınım yayarlar. Orta kızılötesi ışınım normal moleküler titreşim tarafından emilebilir. Bu frekans aralığına bazen *parmak izi bandı* da denir.

Yakın kızılötesi, 120 THz ($2500 \text{ nm } \lambda$) ile 400 THz ($750 \text{ nm } \lambda$) arasındadır. Görünür ışığa benzer fiziksel işlemler tarafından üretilir ve benzer optik kurallara tabidir.

Görünür ışık dalgaları: 400 ile 700 nanometre dalga boyları arasındaki ve 4.10^{14} Hz 'den 8.10^{14} Hz'e kadar frekanslara sahip ışınları kapsar (bir molekül ile tek hücreli arası boydadırlar). Gözün retinasının duyarlı olduğu dalga boylarıyla sınırlanan oldukça dar

aralıkta bulunurlar. Işık diye hitap edilen elektromanyetik spektrumun bu küçük bölümünü insan görebilir. Işığın gözde oluşturduğu, renk adı verilen çeşitli duyular, elektromanyetik dalganın frekans ve dalga boyuna bağlıdır. Bu bölümde mor ile başlayan ve kırmızıyla biten renkler vardır.

Morötesi Dalgalar: Dalgaboyu görünür ışıktan daha kısadır. $3,8 \cdot 10^{-7}$ m'den $6 \cdot 10^{-10}$ m'ye kadar dalgaboylarına ve $8 \cdot 10^{14}$ Hz'den $3 \cdot 10^{17}$ Hz'e kadar frekanslara sahiptir. Bu dalgalar, elektrik deşarjla atomlar ve moleküller tarafından üretilir. Oldukça enerjik olduğu için morötesi (UV) ışınım kimyasal bağları bozup çeşitli molekülleri iyonize edebilir veya katalizör etkisi gösterebilir. Güneş, oldukça güçlü morötesi kaynağıdır. Güneşin morötesi ışınları atmosferin üst katmanlarındaki atomlarla etkileşir, çok sayıda iyon üretilir. Yaklaşık 80 km'den yuksekteki iyonize haldeki katmana bu nedenle iyonosfer denir. Mikro organizmalar morötesi ışınları soğurduklarında, parçalanırlar. Bu nedenle, morötesi ışınlar tıpta sterilizasyon işleminde kullanılır.

X-Işınları: 0.01 ile 10 nanometre arasında dalga boyuna (bir atomun boyu kadar) ve $3 \cdot 10^{17}$ Hz'den $5 \cdot 10^{19}$ Hz'e kadar frekanslara sahip ışınlardır. Elektromanyetik spektrumun bu bölgesi 1895'de Alman fizikçi Wilhelm Conrad Roentgen tarafından, katot ışınlarını incelerken keşfedilmiştir. X-ışınları kristal yapı incelemelerinde, bir tanı aracı olarak tıpta ve kanser tedavisinde kullanılmaktadır. Canlı dokulara zarar verdiği için, X ışınlarına gereksiz yere hedef olmamak gerekmektedir.

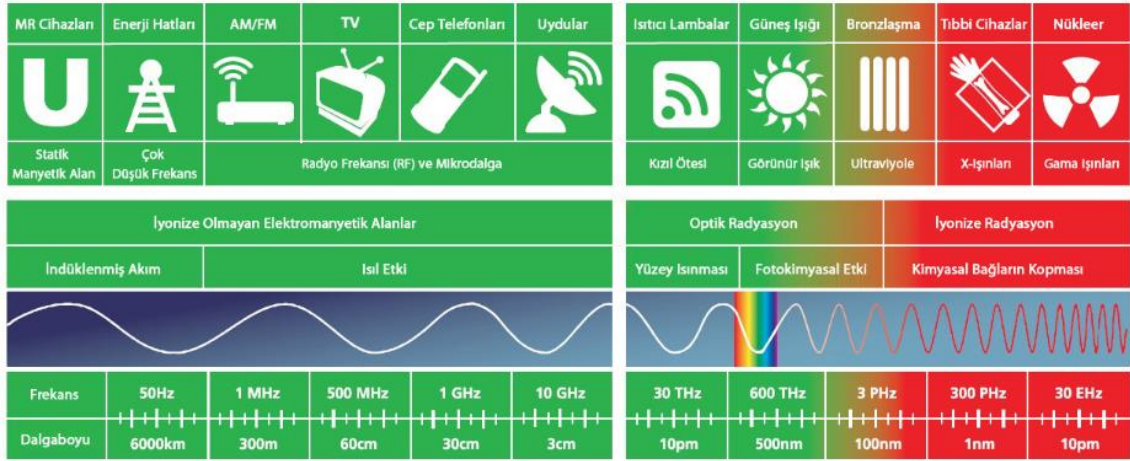
Gamma Işınları: 0,01 nanometreden daha küçük dalga boylu ve $3 \cdot 10^{18}$ Hz'den $3 \cdot 10^{22}$ Hz'e kadar frekanslara sahip ışınlardır. Gama ışınları 1900 yılında Villiard tarafından bulunmuştur. Radyoaktif çekirdekler tarafından nükleer tepkimelerde ve çeşitli kozmik kaynaklar tarafından üretilirler. Bir atom çekirdeğinin çapından daha küçük dalga boylu dalgalar içerirler. Bu elektromanyetik tayfin en yüksek enerjili ve frekanslı bölgesidir. Bu ışınlar, çok girici olduklarından, canlı dokular tarafından soğurulunca zarar verirler. Bu ışınlarla çalışanlar, kurşun tabaka gibi soğurucularla korunmalıdırlar. (Orhun ve Tanışlı 2007, Duran 2011)

2.1.3. Elektromanyetik Etkileşim ve Elektromanyetik Kirlilik

2.1.3.1. Elektromanyetik Etkileşim

Elektromanyetik dalgaların ortamda bulunan madde ile etkileşmesi sırasında, elektromanyetik dalgalar madde içinde bulunan atom ve moleküllerle etkileşmekte ve içinden geçtiği ortama enerji aktarmaktadır. Bu durumda radyasyon enerjisi joule cinsinden $W = h \times f$, elektronvolt cinsinden $W = 4,14125 \times 10^{-15} f$ olarak yazılmaktadır. Bu tanımlamalarda h Planck sabitini ifade eder ve $6,626 \times 10^{-34}$ Js' dir. eV ise elektron voltur ve $1,6 \times 10^{-19}$ J dur. f frekans olup birimi Hertzdir.

Radyasyon etkisi altında elektronun çekirdekten koparak serbest hale gelmesi **iyonlaşma** olarak tanımlanmaktadır. Yani İyonlaştırıcı radyasyon; madde içerisinden geçerken enerjisini ortama aktarmak suretiyle, ortamdaki atomları doğrudan veya dolaylı yollarla iyonlaştıran radyasyon türüdür. Örneğin; x ve gama-ışınları ile α , β ve nötron parçacıklarının yayılması gibi. Üst mor ötesi ışınlar, X ışınları, nükleer reaksiyonlar veya radyoaktif parçalanma sonucu ortaya çıkan alfa, beta ve gamma ışınları, nötronlar, protonlar ve diğer temel parçacıklar "**iyonlaştırıcı radyasyona**" sebep olmaktadır. Molekülleri iyonlaştırarak yapıyı bozan bu radyasyon genetik yapıda da bozulmalara sebep olmakta ve biyolojik yapıya zarar vermektedir. Madde içinde elektronları çekirdekten kopararak iyonlaştırmayan radyasyona ise "**iyonlaştırmayan radyasyon**" denir. İyonlaştırmayan radyasyon optik radyasyon yani UV ışınları ve elektromanyetik nitelikli olan (Radyo dalgaları, mikrodalgalar, mobil ve cep telefonları, radyo FM ve TV vericileri, radarlar, trafolar, bilgisayarlar, akım taşıyan kablolar) olmak üzere ikiye ayrılır. İyonlaştırmayan radyasyonda her foton 12 eV'dan daha az enerjiye, 100 nm'den daha uzun dalga boyuna ve 300 THz'den daha düşük frekansa sahiptir. İyonlaştırmayan radyasyon frekansı $f \leq 2,8968 \times 10^{15}$ Hz olarak hesaplanmaktadır. Radyo ve TV dalgaları, mikrodalgalar, kızıl ötesi ışınlar, görülen bölgedeki ışınlar 12 eV'dan daha düşük enerjiye sahip oldukları için iyonlaştırıcı özellik taşımamaktadır. (Şekil 5) (Kavas 2002, Dizdar 2004, Yılmaz 2007, Sabuncu ve Ark. 2008, Kılıçarslan ve ark. 2011)



Şekil 2.5. Elektromanyetik spektrumda iyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyonların gösterimi (www.electrosense.com.tr/sikca-sorulan-sorular-2014)

2.1.3.2. Elektromanyetik Kirlilik ve Kaynakları

Elektromanyetik dalga yayan kaynak iki çeşittir. Bunlar doğal ve doğal olmayan kaynaklardır. Doğal elektromanyetik kaynaklar; güneş, bazı uzak yıldızlar, atmosferik deşarjlar (yıldırım vb) ve insan vücududur.

Doğal olmayan elektromanyetik radyasyon kaynakları; cep telefonları, telsiz telefonlar, endüstriyel ekipman (radyofrekans dalgaları, medikal sistemler), lokal radyo iletişim sistemleri, mikrodalga telefon linkleri, radarlar (polis radar aletleri, askeri radarlar, hava durumunu görüntüleme radarları), radyo yayın sinyalleri, uydu linkleri, televizyon yayın sinyalleri, bilgisayar terminalleri, telsizler, telsiz ofis networklarının yanısıra elektrik güç iletim hatları, elektrik güç dağıtım hatları, klimalar, mikserler, elektrikli battaniyeler, elektrikli karıştırıcılar, elektrikli tıraş makineleri, floresan lambalar, saç kurutma makineleri, ısıtma sistemleri, mikrodalga fırınlar, portatif elektrikli ısıtıcılar, güç aletleri, buzdolabı, televizyonlar, tost makineleri ve vakumlu temizleyiciler gibi evde ve ofiste kullanılan bazı alet ve cihazlardır. Çizelge 2.1’de, frekans dikkate alınarak elektromanyetik alanlarda bazı olağan yapay kaynaklar gösterilmiştir. Bunlar dünyanın manyetik alanı gibi doğal kaynak değildir. (Yılmaz 2007, Güler ve ark.2010, Dede ve Çınar 2010)

Çizelge 2.1. Elektromanyetik alan oluşturan bazı yapay kaynaklar

Frekans bölgesi	Frekans	Maruziyet kaynaklarından bazı örnekler
Statik	0 Hz	VDU(Video Display Unit), MR, Tanı (Diagnostik) Cihazlar, Endüstriyel Elektroliz, Isıtma Cihazları
ELF(Çok Düşük Frekans)	0-300 Hz	Güç Hatları, Yerel Dağıtım Hatları, Tren, Tramvay ve Araçlardaki Elektrik Motorları, Isıtma Cihazları
IF(Ara Frekans)	300 Hz – 100 kHz	VDU, MR, Mağazalardaki Alarmlar, Handsfree (Elle tutulmadan kullanılan) Erişim Kontrol Cihazları, Metal Dedektörler ve Kart Okuyucuları, Isıtma Cihazları
RF(Haberleşme frekansı)	100 kHz – 300 GHz	Cep Telefonları, TV ve Radyo, Mikrodalga Fırın, Radar, Sabit ve Portatif Vericiler, Kişisel Mobil Cihazlar, MR

2.1.3.3. Elektromanyetik Kirliliğin İnsan Sağlığına Etkileri

Elektromanyetik spektrumun iyonize olmayan bölgesinde yer alan elektromanyetik dalgalar enerjilerini ortama ısı şeklinde aktarmaktadırlar.(Kavas 2002, Sabuncu ve Diğ 2008, Dizdar 2004, Yılmaz 2007) Yani canlı bir organizma radyo frekanslı elektrik alanına maruz kaldığında oluşan elektrik alanı organizmadaki yüklü parçacıklara bir kuvvet uygulamakta ve bunların hareket etmelerine neden olmaktadır. Bu harekete gösterilen direnç ise ısı oluşumuna yol açmaktadır. (Kılıç 2009) EM radyasyonunun vücut tarafından yutulması neticesinde, vücut sıcaklığı, güce ve diğer bazı parametrelere bağlı olarak 0.25-2 dereceye kadar artabilir. Hastalık olmadan artan bu ısı, organizma içerisinde olduğu için özellikle söz konusu olan insan vücudu olduğunda ısı algılayıcısı olan deri bu ısıl değişimi algılayamayacak ve vücut sıcaklığı kontrol sistemi olumsuz etkilenecektir. (Kılıç 2009, Şeker ve Çerezci 1997, Şeker ve Çerezci 2010)

Vücutun bağışıklık sisteminin sürekli zayıflaması kanser artıran bir etki olduğu artık tıp tarafından kabul edilmiştir. Bu açıdan güvenlik standartlarının uygulanması ve yenilenmesi gibi çalışmalar desteklenmelidir.(Kavas 2007,Şeker ve Çerezci 1997, Şeker ve Çerezci 2010)

Söz konusu sistemlerin yarattığı elektromanyetik radyasyonun canlı doku ile etkileşiminin ölçüsü olarak “özellik soğurma hızı (SAR Specific Absorption Rate)” tanımlanmaktadır. Özellik Soğurma Hızı (SAR), elektromanyetik enerjinin vücut dokuları tarafından soğurulma hızıdır. Birimi W/kg’ dır. Yani bir başka deyişle SAR dokularda yutulan ve ısıya dönüşen güçtür Bugüne dek yapılan araştırmalar, insan vücudunun bir derecelik sıcaklık artışını düzenleyemediğini ve sorunlar yarattığını göstermektedir. İnsan vücudunda bir derecelik sıcaklık artışı için bir kilogram doku başına 4 W güç soğurulması gerekmektedir. Çalışma hayatında 10 kat, insanların genel yaşam alanlarında ise 50 kat güvenlik payı esas alınarak limit değerler işyerleri için 0.4 W/kg, mesken mahaller için 0,08W/kg olarak tanımlanmıştır. SAR ölçümünün yapılabilmesi dokunun içindeki elektrik alan şiddetinin ölçülmesini gerektirdiğinden Özellik soğurma hızının doğrudan ölçülmesi pratik olarak olanaksızdır. Bu nedenle limit değerler ölçülebilen büyüklük olan elektrik alan şiddeti, magnetik alan şiddeti ve güç yoğunluğu terimleri cinsinden tanımlanmaktadır. (Kavas 2002, Sabuncu 2012, Dizdar 2004)

Vücutta soğurulan enerji dağılımı homojen olmadığından ortalama SAR kesin sınır değildir. Ortalama SAR 0,4 w/kg dan az olmasına rağmen soğurulan enerji sınırlı sayıdaki dokuda yığılabılır. (Sabuncu ve diğ. 2008) Çizelge 2 de insan vücudunda oluşan akım yoğunluğunun biyolojik etkileri verilmiştir.

Elektromanyetik radyasyonların (radyo frekansları, mikro dalgalar, infrared, görünür ve UV ışınları) ve bu ışınları kullanan ya da yayınlayan cihazların çevreye yaydığı EM alanının, biyolojik sistemler ve insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri, yapılan çok sayıda deneysel çalışmayla kanıtlamaya çalışılmaktadır. Çizelge 2.3 de çeşitli elektromanyetik alan oluşturan yapay kaynakların kullandığı frekans değerleri verilmiştir.

Çizelge 2.2. 4-1000 Hz aralığında İnsan vücudunda oluşan akım yoğunluğunun biyolojik etkileri (Kavas 2002)

Akım Yoğunluğu (mA/mm²)	Etkiler
<1	Genel olarak kabul görmüş etkiler mevcut değildir.
1-10	Önemsiz biyolojik etkiler
10-100	Genel olarak kabul görmüş etkiler,görme etkileri,sinir sisteminde etkiler.Kemik kırıklarında iyileşme kolaylığı
100-1000	Merkezi sinir sistemini uyarmada değişiklik,uyarı eşik değeri,muhtemel sağlık zararları
>1000	Kalbin ilave kasılması,kalpte çarpıntı.Kesin sağlık zararları.

Doku ve hücre sistemleri ile yapılan çalışmalarda düşük şiddette elektromanyetik alanlara uzun süre maruz kalmanın; DNA, RNA gibi biomoleküllerin sentezi, hücrelerin bölünmesi, hormonlar; kanser oluşumu, hücreden kalsiyum giriş ve çıkışı gibi özelliklerde etkili olduğu gözlenmiştir. (Atalay 1999, Bilgili 2000)

Dünya sağlık örgütünün yaptığı bir çalışma sonucunda elektromanyetik alanlara maruz kalan çocuklarda, lösemi riskinin 2 katına çıktığı ortaya çıkmıştır (Seyhan, 2010).

Cep telefonları, günümüzde hayatımızın vazgeçilmezleri arasında saydığımız önemli iletişim araçlarıdır ve insan vücuduna yakın kaynakların çoğu cep telefonu ve kablosuz RF cihazlardır. Ülkemizde ve birçok ülkede GSM900 (900 MHz) ve DCS1800 (1800 MHz) hücresel telefon sistemleri kullanılmaktadır. Cep telefonları ve baz istasyonları ile ilgili toplum bazlı çalışmaların yapılması için yeterli maruziyet süresi geçmediğinden, maruziyetin insan toplulukları üzerinde objektif olarak belirlenmesi epidemiyolojik güçlükler taşımaktadır. Cep telefonları ve baz istasyonlarının bireysel olarak ölçülebilir düzeyde olmasa da, toplum düzeyinde çok ciddi sağlık riskleri oluşturabileceği; önemli sağlık sorunlarının uzun yıllar sonra ortaya çıkabileceği göz önüne alınmalıdır.(Sevgi 2000)

Çizelge 2.3. Elektromanyetik alan oluşturan bazı yapay kaynaklarca kullanılan yayın frekansları (Güler ve ark. 2010)

Frekans Bandı (MHz)	Hizmet	Uygulama
87.5 - 108	Yayınçılık	FM RADYO
108 - 118	Hava Seyrüsefer	ILS, VOR
118 - 137	Hava mobil haberleşme	Hava mobil haberleşme sistemleri
137 – 138	Meteorolojik Yardım	
138 - 144	Hava mobil haberleşme	
144 - 146	Amatör	
146 - 156	Kara mobil telsiz	Kara mobil telsiz sistemleri
156.7625 - 156.8375	Deniz haberleşmesi	Gemi-kıyı haberleşmesi
156.8375 - 174	Kara mobil telsiz	Kara mobil telsiz sistemleri
174 - 216	Yayınçılık	Analog TV vericileri
216 - 230	Yayınçılık	T-DAB
230 - 380	Telsiz haberleşmesi	
380 - 385	Acil Durum Haberleşmesi	Acil Durum Haberleşmesi
385 - 390	Telsiz haberleşmesi	
390 – 395	Acil Durum Haberleşmesi	Acil Durum Haberleşmesi
395 - 400	Telsiz haberleşmesi	Askeri
400 - 470	Kara mobil haberleşmesi	Kara mobil telsiz sistemleri
470 - 790	Yayınçılık	Analog TV
790 – 862	Yayınçılık	Analog TV (2015 ten sonra mobil)
863 – 870	Kısa mesafe telsiz	Alçak güçlü cihazlar
870 – 890	Telsiz haberleşmesi	
890 - 915	GSM	Cep telefonları
915 - 921	GSM	Cep telefonları
921 - 925	GSM-R	Cep telefonları
925 - 935	GSM	Cep telefonları
935 - 960	GSM	Cep telefonları
960 - 1215	Hava seyrüsefer	TACAN, DME
1710 -1888	GSM	Cep telefonları
2000 - 2200	GSM	Cep telefonları

Baz istasyonları ve cep telefonundan yayılan elektromanyetik dalgalar insan sağlığına hem biyolojik hem de ruhsal yönden zarar verebilir. (Kuluoğlu ve ark 2011, Daniels ve ark 2009) Cep telefonlarından kaynaklanan radyo frekans dalgaları frekansa bağlı olarak 1 cm derinliğe dek ulaşabilir ve vücudumuzdaki dokulara çarptığında, bunların bir miktarı, elektromanyetik alanın şiddetine ve dokunun özelliklerine bağlı olarak, hücrelerdeki bazı moleküllere enerjilerini aktararak termal ve kimyasal olmak üzere iki temel mekanizma ile organizmayı etkiler. Hayvanlar üzerinde yapılan deneylerde, herhangi bir nedenle, tüm vücut ve dokulardaki 1°C' yi açan sıcaklık artımı sonucu vücutta bazı bozuklukların ortaya çıkabileceği gösterilmiştir (Yürekli ve ark. 2006). Hocking ve Westerman (2001) alışmalarında cep telefonları özellikle baş ve kulakla yakın temas içinde olduğundan daha çok bu bölgede yer alan motor ve duyu innervasyonundan sorumlu sinirler radyasyondan olumsuz şekilde etkilenebileceğini belirtmişlerdir.

Yıldız ve ark. (2012) 30 genç ve sağlıklı denekle yapılan kontrollü bir çalışmada cep telefonlarının kişilerin kalp hızında değişkenliğe yol açtığını vurgulamışlardır.

Bortkiewicz ve ark. (2004) baz istasyonuna yakın yerlerdeki 37 bina sakini ile yaptıkları anket çalışmasında hasta grubunda uyku bozukluğu, hafıza bozuklukları, konsantrasyon bozukluğu, apati gibi nörolojik yakınmalar kontrol grubuna oranla anlamlı derecede daha yüksek bulunmuş ve baz istasyonu etrafında yaşayanlarda problem çözme testindeki performans değerleri diğer testlerden anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur

Elektromanyetik ışınım (radyasyon) yayan sistem ve aletlerin en önemlilerinden birisi ise bilgisayar ekranlarıdır. Bir katot tüpü olarak çalışan bilgisayar ekranı yüksek voltaj ile çalıştığı için X-Ray yayar ve elektrostatik alanlar ortaya çıkar. Bilgisayarların görüntü birimlerinden kaynaklanan iyonlayıcı ışınların ekran başında çalışanların sağlığını olumsuz yönde etkilediği çeşitli bilimsel çalışmalarda gözlemlenmiştir. (Sarmaşık ve ark 2012) Yapılan çalışmaların birinde bilgisayarlardan yayılan elektromanyetik radyasyon dalgalarının göz sağlığı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla 200 kişilik bir deney yapılmıştır. Yapılan uygulamada, sürekli bilgisayar kullanımı göz sağlığını olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir. (Dizdar 2004)

Yüksek enerjili her ışın gibi X-Ray ışınları da dokular için zararlıdır. Çok yüksek frekansa sahip olan bu ışınlar kimyasal bağları kırabilecek enerjiye sahiptir. Bu bağların kırılması sonucu iyonlaşma oluşur. İyonlaşabilen elektromanyetik ışınları, hücrenin genetik materyali olan DNA'yı parçalayabilecek kadar enerji taşımaktadır. DNA'nın zarar görmesi ise hücreleri öldürmektedir. Bunun sonucunda doku zarar görür. (Aslan 2010, Goodman ve ark. 2009) DNA'da çok az bir zedelenme, kansere yol açabilecek kalıcı değişikliklere sebep olabilir. Düşük dozlu X- ışınları ile guatr, göğüs, akciğer kanseri ve lösemi arasında bir ilişki olduğu ileri sürülmektedir. (Dedic ve ark. 2009) Ayrıca X ve gamma ışınlarının insanlar için kanser riski taşıdığı Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından da kabul edilmiştir Hücre için en zararlı ışınlar yumuşak X-Ray ışınlarıdır, zira bu ışınlar hücre tarafından soğrulur ve bu enerji kazancı hücre içinde yaralanmalara sebep olur. Radyo kristalografide kullanılan ışınlar ve bu ışınların neden olduğu X-ışınları dokular için çok zararlı olabilirler. Radyolojide kullanılan ışınlar, sertlikleri dolayısıyla çok daha az soğrulurlar ve bu nedenle de çok daha az zararlıdırlar. Eller ve vücudun diğer kısımları X-ışınlarına hedef olduğundaki tehlikeli duruma yanık denir. Fakat bu güneş yanığından çok daha fazla zararlıdır. Yanıklara, X-ışınlarından çıkan ısı neden olmayıp, ısının doğurduğu yanıklardan da farklıdırlar. X-ışınlarına hedef olunduğunda ani bir acıma duygusu da duyulmaz. İyileşmesi diğer yanıklardan çok daha yavaş olur (Arslan 2010)

Ultraviole (UV) radyasyon, yeryüzüne ulaşan güneş radyasyonunun çok az bir kısmını oluşturur. UV Radyasyonu güneş yanığı, bronzlaşma, erken deri yaşlanması ve kanser gelişimi olmak üzere birçok biyolojik hastalığa neden olabilmektedir.

İnfrared ışınları derinin derin tabakalarına penetre olmamaktadır. Ancak eğer kontrol edilemeyecek olursa deri yanıklarına, gözde katarakta, retinal harabiyete neden olabilir. Bu spektrum insan vücudunun ısını terleme mekanizmasıyla etkin soğuyamayacak boyutlara kadar çıkarabilir. İnfrared ışınlar parlak ve cilalanmış yüzeylerden kolayca yansyabilmektedir (Güler ve Çobanoğlu 1994)

Gama ışınları; alfa ve beta ışınları gibi radyoaktif reaksiyon ve nükleer reaksiyon veren iyonize radyasyonun formlarıdır. Bu ışınlar canlı dokuya enerjilerini bıraktıklarında

canlı dokulara fiziksel veya kimyasal zarar verirler. Akciğer, lösemi, kemik, meme kanserine hatta ölüme yol açabilir. Ayrıca hamilelikte yüksek doz radyasyona uğrayanların çocuklarında doğum kusurları olmaktadır. Çeşitli çalışmalar tıbbi radyologlarda, radyo terapi hastalarında, radyum işçilerinde, uranyum madencilerinde bu etkilerin gözlemlendiğini göstermiştir (Zamanian ve Hardiman 2005).

2.2. Elektromanyetik Radyasyondan Korunma

Dünya Sağlık Örgütü, Elektromanyetik alanların sağlık etkilerini araştırmak üzere 1996 yılında Uluslararası Elektromanyetik Alan Projesi (International EMF Project) ni başlatmıştır. Türkiye de bu projeye dâhildir.(www.emo.org.tr/2012) Dünya Sağlık Örgütü Ekim 2001’de çok düşük frekanslı manyetik alanların kanser yapma ihtimali olduğunu raporlamıştır. Ayrıca, Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı’da (IARC) “elektromanyetik alanları” muhtemel kanserojenleri içeren 2-B grubuna almıştır. (Şeker ve Çerezci 2000)) Elbette-ki radyasyon günümüzde birçok yararlı amaç için kullanılmaktadır. Radyasyonun bu yararlı yönü olduğu gibi, canlı organizmalara zarar verme özelliğinden dolayı, kullanımı sırasında bu zararlı yönü de dikkate alınmalıdır. (www.hdm.com.tr).

2.2.1 Radyasyondan Korunmanın Amacı

Radyasyondan korunmanın amacı tolere edilebilen dozları bilmek ve radyasyon-çalışanları ile çevre halkının bunun üstünde doz almasını önlemek,radyasyona maruz kalmaya neden olabilecek faydalı uygulamaları aksatmadan, kişilerin ve toplum üyelerinin maruz kalacağı radyasyon dozunu mümkün olabildiği kadar düşük düzeye indirerek kişilerin ve toplumun korunmasını sağlamaktır.

Radyasyon korunmada Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu (ICRP) 60 numaralı raporunda ve IAEA ‘nın (Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu) “Temel Güvenlik Standartları” ismi altında yayımladığı BSS-115 numaralı yayınında radyasyon korunması ile ilgili üç temel ilke önerilmiştir.

- Gereklilik (Justification): Uygulamanın zararlı etkileri göz önünde bulundurularak net bir fayda sağlamayan hiçbir radyasyon uygulamasına izin verilmemelidir.
- Optimizasyon (ALARA = As Low As Reasonable Achievable) Gerekliliği: onaylanmış uygulamalarda ekonomik ve sosyal faktörler göz önünde bulundurularak bütün radyasyon işlemlerinde mümkün olan en düşük dozun alınması sağlanmalıdır
- Doz sınırları: Kişilerin aldıkları doz eşdeğerleri komisyon tarafından tavsiye edilen doz sınırlarını aşmamalıdır.

ICRP tarafından Maksimum Müsaade Edilen Doz (MMED), bir insanda ömür boyunca hiçbir önemli vücut arazı ve bir genetik etki meydana getirmesi beklenmeyen iyonlayıcı radyasyon dozu olarak tarif edilir. Sağlıklı bir kişide bazı doku ve organlar için birkaç yüz bazen de binlerce mSv (milisievert) doza kadar herhangi bir etki görülme olasılığı sıfırdır. Ancak, doku ve organların yapısına bağlı olarak bu etkinin ortaya çıkmasının kesin olduğu bir değer vardır ki bu klinik etkilerin görülmesinin kaçınılmaz (%100) olduğu Eşik değerdir. İnsan vücudu için ICRP tarafından belirlenen radyasyon doz limitleri Çizelge 2.4’de verilmiştir.

Çizelge 2.4. İnsan vücudu için ICRP tarafından belirlenen radyasyon doz limitleri (www.icrp.org/2014, www.rttder.org.tr/data/documents/Radyasyondan-Korunma)

Görevi gereği radyasyonla çalışanlar için	mSv/yıl	Halk için	mSv/yıl
Bütün vücut (ardışık beş yıl ortalaması)	20	Bütün vücut (ardışık beş yıl ortalaması)	1
Bütün vücut (tek bir yıl)	50	Bütün vücut (tek bir yıl)	5
Göz	150	Göz	15
El-ayak,cilt	500	El-ayak,cilt	50

2.2.2. Radyasyondan Korunmada Temel Prensipler

Radyasyondan korunmada en etkili 3 prensip, en kısa zaman, en uzak mesafe, en kalın zırlama yani ekranlamadır.

- **Uzaklık:** Radyoaktif madde veya radyasyon üreten cihazlarla çalışırken mümkün olduğunca uzakta durmak gerekmektedir. Noktasal kaynaklardan yayımlanan radyasyon şiddetleri kaynaktan olan uzaklığın karesiyle azaldığından, uzaklık iyi bir korunma aracı olmaktadır. $D_r = D_0 \cdot (r_0/r)^2$

r_0 = Kaynaktan 1 m mesafe

D_0 = Kaynaktan 1 m mesafede okunan doz değeri

D_r = Kaynaktan r metre uzaktaki doz değeri

r = Kaynakla arada bulunulan metre cinsinden mesafe

Örneğin r = 2m, $D_0 = 50\text{mSv}$ ise r = 2m için hesaplanan D_r 12,5mSvdir

- **Zaman:** Radyasyon dozu miktarı radyasyon kaynağının yanında geçirilecek süre ile orantılı olarak arttığından kaynak yakınında mümkün olabildiğince kısa süre kalınmalıdır. $\text{Doz} = (\text{Doz Şiddeti}) \times (\text{Zaman})$ Böylece, bir ölçüm cihazının 50mSv/saat'lik radyasyon dozunu gösterdiği bir bölgede kalınması halinde maruz kalınacak doz; 1 saatte 50 mSv, 2 saatte 100 mSv, 3 saatte 150 mSv, vs. dir.
- **Zırlama:** Dış radyasyon tehlikelerinden korunmanın en etkin yöntemi zırlama olup radyasyonun şiddetini azaltmak için radyasyon kaynağı ile kişi arasına uygun özelliklerde koruyucu engel konulmalıdır. (www.rttder.org.tr/data/documents/Radyasyondan-Korunma, Öznur Şenkesen, thm.ankara.edu.tr/Yeşim Oktem)

2.2.3 Radyasyondan Korunma Yöntemleri

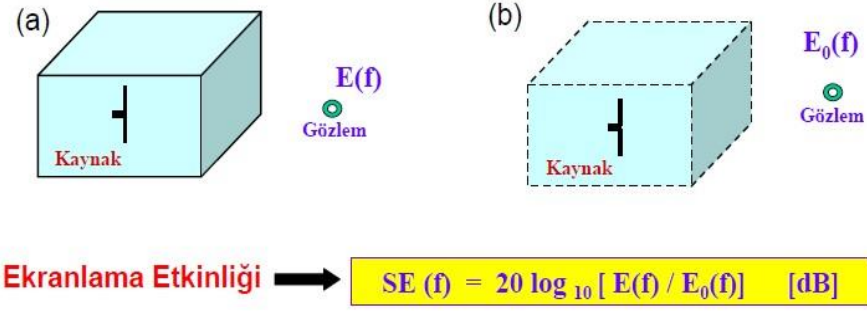
Elektromanyetik radyasyondan korunmanın en basit ve etkili yolu, elektromanyetik radyasyon kaynağından uzak durmaktır. Fakat bu her zaman mümkün olamayacağı için farklı koruma yöntemleri geliştirilmiştir.

2.2.3.1.Ekranlama

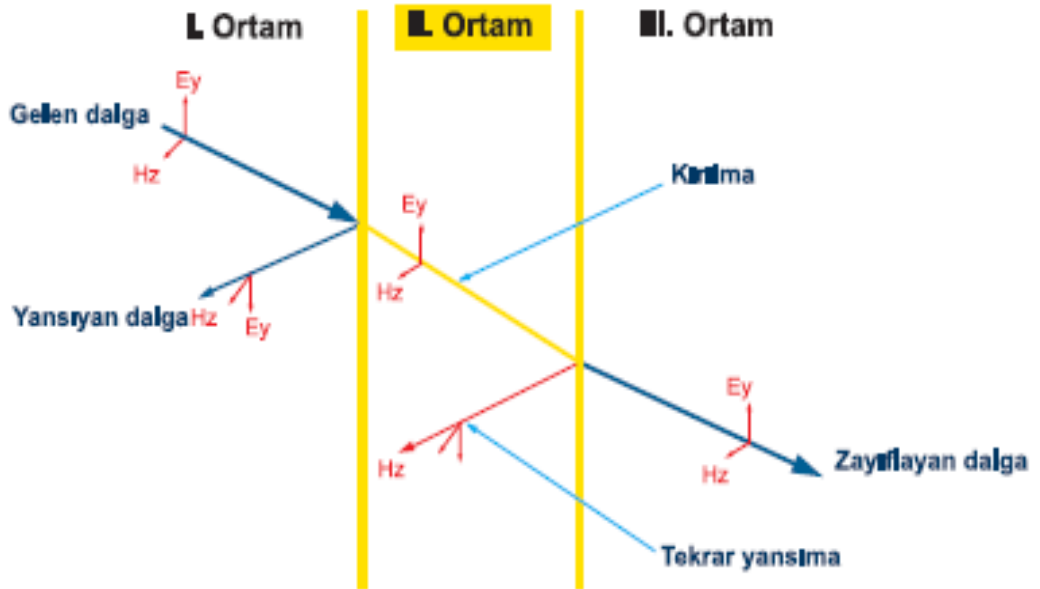
Ekranlama, bir cihaz, bir platform (uçak gemi vb) ya da bir yapının tamamının ya da bir kısmının metalik bir koruyucu ile tamamen kapatılması olarak tanımlanır. (Clayton 2006) Bir ürünü istenmeyen elektromanyetik etkilerden korumak için kullanılan en genel yöntem ürünü iletkenliği yüksek duvarlardan oluşan bir kutu içerisine yerleştirmektir.

Ekranlamanın etkili olması ekranlanacak kaynağın cinsine bağlıdır. EMC (Elektromanyetik Uyumluluk) problemlerinde iki tip girişim kaynağı söz konusudur; elektrik dipolü gibi davranan kaynaklar, manyetik dipol gibi davranan kaynaklar. İçinden akım akan iletken tel parçaları elektrik dipol gibi, içinden akım akan halka şeklindeki parçalar ise manyetik dipol gibi davranır. Elektrik dipol yakınında güçlü elektrik alan, manyetik dipol ise yakınında güçlü manyetik alan oluşur. Uzak alanda iki kaynağın etkileri açısından bir fark yoktur. Dolayısıyla elektrik dipol gibi davranan girişim kaynağı yakınında elektriksel ekranlama, manyetik dipol gibi davranan girişim kaynağı yakınında manyetik ekranlama gereklidir. (Sevgi 2000)

Ekranlamanın ölçüsü olarak ekranlama etkinliği (SE, Shielding effectiveness,) kaynak ile malzeme arasında ekran yok iken ki alan şiddetinin ekran varken oluşan alan şiddetine oranıdır. SE, Şekil 2.6'da gösterildiği gibi, malzeme ile kaynak arasında ekran yok iken ölçülen (ya da hesaplanan) elektrik alan şiddetinin ekran varken oluşan alan şiddetine desibel (dB) olarak oranı şeklinde tanımlanmaktadır. Yüksek SE iyi ekranlama etkinliği demek, negatif SE ise çınlama (rezonans) yani ekranlama bir yana işaretin kuvvetlenmesi anlamına gelmektedir. (Sevgi 2000). Girişim kaynaklarının yeri ve güç seviyeleri iyi bilinirse ekranlı yapıların tipine ve frekansa bağlı olarak ekranlama etkinliğinin düzeyi belirlenebilir.



Şekil 2.6. Ekranlama etkinliğinin tanımı (Sevgi, L., 2004).



Şekil 2.7. Bir elektromanyetik dalga ile ekranlı malzemenin etkileşimi

Şekilde görüldüğü gibi elektromanyetik dalga 3 şekilde zayıflar. Ekran kalınlığı arttıkça metal içindeki yutulma oranı artar. Malzemenin yüksek iletkenliğe sahip olması hem yansıtma hem de yutma kapasitesini artırır. Ekran üzerine gelen dalganın büyük bir kısmı hava metal empedans uyumsuzluğu nedeniyle metal duvara çarpıp geri yansır. Yansıma kaybı R oluşur. EM dalganın az bir kısmı metal duvarın içine girer ve içinde ilerler. Metal içerisinde ilerleyen EM dalga metal duvar içerisinde girişten çıkışa kadar (ortam II) yutulur ve zayıflar. Yansıma kaybı A oluşur. EM dalga yine metal hava

empedansı uyumsuzluğu nedeniyle metal duvar içerisinde pek çok ardışıl yansımalar yaparak zayıflar. Yansıma kaybı B oluşur.

Ekranlı yapılarda ekranlama etkinliği delik ve açıklıkların olduğu yerlerde sızıntı nedeniyle azalmaktadır.

Ekranlama frekansa bağlı olarak elektromanyetik alanın egemen unsuruna göre üç ayrı bölgede değerlendirilir.

Birincisi manyetik alan ekranlamadır. Bu ekranlama 30 MHz in altında etkilidir. Ekranlı yapının 100 kHzin altında ekranlama yapabilmesi için yüksek demir içerikli oldukça kalın ekranlama malzemesi kullanması ya da yüksek manyetik geçirgenliğe sahip ekranlama malzemesi kullanılması gerekmektedir. Bu bölgede delikler ve açıklıklar pek önemli değildir. Ekranlama malzeme kalınlığı ve manyetik geçirgenlik düzeyi arttıkça manyetik ekranlama etkinliği artar.

İkincisi elektrik alan ekranlamadır. Elektrik alan ekranlama 30 MHz üzerinde etkilidir. İnce metalik malzeme ile ekranlama sağlamak mümkündür. Ekranlama yapısı içerisinde birbirine değen metal malzemeler arasındaki bağ direncinin düşük olması ve elektriksel bütünlüğün çok iyi sağlanmış olması gerekir. bu bölgede deliklikler ve açıklıklar önem kazanmaktadır. (Kılıç 2010) Deneyimler 10 MHz'e kadar materyal ve bağlantının 10 MHz'in üstünde ise açıklık geometrisinin ekranlama etkinliğini belirlediğini söylemektedir (Sevgi 2004) Bakır alüminyum magnezyum gibi iyi iletkenler kullanarak yüksek ekranlama sağlanabilir. (Kılıç 2010)

Üçüncüsü düzlem dalga ekranlamadır. 300 MHz in üzerinde etkilidir. Burada önemli olan sıkı bağlama ya da birleşmedir. Ekranlı yapıdaki tüm unsurların bağlantısı çok iyi ve sıkı ve düzgün bir biçimde olmalıdır. (Kılıç 2010)

Elektriksel ekranlama için mükemmel iletken duvarlar kullanılırken, manyetik ekranlama ferro-manyetik malzemelerden oluşan filtrelerle sağlanır. Alüminyum folyodan oluşan ince metal perdeler bile bazen yeterli elektriksel ekranlama sağlayabilir

(Sevgi 2004). Genel ve profesyonel kullanım için elektromanyetik koruma etkinliği değerleri Çizelge 2.5 ve 2.6'da verilmiştir.

Çizelge 2.5. Genel kullanım için elektromanyetik koruyucu etkinliğinin değerlendirilmesi (Mıstık ve ark 2012)

Derece	Elektromanyetik koruma etkinliği yüzdesi	Elektromanyetik koruma etkinliği (SE)
5 Mükemmel	>99.9%	SE > 30dB
4 Çok iyi	99.9% - 99.0%	30dB > SE > 20dB
3 İyi	99.0% - 90%	20dB > SE > 10dB
2 Orta	90.%- 80%	10dB > SE > 7dB
1 Başarısız	80% - 70%	7dB > SE > 5dB

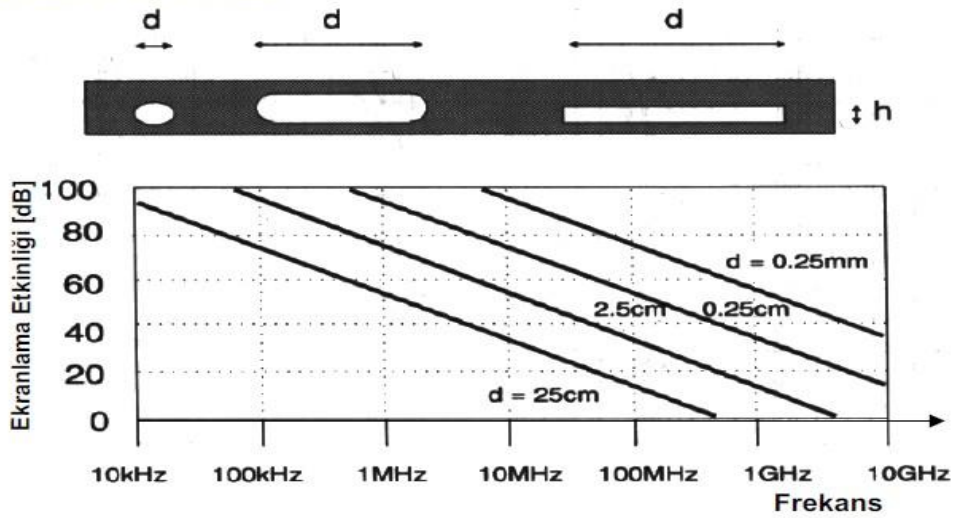
Çizelge 2.6. Profosyonel kullanım için elektromanyetik koruyucu etkinliğinin değerlendirilmesi (Mıstık ve ark 2012)

Derece	Elektromanyetik koruma etkinliği yüzdesi	Elektromanyetik koruma etkinliği (SE)
5 Mükemmel	SE > 99.99999% SE >	SE ≥ 60dB
4 Çok iyi	99.9999% ≥ 99.999%	60dB ≥ SE > 50dB
3 İyi	99.999% ≥ SE > 99.99%	50dB ≥ SE > 40dB
2 Orta	99.99% ≥ SE > 99.9%	40dB ≥ SE > 30dB
1 Başarısız	99.9% ≥ SE > 99.0%	30dB ≥ SE > 20dB

Ekranlama performansını azaltan etmenlerin başında; ekran duvarındaki süreksizlikler (bağlantılar, lehimler, perçinler), ekran duvarında zorunlu bırakılan açıklıklar (havalandırma delikleri, düğmeler, sinyal lambaları, görüntü ekranı, vb) gelir. Bu açıklıkların tasarımında özel dikkat gösterilmelidir. Pratikte kullanılan çeşitli açıklık türleri küçük ya da dar yarıklar, delik ve yarık dizileri, ızgara yada örgülü tabakalar ve

kafes yapılar olarak sıralanabilir. Açıklıkların boyutları engellenmek istenen elektromanyetik ışınının dalga boyundan küçük olmalıdır. Açıklığın (kesitin) en büyük boyutu önemlidir. Engellenmek istenen ışınının en yüksek frekansı göz önüne alınmalıdır. Burada “küçük” ten kastedilen dalga boyunun en az onda biridir ($\lambda/10$). Şekil 28’ de delik ve yarıklar için frekansla ekranlama etkinliğinin değişimi gösterilmiştir (Sevgi 2004).

Delik ve Yarıklar



Şekil 2.8. Delik ve yarıkların tipik ekranlama etkinliği davranışları (Sevgi, 2004)

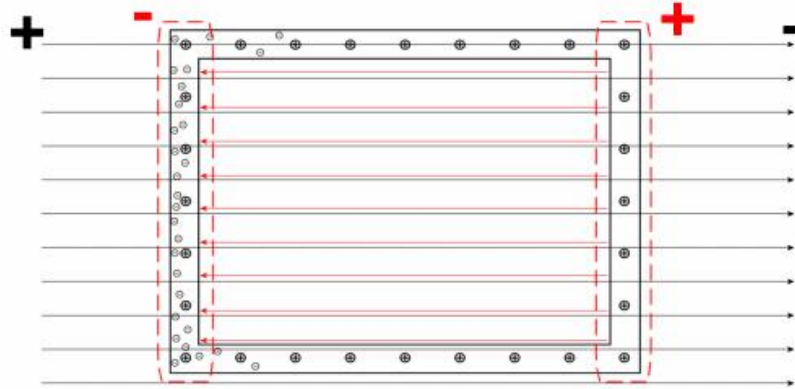
Görüldüğü gibi, 25 cm boyunda bir yarık 10 kHz frekansında 90 dB ekranlama sağlarken bu değer 500 MHz’in üstüne çıktığında 0 dB’ ye düşmektedir. 600 MHz’ de işaret dalga boyu 50 cm olduğundan yarık boyu dalga boyunun yarısına denk düşer. Bu durumda da işaret olduğu gibi yarıktan öteye sızar (Sevgi 2004).

2.2.3.2 Faraday Kafesi

Faraday kafesi; yüksek frekanslı gerilimleri, EMI (Elektromagnetic Interference: Elektromanyetik Girişim) denilen elektromagnetik parazitleri ve her türlü elektriksel gürültülerin dışarıdan içeriye, aynı şekilde içerden dışarıya geçmesini engelleyen, iyi bir iletkenlik özelliğine sahip topraklanmış bir çeşit zırhtır. İletken bir tel ile çevrilmiş ve

topraklanmış her kafesle bu koruma gerçekleştirilebilir, ancak en iyi performans küre şeklindeki kafeslerle elde edilir.

Bilindiği gibi, iletken malzemeleri oluşturan atomların en dış yörüngelerindeki “değerlik” (valens) elektronları, atomlarından kolayca ayrılarak hareket etme yeteneğine sahiptir. Dolayısıyla; kapalı bir yüzeye sahip olan iletken bir cisim elektrik alanı içerisine yerleştirildiğinde, bu elektronlar, iletkenin içerisindeki elektrik alanı sıfırlanmaya kadar hareket eder ve bir “yeniden dağılım” a uğrarlar. Elektrik alanın sıfırlanmasıyla birlikte, hareket etmelerinin gerekçesi ortadan kalkmış olur. Faraday kafesi bu ilkeye göre çalışır ve içindeki nesnelere dış elektrik alanlara karşı korur. Dolayısıyla ideal olarak; topraklanmış, örneğin içi boş metal bir küre gibi kapalı bir iletken yüzeyden oluşur. Ancak iletken yüzey sürekli olmak yerine, kafes şeklinde de imal edilebilir. Bu durumda, kafes aralıklarından bir miktar elektrik alanı içeriye sızacak, fakat aralıklar yeterince küçükse, bu bir sorun oluşturmayacaktır. Öte yandan geometrinin küre olması şart değildir. Faraday kafesinin sağladığı güvenlik, gözlerinin boyutlarına bağlıdır. (Bentli 2007) Gözler küçüldükçe koruma artmaktadır. Faraday kafesi doğru şekilde uygulandığında çok etkin koruma sağlayan bir yöntemdir. Fakat maliyetinin yüksekliği çok yaygın olmasını engellemektedir. (Karaahmetoğlu 2011) Faraday kafesi genel olarak; yıldırımın etkilerinden korunmak, test ölçüm laboratuvarlarından doğru sonuçlar elde etmek, TEMPEST diye bilinen elektromagnetik dinleme ve güvenlik sistemlerinde (gizli bilgilerin dışarıya çıkmasından endişelenilen durumlarda) kullanılır.



Şekil 2.9. Faraday Kafesinin Çalışma Prensibi (<http://www.fizikist.com/2013>)

2.3. Tekstil Yüzeylerinin EMR Kalkanlama Malzemesi Olarak Kullanımı

Tekstil endüstrisinde kullanılan sentetik lifler polimerlerden yapılmaktadır. Polimerlerin organik kombinasyonu elektrik akımının geçmesi için gerekli olan serbest elektronları saklamamaktadır. Sentetik tekstil liflerinin üretiminde kullanılan polimerin tipik özgül direnci 10^{10} ohm seviyesinden daha yüksektir. Bu durum elektriği çok iyi yalıtan bir materyale uygundur (Adamhasan 2008).

Elektromanyetik ekranlamada kullanılan klasik malzemeler metal levha, metal ağ, metal köpüktür. Ekrandaki ya da ağdaki delikler dışarıda tutulan radyasyonun dalga boyundan düşük olmalıdır aksi takdirde etkin bir koruma sağlanamaz. Bu tip malzemeler radyo dalgaları, görünür ışık, elektromanyetik ve elektrostatik alanların etkisini azaltır. Azalma miktarı; kullanılan malzemeye, ekranı oluşturan parçaların birleştirilme şekline ve elektromanyetik dalganın frekansına bağlıdır (http://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_shielding, Ekim 2008).

Son yıllarda elektromanyetik alanların zararlarından korunmak amacıyla elektriksel olarak iletken tekstil ürünleri geliştirilmektedir. Tekstil malzemeleri daha hafif ve esnek malzemeler oldukları için elektromanyetik alanlardan korunma uygulamalarında önem kazanmaktadır. Bunun için en çok kullanılan metaller bakır, nikel, gümüş, bunların kombinasyonları, karbon, karbon siyahıdır.

Elektromanyetik radyasyondan korunma için üretilen tekstil yüzeyleri sağlık alanında, endüstri alanında ve savunma sistemlerinde kullanılmaktadır.

Bu amaca yönelik uygulamalarda çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar temel olarak üçe ayrılabilir:

1. Elektrik iletkenliği kazandıran kaplama tekniklerinin kullanımı (iletken polimer kullanımını da içerecek şekilde)
2. Elektrik iletkenliği olan ipliklerin üretilip kullanılması (Kılıç 2009)



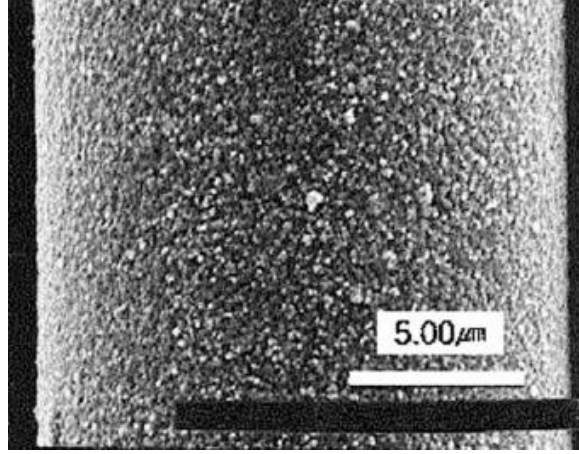
Şekil 2.10. Koruyucu giysi, cibinlik, koruyucu yatak yastık, yorgan,

2.3.1. Elektrik iletkenliği kazandıran kaplama tekniklerinin kullanımı

Tekstil liflerine elektrik iletkenlik kazandırmak için tekstil yapılarına metal metal oksit metal tuzları ya da kendiliğimnden iletken polimerler çeşitli metodlarla kaplanabilir. Bu metotlar metal folyo ve laminasyon metodu, kimyasal polimerizasyon metodu, vakum deposit metodu, iyon implantasyon metodu, elektroless metodu gibi metodlardır. Kaplamalarda en çok en çok elektroless kaplama kullanılır. Bu kaplama metodu düzgün metal dağılımı, mükemmel iletkenlik ve liflere uyum açısından avantajlıdır.

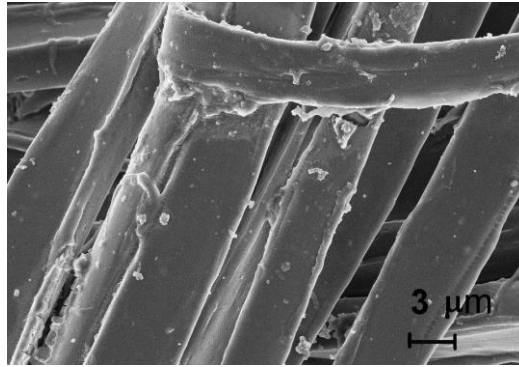
Han ve ark. (2001) yaptığı bir çalışmada kumaşlar bakır, nikel, ve bakır- nikel ile kaplanmış ve sırasıyla elektromanyetik koruma etkinliği değerleri bakır için 68-35 dB, nikel için 37-32 dB ve bakır-nikel için 46-32 dB olarak bulunmuştur. EMR korunmada en yüksek değerler bakır kaplama ile elde edilmiştir. Han ve arkadaşlarının yaptığı diğer

bir çalışmada poliester kumaş üzerine elektroless yöntemiyle bakır kaplanmış (Şekil 2.11) ve elektromanyetik koruma etkinliği araştırılmıştır. (Han ve ark. 2001)



Şekil 2.11. Bakır kaplanmış PET lifinin yüzey görünümü (Han ve ark. 2001)

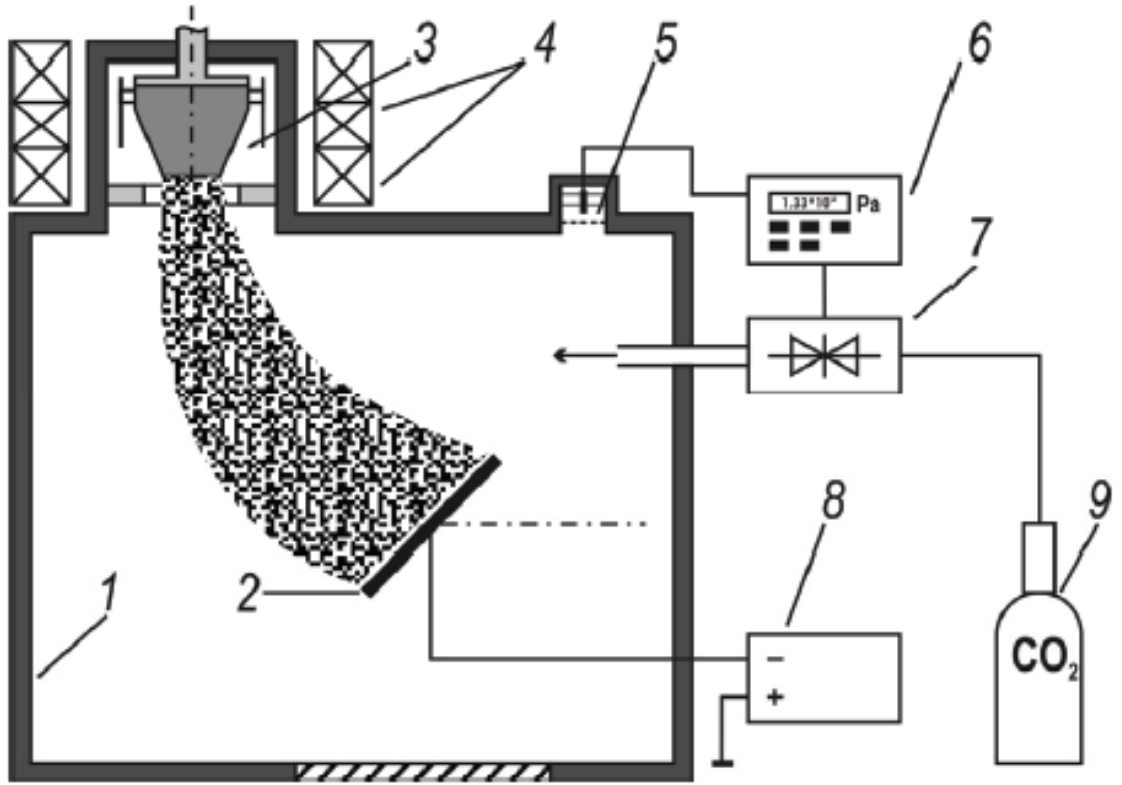
Avloni ve ark. (2008) polipirol kaplı poliester tekstil yüzeyinin 100-1000 MHz frekans aralığında elektromanyetik koruma etkinliğini araştırmışlardır. Çalışmada Şekil 2.12’de gösterilen polipirol kaplı poliester yapının iletkenliği ile elektromanyetik koruma etkinliği arasındaki ilişki tartışılmış ve elektrik iletkenliği arttıkça elektromanyetik koruma etkinliğinin de arttığı gözlenmiştir (Avloni ve ark. 2008).



Şekil 2.12. Polipirol kaplı poliester liflerinin yüzey görünümü (Avloni ve ark. 2008).

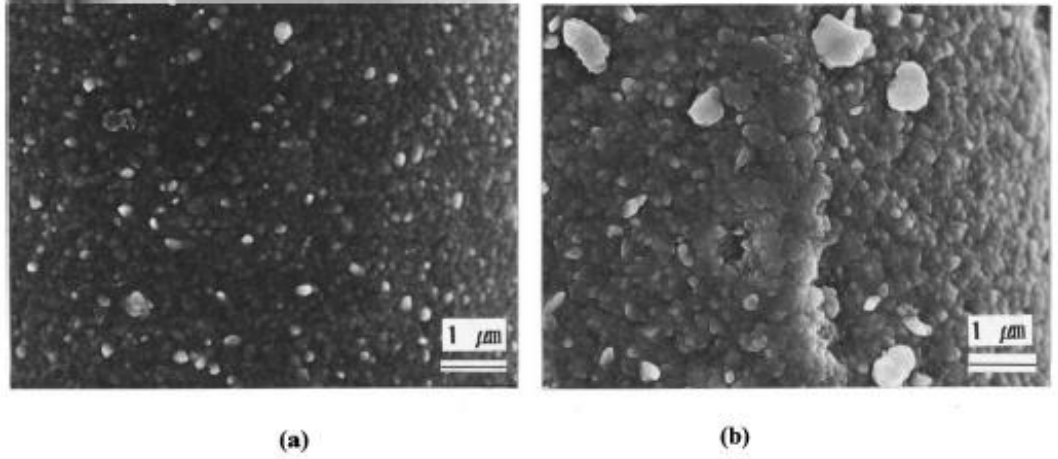
Proudnyk ve ark. (2012) farklı yapıdaki doğal, sentetik ve suni elyaflardan yapılmış örme kumaşların elektromanyetik radyasyondan koruma etkinliğini geliştirmeye çalışmışlardır. Bu çalışmada Şekil 2.13’te gösterilen ark fiziksel vakum kullanılarak tekstil malzemesi üzerine metal kaplama yapılmıştır. (katodik ark birikimi

ya da Arc-PVD) . Kaplamalarda malzeme olarak bakır titanyum ve krom kullanılmıştır. Bakır ve titanyum kaplamalar karbondioksit varlığında vakum içinde oluşturulmuştur.8-12 GHz bandında elektromanyetik radyasyon etkinliği incelenmiş ve 5-10 dB arasında yansıtma özelliği elde edilmiştir. (Proudnik ve ark. 2012)



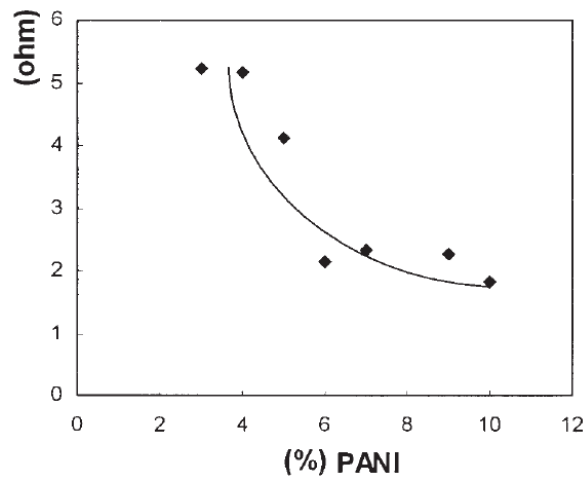
Şekil 2.13. Ark deposit sistemi şematik diyagramı (Proudnik ve ark. 2012); 1-vakum bölümü, 2- substrat, 3- metal plasma kaynağı, 4- elektromanyetik başlıklar, 5-vakum çenesi, 6- vakum göstergesi, gaz girişi, 8- voltaj kaynağı, 9- gaz silindirleri

Kim ve ark. (2000) Şekil 2.14'te gösterilen bakır kaplı kumaşların elektromanyetik kalkan özelliğini araştırmışlardır. Kumaşların elektromanyetik koruma etkinliği değerlerinin asit eklenerek yapılan kaplamalarda alkali eklenerek elde edilen kaplamalardan daha iyi olduğunu gözlemişlerdir. (Kim ve ark. 2000)



Şekil 2.14. Bakır kaplı kumaşların yüzey görüntüsü; a) asit eklenmiş, b) alkali eklenmiş (Kim ve ark. 2000).

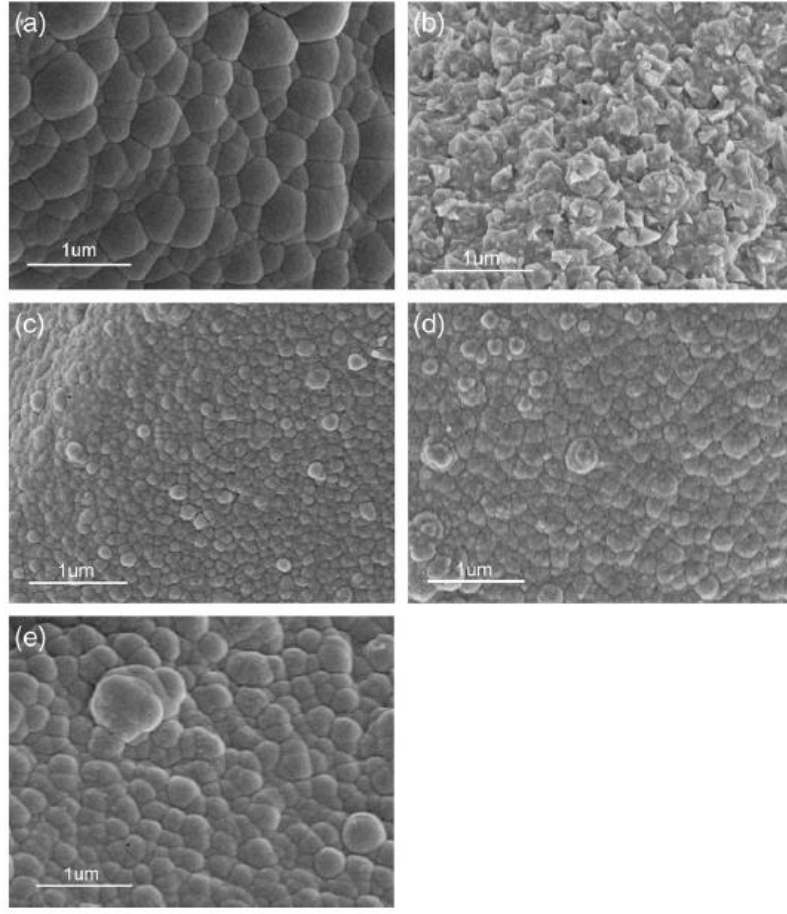
Kim ve ark. (2005) iletkenlik sağlamak amacıyla polianilin (PANI) kapladıkları PET ipliklerin özellikleri üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmada PET ipliklerin PANI ile kimyasal kaplanması amacıyla PANI-DBSA (polianilin-dodesilbenzen sülfonik asit) karışımı (1:0,5 w7w) ksilende çözülmüş ve ağırlıkça %3-10 PANI içeren çözeltiler hazırlanmış ve bununla PET ipliklere kaplama yapılmıştır. Çalışmada PANI çözeltisi konsantrasyonu arttıkça bununla kaplama yapılan PET ipliklerin elektriksel direncinin düştüğü bulunmuştur (Şekil 2.15) (Kim ve ark. 2005)



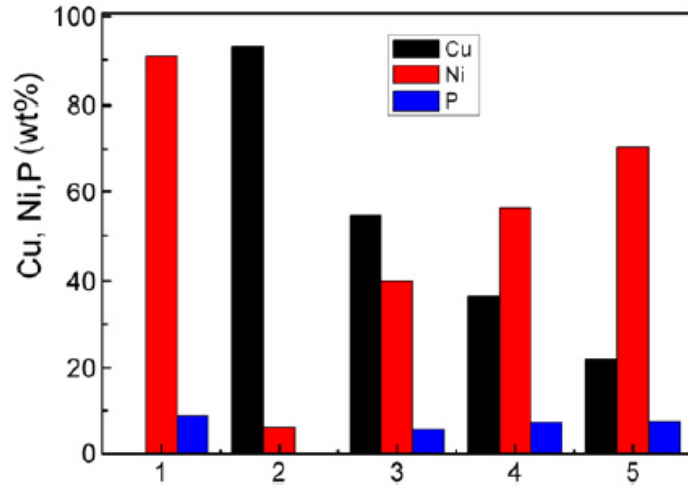
Şekil 2.15. PET iplik kaplamasında kullanılan polianilin (PANI) çözeltisi konsantrasyonunun iplik iletkenliğine etkisi (Kim ve ark. 2005).

Lai ve ark. (2007) yaptıkları bir çalışmada 12 mikrometre inceliğinde PET liflerine oda sıcaklığında vakum kaplama yapmışlardır. **Vakum kaplama metodu;** vakumlu ortamda metallerin buharlaştırılarak, metal atomlarının kaplanacak ürünün yüzeyinde yoğunlaşması ile elde edilen kaplama işlemidir. Kaplama malzemesi olarak gümüş, bakır, alüminyum ve titanyum kullanmışlardır. Daha sonra bu lifleri 345 dtex/144f poliesterle kombine ederek dokumuşlardır. Kumaşların elektromanyetik koruma etkinliği ölçümlerini ASTM D- 4935 standardına göre 2250-2650 MHz de yapmışlardır. Sonuçta kaplama kalınlığı arttıkça EMSE değerinin arttığını (Şekil 2.16), kaplama malzemesinin elektrik iletkenliği arttıkça emse değerinin arttığını, ve gümüşün en yüksek bakırın ise ikinci titanyumun en düşük iletkenliğe sahip olduğunu belirtmişlerdir (Lai ve ark. 2007).

Jiang ve Guo (2011) nikel fosfor/bakır-nikel (Ni-P/Cu-Ni) multitarakaların elektroless yöntemiyle multitaraka şeklinde poliester kumaşa kaplanmasıyla elektromanyetik koruma ve korozyon davranışlarını incelemişlerdir. **Elektroless ya da elektrosuz kaplama** metodu; metal iyon içeren bileşiklerin kimyasal yöntemlerle tekstil yüzeyi üzerinde indirgenerek yüksüz metal nanotaneçiklerin yüzeyde oluşturulması esasına dayanmaktadır. Çalışma sonucunda aynı ağırlıkta kaplama yapılması durumunda Ni-P/Cu-Ni kaplanmış kumaşın EMSE değerinin Ni-P kaplama yapılmış kumaşa nazaran daha yüksek olduğunu göstermiştir. Ayrıca Ni-P/Cu-Ni kaplanmış kumaşların korozyon dayanımı Cu-Ni kaplanmışlardan daha yüksek çıkmıştır. Böylece hem EMR koruma hem korozyon gereken uygulamalarda Ni-P/Cu-Ni kaplama önerilmiştir (Jiang ve Guo 2011).



a



b

Şekil 2.16. Bakır, nikel ve fosforun poliester kumaşa kaplanmasında kaplama bileşenlerine (a) bağlı olarak yüzey SEM görüntüleri (b) (Jiang ve Guo 2011)

Adamhasan (2008) Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim dalında gerçekleştirdiği yüksek lisans tez çalışmasında poliestere/anilin, pamuk/anilin kompozit kumaş hazırlanması üzerine çalışmıştır. Çalışma kapsamında pamuk ve polyester ipliklerden üretilmiş dokuma kumaşlar üzerinde anilinin kimyasal polimerizasyonu ile oluşan polianilin ile kumaş kaplanarak iletken kompozit kumaşlar üretilmiştir. Çözeltilerdeki anilin oranı arttırıldığında ve kullanılan yüzey aktif madde oranı maksimum düzeye çıkarıldığında kompozit kumaşlar üzerindeki depolanan çözelti miktarının da maksimum düzeye çıktığı rapor edilmiştir. Ayrıca yıkamaların elektrik iletkenliğini olumsuz etkilediği ve yıkamalardan sonra kompozit kumaşların iletken sınıfına girmediği rapor edilmiştir. (Adamhasan 2008)

Huang ve Chang (2004) çalışmalarında polivinil asetat-gümüş nitrat (PVAc-AgNO₃) metal şelat polimerini poliestere kaplamıştır. Bu amaçla gümüş nitrat tuzu polivinil asetat matrisine katılmış ve polyester substrata kaplama yapılmasının ardından indirgenmesi için sodyumborhidrür ile muamele edilmiştir. Gümüş nitrat oranının ağırlıkça %15'i geçmesi durumunda yüzey direncinin 5 ohm'un altına indiği rapor edilmiştir. Bu şartlarda kalkanlama değeri ise 50-900 MHz aralığında 20 dB seviyelerini aşmıştır. Gümüş nitrat oranı %30 olduğunda yüzey direnci 1 ohm'un altında kalkanlama etkinliği ise 33 dB seviyesinde gerçekleşmiştir. İletkenlik üzerindeki asıl etkinin yüzeye yerleşen gümüş atomlarından kaynaklandığı rapor edilmiştir (Huang ve Chang 2004)

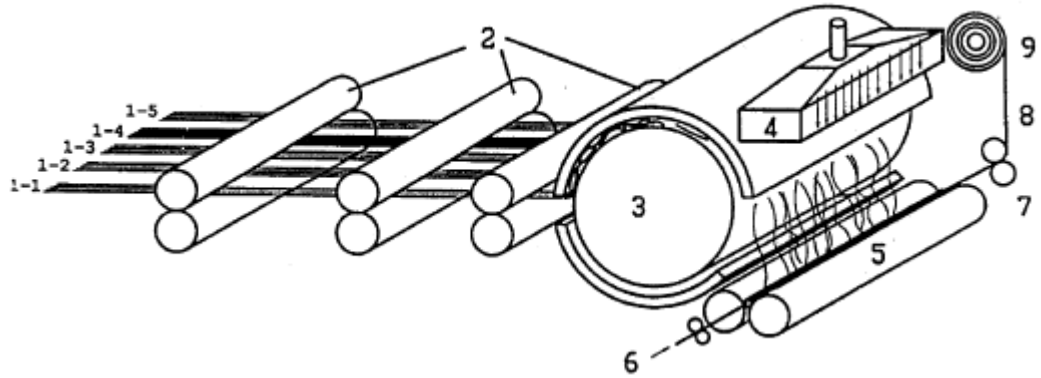
Altınok ve ark. (2014) pamuk ve polyester dokuma kumaşlar üzerinde anilinin kimyasal polimerizasyonu ile oluşan polianilin kaplanmış pamuk ve polyester dokuma kompozit kumaşlar üretmiştir. Sıcaklık ve nem sabit tutulup, kullanılan anilin oranları değiştirilerek iletkenlik oranlarındaki değişimler gözlenmiştir. Ayrıca çözeltilere gümüş nitrat ilave edilerek iletkenliğe etkisi rapor edilmiştir. İletken polimer ile kumaşı kaplamak için fulard makinesi kullanılmıştır. Üretilen kompozit kumaşların elektriksel özellikleri ölçülmüştür ve SEM görüntüleri incelenerek polianilinin kumaş yüzeyine ne kadar tutunduğu ve dağılımı rapor edilmiştir. Kumaşa aktarılan polianilin miktarı

arttıkça iletkenliğin arttığı rapor edilmiştir. Ayrıca gümüş nitrat ilavesinin polianilin kaplanan pamuk kumaşta pozitif etki gösterdiği rapor edilmiştir (Altınok ve ark. 2014).

2.3.2. Elektrik iletkenliğine sahip iplik üretimi

Çeşitli tekstil liflerinin metal lifler ile bir arada eğrilerek karışım iplik edildiği ve bu ipliklerden dokuma, örme veya dokusuz yüzey yüzeyler oluşturularak bu yüzeylerin ekranlama etkinliğin ölçüldüğü çok sayıda çalışma yapılmıştır.

Cheng ve ark. açık uç friksiyon iplik eğirme tekniği ile özlü iplik üretmişlerdir. Özlü ipliğin merkezinde paslanmaz çelik tel, dış kısmında ise kevlar, viskon kesik elyafı ve paslanmaz çelik tel kullanmışlardır. Elde ettikleri özlü ipliklerle değişik örgü ve sıklıklarda ürettikleri dokuma kumaş yapılarında 30 KHz -3000MHz frekans aralığında 30-50 dB koruma verimliliği elde etmişlerdir. ()

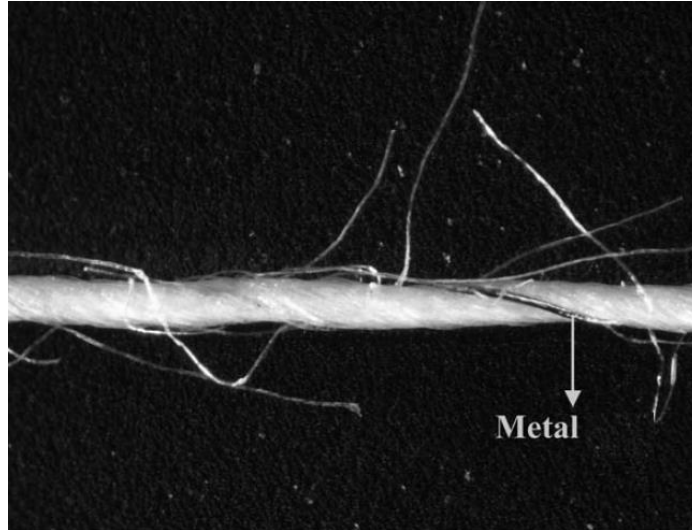
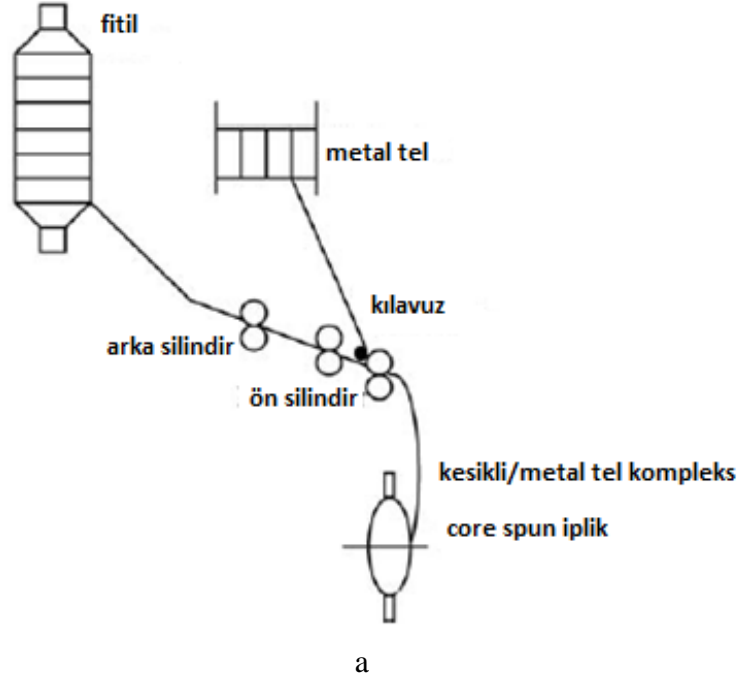


Şekil 2.17. DREF III , açık uç friksiyon eğirme yöntemi (Cheng ve diğ.).

Yapılan bir çalışmada kalp pili takılmış hastaların EMR dan etkilenmeleri EMR koruyucu perde (gümüş lifi) kullanılarak test edilmiş ve çok olumlu sonuçlar alınmıştır. (Lichawska ve diğ. 2004)

Lou modifiye edilmiş ring iplik eğirme makinesinde elektromanyetik radyasyondan koruma amaçlı dokuma ya da örme yüzeylerde kullanılabilecek iplikler üreterek

tüylülük ve mukavemet üzerine çalışma yapmıştır. İpliklerde koruma amacıyla bakır ve paslanmaz çelik kullanmıştır.(Lou 2005)



Şekil 2.18. (a) Modifiye edilmiş ring iplik makinesi (b) rayon lif ve çelik telden oluşan iletken iplik (Lou 2005)

Chen ve ark. (2004) kaplama metodu ile merkezde bakır, kaplama olarak da çelik içeren kompozit iplikleri kullanarak yaptıkları iplikten kumaş üretmişler ve bunu elektromanyetik radyasyona karşı koruyucu özellikte kompozit malzeme üretiminde takviye güçlendirici olarak kullanmışlardır. (Chen ve ark. 2004)

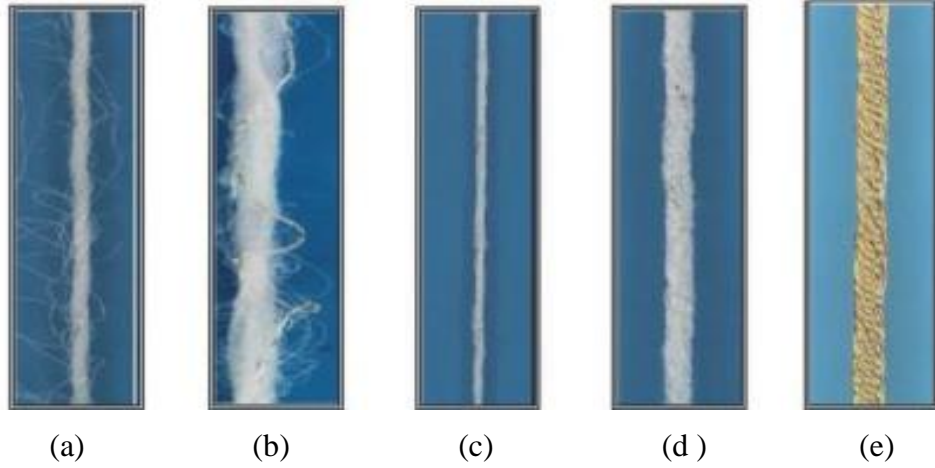
Ueng ve Cheng (2001) friksiyon eğirme tekniği ile elektromanyetik koruma amaçlı kompozit iplikler üretmişlerdir. Çalışmada kumaşların elektromanyetik ekranlama özelliğinin kumaş yapısına, sıklığına ve yapısında kullanılan iletken madde oranına göre değiştiğini saptamışlardır.(Ueng ve Cheng 2001)

Yapılan bir çalışmada kalp pili takılmış hastaların EMR dan etkilenmeleri EMR koruyucu perde (gümüş lifi) kullanılarak test edilmiş ve çok olumlu sonuçlar alınmıştır. (Lichawska ve diğ 2004)

Das ve ark. (2004) tekstil kumaşlarındaki kumaş kat ve iğneleme tipi, pik yoğunluğu, iplik numarası materyal tipinin elektromanyetik koruma etkinliği üzerine etkilerini çalışmışlardır. Sonuç olarak elektromagnetik koruma etkinliği üzerine iğneleme tipi kat sayısı iplik numarası materyal tipinin etkisini saptamışlardır fakat açıklık sayısı ve iplik yoğunluğunun önemli bir etkisi olmadığını belirlemişlerdir. İplik numarası azalmasıyla ve kumaş katmanlarındaki sayının artmasıyla ekranlama etkinliğinin arttığını tespit etmişlerdir. (Das ve ark.2004)

Yapılan bir başka çalışmada kompozit materyallerle takviyeli edilmiş iletken örgü kumaş imalatı için metot geliştirilmiştir. Çalışmada cam elyaf ve sert bakır teller kullanılmıştır. Örme yapısını, dikiş yoğunluğunu ve lineer iplik yoğunluğunu değiştirmek suretiyle değişen bakır miktarının büyük ölçüde EMSE (Elektromanyetik koruma etkinliği) değerini etkilediğini belirlemişlerdir. (Cheng ve diğ. 2000)

Şekil 2.19'da metal ipliklerin doğal veya sentetik ipliklerle karışımıyla üretilen iletken iplikler gösterilmiştir. İletken iplik üretiminde paslanmaz çelik, gümüş, bakır gibi metaller ile iletken sentetik iplik kullanılır. Kesik elyaf/kontinü metal ipliklerin sentetik veya doğal liflerle karışımı şeklinde üretilen metal iplikler farklı üretim yöntemleri ile elde edilebilirler. (Atlas 2006)



Şekil 2.19. Metal ipliklerin doğal veya sentetik ipliklerle karışımıyla üretilen iletken iplikler (Atlas 2006)

- (a) Özlü iplik/PES-Kesik elyaf gümüş kaplı bakır tel, %80 PES/%20 metal
 (b) Hava jeti tekstüre/PES- Kesik elyaf gümüş kaplı bakır tel, %80 PES/%20 metal
 (c) Bükülmüş PES- Kesik elyaf gümüş kaplı bakır tel, %42 PES/%58 metal
 (d) Bükülmüş PES- Gümüş kaplı bakır tel, %75 PES/%25 metal
 (e) Gümüş kaplı bakır tel, %100 metal

2.3.3. Elektrik İletkenliği Olan Bikomponent İplik Üretimi

Elektromanyetik radyasyonun (EMR) engellenmesinde/kalkanlanmasında kullanılması amacıyla bikomponent lif/iplik üretimi üzerine de son derece sınırlı sayıda çalışma literatürde rapor edilmiştir.

Straat ve ark. (2012) dış (sheat) kısımda poliamid (PA6) ya da polipropilen (PP) iç kısımda (core) ise iletken polimer kompozitleri (CPCs) kullandıkları çalışmalarında pilot ölçekli bir eriyikten lif çekimi (melt spinning) düzeneğinde 13 ve 47 dtex arasında bikomponent lifler üretmişlerdir. Çalışmada iki tip iletken polimer kompozitleri (CPCs) kullanılmıştır, bunlardan ilki polipropilen ve karbon siyahı (PP/CB) ve ikincisi de polietilen ile çok duvarlı karbon nanotüpler (PE/MWNT) şeklinde rapor edilmiştir. (Straat ve ark. 2012)

Polipropilen ve karbon siyahı (PP/CB) ve polietilen ile çok duvarlı karbon nanotüpler (PE/MWNT) hazırlanması sırasında önce polimer bir karıştırma düzeneğinde eritilmiş ardından karbon siyahı (CB) doğrudan çok duvarlı karbon nanotüpler (MWNT) ise masterbatch şeklinde bu polimer eriğine ilave edilerek karıştırılmıştır. Karıştırma süresi

10 dk, karıştırma hızı 10 rpm ve işlem sıcaklığı 200°C olarak rapor edilmiştir. Bikomponent lif üretim makinesinde ise (Labspin II marka (İngiltere)) iç (core) ekstruderi çıkış sıcaklığı 240°C ve pompa hızı 10 cm³/dk, dış (sheat) ekstruder çıkış sıcaklığı 270°C ve pompa hızı 26 cm³/dk olarak ayarlanmıştır. Bu ayarlamalardan ise dış (sheat) hacmin %72, iç (core) hacmin %28 olarak hesaplandığı rapor edilmiştir. Çalışma 24 delikli ve delik çapı 0,6 mm olan düzelerle yapılmıştır. (Straat ve ark. 2012)

Liflerin iletkenlik ölçümleri iki nokta iletkenlik ölçümü yöntemiyle yapılmıştır. Isıl işlem ise 180°C sıcaklıkta 10 dk muamele şeklindedir ve bu yolla liflerin iletkenliklerinde artış hedeflendiği rapor edilmiştir. Liflere uygulanan diğer testler SEM analizi ve mukavemet ölçümleri olarak rapor edilmiştir. (Straat ve ark. 2012)

Bikomponent lifteki iç kısmın (core) hacimsel oranı %28 olarak rapor edilmiştir. Polipropilen ve karbon siyahı (PP/CB) iç (core) malzemesi kullanılarak üretilen çekim uygulanmamış liflerin ısıl işleminden geçirilmesi durumunda iletkenlik özelliklerinin arttığı rapor edilmiştir. (Straat ve ark. 2012).

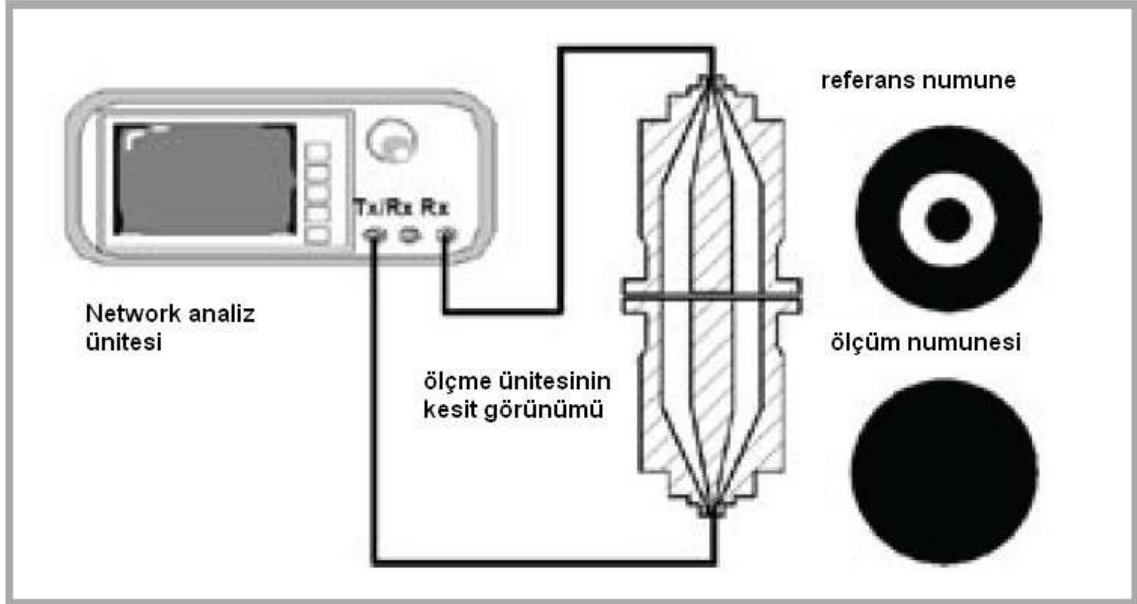
2.4. Tekstil Malzemelerinin Ekranlama Etkinliği Ölçümü

Elektromanyetik radyasyonun (EMR) engellenmesinde/kalkanlanmasında kullanılan malzemelerin kalkanlama etkinliğinin (SE- shielding effectiveness) ölçümü (Elektro Manyetik Ekranlama Etkinliği (EMSE)) için çeşitli standart test yöntemleri mevcuttur.

ASTM D4935 (ASTM D4935-99, "Test Method for Measuring the Electromagnetic Shielding Effectiveness of Planar Materials," American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 1999.) standardı 2005 yılında iptal edilmiş olsa da çalışmalarda (Örtlek ve ark. 2012; Perumalraj ve Dasaradan 2011; Palamutçu ve ark. 2010; Das ve ark. 2009; Bonaldi ve ark. 2010) halen kullanılmaktadır.

Düzlemsel malzemelerin elektromanyetik kalkanlama etkinliğini ölçmek için geliştirilmiş olan bu standarda göre yaklaşık 5,25 inç çaplı disk şeklinde hazırlanmış

olan malzeme sinyal jeneratörü ve alıcı arasındaki özel olarak tasarlanmış bir koaksiyel iletim hattı arasında (Şekil 2.20) yerleştirilerek ölçüm yapılmaktadır. (Palamutçu ve ark. 2010, Perumalraj ve Dasaradan 2011)



a



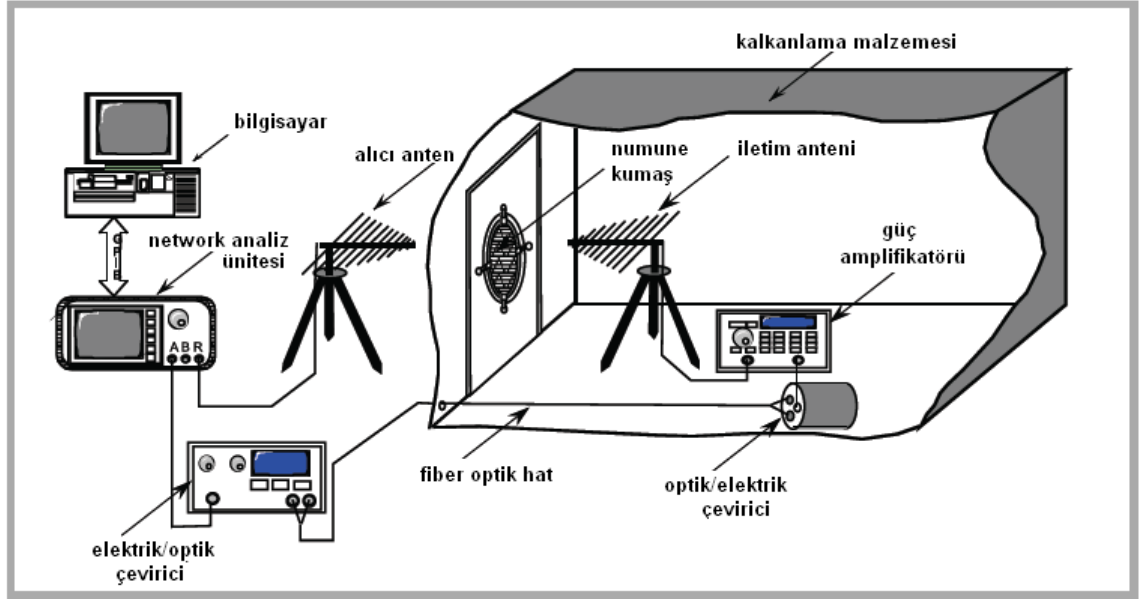
b

Sekil 2.20. ASTM D4935 test standardı için kullanılan ölçüm ünitesi ve ölçüm düzeneği (a) şematik (Palamutçu ve ark. 2010), (b) cihaz fotoğrafı (Örtlek ve ark. 2012)

Perumalraj ve Dasaradan (2011) ASTM D4935 standardının dezavantajlarından ilkinin bu standartta kullanılan frekansın (genelde 30 MHz – 1,5 GHz (Bonaldi ve ark. 2010)) ilgi gösterilen küçük cihazların testi için istenenden daha düşük kalmasını belirtmişlerdir. Yine küçük cihazlardaki numune şekliyle bu test metodundaki numune şeklinin genellikle uyumsuz olması da bu test metodunun dezavantajı olarak belirtilmiştir. (Perumalraj ve Dasaradan 2011)

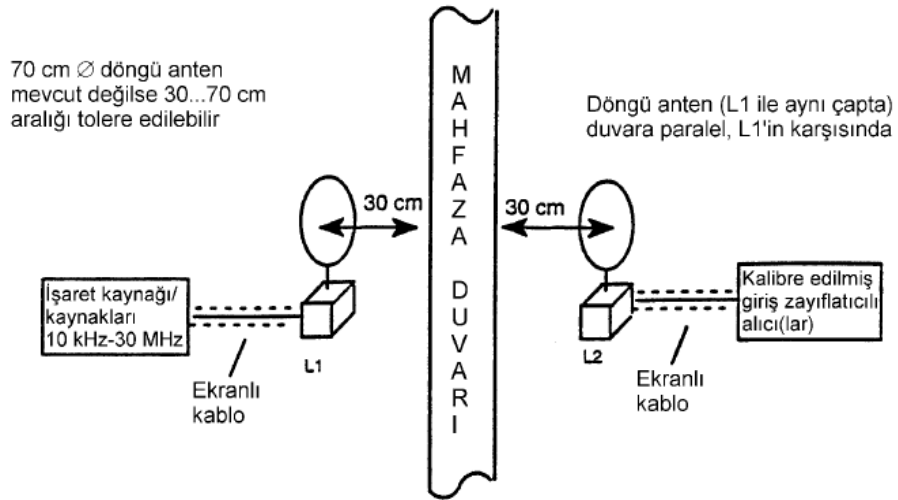
Ölçümlerde kullanılan diğer bir kalkanlama ölçüm metodu olan IEEE-STD 299-2006 (IEEE-STD 299, "Standard Method for Measuring the Effectiveness of Electromagnetic Shielding Enclosures," Institute of Electrical and Electronics Engineers, Piscataway, NJ, 1991) standardında 9 kHz ile 18 GHz (50 Hz ile 100 GHz arasına genişletilebilmektedir) ölçümler yapılmaktadır. Ancak metodun uygulanmasında deneyim gerekmektedir. Bu metod iptal edilen MIL-Standart 285'in yerini almıştır. (Bonaldi ve Shah 2010, <http://standards.ieee.org/findstds/standard/299-2006.html> / 2014, Palamutçu ve ark. 2010)

Elektromanyetik kalkanlama etkinliği ölçümünde kullanılan bir diğer yöntem iptal edilmiş bir standart olan Mil Std 285 (MIL-STD 285 Method of Attenuation Measurement for Enclosures, Electromagnetic Shielding, for Electronic Test Purposes, U.S. Government Printing Office, Washington, DC, 1956) standardına benzer ölçüm odacıkları yöntemidir. Bu yöntemde iki ayrı yalıtımlı odacık (veya bir yalıtımlı odacık) içine alıcı ve verici antenler yerleştirilmekte ve ölçüm yapılacak olan numune iki odacık arasındaki bir pencereye yerleştirilmektedir. Test standardında bir sinyal kaynağında üretilen sinyal verici anten ile atmosfere yayılmakta ve alıcı anten tarafından alınan sinyalin büyüklüğü ölçülmektedir. Sinyal üretimi için bir sinyal jeneratörü ve amplifikatör, alınan sinyalin büyüklüğünü ölçmek belirlemek için de bir spektrum analiz cihazı kullanılmaktadır. Yalıtımlı odalar sayesinde yalnızca sinyal jeneratörünün ürettiği sinyaller ölçülmekte, ortamda bulunan diğer cihazlardan kaynaklanan sinyallerin (cep telefonları, bilgisayarlar, radyo dalgaları, güneş ışınları, vb.) ölçüm sonuçlarını etkilemesi engellenmiş olmaktadır. (Wieckowski ve Janukiewicz 2006, Palamutçu ve ark. 2010)



Şekil 2.21. MIL-STD-285 test standardının modifiye edilmiş prensip ölçüm düzeneği (Wieckowski ve Janukiewicz 2006)

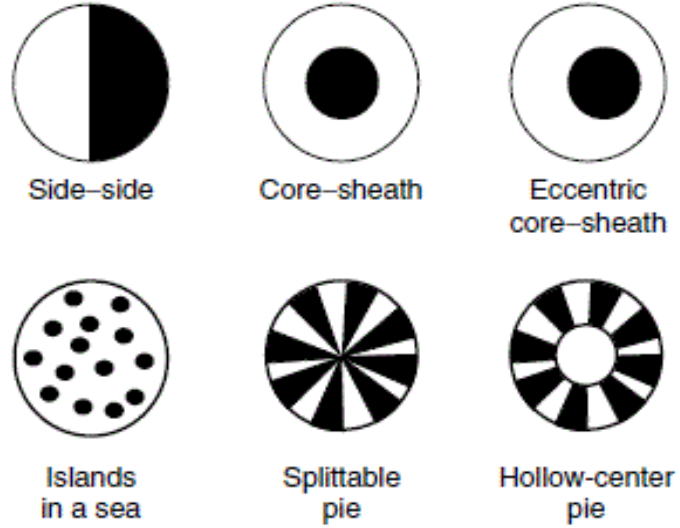
TS EN 50147-1 (TS EN 50147-1, 2005. ICS 209.020; 14.140.01 Yankısız Odalar-Bölüm 1: Ekran zayıflatmasının ölçülmesi Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.) standardında elektrik alanı ve manyetik alan zayıflatma deneyleri (referans ölçümler) tanımlanmaktadır. Ölçümler, antenler tam olarak birbirlerinin karşısına yerleştirilerek ve birbirlerinden Şekil 2.22’de gösterilen mesafeye duvar kalınlığı da eklenerek elde edilen bir mesafeyle ayrılmışken yapılmalıdır. Manyetik alanlar bir duvar paneline paralel ve doğrudan birbirlerinin karşısındaki döngü antenlerle ölçülmelidir. Manyetik alanlar için tavsiye edilen deney frekansları 10 kHz, 100 kHz, 1 MHz, 10 MHz ve 20 MHz’dir.



Şekil 2.22. TS EN 50147-1 standardına göre manyetik alan (elektrik alanı) ölçmesi için deney düzeneği (Dağ 2010)

2.5. Bikomponent Lif Üretim Yöntemi

Bikomponent lif, aynı lifi oluşturacak iki farklı polimerin aynı düze deliğinden akıtılarak elde edilmesi olarak tanımlanabilir. Bikomponent liflerin üretilmesinin amacı, iki farklı polimerin farklı özellikleri bikomponent teknikleriyle birleştirilerek ürün iyileştirilmeleri yapılmasıdır. Bu teknikle hayal edilen herhangi bir enine kesit şekli veya geometrisi üretmek mümkündür. Temel bikomponent üretim yöntemleri olarak; yan yana bikomponent, iç-içe bikomponent, gömük bikomponent ve matris şeklindeki bikomponentler sayılabilir. Bikomponent lifler genel olarak kesit şekillerine göre gibi içi-içe, yan-yana bikomponentlerin dışında, denizde adacık ya da dilimli pasta bikomponent lifler olarak sınıflandırılırlar. (Şekil 2.23)



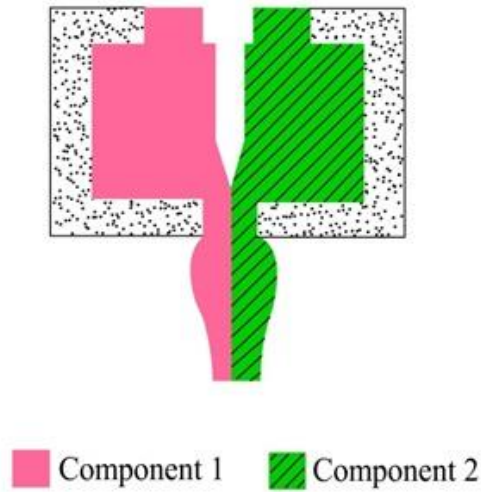
Şekil 2.23 Üretim tipine göre bikomponent liflerin enine kesit görüntüleri (<http://textilearticle.blogspot.com/2013>)

İlk ticari bikomponent uygulaması 1960'ların ortasında Dupont firması tarafından tanıtılmıştır. Bu lif iki naylon polimerinin yan yana bikomponent üretim metoduyla üretilmesinden oluşmaktadır. 1970'li yıllarda çeşitli bikomponent lifler Asya'da özellikle Japonya'da üretilmeye başlanmıştır. Üretim proseslerinde çok karmaşık ve pahalı teknikler kullanılmıştır. Bu tekniklerin teknik açıdan tatmin edici olmadığı ve aşırı derecede pahalı olduğu tespit edilmiş ve daha sonra 1989'da ince düz plakalar

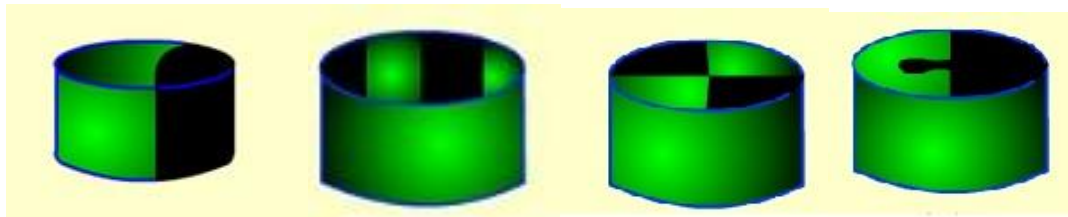
kullanarak polimere delikler ve oluklar açmak yeni bir yaklaşım yolu olarak geliştirilmiştir. (Kikutani, I, ve ark., 1996).

2.5.1. Yan yana bikomponent lifler

Yan yana bikomponent lifler (side by side) , kendiliğinden hacimli olarak kabul edilir. Bu tür liflerde filament içerisindeki iki polimer de farklı uzama ve kısalma özelliklerine sahiptir. Isı ile karşılaştığında hacimli yapılar üretirler. Yapısı ve özellikleri farklı olan iki polimer telinin yan yana getirilmesi suretiyle kombine bir filament elde etme esasına dayandırılmıştır. (Şekil 2.24) İki maddenin sahip oldukları adhezyon kuvvetlerinin karşılıklı rolleri önemlidir. Bu liflerin enine kesitleri incelendiğinde iki ayrı maddenin yan yana ve farklı yerlerde bulunduğu görülür. Bu görünüm filamentin boyuna kesiti incelendiğinde gözlenir. (Şekil 2.25)



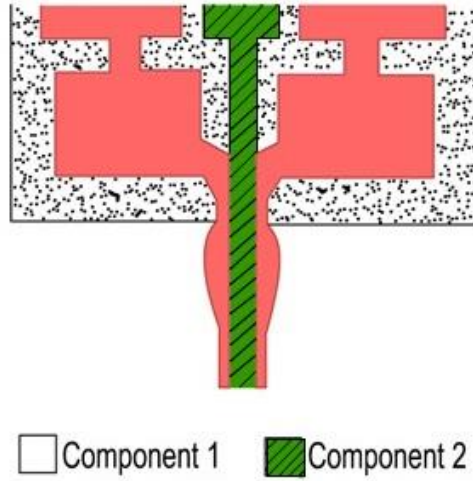
Şekil. 2.24. Yanyana bikomponent lif üretimi



Şekil 2.25 Yanyana bikomponent lif üretiminde kesit şekilleri ([http://nptel.ac.in/courses/ 2013](http://nptel.ac.in/courses/2013))

2.5.2. İç içe bikomponent lifler

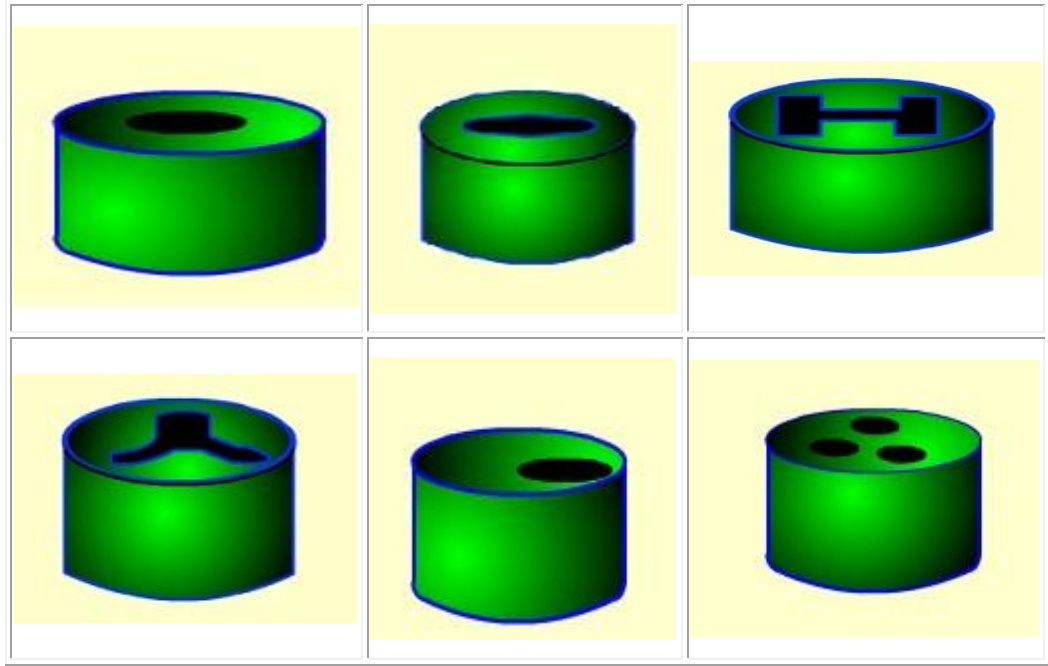
Bu yöntemin esası farklı özellik taşıyan iki komponentin birlikte fakat iç içe çekilmesiyle kombine bir filament elde etmeye dayanır.(Şekil 2.26) Bu bakımdan yan yana çekim sistemi ile de bazı ortak yanları vardır. Yalnız biçim yönünden ayrılık gösterir ve özellikleri farklı olan komponentlerden biri ötekinin içine yerleştirilmiş olur.(Şekil 2.27) Kısaca iç içe bikomponent lifler bir bileşenin diğeri tarafından tamamıyla çevrelenip kaplanması ile oluşur (<http://www.engr.utk.edu/mse/Textiles/Bicomponent/2009>)



Şekil 2.26 Yanyana bikomponent lif üretimi (<http://nptel.ac.in/courses/> 2013)

İç içe bikomponent lif üretiminde en çok kullanılan yol; iki polimer sıvısının ayrı ayrı hazırlanarak yine ayrı kanallarla düze deliklerine beslenmesi ve burada iç içe formuna sokulmasıdır. Ancak burada sıvının düze deliklerine beslenmesini sağlayan kanallar çıkıştan önce iç içe geçecek biçimde birleştirilir. Böylece içten gelen polimer sıvı tel haline sokulurken diğeri tarafından çevrelenir ve bir zar halinde kaplanmış olur. Sıvı taşıyıcı bu kanalların birleştirilme biçimlerine göre lifler konsantrik ve eksantrik olarak yerleşir. Ayrıca düze deliklerinde yapılan modifikasyonlar lifin enine kesitinde farklı

şekiller elde edilmesini mümkün kılar. Bunun yanında yüzey gerilimi, yapışkanlık ve polimer eriyiklerinin akma oranları bu liflerin çekimi sırasında oldukça önemlidir ve dikkate alınmalıdır. Eğer sert ve kuvvetli bir mamul elde edilmiş ise konsantrik, hacimsiz bir mamul elde edilmiş ise eksantrik bikomponent lifler kullanılmış demektir (<http://www.engr.utk.edu/mse/Textiles/Bicomponent/2009>)



Şekil 2.27. İççe bikomponent lif üretiminde kesit şekilleri (<http://nptel.ac.in/courses/2013>)

2.5.3 Gömük bikomponent lifler

Gömük bikomponent lifler, diğer bikomponent liflere göre ayrıntılar gösterirler. Bu tür lif üretiminde, bir polimer maddenin içinde çok az miktarda diğer maddeden dispersiyon halinde dağıtılır. Enine kesitinde benekler halinde dispers dağıtılmış diğer polimer madde görülür. (Şekil 2.28) Boyuna kesitinde ise, dispers madde lif içinde belli aralıklarla yerleşmiş olarak bulunur.

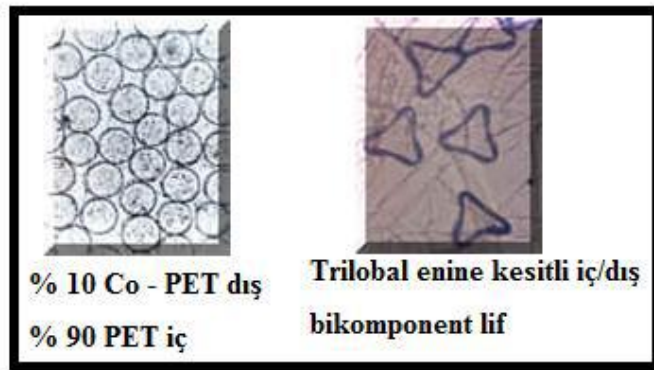


Şekil 2.28. Trilobal kesitli bikomponent lif (Beyit, A., 2006)

2.5.4. İç-dış bikomponent lifler

İç-dış şeklindeki bikomponent lifler kendiliğinden bağlanan lifler olarak kabul edilir. Lif içerisinde dış kısımda düşük erime özelliğine sahip polimer, iç kısımda ise yüksek erime noktasına sahip polimer yer almaktadır. Isı karşısında dış kısım eriyerek tülbent yapı bağlanmaktadır.

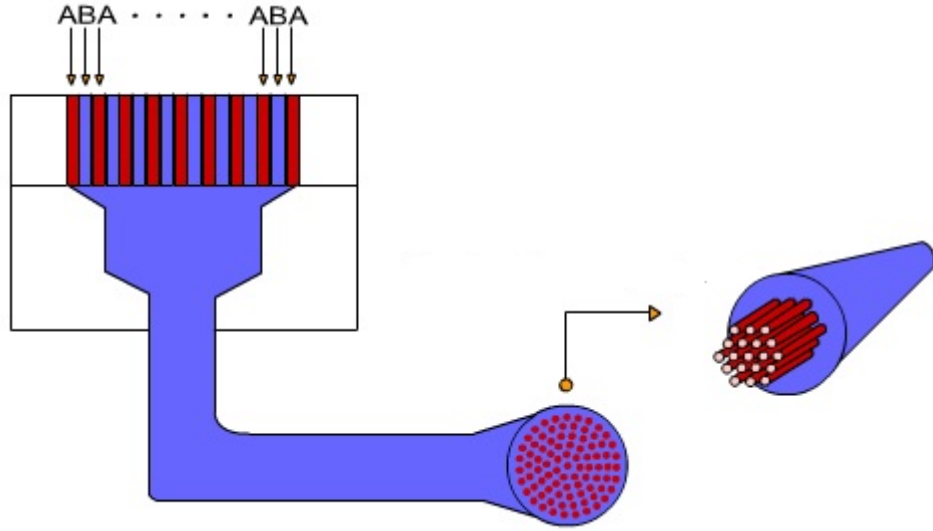
Bazı iç-dış bikomponent liflere örnek olarak PE/PP, PE/PET, Co-PET/PET, PP/PET verilebilir. (Şekil 2.29) Bu ürünlerin kesikli tipleri, bikomponent liflerin tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey prosesinde en büyük ticari kullanımını oluşturmaktadır. Genellikle dış kısım oranının mümkün olduğunca düşük olması istenir (Beyit, A., 2006).



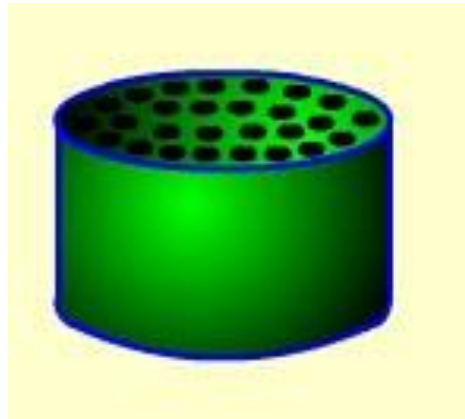
Şekil 2.29. İç - Dış Bikomponent Lifler (Beyit, A., 2006).

2.5.5. Matriks İçindeki Filamentler

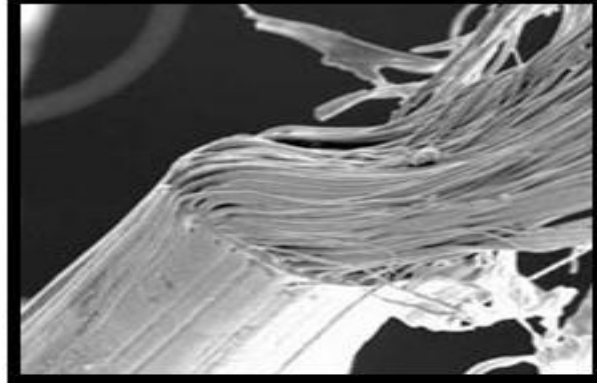
Denizde adacıklar yöntemi olarak da adlandırılırlar. Bunlar teknik olarak üretimi ve kullanımını karmaşık yapılardır. Bikomponent yapıların bu türleri mikro düzeyde liflerin üretimini kolaylaştırır. Ada diye adlandırılan kısımda genellikle naylon, polyester veya polipropilen gibi polimerler kullanılır. Deniz veya matriks olarak adlandırdığımız kısımda ise polistiren, suda çözünebilir polyester, plastize ya da sabunlaştırılmış polivinilalkol kullanılır. Elde edilebilir incelik normalde 0,1 denyenin altındadır (<http://www.engr.utk.edu/mse/Textiles/Bicomponent/2009>)



Şekil 2.30. Denizde adacıklar bikomponent üretim yöntemi (<http://nptel.ac.in/courses/2013>)



Şekil 2.31. Denizde adacık tipi bikomponent lif enine kesit görüntüsü (<http://nptel.ac.in/courses/2013>)



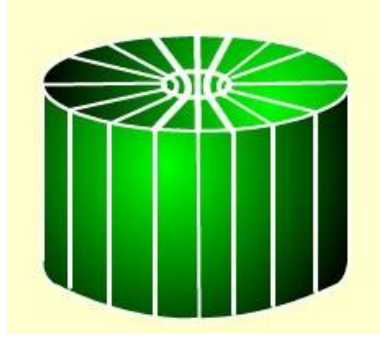
Şekil 2.32. Denizde Adacıklar Yöntemiyle Yapılan 600 Adacıklı Bikomponent Lif (Celep, Ş., 2007)

Bu yöntemde temel olarak gerekli oranlarda iki polimer karışımı bulunur ve bir polimer diğer eriyik halindeki polimere damlacık formunda süspansiyon edilir. (Şekil 2.30) Düzey deliklerinin altında yapay lifin soğutulması bu yöntemin önemli bir gerekliliğidir. İki bileşenin farklı eğrilebilirliği, düşük konsantrasyonlar dışında (%20'den az) karışımın işlenebilirliğini yok edebilir. Şekil 2.31 ve Şekil 2.32'de denizde adacık tipi bikomponent lif enine kesiti görünmektedir.

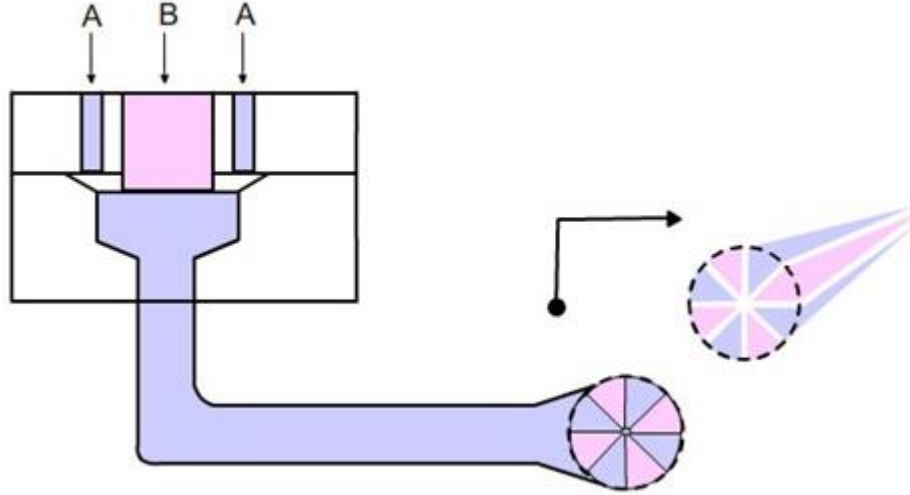
Denizde adacıklar yöntemiyle üretilen lifler özellikle yapay kürklerde, sentetik damarlarda, filtrasyon malzemelerinde ve birçok uygulama alanında kullanılabilir.

2.5.6. Dilimli Pasta Modeline Sahip Bikomponent Lifler

Bu yöntemde iki farklı polimerlerden lif içinde dilimler oluşturulur. (Şekil 2.33) Dilim sayısı yaklaşık 16 ya da 32'dir (Şekil 2.34) ve eğirme işlemi oldukça karmaşıktır. Dilimler bir bileşenin kısmen veya tamamen çözülmesi ile gerçekleştirilir. Elde edilen ince denyeli elyaflar ve keskin kesiti vardır. Elyaf, yüksek bir çekme oranında çekilir. Bu ultra ince elyaf, nonwoven yüzeyler üretiminde kullanılır. Sonuçta meydana gelen kumaş daha güçlü ve daha yüksek yüzey alanına sahiptir.



Şekil 2.33. Bikomponet liflerde dilimli pasta modeli (<http://nptel.ac.in/courses> 2013)



Şekil 2.34. Bikomponet liflerde dilimli pasta modeli üretimi (<http://nptel.ac.in/courses> 2013)

2.6. Elektrik İletkenliği ve Ölçüm yöntemleri

2.6.1. Elektrik iletkenliği tanımı

İletken terimi kısaca elektrik enerjisini (akımını) ileten, geçiren, taşıyan anlamında kullanılır. Yalıtkan ise iletkenin tam tersi anlamda yani akım geçirmeyen anlamında

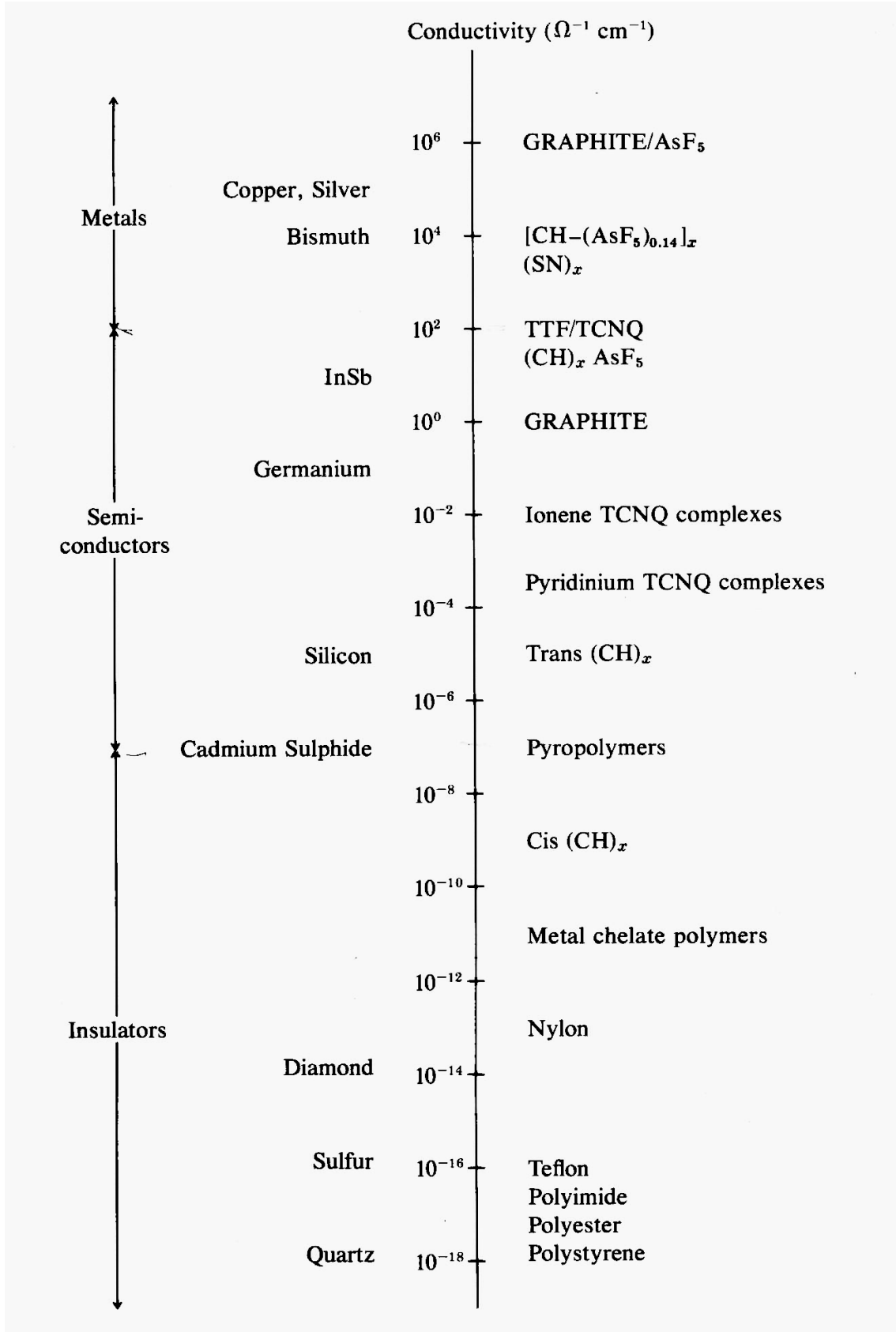
kullanılmaktadır. Bilindiği gibi bütün maddeler atomlardan oluşmuştur. Dünyadaki elementlerin tümü atomların birleşiminden oluşmuştur. Bunlar katı, sıvı ve gaz halinde bulunurlar. Elektrik akımını iletme durumlarına göre ise maddeler iletken, yalıtkan ve yarı iletken olmak üzere üçe ayrılır: (<http://eng.harran.edu.tr/~nbesli/2014>)

Atomlarının son yörüngelerinde üç ya da daha az elektron bulunduran atomlardan oluşan maddelere iletken denir. Atomlarının son yörüngelerinde beş ve daha fazla elektron bulunduran maddelere yalıtkan denir. Atomlarının son yörüngelerinde dört elektron bulunduran atomlardan oluşan maddelere yarı iletken denir. Son yörüngedeki elektron sayısı arttıkça yalıtkanlık da artmaktadır. Yalıtkan maddelere örnek olarak cam, lastik, plastik, yağ, asfalt, fiberglas, porselen, seramik, mika, kuartz, kuru kumaş, kuru kağıt, kuru ağac, hava, elmas ve saf su verilebilir.

Atomlarının dış yörüngelerinde bir elektron bulunduran maddeler iki ya da üç elektron bulunduran maddelere göre daha iyi iletkenlerdir. Aynı şekilde atomlarının dış yörüngelerinde iki elektron bulunduran maddeler üç elektron bulunduran maddelere göre daha iyi iletkenlerdir. Atomlarındaki serbest elektronlarla akım taşıyan iletkenlere örnek olarak bakır, alüminyum, kurşun, platin, krom, altın, gümüş, demir, nikel gibi metaller verilebilir.

Bakır, Altın ve Gümüş atomlarının son yörüngelerinde aynı sayıda (bir) elektron bulunmasına rağmen bu elementlerin iletkenlik düzeyleri aynı değildir. Bu üç elementten en iyi iletken olan gümüştür ve sonra sırası ile bakır ve altın gelir. Bunun nedeni, söz konusu elementlerin atomlarında bulunan son yörünge elektronlarının enerji seviyeleridir. (<http://hbogm.meb.gov.tr/MTAO/3ElektrikBilgisi/2014>)

Şekil 2.35’de bazı malzemelerin elektrik iletkenlikleri verilmiştir. Naylon, polyester gibi tekstil polimerleri 10^{-7} ($\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$) ve daha aşağı seviyelerde yani yalıtkan aralığı içindedir. Saf polipropilen $10^{17} \Omega - 10^{15} \Omega$ arasında bir yüzey direncine sahiptir.(Erickson 2003)



Şekil 2.35. Bazı malzemelerin elektrik iletkenliği

2.6.2. Ohm kanunu

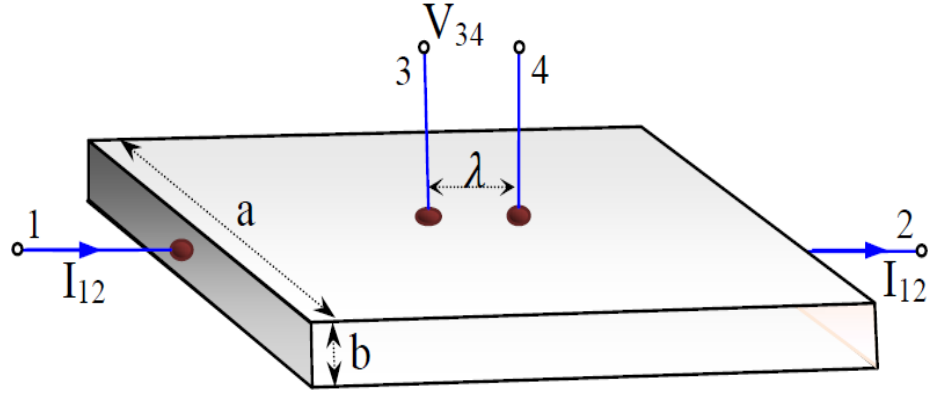
Bir elektrik devresinde iki nokta arasındaki iletken üzerinden geçen akım, potansiyel farkla (örn. voltaj veya gerilim düşümü) doğru; iki nokta arasındaki dirençle ters orantılıdır ve formülü $V = IR$ şeklindedir. Burada, I akım (amper) , V referans alınan iki nokta arasındaki potansiyel fark (volt) ve R ohmla ölçülen ve direnç olarak adlandırılan devre değişkeni (volt/amper) dir. (<http://www.dicle.edu.tr/2014>) Siemens (S) SI birim sisteminde elektrik iletkenliği birimi olup ohm'un tersidir. Adını, Alman kâşif ve iş adamı Ernst Werner von Siemens'den alır. 1971'de, türetilmiş bir SI birimi olarak kabul edilmiştir.

2.6.3. Elektrik İletkenliği Ölçüm Yöntemleri

İnce metal filmlerin ve yarıiletken malzemelerin elektriksel özelliklerinin ölçülmesinde; genellikle iki nokta kontak ve dört nokta kontak metotları kullanılmaktadır. Yöntem ölçülecek örnek üzerinden akım geçerken, belirli bir bölgesinde elektrik potansiyel farkının ölçümü esasına dayanır. İletkenlik ölçümünde iki yöntem çokça kullanılmaktadır. Bunlar iki nokta prob ve dört nokta prob yöntemleridir. (Rebouillat ve Lyons 2011)

2.6.3.1. İki Nokta Prop Yöntemi

Bu yöntem öz direnç ölçümlerinde kullanılan bir yöntemdir ve ölçülecek numunenein şekli düzgün dikdörtgen ve geometrik şeklinde, sabit bir kesit alanına sahip olmalıdır. Şekil 2.36'da görüldüğü gibi ölçümede kullanılan numune üzerinde akım için kullanılan 1 ve 2 nolu omik kontaklar bulunmakta, gerilim ölçümleri (V_{34}) için akım çizgileri üzerine yerleştirilen 3 ve 4 nolu küçük alanlı, birbirinden λ uzaklıkta omik kontaklar yapılmaktadır. Homojen bir örneğin öz direnç değeri; $\rho = (SV_{34}) / (\lambda I_{12})$ formülü ile hesaplanır. Burada I_{12} , 1 ve 2 nolu kontaklardan geçen sabit akım, V_{34} 3 ve 4 nolu kontaklar (problar) arasında oluşan gerilim, λ ise 3 ve 4 nolu kontakları arasındaki uzaklık S alandır. Akımın birimi (A), gerilim birimi (V), örnek boyutlarının birimi (cm) olduğunda, hesaplanan öz direnç birimi (Ohm.cm) dir. (Özdemir 2010)



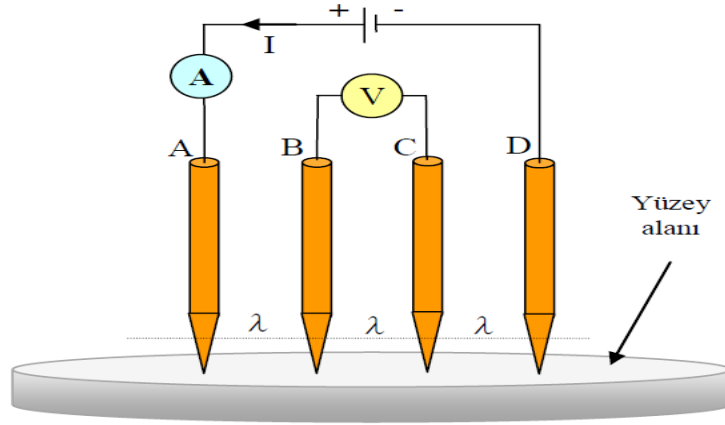
Şekil 2. 36. İki-nokta prob yöntemi ile öz direnç ölçme (Özdemir 2010)

2.6.3.2. Dört Nokta Prop Yöntemi

Bu yöntemle ölçülecek numunenin en az bir yüzeyi düzlemsel olmalı ve bu yüzeyin geometrik boyutları, kontak boyutlarından daha büyük olmalıdır.

Dört nokta kontak metodunda, Şekil 2.37’de görülen ölçme sisteminde olduğu gibi dıştaki iki proba (A ve D) akım kaynağı bağlanır. İçteki iki uçtan (B ve C) potansiyel fark ölçülür. (Şekil 2.)

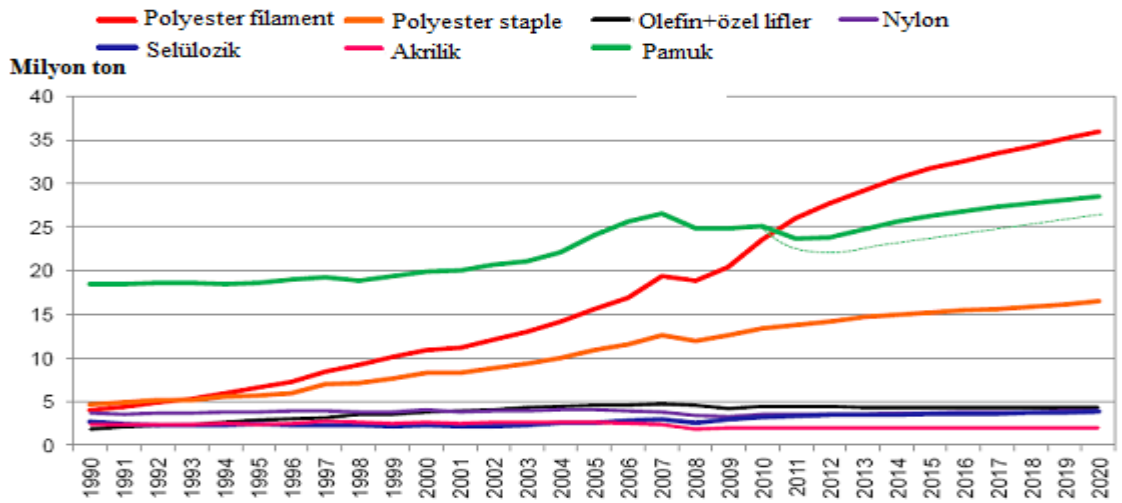
Kontaklar aynı düzlem üzerinde ve eşit aralıklarda olmalıdır (Schroder, 1990). Birbirinden eşit uzaklıkta (λ) yerleşen dört kontak sistemi kullanıldığında, örneğin öz direnci, $\rho = GV/I$ ($\Omega\text{cm.}$) ile bulunur. Burada I, A ve D isimli kontaklardan geçen akımı, V; B ve C isimli kontaklar (problar) arasında oluşan gerilimi verir. G ise düzeltme faktörüdür. Düzeltme faktörü numunenin boyutlarını ve kontakların durumunu içeren bir denklemler topluluğudur ve geometrik öz direnç düzeltme katsayısı olarak tanımlanır. Bu düzeltme faktörü numunenin kalınlığına ve geometrik yapısına, yüzey büyüklüğüne, numune kenar sınırlarının yapısına, bağlantı uçlarının numune üzerinde bulunduğu konuma ve diziliş düzenine bağlı olarak değişir. Ölçme sırasında Problar ölçülen şeklin tam ortasına temas ediyorsa düzeltme faktörü hesaba katılmaz. Ortasında değil ise geometrik faktör bulunarak hesaplamaya dahil edilir



Şekil 2.37. Dört - nokta prob yöntemi ile özdirenç ölçme (Özdemir 2010)

2.7. Poliester Lifleri ve Özellikleri

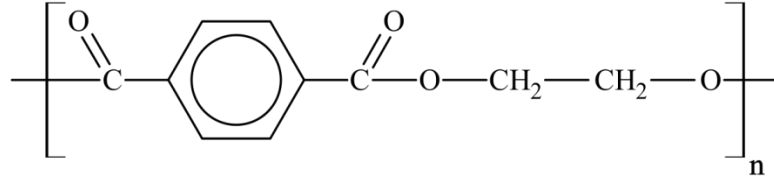
Polyester lifleri günümüzde sentetik lifler içerisinde en fazla üretilen ve kullanılan lif grubunu oluşturmaktadır. Sentetik ve pamuk liflerinin dünyadaki fabrika tüketim verilerine bakıldığında polyester lif tüketim miktarının artacağı tahmin edilmektedir. (Şekil 2.38) Poliester lifleri genellikle tereftalik asit ve etilen glikolün polikondenzasyonu ile üretilir ve bu liflere PET (Polietilentereftalat) Lifleri denir. PET lifleri genellikle polyester lifleri olarak bilinir fakat PET liflerinin yanısıra PBT (poli butilen tereftalat) ve PTT (poli trimetilen tereftalat) gibi başka poliester lifleri de ticari olarak kullanılmaktadır.



Şekil 2.38. Sentetik ve pamuk liflerinin dünyadaki tüketim verileri 1990-2020 (Angel 2012)

2.7.1. PET Lifleri ve Özellikleri

Bugün için dünyada üretilen poliester liflerinin çok büyük bir kısmı tereftalik asit ve etilen glikolden elde edilen polietilentereftalat (PET) (Şekil 2.39) esaslı olduğundan, bu çalışmada da bu tür poliester kullanılmıştır.



Şekil 2.39. Polietilentereftalatın kimyasal formülü (PET) (<http://www.pslc.ws/2013>)

Polietilentereftalat esaslı poliester iki değişik cins monomerin polikondenzasyonu sonucu elde edilmektedir. Bu monomerler tereftalik asit (TPA) veya dimetiltereftalat (DMT) ile etilen glikol (EG) veya nadiren de etilen oksit veya glikol karbonattır. Normal poliester liflerinin ortalama polimerizasyon derecesi 100 ve dolayısıyla ortalama molekül ağırlıkları da 20 000 civarındadır. Ancak polimerizasyon derecesi daha yüksek özel poliester lifleri de mevcuttur.

Poliester liflerinde makromoleküller arası çekim kuvvetlerinin düzeyi oldukça yüksektir ve bunda benzen halkalarının rolü büyüktür. Zira, tam alifatik poliesterlerin erime noktaları polietilentereftalata nazaran yaklaşık 150 °C düşüktür, polietilentereftalatın erime noktası 255-260 °C'dır. Amorf poliesterin 1.camlaşma noktası 70°C civarında iken, germe işlemi uygulanmış ve fikse edilmiş poliester liflerinde bu değer 80-85°C civarına çıkmaktadır. Poliester liflerinin 1.camlaşma noktasında amorf bölgedeki polietilentereftalat makromoleküllerinin ancak etilen (-CH₂-CH₂-) gruplarındaki rotasyon ve titreşim hareketleri etkili duruma geçerken, aromatik halkaların hareketliliği ise aralarındaki fazla yoğun bağlar nedeniyle, kendilerini ancak daha yüksek sıcaklıklarda belli edebilmektedirler. Bu sebepten dolayı da 1.camlaşma noktasının üzerindeki sıcaklıklarda iyi bir verim ile boyanamamaktadırlar. Yeterince boyarmaddenin liflere difunde olabilmesi için benzen halkalarının titreşim enerjilerinin

bunlar arasındaki yoğun çekim kuvvetlerini de yenebilecek düzeye çıkması ve böylece amorf bölgelerde daha büyük ve etkili makromolekül büyüklüklerinin yer değiştirebilmesinin sağlanması gerekmektedir. Poliester liflerinin ikinci camlaşma noktası olarak nitelendirilen bu durum 100-120°C arasında değişen sıcaklıklarda başlamaktadır.

Gerdirilmiş ve fikse edilmiş poliester liflerinin 1.camlaşma noktalarındaki 10-15°C'lık artıştan da anlaşılacağı gibi germe fiksaj işlemi sırasında lifler yalnız kısmi kristalin bir yapı kazanmakla kalmamakta, aynı zamanda amorf bölgedeki makromoleküllerin yerleşimi de önemli değişikliklere uğramaktadır. Makromoleküllerin mümkün derece düzensiz ve yumak şekline yakın bir yapı ve yerleşime sahip oldukları amorf bölgelere 'isotrop kristalin olmayan', makromoleküllerin oldukça düzenli ve açılmış bir yapı ve yerleşime sahip oldukları bölgelere de 'anisotrop kristalin olmayan bölgeler' denilmektedir. Gerdirilmemiş bir poliester lifi normal üretim şartlarında %100 amorf bir yapıya sahipken 200°C'da 90 saniye fikse edilmiş bir poliester lifi %55 kristalin, %30 anisotrop kristalin olmayan ve %15 isotrop kristalin olmayan bölgelerden oluşur. Bu özellik terbiye işlemleri açısından son derece önemlidir.

Normal poliester liflerinin yoğunluğu gördüğü termik işlemlerin şartlarına bağlı olarak 1.36 – 1.41 g/cm³ arasındadır. Poliester lifleri hidrofob bir karaktere sahip olup, normal koşullar altında içerdikleri higroskopik nem miktarı yalnızca % 0,4 civarındadır. Poliester makromoleküllerindeki ester bağlarının hidrolize uğrama yeteneğinin yüksek olmasına rağmen, suyun liflerin içerisine işlemesindeki zorluk nedeniyle poliester lifleri soğuk ve sıcak sudan fazla etkilenmemektedir. Ancak kaynar su veya su buharı uzun süre etki ettirilirse ester bağları hidrolize uğrarlar ve lif özellikleri olumsuz etkilenmeye başlar. Poliester lifleri genel olarak asitlere karşı iyi dayanıklılık gösteren liflerdir. Oda sıcaklığında kuvvetli anorganik asitlerin %30'luk konsantrasyona kadar olan çözeltilerinin uzun süre etki ettirilmesi halinde bile, poliester liflerinde önemli bir zarar söz konusu olmamaktadır. Ancak yüksek sıcaklıklarda zarar artmakta hatta poliester tamamen çözülebilmektedir.

Makromolekül zincirlerinde içerdikleri ester bağları nedeniyle poliester liflerinin bazlara karşı gösterdiği dayanıklılık sınırlıdır. Fakat diğer taraftan liflerin sıkı

moleküller üstü yapıları, lif yüzeyindeki karboksilat iyonları ve düşük dielektrisite sabiteleri nedeniyle, hidroksil iyonlarının lif içerisine işlemesi zor olduğundan, poliester liflerinin bazlara karşı dayanıklılığı yine de beklenenden oldukça yüksektir. Yapılan araştırmalar da bazların etkisinin lif yüzeyinden başladığını ve yüzeydeki makromoleküller sabunlaşarak parçalandıkça, bazın etkisinin de yavaş yavaş içeriye doğru ilerlediğini göstermiştir. (Tarakçıoğlu 1986).

2.7.2. PBT Lifleri ve Özellikleri

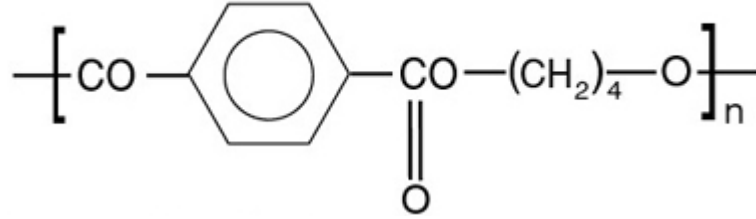
Kaynama sıcaklığında carrier kullanılmadan boyanabilen poliester lifleri elde edebilmek için liflerin camlaşma noktasının düşürmek veya 1. Camlaşma noktasında hareketlilik kazanan lif bölümlerinin büyümesini sağlamak olduğundan değişik yapıda (polietilen tereftalat esaslı olmayan) özel poliester lifleri üretilmektedir. Bunlardan biri de 1. Camlaşma noktası daha düşük ve etkili olan fakat erime noktası 200 C nın üzerinde bulunan PBT (Polibütülen Tereftalat) lifleridir. PBT lifleri etilenglikolün yerine 1,4 butandiolün kullanılmasıyla elde edilir.

Çizelge 2.7. PET ve PBT liflerinin özellikleri

	Erime Noktası (C⁰)	Camlaşma Noktası (C⁰)	Kopma Dayanımı (cN/dtex)	Kopma Uzaması (%)	Özgül Ağırlık (g/cm³)
PBT	224	40	2,5-4	30-60	1,32
PET	260	80	4-5,5	15-25	1,38

PBT liflerinin camlaşma sıcaklığı 40 C, erime sıcaklığı 224 C civarındadır. Birinci camlaşma noktasının daha düşük olması (PET liflerinde camlaşma sıcaklığı 80 C) hem de bu sıcaklık aşıldığında hareket kazanan molekül bölümlerinin biraz daha büyük olması (etilen yerine bütülen grupları) nedeniyle kaynama sıcaklığında carrier kullanılmaya gerek olmadan boyanabilmektedirler. Daha düşük erime noktasına paralel olarak yumuşama bölgesi (erime noktasının yaklaşık 20- 30 C altı, kristalin bölgeninde hareket kazandığı sıcaklık bölgesi) daha düşüktür (190-210 C) Bu nedenle termofiksaj

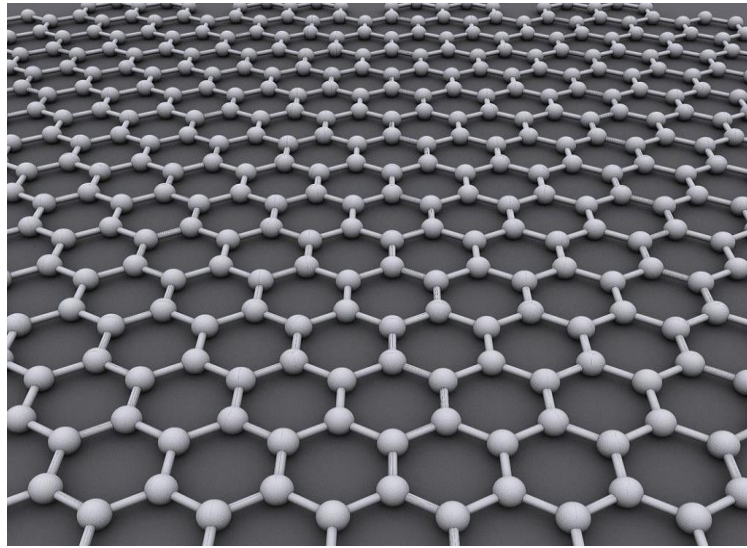
sırasında 180 C yi aşmamak gerekir. Form dayanıklılığı ve ütü yeri kalıcılığı pek iyi olmadığından giyim sektöründe yer bulamamıştır. (<http://www.arelplastics.com.tr/2014>)



Şekil 2.40. Polibutilen tereftalatın kimyasal formülü (PBT) (<http://www.pslc.ws/2013>)

2.8. Grafen ve Özellikleri

Grafen karbon atomlarının iki boyutlu altıgen bir yapıda dizilmiş formudur. Karbon atomu doğada grafit, elmas gibi çeşitli şekillerde bulunur. Grafit (“kurşun”) grafen tabakalarının üst üste binmesinden oluşur. Yani grafen grafitin tek bir tabakasıdır. Doğadaki tek iki boyutlu madde özelliği taşır.



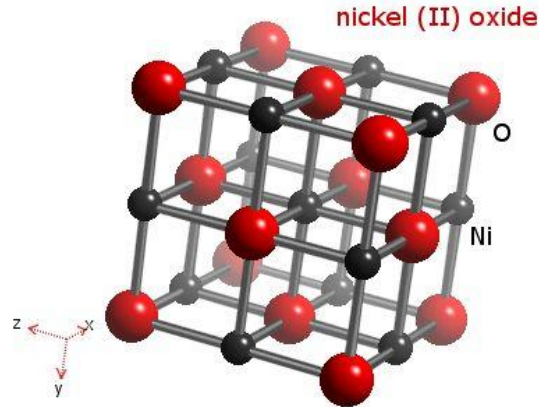
Şekil 2.41. Grafenin yapısı

C atomunun küçüklüğünden dolayı kullanımı avantajlıdır. Grafen, düzenli kristalin yapı gösterir. Kimyasal olarak çok reaktif değildir. Tek bir tabaka beyaz ışığın sadece %2,3 unu absorplar. Tabaka sayısı değiştikçe rengi değişim gösterir. Yüksek sıcaklık

direncine sahiptir. -75 ile +200 °C arasında grafenin özelliklerinde bir değişiklik gözlenmemektedir. Yüksek gerilme direncine sahiptir. Bilinen en ince malzeme olmasına rağmen aynı zamanda en güçlü malzemedir. Çelikten bile 100 kat daha güçlüdür. Çok yüksek elektron hareketliliğine sahiptir. Bu sebeple mükemmel bir iletkenidir. Grafen bu özelliğinden dolayı fotovoltaik hücreler, katlanabilir elektronik araçlar, optik cihazlar ve araştırmacıların hayal güçlerinin el verdiği bir çok uygulama bu malzemenin ümit vaat ettiği alanlardandır. (<http://www.kuark.org/2013>, <http://www.acikbilim.com/2012>)

2.9. Nikeloksit ve Özellikleri

Nikel (II) oksit, formül NiO olan kimyasal bir bileşiktir. 400 ° C üzerinde ısıtma üzerine, nikel tozu NiO vermek üzere oksijen ile reaksiyona girer. Cam hamuru, Ferrit ve porselen sırlar yapmak için seramik endüstrisinde kullanılır. NiO ayrıca Edison pil olarak bilinen pilin bir bileşenidir. 6,67 g/cm³ yoğunluğa sahiptir. Erime noktası 1955⁰C'dir. (Lascelles 2005)



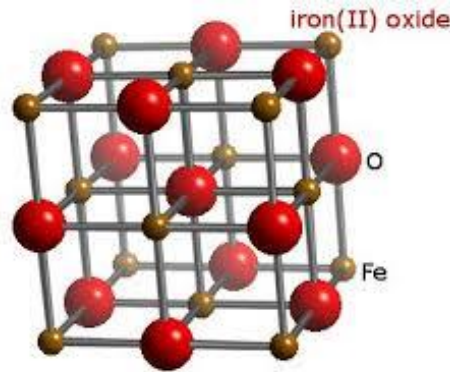
Şekil 2.42. Nikeloksitin yapısı

Bant döküm, mürekkep üretimi, pelet presleme ve diğer sulu olmayan imalat işlemleri için uygun bir tozdur. Mine için yapıştırıcı ve renklendirici maddeler; aktif optik filtreler; antiferromanyetik katmanları; ayarlanabilir yansıma ile otomotiv dikiz aynaları; katalizörler; alkalın piller için katot malzemeleri; elektrokronik malzemeleri; enerji tasarruflu akıllı camlar P-tipi saydam iletken filmler (görünür ve yakın-kızılötesi

dalga boyu aralığında ayarlanabilir emilim ve yansıma ile); seramik ve camlar için pigmentler; sıcaklık sensörleri gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. (<http://www.us-nano.com/2014>) Geçiş metalleri arasında yer alır. Demir ve kobalt gibi ferromagnetik bir metal olduğundan, magnetik alan içine konursa, güçlü bir mıknatıslanma gösterir.

2.10. Demiroksit ve Özellikleri

Demiroksit (ayrıca hematit veya manyetit olarak da bilinir) doğal oksijen ve demirden oluşur. Kimyasal formülleri Fe_2O_3 ve Fe_3O_4 dir. Demiroksit oksijen ve demirden yapılmış bir kimyasal bileşiktir. Demir yer kabuğunun yaklaşık % 5'inde bulunur ve metalik bir elementtir. Marsın kabuğu, çoğunlukla bu bileşikten oluştuğu için, kırmızı gibi görünmektedir. Marsın diğer adı bu yüzden “Kızıl Gezegen” dir. (<http://www.demirgrit.com/demiroksit-grit/> 2013)



Şekil 2.43. Demiroksitin yapısı

Doğal demiroksit pigmentleri, dört ana bölümde incelenir. Bunlar, ocher (okr), umber (ombra), sienna (siyena) ve kırmızı demiroksitlerdir. Genellikle okrlar sarıdan kırmızıya değişen tonlarda, siyenalar sarıdan turuncuya değişen tonlarda, ombralar ise koyu kahverengi tonlarında değişim gösterir. Bu sebeple boya pigmenti olarak kullanılır. Ayrıca bu pigmentler tipik coğrafyalarına göre; İspanyol kırmızısı, Afrika Okru gibi isimler alırlar.

Demiroksit pigmentlerinin başlıca kullanım alanları boya, plastik, seramik, kağıt sanayidir. Özellikle boya endüstrisinde suda çözünebilen farklı renklerin üretilmesinde önem kazanmaktadır. Demiroksit elektronik ve manyetik mürekkep sanayinde kullanılır. İnce öğütülmüş hematit aşındırıcı özelliği nedeniyle optik cilalama ve mücevherat parlatmasında, yüksek özgül ağırlığı nedeniyle de sondaj çamurunda kullanılmaktadır. (madencilikrehberi.files.wordpress.com/demiroksit/2014)

Demir atomunun en dış yörüngesinde 2 elektron bulunur. Bu sebeple iyi bir iletkendir. 5 g / cm³ gibi yüksek yoğunluğa sahiptir. Yüksek aşındırıcı özelliğinden dolayı kumlama, optik cilalama ve mücevherat parlatmasında, yüksek özgül ağırlığı nedeniyle de sondaj çamurunda ve yoğun agregalarda kullanılmaktadır. Demiroksit inert ve toksik değildir. % 0,1 nem içerirler. (<http://sunpigment.com/tr/urunler/2014>)

En belirgin özelliği bir manyetik alan veya elektrik akımı etkisiyle manyetik olmasıdır. Doğal manyetik 3 element vardır bunlardan kobalt, nikel ve demirdir. İçlerindeki en yüksek olan demiroksittir. Korozyona ve alkalilere dayanım, UV ışınlarına dayanım gösterir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada öncelikli olarak elektromanyetik radyasyondan koruma amaçlı, içinde katkı malzemesi bulunan C/S (core/sheath: merkez/kabuk) multifilament bikomponent poliester iplik üretilmiştir. İplikler 260 dtex 72 filament olarak elde edilmiştir. Katkı malzemeleri öncelikle Setaş Kimya Sanayiinde taşıyıcı malzeme olarak PBT kullanılarak masterbatch şeklinde hazırlanmıştır. Masterbatch hazırlanırken taşıyıcı malzeme olarak Shinkong Synthetic Fibers Corporation firmasına ait PBT (polibütilen tereftalat) kullanılmıştır. PBT ' nin özgül vizkozitesi 0.9 dl/g, erime noktası 225 °C dir. Katkı malzeme oranı ise tüm tiplerde %20 dir. Agregat oluşumunu önlemek için ise PBT içinde %3 tegomer kullanılmıştır. Tegomer toz formunda, yoğunluğu 0,95 g/cm³ olan sentetik vakstır. Tegomer plastikler için topaklanma önleyici olarak kullanılır.

Katkı malzemesi olarak Grafen tanecikleri, nano NiO ve nano Fe₂O₃ kullanılmıştır. Bikomponent lif oluşumunda katkı malzemeleri olarak kullanılan bu malzemeler proje kapsamında Grafen Kimya A.Ş 'den satın alınmıştır ve genel özellikleri aşağıdaki Çizelge 3.1 'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Bikomponent lif üretiminde çekirdek kısımda kullanılan katkı malzemelerinin özellikleri

Malzeme tipi	Tane Boyutu	Görünüm	Yoğunluk
Nano demiroksit	20 – 50 nm	Açık kahverengi	5 g/cm ³
Nano nikeloksit	< 100 nm	Gri siyah	6,67 g/cm ³
Grafen tanecikleri	5 micron	Siyah	2 g/cm ³

Bikomponent lif üretiminde kullanılan PET ve PBT özellikleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge3.2. Bikomponent lif üretiminde kullanılan PET ve PBT özellikleri

Malzeme adı	Marka-Tedarikçi	Özelliği	Kullanıldığı yer
PBT cips	Polyteks A Ş.	Viskozite 0,978 dl/g Erime noktası 240 ⁰ C	Bikomponent ipliğin üretiminde ipliğin öz kısımında
PET cips	Polyteks A Ş.	Viskozite 0,655 dl/g Erime noktası 260 ⁰ C	Bikomponent ipliğin üretiminde ipliğin çevre kısımında

3.2. Yöntem

Elektromanyetik radyasyondan koruma amaçlı multifilament bikomponent lif üretimi için öncelikle katkı malzemelerinin masterbatchi hazırlanmış daha sonra bikomponent lif olarak üretimi gerçekleştirilmiştir.

3.2.1.Katkı Malzemeli Masterbatch Hazırlanması

Ekstrüderde iyi ve homojen bir karışım elde etmek amacıyla katkı malzemeleri PBT taşıyıcılı masterbatch olarak hazırlanmıştır.

Masterbatchler Setaş Kimya Sanayii ‘nde Şekil 3.1’ de görülen Krauss Maffei Berstorff marka çift vida ekstrüderde çalışma hızı 400 rpm, kesici hızı 5, delik sayısı 2,% 20 katkı malzemeli olarak üretilmiştir.

Üretim parametreleri aşağıdaki Çizelge 3.3' de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Katkı malzemeli masterbatch için üretim parametreleri

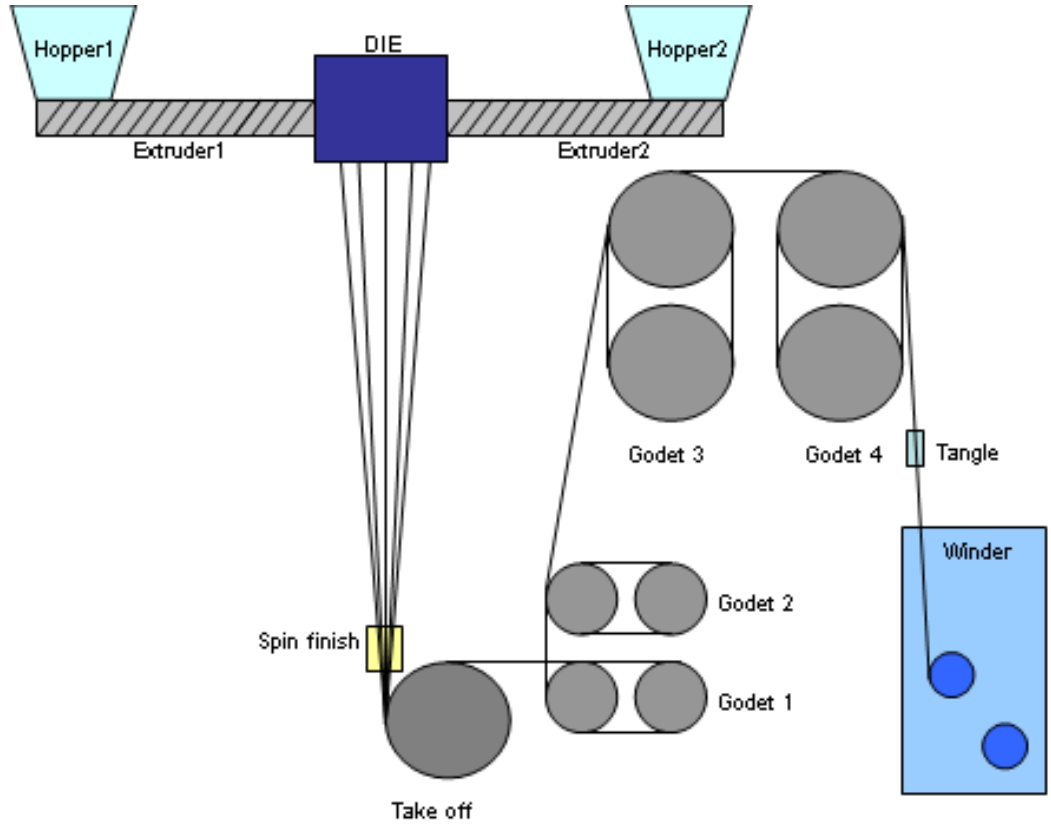
Masterbatch tipi	Ekstrüder bölge sıcaklıkları (°C)	Ekstrüder L/D (D=vida çapı)
%20 Demiroksit %3 Tegomer P121 %77 MB010 PBT	190-200-220-230-230-240-240- 250-250-260-270	42 L/D (D=25 mm)
%20 Nikeloksit %3 Tegomer P121 %77 MB010 PBT	190-200-220-230-230-240-240- 250-250-260-270	42 L/D (D=25 mm)
%20 Grafen %3 Tegomer P121 %77 MB010 PBT	190-200-220-230-230-240-240- 250-250-260-270	42 L/D (D=25 mm)



Şekil 3.1. Krauss Maffei Berstorff marka çift vida ekstrüder

3.2.2. Bikomponent İpliklerin Üretimi

Bikomponent iplikler Şekil 3.2' de görülen pilot bikomponent iplik makinesinde üretilmiştir. 1. Ekstrüderden merkezde(özde) yer alan katkı PBT beslenmiştir. 2. Ekstrüderden ise kabuk (çevre) kısımda yer alan PET beslenmiştir. Tüm üretim merkez/kabuk arasında 30/70 oranıyla yapılmıştır.



Şekil 3.2. Pilot bikomponent iplik üretim makinesi şeması



Şekil 3.3. Pilot bikomponent iplik üretim makinesi

3.2.2.1. PET / PBT Üretiminde Optimum Şartlar İçin Yapılan Çalışmalar

Çalışmada kullanılan pilot bikomponent iplik makinesinin genel özellikleri Çizelge 3.4 de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Bikomponent iplik üretiminde kullanılan makine parametreleri

Düze	72 delik- 0,3 mm-L/D=2/1
Filtrasyon kabuk (çevre)	2 kat+1 cm(500-850µm+2 kat
Filtrasyon merkez (öz)	5 kat+1 cm(500-850µm+2 kat
T^a_{ekstrüder 1} (°C)	290-295-300-300
T^a_{ekstrüder 2} (°C)	290-295-300-300
T^a_{çıkış} (°C)	310-310-310
Yükseklik (m)	1,3
Hava (hava sıcaklığı °C) - (%)	11-20
Spin finish (Limanol T35 %20) (rpm)	13

Çalışmada öncelikli olarak iplik üretimi için en iyi hangi ayarlarda daha verimli çalışıldığını belirlemek amacıyla Çizelge 3.5’ de özetlenen farklı üretim parametreleri denenmiştir.

Çizelge 3.5. PET /PBT Üretiminde Optimum Şartlar İçin Üretim Parametreleri

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hız pompa 1 (rpm)	5,05	5,68	5,68	5,59	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22
Hız Extrüder 1 (rpm)	41,00	36,00	36,00	33,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00
Basınç pompa 1(bar)	16,00	17,60	17,60	18,70	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00
Basınç ekstrüder1(bar)	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Hız pompa 2 (rpm)	5,26	6,01	6,01	6,26	7,01	7,01	7,01	7,01	7,01
Hız Extrüder 2 (rpm)	35,00	33,00	33,00	37,50	39,20	39,20	39,20	39,20	39,20
Basınç pompa 2 (bar)	31,00	32,40	32,40	34,40	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00
Basınç ekstrüder 2(bar)	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Tangle (bar)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Hız takeoff (m/dk)	775	775	775	775	775	749	723	708	708
Hız godet 1 (m/dk)	843	843	843	843	843	818	793	778	778
Hız godet 2 (m/dk)	2.196	2.196	2.196	2.196	2.196	2.196	2.196	2.196	2.196
Hız godet 3 (m/dk))	2.595	2.595	2.665	2.653	2.653	2.653	2.653	2.653	2.687
Hız godet 4 (m/dk)	2.593	2.593	2.667	2.657	2.660	2.651	2.651	2.651	2.676
Hız winder (m/dk)	2.590	2.590	2.670	2.660	2.665	2.655	2.655	2.655	2.675
T^a godet1(°C)	80	80	80	80	80	80	80	80	80
T^a godet2(°C)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
T^a godet3(°C)	110	110	110	110	110	110	110	110	110
Draw ratio	3,34	3,34	3,45	3,43	3,44	3,54	3,67	3,75	3,78

Çalışmada kullanılan PET ve PBT tüm üretimlerden önce, 6 saat 160 °C kurutulmuştur. Masterbatchler ise 5 saat boyunca 130 ° C'de kurutulmuştur.

Denemeler sonucunda Çizelge 3.5 'de görülen 8 ve 9. deneme şartlarının çalışma için en uygun olduğu görülmüştür. Üretim parametrelerine karar verildikten sonra katkı masterbatch çalışmalarına başlanmıştır.

Aşağıda, her bir katkı malzemesi için genel bilgiler verilmiş ve her bir konsantrasyon için üretim parametreleri özetlenmiştir

3.2.2.2. Merkezde Grafen İçeren Bikomponent İplik Çalışmaları

Çalışmada kullanılan pilot bikomponent iplik makinesinin genel özellikleri Çizelge 3.6' da verilmiştir. Grafen katkılı bikomponent iplik üretimi için kullanılan üretim parametreleri Çizelge 3.7' de verilmiştir.

Çizelge 3.6. Merkezde grafen içeren bikomponent iplik üretiminde kullanılan makine parametreleri

Düze	72 delik- 0,3 mm-L/D=2/1
Filtrasyon kabuk (çevre)	2 kat+1 cm(500-850µm+2 kat
Filtrasyon merkez (öz)	5 kat+1 cm(500-850µm+2 kat
T^a_{ekstrüder 1}(°C)	285-295-295-295
T^a_{ekstrüder 2}(°C)	290-295-300-300
T^a_{çıkış}(°C)	310-310-310
Yükseklik (m)	1,3
Hava (hava sıcaklığı °C) - (%)	14-20
Spin finish (Limanol T35 %20) (rpm)	15

Çizelge 3.7. Grafen katkılı bikomponent iplik üretim parametreleri

	% 1	% 2	% 3
Hız pompa 1 (rpm)	6.22	6.22	6.22
HızExtrüder 1 (rpm)	20.00	20.00	20.00
Basınç pompa 1(bar)	21.00	21.00	21.00
Basınçekstrüder 1(bar)	60,00	60,00	60,00
Hız pompa 2 (rpm)	7.01	7.01	7.01
HızExtrüder 2 (rpm)	35,00	35,00	35,00
Basınç pompa 2 (bar)	40.00	40.00	40.00
Basınçekstrüder 2(bar)	60,00	60,00	60,00
Tangle(bar)	2	2	2
Hız takeoff (m/dk)	708	708	708
Hızgodet 1 (m/dk)	778	778	778
Hızgodet 2 (m/dk)	2.196	2.196	2.196
Hızgodet 3 (m/dk)	2.687	2.687	2.687
Hızgodet 4 (m/dk)	2.660	2.660	2.660
Hızwinder(sarıcı) (m/dk)	2.660	2.660	2.660
T^agodet₁(°C)	80	80	80
T^agodet₂(°C)	100	100	100
T^agodet₃(°C)	110	110	110
Draw ratio	3,76	3,76	3,76

3.2.2.3. Merkezde Nikeloksit İçeren Bikomponent İplik Çalışmaları

Çalışmada kullanılan pilot bikomponent iplik makinesinin genel özellikleri Çizelge 3.8’ da verilmiştir.

Çizelge 3.8. Merkezde nikeloksit içeren bikomponent iplik üretiminde kullanılan makine parametreleri

Düze	72 delik- 0,3 mm-L/D=2/1
Filtrasyon kabuk (çevre)	2 kat+1 cm(500-850µm+2 kat
Filtrasyon merkez (öz)	5 kat+1 cm(500-850µm+2 kat
T^a_{ekstrüder 1}(°C)	285-290-295-295
T^a_{ekstrüder 2}(°C)	295-295-300-300
T^a_{çıkış}(°C)	310-310-310
Yükseklik (m)	1,3
Hava (hava sıcaklığı °C) - (%)	14-20
Spin finish (Limanol T35 %20) (rpm)	15

Nikeloksit katkılı bikomponent iplik üretimi için kullanılan üretim parametreleri Çizelge 3.9’ da verilmiştir.

3.2.2.4. Merkezde Demiroksit İçeren Bikomponent İplik Çalışmaları

Çalışmada kullanılan pilot bikomponent iplik makinesinin genel özellikleri Çizelge 3.10’ da verilmiştir.

Demiroksi katkılı bikomponent iplik üretimi için kullanılan üretim parametreleri Çizelge 3.11’ de verilmiştir.

Çizelge 3.9. Nikeloksit katkılı bikomponent iplik üretim parametreleri

	% 1	% 2	% 3
Hız pompa 1 (rpm)	6.22	6.22	6.22
HızEkstrüder 1 (rpm)	41.00	39.00	39.00
Basınç pompa 1(bar)	33.40	38.00	42.00
BasınçEkstrüder 1(bar)	60,00	60,00	60,00
Hız pompa 2 (rpm)	7.01	7.01	7.01
HızEkstrüder 2 (rpm)	35,00	35,00	35,00
Basınç pompa 2 (bar)	40.00	40.00	40.00
BasınçEkstrüder 2(bar)	60,00	60,00	60,00
Tangle(bar)	2	2	2
Hız takeoff (m/dk)	929	929	708
Hızgodet 1 (m/dk)	994	994	778
Hızgodet 2 (m/dk)	1.996	1.996	2.196
Hızgodet 3 (m/dk)	2.687	2.687	2.687
Hızgodet 4 (m/dk)	2.665	2.665	2.670
Hızwinder(sarıcı) (m/dk)	2.670	2.670	2.670
T^agodet₁(°C)	80	80	80
T^agodet₂(°C)	100	100	100
T^agodet₃(°C)	110	110	110
Draw ratio	2.87	2.87	3.77

Çizelge 3.10. Merkezde demiroksit içeren bikomponent iplik üretiminde kullanılan makine parametreleri

Düze	72 delik- 0,3 mm-L/D=2/1
Filtrasyon kabuk (çevre)	2 kat+1 cm(500-850µm+2 kat
Filtrasyon merkez (öz)	5 kat+1 cm(500-850µm+2 kat
T^aekstrüder 1(°C)	290-295-300-300
T^aekstrüder 2(°C)	290-295-300-300
T^açıkış(°C)	310-310-310
Yükseklik (m)	1,3
Hava (hava sıcaklığı °C) - (%)	14-20
Spin finish (Limanol T35 %20) (rpm)	16

Çizelge 3.11. Demiroksit katkılı bikomponent iplik üretim parametreleri

	% 1	% 2	% 3
Hız pompa 1 (rpm)	6.22	6.22	6.22
HızExtrüder 1 (rpm)	37.00	37.00	37.00
Basınç pompa 1(bar)	19.80	21.40	23.00
Basınçekstrüder 1(bar)	60,00	60,00	60,00
Hız pompa 2 (rpm)	7.01	7.01	7.01
HızExtrüder 2 (rpm)	37,00	37,00	37,00
Basınç pompa 2 (bar)	35.00	35.00	35.00
Basınçekstrüder 2(bar)	60,00	60,00	60,00
Tangle(bar)	1	1	1
Hız takeoff (m/dk)	929	-	-
Hızgodet 1 (m/dk)	994	-	-
Hızgodet 2 (m/dk)	1.446	-	-
Hızgodet 3 (m/dk)	2.482	-	-
Hızgodet 4 (m/dk)	2.588	-	-
Hızwinder(sarıcı) (m/dk)	2.590	-	-
T^agodet₁(°C)	80	-	-
T^agodet₂(°C)	100	-	-
T^agodet₃(°C)	110	-	-
Draw ratio	2.79	-	-

3.2.3. Ekranlama Etkinliği Testleri İçin İpliklerin Yüzey Haline Getirilmesi

Çalışma kapsamında ekranlama etkinliği testlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla ipliklerin kumaş haline getirilmesi için Politeks A.Ş de Harry Lucas marka çorap örme makineleri kullanılmıştır. Numuneler iki ayrı makinede dolayısıyla iki ayrı sıklıkta RL örgü ile örülmüştür. Çorap örme makinelerinin özellikleri Çizelge 3.12' de verilmiştir.

Çizelge. 3.12. Çorap örme makinelerinin teknik özellikleri

Makine numarası	7701	8299
Makine çapı	3 1/2 "	3 1/2 "
Makine inceliği	22	18
İğne sayısı	240	198

3.2.4. Kumaş numunelerinin yıkama işlemleri

Kumaşların Yıkamalar sonrası elektromanyetik koruma etkinliğini ölçmek için AITCC 135-2004 standart test metodu kullanılmıştır. Test metoduna göre numune kumaşlar 30 C de hassas yıkamada toplam ağırlık sabit tutularak (1,8 kg) 66 gr deterjanla 1, 3 5 ve 10 tekrarlı yıkamalar yapılmıştır.

3.2.5. Kumaş numunelerinin boyama işlemleri

Ekranlama etkinliği testlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla üretilen kumaşların boyama işlemleri Polytex A.Ş. de Desax marka numune boyama makinesinde gerçekleştirilmiştir. Öncelikle 150 mlt pH düzenleyici (RucoAcid) kazana ilave edilmiş,%1,5lik Pes boyası (Terasil Blue 3RL) koyarak boya çözeltisi hazırlanmıştır. Çorap ağırlığının %50' si kadar boya çözeltisi, %3'ü kadar emülgatör (Rucogal car) ve 10 ml. Kırık önleyici (Rucolin BIK) sıcak su ile karıştırılarak boya haznesinden içeri verilmiştir. Numuneler rulo şeklinde hiç bükülmemesine dikkat edilerek boya makinasına takılmış ve iki ucu birbirine dikilmiştir. Boyama işlemi, 5 kademedeki Çizelge 3.13' de belirtilen süre ve sıcaklıklarda gerçekleşmiştir.

Çizelge 3.13 Kumaş numuneleri için boyama şartları

Kademe	Süre(dakika)	Sıcaklık(°C)
1	25	65
2	30	95
3	30	95
4	20	65
5	15	20

3.2.6. Uygulanan Test Yöntemleri

3.2.6.1. İplik Numarası Tayini Ölçümleri

İpliklerin numaraları iplik sarım çıkırığında (Şekil 3.3) DIN EN ISO 2060 standardına uygun olarak Polyteks A.Ş laboratuvarında ölçülmüştür. Çıkırık üzerine iplik numara ölçümü için gerekli olan belirli uzunluktaki (100 m) iplik sarılmış ve elde edilen çilelerin Mettler ToledoAB 204-S marka hassas terazide tartılarak iplik numarası ölçülmüştür.



Şekil 3.4. İplik sarım çıkırığı

3.2.6.2. Kopma Mukavemet Test Ölçümleri

İplik kopma mukavemet ölçümleri Polyteks A.Ş. laboratuvarında Statimat Me+ cihazında yapılmıştır. (Şekil 3.5) Cihaz DIN EN ISO 2062 standardına göre çalışmaktadır . Cihazda üst çene sabit alt çene hareketlidir. Cihaz her bobinden beş ölçüm almaktadır. Testlerde FDY iplik standartları kullanılmıştır. Çeneler arası mesafe 500 mm, Test hızı 530 mm/dk olarak alınmıştır. Yük hücresi 100 N ‘dur.



Şekil 3.5. Statimat Me+ İplik mukavemet test ölçüm cihazı

3.2.6.3.İpliklerin Shrinkage Ölçümleri

Shrinkage ölçümleri testi Polyteks A.Ş. laboratuvarında Texturmat Me+ cihazında yapılmıştır.(Şekil 3.6) Cihaz DIN 53866 standardına uygundur. Çizelgede gösterilen cihaz kullanma talimatına göre iplik numarası ortalama 260 dtex olduğundan çıkırığa 5 metre iplik sarılmıştır. Her bobinden ikişer numune alınmıştır ve ortalama değer yazılmıştır. Numuneler şekilde gösterildiği gibi ucunda ağırlık takılı kafese yerleştirilmiştir. Ağırlıklar 2,5 gramdır. Kafes cihaza yerleştirilir, iplik uzunluğu ve kaç bobin olduğu sisteme girilir. Yerleştirilen numunelere kuvvet uygulanmadan uzunluğuna bakılır. Numuneler 190 °C 'de 5 dakika etüvde bekletilmiştir. Numuneler soğumaya bırakılmıştır. Soğuduktan sonra tekrar cihaza takılarak iplik uzunluğu ölçülmüştür. Böylece % kaç çekme olduğu bulunmuştur.



Şekil 3.6.Texturmat Me+ İplik Shrinkage test ölçüm cihazı

3.2.6.4. İplik Düzensüzlük Ölçümleri

İplik düzensüzlük ölçümleri DIN 53817 standardına uygun olarak Evennes Tester 80 cihazında yapılmıştır. (Şekil 3.7)



Şekil. 3.7. Evennes Tester 80 iplik düzensüzlük test ölçüm cihazı

3.2.6.5. Kumaşların Elektrik İletkenliği (S/cm) Değerlerinin Ölçülmesi

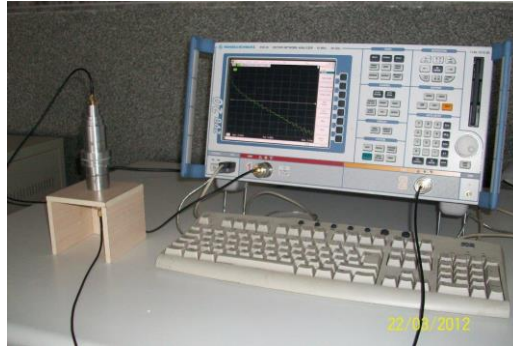
İletkenlik ölçümü için Şekil 3.8'deki dört probu iletkenlik ölçüm cihazı kullanılmıştır. İlk olarak ipliklerin mikrometre ile çapları ölçülmüştür. Ardından iki plaka arasında gönderdiği akım ile ölçüm yapan makinada plakalar arasına numune kumaşlar yerleştirilmiştir. Ardından makinaya ipliklerin çapları girilerek makinada otomatik olarak hesaplanan Siemens (Siemens: İletkenlik ölçü birimidir. Elektrik direnci (R) nin tersi yani $1/R$ dir.) değerleri alınmıştır.



Şekil 3.8. 4 nokta prob elektrik iletkenlik ölçüm cihazı

3.2.6.6. Kumaşların Ekranlama Etkinliğinin (SE) Ölçülmesi

Kumaş numunelerinin ekranlama etkinliklerinin (SE) ölçümü koaksiyel tutucu metodu (Coaxial Holder Method) ile ASTM D 4935 standardına göre yapılmıştır.



Şekil 3.9. Kumaşların koaksiyel tutucu metodu ile SE ölçümlerinin yapıldığı test düzeneği.

Bu ölçüm sisteminde, flanşlı bir koaksiyel tutucu ve S parametrelerini (S11 ve S21 yansıma ve araya girme kayıpları) ölçebilen R&S ZVB20 model bir network analizör bulunmaktadır. (Şekil 3.9) S parametrelerinin ölçümü ile toplam ekranlama etkinliği içerisinde yansıma ve soğurmanın katkıları belirlenebilmektedir.

3.2.6.7. SEM Görüntüleme

Numunelerin SEM görüntüleri için Şekil 3.10' daki Carl ZeissEvo 40model cihazı kullanılmıştır.



Şekil 3.10. Carl ZeissEvo 40 model SEM görüntüleme cihazı

3.2.6.7. Mikroskop görüntüleme

İpliklerin kesitalanı Leitz Wetzler marka mikroskopla, diğer görüntüler Jeica M205 Sterio mikroskopla görüntülenmiştir. (Şekil 11)



a.



b.

Şekil 3.11 a. Leitz Wetzler marka mikroskop, **b.** Jeica M205 Stereo mikroskop

3.2.6.8. Boyanmış numunelerin renk ölçümleri

Boyanmış kumaş numunelerinin renk ölçümleri Şekil 3.12'deki Konica Minolta CM 3600d spektrometre ile ölçülmüştür.



Şekil 3.12 Konica Minolta CM 3600d spektrometre

3.2.6.9. Sonuçların Değerlendirilmesi İçin İstatistiksel Model

Sonuçların analizlerinde SPSS istatistiksel analiz programı kullanılmıştır. Değerlendirmelerde, grafen, nikeloksit ve demiroksit katkılı iplikler ve bu ipliklerden üretilen kumaşlar kendi grupları içinde ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Tüm kumaş grupları için elektromanyetik ekranlama etkinliğine kumaş sıklığının ve katkı oranının etkileri varyans analizi yapılarak değerlendirilmiştir. Alt grupların homojenliği SNK (Student Newman Kleus) testi yapılarak değerlendirilmiştir.

Ölçüm sonuçlarına ait verilerin değerlendirilmesinde kullanılan tek, iki ve üç faktörlü tamamen tesadüfi dağılımlı varyans analizi tekniklerinin matematiksel modelleri şu şekildedir:

Tek faktörlü varyans analiz tekniği

$$Y_{ij} = \mu + A_j + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} : A faktörünün j'inci seviyesindeki i'inci gözlem

μ : A faktörün bütün seviyeleri için ortak etki (her zaman sabit)

A_j : A faktörünün j'inci seviyesindeki etkisi $j = 1, 2, \dots, a$

ϵ_{ij} : A faktörünün j'inci seviyesindeki i'inci gözlemde bulunan tesadüfi hata

$i = 1, 2, \dots, b$

İki faktörlü varyans analiz tekniği

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \epsilon_{k(ij)}$$

Y_{ijk} : Birinci (A) faktörün i'inci ve ikinci (B) faktörün j'inci seviyelerindeki k'inci gözlem

μ : Her iki faktörün bütün seviyeleri için ortak etki (her zaman sabit)

A_i : Birinci faktörün i'inci seviyesindeki etkisi $i = 1, 2, \dots, a$

B_j : İkinci faktörün j'inci seviyesindeki etkisi $j = 1, 2, \dots, b$

AB_{ij} : A ve B faktörlerinin ij'deki kesişimlerinin etkisi

$\epsilon_{k(ij)}$: A ve B faktörlerinin ij'deki kesişimindeki k'inci gözlemde bulunan tesadüfi hata

$k = 1, 2, \dots, n$

Bu tasarımda hipotezler,

Üç faktörlü varyans analizi tekniği

$$Y_{ijkm} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + C_k + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + \varepsilon_{m(ijk)}$$

Y_{ijkm} : Birinci (A) faktörün i'inci, ikinci (B) faktörün j'inci ve üçüncü (C) faktörünün

k'inci seviyelerindeki m'inci gözlem

μ : Her iki faktörün bütün seviyeleri için ortak etki (her zaman sabit)

A_i : Birinci faktörün i'inci seviyesindeki etkisi $i = 1, 2, \dots, a$

B_j : İkinci faktörün j'inci seviyesindeki etkisi $j = 1, 2, \dots, b$

C_k : Üçüncü faktörün k'inci seviyesindeki etkisi $k = 1, 2, \dots, n$

AB_{ij} : A ve B faktörlerinin ij'deki kesişimlerinin etkisi

AC_{ik} : A ve C faktörlerinin ik'deki kesişimlerinin etkisi

BC_{jk} : B ve C faktörlerinin jk'deki kesişimlerinin etkisi

ABC_{ijk} : A, B ve C faktörlerinin ijk'deki kesişimlerinin etkisi

$\varepsilon_{m(ijk)}$: A, B ve C faktörlerinin ijk'deki kesişimlerindeki m'inci gözlemde bulunan tesadüfi hata $m = 1, 2, \dots, z$

4. BULGULAR

4.1. Numune ipliklere ait Deneysel Çalışma Sonuçları

Çalışma kapsamında üretilen numune ipliklere ait deneysel çalışma sonuçları % 100 poliester iplikler ve katkı malzemesi içerikli bikomponent poliester iplikler olmak üzere iki grupta verilmiştir.

4.1.1. Referans İçin üretilen % 100 Poliester İpliklere ait Deneysel Çalışma Sonuçları

Üretilen katkılı bikomponent poliester ipliklerin test ölçüm sonuçlarını karşılaştırabilmek için 260/72 dtex/filaman % 100 poliester iplikler üretilmiştir. % 100 poliester ipliklerin fiziksel özellikleri test edilmiş ve test ölçümü sonuçlarının ortalamaları ve bu ortalamalara ait standart sapma değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Katkısız Poliester ipliklerin fiziksel özellikleri test ölçüm sonuçları

	Ortalama(\bar{x})	Standart sapma (ss)
İplik numaraları* (dtex)	260,5	0,69
Shrinkage (%)* (%)	10,66	0,11
Düzensüzlük* (%CV)	0,83	0,05
Uzama** (%)	35,1	1,21
Kopma Yüğü** (cN)	661,31	15,74
Kopma mukavemeti** (cN/dtex)	3,73	0,13

*Ortalama değer için 5 ölçüm sonucunun aritmetik ortalaması alınmıştır.

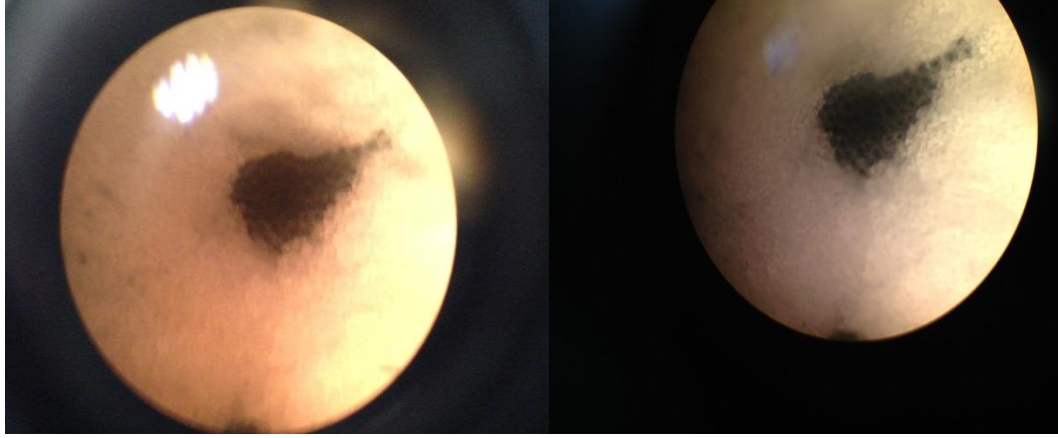
**Ortalama değer için 20 ölçüm sonucunun aritmetik ortalaması alınmıştır.

4.1.2. Katkılı Bikomponent Poliester İpliklere ait Bulgular

Çalışma kapsamında bikomponent iplik üretiminde grafen, nano nikeloksit ve nano demiroksit katkı malzemeleri kullanılmış ve bunlara ait deneysel çalışma sonuçları aşağıda verilmiştir.

4.1.2.1. Grafen Katkılı Bikomponent Poliester İpliklere ait Deneysel Çalışma Sonuçları

Çalışma kapsamında üretilen grafen katkıli bikomponent poliester ipliklerin enine kesit görüntüsü Şekil 4.1’ de verilmiştir.



Şekil. 4.1. Grafen katkıli poliester bikomponent lifin enine kesit görüntüsü

Grafen katkıli bikomponent poliester ipliklerin test ölçüm sonuçları % 1, % 2, %3 masterbatch katkı oranları için Çizelge 4.2.’ de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Grafen katkıli bikomponent Poliester ipliklerin fiziksel özellikleri test ölçüm sonuçları

	% 1		% 2		% 3	
	x	ss	x	ss	x	Ss
İplik numaraları* (dtex)	261,56	0,83	261,39	0,39	262,16	0,83
Shrinkage (%)* (%)	12,262	0,54	12,8	0,05	13,092	0,09
Düzensüzlük* (%CV)	4,096	0,38	3,554	0,19	3,226	0,14
Uzama* (%)	33,609	2,21	35,946	2,52	35,713	1,76
Kopma Yüğü** (cN)	663,79	25,12	699,50	28,87	708,23	27,08
Kopma mukavemeti** (cN/dtex)	2,53	0,09	2,67	0,11	2,7	0,10

*Ortalama değer için 5 ölçüm sonucunun aritmetik ortalaması alınmıştır.

**Ortalama değer için 20 ölçüm sonucunun aritmetik ortalaması alınmıştır.

4.1.2.2. Nikeloksit (NiO) Katkılı Bikomponent Poliester İpliklere ait Deneysel Çalışma Sonuçları

Çalışma kapsamında üretilen nikeloksit katkıli bikomponent poliester ipliklerin enine kesit görüntüsü Şekil 4.2' de verilmiştir.



Şekil. 4.2. Nikeloksit katkıli poliester bikomponent lifin enine kesit görüntüsü

Nikeloksit katkıli bikomponent poliester ipliklerin test ölçüm sonuçları % 1, % 2 masterbatch katkı oranları için Çizelge 4.3.' de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Nikeloksit katkıli bikomponent Poliester ipliklerin fiziksel özellikleri test ölçüm sonuçları

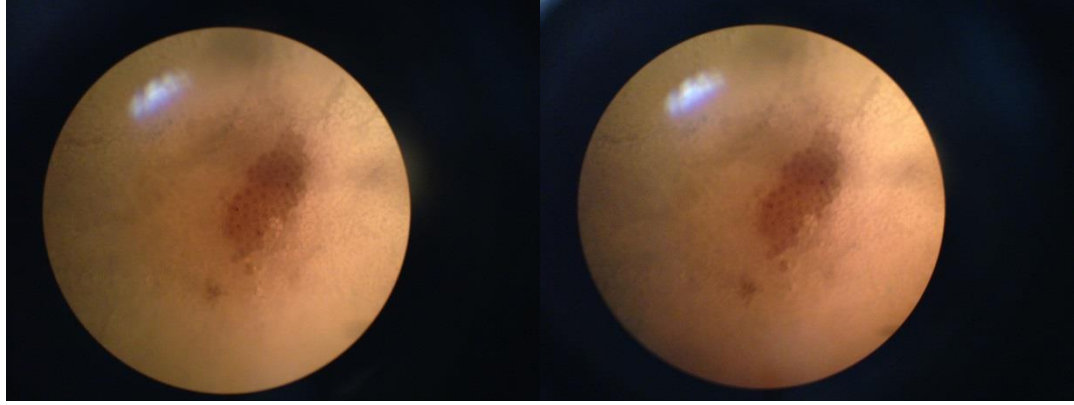
	% 1		% 2	
	\bar{x}	Ss	\bar{x}	ss
İplik numaraları* (dtex)	261,18	2,02	261,66	2,27
Shrinkage (%)* (%)	9,94	0,09	13,38	0,39
Düzensüzlük* (%CV)	6,26	0,66	9,9	0
Uzama* (%)	36,485	11,89	35,640	4,37
Kopma Yüğü** (cN)	416,94	41,19	417,82	20,44
Kopma mukavemeti** (cN/dtex)	1,56	0,19	1,59	0,07

*Ortalama değer için 5 ölçüm sonucunun aritmetik ortalaması alınmıştır.

**Ortalama değer için 20 ölçüm sonucunun aritmetik ortalaması alınmıştır.

4.1.2.3. Demiroksit (Fe₂O₃) Katkılı Bikomponent Poliester İpliklere ait Deneysel Çalışma Sonuçları

Çalışma kapsamında üretilen nikeloksit katkıli bikomponent poliester ipliklerin enine kesit görüntüsü Şekil 4.4' de verilmiştir.



Şekil. 4.3. Demiroksit katkıli poliester bikomponent lifin enine kesit görüntüsü

Demiroksit katkıli bikomponent poliester ipliklerin test ölçüm sonuçları % 1 masterbatch katkı oranı için Çizelge 4.3.' de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Demiroksit katkıli bikomponent Poliester ipliklerin fiziksel özellikleri test ölçüm sonuçları

	% 1	
	x	ss
İplik numaraları* (dtex)	268,14	3,36
Shrinkage (%)* (%)	9,34	0,16
Düzensüzlük* (%CV)	-	-
Uzama* (%)	48,824	4,88
Kopma Yüğü** (cN)	396,25	25,29
Kopma mukavemeti** (cN/dtex)	1,51	0,09

*Ortalama değeri için 5 ölçüm sonucunun aritmetik ortalaması alınmıştır.

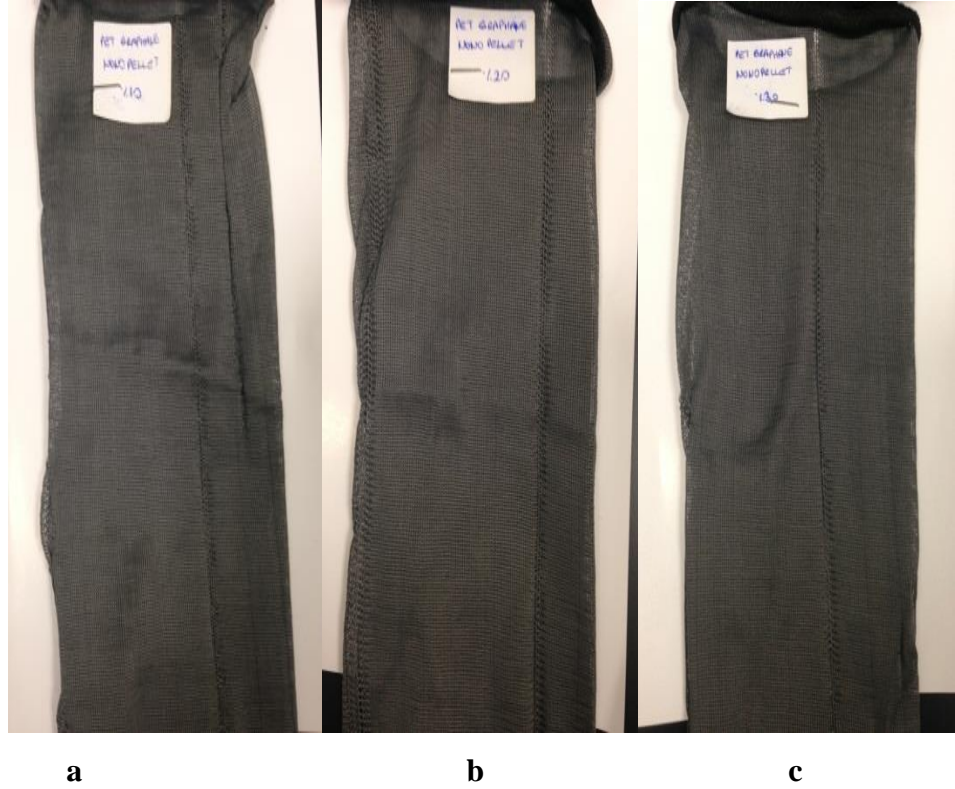
**Ortalama değeri için 20 ölçüm sonucunun aritmetik ortalaması alınmıştır.

4.2. Numune Kumaşlara ait Deneysel Çalışma Sonuçları

Çalışma kapsamında üretilen numune kumaşlara ait deneysel çalışma sonuçları bu bölümde verilmiştir. İpliklerdeki katkı malzemelerinin SE değerleri üzerindeki etkisini görebilmek amacı ile % 100 poliester numune kumaş üretilmiştir.

4.2.1.Kumaşların Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi için Yapılan Deneysel Çalışma Sonuçları

Çorap örme makinesinde 2 farklı sıklıkta kumaş üretilmiştir. Üretilen kumaş numuneleri Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6' da görülmektedir.



Şekil 4.4. a. %1 grafen içeren bikomponent iplikle örülmüş yüzey, **b.** %2 grafen içeren bikomponent iplikle örülmüş yüzey, **c.** %3 grafen içeren bikomponent iplikle örülmüş yüzey



a.

b.

Şekil 4.5.a. %1 Nikeloksit içeren bikomponent iplikle örülmüş yüzey, **b.** % 2 Nikeloksit içeren bikomponent iplikle örülmüş yüzey



Şekil 4.6. %1 Demiroksit içeren bikomponent iplikle örülmüş yüzey

Çorap örme makinesinde üretilen kumaş numunelerinin sıra ve çubuk sayıları, kalınlık (mm) değerleri Çizelge 4.5 'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.5. Çorap örme makinesinde üretilen kumaş numunelerinin sıra/cm, çubuk/cm, ölçüm sonuçları

Kumaş tipi	Sıklık 1		Sıklık 2	
	sıra/cm	çubuk/cm	sıra/cm	çubuk/cm
% 100 Poliester	9	10	8	8
Grafen katkılı	9	10	8	8
Ni0 katkılı	9	10	8	8
Fe ₂ O ₃ katkılı	9	10	8	8

Kumaş numunelerinin boya alımları arasında farklılık olup olmadığını tespit etmek amacıyla numune örgü makinesinde üretilen kumaş numunelerinin sıra ve çubuk sayıları değerleri Çizelge 4.6'da özetlenmiştir.

Çizelge 4.6. Boyama çalışması sonrası kumaş numunelerinin sıra/cm, çubuk/cm ölçüm sonuçları.

Kumaş tipi	Sıklık 1		Sıklık 2	
	sıra/cm	çubuk/cm	sıra/cm	çubuk/cm
% 100 Poliester	10	11	8	10
Grafen katkılı	10	11	8	10
Ni0 katkılı	10	11	8	10
Fe ₂ O ₃ katkılı	10	11	8	10

Kumaş numunelerinin yıkamalar sonrası arasında farklılık olup olmadığını tespit etmek amacıyla numune örgü makinesinde üretilen kumaş numunelerinin sıra ve çubuk sayıları değerleri Çizelge 4.7’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.7. Yıkama çalışması sonrası kumaş numunelerinin sıra/cm, çubuk/cm ölçüm sonuçları

	Sıklık 1		Sıklık 2	
	sıra/cm	çubuk/cm	sıra/cm	çubuk/cm
1.yıkama	10	11	9	10
3.yıkama	10	11	9	10
5.yıkama	10	11	10	10
10.yıkama	10	11	10	10

4.2.2. Kumaşların Ekranlama Etkinliğinin Belirlenmesi için Yapılan Deneysel Çalışma Sonuçları

Bu bölümde, kumaş numunelerinin ekranlama etkinliği ölçümleri ASTM-D 4935 standardını esas alan koaksiyel tutucu metodu ile yapılmıştır. Ölçümler, ASTM D-9935 standardına uyarlanarak yapılan ölçüm aparatında 30 MHz-2 GHz frekans aralığında gerçekleştirilmiştir. Numunelerin boyama öncesi ve sonrası ekranlama etkinliği değerleri sırayla Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.8. % 100 poliester ve katkılı kumaşların ekranlama etkinliği ölçüm sonuçları

Kumaş tipi		Ekranlama Etkinliği (SE)					
		30MHz	300MHz	600MHz	900MHz	1200MHz	2000MHz
Sıklık 1	% 100 poliester	9,73	4,36	3,87	4,07	3,51	0,00
	% 1Grafen katkılı	17,91	13,92	11,77	9,17	3,02	0,00
	% 2Grafen katkılı	17,98	13,97	11,49	9,03	3,11	0,00
	% 3Grafen katkılı	24,57	21,24	17,42	13,41	5,24	0,00
	% 1Ni0 katkılı	10,47	7,98	7,13	6,24	2,43	0,00
	% 2Ni0 katkılı	17,98	14,96	12,85	10,26	3,98	0,00
	% 1Fe ₂ O ₃ katkılı	18,78	16,16	14,05	11,28	4,75	0,00

Çizelge 4.8. devam

% 100 poliester	Sıklık 2	9,21	4,58	4,02	4,30	3,86	0,00
% 1Grafen katkılı		10,33	5,49	5,09	5,01	1,34	0,00
% 2Grafen katkılı		8,07	3,99	4,52	5,05	1,28	0,00
% 3Grafen katkılı		7,49	4,05	4,5	5,07	1,5	0,00
% 1Ni0 katkılı		10,79	7,06	5,84	5,06	1,56	0,00
% 2Ni0 katkılı		16,99	13,87	11,38	8,91	3,07	0,00
% 1Fe ₂ O ₃ katkılı		13,59	7,56	6,86	6,67	3,21	0,00

Çizelge 4.9. Boyama sonrası % 100 poliester ve katkılı kumaşların ekranlama etkinliği ölçüm sonuçları

		Ekranlama Etkinliği (SE)					
Kumaş tipi		30MHz	300MHz	600MHz	900MHz	1200MHz	2000MHz
% 100 poliester	Sıklık 1	10,34	7,22	6,62	6,96	4,45	0,00
% 1Grafen katkılı		9,65	10,20	9,29	8,79	4,84	0,00
% 2Grafen katkılı		9,19	6,13	5,80	6,29	3,97	0,00
% 3Grafen katkılı		8,99	5,95	5,56	6,16	3,83	0,00
% 1Ni0 katkılı		9,50	5,87	5,49	6,08	4,04	0,00
% 2Ni0 katkılı		9,30	5,20	4,52	5,25	3,59	0,00
% 1Fe ₂ O ₃ katkılı		10,98	6,35	5,59	6,46	4,9	0,00
% 100 poliester	Sıklık 2	8,09	5,62	5,30	5,54	4,82	0,00
% 1Grafen katkılı		9,77	4,55	5,68	4,28	3,83	0,00
% 2Grafen katkılı		9,53	5,67	3,99	5,64	4,52	0,00
% 3Grafen katkılı		9,77	4,54	4,06	4,37	3,93	0,00
% 1Ni0 katkılı		9,94	6,40	6,52	6,63	5,52	0,00
% 2Ni0 katkılı		9,26	5,02	4,38	4,75	4,38	0,00
% 1Fe ₂ O ₃ katkılı		10,37	5,45	4,71	5,11	4,89	0,00

Numunelerin 1 ve 3 yıkama sonrası ekranlama etkinliği değerleri sırayla Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Numunelerin 5 ve 10 yıkama sonrası ekranlama etkinliği değerleri sırayla Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.10. 1 Yıkama sonrası katkıli kumaşların ekranlama etkinliği ölçüm sonuçları

Kumaş tipi		Ekranlama Etkinliği (SE)					
		30MHz	300MHz	600MHz	900MHz	1200MHz	2000MHz
% 1Grafen katkıli	Sıklık 1	31,69	22,765	16,97	13,36	5,47	0,00
% 2Grafen katkıli		33,52	23,96	18,13	14,41	5,99	0,00
% 3Grafen katkıli		35,36	22,50	16,81	13,05	4,71	0,00
% 1Ni0 katkıli		31,06	22,98	16,49	12,97	4,46	0,00
% 2Ni0 katkıli		32,73	24,13	17,17	13,35	4,7	0,00
% 1Fe ₂ O ₃ katkıli		33,40	24,33	18,29	14,97	4,9	0,00
% 1Grafen katkıli	Sıklık 2	27,47	21,63	15,92	12,21	3,56	0,00
% 2Grafen katkıli		27,97	20,75	14,99	11,16	5,9	0,00
% 3Grafen katkıli		24,59	21,58	17,87	13,68	2,48	0,00
% 1Ni0 katkıli		31,21	21,61	15,67	12,33	3,47	0,00
% 2Ni0 katkıli		29,34	22,19	16,49	12,91	4,46	0,00
% 1Fe ₂ O ₃ katkıli		31,54	22,12	16,24	13,00	7,18	0,00

Çizelge 4.11. 3 Yıkama sonrası katkıli kumaşların ekranlama etkinliği ölçüm sonuçları

Kumaş tipi		Ekranlama Etkinliği (SE)					
		30MHz	300MHz	600MHz	900MHz	1200MHz	2000MHz
% 1Grafen katkıli	Sıklık 1	32,18	22,20	16,31	12,45	3,74	0,00
% 2Grafen katkıli		33,25	24,25	18,43	14,84	6,65	0,00
% 3Grafen katkıli		28,77	24,20	18,41	14,82	6,79	0,00
% 1Ni0 katkıli		33,83	24,92	17,7	13,95	5,61	0,00
% 2Ni0 katkıli		33,68	24,88	19,11	15,54	7,44	0,00
% 1Fe ₂ O ₃ katkıli		31,36	24,01	18,01	14,65	5,22	0,00
% 1Grafen katkıli	Sıklık 2	36,39	21,90	13,33	12,53	4,17	0,00
% 2Grafen katkıli		33,40	23,59	18,00	14,24	5,9	0,00
% 3Grafen katkıli		31,64	23,22	17,87	13,68	5,04	0,00
% 1Ni0 katkıli		36,01	23,68	17,78	14,22	5,7	0,00
% 2Ni0 katkıli		39,90	23,4	17,70	13,95	5,61	0,00
% 1Fe ₂ O ₃ katkıli		31,99	22,87	16,98	13,47	6,44	0,00

Çizelge 4.12. 5 Yıkama sonrası katkılı kumaşların ekranlama etkinliği ölçüm sonuçları

		Ekranlama Etkinliği (SE)					
Kumaş tipi		30MHz	300MHz	600MHz	900MHz	1200MHz	2000MHz
% 1Grafen katkılı	Sıklık 1	32,48	23,66	17,82	14,11	5,71	0,00
% 2Grafen katkılı		30,22	23,46	17,99	13,89	5,5	0,00
% 3Grafen katkılı		30,99	24,11	18,22	14,47	5,85	0,00
% 1Ni0 katkılı		32,26	23,49	15,48	11,74	3,36	0,00
% 2Ni0 katkılı		35,55	24,26	17,68	13,97	5,52	0,00
% 1Fe ₂ O ₃ katkılı		33,30	24,76	18,73	15,36	3,81	0,00
% 1Grafen katkılı	Sıklık 2	28,37	20,60	14,98	11,08	2,26	0,00
% 2Grafen katkılı		26,34	20,96	15,32	11,56	3,17	0,00
% 3Grafen katkılı		29,07	20,63	17,54	11,08	2,27	0,00
% 1Ni0 katkılı		29,38	20,61	14,63	11,00	2,17	0,00
% 2Ni0 katkılı		28,31	21,18	15,48	11,74	3,36	0,00
% 1Fe ₂ O ₃ katkılı		27,44	21,55	15,62	12,19	7,23	0,00

Çizelge 4.13. 10 Yıkama sonrası katkılı bikomponent poliester kumaşların ekranlama etkinliği ölçüm sonuçları

		Ekranlama Etkinliği (SE)					
Kumaş tipi		30MHz	300MHz	600MHz	900MHz	1200MHz	2000MHz
% 1Grafen katkılı	Sıklık 1	36,68	23,91	18,11	14,53	6,58	0,00
% 2Grafen katkılı		36,75	24,74	18,86	15,26	7,2	0,00
% 3Grafen katkılı		36,6	24,95	19,14	15,62	7,74	0,00
% 1Ni0 katkılı		37,65	24,16	16,42	12,81	4,40	0,00
% 2Ni0 katkılı		33,48	25,18	18,32	14,71	6,61	0,00
% 1Fe ₂ O ₃ katkılı		30,44	24,85	18,82	15,52	5,06	0,00
% 1Grafen katkılı	Sıklık 2	21,92	19,33	13,87	9,99	1,21	0,00
% 2Grafen katkılı		27,84	21,53	15,85	12,25	3,64	0,00
% 3Grafen katkılı		36,74	22,26	14,99	12,95	4,82	0,00
% 1Ni0 katkılı		31,45	22,17	16,40	12,96	4,34	0,00
% 2Ni0 katkılı		33,69	21,99	16,42	12,81	4,40	0,00
% 1Fe ₂ O ₃ katkılı		34,61	22,60	16,82	13,45	7,52	0,00

4.2.3. Kumaş Numunelerinin Boyama Sonrası Ekranlama Etkinliğinin Belirlenmesi için Yapılan Deneysel Çalışma Sonuçları

Üretilen numune kumaşların boya alımlarını incelemek amacıyla L^* , a^* , b^* değerleri çizelge 4.14'de verilmiştir. Çizelgede verilen ölçümler 3 adet ölçüm sonucunun ortalamasıdır.

Çizelge 4.14. Boyama sonrası % 100 poliester ve katkıli bikomponent poliester kumaşların L^* , a^* , b^* değerleri ölçüm sonuçları.

Kumaş Tipi	L^*	a^*	b^*
% 100 Poliester	42,288	-3,029	-37,096
% 1 Grafen katkıli	25,405	-3,556	-13,552
% 2 Grafen katkıli	24,845	-3,601	-13,004
% 3 Grafen katkıli	24,626	-3,274	-11,401
% 1 Nikeloksit katkıli	31,603	-0,369	-34,324
% 2 Nikeloksit katkıli	32,913	-0,117	-34,170
% 1 Demiroksit katkıli	27,251	-3,085	-24,828

4.2.4. Kumaş Numunelerinin Elektrik iletkenliği (S/cm) Özelliklerinin Belirlenmesi için Yapılan Deneysel Çalışma Sonuçları

Numunelerin işlemsiz, boyama sonrası ve yıkama sonrası elektrik iletkenliği ölçüm değerleri Çizelge 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Numune kumaşların işlemsiz, boyama sonrası ve yıkama sonrası elektrik iletkenliği ölçüm değerleri

Kumaş tipi	Elektrik iletkenliği (S/cm)		
	İşlemsiz	Boyama sonrası	Yıkama sonrası
% 100 poliester	$2,79 \cdot 10^{-4}$	$1,73 \cdot 10^{-4}$	$2,79 \cdot 10^{-4}$
% 1Grafen katkılı	$2,28 \cdot 10^{-4}$	$1,79 \cdot 10^{-4}$	$2,16 \cdot 10^{-4}$
% 2Grafen katkılı	$2,66 \cdot 10^{-4}$	$1,90 \cdot 10^{-4}$	$2,66 \cdot 10^{-4}$
% 3Grafen katkılı	$2,56 \cdot 10^{-4}$	$2,06 \cdot 10^{-4}$	$2,51 \cdot 10^{-4}$
% 1NiO katkılı	$2,31 \cdot 10^{-4}$	$1,99 \cdot 10^{-4}$	$2,27 \cdot 10^{-4}$
% 2NiO katkılı	$3,32 \cdot 10^{-4}$	$2,08 \cdot 10^{-4}$	$3,04 \cdot 10^{-4}$
% 1Fe ₂ O ₃ katkılı	$2,04 \cdot 10^{-4}$	$2,07 \cdot 10^{-4}$	$2,03 \cdot 10^{-4}$

5.TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu bölümde tez kapsamında yapılan deneysel çalışma ve araştırma sonuçları değerlendirilerek yorumlanmıştır. Deneysel çalışma sonuçlarının değerlendirilmesine temel teşkil eden istatistiksel analizler için SPSS paket programı kullanılmıştır.

5.1. Numune İpliklere Ait Deneysel Çalışma Sonuçlarının Değerlendirilmesi

5.1.1. Katkı oranının iplik numarasına etkisi

Model: Tek Faktörlü Tamamen Tesadüf Dağılımlı Varyans Analizi

Faktör: Katkı Oranı

Değişken: İplik Numarası

H₀: Katkı oranının iplik numarası üzerinde etkisi yoktur.

H_A: Katkı oranının iplik numarası üzerinde etkisi vardır.

Çizelge 5.1. Grafen katkılı ipliklerin numara değerleri için ANOVA tablosu.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H ₀
Katkı Oranı	2	1,636	0,818	1,596	KABUL
Hata	12	6,150	0,513		
Toplam	14	7,786			

Çizelge 5.1' de grafen katkılı ipliklerin numara (dtex) değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, grafen katkılı iplikler için katkı maddesi oranının iplik numaraları üzerinde istatistiksel olarak etkisi olmadığı görülmektedir.

Çizelge 5.2. Grafen katkılı ipliklerin numara değerleri için SNK testi.

Katkı oranı	N	Ortalamalar ve (ss)	Anlamli gruplar*
% 1	5	261,56(0,83)	A
% 2	5	261,39(0,39)	A
% 3	5	262,16(0,83)	A

- Aynı kodlu katkı oranlarının iplik numarası değerlendirmeleri üzerinde %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki fark yoktur

Grafen katkılı iplikler için katkı maddesi oranının etkisi ile ilgili alt grupların homojenliği testi (SNK) sonuçları Çizelge 5.2’ de sunulmuştur. İplik numarası değişkeninin SNK sonuçlarına göre, tüm katkı oranları birbirinden %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak farklı değildir.

Çizelge 5.3. Nikeloksit katkılı ipliklerin numara değerleri için ANOVA tablosu.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H₀
Katkı Oranı	1	0,57	0,57	0,124	KABUL
Hata	8	37,18	4,64		
Toplam	9	37,75			

Çizelge 5.3’ de nikeloksit katkılı ipliklerin numara (dtex) değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, nikeloksit katkılı iplikler için katkı maddesi oranının iplik numaraları üzerinde istatistiksel olarak etkisi olmadığı görülmektedir.

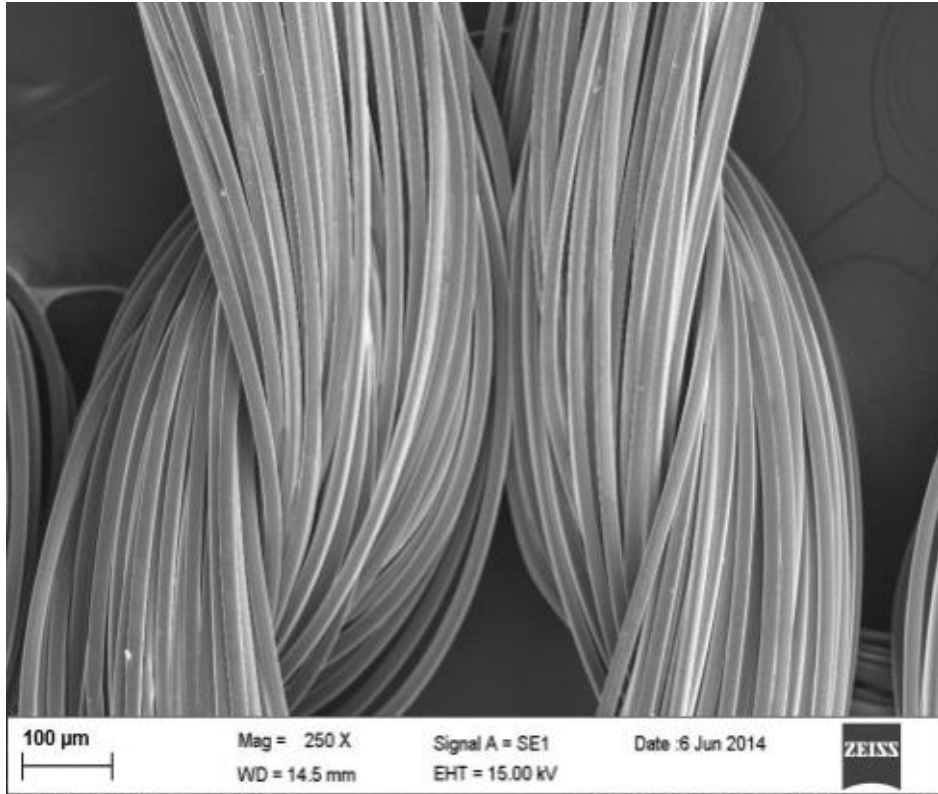
Çizelge 5.4. Nikeloksit katkılı ipliklerin numara değerleri için SNK testi.

Katkı oranı	N	Ortalamalar ve (ss)	Anlamli Gruplar*
% 1	5	261,18(2)	A
% 2	5	261,66(2,2)	A

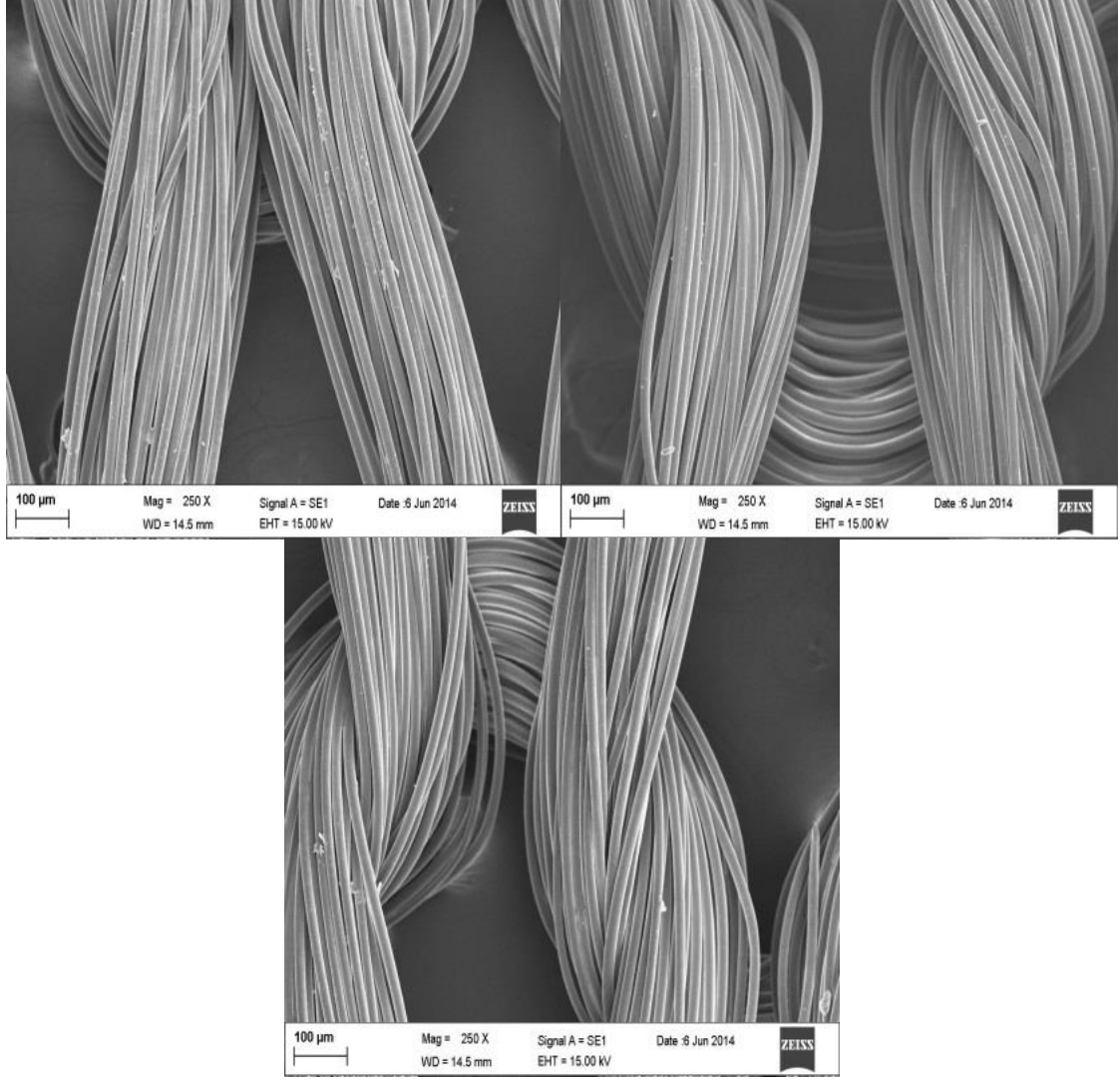
- Aynı kodlu katkı oranlarının iplik numarası değerlendirmeleri üzerinde %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki fark yoktur

Nikeloksit katkılı iplikler için katkı maddesi oranının etkisi ile ilgili alt grupların homojenliği testi (SNK) sonuçları Çizelge 5.4' de sunulmuştur. İplik numarası değişkeninin SNK sonuçlarına göre, tüm katkı oranları birbirinden %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak farklı değildir.

Bikomponent iplik üretiminde kullanılan katkı maddesi iplik çekimi sırasında akışı bozabileceğinden istenilen numarada iplik elde edilmesi de güçleşmektedir. İplik numarası ölçüm sonuçlarına göre bikomponent iplik üretimi için seçilen üretim parametrelerinin 260 dtex iplik üretimi için uygun olduğu ve iplik içerisindeki grafen ve nikeloksit katkı oranı miktarı arttıkça iplik numarası için problem oluşmadığı görülmüştür. Şekil 5.1'de % 100 poliester ipliklerin, Şekil 5.2.'de grafen katkılı ipliklerin, Şekil 5.3'de Nikeloksit katkılı ipliklerin SEM görüntüleri verilmiştir.



Şekil 5.1. % 100 poliester iplik

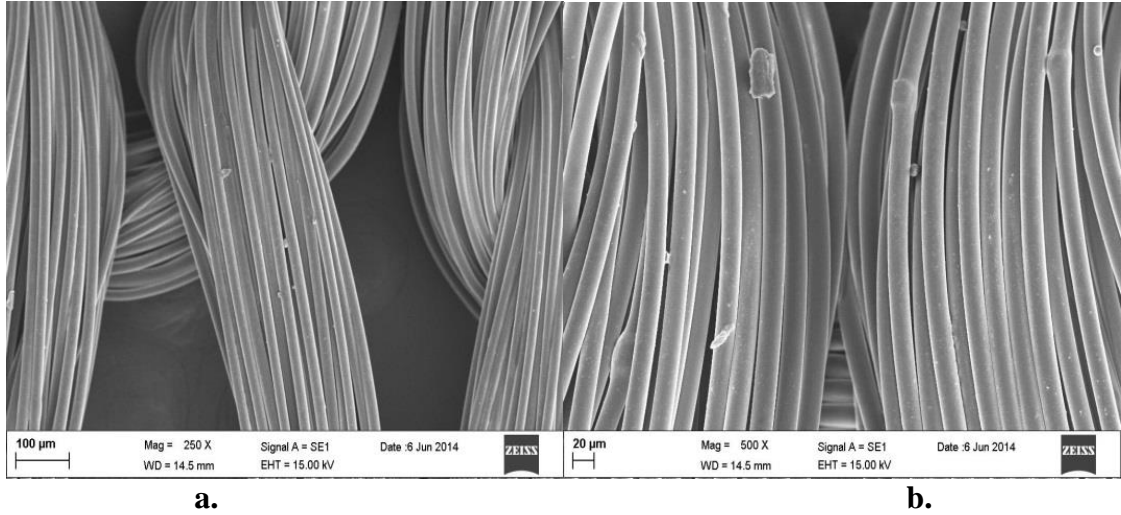


Şekil 5.2. a. % 1 grafen masterbatchi katkılı bikomponent poliester iplik (sol üst) **b.** % 2 grafen masterbatchi katkılı bikomponent poliester iplik(sağ üst) **c.** % 3 grafen masterbatchi katkılı bikomponent poliester iplik (alt)

Demiroksitve nikeloksitkatkılı bikomponent iplik üretiminde eriyikten çekim sırasında problemle karşılaşmıştır.

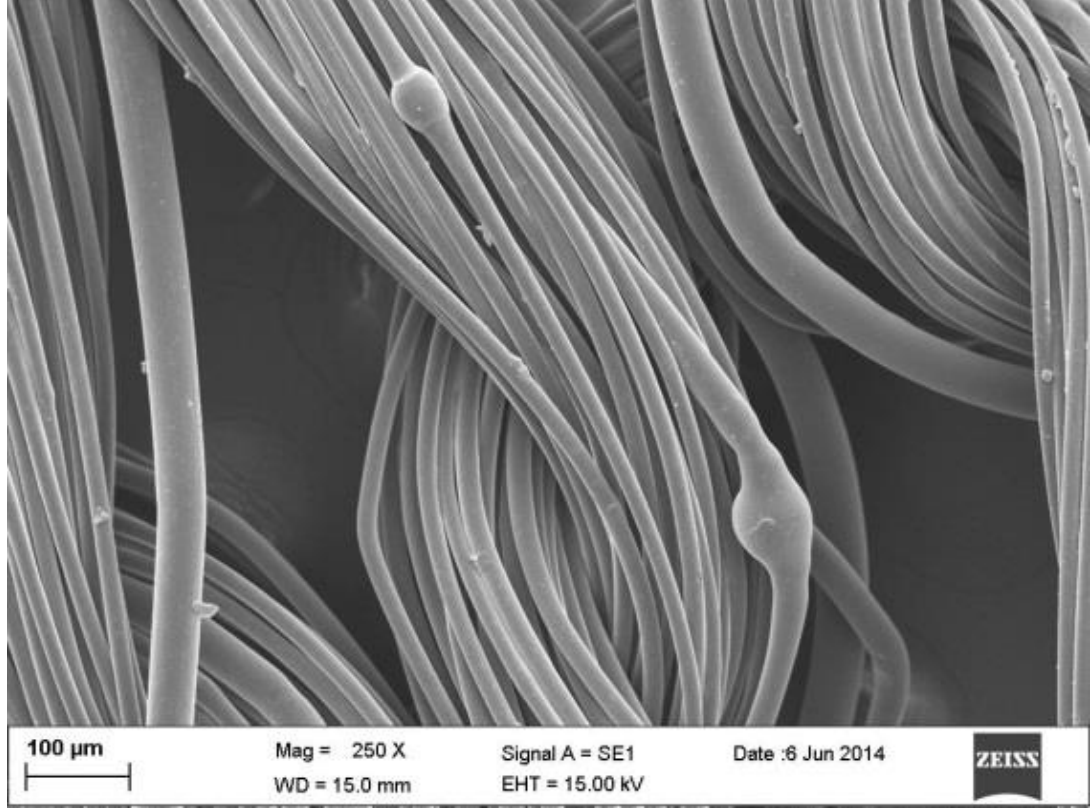
Eriyikten lif çekim hattındaki filamentlere etki eden gerilme; filamentlerden lif çekilebilirliği ve filamentlerin morfolojisi üzerinde etkilidir. Yüksek gerilmeler; eriyikte çekim hattı boyunca yüksek deformasyon oranlarının gerçekleşmesine neden olur. Bu yüksek deformasyonlar ise moleküler oryantasyonun artmasını sağlar. Gerilme belirli bir değerden sonra moleküler akışta düzensizliğe sebep olur ve lif kopuşu gözlemlenir.

Bu nedenle optimum değerler belirlenmelidir. Optimum değerler için bir dizi çalışma yapıldığı daha önce materyal ve yöntem kısmında açıklanmıştır.



Şekil 5.3. a. % 1 Nikeloksit masterbatchi katkılı bikomponent poliester iplik **b.** % 2 Nikeloksit masterbatchi katkılı bikomponent poliester iplik

Demiroksit katkılı iplik üretiminde optimum değerler % 1 lik katkı oranı için geçerli olmuştur. Bikomponent iplik üretiminde demiroksit katkı maddesi oranı arttıkça yani % 2 ve % 3 katkı malzemesi oranlarında akış bozulduğu için iplik üretilmemiştir. İplik sürekli olarak oluşmamış devamlı kopmuştur. Daha iyi bir iplik çekimi için vizkoziteyi arttırmak amacıyla sıcaklık bir miktar arttırılmış fakat daha yüksek sıcaklıklarda moleküler degradasyon oluşacağından sıcaklık daha fazla arttırılmamıştır. Nikeloksit katkılı iplikler için de % 2 katkı oranından sonra aynı durum geçerlidir. Şekil 5.7'de demiroksit katkılı ipliklerin SEM görüntüsü verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi ipliğin bazı yerlerinde topaklanmalar görülmektedir. Bu da iplik numarasını bir miktar etkilemektedir. Bu nedenle çalışmada sadece % 1 katkı oranı ile bikomponent iplik üretimi başarıya ulaşmıştır. Demiroksit katkılı iplikler grafen ve nikeloksit katkılı ipliklere nazaran daha sert ve kırılğan ipliklerdir.



Şekil 5.4.Demiroksit katkılı bikomponent iplik

5.1.2. Katkı oranının Shrinkage (%) üzerine etkisi

Model: Tek Faktörlü Tamamen Tesadüf Dağılımlı Varyans Analizi

Faktör: Katkı Oranı

Değişken: Shrinkage (%)

H_0 : Katkı oranının ipliklerde Shrinkage (%) üzerinde etkisi yoktur.

H_A : Katkı oranının ipliklerde Shrinkage (%) üzerinde etkisi vardır.

Çizelge 5.5. Grafen katkılı ipliklerin Shrinkage (%) değerleri için ANOVA tablosu.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H_0
Katkı Oranı	3	17,703	5,901	73,97	RED
Hata	16	1,276	0,80		
Toplam	19	18,980			

Çizelge 5.5’ de grafen katkıli ipliklerin Shrinkage (%) değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, grafen katkıli iplikler için katkı maddesi oranının Shrinkage (%) üzerinde istatistiksel olarak etkisi olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.6. Grafen katkıli ipliklerin Shrinkage (%) değerleri için SNK testi.

Katkı oranı	N	Ortalamalar ve (ss)			Anlamlı Gruplar*
% 0	5	10,66(0,1)			A
% 1	5		12,26(0,54)		B
% 2	5			12,80(0,05)	C
% 3	5			13,09(0,09)	C

- Aynı kodlu katkı oranlarının iplik numarası değerlendirmeleri üzerinde %5 anlamlılık seviyesinde istatistiksel fark yoktur

Grafen katkıli iplikler için katkı maddesi oranının etkisi ile ilgili alt grupların homojenliği testi (SNK) sonuçları Çizelge 5.6’ da sunulmuştur. Shrinkage (%) değişkeninin SNK sonuçlarına göre, katkısiz iplikle (0) katkıli iplikler için tüm katkı oranları birbirinden %5 anlamlılık seviyesinde istatistiksel olarak farklıdır. % 2 ve % 3 katkı oranları birbirinden %5 anlamlılık seviyesinde istatistiksel olarak farklı değillerdir.

Çizelge 5.7. Nikeloksit katkıli ipliklerin Shrinkage (%) değerleri için ANOVA tablosu.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H₀
Katkı Oranı	2	32,80	16,403	271,8	RED
Hata	12	0,724	0,060		
Toplam	14	33,531			

Çizelge 5.7’ de nikeloksit katkıli ipliklerin Shrinkage (%) değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, nikeloksit katkıli iplikler için katkı maddesi oranının iplik kaynama çekmeleri üzerinde istatistiksel olarak etkisi olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.8. Nikeloksit katkıli ipliklerin Shrinkage (%) değerleri için SNK testi.

Katkı oranı	N	Ortalamalar ve (ss)			Anlamlı Gruplar*
% 0	5	10,66(0,1)			A
% 1	5		9,99(0,09)		B
% 2	5		-	13,38(0,39)	C

- Aynı kodlu katkı oranlarının iplik numarası değerlendirmeleri üzerinde %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki fark yoktur

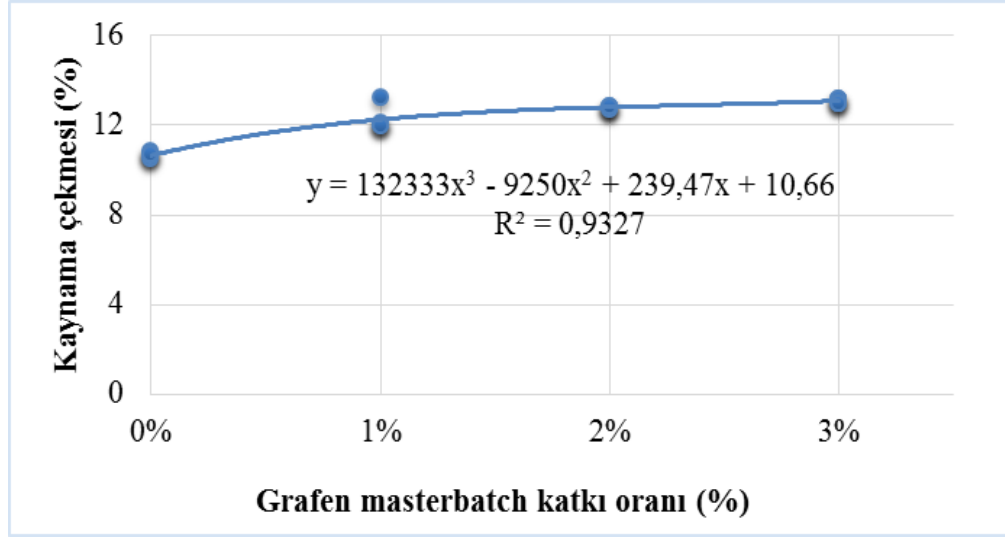
Nikeloksit katkılı iplikler için katkı maddesi oranının Shrinkage (%) değerlerine etkisi ile ilgili alt grupların homojenliği testi (SNK) sonuçları Çizelge 5.8' de sunulmuştur. İplik Shrinkage (%) değişkeninin SNK sonuçlarına göre, tüm katkı oranları birbirinden %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak farklıdır.

Çizelge 5.9. Demiroksit katkılı ipliklerin Shrinkage (%) değerleri için ANOVA tablosu.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H₀
Katkı Oranı	1	2,97	2,970	23,46	KABUL
Hata	8	1,013	0,127		
Toplam	9	3,983			

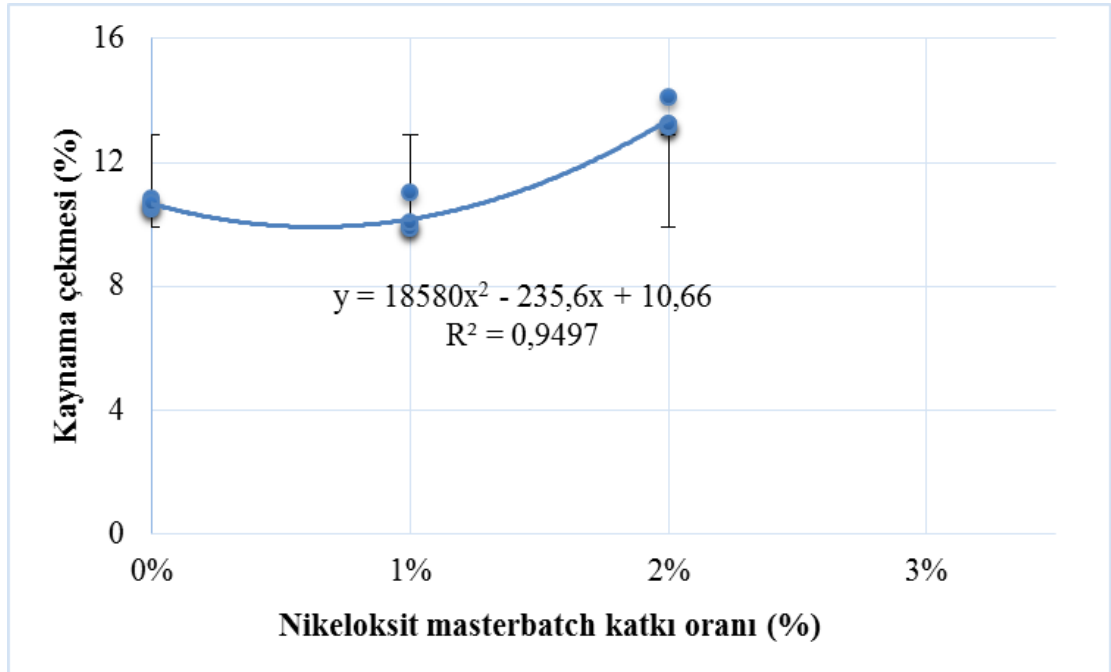
Çizelge 5.9' da demiroksit katkılı ipliklerin Shrinkage (%) değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, demiroksit katkılı iplikler için katkı maddesi oranının Shrinkage (%) değerleri üzerinde istatistiksel olarak etkisi olmadığı görülmektedir.

Çalışmada üretilen grafen katkılı bikomponent iplikler ve % 100 poliester(katkısız yani % 0) ipliklere ait Shrinkage (%) ölçüm sonuçları Şekil 5.5 'de verilmiştir.



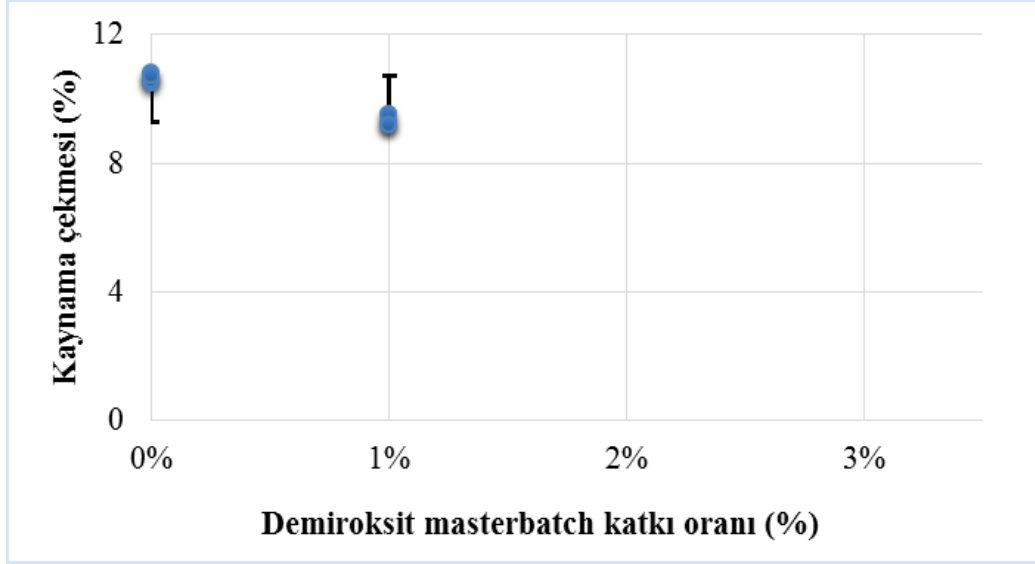
Şekil 5.5. Grafen katkılı iplikler için katkı oranı miktarının ipliklerin Shrinkage (%)üzerine etkisi

Çalışmada üretilen nikeloksit katkılı bikomponent ipliklerin Shrinkage (%) ölçüm sonuçları Şekil 5.6.'da verilmiştir.



Şekil 5.6. Nikeloksit katkılı iplikler için katkı oranı miktarının ipliklerin Shrinkage (%) üzerine etkisi

Çalışmada üretilen demiroksit içeren bikomponent ipliklerin Shrinkage (%) ölçüm sonuçları Şekil 5.7' de verilmiştir.



Şekil 5.7. Demiroksit katkılı iplikler için katkı oranı miktarının ipliklerin Shrinkage (%) üzerine etkisi

5.1.3. Katkı oranının iplik düzgünsüzlüğü üzerine etkisi

Model: Tek Faktörlü Tamamen Tesadüfî Dağılımlı Varyans Analizi

Faktör: Katkı Oranı

Değişken: İplik Düzgünsüzlüğü

H_0 : Katkı oranının iplik düzgünsüzlüğü üzerinde etkisi yoktur.

H_A : Katkı oranının iplik düzgünsüzlüğü üzerinde etkisi vardır.

Çizelge 5.10. Grafen katkılı ipliklerin düzgünsüzlük değerleri için ANOVA tablosu.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H_0
Katkı Oranı	3	31,232	10,411	197,65	RED
Hata	16	0,843	0,053		
Toplam	19	32,075			

Çizelge 5.10' da grafen katkılı ipliklerin düzgünsüzlük değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, grafen katkılı iplikler için katkı maddesi oranının iplik düzgünsüzlüğü üzerinde istatistiksel olarak etkisi olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.11. Grafen katkılı ipliklerin düzgünsüzlük değerleri için SNK testi.

Katkı oranı	N	Ortalamalar ve (ss)				Anlamlı Gruplar*
% 0	5	0,83(0,05)				A
% 1	5		4,09(0,3)			B
% 2	5			3,55(0,2)		C
% 3	5				3,22(0,1)	D

Grafen katkılı iplikler için katkı maddesi oranının etkisi ile ilgili alt grupların homojenliği testi (SNK) sonuçları Çizelge 5.11' de sunulmuştur. İplik düzgünsüzlük değişkeninin SNK sonuçlarına göre, katkısız iplikle (0) katkılı iplikler için tüm katkı oranları birbirinden %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak farklıdır.

Çizelge 5.12. Nikeloksit katkılı ipliklerin düzgünsüzlük değerleri için ANOVA tablosu.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H₀
Katkı Oranı	2	208,38	104,19	693,26	RED
Hata	12	1,083	0,150		
Toplam	14	210,184			

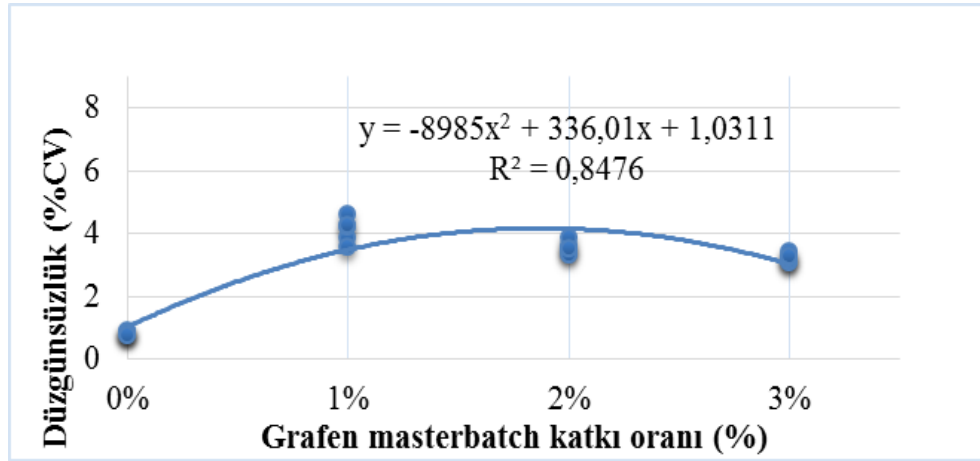
Çizelge 5.12' de nikeloksit katkılı ipliklerin düzgünsüzlük değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, nikeloksit katkılı iplikler için katkı maddesi oranının iplik düzgünsüzlüğü üzerinde istatistiksel olarak etkisi olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.13. Nikeloksit katkılı ipliklerin düzgünsüzlük değerleri için SNK testi.

Katkı oranı	N	Ortalamalar ve (ss)			Anlamlı Gruplar*
% 0	5	0,83(0,05)			A
% 1	5		6,26(0,6)		B
% 2	5			9,9(0)	C

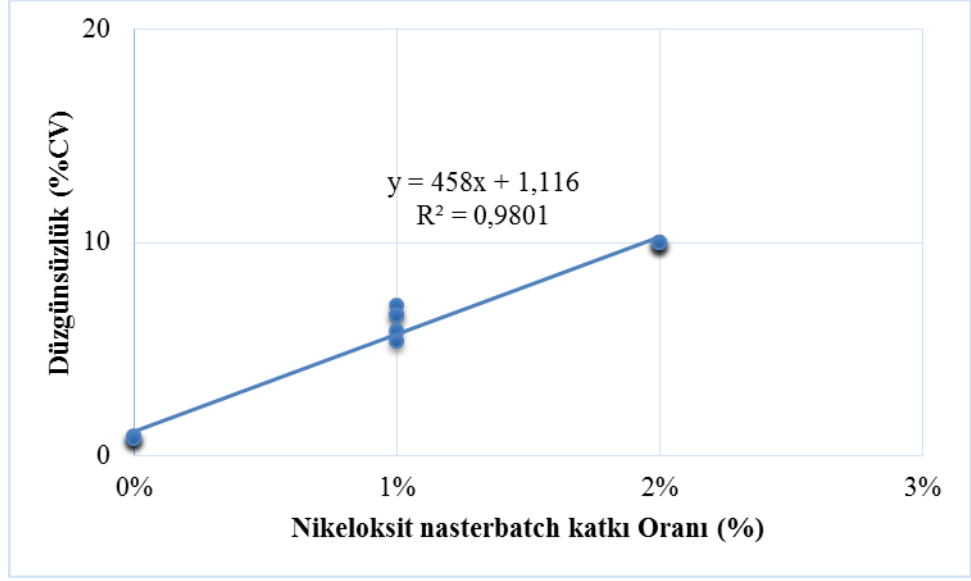
- Aynı kodlu katkı oranlarının iplik numarası değerlendirmeleri üzerinde %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki fark yoktur

Nikeloksit katkılı iplikler için katkı maddesi oranının iplik düzgünsüzlüğü değerlerine etkisi ile ilgili alt grupların homojenliği testi (SNK) sonuçları Çizelge 5.13’ de sunulmuştur. İplik düzgünsüzlüğü değişkeninin SNK sonuçlarına göre, tüm katkı oranları birbirinden %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak farklıdır.



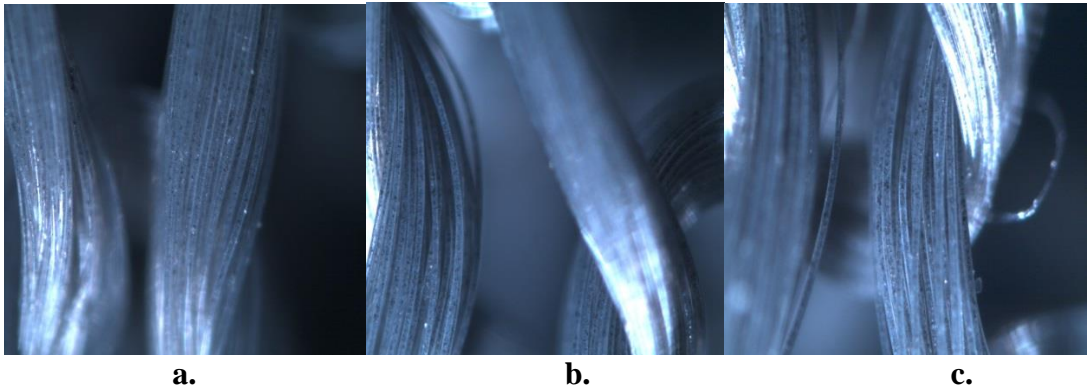
Şekil 5.8. Grafen katkılı iplikler için katkı oranı miktarının iplik düzgünsüzlüğü üzerine etkisi

Çalışmada üretilen nikeloksit katkılı bikomponent ipliklerin iplik düzgünsüzlük değerleri ölçüm sonuçları Şekil 5.9’ da verilmiştir.

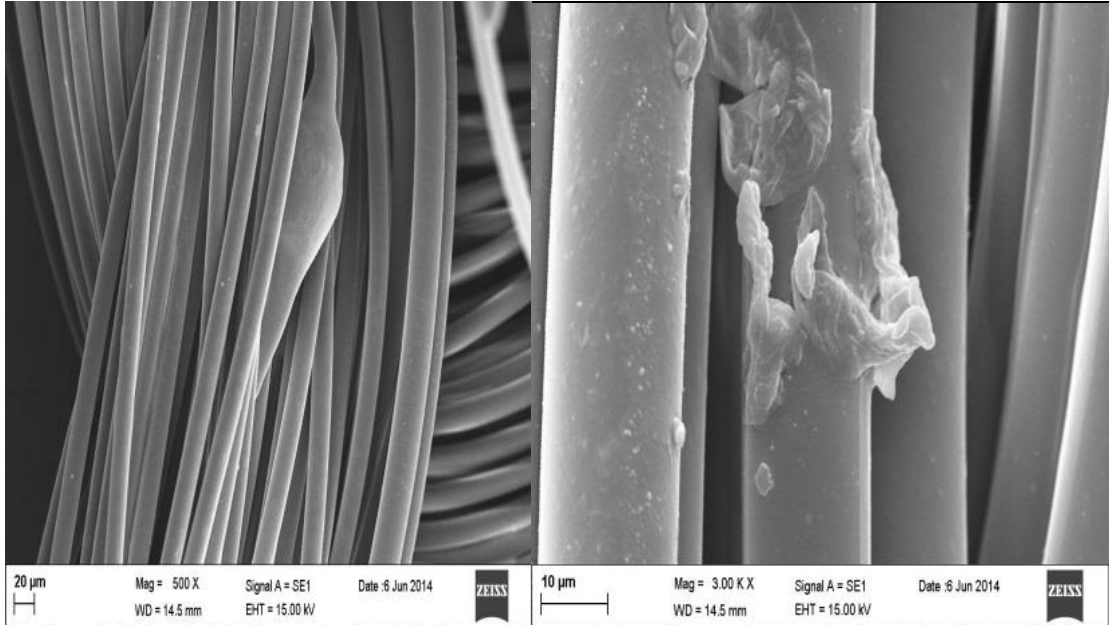
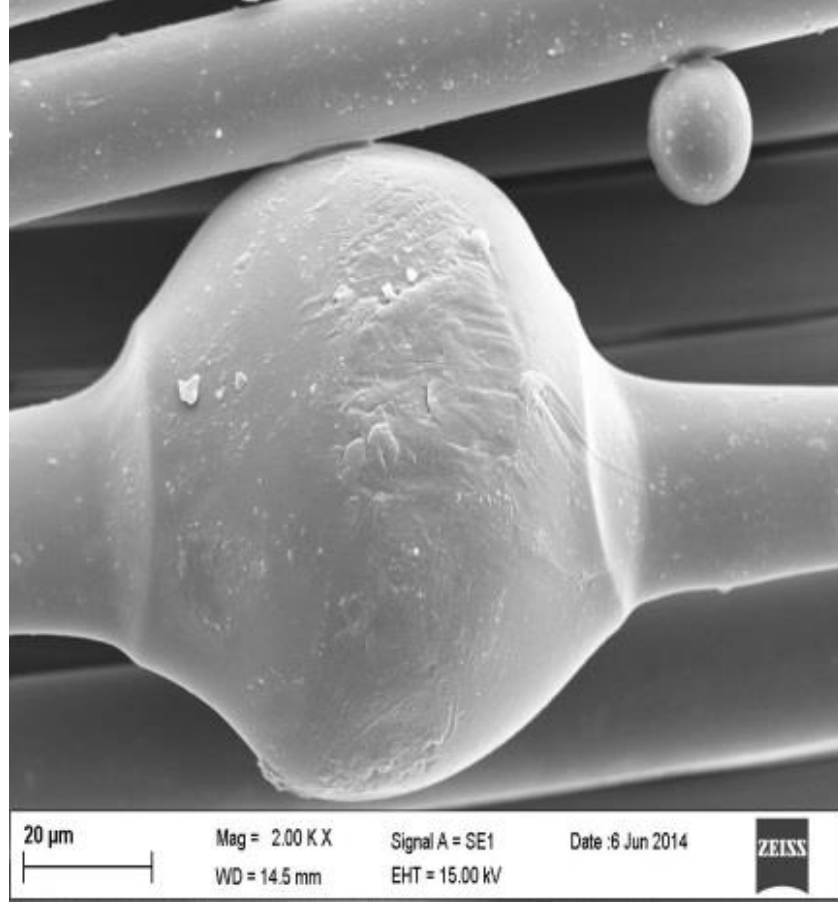


Şekil 5.9. Nikeloksit katkıli iplikler için katkı oranı miktarının iplik düzgünsüzlüğü üzerine etkisi

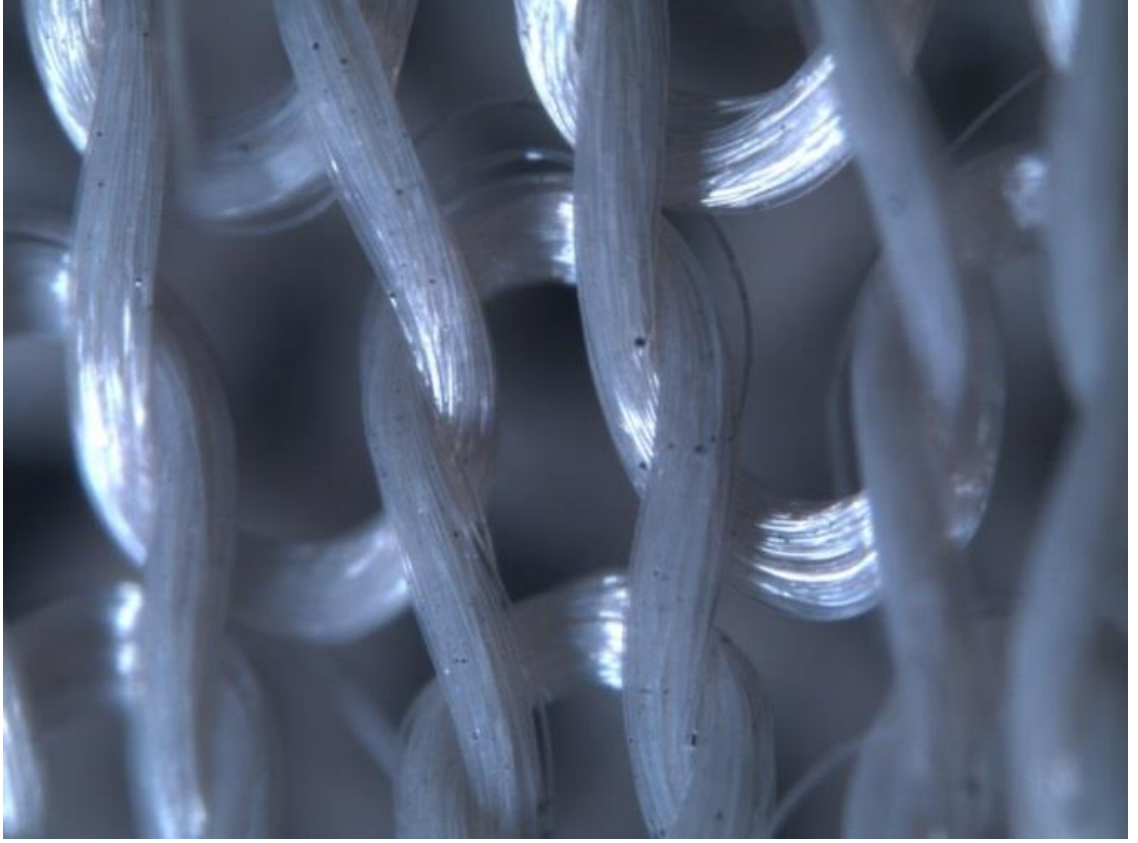
Şekil 5.8 ve Şekil 5.9' dan anlaşılacağı gibi grafen katkıli bikomponent ipliğin de (Şekil 5.10) nikeloksit katkıli bikomponent ipliğin de (Şekil 5.11) düzgünsüzlüğü katkısiz poliester ipliğin düzgünsüzlüğüne göre fazladır. Görüldüğü gibi iplik içine katkı malzemesi konulmasıyla düzgünsüzlüğün oldukça arttığı görülmektedir. Bunun nedeni yapı içinde katkı malzemesi partiküllerinin agregat oluşturması ve yapı içerisinde bütünlüğü bozması olarak açıklanabilir.



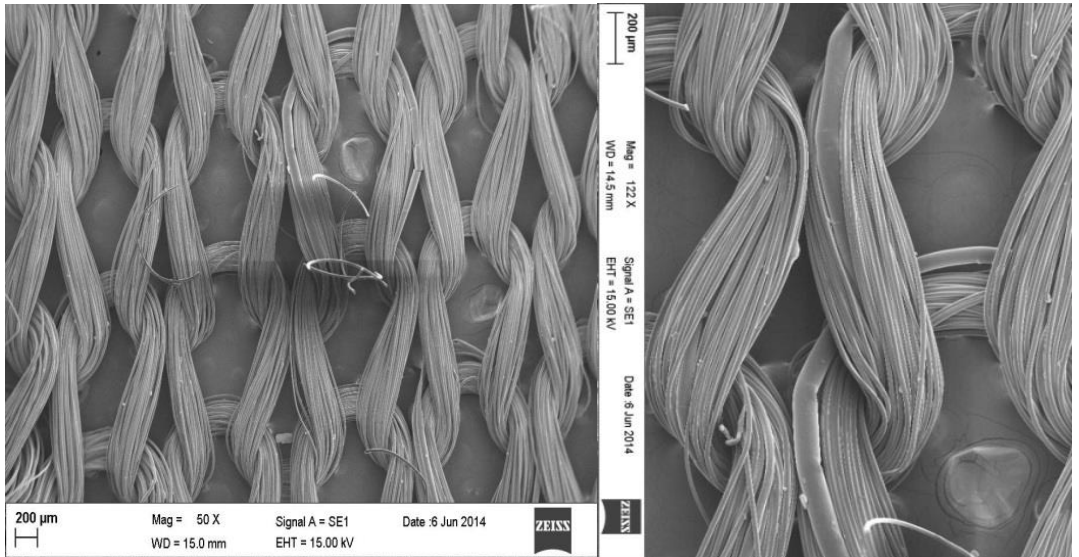
Şekil 5.10.a. % 1 Grafen masterbatchi katkıli bikomponent poliester iplik **b.** % 2 Grafen masterbatchi katkıli bikomponent poliester iplik **c.** % 3 Grafen masterbatchi katkıli bikomponent poliester iplik



Şekil 5.11.% 2 Nikeloksit masterbatch katkılı bikomponent ipliklerin SEM görüntüsü



Şekil 5.12. % 1 Demiroksit masterbatch katkılı ipliklerdeki topaklanmalar



Şekil 5.13 .Demiroksit katkılı ipliklerdeki düzensizlik ve kopuşlar

Çalışmada üretilen demiroksit içeren bikomponent ipliklerin iplik düzgünlük değerleri ölçülemedi. Demiroksit katkı malzemesi daha önce literatürde de belirtildiği gibi yüksek yoğunlukta ve yüksek aşındırıcı özellikte sert bir malzemedir. Dolayısıyla iplik üretiminde bu özellikleri olumsuz olarak yansıtmıştır. İplik çekiminde ipliğin sert ve kırılabilir olmasına yol açmıştır. Şekil 5.12 ve Şekil 5.13’ den de görüldüğü gibi demiroksitli bikomponent ipliklerde % 1 masterbatch katkı oranında dahi birçok kopuşlar ve düzensizlikler bulunmaktadır.

İplikte düzgünlük, üretimde iplik kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Çünkü iplikteki düzgünlükler iplik Kopma mukavemeti nin düşmesine; ince, kalın noktaların oluşmasına ve bu iplikle oluşan kumaşların boyanmasında abraj hatalarına sebep olmaktadır. İplik düzgünlüğü özelliği, iplik yapısı içinde ne kadar düzensiz yerleşim olmasıyla alakalıdır. Yani iplik içinde ne kadar düzgün yerleşim varsa iplik o kadar az düzensiz olmaktadır. Düzgün yerleşimden kasıt içyapıda molekül zincirlerinin düzgün yerleşmesi, moleküllerin büyüklüklerinin eşit olması, yapıda boşluk olmaması gibi parametrelerdir. Düzgün bir iplikten söz edebilmek için ipliğin eşit ve üniform doğrusal yoğunlukta olması gerekir.

5.1.4. Katkı oranının % uzama üzerine etkisi

Model: Tek Faktörlü Tamamen Tesadüf Dağılımlı Varyans Analizi

Faktör: Katkı Oranı

Değişken: % uzama

H₀: Katkı oranının % uzama üzerinde etkisi yoktur.

H_A: Katkı oranının % uzama üzerinde etkisi vardır.

Çizelge 5.14. Grafen katkılı ipliklerin% uzama değerleri için ANOVA tablosu.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H ₀
Katkı Oranı	3	11,688	3,896	1,791	KABUL
Hata	76	165,325	2,175		
Toplam	80	177,013			

Çizelge 5.14’ de grafen katkılı ipliklerin% uzama değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, grafen katkılı iplikler için katkı maddesi oranının % uzama üzerinde istatistiksel olarak etkisi olmadığı görülmektedir.

Çizelge 5.15. Grafen katkılı ipliklerin% uzama değerleri için SNK testi.

Katkı oranı	N	Ortalamalar ve (ss)	Anlamlı Gruplar*
% 0	20	35,00(1,2)	A
% 1	20	34,94(2,2)	A
% 2	20	35,76(2,5)	A
% 3	20	35,71(1,7)	A

- Aynı kodlu katkı oranlarının iplik numarası değerlendirmeleri üzerinde %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki fark yoktur

Grafen katkılı iplikler için katkı maddesi oranının etkisi ile ilgili alt grupların homojenliği testi (SNK) sonuçları Çizelge 5.15’ de sunulmuştur. % uzama değişkeninin SNK sonuçlarına göre, katkısız iplikle (0) katkılı iplikler için tüm katkı oranları birbirinden %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak farklı değildir.

Çizelge 5.16. Nikeloksit katkılı ipliklerin % uzama değerleri için ANOVA tablosu.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H₀
Katkı Oranı	2	25,778	12,889	0,264	KABUL
Hata	57	2785,308	48,865		
Toplam	59	2811,086			

Çizelge 5.16’ da nikeloksit katkılı ipliklerin % uzama değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, nikeloksit katkılı iplikler için katkı maddesi oranının % uzama üzerinde istatistiksel olarak etkisi olmadığı görülmektedir.

Çizelge 5.17. Nikeloksit katkılı ipliklerin % uzama değerleri için SNK testi.

Katkı oranı	N	Ortalamalar ve (ss)	Anlamli Gruplar*
% 0	20	35,00(1,2)	A
% 1	20	36,28(11,8)	A
% 2	20	36,48(4,3)	A

- Aynı kodlu katkı oranlarının iplik numarası değerlendirmeleri üzerinde %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki fark yoktur

Nikeloksit katkılı iplikler için katkı maddesi oranının % uzama değerlerine etkisi ile ilgili alt grupların homojenliği testi (SNK) sonuçları Çizelge 5.17' de sunulmuştur. İpliklerde % uzama değişkeninin SNK sonuçlarına göre, tüm katkı oranları birbirinden %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak farklı değildir.

Çizelge 5.18. Demiroksit katkılı ipliklerin % uzama değerleri için ANOVA tablosu.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H₀
Katkı oranı	1	3,938	3,938	0,514	KABUL
Hata	38	291,202	7,663		
Toplam	39	295,140			

Çizelge 5.18' de demiroksit katkılı ipliklerin % uzama değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, demiroksit katkılı iplikler için katkı maddesi oranının % uzama üzerinde istatistiksel olarak etkisi olmadığı görülmektedir.

5.1.5. Katkı oranının kopma yükü (cN) üzerine etkisi

Model: Tek Faktörlü Tamamen Tesadüfî Dağılımlı Varyans Analizi

Faktör: Katkı Oranı

Değişken: Kopma Yükü

H₀: Katkı oranının kopma yükü üzerinde etkisi yoktur.

H_A: Katkı oranının kopma yükü üzerinde etkisi vardır.

Çizelge 5.19. Grafen katkılı ipliklerin kopma yükü değerleri için ANOVA tablosu.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H ₀
Katkı Oranı	3	346895,544	115631,84	215,97	RED
Hata	76	40698,307	535,386		
Toplam	79	387584,851			

Çizelge 5.19’ da grafen katkılı ipliklerin kopma yükü değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, grafen katkılı iplikler için katkı maddesi oranının kopma yükü üzerinde istatistiksel olarak etkisi olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.20. Grafen katkılı ipliklerin kopma yükü değerleri için SNK testi.

Katkı oranı	N	Ortalamalar ve (ss)		Anlamlı Gruplar*
% 0	20	843,28(37,3)		A
% 1	20		682,38(24,7)	B
% 2	20		695,33(28,5)	B
% 3	20		697,73(27,4)	B

- Aynı kodlu katkı oranlarının iplik numarası değerlendirmeleri üzerinde %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki fark yoktur*

Grafen katkılı iplikler için katkı maddesi oranının etkisi ile ilgili alt grupların homojenliği testi (SNK) sonuçları Çizelge 5.20’ de sunulmuştur. Kopma yükü değişkeninin SNK sonuçlarına göre, katkısız iplikle (0) katkılı iplikler için tüm katkı oranları birbirinden %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak farklıdır. Fakat % 1, % 2 ve % 3 katkı oranları %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak birbirinden farklı değildir.

Çizelge 5.21. Nikeloksit katkılı ipliklerin kopma yükü değerleri için ANOVA tablosu.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H ₀
Katkı Oranı	2	2418534,48	1209267,24	1148,05	RED
Hata	57	60039,24	1053,32		
Toplam	59	2478573,69			

Çizelge 5.21’ da nikeloksit katkılı ipliklerin kopma yükü değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, nikeloksit katkılı iplikler için katkı maddesi oranının kopma yükü üzerinde istatistiksel olarak etkisi olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.22. Nikeloksit katkılı ipliklerin kopma yükü değerleri için SNK testi.

Katkı oranı	N	Ortalamalar ve (ss)	Anlamlı Gruplar*
% 0	20	843,28(37,3)	A
% 1	20	417,82(41,4)	B
% 2	20	416,94(20,4)	B

- Aynı kodlu katkı oranlarının iplik numarası değerlendirmeleri üzerinde %5 anlamlılık seviyesinde istatistiksel fark yoktur

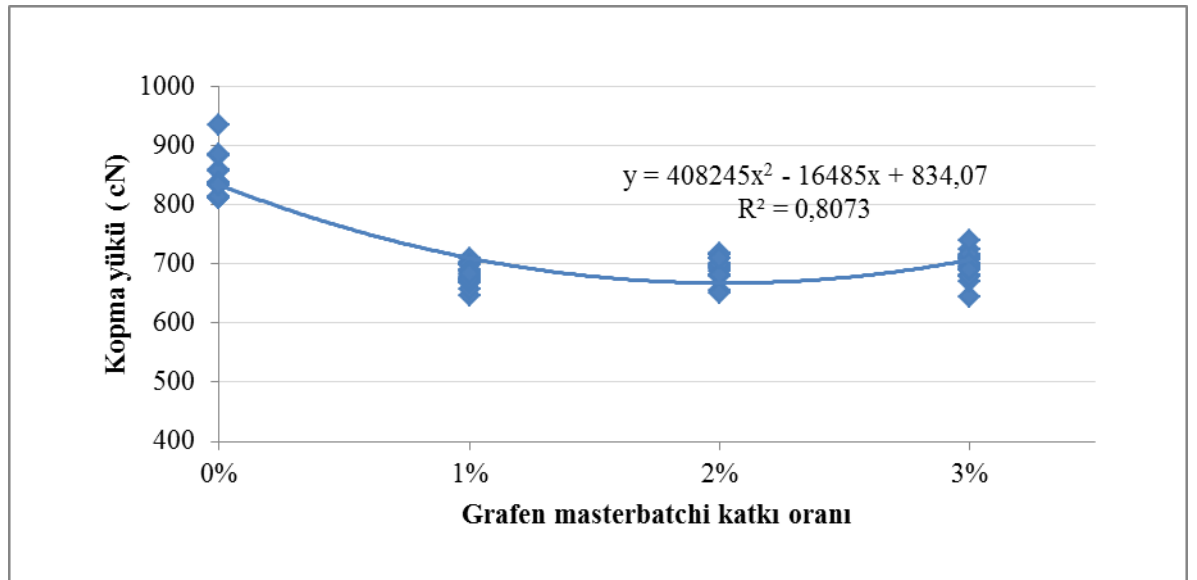
Nikeloksit katkılı iplikler için katkı maddesi oranının kopma yükü değerlerine etkisi ile ilgili alt grupların homojenliği testi (SNK) sonuçları Çizelge 5.22’ de sunulmuştur. İpliklerde kopma yükü değişkeninin SNK sonuçlarına göre, katkısız poliester iplikle (% 0) diğer katkı oranları birbirinden %5 anlamlılık seviyesinde istatistiksel olarak farklıdır. % 1 ve % 2 nikeloksit katkılı ipliklerde kopma yükü açısından istatistiksel olarak bir fark yoktur.

Çizelge 5.23. Demiroksit katkılı ipliklerin kopma yükü değerleri için ANOVA tablosu.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H ₀
Katkı Oranı	1	1981905,449	1981905,449	2699,52	RED
Hata	38	28861,76	759,52		
Toplam	39	2010767,21			

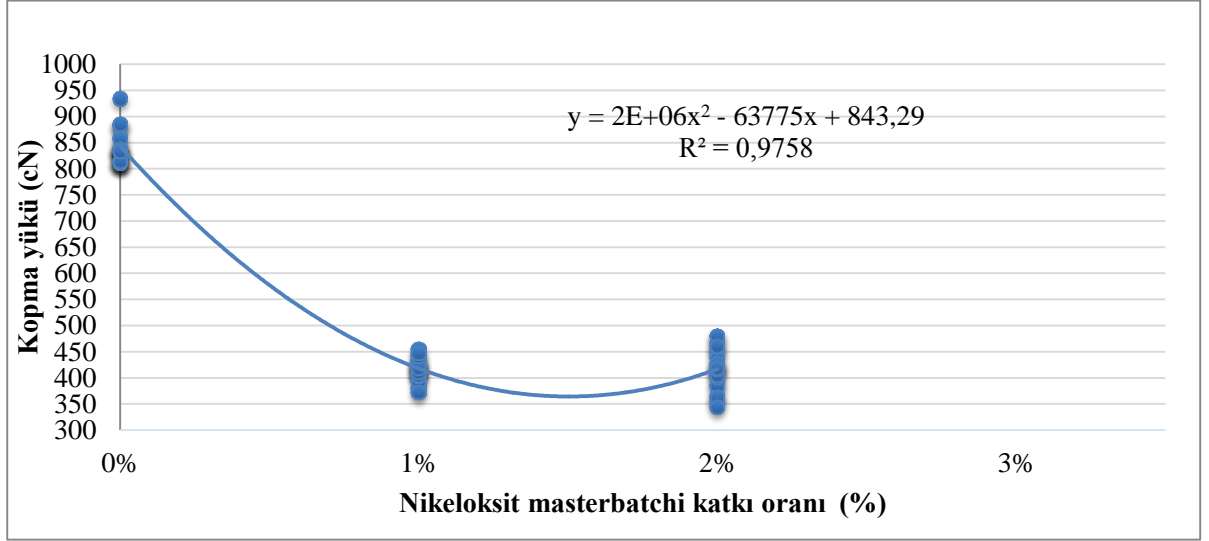
Çizelge 5.23’ de demiroksit katkılı ipliklerin kopma yükü değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, demiroksit katkılı iplikler için katkı maddesi oranının kopma yükü üzerinde istatistiksel olarak etkisi olduğu görülmektedir.

Çalışmada üretilen grafen katkılı bikomponent iplikler ve % 100 poliester ipliklere ait Kopma mukavemeti testi sonucunda elde edilen kopma yükü (cN) değerleri ölçüm sonuçları Şekil 5.14’ de verilmiştir.



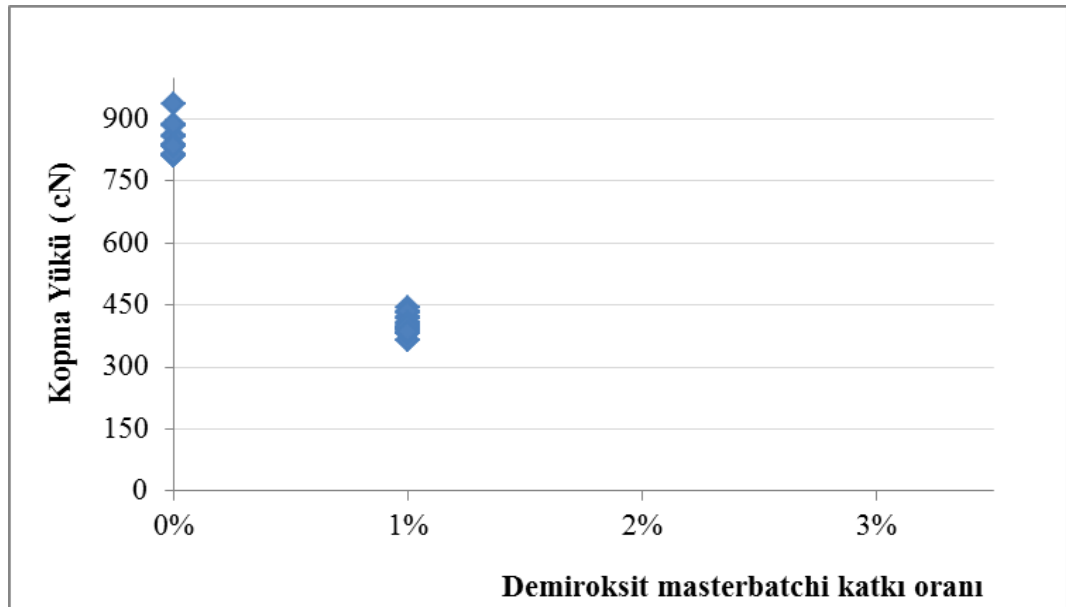
Şekil 5.14. Grafen katkılı iplikler için katkı oranı miktarının kopma yükü (cN) üzerine etkisi

Çalışmada üretilen nikeloksit katkıli bikomponent ipliklerin kopma yükü değerleri ölçüm sonuçları Şekil 5.15’de verilmiştir.



Şekil 5.15. Nikeloksit katkıli iplikler için katkı oranı miktarının kopma yükü (cN) üzerine etkisi

Çalışmada üretilen demiroksit katkıli bikomponent ipliklerin kopma yükü değerleri ölçüm sonuçları Şekil 5.16’da verilmiştir.



Şekil 5.16. Demiroksit katkıli iplikler için katkı oranı miktarının kopma yükü (cN) üzerine etkisi

Kopma yükü grafikleri incelendiğinde % 100 poliester iplikler ile grafen, nikeloksit ve demiroksit katkılı bikomponent ipliklerde kopma yükünün ticari poliester (% 100 poliester) ipliklere nazaran daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum aşağıda incelendiği gibi tüm katkılı iplikler için elde edilen düşük Kopma mukavemeti değerleri ile de örtüşmektedir. Yukarı da açıldığı gibi (bkz. 5.1.4) katkı malzemesi yapı içerisinde yer yer agregat oluşturduğu için kopma yükünde azalma görülmüştür. (Erickson2003)

5.1.6. Katkı oranının Kopma mukavemeti(cN/dtex) üzerine etkisi

Model: Tek Faktörlü Tamamen Tesadüfî Dağılımlı Varyans Analizi

Faktör: Katkı Oranı

Değişken: Kopma mukavemeti

H₀: Katkı oranının iplik Kopma mukavemeti üzerinde etkisi yoktur.

H_A: Katkı oranının iplik Kopma mukavemeti üzerinde etkisi vardır.

Çizelge 5.24. Grafen katkılı ipliklerin mukavemet (cN/dtex) değerleri için ANOVA tablosu.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H ₀
Katkı Oranı	3	17,195	5,732	484,56	RED
Hata	76	0,899	0,012		
Toplam	79	18,094			

Çizelge 5.24' de grafen katkılı ipliklerin Kopma mukavemeti değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, grafen katkılı iplikler için katkı maddesi oranının ipliğin Kopma mukavemeti üzerinde istatistiksel olarak etkisi olduğu görülmektedir.

Grafen katkıli iplikler için katkı maddesi oranının etkisi ile ilgili alt grupların homojenliği testi (SNK) sonuçları Çizelge 5.25’ de sunulmuştur. İplik Kopma mukavemeti değişkeninin SNK sonuçlarına göre, katkısız iplikle (0) katkıli iplikler için tüm katkı oranları birbirinden %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak farklı olduğu görülmektedir. % 1 ,% 2 ve % 3 katkı oranları için ise %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak birbirinden farklı olmadığı söylenebilir.

Çizelge 5.25. Grafen katkıli ipliklerin Kopma mukavemeti değerleri için SNK testi.

Katkı oranı	N	Ortalamalar ve (ss)			Anlamlı Gruplar*
% 0	20	3,73(0,1)		-	A
% 1	20		2,61(0,09)	-	B
% 2	20		2,66(0,1)	2,66(0,01)	BC
% 3	20			2,70(0,09)	C

- Aynı kodlu katkı oranlarının iplik numarası değerlendirmeleri üzerinde %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki fark yoktur

Çizelge 5.26. Nikeloksit katkıli ipliklerin Kopma mukavemeti (cN/dtex) değerleri için ANOVA tablosu.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H₀
Katkı Oranı	2	61,569	30,785	1481,936	RED
Hata	57	1,184	0,021		
Toplam	59	62,753			

Çizelge 5.26’ da nikeloksit katkıli ipliklerin Kopma mukavemeti değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, nikeloksit katkıli iplikler için katkı

maddesi oranının iplik kopma mukavemeti üzerinde istatistiksel olarak etkisi olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.27. Nikeloksit katkılı ipliklerin kopma mukavemeti (cN/dtex) değerleri için SNK testi.

Katkı oranı	N	Ortalamalar ve (ss)		Anlamlı Gruplar*
% 0	20	3,73(0,1)		A
% 1	20		1,59(0,07)	B
% 2	20		1,56(0,19)	B

- Aynı kodlu katkı oranlarının iplik numarası değerlendirmeleri üzerinde %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki fark yoktur

Nikeloksit katkılı iplikler için katkı maddesi oranının Kopma mukavemeti değerlerine etkisi ile ilgili alt grupların homojenliği testi (SNK) sonuçları Çizelge 5.27' de sunulmuştur. İpliklerde kopma mukavemeti değişkeninin SNK sonuçlarına göre, katkısız poliester iplikle (% 0) diğer katkı oranları birbirinden %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak farklıdır. % 1 ve % 2 nikeloksit katkılı ipliklerde kopma mukavemeti açısından istatistiki olarak bir fark yoktur.

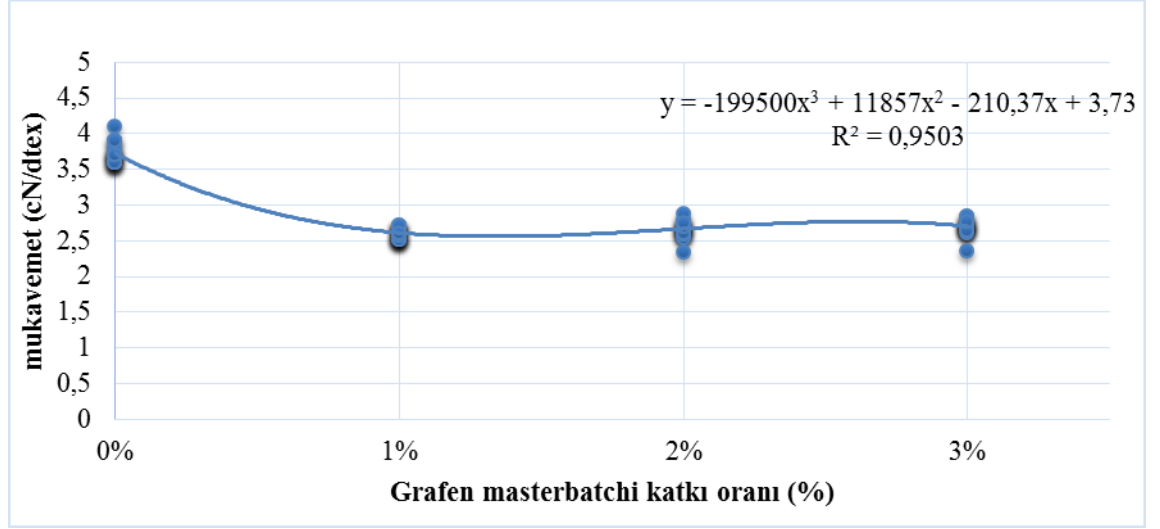
Çizelge 5.28. Demiroksit katkılı ipliklerin kopma mukavemeti (cN/dtex) değerleri için ANOVA tablosu.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H₀
Katkı Oranı	1	49,151	49,151	3613,896	RED
Hata	8	0,517	0,014		
Toplam	39	49,668			

Çizelge 5.28' de demiroksit katkılı ipliklerin kopma mukavemeti değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, demiroksit katkılı iplikler için katkı

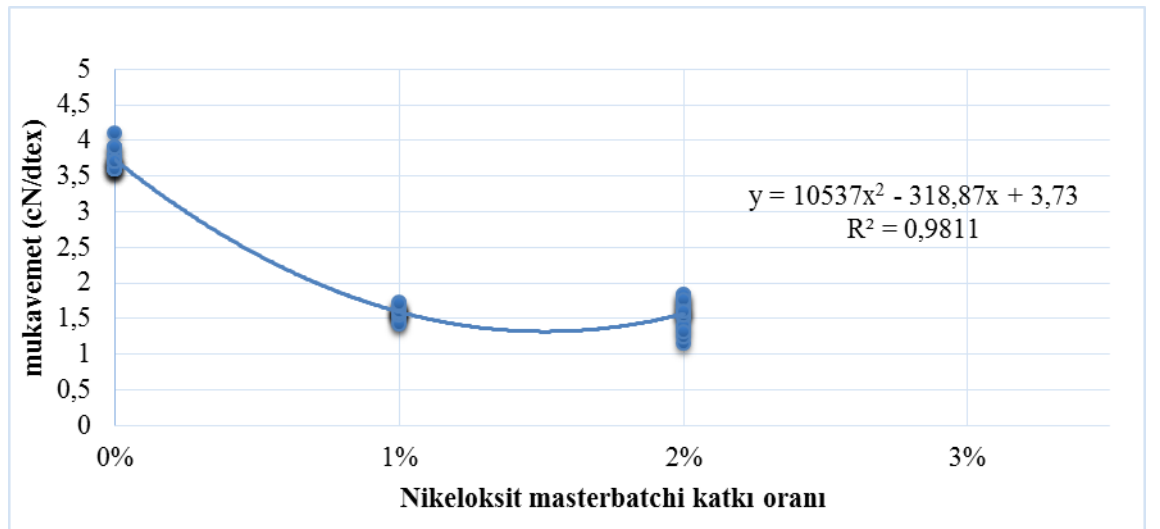
maddesi oranının iplik kopma mukavemeti üzerinde istatistiksel olarak etkisi olduğu görülmektedir.

Çalışmada üretilen grafen katkılı bikomponent iplikler ve % 100 poliester ipliklere ait kopma mukavemeti değerleri (cN/dtex) ölçüm sonuçları Şekil 5.17'de verilmiştir.



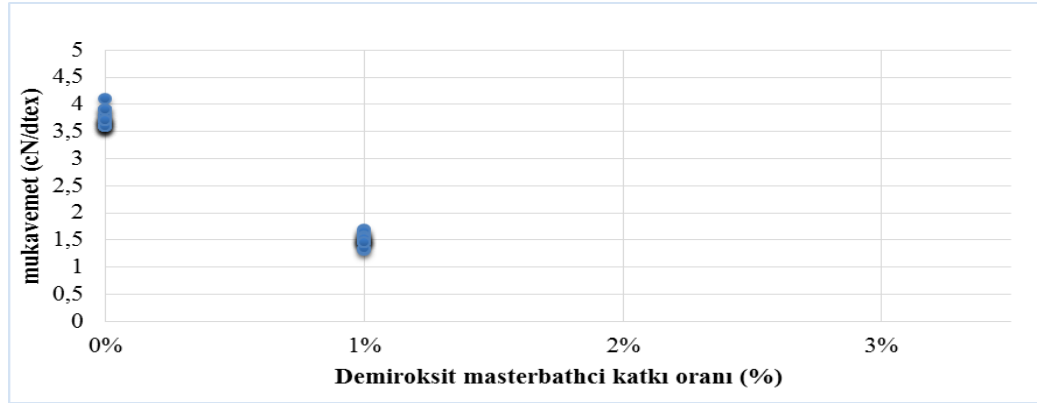
Şekil 5.17. Grafen katkılı iplikler için katkı oranı miktarının kopma mukavemeti (cN/dtex) üzerine etkisi

Çalışmada üretilen nikeloksit katkılı bikomponent ipliklerin kopma mukavemeti (cN/dtex) değerleri ölçüm sonuçları Şekil 5.18'de verilmiştir.



Şekil 5.18.Nikeloksit katkıli iplikler için katkı oranı miktarının kopma mukavemeti (cN) üzerine etkisi

Çalışmada üretilen demiroksit katkıli bikomponent ipliklerin kopma mukavemeti (cN) değerleri ölçüm sonuçları Şekil 5.19’da verilmiştir.

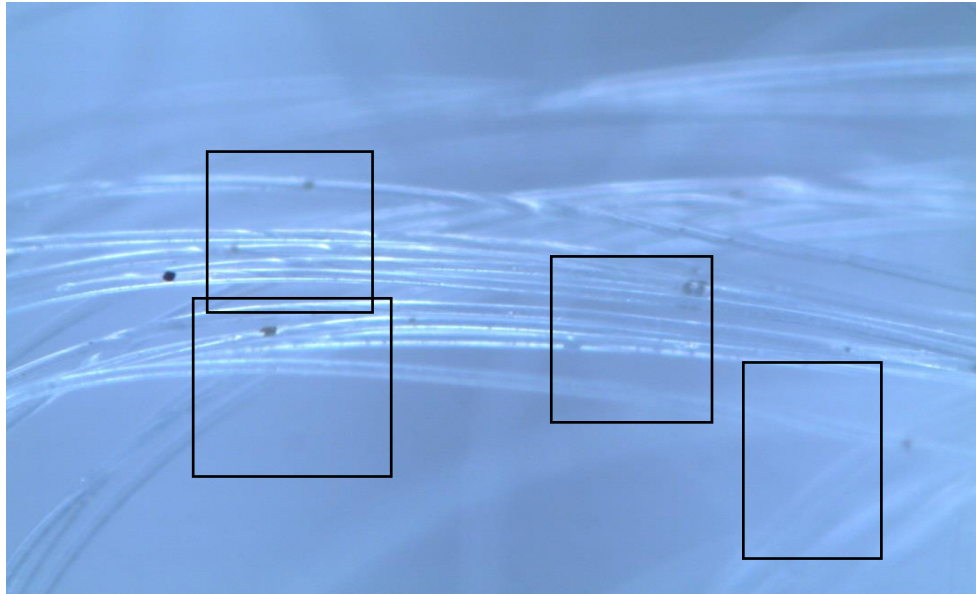


Şekil 5.19. Demiroksit katkıli iplikler için katkı oranı miktarının kopma mukavemeti (cN) üzerine etkisi

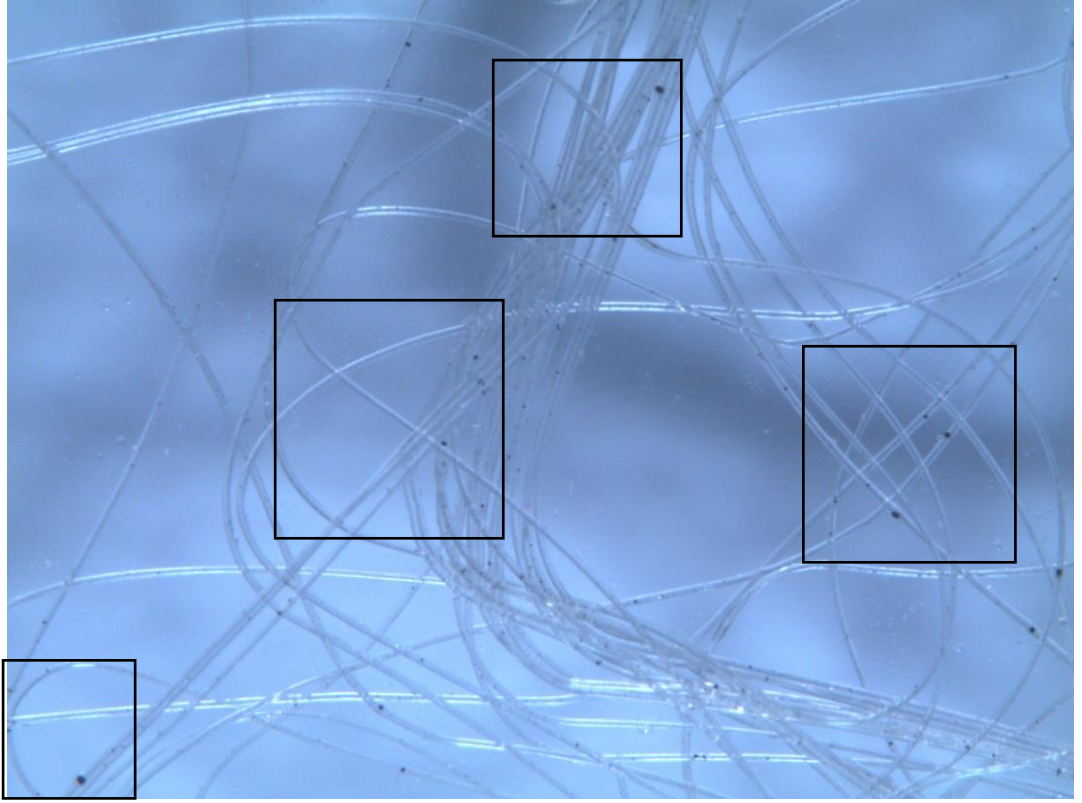
İpliklerin kopma mukavemeti değerleri incelendiğinde % 100 poliester iplikler ile katkıli iplikler karşılaştırıldığında anlamlı fark görülmektedir. Bu fark grafen katkıli ipliklerde tüm nikeloksit ve demiroksit katkıli ipliklere nazaran daha azdır. Öncelikle grafen de az olmak kaydıyla nikeloksit ve demiroksit katkı malzemeleri eklendiğinde yapı içinde agregatlar oluşmuştur. Bu agregatlar literatürde de belirtildiği gibi (Erickson2003)mukavemette azalmaya sebep olmaktadır. Grafen katkıli ipliklerin kopma mukavemeti değerleri ortalama 2,5 cN/dtex, nikeloksit ve demiroksit katkıli bikomponent ipliklerde ise ortalama 1,5 cN/dtex elde edilmiştir. Bu değer ticari olarak 3,6 cN/dtex civarında olmalıdır. Yıldırım (2007) çalışmasında kopma mukavemeti ve uzaması değerlerinin sarım hızı değişiminden büyük ölçüde etkilendiğini, sarım hızının artmasına bağlı olarak kopma mukavemeti değerinin büyük ölçüde arttığını belirtmiştir. Literatürde de belirtildiği gibi (Ziabicki1976, Salem2000), polimerlerden lif elde etmek için, rastgele oryante haldeki izotropik eriyiğin lif eksenine boyunca oryante edilmesi gereklidir. Esnek zincir polimerlerinin bu yapısal dönüşümü, lif çekme ve germe işlemi ile elde edilen karmaşık moleküler işlemlerdir. Bu yapısal değişimi etkileyen faktörler; zaman, sıcaklığa bağlı moleküler hareketler, kristalizasyon, yüksek gerilim altındaki faz

geçişleri, moleküler karmaşıklığın getirdiği kısıtlar ve molekül zincirleri arasındaki etkileşim sayılabilir.

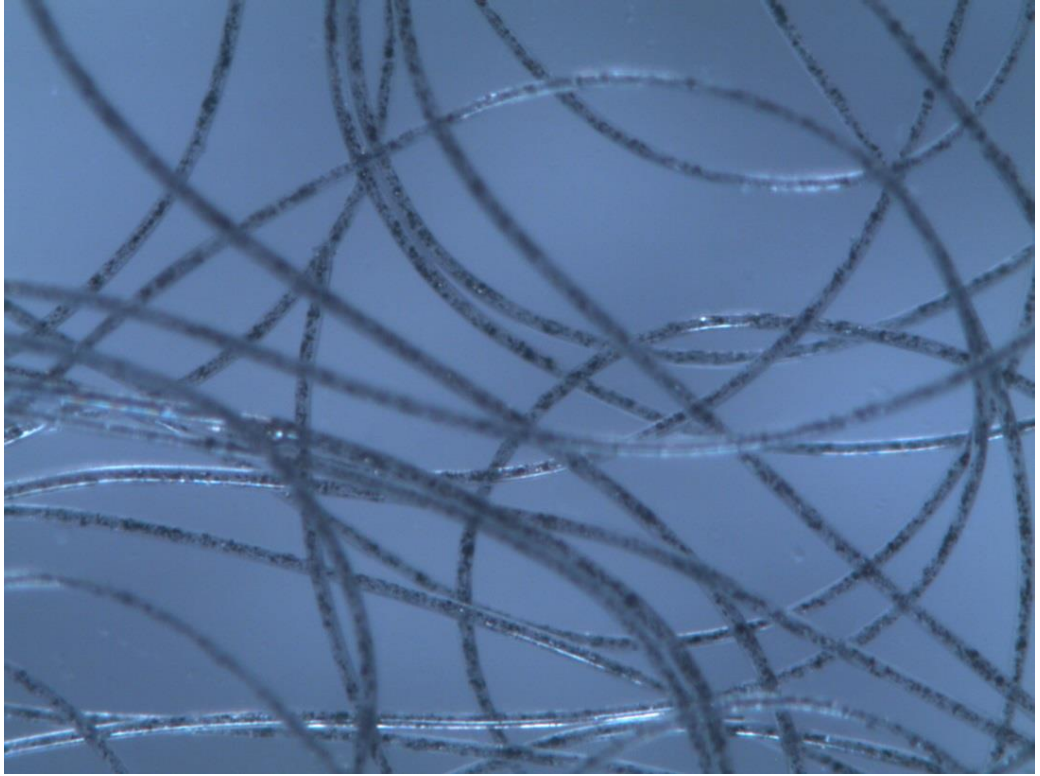
İşlem parametrelerinden; gerilim, uzama, sıcaklık, zaman, moleküllerin uzunluk ve uzunluk dağılımı lifteki moleküler dizilişi çok etkilemektedir.(Ugbolue 2009) Katkı malzemesi eklenmesiyle bu dizilişin iplik mukavemetini destekletici yönde olmadığı görülmektedir. Kristalizasyon; lif çekim işlemi esnasında oryantasyonun artmasıyla, birbirine paralel hale gelen makromoleküllerin soğuma ile birlikte düzenli kristal yapı almasıdır. Kristalinite oranı değeri sarım hızı değişiminden büyük ölçüde etkilenir, sarım hızının artmasına bağlı olarak kristalinite oranı değeri de büyük ölçüde arttığı, ancak bu tip yüksek seviyede ve düzenli bir değişimin soğutma havası sıcaklığı ve hızına bağlı olarak gerçekleşmediği literatürde belirtilmektedir.(Yıldırım 2007) Eriyikten Lif içerisindeki kristal bölge oranı, lifin rijitliğini, aşınma dayanımını, çekme dayanımını ve boyutsal stabilitesini belirlemektedir. Kristalite oranı ne kadar artarsa liflerin modül ve çekme dayanımı da artar. (McIntyre2005,Sperling 2006) Katkı malzemesi eklenmiş bikomponent iplikte kristalizasyonun yeterli sağlanmadığı moleküller arasına giren katkı malzemesi ve bu malzemelerin yer yer agregat oluşturmaları sebebiyle açıklanabilir. Grafen, demiroksit ve nikeloksite nazaran iplik içerisinde çok daha iyi disperse olmuştur. (Şekil 5.20,Şekil 5.21, Şekil 5.22)



Şekil 5.20. Nikeloksit katkılı bikomponent iplik filamentleri



Şekil 5.21.Demiroksit katkılı bikomponent iplik filamentleri



Şekil 5.22.Grafen katkılı bikomponent iplik filamentleri

5.2. Numune Kumaşlara Ait Deneysel Çalışma Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Numune kumaşların ekranlama etkinliği, ASTM D-4935 standardı esas alınarak geliştirilen test aparatıyla yapılan SE ölçüm sonuçları kullanılarak değerlendirilmiştir. Örme kumaş numuneleri Ekranlama Etkinliği grafikleri söz konusu aparat kullanılarak numune başına yapılan her üç ölçümün ortalama değerleri alınarak hazırlanmıştır.

İşlemsiz kumaşlar için istatistiki model aşağıda verilmiştir.

Model: İki Faktörlü Tamamen Tesadüfü Dağılımlı Varyans Analizi

Faktör 1: Katkı Oranı

Faktör 2: Kumaş Sıklığı

Değişken: Ekranlama Etkinliği (SE)

H₀: Katkı oranı ve kumaş sıklığının ekranlama etkinliği üzerinde etkisi yoktur.

H_A: Katkı oranı ve kumaş sıklığının ekranlama etkinliği üzerinde etkisi vardır.

Boyanmış kumaşlar için istatistiki model aşağıda verilmiştir.

Model: Üç Faktörlü Tamamen Tesadüfü Dağılımlı Varyans Analizi

Faktör 1: Katkı Oranı

Faktör 2: Kumaş Sıklığı

Faktör 3: Boyama işlemi

Değişken: Ekranlama Etkinliği (SE)

H₀: Katkı oranı, kumaş sıklığı ve boyama işleminin ekranlama etkinliği üzerinde etkisi yoktur.

H_A: Katkı oranı, kumaş sıklığı ve boyama işleminin ekranlama etkinliği üzerinde etkisi vardır.

Yıkanmış grafen ve nikeloksit katkılı kumaşlar için istatistiki model aşağıda verilmiştir.

Model: Üç Faktörlü Tamamen Tesadüfü Dağılımlı Varyans Analizi

Faktör 1: Katkı Oranı

Faktör 2: Kumaş Sıklığı

Faktör 3: Yıkama sayısı

Değişken: Ekranlama Etkinliği (SE)

H₀: Katkı oranı, kumaş sıklığı ve yıkama sayısının ekranlama etkinliği üzerinde etkisi yoktur.

H_A: Katkı oranı, kumaş sıklığı ve yıkama sayısının ekranlama etkinliği üzerinde etkisi vardır.

Yıkamış demiroksit katkılı kumaşlar için istatistiki model aşağıda verilmiştir.

Model: İki Faktörlü Tamamen Tesadüfü Dağılımlı Varyans Analizi

Faktör 1: Kumaş Sıklığı

Faktör 2: Yıkama sayısı

Değişken: Ekranlama Etkinliği (SE)

H₀: Kumaş sıklığı ve yıkama sayısının ekranlama etkinliği üzerinde etkisi yoktur.

H_A: Kumaş sıklığı ve yıkama sayısının ekranlama etkinliği üzerinde etkisi vardır.

5.2.1. Grafen Katkılı Kumaşlara ait Deneysel Çalışmalar

5.2.1.1. Grafen Katkılı İşlemsiz Kumaşlarda Ekranlama Etkinliği (SE)

Çizelge 5.29. Grafen katkılı ipliklerin ekranlama etkinliği (SE) değerleri için ANOVA tablosu.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H ₀
Katkı Oranı	3	2584,83	861,61	39,01	RED
Kumaş Sıklığı	1	5846,36	5846,36	264,647	RED
Katkı Oranı* Kumaş Sıklığı	3	3039,04	1013,01	45,861	RED
Hata	1576	34812,18	22,089		
Toplam	1583	46282,42			

Çizelge 5.29’ da grafen katkılı ipliklerin ekranlama etkinliği değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, grafen katkılı iplikler için katkı maddesi oranının ve kumaş sıklığının ekranlama etkinliği üzerinde istatistiksel olarak etkisi olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.30. Grafen katkılı ipliklerin ekranlama etkinliği (SE) değerleri için SNK testi.

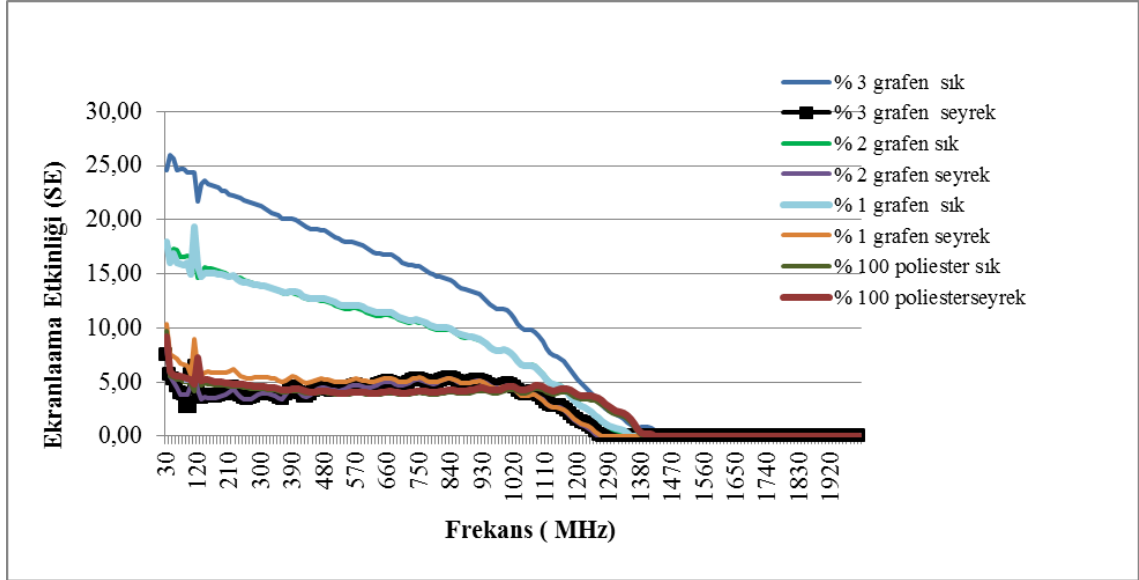
Katkı oranı	N	Ortalamalar ve (ss)			Anlamlı Gruplar*
% 0	396	2,82(2)			A
% 1	396		4,89(4,9)		B
% 2	396		4,64(4,5)		B
% 3	396			6,41(6,3)	C

- Aynı kodlu katkı oranlarının iplik numarası değerlendirmeleri üzerinde %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki fark yoktur

Grafen katkılı iplikler için katkı maddesi oranının ve kumaş sıklığının ekranlama etkinliğine etkisi ile ilgili alt grupların homojenliği testi (SNK) sonuçları Çizelge 5.30’ da sunulmuştur. Ekranlama etkinliği değişkeninin SNK sonuçlarına göre, katkısız iplikle (% 100 poliester) katkılı iplikler için tüm katkı oranları ekranlama etkinliği açısından birbirinden %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak farklı olduğu görülmektedir. % 1 ,% 2 katkı oranları için ise %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak birbirinden farklı olmadığı % 3 katkı oranı ile ise %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak birbirinden farklı olduğu söylenebilir.

Sık (Sıklık 1) ve daha seyrek (Sıklık 2) örülmüş % 100 poliester numune kumaşların ve grafen katkılı işlemsiz numune kumaşların ekranlama etkinliği değerleri Şekil 5.23’ de verilmiştir. İletken malzemelerle takviyelendirilmiş kumaşlarda kumaş sıklığının ekranlama etkinliğine etkisi literatürde birçok çalışmada incelenmiş ve kumaş sıklığı azaldıkça SE değerlerinin azaldığı belirtilmiştir.(Pocai ve Bottari 2003, Cheng ve ark. 2003, Duran 2011) Bu çalışmada da numunelerin sıklığı düştükçe SE değerlerinin de düştüğü açıkça görülmektedir. Şekilden de anlaşılacağı gibi grafen katkılı sık olan kumaşların SE değerleri hem % 100 poliester yani katkısız numunelere göre hem de

daha seyrek olan numunelere göre anlamlı olarak farklı çıkmıştır. Ekranlama etkinliği açısından sıklığı az olan kumaşlarla % 100 poliester kumaşlar arasında anlamlı fark görülmektedir. Bu da bize kumaş sıklığının ekranlama etkinliği üzerinde etkisi olduğunu açıklamaktadır.



Şekil 5.23. Grafen katkılı kumaşlarda katkı oranının ve kumaş sıklığının ekranlama etkinliğine (SE) etkisi

Literatürde örme kumaşların Elektromanyetik koruma etkinliği üzerine yapılan çalışmalar dokuma kumaşların elektromanyetik koruma etkinliği üzerine yapılan çalışmalardan ve kumaş üzerine metalik ya da kendiliğinden iletken materyallerle yapılan kaplama çalışmalarından daha azdır. Dokuma kumaşlarda düşük frekanslarda ekranlama etkinliğinin yüksek frekanslardaki ekranlama etkinliğine göre daha kötü olduğu bilinmektedir. Düşük frekanslarda elektromanyetik koruma daha zordur.(Cheng 2003, Demiray 2009) Bu farklılığın sebebi dokuma ve örme kumaşların yapısal olarak farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Bilindiği gibi örme kumaşlar ilmeklerden meydana gelmekte ve dokuma kumaşlara nazaran daha fazla gözenekli ve esnek yapıya sahiptir. Dokuma kumaşlar ise daha sıkı ve örtücülüğü daha yüksek yapılardır. Kaplanmış kumaşlar ise yüzey olarak gözenekli değildir. Bu çalışmada örme

kumaşların düşük frekanslarda koruma etkinliği dokuma kumaşlara göre daha iyi bulunmuştur. Aslında Bu durum literatürle de uyuşmaktadır. (Demiray 2009)

Bu çalışmada katkısız yani % 100 poliester numune kumaşların SE değerleri 30 MHz-2000 MHz aralığında sık olan kumaşta en yüksek 9,73 dB seyrek olan kumaşta ise 9,21 dB olarak elde edilirken grafen katkılı işlemsiz kumaşlarda sık olan numunede 24,57 dB değeri % 3 katkı oranında elde edilmiştir. Bunu sıklığı yüksek olan % 2 grafen ve % 1 grafen katkı oranlı kumaşlar takip etmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken bir konu grafen için % 1 ve % 2 katkı oranında elde edilen SE değerleri (16 dB) birbirine çok benzer elde edilmiştir. Fakat % 3 katkı oranında SE değeri oldukça artmıştır. Bu durum iplik içerisindeki iletken katkı miktarının SE değeri üzerinde etkisi olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Bilindiği gibi iletken özellikli ekranlama malzemelerinde elektromanyetik dalgaların temel zayıflatılma mekanizması yansımadır. Grafenin bikomponent iplikteki oranının artmasıyla kumaşın elektriksel direnci azalmakta ve dolayısıyla elektriksel iletkenliği artmaktadır. Kumaşın elektriksel iletkenliği arttıkça, hava ile kumaş arasındaki empedans farkı artmakta ve yansıtma özelliği iyileşmektedir. Böylelikle, daha iyi ekranlama etkinliği sonuçları elde edilmektedir.

Kumaş sıklığı ve katkı oranı arttıkça ekranlama etkinliğinin artması, elektromanyetik dalgayı karşılayan yapının daha az gözenekli bir yapı olması ve ekranlama etkisi sağlayan katkı maddesini taşıyan ipliklerin birbirine yaklaşmasından; böylece iletken kısmın sıklaşarak ekranlamayı daha etkin bir hale getirmesinden kaynaklanmaktadır.

Dikkat edilmesi gereken bir başka konuda şekillerdeki grafiklerden de anlaşılacağı gibi SE değerlerinin gittikçe azalarak 0 a ulaşmasıdır. Bu durum aslında örme kumaş yapısından kaynaklanmaktadır. Daha öncede açıklandığı gibi örme kumaş yapısı gereği gözeneklidir. Elektromanyetik dalga, frekansı attıkça dalga boyu küçüldüğünden gözeneklerden geçebilmesi daha kolay olmaktadır. Dolayısıyla frekans yükseldikçe bu gözeneklerden geçen elektromanyetik dalgalar artmaktadır. Eğer yapıdaki gözenekler sifıra yaklaşırsa grafikteki bu eğri düz bir eğri olarak devam edecektir. Örneğin kaplanmış iletken özellikte kumaşlarda ekranlama etkinliği grafiklerinde bu değer yatay bir şekilde seyretmektedir. (Ersoy 2012)

5.2.1.2. Grafen Katkılı Boyalı Kumaşlarda Boyama Sonrası Ekranlama Etkinliği (SE)

Çizelge 5.31’ de grafen katkıli kumaşların ekranlama etkinliği değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, grafen katkıli kumaşlar için katkı maddesi oranının ve kumaş sıklığının ekranlama etkinliği üzerinde istatistiksel olarak etkisi olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.31. Grafen katkıli ipliklerin boyama işleminden sonra ekranlama etkinliği (SE) değerleri için ANOVA tablosu.

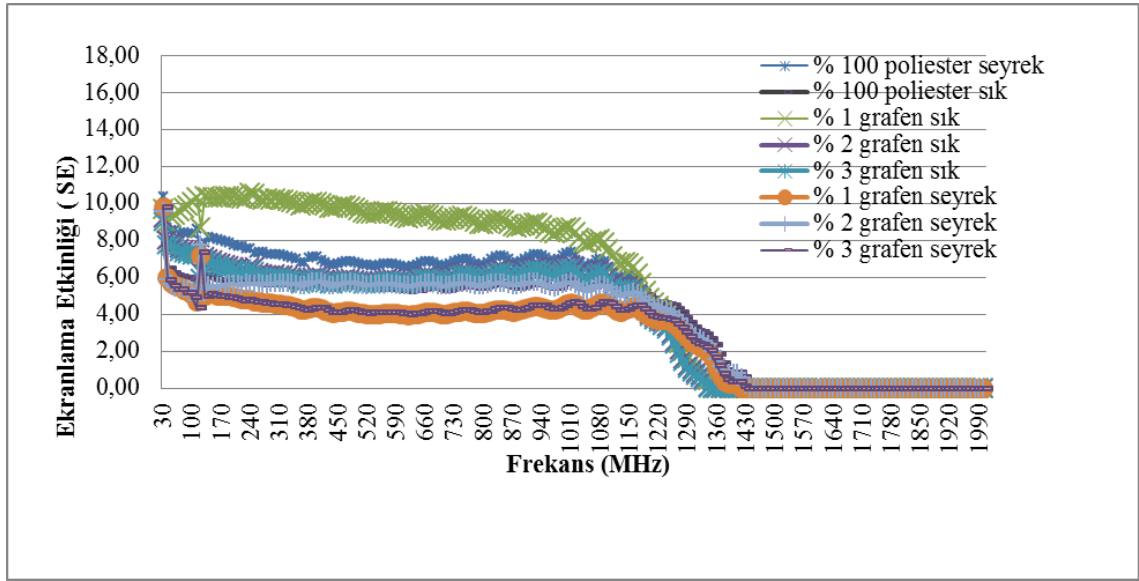
Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H ₀
Kumaş Sıklığı	1	488,222	488,222	55,754	RED
Katkı Oranı	3	185,632	61,877	7,066	RED
Katkı Oranı* Kumaş Sıklığı	3	361,860	120,620	13,775	RED
Hata	1576	13800,517	8,757		
Toplam	1583				

Çizelge 5.32. Grafen katkıli ipliklerin boyama işleminden sonra ekranlama etkinliği (SE) değerleri için SNK testi.

Katkı oranı	N	Ortalamalar ve (ss)			Anlamli Gruplar*
% 0	396	3,99(3)	3,99(3)		AB
% 1	396		4,24(3,7)		B
% 2	396	3,71(2,7)		3,71(2,7)	AC
% 3	396			3,31(2,5)	C

- Aynı kodlu katkı oranlarının iplik numarası değerlendirmeleri üzerinde %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki fark yoktur

Grafen katkılı kumaşlar için katkı maddesi oranının ve kumaş sıklığının boyama sonrası ekranlama etkinliğine etkisi ile ilgili alt grupların homojenliği testi (SNK) sonuçları Çizelge 5.30' da sunulmuştur. Ekranlama etkinliği değişkeninin SNK sonuçlarına göre, katkısız iplikle (% 100 pes) üretilen kumaşlar ve katkı malzemeli üretilen kumaşların boyama sonrası ekranlama etkinliği açısından birbirinden %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak farklı gibi gözükse de genel olarak bakıldığında aralarında fark olmadığı görülmektedir.

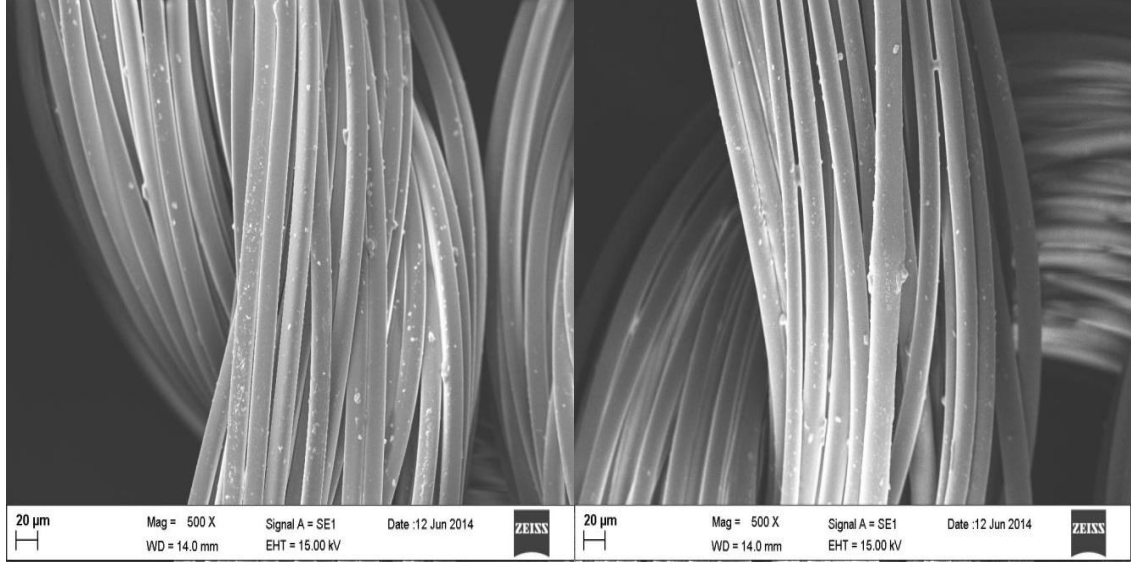


Şekil 5.24. Grafen katkılı boyanmış kumaşlarda katkı oranının ve kumaş sıklığının ekranlama etkinliğine (SE) etkisi

Şekil 5.24' den de görüldüğü gibi boyanmış grafen katkılı kumaşların ekranlama etkinliği katkısız poliester kumaşla her iki sıklıktaki kumaşla da neredeyse eşit çıkmıştır. Bu durum boyalı ve katkılı kumaşlarda katkı maddesinin ekranlama etkisi sağlamadığını göstermektedir. Bunun sebebi boyarmadde partikülleri varlığı, ya da kullanılan boyarmadde rengi olabilir.

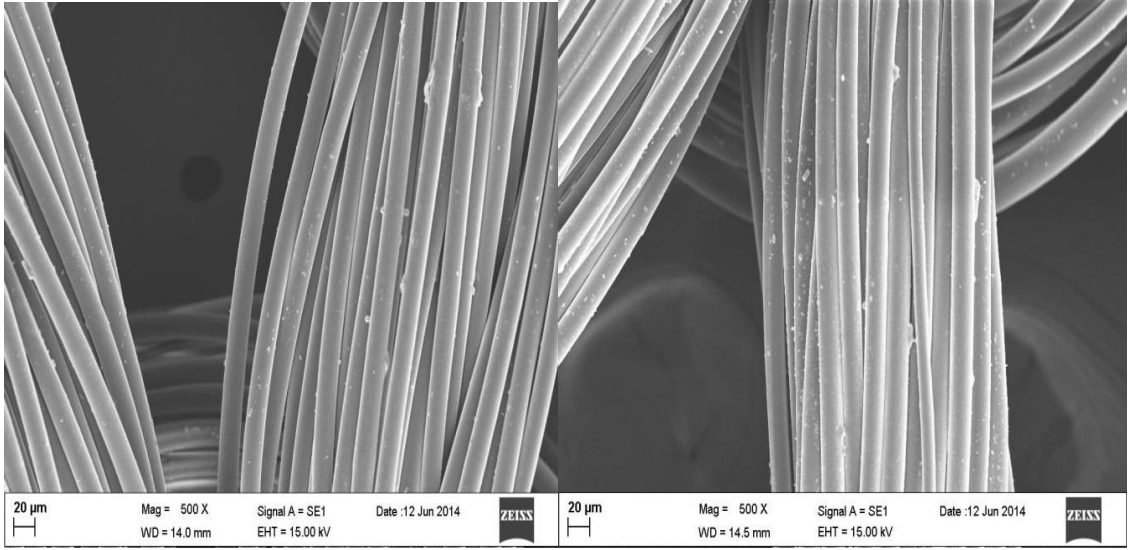
Şekil 5.25'de % 100 poliester ve grafen katkılı boyanmış kumaşların sem görüntüleri Şekil.5.26'da da grafen katkılı ipliklerin mikroskop görüntüleri verilmiştir. Yapılan incelemede iplik içerisindeki katkı malzemesinin boyama işlemi sonucunda bir değişikliğe uğramadığı tespit edilmiştir. Şekil 5.27'de % 3 grafen katkılı iplikte grafen

partikülleri görülmektedir. 100 poliester kumaşla grafen katkılı kumaşların sem görüntüleri açısından da farklı olmadığı görülmektedir.



a.

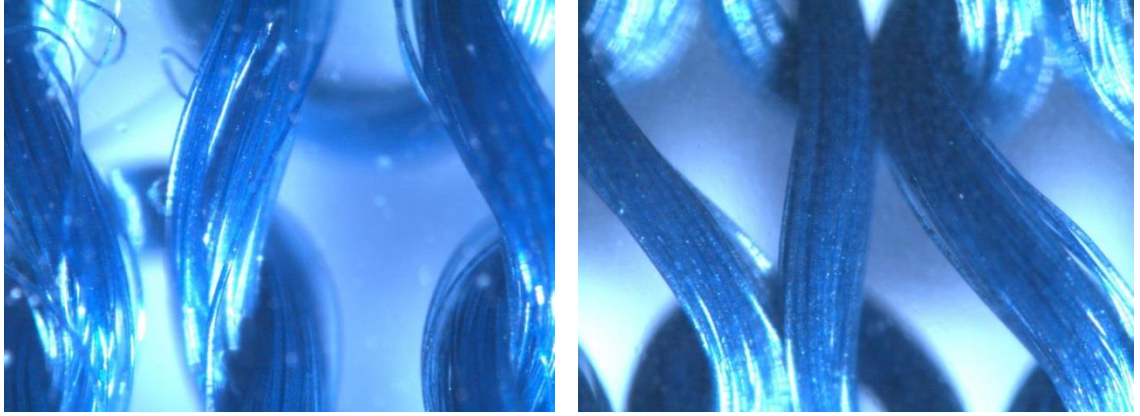
b.



c.

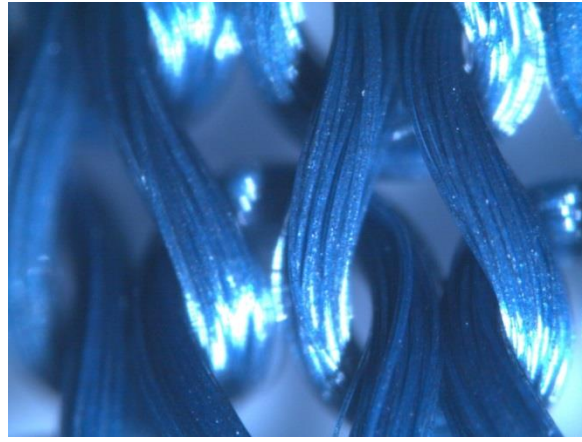
d.

Şekil 5.25.a. % 100 boyalı poliester, **b.** % 1 grafen katkılı boyalı, **c.** % 2 grafen katkılı boyalı, **d.** % 3 grafen katkılı boyalı kumaş sem görüntüsü



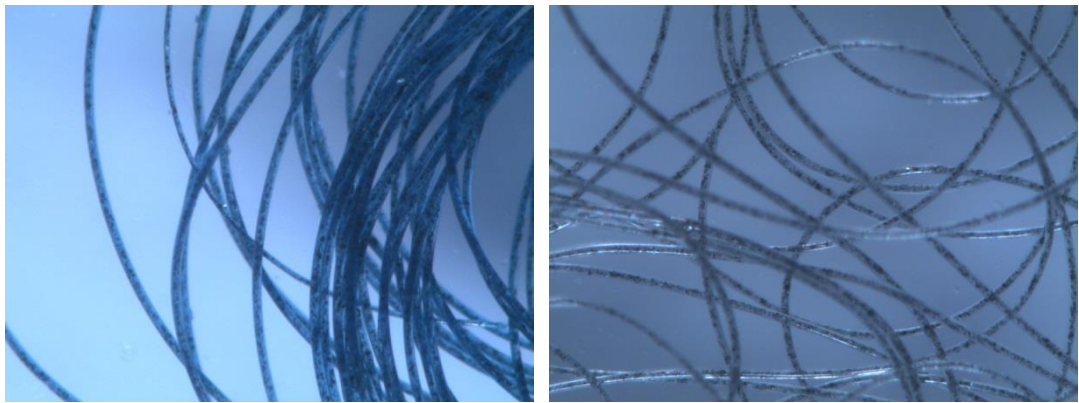
a.

b.



c.

Şekil 5.26.a. % 1 grafen katkılı boyalı, **b.** % 2 grafen katkılı boyalı, **c.** % 3 grafen katkılı boyalı kumaş sem görüntüsü



a

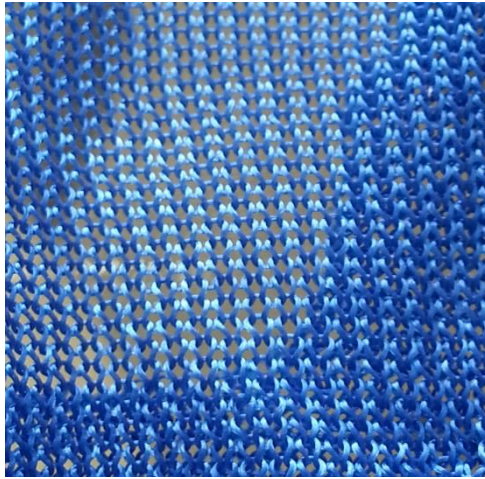
b.

Şekil 5.27.a. % 3 Grafen katkılı boyanmış kumaşta, **b.** % 3 Grafen katkılı boyanmamış kumaşta filaman içindeki grafen partikülleri

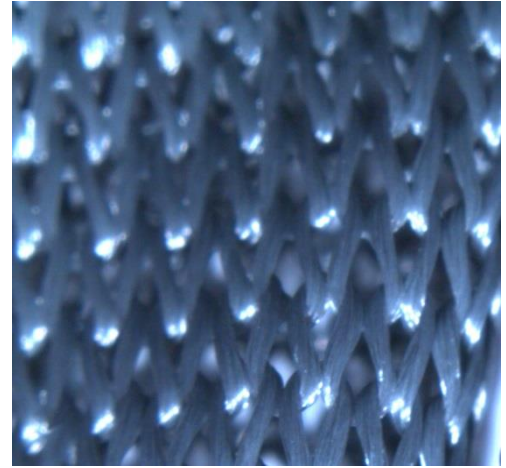
Boyanmış grafen katkılı kumaşlar ve % 100 Poliester kumaşın renk ölçüm fark değerleri (L^* , a^* , b^*) aşağıdaki çizelge 5.33'de verilmiştir.

Çizelge 5.33. Boyanmış grafen katkılı kumaşlarla boyanmış % 100 poliester kumaşın renk farkı (L^* , a^* , b^*) değerleri

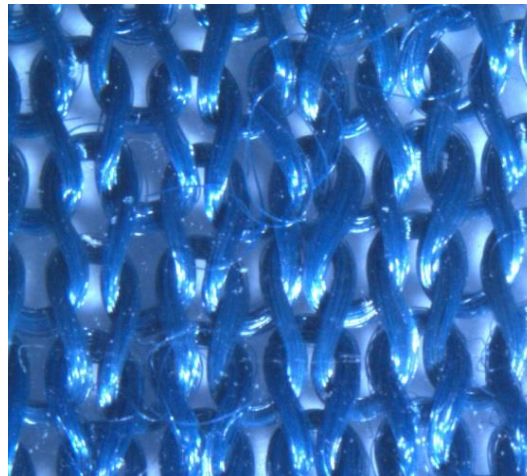
Kumaş tipi	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE
% 1 Grafen katkılı	-16,883	-0,527	23,544	28,976
% 2 Grafen katkılı	-17,443	-0,572	24,092	29,749
% 3 Grafen katkılı	17,664	-0,245	25,695	31,182



a



b.



c.

Şekil 28.a. Boyanmış % 100 poliester kumaş, **b.** Boyanmamış grafen katkılı kumaş, **c.** Boyanmış grafen katkılı kumaş görüntüsü

Şekil 28’de görüldüğü gibi boyanmış grafen katkıli kumaşlarda % 1 grafen katkıli kumaşın % 100 poliester kumaşa göre % 36,7 daha koyu , % 2 grafen katkıli kumaşın % 41,2 daha koyu, % 3 grafen katkıli kumaşın % 41,8 daha koyu olduğu tespit edilmiştir. Bu durum katkıli kumaşlardaki katkı maddesinin renginden kaynaklanmıştır. Grafen katkı maddesi siyah renkli bir malzemedir.

5.2.1.3. Grafen Katkıli Yıkamış Kumaşlarda Ekranlama Etkinliği (SE)

Çizelge 5.34. Grafen katkıli kumaşların yıkama işleminden sonra ekranlama etkinliği (SE) değerleri için ANOVA tablosu.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H ₀
Kumaş Sıklığı	1	28,633	28,63	,346	KABUL
Katkı Oranı	2	637,761	318,88	3,858	RED
Yıkama Adedi	4	26255,38	6563,84	79,404	RED
Katkı Oranı* Kumaş Sıklığı	2	261,173	130,58	1,580	KABUL
Yıkama Adedi * Kumaş Sıklığı	4	11193,27	2798,31	33,852	RED
Katkı Oranı * Yıkama Adedi	8	882,41	110,30	1,334	KABUL
Katkı Oranı*Yıkama Adedi* Kumaş Sıklığı	8	915,25	114,40	1,384	KABUL
Hata	5910	488541,876	82,664		
Toplam	5939	528715,764			

Çizelge 5.34' de grafen katkılı kumaşların yıkama sonrası ekranlama etkinliği değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, yıkanmış grafen katkılı kumaşlar için yıkama sayısının ve katkı oranının ekranlama etkinliği üzerinde istatistiksel olarak etkisi olduğu, kumaş sıklığının ekranlama etkinliği üzerinde istatistiksel olarak etkisinin olmadığı görülmüştür.

Çizelge 5.35. Grafen katkılı ipliklerin yıkamalar sonrası katkı oranı alt grupları ekranlama etkinliği (SE) değerleri için SNK testi.

Katkı Oranı	N	Ortalamalar ve (ss)		Anlamlı Gruplar *
% 1	1980	9,08(9,6)		A
% 2	1980	9,48(9,9)	9,48(9,9)	AB
% 3	1980		9,88(9,9)	B

- Aynı kodlu katkı oranlarının iplik numarası değerlendirmeleri üzerinde %5 anlamlılık seviyesinde istatistiksel fark yoktur

Çizelge 5.36. Grafen katkılı ipliklerin yıkamalar sonrası ekranlama etkinliği (SE) değerleri için SNK testi.

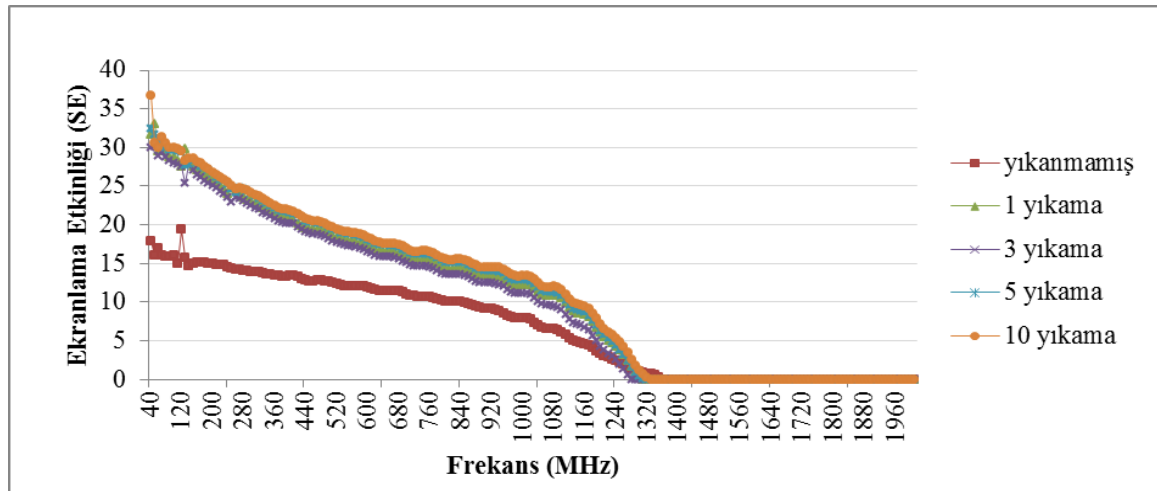
Yıkama Adedi	N	Ortalamalar ve (ss)		Anlamlı Gruplar *
0	1188	5,32(6)		A
1	1188		10,23(9,6)	B
3	1188		10,97(10)	B
5	1188		10,20(9,6)	B
10	1188		10,69(9,9)	B

- Aynı kodlu katkı oranlarının iplik numarası değerlendirmeleri üzerinde %5 anlamlılık seviyesinde istatistiksel fark yoktur

Grafen katkılı kumaşlar için yıkamalar sonrası ekranlama etkinliğine etkisi ile ilgili alt grupların homojenliği testi (SNK) sonuçları Çizelge 5.35 ve Çizelge 5.36'da sunulmuştur. Ekranlama etkinliği değişkeninin SNK sonuçlarına göre, hiç yıkanmamış kumaş ile yıkanmış kumaşlar arasında ekranlama etkinliği açısından birbirinden %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak fark görülmektedir. Yıkanmış kumaşların kendi aralarında ise yıkama sayısının birbirinden %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak farkı yoktur.

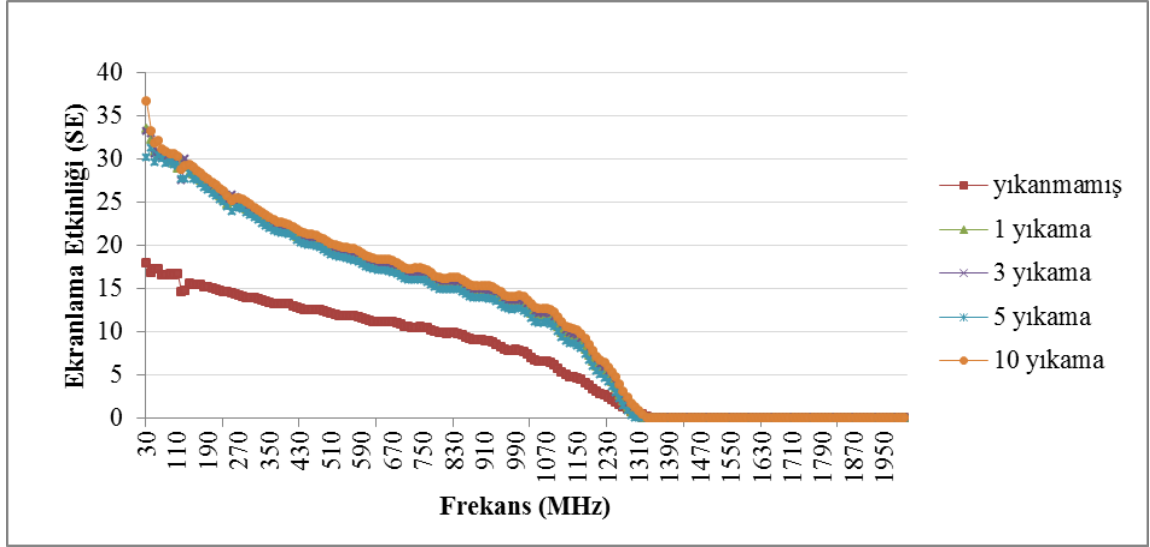
5.2.1.3.1. Daha Sık Üretilen Numune Kumaşlarda Yıkama İşleminin Ekranlama Etkinliği (SE)

Yıkanmamış % 1 grafen katkılı kumaşlarda 30 MHz deki ekranlama etkinliği 13,92 dB, yıkanmış kumaşta ise 1 yıkama sonrası 31,69 dB elde edilirken 10 yıkama sonrası 36,68 dB elde edilmiştir. Yıkanmamış % 2 grafen katkılı kumaşlarda 30 MHz deki ekranlama etkinliği 17,98 dB, yıkanmış kumaşta ise 1 yıkama sonrası 33,52 dB, 10 yıkama sonrası 36,75 dB elde edilmiştir. Yıkanmamış % 3 grafen katkılı kumaşlarda 30 MHz deki ekranlama etkinliği 24,57 dB, yıkanmış kumaşta ise 1 yıkama sonrası 35,36 dB 10 yıkama sonrası ise 36,46 dB elde edilmiştir.

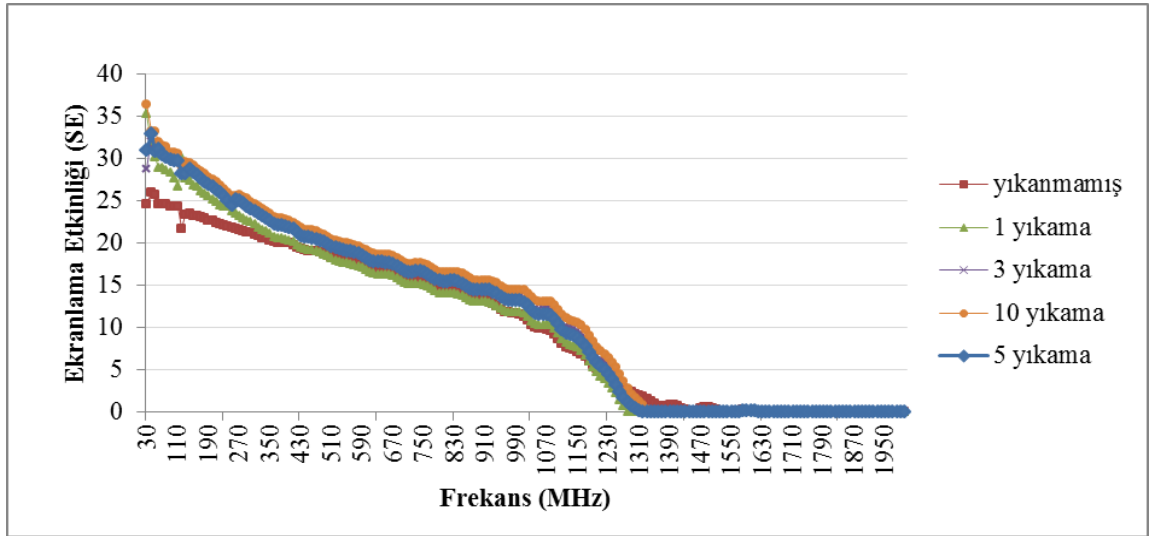


Şekil 5.29. % 1 Grafen masterbatchi içeren numune kumaşlarda yıkama işleminin ekranlama etkinliğine (SE) etkisi

Şekil 5.29, 5.30, 5.31'den de görüldüğü gibi yıkanmış grafen katkılı kumaşların ekranlama etkinliği yıkanmamış kumaşlara göre yüksek çıkmıştır. Bu durum yıkanmış kumaşlarda kumaşın sıra ve çubuklarının yıkamada biraz daha yaklaşması ile ekranlama etkinliğinin artması şeklinde açıklanabilir. Kumaşın örtücülüğü arttıkça yani ilmekler arası boşluk azaldıkça ekranlama etkinliği artmıştır.



Şekil. 5.30. % 2 Grafen masterbatchi içeren numune kumaşlarda yıkama işleminin ekranlama etkinliğine (SE) etkisi



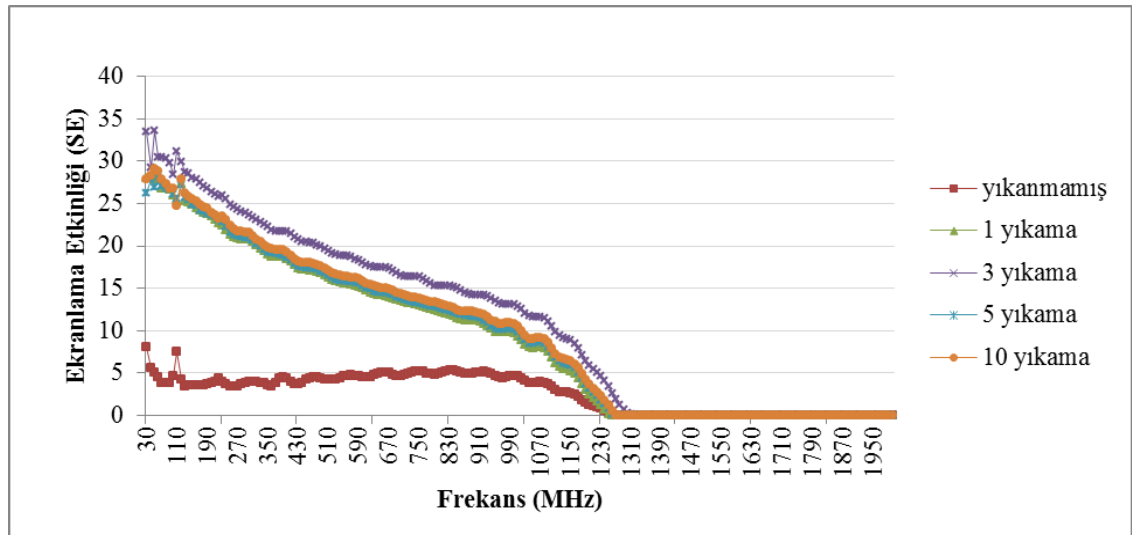
Şekil 5.31. % 3 Grafen masterbatchi içeren numune kumaşlarda yıkama işleminin ekranlama etkinliğine (SE) etkisi

Daha önce (Bölüm 4) kumaşların yıkama sonrası sıklıklarının bir miktar değiştiği belirtilmiştir. Ayrıca tüm katkı oranları karşılaştırıldığında % 1 grafen katkılı kumaşlarda % 3 grafen katkılı kumaşlara göre daha düşük ekranlama etkinliği elde edilmiştir.

5.2.1.3.2. Daha Seyrek Üretilen Numune Kumaşlarda Yıkama İşleminin Ekranlama Etkinliği

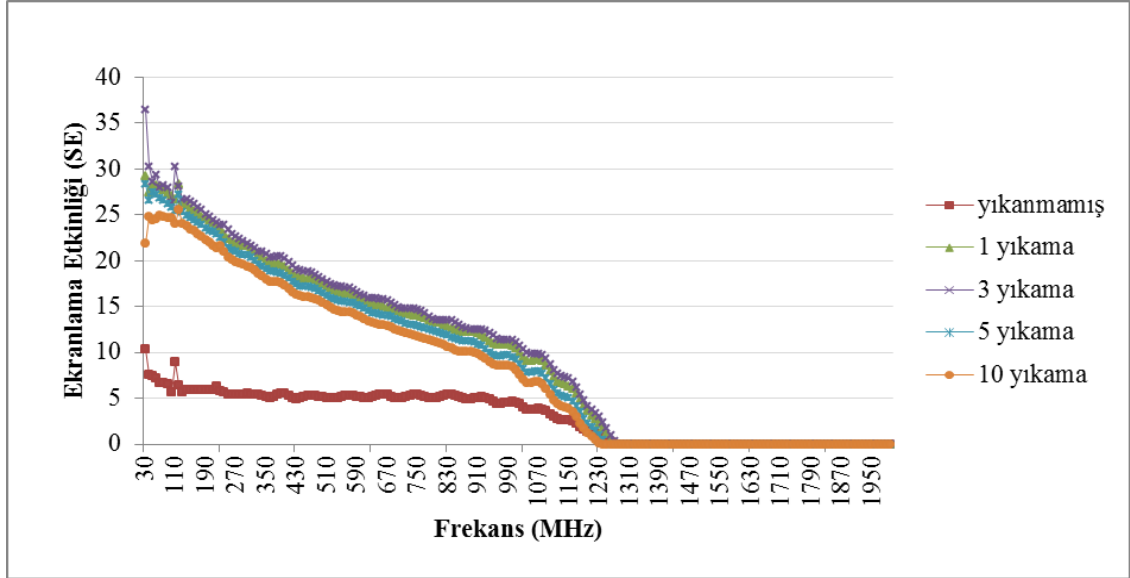
Daha seyrek üretilen yıkanmamış % 1 grafen katkılı kumaşlarda 30 MHz deki ekranlama etkinliği 10,33 dB, yıkanmış kumaşta ise 1 yıkama sonrası 27,47 dB elde edilirken 10 yıkama sonrası 21,92 dB elde edilmiştir. Yıkanmamış % 2 grafen katkılı kumaşlarda 30 MHz deki ekranlama etkinliği 8,07 dB, yıkanmış kumaşta ise 1 yıkama sonrası 27,97 dB, 10 yıkama sonrası 27,84 dB elde edilmiştir. Yıkanmamış % 3 grafen katkılı kumaşlarda 30 MHz deki ekranlama etkinliği 7,49 dB, yıkanmış kumaşta ise 1 yıkama sonrası 24,59 dB 10 yıkama sonrası ise 36,74 dB elde edilmiştir.

Şekil 5.32. % 1 Grafen masterbatchi içeren numune kumaşlarda yıkama işleminin ekranlama etkinliğine (SE) etkisi

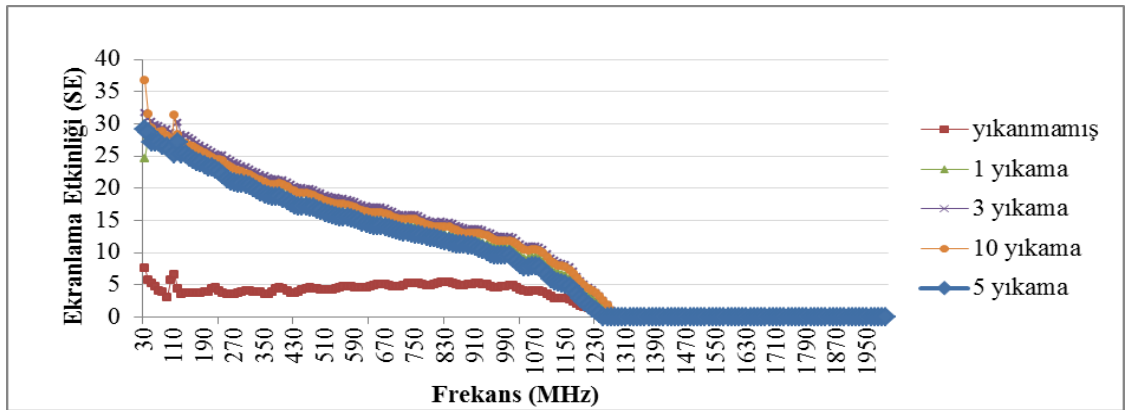


Şekil 5.32, 5.33, 5.34'den de görüldüğü gibi yıkanmış grafen katkılı kumaşların ekranlama etkinliği yıkanmamış kumaşlara göre yüksek çıkmıştır. Bu durum yıkanmış

kumaşlarda ilmeklerin bir miktar küçülüp örtücülüğün artmasıyla açıklanabilir. Böylece kumaş yüzeyine gelen dalgaların arasından geçeceği boşluklar azalmıştır. Bölüm 4 de yıkanmış kumaşların sıklığının yıkanmamış kumaş sıklığına göre bir miktar arttığı görülmektedir.



Şekil 5.33. % 2 Grafen masterbatchi içeren numune kumaşlarda yıkama işleminin ekranlama etkinliğine (SE) etkisi



Şekil 5.34. % 3 Grafen masterbatchi içeren numune kumaşlarda yıkama işleminin ekranlama etkinliğine (SE) etkisi

Ayrıca tüm katkı oranları karşılaştırıldığında % 1 grafen katkılı kumaşlarda % 3 grafen katkılı kumaşlara göre bir miktar daha düşük ekranlama etkinliği elde edilmiştir.

5.2.2. Nikeloksit Katkılı Kumaşlara ait Deneysel Çalışmalar

5.2.2.1. Nikeloksit Katkılı İşlemsiz Kumaşlarda Ekranlama Etkinliği (SE)

Çizelge 5.37. Nikeloksit katkıli ipliklerin ekranlama etkinliği (SE) değerleri için ANOVA tablosu.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H ₀
Katkı Oranı	2	3841,301	1920,651	106,502	RED
Kumaş Sıklığı	1	47,572	47,572	2,638	KABUL
Katkı Oranı* Kumaş	2	49,453	24,727	1,371	KABUL
Hata	1182	50239,706	18,034		
Toplam	1187	25254,390			

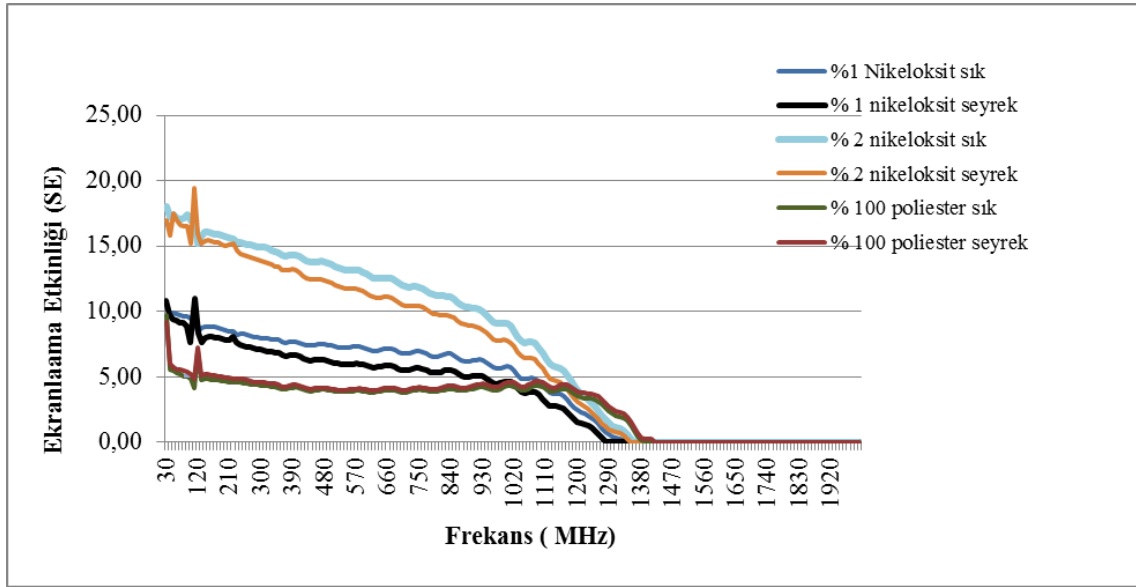
Çizelge 5.37' de nikeloksit katkıli kumaşların ekranlama etkinliği değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, nikeloksit katkıli kumaşlar için katkı maddesi oranının ekranlama etkinliği üzerinde istatistiksel olarak etkisi olduğu fakat kumaş sıklığının etkili olmadığı görülmektedir.

Çizelge 5.38. Nikeloksit katkıli ipliklerin ekranlama etkinliği (SE) değerleri için SNK testi.

Katkı oranı	N	Ortalamalar ve Gruplar			Anlamlı Farklar*
% 0	396	2,82(2)			A
% 1	396		3,88(3,3)		B
% 2	396			7,05(6,1)	C

- Aynı kodlu katkı oranlarının iplik numarası değerlendirmeleri üzerinde %5 anlamlılık seviyesinde istatistiksel fark yoktur*

Nikeloksit katkılı iplikler için katkı maddesi oranının ve kumaş sıklığının ekranlama etkinliğine etkisi ile ilgili alt grupların homojenliği testi (SNK) sonuçları Çizelge 5.38’ de sunulmuştur. Ekranlama etkinliği değişkeninin SNK sonuçlarına göre, katkısız iplikle (0) katkılı iplikler için tüm katkı oranları ekranlama etkinliği açısından birbirinden %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak farklı olduğu görülmektedir.



Şekil 5.35. Nikeloksit katkılı kumaşlarda katkı oranının ve kumaş sıklığının ekranlama etkinliğine (SE) etkisi

Sık (Sıklık 1) ve daha seyrek (Sıklık 2) örülmüş % 100 poliester numune kumaşların ve nikeloksit katkılı işlemsiz numune kumaşların ekranlama etkinliği değerleri Şekil 5.35’ de verilmiştir. Yukarıda da incelediğimiz gibi kumaş sıklığı azaldıkça SE değerlerinin azaldığı literatürde de belirtilmiştir. (Pocai ve Bottari 2003, Cheng ve ark. 2003, Duran 2011) Bu çalışmada da numunelerin sıklığı düştükçe SE değerlerinin de düştüğü açıkça görülmektedir. Şekil 5.35’ den de anlaşılacağı gibi nikeloksit katkılı sık olan kumaşların SE değerleri hem % 100 poliester yani katkısız numunelere göre hem de daha seyrek olan numunelere göre anlamlı olarak farklı çıkmıştır.

5.2.2.2. Nikeloksit Katkılı Boyalı Kumaşlarda Boyama Sonrası Ekranlama Etkinliği

Çizelge 5.39. Nikeloksit katkıli ipliklerin boyama işleminden sonra ekranlama etkinliği (SE) değerleri için ANOVA tablosu.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H ₀
Kumaş Sıklığı	1	2,069	2,069	,265	KABUL
Katkı Oranı	2	143,672	71,836	4,190	KABUL
Katkı Oranı* Kumaş Sıklığı	2	74,145	37,072	4,743	KABUL
Hata	1182	9239,474	7,817		
Toplam	1187	9459,360			

Çizelge 5.39' da nikeloksit katkıli boyanmış kumaşların ekranlama etkinliği değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, nikeloksit katkıli boyanmış kumaşlar için kumaş sıklığının ve katkı oranının ekranlama etkinliği üzerinde istatistiksel olarak etkisi olmadığı görülmektedir.

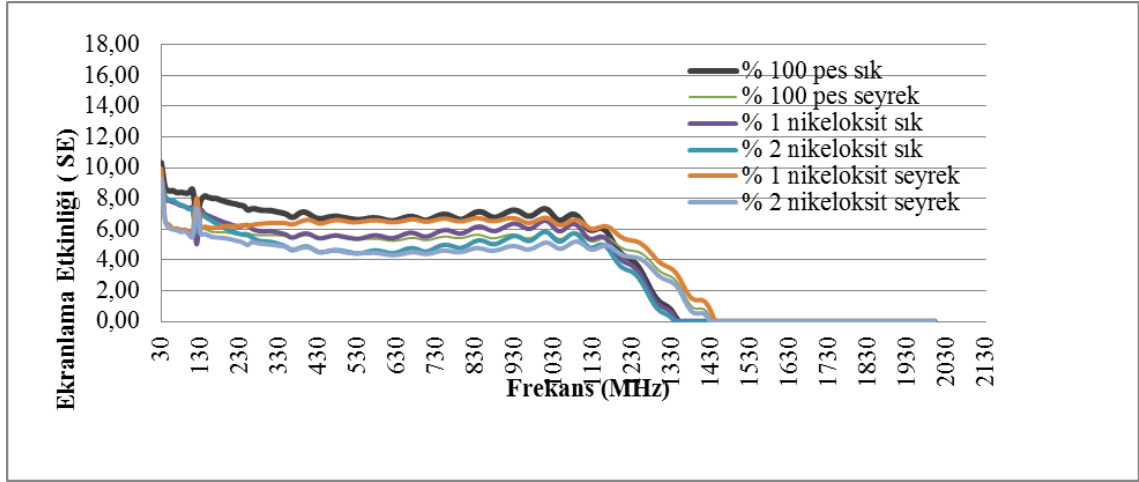
Çizelge 5.40. Nikeloksit katkıli ipliklerin boyama işleminden sonra ekranlama etkinliği (SE) değerleri için SNK testi.

Katkı oranı	N	Ortalamalar ve (ss)	Anlamlı Gruplar *
0	396	3,99(3)	A
1	396	3,97(3,2)	A
2	396	3,87(2,4)	A

- Aynı kodlu katkı oranlarının iplik numarası değerlendirmeleri üzerinde %5 anlamlılık seviyesinde istatistiksel fark yoktur*

Nikeloksit katkıli kumaşlar için katkı maddesi oranının ve kumaş sıklığının boyama sonrası ekranlama etkinliğine etkisi ile ilgili alt grupların homojenliği testi (SNK) sonuçları Çizelge 5.40' da sunulmuştur. Ekranlama etkinliği değişkeninin SNK sonuçlarına göre, katkısız iplikle (% 100 poliester) nikeloksit katkıli boyanmış kumaşın

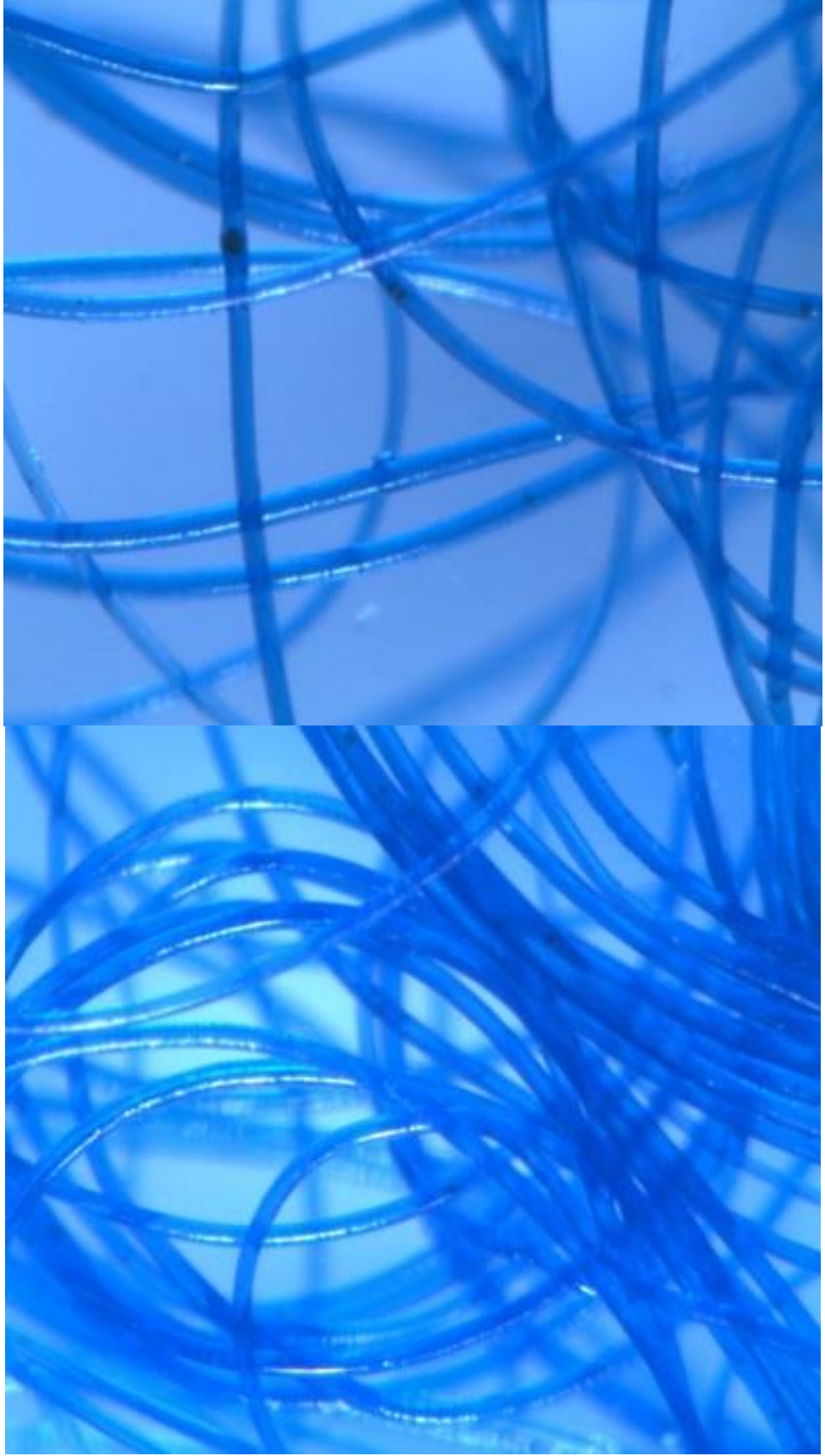
ekranlama etkinliği %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak birbirinden farklı olmadığı görülmüştür.



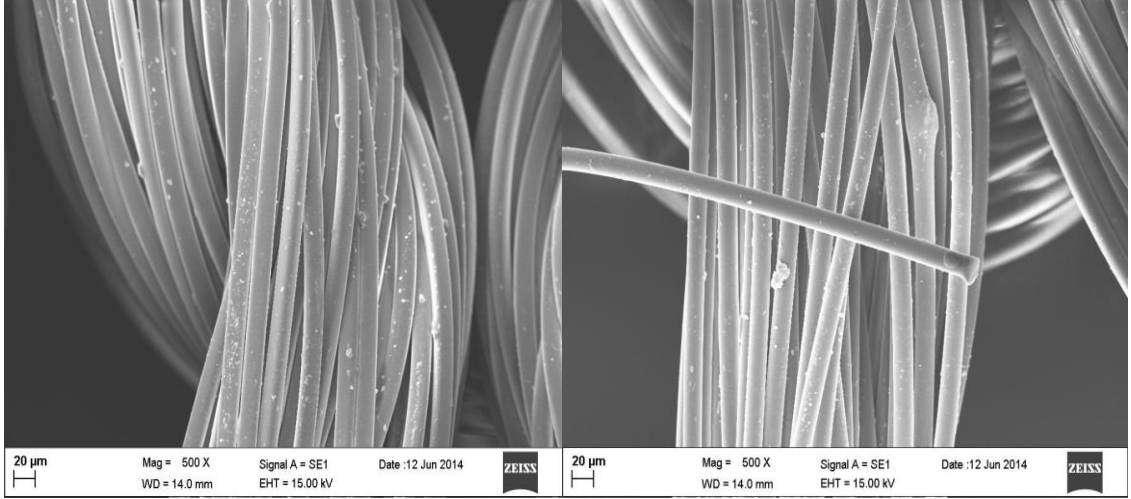
Şekil 5.36. Nikeloksit katkılı boyanmış kumaşlarda katkı oranının ve kumaş sıklığının ekranlama etkinliğine (SE) etkisi

Şekil 5.36' dan da görüldüğü gibi boyanmış nikeloksit katkılı kumaşların ekranlama etkinliği katkısız poliester kumaşla her iki sıklıktaki kumaşla da neredeyse eşit çıkmıştır. Bu durum boyalı ve katkılı kumaşlarda katkı maddesinin ekranlama etkisi sağlamadığını göstermektedir. Bunun sebebi boyarmadde partikülleri varlığı, ya da kullanılan boyarmadde rengi olabilir.

Şekil. 5.37'de nikeloksit katkılı ipliklerin mikroskop görüntüleri, Şekil 5.38'de % 100 poliester ve nikeloksit katkılı boyanmış kumaşların sem görüntüleri verilmiştir. Yapılan incelemede iplik içerisindeki katkı malzemesinin boyama işleminde bir değişikliğe uğramadığı tespit edilmiştir. Şekil 5. Nikleoksit katkılı iplikteki partiküller görülmektedir. % 100 poliester kumaşla nikeloksit katkılı kumaşların sem görüntüleri açısından da farklı olmadığı görülmektedir.

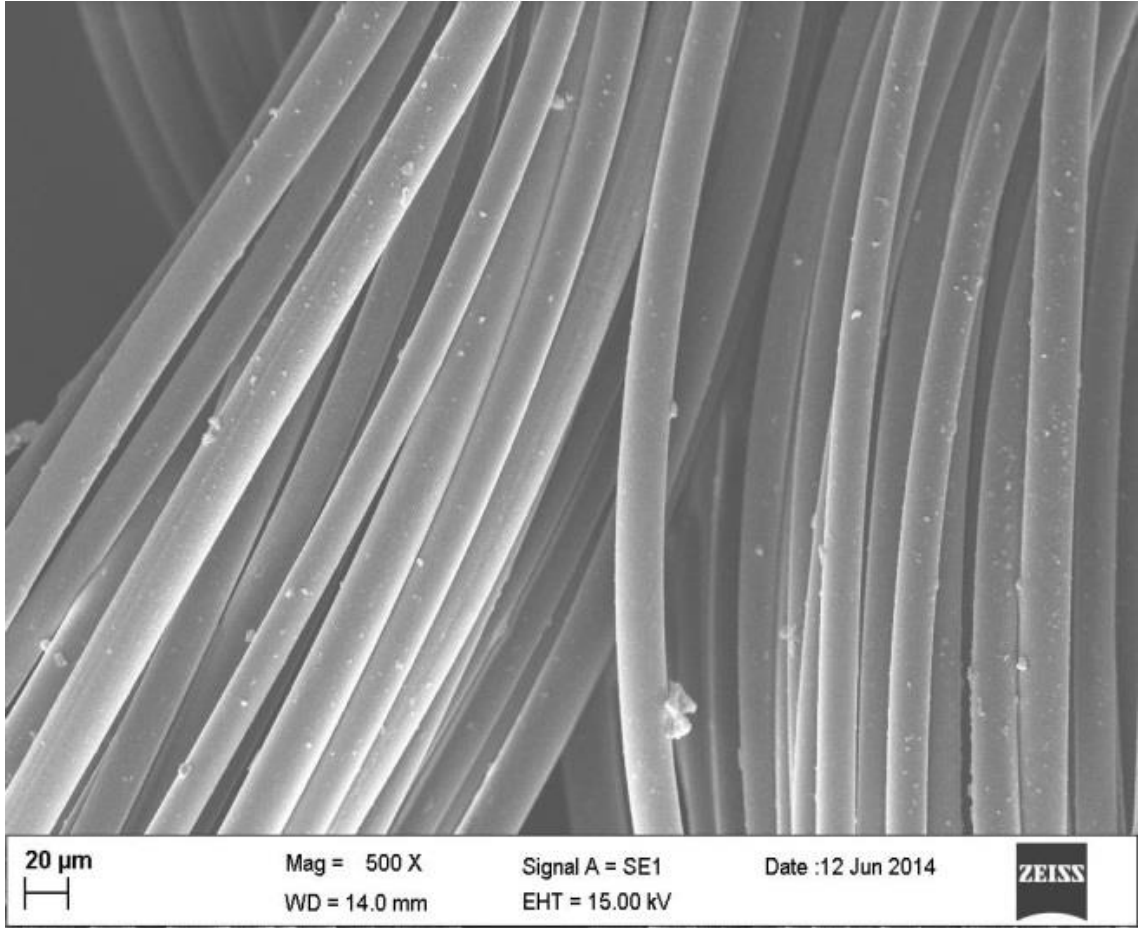


Şekil 5.37. Nikeloksit katkılı boyalı kumaşta filamentlerin görüntüsü



a.

b.



c.

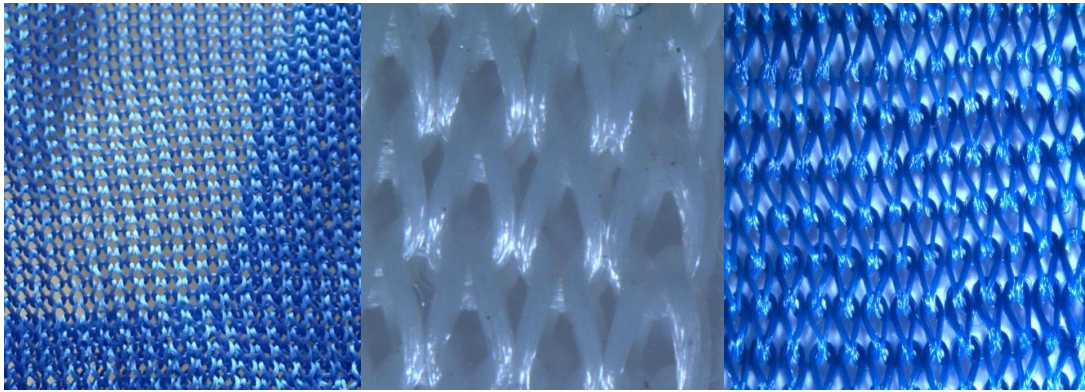
Şekil 5.38. a. % 100 poliester boyalı, **b.** % 1 nikelosit katkılı boyalı **c.** % 2 nikeloksit katkılı boyalı

Boyanmış nikeloksit katkıli kumaşlar ile % 100 Poliester kumaşın renk ölçüm fark değerleri (L^* , a^* , b^*) aşağıdaki çizelge 5.41’de verilmiştir.

Çizelge 5.41. Nikeloksit katkıli kumaşlarla % 100 poliester kumaşın renk farkı (L^* , a^* , b^*) değerleri

Kumaş tipi	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE
% 1 Nikeloksit katkıli	-9,375	2,912	2,926	10,244
% 2 Nikeloksit katkıli	-10,685	3,398	2,772	11,55

Boyanmış nikeloksit katkıli kumaşlarda % 1 nikeloksit katkıli kumaşın % 100 poliester kumaşa göre ΔE değeri 10,24, % 22,2 daha koyu , % 2 nikeloksit katkıli kumaşın ΔE değeri 11,5 % 25,3 daha koyu olduğu tespit edilmiştir. (Şekil 5,39) Bu durum katkıli kumaşlardaki katkı maddesinin renginden kaynaklanmıştır. Nikeloksit grimsi siyah renkli bir malzemedir.



a.

b.

c.

Şekil 5. 39. **a.** Boyanmış % 100 poliester kumaş, **b.** Boyanmamış nikeloksit katkıli kumaş **c.** boyanmış nikeloksit katkıli kumaş

5.2.2.3. Nikeloksit Katkılı Kumaşlarda Yıkama Sonrası Ekranlama Etkinliği (SE)

Çizelge 5.42’de nikeloksit katkıli kumaşların yıkama sonrası ekranlama etkinliği değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, yıkanmış nikeloksit katkıli kumaşlar için yıkama sayısının ekranlama etkinliği üzerinde istatistiksel olarak etkisi olduğu kumaş sıklığı ve katkı oranının ekranlama etkinliği üzerinde ayrı ayrı istatistiksel olarak etkisinin olmadığı görülmüştür.

Çizelge 5.42. Nikeloksit katkıli kumaşların yıkama işleminden sonra ekranlama etkinliği (SE) değerleri için ANOVA tablosu.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H ₀
Kumaş Sıklığı	1	1018,502	1018,502	11,931	RED
Katkı Oranı	1	829,164	829,164	9,713	RED
Yıkama Adedi	4	19519,078	4879,769	57,163	RED
Katkı Oranı* Kumaş Sıklığı	1	23,473	23,473	,275	KABUL
Yıkama Adedi * Kumaş Sıklığı	4	889,112	222,278	2,604	RED
Katkı Oranı * Yıkama Adedi	4	1312,175	328,044	3,843	RED
Katkı Oranı*Yıkama Adedi* Kumaş Sıklığı	4	23,349	5,837	,068	KABUL
Hata	3940	336343,664	85,366		
Toplam	3959	359958,517			

Çizelge 5.43. Nikeloksit katkıli ipliklerin yıkamalar sonrası ekranlama etkinliği (SE) değerleri için SNK testi.

Yıkama Adedi	N	Ortalamalar ve (ss)			Anlamli Gruplar*
0	1188	5,46(5,6)			A
1	1188		10,57(9)	10,57(9)	BC
3	1188			11,63(10,4)	C
5	1188		10,32(9,7)		B
10	1188		11,07(10,1)	11,07(10,1)	BC

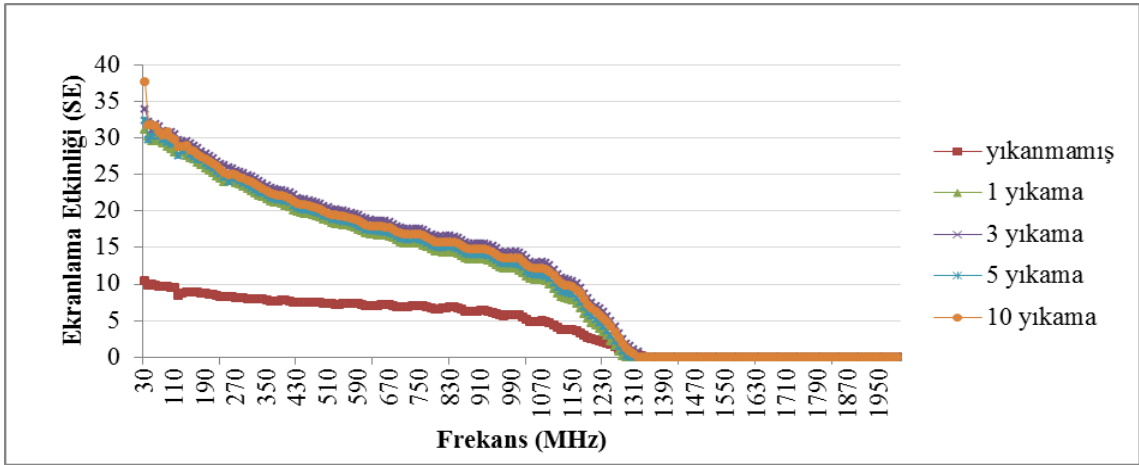
- Aynı kodlu katkı oranlarının iplik numarası değerlendirmeleri üzerinde %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki fark yoktur

Nikeloksit katkıli kumaşlar için yıkamalar sonrası ekranlama etkinliğine etkisi ile ilgili alt grupların homojenliği testi (SNK) sonuçları Çizelge 5.43' de sunulmuştur. Ekranlama etkinliği değişkeninin SNK sonuçlarına göre, hiç yıkanmamış kumaş ile yıkanmış kumaşlar arasında ekranlama etkinliği açısından birbirinden %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak fark görölmektedir. Yıkanmış kumaşların kendi aralarında ise yıkama sayısının birbirinden %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak farkı yoktur.

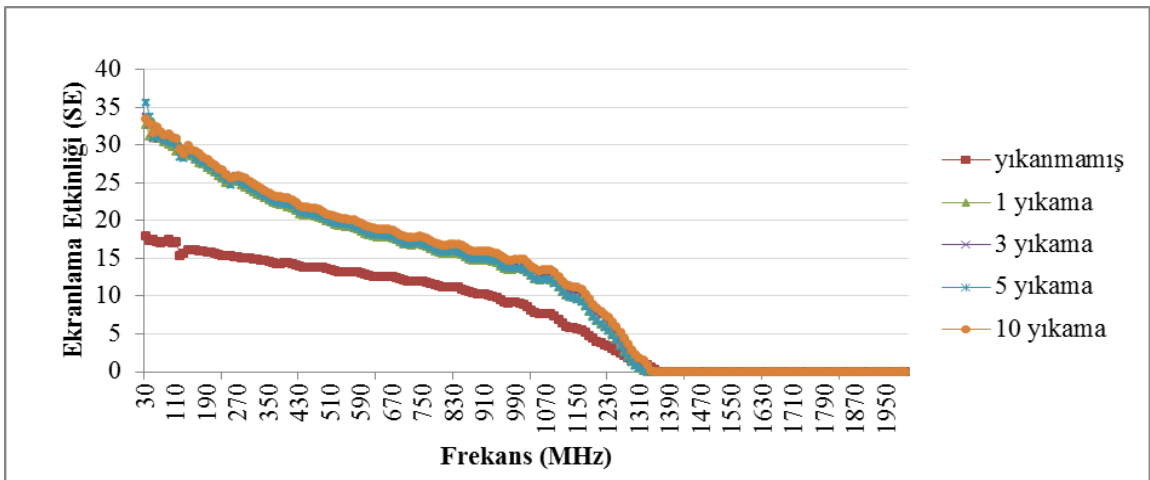
5.2.2.3.1. Daha Sık Üretilen Numune Kumaşlarda Yıkama İşleminin Ekranlama Etkinliğine (SE) Etkisi

Yıkanmamış % 1 nikeloksit katkıli kumaşlarda 30 MHz deki ekranlama etkinliği 10,47 dB, yıkanmış kumaşta ise 1 yıkama sonrası 31,06 dB elde edilirken 10 yıkama sonrası 37,65 dB elde edilmiştir. Yıkanmamış % 2 nikeloksit katkıli kumaşlarda 30 MHz deki ekranlama etkinliği 17,98 dB, yıkanmış kumaşta ise 1 yıkama sonrası 32,73 dB, 10 yıkama sonrası 33,48 dB elde edilmiştir. Şekil 5.40 ve 5.41'de de göröldüğü gibi yıkanmış nikeloksit katkıli kumaşların ekranlama etkinliği yıkanmamış kumaşlara göre yüksek çıkmıştır. Bu durum yıkanmış kumaşlarda kumaşın sıra ve çubuklarının

yıkamada biraz daha yaklaşması ile ekranlama etkinliğinin artması şeklinde açıklanabilir. Kumaşın örtücülüğü arttıkça yani ilmekler arası boşluk azaldıkça ekranlama etkinliği artmıştır. Daha önce (Bölüm 4) kumaşların yıkama sonrası sıklıklarının bir miktar değiştiği belirtilmiştir. Ayrıca tüm katkı oranları karşılaştırıldığında % 1 nikeloksit katkılı kumaşlarda % 2 nikeloksit katkılı kumaşlara göre daha düşük ekranlama etkinliği elde edilmiştir.



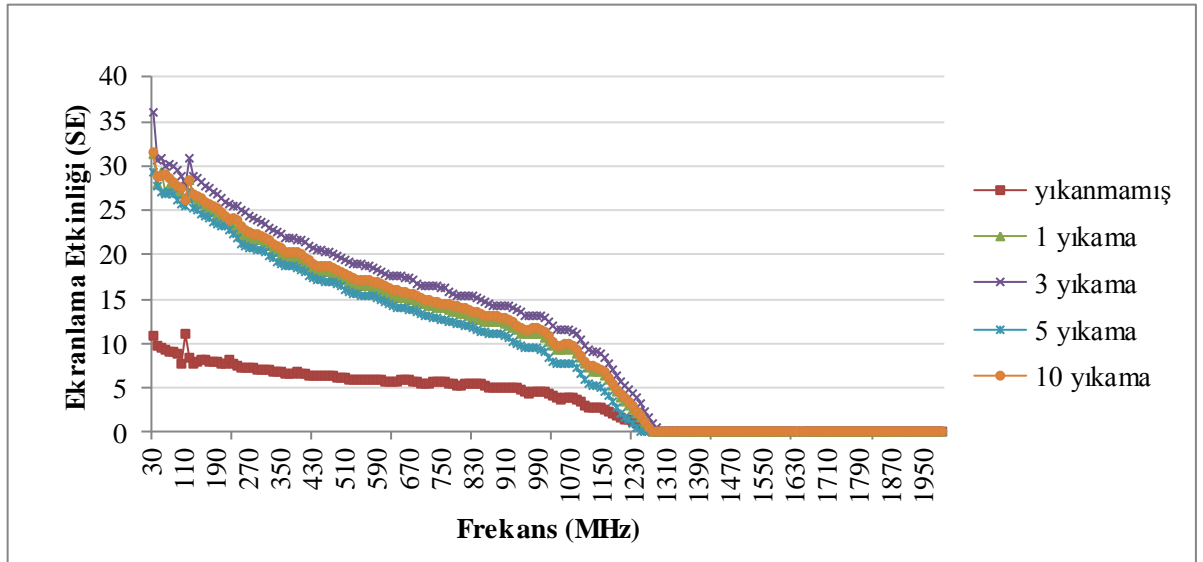
Şekil 5.40. % 1 Nikeloksit masterbatchi içeren numune kumaşlarda yıkama işleminin ekranlama etkinliğine (SE) etkisi



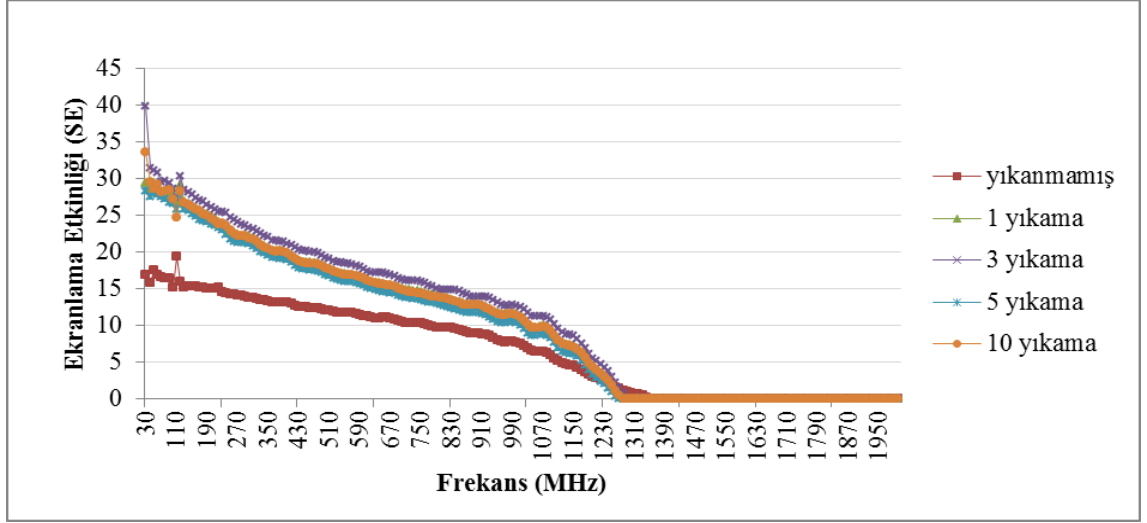
Şekil 5.41. % 2 Nikeloksit masterbatchi içeren numune kumaşlarda yıkama işleminin ekranlama etkinliğine (SE) etkisi

5.2.2.3.2. Daha Seyrek Üretilen Numune Kumaşlarda Yıkama İşleminin Ekranlama Etkinliğine (SE) Etkisi

Daha seyrek üretilen yıkanmamış % 1 nikeloksit katkıli kumaşlarda 30 MHz deki ekranlama etkinliği 10,79 dB, yıkanmış kumaşta ise 1 yıkama sonrası 31,21 dB elde edilirken 10 yıkama sonrası 31,45 dB elde edilmiştir. Yıkanmamış % 2 nikeloksit katkıli kumaşlarda 30 MHz deki ekranlama etkinliği 10,79 dB, yıkanmış kumaşta ise 1 yıkama sonrası 29,34 dB, 10 yıkama sonrası 33,69 dB elde edilmiştir. Şekil 5.42 ve 5.43’de görüldüğü gibi yıkanmış nikeloksit katkıli kumaşların ekranlama etkinliği yıkanmamış kumaşlara göre yüksek çıkmıştır. Bu durum yıkanmış kumaşlarda ilmeklerin bir miktar küçülüp örtücülüğün artmasıyla açıklanabilir. Böylece kumaş yüzeyine gelen dalgaların arasından geçeceği boşluklar azalmıştır. Bölüm 4 de yıkanmış kumaşların sıklığının yıkanmamış kumaş sıklığına göre bir miktar arttığı görülmektedir. Ayrıca tüm katkı oranları karşılaştırıldığında % 1 nikeloksit katkıli kumaşlarda % 2 nikeloksit katkıli kumaşlara göre anlamlı bir fark yoktur.



Şekil.5.42 % 1 Nikeloksit masterbatchi içeren numune kumaşlarda yıkama işleminin ekranlama etkinliğine (SE) etkisi



Şekil. 5.43. % 2 Nikeloksit masterbatchi içeren numune kumaşlarda yıkama işleminin ekranlama etkinliğine (SE) etkisi

5.2.3. Demiroksit Katkılı Kumaşlarda Ekranlama Etkinliğine (SE) Etkisi

5.2.3.1. Demiroksit Katkılı İşlemsiz Kumaşlarda Katkı Oranının ve Kumaş Sıklığının Ekranlama Etkinliğine (SE) Etkisi

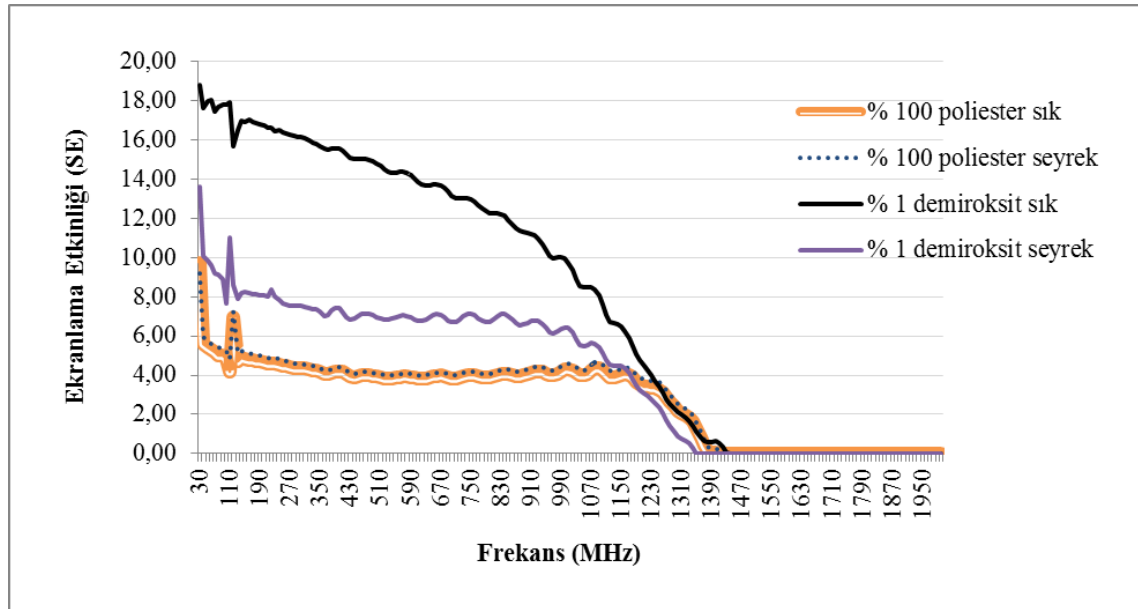
Çizelge 5.44. Demiroksit katkıli ipliklerin ekranlama etkinliği (SE) değerleri için ANOVA tablosu.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H ₀
Katkı Oranı	1	2243,37	2243,378	134,036	RED
Kumaş Sıklığı	1	662,44	662,113	39,56	RED
Katkı Oranı* Kumaş Sıklığı	1	795,424	795,424	47,525	RED
Hata	788	13188,822	16,737		
Toplam	791	16889,737			

Çizelge 5.44' de demiroksit katkıli ipliklerin ekranlama etkinliği değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, demiroksit katkıli iplikler için katkı

maddesi oranının ve kumaş sıklığının ekranlama etkinliği üzerinde istatistiksel olarak etkisi olduğu görülmektedir.

Şekil 5.44 de verildiği gibi Demiroksit katkılı kumaşlarda sıklık arttıkça ekranlama etkinliğinin arttığı görülmektedir. 30 MHz’ de % 1 demiroksit katkılı kumaşın ekranlama etkinliği daha sık olan kumaşta 18,78 dB iken, daha seyrek kumaşta 13,59 olarak ölçülmüştür. % 1 katkı oranında ve demiroksitli kumaşlardaki düzgün olmayan dağılıma karşın ekranlama etkinliği değerleri % 2 ve % 3 grafen katkısıyla elde edilen ekranlama etkinliği değerleri arasındadır. Hatta % 3 grafen katkılı seyrek olan kumaşlarda 30 MHz’de 7,49 dB iken ekranlama etkinliği demiroksit katkılı kumaşlarda 13,59 dB değerine sahiptir.



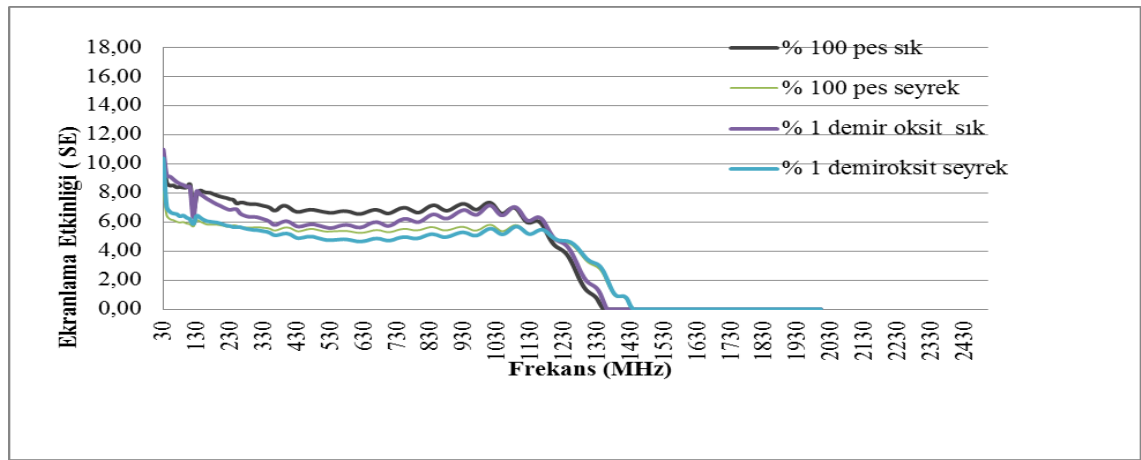
Şekil 5.44. Demiroksit katkılı kumaşlarda katkı oranının ve kumaş sıklığının ekranlama etkinliğine (SE) Etkisi

5.2.3.2. Demiroksit Katkılı Boyalı Kumaşlarda Boyama Sonrası Ekranlama Etkinliği

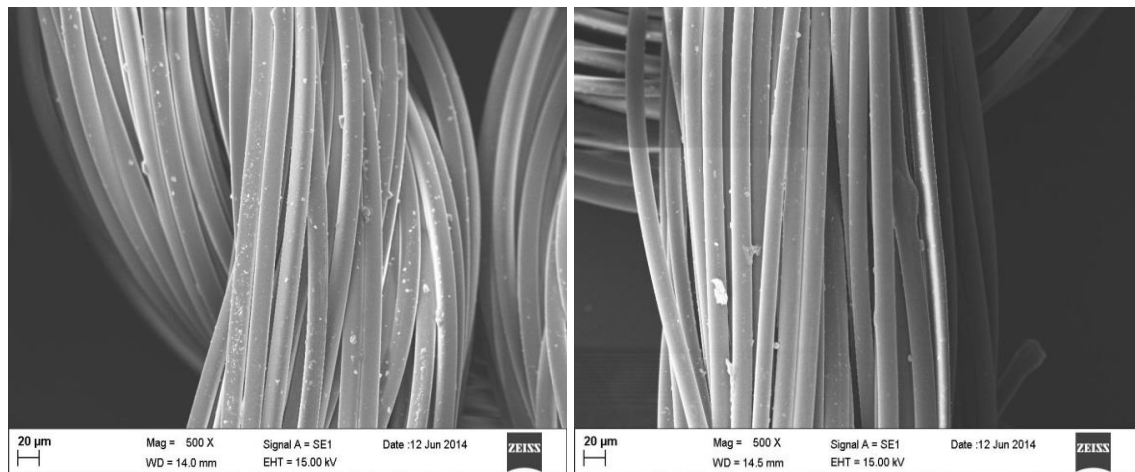
Çizelge 5.45’ de demiroksit katkılı boyanmış kumaşların ekranlama etkinliği değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, demiroksit katkılı boyanmış kumaşlar için kumaş sıklığının ve katkı oranının ekranlama etkinliği üzerinde istatistiksel olarak etkisi olmadığı görülmektedir.

Çizelge 5.45. Demiroksit katkılı ipliklerin boyama işleminden sonra ekranlama etkinliği (SE) değerleri için ANOVA tablosu.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H ₀
Kumaş Sıklığı	1	79,756	79,756	9,462	KABUL
Katkı Oranı	1	7,527	7,527	,893	KABUL
Katkı Oranı* Kumaş Sıklığı	1	,956	,956	,113	KABUL
Hata	788	6641,822	8,429		
Toplam	791	6730,060			



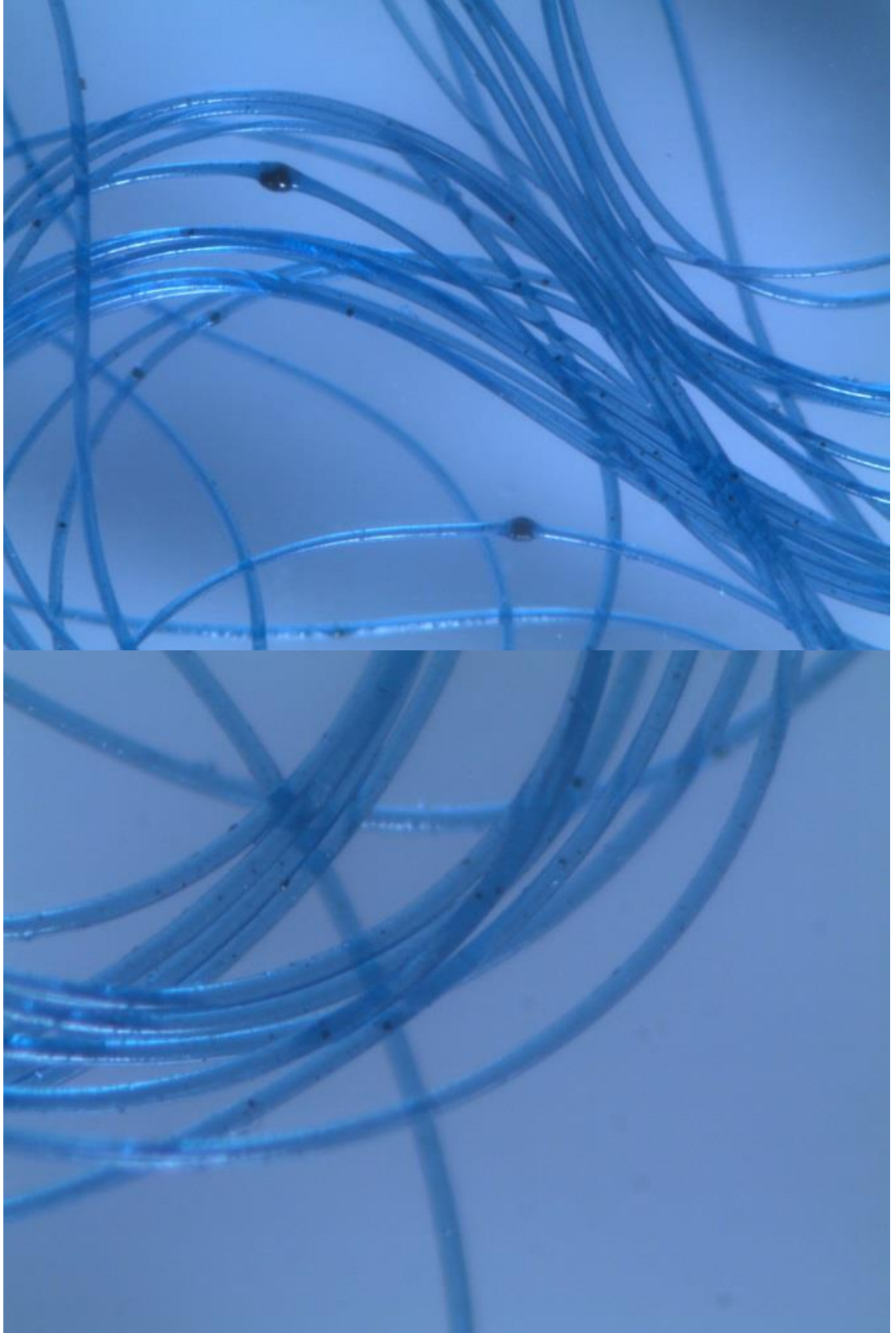
Şekil 5.45. Demiroksit katkılı boyanmış kumaşlarda katkı oranının ve kumaş sıklığının ekranlama etkinliğine (SE) etkisi



a.

b.

Şekil 5.46. %1 Demiroksit katkılı boyalı filamentlerin SEM fotoğrafları **a.** % 100 poliester boyalı, **b.** % 1 demiroksit katkılı boyalı



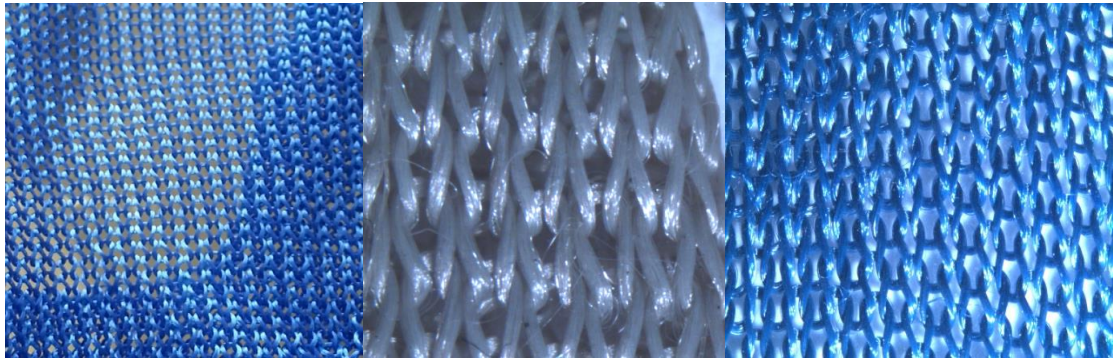
Şekil 5.47. %1 Demiroksit katkılı boyalı kumaşta filamentlerdeki pariküllerin görüntüsü
a. % 100 poliester boyalı, **b.** % 1 demiroksit katkılı boyalı

Boyanmış demiroksit katkıli kumaşlar ile % boyanmış 100 Poliester kumaşın renk ölçüm fark değerleri (L^* , a^* , b^*) aşağıdaki çizelge 5.46'da verilmiştir.

Çizelge 5.46. Demiroksit katkıli kumaşlarla % 100 poliester kumaşın renk farkı (L^* , a^* , b^*) değerleri

Kumaş tipi	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE
% 1 Demiroksit katkıli	-15,037	-0,056	12,268	19,407

Boyanmış demiroksit katkıli kumaşlarda % 1 demiroksit katkıli kumaşın % 100 poliester kumaşa göre ΔE değeri 19,407, % 35,6 daha koyu olduğu tespit edilmiştir. Bu durum katkıli kumaşlardaki katkı maddesinin renginden kaynaklanmıştır. Demiroksit açık kahverengine sahip bir malzemedir. (Şekil 5.48)



a.

b.

c.

Şekil 5.48. a. Boyanmış % 100 poliester kumaş, b. Boyanmamış demiroksit katkıli kumaş, c. Boyanmış demiroksit katkıli kumaş

5.2.3.3. Demiroksit Katkıli Kumaşların Yıkama Sonrası Ekranlama Etkinliği (SE)

Çizelge 5.47’ de demiroksit katkıli kumaşların yıkama sonrası ekranlama etkinliği değerleri için ANOVA sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre, yıkanmış demiroksit katkıli kumaşlar için yıkama sayısının ekranlama etkinliği üzerinde istatistiksel olarak etkisi olduğu kumaş sıklığı ve katkı oranının ekranlama etkinliği üzerinde ayrı ayrı istatistiksel olarak etkisinin olmadığı görülmüştür.

Çizelge 5.47. Demiroksit katkıli kumaşların yıkama işleminden sonra ekranlama etkinliği (SE) değerleri için ANOVA tablosu.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Beklenen Varyans	F	H ₀
Kumaş Sıklığı	1	80,062	80,062	,918	KABUL
Yıkama Adedi	4	7602,899	1900,725	21,805	RED
Yıkama Adedi * Kumaş	4	2328,617	582,154	6,679	RED
Hata	1970	171721,022	87,168		
Toplam	1979	181732,601			

Çizelge 5.48. Demiroksit katkıli ipliklerin yıkamalar sonrası ekranlama etkinliği (SE) değerleri için SNK testi.

Yıkama Adedi	N	Ortalamalar ve (ss)	Anlamli Gruplar*
0	396	6,18(5,7)	A
1	396	10,99(10)	B
3	396	11,13(10,1)	B
5	396	10,87(10)	B
10	396	11,29(10)	B

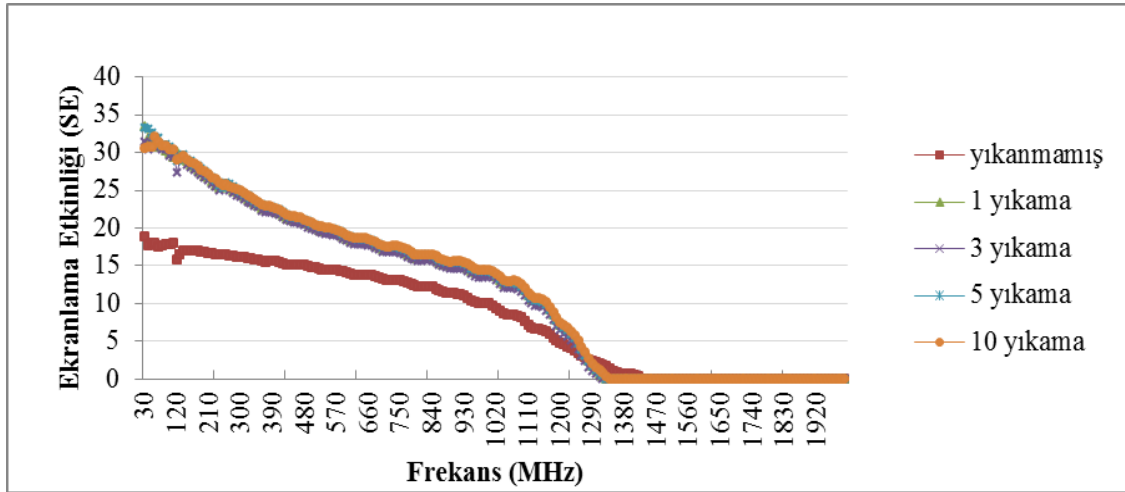
- Aynı kodlu katkı oranlarının iplik numarası değerlendirmeleri üzerinde %5 anlamlılık seviyesinde istatistiksel fark yoktur

Demiroksit katkıli kumaşlar için yıkamalar sonrası ekranlama etkinliğine etkisi ile ilgili alt grupların homojenliği testi (SNK) sonuçları Çizelge 5.48’ de sunulmuştur.

Ekranlama etkinliği değişkeninin SNK sonuçlarına göre, hiç yıkanmamış kumaş ile yıkanmış kumaşlar arasında ekranlama etkinliği açısından birbirinden %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak fark görülmektedir. Yıkanmış kumaşların kendi aralarında ise yıkama sayısının birbirinden %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak farkı yoktur.

5.2.3.3.1. Daha Sık retilen Numune Kumaşlarda Yıkama İşleminin Ekranlama Etkinliğine (SE) Etkisi

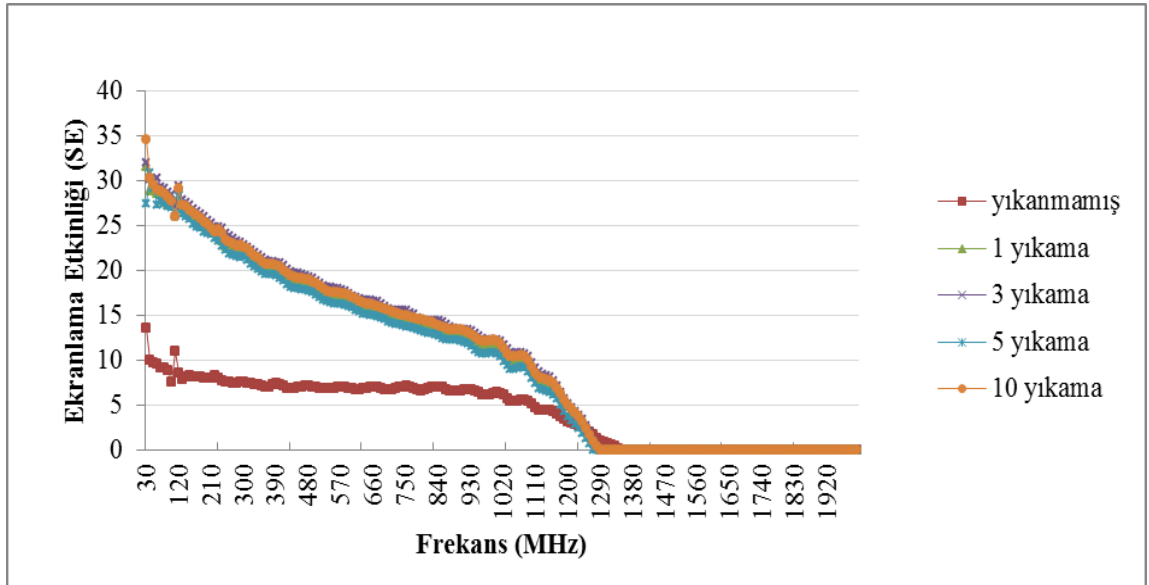
Yıkanmamış % 1 demiroksit katkılı kumaşlarda 30 MHz deki ekranlama etkinliği 13,59 dB, yıkanmış kumaşta ise 1 yıkama sonrası 33,40 dB elde edilirken 10 yıkama sonrası 34,61 dB elde edilmiştir. Şekil 5.48' de de görüldüğü gibi yıkanmış demiroksit katkılı kumaşların ekranlama etkinliği yıkanmamış kumaşlara göre yüksek çıkmıştır. Bu durum yıkanmış kumaşlarda kumaşın sıra ve çubuklarının yıkamada biraz daha yaklaşması ile ekranlama etkinliğinin artması şeklinde açıklanabilir. Kumaşın rtclğ arttıça yani ilmekler arası boşluk azaldıkça ekranlama etkinliği artmıştır. Daha nce (Bölüm 4) kumaşların yıkama sonrası sıklıklarının bir miktar değiştiği belirtilmiştir.



Şekil 5.49. % 1 Demiroksit masterbatchi içeren numune kumaşlarda yıkama işleminin ekranlama etkinliğine (SE) etkisi

5.2.2.3.2. Daha Seyrek Üretilen Numune Kumaşlarda Yıkama İşleminin Ekranlama Etkinliğine (SE) Etkisi

Daha seyrek üretilen yıkanmamış % 1 demiroksit katkıli kumaşlarda 30 MHz deki ekranlama etkinliği 18,78 yıkanmış kumaşta ise 1 yıkama sonrası 31,54 dB elde edilirken 10 yıkama sonrası 30,44 dB elde edilmiştir. Şekil 5.49’ da görüldüğü gibi yıkanmış demiroksit katkıli kumaşların ekranlama etkinliği yıkanmamış kumaşlara göre yüksek çıkmıştır. Bu durum yıkanmış kumaşlarda ilmeklerin bir miktar küçülüp örtücülüğünün artmasıyla açıklanabilir. Böylece kumaş yüzeyine gelen dalgaların arasından geçeceği boşluklar azalmıştır. Bölüm 4 de yıkanmış kumaşların sıklığının yıkanmamış kumaş sıklığına göre bir miktar arttığı görülmektedir.



Şekil 5.49. % 1 Demiroksit masterbatchi içeren seyrek numune kumaşlarda yıkama işleminin ekranlama etkinliğine (SE) etkisi

5.2.4. Numune kumaşların elektrik iletkenliği ölçümleri

Çalışma kapsamında yapılan iletkenlik ölçüm sonuçlarına göre katkısiz poliesterle katkıli poliester kumaşların tümü elektrik iletkenlik bakımından eşit çıkmıştır. Çünkü elde edilen bikomponent ipliklerin dış kısmı poliesterdir. Dolayısıyla % 100 poliester

ipliğin elektrik iletkenliği ile katkıli poliester ipliğin elektrik iletkenliği aynı çıkması beklenen bir durumdur. Benzer durum literatürde poliester ve carbonnanotüp karışımı düz ipliklerde bile rapor edilmiştir ki bu çalışmada elde edilen ipliğin dış kısmında da carbonnatüb partikülleri bulunmaktadır. (Erickson, J.2003) Bu sebeple bu çalışmada elektrik iletkenliği açısından istatistiki analize yer verilmemiştir.

5.3. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada bikomponent multifilament poliester ipliklerin üretilebilirliği ve bu ipliklerden üretilen kumaşların elektromanyetik koruyuculuk uygulamalarındaki kullanım olanakları araştırılmıştır. Çalışma kapsamında farklı katkı malzemeleri farklı oranlarda kullanılarak iplikler üretilmiştir Katkı malzemesi olarak son yıllarda birçok alanda umut vaat eden ve üzerinde çokça çalışılan grafen ve literatürde tekstil materyallerinin elektromanyetik kalkanlama çalışmaları alanında pek rastlanmamış nano nikeloksit ve nano demiroksit ile bikomponent poliester iplik üretimi gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada iletken katkı malzeme tipi olarak nano nikeloksit ve nano demiroksitle iplik üretimi oldukça zor olmuştur. Oluşan agregatlar ve kopuşlar sebebiyle nikeloksitle % 2, demiroksitle % 1 katkı oranının üzerine çıkılamamıştır. Bunun sebebi katkı malzemesi partiküllerinin iplik içerisinde yeterince disperse olamaması yani homojen olarak dağılamamasıdır. Nanometrik boyuttaki cisimlerin en büyük sorunu, çok geniş yüzey alanına sahip olduklarından topaklanma eğilimi göstermeleridir. Agregat sorunu çözülebilirse daha yüksek katkı oranlarına ulaşılabilir. Agregat sorunu çözmek amacıyla özel dispersiyon malzemeleri kullanılabilir ya da tanecik yüzeyinde yüzeye aynı yüklü kısımların oluşturulması sağlanabilir. Bunun için de katkı malzemesi ile masterbatch oluşturulmadan önce yüzey modifikasyonu veya kimyasal işlemlere tabii tutularak taneciklerin birbirine yaklaşması önlenir. Taneciklerin yüzey modifikasyonu amacıyla plazma işlemine tabi tutularak bu esnada pozitif ya da negatif yüklü bir malzemeyle kaplaması yapılabilir. Böylece katkı malzemesi taneciklerinin iplik içerisinde agregat oluşturmaları önlenir. Ayrıca yüzey modifikasyonu yapılmadan ve yapıldıktan sonra katkı malzemesi için Zeta potansiyelinin ölçümü yapılabilir. Zeta

potansiyeli tanecikler arasındaki itme veya çekme değeri ölçümüdür ve dispersiyon ve agregat proseslerinin anlaşılması için yararı olabilir.

Çizelge 5.49. Çalışma sonucu iplik ölçümleri sonuçları

		% 100 PET	% 1 Grafen	% 2 Grafen	% 3 Grafen	% 1 Nikeloksit	% 2 Nikeloksit	% 1 Demiroksit
İplik Düzgünsüzlüğü		0,83	4,09	3,55	3,22	6,26	9,9	Çok kötü
Shrinkage (%) (%)		10,66	12,26	12,80	13,09	9,94	13,38	9,9
Kopma mukavemeti (cN/dtex)		3,73	2,61	2,66	2,70	1,59	1,56	1,56
SE (dB) (İşlemsiz)	sık	2,69	6,71	6,67	10,16	4,21	7,41	8,04
	seyrek	2,88	2,9	2,52	2,57	3,55	6,69	4,22
SE (dB) (Boyalı)	sık	4,31	5,55	3,79	3,69	3,68	3,24	4,04
	seyrek	3,61	2,84	3,57	2,88	4,20	3,18	3,47

Yukarıda da vurgulandığı gibi katkı malzemesi boyutları küçüldükçe -ki bu çalışmada da demiroksit ve nikeloksit nano boyuttur_ agregat sorunu artabilir. Bu sebeple ileriki çalışmalarda katkı malzemesi boyutları değiştirilerek çalışılabilir.

Ayrıca çalışmada masterbatch oranı % 20 seçilmiştir. Masterbatch oranı daha da düşük tutulursa agregat sorunu azaltılabilir. % 10 ve % 15 lik masterbatchlerle yapılan çalışmalarda düzgünsüzlük daha iyi elde edilmiştir. % 5 lik masterbatchle çalışılması daha da olumlu olabilir. Masterbatch oranının düşük tutulması yerine elde edilen masterbatch birkaç kez filtrelenerek tekrar üretilirse de agregat sorunu azalabilir. Fakat bu durumda mukavemetin bir miktar düşebileceği göz önünde tutulmalıdır.

Çalışmada nano demiroksit gerek yapıya verdiği sertlik gerekse yüzeyde kopuşlar oluşturduğundan oldukça düzgünsüz bir yapıya sahiptir ve genel tekstil kullanımı

açısından uygun görülmemiştir. Çalışmada kullanılan grafen ise iplik içerisinde agregat oluşturmamış ve rahat bir şekilde iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. % 3 grafen içeren ipliklerde düzgünsüzlüğün bir miktar azaldığı görülmektedir bunun sebebi grafen mükemmel ısı iletken bir malzemedir ve oran arttıkça iplik içerisinde ideal sıcaklığı daha rahat sağladığı şeklinde yorumlanabilir. Bu da grafen için ileriki çalışmalarda iplik içerisinde katkı malzeme miktarının daha da fazla artırılabilceğini göstermiştir. İpliklerin kopma mukavemeti açısından bakıldığında katkı malzemesi eklenmesiyle kopma mukavemetinin düştüğü görülmüştür. Bu durum literatürle de uyumaktadır. Katkı malzeme tipi açısından incelendiğinde demiroksit ve nikeloksit katkılı ipliklerin grafen katkılı ipliklerin mukavemetinden oldukça düşük elde edilmiştir.

Çalışmada elde edilen ipliklerin elektromanyetik koruma etkinliğini araştırmak için iplikler iki farklı sıklıkta RL örme kumaş yüzeyi haline getirilmiştir. İşlemsiz numunelerde iplik içerisinde kullanılan katkı malzemesi oranının elektromanyetik kalkanlama etkinliği üzerinde etkili olduğu, malzeme miktarı arttıkça ekranlama etkinliğinin arttığı görülmüştür. (çizelge 5.49) . Elde edilen koruma etkinliği değerleri profesyonel kullanım için uygun olmayıp, günlük kullanımda 1200 MHz ‘ e kadar frekans aralığında etkilidir. Çalışmada % 3 grafen katkılı numunelerin ekranlama etkinliği değerleri % 1 ve % 2 grafen katkılı numunelere göre daha yüksek elde edilmiştir. İleriki çalışmalarda iplik içindeki grafen oranı daha arttırılırsa ekranlama etkinliği de artabilir. Daha seyrek olan kumaş numunelerinde ise ekranlama etkinliği düşük elde edilmiştir. Bu durum literatürde de belirtildiği gibi elektromanyetik koruma etkinliğine kumaş sıklığının oldukça etkili olduğunu göstermiştir. Dolayısıyla ileriki çalışmalarda iplikler farklı örgü yapılarında ve farklı sıklıklarda dokuma ve örme kumaş yüzeyi haline getirilerek elektromanyetik koruma etkinliği açısından araştırılmalıdır.

Çalışmanın bir başka konusu da boyanabilir bikomponent ipliklerin üretimidir. Elde edilen iplikler boyanabilmiştir. Fakat iplik içerisinde bulunan katkı malzemelerinin renginden dolayı katkısız ipliklere göre renk farklılığı oldukça fazla görülmüştür. Dolayısıyla içerisinde katkı malzemesi bulunan bikomponent ipliğin boyanmasında katkı malzemesi rengi ve miktarının oldukça etkili olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.50. Grafen katkılı yıkanmış kumaşlar için genel ekranlama etkinliği (SE)

	%1 grafen		%2 grafen		%3 grafen	
	sık	seyrek	sık	seyrek	sık	seyrek
0 yıkama*	13,92	10,33	17,98	8,07	24,57	7,49
0 yıkama**	6,7	3,03	6,73	2,55	10,36	2,59
1 yıkama*	31,69	27,47	33,52	27,97	35,36	24,59
1 yıkama**	9,8	10,24	9,19	11,37	9,75	10,53
10 yıkama*	36,68	21,92	36,75	27,84	36,46	36,74
10 yıkama**	8,38	10,13	9,75	11,93	10,50	12,15

*30 MHz için ekranlama etkinliği değeri, **30-2000 MHz için ekranlama etkinliği ortalama değeri

Çizelge 5.51. Nikeloksit ve demiroksit katkılı yıkanmış kumaşlar için genel ekranlama etkinliği (SE)

	%1 nikeloksit		%2 nikeloksit		%1 demiroksit	
	sık	seyrek	sık	seyrek	sık	seyrek
0 yıkama*	10,47	10,49	17,98	10,79	18,78	13,59
0 yıkama**	4,21	3,55	7,41	6,69	8,10	4,27
1 yıkama*	31,06	31,21	32,73	29,34	31,54	33,40
1 yıkama**	9,84	10,69	10,21	11,55	10,25	11,74
10 yıkama*	37,65	31,45	33,48	33,69	30,44	34,61
10 yıkama**	10,24	11,56	10,15	12,32	10,56	12,02

*30 MHz için ekranlama etkinliği değeri, **30-2000 MHz için ekranlama etkinliği ortalama değeri

Boyanmış ipliklerden elde edilen kumaşların elektromanyetik kalkanlama etkinliği sağlamadığı görülmüştür. Bunun sebebinin boyarmadde varlığı olduğu düşünülmektedir. İleriki çalışmalarda iplik üretimi sırasında boyama yani eriyikte boyama yapılarak elektromanyetik kalkanlama etkinliği değerlendirilebilir.

Çalışmada elde edilen ipliklerin konfeksiyon sonrası ticarileştirilebilmesi için yıkamalar sonrası elektromanyetik ekranlama etkinliği de incelenmiştir. Yıkamalar sonrası kumaş sıklığındaki değişimlerden kaynaklı olarak ekranlama etkinliğinin arttığı görülmüştür. Bu çalışmada numuneler fikse edilmeden 30 C da yıkanmış ve 1. Yıkama sonrası bile kumaşlarda sıklık artışı görülmüştür. Yıkamalar sonrası sık olarak üretilen numunelerde de daha seyrek olarak üretilen numunelerde de ekranlama etkinliği artmıştır. Genel olarak incelendiğinde bu artış oranının daha seyrek olarak üretilen numunelerde daha fazla olduğu gözlenmiştir. Bunun sebebi ilk sıklığa göre numune sıklıklarının daha fazla artması olarak yorumlanmaktadır. (Çizelge 5.50 ve Çizelge 5.51) Sıklık artmasıyla ilmekler küçülmüş, yapının gözenekliliği azalmış iplik içindeki katkı malzemeleri birbirine daha fazla yaklaşmış ve daha iyi ekranlama etkinliği gözlenmiştir.

Türkiye 'de bikomponent iplik üretimi eksik bir çalışma alanıdır. Bu bakımdan çalışma hem bikomponent iplik üretimi açısından hem de elde edilen ipliklerin içerisinde katkı malzemesi kullanılabilirliği açısından oldukça özgün bir çalışma olmuştur.

Bu çalışmada geliştirilen ve çeşitli kompozit tekstil ürünlerinin tasarım ve geliştirilmesinde de kullanılabilicek katkı malzemesi içerikli bikomponent multifilament iplikler daha sonraki birçok çalışmaya da ışık tutacaktır.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2008.** http://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_shielding-(Erişim tarihi 10.10.2008)
- Anonim, 2010.** Elektromanyetik alan. http://www.biltek.tubitak.gov.tr/merak_ettikleriniz-(Erişim tarihi 11. 09. 2010)
- Anonim, 2012.** [http://www.emo.org.tr/ekler/-](http://www.emo.org.tr/ekler/)(Erişim Tarihi 10.10.2012)
- Anonim, 2013.** Magnetic shield. <http://www.magnetic-shield.com/faq/interference.html>.-Erişim tarihi 15.03.2013)
- Anonim, 2013.** Polyesters. <http://www.pslc.ws/macrog/pet.html>.- (Erişim tarihi 17.06.2013)
- Anonim, 2013.** <http://nptel.ac.in/courses/116102006/module7/chapter%207.3.html>.- (Erişim tarihi 17.06.2014)
- Anonim, 2014.** Demiroksit pigmentleri. madencilikrehberi.files.wordpress.com/demiroksit -(Erişim tarihi 10.07.2014)
- Anonim, 2014.** Demiroksit. <http://www.demirgrit.com/demiroksit-grit> (Erişim tarihi 10.07.2014)
- Anonim, 2014.** Demiroksit <http://sunpigment.com/tr/urunler->(Erişim tarihi 10.07.2014)
- Anonim, 2014.** <http://www.electrosense.com.tr/sikca-sorulan-sorular->(Erişim tarihi 07.01.2014)
- Anonim, 2014.** İletken ve yalıtkan. <http://hbogm.meb.gov.tr/MTAO/3ElektrikBilgisi/> -(Erişim tarihi 17.06.2014) 2014)
- Anonim, 2014.** Ohm kanunu <http://www.dicle.edu.tr/a/beratefe/duyurular/deney%202.pdf> -(Erişim tarihi 17.06.2014)
- Anonim, 2014.** <http://www.ufotr.com/Sayfalar.aspx?KatID=K3CCP3HCV3R3Q3IST3N6L3PCA37->(Erişim tarihi 22.06.2014)
- Adamhasan, A., 2008.** Poliester/Polianilin, Pamuk Polianilin kompozit kumaşlarının hazırlanması ve elektriksel özelliklerinin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, S.D.Ü., Tekstil Mühendisliği Isparta.
- Altınok, S., Üçgül, İ., Öksüz, A., 2014.** Production of Polyester/Polyaniline, Cotton/Polyaniline composite fabrics and examining electrical characteristics. *Tekstil Ve Konfeksiyon*, 24(1)
- Angel, B. 2012.** Cotton and manmade fibres: competition and complementarity, pricing and sustainability. Hong Kong, <http://www.ica-hk.org/download/Bruna%20Angel.pdf> (Erişim Tarihi: 05.11.2013).
- Arık, B., Bozacı, E., Demir, A., Özdoğan, E., 2013.** Thermogravimetric, microscopic and mechanical analyses of PBT and PET yarns. *Tekstil Ve Konfeksiyon* 23(2):2013 101
- Arseven M., 2010.,** Nanokarbon ve formları, İleri malzemeler araştırma grubu, Ankara

- Arslan, T., 2010.** X Işınları ve Kullanım Alanları, *Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Fizik Anabilim dalı, Ankara.
- ASTM D4935-99, 1999.** Test method for measuring the electromagnetic shielding effectiveness of planar materials. American Society For Testing And Materials, West Conshohocken, PA
- Atlas, S., 2006.** İletken özellikteki metal ipliklerin üretim yöntemleri. *Tekstil&Teknik*, Haziran:162-176
- Atalay, S.N., 1999.** Elektromanyetik kirlilik ve etkileri, korunma yöntemleri. WHO Uluslararası elektromanyetik alan projesi, ulusal ve uluslararası politikalar, bilişim toplumuna giderken elektromanyetik kirlilik etkileri sempozyumu, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Atmaca, G., 2013.** Grafen malzemesinin elektronikteki uygulamaları. <http://www.kuark.org>-(Erişim tarihi 14.05.2013)
- Avloni, J., Florio, L., Henn, A.R., Lau, R., Ouyang, M., Sparavigna A., 2008.** Electromagnetic shielding with polypyrrole-coated fabrics. *Journal Of Industrial Textiles*, 38(1):55-68
- Bentli, F., 2007.** Bilime yön verenler evrensel deha Michael Faraday. *Emo*, 430:147-150
- Beyit, A., 2006.** Nükleer, biyolojik ve kimyasal korunma amaçlı koruyucu tekstillerin Türkiye’de üretilebilirliği. *Yüksek Lisans Tezi*, MÜ, Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul
- Beşli, N., 2014.** Yarı iletkenler .(<http://eng.harran.edu.tr/~nbesli/>-(Erişim tarihi 17.06.2014)
- Bilgili, A. 2000.** Subakut şekilde elektromanyetik alana maruz bırakılan farelerde plazma serbest T3, serbest T4 ve TSH düzeyleri. *Y.Y.Ü. Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 11:14-17.
- Bonaldi, R., Siores, E., Tahir, S., 2010.** Electromagnetic shielding characterisation of several conductive fabrics for medical applications. *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics*, 2:4:237-245
- Bortkiewicz, A., Zmylony, M., Szykowska, A., Gadzicka, E. 2004,** Subjective symptoms reported by people living in the vicinity of cellular phone base stations: review. *Med Pr*; 55: 345-351.
- Celep, Ş, 2007,** Nanoteknoloji ve tekstilde uygulama alanları. *Yüksek Lisans Tezi*, ÇÜ, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana
- Chen, H. C., Lee, K. C., Lin, J.H., 2004.** Electromagnetic and electrostatic shielding properties of Co-weaving-knitting fabrics reinforced composites. *Composites*, Part A 35:1249–1256
- Cheng K.B., Ramakrishna S., Lee K.C. 2000.** Electromagnetic shielding effectiveness of copper/glass fiber knitted fabric reinforced polypropylene composites. *Composites*: Part A 31:1039–1045
- Cheng, K.B., Cheng, T.W., Lee, K.C., Ueng, T.H., Hsing, W.H., 2003.** Effects of yarn constitutions and fabric specifications on electrical properties of hybrid woven fabrics. *Elsevier Ltd*, 34

- Daniels, W.M., Pitout, I.L., Afullo T.J., Mabandla M.V. 2009.** The effect of electromagnetic radiation in the mobile phone range on the behaviour of the rat. *Metab Brain Dis*; 24(4): 629-6241.
- Dağ, N., 2010.** İletken tekstil yüzeylerinde elektromanyetik kalkanlama özelliğinin araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, PÜ, Tekstil mühendisliği, Denizli
- Anonim, 2006.** <http://standards.ieee.org/findstds/standard/299-2006.html>-Erişim tarihi:10.07.2014
- Das, A., Kothari V. K., Kothari A., Kumar A., 2009.** Effect of various parametres on electromagnetic shielding effectiveness of textile fabrics. *Indian Journal Of Fibre & Textile Research*, 34:144-148
- Dede, C., Çınar, N., 2010'** Çevresel riskler ve çocuk sağlığı'' *Fırat Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 5(13):16-27.
- Dedic, S., Pranjić, N., 2009** Lung cancer risk from exposure to diagnostic x- rays. *Health Med*; 3(3):307-13.
- Demiray, D., 2009.** Elektromanyetik koruma etkinliğine sahip atkılı örme kumaş ve kompozitlerin geliştirilmesi, *Doktora Tezi*. SDÜ, Tekstil Mühendisliği, Isparta
- Dizdar, E., 2004.** Bilgisayar kullanıcılarında elektromanyetik ışımaların insan sağlığına etkisinin incelenmesi. *Teknoloji*, 7(4): 625-628.
- Duran, D., 2011.** Tekstillerin elektromanyetik korumada kullanılabilirliği üzerine bir araştırma. *Doktora Tezi*, E Ü Tekstil Mühendisliği, İzmir.
- Erickson, J. 2003,** Incorporating carbon nanotubes into polypropylene Fibers, NCSU, Department Of Textile and Apparel Technology And Management, Mater of Science Thesis, Raleigh.
- Ersoy, M.S., 2012.** Nano kompozit yapıları elektriksel iletken ve elektromanyetik kalkan özellikli teknik tekstillerin tasarımı ve geliştirilmesi. *Doktora Tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, İTÜ, İstanbul
- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., 1994.** Elektromanyetik radyasyon. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No. 32, TC Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, TC Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Güler, İ., Çetin, T., Özdemir, A.R., Uçar, N., 2010.** Türkiye elektromanyetik alan maruziyet raporu. Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, Sektörel Araştırma ve Stratejiler Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Goodman, J.E., Nascarella, M.A., Valberg, P.A., 2009.** Ionizing radiation: a risk factor for mesothelioma. *Cancer Causes & Control*, 20:1237-54.
- Han, E.G., Kim, E.A., Oh K.W., 2001.** Electromagnetic interference shielding effectiveness of electroless cu-plated pet fabrics. *Synthetic Metals*, 123(3):469-476
- Hocking, B., Westerman, R. 2001** Neurological abnormalities associated with CDMA exposure. *Occup Med*; 51:410-413.
- Huang, C., Chang, T., 2004.** Studies on the electromagnetic interference shielding effectiveness of metallized PVAc-AgNO₃/PET conductive films. *Journal of Applied Polymer Science*, 91:270–273

- IEEE-STD 299., 1991.** Standard method for measuring the effectiveness of electromagnetic shielding enclosures. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Piscataway, NJ,
- Karaahmetoğlu, S, Ceylan, A.İ. , Özçiftçi, M C, 2011.** Yıldırıma karşı korunma yöntemleri. Elektrik Elektronik ve Bilgisayar SEMpozyumu, TMMOB, Elektrik Mühendisleri Odası, Ankara
- Karayılanoğlu, T., Yaren, H., 2005.** Radyasyon ve insan sağlığı üzerine etkileri, *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*,: 4 (4):199-208
- Kavas A, 2002.** Elektromanyetik kirlilik ve standartlar”, İstanbul Sanayi Odası Raporları. İstanbul.
- Kılıç, B., 2010.** Elektromanyetik test alt yapıları ve montaj yöntemleri’, *Tübitak UAKAE Dergisi*, 2(3):47-52
- Kim, E. A., Han, E. G., Oh, K. W., Na, J. G., 2000.** Effects of catalyst accelerator on electromagnetic shielding in nonelectrolytic Cu-plated fabrics. *J. Appl. Phys.* 87(9):4984-6
- Kılıç, G., Örtlek, H.G., Saraçoğlu, Ö. G., 2009.** Elektromanyetik çevre kirliliği ve bu kirlilikten korunmada tekstil çözümleri, *Tekstil ve Mühendis*, 67:23-35.
- Kılınçarslan, Ş., Başıyigit, C., Molla, T, Sancar, S., 2011.** Radyoaktif Işınlardan Korunaklı Ekolojik Yapılar. *Politeknik Dergisi*, 14(2):93-99.
- Kikutani, I, Radhakrishnan, J., Arikawa, S., Takaku, A., Okui, N., Jin, N., Niwa, F., Kudo, Y. 1996.** High-speed melt spinning of bicomponent fibers: mechanism of fiber structure development in Poly (ethylene terephthalate)/Propylene system. *J.Appl.Pol.Sci.* 62:1913-1924
- Kotalay, İ., 2008.** Enerji iletim hatlarının meydana getirdiği elektromanyetik alanlar ve değerlendirmeler. VII. Ulusal Temiz Enerji SEMpozyumu, UTES 2008, 17-19 Aralık 2008, İstanbul.
- Kuloğlu, M., Korkmaz, S., 2011.** Cep telefonları ve baz istasyonlarının nöropsikolojik etkileri. *Yeni Symposium*; 49(2):99-105.
- Lai, K., Sun, R.J., Chen, M., WuH., Zha, A., 2007.** Electromagnetic shielding effectiveness of fabrics with metallized polyester filamnets. *Textile Research Journal*, 77 (4):242-246
- Lascelles, K.L., Morgan G., Nicholls D., Beyersmann D. 2005.** Nickel compounds” in ullmann's encyclopedia of industrial chemistry. Wiley-VCH, Weinheim.
- Lichawska, J., Aniolczyk, H., Koprowska, J., Mamrot, P., 2004.** Application of electrically conductive textiles as electromagnetic shields in physiotherapy. *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 12(4):48
- Lin, J.H., and Lou, C.V., 2003.** Electrical properties of laminates made from a new fabric with PP/stainless steel commingled yarn, *Testile Res. J.* 4 (73):322-326pp.
- Lou, C.W., 2005.** Process of complex core spun yarn containing a metal wire, *Textile Research Journal*,75(6):466-473

- McIntyre, J.E.,2005.** Syntheticfibres: nylon, polyester, acrylic, polyolefin, Woodhead Publishing Limited, England.
- MIL-STD 285, 1956.** Method of attenuation measurement for enclosures, Electromagnetic Shielding, For Electronic Test Purposes, U.S. Government Printing Office, Washington, DC
- Mıstık, S.İ., Sancak ,E., Usta, İ., Koçak, E.D., Akalın, M., 2012.** Investigation of electromagnetic shielding properties of boron and carbon fibre woven fabrics and their polymer compositesi. The 4th International Conference, Textiles & Fashion , Bangkok, Thailand.
- Mutlu, B., Toros, H. ve Şen, O., 2003.** Ultravirole radyasyonun insan sağlığı üzerine etkileri. III. Atmosfer Bilimleri SEMpozyumu, 19-21 Mart, İTÜ, İstanbul.
- Orhun, Ö., ve Tanışlı, M., 2007.** Elektromagnetik dalgalar: Fizik Fasikül 2 (11.Bölüm), Orhun, Ö., ve Tanışlı., Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Yayınları, Eskişehir 177- 194s.
- Öktem, Y., 2014.** Hızlandırıcılarda radyasyon güvenliği. http://thm.ankara.edu.tr/tac/YAZOKULU/yazokulu5/.../Yesim_Oktem.pdf, (Erişim Tarihi 15.06:204).
- Örtlek, H., Güneşoğlu, C., Okyay, G., Türkoğlu, Y., 2012,** Investigation Of Electromagnetic Shielding And Comfort Properties Of Single Jersey Fabrics Knitted From Hybrid Yarns Containing Metal Wire. *Tekstil Ve Konfeksiyon*, 2:90-101
- Özkarayel, L., 2013.** Faraday kafesi. <http://www.fizikist.com/icerik-faraday-kafesi-1574>. (Erişim tarihi 30.06.2013)
- Özdemir, R., 2010.** Elektro depolama yöntemi ile elde edilen ZnFe ince filmlerinin elektriksel özdirenç özelliklerinin sezgisel yöntemler yardımıyla incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, K7AÜ, Kilis
- Palamutcu, S., Özek, A., Karpuz, C., Dağ, N., 2010.** Electrically conductive textile surfaces and their electromagnetic shielding efficiency measurement. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 3:199-207
- Perumalraj, R., Dasaradan, B. S., 2010.** Electromagnetic Shielding Effectiveness of Doubled Copper Cotton Yarn Woven Materials. *Fibres & Textiles İn Eastern Europe*, 3 (80):74-80.
- Pocai, M.R., Bottari, E., 1999.** Electromagnetic characterization of protective clothing. electromagnetic compatibility. International Symposium, 516-519
- Proudnik, A., Zamastotsk, Y., Sıarheyev, V., Siuborov, V, Stankevich, E, Pobol, I., 2012.** Electromagnetic interference shielding properties of the Cu, Ti and Cr coatings deposited by Arc-Pvd On textile materials., *Przegląd Elektrotechniczny*, 88(6):81-83
- Raghavendra R. Hegde, Atul Dahiya, M. G. Kamath Anonim, 2009.** Bicomponent Fibers. <http://www.engr.utk.edu/mse/Textiles/Bicomponent/>-(Erişim tarihi 17.06.2009) 2009
- Rebouillat, S., Lyons, M., 2011,** Measuring the electrical conductivity of single. *Fibres International Journal Of Electrochemical Science*, 6:5731-5740

- Sabuncu, H., İşsever, H., Türer, A.,2012.** Elektromanyetik radyasyon zararları televizyon ve bilgisayarlarda ekran radyasyonu. <http://www.cekod.org/sabuncu.htm>-(Erişim tarihi 12.12.2012)
- Salem, D.R.,2000.** Structure formation in polymericfibers, *HanserPublishers*, 296-328,Munich.
- Sarmaşık, G., Durusoy, R., Özkurt. A., 2012.** Bilgisayar laboratuvarlarında maruz kaldığımız elektromanyetik alanların zararları ve çözüm önerileri. Akademik Bilişim'12 - XIV. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri Uşak Üniversitesi,Uşak.
- Seyhan, N. 2010.** Elektromanyetik kirlilik ve sağlığımız. *Nöropsikiyatri Dergisi*, 47:159.
- Sevgi, L., 2000.** Elektromanyetik uyumluluk elektromanyetik kirlilik, *Elektrik Mühendisleri Odası*, ISBN No: 975-395-396-8.
- Sevgi, L., 2004,** EMC ve Korunma yöntemleri: (I) Ekranlama. *Endüstriyel & Otomasyon*, Eylül
- Sperling, L.H.,2006.** Introduction tophysical polymer science, John Wiley&Sons.
- Şeker, S.Ş., Çerezci. O.,1997.** Çevremizdeki radyasyon ve korunma yöntemleri. Boğaziçi Üniversitesi yayınları, BÜ., İstanbul, 468 s.
- Şeker, S. Çerezci, O., 2000.** Radyasyon kuşatması, elektriğin ve nükleer enerjinin sağlığımıza etkileri. Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi, İstanbul,189 s.
- Tarakçıoğlu, I. 1994-1995.** Tekstil Boyacılığı Cilt II. Ege Üniversitesi, İzmir, 373s.
- TS EN 50147-1, 2005.** ICS 209.020; 14.140.01 Yankısız Odalar- Bölüm 1: Ekran zayıflatmasının ölçülmesi *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara
- Ueng, T., H., Cheng, K., B., 2001.** Friction core-spun yarns for electrical properties of woven fabrics. *Composites*, Part A: Applied Science And Manufacturing, 32:1491-1496
- Ugbolue, S.C.O., 2009.** Polyolefin fibres: Industrial and medical applications. Woodhead Publishing Limited, USA.
- Ürkmez, B., 2012.** Mucize malzeme grafen. <http://www.acikbilim.com>-(Erişim tarihi 23.04.2012)
- Wiğckowski, T. W., Janukiewicz, J. M., 2006.** Methods for evaluating the shielding effectiveness of textiles, *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 5 (59):18-22
- Yağmur, F, Bozbıyık A, Hancı, İH. 2003.** Elektromanyetik dalgaların insan biyokimyası üzerine etkileri. *Sted*,12(8): 296–297.
- Yıldırım K. 2007,** Pet ipliginde Kristalinte Oranını EtkiLeyenFaktörlerin Etki Derecelerinin Tespiti, Doktora tezi, Uludağ Ü. ,Fen Bilimleri Enstitüsü, ,Bursa
- Yılmaz E., 2014.** Rasyasyondan korunma. http://www.hdm.com.tr/kalite/documents/Radyasyondan_korunma.pdf-(Erişim tarihi 10.07.2014)
- Yılmaz, H., 2007.** Kablosuz Yerel Alan Ağlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alanın, İşitme Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Uzmanlık Tezi T.C. Sağlık Bakanlığı İstanbul Ok Meydanı Eğ. ve Ar. Has. Kulak Burun boğaz Kliniği, İstanbul.

Yıldız, M., Yılmaz, D., Güler, İ., Akgüllü, Ç., 2012. Cep telefonlarından yayılan radyasyonun kısa dönem kalp hızı değişkenliği parametreleri üzerindeki etkileri. *Anadolu Kardiyoloji Dergisi*, 12: 406-12.

Yürekli, A.I., Özkan, M., Kalkan, T, Saybasili, H., Tuncel, H., Atukeren, P., 2006. GSM base station electromagnetic radiation and oxidative stress in rats. *Electromagn Biol Med*; 25(3): 177-188.

Ziabicki, A.,1976. Fundamentals of fibre formation; the science of fibre spinning and drawing, *John Wiley&Sons*, Great Britain.

Zamanian, A., Hardiman, C.,2005. Electromagnetic Radiation and Human Health: A Review of Sources and Effects. *High Frequency Electronics in Summit Technical Media*, 16-26

EKLER**İplik Numaraları ölçüm sonuçları**

Grafen katkıli iplikler

% 1 Grafen	% 2 Grafen	% 3 Grafen
262,2	261,1	262,5
260,7	261,4	263,2
262,1	261	262,2
262,2	262	262
260,6	261,48	260,92

Nikeloksit katkıli iplikler

% 1 Nikeloksit	% 2 Nikeloksit
260	258
260,3	263,4
262,8	260,9
263,8	263,3
259	262,7

Demiroksit katkıli iplikler

263
271,5
270,8
267,9
267,5
263

İplik Shrinkage (%) ölçüm sonuçları

Grafen katkıli iplikler

% 1 Grafen	% 2 Grafen	% 3 Grafen
12,03	12,79	13,14
13,23	12,86	13,18
12,07	12,83	13,16
12,03	12,73	12,99
11,95	12,83	12,99

Nikeloksit katkıli iplikler

% 1 Nikeloksit	% 2 Nikeloksit
10,05	13,25
9,88	14,09
9,9	13,14
9,86	13,2
10,05	13,22

Demiroksit katkıli iplikler

9,25
9,22
9,52
9,52
9,19

İplik düzgünsüzlük ölçüm sonuçları

Grafen katkıli iplikler

% 1 Grafen	% 2 Grafen	% 3 Grafen
% 1 Grafen	% 2 Grafen	% 3 Grafen
3,86	3,48	3,44
3,58	3,61	3,08
4,19	3,84	3,11
4,59	3,32	3,22

Nikeloksit katkıli iplikler

% 1 Nikeloksit	% 2 Nikeloksit
7,02	9,9
6,62	9,9
5,36	9,9
5,81	9,9
6,53	9,9

İplik uzama (%) ölçüm sonuçları

Katkısız ve Grafen katkıli iplikler

Katkısız	% 1 Grafen	% 2 Grafen	% 3 Grafen
33,5	34,25	37,69	34,19
35,5	33,8	35,86	34,14
35,8	35,6	33,98	35,31
35,5	33,25	34,82	35,22
35	35,42	36,44	35,47
34,1	35,55	33,64	37,18
35,8	32,53	40,2	33,95
35	32,55	39,42	35,25
35,6	38,76	37,06	35,01
34,7	31,81	32,68	31,85
35,5	32,99	32,22	34,01
35,9	35,25	37,46	37,77
36,9	36,78	36,68	35,77
33,6	29,28	30,69	38,76
35,8	32,96	35,57	36,72
35,8	30,67	38,7	37,02
37	32,33	34,26	34,5
32,3	30,98	39,19	36,11
33,2	34,14	35,95	38,89
35,6	33,28	36,41	37,14

Nikeloksit katkıli iplikler

% 1 Nikeloksit	% 2 Nikeloksit
37,52	34,64
22,72	38,94
59,28	38,62
19,24	35,56

29,02	28,97
49,63	33,86
25,75	37,75
46,68	32,41
31,91	38,98
56,54	22,69
32,88	37,68
30,72	34,63
38,22	33,67
48,7	35,65
22,69	37,43
25,46	35,46
52,65	37,24
34,13	38,64
34,95	44,42
31,01	35,57

Demiroksit katkılı iplikler

% 1 Demiroksit
46,52
46,66
48,49
56,95
52,45
45,3
50,32
49,86
47,01
46,13
53,92
54,52
52,92
42,3
49,85
43,43
55,8
38,37
51,74
43,94

İpliklerin kopma yükü (cN) ölçüm sonuçları

Katkısız ve Grafen katkılı iplikler

Katkısız	% 1 Grafen	% 2 Grafen	% 3 Grafen
962	671,12	709,65	681,89
937,08	634,43	701,07	617,43
936,72	657,15	697,03	708,81
992,18	630,39	687,94	696,86
965,7	651,93	666,74	707,46
1021,8	614,91	692,32	710,16

1078,3	647,56	718,74	730,97
936,36	647,22	715,71	695,18
962,74	708,31	730,86	725,47
965,7	708,31	679,02	712,18
939,6	674,31	694,34	709,99
988	657,99	698,21	714,53
1017,9	708,14	680,2	700,57
965,7	675,49	613,73	716,55
1021,8	664,05	681,55	700,9
962	657,99	723,28	736,47
939,6	654,12	717,23	690,8
939,6	672,29	754,08	743,48
965,7	656,64	708,31	740,28
962	671,12	709,65	681,89

Nikeloksit katkılı iplikler

% 1 Nikeloksit	% 2 Nikeloksit
386,6	418,02
480,11	380,66
455,04	394,46
365	428,62
423,07	403,71
385	412,8
415,66	434,17
356,59	372,64
448,64	422,9
400,68	421,21
467,49	408,26
363,49	405,4
438,72	424,92
427,1	430,13
479,78	410,78
404,89	424,92
418,02	454,53
459,92	419,75
344,31	441,24
418,86	447,47

Demiroksit katkılı iplikler

% 1 Demiroksit
341,28
350,37
418,52
429,96
419,53
381,33
394,96
383,86
391,76
398,55
443,93

391,09
393,28
381,84
402,7
432,99
407,92
397,15
380,32
383,69

İpliklerin Kopma mukavemeti (cN/dtex) ölçüm sonuçları

Grafen katkılı iplikler

Katkısız	% 1 Grafen	% 2 Grafen	% 3 Grafen
3,7	2,56	2,71	2,6
3,6	2,42	2,68	2,36
3,6	2,51	2,66	2,71
3,8	2,41	2,63	2,66
3,7	2,49	2,54	2,7
3,9	2,35	2,64	2,71
4,1	2,47	2,74	2,79
3,6	2,47	2,73	2,65
3,7	2,7	2,79	2,77
3,7	2,7	2,59	2,72
3,6	2,57	2,65	2,71
3,8	2,51	2,66	2,73
3,9	2,7	2,6	2,67
3,7	2,58	2,34	2,73
3,9	2,53	2,6	2,68
3,7	2,51	2,76	2,81
3,6	2,5	2,74	2,64
3,6	2,57	2,88	2,84
3,7	2,51	2,7	2,83
3,7	2,61	2,75	2,77

Nikeloksit katkılı iplikler

% 1 Nikeloksit	% 2 Nikeloksit
1,48	1,6
1,83	1,45
1,74	1,51
1,15	1,64
1,61	1,54
1,23	1,58
1,59	1,66
1,36	1,42
1,71	1,61
1,53	1,61
1,78	1,56

1,39	1,55
1,67	1,62
1,63	1,64
1,83	1,57
1,55	1,62
1,6	1,73
1,76	1,6
1,31	1,68
1,6	1,71

Demiroksit katkılı iplikler

% 1 Demiroksit
1,3
1,34
1,6
1,64
1,6
1,46
1,51
1,47
1,5
1,52
1,69
1,49
1,5
1,46
1,54
1,65
1,56
1,52
1,45
1,46

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Semiha EREN
Doğum Yeri ve Tarihi: Kula 1978
Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise: İzmir Kız Lisesi 1991-1993

Lisans: Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği (1994-1998)

Yüksek Lisans: Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği (2002-2004)

Doktora: Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği (2008-....)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl :

Özçelikler Tekstil, Bursa. Desen Şef Yardımcısı Haziran/98 – Kasım/98

Mega Tekstil, Bursa. Kalite Güvence Şefi Kasım/98 – Mayıs/99

U.Ü. Orhangazi MYO, Tekstil Teknolojisi Programı Öğretim Görevlisi (2009- Devam ediyor.....)

İletişim (e-posta) :semihaeren@uludag.edu.tr

Yayımları*

Makaleler

1. Eren S. ve Ulcay Y, ‘‘ Textile Arterial Grafts’’, Electronic Journal of Textile Technologies Vol: 4, No: 1, 35-47 2010
2. Eren H.A.,Gündoğan S. Eren S.,Kocaman B. Substitution of Reduction Clearing Step by OzoneTreatment at Disperse Dyeing of Polyester Ozone: Science & Engineering 196-200 35 2013

Kongre Faaliyetleri

1. Y. Ulcay ve S. Eren, ‘‘Effect of Thermal Compaction Processes on the porosity and strength of woven fabric based vascular Grafts’’, Biomed 10, 10th Biomedical Science and Tech. Symposium, October 10-12, 2003, METU Campus of Northern Cyprus, Ed. N.Hasırcı, Sayfa 1, (2003)
2. Y Ulcay ve S. Eren, ‘‘Comparison Of Chenille And Air-Texture Yarns For Upholstery Fabrics’’, II. International İstanbul Textile Congress, 22-24 April
3. Eren S. ve Ulcay Y, ‘‘Elektrik İletkenlik Sağlayacak Boyanabilir Sentetik Lif Üretimi’’proje Sunumu, Uludağ İhracatçı Birlikleri,Tekstil Proje Pazarı, 18-19 Şubat 2009
4. Eren S. ve Ulcay Y, ‘‘ Elektrik İletkenliğine Sahip Bikomponent Lif Üretimi ‘‘ Proje Sunumu, Uludağ İhracatçı Birlikleri, Tekstil Proje Pazarı, 18 Şubat 2010
5. Eren S. ve Ulcay Y., ‘‘ Effects of Fiber Properties on Shrinkage Of Fiber – PMMA Composite Based Bone Cements’’, Poster Sunumu, Fiber Society 2010, Bursa

6. Eren S. ve Ulcay Y ., ‘‘Mıknatıslı Saçtırma Yöntemi Kullanarak EMR Koruma Etkili Yüzey Eldesi ‘’, Uluslararası Tekstil Proje Pazarı Uludağ İhracatçı Birlikleri, , 10-11 Şubat 2011
7. Eren H, Öztürk D, Eren S.,’’ Afterclearing of disperse dyed polyester with gaseous ozone’’, Coloration Technology, 2012
8. Eren S. ve Ulcay Y.,’’ Faz değiştiren materyallerle iletken bikomponent lif üretimi (mikrokapsülsüz)’’,2-3 şubat 2012
9. Eren H.A.,Gündoğan S. Eren S.,Kocaman B. Substitution of Reduction Clearing Step by OzoneTreatment at Disperse Dyeing of Polyester Ozone: Science & Engineering 196-200 35 2013

Araştırma Projeleri

Ulcay Y., Eren S., EMR (Elektromanyetik Radyasyon) Koruma Amaçlı Bikomponent Poliester Lif Üretimi Tübitak 2011

Ödüller

Eren S., Ulcay Y., Mıknatıslı Saçtırma Yöntemi Kullanarak EMR Koruma Etkili Yüzey Eldesi Uludağ İhracatçı BirlikleriIII.Uluslar arası Arge Tekstil Proje Pazarı Şubat lük ödülü 2011

Eren S., Ulcay Y., Faz Değiştiren Materyallerle İletken Bikomponent Lif Üretimi (Mikrokapsülsüz)’’ uludağ ihracatçılar birliği IV.Uluslar arası Arge Tekstil Proje Pazarı 2012