

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAPLAMA TEKSTİL YÜZEYLERİNİN ELEKTRO MANYETİK
KALKANLAMA PERFORMANSININ ARAŞTIRILMASI

RANA YILMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. H.Ziya ÖZEK

TEKİRDAĞ, Şubat 2013

Prof.Dr. H.Ziya ÖZEK danışmanlığında, Rana YILMAZ tarafından hazırlanan “Kaplama Tekstil Yüzeylerinin Elektro Manyetik Kalkanlama Performansının Araştırılması” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof.Dr.Özer GÖKTEPE

İmza :

Üye : Doç.Dr. Temine ŞABUDAK

İmza :

Üye :Prof.Dr.H.Ziya ÖZEK

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof.Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KAPLAMA TEKSTİL YÜZEYLERİNİN ELEKTRO MANYETİK KALKANLAMA PERFORMANSININ ARAŞTIRILMASI

Rana YILMAZ

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. H. Ziya ÖZEK

Yapılan bu tez çalışmasında, günlük hayatta sıklıkla kullanılan cep telefonları, bilgisayarlar, mikrodalga fırınlar, televizyonlar, klimalar, fotokopi makineleri, baz istasyonları, elektronik haberleşme ağları, radyo ve televizyon vericileri, uydu iletişim sistemleri, askeri savunma sistemleri, radarlar, tıbbi cihazlar ve daha pek çok elektrik-elektronik cihazlar ve sistemlerin olumsuz etkilerinin tekstil materyalleri ile azaltılabilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada ilk olarak elektromanyetik dalgalar, iletken polimerler, çalışmada kullanılan pirol polimeri ile ilgili genel bilgiler verilmiş, daha sonra tez çalışmaları ve bu çalışmaların sonuçları anlatılmıştır. Tezin uygulama kısmında, üç farklı kumaş türü (pamuk, PES, pamuk-PES) iki farklı firmaya ait iletken pirol ile kaplanmıştır. Kaplanan bu kumaşların elektromanyetik kalkanlama özellikleri incelenmiştir. Sonuçlar, polimerizasyon işleminde kullanılan Pirolün üç farklı konsantrasyonuna (% 0,1 -0,2 -0,3) bağlı olarak değerlendirilmiştir. Testler bu üç farklı konsantrasyonda işlem görmüş üç kumaşa ayrı ayrı uygulanmıştır. Yapılan testler Kumaşta Eğilme Dayanımı Tayini, Kumaşta FTIR, Kumaşta Elektromanyetik Kalkanlama etkisinin ölçümü testleridir. Eğilme Dayanımları karşılaştırıldığında Pamuk, Pamuk- PES, PES Kumaşları İçin her iki firmaya ait Farklı Pirol Konsantrasyonlarında (0,1-0,2-0,3) en iyi sonuçların pamuklu kumaşta olduğu görülmüştür. En düşük eğilme dayanımını ise Pamuk-PES kumaşta olduğu görülmüştür. FTIR analizleri sonucu Pirol'ün kumaşa kimyasal bir şekilde bağlandığı görülmektedir. Her bir kumaşta en iyi EMSE değerlerinin 0,3M konsantrasyonda sağlandığı görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Pirol, Kaplama, Elektro Manyetik Kalkanlama

2013, 127 Sayfa

ABSTRACT

Master of Science Thesis

ELECTRO MAGNETIC SHIELDING PERFORMANCE OF TEXTILE COATING SURFACES' RESEARCH

Rana YILMAZ

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Textile engineering

Supervisor : Prof. Dr. H. Ziya ÖZEK

In this study, it is aimed that the negative impacts of mobile phones, computers, microwave ovens, televisions, air conditioners, copiers, base stations, electronic communication networks, radio and television transmitters, satellite communication systems, military defense systems, radars, medical devices, and more many electrical and electronic equipment and systems that are commonly used in daily life, may be reduced owing to the textile materials. In this study, firstly, general information is given about electromagnetic waves, conductive polymers, and pyrrole polymer which is used in the tests. After that, the thesis study and its results are discussed. In the application part of the thesis, three different types of fabric (cotton, PES, cotton-PES) were coated with conductive pyrrole that belongs to two different companies. Electromagnetic shielding properties of these coated fabrics' were examined. The results were evaluated depending on three different concentrations of pyrrole (0.1% -0.2 -0.3) that is used in the process of polymerization. The tests were applied separately to three fabrics that were treated with three different concentrations. These tests are the measurements of determination of bending rigidity of fabric, fabric fitir and electromagnetic shielding of fabric. When cotton, cotton PES and PES were compared according to their bending rigidity, in different Pyrrole Concentrations of both companies (0,1-0,2-0,3), the best results were obtained with cotton fabric. The worst bending rigidity was obtained with Cotton PES fabric. As a result of FTIR analysis, it was observed that pirol connected to the fabric chemically. The best EMSE values with each fabric, were obtained with 0,3M concentration.

Keywords : Pyrrole, Coating, Electro Magnetic Shielding

2013, Pages 127

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında günümüzde çok sık maruz kalınan elektromanyetik dalgaların bizlere olan olumsuz etkilerini engellemek amacı ile koruyucu tekstil yüzeylerinin üretilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Pamuk, Pamuk- PES ve PES kumaşlara üç farklı konsantrasyonda ve iki farklı firmaya ait olan iletken Pirok ile kaplama yapılmıştır.

Tez çalışmalarım boyunca tüm aşamalarda bana rehberlik eden, gerekli ilgi ve yardımını esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr.H.Ziya ÖZEK'e, hem deneyler konusunda hem de testler konusunda bilgisini benimle paylaşan Sayın Öğr.Gör. A.Özgür AĞIRGAN'a, deney numunelerimin test aşamasında bana yol gösteren Sayın Arş. Gör. Erhan SANCAK'a, Sayın Gökhan BİRKARDEŞLER'e, her konuda yardımlarını esirgemeyen değerli Öğr.Gör. arkadaşlarıma ve destek veren aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hazırladığım bu tezin benden sonraki öğrencilere ve meslektaşlarıma yararlı olacağını düşünüyorum. Bu konuda daha sonra yapılacak araştırmalara ışık tutması dileğiyle saygılarımı sunarım.

Şubat 2013

Rana YILMAZ

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
1.1-GİRİŞ.....	1
1. 2- AMAÇ.....	2
BÖLÜM 2.....	3
GENEL BİLGİLER.....	3
2. 1. ELEKTROMANYETİK ALAN VE ETKİLERİ.....	3
2.1.1.Elektrik Alan ve Elektromanyetik Alan:.....	4
2.2.Elektromanyetik Spektrum.....	5
2.3.ELEKTROMANYETİK RADYASYON.....	7
2.3.1.İyonlaştırıcı (nükleer) radyasyon;.....	7
2.3.2.İyonlaştırıcı olmayan (elektromanyetik) radyasyon;.....	7
2.3.3. Elektromog.....	8
2.3.4. Düşük frekanslı (0 Hz- 10 kHz) elektromanyetik ışınımların insan sağlığına etkileri:....	8
2.4.ELEKTROMANYETİK KALKANLAMA.....	9
2.4.1.Kalkanlama Teorisi.....	9
2.4.2. Tekstil Malzemeleriyle Kalkanlama.....	12
2.5. ELEKTROMANYETİK KALKANLAMA ÖZELLİĞİ OLAN MALZEMELER.....	13
2.5.1. Klasik malzemeler.....	13
2.5.2. Kompozit Malzemeler.....	14
2.5.3. İletken Polimerler.....	15
2.5.3. 1.Polipirol (PPy).....	16
2.5.3. 2.Polianilin(PANI).....	18
2.5.3. 3.Politiyofen.....	20
2.5.4. Elektro-İletken Boyalar.....	23
2.5.5. İletken Tekstil Malzemeleri.....	24
2.5.5.1. İletken Lif / İplikler içeren Kumaşlar.....	24
2.5.5.2. İletken Malzeme ile Kaplanmış Kumaşlar.....	27
1-Yüzeylerin doğrudan kaplanması:.....	27
2-Kimyasal polimerizasyon metodu:.....	28
3-Vakum kaplama metodu:.....	28
4-İyon implantasyon metodu:.....	28
2.6.EKRANLAMA ETKİNLİĞİ ÖLÇÜM METODLARI.....	28
2.6.1.Kontrollü Test Alanlarında Ekranlama Etkinliği Ölçümü.....	28
2.6.1.1.Koaksiyel Tutucu Metodu (Coaxial Holder Method).....	29
2.6.1.2 Çift-TEM Hücre Ölçüm Metodu (The Dual-TEM Cell Method).....	30
2.6.1.3. Yankısız Oda Metodu (Anechoic Chamber with Aperture Method).....	31
2.6.2. Serbest Uzayda Ölçüm Metodları.....	31
2.6.2.1. Frekans Bölgesinde Serbest Uzay Ölçüm Teknikleri.....	31
2.6.2.2. Zaman Bölgesinde Serbest Uzay Ölçüm Teknikleri.....	33
2.7. Literatür ÖZETİ.....	34
BÖLÜM 3.....	44
DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	44
3.1.DENEYSEL YÖNTEMLER.....	44

3.2. DENEYLERDE KULLANILAN MATERYALLER	44
3.3. GERÇEKLEŞTİRİLEN DENEYSEL ÇALIŞMALAR	44
3.3.1.Kumaşlara Uygulanan Deneyler ve Testler, Kullanılan Cihazlar	44
3.3.1.1 Kumaşların Deney için Hazırlanması	44
3.3.1.2.Deneyde Kullanılan Kimyasalların Özellikleri	45
3.3.1.3. Kumaşlara Uygulanan Deneyler:.....	46
3.3.1.4. Kumaşlara Uygulanan Testler:	49
3.3.1.4.1. Pirol kaplanmış kumaş örnekleri	49
3.3.1.4.2.Kumaşta Eğilme Dayanımı Tayini:	52
3.3.1.4.2. Kaplanmış Kumaş Numuneleri FTIR Analizi:.....	54
3.3.1.4.3.Kumaşta Elektromanyetik Kalkanlama Etkisinin (EMSE) Ölçümü:	55
BÖLÜM 4.....	58
DEĞERLENDİRME	58
4.1. KUMAŞ ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	58
4.1. 1.Kumaşta Eğilme Dayanımı Sonuçları:	58
4.1.1.1. Farklı Pirol Konsantrasyonlarında Pamuk, PES, Pamuk- PES Kumaşları İçin Eğilme Dayanımı Sonuçları	58
4.1.2.Kumaşlarda FTIR Analizi ve Sonuçları:	67
4.1.3. Kumaşlarda EMSE, Absorbans, Yansıma, Geçirgenlik Ölçümü ve Sonuçları	76
4.1.4. EMSE Değerlerine Göre Yapılan Korelasyon Analizi:.....	92
BÖLÜM 5.....	94
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	94
5.1 SONUÇLAR.....	94
5.2. ÖNERİLER	97
KAYNAKLAR.....	98
EKLER	104
EK 1 :Kumaşlarda EMSE, Absorbans, Yansıma, Geçirgenlik Ölçüm Sonuçlarının Çizelge olarak gösterimi	104
ÖZGEÇMİŞ.....	116

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

Dalga boyu	λ
Desibel	Db
Elektrik alan	E
Elektrik alan şiddeti	(V/m)
Frekans	f
Giga Hertz	GHz
Hacim	V
Hertz	(Hz)
Kilohertz	kHz
Manyetik alan	H
Manyetik alan şiddeti	(A/m)
Mega Hertz	MHz
Microtesla	(μ T)
Mikrowatt/metrekare	μ W/m ²
Millitesla	(mT)
Molekül kütlesi	M _A
Nanometre	nm
Nano saniye	ns
Santigrat derece	C ⁰
Siemens/santimetre	S/cm
Ohm	Ω
Yoğunluk	d

KISALTMALAR

Absorpsiyon	Ab
Açık uç friksiyon eğirme yöntemi	DREF III
Akrilonitril-bütadien-sitren	ABS
Alternatif Akım	AC
Amonyum Per Oksidisülfat	APS
Antrakınon-2-sülfonik asit	AQSA
Cam Kumaş	GF
Dibenziliden Sorbitol	DBS
3,4- dimetilbenzensülfonik asit	OXSA
2,5-dimetilbenzensülfonik asit	PXSA
4,6-dihidroksi-m-benzendisülfonik asit	RDSA
Ekranlama etkinliği	EE veya SE
Elektromanyetik	EM
Elektromanyetik Alan	EMA
Elektromanyetik Ekranlama Etkisi	EMSE
Elektromanyetik Girişim	EMI
Fourier Transform Infrared	FTIR
Geçirgenlik	Tr
4-hidroksibenzen sülfonik asit	PSA
4-hidroksi-m-benzendisülfonik asit	PDSA
2-hidroksi-4-metilbenzen sülfonik asit	MCSA
Kızıl Ötesi	IR
3-kloro-4-hidroksi benzen sülfonik asit	OCPSA

Morötesi Görünür Spektroskopi	UV-Vis
Naftalin sülfonik asit	NSA
Para-toluen 2-sülfonik asit	PTSA
Polianilin	PANI
polietilen oksit	PEO
Polietilen tereftalat	PET
polimetilmetakrilat	PMMA
Polipirol	PPy
politiyofen	PTh
polivinilklorit	PVC
Polyester	PES
Silan	SP
Taramalı Elektron Mikroskobu	SEM
Uluslar arası Radyasyondan Korunma	
Komisyonu	ICRP
Ultra Violet	UV
Yansım	Re

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1 Zararlı elektromanyetik dalgalar	3
Şekil 2. 2 Dalga yapısı.....	5
Şekil 2. 3 Elektromanyetik Spektrum (Jaroszewski 2010).....	6
Şekil 2. 4 Kalınlığı t olan bir duvarda ekranlama etkinliği bileşenleri.....	10
Şekil 2. 5 Perdeler.....	12
Şekil 2. 6 Pirolin oksidatif polimerizasyon mekanizması (www.aliexpress.com)	16
Şekil 2. 7 Polipirol.....	17
Şekil 2. 8 Dop edilmiş (katkılanmış) polipirol	17
Şekil 2. 9 Politiyofen (www.carolinasilver.com)	20
Şekil 2. 10 50-700 C ⁰ aralığında azot atmosferinde Polianilin ile kaplı cam kumaş üzerinde termogravimetrik analiz ;Boş cam kumaş (Blank GF), katkısız polianilin kaplı cam kumaş GF (L), DBS katkı maddesi katkılı polianilin kaplı cam kumaş GF (DBS).....	21
Şekil 2. 11 100-1000 MHz frekans aralığında Polianilinle kaplı kumaşların koruyucu etkinliği	21
Şekil 2. 12 Polianilinle kaplı kumaşların UV, görünür ve yakın kızılötesi ışığı emme davranışları	22
Şekil 2. 13 Polipirol kaplı kumaşların UV, görünür ve yakın kızılötesi ışığı emme davranışları	22
Şekil 2.14. Ekranlama Amacı ile Kullanılan Koruma Boyası Uygulaması.....	24
Şekil 2.15. Gümüş Kaplı Bakır Tel İçerikli Metal İplik Örnekleri.....	25
Şekil 2.16. Elektromanyetik Alanlara Karşı Ekranlama Özelliği Olan Kumaş Örnekleri.....	26
Şekil 2.17. Koaksiyel Tutucu Metod.....	29
Şekil 2.18. Koaksiyel Tutucu Metodun Uygulaması.....	30
Şekil 2.19. Çift- TEM Hücre.....	30
Şekil 2.20. Yankısız Oda Metodu Uygulaması.....	31
Şekil 2. 21 serbest-uzay iletim ölçüm metodu.....	32
Şekil 2. 22 serbest-uzay iletim ölçüm metodunun uygulanması	32
Şekil 2.23. serbest-uzay yansıma ölçüm metodu.....	32
Şekil 2.24. Zaman bölgesi iletim ölçüm tekniği.....	33
Şekil 2.25. Zaman bölgesi yansıma ölçüm tekniği.....	33
Şekil 2.26. DREF III , açık uç friksiyon eğirme yöntemi: 1-1, 1-3, 1-5; kesikli liflerden oluşan kılıf tülbent, 1-2, 1-4: kesikli paslanmaz çelik liflerinden oluşan kılıf tülbent, 2:Çekim ünitesi, 3: taraklama tamburu, 4:Sıkıştırılmış hava, 5:Sürtünme tamburu, 6: Paslanmaz çelik telle öz besleme, 7:Çekme silindiri, 8: açık uç friksiyon özlü ipliği,9: Sarım silindiri.....	35
Şekil 2.27. Modifiye edilmiş ring iplik makinasında, fitil ve metal telin özlü iplik eğirme sistemi mekanizmasındaki işlevini gösteren diyagram.....	36
Şekil 2.28. Metal telin, fitilin dışından (a) ve ortasından (b) beslendiği iplik görünüşleri.....	36
Şekil 3.1. Deney Düzemeği yandan görünüş.....	47
Şekil 3.2. Deney Düzemeği önden görünüş.....	47
Şekil 3.3. 0,1-0,2-0,3 M A ve B pirol kaplanmış kumaş örnekleri	51
Şekil 3.4. Kumaş Eğilme Dayanımı Test Cihazı.....	52
Şekil 3.5. Kumaş Eğilme Dayanımı Test Cihazı şematik görünüşü.....	53
Şekil 3.6. Perkin Elmer Spectrum 100 ATR-FTIR spektrofotometre.....	55
Şekil 3. 7 Network Analyzer Cihazı (ROHDE&SCHWARZ).....	56
Şekil 3. 8 Network Analyzer cihazında kalkanlama ölçüm numuneleri	57

Şekil 4.1. Pamuk Kumaşları İçin Farklı Pirol Konsantrasyonlarında (0,1-0,2-0,3) Eğilme Dayanımları arasındaki ilişki.....	62
Şekil 4.2 Pamuk –PES Kumaşları İçin Farklı Pirol Konsantrasyonlarında (0,1-0,2-0,3) Eğilme Dayanımları arasındaki ilişki.....	62
Şekil 4.3. PES Kumaşları İçin Farklı Pirol Konsantrasyonlarında (0,1-0,2-0,3) Eğilme Dayanımları arasındaki ilişki	62
Şekil 4.4. Pamuk, Pamuk- PES, PES Kumaşları İçin Farklı A firmasına ait Pirol Konsantrasyonlarında (0,1-0,2-0,3) Eğilme Dayanımları arasındaki ilişki.....	65
Şekil 4.5. Pamuk, Pamuk- PES, PES Kumaşları İçin Farklı B firmasına ait Pirol Konsantrasyonlarında (0,1-0,2-0,3) Eğilme Dayanımları arasındaki ilişki.....	65
Şekil 4. 6. Saf polipirol FTIR Analizi Sonucu.....	67
Şekil 4. 1. Pamuk kumaşları için üç farklı pirol (A) konsantrasyonu kullanılarak kaplama sonucu meydana gelen FTIR spektrumu.....	68
Şekil 4. 2 Pamuk kumaşları için üç farklı pirol (B) konsantrasyonu kullanılarak kaplama sonucu meydana gelen FTIR spektrumu.....	69
Şekil 4. 3. Pamuk- PES kumaşları için üç farklı pirol (A) konsantrasyonu kullanılarak kaplama sonucu meydana gelen FTIR spektrumu.....	71
Şekil 4. 10. Pamuk- PES kumaşları için üç farklı pirol (B) konsantrasyonu kullanılarak kaplama sonucu meydana gelen FTIR spektrumu.....	72
Şekil 4. 4. PES kumaşları için üç farklı pirol (A) konsantrasyonu kullanılarak kaplama sonucu meydana gelen FTIR spektrumu.....	74
Şekil 4. 5. PES kumaşları için üç farklı pirol (B) konsantrasyonu kullanılarak kaplama sonucu meydana gelen FTIR spektrumu.....	75
Şekil 4. 6 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında Pamuk kumaşlar için EMSE değişimleri.....	77
Şekil 4. 7 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında Pamuk kumaşlar için EMSE değişimleri.....	78
Şekil 4. 8 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında Pamuk-PES kumaşlar için EMSE değişimleri.....	79
Şekil 4. 9 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında Pamuk-PES kumaşlar için EMSE değişimleri.....	80
Şekil 4. 10. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında PES kumaşlar için EMSE değişimleri.....	81
Şekil 4. 11. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında PES kumaşlar için EMSE değişimleri.....	82
Şekil 4. 12. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında Pamuk kumaşlar için % elektromanyetik geçirgenlik değişimleri.....	83
Şekil 4. 13. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında Pamuk kumaşlar için % elektromanyetik geçirgenlik değişimleri.....	83
Şekil 4. 14. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında Pamuk-PES kumaşlar için % elektromanyetik geçirgenlik değişimleri.....	84
Şekil 4. 15. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında Pamuk-PES kumaşlar için % elektromanyetik geçirgenlik değişimleri.....	84
Şekil 4. 16. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında PES kumaşlar için % elektromanyetik geçirgenlik değişimleri.....	85
Şekil 4. 24. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında PES kumaşlar için % elektromanyetik geçirgenlik değişimleri.....	85
Şekil 4. 17. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında Pamuk kumaşlar için % yansıma değişimleri.....	86

Şekil 4. 18. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında Pamuk kumaşlar için % yansıma değişimleri.....	86
Şekil 4. 19. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında Pamuk-PES kumaşlar için % yansıma değişimleri.....	87
Şekil 4. 20. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında Pamuk-PES kumaşlar için % yansıma değişimleri.....	87
Şekil 4. 21. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında PES kumaşlar için % yansıma değişimleri.....	88
Şekil 4. 22. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında PES kumaşlar için % yansıma değişimleri.....	88
Şekil 4. 23. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında Pamuk kumaşlar için % absorpsiyon değişimleri.....	89
Şekil 4. 24. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında Pamuk kumaşlar için % absorpsiyon değişimleri.....	89
Şekil 4. 25. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında P- PES kumaşlar için % absorpsiyon değişimleri.....	90
Şekil 4. 26. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında P- PES kumaşlar için % absorpsiyon değişimleri.....	90
Şekil 4. 27. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında PES kumaşlar için % absorpsiyon değişimleri.....	91
Şekil 4. 28 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında PES kumaşlar için % absorpsiyon değişimleri.....	91

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Elektrik alan ile elektromanyetik alan özellikleri karşılaştırması.....	4
Çizelge 2. 2 Tipik ekranlama değerleri (E: EM alan, P: EM güç)	11
Çizelge 2. 3 Elektromanyetik koruma etkinliği.....	12
Çizelge 2.4. Ormecon ticari adıyla üretilen polianilin özellikleri.....	20
Çizelge 3. 1 Deneyde kullanılan kumaşların özellikleri.....	45
Çizelge 3. 2 FeCl ₃ 'nin Özellikleri.....	45
Çizelge 3. 3 Pirool monomeri ve PPy'ün özellikleri.....	46
Çizelge 3.4. Kumaşların pirol ile kaplanması akış tablosu.....	48
Çizelge 4.1. Pamuklu kumaş için 0,1-0,2-0,2 M pirol ile kaplandığında oluşan eğilme dayanımı sonuçları	58
Çizelge 4.2. Pamuk-Pes kumaş için 0,1-0,2-0,2 M pirol ile kaplandığında oluşan eğilme dayanımı sonuçları	59
Çizelge 4.3. Pes kumaş için 0,1-0,2-0,2 M pirol ile kaplandığında oluşan eğilme dayanımı sonuçları	60
Çizelge 4.4. Ham ve Bitmiş Kumaş gramajları (g/m ²).....	60
Çizelge 4.5. Ham Kumaş Gramajı / Bitmiş Kumaş Gramajı.....	61
Çizelge 4.6. Korelasyon analizi.....	93

GİRİŞ ve AMAÇ

1.1-GİRİŞ

Gelişen teknoloji, refah düzeyindeki artış ve modern hayat şartlarının sonucu olarak günlük hayatımızda elektrikli ve elektronik cihazların kullanımı artmıştır. Evlerde kullanılan elektronik cihazlar, elektrikli mutfak eşyalarının AC motorları, iş yerlerinde kullanılan ofis araç gereçleri, iletişim için kullanılan haberleşme araçları ve her türlü dijital devreler çevrelerine çeşitli frekans aralıklarında enerji yayılmasına neden olmaktadır. Günümüzde oldukça yaygın kullanılan cep telefonları, bilgisayarlar, saç kurutma makineleri, mikrodalga fırınlar, televizyonlar, ütüler, klima ve elektrikli ısıtıcılar, fotokopi makineleri, otomobiller, yüksek gerilim hatları, baz istasyonları, elektronik haberleşme ağları, radyo ve televizyon vericileri, uydu iletişim sistemleri, askeri savunma sistemleri, radarlar, otomobil ateşleme sistemleri, tıbbi cihazlar ve daha pek çok elektrik-elektronik cihazlar ve sistemler çalışırken kasıtlı veya kasıtsız olarak çevreye elektromanyetik radyasyon yayarlar. Çeşitli frekans aralıklarındaki ışınımlar elektronik cihazların çalışma verimlilikleri üzerinde bozucu etki yaratabildikleri gibi bitkiler, hayvanlar ve insanlar üzerinde de olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Elektro manyetik (EM) alanın insanlar üzerinde iki tür biyolojik etkisi olduğu bilinmektedir (Palamutcu ve Dağ 2009) . Birinci kısım kısa zamanda hissedilen etkiler diye bilinen stress, uykusuzluk, migren, cilt problemleri, hafıza kaybı, kilo alımı gibi şikayetlerdir. Diğer bir etki ise moleküller ve kimyasal bağlara, hücre yapısına vücut koruma sistemine yaptığı ve uzun sürede ortaya çıkabilen etkilerdir. Bunlar, hepimizin korkulu rüyası olan lösemi, beyin tümörü, kalp rahatsızlıkları, parkinson, alzheimer, kanser ile hamilelerde düşük riskinin artmasına ve erkeklerde % 30 'a varan sperm azalmasına neden olduğu uluslararası bilimsel araştırmalar ile kanıtlanmıştır. (www.biopro.com.tr) Yaşamımızın her safhasına girmiş olan bu cihazların kullanımı hayatımızı kolaylaştırmakla birlikte elektromog olarak adlandırılan elektromanyetik çevre kirliliği sorununu da beraberinde getirmektedir. Tüm çevremizi kaplayan elektromanyetik yayınının neden olduğu zararların azaltılması çevre ve insan sağlığı açısından son derece önemli hale gelmiştir. EM kalkanlama konusunda etkinliği bilinen tipik metal ürünleri pahalı, ağır, ısıl genleşme ve esnek olmama gibi özellikleri nedeniyle her yerde kullanıma uygun değildir. Elektronik ve elektrik aletlerin EM koruması için tekstil ürünü kullanımı; hafif, esnek ve ucuz olduğundan ötürü popüler olmuştur. Değişen yaşam biçimi ve beraberinde ortaya çıkan yeni kavramlar insanların tekstil ürünlerinden beklentilerini de değiştirmekte ve çeşitlendirmektedir. Statik elektriklenmeyi

önleyici, elektromanyetik radyasyona karşı koruyucu özellikte iletken özellikli teknik kumaşlara olan talep giderek artmaktadır. Ayrıca farklı amaçlarla çeşitli elektronik devreleri ve optik kabloları yapısında bulunduran kumaşların kullanımının da giderek yaygınlaştığı görülmektedir.

1. 2- AMAÇ

Bu çalışma kapsamında genelde kaplama teknikleriyle elde eden kumaşlar ele alınarak ve bu kumaşların elektromanyetik kalkanlama yeteneğini etkileyen faktörler analiz edilmiştir. Kumaşların bu fonksiyonel özelliğini geliştirecek araştırma ve deneysel çalışmalar da irdelenmiştir.

Tekstil malzemelerine EM kalkanlama yeteneği kazandırmanın değişik yöntemleri vardır. Genel olarak, bu yöntemler iletken özelliği olan iplik (ya da lif) kullanarak yüzey oluşturmak ya da geleneksel bir tekstil yüzeyine kaplama yöntemiyle iletkenlik özelliği kazandırmak olarak iki başlık altında toplanabilir. Hangi yöntemin uygulanacağı, doğal olarak istenen EM kalkanlama düzeyi ile katlanılabilecek maliyete göre belirlenir. Bu çalışmada kaplama yöntemiyle EM kalkanlama özelliğinin kazandırılması ve performansının analiz edilmesi tercih edilmiştir. Bu alanda yapılmış çalışmaların daha az olması ve göreceli olarak çok daha düşük maliyetler içermesi nedeniyle bu yöntem seçilmiştir.

Kaplama malzemesi olarak iletken polimer kullanılması öngörülmüştür. İletken polimerler oldukça eski geçmişlerine karşın, tekstil alanında son on yıl içinde değişik uygulamalar ile kullanılmaya alanı başlamıştır. İletken polimerler ile kaplı en yaygın materyaller polyester, naylon, cam ve poliüretan esaslı tekstilleridir. Bu çalışmada iyi iletkenlik özelliği ve daha kolay uygulanabilirliği nedeniyle polipirol (PPy) kullanılması kararlaştırılmış ve iki farklı ticari ürün denenmiştir. Tekstil malzemesi olarak pamuk, polyester ve pamuk/polyester karışımı içeren dokuma kumaşlar kullanılmıştır.

Çalışma öncesinde konuyla olan ilgisi nedeni ile elektrik alan; elektromanyetik (EM) alan, ekranlama, EM alan kalkanlama etkinliği ölçüm yöntemleri konusunda temel bilgi verilmiştir.

BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER

2. 1. ELEKTROMANYETİK ALAN VE ETKİLERİ

Elektrik yüklerinin hareketinden doğan, elektrik ve manyetik alan bileşenlerine sahip elektromanyetik enerji içeren kuvvet alanına elektromanyetik alan denir. Elektrik ve elektromanyetik (EM) alanlar doğada kendiliğinden ortaya çıkmaktadır. Doğal elektromanyetik alan, yer küre etrafında kuzey-güney doğrultusunda mevcut olup kuşlar ve balıkların yön bulmalarına yardımcı olan ancak gözle görülemeyen dalgalardan oluşmaktadır. Doğal elektrik alan ise atmosferde meydana gelen yıldırım, şimsek oluşumları ile lokal olarak ortaya çıkmaktadır. Doğal elektrik ve EM alanların yanı sıra insan yapımı kaynaklardan yayılan elektrik ve elektromanyetik alanlar günlük hayatımızda tüm çevremizi kaplamış bulunmaktadır. İnsan yapısı kaynaklar arasında X ışınlarının kaynağı olan röntgen cihazları, düşük frekanslı EM dalga kaynağı olan elektrik soketleri, yüksek frekanslı radyo dalgaları yayan TV anteni, radyo istasyonu veya mobil telefon istasyonları gibi veri iletim hatları yer almaktadır. Bir iletken üzerinden geçen akım şiddeti ve gerilim seviyesine bağlı olarak, bu iletkenin bulunduğu ortama elektrik alan ve manyetik alan yayılmaktadır. Ev ve işyerlerinde yaşamı kolaylaştırıcı olarak kullanılan elektrikli cihazların tümü birer EM alan kaynağıdır. Elektromanyetik alanlar hassas elektronik cihazlar üzerinde etki yaparak bu cihazların doğru çalışmasını engellemekte, parazit oluşturup göstergeleri bozarak hatalı değer okunmasına neden olabilmektedir. Bu olumsuz etkileri önlemek için elektrik ve manyetik alan ekranlama veya kalkanlama işleminin yapılması gerekmektedir.



Şekil 2. 1 Zararlı elektromanyetik dalgalar

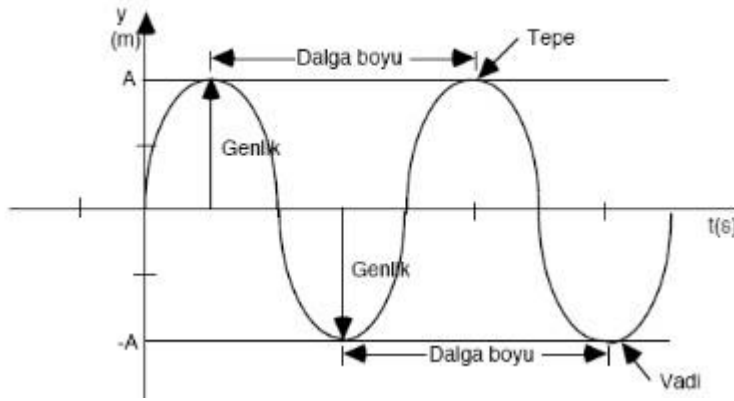
2.1.1.Elektrik Alan ve Elektromanyetik Alan:

Elektromanyetik alan ya da dalga kuramı iki bağımsız değişken ile gösterilir. Bunlar elektrik alan (E) ve manyetik alan (H) 'dir. E'nin birimi volt/m ve H'nin birimi amper/metredir.(S. Şeker, O.Çerezci,2000) Elektrik enerjisi çağımızın en önemli enerji kaynaklarından birisini oluşturmaktadır. Teknolojik gelişmeler ve ekonomik kalkınmışlık düzeyine bağlı olarak, elektrikli araç ve gereçlerden yararlanma da her gün biraz daha artmaktadır. Bu ihtiyaçların karşılanması amacı ile yaşam alanlarındaki elektrik ve elektromanyetik alan yoğunlukları da artmaktadır. Elektrik alan ortamdaki gerilim farklılıklarının sonucunda ortaya çıkmakta ve voltaj yüksekliğine bağlı olarak artmaktadır. Manyetik alan ise ortamdaki elektrik akımının varlığına bağlı olarak ortaya çıkmakta ve akım değerine bağlı olarak artmaktadır. Ortamda elektrik akımı olmaksızın voltaj varlığı elektrik alan oluşumu için yeterli olup akımın varlığı ile elektrik alanın büyüklüğü değişmezken ortamdaki manyetik alanın büyüklüğü güç harcamasına bağlı olarak artmaktadır. Tablo 2.1'de elektrik alan ile elektromanyetik alan özellikleri karşılaştırmalı olarak verilmektedir.(www.emr.koruma.com)

Çizelge 2. 1 Elektrik alan ile elektromanyetik alan özellikleri karşılaştırması

Elektrik alan	Elektromanyetik alan
1. Elektrik alan şiddeti gerilime (volt) bağlı olarak artar.	1. Manyetik alan şiddeti akım arttıkça artar.
2. Olcu birimi (V/m)'dir.	2. Olcu birimi (A/m)'dir. Ayrıca microtesla (μT) veya millitesla (mT) birimleri de kullanılır.
3. Cihazların açma kapama düğmeleri kapalı konumda bile olduğunda elektrik alan oluşur.	3. Manyetik alan oluşumu için ortamda elektrik akımı var olmalıdır. Yani cihazın açık konumda olması gerekir.
4. Elektrik alan şiddeti kaynaktan uzaklaştıkça azalır.	4. Manyetik alan şiddeti mesafe arttıkça azalır.
5. Bina yapı malzemelerinin büyük çoğunluğu elektrik alan için yalıtım etkisi yapabilir.	5. Manyetik alan şiddetini azaltan malzeme sayısı son derece sınırlıdır.

Duran elektrik yükleri etrafında durgun bir elektrik alan oluşurken, hareketli yükler etrafında hem elektrik hem de manyetik alan oluşur. Bu alanlar ‘dinamik elektromanyetik alanlar’ yada yaygın bilinen ifadesiyle ‘elektromanyetik dalgalar’ şeklinde ifade edilir. Elektromanyetik dalgalar; dalga boyu, frekansı ve hızı ile tanımlanır. Dalga boşlukta ve madde içinde yayılabilen ritmik bir olaydır. Bir ip ile yaratılan dalga, bir tepe ve bir vadiye sahiptir. Her dalga belli bir dalga boyuna sahiptir. Bir tepeden bir tepeye veya bir vadiden bir vadiye olan toplam mesafeye bir dalga boyu adı verilir.(Palamutcu ve Dağ 2009)



Şekil 2. 2 Dalga yapısı

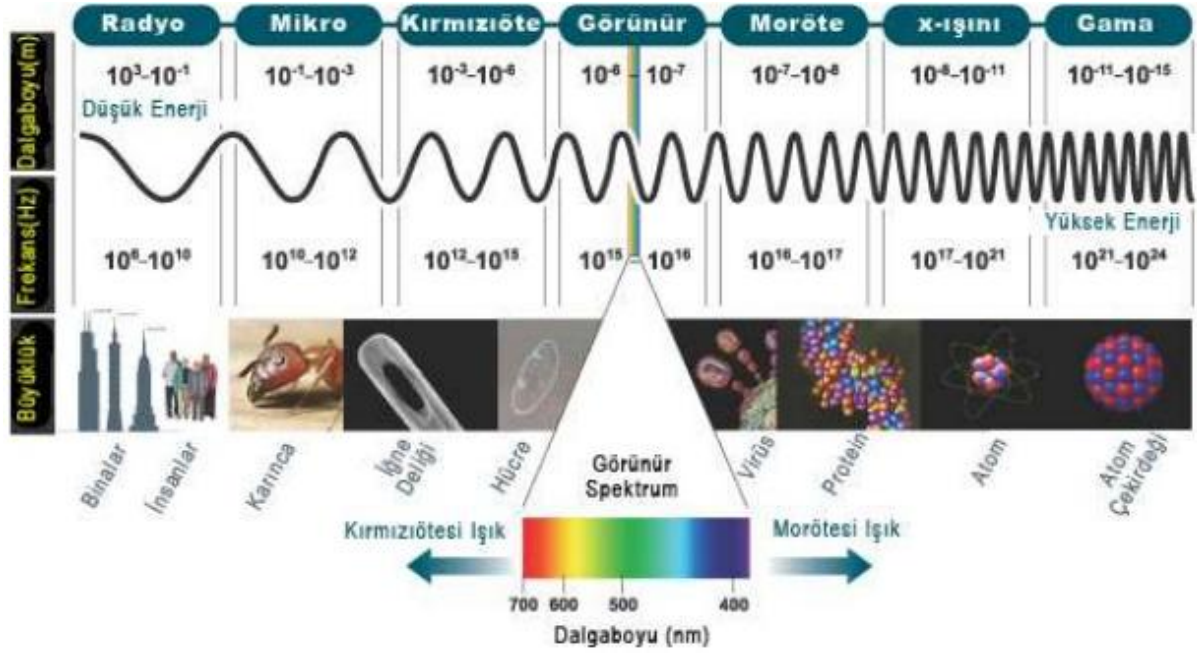
Genlik, bir dalganın normal konumundan yükselme ve alçalma mesafesidir. Uzanımın en büyük ve en küçük olduğu konumlar diye de tarif edilebilir. Genlik, dalgayı ortaya çıkaran enerjinin miktarına bağlıdır. Dalganın enerjisi arttığında genliği de artmaktadır. Tüm dalgalar belli bir frekansa sahiptir. Frekans, bir saniyede belli bir noktadan geçen dalgaların sayısı olarak tanımlanır. Maddenin ileri geri hareketine titreşim hareketi denir. Bir titreşimin frekansı, hertz birimi ile ölçülür. Bir hertz (Hz), bir dalganın her saniyede bir devir veya bir titreşim yapmasıdır. Bir dalganın frekansı ve dalga boyu arasında bir ilişki vardır. Bir dalganın boyu arttığında frekansı azalmaktadır. Doğal olarak, uzun dalgalar düşük frekansa, kısa dalgalar ise yüksek frekansa sahiptir.

$$\text{Hız} = \text{Frekans} \times \text{Dalga Boyu} \quad .(\text{ Palamutcu ve Dağ 2009}) \quad (f \times \lambda)$$

2.2.Elektromanyetik Spektrum

Sürekli bir enerji ortamı olarak da yorumlanan elektromanyetik spektrum kapsamında, ışık hızına sahip olan elektromanyetik enerjinin dalga boyları nanometre mertebesinden kilometre

mertebesine kadar uzanır. Elektromanyetik spektrumda insan gözünün algılama kapasitesini tanımlayan bölge çok küçük bir aralıktır (Z.Yıldız 2011)



Şekil 2. 3 Elektromanyetik Spektrum (Jaroszewski 2010)

Spektrum üzerinde yer alan ışınlar ait genel tanımlar aşağıda verilmektedir. Gamma ışınları: 0,01 nanometreden daha küçük dalga boylu ışınlar olup bir atom çekirdeğinin çapından daha küçük dalga boylu dalgalar içerirler. Elektromanyetik spektrum içinde en yüksek enerjili ve frekanslı bölgede yer alırlar. X ışınları: 0.01 ile 10 nanometre arasında dalga boyuna sahip ışınlardır (bir atomun boyu kadar). Morötesi (UV) radyasyon: 10 ile 310 nanometre arasında dalga boyuna sahip ışınlardır (yaklaşık olarak bir virüs boyutunda). A, B ve C olmak üzere üç kısımda incelenirler. Kısa dalga boylu morötesi ışınlar zararlı olabilirler. Görünür ışık: 400 ile 700 nanometre dalga boyları arasındaki ışınları kapsar (bir molekül ile tek hücreli arası boydadırlar). Işık olarak tanımlanmakta olan elektromanyetik spektrumun bu küçük bölümü insan gözü ile görülebilir. Bu bölümde mor ile başlayan ve kırmızıyla biten renkler vardır. Kırmızıötesi (IR) radyasyon: 710 nanometreden 1 milimetre arası dalga boylarına sahip ışınları kapsar (iğne ucu ile küçük bir tohum kadar boyları vardır). Mikrodalga radyasyonu: 1 mm ile 1 metre arası dalga boylarına sahip ışınları kapsar. Radarlarda kullanılan çok kısa dalga boyuna sahip radyo dalgalarıdır. Aynı zamanda mikrodalga fırınlarda ve kablo gerektirmeyen uzak mesafe iletişimde kullanılır. Radyo dalgaları: 1 milimetreden uzun dalgalarıdır. En uzun dalga boyuna sahip olduklarından en düşük enerjiye ve sıcaklığa da sahipler. Radyo dalgaları her yerde bulunabilir: Bu dalgaların kaynakları elektrik titreşimleridir. Telefon, televizyon ve radyoda bağlantı kablosu gerektirmeden kullanımı sağlar. (Palamutcu ve Dağ 2009)

2.3.ELEKTROMANYETİK RADYASYON

Maddenin temel yapısını atomlar meydana getirir. Herhangi bir maddenin atom çekirdeğindeki nötronların sayısı, proton sayısına göre oldukça fazla ise bu tür maddeler kararsız bir yapı göstermekte ve daha kararlı hale geçmek için çekirdeğindeki nötronlar alfa, beta, gama gibi çeşitli ışınlar yaymak suretiyle parçalanmaktadırlar. Çevresine bu şekilde ışın saçarak parçalanan maddelere "radyoaktif madde", çevreye yayılan alfa, beta ve gama gibi ışınlara ise 'radyasyon' adı verilmektedir.

Bir elementin en küçük birimi nasıl atomsa, elektromanyetik radyasyonların da en küçük birimi fotondur. Elektromanyetik radyasyonlar; Boşlukta düz bir çizgi boyunca yayılırlar. Hızları ışık hızına eşittir. Geçtikleri ortama; frekanslarıyla doğru orantılı, dalga boylarıyla ters orantılı olmak üzere enerji aktarırlar. Enerjileri; maddeyi geçerken, soğurma ve saçılma nedeniyle azalır, boşlukta ise uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak azalır. Elektromanyetik radyasyon iyonlaştırıcı radyasyon ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon olmak üzere iki gruptadır.

2.3.1.İyonlaştırıcı (nükleer) radyasyon; madde içerisinden geçerken enerjisini ortama aktarmak suretiyle, ortamdaki atomları doğrudan veya dolaylı yollarla iyonlaştıran radyasyon türüdür. X ve gama-ışınları ile α , β ve nötron parçacıklarının yayılması iyonlaştırıcı özelliktedir. İyonlaştırıcı radyasyonun canlılar üzerinde çok ciddi etkilere neden olur. Düşük dozlara (rem) maruziyet kusma ve bulantıya yola açarken, artan dozlar yavaş yavaş ölüme neden olur. Çok yüksek dozlara maruziyet kısa sürede tüm canlıların yok olmasına yol açacaktır.

2.3.2.İyonlaştırıcı olmayan (elektromanyetik) radyasyon; Yeteri kadar enerjiye sahip olamadıkları için iyonlaştırıcı radyasyon kadar etkiye neden olmaz. Elektromanyetik dalgaların madde ile etkileşmesinde moleküler seviyede kimyasal bağları koparacak miktarda enerjileri yoktur. Radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızıl ötesi ışık, mor ötesi ışık (ultraviyole) ve görünür ışık iyonlaştırıcı olmayan radyasyon olarak isimlendirilirler. Elektrik enerjisi ileten ya da enerjiyle çalışan her türlü araç ve gereç, çalışma durumunda çevresinde bir elektromanyetik alan oluşturmaktadır. Enerji nakil hatları ve trafo istasyonları, elektrikli trenler TV, bilgisayar ekranları, İndüksiyon fırınları ve indüksiyon kaynak makineleri radyo, TV ve telsiz verici istasyonlarının antenleri, radar sistemleri (Sürekli ve darbeli), uydu iletişim sistemleri, tedavide kullanılan tıbbi elektriksel cihazlar, mikrodalga fırınları, GSM haberleşme

sistemi (Temel baz istasyonu anteni ve cep telefonu anteni) iyonlaştırıcı olmayan elektromanyetik ışınım yayan sistem ve aletlerin bir kısmıdır. Bu sistemlerin çevre ve insan sağlığı açısından bir takım risklere yol açtığı tartışmalara ve sonucunda birçok araştırmalar yapılmasına neden olmuştur. İyonlaştırıcı olmayan radyasyon düzeyi, söz konusu kaynakların yarattığı manyetik alan, yoğunluk ve frekansa bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

2.3.3. Elektrosmog

Son yıllarda ortaya atılan elektrosmog (electrosmog) kavramı, iyonlaştırıcı olmayan radyasyonun belirgin bir kısmını tanımlamak için kullanılır. Elektrosmog, kablosuz iletişim teknolojileri ile şebeke elektriğinden kaynaklanan görünmeyen elektromanyetik radyasyon olarak tanımlanır. (www.detect-protect.com). Kablosuz olarak kullanılan telefon, bebek dinleme cihazları, mobil telefonlar ve kablosuz iletişim ağları elektrosmog oluşumuna neden olan en yaygın kaynaklardır.

Elektrosmog, elektro-duyarlılık (electrosensitivity) ya da elektro-hiperduyarlılık (electrohypersensitivity) olarak tanımlanan koşulların ortaya çıkmasına neden olur. Bu etkileşimin çok bilinen bulguları (semptom) şunlardır : (www.detect-protect.com)

- Baş ağrısı
- Düzensiz uyku rahatsızlıkları
- Kronik yorgunluk
- Depresyon
- Hipersensitivite ve tansiyon bozuklukları
- Dermatolojik şikayetler

Çocuk ya da yetişkin, bağışıklık sistemi zayıflamış kişilerde bu etkiler ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir.

2.3.4. Düşük frekanslı (0 Hz- 10 kHz) elektromanyetik ışınımın insan sağlığına etkileri:

Düşük Frekans alanları insan bedeni üzerinde saç telinin havalanması gibi yüzeysel etkilere neden olmaktadır. Elektromanyetik ışınımın zararlı etkisinden korunmak için daha az maruz kalmaya yönelik kısıtlamalar verilmektedir.

2.3.5.Yüksek frekanslı (10 kHz-300 GHz) elektromanyetik ışınımların insan sağlığına etkileri:

İnsan vücudu yüksek frekans alanlarına duyarlıdır. Vücut tarafından yutulan enerji ısıya dönüşür. Yüksek frekans alan tüm vücut veya belli bir bölgede ısı oluşur. Bu zararlı etkileri azaltmak için elektromanyetik ışınımın belirli bir değerde olmasını öngören standartlar geliştirilmiştir. Elektromanyetik ışınım canlıya ulaştığında, bu canlı tarafından soğurulmaktadır.(www.doublekeyf.com)

2.4.ELEKTROMANYETİK KALKANLAMA

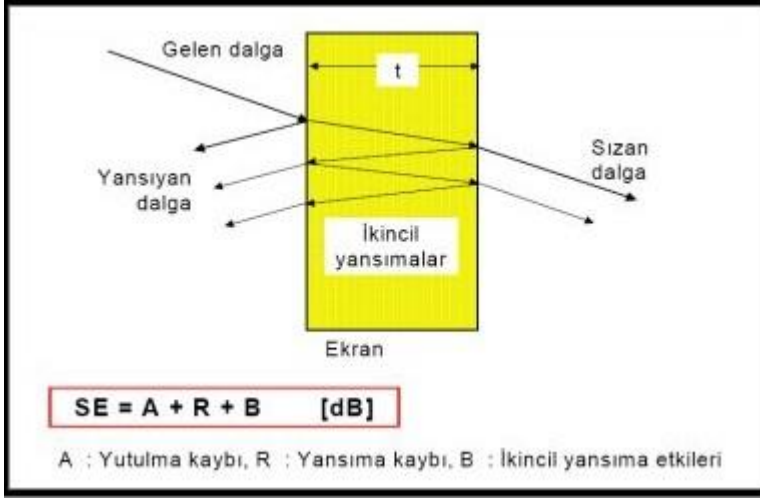
2.4.1.Kalkanlama Teorisi

Kalkanlama ya da ekranlama; kart, devre yada cihaz düzeyinde iki ortamı birbirinden elektromanyetik alanda izole etmek olarak tanımlanabilir.(Sevgi 2000) Kalkanlama terimi yerine elektrik-elektronik mühendisliğinde ekranlama terimi de yaygın olarak kullanılmaktadır. İstenmeyen elektromanyetik dalgaların olumsuz etkilerinin azaltılması amacı ile yapılan elektromanyetik ekranlama işlemleri elektronik cihazların uygun ortam şartlarında çalışabilmeleri için son derece önemlidir.

Ekranlama bir cihazdan içeri (veya dışarı) doğru giren (çıkan) kaçak alanların azaltılması amacıyla kullanılmaktadır. EE (ekranlama etkinliği) veya SE (shielding efficiency) ekranlamanın ne derece etkili olduğunu gösteren bir parametre olup, desibel (dB) olarak ifade edilmektedir. EE değeri aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$SE_{dB} = 10 \log_{10} (E_{\text{ekransız}} / E_{\text{ekranlı}})$$

Formülde yer alan “ekransız” ve “ekranlı” alt indisleri, ekranlama kalkanı yokken ve varken aynı noktada ölçülen elektrik alan genliğini ifade etmektedir. Yüksek SE değerleri iyi ekranlama etkinliğini göstermekte, negatif SE ise çınlama (rezonans) yani ekranlamadan çok işaretin kuvvetlenmesi anlamına gelmektedir.



Şekil 2. 4 Kalınlığı t olan bir duvarda ekranlama etkinliği bileşenleri

Şekil 'de t kalınlığındaki bir duvarda ekranlama etkisini oluşturan bileşenler görülmektedir. Kalınlığı t olan kayıplı duvarda elektromanyetik dalgalar üç şekilde zayıflatılmaktadır. Birincisi duvardan yansımalar, ikincisi duvar içindeki yutulma nedeniyle zayıflamalar ve üçüncüsü ise duvar içerisindeki ardışıl yansıma kayıplarıdır. Ekranlama performansı, kullanılan malzemelerin özelliklerine, çalışma frekansına ve gücü yayan kaynaklara bağlıdır. Ancak, pratikte girişim kaynağına göre ekranın konumu, farklı ekran parçalarının arasındaki bağlantılar ve ekran üzerindeki delikler ve boşluklar ve benzeri başka etkenler de önemlidir. Manyetik ekranlama pratik olarak düşük frekanslarda ($f < 30$ MHz) önemlidir. Manyetik ekranlamada zayıflama frekansla artmaktadır. Ekran içindeki direnç mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır. Delikler ve açıklıklar daha az önemlidir. Elektriksel alan ekranlama pratikte yüksek frekanslarda ($f > 30$ MHz) önemlidir. Delikler ve açıklıklar frekansa bağımlı olarak önemlidir. Kablo bağlantısı ya da havalandırma nedeniyle bırakılan açıklıklar da ekranlamayı etkiler.

Pratikte ekranlamada aşağıdaki noktalar önemlidir:

- Ekranlama elektrik alanın düşük frekanslarda yansıtılması, yüksek frekanslarda yutulması ile gerçekleşir.
- Ekranlama manyetik alanın düşük frekanslarda yutulması ile gerçekleşir.
- Yüksek iletkenlik, yansıma ve yutulmayı pozitif yönde etkiler.
- Yüksek manyetik geçirgenlik yüksek yutulmaya neden olurken, düşük yansıma oluşturur.

- Çok düşük frekanslı manyetik kaynakların ekranlanacağı hallerde yüksek manyetik geçirgenlikli malzemeler kullanılır.
- Ekran kalınlığı arttıkça yutulma artar.
- Manyetik alan için kalın ekranlara ihtiyaç duyulurken elektrik alan için ince yapılar (folyo kalınlığında) kullanılabilir.
- Kaynak ile ekran arasındaki uzaklık yansıma özelliklerini değiştirir.

Elektrik alan etkileri daha baskın olan kaynaklar ekrana yakın, manyetik alan etkileri daha baskın olan kaynaklar ekrana uzak yerleştirilmelidir.(www3.dogus.edu.tr)

Her türlü elektronik cihaz, cep telefonu ve baz istasyonları, radar, TV ve radyo vericileri, kablosuz ağlar, yüksek gerilim hatları, trafolar ve benzerlerinin oluşturduğu elektromanyetik dalgalardan korunmak için performansı ölçülebilen mükemmel bir koruma sağlar.

Bu kumaşlar elektromanyetik dalgaları yansıtan bir ayna gibi çalışırlar.

Çizelge 2. 2 Tipik ekranlama değerleri (E: EM alan, P: EM güç)

(www3.dogus.edu.tr)

Ekranlama Etkinliği (SE)	Edış / Eiç	Pdış / Piç	Ekranlama Performansı
10 dB	%32	%10	Kötü / ekranlama yok
20 dB	%10	%1	Alt sınır / düşük ekranlama
30 dB	% 3.6	% 0.1	Ortalama / vasat ekranlama
60 dB	% 0.1	% 0.0001	İyi / yeterli ekranlama
90 dB	% 0.0031	% 0.001 ppm	Çok iyi / mükemmel ekranlama
120 dB	% 0.0001	% 0.000001 ppm	Mükemmel / max. ekranlama

Çizelge 2. 3 Elektromanyetik koruma etkinliği

Frekans (MHz)	Koruma verimliliği (dB)	Azaltma oranı (%)
1	29.6	99.890%
10	29.1	99.899%
100	28.5	99.859%
300	28.0	99.841%
1000	27.7	99.831%
3000	27.3	99.814%

2.4.2. Tekstil Malzemeleriyle Kalkanlama

Elektro manyetik dalgalar hayatımızın her alanında bulunmakta ve vücudumuzu etkilemeye devam etmektedir. Bu etkilerden vücudumuzun korunabilmesi amacı ile çeşitli ürünler kullanılmaktadır. 1960 yılında kurulmuş olan Uluslar arası Radyasyondan Korunma Komisyonu (ICRP) tarafından geliştirilmiş olan Anti radyasyon Standardına bağlı olarak çeşitli iletken tel ve tekstil yüzeyi; metal lif-kimyasal lif; kaplanmış kumaş, çelik lif, bitkisel lif ve diğer güncel polimer teknolojilerinin kullanımı ile oluşturulmuş tekstil yapıları geliştirilmektedir. Özel tekstil yapıları sayesinde farklı frekans aralıklarında farklı koruma etkinlik alanlarında (dB) %99'dan daha yüksek değerlerde koruma sağlanabilmektedir.

Gelişen üretim teknolojileri ve malzemeler sayesinde, çok çeşitli kullanım alanlarına göre özel tekstil yüzeyleri üretilebilmektedir. Bu kumaşlarla perdeden cibinliklere, hamile ve bebek kıyafetleri ve iç çamaşırlarına, iş elbiselerine, yatak örtülerine ve özellikle askeri ve teknik uygulamalarda kullanılan koruyucu giysi ve kalkanlama yüzeyi olarak kullanılabilen çok farklı tekstil ürünü oluşturmak mümkündür. Kumaşlar öngörülen estetik talepleri karşılayabilecek özelliktedir. % 100 pamuktan sentetik lif içeren farklı dokuma ve örme kumaşlar aralığında seçim yapılabilir. Kullanımları çok kolay olan bu ürünler, belirli koşullarda hem yıkanabilir hem de ütülenebilir.(www.emr.koruma.com)



Şekil 2. 5 Perdeler

2.5. ELEKTROMANYETİK KALKANLAMA ÖZELLİĞİ OLAN MALZEMELER

Ekranlama amacı ile kullanılacak malzeme iyi elektrik iletkenliğine sahip olmalı (dalgaların malzemeye nüfuzunu minimize etmek için) ve yüksek manyetik geçirgenliğe sahip olmalıdır (manyetik enerjiyi ısıya çevirmek için) (www.iso.org.tr)

Yüksek elektrik iletkenliğine sahip malzemeler yüksek frekans aralığında (>300 MHz) elektromanyetik ekran olarak davranabilirler. Pratikte, iyi iletkenler elektrik bileşeni E ve manyetik bileşeni H'yi eşit olarak azaltırlar. Frekansın 30 MHz'den düşük olduğu durumlarda manyetik bileşen H'nin azaltılması çok zordur ve sadece ferro-manyetik malzemelerle mümkündür. (Aniolezyk ve ark. 2004) Bu yüzden elektriksel ekranlama için mükemmel iletken duvarlar kullanılırken, manyetik ekranlama ferro- manyetik malzemelerden oluşan filtrelerle sağlanır.(Lee ve ark. 1999) Bazı uygulamalarda sadece elektrik bileşeni E'nin azaltılması yeterlidir. Alüminyum folyodan oluşan ince metal perdeler bile bazen yeterli elektriksel ekranlama sağlayabilir.(www3.doğu.edu.tr)

2.5.1. Klasik malzemeler

Elektromanyetik kalkanlamada kullanılan klasik malzemeler; metal levha, metal ağ ve metal köpüğü olarak sıralanabilir. Ekrandaki ya da ağdaki delikler dışarıda tutulan radyasyonun dalga boyundan kayda değer şekilde küçük olmalıdır, aksi takdirde muhafaza etkin bir koruma sağlayamaz. Bu tip malzemeler radyo dalgaları, görünür ışık, elektromanyetik ve elektrostatik alanların etkisini azaltmaktadır.

Bu azaltmadaki miktar:

- Kullanılan malzeme cinsine
- Ekranı oluşturan parçaların birleştirme şekline
- Elektromanyetik dalgaların frekansına, bağlıdır (wikipedia.org)

Elektromanyetik radyasyona karşı elektriksel olarak iletken tekstillerde iyi ekranlama malzemesi olarak kullanılabilirler. Tekstil bariyerleri esnekliklerine, hafifliklerine, dayanıklılıklarına, kolay bakım ve iyi dikilebilirlik özelliklerine göre sınıflandırılabilirler. Bu özellikler elektromanyetik radyasyona karşı potansiyel uygulama alanlarını, iç giyimden, ev tekstilleri, çarşaf, battaniye, perde, duvar kağıdı, spor kıyafetleri ve çeşitli koruyucu giysilere kadar genişletmektedir.

Tekstil ürünlerine elektriksel olarak iletken özellik kazandırmak için uygulama yöntemleri genel olarak 3'e ayırmak mümkündür:

- Elektriksel olarak iletken kompozit malzemeler ve polimerlerin kullanımı
- Elektro-iletken boyaların kullanımı
- Elektriksel iletken ipliklerin ve kumaşların kullanımı

2.5.2. Kompozit Malzemeler

Birbirlerinin zayıf yönlerini dengeleyerek üstün özellikler elde etmek amacıyla bir araya getirilmiş değişik tür malzemelerden veya fazlardan oluşan malzeme sistemine kompozit malzeme denilmektedir.(www.teknolojikarastirmalar.com)

Kompozit malzemelerin kullanımı metallere göre sağladıkları üstün özellikler nedeni ile gün geçtikçe artmaktadır. Kompozitlerin özgül ağırlıklarının düşük oluşu, bu malzemelerin hafif konstrüksiyonlarda kullanımında büyük bir avantaj sağlamaktadır. Bunun yanında lif takviyeli kompozit malzemelerin korozyona dayanımları, ısı, ses ve elektrik ızalasyonu sağlamaları da ilgili kullanım alanları için bir üstünlük sağlamaktadır. (maltepe.edu.tr)

Elektromanyetik girişim EMI'ya (Electromagnetic Interference) karşı ekranlamada kompozitlerin kullanımı da oldukça yaygındır. Bu tarz kompozitlerin üretiminde sıkça kullanılan iki metot; plastik yüzeyini iletken bir malzeme ile kaplamak ve polimeri iletken bir dolgu malzemesi ile birleştirmek şeklinde belirtilebilir.Özellikle plastik muhafazaya sahip elektronik aletlerde, muhafazanın iç yüzeyini metalik mürekkep veya benzer malzeme ile kaplamak yaygın olarak kullanılan bir ekranlama metodudur. Mürekkep uygun bir metal (bakır veya nikel) ile yüklenmiş çok küçük partiküller halindeki taşıyıcı materyalden oluşur. Bu mürekkep muhafazaya püskürtülür ve kuruduktan sonra, sürekli iletken bir metal plaka oluşturarak etkin bir ekranlama sağlar.(wikipedia.org)

İletken dolgu malzemesi kullanımında, dolgu malzemesi olarak iletken liflerin kullanımı iletkenliği sağlamakla kalmayıp oluşan kompozit yapının dayanımını da arttırmaktadır.

(Ersoy ve Önder 2008)

Polimerler, monomer adı verilen küçük moleküllerin ard arda dizilmesiyle oluşan uzun zincirli yapılardır. Bu yapılar naylon poşetlerden araba lastiklerine kadar pek çok alanda kullanılmaktadır. Polimerlerin elektronik parçaların iç kısımlarında kullanımına sık rastlanmaktadır.Bu tip uygulamalarda tasarımcılar yükü dağıtan ve elektromanyetik enerjiyi ekranlayan termoplastik malzemelere ihtiyaç duymaktadırlar.(Kılıç ve ark.2007)

2.5.3. İletken Polimerler

İletken polimerlerin geçmişi yaklaşık yüz yıl öncesine dek uzanır ancak son yıllarda değişik uygulamalar ile geniş kullanım alanları bulmuşlardır. İlk iletken plastikler kazara Almanya'daki BASF plastik araştırma laboratuvarında aromatik bileşiklerin oksidatif kuplajı çalışmaları sırasında keşfedilmiştir. Burada Polyphenylene ve polythiophene polimerler yapılmış ve bu polimerlerin elektriksel iletkenliklerinin 0.1 S cm^{-1} 'lik bir artış gösterdiği gözlenmiştir. Daha sonradan başka birçok iletken bileşik keşfedilmiştir. (www.polimerler.com) İletken polimerler, organik polimerler olup kendinden (intrinsik) elektrik iletme özelliğine sahiptirler. Bu malzemeler genellikle termoplastik özellik göstermezler ve işlenmeleri de güçtür. (Avloni ve ark. 2006) İletken bir polimerin temel özelliği polimerin omurgası (ana zincir) boyunca konjuge (ardışık sıralanmış) çift bağların olmasıdır. Konjugasyonda, karbon atomları arasındaki bağlar birbiri ardı sıra değişen tek ve çift bağlar şeklinde dizilmişlerdir. Her bir bağ kuvvetli bir kimyasal bağ olan "sigma" (σ) bağı içerir. İlâveten, her çift bağda daha zayıf (% 30) ve daha az lokalize olmuş bir "pi" (π) bağı vardır. Bunlara rağmen, konjugasyon, polimer maddeyi iletken yapmak için yeterli değildir. Fakat bunlara dopant maddeleri girtilerek iletkenliği artırılabilir. Dopantların yaptığı şey malzeme içersinde elektron ve "hole" lerin sayısını arttırmaktır. Bir elektron eksikliğinin olduğu konuma bir hole denir. Böyle bir "hole" komşu bir konumdan atlayan bir elektronla doldurulduğunda yeni bir hole oluşturulur ve bunun böyle devam etmesiyle yükün uzun bir mesafeye göç etmesi sağlanır. (www.polimerler.com) Bazı iletken polimerler: poliasetilen, poli(3alkiltiyofen), politiyofen, polifenilensülfid, polifenilenvinilen, polifenilen, poliizotiyonaften, polipirol, poliazulen, polianilin, polifuron 'dur.

Polianilin korozyona karşı korunmak için kullanılan iletken polimerlerden en önemlisidir. Hem anyonik hem de katyonik olarak katkılanabilen poliasetilen, doldurulabilir, pillerde elektrot malzemesi olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarla polipirol, politiyofen ve polianilin, havada daha kararlı olduklarından doldurulabilir piller için elektrot malzemesi olarak poliasetilene göre daha fazla tercih edildiği saptanmıştır. Poli(p-fenilen) ve politiyofen ile çalışılan piller de vardır. polipirol ve türevleri biyosensör uygulamalarında kullanılmaktadır. (K. Çoşkun 2009)

İletken polimerler ile kaplı en yaygın materyaller polyester, naylon, cam ve poliüretan tekstilleridir. Buna ek olarak, kuvars, aramid, akrilik ve poliamidler de kolayca kaplanır. Bir yüzey hazırlama ile, düşük-yüzey enerji materyalleri, polyolefinler, floropolimerler ve

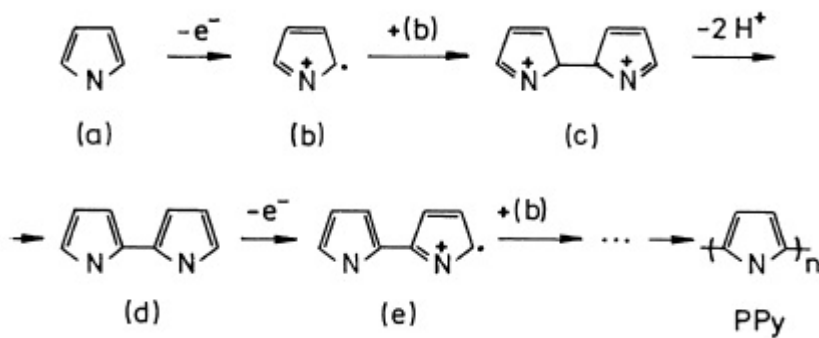
silikonlar gibi yüzeyin üzerine iyi bir kaplama yapıştırması ile iletken yapılabilir.(Avloni ve ark. 2006)

Tekstil malzemeleri, politiyofen (PTh), Polianilin (PANI), polipirol (PPy) esaslı iletken polimerlerle kaplanabilir veya muamele edilebilir. Ayrıca kendisi iletken olan lifler, bu iletken polimerler veya bunların başka polimerlerle karışımlarından üretilebilir. Bu tip polimerler, yüksek iletkenlik, esneklik ve hafiflik sağlamakta ve ayrıca yapışma özellikleri de daha iyi olup aşınma problemine neden olmamaktadır. Bunun yanında, bilinen yöntemleri kullanarak polimer kaplamanın yapılması zordur. Araştırmacılar tarafından, Polianilin ve polipirol gibi polimerler, çevresel şartlara dayanıklılığı, yüksek elektriksel iletkenliği ve termal ve kimyasal olarak kararlılığından dolayı daha fazla çalışılmaktadır.

2.5.3. 1.Polipirol (PPy)

İletken polimerlerin en önemlilerinden birisi olan polipirol, kimyasal veya elektrokimyasal yolla sentezlenebilir. (Baji 2010 ve Huang 2003).

Fe³⁺ gibi bir yükseltgen kullanılırsa kimyasal yöntemde toz halinde polipirol elde edilir. Çözünmez ve erimez olduğu için kimyasal yöntemlerle elde edilen toz halindeki polipirolün işlenmesi mümkün değildir, ancak presleme gibi yöntemlerle belli şekillere sokulabilir. Pirolün oksidatif polimerizasyon mekanizması Şekil de görülmektedir. Burada (a) Pirol monomerinin nötr bir molekülü, (b) oksidasyonu sağlayan katyon radikali, (c) hemen sonrasında katyon çiftinin oluşumunu sağlayan bipirol, (d) kimyasal tepkime, nötr bir bipirol molekülü, (e) oksidatif polimerizasyon ürünü olan PPy'dür.

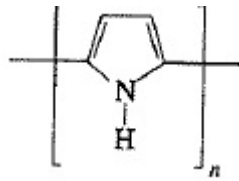


Şekil 2. 6 Pirolün oksidatif polimerizasyon mekanizması (www.aliexpress.com)

Pirolün, tekstil yüzeyi üzerinde oksidatif polimerizasyonu üç farklı yöntemle gerçekleştirilebilir:

- Önce monomerin, daha sonra oksitleyicinin yüzeye uygulanması.
- Önce oksitleyicinin tekstil yüzeyine uygulanması, sonra monomer ilavesi.
- Monomer ve oksitleyici karışımının direkt olarak yüzeye uygulanması

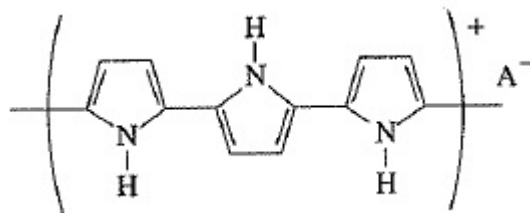
Pirolun elektrokimyasal polimerizasyonu, Polipirol filmler hazırlanır. Çeşitli şekillerdeki elektrotlar kullanılarak (levha ya da tambur) farklı boyutlarda ya da sürekli polipirol filmler elde edilir. Polipirol filmlerin mekanik özellikleri diğer iletken polimerlere göre daha iyidir ve atmosfer koşullarında daha kararlı bir yapıda oldukları görülmektedir.



Şekil 2. 7 Polipirol

Laboratuvar koşullarında polipirol filmler küçük boyutlarda basit bir elektroliz hücresi ve platin levha elektrotlarla elde edilebilir. 1.0 M pirol ve 0.1 M destek elektrolit asetonitril gibi bir organik çözücüye (örneğin, tetrabutil amonyum tetraflorborat) (anyon dopant olarak görev yapar) konur ve 1.0 V potansiyelde platin levha elektrot kullanılarak elektroliz elde edilir. Elektrot yüzeyinde oluşan polipirol film, pirolün ileri polimerizasyonunu iletken karakterinden dolayı engellemez.

Elektroliz zamanı değiştirilerek film kalınlığını kontrol etmek mümkündür. Pirol, sentez koşullarında yükseltgenerek anotta radikal-kasyon verir. Radikal kasyonlar birleşerek aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi her üç pirol kalıntısına karşılık olarak bir dopant anyonunun bulunduğu iletken polipirole dönüşürler. Kullanılan destek elektrolite bağlı olarak dopant anyonunun türü belirlenir. Elektrokimyasal yöntemle sülfürik asit gibi asitlerin sulu çözeltilerinden de polipirol sentezlenebilir. Polipirol iletkenliği 100 S/cm seviyesindedir ve değişik formlara sahip ticari polipirol üretimi yapılmaktadır.



Şekil 2. 8 Dop edilmiş (katılanmış) polipirol

Elektro-iletken kompozitlerin üretimi için Polipirolun kimyasal buhar fazında çökertilmesi, uygun olan bir prosestir. Bu işlem iki adımdan oluşur:

1. oksitleyici ve dopant içeren bir sulu çözeltide kumaşın emdirilmesi ve daha sonra kurutulması.

2. pirol buharına maruz bırakma ve polimerizasyon (www.faradaycages.com)

İletken polimerler arasında PPy özellikle ticari uygulamalarda diğer iletken polimerlerden daha yüksek iletkenliğe sahip olması, iyi çevresel stabilite, sentez kolaylığı gibi nedenler ile önem kazanmaktadır. PPy çoğunlukla, elektronik cihazlarda, biyosensör, gaz sensörü, teller, mikro-işlemcilerde, katı elektrolit kapasitörlerde, anti elektrostatik kaplamalarda, elektrokromik cam ve ekranlarda, paketlemede, polimerik bataryalarda, ve fonksiyonel membranlarda kullanılmaktadır (Wang 2001) Bunun dışında, piroller, farklı biyolojik etkilere sahip olan heterosilik bileşiklerin önemli bir sınıfıdır. Bu sınıfın üyelerinin, ilaç sektöründe, antiinflamatuvar, anti-malaryal, anti-bakteriyel, anti-astimatik, anti-hipertansif ve tirozinemi kinaz önleyici maddeler olarak kullanılmaları da yaygındır. Ayrıca piroller, B12 vitamini, “hem” pigmenti ve klorofil gibi doğada kendiliğinden oluşan bileşiklerde de bulunmaktadır. (www.selectchina.com)

2.5.3. 2.Polianilin(PANI)

Polianilin bilinen en eski organik polimerdir. Polianilin, anilin siyahı veya emeraldin adlarında yapısı tam olarak aydınlatılmamış bir madde olarak yaklaşık 100 yıldır bilinmektedir. Polianilin ilk olarak 1934’de Runge tarafından hazırlanmıştır. Daha sonra Fritzche bu polimeri anilin siyahı olarak adlandırmış ve analiz çalışmalarını başlatmıştır (Fritzche 1940). Çoğu iletken polimer gibi polianilini de, kimyasal ya da elektrokimyasal yolla sentezlemek olasıdır. (www.carolinasilver.com)

İletken polimerlerin çok sayıda uygulama alanı bulması ve önemli sonuçlar ortaya çıkarması aynı zamanda PAN’nın iyi iletken özelliğe sahip olması, polimer üzerine uygulanabilir olması, çıkış maddesi olan anilinin diğer iletken polimerlerin çıkış maddesine göre ucuz olması, diğer iletken polimerlere göre PAN’nın dış koşullardan etkilenmemesi yani kararlı olması ve kolayca sentezlenmesi PAN üzerinde yapılan çalışmaların artmasına neden olmuştur. Kendiliğinden iletken özelliğe sahip polimerler arasında en çok gelecek vadeden polimer polianilindir. Nedenleri, özelliklerinin ayarlanabilir, monomer fiyatının düşük, sentezinin kolay, ve stabilitesinin diğer iletken polimerlerden daha iyi olmasıdır. Ayrıca polianilin iletken polimerler arasında termal stabilite açısından en iyisi ve diğerlerinden daha

ekonomiktir. Özellikleri kolayca ayarlanabilir ve ayrıca sentezi de çok kolaydır. Kimyasal ve çevresel stabilitesinin yüksekliğinin yanı sıra polianilin hidroskobik bir yapısı vardır, çözünürlüğü çok düşüktür, metallere karşılaştırıldığında iletkenliği daha düşüktür. Ayrıca PANI, kötü çevresel stabilite, eritemez oluşu, diğer polimerlerle karıştırılmaz olması ve genişlemiş bir konjüge çift bağdan kaynaklanan katı zincir yapısı nedeni ile işlenebilmesi güçtür.

Polianilin pek çok farklı teknikte üretilir. Üretilen form kaba-ince toz, ince film tabakası veya lifnanolif şeklinde olabilir. Üretilen polianilin özellikleri üretim tekniğine bağlıdır. PANI kaplamalar, kimyasal polimerizasyon yolu ile yalıtkan veya iletken malzemeler (metal, cam, tekstil, seramik vb.) üzerine, elektrokimyasal polimerizasyon yolu ile iletken bir elektron üzerine uygulanabilir. (Bhadra ve ark. 2009)

Polianilin iletkenliği, molekül ağırlığı, moleküler düzen, oksidasyon derecesi zincirler arası boşluk, kristalinite yüzdesi ve doping derecesine bağlıdır. İletkenlik ve işlenebilirliği farklı tipte dopantlar kullanılarak Polianilin geliştirilebilir. Kompozitlerde iletken dolgu maddesi olarak kullanılması ile işlenebilirliğindeki sınırlılık da yok edilebilir. Bu tipteki kompozitler iyi mekanik özellikler gösterir, kolayca işlenebilir ve pek çok uygulamada görülebilir.

(Bhadra ve ark. 2009)

Anilin asidik sulu çözeltilerdeki yükseltgenme potansiyeli 1.0 V civarındadır. Bu potansiyelde yapılacak elektroliz sırasında, anot olarak kullanılan elektrotun yüzeyi yeşil renkli polianilinle kaplanır. Ancak bu kaplama polipirolda olduğu gibi iyi bir film halinde alınamaz, kazındığı zaman toz halinde dökülür. Elektroliz sırasında çözeltilerde de toz halinde polianilin oluşur. Bir dereceye kadar iyileştirilmiş mekanik özelliklere sahip polianilin filmler, -0.2 V ve 0.8 V arasında yapılacak çok taramalı elektrolizle elde edilir.

Polianilin kimyasal polimerizasyonunda dopant olarak sülfürik asit, nitrik asit, hidroklorik asit, p-toluen sülfonik asit, oksalik asit, gibi değişik asitler; yükseltgen olarak ise demir (III) klorür, potasyum bikromat, hidrojen peroksit, potasyum permanganat gibi kimyasallar kullanılır. Polianilin, diğer iletken polimerler gibi, çözünmez ve erimez yapıdadır.

Tablo da Ormecon (Zipperling Kessler & Co.) ticari adıyla üretilen toz halindeki polianilin özellikleri görülmektedir. Ayrıca, toz polianilin sudaki veya ana bileşeni izopropil alkol olan çözücü karışımlarındaki dispersiyonları da hazırlanarak satılmaktadır. Dispersiyondaki polianilin miktarı kütlece yaklaşık % 0.5 civarındadır.

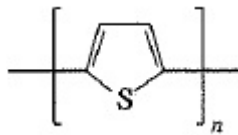
Çizelge 2. 4 Ormecon ticari adıyla üretilen polianilinin özellikleri

ÖZELLİK	GÖZLEM
Görünüş	Toz
Renk	Koyu yeşil
İletkenlik	5 S/cm
Nem miktarı	% 3-4
Yoğunluk	1.4 g/cm ³
Maksimum işleme sıcaklığı	240 C ⁰
Sürekli kullanım sıcaklığı	100 C ⁰
Erime noktası	Erimez, 320 C ⁰ üzerinde bozunur
Çözünürlük	Çözünmez

İletken polianiline emeraldin tuzu adı verilir. Emeraldin tuzu uygun bir bazla andop edildiğinde, iletkenliğini kaybederek emeraldin bazına (nigranilin) dönüşür. Polianilin, doğal iletken özellikte olması, bazik, asidik ve bazı nötr buhar veya sıvılara maruz kaldığında renginde veya elektriksel iletkenliğinde değişme olması, oksidasyon durumunun kolay değişmesi, elektriksel alanda çözelti viskozitesinde artış göstermesi, kapasitans değerinin çok yüksek olması ve farklı uyarılar altında renk verebilme yeteneği gibi karakteristik özellikleri nedeni ile pek çok sektörde uygulama alanı bulabilir. PANI, özellikle gaz sensörlerinde, kimyasal etkileşimleri elektriksel sinyallere dönüştürebilme yeteneği nedeni ile sıklıkla kullanılmaktadır. Uygulama alanlarına verilebilecek diğer örnekler; elektrik, elektronik, elektrokimyasal, elektromekanik, termoelektrik, elektro-reolojik, elektromagnetik, elektroışma, kimyasal, sensörler, membran verilebilir. (Saçak 2010 ve Beneventi ve ark. 2006)

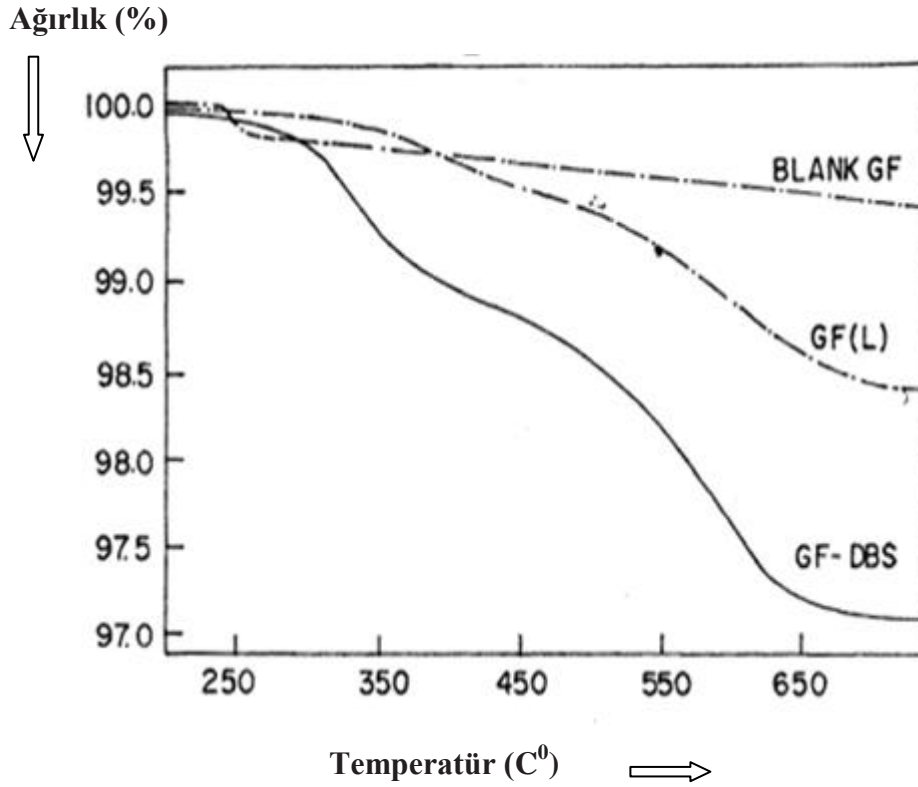
2.5.3. 3.Politiyofen

Politiyofen, tiyofenden hem kimyasal hem de elektrokimyasal yöntemle sentezlenen bir iletken polimerdir. Diğer polimerlere göre iletkenliği daha düşüktür (10⁻³-10⁻⁴ S/cm) ve atmosfer koşullarında kararsızdır.

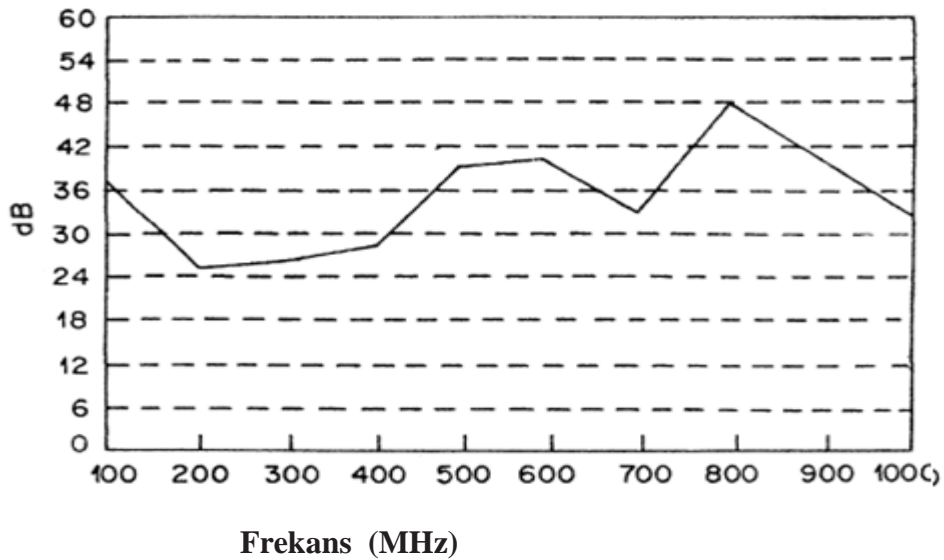


Şekil 2. 9 Politiyofen (www.carolinasilver.com)

Polianilin ile poliprol kaplı kumaşları karşılaştırsak şu sonuçların elde edildiğini görebiliriz.

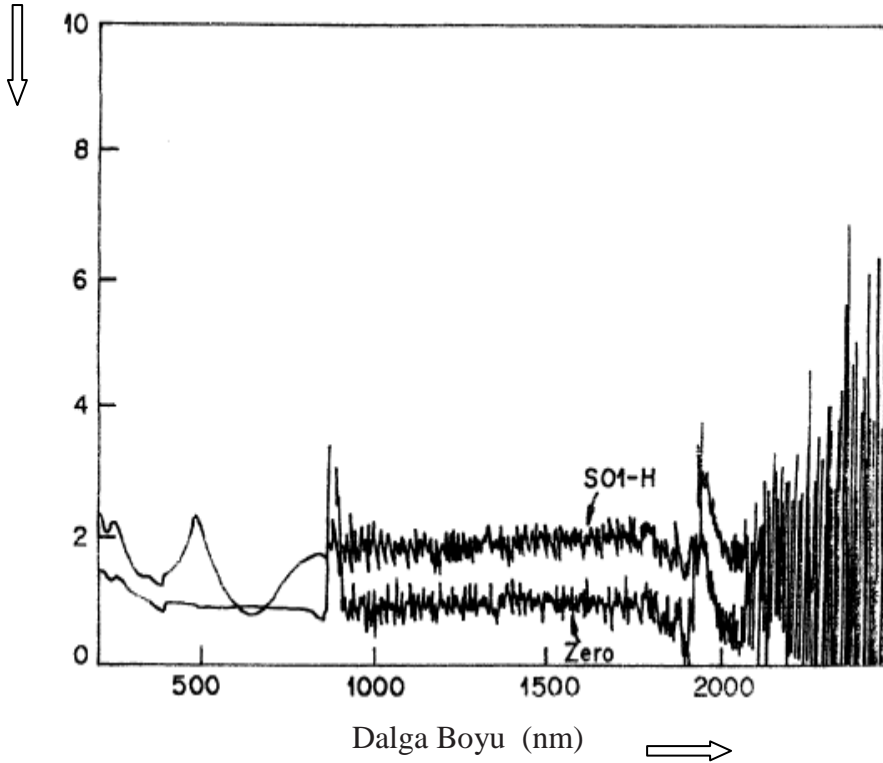


Şekil 2. 10 50-700 C° aralığında azot atmosferinde Polianilin ile kaplı cam kumaş üzerinde termogravimetrik analiz ;Boş cam kumaş (Blank GF), katkısız polianilin kaplı cam kumaş GF (L), DBS katkı maddesi katkılı polianilin kaplı cam kumaş GF (DBS)



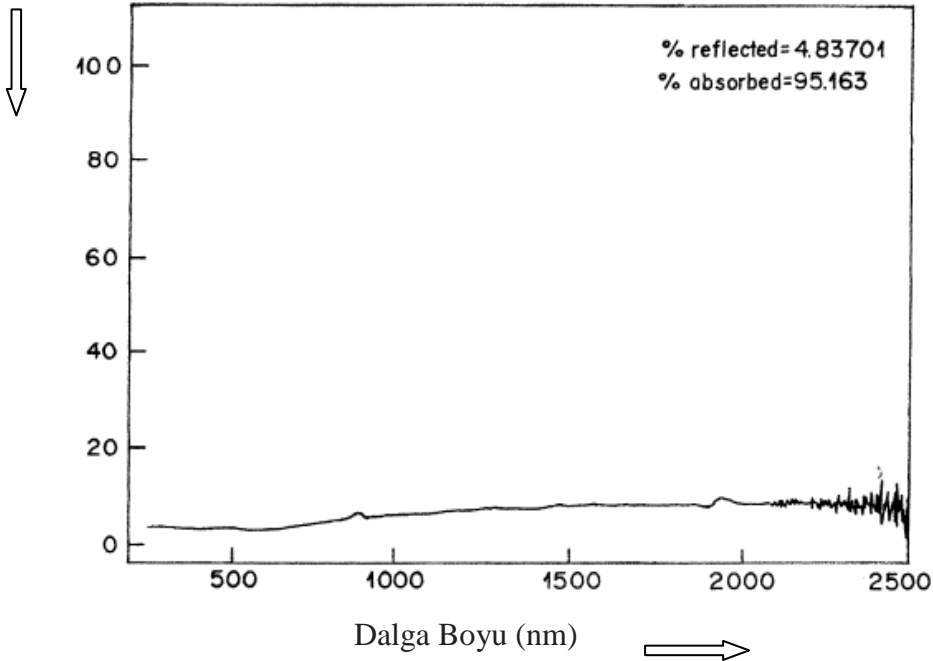
Şekil 2. 11 100-1000 MHz frekans aralığında Polianilinle kaplı kumaşların koruyucu etkinliği

Yansım oranı



Şekil 2. 12 Polianilinle kaplı kumaşların UV, görünür ve yakın kızılötesi ışığı emme davranışları

Yansım Oranı



Şekil 2. 13 Polipirol kaplı kumaşların UV, görünür ve yakın kızılötesi ışığı emme davranışları

Sonuç olarak; Polianilinle kaplı kumaşlarda UV- Vis- NIR koruma davranışına göre enerjinin %98 'inin kumaş tarafından emildiği ve sadece %2 'sinin geri yansıdığı belirlenmiştir. Ancak polipirol ile kaplı kumaşlarda emilim %96 iken geri yansıma %4'dür.

(Avloni ve ark. 2006)

İletken polimerlerden elektrokimyasal yöntemle lif veya film elde edilmesi, geniş alan uygulamalarında, kırılgenlik problemini ortaya çıkartmaktadır. Bundan dolayı, ince kaplama veya iletken polimerlerin çözültiden polimerizasyonu yöntemleri daha uygundur. İletken polimerlerle, bıçakla kaplama yöntemi kullanılarak iletken polimer karışımı ile kumaşın kaplanması, kontinü buharlı polimerizasyon yöntemi ile pirolün tekstile uygulanması, çözültiden kaplama gibi uygulamalar yapılmıştır.

İletken polimerler, yüksek özgül dayanım, sertlik ve film formuna dönüştürme avantajları nedeniyle giderek daha fazla önem arz etmektedir. Ancak bu polimerler oldukça pahalıdır. Olası plastik metal malzemeler, antistatik kaplamalar EMI koruma ve düşük gramaj, esneklik ve yüksek iletkenliğin gerekli olduğu tekstil, elektronik, haberleşme, savunma sanayi ve diğer alanlarda kullanılabilir. (maltepe.edu.tr)

2.5.4. Elektro-İletken Boyalar

Elektro- iletken boyalar nikel, bakır, gümüş veya grafit tozu gibi elektriksel olarak iletken dolgu maddesi ile karıştırılmış akrilik, akrilik-üretan reçine gibi yapıştırıcılardan oluşan katı madde içeriğine sahiptir. Elektro- iletken boyanın ekranlama kapasitesi boyanın kalınlığı ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle fonksiyonel amaçlar için boyayı kalın ve üniform uygulamak önemlidir. Bu boyalar doğru şekilde uygulandığında elektromanyetik alanlara karşı etkin bir ekranlama sağlamaktadır.

Şekil 2.14'de ekranlama amacıyla kullanılan koruma boyalarının örnek bir uygulaması görülmektedir. Örnekte boyanın uygulama amacı konut yakınında bulunan cep telefonu baz istasyonunun yaydığı radyasyona karşı koruma sağlamaktır. Boya uygulanmasından önce radyasyon seviyesi/güç değişim yoğunluğu $150\mu\text{W}/\text{m}^2$ okunmaktadır. Ancak bu değer koruma boyası uygulanmasından sonra $0.08\mu\text{W}/\text{m}^2$ ye düşmüştür. (www.emr.koruma.com)



a-Cep telefonu baz istasyonu



b-Koruma boyasının uygulanması



c-Radyasyon seviyesi/Güç değişim yoğunluğu

Şekil 2. 14 Ekranlama Amacı ile Kullanılan Koruma Boyası Uygulaması

2.5.5. İletken Tekstil Malzemeleri

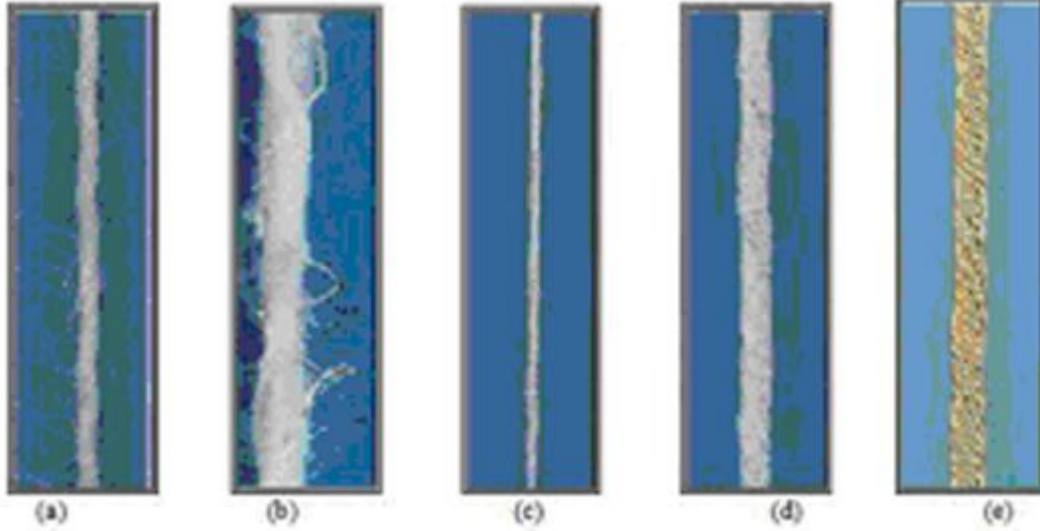
2.5.5.1. İletken Lif / İplikler içeren Kumaşlar

İletken iplikler, iletken filamentlerden, kesikli iletken liflerden veya iletken lif veya tellerin iletken olmayan tekstil lifleri ile birlikte eğrilmesi ile elde edilebilmektedir. Ayrıca iletken olmayan ipliklerin, iletken metal malzemelerle sarılması ile de iletken tekstiller üretilebilmektedir.

İletken kumaşlar ise, yapılarında iletken ipliklerin veya tellerin kullanılması ile ya da kumaşın iletken malzemelerle kaplanması veya muamele edilmesi ile elde edilmektedir. Metalik iplikler, iletken olmayan bir ipliğin bakır, gümüş veya altın tel veya folyo gibi metalik bir malzeme ile birlikte sarılmasıyla elde edilebilmekte ve ayrıca iletken tekstillerin üretilmesinde kullanılabilir. (Dhawana ve ark. 2002) Metaller kullanılarak üretilen iletken ipliğin iletkenlik derecesi, kullanılan metalin iletkenlik derecesine ve metalin iplikteki oranına bağlı olarak değişmektedir. (Kılıç ve ark. 2007)

Kesik elyaf/ kontinü metal ipliklerin sentetik veya doğal liflerle karışımı şeklinde üretilen metal iplikler farklı üretim yöntemleri ile elde edilebilirler. Şekilde farklı yöntemlerle elde

edilmiş gümüş kaplı bakır tel içerikli metal iplik örnekleri ve %100 gümüş kaplı bakır tel örneği görülmektedir.(Bedeloğlu ve ark. 2010)



Şekil 2. 15 Gümüş Kaplı Bakır Tel İçerikli Metal İplik Örnekleri

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 kağılı bakır tel %42 PES / %58 metal

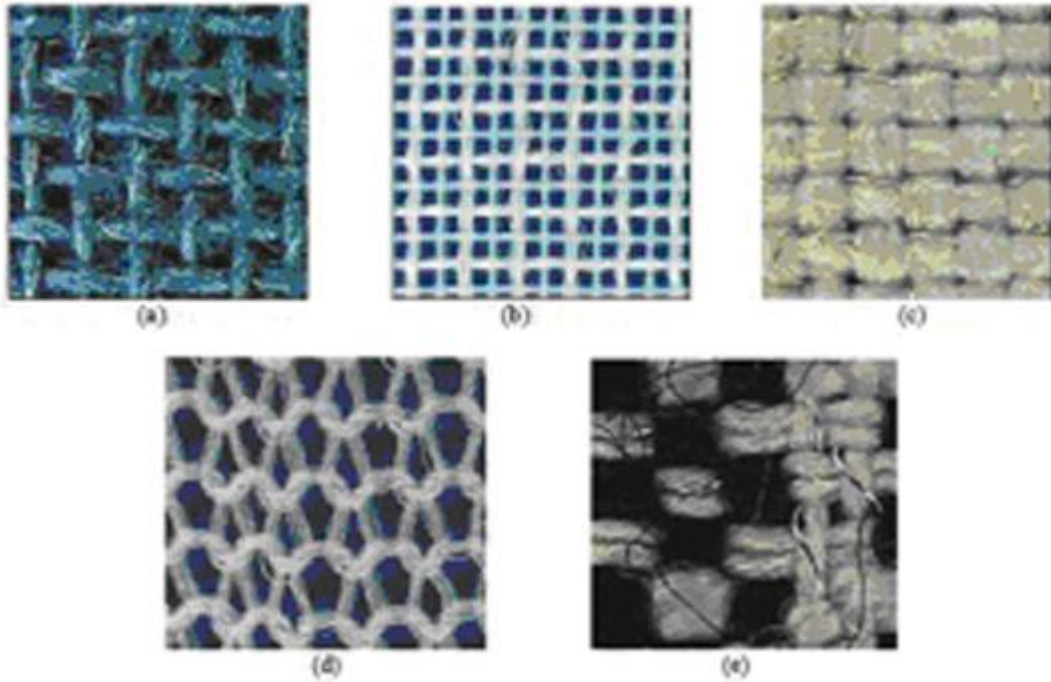
d-Bükülmüş PES- gümüş kaplı bakır tel %75 PES /%25 metal

e-Gümüş kaplı bakır tel %100 metal

Özlü bir iplik, öz ve manto denilen iki bileşenden oluşmaktadır. İpliğin merkezinde yer alan ve monofilament, multifilament veya kesikli liften oluşan öz ile onu saran kesikli liflerden oluşan manto, birlikte kompozit iplik yapısını oluşturur. İletken özlü iplik üretiminde, metal bir tel veya iletken malzemelerle kaplı bir iplik öz veya mantoda kullanılmaktadır. Tekstil kullanım özelliklerine uygun olması açısından kullanılacak iletken malzemelerin de ince, esnek veya katlanabilir özellikte olması gerekmektedir. Friksiyon özlü iplik eğirme sisteminde, özde bulunan filament eğirme işlemi sırasında büküm almamaktadır. Delikli eğirme silindirleri tarafından sağlanan hava emişi sayesinde, açıcı silindir tarafından açılan manto lifleri, eğirme silindirinin yüzeyine tutunur. Eğirme silindirlerinin dönüşü ile sağlanan sürtünme sonucunda, mantodaki lifler özdeki filament etrafında tur atar ve özlü iplik yapısı oluşur.(Dhawana ve ark 2002)

Bir çalışmada (Ozek, 2011) ticari kullanımdaki EM kalkanlama özelliği olan metal kaplı ipliklere örnek olarak şunlar verilmiştir:

- Electron (Monsanto, güncel olarak APM, ABD),
- Shieldex (Siemens, Almanya),
- Bekinox (Baekert, Belçika)
- REMP (REMP, İsviçre),
- X-Static (Noble Materials, ABD)
- AGposs (Mitsufuji, Japonya)
- Shintron (Shinto Chemitron Co. Ltd., Japonya).



Şekil 2. 16 Elektromanyetik Alanlara Karşı Ekranlama Özelliği Olan Kumaş Örnekleri

a-Astarlık kumaş pamuk / gümüş kaplı özde bakır filament

b-Perde kumaşı, PES filament iplik / gümüş kaplı bakır filament (büküm) ve PES mono filament

c-Çadır kumaşı PES / gümüş kaplı bakır filament (hava jeti)

d-Süprem kumaş %46 PES tekstüre iplik, %54 gümüş kaplı bakır iplik

e-Otomobil için üretilen iletken kumaşlar %93 PES, %7 gümüş kaplı bakır iplik

Elektromanyetik alanların zararlı etkilerinden korunmak için kumaşlar etek, ceket astarlığı, perde, cebinlik, iç giyim, koruma çantası, çadır gibi farklı uygulamalar için üretilebilmektedir. Özdeş metal yoğunluğuna göre tüm kumaşlar aynı ekranlama özelliğine sahiptir. Kullanılan metalik ipliklerin kalınlıkları ekranlama etkinliğini değiştirmemektedir. Sadece atkı ve çözgü yönündeki metal iplikler arasındaki mesafe önemli bir faktördür. (Atlas, 2006)

2.5.5.2. İletken Malzeme ile Kaplanmış Kumaşlar

Elektriksel iletken veya elektromanyetik ekranlama özelliği göstermeyen konvansiyonel tekstil yüzeyleri (dokuma. Örne. Dokusuz yüzey) bazı kaplama metotlarıyla metale de edilebilmekte ve bu şekilde elektromanyetik ekranlama özelliği kazandırılabilir. Kaplama kumaş; dokuma, dokusuz yüzey ve örme yüzeyden oluşmuş bir taban kumaşın bir yüzünü veya her iki yüzünü kimyasal bir madde ile kaplamak (sürme, püskürtme, aktarma vb.) suretiyle oluşturulan kumaştır. Kaplanacak tekstil malzemelerinin üzerine (kağıt kumaşlar ve tuftingler) sıvı veya plastik maddeler sürülür. Sürülen bu tabaka, fiziksel veya kimyasal metotlarla sabitleştirilir. Bu kaplama sonucunda, yeni özelliklere sahip bir malzeme oluşur. Kaplama işlemi, dokuma, atkılı veya çözgü-örme veya dokusuz yüzey kumaşların yüzeylerine, tek katman veya katmalar halinde polimer filmi uygulama işlemidir. Kaplamada amaç; polimer bir tabakanın bir tekstil dış yüzeyine nüfuz ederek fiziksel ve karakteristik özelliklerinin önemli bir şekilde değiştirilmesidir. Tekstil kaplamacılığı sayesinde kumaşı oluşturan lifler ile kazandırılmayacak özelliklerin, iletken malzeme olarak metal ve bir iletken polimerin mamule aktarılmasıyla kazandırılır. Bir kaplama tekstil yüzeyinin oluşumu şüphesiz iki etmene bağlıdır:

- biri tekstil yüzeyinin kendisi, diğeri kaplama.

Seçilen her iki bileşende, kullanılan aplikasyon prosedürünü ve işlem sonucunu etkiler.

Kaplama işleminde her iki bileşenin de (yüzey+polimer) birbiri ile uyumlu olmasına dikkat edilmelidir. (Lou, 2005) Elektromanyetik ekranlama özelliği kazandırmak için kullanılan metotları dört ana gruba ayırabiliriz.

1-Yüzeylerin doğrudan kaplanması: Tekstil yüzeyine içerisinde iletken katkı maddeleri bulunan bir çözeltiyi köpükle kaplama yöntemiyle uygulamak veya iletken bir folyonun

yüzeğe uygulanması ile sağlanmaktadır. Kaplamadaki en önemli sorun ise; kumaşın lifleri arasında bir köprü oluşturan kaplamanın harekete maruz kaldığında kırılmalar göstermesidir.

2-Kimyasal polimerizasyon metodu: İletken bir polimerin ve çeşitli katkı maddelerinin kumaş yüzeyi üzerinde sentezlenmesi ile iletken yüzey oluşturulmaktadır.

3-Vakum kaplama metodu: Vakumlu ortamlarda metallerin buharlaştırılarak, metal atomlarının kaplanacak ürünün yüzeyinde yoğunlaşması ile elde edilen kaplama işlemidir. Homojen bir dağılım elde etmek ve solüsyon özelliklerini değiştirerek prosesi kontrol altında tutmak mümkündür.

4-İyon implantasyon metodu: İyon implantasyonu yüksek vakum içerisindeki metal iyonların bir ışın yoluyla katı içine doğru gömülmesi ve böylece katının yüzeye yakın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin modifiye edilmesi prosesidir. (Kılıç ve ark. 2007)

Bunların dışında Elektromanyetik kalkanlama özellikli tekstil yüzeyleri plazma tekniği ile ince bir tabakanın yüzey üzerine kaplanması sonucu da üretilebilirler. Plazma kaplamaların, diğer klasik malzemelerden çok daha iyi fiziksel özelliklere sahip olması ve çok basit bir teknoloji gerektirmesi nedeni ile avantajları daha fazladır. Bu metot ile, iletken, yarı iletken veya yalıtkan tabakaların çöktürülmesi mümkündür. Plazma metodu, vakumla buharlaştırma gibi klasik metotlarla, yüzey özellikleri nedeni ile metalikleştirilmesi güç olan kumaş yüzeylerinin metalize edilmesine izin verir. Bu tür klasik yöntemlerle çöktürülen katmanlar, kötü bağlanma ve sürtünme ile kolayca çıkma özellikleri gösterirler

2.6.EKRANLAMA ETKİNLİĞİ ÖLÇÜM METODLARI

Tekstil ve çeşitli kompozit malzemelerin SE ölçümlerini, kontrollü test alanlarında ve serbest uzayda yapılan ölçümler şeklinde iki ana bölümde toplamak mümkündür.

2.6.1.Kontrollü Test Alanlarında Ekranlama Etkinliği Ölçümü

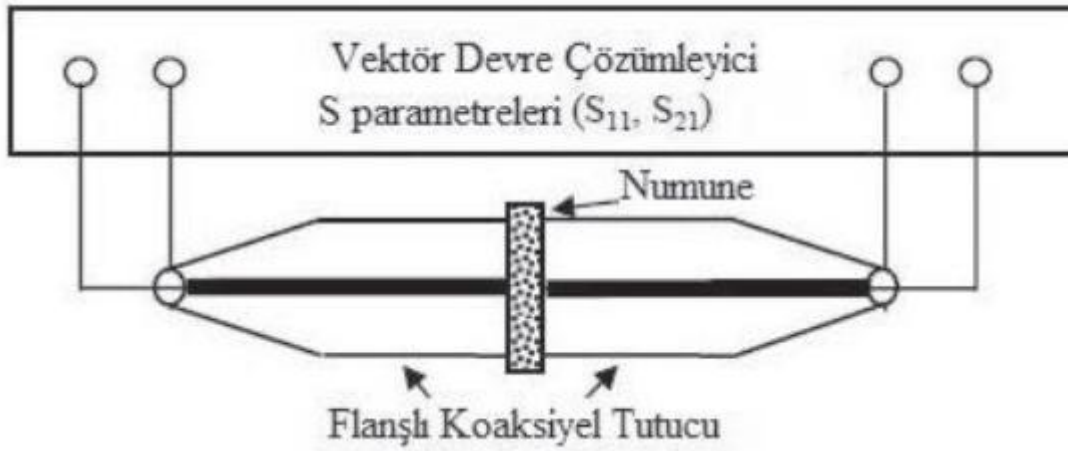
Ölçüm yerlerinde elektromanyetik çevrenin kontrol edilebildiği ve istenen yansımaların istenen yansımalarından ayrılabilirdiği SE ölçümleri, kontrollü test alanlarında yapılan ölçümlerdir. Kompozit malzemeler ve elektromanyetik radyasyona karşı koruyucu tekstillerin SE ölçümünde ,Koaksiyal Tutucu Metodu, Çift-TEM Hücre Metodu, Yankısız oda Metodu yaygın olarak kullanılan kontrollü test alanlarında yapılan ölçüm metodlarıdır.

2.6.1.1.Koaksiyel Tutucu Metodu (Coaxial Holder Method)

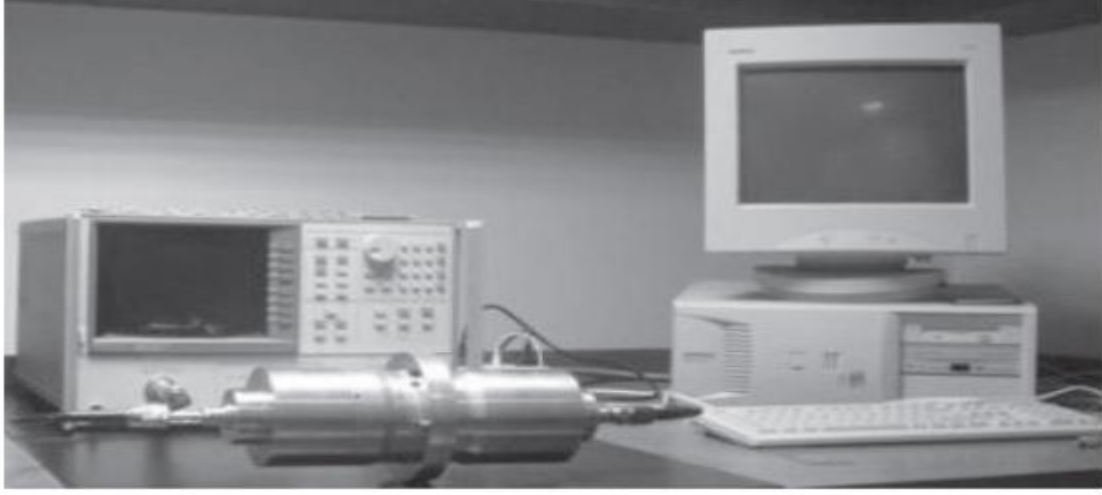
Kontrollü ortamdaki temel ölçüm metodu koaksiyel tutucu metodudur. Bu metotta bir tutucu iletim kablosu ve vektör devre çözümleyici kullanılır. Numune materyal, flanşlı koaksiyel tutucunun içine yerleştirilir ve sabitlenir. S parametrelerinin ölçümüyle (yansıma ve iletim sabitleri) toplam ekranlama etkinliği içerisinde yansıma ve soğurmanın katkılarını belirlemek mümkündür.

Genellikle, dinamik ölçüm aralığı 90-100 dB, çalışma frekansı 2 GHz civarındadır. Ölçülen maksimum çalışma frekansının artışı kenarlı koaksiyel kablo boyutlarının ve test aparatı ve beraberinde numune boyutlarının azalışına neden olur.

Bu ölçüm sistemi kopmaktır ve otomasyona ve bilgisayar kontrolü ile veri işlemeye imkan tanır. Bu ölçüm metodunun zorluğu numune hazırlamadan kaynaklanır. Özellikle yüksek frekans ölçümlerinde numunenin boyutları küçük olmalıdır ve ayrıca koaksiyel tutucu numune arasında kontak direncinin etkisi göz önünde bulundurulmalıdır. Kontrollü test alanındaki ölçümlerin bir dezavantajı da açışal yansımanın tanımlanmasındaki zorluklardır.



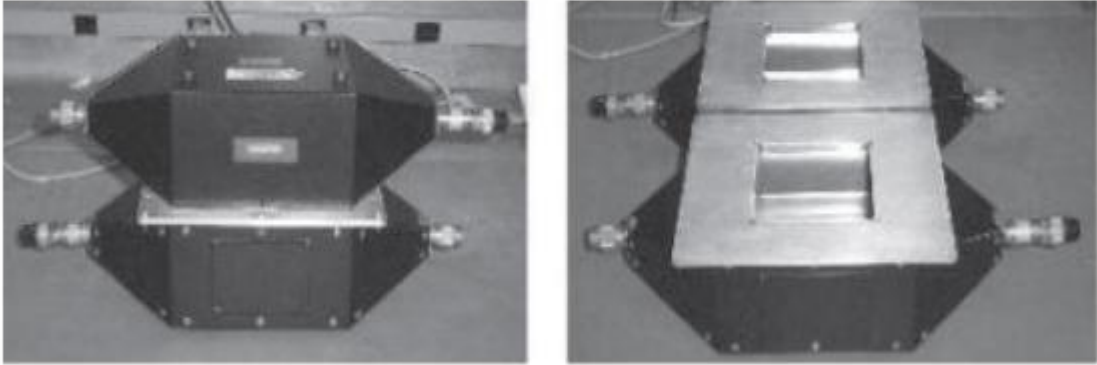
Şekil 2. 17 Koaksiyel Tutucu Metod



Şekil 2. 18 Koaksiyel Tutucu Metodun Uygulaması

2.6.1.2 Çift-TEM Hücre Ölçüm Metodu (The Dual-TEM Cell Method)

Çift-TEM hücre ölçüm metodu kontrollü ortamda yapılan ölçüm metodlarından biridir. Bu metod ile elektromanyetik, elektrik ve manyetik ekranlama etkinliği ölçümü yapılır. Dinamik ölçüm oranı 80 dB'e frekans 1 GHz 'e kadardır.

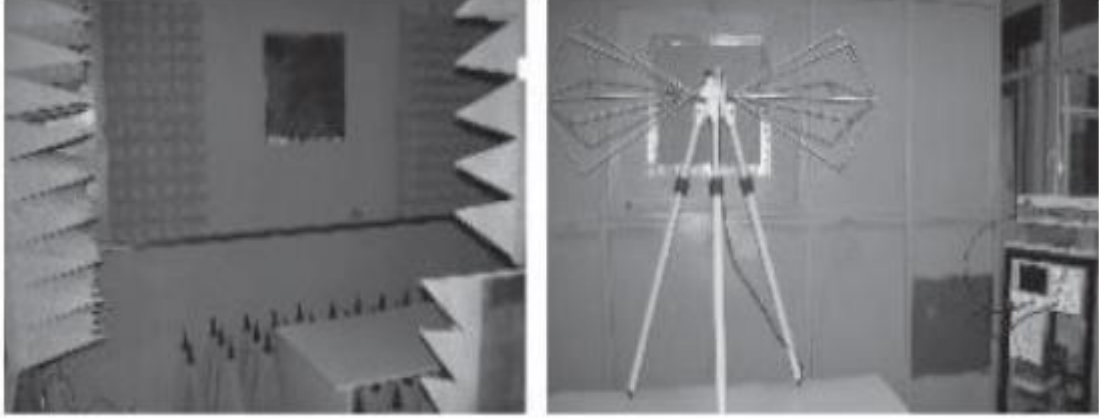


Şekil 2. 19 Çift- TEM Hücre

Çift-Tem hücre ölçüm sistemi; bir ikiz TEM hücresi, bir sinyal jeneratörü ve bir alıcı üniteden oluşur. Aletler ve veri toplama arasındaki iletişim otomatik bilgisayar kontrollü kontrol sistemi tarafından sağlanmaktadır. Ölçüm iki aşamada gerçekleştirilir. Kalibrasyon aşaması olarak adlandırılan ilk aşamada, dönüştürülmüş sinyal güç seviyesi açıklığın boş olduğu durumda ölçülür. İkinci aşamada aynı ölçüm, açıklığa numune yerleştirilerek yapılır.

2.6.1.3. Yankısız Oda Metodu (Anechoic Chamber with Aperture Method)

Kompozit malzemeler ve elektromanyetik radyasyona karşı koruyucu tekstillerin SE ölçümünün yapılabileceği bir ölçüm düzeneğidir. 30 cm çaplı daire şeklindeki test alanı, ekranlanmış odanın kapısında bir açıklık yaratarak oluşturulmuştur. Bu açıklıkta test örnekleri ile mükemmel elektrik iletkenliği sağlayan paslanmaz çelik çift helezonlu yaylı contaya sahip dairesel bilezik bulunmaktadır.



Şekil 2. 20 Yankısız Oda Metodu Uygulaması

2.6.2. Serbest Uzayda Ölçüm Metodları

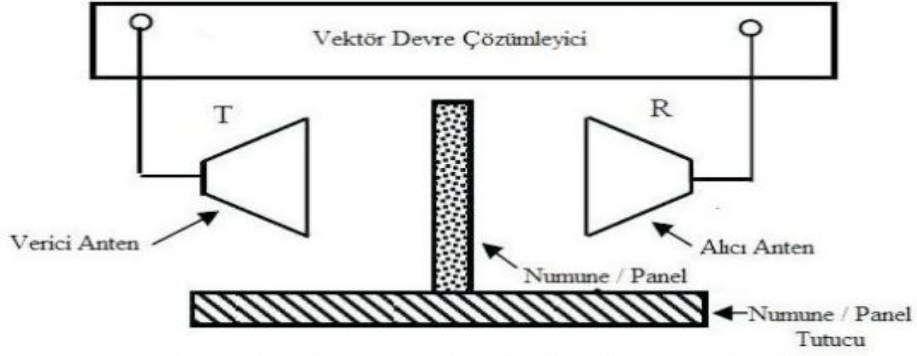
Tekstil ve çeşitli kompozit malzemelerin SE ölçümlerinde kullanılan bir diğer temel metod serbest uzayda ölçüm metodudur. Serbest uzay ölçüm metodları ile kontrollü testalanlarında yapılan ölçümlere göre daha geniş frekans aralığında ölçüm yapılabilmektedir. Ayrıca bu teknikler ile geniş numune boyutları için SE ölçümleri yapmak mümkündür.

Serbest uzay ölçüm teknikleri ile çok farklı ekran tiplerinin SE ölçümü yapılabilmektedir.

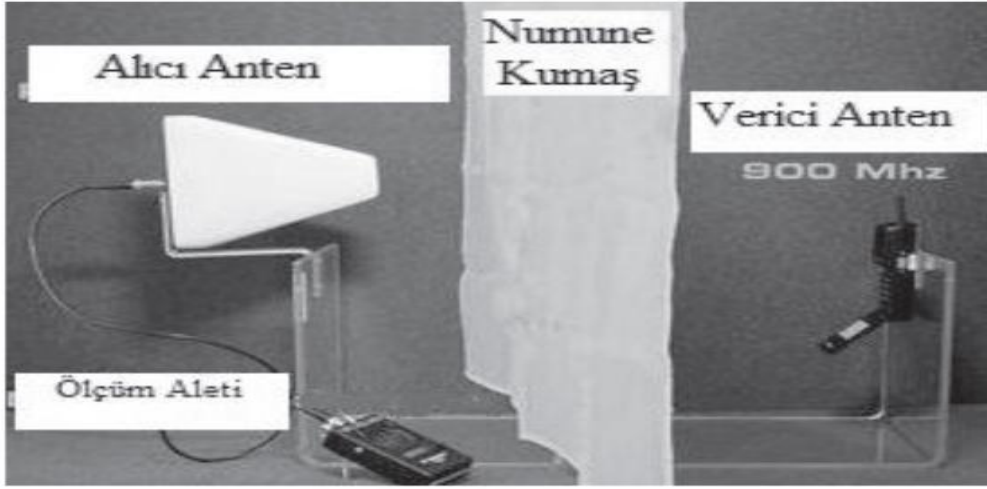
Serbest uzay ölçüm tekniklerini, frekans bölgesinde serbest uzay ölçüm teknikleri ve zaman bölgesinde serbest uzay ölçüm teknikleri şeklinde ikiye ayırmak mümkündür.

2.6.2.1. Frekans Bölgesinde Serbest Uzay Ölçüm Teknikleri

Frekans bölgesinde serbest uzay ölçüm tekniklerini serbest-uzay iletim ölçüm metodu ve serbest uzay yansıma ölçüm metodu olarak iki grupta incelenmektedir.

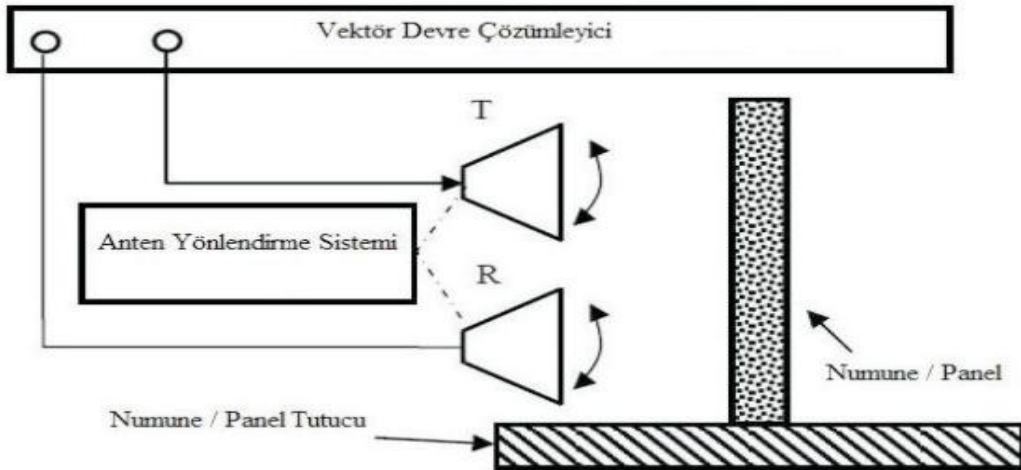


Şekil 2. 211 serbest-uzay iletim ölçüm metodu



Şekil 2. 222 serbest-uzay iletim ölçüm metodunun uygulanması

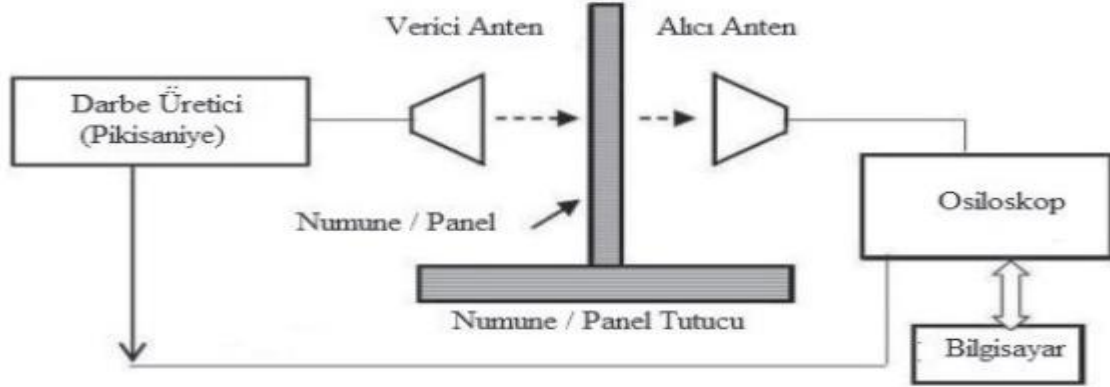
Antenlerin yönleri ayarlanabildiği için verici ve alıcı anten sisteminin uygun yerleşimi ile malzemenin belli bir açıdaki açıl yansıtıcılığını belirlemek mümkündür.



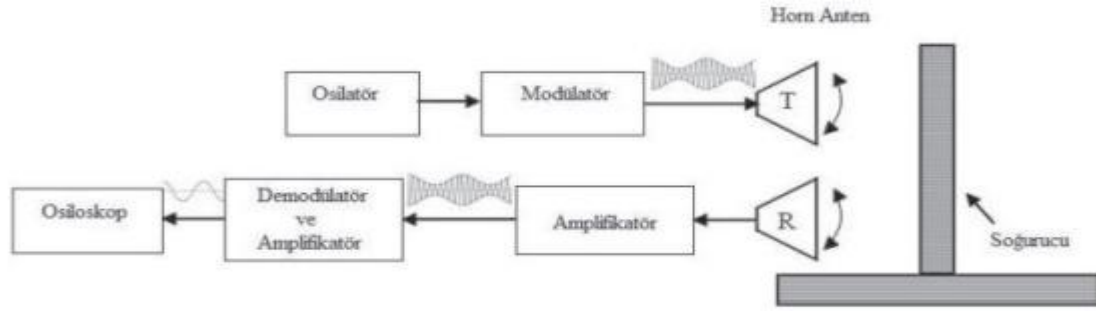
Şekil 2. 23 serbest-uzay yansıma ölçüm metodu

2.6.2.2. Zaman Bölgesinde Serbest Uzay Ölçüm Teknikleri

Zaman bölgesi metotları ile geniş frekans bandında SE'nin ölçümü mümkündür. Zaman bölgesi metodunda, istenen sinyal istenmeyen yansılardan alıcı antendeki varış zamanındaki farklılıklar kullanılarak laboratuarda ayrılabilir. (zaman çevirme metodu). Zaman bölgesinde serbest uzay ölçüm tekniklerini iletim ölçüm metodu ve yansıma ölçüm metodu olarak iki grupta incelemek mümkündür.



Şekil 2. 24 Zaman bölgesi iletim ölçüm tekniği



Şekil 2. 25 Zaman bölgesi yansıma ölçüm tekniği

Ekranlama etkinliği ölçümü için zaman bölgesi metodu kullanımında dinamik alan 50-60 dB civarında iken frekans bölgesi metodu kullanımında ise 100 dB civarındadır.

(www.textile.wire.ch. 2010)

2.7. Literatür ÖZETİ

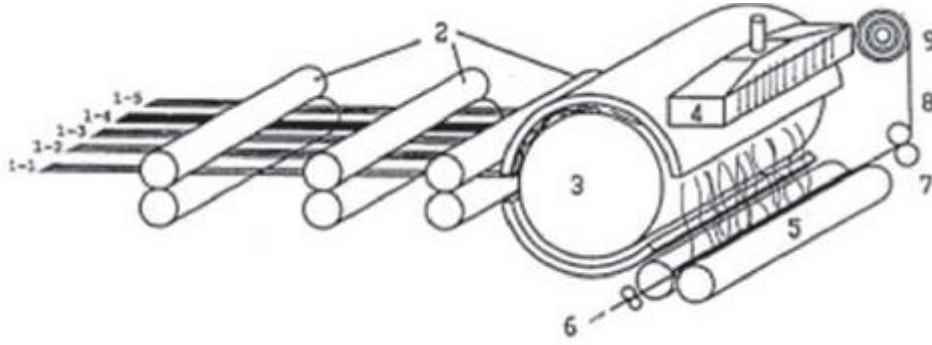
Literatürde elektromanyetik kalkanlama üzerine yapılmış çok sayıda araştırma ve deneysel çalışmaya erişilebilmektedir. Burada tekstil esaslı EM kalkanlama ile iletken polimer kullanılarak elde edilen EM kalkanlama yüzeyleri ve çalışmaları irdelenecektir.

Günümüzde nano karbon lifi ve karbon nanotüp uygulamaları da artmıştır. Georgia Teknoloji Enstitüsünden, Rice Üniversitesinden, ABD hava kuvvetlerinden araştırmacılar lifler ve filmler içerisine karbon nano tüpleri yerleştirmek için yeni süreçler geliştirmişlerdir. Örneğin, kompozit lifler tek duvarlı karbon nano tüplerden ve poliakrilonitrilden üretilmiştir. Bu lifler daha güçlü ve daha katıdır, ve standart elyaftan daha az çekmeye neden olur. Nanotüp-takviyeli kompozitler günümüzdeki tekstil liflerinde mevcut olmayan elektrik ve termal iletkenlik gibi özellikleri ile hafif ve güçlü liflerin yeni bir sınıfını oluşturabilir. Hava Kuvvetleri Araştırma Laboratuvarındaki araştırmacılar ve Kumar dünyanın en güçlü polimer lifi olan Zylon diye adlandırılan nanotüp lifleri üzerine çalışmıştır. Lifin içine %10' luk nanotüpler dahil ederek, bu lif gücünü %50 ye kadar artırabildiğini göstermiştir. Rice Üniversitesi profesörü Richard Smalley, yüksek dayanıklılık, hafiflik, elektrik iletkenlik ve termal direnci ile birlikte büyük bir ilgiyle bu kompozit lifler üzerinde çalışmıştır. Geleneksel liflerin içine karbon nanotüpleri ekleme, lif sertliğini iki katına çıkarabilir, %50 oranında lif çekmesini azaltabilir, 40 santigrat derece ile yumuşama noktasını yükseltebilir ve çözünme için lif direncini geliştirebilir. Düşük miktarlarda karbon nanotüp uygulandığında bile yüksek iletkenlikler elde edilmiştir.(TTIS 2004)

Yang ve arkadaşları (2002) tarafından yapılan çalışmada paslanmaz çelik lifler ve nikel kaplı grafit lifler ile doldurulmuş, enjeksiyonla şekil verilmiş ABS disklerin EMI ve SE değerleri hesaplanmıştır. Çalışmada aynı şartlarda (lif uzunluğu ve ağırlık yüzdesi olarak) paslanmaz çelik lif doldurulmuş liflerin, nikel kaplı grafit lif doldurulmuş disklere göre SE değerlerinin daha iyi olduğu ortaya konulmuştur. (Yang ve ark)

Cheng ve arkadaşlarının çalışmasında (2003), paslanmaz çelik (kılıf), kevlar veya viskon (öz) kesikli lif ve paslanmaz çelik tel (öz), DREF III, açık uç friksiyon eğirme yöntemi kullanılarak açık uç friksiyon özlü ipliği oluşturmak için bir araya getirilmiştir. Farklı karışım oranlarında üretilen iletken açık uç friksiyon özlü iplik kullanılarak elektromanyetik korumayı sağlayan kumaş (bezayağı, 2/2 dimi ve 4lü çözgü sateni), yarı otomatik dokuma makinesinde üretilmiştir. 2100 MHz in altındaki frekanslarda, iletken dolgu içeriğiyle dokuma kumaşın elektromanyetik koruma verimliliği artmıştır. Ayrıca, tüm frekanslarda atkı ve çözgü sıklığının artırılması da olumlu etki göstermiştir. Aynı iletken dolgu ile viskon kullanılan

kumaş, kevlar kullanılına göre daha yüksek elektromanyetik koruma verimliliği göstermiştir.(Cheng ve ark. 2003)

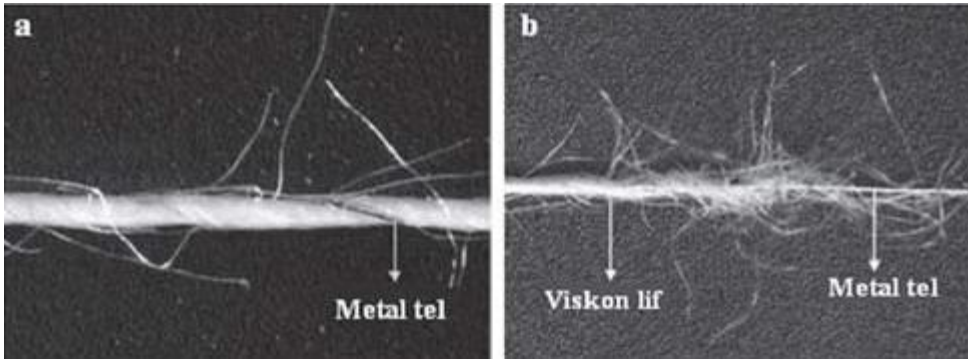


Şekil 2. 26 DREF III , açık uç friksiyon eğirme yöntemi: 1-1, 1-3, 1-5; kesikli liflerden oluşan kılıf tülbent, 1-2, 1-4: kesikli paslanmaz çelik liflerinden oluşan kılıf tülbent, 2:Çekim ünitesi, 3: taraklama tamburu, 4:Sıkıştırılmış hava, 5:Sürtünme tamburu, 6: Paslanmaz çelik telle öz besleme, 7:Çekme silindiri, 8: açık uç friksiyon özlü ipliği,9: Sarım silindiri

Lou (2005) tarafından yapılan araştırmada, iletken iplik, ring iplik makinesinde, öz kısmında metal tel kullanılarak üretilmiştir. Bakır ve paslanmaz çelik materyaller öz olarak değerlendirilmiş, arka silindirden beslenen %100 viskon ve polyester/viskon karışımı, fitil kaplama (manto) materyalleri olarak kullanılmıştır. Bilinen ring iplik üretimine benzer bir şekilde, eğirme işlemi gerçekleştirilmiş ve metal tel, kılavuzdan geçirilerek ön silindirlere beslenmiştir. Kılavuz mekanizması tarafından beslenen özlü iplik, 50°, 70° ve 90° olan besleme açılarıyla beslenmiş, besleme kılavuzunun üst ön silindire temas ettiği durumda ipliğin en yüksek mukavemete ulaştığı gözlenmiştir. Büküm seviyesinin artmasıyla tüylülüğün azaldığı görülmüş, viskon ve polyester/viskon karışımının karşılaştırılması sonucu, viskondan yapılmış ipliklerin tüylülüğünün %50 daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen iletken özlü iplikler ile kumaş elde edilebileceği (dokunarak ya da örülerek) ve statik elektriklenmeyi engelleyici, azaltıcı ve elektromanyetik dalgalardan koruyucu tekstillerde kullanılabileceği belirtilmiştir. (Lou ve ark.2005)



Şekil 2. 27 Modifiye edilmiş ring iplik makinasında, fitil ve metal telin özlü iplik eğirme sistemi mekanizmasındaki işlevini gösteren diyagram



Şekil 2. 28 Metal telin, fitilin dışından (a) ve ortasından (b) beslendiği iplik görünüşleri

Kaynak ve arkadaşları bir çalışma yapmışlar ve bu çalışmalarında 1-18 GHz frekans aralığında polipirol kaplı tekstil materyalinin serbest boşluk test metodu ile yansıma, absorblama ve geçirgenlik değerlerini de içeren yalıtkanlık özelliklerini incelemişlerdir. Bunu gerçekleştirmek için PES kumaş üzerine polipirol çözelti halinde polimerizasyon ile kaplanmışlardır. Bu çalışmada dopant olarak konsantrasyonları birbirinden farklı para-toluen 2-sülfonik asit (PTSA), oksidant olarak da demir klorür kullanılmıştır. Test sonuçlarına göre; Üretilen iletken özelliğine sahip kumaşların polimerizasyon süresi arttıkça kalkanlama özelliğinin arttığı ve kalkanlama değerinin %80'e ulaştığı sonucu bulunmuştur. Yansıma da polimerizasyon süresi arttıkça artmıştır. En iyi kalkanlama özelliği sağlayan dopant konsantrasyonu 0,027 mol/lit ve 180 dakikalık polimerizasyon süresinin olduğu tesbit edilmiştir. (Kaynak ve ark. 2008)

Kaynak ve arkadaşları, polipirol kaplı nylon kumaşlarda mikrodalga absorbe etme sonucu oluşan ısıyı araştırmışlardır. Bu çalışmada, iletken bir polimer ile kaplanmış olan tekstil yüzeyi, elektromanyetik radyasyonu geçirme, absorbe etme, yansıtma, ve mikrodalga ışınlaması sonucu oluşan ısı açısından incelenmiştir. Maksimum kalkanlama etkisi 18 GHz’de %89.9’luk bir değerle, 0.027 mol/L’lik bir antrakinon-2-sülfonik asit (AQSA) konsantrasyonunda sağlanmıştır. Absorpsiyonu en yüksek olan numune, sıcaklık artışını da en fazla göstermiştir. İletkenliği en iyi olan ve bundan dolayı da en iyi yansıtma özelliğine sahip numune, en düşük absorpsiyon değerini vermiştir. Mikrodalga absorpsiyonunun oluşturduğu sıcaklık artışını, düşük iletkenliğe sahip numuneler, yüksek iletkenlik özelliğine sahip olan numunelerden daha fazla göstermiştir. Aynı konsantrasyonda (0.027 mol/L) AQSA ile uyarılmış polipirol kaplı numunede sıcaklık arştı 3.85 C⁰, para-toluen-2-sülfonik asit (pTSA) ile uyarılmış numunede ise 5.27 C⁰’dir (Bhardwaj ve Kundu 2010)

Chiang ve Cheng tarafından yapılan çalışmada, iletken plastik, iletken karbon lifinin akrilonitril-bütadien-sitren (ABS) ile birleştirilmesiyle elde edilmiştir .Bu çalışmada farklı proses şartlarında üretilen plastik malzemeler için elde edilebilen en iyi ekranlama değeri 30 desibel (dB) bulunmuştur. İletken karbon lifinin eldesinin kolay olması ve diğer metal liflerden ucuz olması, ekranlama amacıyla üretilen kompozit malzemelerde karbon lifinin kullanımını yaygınlaştırmaktadır. Kompozit malzemedeki karbon lif içeriği ve lif uzunluğunun EMI önlemede iki önemli faktör olduğu da belirtilmiştir.

(www.teknolojikaraştırmalar.com)

Joo ve ark. yaptıkları başka bir çalışmada, naftalin sülfonik asit (NSA) ile uyarılmış polipirol kimyasal olarak PET dokuma kumaş üzerine kaplanmıştır (PPy-NSA/PET). Daha sonra elektrokimyasal kaplama yolu ile PPy-NSA/PET üzerine antrakinon-2-sülfonik asit (AQSA) ile uyarılmış PPy muamele edilmiştir (PPy-AQSA/PPy-NSA/PET). Son olarak da Ag, termal vakum buharlama yolu ile oluşturulan bu kompleks yapı üzerine uygulanmıştır ve Ag | PPy-AQSA/PPy- NSA/PET yapısı elde edilmiştir. Elde edilen bu yapının 50 Mhz – 1.5 GHz frekans değerleri arasında elektromanyetik parazit kalkanlama etkisi ölçülmüştür. S (saçılım)-parametre analizi ile elektromanyetik parazit kalkanının geçirgenlik, absorbans ve yansıtma değerleri elde edilmiştir. Buna göre polipirol kaplı yüzeye gümüş eklendiğinde toplam kalkanlama değeri üzerinde, absorbans değeri düşmüş,reflektans değeri ise artmıştır.

(Malinauskas 2001)

Diğer bir çalışmada (Ueng ve Cheng, 2001) açık uç friksiyon iplik makinesinde iletken özlü iplik üretmişler ve bu iplikleri kullanarak statik elektrikten ve elektromanyetik etkilerden korunmak için iletken bir kumaş geliştirilmesi üzerine çalışmışlardır. İplik

makinesinde, ürün maliyetini düşürmek için paslanmaz çelik, özde ve polyester ile paslanmaz çelik kesikli lifleri, mantoda kullanılarak özlü iplik üretimi yapılmıştır. Daha sonra, tek veya katlı iplikler, yarı otomatik dokuma tezgahında 2/2 dimi ve 4lü çözü sateni yapılarında dokunmuştur.(20) Çalışmanın sonucunda, kumaşların elektromanyetik ekranlama özelliği ile elektrostatik deşarj özelliğinin, kumaşın konstrüksiyonuna, sıklığına ve yapısındaki iletken madde oranına göre değiştiğini belirtmişlerdir.

Soyaslan, Çömlekçi ve Göktepe (2009) tarafından yapılan bir çalışmada bazı atkı örme kumaş yapılarının EM etkinliği araştırılmıştır. Değişen kalınlıklarda bakır tel ile katlanmış Ne20/2 pamuk iplikler kullanılarak dört farklı konstrüksiyonda atkılı örme kumaş üretilmiştir. Düz örgü ve 1X1 rib örgüde atkı dolgulu ve dolgusuz numune kumaşlar inceliği 7 G olan bir düz örme makinasında üretilmiş ve EM kalkanlama değerleri ASTM D4935 test standartına göre ölçülmüştür. Numunelerin EM kalkanlama performansları 27-500 Hz arası iyi sonuç verirken 500 – 3000Hz arasında efektif olmadıkları gözlenmiştir. Kalkanlama performansı 500 Hz dolayında 10-40 dB düzeyinde olmuştur. Kalkanlama performansı üzerinde kullanılan bakır tel kalınlığı, dolayısıyla miktarının artmasının olumlu etki yarattığı gözlenmiştir. Benzer şekilde atkı dolgulu yapılar da göreceli olarak daha iyi sonuçlar vermiştir.

Ozek ve meslektaşları (2011) yaptıkları çalışmada gümüş kaplı nylon ipliklerle üretilmiş dokuma kumaşların EM kalkanlama etkinliği araştırılmıştır. Bu çalışmada ticari olarak kullanılan x-static iletken iplikleri kullanılmıştır. 22/3, 33/10 and 70/34 dtex olmak üzere üç farklı gümüş kaplı x-static iplikler ile 33-40 tel/cm ve 30-38 atkı/cm aralığında değişen 12 adet bezayağı dokuma kumaş üretilmiştir. Numunelerin yarısı tümüyle x-statik iplikle dokunmuşken, diğer yarısı çözü ve atkıda polyester img iplikle dönüşümlü olarak üretilmiştir, yani PES ve x-static iplikleri yarı yarıya kullanılmıştır. Koaksiyal yöntemle 15MHz to 3 GHz arasında EM kalkanlama değerleri test edilmiştir. Deneysel sonuçlar kumaş yapısındaki gümüş oranının iplik kalınlığı ve sıklığa bağlı olarak artmasıyla EM Kalkanlama değerinin de arttığını göstermiştir. %100 gümüş kaplı nylon iplik içeren numuneler tüm frekans aralığında benzer kalkanlama değerleri verirken polyester ile karışık olan numuneler artan frekans değeriyle, özellikle 500 Hz üzerinde düşük performans göstermişlerdir. Çözü ve atkıda tümüyle 70/34 dtex x-static iplikle dokunmuş kumaş tüm frekans aralıklarında yaklaşık 60 dB gibi yeterli sayılabilecek bir EM kalkanlama performansı göstermiştir.

Cases ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada,(Pud VE Ark. 2003) elektrokimyasal polimerizasyon yolu ile polianilin (PANI), ekstra iletken bir polimer tabakası

elde etmek amacı ile polipirol (PPy)/antrakinon sülfonik asit (AQSA) kaplı bir polyester kumaş üzerine, potansiyostatik ve potansiyodinamik sentez ile kaplanmıştır. Polipirol, polianilinden daha geniş bir elektroaktivite pH aralığına sahiptir. Her iki polimerin de varlığından dolayı çift katlı iletken polimer tabakasına sahip yüzeylerin avantajlarından biri olarak asidik ortamdaki elektroaktivite arttırılmıştır. Bunun yanında polianilin bazik ortamda elektroaktif değildir, fakat polipirol tabakasının varlığı polianiline elektroaktivite verir. Buna göre elde edilen materyalin elektrokimyasal özellikleri tek bir polipirol tabakası ile kaplı materyalden daha iyidir.

S.Geetha ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada, (Wang ve ark. 2001) polimetilmetakrilat (PMMA), polivinilklorit (PVC) gibi klasik polimerli ve iletken polimerli farklı kompozisyonlarda E-cam elyafı kumaşı takviyeli kompozitlerin iletkenlikleri incelenmiştir. Polianilinin sentezi 7 farklı özellikte aromatik sülfonik asit kullanılarak yapılmıştır. Sentezlenen iletken polimerin işlenebilirliğindeki aromatik halkalara bağlanan farklı grupların etkisini ve iletkenliği incelemek amacı ile kullanılan sülfonik asit çeşitleri (dopantlar) şunlardır; 3,4- dimetilbensülfonik asit (OXSA), 2,5-dimetilbensülfonik asit (PXSA), 4-hidroksibenzen sülfonik asit (PSA), 3,4- dimetilbensülfonik asit (OXSA), 4-hidroksi-m-benzendisülfonik asit (PDSA), 2-hidroksi-4-metilbenzen sülfonik asit (MCSA), 4,6-dihidroksi-m-benzendisülfonik asit (RDSA), ve 3-kloro-4-hidroksi benzen sülfonik asit (OCPSA). Bu dopantlar üzerindeki aromatik halkaların etkisi çeşitli etkileşimlerden kaynaklanan işlenebilirlik ve iletkenlik açısından incelenmiştir. Kalkanlama etkisi, kompozitin kalınlığı ve iletkenliği arttıkça artmaktadır. Hazırlanan numuneler elektromagnetik kalkanlama etkisi ve iletkenlik açısından karakterize edilmiştir. En yüksek kalkanlama etkisi 69 dB ile PAn-PXSA (kumaş)/PAn-PXSA (40)/PVC (60) iletken yapııştırıcı olarak /PPy-AQSA film kompozitinde elde edilmiştir.

E. Håkansson ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada, serbest boşluk iletme metotları araştırılmıştır. Bu metotların hassasiyetlerini geliştirme yollarını bulmaya çalışmışlardır. Çalışma için, ince PPy filmleri sentetik tekstil yüzeyleri üzerinde polimerizasyon ile oluşturulmuştur. PPy/para-toluene-2-sülfonik asit (pTSA) kaplı kumaşlar, toplam kalkanlama etkisi 7.34 dB'e kadar olan, absorpsiyon ağırlıklı (gelen dalgaların yaklaşık %80'ini absorbe eden) bir özellik göstermiştir. Elektriksel geçirgenlik, belirgin ölçüde numune etrafındaki kırılma, numune boyutu ve ortam koşullarındaki değişikliklerden etkilenmektedir. Zaman ayarlayıcı araçlar, matematiksel saçınımı giderme ve yükseltici antenler elektriksel geçirgenlik tepkisini geliştirmek için kullanılmıştır. 0.15 ns'lik çok az bir zaman dilimi 6.7 GHz üzeri frekans değerleri için doğru tepkiler meydana getirmiş ve

yükseltici antenler bu meydana gelen tepkiyi 7.5-18 GHz frekans aralığında geliştirmiştir. Ölçülen ve hesaplanan yansıma değerleri arasındaki hata oranı çoğunlukla %2'lerde kalmıştır. Bu sonuca göre metodun hassasiyetinin iyi olduğu söylenebilir. (Håkansson ve ark.2007)

J. S. Im ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada, (Knittel ve Schollmeyer 2009) sabit bir şekle (continuously-shaped) sahip iletken polimer elde etmek amacı ile PANI lifleri, elektro eğirme yöntemi ile elde edilmiştir. PANI elektrospun liflerinin düzgünlüğünü arttırmak amacı ile polietilen oksit (PEO) kullanılmıştır. İletken karbon dolgusu olarak çok duvarlı karbon nanotüpleri (WCNT) seçilmiştir. PANI liflerine eklenmeden önce, kolay ve etkili bir florin ekleme metodu vasıtası ile çok duvarlı karbon nanotüplerinin yüzey modifikasyonu gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak bu metod ile PANI lif yüzeyi ve çok duvarlı karbon nanotüpleri arasında daha iyi bir eklenme ve daha iyi bir uyum sağlanmıştır. Böylece absorpsiyonu arttırılmış bir etken kompozit hazırlanarak, 42 dB'lik yüksek bir elektromagnetik kalkanlama etkisi elde edilmiştir.

K. F. Babu ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada, (Ates ve Sarac 2009) Pamuklu kumaşların iletkenlik özelliklerini karşılaştırmak ve değerlendirmek için polipirolle kimyasal ve elektrokimyasal olarak kaplanmıştır. Elektrokimyasal metotta kimyasala oranla ağırlık artışı daha fazladır. Ayrıca kumaşın iletkenliği de elektrokimyasal yolla kaplamada (1.9×10^{-2} – 3.5×10^{-1} S.cm⁻¹) daha fazladır. (Kimyasal kaplı olan kumaşta 3.9×10^{-3} – 9.4×10^{-2} S.cm⁻¹).

L. Dall'Acqua ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada (Dall'Acqua ve ark 2006) viskon kumaş üzerinde, buhar fazında (vapour phase) pirol monomerinin polimerizasyonu gerçekleştirilmiştir. Kumaş ilk olarak içerisinde bir dopant madde ve oksitleyici bulunan bir sulu çözeltide emdirilmiştir. Daha sonra 60 C⁰'de pirol buharına maruz bırakılmıştır. Bu prosesin maliyeti dşüktür ve çözücü madde gerektirmemektedir. Ayrıca oksitleyici ve dopant çözeltiden reaksiyona girmeyen monomer ile ayrışabilir. Bu metotla elde edilen iletken tekstil yüzeyindeki polipirol miktarı ağırlık artışından hesaplanabilir. İşlem sonrası yıkama ve ışık haslıkları çok iyidir, ancak materyalin mekanik özellikleri polimerizasyondan etkilenmektedir. Numunelerin iletkenliği polimer miktarına bağlıdır. Termal özellikler ortam neminden ve sıcaklıktan çok fazla etkilenmektedir. Hava ile oksidasyonu engellemek amacı ile polimerizasyon işleminden sonra silikon tabanlı kaplamalar uygulanmıştır. Polimerizasyondan sonra kumaş dimetilsiloksan (dimethylsiloxane oil) yağı ile kaplanmıştır ve böylece atmosferik oksidasyondan korumuştur.

J. Molina ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada, (Molina ve ark 2010) polipirol/antrakinin sülfonik asit kaplı PES kumaşın, farklı pH'a sahip çözeltilerde (1, 7, 13) yüzeyin elektriksel direnci test edilmiştir. Daha sonra yıkama testleri yapılmış, tekrar yüzey özellikleri incelenmiştir.

I. Cucchi ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada, (Cucchi ve ark. 2009) ipek kumaşlar, pirolun bir sulu çözeltisinde, oda sıcaklığında katalizör olarak FeCl₃ kullanan, yüzey üzerinde (in situ) oksidatif polimerizasyon sonucu oluşturulan, elektriksel iletken polipirol ile kaplanmıştır. Kumaş üzerindeki polimer kalıntısının miktarı, sistemdeki pirol konsantrasyonu veya artan reaksiyon süresi ile artmaktadır. SEM resimlerine göre her bir ipek lifi yüzeyini tamamen polipirol kaplanmıştır ve polimerizasyon işlemi yalnızca lif yüzeyinde gerçekleşmiş amorf bölgelerde gerçekleşmemiştir. İpeğin moleküler düzeni ve doğal kristalin yapısı polimerizasyon işleminden etkilenmemiştir. Elde edilen iletken kompozit yapı, termal bozunmaya karşı oldukça dayanıklıdır. Bu yapıda meydana gelen iletkenlik değeri, yapının hava ile temasetmesi sonucu oldukça belirgin bir şekilde düşüş göstermiştir.

M. Micusik ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada (Micusik ark.2007), yerinde sentez ile PP ve viskon tekstil yüzeylerine, iletken PPy katmanının daha iyi bir şekilde bağlanmasını sağlamak amacıyla, pirol ile işlevsel hale gelebilen silan (SP) sentezlenmiş ve pirol oluşumundan daha önce yüzeye bağlanmıştır. Bununla beraber, yüzeyin hidroksil grupları bağlayabilmesi için yüzey önce aşılı viniltrimetoksilan tarafından radyofrekans plazma deşarj yardımı ile ön işleme tabi tutulmuştur. Çalışmanın asıl amacı, kullanılan SP'nin oluşacak PPy tabakasının yıkama haslığına, dolayısı ile yıkamadan sonraki tekstil yüzeyinin toplam iletkenliğine etkisini incelemektir. Çalışma sonucunda viskon üzerinde PPy'un yüzeye girebildiği, SP ile yüzeye girebilme arasında bir bağlantı olduğu bulunmuştur. PP yüzey için viskondakine göre SP ile ön muamele etkisinin çok daha iyi olduğu görülmüş, daha yüksek olan SP konsantrasyonunun iletken tabakanın yıkama haslığını geliştirdiği tesbit edilmiştir.

A.Kaynak ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada, (Kaynak ve ark. 2008) polipirol kullanarak, kontinü buhar polimerizasyon metodu ile iletken yapıda pamuk, yün ve nylon, iplikler üretilmiştir. İpliklerin büküm miktarları ve kullanılan FeCl₃ çözeltisi konsantrasyonu değiştirilerek polipirolun kaplama derecesi ve ipliklerin iletkenlik özellikleri incelenmiştir. Polimerizasyon miktarını değerlendirmek amacı ile ipliklerin yüzeyleri ve enine kesitleri incelenmiş fiziksel ve elektriksel özellikler arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu araştırmanın sonunda, ipliğin yüzey morfolojisi, büküm, şekil faktörü, hidrofilisite, doğrusal yoğunluk

(iplik numarası) gibi fiziksel özellikleri, polipirolun iplik içine olan penetrasyonu, kaplamanın kalınlığı, ve iplik eksenini boyunca kaplama düzgünlüğü üzerinde etkili olduğu bulunmuştur.

S. S. Najjar ve arkadaşları,(Najjar ve ark. 2007) kontinü buhar polimerizasyon tekniği kullanarak polipirol kaplı iletken yün ipliği hazırlamışlardır. Oksidan olarak farklı konsantrasyonlarda $FeCl_3$ ile üretimi 1 m/min hızla gerçekleştirmişlerdir. Daha sonra üretilen bu iplikleri mukavemet özellikleri, elektriksel özdirenç, boyuna ve enine kesit görünümüleri açısından değerlendirmişlerdir. 400 tur/m büküme sahip iplikte optimum özdirenç $1.69 \Omega \text{ g/cm}^2$ ile 70 g/L'lik $FeCl_3$ çözeltisinde, 500 tur/m büküme sahip iplikte ise optimum özdirenç $2.96 \Omega \text{ g/cm}^2$ ile 80 g/L $FeCl_3$ çözeltisinde elde edilmiştir. PPy kaplı iplikler kaplı olmayan ipliklere göre daha fazla mukavemet ve uzama göstermiştir. Boyuna görünümüleri ve enine kesit ve PPy'un iplik içerisine çok iyi ve içine kadar nüfuz ettiğini ve kaplamanın da iplik yüzeyinde uniform bir şekilde gerçekleştiğini göstermiştir.

T. Lin ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada,(Lin ve ark. 2005) reaktant konsantrasyonunu ayarlayarak kontrol edilen kaplama kalınlığına bağlı olarak PPy kaplı polyester kumaş yüzeyinin elektriksel direncini incelemişlerdir. Polyester tekstil yüzeyi üzerindeki polipirol tabakasının kalınlığı monomer konsantrasyonu ayarlanarak kontrol edilebilir

Blinova ve arkadaşları, PPy ve PANI sentezine oksitleyici/monomer molar oranının etkisinin ne olacağını incelemişlerdir. Çalışmada oksitleyici olarak amonyum peroksodisülfat (APS) kullanılmıştır. Pirol ve Anilin monomerlerinin 0.2 M HCl varlığında, APS ile sulu çözeltisindeki oksidatif polimerizasyonu gerçekleştirilmiştir. Maksimum iletkenlik değerleri PPy'de 0.3 S.cm^{-1} 'lik bir değerle oranı 1.1'lik, PANI'de ise 4.0 S.cm^{-1} 'lik bir değerle oksitleyici/monomer oranı 1.3 elde edilmiştir. (Blinova ve ark 2007)

Yıldız (2011) yaptığı çalışmada iletken polimerlerle muamele edilmiş tekstil yüzeylerinin elektrik iletkenliği ve elektromanyetik kalkanlama özelliklerini incelemiştir. Bu çalışmada iki farklı tekstil iplik türü (PES ve pamuk) iletken polipirol ile kaplanmış, sonra bu iplikler dokuma işlemi ile kumaş yüzeyi haline getirilmiştir. Üretilen bu kumaşların elektriksel ve elektromanyetik kalkanlama özellikleri incelenmiştir. Sonuçlar, polimerizasyon işleminde kullanılan $FeCl_3$ 'ün dört farklı konsantrasyonuna (50, 100, 150, 200 g/L) bağlı olarak irdelenmiştir. İpliğe ve kumaşa olmak üzere iki grup test uygulanmıştır. İpliğe yapılan testler; mukavemet testi, elektriksel direncin ölçülmesi, iplikte FTIR, SEM-EDS analizleridir. İplik mukavemet testi sonuçlarına göre PES iplikte, PPy kaplama sonucu, artan $FeCl_3$ konsantrasyonu ile mukavemet ve uzamada düşüş, pamuk ipliğinde ise mukavemette 100 g/L'ye kadar artış, daha sonra düşüş, uzamada ise 50 g/L'd artış sonrasında düşüş

gözlenmiştir. İplikte elektriksel direnç testine göre, artan elektrot uzaklığına bağlı olarak direnç de artmıştır. Aralarındaki korelasyon 1'e yakındır. Bu sonuç bize PPy tabakasının iplik boyunca homojen bir şekilde kaplandığını gösterir. FTIR, SEM ve EDS analizleri sonucu PPy'nin ipliğe kimyasal bir şekilde bağlandığı görülmektedir. Kumaşa, yüzey özdirenci ve elektromanyetik kalkanlama etkisinin ölçümü testleri uygulanmıştır. PES kumaşta en iyi kalkanlama değeri FeCl₃ oranı 150 g/L olduğunda elde edilmiştir. Pamukta ise en iyi kalkanlama 100 g/L'lik FeCl₃ ile elde edilmiştir. (Yıldız 2011)

Onar ve arkadaşları (2009) yaptıkları çalışmada polianilin ve polipirol ile kaplanan pamuklu kumaşların iletkenlik, dielektrik ve elektromanyetik özelliklerini karakterize etmişler ve karşılaştırmışlardır. Bunun için anilin ve pirol monomer olarak kullanılmış ve kimyasal oksidatif polimerizasyon yöntemi ile pamuklu kumaş üzerinde in-situ polimerizasyon gerçekleştirilmiştir. İletken polimerlerle yapılan kaplamalar pamuklu kumaşa 10⁻² S/cm dercesinde iletkenlik sağlamıştır. Ortalama elektromanyetik koruma etkinliği ve ortalama absorpsiyon değerleri sırasıyla polianilin için 3,8 dB ve %48 ve polipirol için 6 dB ve %50 olarak tespit edilmiştir. Sonuçta polianilin ve polipirol ile kaplanan kumaşların iletkenlik ve elektromanyetik koruyuculuk özellikleri arasında büyük farklılık olmadığını görmüşlerdir.

(Onar ve ark. 2009)

BÖLÜM 3

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1.DENEYSEL YÖNTEMLER

Bu çalışmada %100 pamuk, %50-%50 pamuk- polyester, %100 polyester kumaşlar üzerine pirol monomeri kaplanmıştır. Polimerizasyon işleminde yükseltgen amacı ile kullanılan demir-III-klorür ($FeCl_3$) konsantrasyonunun kumaşın elektriksel iletkenlik ve elektromanyetik kalkanlama özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Deneysel çalışmalar ve test işlemleri Namık Kemal Üniversitesi ve Kırklareli Üniversitesi Laboratuvarları ile Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Tekstil Eğitimi Bölümünde gerçekleştirilmiştir.

3.2. DENEYLERDE KULLANILAN MATERYALLER

Deneysel çalışmada %100 pamuk, %50-%50 pamuk- polyester, %100 polyester kumaşlar kullanılmıştır. Deneysel çalışmalar için üç adet cam fanus temin edilmiştir. Diğer cam eşyalar Labor Teknik Laboratuvar Malzemeleri Sanayi ve Ticaret AŞ. Firmasından alınmıştır. Çalışmalarda kullanılan $FeCl_3$ Tekkim Kimya Sanayi Tic LTD ŞTI ve pirol monomeri Merck ve Sigma Aldrich firmasından temin edilmiştir. Bu çalışmada Merck Firmasına ait olan pirol A ve Sigma Aldrich firmasına ait olan pirol B simgeleri ile gösterilmiştir. Deney soğuk ortamda yapılması gerektiği için çok sayıda buz kütleleri kullanılmıştır.

3.3. GERÇEKLEŞTİRİLEN DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.3.1.Kumaşlara Uygulanan Deneyler ve Testler, Kullanılan Cihazlar

3.3.1.1 Kumaşların Deney için Hazırlanması

Bu deneyin yapılmasında 3 farklı bezayağı dokunmuş kumaş kullanılmıştır. Pamuklu kumaşın gramajı 253 g/m^2 , çözgü sıklığı 45 tel/cm, atkı sıklığı 20 atkı/cm ve çözgü ipliği numarası 36 tex (Ne 16), atkı ipliği numarası ise tex 43 (Ne 14) 'tür. Polyester kumaşın ise

gramajı 154 g/m², çözgü sıklığı 20 tel/cm, atkı sıklığı 17 tel/cm ve çözgü ipliği numarası tex 38 (Ne15), atkı ipliği numarası tex 38 (Ne 15)'dir. Pamuk-Polyester kumaşın ise gramajı 133g/m² çözgü sıklığı 45 tel/cm, atkı sıklığı 40 tel/cm ve çözgü ipliği numarası tex 38 (Ne 15), atkı ipliği numarası tex 38 (Ne 15)'dir Bu kumaşların her birinden 20x20 cm ebadında 6 adet numune kesilmiştir. Toplamda 18 adet numune elde edilmiştir.

Çizelge 3. 1 Deneyde kullanılan kumaşların özellikleri

Numune Adı	İplik Numarası (Tex)	Sıklık (iplik/cm) (çözgü- atkı /cm)	Gramaj (g/m ²)	Pierce Örtme Faktörü
Pamuk	36x43	45x20	253	27 x 13
Pamuk –Polyester	38x38	45x40	133	28 x 25
Polyester	38x38	20x17	154	12 x 10

3.3.1.2. Deneyde Kullanılan Kimyasalların Özellikleri

FeCl₃ katı bir maddedir. Fiziksel ve kimyasal özellikleri ise şöyledir: Mavimsi yeşil renkte ve kokusuzdur. Yoğunluk :~ 1.89 g/cm³ (20 C⁰'de), Çözünürlük : ~400 g/Lt (20 C⁰'de), Erime Noktası :> 60 C⁰, pH : ~3-4 (50 g/lt H₂O) (20 C⁰'de) ve yanıcı olmayan bir maddedir.

Pirol ise önemli iletken monomerlerden birisidir. Kimyasal veya elektrokimyasal yolla sentezlenebilir. Molekül Formülü: C₄H₅N, Mol Kütlesi: 67,09 g.mol⁻¹, Yoğunluk: 0,967 g.cm⁻³, Erime Noktası :-23 C⁰, Kaynama Noktası: 129-131 C⁰'dir.

Çizelge 3. 2 FeCl₃ 'nin Özellikleri

Molekül Formülü	Mol Kütlesi	Yoğunluk	Erime Noktası	Çözünürlük	pH	Özellikleri
FeCl ₃	162,2 g.mol ⁻¹	1,89 g.cm ⁻³	> 60 C ⁰	~400g/Lt (20 C ⁰ 'de)	~3-4 (50 g/ltH ₂ O)	Mavimsi yeşil Katı Kokusuz Yanıcı değil

Çizelge 3. 3 Pirol monomeri ve PPy'ün özellikleri

Molekül Formülü	Mol Kütlesi	Yoğunluk	Erime Noktası	Kaynama Noktası	Dekompozisyon Sıcaklığı (PPy)	Camsı Geçiş Sıcaklığı (PPy)	Yaklaşık iletkenliği S/cm
C ₄ H ₅ N	67,09 g.mol ⁻¹	0,967 g.cm ⁻³	-23 C ⁰	129-131 C ⁰	180-237 C ⁰	160-170 C ⁰	500-7500

3.3.1.3. Kumaşlara Uygulanan Deneyler:

Her kumaş grubuna uygulanmak üzere 0,1 -0,2 ve 0,3 M iki farklı firmaya ait pirol ile çözelti hazırlanmıştır. Çözelti hazırlama işleminde her bir molar değeri için ne kadar pirol kullanılacağı hesaplanmıştır.

A firmasına ait pirol %97'lik olup, yoğunluğu (d) 0,97 ve Molekül kütlesi (M_A) ise 67,09'dur. Bu değerlere göre kaç molar pirol kullanmak gerektiği şöyle hesaplanmıştır.

$$m = d \times \% \times 1000 / M_A$$
$$m = 0,97 \times 0,97 \times 1000 / 67,09$$
$$m = 14,02 \text{ Molar}$$

0,1 M için; $m_1 \times V_1 = m_2 \times V_2$

$$14,02 \text{ M} \times V_1 = 0,1 \text{ M} \times 1000 \text{ ml}$$

$$V_1 = 7 \text{ ml}$$

0,2 M için; $V_1 = 14 \text{ ml}$

0,3 M için; $V_1 = 21 \text{ ml}$

Çözelti hazırlanırken her bir değer destile su ile 1000 ml 'ye tamamlanmıştır.

B firmasına ait pirol %98'lik olup yoğunluğu (d) 0,98 Molekül kütlesi (M_A) ise 67,09'dur.

Bu değerlere göre kaç molar pirol kullanmak gerektiği şöyle hesaplanmıştır.

$$m = d \times \% \times 1000 / M_A$$
$$m = 0,97 \times 0,98 \times 1000 / 67,09$$
$$m = 14,17 \text{ Molar}$$

0,1 M için; $V_1 = 7,06 \text{ ml}$

0,2 M için; $V_1 = 14,11 \text{ ml}$

0,3 M için; $V_1 = 21,17$ ml

Çözelti hazırlanırken her bir değer 1000 ml 'ye destile su ile tamamlanmıştır. Daha sonra başka bir kaptaki katı haldeki $FeCl_3$ çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözeltideki $FeCl_3$ miktarı ise şöyle hesaplanmıştır.

$FeCl_3$ molekül kütlesi $m_a = 162,2$

$$M = m / m_a \times V$$

$$0,3 = m / 162,2 \times 1\text{lt}$$

$m = 48,66$ gr alınıp 1 litre destile su ile karıştırılır.

Bu hesaplamalar yapıp çözeltiler hazırlandıktan sonra verilen işlem akış tablosuna göre deneyler yapılmıştır.



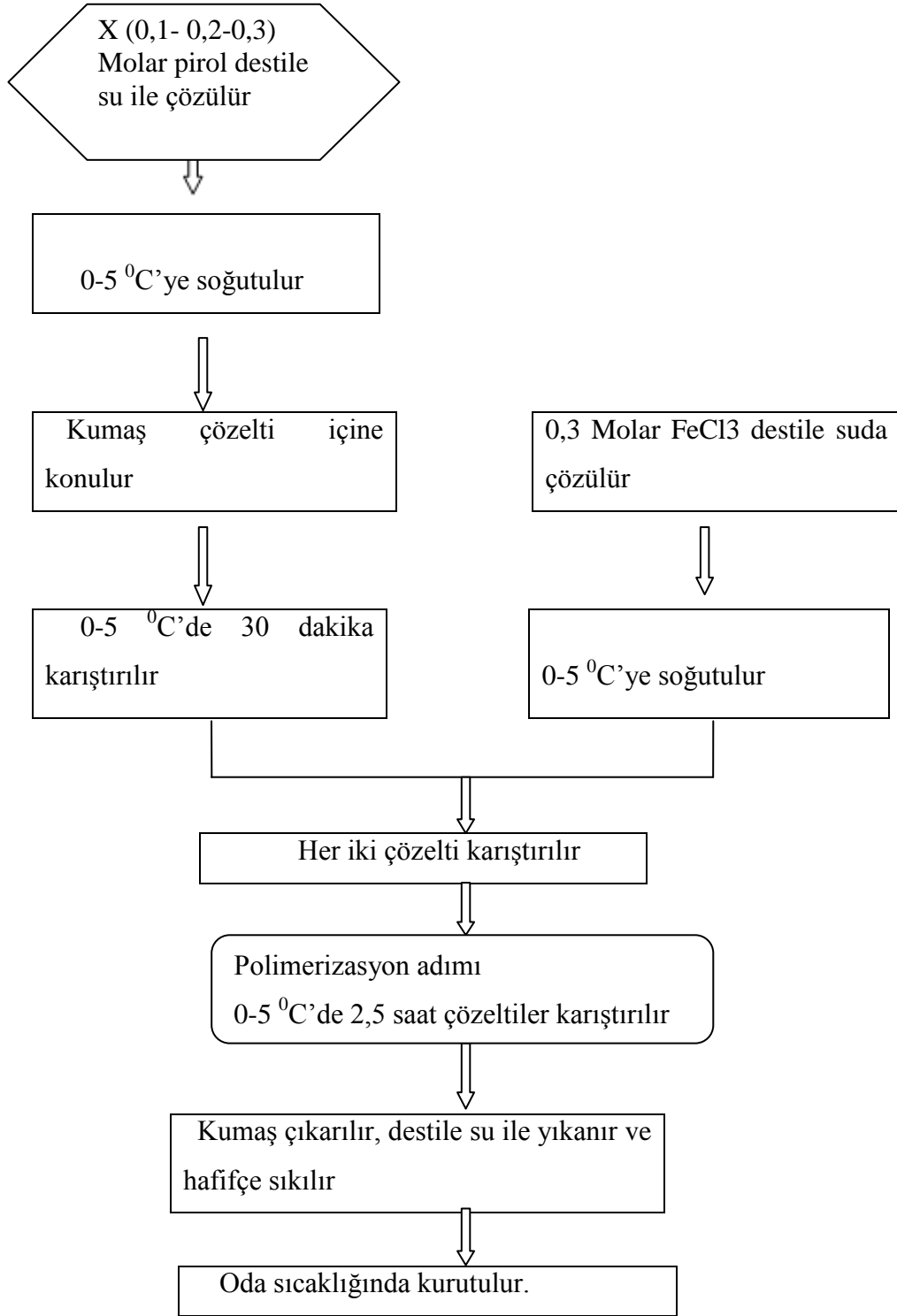
Şekil 3. 1 Deney Düzeneği yandan görünüş



Şekil 3. 2 Deney Düzeneği önden görünüş

Deney sonunda gerçekleşen polimerizasyon işlemi ile %100 pamuk, %50 -%50 Pamuk – Peliester, %100 Polyester kumaşlar pirol ile kaplanmıştır. Bu kumaşların her biri kaplama etkisi ile sertleşmiş ve renkleri değişik tonlarda siyah olmuştur.

Çizelge 3. 4 Kumaşların pirol ile kaplanması akış tablosu (Onar ve ark. 2009)



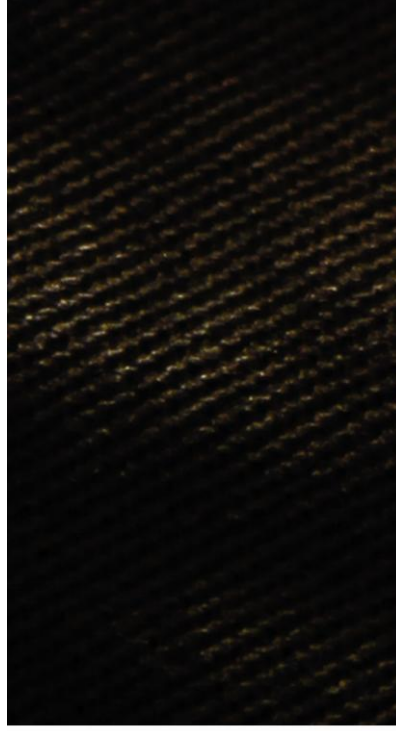
Bu işlemler her iki firma için ve her bir molar değeri için ayrı ayrı yapılmıştır.

3.3.1.4. Kumaşlara Uygulanan Testler:

3.3.1.4.1. Pirol kaplanmış kumaş örnekleri



0,1 M Pamuk A



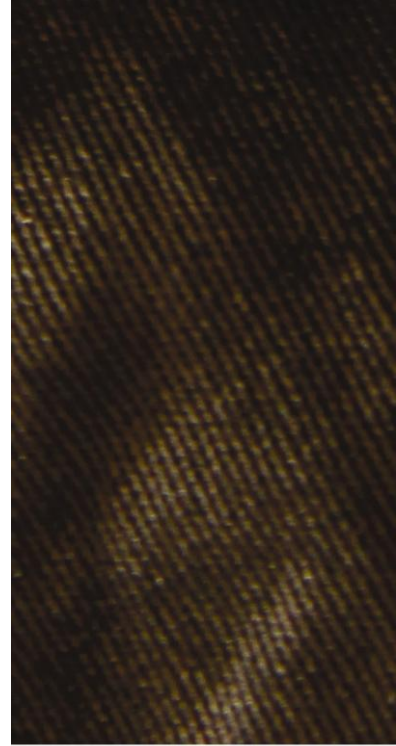
0,2 M Pamuk A



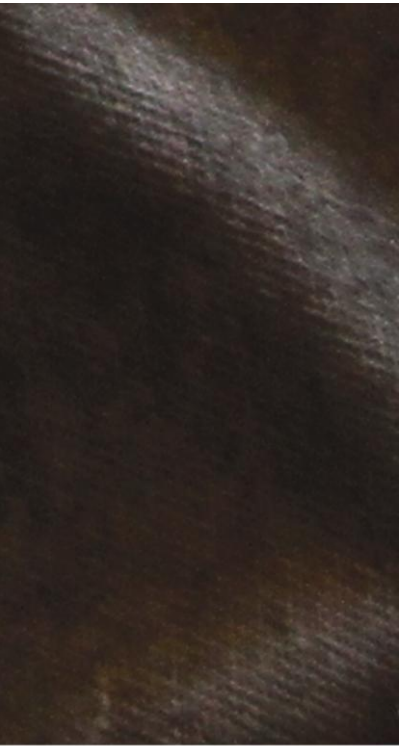
0,3 M Pamuk A



0,1 M Pamuk B



0,2 M Pamuk B



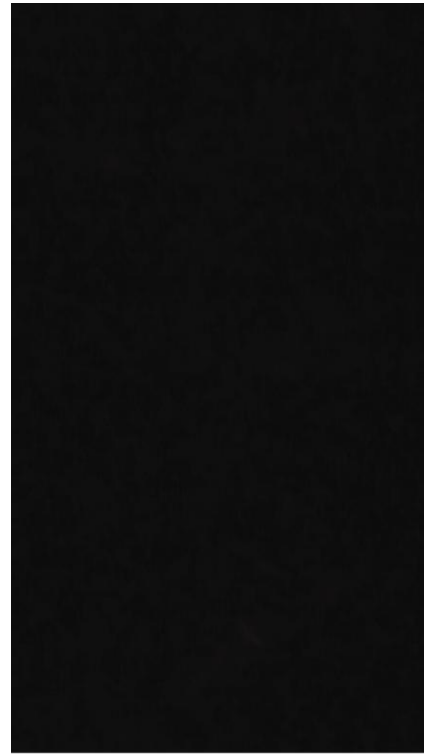
0,3 M Pamuk B



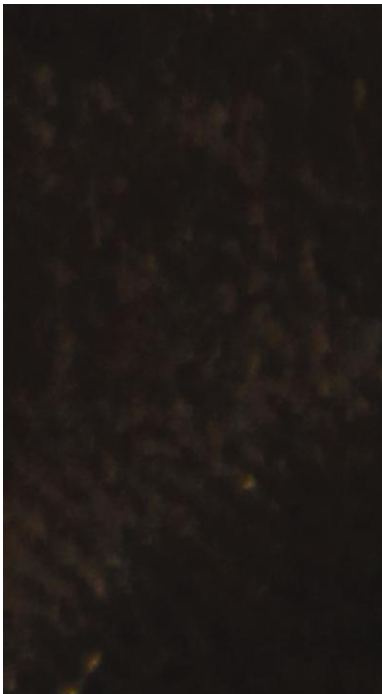
0,1 M Pamuk - Pes A



0,2 M Pamuk - Pes A



0,3 M Pamuk - Pes A



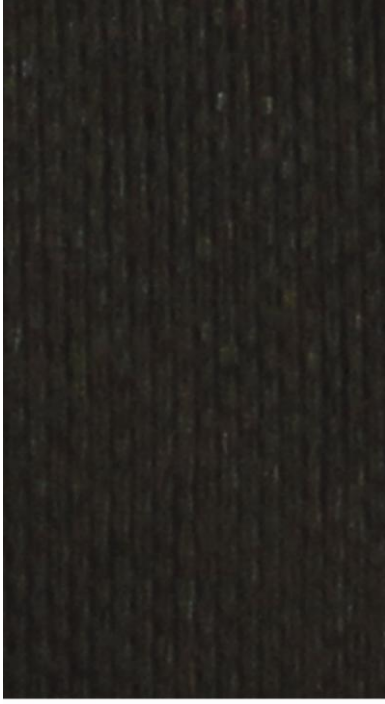
0,1 M Pamuk - Pes B



0,2 M Pamuk - Pes B



0,3 M Pamuk - Pes B



0,1 M Polyester A



0,2 M Polyester A



0,3 M Polyester A



0,1 M Polyester B



0,2 M Polyester B



0,3 M Polyester B

Şekil 3. 3 0,1-0,2-0,3 M A ve B pirol kaplanmış kumaş örnekleri

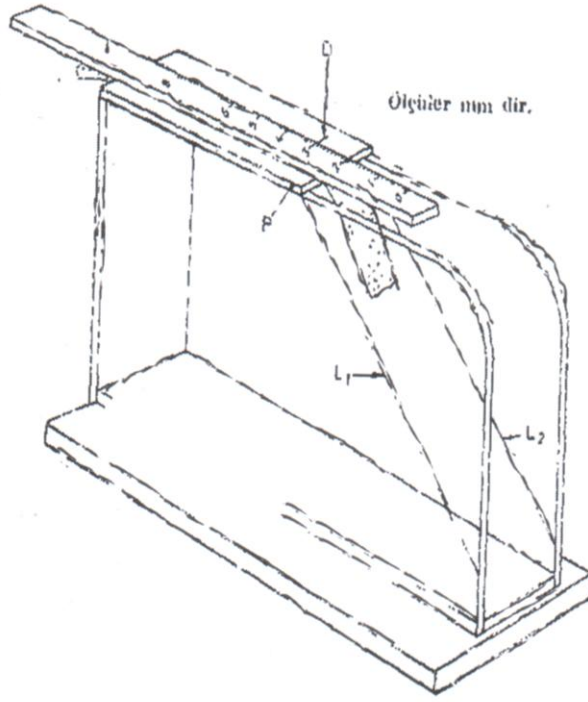
3.3.1.4.2.Kumaşta Eğilme Dayanımı Tayini:

Kumaşta eğilme dayanımı testi Kumaş Rijitliği Test Cihazında TS 1409 Ekim 1974 standardına uygun olarak yapılmıştır. Bu cihaz kumaşlarda sertliğe bağlı bükülme ve eğilme tayini için kullanılır.



şekil 3. 4 Kumaş Rijitlik Test Cihazı

Eğilme tayin cetveli ve itici sürgü ile birlikte komple set halinde bulunmaktadır. Bu test cihazının amacı belli ölçülerdeki dikdörtgen biçiminde kesilmiş test numunesinin kendi ağırlığı altında yatay durumundan sapsmasıdır. Eğilme Dayanımı mamulün eğilmeye karşı göstermiş olduğu karşı koymadır. Test numuneleri 2,5 cm x 15 cm boyutlarında dikdörtgen biçiminde uzun kenarı çözüye paralel olacak şekilde 4 (çözgü numuneleri) ve dik olacak biçimde dörder deney numunesi (atkı numuneleri) olarak kesilmiştir. Deney numuneleri çözgü numunelerinde aynı çözgü iplikleri, atkı numunelerinde ise, aynı atkı iplikleri olmayacak şekilde birbirlerinden farklı yerlerden alınmıştır. Kenarlardan uçlardan, kırışmış ve katlanmış yerlerden deney numunesi alınmamıştır.



Şekil 3. 5 Kumaş Sertlik Test Cihazı şematik görünüşü

38x150mm boyutunda yatay P düzlemi üzerine üst yüzü cm ve mm bölüntülü S sürgüsü yerleştirilmiştir. S sürgüsünün ön ucu ile P düzleminin ön ucu üstte iken sürgü üzerindeki O çizgisi düzlem üzerindeki D başlangıç çizgisi ile çakışır. P düzleminin üst ön kenarından geçen ve yatayla $41,5^{\circ}$ 'lik bir açı yapan L_1 ve L_2 gözetleme çizgileri cihazın yan saydam kapakları üzerine çizilmiştir. S sürgüsünün alt yüzü ince bir lastikle kaplanmış ve P düzleminin üst yüzü parlatılmıştır. Böylece bu iki yzey arasına konulan numune rahatça kayabilir. Metal sürgünün eni 2,5 cm, boyu 15 cm ve kalınlığı 0,3 cm olmalıdır. Cihazda bir su terazisi bulunmalıdır.

Deney şöyle yapılmıştır: Cihaz düz bir zemin üzerine yerleştirilerek su terazisi ile yatay olması sağlandı. Deney numunesi, bir ucu P düzleminin kenarı ile üst üste gelerek ve S sürgüsünün O çizgisi D başlangıç çizgisi ile çakışacak şekilde, düzlem ile sürgü arasına yerleştirildi. Sürgü öne doğru yavaş yavaş kaydırılmak suretiyle numunenin kendi ağırlığı altında eğilerek düzlem kenarından sarkması sağlandı. Numunenin ucu L_1 ve L_2 çizgilerine değince sürgü durduruldu ve skaladan sarkma uzunluğu okundu. Her deney numunesinde, her iki yüz sırayla, yukarı gelecek şekilde ilk kez bir ve sonra diğer ucu için ayrı ayrı olmak üzere toplam dört ölçme yapıldı. Kumaşın m^2 ağırlığı W (g/m^2) TS 251'e göre tesbit edildi.

Çözgü ve atkı sarkma uzunluğu X (cm) bütün ölçmelerin ortalaması olarak hesaplanır. Eğilme uzunluğu (C) ve Eğilme dayanımı (G) aşağıdaki formüllerle hesaplandı. (Ak 2006)

$$C_A = X_A / 2 \quad G_A = 0,1 \times W \times C_A^3$$

$$C_C = X_B / 2 \quad G_C = 0,1 \times W \times C_C^3$$

$$G_0 = \sqrt{G_A \times G_C}$$

X_A : Atkı yönü sarkma uzunluğu (cm)

X_C : Çözgü yönü sarkma uzunluğu (cm)

C_A : Atkı yönü eğilme uzunluğu (cm)

C_C : Çözgü yönü eğilme uzunluğu (cm)

G_A : Atkı yönü eğilme dayanımı (mg x cm)

G_C : Çözgü yönü eğilme dayanımı (mg x cm)

G_0 : Kumaş eğilme dayanımı

W : Tekstil mamülünün m^2 ağırlığı (g / m^2)

3.3.1.4.2. Kaplanmış Kumaş Numuneleri FTIR Analizi:

Kumaşların FTIR analizi Perkin Elmer Spectrum 100 ATR-FTIR spektrofotometresi

ile incelenmiştir. Kumaşlarda polipirol ile kaplanma sonucu meydana gelen kimyasal değişimler ayrı ayrı gözlenmiştir.

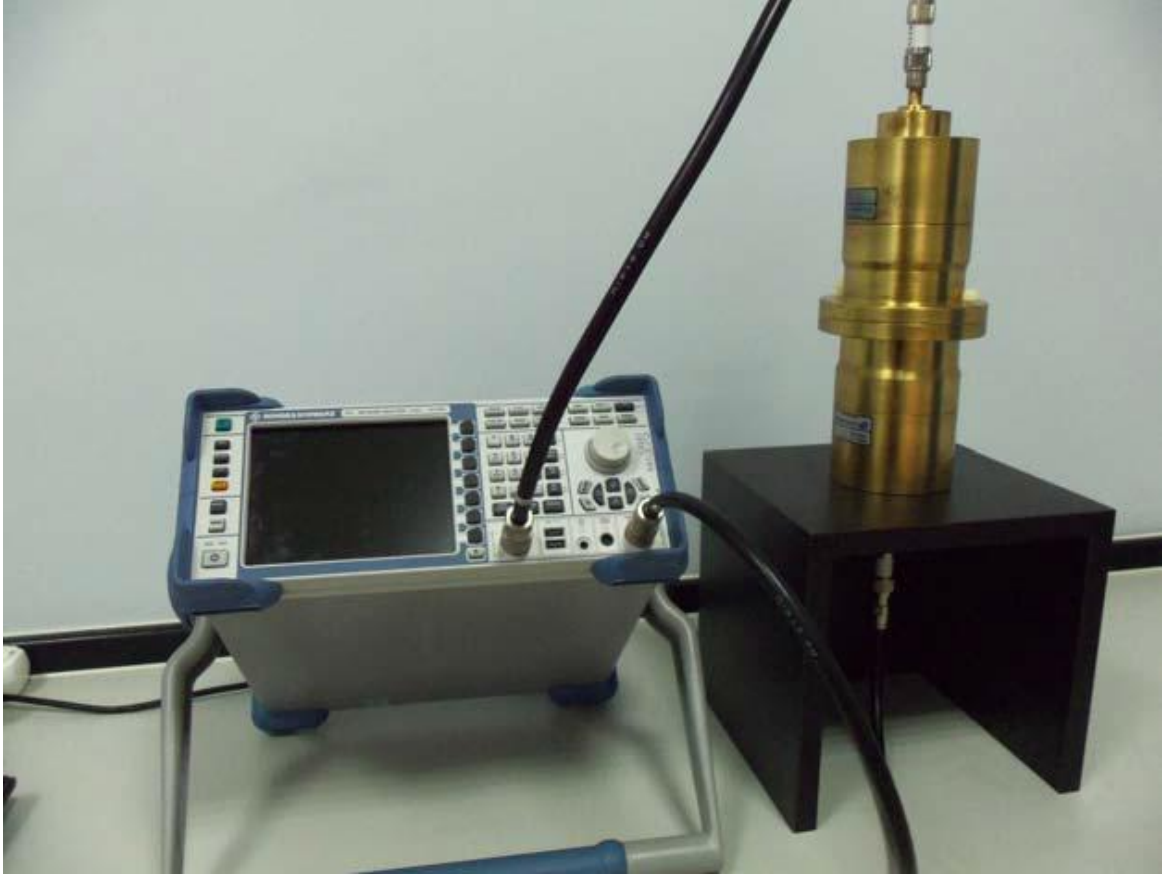
Kızılötesi Spektroskopisi bir molekül veya bileşik yapısında bulunan bağlar hakkında tanımlayıcı bilgiler verimektedir. Kızılötesi (IR) Spektroskopisi temel olarak kızılötesi ışığın incelenen madde tarafından soğurulmasına dayanmaktadır. FTIR-ATR ünitesi ile absorpsiyon bantlarının dalga boyunda azalma meydana getirilerek daha az emekle ve örnek kalınlığından bağımsız olarak soğurganlığı çok fazla olabilen farklı maddelerin spektrum analizlerine olanak sağlamaktadır. Bu cihaz ile, her türlü katı, sıvı ve gaz numunelerin kalitatif ve kantitatif analizleri yapılabilmektedir. Cihaz orta ve uzak infrared bölgede (8.300 - 225 cm^{-1}) çalışmaktadır. Cihazın ayırma gücü, en az 0.4 cm^{-1} . En az 15 bileşenin aynı anda kantitatif analizini en küçük kareler yöntemiyle yapabilmektedir. (www.deltamedarge.com.tr)



Şekil 3. 6 Perkin Elmer Spectrum 100 ATR-FTIR spektrofotometre.

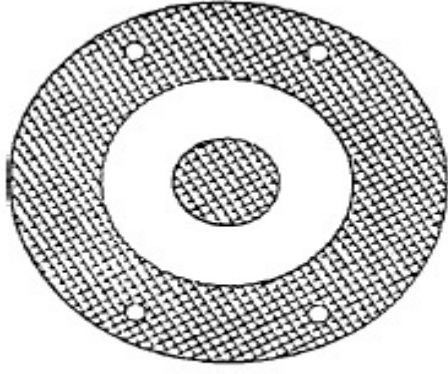
3.3.1.4.3.Kumaşta Elektromanyetik Kalkanlama Etkisinin (EMSE) Ölçümü:

Kumaşta elektromanyetik kalkanlama etkisi Network Analyzer (ROHDE&SCHWARZ) cihazında ölçülmüştür. Network Analyzer cihazının iki dairesel deney tutucu başlıkları bulunmaktadır. Bu başlıklar ölçülecek numunenin sabitlenmesini ve ölçüm kolaylığını sağlar.

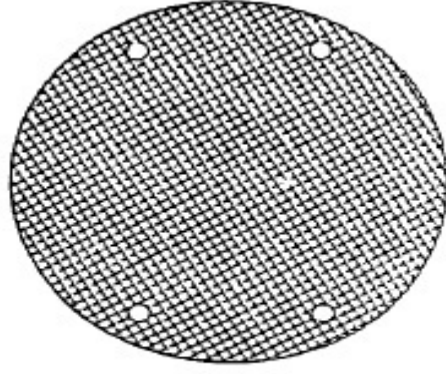


Şekil 3. 7 Network Analyzer Cihazı (ROHDE&SCHWARZ).

Malzemenin gerçek ölçüm değeri için test numunelerinin referans ölçümleri de yapılmalıdır. Referans numunesinin ölçümü için küçük dairesel bir parça başlıklar arasındaki merkez iletken noktaların arasına ve büyük, dairesel, içi oyuk bir parçada iki başlık arasına yerleştirilmelidir. Referans ve ölçüm numuneleri Şekil 3.8’de görülmektedir. Böylece bu metot ile merkez ve diğer iletken haricinde iki başlık arasındaki malzeme ve uzaklık sabit bir şekilde tutulur. Dıştaki iletkene, iki başlık arasında iyi bir kapasitif alan sağlanması amacıyla flanşlar eklenmiştir. Kalkanlama etkisi, referans numunesi ile test numunesinin ölçüm sonuçları arasındaki fark hesaplanarak bulunur. İki başlığın kullanıldığı bu metotta, başlıkların ölçüm yapabildiği frekans aralığı 1 MHz – 1.8 GHz, güç aralığı ise 90 – 100 dB’dir. Ölçüm işlemi ASTM D 4935-10 standardına göre yapılmaktadır (Tong 2009)



Referans Numunesi



Ölçüm Numunesi

Şekil 3. 8 Network Analyzer cihazında kalkanlama ölçüm numuneleri

BÖLÜM 4

DEĞERLENDİRME

4.1. KUMAŞ ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1. 1.Kumaşta Eğilme Dayanımı Sonuçları:

4.1.1.1. Farklı Pirol Konsantrasyonlarında Pamuk, PES, Pamuk- PES Kumaşları İçin Eğilme Dayanımı Sonuçları

Numunelerin pirol ile kaplanması sonucunda, kumaşların birim alan ağırlık ile katılığında ve buna bağlı olarak eğilme davranışlarında önemli değişimler gözlenmiştir. Bu nedenle eğilme dayanımlarının incelenmesinde yarar görülmüştür. Eğilme Dayanımında meydana gelen değişimler 3 farklı pirol konsantrasyonuna göre karşılaştırmalı olarak ve TS 1409 esas alınarak yapılan deney sonuçları Çizelge 4.1, Çizelge 4. 2 ve Çizelge 4.3’de görülmektedir.

Çizelge 4. 1 Pamuklu kumaş için 0,1-0,2-0,2 M pirol ile kaplandığında oluşan eğilme dayanımı sonuçları

Pamuk	Ham kumaş	A			B		
		0,1 M	0,2 M	0,3 M	0,1 M	0,2 M	0,3 M
X_A (cm)	4,2	4,9	5,1	5,8	4,8	5,4	5,2
X_C (cm)	5,1	6,4	7,1	7,6	5,8	6,4	7,2
W (g/m ²)	253	342	376	397	380	379	383
G_A (mg.cm)	233,165	502,949	623,460	968,243	525,312	745,986	673,161
G_C (mg.cm)	419,474	1120,666	1682,182	2178,418	926,782	1241,907	1786,925
G_0 (mg.cm)	312,7	750,8	1024,1	1452,3	697,7	962,5	1096,8

Pamuklu kumaşlara farklı konsantrasyonda uygulanan kaplama sonucu atkı ve çözgü yönü sarkma uzunluğunda konsantrasyon arttıkça bir artış olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla buna bağlı olarak kumaş eğilme dayanımı konsantrasyona bağlı olarak artmıştır.

Çizelge 4. 2 Pamuk-Pes kumaş için 0,1-0,2-0,2 M pirol ile kaplandığında oluşan eğilme dayanımı sonuçları

Pamuk - PES	Ham kumaş	A			B		
		0,1 M	0,2 M	0,3 M	0,1 M	0,2 M	0,3 M
X_A (cm)	3,1	5,4	5,6	6,3	3,5	5,6	5,8
X_C (cm)	4,1	6,1	7,2	7,1	5,8	6,9	6,1
W (g/m ²)	133	184	195	197	195	211	200
G_A (mg.cm)	49,527	362,167	428,064	615,740	104,508	463,187	487,780
G_C (mg.cm)	114,581	522,056	909,792	881,336	475,586	866,442	567,452
G_0 (mg.cm)	75,3	434,8	624,1	736,7	222,9	633,5	526,1

Çizelge 4.2 'ye göre %50 Pamuk-%50 PES kumaşlarda farklı konsantrasyonda uygulanan kaplama sonucu atkı yönü sarkma uzunluğunda az da olsa bir artış gözlenmiştir. Çözgü yönü sarkma uzunluğunda ise artma eğilimi gözlenmekle birlikte, en üst değerde bir miktar konsantrasyon artmasına rağmen düşüş olduğu görülmektedir. Bu düşüş oranının, numuneler arasındaki sıkma oranındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Zaten Çizelge 4.5 'de verilen kaplama sonrası birim alan ağırlığı değişim oranındaki düşme de bunu doğrulamaktadır. Bunlara bağlı olarakta kumaş eğilme dayanımında konsantrasyon artmasına rağmen hafif düşüş olmuştur.

Çizelge 4. 3 Pes kumaş için 0,1-0,2-0,2 M pirol ile kaplandığında oluşan eğilme dayanımı sonuçları

PES	Ham kumaş	A			B		
		0,1 M	0,2 M	0,3 M	0,1 M	0,2 M	0,3 M
X_A (cm)	3,7	5,6	6,6	6,6	5,2	6,1	5,9
X_C (cm)	4,2	6,9	7,1	7,8	5,5	7,8	7,2
W (g/m ²)	154	163	172	177	170	168	179
G_A (mg.cm)	97,507	357,818	618,116	636,085	298,792	476,660	459,536
G_C (mg.cm)	142,619	669,337	769,508	1049,946	353,547	996,559	835,142
G_0 (mg.cm)	117,9	489,4	689,7	817,2	325,1	689,2	619,5

PES kumaşlar, eğilme dayanımı değişimi açısından en az değişim gösteren numuneler olmuştur. Doğal olarak polyester lifinin hidrofobik özelliği nedeniyle, bu numunelerdeki kaplama malzemesi alma oranı (Çizelge 4.5) da en alt düzeyde % 6 -16 aralığında gerçekleşmiştir. Farklı konsantrasyonda uygulanan kaplama sonucu hem atkı yönü sarkma uzunluğunda, hem de çözgü yönü sarkma uzunluğunda genel bir artış eğilimi gözlenmiştir. B kodlu pirol monomeri ile kaplanan numunenin üst konsantrasyon değerlerinde bir miktar düşüş olduğu tesbit edilmiştir. Daha önce belirtildiği gibi bu düşüşün de sıkma oranındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Dolayısıyla bu düşüşe bağlı olarak konsantrasyon arttıkça kumaş eğilme dayanımında da düşüş meydana gelmiştir. Bu etkinin en fazla B firmasına ait olan pirol ile kaplanmış kumaşlarda olduğu tesbit edilmiştir.

Çizelge 4. 4 Ham ve Bitmiş Kumaş birim alan ağırlıkları (gramaj - g/m²)

Numune Adı	Ham Kumaş Gramajı	Kaplanmış Kumaş Gramajı (A)			Kaplanmış Kumaş Gramajı (B)		
		0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
Pamuk	253	342	376	397	380	379	383
Pamuk-PES	133	184	195	197	195	211	200
Polyester	154	163	172	177	170	168	179

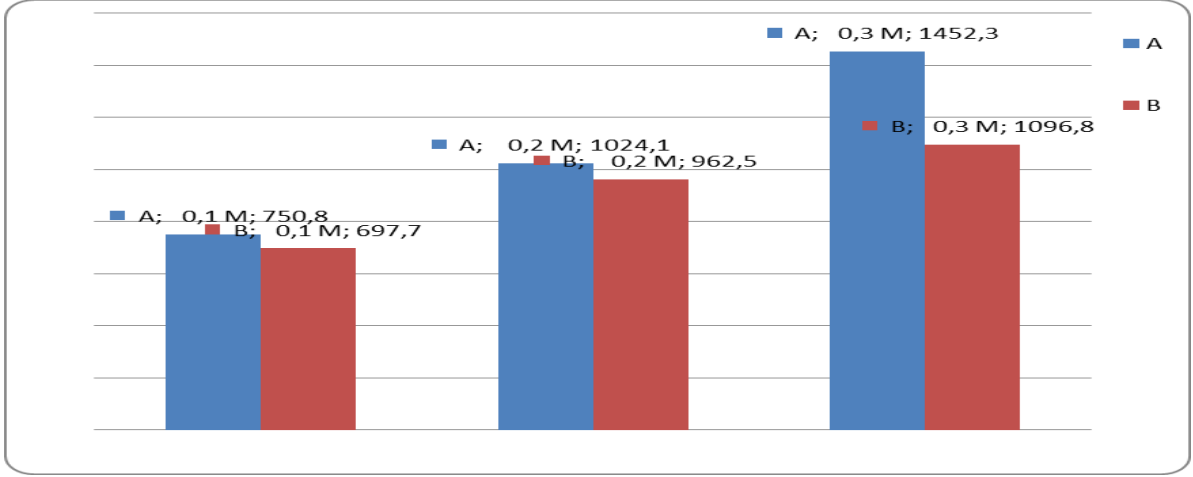
Ham ve bitmiş kumaş gramajlarına baktığımızda A firmasına ait pirol ile kaplama yapılmış kumaşın konsantrasyonu arttıkça gramajının arttığı görülmüştür. B firmasına ait olan

pirol ile kaplama yapılmış kumaşlarda ise konsantrasyon arttıkça bir miktar gramajda düşüş olduğu tesbit edilmiştir. Bunda yine sıkmanın etkisi veya kaplama sırasında yapılan karıştırma işleminin homojen yapılmamasının etkisi olduğu düşünülmektedir.

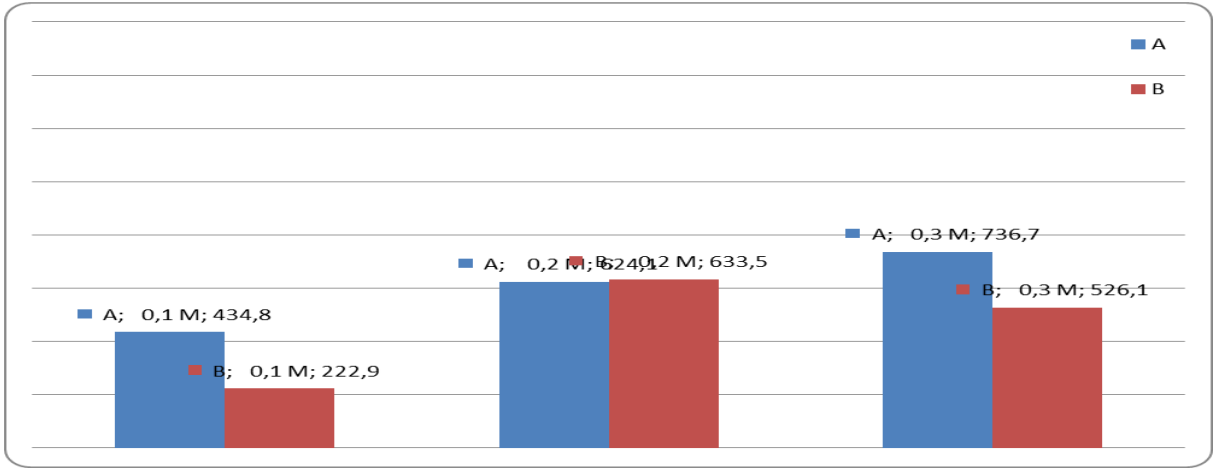
Çizelge 4. 5 Kaplanmış kumaşların birim ağırlık bazında ek kaplama malzemesi alma oranı

Numune Adı	Ham Kumaş Gramajı / Bitmiş Kumaş Gramajı					
	(A)			(B)		
	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
Pamuk	0,35	0,48	0,57	0,50	0,49	0,51
Pamuk-PES	0,38	0,47	0,48	0,47	0,59	0,50
Polyester	0,06	0,12	0,15	0,10	0,09	0,16

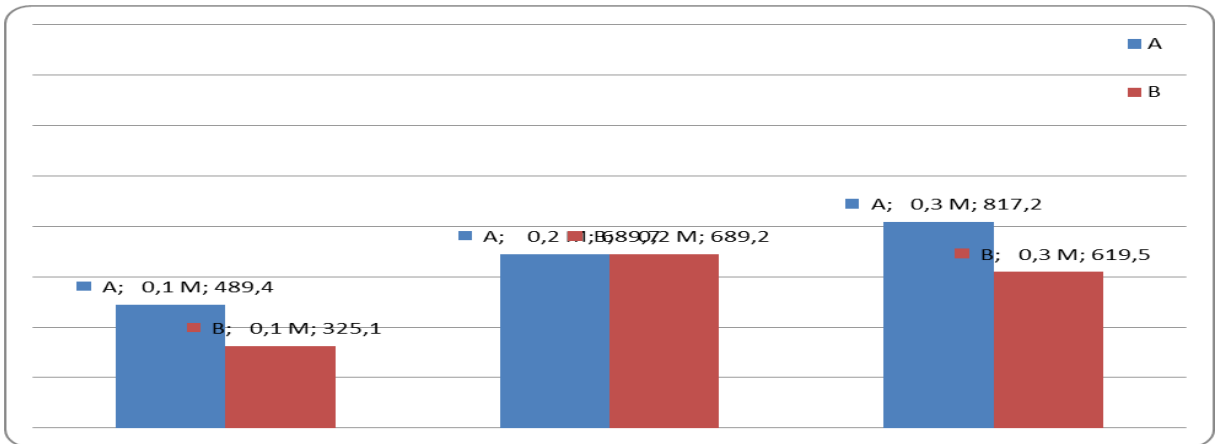
Sonuç olarak monomer konsantrasyonu artışının kumaşın göreceli olarak katılaşmasına neden olduğu gözlenmiştir. Ancak değişim oranına, kumaş gramajı ve lif tipi kadar, polimerizasyon kaplaması sonrasında yapılan manuel sıkma işlemindeki varyasyonun da önemli etkisi olmuştur. Bunlar kumaşların eğilme dayanımı davranışını etkilemiştir.



Şekil 4. 29 Pamuk Kumaşları İçin Farklı Pirol Konsantrasyonlarında (0,1-0,2-0,3) Eğilme Dayanımları arasındaki ilişki



Şekil 4. 30 Pamuk –PES Kumaşları İçin Farklı Pirol Konsantrasyonlarında (0,1-0,2-0,3) Eğilme Dayanımları arasındaki ilişki



Şekil 4. 31 PES Kumaşları İçin Farklı Pirol Konsantrasyonlarında (0,1-0,2-0,3) Eğilme Dayanımları arasındaki ilişki

Pamuklu kumaş numunelerinde A firmasına ait pirol ile yapılmış kaplama sonucu konsantrasyon arttıkça eğilme dayanımının da arttığı net olarak görülmüştür. En düşük eğilme dayanımı 0,1M konsantrasyonda 750,8 mg.cm, en yüksek eğilme dayanımı ise 0,3M konsantrasyonda 1452,3 mg.cm olarak ölçülmüştür. B firmasına ait pirol ile yapılmış kaplama sonucu konsantrasyon arttıkça yine eğilme dayanımının da arttığı görülmüştür. En düşük eğilme dayanımı 0,1M konsantrasyonda 697,7 mg.cm 'de, en yüksek eğilme dayanımı ise 0,3M konsantrasyonda 1096,8 mg.cm 'de gerçekleşmiştir.

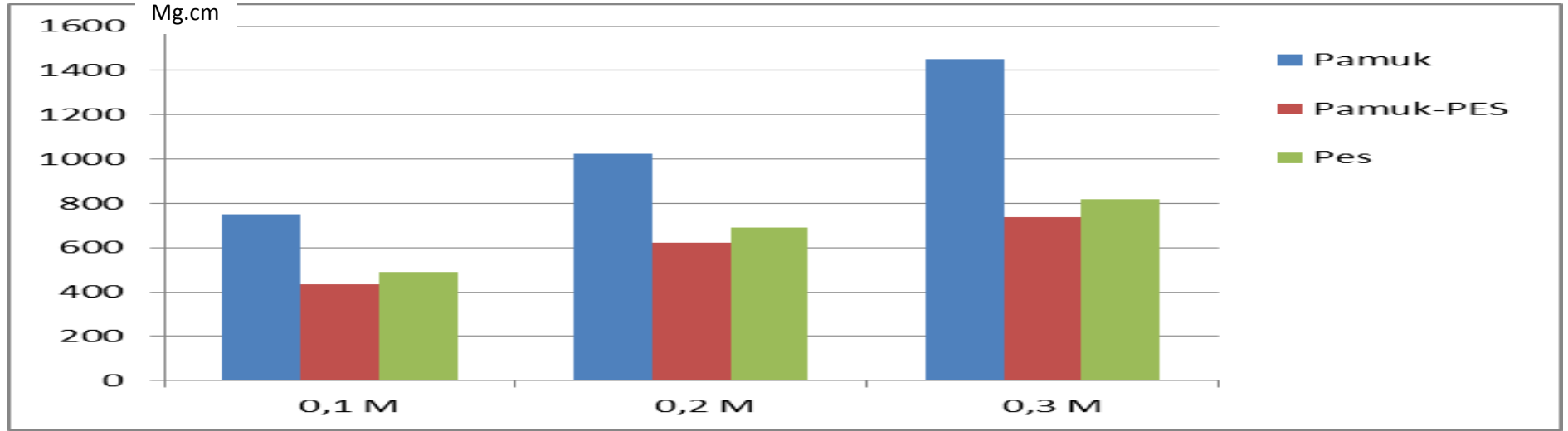
Sonuç olarak her iki monomer karşılaştırıldığında; Pirol A'nin eğilme dayanımının Pirol B 'ye göre konsantrasyon artışına bağlı olarak daha yüksek olduğu dolayısıyla, B kodlu pirolün kumaşta daha az katılaşmaya yol açtığı görülmüştür. Kumaş gramajlarındaki değişim de bunu doğrulamaktadır.

Pamuk-PES kumaşta A firmasına ait pirol ile yapılmış kaplama sonucu yine konsantrasyon arttıkça eğilme dayanımının da arttığı görülmüştür. En düşük eğilme dayanımı 0,1M konsantrasyonda 434,8 mg.cm, en yüksek eğilme dayanımı ise 0,3M konsantrasyonda 736,7 mg.cm olarak ölçülmüştür. B firmasına ait pirol ile yapılmış kaplama sonucunda ise konsantrasyon arttıkça eğilme dayanımında ilk önce bir artış, daha sonra bir düşüş görülmüştür. En düşük eğilme dayanımı 0,1M konsantrasyonda 222,9 mg.cm 'de, en yüksek eğilme dayanımın ise 0,3M'da olması beklenirken, 0,2M konsantrasyonda 633,5mg.cm 'de gerçekleşmiştir. Artış trendinde beklenen artışın olmayışı daha önce de belirtildiği gibi sıkma varyasyonundan kaynaklanmıştır.

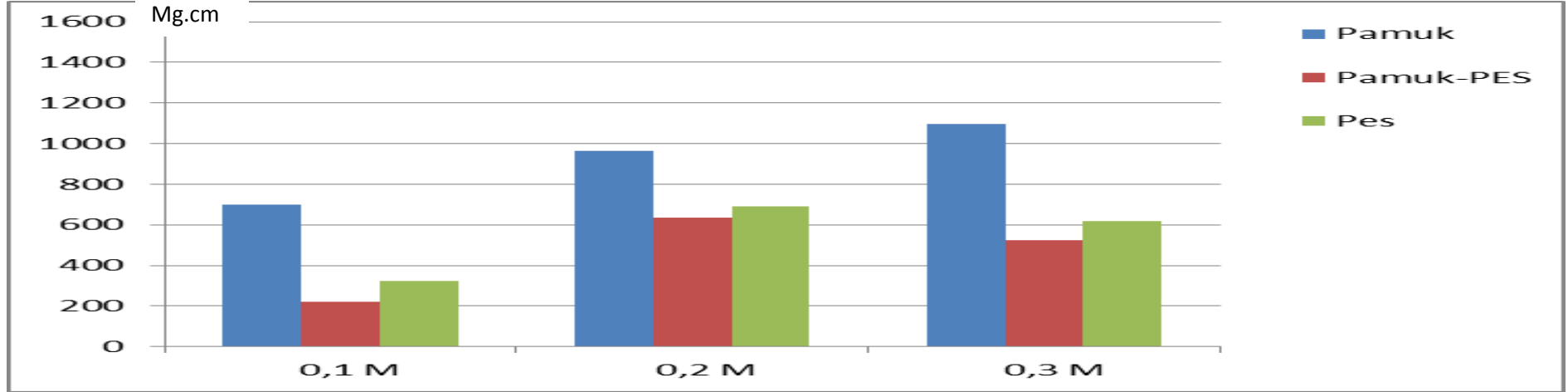
Sonuç olarak her iki firmayı karşılaştırdığımızda; Pirol A'nin eğilme dayanımının Pirol B 'ye göre konsantrasyon artışına bağlı olarak daha belirgin bir şekilde arttığı görülmüştür. Pirol B'nin kumaşta daha az katılaşmaya yol açtığı görülmüştür. Kumaş gramajlarındaki değişim de bunu doğrulamaktadır. B firmasındaki beklenenden farklı sonucun büyük olasılıkla sıkma oranı farklılığı ya da polimerizasyon banyosu homojenliğinin yeterli olmamasının sonucu olduğu tahmin edilmektedir.

PES kumaşta A firmasına ait pirol ile yapılmış kaplama sonucu yine konsantrasyon arttıkça eğilme dayanımının da arttığı görülmüştür. En düşük eğilme dayanımı 0,1M konsantrasyonda 489,4 mg.cm'de, en yüksek eğilme dayanımı ise 0,3M konsantrasyonda 817,2 mg.cm 'de gerçekleşmiştir. B firmasına ait pirol ile yapılmış kaplama sonucun da ise konsantrasyon arttıkça eğilme dayanımında ilk önce bir artış, daha sonra bir düşüş görülmüştür. En düşük eğilme dayanımı 0,1M konsantrasyonda 325,1 mg.cm 'de, en yüksek eğilme dayanımın ise 0,3M'da olması beklenirken, 0,2M konsantrasyonda 689,2 mg.cm 'de gerçekleşmiştir

Sonuç olarak her iki firmayı karşılaştırdığımızda, pamuk-PES kumaşlardakine benzer bir davranış biçimi gözlenmiş, B firması ürününden beklenenden farklı sonuç çıkmıştır.



Şekil 4. 32 Pamuk, Pamuk- PES, PES Kumaşları İçin Pirol A'nın farklı konsantrasyonlarda Eğilme Dayanımları davranışları arasındaki ilişki

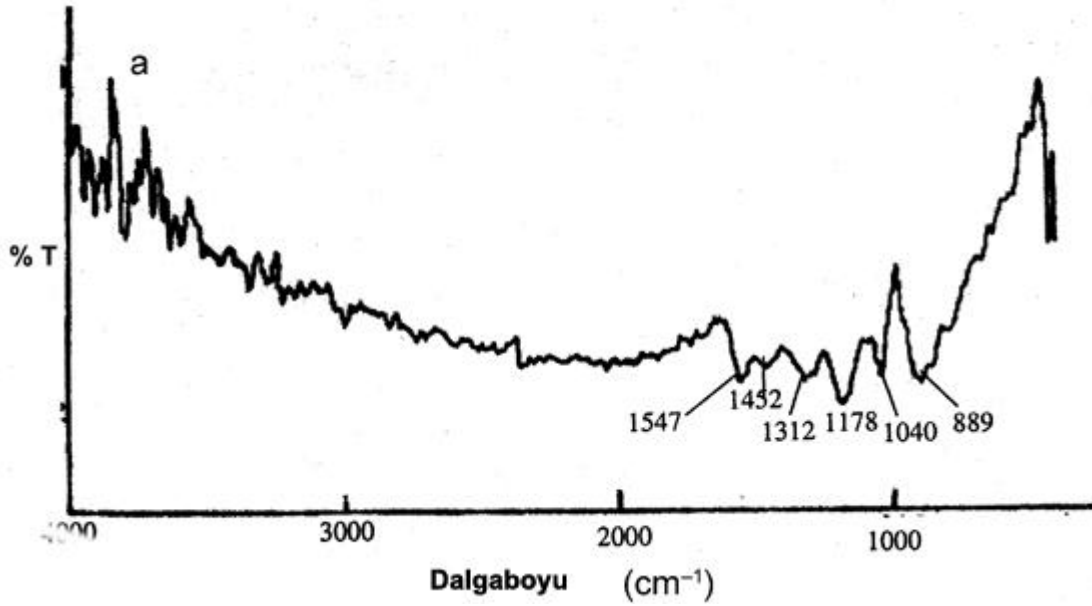


Şekil 4. 33 Pamuk, Pamuk- PES, PES Kumaşları İçin Pirol B'nin farklı konsantrasyonlarda Eğilme Dayanımları davranışları arasındaki ilişki

Pamuk,Pamuk-PES, PES Kumaşları için her iki firmaya ait farklı Pirol Konsantrasyonlarında (0,1-0,2-0,3) Eğilme Dayanımları karşılaştırıldığında en yüksek eğilme dayanımı artışı, dolayısıyla katılaşmanın pamuklu kumaşta olduğu görülmüştür. En düşük eğilme dayanımı Pamuk- PES kumaşta olduğu görülmüştür. Aslında üç kumaş türü kendi içlerinde ham olarak değerlendirildiğinde de benzer sıralama oluşmaktadır. Kumaşların elyaf kompozisyonundan çok, sıklık ve gramajları eğilme dayanımları karakteristiğini belirlemektedir. Ham kumaşların gramajlarına bağlı olarak aldıkları flote oranı da yüksek olmaktadır. Diğer taraftan A firmasının B firmasına göre daha yüksek bir eğilme dayanımı ortaya çıkmasına yol açtığı da açıkça görülmüştür. Pirol B'nin daha az katılaşmaya yol açmasının nedeni iki ürünün yapısal farklılıklarından kaynaklanıyor olabilir. Kaplama sırasındaki sıkma etkisi ile deney sırasındaki karıştırma işleminin yeterince homojen olmamasının da etkisi olabileceği düşünülmektedir. Aynı zamanda A firmasına ait pirol'ün yoğunluğu (d) $0,97 \text{ g.cm}^{-3}$ iken, B firmasına ait pirol'ün yoğunluğu (d) $0,98 \text{ g.cm}^{-3}$ 'tür. Bu aralarındaki $0,01$ 'lik yoğunluk farkından dolayı katılaşma farkı oluşmuş olabilir.

4.1.2.Kumaşlarda FTIR Analizi ve Sonuçları:

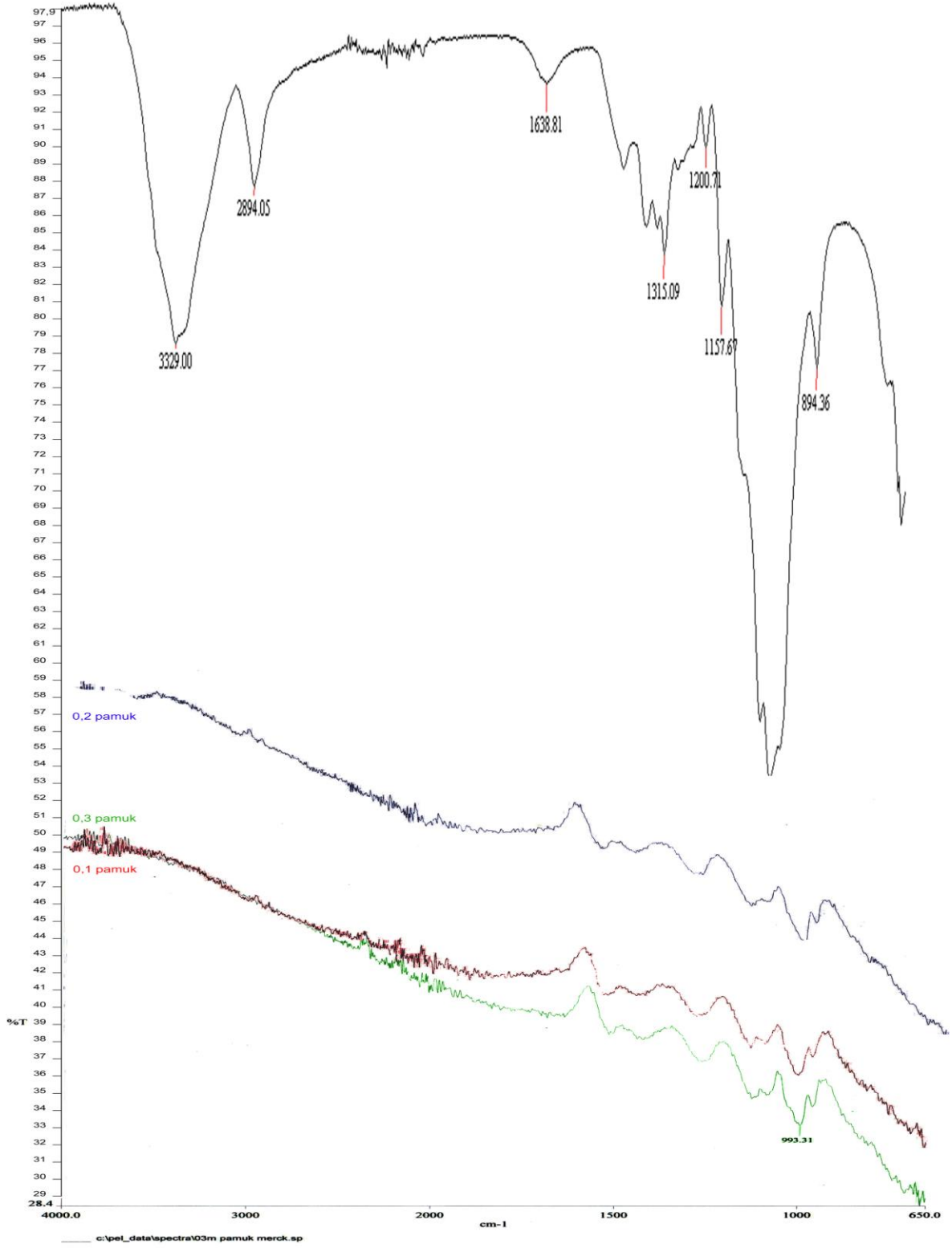
Her iki firmaya ait farklı konsantrasyonlarda (0,1-0,2-0,3) pirol ile yapılan kaplama işlemi sonucu kumaşların pirol ile bağ yapıp yapmadıklarını anlamak için FTIR spektrumları incelenmiştir.



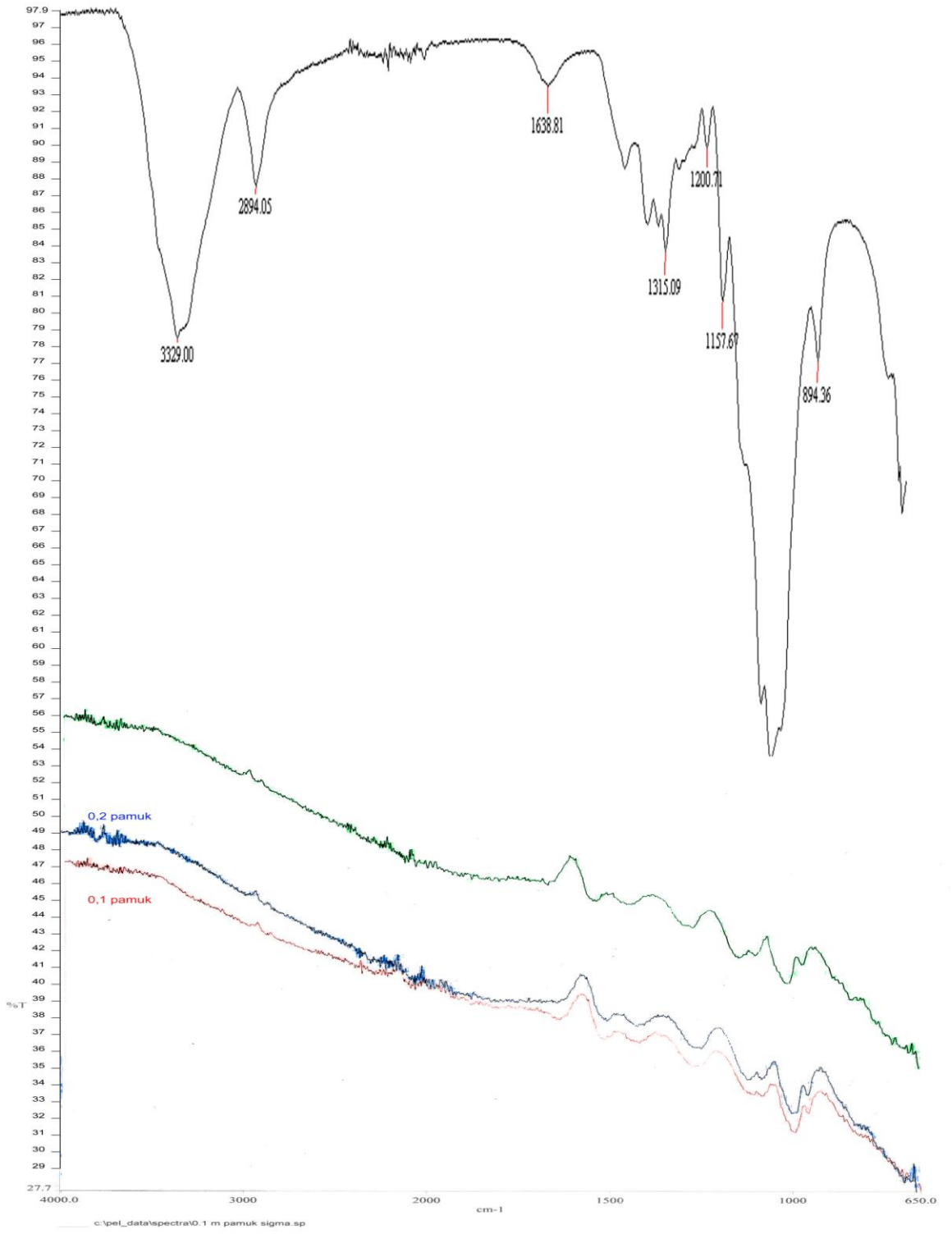
Şekil 4. 34 Saf polipirol FTIR analizi sonucu

Şekil 4.7’de verilen saf polipirol FTIR analizi sonuçlarında; 1547 ve 1452 cm⁻¹ de oluşan bantlar muhtemelen tipik polipirol halkası titreşimlerine bağlanabilir. 1312 ve 1040 cm⁻¹ de ortaya çıkan gerilimler =C–H bant düzleminde oluşan titreşimlere karşılık gelebilir. 1178 cm⁻¹ de oluşan geniş gerilim bandı N–C gerilme bandına karşı gelmektedir. 889 cm⁻¹ de gözlenen IR tepeciği de polipirol polimerizasyonuna işaret eden düzlem titreşiminden kaynaklı =C–H bandı ile ilişkilendirilebilir. (Vishnuvardhan ve ark.2006)

Bu bağlamda pamuk, pamuk-pes ve pes kumaşlara pirol ile kaplama yapıldıktan sonra, hepsi pirol ile bağ yaptığı için 1550 cm⁻¹ civarında polipirol’e ait aromatik halka titreşimleri ile 1300 cm⁻¹ civarında C-N gerilmeleri gözlemlenmiştir



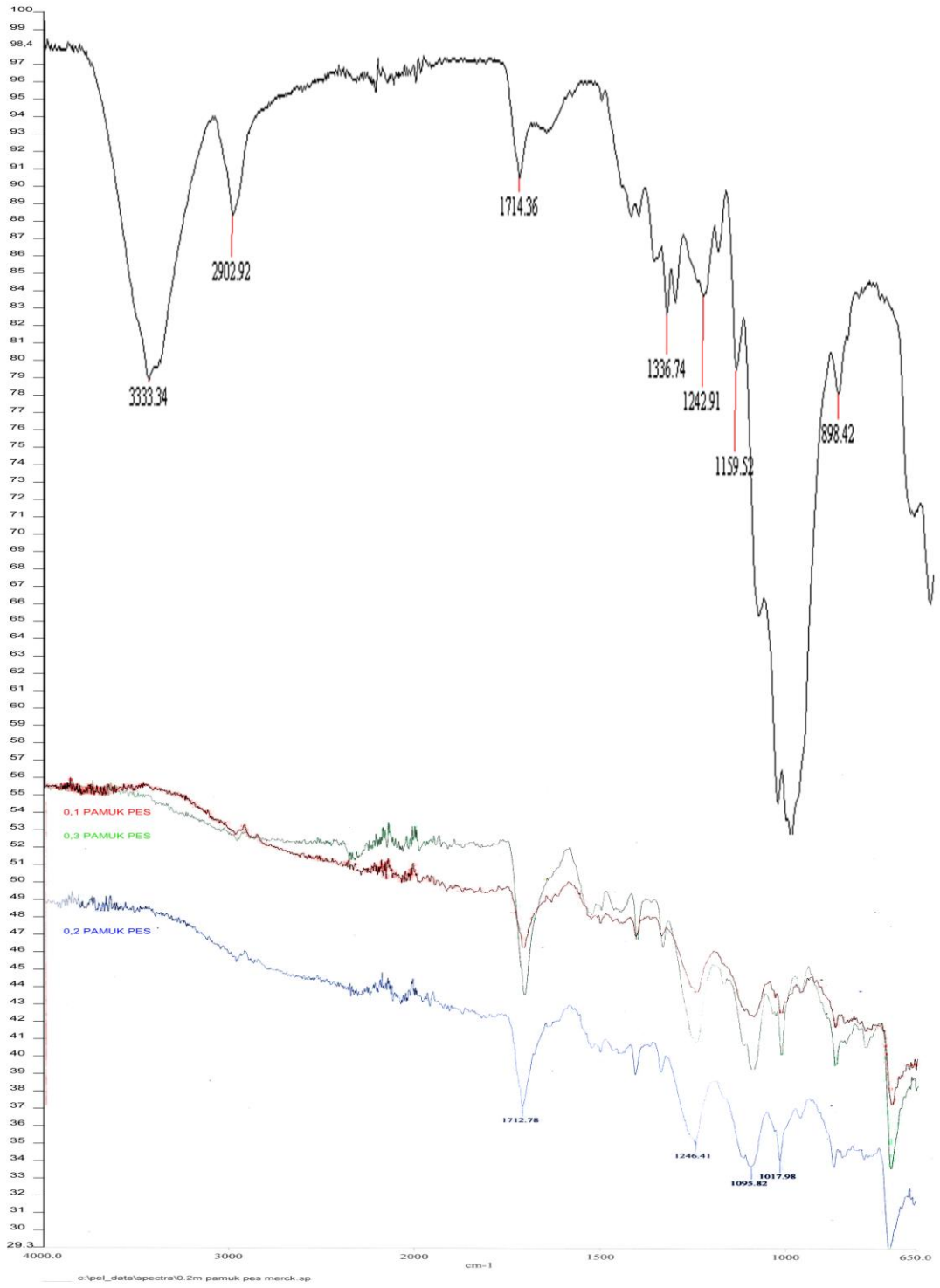
Şekil 4. 35 Pamuk kumaşları için üç farklı pirol (A) konsantrasyonu kullanılarak kaplama sonucu meydana gelen FTIR spektrumu



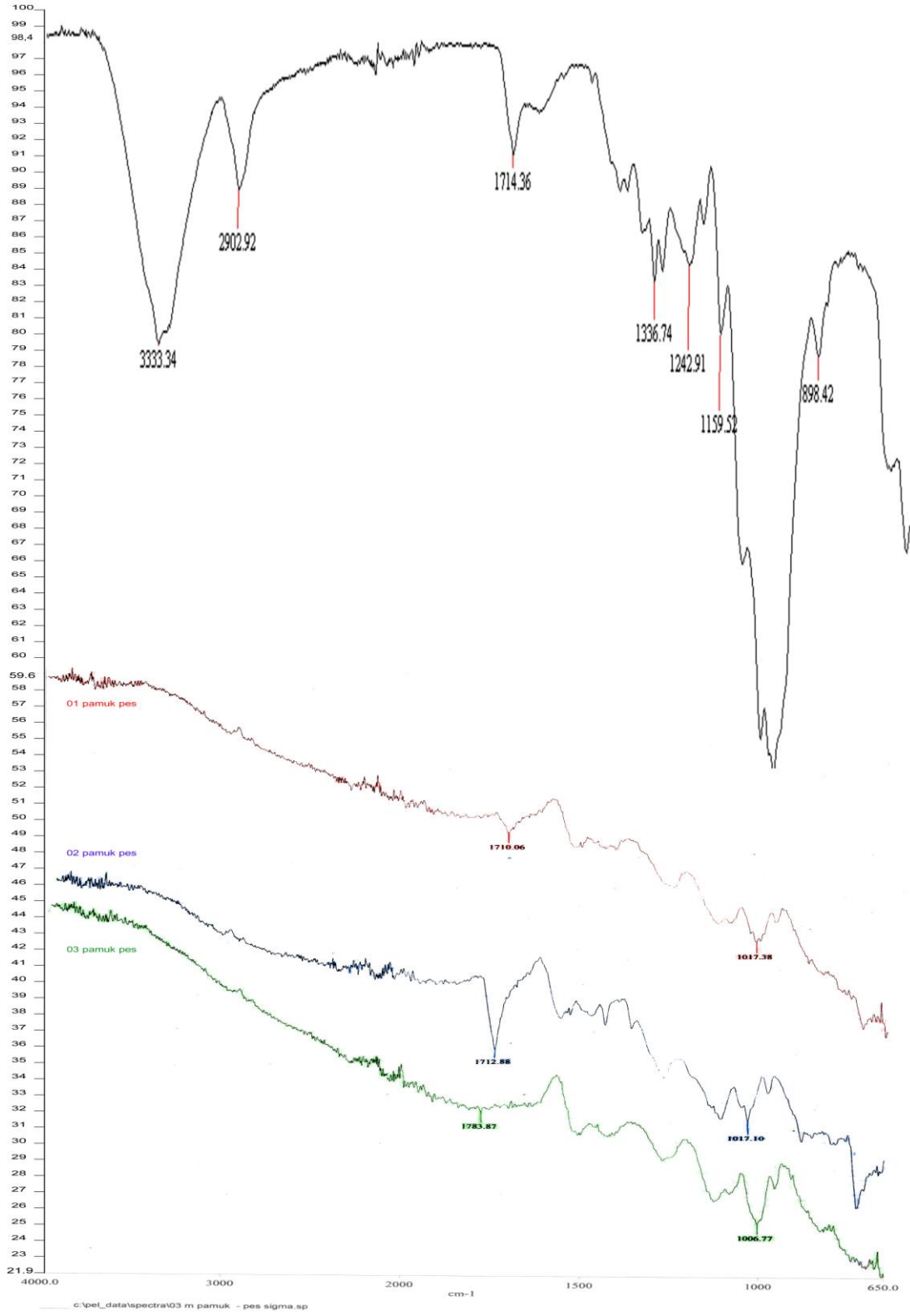
Şekil 4. 36 Pamuk kumaşları için üç farklı pirol (B) konsantrasyonu kullanılarak kaplama sonucu meydana gelen FTIR spektrumu

2800-3000 cm^{-1} arasındaki geniş pik C-H gerilmesine aittir. 3300 cm^{-1} merkezli geniş pik O-H gerilmesine aittir. Selülozun yapısında CH_2 grupları bulunmasına karşın bu gruplara ait simetrik ve asimetrik gerilmeler keskin pik olarak gözlenmemiştir.

Pirol ile bağ yaptığı için bu O-H pikleri kaybolmuştur. Pirol miktarının arttırılması 1058 cm^{-1} 'de görülen pamuğa ait C-O-C gerilmelerinin giderek daha fazla kaybolmasına yol açmıştır, fakat karıştırmadan kaynaklanan fazla polimerizasyondan dolayı 0,2M pirol kullanılarak yapılan kaplama sonucu 0,3M pirol kullanılarak yapılan kaplama sonucundan daha fazla çıkmıştır. Bu sonuçlar Chunga ve ark. (2004) tarafından yapılmış çalışmada elde edilen sonuçlara paralellik taşımaktadır.



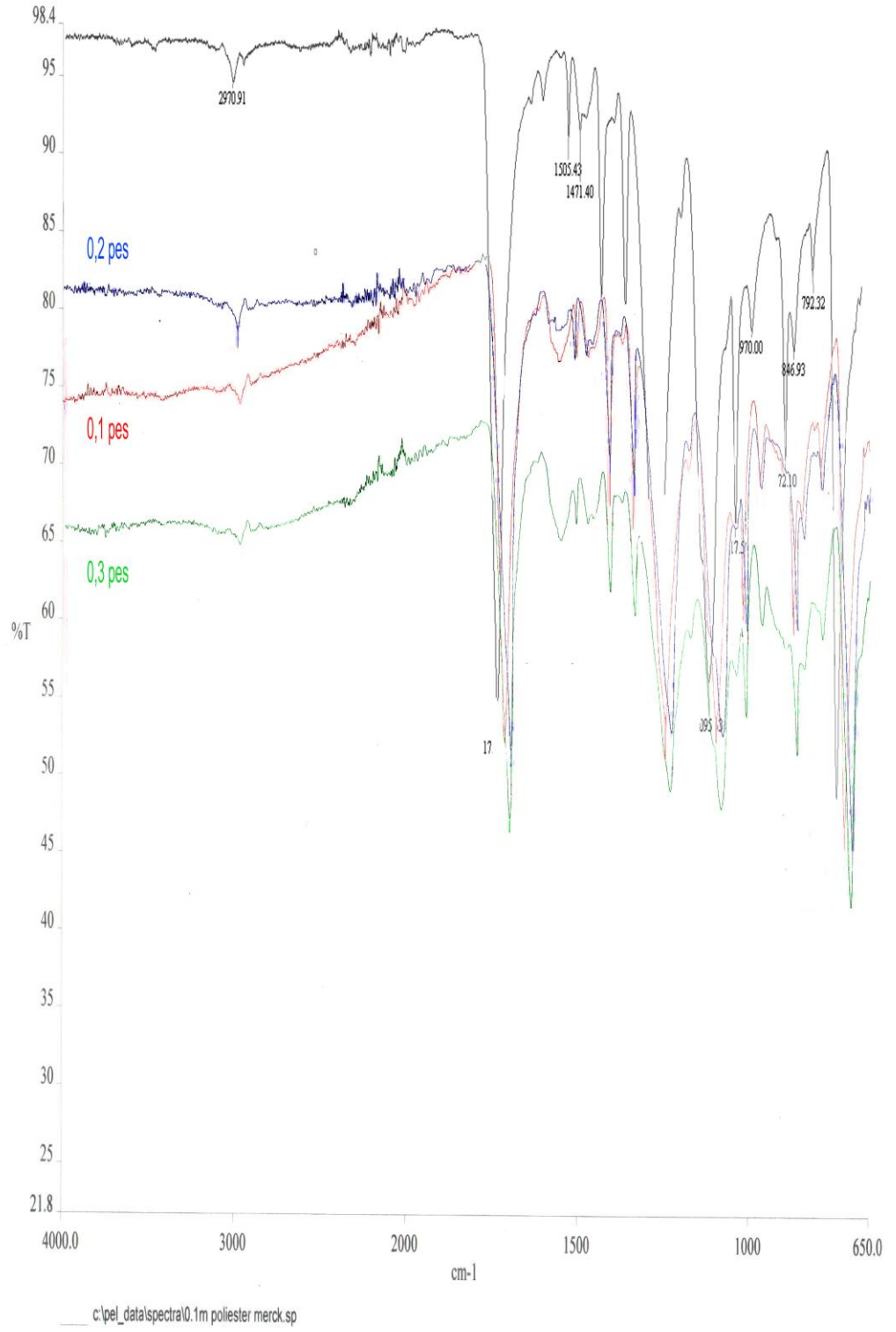
Şekil 4. 37 Pamuk- PES kumaşları için üç farklı pirol (A) konsantrasyonu kullanılarak kaplama sonucu meydana gelen FTIR spektrumu



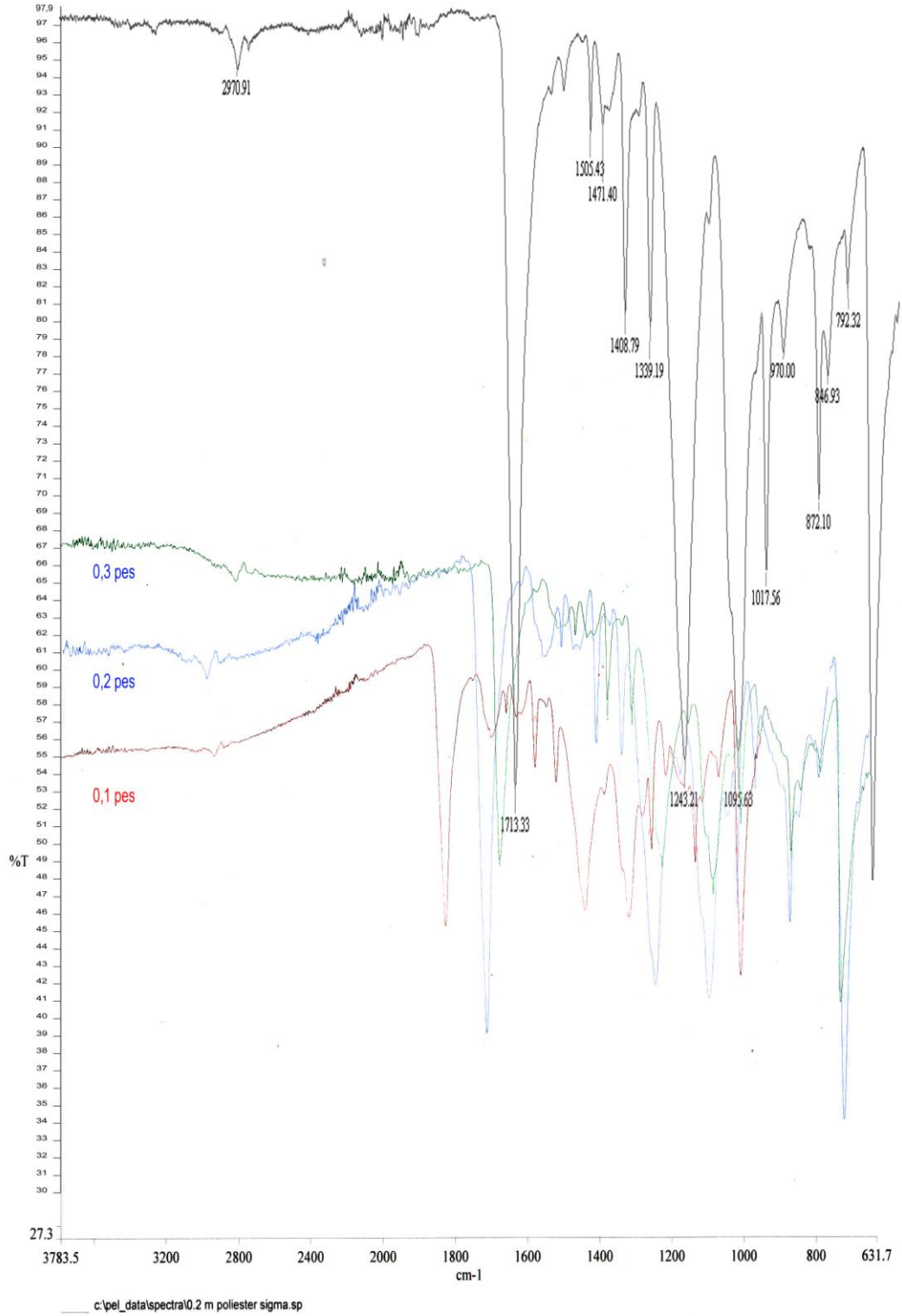
Şekil 4. 38 Pamuk- PES kumaşları için üç farklı pirol (B) konsantrasyonu kullanarak kaplama sonucu meydana gelen FTIR spektrumu

Pamuk –Pes kumaşlarda pamuk da olduğu gibi 2800-3000 cm^{-1} arasındaki geniş pik C-H gerilmesine aittir. 3300 cm^{-1} merkezli geniş pik O-H gerilmesine aittir. Pamuk –Pes kumaşlarda pamuk kısmından dolayı pirol ile pamuk kısmı bağ yaptığı için O-H pikleri kaybolmuştur.

Pes 'de olduğu gibi de Pirol miktarının artırılması 1550 cm^{-1} 'de görülen polipirole ait C=C gerilmesinin 0,1 M pirol kullanılarak yapılan kaplamadan 0,3M pirol kullanılarak yapılan kaplamaya doğru giderek daha fazla artmasına yol ağmıştır



Şekil 4. 39 PES kumaşları için üç farklı pirol (A) konsantrasyonu kullanılarak kaplama sonucu meydana gelen FTIR spektrumu



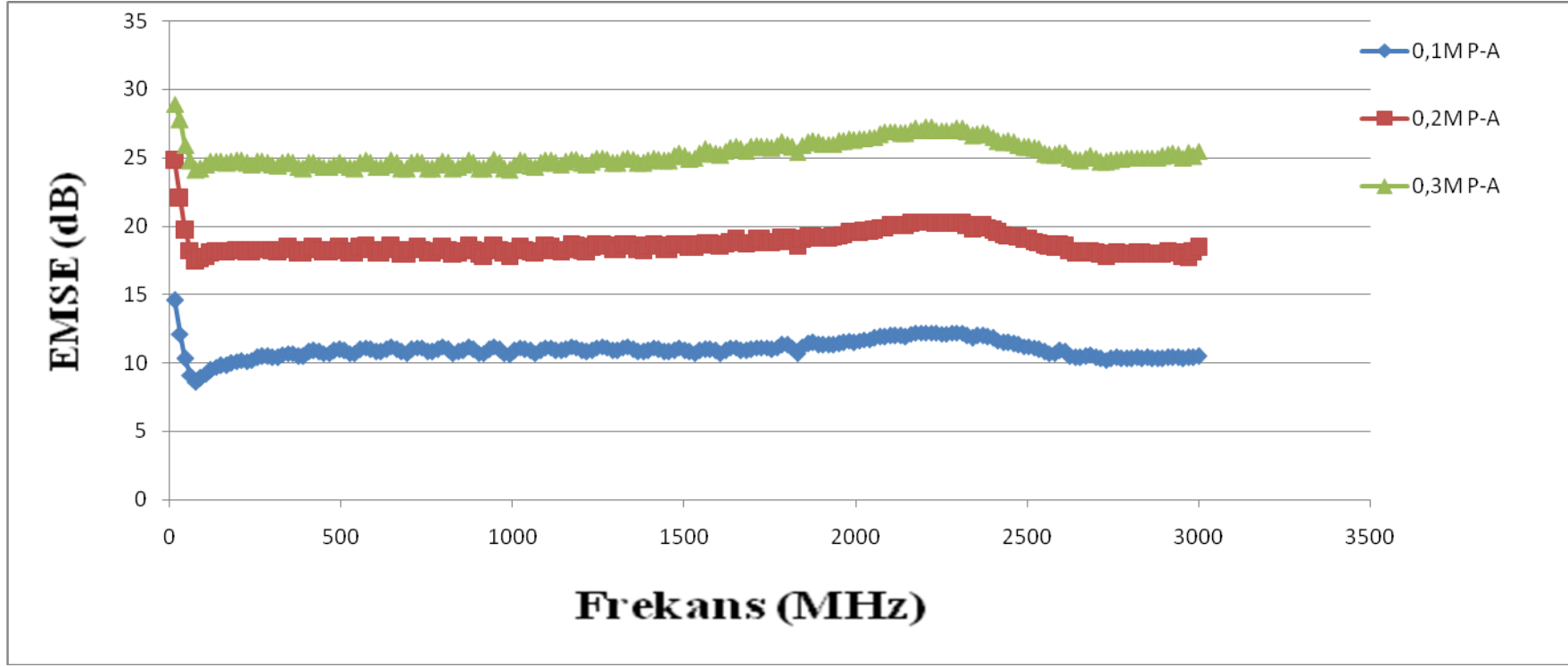
Şekil 4. 40 PES kumaşları için üç farklı pirol (B) konsantrasyonu kullanılarak kaplama sonucu meydana gelen FTIR spektrumu

721-792-846 cm^{-1} 'de gözlemlenen pikler benzen halkasındaki C-H ve C-C titreşimlerine aittir. 1095-1243-1339-1372 cm^{-1} 'deki pikler C-O ve C-O-C titreşimlerine aittir. 1578 cm^{-1} 'de gözlemlenen pik karboksilat anyonunun C-O bağındaki gerilmeye aittir. 1713 cm^{-1} 'de gözlemlenen güçlü pik ester bağındaki karboksil grubun C=O gerilmesine aittir. 2800-3000 cm^{-1} arasındaki pik CH_2 , CH_3 ve C-H gerilmelerine aittir.

Pirol ile çok iyi bir bağ yapmadığı için bu piklerin hiç biri kaybolmamıştır. Pirol miktarının artırılması 1550 cm^{-1} 'de görülen polipirole ait C=C gerilmesinin 0,1 M pirol kullanılarak yapılan kaplamadan 0,3M pirol kullanılarak yapılan kaplamaya doğru giderek daha fazla artmasına yol açmıştır. Benzer sonuçlar (Molina ve ark.2008) tarafından yapılan çalışmada da elde edilmiştir.

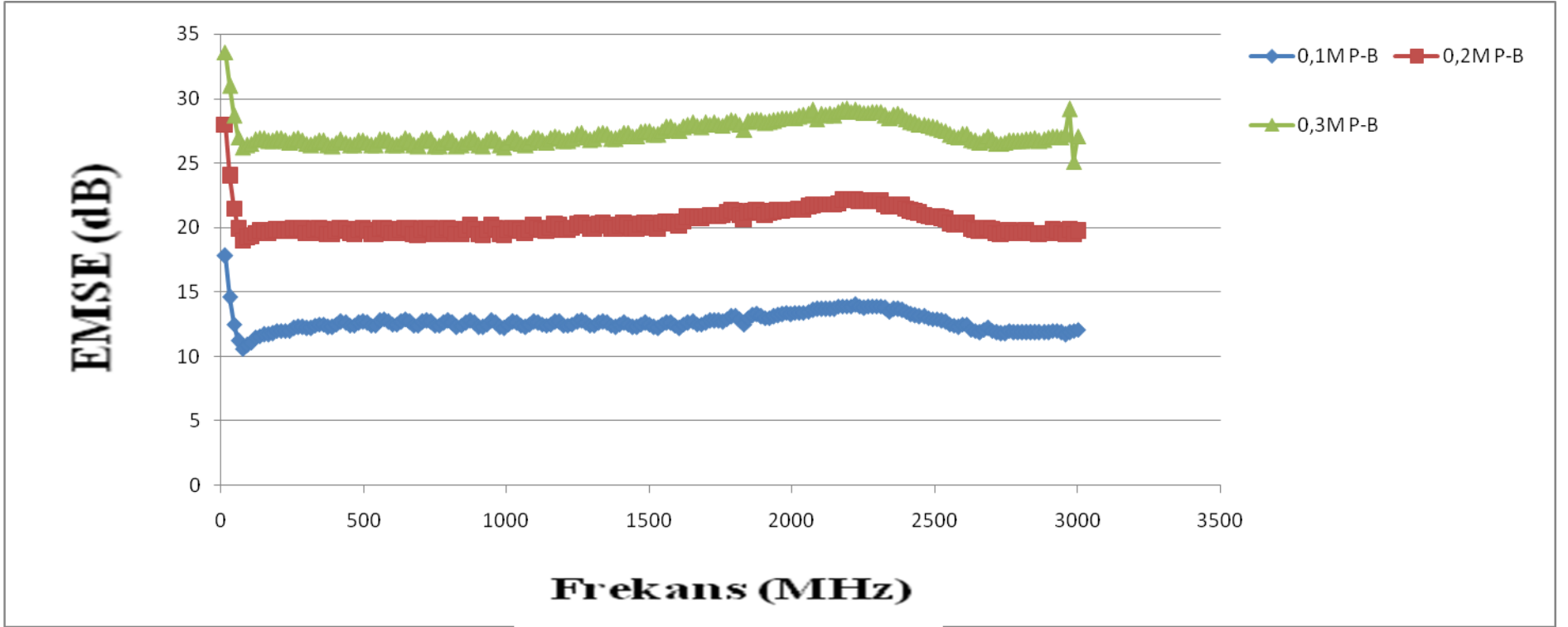
4.1.3. Kumaşlarda EMSE, Absorbans, Yansıma, Geçirgenlik Ölçümü ve Sonuçları

EMSE üzerine her iki firmaya ait farklı konsantrasyonlarda (0,1-0,2-0,3) pirol ile yapılan kaplama işleminin etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla kumaşlara ölçüm yapılmıştır.



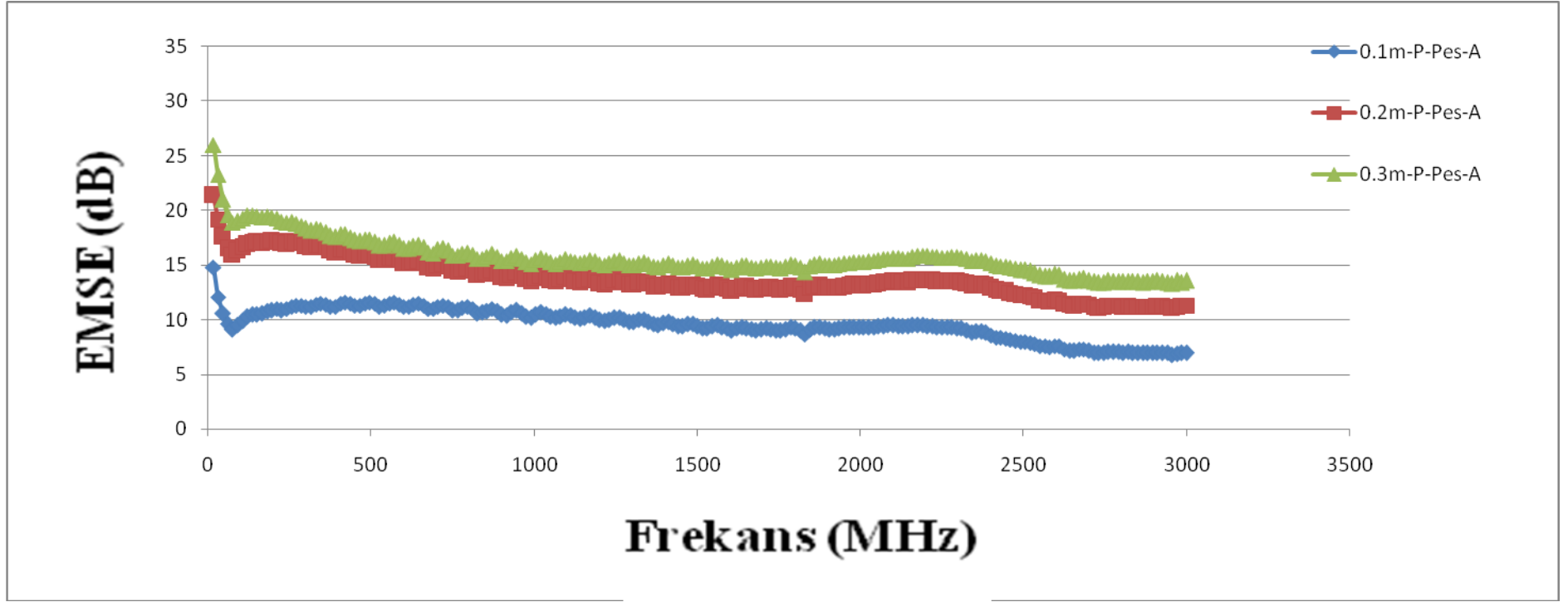
Şekil 4. 41 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında Pamuk kumaşlar için EMSE değişimleri

Pamukta A firmasına ait pirol ile kaplanmış kumaşta en iyi EMSE değerini 0,3 M konsantrasyonda olduğu görülmüştür. Dolayısıyla konsantrasyon arttıkça EMSE değeri artmaktadır. 15-2000 MHz aralığında lineer bir EMSE davranışı görülmektedir. 2000-2500 MHz 'de belli bir oranda yükselerek bir pik yaptıktan sonra tekrar lineer bir duruma gelmektedir.



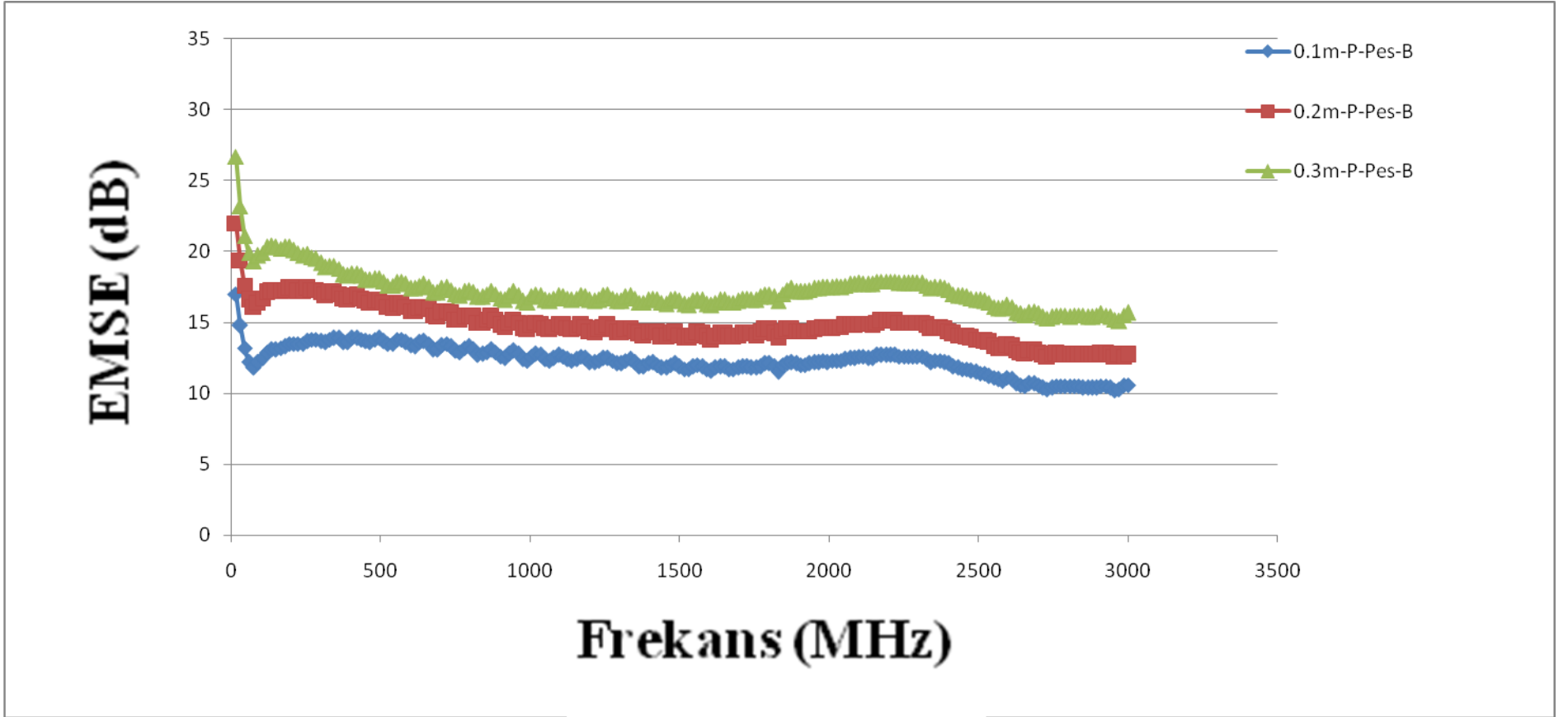
Şekil 4. 42 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında Pamuk kumaşlar için EMSE değışimleri

Pamukta B firmasına ait pirol ile kaplanmış kumaşta da EMSE değerinin A firması gibi olduğu görölmektedir.



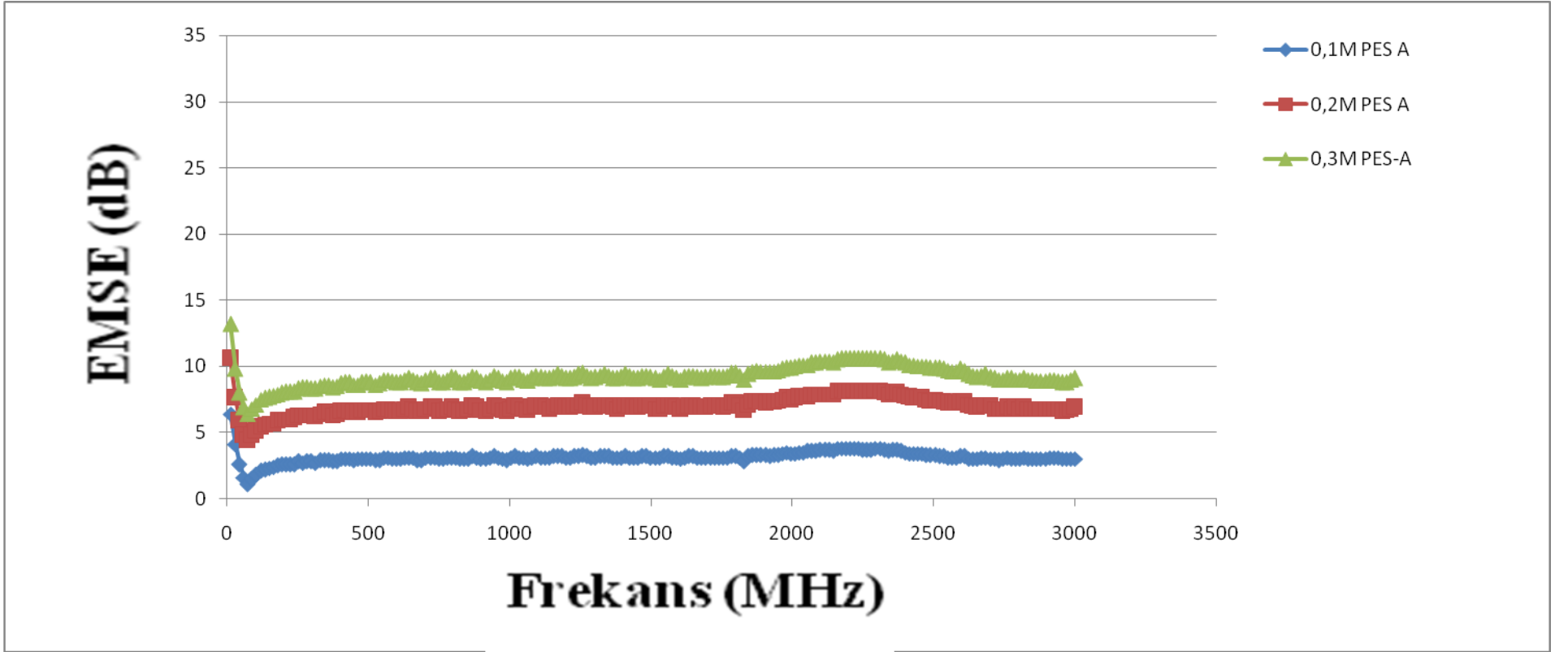
Şekil 4. 43 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında Pamuk-PES kumaşlar için EMSE değişimleri

Pamuk-PES kumaşta A firmasına ait pirol ile kaplanmış kumaşta da en iyi EMSE değerini 0,3 M konsantrasyonda olduğu görülmüştür. Dolayısıyla konsantrasyon arttıkça EMSE değeri artmaktadır. 0,1 ve 0,2 M pirol konsantrasyonlarında 15-400 MHz aralığında bir yükselme 0,3 M pirol konsantrasyonlarında ise bir düşüş meydana gelmiştir.400 MHz'den sonra 2000 MHz'e kadar 0,1 de çok daha az diğerlerinde daha belirgin bir düşüş meydana gelmiştir. 2000-2500 MHz 'de çok küçük bir oranda yükselerek bir pik yaptıktan sonra lineer bir duruma gelmektedir.



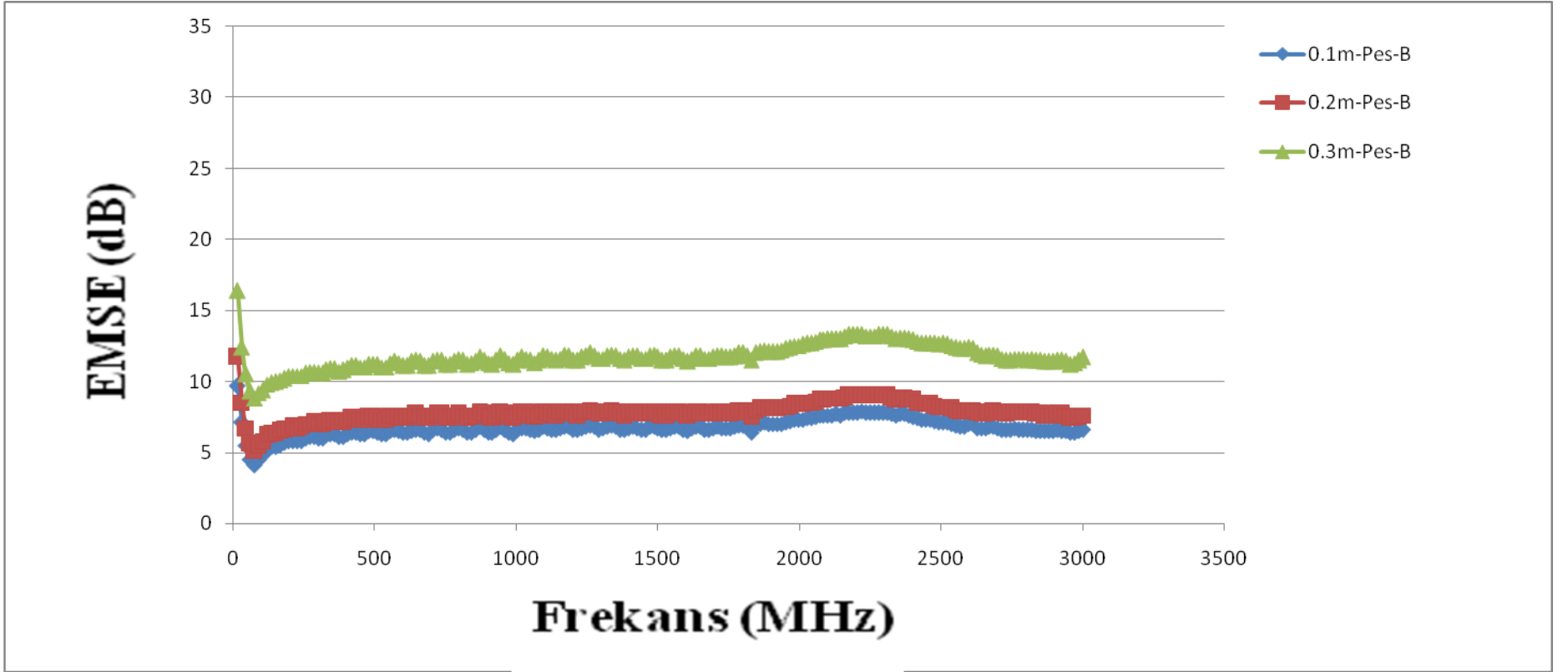
Şekil 4. 44 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında Pamuk-PES kumaşlar için EMSE değişimleri

Pamuk- PES kumaşta B firmasına ait pirol ile kaplanmış kumaşta da EMSE değerinin A firmasına göre daha yüksekte başladığı görülmektedir. Diğer sonuçlar birbirine çok yakındır.



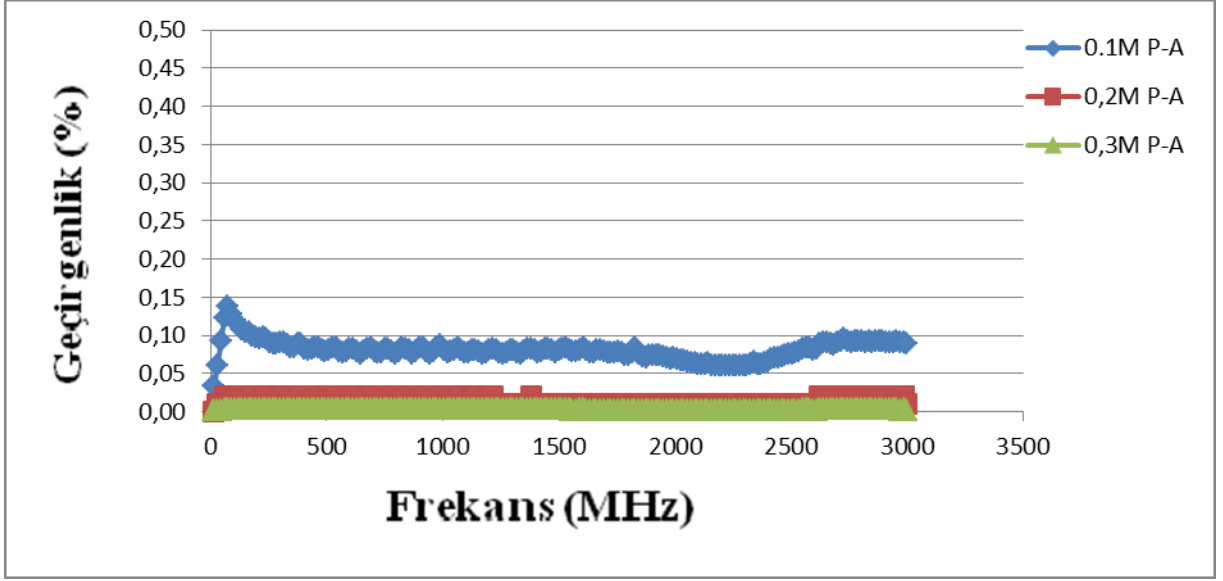
Şekil 4. 45 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında PES kumaşlar için EMSE değışimleri

PES kumaşta A firmasına ait pirol ile kaplanmış kumaşta en iyi EMSE değeri 0,3 M konsantrasyonda olduğu görölmüştür. Dolayısıyla konsantrasyon arttıkça EMSE değeri artmaktadır. 15-2000 MHz aralığında lineer bir EMSE davranışı görölmektedir. 2000-2500 MHz ‘de çok küçük bir oranda yükselerek bir pik yaptıktan sonra tekrar lineer bir duruma gelmektedir.

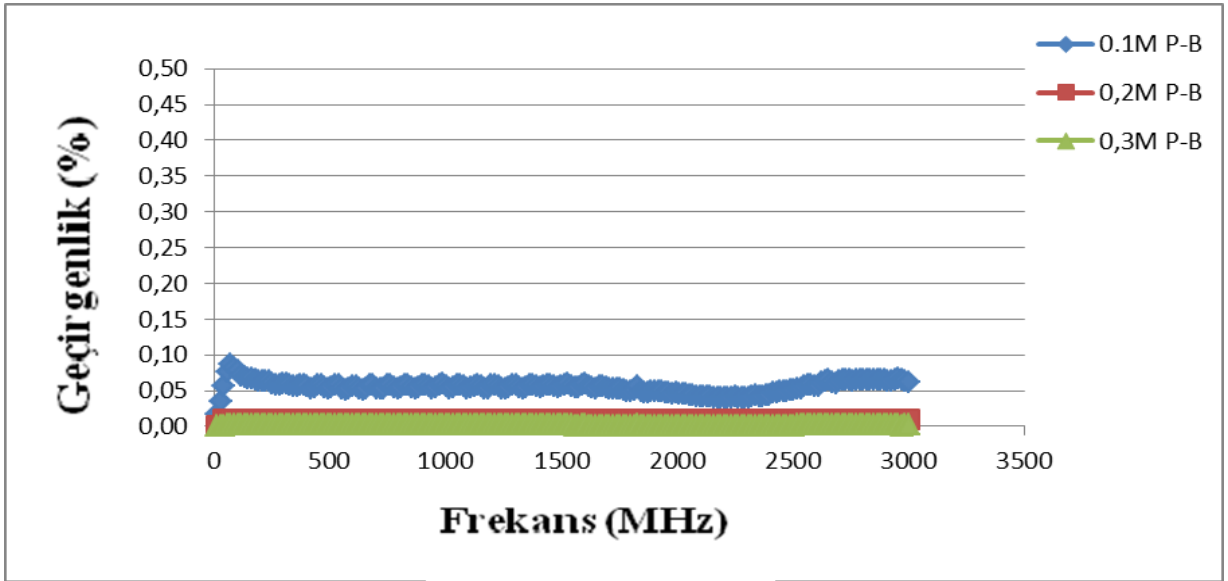


Şekil 4. 46 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında PES kumaşlar için EMSE değişimleri

PES kumaşta B firmasına ait pirol ile kaplanmış kumaşta da EMSE değerinin A firması gibi olduğu görülmektedir. Burada 0,3 M pirol konsantrasyonunda meydana gelen sonuç belirgin oranda daha yüksek ve diğerlerinden ayrılmaktadır.

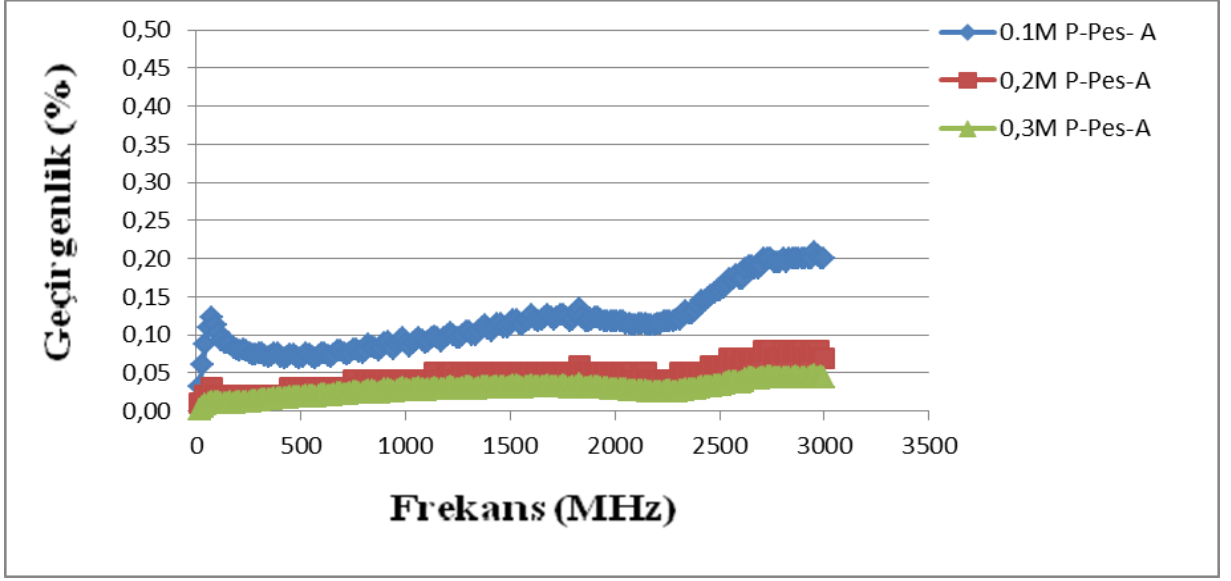


Şekil 4. 47 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında Pamuk kumaşlar için % elektromanyetik geçirgenlik değişimleri

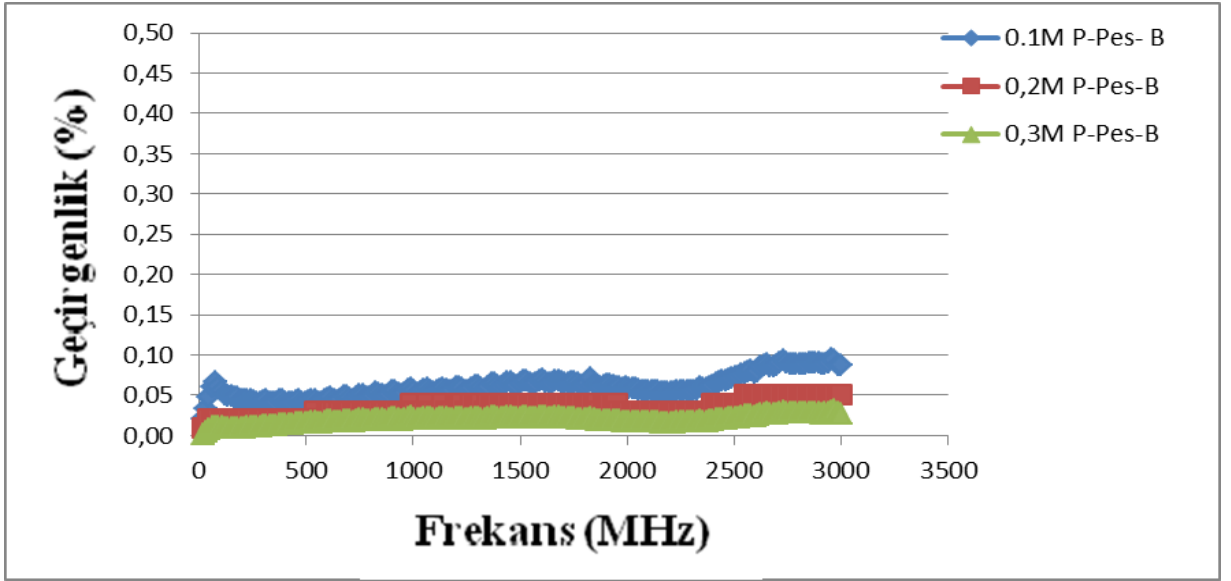


Şekil 4. 48 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında Pamuk kumaşlar için % elektromanyetik geçirgenlik değişimleri

Şekil 4.19 ve Şekil 4.20’de pamuklu kumaşlar için her iki firmaya ait kaplama sonuçlarına göre % elektrik geçirgenlik değeri görülmektedir. Şekillere göre 0,3 M konsantrasyonda kaplama yapılmış pamuk kumaşın hiç geçirmediğini, diğer konsantrasyonla da ise çok az geçirdiğini söyleyebiliriz. Elektrik geçirgenlik değerleri lineer bir şekilde devam etmiştir, hiçbir frekansta pik yapmamıştır.

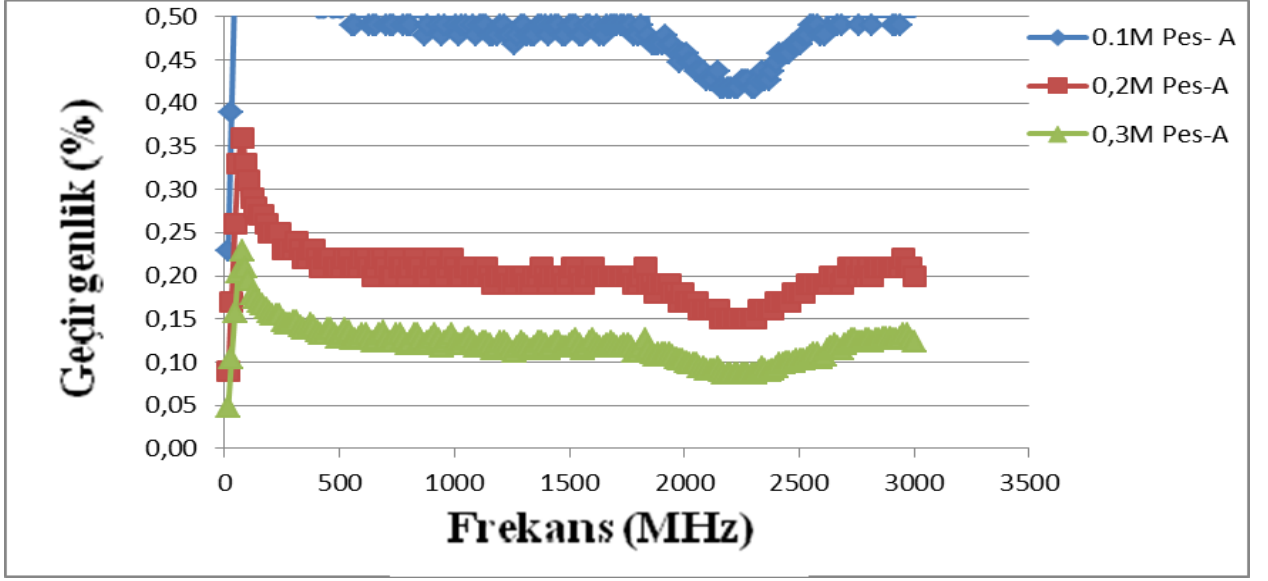


Şekil 4. 49 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında Pamuk-PES kumaşlar için % elektromanyetik geçirgenlik değişimleri

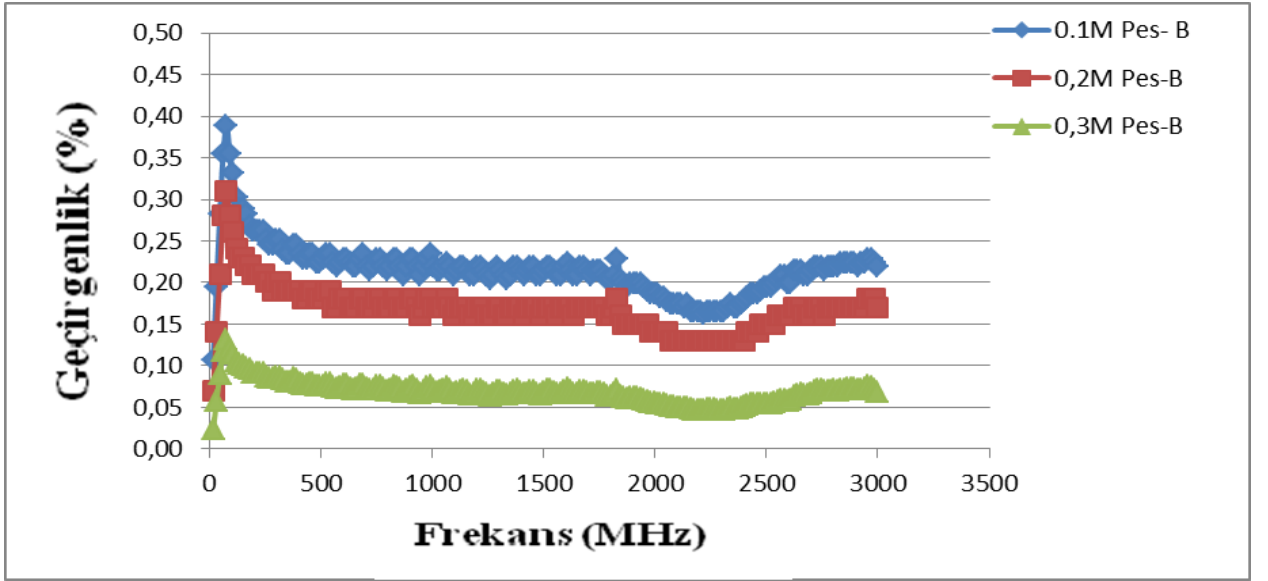


Şekil 4. 50 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında Pamuk-PES kumaşlar için % elektromanyetik geçirgenlik değişimleri

Pamuk-PES kumaşlarda pamuklu da olduğu gibi elektrik geçirgenliği yok denecek kadar azdır. Sadece A firmasına ait 0,1 M konsantrasyonda 2250 MHz'den sonra geçirgenlikte hızlı bir artış olmuş ve pik oluşmuştur.

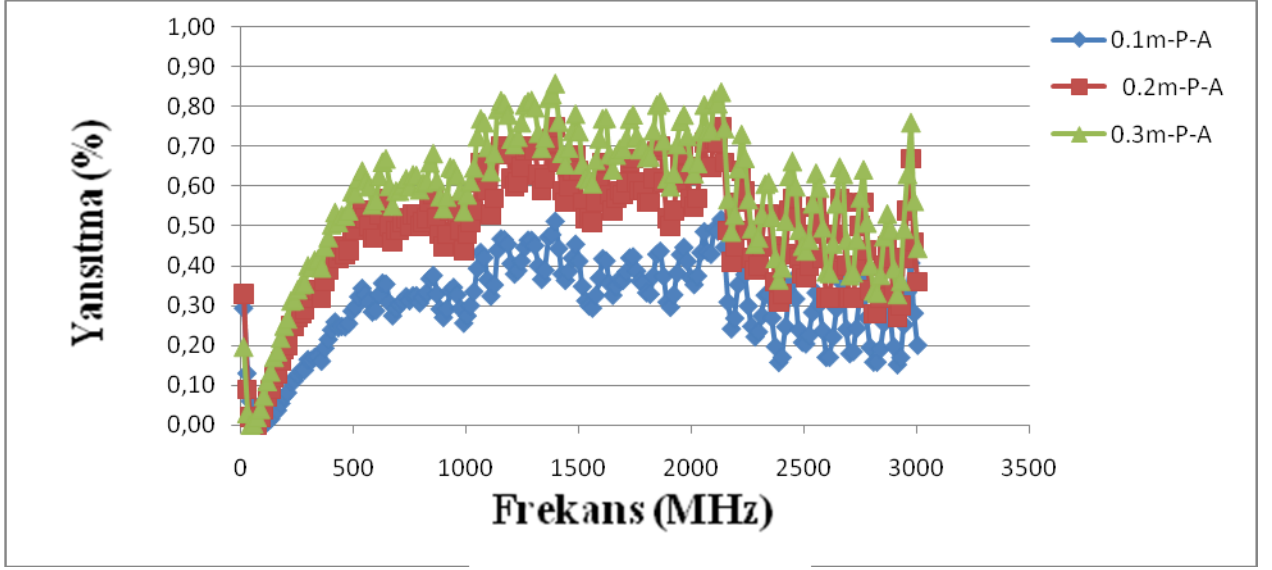


Şekil 4. 51 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında PES kumaşlar için % elektromanyetik geçirgenlik değişimleri

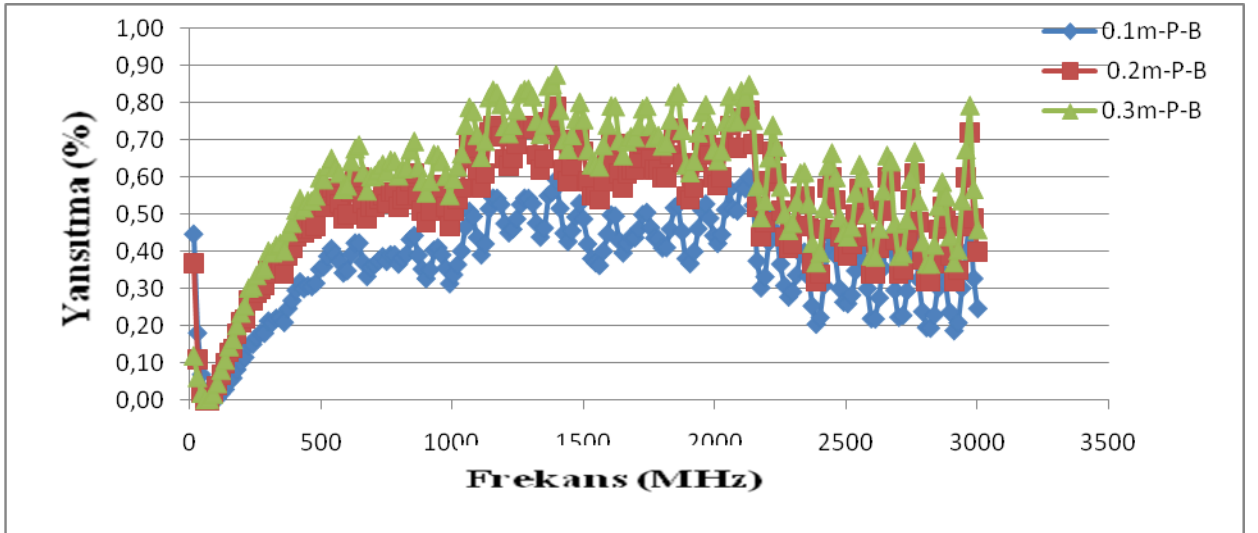


Şekil 4. 52 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında PES kumaşlar için % elektromanyetik geçirgenlik değişimleri

PES kumaşlarda ise her iki firmaya ait kaplama sonuçlarına bakıldığında 0,3 M konsantrasyonda elektrik geçirgenliğinin en az olduğu görülmektedir. Elektrik geçirgenlik değeri 15-400 MHz arasında bir miktar düşmüş. 500-2000 MHz arasında lineer devam etmiş, 2000-2500 MHz arasında tekrar bir düşüş göstermiştir. A firmasına ait olan kaplamada 0,1 M konsantrasyonda diğerlerine göre belirgin bir farkla geçirgenlik değeri fazladır.

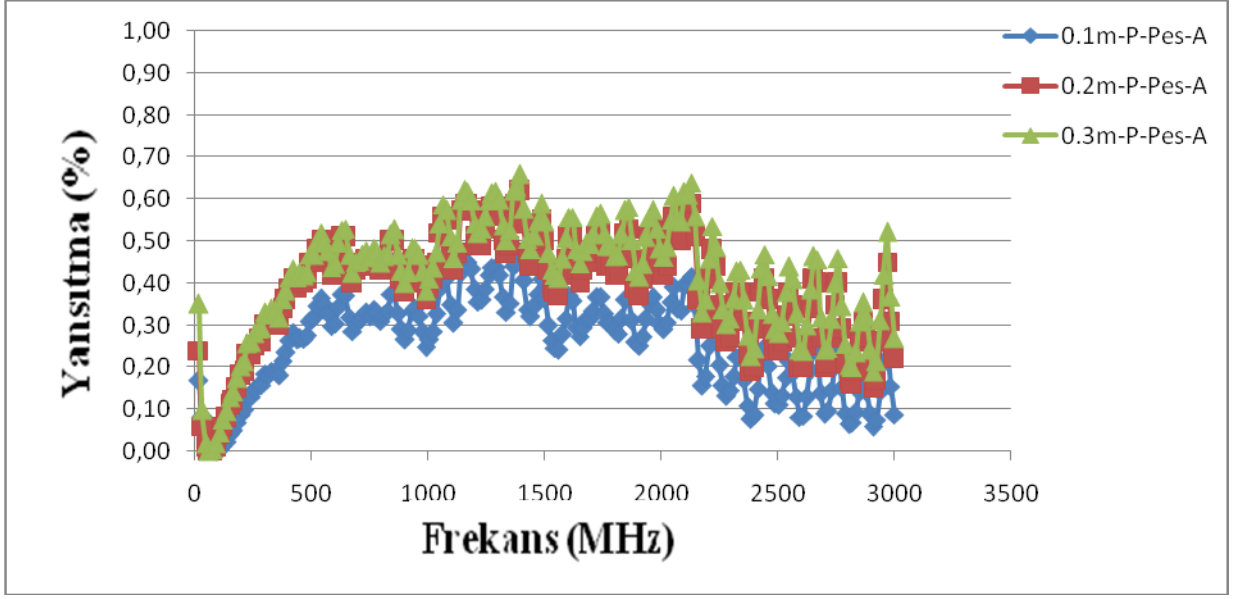


Şekil 4. 53 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında Pamuk kumaşlar için % yansıtma değişimleri

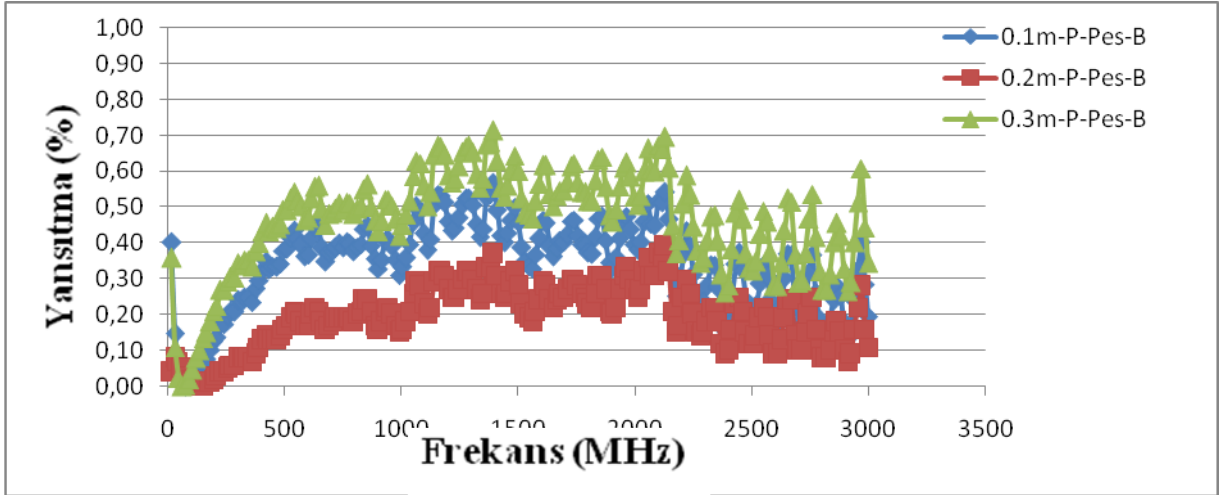


Şekil 4. 54 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında Pamuk kumaşlar için % yansıtma değişimleri

Pamuklu kumaş da her iki firmaya ait kaplama sonuçlarına göre % yansıtma değeri görülmektedir. Yansıtma değerinin çok değişken olduğu ve her bir konsantrasyonda bu değişimin birbirine yakın olduğu görülmektedir. 15 MHz'den başlayarak 2200 MHz 'e kadar yansıtma değeri artmış, 1000-2200 MHz ise bu değer en üst noktasına ulaşmıştır. 2200 mHZ 'den sonra ise çok az bir değişimle devam etmiştir.

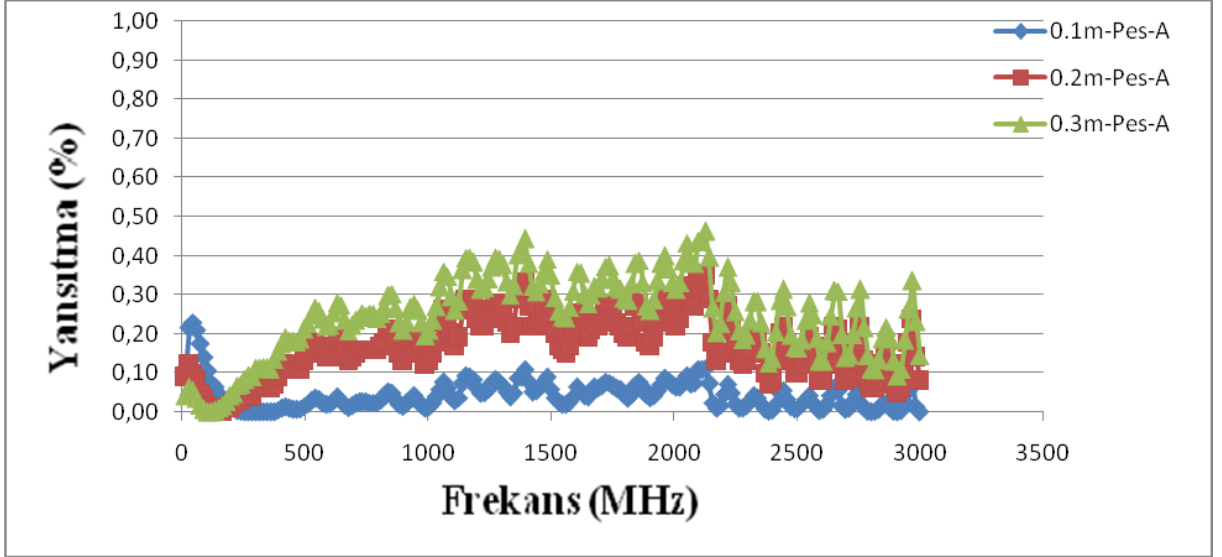


Şekil 4. 55 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında Pamuk-PES kumaşlar için % yansıtma değerleri

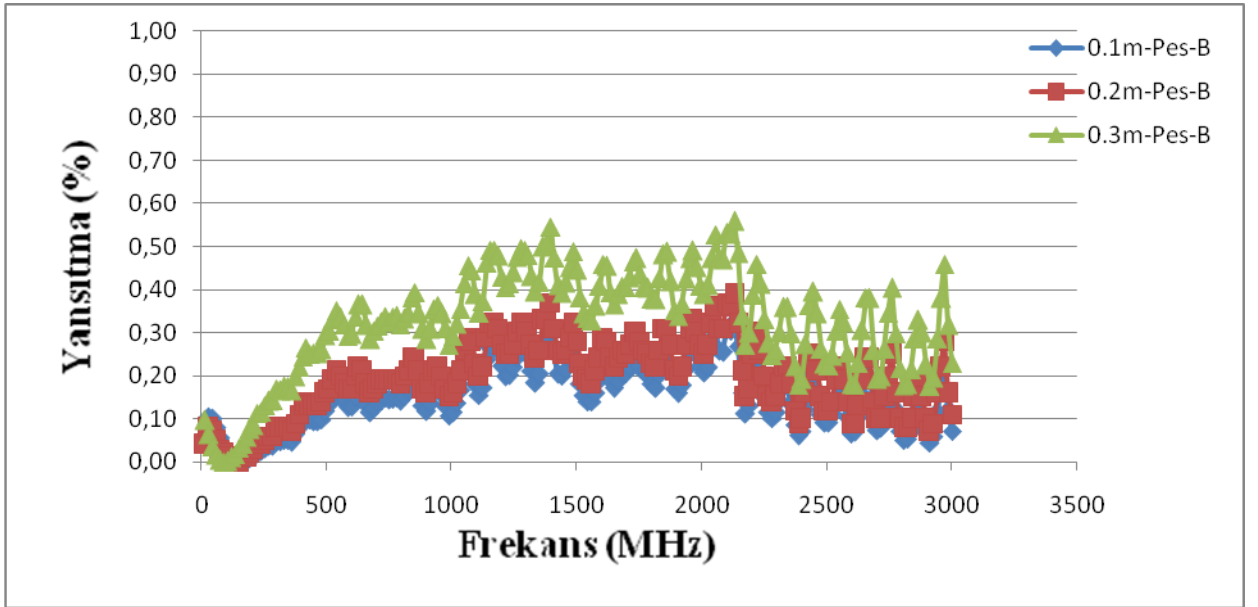


Şekil 4. 56 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında Pamuk-PES kumaşlar için % yansıtma değerleri

Pamuk-PES kumaşlarda da her iki firmaya ait kaplama sonuçlarına göre % yansıtma değeri görülmektedir. Özellikle A firmasına ait yansıtma değerleri birbirine çok yakındır. 15 MHz-1500 MHz arasında bir yükselme, 1500 MHz-2500MHz arasında bir düşüş meydana gelmiştir. Daha sonra lineer olarak devam etmiştir.

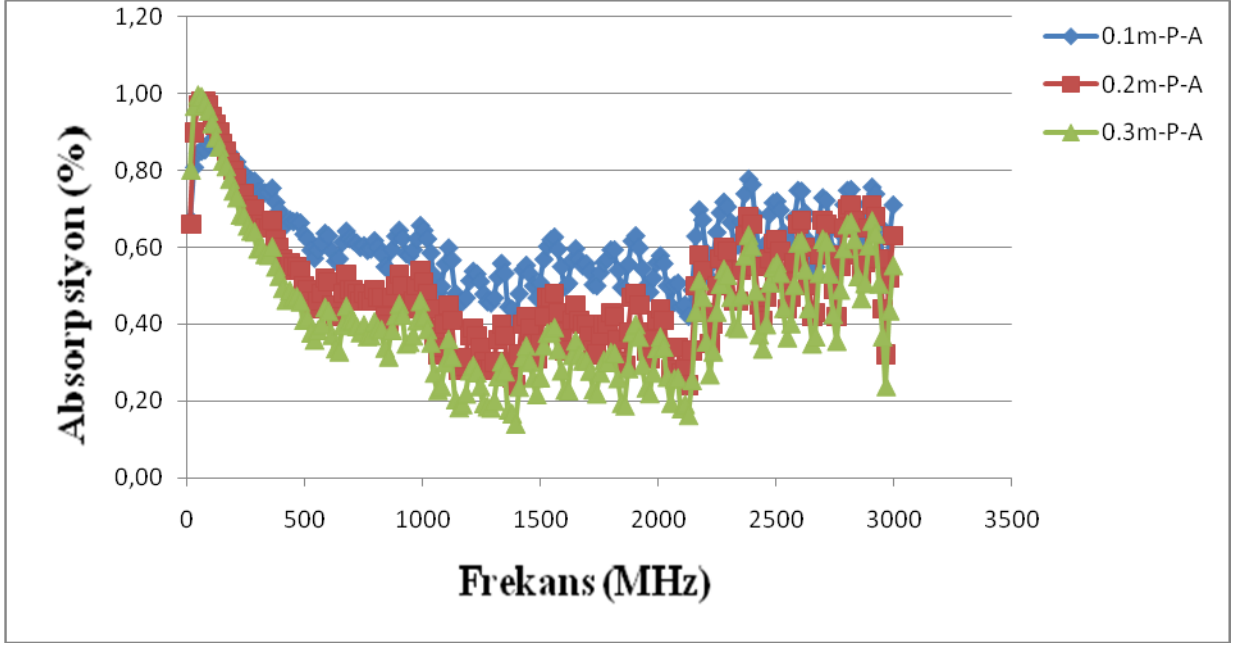


Şekil 4. 57 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında PES kumaşlar için % yansıtma değişimleri

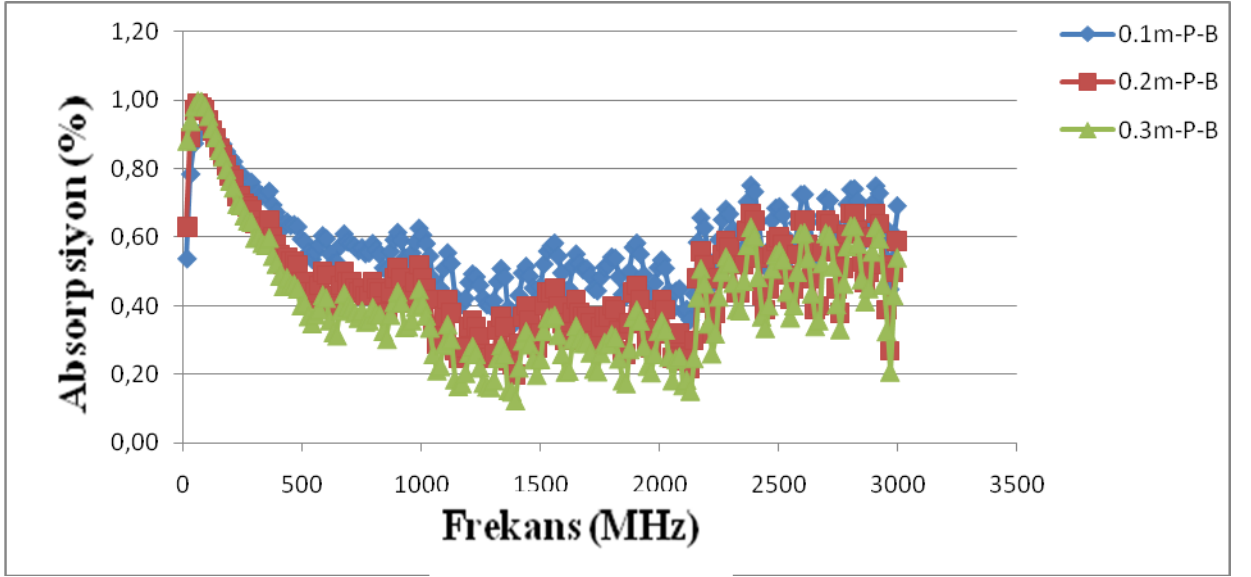


Şekil 4. 58 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında PES kumaşlar için % yansıtma değişimleri

PES kumaşlarda da her iki firmaya ait kaplama sonuçlarına göre % yansıtma değeri görülmektedir. Burada da pamukluda olduğu gibi değişkenlik mevcuttur. Konsantrasyona bağlı olarak yansıtma değeri değişmektedir. Konsantrasyonu büyük olanın yansıtma değeri de daha fazladır.

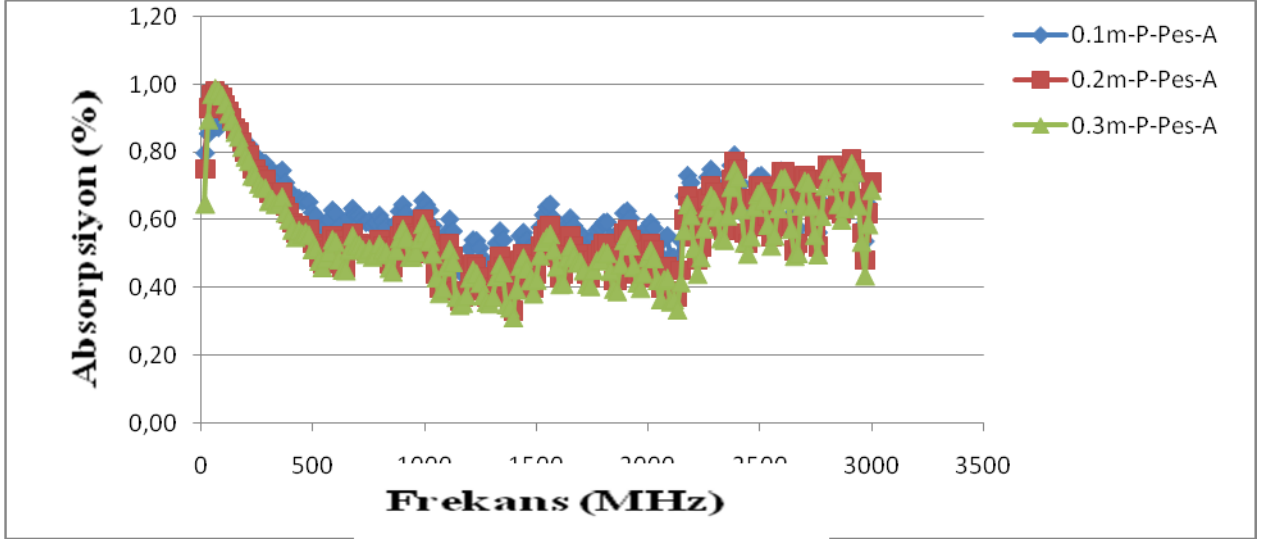


Şekil 4. 59 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında Pamuk kumaşlar için % absorpsiyon değişimleri

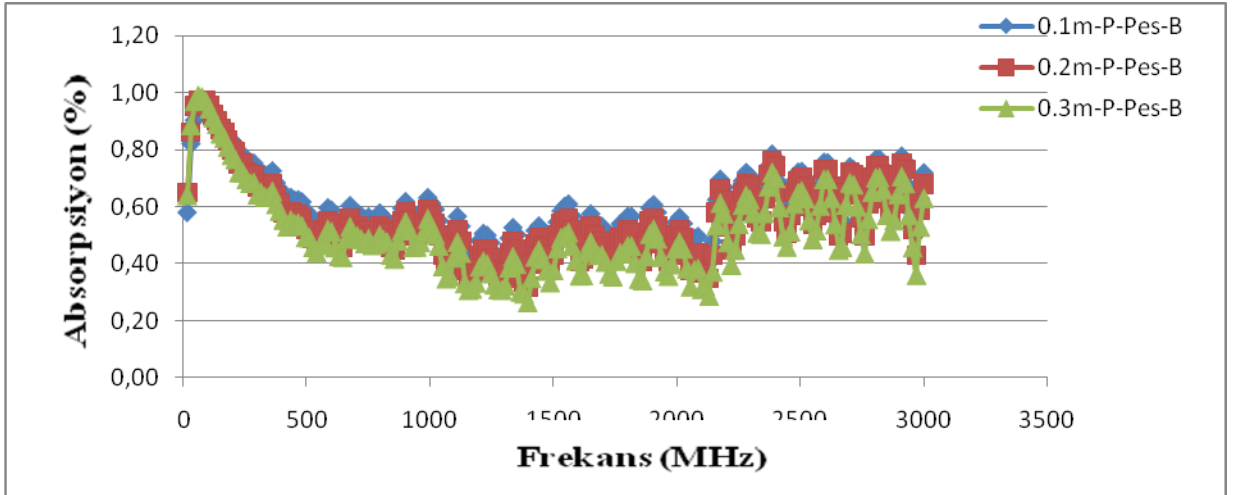


Şekil 4. 60 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında Pamuk kumaşlar için % absorpsiyon değişimleri

Pamuklu kumaş da her iki firmaya ait kaplama sonuçlarına göre % absorpsiyon değeri görülmektedir. Absorpsiyon değeri 15 MHz- 1500 MHz arasında düşmüş, daha sonra ise yükselişe geçmiştir. En yüksek konsantrasyonlu en düşük, en düşük konsantrasyonlu en yüksek absorpsiyon değerine sahiptir.

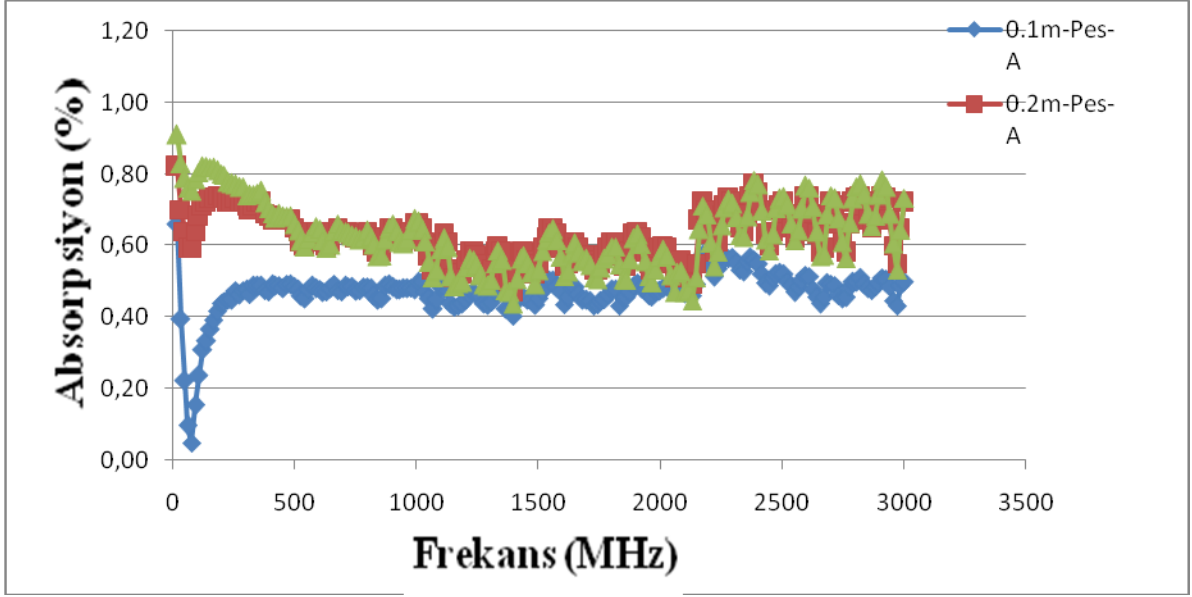


Şekil 4. 61 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında P- PES kumaşlar için % absorpsiyon değişimleri

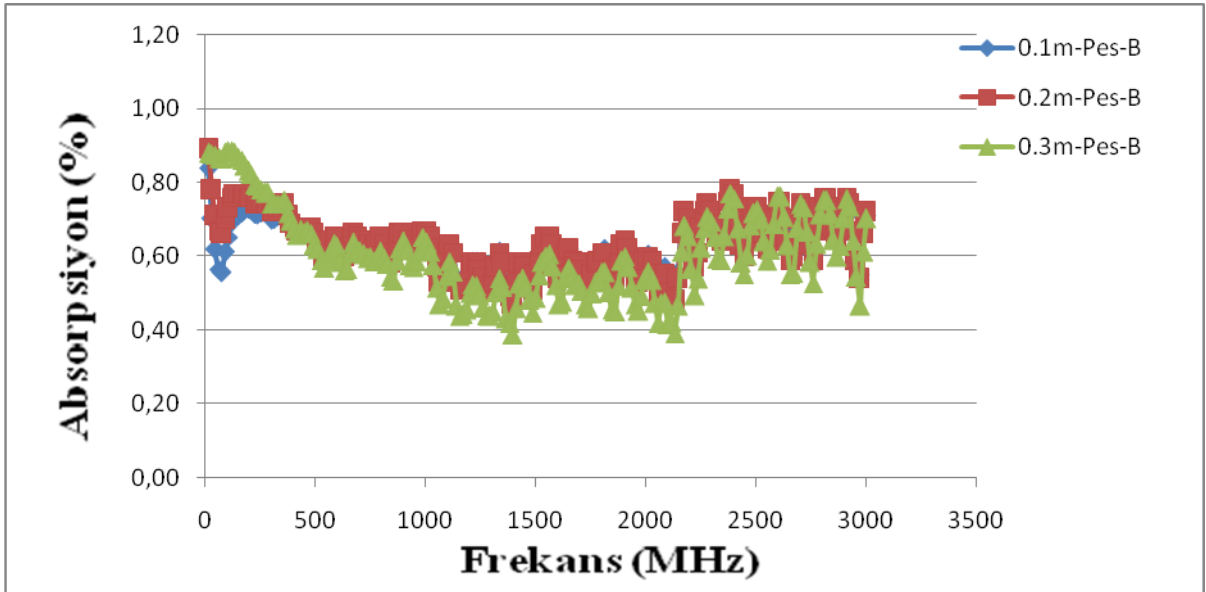


Şekil 4. 62 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında P- PES kumaşlar için % absorpsiyon değişimleri

Pamuk-PES kumaş da her iki firmaya ait kaplama sonuçlarına göre % absorpsiyon değeri görülmektedir. Her iki firmada da 15 MHz-1400MHz arası bir düşüş ve 1400 MHz ‘den sonra yükseliş vardır. Bütün konsantrasyonlar genelde üst üste çakışmış durumdadır.



Şekil 4. 63 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında PES kumaşlar için % absorpsiyon değişimleri



Şekil 4. 64 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında PES kumaşlar için % absorpsiyon değişimleri

PES kumaş da her iki firmaya ait kaplama sonuçlarına göre % absorpsiyon değeri görülmektedir. A firmasına ait olanda 0,1 M 'da 15MHz-500MHz arasında bir artış, diğer konsantrasyonlarda aynı oranlar arası bir düşüş meydana gelmiştir. B firmasında ise bütün konsantrasyonlar genelde üst üste çakışmış 1- MHz -1500 MHz arası bir düşüş, 1500 MHz'den sonra artış meydana gelmiştir.

4.1.4. EMSE Değerlerine Göre Yapılan Korelasyon Analizi:

Pamuk, Pamuk- Pes ve Pes kumaşlara pirol ile farklı konsantrasyonlarda uygulanan kaplama sonucu oluşan EMSE değerleri baz alınarak normallik testi uygulanmıştır. Elde edilen değerlerin normal dağılmadığı tesbit edilmiş ve buna dayanarak yapılan Pearson Korelasyon analizinde Çizelge 4.18'deki sonuçlara ulaşılmıştır.

Korelasyon analizinde, değişkenler arasında ilişki düzeyi 1'e yaklaştığı oranda güçlü iken, 0'a yaklaştığı oranda düşük ilişki düzeyi söz konusudur. Bu bilgiye dayanarak Pamuklu kumaşın farklı konsantrasyonlarına ait EMSE değerleri arasındaki ilişki incelenmiş ve aynı zamanda Pes ve Pamuk-Pes'e ait EMSE değerleri ile arasındaki ilişki karşılaştırılmıştır. Aynı şekilde Pes ve Pamuk –Pes 'in farklı konsantrasyonlarına ait EMSE değerleri arasında ve birbirlerinin EMSE değerleri arasındaki ilişki incelenmiştir.

Bu bağlamda Pamuğun 0,2M konsantrasyondaki EMSE değeri ile 0,3M konsantrasyondaki EMSE değeri arasında güçlü ve olumlu yönde anlamlı bir ilişki olduğu, aynı şekilde Pamuğun 0,1 M konsantrasyondaki EMSE değeri ile Pes'in 0,1M konsantrasyondaki EMSE değeri arasında da pozitif yönlü ve güçlü bir ilişki bulunduğu tesbit edilmiştir.Pamuğun Pamuk-Pes ile ise negatif yönde ilişkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

Pes de ise 0,1 M konsantrasyondaki EMSE değeri ile 0,2M konsantrasyondaki EMSE değeri arasında güçlü ve olumlu yönde anlamlı bir ilişki olduğu ve Pamuk- Pes ile yine negatif yönde ilişkisi olduğu görülmüştür.

Pamuk-Pes'i kendi arasında karşılaştırdığımızda en anlamlı ve pozitif yönde ilişkinin 0,2 M Pamuk-Pes ile 0,3 M Pamuk-Pes arasında olduğu ve diğerleri ile negatif yönde bir ilişki sergilediği görülmektedir.

Çizelge 4. 6 Korelasyon analizi

			Pamuk01_01	Pamuk02_02	Pamuk03_03	Pes_01	Pes_02	Pes_03	P_Pes_01	P_Pes_02	P_Pes_03
Spearman's rho	Pamuk01_01	Correlation Coefficient	1,000	,873(**)	,649(**)	,908(**)	,843(**)	,844(**)	,005	-,019	,080
		Sig. (2-tailed)	.	,000	,000	,000	,000	,000	,940	,794	,258
		N	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	Pamuk02_02	Correlation Coefficient	,873(**)	1,000	,825(**)	,836(**)	,824(**)	,828(**)	-,124	-,077	,043
		Sig. (2-tailed)	,000	.	,000	,000	,000	,000	,080	,279	,543
		N	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	Pamuk03_03	Correlation Coefficient	,649(**)	,825(**)	1,000	,768(**)	,836(**)	,829(**)	-,578(**)	-,476(**)	-,330(**)
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	.	,000	,000	,000	,000	,000	,000
		N	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	Pes_01	Correlation Coefficient	,908(**)	,836(**)	,768(**)	1,000	,943(**)	,939(**)	-,268(**)	-,280(**)	-,183(**)
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	.	,000	,000	,000	,000	,010
		N	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	Pes_02	Correlation Coefficient	,843(**)	,824(**)	,836(**)	,943(**)	1,000	,991(**)	-,427(**)	-,420(**)	-,312(**)
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	.	,000	,000	,000	,000
		N	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	Pes_03	Correlation Coefficient	,844(**)	,828(**)	,829(**)	,939(**)	,991(**)	1,000	-,429(**)	-,421(**)	-,315(**)
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	.	,000	,000	,000
		N	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	P_Pes_01	Correlation Coefficient	,005	-,124	-,578(**)	-,268(**)	-,427(**)	-,429(**)	1,000	,925(**)	,856(**)
		Sig. (2-tailed)	,940	,080	,000	,000	,000	,000	.	,000	,000
		N	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	P_Pes_02	Correlation Coefficient	-,019	-,077	-,476(**)	-,280(**)	-,420(**)	-,421(**)	,925(**)	1,000	,975(**)
		Sig. (2-tailed)	,794	,279	,000	,000	,000	,000	,000	.	,000
		N	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	P_Pes_03	Correlation Coefficient	,080	,043	-,330(**)	-,183(**)	-,312(**)	-,315(**)	,856(**)	,975(**)	1,000
		Sig. (2-tailed)	,258	,543	,000	,010	,000	,000	,000	,000	.
		N	200	200	200	200	200	200	200	200	200

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 SONUÇLAR

Kumaş özellikleri değerlendirildiğinde:

- Polipirol ile üç farklı kumaşa uygulanan kaplamanın hidrofilik yapısı olan kumaşlarda daha etkili olduğunu sonucuna varılmıştır. Buna göre kaplama maddesini üzerine en iyi almalarına göre kumaşları sıralarsak pamuğun birinci sırada olduğu görülür. Pamuğu sırası ile Pamuk-Polyester ve Polyester kumaşlar takip etmektedir.
- **Kumaşta Eğilme Dayanımı Sonuçlarına göre;** Pamuklu kumaşlara farklı konsantrasyonda uygulanan kaplama sonucu atkı ve çözgü yönü sarkma uzunluğunda konsantrasyon arttıkça bir artış olduğu gözlenmiştir.Pamuk-PES kumaşlarda farklı konsantrasyonda uygulanan kaplama sonucu atkı yönü sarkma uzunluğunda az da olsa bir artış gözlenmiştir. Çözgü yönü sarkma uzunluğunda ise çok az bir miktar konsantrasyon artmasına rağmen düşüş olduğu görülmektedir. PES kumaşlarda ise farklı konsantrasyonda uygulanan kaplama sonucu hem atkı yönü sarkma uzunluğunda, hem de çözgü yönü sarkma uzunluğunda çok az bir miktar konsantrasyon artmasına rağmen düşüş olduğu tesbit edilmiştir.Pamuğun hacimsel olarak kaplama maddesini daha iyi alması beklenen sonuçtur.
- Pamuk,Pamuk-PES, PES Kumaşları için her iki firmaya ait farklı Pirol Konsantrasyonlarında (0,1-0,2-0,3) Eğilme Dayanımları karşılaştırıldığında en yüksek eğilme dayanımı artışı, dolayısıyla katılaştırmanın pamuklu kumaşta olduğu görülmüştür. En düşük eğilme dayanımı Pamuk- PES kumaşta olduğu görülmüştür. Aslında üç kumaş türü kendi içlerinde ham

olarak değerlendirildiğinde de benzer sıralama oluşmaktadır. Kumaşların elyaf kompozisyonundan çok, sıklık ve gramajları eğilme dayanımları karakteristiğini belirlemektedir. Ham kumaşların gramajlarına bağlı olarak aldıkları flote oranı da yüksek olmaktadır. Diğer taraftan A firmasının B firmasına göre daha yüksek bir eğilme dayanımı ortaya çıkmasına yol açtığı da açıkça görülmüştür. Pirol B'nin daha az katılaşmaya yol açmasının nedeni iki ürünün yapısal farklılıklarından kaynaklanıyor olabilir. Kaplama sırasındaki sıkma etkisi ile deney sırasındaki karıştırma işleminin yeterince homojen olmamasının da etkisi olabileceği düşünülmektedir. Aynı zamanda A firmasına ait pirol'ün yoğunluğu (d) $0,97 \text{ g.cm}^{-3}$ iken, B firmasına ait pirol'ün yoğunluğu (d) $0,98 \text{ g.cm}^{-3}$ 'tür. Bu aralarındaki 0,01'lik yoğunluk farkından dolayı katılaşma farkı oluşmuş olabilir.

- Kumaşların sertleşmesinin düşük olması istenen sonuçtur, fakat kaplama yapılan maddeyi üzerlerine alma sırasına göre sertleşme meydana gelmiştir.
- **Kumaşlarda FTIR Analizi Sonuçlarına göre;** Pamukta $2800-3000 \text{ cm}^{-1}$ arasındaki geniş pik C-H gerilmesine aittir. 3300 cm^{-1} merkezli geniş pik O-H gerilmesine aittir. Pamuk ile Pirol bağ yaptığı için bu O-H pikleri kaybolmuştur. Pirol miktarının artırılması 1058 cm^{-1} 'de görülen pamuğa ait C-O-C gerilmelerinin giderek daha fazla kaybolmasına yol açmıştır.
- Pamuk –Pes kumaşlarda pamuk kısmından dolayı pirol ile pamuk kısmı bağ yaptığı için O-H pikleri kaybolmuştur.
- Pes 'de olduğu gibi de Pirol miktarının artırılması 1550 cm^{-1} 'de görülen polipirole ait C=C gerilmesinin giderek daha fazla artmasına yol açmıştır
- Pes ise Pirol ile çok iyi bir bağ yapmadığı için var olan piklerin hiç biri kaybolmamıştır. Pirol miktarının artırılması 1550 cm^{-1} 'de görülen polipirole ait C=C gerilmesinin giderek daha fazla artmasına yol açmıştır.

- Kaplama yapılan her bir kumaş pirol ile bağ yaptığı için 1550 cm^{-1} 'de polipirol'e ait aromatik halka titreşimleri ile 1300 cm^{-1} 'de C-N gerilmeleri gözlemlenmiştir.
- **Kumaşlarda EMSE, Absorbans, Yansımaya, Geçirgenlik Ölçümü Sonuçlarına göre;** Her bir kumaşta pirol ile kaplanmış sonucu en iyi EMSE değerinin $0,3\text{ M}$ konsantrasyonda olduğu görülmüştür. Elektrik geçirgenliği ve absorpsiyon değerinin ise her bir kumaş için konsantrasyon arttıkça düştüğü, yansımaya değerinin ise tam tersi olarak konsantrasyon arttıkça yükseldiği görülmüştür. FTIR'a göre çıkan değerler beklenen sonuçlardı.
- Pamukta kaplama sonucu meydana gelen EMSE değeri $25-35$ desibel, Pamuk-Pes 'de $15-25$ desibel, Pes'de ise $5-15$ desibel civarındadır. Sonuçlar belki elektromanyetik kalkanlama için yeterli değildir, fakat benzer bir çalışmada $0,2\text{ M}$ pirol kullanılarak pamuk üzerine yapılan kaplamada EMSE değeri 6 desibel olarak bulunmuştur. Bu sonuç ile karşılaştırıldığında iyi bir sonuç elde edilmiştir.
- Elektrik geçirgenliği, yansımaya değeri ve absorpsiyon değeri EMSE sonuçlarına paralel olarak beklenen şekilde çıkmıştır. Pamuk, Pamuk-Pes ve Pes sırasına göre iyiden kötüye sıralanmıştır.
- Korelasyon analizi sonucuna göre Pamuğun $0,1\text{ M}$ konsantrasyondaki EMSE değeri ile Pes'in $0,1\text{ M}$ konsantrasyondaki EMSE değeri arasındaki grafiklerin korelasyonu oldukça iyi, 1 'e yakındır.

5.2. ÖNERİLER

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar dikkate alındığında aşağıdaki önerilerin yerinde olacağı düşünülmektedir.

- Kumaş gramajı, lif tipi ve polimerizasyon kaplaması sonrasında yapılan manuel sıkma işleminin atkı ve çözgü yönünde sıkma işlemine etkisi olmuştur. Bu da kumaş eğilme dayanımını etkilemiştir. Daha homojen bir sıkma ve karıştırma ile bunun önlenileceği görülebilir. Farklı gramajda kumaşlar kullanarak ve farklı lif türleri ile işlem çeşitlendirilebilir.
- Pirol ile yapılan kaplamanın daha kalın olması ve toz halinde dökülmesinin önlenmesi için farklı önlemler alınabilir.
- Çalışmada yalnızca pirol kullanılmış ve Pamuk, PES, Pamuk-PES kumaşlara üç farklı konsantrasyonda uygulanmıştır. Diğer iletken polimerler ile daha farklı lif türlerine kaplama yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Ak F.N. Belirli Doku Konstrüksiyonlarının Kumaş Performans Özelliklerinin Etkisi Yüksek Lisans Tezi Çukurova Üniversitesi Adana 2006
- Aniolezyk H., Koprowka J., Mamrot P., Lichawska J.(2004). Application of Electrically Conductive Textiles as Electromagnetic Shields in Physiotherapy, *Fibres&Textiles in Eastern Europe*, Vol.12, No,4(48)
- Anti-radiation wears for pregnant woman/Radiation protection maternity, http://www.aliexpress.com/product-fm/310719120_antiradiation-wears-for-pregnant-woman-Radiation-protection-Maternity-85105-wholesalers.html. Erişim tarihi (10 Mayıs 2011).
- Ates M. and Sarac A. S. (2009). Conducting polymer coated carbon surfaces and biosensor applications, *Progress in Organic Coatings*, vol. 66, no. 4, 337-358.
- Atlas S. (2006). İletken özellikteki metal ipliklerin üretim yöntemleri, *Tekstil&Teknik*, Haziran, 162-176
- Avloni Dr. J. , Dr. Henn A.,& Lau R., (2006). Eeonyx.Corp; Pinole.CA94564 USA Deelopment and Applications of Nano and Microscople Layers of Conductive Polymers Applied on to Various Surfaces
- Babu K. F., Senthilkumar R., Noel M. et al. (2009). Polypyrrole microstructure deposited by chemical and electrochemical methods on cotton fabrics, *Synthetic Metals*, vol. 159, no. 13, 1353-1358.
- Baji A., Mai Y.-W., Wong S.-C. et al. (2010). Electrospinning of polymer nanofibers: Effects on oriented morphology, structures and tensile properties, *Composites Science and Technology*, vol. 70, no. 5, 703-718
- Bedeloğlu A., Sünter N., Bozkurt Y., Elektriksel olarak iletken tekstil yapıları üretim yöntemleri ve kullanım alanları *Tekstil ve Mühendis Dergisi*, 79 (2010) Cilt 17 sayfa 1-37
- Beneventi D., Alila S., Boufi S.et al. (2006). Polymerization of pyrrole on cellulose fibres using a FeCl 3 impregnation-pyrrole polymerization sequence, *Cellulose*, vol. 13, no. 6, 725-734.
- Bhadra S., Khastgir D., Singha N. K. et al. (2009). Progress in preparation, processing and applications of polyaniline, *Progress in Polymer Science*, vol. 34, no. 8, 783-810.
- Bhardwaj N. and Kundu S. C. (2010). Electrospinning: A fascinating fiber fabrication technique, *Biotechnology Advances*, vol. 28, no. 3, 325-347.
- Blinova N. V., Stejskal J., Trchová M. et al. (2007). Polyaniline and polypyrrole: A comparative study of the preparation, *European Polymer Journal*, vol. 43, no. 6, 2331-2341.

- Carolina Silver, <http://www.carolinasilver.com> (erişim tarihi 10 Mayıs, 2011).
- 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, *Composites PartA:Applied Science and Manufacturing*, 34, 10, 971-978.
- China Radiation Protection Fabric,erişim tarihi 10 Mayıs, 2011); <http://www.selectchina.com/supplier/130090001/China-Pocket-Spring-Mattress-Radiation-Protection-Fabric-Mattress-A9808-1.html>
- Chunga C., Leeb M., Choeb E. K. (2004) Characterization of cotton fabric scouring by FT-IR ATR spectroscopy, *Carbohydrate Polymers* 58 (2004) 417–420 Received 21 June 2004; revised 29 July 2004; accepted 9 August 2004 Available online 9 September 2004
- Constantinescu C., Scarisoreanu N., Moldovan A. et al. (2007). Thin films of polyaniline deposited by MAPLE technique, *Applied surface science*, vol. 253, no. 19, 7711-7714.
- Cucchi I., Boschi A., Arosio C. et al. (2009). Bio-based conductive composites: Preparation and properties of polypyrrole (PPy)-coated silk fabrics, *Synthetic Metals*, vol. 159, no. 3-4, 246-253.
- Çetin E. (2007). Anilin ve Poli(etilen Teraftalat) kullanılarak kimyasal polimerizasyon yöntemi ile iletken kompozit lif hazırlanması ve karakterizasyonu *Kimya Anabilimdalı Ankara*
- Çoşkun K. (2009).Kimyasal ve Elektrokimyasal Yöntemlerle İletken Polimerlerin Sentezi ve Membran Uygulamaları Süleyman Demirel Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi Isparta
- Dall'Acqua L., Tonin C., Varesano A. et al. (2006). “Vapour phase polymerisation of pyrrole on cellulose-based textile substrates,” *Synthetic Metals*, vol. 156, no.5-6, 379-386.
- Dhawana S.K., Singha N., Venkatachalamb S. (2002). Polymeric and Soft Materials Division, National Physical Laboratory, New Delhi 110012, India bVikram Sarabhai Space Center, Thiruvananthapuram, Kerala, 695022, India Received 14 February 2002; received in revised form 11 April 2002; accepted 12 April 2002 Shielding behaviour of conducting polymer-coated fabrics in X-band, W-band and radio frequency range
- Elektromanyetik radyasyonun vücudunuza olumsuz etkileri [http:// www.biopro.com.tr](http://www.biopro.com.tr) (erişim tarihi 01.11 2010).
- Elektromanyetik radyasyondan korunma ve kalkanlama ürünleri <http://www.emr.koruma.com> (erişim tarihi 20.11.2010).
- Elektromanyetik Alan Koruma Kalkanı [http:// www.doublekeyf.com](http://www.doublekeyf.com) (erişim tarihi 20.11.2010).

- Elektromanyetik dalgalar <http://www.iso.org.tr/tr/document/çevre/elektromanyetik.pdf> (10Aralık 2010).
- Elektromanyetik kaplama http://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_shielding,(erişim tarihi 12 Aralık 2010)
- Elektromanyetik Spektrum, http://gozlemevi.omu.edu.tr/depo/elektromanyetik_spektrum.pdf. (erişim tarihi 2 Mart 2012)
- Electrosmog ile ne yapılır. <http://www.detect-protect.com/k/buzz/whatiselectrosmog.htm> (16 Mart 2011)
- EMC ve Korunma yöntemleri: Ekranlama EM uyumluluk <http://www3.dogus.edu.tr/lsevgi/L.Sevgi/Eylül04.pdf>. (erişim tarihi 10 Aralık 2010)
- Ersoy M.S. , Önder E. (2008). Shielding textiles against electromagnetic radiatio international nonwoven technical textiles technology magazine, 1.Çeyrek.Sayı:18,52-61
- Geetha S., Kumar K. S., Meenakshi S. et al. (2010). Synergetic effect of polymer composites reinforced E-glass fabric for the control of electromagnetic radiations, Composites Science and Technology, vol. 70, no.6, 1017-1022.
- Håkansson E., Amiet A. and Kaynak A. (2006). Electromagnetic shielding properties of polypyrrole/polyester composites in the 1-18 GHz frequency range, Synthetic Metals, vol. 156, no. 14-15, 917-925.
- Håkansson E., Amiet A., Nahavandi S. et al. (2007). Electromagnetic interference shielding and radiation absorption in thin polypyrrole films, European Polymer Journal, vol. 43, no. 1, 205-213.
- Håkansson E., Amiet A. and Kaynak A. (2007). Dielectric characterization of conducting textiles using free space transmission measurements: Accuracy and methods for improvement, Synthetic Metals, vol. 157, no. 24, 1054-1063.
- Hong Y. K., Lee C. Y., Jeong C. K. et al. (2001). Electromagnetic interference shielding characteristics of fabric complexes coated with conductive polypyrrole and thermally evaporated Ag, Current Applied Physics, vol. 1,no. 6, 439-442.
- Huang Z. M., Zhang Y. Z., Kotaki M. et al. (2003). A review on polymer nanofibers by electrospinning and their applications in nanocomposites, Composites Science and Technology, vol. 63, no. 15, 2223-2253
- Ivanov S., Mokreva P., Tsakova V. et al. (2003). Electrochemical and surface structural characterization of chemically and electrochemically synthesized polyaniline coatings, Thin Solid Films, vol. 441, no. 1-2, 44-49.
- Jaroszewski M., Pospieszna J. and Ziaja J. (2010). Dielectric properties of polypropylene fabrics with carbon plasma coatings for applications in the technique of electromagnetic field shielding, Journal of Non-Crystalline Solids, vol. 356, no. 11-17, 625-628.

- Kaynak A., Najar S. S. and Foitzik R. C. (2008). Conducting nylon, cotton and wool yarns by continuous vapor polymerization of pyrrole, *Synthetic Metals*, vol. 158, no. 1-2, 1-5.
- Kılıç G., Örtlek H.G., Saraçoğlu Ö.M, (2007). Elektromanyetik çevre kirliliği ve bu kirlilikten korunmada tekstil çözümleri *Tekstil ve Mühendis Dergisi* 67 Cilt: 14 sayfa 1-41
- Kılıç G., Örtlek H.G., Saraçoğlu Ö.M., Elektromanyetik Radyasyona Karşı Koruyucu Tekstillerin Ekranlama Etkinliği (SE) Ölçüm Yöntemleri, *Tekstil ve Mühendis Dergisi*, 72
- Kim B. R., Lee H. K., Kim E. et al. (2010). Intrinsic electromagnetic radiation shielding/absorbing characteristics of polyaniline-coated transparent thin films, *Synthetic Metals*, vol. 160, no. 17-18, 1838-1842.
- Knittel D. and Schollmeyer E. (2009). Electrically high-conductive textiles, *Synthetic Metals*, vol. 159, no. 14, 1433-1437.
- Kompozit malzemeler <http://www.teknolojikarastirmalar.com/kompozit.htm>. (erişim tarihi 12 Aralık 2010)
- Kompozit malzemeler <http://akademik.maltepe.edu.tr/-aliozcan/kompozit%20malzemeler.pdf>, (erişim tarihi 12 Aralık 2010)
- Lee C.Y., Song H.G. , Jang K S., Oh E.J, Epstein A.J., and Joo J., (1999). Electromagnetic interference shielding efficiency of polyaniline mixtures and multilayer films *synthetic metals* 102.1346-1349
- Lin T., Wang L., Wang X. et al. (2005). Polymerising pyrrole on polyester textiles and controlling the conductivity through coating thickness, *Thin Solid Films*, vol. 479, no. 1-2, 77-82.
- Lou C.W., (2005), Process of Complex Core Spun Yarn Containing a Metal Wire, *Textile Res.J.*, 75(6), 466-473
- Malinauskas A., (2001). Chemical deposition of conducting polymers, *Polymer*, vol. 42, no. 9, 3957-3972.
- Micusík M., Nedelcev T., Omastová M. et al. (2007). Conductive polymer-coated textiles: The role of fabric treatment by pyrrole-functionalized triethoxysilane, *Synthetic Metals*, vol. 157, no. 22-23, 914-923.
- Molina J., del Río A. I., Bonastre J. et al. (2009). Electrochemical polymerisation of aniline on conducting textiles of polyester covered with polypyrrole/AQSA, *European Polymer Journal*, vol. 45, no. 4, 1302-1315.
- Molina J., Fernández J., del Río A. I. et al. (2010). Stability of conducting polyester/polypyrrole fabrics in different pH solutions. Chemical and electrochemical characterization, *Polymer Degradation and Stability*, vol 95, no. 12, 2574-2583.

- Molina J., del Río A.I., Bonastre J., Cases F. (2008). Chemical and electrochemical polymerisation of pyrrole on polyester textiles in presence of phosphotungstic acid
Departamento de Ingeniería Textil y Papelera, EPS de Alcoy, Universidad Politécnica de Valencia, Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, 03801 Alcoy, Spain
- Najar S. S., Kaynak A. and Foitzik R. C. (2007). Conductive wool yarns by continuous vapour phase polymerization of pyrrole, *Synthetic Metals*, vol.157, no. 1, 1-4.
- Onar N., Cireli Akşit A., Ebeoğlugil M.F., Birlik I., Çelik E., İ.Özdemir (2009). Structural, Electrical and Electromagnetic Properties of Cotton Fabrics Coated with Polyaniline and Polypyrrole, *Journal of Applied polymer science*, Vol.114,2003-2010 (2009)
- Özek H.Ziya, Ağırhan Özgür, Keleş Mustafa (2011). Electromagnetic Shielding Effectiveness of woven fabrics with Silver Coated Nylon Yarns Autex 2011 Mulhouse, France , June 8 -10
- Palamutcu S., Dağ N. (2009). Elektromanyetik kalkanlama amaçlı tekstil yüzeyleri *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, Cilt: 3, No: 1, 87-101
- Polimerler, www.polimerler.com/iletken%20polimerler/iletken%20polimerler.htm
- Pud A., Ogurtsov N., Korzhenko A. et al. (2003). Some aspects of preparation methods and properties of polyaniline blends and composites with organic polymers, *Progress in Polymer Science*, vol. 28, no. 12, 1701-1753.
- Pyrrole, <http://en.wikipedia.org/wiki/Pyrrole>. (erişim tarihi 2 Mayıs 2011)
- Saçak M. *Polimer Kimyası*, 5 ed., p. 423-433: Gazi Kitabevi, (2010).
- Sevgi L. (2000). Elektromanyetik uyumluluk elektromanyetik kirlilik EMO İstanbul Tübitak-Mam Teknolojik işbirliği dergisi, Nisan 2000
- Soyaslan D., Çömlekçi S. ve Göktepe Ö. (2010). Determination of electromagnetic shielding performance of plain knitting and 1X1 rib structures with coaxial test fixture relating to ASTM D4935 *The Journal of The Textile Institute* Vol. 101, No. 10, October 2010, 890–897
- Standart Test Method for Measuring the Electromagnetic Shielding Effectiveness of Planar Materials, USA, (2011).
- Şeker S., Çerezci O. (2000). Radyasyon kuşatması- elektriğin ve nükleer enerjinin sağlığımıza etkileri, Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi, İstanbul
- Tekstilde kullanılan teller, www.textile.wire.ch. (erişim tarihi 15 Aralık 2010)
- Tong X. C., (2009). *Advanced Materials and Design for Electromagnetic Interference Shielding*, p. 42: CRC Press,
- TTIS Textile Digest October 2004

- 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, 10, 1491-1496
- Vishnuvardhan T. K., Kulkarni V. R. , Basavaraja C. and Raghavendra S. C. (2006). Synthesis, characterization and a.c. conductivity of polypyrrole/Y2O3 composites *Bull. Mater. Sci.*, Vol. 29, No. 1, February 2006, pp. 77–83. © Indian Academy of Sciences
- Wang L.-X., Li X.-G. and Yang Y.-L. (2001).Preparation, properties and applications of polypyrroles, *Reactive and Functional Polymers*, vol. 47, no.2, 125-139
- Yang S.Y., Chen C.Y. , and Parng S.H. , (2002). Effects of Conductive Fibers and Processing Condition on the Electromagnetic Shielding Effectiveness of Injection Molded Composites, *Polymer Composites*, 23(6):1003-1013
- Z.Yıldız (2011) *Tekstil Yüzeylerinin Elektrik İletkenliği ve Elektromanyetik Kalkanlama Özelliklerinin İncelenmesi Marmara Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi İstanbul*

EK 1 :Kumaşlarda EMSE, Absorbans, Yansıma, Geçirgenlik Ölçüm Sonuçlarının Çizelge olarak gösterimi

Çizelge 1. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında Pamuk kumaşlar için belli frekans değerlerindeki EMSE değişimleri

FREKANS	EMSE		
	0,1M PAMUK- A	0,2M PAMUK- A	0,3 M PAMUK- A
150	9,80	18,10	24,70
300	10,40	18,20	24,50
450	10,70	18,10	24,30
600	10,80	18,00	24,30
750	10,80	18,00	24,20
900	10,70	17,90	24,20
1050	10,90	18,10	24,40
1200	10,90	18,20	24,60
1350	11,00	18,50	24,90
1500	10,90	18,60	25,10
1650	11,10	19,00	25,80
1800	11,30	19,10	26,00
1950	11,40	19,30	26,20
2100	12,00	20,00	26,90
2250	12,10	20,20	27,00
2400	11,80	19,70	26,50
2550	10,80	18,60	25,30
2700	10,40	18,00	25,00
2850	10,40	17,90	25,00
3000	10,50	18,40	25,50

Çizelge 2. 0,1-0,2-0,3 M Piro (B) ile kaplandığında Pamuk kumaşlar için belli frekans değerlerindeki EMSE değişimleri

FREKANS	EMSE		
	0,1M PAMUK- B	0,2M PAMUK- B	0,3 M PAMUK- B
150	11,70	19,70	26,90
300	12,20	19,60	26,50
450	12,40	19,60	26,40
600	12,50	19,60	26,40
750	12,40	19,50	26,30
900	12,30	19,50	26,40
1050	12,40	19,70	26,50
1200	12,40	19,80	26,70
1350	12,60	20,10	27,20
1500	12,50	20,20	27,50
1650	12,70	20,80	28,10
1800	13,10	21,20	28,20
1950	13,20	21,30	28,40
2100	13,70	21,80	28,80
2250	13,80	22,00	28,90
2400	13,50	21,50	28,40
2550	12,50	20,30	27,20
2700	12,00	19,80	26,80
2850	11,90	19,60	26,90
3000	12,10	19,70	27,10

Çizelge 3. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında PES kumaşlar için belli frekans değerlerindeki EMSE değişimleri

FREKANS	EMSE		
	0,1M PES- A	0,2M PES- A	0,3 M PES- A
150	2,30	5,70	7,70
300	2,80	6,30	8,30
450	2,90	6,50	8,60
600	3,00	6,60	8,80
750	3,00	6,60	8,80
900	3,00	6,70	8,90
1050	3,10	6,80	9,00
1200	3,10	6,90	9,10
1350	3,20	7,00	9,30
1500	3,10	7,00	9,20
1650	3,20	7,00	9,30
1800	3,20	7,20	9,50
1950	3,30	7,40	9,70
2100	3,70	7,90	10,40
2250	3,70	8,10	10,60
2400	3,50	7,80	10,30
2550	3,10	7,20	9,70
2700	3,00	7,00	9,20
2850	3,00	6,80	9,00
3000	3,00	6,90	9,10

Çizelge 4. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında PES kumaşlar için belli frekans değerlerindeki EMSE değişimleri

FREKANS	EMSE		
	0,1M PES- B	0,2M PES- B	0,3 M PES- B
150	5,40	6,40	10,00
300	6,00	7,00	10,60
450	6,30	7,30	11,00
600	6,40	7,40	11,10
750	6,40	7,40	11,20
900	6,40	7,50	11,30
1050	6,60	7,60	11,50
1200	6,60	7,70	11,50
1350	6,80	7,80	11,80
1500	6,70	7,80	11,70
1650	6,80	7,80	11,80
1800	6,90	8,00	12,00
1950	7,10	8,20	12,30
2100	7,60	8,80	13,00
2250	7,80	9,00	13,20
2400	7,50	8,70	12,90
2550	6,90	8,00	12,40
2700	6,70	7,90	11,80
2850	6,50	7,70	11,50
3000	6,60	7,60	11,70

Çizelge 5. 0,1-0,2-0,3 M Piro (A) ile kaplandığında P- PES kumaşlar için belli frekans değerlerindeki EMSE değışimleri

FREKANS	EMSE		
	0,1M P-PES- A	0,2M P-PES- A	0,3 M P-PES- A
150	10,50	17,10	19,50
300	11,20	16,70	18,40
450	11,30	16,00	17,30
600	11,20	15,20	16,50
750	10,90	14,50	15,90
900	10,50	13,90	15,40
1050	10,30	13,60	15,30
1200	10,00	13,30	15,10
1350	9,80	13,30	15,10
1500	9,40	13,00	14,90
1650	9,20	13,00	15,00
1800	9,20	13,00	15,00
1950	9,30	13,00	15,20
2100	9,50	13,50	15,70
2250	9,30	13,50	15,70
2400	8,60	12,90	15,20
2550	7,60	11,80	14,10
2700	7,20	11,40	13,60
2850	7,00	11,20	13,50
3000	7,00	11,30	13,60

Çizelge 6. 0,1-0,2-0,3 M Pirool (B) ile kaplandığında P- PES kumaşlar için belli frekans değerlerindeki EMSE değişimleri

FREKANS	EMSE		
	0,1M P-PES- B	0,2M P-PES- B	0,3 M P-PES- B
150	13,10	17,20	20,30
300	13,70	17,10	19,20
450	13,70	16,50	18,00
600	13,40	15,80	17,40
750	13,00	15,20	17,00
900	12,60	14,80	16,70
1050	12,40	14,60	16,60
1200	12,20	14,40	16,60
1350	12,20	14,40	16,70
1500	11,90	14,10	16,50
1650	11,90	14,20	16,60
1800	12,10	14,50	17,00
1950	12,20	14,50	17,40
2100	12,60	14,90	17,80
2250	12,60	15,00	17,80
2400	12,10	14,40	17,30
2550	11,10	13,30	16,10
2700	10,60	12,90	15,60
2850	10,40	12,70	15,50
3000	10,60	12,70	15,70

Çizelge 7. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında Pamuk kumaşlar için belli frekans değerlerindeki Geçirgenlik, Yansıma, Absorpsiyon değişimleri

FREKANS	0,1M PAMUK- A			0,2M PAMUK- A			0,3 M PAMUK- A		
	Tr	Re	Ab	Tr	Re	Ab	Tr	Re	Ab
150	0,10	0,03	0,87	0,02	0,12	0,87	0,00	0,17	0,83
300	0,09	0,17	0,74	0,02	0,33	0,66	0,00	0,40	0,60
450	0,09	0,25	0,67	0,02	0,44	0,55	0,00	0,53	0,47
600	0,08	0,29	0,63	0,02	0,47	0,51	0,00	0,56	0,43
750	0,08	0,31	0,60	0,02	0,50	0,48	0,00	0,60	0,40
900	0,09	0,27	0,64	0,02	0,45	0,53	0,00	0,54	0,45
1050	0,08	0,39	0,52	0,02	0,61	0,37	0,00	0,72	0,27
1200	0,08	0,41	0,51	0,02	0,62	0,37	0,00	0,72	0,28
1350	0,08	0,39	0,53	0,01	0,62	0,37	0,00	0,72	0,28
1500	0,08	0,41	0,51	0,01	0,64	0,35	0,00	0,74	0,26
1650	0,08	0,33	0,60	0,01	0,54	0,45	0,00	0,64	0,36
1800	0,07	0,33	0,59	0,01	0,56	0,43	0,00	0,67	0,33
1950	0,07	0,43	0,50	0,01	0,66	0,33	0,00	0,76	0,23
2100	0,06	0,49	0,44	0,01	0,72	0,27	0,00	0,82	0,18
2250	0,06	0,30	0,64	0,01	0,49	0,50	0,00	0,57	0,43
2400	0,07	0,17	0,76	0,01	0,33	0,66	0,00	0,40	0,60
2550	0,08	0,33	0,58	0,01	0,55	0,44	0,00	0,63	0,36
2700	0,09	0,18	0,73	0,02	0,32	0,67	0,00	0,38	0,62
2850	0,09	0,26	0,65	0,02	0,40	0,58	0,00	0,47	0,52
3000	0,09	0,20	0,71	0,01	0,36	0,63	0,00	0,44	0,55

Çizelge 8. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında Pamuk kumaşlar için belli frekans değerlerindeki Geçirgenlik, Yansıma, Absorpsiyon değişimleri

FREKANS	0,1M PAMUK- B			0,2M PAMUK- B			0,3 M PAMUK- B		
	Tr	Re	Ab	Tr	Re	Ab	Tr	Re	Ab
150	0,07	0,05	0,88	0,01	0,13	0,86	0,00	0,14	0,85
300	0,06	0,21	0,73	0,01	0,35	0,64	0,00	0,40	0,60
450	0,06	0,31	0,63	0,01	0,46	0,53	0,00	0,54	0,46
600	0,06	0,35	0,60	0,01	0,50	0,49	0,00	0,58	0,42
750	0,06	0,37	0,57	0,01	0,53	0,45	0,00	0,61	0,38
900	0,06	0,33	0,61	0,01	0,48	0,51	0,00	0,56	0,44
1050	0,06	0,47	0,48	0,01	0,65	0,34	0,00	0,74	0,26
1200	0,06	0,47	0,47	0,01	0,65	0,34	0,00	0,74	0,26
1350	0,05	0,46	0,48	0,01	0,65	0,34	0,00	0,74	0,26
1500	0,06	0,49	0,46	0,01	0,67	0,32	0,00	0,75	0,24
1650	0,05	0,40	0,55	0,01	0,57	0,42	0,00	0,66	0,34
1800	0,05	0,41	0,54	0,01	0,60	0,40	0,00	0,68	0,32
1950	0,05	0,51	0,44	0,01	0,70	0,30	0,00	0,77	0,22
2100	0,04	0,57	0,38	0,01	0,76	0,24	0,00	0,83	0,17
2250	0,04	0,37	0,59	0,01	0,51	0,48	0,00	0,57	0,43
2400	0,04	0,22	0,73	0,01	0,34	0,65	0,00	0,40	0,60
2550	0,06	0,40	0,54	0,01	0,57	0,42	0,00	0,63	0,37
2700	0,06	0,22	0,71	0,01	0,34	0,65	0,00	0,39	0,61
2850	0,06	0,30	0,63	0,01	0,46	0,53	0,00	0,52	0,48
3000	0,06	0,25	0,69	0,01	0,40	0,59	0,00	0,46	0,54

Çizelge 9. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında PES kumaşlar için belli frekans değerlerindeki Geçirgenlik, Yansıma, Absorpsiyon değişimleri

FREKANS	0,1M PES- A			0,2M PES- A			0,3 M PES- A		
	Tr	Re	Ab	Tr	Re	Ab	Tr	Re	Ab
150	0,59	0,05	0,37	0,27	0,00	0,73	0,17	0,01	0,82
300	0,52	0,00	0,48	0,23	0,06	0,71	0,15	0,11	0,74
450	0,51	0,01	0,48	0,22	0,11	0,67	0,14	0,18	0,68
600	0,50	0,02	0,48	0,22	0,14	0,64	0,13	0,22	0,65
750	0,50	0,03	0,47	0,22	0,16	0,62	0,13	0,24	0,62
900	0,50	0,02	0,48	0,21	0,13	0,65	0,13	0,21	0,66
1050	0,49	0,06	0,45	0,21	0,23	0,57	0,13	0,32	0,55
1200	0,49	0,06	0,45	0,20	0,24	0,56	0,12	0,34	0,54
1350	0,48	0,05	0,47	0,20	0,22	0,58	0,12	0,32	0,56
1500	0,49	0,06	0,45	0,20	0,25	0,55	0,12	0,35	0,53
1650	0,48	0,04	0,48	0,20	0,19	0,61	0,12	0,28	0,60
1800	0,48	0,05	0,48	0,19	0,20	0,61	0,11	0,29	0,60
1950	0,47	0,07	0,46	0,18	0,27	0,55	0,11	0,38	0,51
2100	0,43	0,11	0,47	0,16	0,33	0,51	0,09	0,44	0,47
2250	0,43	0,02	0,55	0,15	0,17	0,68	0,09	0,26	0,66
2400	0,45	0,01	0,55	0,17	0,08	0,75	0,09	0,14	0,77
2550	0,49	0,04	0,47	0,19	0,19	0,62	0,11	0,28	0,61
2700	0,50	0,01	0,49	0,20	0,08	0,72	0,12	0,14	0,74
2850	0,50	0,02	0,48	0,21	0,12	0,67	0,13	0,19	0,69
3000	0,50	0,00	0,50	0,20	0,08	0,72	0,12	0,15	0,73

Çizelge 10. 0,1-0,2-0,3 M Piro (B) ile kaplandığında PES kumaşlar için belli frekans değerlerindeki Geçirgenlik, Yansıma, Absorpsiyon değişimleri

FREKANS	0,1M PES- B			0,2M PES- B			0,3 M PES- B		
	Tr	Re	Ab	Tr	Re	Ab	Tr	Re	Ab
150	0,29	0,00	0,71	0,23	0,00	0,77	0,10	0,03	0,87
300	0,25	0,05	0,70	0,20	0,08	0,72	0,09	0,17	0,74
450	0,23	0,09	0,67	0,19	0,13	0,68	0,08	0,25	0,67
600	0,23	0,13	0,64	0,18	0,17	0,65	0,08	0,30	0,63
750	0,23	0,15	0,63	0,18	0,19	0,63	0,08	0,32	0,60
900	0,23	0,12	0,65	0,18	0,16	0,66	0,07	0,29	0,64
1050	0,22	0,21	0,57	0,17	0,26	0,57	0,07	0,41	0,51
1200	0,22	0,22	0,56	0,17	0,27	0,56	0,07	0,43	0,50
1350	0,21	0,20	0,59	0,17	0,26	0,58	0,07	0,42	0,52
1500	0,21	0,23	0,56	0,17	0,28	0,55	0,07	0,45	0,49
1650	0,21	0,17	0,62	0,17	0,22	0,62	0,07	0,36	0,57
1800	0,20	0,18	0,61	0,16	0,23	0,61	0,06	0,38	0,56
1950	0,19	0,25	0,55	0,15	0,31	0,54	0,06	0,47	0,47
2100	0,17	0,31	0,52	0,13	0,37	0,50	0,05	0,53	0,42
2250	0,17	0,15	0,68	0,13	0,20	0,68	0,05	0,33	0,62
2400	0,18	0,07	0,75	0,13	0,10	0,77	0,05	0,19	0,76
2550	0,20	0,18	0,62	0,16	0,22	0,62	0,06	0,35	0,59
2700	0,21	0,07	0,71	0,16	0,10	0,74	0,07	0,19	0,74
2850	0,22	0,11	0,66	0,17	0,15	0,68	0,07	0,29	0,64
3000	0,22	0,07	0,71	0,17	0,11	0,72	0,07	0,23	0,70

Çizelge 11. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (A) ile kaplandığında Pamuk-PES kumaşlar için belli frekans değerlerindeki Geçirgenlik, Yansıma, Absorpsiyon değişimleri

FREKANS	0,1M P-PES- A			0,2M P-PES- A			0,3 M P-PES- A		
	Tr	Re	Ab	Tr	Re	Ab	Tr	Re	Ab
150	0,09	0,04	0,87	0,02	0,11	0,87	0,01	0,13	0,86
300	0,08	0,19	0,74	0,02	0,30	0,68	0,01	0,33	0,65
450	0,07	0,27	0,66	0,03	0,40	0,57	0,02	0,42	0,56
600	0,08	0,30	0,62	0,03	0,43	0,54	0,02	0,44	0,53
750	0,08	0,32	0,60	0,04	0,44	0,52	0,03	0,46	0,51
900	0,09	0,27	0,65	0,04	0,38	0,58	0,03	0,40	0,57
1050	0,09	0,39	0,52	0,04	0,52	0,44	0,03	0,54	0,43
1200	0,10	0,38	0,52	0,05	0,51	0,44	0,03	0,54	0,43
1350	0,10	0,35	0,54	0,05	0,49	0,46	0,03	0,53	0,44
1500	0,11	0,36	0,52	0,05	0,50	0,44	0,03	0,55	0,42
1650	0,12	0,27	0,61	0,05	0,40	0,55	0,03	0,45	0,52
1800	0,12	0,29	0,59	0,05	0,42	0,53	0,03	0,46	0,50
1950	0,12	0,35	0,53	0,05	0,51	0,44	0,03	0,56	0,41
2100	0,11	0,39	0,49	0,04	0,57	0,39	0,03	0,62	0,36
2250	0,12	0,20	0,68	0,04	0,35	0,60	0,03	0,40	0,57
2400	0,14	0,09	0,77	0,05	0,20	0,75	0,03	0,24	0,73
2550	0,17	0,21	0,61	0,07	0,38	0,55	0,04	0,44	0,52
2700	0,19	0,09	0,72	0,07	0,20	0,73	0,04	0,24	0,71
2850	0,20	0,14	0,66	0,08	0,26	0,66	0,04	0,31	0,65
3000	0,20	0,09	0,71	0,07	0,22	0,71	0,04	0,27	0,69

Çizelge 12. 0,1-0,2-0,3 M Pirol (B) ile kaplandığında Pamuk-PES kumaşlar için belli frekans değerlerindeki Geçirgenlik, Yansıma, Absorpsiyon değişimleri

FREKANS	0,1M P-PES- B			0,2M P-PES- B			0,3 M P-PES- B		
	Tr	Re	Ab	Tr	Re	Ab	Tr	Re	Ab
150	0,05	0,07	0,88	0,02	0,11	0,87	0,01	0,13	0,86
300	0,04	0,24	0,72	0,02	0,31	0,67	0,01	0,35	0,64
450	0,04	0,34	0,62	0,02	0,41	0,57	0,02	0,44	0,54
600	0,05	0,37	0,59	0,03	0,43	0,54	0,02	0,47	0,51
750	0,05	0,39	0,56	0,03	0,45	0,52	0,02	0,49	0,49
900	0,05	0,33	0,62	0,03	0,39	0,58	0,02	0,43	0,55
1050	0,06	0,46	0,48	0,03	0,53	0,43	0,02	0,59	0,39
1200	0,06	0,46	0,48	0,04	0,53	0,43	0,02	0,59	0,39
1350	0,06	0,44	0,50	0,04	0,51	0,45	0,02	0,58	0,40
1500	0,06	0,46	0,48	0,04	0,53	0,43	0,02	0,60	0,38
1650	0,06	0,36	0,57	0,04	0,43	0,53	0,02	0,50	0,48
1800	0,06	0,37	0,57	0,04	0,45	0,52	0,02	0,52	0,46
1950	0,06	0,46	0,48	0,04	0,54	0,43	0,02	0,61	0,37
2100	0,05	0,52	0,43	0,03	0,60	0,37	0,02	0,67	0,31
2250	0,05	0,31	0,63	0,03	0,38	0,59	0,02	0,44	0,54
2400	0,06	0,17	0,77	0,04	0,22	0,74	0,02	0,28	0,70
2550	0,08	0,34	0,58	0,05	0,41	0,54	0,02	0,49	0,49
2700	0,09	0,17	0,74	0,05	0,23	0,72	0,03	0,29	0,68
2850	0,09	0,24	0,67	0,05	0,32	0,63	0,03	0,40	0,57
3000	0,09	0,20	0,72	0,05	0,26	0,68	0,03	0,34	0,63

ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında Nevşehir’de doğdu. İlkokulu Mihriban Emin Günel İlköğretim Okulu’nda, liseyi ise Nevşehir Lisesi’nde okudu.1998 yılında Afyon Kocatepe Üniversitesi Uşak Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü’nden mezun oldu. 1999 yılında Trakya Üniversitesi Lüleburgaz Meslek Yüksek Okulu’nda Öğretim Görevlisi olarak göreve başladı. Halen Kırklareli Üniversitesi Lüleburgaz Meslek Yüksek Okulu’nda Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır. Evli ve iki çocuk annesidir.