

PIROL İLE KAPLANAN KARBON KUMAŞLARIN ELEKTROMANYETİK KALKANLAMA ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Rana YILMAZ (*rana.yilmaz@klu.edu.tr*)

Kırklareli Üniversitesi, Lüleburgaz Meslek Yüksekokulu Tekstil Programı

Ahmet Özgür AĞIRGAN (*aoagirgan@nku.edu.tr*)

Namık Kemal Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü

Mehtap AĞIRGAN (*mehtapagirgan@klu.edu.tr*)

Kırklareli Üniversitesi, Lüleburgaz Meslek Yüksekokulu Tekstil Programı

ÖZET

Elektronik olarak iletken bir polimer olan polipirol (PPy), yüksek yüzey alanı ve olağanüstü elektriksel ve mekanik özelliklere sahip karbon kumaşlar ileri elektrot malzemeleri arasındadır. PPy / C kaplamalı kumaşlar spesifik kapasitans, enerji yoğunluğu ve kararlılığı iyileştirmek için tamamlayıcı faydalar sunmaktadır. Bu makalede, karbon liflerinden bezayağı dokuma kumaşı, kaplama maddesi olarak Poliüretan yapılı bileşik ile Pirol monomeri karıştırılarak kaplanmıştır. Elde edilen pirol kaplanmış karbon kumaşın mikro yapısının ve ara yüzey özelliklerinin incelenmesi için SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) görüntüleme ve malzemenin kimyasal bağ yapılarını, moleküllerin bağ titreşimleri veya dönme enerji seviyelerinden ötekine geçişleriyle sağlanan enerjideki değişimleri göstererek maddenin analizi için FTIR (Fourier Dönüşümlü İnfrared Analizi) yapılmıştır. Elektromanyetik özelliklerinin ölçüldüğü EMSE değerlerinde ham karbon kumaşa göre, kalkanlama değerlerinde az da olsa bir artış gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Pirol, Kaplama, Karbon kumaş, Elektromanyetik kalkanlama*

INVESTIGATION OF ELECTROMAGNETIC SHIELDING PROPERTIES OF PIROL-COATED CARBON FABRICS

Rana YILMAZ (*rana.yilmaz@klu.edu.tr*)

Kırklareli University Lüleburgaz Vocational School Textile Program

Ahmet Özgür AĞIRGAN (*aoagirgan@nku.edu.tr*)

Namık Kemal University, Department of Textile Engineering

Mehtap AĞIRGAN (*mehtapagirgan@klu.edu.tr*)

Kırklareli University Lüleburgaz Vocational School Textile Program

ABSTRACT

As an electronic conductive polymer, polypyrrole (PPy), which is a carbonaceous material with high surface area and exceptional electrical and mechanical properties, and is among the advanced electrode materials. PPy / C coated fabrics offer complementary benefits to improve specific capacitance, energy density and stability. In this article, the woolen woven fabric of carbon fibers is coated with a mixture of polyurethane compound and pyrrole monomer as the coating material. In order to examine the microstructure and interfacial properties of the fabric coated with pyrrole, Scanning Electron Microscopy (SEM) imaging is used. For the analysis of the material, showing the changes in energy provided by imaging, chemical bonding of materials, bond vibrations of molecules, material chemical bonds, the bond vibrations of molecules, and analysis of the material by showing the changes in the energy provided by the transitions from the rotational energy levels, Fourier Transform Infrared Analysis (FTIR) is used. The EMSE values for which the electromagnetic properties were measured showed a slight increase in shielding values, compared to the raw carbon fabric.

Keywords : *Pyrrole, Coating, Carbon fabric, Electromagnetic shielding*

GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesi, hayat şartlarının modernizasyonu ile birlikte, insanların ihtiyaçları doğrultusunda elektronik cihazlar fazlasıyla kullanılmaktadır. Elektrik, artık hayatımızın vazgeçilmez bir parçasıdır. ABD Enerji Bilgi Yönetimine göre elektrik üretiminin 2040 yılında 39 trilyon kWh'ye ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu tahmin açıkça, elektrikli ürünlerin ve elektronik cihazların kullanımının gelecekte daha da artacağını gösteriyor. Elektrik ve elektronik cihazların kullanımı hızla büyüdüğü için elektromanyetik girişim (EMI) probleminin ortaya çıktığı bilinmektedir. EMI, yayılan elektromanyetik enerjinin, bir elektronik cihazdan diğerine, yayılma veya iletilme veya her iki yol ile aktarıldığı süreçtir. Bu nedenle, EMI, yürütülen ve / veya yayılan bir elektromanyetik sinyal olarak kabul edilir [1]. Alternatif akım (AC) motorlar, dijital bilgisayarlar, hesap makineleri gibi birçok cihaz yazıcılar, modemler, elektronik daktilolar, dijital devreler, iletim hatları ve Wi-Fi yönlendiriciler ve cep telefonları da dahil olmak üzere elektronik ev aletleri, bazı elektromanyetik girişim (EMI) sorunlarına neden olabilecek elektromanyetik (EM) dalgalar yayarlar [2]. Aynı zamanda bu cihazlar çalışırken kasıtlı veya kasıtsız olarak çevreye de elektromanyetik radyasyon yayarlar. Bu radyasyonun insan üzerine iki tür biyolojik etkisi vardır. Birincisi; stres, uykusuzluk, migren, cilt problemi, hafıza kaybı, kilo alımı gibi etkiler, diğeri ise moleküler ve kimyasal bağlara, hücre yapısına, vücut koruma sistemine yaptığı ve uzun sürede ortaya çıkabilecek etkiler. Bunlar; lösemi, beyin tümörü, kalp rahatsızlıkları, Parkinson, Alzheimer ve hamilelerde düşük riskinin artması gibi uluslararası bilimsel araştırmalarda kanıtlanmış rahatsızlıklardır. Bu sebepten dolayı elektromanyetik yayınının neden olduğu zararların azaltılması çevre ve insan sağlığı açısından çok önemlidir [3] .

Bir kalkana gelen manyetik ve/veya elektriksel alan gücündeki azalma kalkanlama olarak tanımlanır [4]. Başka bir ifade de kalkanlama ya da ekranlama; kart, devre yada cihaz düzeyinde iki ortamı birbirinden elektromanyetik alanda izole etmek olarak tanımlanabilir [5]. 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. Elektromanyetik kalkanlamaya olan ilgi; ticari, askeri, elektrik ve elektronik cihazların yaygınlaşması ve insan sağlığını olumsuz etkilemesi nedeni ile giderek artmaktadır. Ticari uygulamalarda 40 dB ve üzeri, askeri uygulamalarda ise 80 dB ve üzeri kalkanlama etkisi aranmaktadır [6].

EM kalkanlama konusunda etkinliği bilinen tipik metal ürünleri pahalı, ağır, ısıl genleşme ve esnek olmama gibi özellikleri nedeniyle her yerde kullanıma uygun değildir. Gümüş, bakır, altın, vb. gibi iletken dolgu parçacıkları ve karbon nanotüpler gibi karbon parçacıkları, birçok çalışmada EM koruma uygulamaları için mükemmel sonuçlar vermiştir. Elektronik ve elektrik aletlerin EM koruması için tekstil ürünü kullanımı; hafif, esnek ve ucuz olduğundan ötürü popüler olmuştur [2]. Özel tekstil yapıları sayesinde farklı frekans aralıklarında farklı koruma etkinlik alanlarında (dB) %99'dan daha yüksek değerlerde koruma sağlanabilmektedir. İletken polimer malzemelerin hafif ve korozyon önleyici özellikleri, elektromanyetik koruyucu için son derece uygundur. Termoplastik fakat iletken olmayan polimerlere uygun iletkenlik eklemek için, bakır, karbon siyahı, grafen, karbon fiberleri ve karbon nanotüpleri gibi iletken nanomateryalleri kullanılmıştır. Karbon malzemelerin elektromanyetik girişim koruyucu, yüksek elektriksel iletkenlik, yüksek gerilme mukavemeti, yüksek ısı iletkenliği, yangına dayanıklılık ve işleme kolaylığı gibi üstün özellikleri sayesinde, karbon elyafı hızla büyüyen bir uygulama alanı bulmuştur [1].

Gelişen üretim teknolojileri ve malzemeler sayesinde, çok çeşitli kullanım alanlarına göre 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 yapılabilmektedir. Kullanımları çok kolay olan bu ürünler, belirli koşullarda hem yıkanabilir hem de ütülenebilir [7].

1-ELEKTROMANYETİK KALKANLAMA ÖZELLİĞİ OLAN MALZEMELER

Vücudu, çevreyi veya devreyi zararlı elektromanyetik radyasyondan koruyan malzeme veya koruyucuya kalkan denir. Kalkanlar, bir alanı (oda, aparat, devre, vb.) Elektromanyetik radyasyonun dış kaynaklarından izole etmek veya iç kaynaklardan yayılan istenmeyen elektromanyetik enerji emisyonunu önlemek için kullanılır. Uzun süreli veya akut elektromanyetik radyasyona maruz kalmanın insan dokusu üzerinde zararlı etkileri olabileceği çok iyi bilinmektedir. Ayrıca, elektromanyetik radyasyon, kalp pili gibi bazı biyo-elektronik cihazlarla etkileşime girebilir ve insanların yaşamlarını etkileyebilir [8].

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) [9].

Bunun yanında elektromanyetik koruyucu, iletken veya manyetik malzemeler kullanılarak bir bölgeden diğerine elektrik ve manyetik dalgaların yayılmasını önlenmelidir. Koruyucu, bir sistemin içinden geçen sinyalin, ya dalganın yansımaları ya da malzemenin içindeki radyasyon gücünün emilmesi ve dağıtılması yoluyla en aza indirilmesiyle sağlanabilir [10]. Elektromanyetik emicilerden yapılmış elektromanyetik kalkanlar, istenmeyen elektromanyetik radyasyonları zayıflatır ve büyük ölçüde reddeder. Bu kalkanın etkililiği, malzemenin türü, kalınlığı, boyutu, şekli ve deliklerin oryantasyonu gibi faktörlere bağlıdır [8]. Elektrik iletkenliği özellikli tekstil kompozitleri, özellikle radar emiciler, kızılötesi kamuflaj malzemeleri ve elektromanyetik girişim (EMI) koruyucu materyaller gibi uygulama alanlarında kullanım potansiyelleri açısından hem endüstri hem de araştırmacıların ilgisini çekmektedir

[11]. Elektromanyetik koruyucu malzeme olarak çeşitli metalik ve metalik olmayan elektro-iletken tekstiller kullanılmaktadır [8].

Elektromanyetik kalkanlama özelliği olan malzemeleri şöyle sıralayabiliriz:

- 1. Klasik malzemeler:** Elektromanyetik kalkanlamada kullanılan klasik malzemeler; metal levha, metal ağ ve metal köpüğü olarak sıralanabilir. Bu tip malzemeler radyo dalgaları, görünür ışık, elektromanyetik ve elektrostatik alanların etkisini azaltmaktadır.
- 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 [3]. Kompozit malzemelerin kullanımı metallere göre sağladıkları üstün özellikler nedeni ile gün geçtikçe artmaktadır. EMI'yi yansıma ve absorpsiyon yoluyla, EM radyasyonunu azaltabilen iletken koruyucu kompozitler kullanarak çözmek için çok çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu EMI koruyucu kompozitlerin hazırlanmasında metaller, yüksek iletkenlik sağlama açısından kompozitlerin iletken bileşeni olarak en çok tercih edilen malzemelerden biridir [11]. 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 [7].
- 3. İletken Polimerler:** İletken polimerler, organik polimerler olup kendinden (intrinsik) elektrik iletme özelliğine sahiptirler. Bu malzemeler genellikle termoplastik özellik göstermezler ve işlenmeleri de güçtür [12]. İletken polimerler, elektriksel uyarının mükemmel kontrolüne izin verirler, çok iyi optik ve elektriksel özelliklere sahiptir, yüksek iletkenlik ve ağırlık oranına sahiptir ve biyo-uyuml ,

biyolojik olarak parçalanabilir ve gözenekli hale getirilebilir [2]. Bazı iletken polimerler: poliasetilen, poli(3alkiltiyofen), politiyofen, polifenilensülfid, polifenilenvinilen, polifenilen, poliizotiyonaften, polipirol, poliazulen, polianilin, polifuron ‘dur.

•

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 [3].

•

5. İletken Tekstil Malzemeleri:

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 [13].

5.2. İletken Malzeme ile Kaplanmış Kumaşlar: Elektriksel iletken veya elektromanyetik ekranlama özelliği göstermeyen konvansiyonel tekstil yüzeyleri (dokuma. Örme. Dokusuz yüzey)

bazı kaplama metotlarıyla metalize 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 [14].


2.MATERYAL METOD

2.1 Materyal

Çalışmada Toho Tenax Europe Gmbh (TEIJIN) firmasının Tenax-E HTA 40 1k F15 ticari isimli karbon liflerinden yine aynı firmada bezayağı dokuma kumaşı olarak üretilmiş takviye malzemesi kullanılmıştır. Kumaş 245g/m^2 gramajda 3 katlı F15 67 tex iplikle atkı ve çözgüde 6 adet/cm olarak dokunmuştur. Kumaşın mekanik özellikleri ve resmi Tablo.2.1 de verilmiştir.

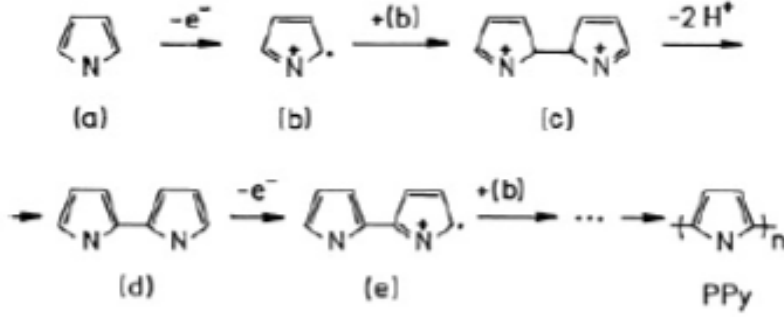
Tablo 2. 1. Karbon Bezayağı Dokuma Kumaş ve Mekanik Özellikleri

| KUMAŞ | ÖZELLİK | DEĞERİ |
|-------|------------------------------|--------|
| | Elyaf Çapı [μm] | 7 |
| | Yoğunluk [g/cm^3] | 1,76 |
| | Çekme Dayanımı [MPa] | 3950 |
| | Elastisite modulu [GPa] | 2382 |

| | | |
|---|--|------------------------|
|  | Kopmadaki birim boy değişimi [%] | 1,7 |
| | Termal iletkenlik [W/mK] | 17 |
| | Termal genleşme katsayısı[10 ⁻⁶ /K] | -0,1 |
| | Spesifik elektriksel direnç [W cm] | 1,6 x 10 ⁻³ |
| | Açı ⁰ | 0/90 |
| | Hacim Oranı(%) | 35 |
| | Yoğunluk [g/m ²] | 176 |

İletken polimerlerin en önemlilerinden birisi olan polipirol, kimyasal veya elektrokimyasal yolla sentezlenebilir. Polipirol, pirolün polimerizasyonu ile oluşan organik bir polimerdir [15]. Fe⁺³ 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 [3].



Şekil 1. Pirolün oksidatif polimerizasyon mekanizması

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

Bu çalışmada, monomer ve oksitleyici karışım direkt yüzeye uygulanmıştır.

Kaplama maddesi olarak TUBICOAT MEA ticari isimli Poliüretan yapılı bileşik ile Pirol monomeri karıştırılarak kullanılmıştır. Bu maddeler ağırlıkça % 0, 3, 0,5, 0,10 oranlarında karıştırılarak çözelti hazırlanmıştır. Kullanılan bu kaplama maddelerinin özellikleri tablo 2. 2 ve tablo 2. 3 de verilmiştir.

Tablo 2. 2.Pirolmonomeri ve PPy'ün özellikleri [7]

| Formül | Mol Kütlesi g.mol ⁻¹ | Yoğunluk cm ⁻³ | Tm C ⁰ | Kaynama Noktası C ⁰ | Dekompozisyon Sıcaklığı (PPy) | Tg Sıcaklığı (PPy) C ⁰ |
|--------|------------------------------------|------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---|
| C4H5N | 67,09 | 0,967 | -23 | 129-131 | 180-237 C ⁰ | 160-170 |

Tablo 2. 3. TUBICOAT MEA Poliüretan yapılı bileşiğin fiziksel ve kimyasal özellikleri

| Kaynama noktası | Yoğunluk | pH | viskozite |
|-----------------|---|-----------|-----------------------------------|
| yaklaşık 100 °C | yaklaşık 1 g/cm ³ nin 23 °C | 7,1 - 9,5 | 7.600 - 11.600 mPa.s nin 20 °C |

Bu poliüretan bileşikte 1907/2006 No'lu AB Düzenlemesine göre tehlikeli içerikler yoktur.

2.2 Metod

Her bir farklı kumaşa uygulanmak üzere 0,3 0,5 ve 0,10 M pirol ile çözelti hazırlanmıştır. Çözelti hazırlama işleminde her bir molar değeri için ne kadar pirol kullanılacağı hesaplanmıştır. Kaplama işlemi ataç firmasının ATAC-RKL40 Laboratuvar tipi kaplama makinesinde gerçekleştirilmiştir. Daha sonra aplikasyonun

kalıcılığını sağlamak için GK-40E Buharlı/Gergef Kurutucu ile kurutma ve fikse işlemleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.1 Laboratuar tipi kaplama ve Buharlı/Gergef Kurutucu

3.BULGULAR

3.1 SEM

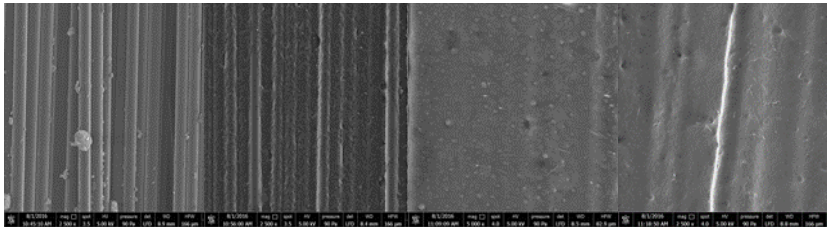
Ham

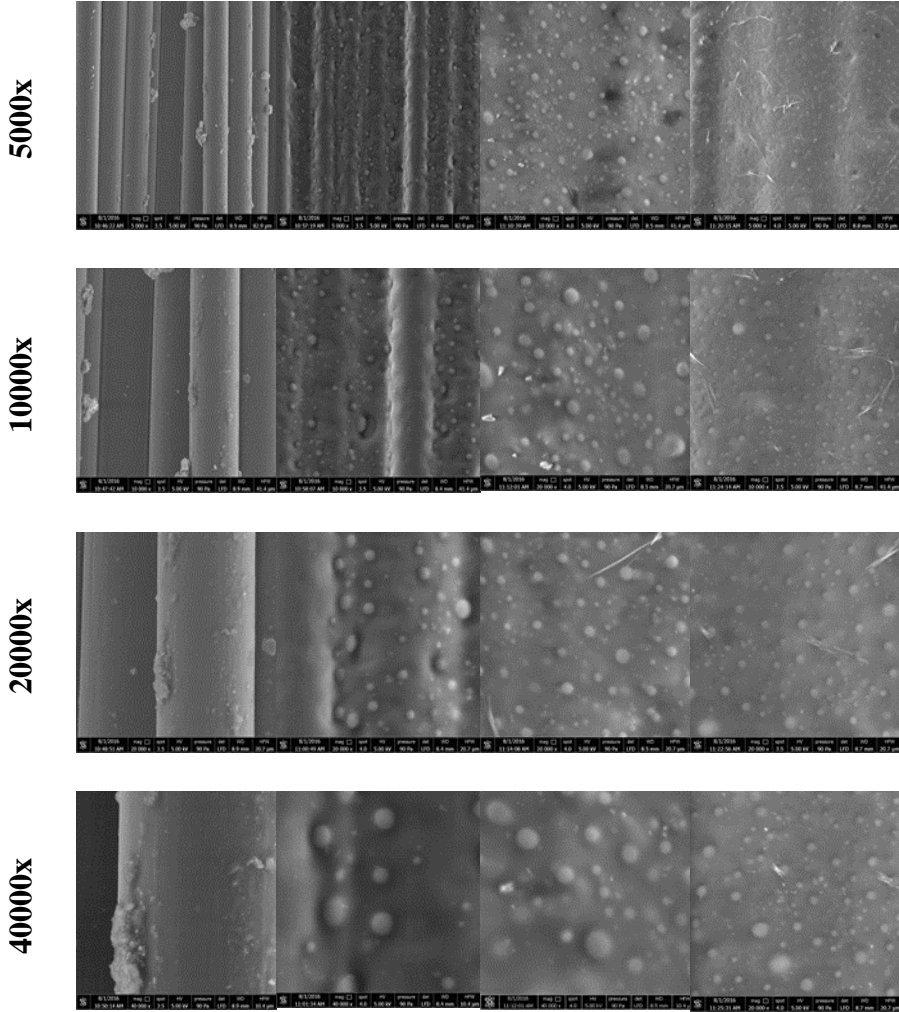
%3 PPy

%5 PPy

%10 PPy

2500x





Şekil 3. 1 Ham ve Farklı oranlarda PPy kaplanmış Karbon kumaşların SEM görüntüleri

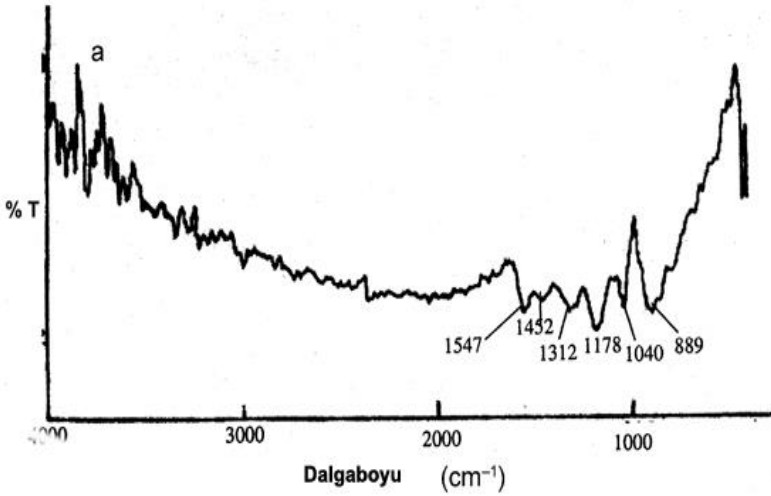
2500x-40000x arası büyütme uygulanmış SEM görüntülerinde binder içerisindeki artan pirol miktarı ile karbon lifinin yüzeyinde birim alana düşen kaplama miktarının arttığı gözlenmektedir.

3.2 FTIR Analizi

Farklı konsantrasyonlarda (%3, 5, 10) pirol ile yapılan kaplama işlemi sonucu kumaşların pirol ile bağ yapıp yapmadıklarını anlamak için FTIR spektrumları incelenmiştir.

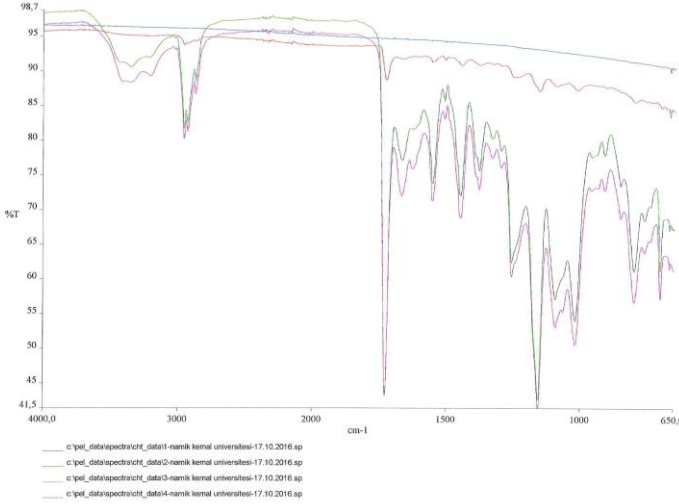


Şekil 3.2 Perkin Elmer Spectrum 100 ATR-FTIR spektrofotometre



Şekil 3.3. Saf polipirol FTIR analizi sonucu

Şekil 3.3’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 gerilmeler $=\text{C}-\text{H}$ bant düzleminde oluşan titreşimlere karşılık gelebilir. 1178 cm^{-1} de oluşan geniş gerilim bandı $\text{N}-\text{C}$ gerilme bandına karşı gelmektedir. 889 cm^{-1} ’ de gözlenen IR tepeciği de polipirol polimerizasyonuna işaret eden düzlem titreşiminden kaynaklı $=\text{C}-\text{H}$ bandı ile ilişkilendirilebilir [16] .

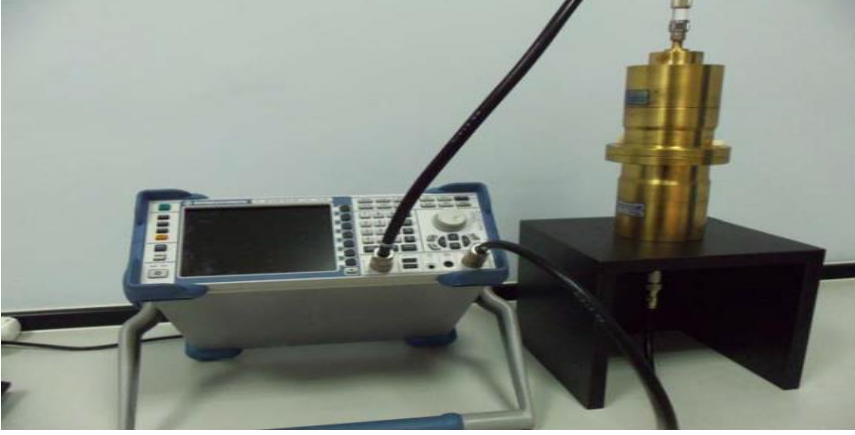


Şekil 3.4. Farklı oranlarda PPy kaplanmış Karbon kumaşların FTIR analizi

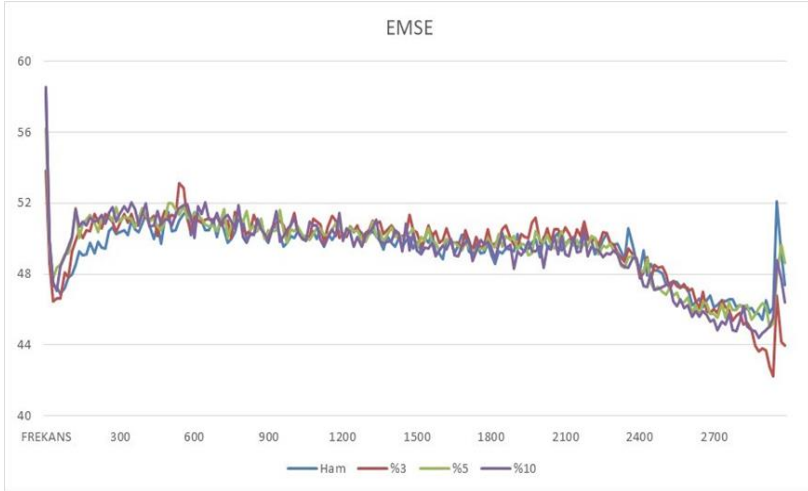
2800-3000 cm^{-1} arasındaki geniş pik C-H gerilmesine aittir. Pirol miktarının artırılması 1550 cm^{-1} ’de görülen polipirole ait $\text{C}=\text{C}$ gerilmesinin 0,3 M pirol kullanılarak yapılan kaplamadan 0,10 M pirol kullanılarak yapılan kaplamaya doğru giderek daha fazla artmasına yol açmıştır. 1100-1200 cm^{-1} de oluşan geniş gerilim bandı $\text{N}-\text{C}$ gerilme bandına karşı gelmektedir.

3.3 EMSE Ölçümü

EMSE ,üzerine farklı konsantrasyonlar da (% 3, 5,10) pirol ile yapılan kaplama işleminin etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla kumaşa ölçüm yapılmıştır.



Şekil 3. 5 Network Analyzer Cihazı (ROHDE&SCHWARZ).



• Şekil 3. 6 PPy Kaplanmış Karbon kumaşların EMSE değerleri

Elektromanyetik özelliklerinin ölçüldüğü EMSE değerlerinde ham karbon kumaşa göre, kalkanlama değerlerinde az da olsa bir artış gözlenmiştir. Konsantrasyon arttıkça EMSE değeri de artmıştır. 100-2400 MHz aralığında değişken pikler yapan bir EMSE davranışı görülmüştür. 2400-2700 MHz aralığında pikler düşüş göstermiş, 2700 MHz'den sonra konsantrasyon ile doğru orantılı olarak pikler yükselmiştir.

4.SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada karbon dokuma kumaş üzerine, poliürotan bazlı binder kullanılarak, pirol polimeri farklı molar konsantrasyonlarda kaplanmıştır. Kaplanan kumaşlara enstrümental yöntemler uygulanarak değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre:

- Elektromanyetik kalkanlama özelliklerinin ölçüldüğü EMSE değerlerinde ham karbon kumaşa göre, konsantrasyon değerine bağlı olarak az da olsa bir artış olduğu saptanmıştır. 48-52 desibel arası yoğun pikler olduğu için yeterli- iyi ekranlama değeri göstermiştir.
- Kaplama sonucu lifin üzerinde pirol polimerinin birim alana düşen miktarında artış olduğu SEM fotoğraflarında belirgin olarak görülmektedir.
- FT-IR grafiklerinde, karbon kumaş ile pirol arasında oluşan bağlardan dolayı konsantrasyon değerine bağlı pikler oluşmuştur. Bu piklerin malzeme özelliklerini karakterize ettiği, önceki çalışmalardaki bulgularla benzerlik gösterdiği belirtilmiştir.

Çalışma sonucuna göre, karbon kumaşın elektromanyetik kalkanlama değerleri, üzerine akrilik binder ile PPy polimeri kaplanması ile az da olsa arttığı saptanmıştır. İlerki çalışmalarda PPy konsantrasyonlarının artırılması, iletken bağlayıcı binderler ve değişen miktarlarda metaller kullanılarak EMSE değerlerinin yükseltilmesi planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Özen, M. S. ,Usta, İ., Yüksek, M., Sancak, E., Soin, N: Investigation of the Electromagnetic Shielding Effectiveness of Needle Punched Nonwoven Fabrics Produced from Stainless Steel and Carbon Fibres, *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 2018; 26, 1(127): 94-100
- [2] Palanisamy, S., Tunakova, V., Militky, J: Fiber-based structures for electromagnetic shielding – comparison of different materials and textile structures, *Textile Research Journal* 2017; First Published June 17 :1-21
- [3] Yılmaz, R: Elektromanyetik kalkanlama özelliği olan malzemeler. *Ejovoc: Electronic Journal of Vocational Colleges*, 4(1), 136-150.
- [4] Yıldız, Z: İletken Polimerlerle Muamele Edilmiş Tekstil Yüzeylerinin Elektrik İletkenliği ve Elektromanyetik Kalkanlama Özelliklerinin İncelenmesi Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Endüstrisi, İstanbul, 2011
- [5] Sevgi L: Elektromanyetik uyumluluk elektromanyetik kirlilik EMO İstanbul Tübitak-Mam Teknolojik işbirliği dergisi, Nisan 2000
- [6] Geetha,S, K. K. S. Kumar, S: Meenakshi et al., Synergetic effect of conducting polymer composites reinforced E-glass fabric for the control of electromagnetic radiations, *Composites Science and Technology*, vol. 70, no.6, (2010), 1017-1022.
- [7] Yılmaz, R: Kaplama Tekstil Yüzeylerinin Elektro Manyetik Kalkanlama Performansının Araştırılması Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen bilimleri Endüstrisi, Tekirdağ, 2013

[8] Maity, S., Chatterjee, A: Conductive polymer-based electro-conductive textile composites for electromagnetic interference shielding: A review, *Journal of Industrial Textiles* 2018 Vol. 47(8) 2228–2252

[9] <http://www.iso.org.tr/tr/document/çevre/elektromanyetik.pdf> (10. 07. 2017). Elektromanyetik dalgalar

[10] Thomassin, J. M., Jerome, C., Pardoën, T., Bailly, C., Huynen, I., Detrembleur, C: Polymer/carbon based composites as electromagnetic interference (EMI) shielding materials, *Materials Science and Engineering R* 74 (2013) 211–232

[11] Kalkan Erdoğan, M., Karakışla, M., Saçak, M: Polypyrrole and silver particles coated poly(ethylene terephthalate) nonwoven composite for electromagnetic interference shielding, *Journal of Composite Materials* 2018, Vol. 52(10) 1353–1362

[12] Avloni Dr. J. , Dr. Henn A.,& Lau R., Eeonyx.Corp; Pinole.CA94564 USA Deelopment and Applications of Nano and Microscale Layers of Conductive Polymers Applied on to Various Surfaces

[13] Dhawana S.K., Singha N., Venkatachalamb S: 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

[14] Lou C.W: Process of Complex Core Spun Yarn Containing a Metal Wire, *Textile Res.J.*,75(6),466-473

[15] Sparavigna, A. C., Applications of Polypyrrole/Polyester Textiles: A Review / Amelia Carolina Sparavigna. - In: International Journal Of Sciences 6:8(2017), pp. 98-107.

[16] 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