

İLETKEN MİNERAL VE ODUN LİFİNDEN OLUŞAN KOMPOZİT MALZEMENİN ELEKTROMANYETİK EKRANLAMA PERFORMANSI

Ali İhsan KAYA¹ Ahmet ÇİFCİ²

¹ Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü,
15100, Burdur, TÜRKİYE

² Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Elektrik Mühendisliği
Bölümü, 15030, Burdur, TÜRKİYE
acifci@mehmetakif.edu.tr

Özet-Çeşitli iletken mineraller ile işlem gören lif levha kompozit malzemeler yüksek ekranlama özelliği ve kolay endüstrileşme özelliği nedeniyle yaygın kullanıma uygundurlar. Teknolojik gelişmeler ile birlikte artan elektromanyetik kirlilik insan sağlığını tehdit etmektedir. Elektromanyetik alana uzun süre maruz kalındığında dokulara zarar vermekte ve zamanla kansere sebep olmaktadır. Elektromanyetik alanın istenmeyen zararlarından korunmak zorunluluk haline gelmiştir. Bu çalışmada mineral katkılı odun liflerinden levha tasarlanması hedeflenmiştir. Bu amaçla çalışmada mineral katkılı odun lifi esaslı kompozit malzemelerin 300MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz ve 2400 MHz frekanslarında elektromanyetik ekranlama yeteneği sayısal olarak belirlenmiştir. Deneysel sonuçlar, mineral tozlarla (BaSO₄, C, Fe₂O₃, NiSO₄) odun lifi esaslı levhaların elektromanyetik koruma etkinliğinin kabul edilebilir seviyelerde olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler- Elektromanyetik ekranlama, iletken mineral, kompozit malzeme, odun lifi.

ELECTROMAGNETIC SHIELDING PERFORMANCE OF WOOD FIBER AND CONDUCTIVE MINERAL COMPOSITE MATERIAL

Abstract-Fiber board composite materials treated with various conductive minerals are widely used because of their high absorption characteristics and easy industrialization. Increasing electromagnetic pollution with technological developments threaten human health. As a result of prolonged exposure to the electromagnetic field, can cause cancers and their derivatives in the living organism due to changes in cell structure. It is necessary to protect against unwanted harms of the electromagnetic field. In this study, it is aimed to be performed of the mineral doped wood fiber-based board design. For this purpose, the electromagnetic shielding ability at 300 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz and 2400 MHz frequencies was quantified by wood fiber-based composite materials which we used conductive minerals. Experimental results show that

Bu makale, 4. Uluslararası Mobilya ve Dekorasyon Kongresi'nde sunulmuş ve İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi'nde yayınlanmak üzere seçilmiştir.

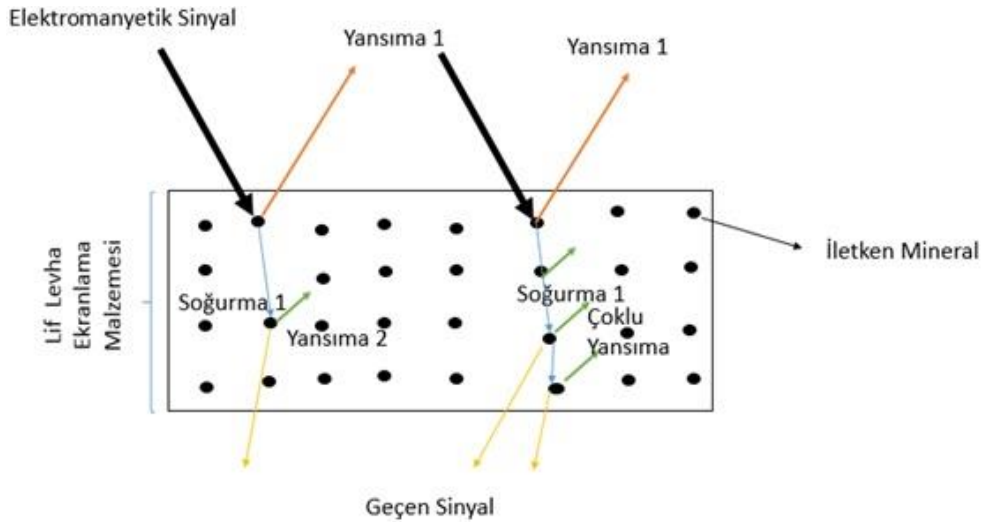
electromagnetic absorption effectiveness of wood-based fibers with mineral powders (BaSO_4 , C, Fe_2O_3 , NiSO_4) is acceptable levels.

Key Words- Electromagnetic shielding, conductive mineral, composite material, wood fiber.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Bilim ve teknolojide meydana gelen hızlı gelişmelerle birlikte elektronik cihazların yaygın kullanımı, elektronik cihazlarda elektromanyetik girişime ve ortamda elektromanyetik kirliliğe neden olmaktadır. İnsan sağlığına zarar verebilen bu elektromanyetik kirlilik insan ölümlerine bile neden olabilir [1]. Elektromanyetik girişim; bir elektronik cihazın, radyo frekansı spektrumundaki bir elektromanyetik alanın yakınında olması durumunda çalışmasının bozulması anlamına gelir [2]. Elektromanyetik kirlilik; baz istasyonu, cep telefonu, radar, televizyon ve radyo vericisi gibi günlük yaşamı kolaylaştıran yüksek hızlı elektrikli ve elektronik sistemlerin yaygınlaşması nedeniyle günlük yaşamın bir parçası olmuştur. Bu nedenle elektromanyetik alanlar üzerine yapılan araştırmalar genel olarak insan sağlığı üzerinde yoğunlaşmaktadır. Yüksek frekans aralığındaki elektromanyetik dalgalar vücut sıcaklığını yaklaşık olarak 1-5 °C arttırabilmekte ve bu da organ işlev bozukluklarına, erkeklerde geçici kısırlığa, beyin lezyonlarına ve kan hastalıklarına neden olabilmektedir [3-5]. Beyin tümörü riskini arttıran [6] ve bunun yanı sıra güçlü radyo frekanslarda cep telefonu, bilgisayar ve bazı tıbbi cihazların düzgün çalışmasını engelleyen elektromanyetik girişimin azaltılması bu anlamda önemlidir [7].

Elektromanyetik girişimin ekranlanması; elektromanyetik radyasyonun sızmasına karşı bir kalkan görevi gören bir malzeme tarafından elektromanyetik radyasyonun yansıtılması ve/veya soğurulması anlamına gelmektedir. Elektromanyetik ekranlama özelliğine sahip malzemeler elektromanyetik dalgaları yansıtarak, soğurarak ve çoklu yansıtarak elektromanyetik girişimin neden olduğu tehlikeleri azaltabilir. Elektromanyetik ekranlama özelliğine sahip malzemeler arasında ahşap esaslı kompozitler yeniden üretilebilirlik, doğal bozunabilirlik ve doğal estetiklik gibi özelliklerinden dolayı çokça kullanılmaktadır [8]. Bu çalışmada mineral (BaSO_4 , C, Fe_2O_3 , NiSO_4) katkılı odun lifi esaslı kompozit malzemelerin 300MHz-2400 MHz frekans aralığında elektromanyetik ekranlama yeteneği incelenmiştir. Mineral katkılı odun lifi esaslı kompozitin ekranlama mekanizması Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Mineral katkılı odun lifi esaslı kompozitin ekranlama mekanizması (Shielding mechanism of mineral doped wood fiber-based composite)

2. YÖNTEM (METHOD)

Çalışmada kullanılan malzemelerin özellikleri aşağıda verilmiştir:

Odun Lifi: Ağaç malzeme, masif olarak kullanımının dışında lif levha endüstrisi ve kâğıt üretiminde kullanılan odunsu liflerinin de kaynağını oluşturmaktadır [9]. Çalışmamızda odun lifi, kuru sistem lif levha üretim yapan tesisten temin edilmiştir.

Bağlayıcı Madde: Çalışmada bağlayıcı ve matris malzeme olarak polimer esaslı termoset reçine olan Üre Formaldehid (UF) kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan UF tutkalının çözeltileri endüstriyel düzeyde bir tesisten kullanıma hazır olarak temin edilmiştir.

Barit Tozu ($BaSO_4$): Barit özellikle petrol sanayinde kullanılmakta olup, 4.5 g/cm^3 yoğunluğunda beyaz, sarı, açık mavi ve kırmızı renktedir. Özellikle bazı zararlı ışınları (X ışını) emici özelliktedir [9]. Dünya da bilinen barit rezervi yaklaşık 550 milyon tondur.

Aktif Karbon (C): Özellikle eriyiklerde renk ve koku tutma özelliğinde olan, çok ince toz halinde, siyah renkli organik bir maddedir. Odun, kömür, hindistancevizi gibi organik maddelere yaklaşık olarak 2000 F'a kadar ısı ve yüksek basınç uygulanması ile elde edilir. Gözenekli yapıya sahiptir. Bu sayede yüzey alanı artar. Yaklaşık 1 gramı 200m^2 ile 1500m^2 arasında bir yüzey alanına sahiptir.

Demir III Oksit (Fe_2O_3): Su ve havanın varlığında demirde oluşan pastır. Demirin veya çeliğin korozyonu sonucunda oluşur. Pasın değişik formları görsel olarak veya spektroskopi ile saptanabilir ve değişik koşullar altında oluşabilirler. Endüstride pigment ve aşındırıcı olarak kullanılır.

Nikel II Sülfat ($NiSO_4$): Nikel periyodik tablonun 8B grubuna ait atom ağırlığı 58,71 gr/mol, yoğunluğu $8,908 \text{ g/cm}^3$, ergime noktası 1453°C (1728 K) ve kaynama noktası 2913°C (3186 K) olan bir elementtir [10]. Özellikle birçok sanayi kolunda metallerin yüzeyinin kaplanmasında kullanılır. Aşındırıcı ortamlarda dayanıklı kaplama tuzu olma özelliğindedir.

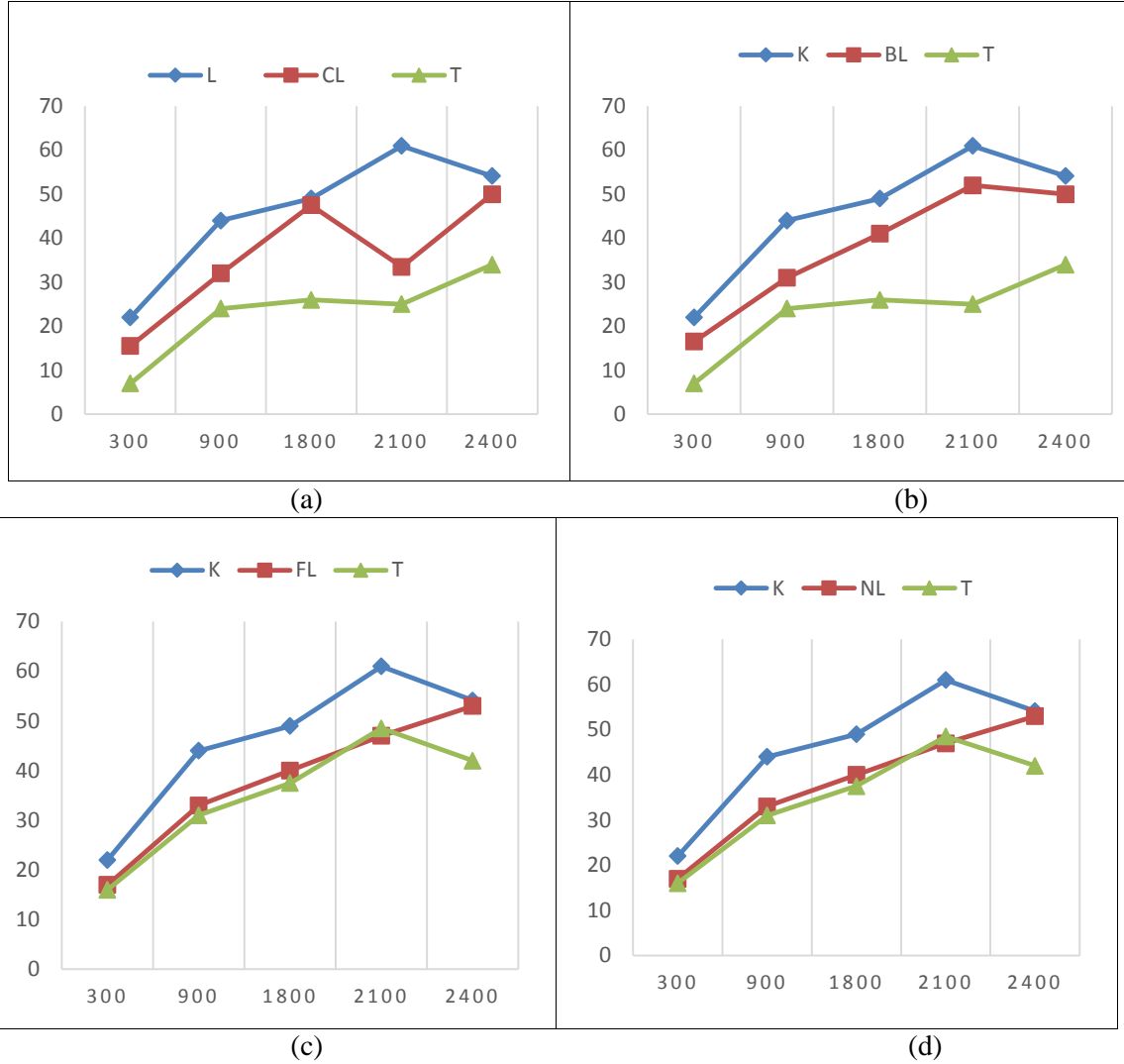
Kuru sistem üretim yapan tesisten temin edilen odun lifine, çalışmanın bu aşamasında ağırlıkça %20 mineral malzeme ($BaSO_4$, C, Fe_2O_3 , $NiSO_4$) katkısı yapılmıştır. Odun lifi ve mineral malzeme homojen karışım sağlamak amacıyla mikserde karıştırılmıştır. Tüm levha taslağına ağırlıkça % 10 oranında bağlayıcı ilavesi yapılarak $260*260*10$ mm boyutlarında ve $0,65\pm 0,05 \text{ g/cm}^3$ yoğunlukta levha taslakları elde edilmiştir. Levha taslakları kurutma fırınında $105\pm 3^\circ\text{C}$ 'de kurutularak, %2-3 değişmez rutubette levhalar ölçüm işlemi için hazır hale getirilmiştir. Tablo 1'de üretilen levhaların karışım oranları belirtilmiştir.

Tablo 1. Örneklerin karışım oranları (Mixing ratios of samples)

Levha Örnekler	Odun Lifi	Mineral	Bağlayıcı
Kontrol (K)	90	0	10
Barit+lif (BL)	70	20	10
Karbon+Lif (CL)	70	20	10
DemirOksit+Lif(DL)	70	20	10
NikelSülfat+Lif (NL)	70	20	10

3. BULGULAR (FINDINGS)

Şekil 2’de örnek malzemelerin ekranlama performansları 300 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz ve 2400 MHz frekanslarında grafiklerle verilmiştir.



Şekil 2. dB cinsinden elektromanyetik ekranlama performansları: (a) C katkılı levhalar (b) BaSO₄ katkılı levhalar (c) Fe₂O₃ katkılı levhalar (d) NiSO₄ katkılı levhalar (K=Odun lifi,T=Tam koruma) (Electromagnetic shielding effectiveness in dB: (a) carbon-doped boards (b) BaSO₄-doped boards (c) Fe₂O₃-doped boards (d) NiSO₄-doped boards (K = Wood fiber, T = Full protection))

Odun liflerine ağırlıkça % 20 oranında mineral madde katkısı yapılarak elde edilen kompozit levhanın elektromanyetik ekranlama grafikleri incelendiğinde; karbon katkılı levhalarda en düşük ekranlama değeri 15,5 dB, en yüksek ekranlama değeri ise 52 dB olarak ölçülmüştür. Karbon katkılı örneklerde özellikle 900 MHz- 2100 MHz’de 8-10 dB daha etkin olduğu gözlenmiştir. Barit katkılı levhalarda en düşük ekranlama değeri 15 dB, en yüksek 52,5 dB ölçülmüştür. Demir II oksit katkılı levhalarda en düşük ekranlama değeri 16 dB, en yüksek ekranlama değeri ise 53 dB olarak ölçülmüştür. Nikel sülfat katkılı levhalarda en düşük ekranlama değeri 16 dB, en yüksek ekranlama değeri ise 53 dB olarak ölçülmüştür. Tüm örnekler incelendiğinde; 300 MHz ve 900 MHz frekanslarında örneklerin yaklaşık olarak aynı ekranlama değerinde olduğu gözlenmiştir.

1800 MHz’ de demir II oksitli levha, 2100 MHz’de karbonlu levha ve 2400Hz’de ise nikel sülfatlı levha diğer levhalara göre daha üstün ekranlama özelliği göstermiştir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

Bu çalışmada elektromanyetik ekranlamayı sağlamak amacıyla odun liflerine iletken mineral madde olan karbon, barit, demir II oksit ve nikel sülfat katkılanmıştır. Yapılan deneylerde katkılanan maddelerin ekranlamaya olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir. Deneylerde ölçüm yapılan frekanslarda ağırlıkça mineral miktarı arttıkça ekranlama özelliği arttığı görülmüştür. Aynı zamanda sinyal frekansı arttıkça ekranlama performansı azalmaktadır. Bunun en büyük sebebi deney sonuçlarında da görüldüğü gibi 900 MHz’den sonra geçirgenlik artmakta ve yansıma azalmaktadır, 1800 MHz ve 2100 MHz’de bu durum maksimum seviyelere çıkmakta ve sonra 2400 MHz’de geçirgenlik azalmakta ve ekranlama tekrar artmaktadır. Bu sonuç malzemenin ekranlama performansının, o malzemenin iletkenliği ile doğrudan ilgili olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuç olarak malzeme iletkenliği arttıkça ekranlama artar. Dahası iletkenliğin artışı ve yansıma kaybının artması ile ekranlama performansı artmaktadır.

5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1]. Xie, S., Yang, Y., Hou, G., Wang, J., and Ji, Z., (2016). Development of layer structured wave absorbing mineral wool boards for indoor electromagnetic radiation protection, *Journal of Building Engineering*, 5, 79-85.
- [2]. Tong, X. C., (2009). *Advanced Materials and Design for Electromagnetic Interference Shielding*, CRC Press, Boca Raton.
- [3]. Barnes, F. S., and Greenebaum, B. (Eds.), (2006). *Biological and medical aspects of electromagnetic fields*, CRC press, Boca Raton.
- [4]. Vecchia, P., Matthes, R., Ziegelberger, G., Lin, J., Saunders, R., and Swerdlow, A., (2009). Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100 kHz-300 GHz). International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection.
- [5]. Wessapan, T., and Rattanadecho, P., (2012). Numerical analysis of specific absorption rate and heat transfer in human head subjected to mobile phone radiation: Effects of user age and radiated power, *Journal of Heat Transfer*, 134(12), 121101.
- [6]. Levitt, B. B., and Lai, H., (2010). Biological effects from exposure to electromagnetic radiation emitted by cell tower base stations and other antenna arrays, *Environmental Reviews*, 18(NA), 369-395.
- [7]. Narong, L. C., Sia, C. K., Yee, S. K., Ong, P., Zainudin, A., Nor, N. H. M., and Kasim, N. A., (2017). Optimization of the EMI Shielding Effectiveness of Fine and Ultrafine POFA Powder Mix with OPC Powder using Flower Pollination Algorithm, *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 012035.
- [8]. Chen, Y., Su, C., Yuan, Q., Zhan, M., Yang, B., and Xia, J., (2016). Electromagnetic shielding performance of nickel plated expanded graphite/wood fiber composite, *BioResources*, 11(2), 5083-5099.
- [9]. Bozkurt, Y., and Erdin N., (1989). Odunsu lifler ve tanımı, *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University| İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 39(4), 1-16.
- [10]. Betteridge, W., (1984). *Nickel and Its Alloys*, John Willey & Sons, New York.