



MAKÜ FEBED  
ISSN Online: 1309-2243  
<http://dergipark.gov.tr/makufebed>  
DOI: 10.29048/makufebed.485961

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 9(Ek Sayı 1): 279-284 (2018)  
*The Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences of Mehmet Akif Ersoy University 9(Supplementary Issue 1): 279-284 (2018)*

**Araştırma Makalesi / Research Paper**

## **Bakır Folyo Kaplı Yönlendirilmiş Yonga Levhanın Elektromanyetik Girişimi Soğurma Etkinliği**

Ali Ihsan KAYA<sup>1</sup>, Ahmet ÇİFCİ<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Burdur

<sup>2</sup>Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Burdur

*Geliş Tarihi (Received): 20.11.2018, Kabul Tarihi (Accepted): 11.12.2018*

✉ *Sorumlu Yazar (Corresponding author\*): [acifci@mehmetakif.edu.tr](mailto:acifci@mehmetakif.edu.tr)*

☎ *+90 248 2132777* 📠 *+90 248 2132704*

### **ÖZ**

Elektronik endüstrisinin büyümesinin ve haberleşme, otomasyon, biyomedikal, uzay ve diğer alanlardaki yaygın kullanımının etkisi birçok elektromanyetik girişim sorununa yol açmaktadır. Elektromanyetik girişim bir elektronik cihazın, başka bir elektronik cihazdan kaynaklanan, radyo frekansı spektrumunda bir elektromanyetik alanın yakınında çalışmasıyla ortaya çıkan bozulmadır. Bu bozulma elektronik cihazları etkilediği gibi insan sağlığını da etkilemektedir. Bu nedenle, elektromanyetik girişimin olumsuz etkilerinden etkili bir şekilde korunma ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bu makalede, yönlendirilmiş yonga levha ile bakır levha karma kompozit malzeme olarak kullanılmıştır. Yönlendirilmiş yonga levhanın ara yüzeyi ile yüzeyi bakır folyo ile kaplanarak metal kafes oluşturulmuştur. Bakır folyo kaplı yönlendirilmiş yonga levhanın 1.88 GHz ile 2.62 GHz ve 5.20 GHz ile 5.62 GHz frekansları arasında elektromanyetik soğurma etkinliğinin kabul edilebilir düzeyde olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Bakır folyo, elektromanyetik girişim, soğurma, yönlendirilmiş yonga levha

## **Electromagnetic Interference Shielding Effectiveness of Copper Foil Coated Oriented Strand Board**

### **ABSTRACT**

The influence of growth of electronics industry and its widespread use in communications, automation, biomedical, space and other fields leads to many electromagnetic interference problems. Electromagnetic interference is the deterioration of operation of an electronic device when it is in the close neighborhood of an electromagnetic field in the radio frequency spectrum that is caused by another electronic device. This deterioration affects electronic devices as well as human health. Therefore, there is a need to effectively protect against the adverse effects of electromagnetic interference. In this paper, copper board and oriented strand board were used as a hybrid composite material. The interface and surface of oriented strand board were coated with copper foil and the metal cage was formed. It was found that electromagnetic shielding effectiveness in the frequency range of 1.88 GHz - 2.62 GHz and 5.20 GHz - 5.62 GHz of the oriented copper foil coated oriented particle board was acceptable.

**Keywords:** Copper foil, electromagnetic interference, shielding, oriented strand board

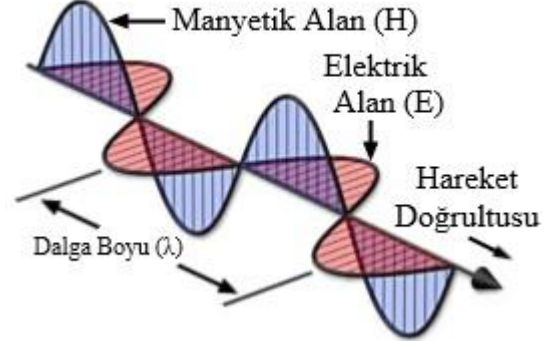
## GİRİŞ

Teknolojik olarak gelişmekte olan elektronik ve haberleşme cihazları, yakınındaki cihazların performansını bozan ve insan sağlığını tehdit eden ciddi elektromanyetik radyasyon veya elektromanyetik girişim üretmektedir (Beall ve ark., 1996; Salman, 2006). Elektromanyetik girişim cep telefonu, televizyon, radyo vericileri ve radar gibi insan yaşamını kolaylaştıran cihaz ve sistemlerle birlikte günlük hayatın bir parçası haline gelmiştir. İstenmeyen işaretin, temel işaret üzerine binerek oluşturduğu bozulma olarak tanımlanır. Elektromanyetik girişim sistem veya cihaz performansının kabul edilemez şekilde bozulmasına neden olabilecek birçok istenmeyen yayılan, parazit sinyalden oluşur. Eğer bu sorunlar ihmal edilirse, haberleşme sistemlerinde ciddi hasarlar oluşabilir ve birçok elektronik cihazın güvenli çalışması güçleşir. Floresan lambaların yandığında televizyon ve bilgisayar ekranlarının kırışması, cep telefonlarının kalp pillerini etkilemesi, bilgisayar ve cep telefonlarının uçakların elektronik sistemlerinde bozulmalara sebep olması, radar kulesi yakınında uçan bir helikopterin kontrolden çıkması gibi durumlar günlük hayatta karşılaşılan elektromanyetik girişim olaylarına örnek verilebilir. Ayrıca elektromanyetik girişim uykusuzluk, sinirlilik, sersemlik ve baş ağrısı gibi belirtilere neden olabilir. Elektromanyetik alanlara ve sinyallere sürekli maruz kalma lösemi, beyin tümörü, göğüs kanseri, Alzheimer ve Parkinson gibi birçok hastalığa sebep olurken ayrıca hamilelerde düşük yapmaya neden olabilir (Loomis ve Savitz, 1990; Zamanian ve Hardiman, 2005; Keangin ve ark., 2013). Bu nedenle sadece yukarıda bahsedilen tehlikelerin ortaya çıkma olasılığını azaltmak için değil, aynı zamanda elektronik cihazların ömrünü ve verimliliğini arttırmak çeşitli elektromanyetik girişimi soğurma yöntemleri geliştirilmiştir. Elektronik cihazlar için gerekli soğurma değerleri dB cinsinden tablo 1'de verilmiştir (Singh ve ark., 2018).

**Tablo 1.** Yaygın kullanılan elektronik cihazlar için gerekli soğurma değerleri (Singh ve ark., 2018)

Cihaz	Soğurma Seviyesi
Dizüstü bilgisayar	15-20 dB
Masaüstü bilgisayar	15-20 dB
Cep telefonu	70-90 dB
Kablo ucu	70-90 dB
İş istasyonu/sunucu	30-40 dB

Tüm elektromanyetik dalgalar elektrik alan (electric field - E) ve manyetik alan (magnetic field - H) olmak üzere iki temel bileşenden oluşur. Şekil 1'de gösterildiği gibi bu iki alan birbirine diktir ve dalga yayılımının yönü, iki bileşeni içeren düzleme dik açıdadır. İzafi büyüklük dalga formuna ve kaynağına bağlıdır.



**Şekil 1.** Elektromanyetik dalga vektörü

$Z = E/H$  olarak bilinen elektrik alan bileşeni E'nin manyetik alan bileşeni H'ye oranı dalga empedansı olarak adlandırılır. Boşluk dalga empedansı  $Z_0 = 377 \Omega$ 'dur. Elektromanyetik girişimin soğurulmasında yakın alan soğurma bölgesi ve uzak alan soğurma bölgesi olmak üzere iki bölge bulunmaktadır.  $\lambda/2\pi$  uzaklıktan başlayıp sonsuza kadar uzayan bölgeye uzak alan soğurma bölgesi denir. Bu bölgede elektromanyetik dalga düzlem dalga olarak adlandırılır. Elektromanyetik girişimin soğurulması için genellikle elektromanyetik düzlem dalga teorisi bu bölgede uygulanır. Elektromanyetik girişim kaynağı ile soğurma arasındaki uzaklık  $\lambda/2\pi$ 'den az ise bu bölge yakın alan soğurma bölgesi olarak adlandırılır. Bu bölgede elektromanyetik girişimin soğurulması için elektrik ve manyetik dipollerin katkısına dayalı teori kullanılır (Geetha ve ark., 2009).

Soğurma etkinliği (shielding effectiveness - SE) soğurma varken gözlemlenen alanların soğurma yokken aynı noktada gözlemlenen alanlara oranı olarak tanımlanabilir (Thomas ve ark., 1999). Soğurma etkinliği ne kadar yüksek olursa soğurmanın da o kadar iyi olduğu söylenebilir. SE aşağıdaki formüllerle (Denklem 1 ve 2) ifade edilir:

$$SE \text{ (dB)} = 20 \log (E_t / E_i) \quad (1)$$

$$SE \text{ (dB)} = 20 \log (H_t / H_i) \quad (2)$$

Denklem 1 ve 2'de alt simgeler t ve i sırasıyla iletilen ve gelen dalgaları ifade etmektedir. E'nin birimi V/m, H'nin birimi ise A/m'dir (Violette ve ark., 1987).

Elektromanyetik girişimin zayıflatılması için yansıma (reflection - R), soğurma (absorption - A) ve çoklu yansıma (multiple reflections - MR) olmak üzere üç soğurma mekanizması vardır. SE, bu üç mekanizmadaki soğurma etkinliği değerlerinin toplanması ile elde edilir (Denklem 3)(Schulz ve ark., 1988):

$$SE \text{ (dB)} = R + A + MR \quad (3)$$

Bu makalede, yönlendirilmiş yonga levha (oriented strand board - OSB) ile bakır levha karma kompozit malzeme olarak kullanılmıştır. OSB'nin ara yüzeyi ile yüzeyi bakır folyo ile kaplanarak metal kafes oluşturulmuş ve böylece elde edilen iletken tabakalı kompozit malzemenin elektromanyetik soğurması incelenmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, ahşap kompozit malzeme olarak 10 mm kalınlığında, 0,67 gr/cm<sup>3</sup> yoğunluğunda, uluslararası yönlendirilmiş yonga levha standardına uygun OSB kullanılmıştır. OSB, ısıyla sertleşen yapıştırıcı reçineler kullanılarak sıcak presleme ile bağlanmış yönlendirilmiş ahşap levhalardan oluşan, yeniden oluşturulmuş ahşap esaslı bir paneldir. Kullanım yerine göre OSB-1, OSB-2, OSB-3 ve OSB-4 olmak üzere dört farklı sınıfa ayrılır (TS EN 300, 1997). OSB-1 kuru koşullarda genel iç mekân kullanımı için tasarlanmıştır. OSB, perde duvarlar ve tavan kaplamaları gibi hafif ahşap çerçeve konstrüksiyonlarında çok yaygın olarak kullanılmaktadır (Rebollar ve ark., 2007).

Ahşap esaslı panel üretiminde bağlayıcılar önemli bir yer tutmaktadır. Teknik anlamda bağlamanın kalitesi ve dolayısıyla ahşap esaslı panellerin özellikleri temelde bağlayıcıların türü ve kalitesine göre belirlenir (Dunky and Pizzi, 2002). Üre formaldehit (urea formaldehyde - UF) reçinesi, ahşap esaslı kompozitlerin üretiminde en önemli bağlayıcı türüdür (Aydın ve ark., 2006). Düşük fiyatlı oluşu ve çeşitli sertleşme koşulları için uygulama kolaylığı UF'nin avantajları iken, formaldehit emisyonu

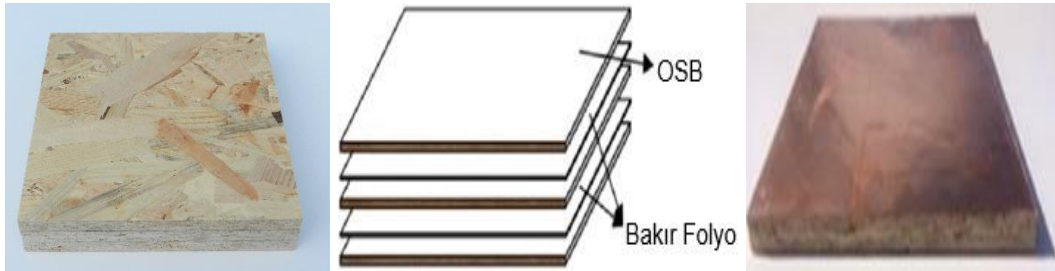
ve zayıf su direnci ana dezavantajlarıdır (Abdolzadeh ve ark., 2011, Roumeli ve ark., 2012). Çalışmada kullanılan üre formaldehit tutkalının çözeltileri endüstriyel düzeyde levha üretimi yapan bir tesisten kullanıma hazır olarak temin edilmiştir. Tablo 2'de çalışmada kullanılan üre formaldehit tutkalının özellikleri verilmiştir (Kaya, 2015).

**Tablo 2.** UF Tutkalının Özellikleri (Kaya, 2015)

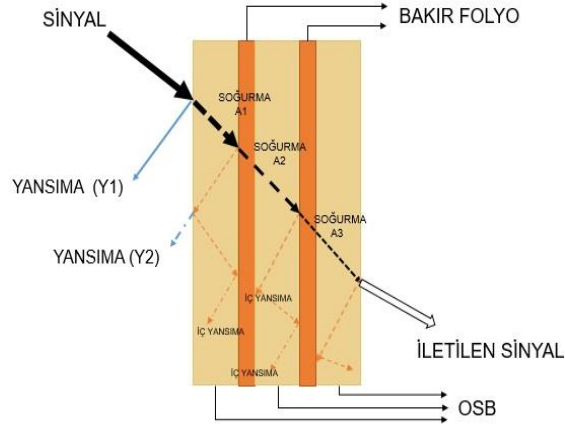
Özellikler	UF	Özellikler	UF
Çözelti (%)	65±1	Jelleşme süresi (s) (100 °C)	25-30
Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	1,27-1,29	Kullanma süresi (gün)	60
pH (25 °C)	7,5-8,5	Akışkanlık süresi (s) (100 °C)	20-30
Viskozite (cPs) (25 °C)	150-200	Serbest CH <sub>2</sub> O (%)	0,19

iletken malzeme olarak Amerikan Test ve Malzeme Kurumu standardında 0,01 mm kalınlığında bakır folyo kullanılmıştır. Ahşap kompozit malzeme plakaları 250x250x10 mm boyutlarına sahiptir. Plakalar 3 tabakalı olarak üretilmiştir. Orta tabaka, her iki yüzeyi bağlayıcı ile tutkalanarak bakır folyo ile kaplanmıştır. Malzemeler sıcak pres 150-155 °C, pres zamanı 5 dakika, basınç 2-3 N/mm<sup>2</sup>, bağlayıcı oranı %10 olacak şekilde işleme tabi tutulmuştur. OSB ile bakır folyonun laminasyonu Şekil 2'de verilmiştir.

Bakır folyo kaplı OSB (Cu-OSB)'nin soğurma etkinliğini gösteren bileşenler Şekil 3'te gösterilmiştir.



**Şekil 2.** OSB ile bakır folyonun laminasyonu

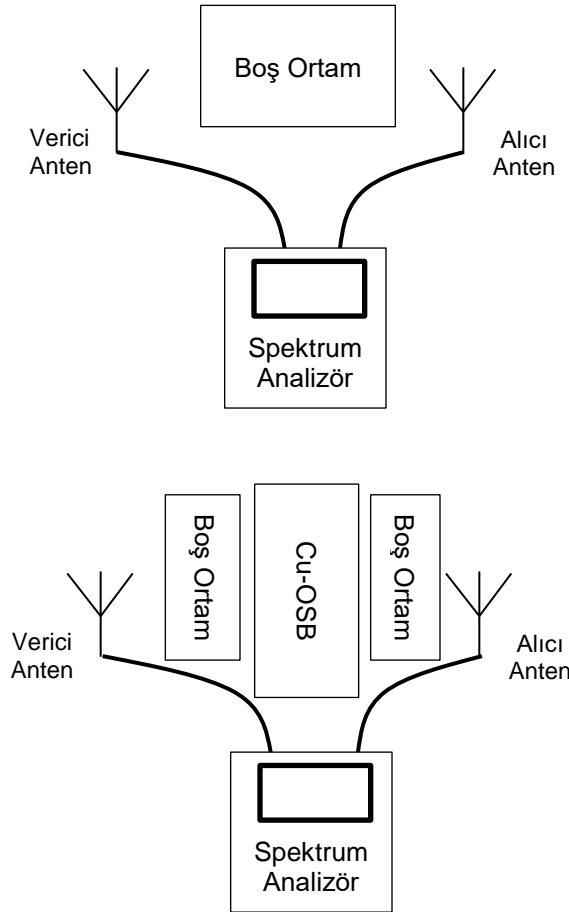


Şekil 3. Cu-OSB'nin soğurma etkinliği bileşenleri

### BULGULAR VE TARTIŞMA

DeneySEL ölçümler için iki anten ve Rohde & Schwarz marka 6 GHz'lik bir spektrum analizör kullanılmıştır. Çalışmada, önce arada soğurma malzemesi yok iken ölçüm yapılmış ve alıcı anten tarafına ulaşan güç kaydedilmiştir.

Ölçülen bu değer referans olarak kabul edilmiştir. İkinci aşamada ise, soğurma amacıyla araya Cu-OSB yerleştirilip ölçüm tekrarlanmıştır. Referans ölçüm ile ikinci ölçümün farkı alınarak, elektromanyetik soğurma amacıyla araya yerleştirilen Cu-OSB'nin soğurma etkinliği tespit edilmiştir. Ölçüm sisteminin şematik gösterimi Şekil 4'te verilmiştir.

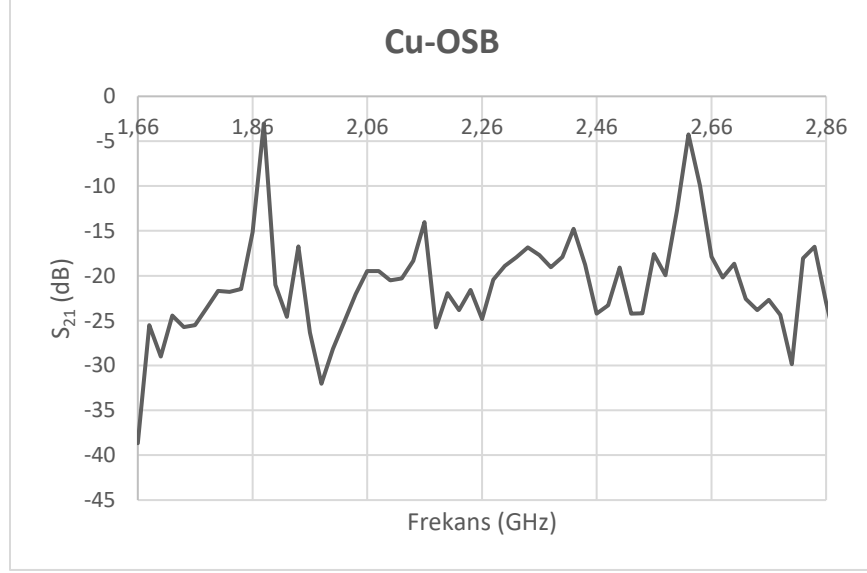


Şekil 4. Ölçüm sisteminin şematik gösterimi

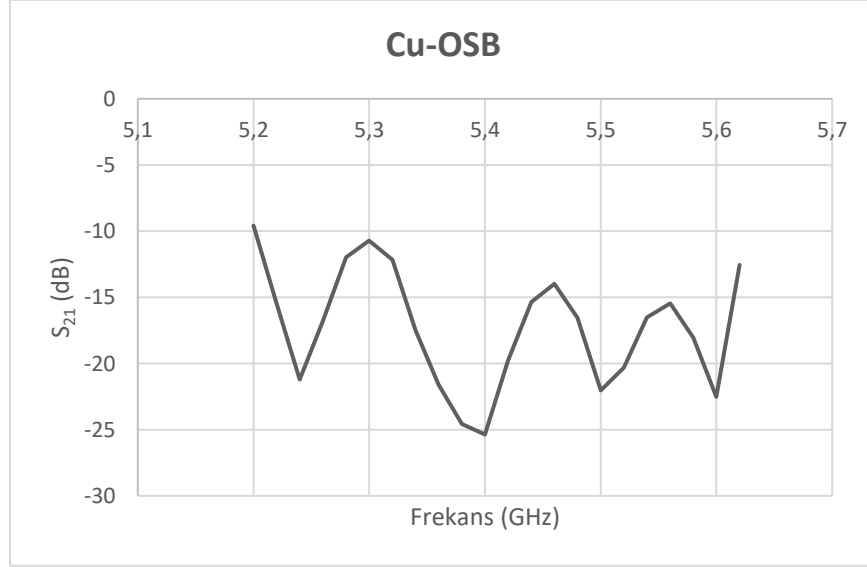
Şekil 5'te verilen grafiklerde yatay eksen GHz olarak frekansı, dikey eksen isen dB cinsinden  $S_{21}$  parametresini ifade etmektedir.  $S_{21}$  parametresi iki kaplı bir sistemde 2. porttaki gücün 1. porttaki güce oranı

olarak tanımlanır ve dB cinsinden aşağıdaki gibi hesaplanır (Denklem 4).

$$S_{21}(dB) = 10 \log \frac{P_2}{P_1} \quad (4)$$



(a)



(b)

**Şekil 5.** Cu-OSB levhanın soğurma etkinliği (a) 1,66-2,86 GHz frekans aralığı (b) 5,1-5,7 GHz frekans aralığı

Verilen grafiklerde sonucun negatif olması 2. porttaki gücün, 1. porttaki güçten düşük olduğunu göstermektedir. Literatürde genel olarak soğurmanın kabul edildiği -10dB; yani Denklem 4'e göre, gelen gücün sadece %10'lık bölümünün 2. ortama aktarıldığı değer, eşik kabul edilirse; Cu-OSB levha, Şekil 5.(a)'ya göre 1.88 GHz ile 2.62 GHz arasında 740 MHz'den fazla bir frekans

bandında etkili bir elektromanyetik soğurma gerçekleştirmektedir. Cu-OSB levha, Şekil 5.(b)'ye göre 5.20 GHz ile 5.62 GHz arasında 420 MHz'lik bir frekans bandında etkili bir elektromanyetik soğurma gerçekleştirmektedir.

## SONUÇLAR

Bu makalede, 10 mm kalınlığında, 0,67 gr/cm<sup>3</sup> yoğunluğunda yönlendirilmiş yonga levha ile 0,01 mm kalınlığında bakır folyo karma kompozit malzeme olarak kullanılarak elektromanyetik girişimi soğurma etkinliği araştırılmıştır. Yönlendirilmiş yonga levhanın ara yüzeyi ile yüzeyi bakır folyo ile kaplanmıştır. Bağlayıcı olarak üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır. Deneysel ölçümlerle karma kompozit malzemenin 1.88 GHz ile 2.62 GHz ve 5.20 GHz ile 5.62 GHz frekansları arasında elektromanyetik soğurma etkinliğinin kabul edilebilir düzeyde olduğu sonucuna varılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Abdolzadeh, H., Doosthoseini, K., Karimi, A.N., Enayati, A.A. (2011). The effect of acetylated particle distribution and type of resin on physical and mechanical properties of poplar particleboard. *European Journal of Wood and Wood Products* 69: 3-10.
- Aydın, I., Çolakoğlu, G., Çolak, S., Demirkır, C. (2006). Effects of moisture content on formaldehyde emission and mechanical properties of plywood. *Building and Environment*, 41: 1311-1316.
- Beall, C., Delzell, E., Cole, P., Brill, I. (1996). Brain tumors among electronics industry workers. *Epidemiology*, 7(2): 125-130.
- Dunky, M., Pizzi A. (2002). *Wood Adhesives, Adhesive Science and Engineering-2: Surfaces, Chemistry and Applications*, Elsevier, Amsterdam.
- Geetha, S., Satheesh Kumar, K.K., Chepuri R. K. Rao, Vijayan, M., Trivedi, D.C. (2009). EMI shielding: Methods and materials – a review. *Journal of Applied Polymer Science* 112: 2073-2086.
- Kaya, A.İ. (2015). Atık kâğıtlardan geri kazanılmış liflerden kompozit malzeme üretim olanaklarının araştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Doktora tezi), Isparta.
- Keangin, P., Vafai, K., Rattanadecho, P. (2013). Electromagnetic field effects on biological materials. *International Journal of Heat and Mass Transfer* 65: 389-399.
- Loomis, D.P., Savitz, D.A. (1990). Mortality from brain cancer and leukaemia among electrical workers. *British Journal of Industrial Medicine* 47(9): 633-638.
- Rebollar, M., Pérez, R., Vidal, R. (2007). Comparison between oriented strand boards and other wood-based panels for the manufacture of furniture. *Materials and Design* 28: 882-888.
- Roumeli, E., Pavlidou, E., Papadopoulou, E., Vourlias, G., Bikiaris, D., Paraskevopoulos, K.M., Chrissafis, K. (2012). Synthesis, characterization and thermal analysis of urea formaldehyde/nano SiO<sub>2</sub> resins. *Thermochimica Acta* 527: 33-39.
- Salman, S. (2006). Hormones, breast cancer, EMF's cell-phones. *Total Healthy* 28(1): 24-25.
- Schulz, R.B., Plantz, V.C., Brush, D.R. (1988). Shielding theory and practice. *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility* 30(3): 187-201.
- Singh, A.K., Shishkin, A., Koppel, T., Gupta, N. (2018). A review of porous lightweight composite materials for electromagnetic interference shielding. *Composites Part B: Engineering* 149: 188-197.
- Thomas, D.W.P., Denton, A., Konefal, T., Benson, T.M., Christopoulos, C., Dawson, J.F., Marvin, A.C., Porter, J. (1999). Characterization of the shielding effectiveness of loaded equipment enclosures. *International Conference and Exhibition on Electromagnetic Compatibility*, July 12-13, 1999, York, UK, 89-94p.
- TS EN 300 (1997). Yönlendirilmiş Yonga Levhaları Tarifler, Sınıflandırma ve Özellikler, TSE, Ankara.
- Violette, J.L.N., White, D.R.J., Violette, M.F. (1987). *Electromagnetic Compatibility Handbook*. Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Zamanian, A., Hardiman, C. (2005). Electromagnetic radiation and human health: A review of sources and effects. *High Frequency Electronics* 4(3): 16-26.