

ATIK TETRA PAK KULLANILARAK ELEKTROMANYETİK GİRİŞİMİN SOĞURULMASI

Ahmet ÇİFCİ¹ Ali İhsan KAYA²

¹ Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, 15030, Burdur, TÜRKİYE

² Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, 15100, Burdur, TÜRKİYE
aikaya@mehmetakif.edu.tr

Özet-Tetra Pak ambalajları, kullanımları sonrasında çevre kirliliği oluşturmaktadır. Tetra Pak ambalajında bulunan % 5 oranında alüminyumun (Al) geri kazanılması hem çevre hem de ekonomik değeri açısından önemlidir. Al iletken metal olup yaygın bir şekilde bakır gibi elektromanyetik girişimin soğurulması için kullanılabilir. Gelişen teknoloji ile birlikte kullanımı artan elektrikli ve elektronik cihazların oluşturduğu elektromanyetik alanlar parazite sebep olur. Aynı zamanda uzun süre maruz kaldığında insan sağlığına zararlı etkileri bulunmaktadır. Bu nedenle elektromanyetik girişimi soğuran malzemelere ihtiyaç bulunmaktadır. Bu çalışmada Tetra Pak ambalajlarının geri dönüşümünden elektromanyetik girişimi soğuran kompozit malzeme yapılmıştır. Proses aşamasında geri dönüşümden kazanılan Al folyo % 5-10-20-30 oranında katkılanarak dört tip orta yoğunluklu kompozit levha yapılmıştır. Isı-basınç işlemi sonucu oluşan kompozit malzeme tamamen geri dönüşüm elemanlarından (%75 kâğıt, %20 polietilen (PE), %5 Al) elde edilmiştir. Oluşabilecek korozyonu minimize etmek amacıyla yüzeyler kontrplak tabaka ile kaplanmıştır. Bu makalede, çeşitli frekanslarda Al katkısının elektromanyetik girişimi soğurma etkinliği üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Sonuçlar, elektromanyetik girişim soğurma etkinliğinin Al folyo oranı arttıkça arttığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler- Elektromanyetik girişim, geri dönüşüm, soğurma, tetra pak.

ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE SHIELDING USING TETRA PAK WASTE

Abstract-The Tetra Pak packaging cause environmental pollution after their use. Recovering 5% of aluminum (Al) in Tetra Pak packaging is important both in terms of environmental and economic value. Al is a conductive metal and can be widely used for electromagnetic interference shielding like copper. Electromagnetic fields generated by the increasing use of electric and electronic equipment along with the developing technology causes interference. A repeated exposure over a long period of time can also cause harmful effects on human health. For this reason, the electromagnetic interference absorbing materials are needed. In this study, the composite material obtained from the

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

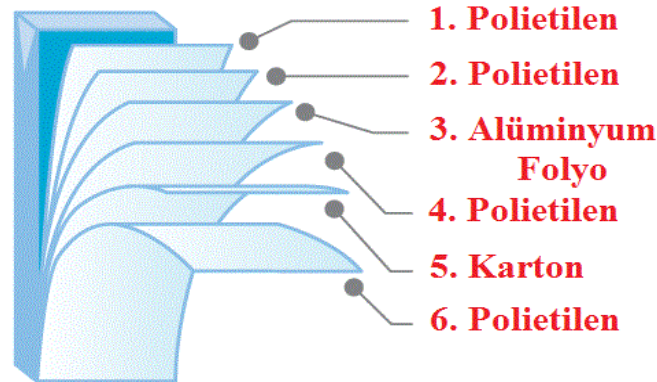
recycling of Tetra Pak packaging which absorbs electromagnetic interference was made. At the process stage, the recycled Al foil was added in the ratio of 5-10-20-30% and four types of medium-density composite board were produced. The composite material, which is the result of the heat-pressure treatment, was obtained from completely recycled elements (75% paper, 20% polyethylene (PE) and 5% Al). The surfaces are covered with a plywood layer to minimize any corrosion that can occur. In this paper, the influence of Al additive at various frequencies on electromagnetic interference shielding effectiveness was investigated. The results indicated that the electromagnetic interference shielding effectiveness increases as the Al foil ratio increases.

Key Words- Electromagnetic interference, recycle, shielding, tetra pak.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Çok tabakalı, çok kaplamalı kartonlar genellikle ilk ve en büyük üretici firma olan Tetra Pak adıyla anılırlar [1]. Tetra Pak firması, 1951 yılında İsveç'in Lund şehrinde Ruben Rausing ve Erik Wallenberg tarafından kurulmuş, 2016 yılı itibariyle Tetra Pak ambalajlarında satılan toplam ürün litresi 77.8 milyarı bulmuştur [2]. Tetra Pak, içecekler ve sıvı gıdalar için aseptik ambalaj olarak yaygın biçimde kullanılır. Bu aseptik ambalaj sistemi soğutma olmaksızın ürünlerin uzun süre bozulmadan kalmalarını sağlar.

2016 yılında satılan tetra pak ambalajı sayısı 188 milyarı bulmuştur [2]. Dolayısıyla, kentsel katı atık merkezlerinde atık tetra pak ambalajı miktarı sürekli artmaktadır. Bu nedenle atık tetra pak ambalajlarının değerli kimyasallara veya yakıtlara dönüştürülmesi ekonomik ve çevresel açıdan önemlidir [3]. Tetra Pak tarafından üretilen ve ultra pastörizasyondan sonra içecek paketlemesi için kullanılan aseptik ambalaj, ağırlıkça % 75 kâğıt, % 20 düşük yoğunluklu polietilen ve % 5 alüminyumdan olmak üzere altı katman halinde düzenlenen üç materyalden oluşur [4]. Şekil 1'de Tetra Pak aseptik ambalajının katmanlı yapısı gösterilmektedir [5].



Şekil 1. Tetra Pak aseptik ambalajını oluşturan altı katman (Six layers of Tetra Pak aseptic packaging)

Tetra Pak aseptik ambalajının katmanlarının içten dışa doğru açıklamaları aşağıdaki gibidir [5]:

- 1. Polietilen:** Sıvı sızdırmazlığını sağlayan katmandır.
- 2. Polietilen:** Yapışkan katmandır.
- 3. Alüminyum Folyo:** Oksijen, hava, ışık ve ultraviyole ışınım için bariyer oluşturan katmandır.
- 4. Polietilen:** Yapışkan katmandır.
- 5. Karton:** Sağlamlığı ve sabitliği sağlayan katmandır.

6. Polietilen: Dış etkilere ve neme karşı koruma sağlayan katmandır.

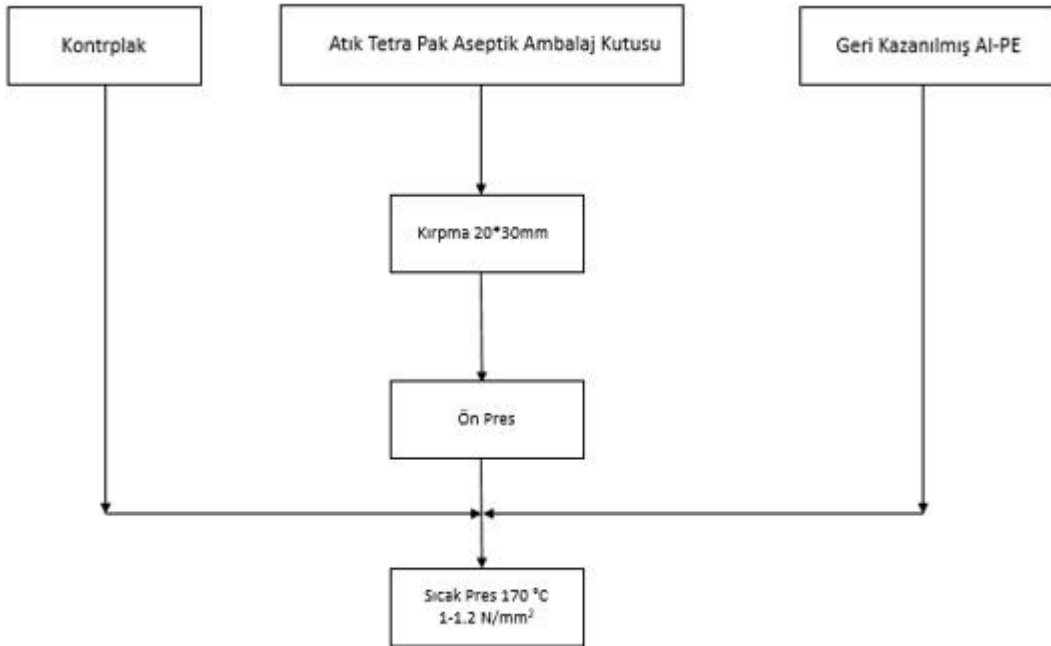
Elektromanyetik girişim; bir elektronik cihazın, radyo frekansı spektrumundaki bir elektromanyetik alanın yakınında olması durumunda çalışmasının bozulması anlamına gelir [6]. Birçok elektronik cihaz, güçlü radyo frekans alanları varlığında düzgün çalışmamaktadır. Bozulma, devrenin etkin performansını kesintiye uğratabilir, engelleyebilir veya sınırlayabilir. Elektromanyetik girişim elektroniğin ve telekomünikasyonun gelişmesiyle ortaya çıkan bir problemdir. Bu problem hassas elektronik bileşenlerin performansını etkilemesinin yanı sıra insan hayatını da etkileyebilir. Bu nedenle, elektromanyetik girişim ve zararlarından korunmak için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır [7-12]. Elektromanyetik alanlardan korunmada kullanılan başlıca yöntemlerinden birisi elektromanyetik girişimin soğurulmasıdır.

Milyonlarca Tetra Pak ambalajının çöpe atılması ciddi çevre kirliliğine yol açmakla birlikte içerdiği malzemelerin tekrar kullanılmasını da önlemektedir. Bu malzemelerin çeşitli çalışmalarla tekrar kullanılması bu anlamda önem arz etmektedir. Bu nedenle bu çalışmanın amacı, Tetra Pak ambalajlarının geri dönüşümünden elektromanyetik girişimi soğuran kompozit malzeme yapmak ve çeşitli frekanslarda alüminyum katkısının elektromanyetik girişimi soğurma etkinliği üzerindeki etkisini araştırmaktır.

2. YÖNTEM (METHOD)

2.1. Tetra Pak Kompozit (Tetra Pak Composite)

Tetra Pak kartonlardan Şekil 2’deki iş akış şemasında belirtilen aşamalar uygulanarak kompozit levha üretilmiştir.



Şekil 2. Tetra Pak kompozit iş akış şeması (Tetra Pak composite workflow diagram)

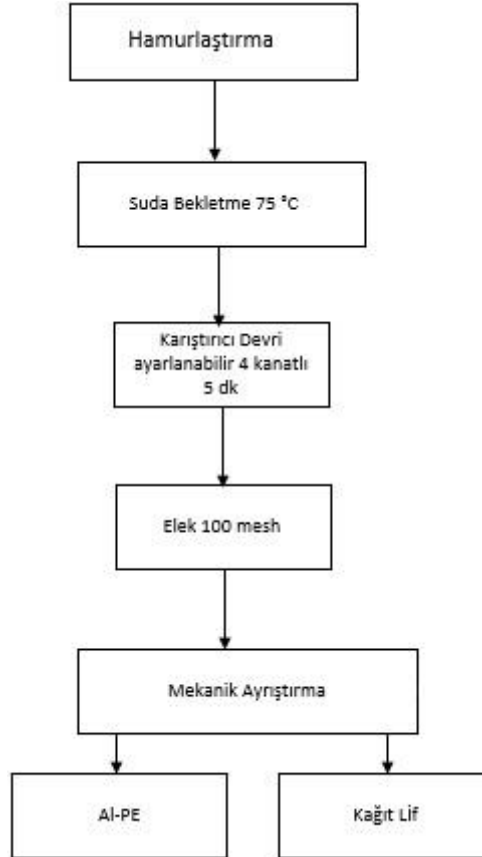
Tetra Pak kartonlar ilk etapta 20*30 mm ebatlarında giyotin makas yardımıyla küçük parçalara ayrılmıştır ve 260*260*10 mm ebatlarında kalıba yerleştirilmiştir. Ön pres işleminin ardından Tablo 1’de belirtilen parametrelerde sıcak presleme işlemi uygulanarak kompozit malzeme üretilmiştir. Birleştirmede reçine katkısı olmaksızın yapıda bulunan %5’lik polietilen bağlayıcı olarak kullanılmıştır.

Tablo 1. Deneysel levha üretimi değişkenleri ve değerleri (Variables and values of experimental board production)

Deneysel Levha Üretimi Değişkenleri	Değerler
Levha Boyutları (mm)	260x260x10
Yoğunluk (gr/cm ³)	0.75±0.05
Bağlayıcı (PE) oranı	% 5
Sıcak pres sıcaklık (°C)	170
Pres süresi (min)	12
Pres basıncı (N/mm ²)	1-1.2
Orta tabaka kalınlık (mm)	10

2.2. Al-PE Geri Kazanımı- Hamurlaştırma (Al-PE Recycling-Pulping)

Çalışmada elektromanyetik girişimi soğuran malzeme olarak değerlendirilen atık Al folyo miktarı % 5-10-20-30 oranında katkılanmıştır. Çalışmamızın bu aşamasında kullanılan Al folyo geri kazanım yöntemiyle Tetra Pak aseptik ambalaj kartonlarından elde edilmiştir. Şekil 3'te Al-PE geri kazanımı ve hamurlaştırma iş akış şeması verilmiştir.



Şekil 3. Al-PE geri kazanımı-hamurlaştırma iş akış şeması (Al-PE recycling-pulping workflow diagram)

Hamurlaştırma adı verilen bu yöntemde ilk önce 20*30 mm ebatlarında giyotin makas yardımıyla kesilen Tetra Pak kartonlar, içerisinde 70-80°C sıcak su bulunan mikserde atılır. Devri ayarlanabilir, 1000 cm³ kapasiteli paslanmaz çelik hazneli, dikey yönde dört kanatlı spiral mikserde (Şekil 4) hamurlaştırma süreci başlatılır.



Şekil 4. Devri ayarlanabilir mikser (Rotating mixer)

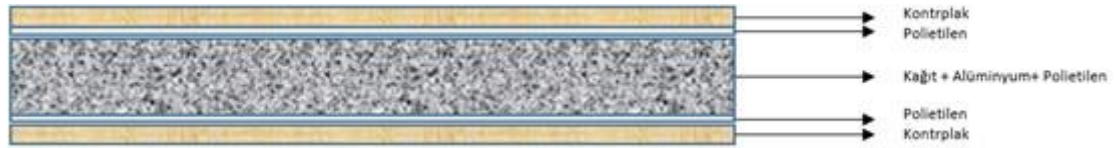
Hamurlaştırma süreci sonrası karışım 100 meshlik eleklerle dökülmüştür. Bu işlemin ardından Al-PE üzerinde kalan karton liflerinin ayrışması için yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu sayede Tetra Pak yapısında bulunan Al-PE ayrıştırılarak tekrar elde edilir. Elde edilen Al-PE çalışmamızda yine reçinesiz olarak sadece PE bağlayıcılığında %10-20-30 oranında katkılanarak tablo 2’de belirtilen farklı tipte kompozit malzemeler üretilmiştir.

Tablo 2. Levha karışım oranları (Board mixture ratios)

Levha Tipleri	Atık Karton (%)	Al (%)	PE (%)
T1	75	5	20
T2	65	10	25
T3	45	20	35
T4	25	30	45

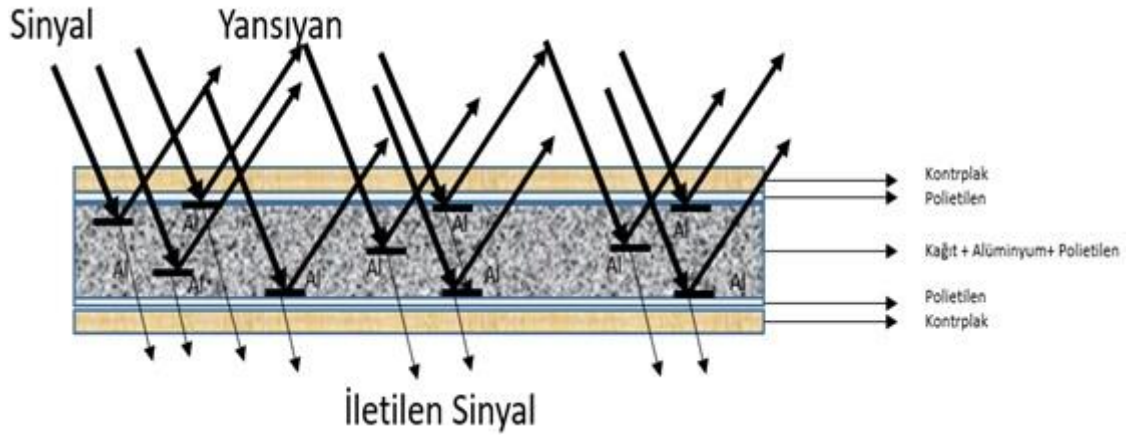
2.3. Yüzeyin Kontrplak ile Kaplanması (Lamination of the surface with plywood)

Çalışmamızda üretilen farklı tipte Tetra Pak kompozit malzemelerin korozyona daha dayanıklı olabilmesi için iki yüzeyi sıcak pres yöntemi ile aynı işlem safhasında tablo 1’de belirtilen parametrelerde kontrplak malzeme ile kaplanmıştır. Kontrplak, 5 mm kalınlığında, 0,68 gr/cm³ yoğunluğunda, uluslararası kontrplak standardına uygun olarak üretim yapan tesislerden nihai haliyle temin edilmiştir. Şekil 5’te Tetra Pak geri dönüşümünden üretilen kompozit malzemenin korozyondan korunması amacı ile iki yüzeyinin kontrplak malzeme ile kaplanmış panel görünümü belirtilmiştir.



Şekil 5. Tetra Pak kompozit levhanın şematik görünümü (Schematic view of Tetra Pak composite board)

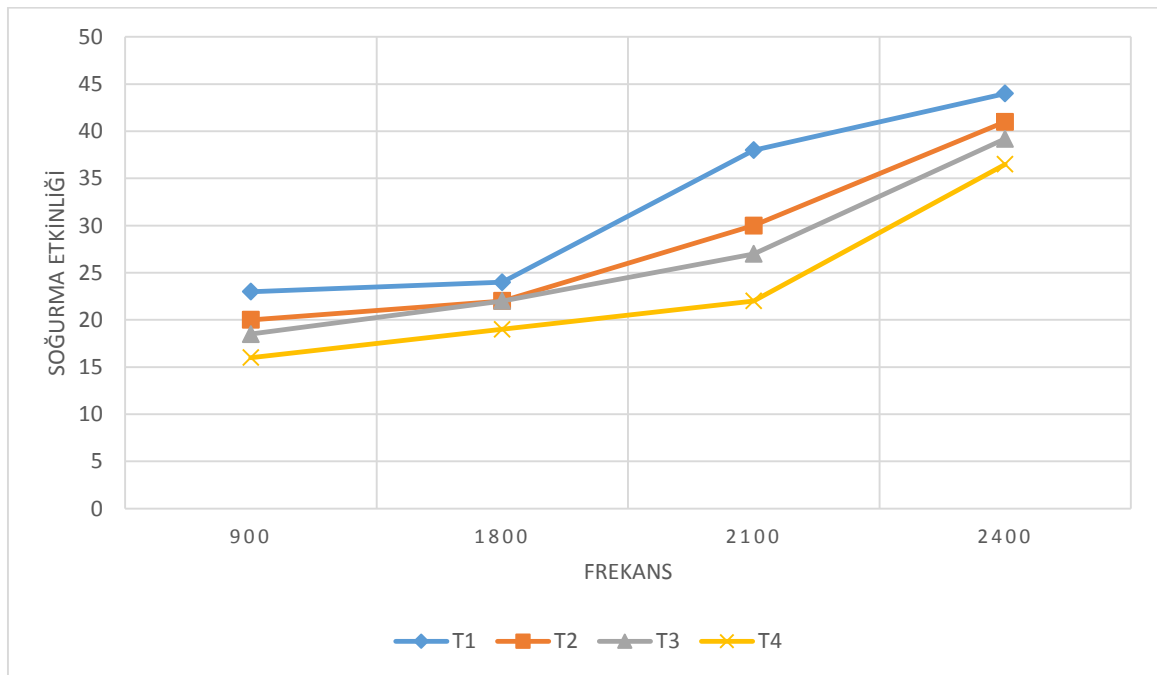
Çalışmada bağlayıcı ve matris malzeme olarak polimer esaslı termoset reçine olan Polietilen (PE) kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan PE Tetra Pak geri dönüşümünden elde edilmiştir. Şekil 6 ’da bu çalışmada kullanılan malzemenin soğurma etkisini oluşturan bileşenler görülmektedir. Elektromanyetik dalgalar malzemede üç şekilde zayıflatılmaktadır. Birincisi malzemedeki yansımalar, ikincisi malzeme içindeki zayıflamalar (yutulma) ve üçüncüsü ise malzeme içerisindeki ardışık yansıma kayıplarıdır.



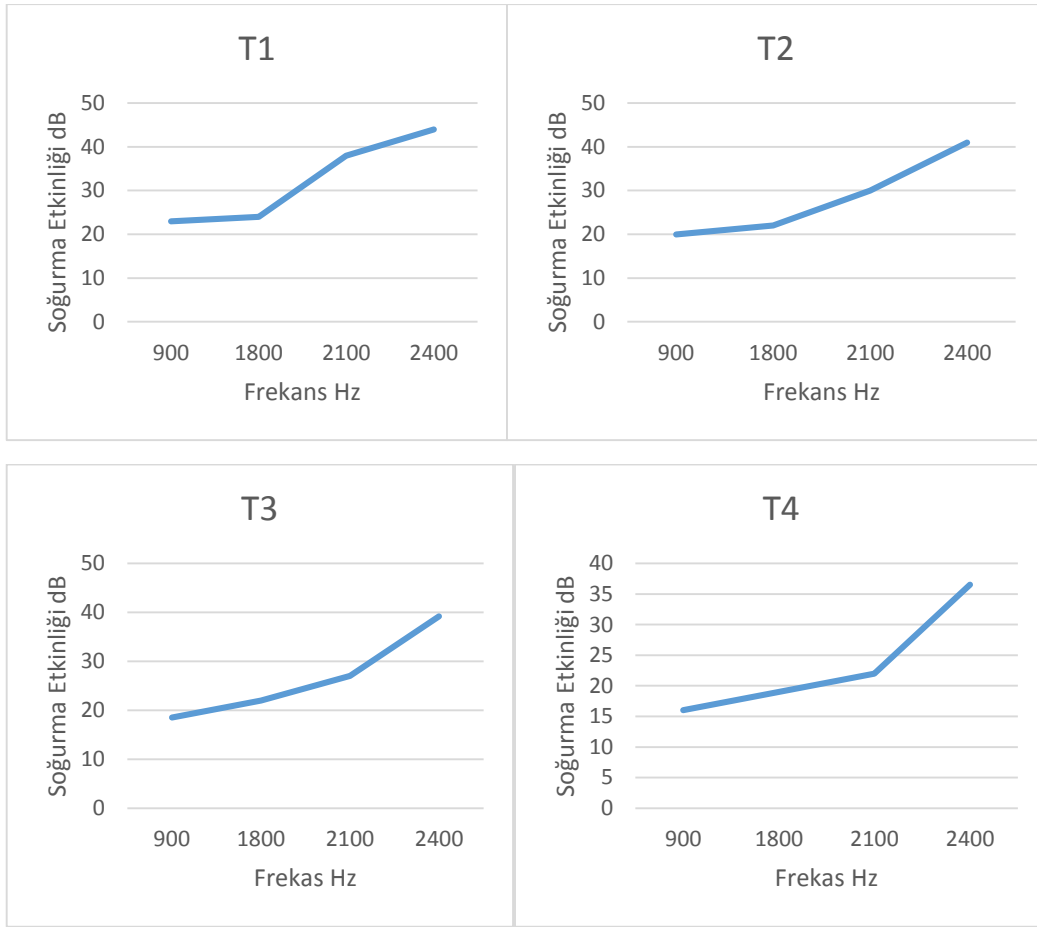
Şekil 6. Malzemenin soğurma etkinliği bileşenleri (Components of the shielding activity of the material)

3. BULGULAR (FINDINGS)

Elektromanyetik alanın zararlı etkilerinden korunmak amacıyla elektromanyetik girişimi soğuran malzemelere ihtiyaç bulunmaktadır. Bu çalışmada Tetra Pak ambalajlarının geri dönüşümünden elektromanyetik girişimi soğuran kompozit malzeme yapılmıştır. Proses aşamasında geri dönüşümden kazanılan Al folyo % 5-10-20-30 oranında katkılanarak dört tip kompozit levha yapılmıştır. Isı-basınç işlemi sonucu oluşan kompozit malzeme tamamen geri dönüşüm elemanlarından elde edilmiştir. Üretilen kompozit levhaların elektromanyetik koruyucu grafikleri incelendiğinde (Şekil 7 ve 8), %5 Al içeren levhalar için en düşük koruma değeri 23 dB'de ve en yüksek koruma değeri ise 44 dB'de, % 10 Al içeren levhalar için en düşük koruma değeri 20 dB'de ve en yüksek koruma değeri 41 dB'de, % 20 Al içeren levhalar için en düşük koruma değeri 19,5 dB'de ve en yüksek koruma değeri 39,2 dB'de, % 30 Al içeren levhalar için en düşük koruma değeri 16 dB'de ve en yüksek koruma değeri 36,5 dB'de ölçülmüştür.



Şekil 7. dB cinsinden karşılaştırmalı elektromanyetik girişimi soğurma etkinliği (comparative electromagnetic interference shielding effectiveness in dB)



Şekil 8. dB cinsinden elektromanyetik girişimi soğurma etkinliği (Electromagnetic interference shielding effectiveness in dB)

4. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

Bu çalışmada, Al folyodan farklı oranlarda katkılanarak atık Tetra Pak kompozit levhaya elektromanyetik koruyucu özelliği kazandırmak hedeflenmiştir. Deneysel sonuçlar, üretilen Tetra Pak aseptik ambalaj kompozitlerinin Al katkısı ile elektromanyetik koruma etkinliğinin kabul edilebilir değerlerde olduğunu göstermektedir (Şekil 7 ve 8). Ölçülen frekanslarda Al folyo oranı arttıkça, soğurma etkinliğinin de arttığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda, soğurma etkinliğinin frekans azaldıkça azaldığı gözlenmiştir. Temel neden, deneysel sonuçlarda gösterildiği gibi (Şekil 7 ve 8), 900 MHz'den sonra geçirgenlik artmış ve yansıma azalmıştır. 1800 ve 2100 MHz'de geçirgenlik azalmış ve soğurma artmıştır. Sonuç olarak, iletkenliğin artmasıyla soğurma etkinliği artmıştır.

5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1]. Haydary, J., Susa, D., and Dudáš, J., (2013). Pyrolysis of aseptic packages (tetrapak) in a laboratory screw type reactor and secondary thermal/catalytic tar decomposition. *Waste Management*, 33(5), 1136-1141.
- [2]. Tetra Pak İnternet Sitesi, (2017). <http://www.tetrapak.com/>

- [3]. Korkmaz, A., Yanik, J., Brebu, M., and Vasile, C., (2009). Pyrolysis of the tetra pak. *Waste Management*, 29(11), 2836-2841.
- [4]. Rodríguez-Gómez, J. E., Silva-Reynoso, Y. Q., Varela-Guerrero, V., Núñez-Pineda, A., and Barrera-Díaz, C. E., (2015). Development of a process using waste vegetable oil for separation of aluminum and polyethylene from Tetra Pak. *Fuel*, 149, 90-94.
- [5]. Karaboyaci, M., Elbek, G. G., Kilic, M., and Sencan, A., (2017). Process design for the recycling of Tetra Pak components. *European Journal of Engineering and Natural Sciences*, 2(1), 126-129.
- [6]. Tong, X. C., (2009). *Advanced Materials and Design for Electromagnetic Interference Shielding*, CRC Press, Boca Raton.
- [7]. Al-Saleh, M. H., and Sundararaj, U., (2009). Electromagnetic interference shielding mechanisms of CNT/polymer composites. *Carbon*, 47(7), 1738-1746.
- [8]. Kanberoğlu, B., and Demirkıran, A. Ş., (2014). Shielding effectiveness of ceramic bodies produced with natural zeolite. *Acta Physica Polonica A*, 125(2), 642-644.
- [9]. Xu, C., Liu, J., Zhu, X., Zhu, Y., Xiong, X., and Cheng, X., (2015). Electromagnetic interference shielding boards produced using Tetra Paks waste and iron fiber. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 17(2), 391-398.
- [10]. Yener, S. C., and Cerezci, O., (2016). Material analysis and application for radio frequency electromagnetic wave shielding. *Acta Physica Polonica A*, 129(4), 635-638.
- [11]. Cifci A., and Kaya A. İ., (2017). Electromagnetic Shielding Effectiveness of Mineral Doped Waste Paper Fiber, *7th International Advances in Applied Physics and Materials Science Congress & Exhibition*, Oludeniz, Turkey.
- [12]. Kaya A. İ., and Çifci A., (2017). Kaplama Yöntemi ile Ahşap Kompozit Malzemelerin Elektromanyetik Kalkanlama Özellikleri, *International Vocational Schools Symposium*, 12-18.