



TEKSTİL VE MÜHENDİS
(Journal of Textiles and Engineer)



<http://www.tekstilvemuhendis.org.tr>

Tekstil Atıkları İçeren Yüzeylerin Sahip Olduğu Elektromanyetik Kalkanlama, Ses ve Isı İzolasyonu Özellikleriyle İlgili Literatür İncelemesi

Literature Investigation on Electromagnetic Shielding, Sound and Thermal Insulation Performances of Surfaces Generated from Textile Wastes

Erkan Türkmen DÖNMEZ, Erkan TÜRKER
Uşak Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 1 Eylül Kampüsü, Uşak, Türkiye

Online Erişime Açıldığı Tarih (Available online): 30 Haziran 2017 (30 June 2017)

Bu makaleye atıf yapmak için (To cite this article):

Erkan Türkmen DÖNMEZ, Erkan TÜRKER (2017): Tekstil Atıkları İçeren Yüzeylerin Sahip Olduğu Elektromanyetik Kalkanlama, Ses ve Isı İzolasyonu Özellikleriyle İlgili Literatür İncelemesi, Tekstil ve Mühendis, 24: 106, 124-135.

For online version of the article: <https://doi.org/10.7216/1300759920172410609>



Derleme Makale / Review Article

**TEKSTİL ATIKLARI İÇEREN YÜZEYLERİN SAHİP OLDUĞU
ELEKTROMANYETİK KALKANLAMA, SES VE ISI İZOLASYONU
ÖZELLİKLERİYLE İLGİLİ LİTERATÜR İNCELEMESİ**

Erkan Türkmen DÖNMEZ*
Erkan TÜRKER

Uşak Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 1 Eylül Kampüsü, Uşak, Türkiye

Gönderilme Tarihi / Received: 16.01.2017

Kabul Tarihi / Accepted: 06.06.2017

ÖZET: Dünya nüfusunun hızla çoğalması ve insanoğlunun sürekli değişen yaşam standartları nedeniyle atık miktarının giderek artmasıyla birlikte doğa hızla kirlenmektedir. Bununla birlikte, hızla gelişen teknolojilerin üretimi ve kullanımı sırasında ortaya çıkan gürültüler ve elektromanyetik alanlar ise insan yaşamını etkileyen diğer bir kirliliği oluşturmaktadır. Türkiye sanayisindeki endüstriyel katı atık miktarının yaklaşık %5'ni tekstil ürünleri imalat atıkları oluşturmaktadır. Bu bağlamda tekstil sektörü için geri dönüşüm ve katma değerli ürün üretimi konuları önemini arttırmaktadır. Bu çalışmada, tekstil imalat atıklarının geri dönüşümüyle elde edilen tekstil yüzeylerinin, ses yalıtımı, ısı yalıtımı ve elektromanyetik kalkanlama testlerinde ne ölçüde etkin olduklarıyla ilgili literatür araştırması yapılmıştır. Literatür araştırması sonucunda, bu tekstil yüzeylerinin performansları değerlendirilerek, düşük maliyetli yalıtım ve kalkanlama özelliği gösteren ürünlerin tasarımında ve üretiminde ileride yapılacak çalışmalara katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Tekstil atıkları, geri dönüşüm, ses yalıtımı, ısı yalıtımı, elektromanyetik kalkanlama*

**LITERATURE INVESTIGATION ON ELECTROMAGNETIC SHIELDING, SOUND
AND THERMAL INSULATION PERFORMANCES OF SURFACES
GENERATED FROM TEXTILE WASTES**

ABSTRACT: Increase in waste amounts due to high population of world and continuously changing life standards of humankind pollute nature swiftly. However, noise and electromagnetic field caused by production mass and use of developed technologies are another pollution that affects human life. Since waste production amount of textile goods is about %5 of industrial solid waste in Turkey, it becomes vital to produce value-added goods from these textile wastes by recycling. In this study, literature search was carried out about textiles surfaces generated from recycled textiles wastes. Textiles surfaces were investigated how effective they are in term of sound, thermal insulation and electromagnetic shielding tests in literature search. On the other hand, it was tried to be a source of inspiration for further productions and designs having low cost, insulation and shielding features by investigating performances where these surfaces are used.

Key words: *textile wastes, recycling, sound insulation, thermal insulation, electromagnetic shielding*

* **Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** *eturkmen.donmez@gmail.com*

DOI: *10.7216/1300759920172410609, www.tekstilvemuhendis.org.tr*

1.GİRİŞ

Günümüzde dünya nüfusu hızla artmaktadır ve sürekli değişen yaşam standartları gerek atık miktarını gerekse de atık karışımlarını çeşitlendirerek kontrol ve yönetimini zorlaştırmaktadır. Katı atıkların oluşturduğu kirliliğin her geçen gün artması ve buna bağlı mevcut ve potansiyel risklerin büyümesi, doğal kaynakların hızla tüketilmesi, ekonomik ve diğer sebeplerden ötürü çağımızda katı atık yönetimi gittikçe önem kazanmaktadır [1].

Plastik, cam, kâğıt, metal, tekstil ve ahşap gibi malzemelerin depolanması veya gömülmesi yerine geri kazanılması sayesinde endüstriyel hammaddelerin bir bölümü geri dönüşümden sağlanacaktır. Bu sayede hem hammadde temini için gerekli olan enerji miktarı azalacak hem de depolama alanlarının ömrü uzatılarak yeni alan ihtiyacı ortadan kalkacaktır. Türkiye’de olduğu gibi dünyanın birçok yerinde atık toplama ve geri dönüşüm bir sektör haline gelmiştir. Gelişmiş ülkelerde geri dönüşüm bilincinin kazandırılması eğitimin ilk seviyelerinde başlamaktadır. İlkokullarda atıkların geri dönüşümü için aktiviteler yapılmaktadır. Gelişmiş ülkelerdeki durum ülkemizin durumu ile karşılaştırıldığında atık yönetiminin ve geri dönüşüm sektörünün çok geri olduğu ve istenilen seviyeden uzak kaldığı görülmektedir [2].

2. TEKSTİL ATIKLARI

Tekstil atıkları; lif, tekstil ve hazır giyim üretim sanayi, tüketiciler, ticari ve hizmet endüstrilerine ilişkin çok sayıda süreçten kaynaklanan atıklardır [3]. Tekstil Geri Dönüşüm Kurumu’na (Council for Textile Recycling) göre tekstil geri dönüşüm malzemeleri tüketici öncesi ve tüketici sonrası atıklar olmak üzere iki grupta sınıflandırılmaktadır [4]. Tüketici öncesi

tekstil atıkları; lif, iplik, tekstil, teknik tekstil, dokusuz yüzey, hazır giyim ve ayakkabı üretimleri sırasında ortaya çıkan tekstil atıklardır [5]. Tüketici sonrası tekstil atıkları; hizmet süresini tamamlamasının ardından atılan tekstil malzemeleridir. Tüketicilerin eskime, küçük gelme veya ürünün moda özelliklerini kaybetmesi gibi nedenlerden dolayı artık ihtiyaç duymadığı ve atmaya karar verdiği her türde giysi ve ev tekstili ürünleri bu gruba girmektedir. Tüketici sonrası oluşan atık miktarları hayli yüksektir. Tüketici sonrası tekstil atıkları kabul edilebilir seviyede kalitede ve giyilebilir özellikte olması durumunda genellikle ikinci el giysi olarak başka tüketiciler tarafından kullanılmakta veya üçüncü dünya ülkelerine satılmaktadır. Tekrar giyilemeyecek durumda olan giysiler ise, liflerine parçalanarak yeni ürünlerde kullanılabilir [3].

Diğer bir kaynağa göre tekstil atıkları iplik fabrikalarının atıkları, tekstil imalat atıkları ve tüketicilerin kullandıkları tekstil atıkları olarak üç ana grup altında toplanmaktadır [6]. 2008 yılı verilerine göre, Türkiye sanayisinde ortaya çıkan endüstriyel katı atık miktarının % 4.37’sini tekstil ürünleri ve giyim eşyası imalat atıkları oluşturmaktadır [7]. Tablo 1 ve Tablo 2’de sanayi grubuna göre yaratılan endüstriyel katı atık miktarı ve bertaraf yöntemlerine ilişkin sayısal bilgiler verilmektedir.

Yılda yaklaşık 7500 ton tekstil imalatı atığı ve 500.000 ton evlerden atılan tekstil atığı oluşmaktadır. Toplanan tekstil atıkları sınıflandırıldıktan sonra garnet, şifonöz vb. makinalarla parçalanarak lif haline getirilirler. Bazı tekstil atıkları keçe ve temizlik aracı yapımında kullanılırlar. İplik atıkları doğal hammaddelerle birlikte tekrar karıştırılarak yeniden iplik üretiminde kullanılırlar. Naylon, polyester gibi termoplastik lifler içeren tekstil atıkları eritme ve yumuşatma işleminin ardından plastik kısmı alınmaktadır ve daha sonra geri dönüştürülmektedirler [6].

Tablo 1. Sanayi Grubuna Göre Yaratılan Endüstriyel Katı Atık Miktarı [7]

Sanayi grubu	Toplam (Ton/Yıl)	Geri kazanılan ve yeniden kullanılan (Ton/Yıl)	Satılan ve hibe edilen (Ton/Yıl)	Bertaraf Edilen (Ton/yıl)
Tekstil ürünleri imalatı	423.935	7.738	102.176	314.020
Giyim eşyası imalatı	121.566	166	38.960	82.441

Tablo 2. Sanayi Grubuna Göre Bertaraf Edilen Endüstriyel Katı Atık Miktarı ve Bertaraf Yöntemleri [7]

Sanayi grubu	Tekstil ürünleri imalatı (Ton/Yıl)	Giyim eşyası imalatı (Ton/Yıl)
Toplam Bertaraf Edilen	314.020	82.441
Çöplüğe Atılan	149.482	35.416
Düzenli Depolama	110.672	39.733
Yakma tesisi	29.014	1.187
Komposit Tesisi	-	-
İşyeri Sahasında Depolama	17.007	1.240
Dolgu Malz. Olarak Kullanma	5.950	3.001
Gelisigüzel Atma	1.547	1.773
Göle, Nehire Atma	73	3
Diger	276	88

Tekstil sektöründeki işletmelerde, üretimde yeniden kullanılabilir ya da kullanılamaz, atıkların meydana geliş sebepleri karışık bir sorun olup çeşitli faktörlere bağlıdır. Bu faktörler: hammadde değişkenliği, işletme klima şartlarının değişkenliği, işletme üretim programına alınan sipariş miktarlarının değişkenliği, yetersiz çalışma programları ve yetersiz kontrollerdir. İşletmelerde atık kontrolü adım adım ele alınmalı ve optimum koşullar sağlanmalıdır. Atık türleri sınıflandırılmalıdır. Genellikle aynı özellikleri olan (lif kalitesi, uzunluğu gibi) atıklar bir arada toplatılmalıdır. Aksi takdirde atığın değeri düşecektir. Atık sorununa çözüm getirebilmek için öncelikle çalışanların atık minimizasyonu konusunda eğitilmeleri ve dikkatli davranmaları gerekir [8]. Böylece her geçen gün iyileşen standart değerlerini yakalamak daha kolay olacaktır [9].

Gelişen teknolojiye bağlı olarak artan araç ve makine sayısının sağladığı kolaylıkların yanında insan hayatına bazı olumsuz etkileri de beraberinde getirmektedir. En önemli olumsuz etkilerden bir tanesi gürültüdür. Yoğun ve hızlı yaşam temposunun üstüne eklenen gürültü gibi dış etkenler insanda psikolojik bazı olumsuzluklar meydana getirmektedir. Gürültünün önlenmesi adına araçlar ve binalar normal düzeyin üzerindeki sestten izole edilmeye çalışılmaktadır [10].

Enerjinin hızlı bir şekilde tüketildiği günümüzde izolasyon her alanda önemli hale gelmiştir. Bu anlamda, binalarda izolasyonun sağlanmasında kullanılan konvansiyonel malzemelerde cam yünü ve taş yünü liflerinden elde edilen yapılar kullanılırken, pencere ve kapı gibi bölümlerde ses ve ısı izolasyonu sağlayabilmek için perdelik kumaşlardan faydalanılmaktadır. İç mekânın ışıktan izole edilmesine yardımcı olan perdelik kumaşlar, dışarıdan gelen gürültülerin ve ısı kayıplarının önlenmesine de yardımcı olmaktadır. Bu liflerin dışında polyester, kenaf gibi lifler de ses yutumunu geliştirmek amacıyla yapılan çalışmalarda kullanılmıştır. [10].

Günümüzde gelişen teknolojinin getirdiği başka bir olumsuz sonuç ise; hayatımızın her anında farkına varmaksızın beraber olmak zorunda kaldığımız elektronik cihazlardır. Akım taşıyan kablolar, elektrikli cihazlar, yüksek gerilim hatları, TV ve bilgisayarlar, radyo antenleri, cep telefonları, wi-fi ağları ve diğer elektrik-elektronik ürünler elektromanyetik (EM) alan oluşturmaktadırlar ve çevrelerine enerji yayılmasına neden olmaktadır. Oluşan bu elektromanyetik alan ve enerji yayılımı canlı hayatına zarar verebilmektedir. Hatta elektromanyetik girişim (EMI) oluşturmak suretiyle diğer elektronik ürünlerin çalışmalarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir [11].

25 milyar sinir hücresi, 500.000 km'lik sinir sistemi ağı ile dev ve mükemmel bir elektriksel donanıma sahip olan insan organizması, günlük hayatta etrafımızda bulunan elektromanyetik alanlar (EMA) tarafından büyük ölçüde etkilenmektedir. Bedeni fonksiyonların hepsi 1-250 mikrovolt arası çok küçük gerilimli elektrik uyarıları ile devam eden insan vücudu fonksiyonlarına dışarıdan EMA tesir ettiğinde doğal sirkülasyon zarar görebilmektedir. Dolaşım sistemi ve sinir sisteminde buna bağlı bozukluklar ortaya çıkabilmektedir. Vücudun bağışıklık sisteminin sürekli zayıflamasının "kanseri artıran bir etki"

yapacağı da artık tıp tarafından kabul edilmiş bir konudur. EMA'nın iki tür biyolojik etkisi vardır. Birincisi kısa zamanda hissedebileceğimiz etkiler olup baş ağrısı, göz yanması, yorgunluk, halsizlik ve baş dönmesi gibi şikâyetlerle kendini göstermektedir. Ayrıca gece uykusuzlukları, gündüz uykulu dolaşma, küskünlük ve sürekli rahatsızlık nedeniyle sosyalleşememe gibi sonuçlar da klinik olarak rapor edilmiştir. Diğer bir etki ise uzun soluklu olup moleküllere, kimyasal bağlara, hücre yapısına ve daha sonra vücut koruma sistemine yaptığı hasarlardır [12].

3. TEKSTİL ATIKLARININ GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMESİ ve KULLANIM ALANLARI

Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı (United States Environmental Protection Agency – USEPA) tarafından yapılan açıklamada çöplük alanlarının %5'ini tekstil atıklarının oluşturduğu, bu atıkların yılda sadece %15'nin tekstil geri dönüşüm endüstrisi tarafından geri dönüştürüldüğü ve geri kalan %85'lik bölümünün çöplüklere gönderildiği belirtilmektedir. Tekstil Geri Dönüşüm Kurumu (Council for Textile Recycling – CTR)'nun da içinde bulunduğu birçok organizasyon, hızla artan tekstil atıklarına dikkati çekerek farkındalık yaratmak amacıyla çalışmaktadır ve 2037 yılına gelindiğinde çöplüklerde hiç tekstil atığı olmamasını hedeflemektedir [5]. Tekstil atıklarını işleme, azaltma (reduce), yeniden kullanma (reuse), geri dönüşüm (recycle) ve enerjinin geri kazanımı olmak üzere 4 farklı stratejiyi kapsamaktadır. Tüm bu stratejilerin amacı, ürünlerin ömrünü uzatarak, mümkün olan maksimum ölçüde fayda sağlamaktır [13,40].

Azaltma (reduce) bir ürünün tamamından ya da parçalarından mümkün olduğunca fazla süre faydalanmak için tamir edilmesi ve yenilenmesidir. Bu uygulamada ürünlerin yeniden üretimine kıyasla kaynakların korunmasına katkı sağlamakta, ancak geri kazanma ve yenileme işlemleri için malzeme ve işçilik gerektirmektedir. Bu yöntem, geçmişte gerek evlerde gerekse sanayide yaygın olarak uygulanmakta iken, günümüzde yeni giysilerin düşük fiyatlarda sunulması nedeniyle yok olmuştur [13,40]. Yeniden kullanım (reuse) ürünlerin yeniden değerlendirilerek aynı amaçla kullanmaktır. Çevresel açıdan önemli tasarruflar sağlamaktadır. Bir giysinin toplanması, tasnif edilmesi ve ikinci el ürün olarak yeniden satılması için gerekli enerji, yeni bir ürün üretmek için gerekli enerjiden 10-20 kat daha azdır [13]. Tekstil atıklarının yeniden kullanımı değişik yollarla gerçekleştirilebilmektedir. Geri dönüşüm, atık yönetiminde kaynakların korunması için diğer bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır. Tekstil atıklarının geri dönüştürülmesi, tekstil ürününün parçalanması ve bileşenlerinin yeni ürünler için kullanılmasını ifade etmektedir [13, 14, 40].

İplik üretimi ve boyanması, haşıl, kumaş dokunması ve boyanması, baskı yapılması, çeşitli tekstil ürünlerinin hazırlanması ve üzerlerine nakış yapılması gibi üretim prosesleri tekstil işletmelerinde gerçekleştirilmektedir. Bu üretim proseslerinde; parça kumaş, ilmar (iplik atıkları), şilte (pamuk balyalarında kullanılan kanaviçe), elyaf atığı, pamuk tozu, üstüğü ve kadife tozu gibi

endüstriyel katı atıklar oluşmaktadır. Tekstil işletmeleri bu katı atıkların bir kısmını geri dönüşüm için hurdacılara satmakta, bir kısmını da çöpe atmakta veya yakmaktadırlar [15].

Tekstil atıkları geri dönüşüm ipliği, kağıt, dolgu malzemesi ve yalıtım malzemesi olarak kullanılmaktadır. Parça kumaş ve üstüpler büyük oranda geri kazanılırken iplik fabrikası atıkları yakılmakta veya çöpe atılmaktadır. Kadife tıraş tozunun beyaz olanı tutkal yapımında ve banknotlarda kullanılırken, renkli olanları atılmaktadır. Tekstil atıkları cinsine göre değişik alanlarda kullanılır. Kirli meydan kanaviçe ile karıştırılarak jüt ipliği, halı tabanı yapımında kullanılmaktadır. Tarak altı telefleri 10, hallaç altı telefleri 6, şapka altı telefleri 12 numara iplik yapımında kullanılmaktadır. Ayrıca fabrikalardan alınan teleflerin bir kısmı yem sanayinde ve hamamlarda yakıt malzemesi olarak kullanılmaktadır [15].




4. YALITIM KAVRAMI ve ÖNEMİ

4.1. Isı ve ses yalıtımı

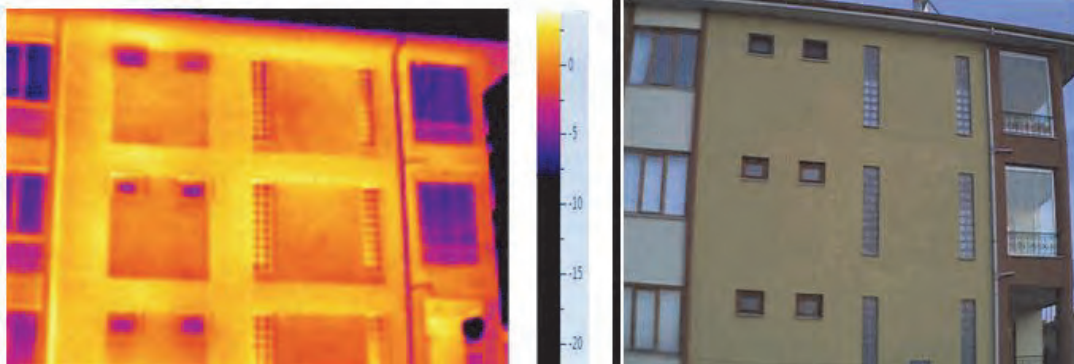
İnsan sağlığını tehdit eden en büyük kirliliklerin başında gürültü gelmektedir. Hızla gelişen teknolojilerin üretimi ve kullanımı sırasında gürültü oluşmakta, bu durum da gürültünün günümüzde en yoğun çevre kirliliklerinden birisi olmasına neden olmaktadır. Gürültü kaynaklarının türlerine bakıldığında bunların endüstri, ulaşım, yol ve yapım çalışmaları ile yerleşim kaynaklı gibi temel kaynaklardan oluştuğu görülmektedir [16]. Toplumlar ve kişilere göre değişmekle birlikte, eşdeğer gürültü seviyesi 30 dB'yi aştığında rahatsızlıkların başladığı, 30-65 dB arasında uykunun önemli biçimde bölündüğü, sıkılma ve kızgınlık duygusunun oluştuğu, konsantrasyon eksikliğinin meydana geldiği, 65-90 dB arasında insanların büyük bir çoğunluğunun kalp atışının değiştiği, solunumun hızlandığı ve beyindeki basıncın azaldığı, 90-120 dB arasında baş ağrısının meydana geldiği ve üzeri dB'lerde ise dengenin bozulduğu, iç kulakta sürekli hasar ve beyin tahribatı olduğu kabul edilmektedir [17]. Bu gibi rahatsızlıkların önlenmesi amacıyla insanların uzun zamanlarını harcadıkları araçlar ve binalar, normal düzeyin üzerindeki sesten izole edilmeye çalışılmaktadır [10]. Şekil 1'de çevremizde karşılaştığımız seslerin desibel aralıkları gösterilmektedir.

Hızlı nüfus artışı ve şehirleşmeyle beraber hammadde ve sanayi üretimindeki artış, enerji tüketiminin de buna paralel olarak

artmasına neden olmuştur. Enerji tüketimindeki bu hızlı artış maliyet ve çevre sorunlarını beraberinde getirmiştir. Ülkemizde enerjinin %35-40'ı binalarda tüketilmekte olup, bu miktarın %85'i ise ısıtma amacıyla kullanılmaktadır [18]. 1999'dan beri gerek yurdumuzda gerekse global anlamda önemli boyutta enerji krizi yaşanmaktadır. Ülkemizde şu anda, yerli kaynaklı enerji üretimimizin tüketimimizi karşılama oranı %30 civarında olup, 2020'de bu oranın %25'e düşeceği belirtilmiştir. 1999 yılında alınan verilerin enerji tüketimi dağılımı, %37 sanayi, %32 konut, %23 ulaşım, %5 tarım ve %3 diğer sektörler bazında olmuştur. 1999'da sadece 2 elektrik dış alımına 1,525 milyar USD ödenmiş ve petrol ile doğalgaz için de yaklaşık 6 milyar USD ödeme yapılmıştır [6,18]. Bu durum enerji tasarrufunun önemini açık bir şekilde göz önüne sermektedir. Konutlardaki enerji kullanımının %80'inin ısıtma amacı ile kullanılması ısı yalıtımını daha da önemli kılmaktadır [9,11]. Bunun için bina dış kabuğunun uygun yalıtım malzemeleriyle yalıtılması enerjinin korunumu açısından önemlidir [19]. Şekil 2'de binada yalıtımsız bir duvardan kaynaklanan ısı kaybının termal görüntüsü ve duvarın normal görüntüsü bulunmaktadır.

Ses şiddet ölçeği			
Ses basıncı		Kişisel algı	Ses çeşidi
P (µPa)	dB		
200000000	140		50 m ötede kalkan uçak 
	130		
20000000	120	Kesinlikle dayanılmaz	200 m ötede kalkan uçak 
	110	Kısa bir süre için dayanılabilir	
2000000	100		Deler çekiç 
	90	Çok rahatsız edici	Yoğun trafik 
200000	80		
	70	Rahatsız edici	Gürültülü sokak 
20000	60		
	50	Normal	Normal konuşma 
2000	40	Sessiz	Kütüphane 
	30		Orman 
200	20	Çok sessiz	
	10		Ses stüdyosu 
20	0	Algı eşiği	

Şekil 1. Seslerin Desibel Aralıkları [10]



Şekil 2. Yalıtımsız Bir Duvardan Olan Isı Kaybının Termal Görüntüsü ve Duvarın Normal Görüntüsü [20]

4.2. Elektromanyetik Dalga Yalıtımı

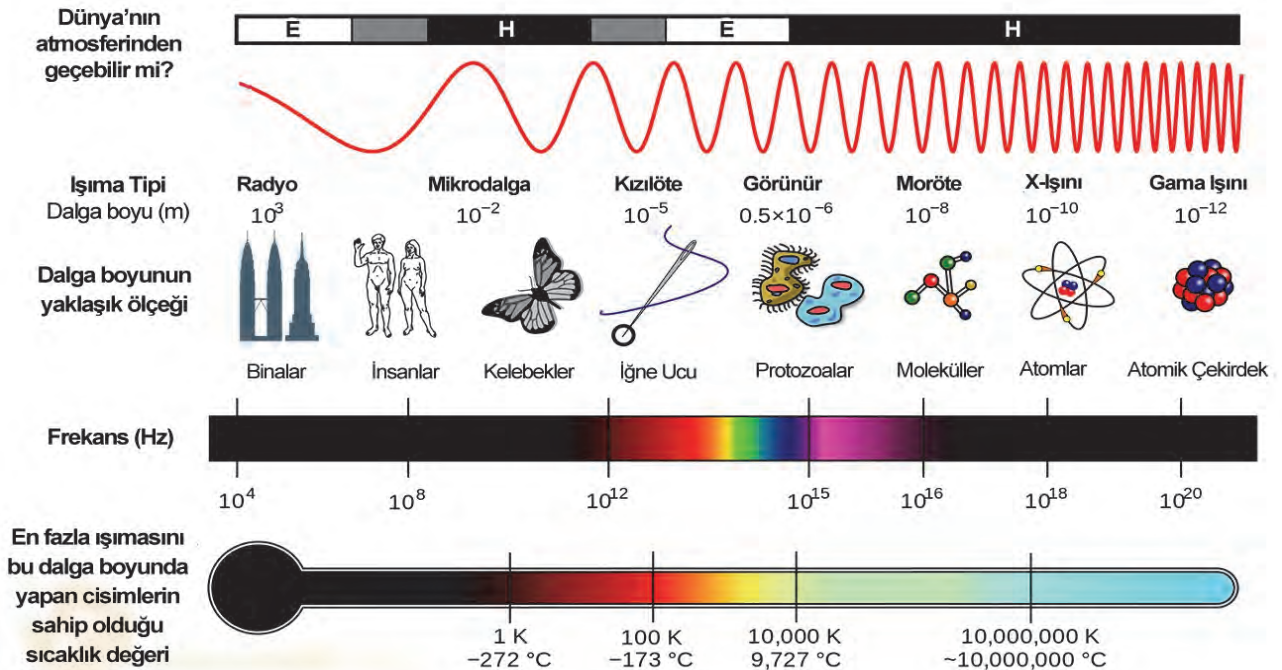
Canlıların vücutlarının biyokimyasal ortama ve iyonlara sahip olmasından dolayı, çeşitli iyon içeren dokulara elektromanyetik alanlar kuvvet uygulayarak rahatça nüfuz edebilmekte ve kendi frekanslarında onları da titreştirmektedirler. İyonların titreşmesi kendi etraflarında gerilim oluşmasına sebep olmakta ve yakınlarında oldukları hücre zarı kanallarının kontrol dışı açılmalarına veya kapanmalarına sebebiyet vermektedir. Bu nedenle hücre etrafındaki kimyasal denge, normal olmayan etkilerle değişmeye ve elektromanyetik etkinin daha çok arttığı durumlarda ısıl etkinin de artmasıyla hücre fonksiyonlarının bozulabilmesine, takiben DNA ve RNA'nın hücre yenilemesinin engellenmesine kadar gitmektedir. Vücudun aşırı elektromanyetik dalgalara maruz kalması durumunda kanserli hücrelerin oluşumuna neden olabilecek kimyasal değişimler oluşmaktadır [21]. Ayrıca konsantrasyon bozukluğu, hafıza kaybı, reflekslerde zayıflama, kas ve eklemlerde ağrı gibi nörolojik etkiler, göğüs ağrısı, düşük veya yüksek tansiyon, kalp atışında hızlanma veya yavaşlama, nefes alma sıklığında değişim gibi kardiyolojik etkiler, sinüzit, bronşit, astım gibi solunum yolu sorunları, ciltte tahriş, kaşıntı, yanma, yüzde kızarıklık gibi dermatolojik etkiler, göz yanması, görme bozukluğu gibi etkiler ve sindirim sorunları, ağrı, burun kanamaları, bağışıklık sisteminde zayıflama, saç dökülmesi, kulak çınlaması, koku alma duyusunda bozulma gibi olumsuzlukların da ortaya çıktığı ifade edilmektedir. Ayrıca uzun dönemde kanser, normal hücre bölünmesi, sinirlerde hasar, beyin hasarları ve düşüklere neden olabilecek olumsuz etkiler görülmektedir [22]. Şekil 3 günlük hayatta karşılaştığımız elektromanyetik dalga kaynakları ve frekansları hakkında bilgi vermektedir.

5. TEKSTİL ATIKLARINDAN YAPILAN MALZEMELERLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Tekstil lifi atıklarının değerlendirildiği literatür çalışmaları tarandığında; atık tekstil liflerinin genel itibarıyla kompozit yüzeyi oluşturan temel malzeme olarak kullanılmaktan çok yardımcı malzeme olarak kullanıldığı gözlemlenmiştir. Aynı zamanda bu çalışmaların; atık tekstil liflerinin ara yüzey yapışmasının artırılması ile elde edilen kompozit malzemenin mekanik özelliklerinin geliştirilerek, ölçülmesi üzerinde yoğunlaştığı görülmüştür. İlerleyen bölümlerde, tekstil atıklarından üretilen malzemelerde yalıtım özellikleri üzerine yapılan çalışmalar, elektromanyetik kalkanlama, ses ve ısı izolasyon başlıkları altında toplanarak incelenmiştir.

5.1 Isı ve Ses İzolasyonu İçin Yapılan Çalışmalar

Eken [24] yapmış olduğu yüksek lisans tez çalışmasında, ayçiçeği sapını, anızı (tarımsal üretim sonucunda biçilmiş olan ekinlerin toprakta kalan kök ve saplarıdır), Kahramanmaraş tekstil fabrikalarından temin edilen pamuk atıklarını, epoksi (viskozitesi artırılmış boya kıvamlı, katkı maddesi sayesinde taş gibi sertleşen ve bağlayıcı olarak kullanılan bir reçine türüdür) ve alçı gibi bağlayıcı maddelerle birlikte değerlendirerek bir yalıtım malzemesi üretmiştir. Bağlayıcı olarak alçı kullanarak yaptığı yalıtım malzemelerini, 1500 gram alçı, 180 gram ayçiçeği sapı, 90 gram tekstil atığı ve 1450 gram su ile birleştirerek elde etmiştir. Yaptığı testler sonucunda alçı ile üretilen yalıtım levhaları için; ısı iletim katsayısı değeri 0.1642 W/mK ve ultrasonik ses değeri ise 0.900 km/s olarak görülmektedir. Epoksi ile üre-



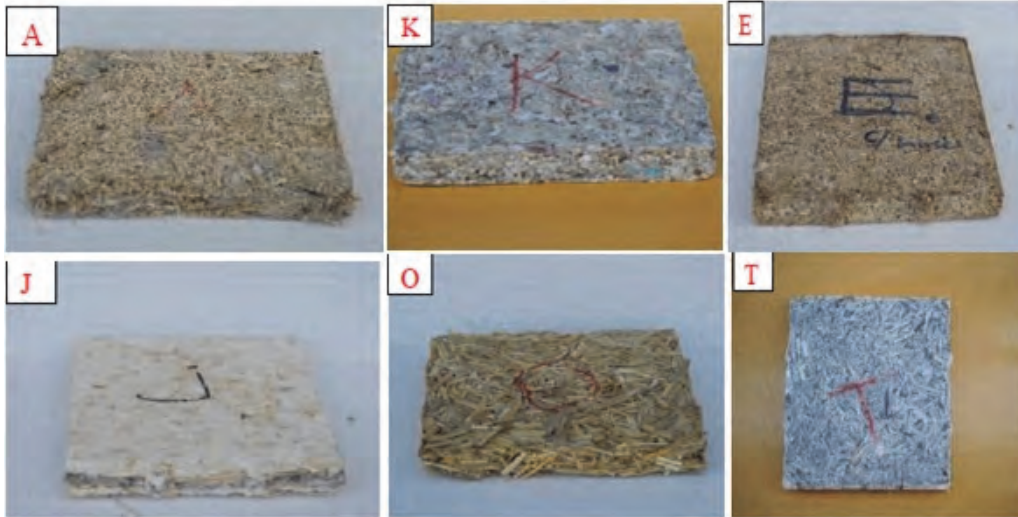
Şekil 3. Elektromanyetik Spektrum [23]

tilen yalıtım malzemesi numunelerinde; en düşük ısıl iletkenlik katsayısı değeri olarak 0,0728 W/mK elde etmiştir. Bunu malzemenin sahip olduğu hava boşluklarına ve yapısına bağlamıştır. En yüksek ısıl iletkenlik katsayısına sahip olan numune ise 0,435 W/mK değerine ulaşmıştır. Ultrasonik ses hızı testlerinde ise, en düşük ultrasonik ses hızı değeri 108,52 m/sn iken, en yüksek ise 961,54 m/sn olarak bulmuştur [24]. Şekil 4'de üretilen bazı yalıtım malzemelerinden örnekler gösterilmektedir.

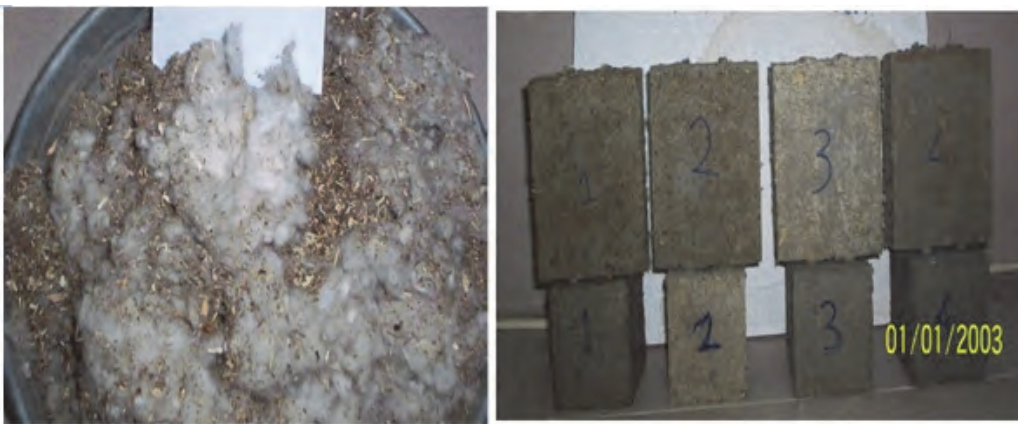
Binici, Aksoğan ve Gemci [25] yapmış oldukları çalışmada, Kahramanmaraş ilinde bulunan atıkları, çimento ve tekstil fabrikası bacasından çıkan külleri ve yine bu fabrikalardan temin ettikleri atık pamukları çeşitli oranlarda karıştırarak numuneler üretmişlerdir. Kullandıkları pamuk atıkları ve ürettikleri bloklara örnekler şekil 5'de görülmektedir. Numuneler içindeki atık

pamuk oranını ağırlık olarak %6 ile %14 arasında değişecek şekilde ayarlamışlardır. Ürettikleri numuneleri yapmış oldukları model evlerde test etmişlerdir ve 0,235 - 0,268 kcal/m²h⁰C değerleri arasında ısı iletim katsayısı değerlerine ulaşmışlardır [25].

Binici, Gemci, Küçükönder ve Solak [26] yaptıkları çalışmada; Kahramanmaraş tekstil fabrikalarından temin ettikleri pamuk atığını, K.Maraş Afşin-Elbistan bölgesinde bulunan termik santrallerin atığı olan uçucu külü, yapıştırıcı reçineyi ve bariti değişik oranlarda karıştırarak sunta plakalar arasına yerleştirmişlerdir. Sabitlik kazanması için mengeneler arasında 12 saat bekletmişlerdir [26]. Ürettikleri çeşitli numunelerin enine kesiti şekil 6'da gösterilmektedir.



Şekil 4. Üretilen Yalıtım Malzemelerinden Bazı Örnekler [24]



Şekil 5. Kullanılan Pamuk Atıkları ve Üretilen Plaka ve Bloklar [25]



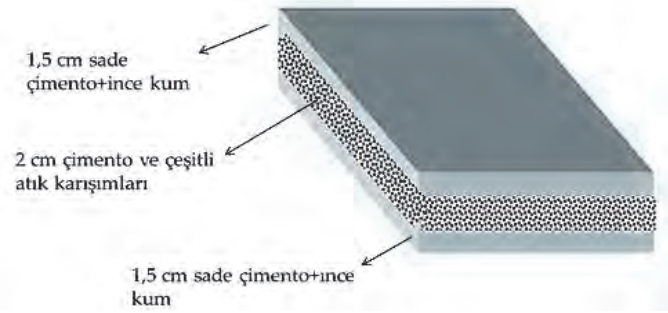
Şekil 6. Deney Plakaları Kesit Görünümü [26]

Isı geçirgenliği testinde içerisinde tekstil atığı olmayan plakaların ısı iletim katsayısı 2,2 W/mK iken, içerisinde tekstil atığı olan plakaların ısı iletim katsayısı 2,3 kW/mK'dır. Türk Standartları TS 825 ve Alman DIN normu 4108 'e göre ısı iletenlik değeri (λ) 0.060 kcal/mh°C değerinin altında olan malzemelere ısı yalıtım malzemesi, bu değerin üstünde kalanlara da yapı malzemesi denir. 1 W/mK yaklaşık olarak 0,86 kcal/mh°C'ye karşılık geldiğine göre, numune değerleri 2,2 W/mK 1,892 kcal/mh°C'ye, 2,3 kW/mK ise 1,978 kcal/mh°C'ye karşılık gelmektedir. Ses geçirgenliği testlerinde ise 10,6 - 54 dB arasındaki değerlere ulaşmışlardır [26].

Turak [27] yaptığı yüksek lisans tezinde; çimento-ince kum karışımı içerisine yün ve pamuk elyaf atıklarını, pamuk ipliğini, kumaşı ve kâğıt atıklarını çeşitli oranlarda değişmeli olarak ekleyerek şekil 7'deki gibi blok numuneler hazırlamıştır. Hazırlanan blokların izolasyon malzemesi olarak kullanımı açısından ısı iletim katsayılarını ölçmüştür. Testler sonucunda numunelerin ısı iletim katsayılarının 0,687-0,848 W/mK arasında değiştiğini belirtmiştir[27].

Binici, Sevinç, Eken ve Demirhan [28] mısır koçanlarını değerlendirerek ısı yalıtım malzemesi oluşturmak adına yaptıkları çalışmada ilk olarak 0-4 mm arasında öğütülmüş koçanları epoksi bağlayıcı maddesini kullanarak yalıtım levhaları üretmişlerdir. Daha sonra mısır koçanlarına NaOH ve Alimünyum tozu eklemiş, alçı ve çimento bağlayıcı maddesi

kullanarak başka bir yalıtım malzemesi üretmişlerdir. Şekil 8'de üretilen iki numunenin kalıp içindeki görüntüsü bulunmaktadır. Üretmiş oldukları yalıtım malzemelerine ısı iletenlik katsayısı, ultrasonik ses geçirgenliği, su emme ve birim hacim ağırlık tayini testlerini yapmışlardır. Bağlayıcı olarak epoksi ile üretilen yalıtım malzemelerinin ısı iletim katsayıları değerlerinin 0,075-0,1588 W/mK, ultrasonik ses değerlerinin 12-74,15 m/s arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Bağlayıcı olarak alçı ve çimento ile üretilen yalıtım malzemelerinin ise ısı iletim katsayıları 0,1-0,1999 W/mK, ultrasonik ses değerlerinin 174-490 m/s arasında değiştiği gözlemlenmiştir [28].



Şekil 7. Sade Çimentonun ve Çimento-atık Karışımının Kalıba Dökülme Şekli [27]

Tayyar ve Çetin [29] yapmış oldukları çalışmada, inşaat sektöründe izolasyon malzemesi olarak kullanılacak dokusuz yüzey kumaşın üretiminde, v-PET (saf PET lifleri) ve r-PET (Pet şişelerden geri dönüşüm yoluyla elde ettikleri PET lifleri) elyaf-ların harman oranları ile tülbent kat sayılarını değiştirmişlerdir. Değiştirilen harman oranlarının ve tülbent kat sayılarının kumaş-ların sahip olduğu bazı fiziksel, mekaniksel ve iletkenlik özelliklerine olan etkisi incelenmişlerdir. 6,8 ve 10 tülbent katından sabit makine üretim parametrelerinde hammadde oranlarını değiştirerek numune üretmişlerdir. Numunelere yaptıkları ısı iletim katsayısı testlerin sonucunda; en düşük ısı iletim katsayısına %100 v-PET ve %50r-PET-%50v-PET numuneleri 0,0312 W/mK değeriyle sahip olmuştur. En yüksek ısı iletim katsayısı 0,0361 W/mK değeriyle %100 r-PET numunesine ait olmuştur [29].



Şekil 8. Ürettikleri Çeşitli Numune Örnekleri [28]

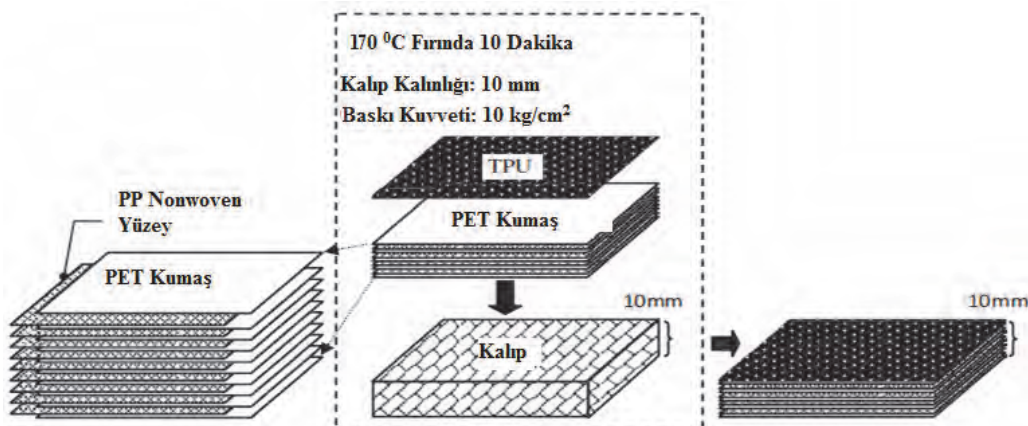
Celep ve Yüksekaya [30] yaptıkları çalışmada geri dönüşüm liflerden üretilen battaniyelerin ısı konfor özelliklerini klasik battaniyeler ile karşılaştırmak amacıyla, geri dönüşüm liflerden ve orijinal liflerden eğri Nm 9 numara open-end rotor ipliğini atkı ipliği olarak kullanarak battaniye üretimleri gerçekleştirmişlerdir. Orijinal liflerden ve geri dönüşüm liflerden elde edilen battaniyelere yaptıkları ısı iletim katsayıları testlerinde istatistiksel açıdan bir fark bulamamışlardır ve yaklaşık olarak 0,046 W/mK değerine ulaşmışlardır[30].

Huang, Lin ve Chuang [31] yaptıkları çalışmada geri dönüştürülmüş polipropilenden (PP) elde edilmiş dokusuz yüzey kumaş artıklarını, iki çeşit polyester lifini (PET) ve termoplastik poliüretandan (TPU) dokusuz yüzeyi kullanarak kompozit malzeme numuneleri üretmişlerdir. Bir numunenin üretimi şekil 9'da gösterilmektedir. Yaptıkları çalışmanın sonucunda, PET/PP ve PET/PP/TPU kompozit numunelerinin 0.0373-0.0751 W/mK arasında değişen ısı iletkenlik katsayısı değerlerine sahip olduğundan bahsetmişlerdir. PET/PP kompozit numuneler PET numunelerine nazaran orta düzey frekanslarda daha iyi ancak yüksek frekanslarda ise daha düşük ses absorpsiyonu göstermekte olduğunu, 10 kata ulaşan PET/PP kompozit numunelerin ses absorpsiyon katsayısının 0.682'ye ulaştığını ve TPU yüzeyinin orta ve düşük frekans bandında ses absorpsiyon katsayısı ortalamasını muazzam bir şekilde 0.491'e yükselttiğini belirtmektedirler [31].

Horga, Hossu ve Avram [32] yaptıkları çalışmada sıcak boruların izolasyonu sağlamak için lif, iplik ve triko formunda geri kazanılabilir tekstilleri kullanarak geleneksel olmayan yöntemlerle numuneler üretmişlerdir. 2 farklı kompozit numune üretmişlerdir. İlk numuneyi oluştururken; çeşitli örme ve konfeksiyon fabrikalarından gelen artıkları metal ve plastiklerinden ayırmışlar, renklerine göre düzenlemenin ardından kesme ve kırma işlemlerine tabi tutmuşlardır. İlk numuneler, 4 farklı yoğunluktaki %56 Poliamid ve akrilik liflerinden, %36 iplik uçlarından ve %8 ise hiç açılmamış parçalardan oluşmaktadır. İkinci kompozit malzemeler ise üretim sırasında elde edilen pamuk artıklarından 4 farklı yoğunlukta üretilmiştir. Bir de ek olarak

karşılaştırılması açısından belirli bir yoğunlukta taş yünü numunesi üretmişlerdir. Üretilen numunelere yapılan ısı iletkenlik testlerinde çıkan değerler yaklaşık 0,059-0,077 W/mK arasında değişmektedir. Testler sonucunda piyasada izolasyon malzemesi olarak kullanılan taş yününden elde edilen 67.3 Kg/m³lük numunenin ısı iletkenlik katsayısı değeri aynı yoğunluktaki pamuk artığından elde edilmiş numuneden düşük, geri dönüşümü yapılmış tekstil mamulünden ise yüksek çıktığını gözlemlemişlerdir. Üretilen numunelerde optimum yoğunluğun 67.3-94.3 Kg/m³ arasında değiştiğini belirtmişlerdir [32].

Lin, Li ve Lou [33] yaptıkları çalışmada geri dönüştürülmüş kevlar (kevlar artık kumaşlarından elde edilmiştir), Nylon 6, düşük sıcaklıkta eriyen polyester ve polipropilen liflerini kullanmışlardır. Kevlar, nylon 6 ve düşük sıcaklıkta eriyen polyester lifleri açma, karıştırma, taraklama, katlama ve iğneleme işlemlerinden geçirilerek dokusuz yüzey oluşturulmuştur. Daha sonra bu dokusuz yüzey sıcak presten geçirilmiştir. Kevlar içerik olarak %20'yi oluştururken, düşük sıcaklıkta eriyen PET'in oranını %10, 20, 30 ve 40 olarak değiştirmişlerdir. %10 ağırlıkta olacak şekilde polipropilen artıkları dokusuz yüzeyler arasında 0°/0°, 90°/90°, -45°/45° ve 0°/90° açılarda yerleştirilerek iğnelemişler ve 140, 160, 180, 200 °C gibi farklı sıcaklıklardan geçirecek kompozit malzeme üretmişlerdir. Yapılan testler sonucunda PP kumaş artıklarının kullanıldığı kompozit numunelerin hiç kullanılmayan numuneye göre ses yutma katsayılarının 1000-4000 Hz arasında daha yüksek olduğunu bunun sebebinin PP kumaş artıklarının ekstra yüzey oluşturması olduğunu belirtmişlerdir. Sıcak preslenen kompozit numunelerinin ses yutma katsayılarının preslenmeyen numuneye nazaran daha düşük olduğunu gözlemlemişlerdir. Bunun nedenini ise kompozit yapı içerisindeki hava boşluklarının azalmasına bağlamıştır. PP kullanımını ve sıcak preslemeyi ısı iletkenlik katsayısını düşüren etmenler olarak vurgulamışlardır. PP olmadan üretilen kompozit numunelerin ısı iletkenlik katsayısı 0.070 W/mK iken sıcak preslendikten sonra 0.064 W/mK'ye, PP eklenmesiyle 0.046 W/mK'ye düşmektedir. En düşük ısı iletkenlik katsayısı olarak 0.041 W/mK'ne ulaşmışlardır [33].



Şekil 9. Isısal Bağlama Yöntemiyle Elde Edilen Polyester/Polipropilen/Termoplastik Poliüretan'dan Oluşan Kompozit Numune [31]

Ricciardi, Belloni ve Cotana [34] yaptıkları çalışmada kalınlığı 12 mm ve 20 mm olan, atık kâğıt ve tekstil liflerinden üretilmiş 2 çeşit panel üretmişlerdir. İlk numune (N7) her biri 2.5 mm kalınlığında olan tekstil liflerinden oluşmuş dış katmanların içine 7 mm kalınlığında tamamen geri dönüştürülmüş atık kâğıt katmanının yapıştırılması ve preslenmesi ile oluşturulmuştur. İkinci numunede (N15) ise iç katmanın yüksekliği 15 mm olmuştur. Şekil 10'da bir numunenin katmanları gösterilmektedir. Ürettikleri numunelere ses yutma ve ısı iletkenlik testleri yaparak piyasadaki farklı malzemeden yapılmış ürünlerle karşılaştırmışlardır [34].

Yaptıkları testler sonucunda tüm numunelerin ısı iletkenlik katsayılarının 0.034-0.039 W/mK arasında değiştiğini, ses yutma katsayısının 0.23-0.38 arasında farklılık gösterdiğini gözlemlemişlerdir [34].

Lee ve Joo [35] yaptıkları çalışmada ısısal bağlama yöntemiyle farklı oran ve incelikteki geri dönüştürülmüş polyester lifinden çeşitli numuneler üretmişlerdir. Düşük sıcaklıkta eriyen (6 den, 42 mm) ve 3 farklı çaptaki polyester (1.25, 2, 7 den ve 38 mm) liflerini düzgün yüzey oluşturması açısından 3 kez taraklayarak ve 130 °C'ye ayarlanmış sıcaklıktaki hava ile bağlama yöntemini kullanarak farklı yüzeylerde numuneler oluşturmuşlardır. Ayrıca bu numunelerin dışında yüzeyin orta katmanındaki yerleşimini değiştirerek numune oluşturmuşlardır. 3. çeşit numune olarak da yüzeyleri farklı malzemeden filmlerle kaplanan numuneleri üretmişlerdir. Yapılan testler sonucunda ince lif içeriğinin artmasıyla ses yutma katsayısı arasında bir bağlantı olmadığını ancak tüm numunelerin etkili bir ses yutma değerine ulaştığını gözlemlemişlerdir. Düşük sıcaklıkta eriyen polyester içeriğinin artması ses yutma katsayısının düşmesine (özellikle 2000-3500 Hz arasında) neden olduğunu bunun da kalınlığın ve rastlantısal etkinin azalmasıyla meydana geldiğini belirtmişlerdir. Ayrıca eriyen polyester içeriğinin artması yüzey içindeki mikro

gözenekleri kapatmasının da ses yutma özelliğini düşürdüğünü vurgulamışlardır [35].

Küçük ve Korkmaz [36] yaptıkları çalışmada dokusuz yüzeylerin ses yutma üzerinde etkili olan fiziksel parametrelerini araştırmışlardır. 3 değişik üretim yöntemi kullanarak farklı orandaki farklı lif tipleriyle 8 farklı numune elde etmişlerdir. Ses yutma özellikleriyle beraber üretim yöntemi, kalınlık, numune kompozisyonu, hava geçirgenliği, lif kalınlığı ve gramaj gibi parametrelerin etkisini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmanın sonunda ısısal bağlama yöntemiyle üretilmiş yün ve polyester karışımı numunenin orta ve yüksek frekansta çok iyi bir ses yutma özelliği olduğundan ancak ısısal bağlama yöntemi ile üretilen pamuk ve polyester karışımı numunenin çok daha fazla ses yutma özelliği gösterdiğinden bahsetmişlerdir. Karışıma akrilik ve polipropilenin eklenmesiyle elde edilen akrilik, pamuk, polyester ve polipropilen kompozisyonlu ısısal bağlama ile elde edilen yüzeyin düşük ve orta frekans aralığında ses yutma özelliğinde bir artış meydana gelmektedir. Mikro lifleri kullanarak düşük gramaj ve yüksek kalınlıkla üretilen numunelerin daha iyi ses yutma özelliği gösterdiğini belirtmektedirler. Su jeti veya iğneleme yüzey oluşturma yöntemleri ile üretilen numunelerin ses yutma özelliğinde önemli bir fark olmadığını vurgulamışlardır [36].

5.2 Elektromanyetik Kalkanlama İçin Yapılan Çalışmalar

Çeken, Erdoğan, Kayacan ve Uğurlu [37] yaptıkları çalışmada; genellikle binalarda ve otomotivde ses izolasyonu için kullanılan tekstil bazlı atıklardan geri dönüşümü yapılarak elde edilen nonwoven yüzeyleri kullanmışlardır. Bu yüzeyler 1130,17 g/m² değerinde 2 kPa basınç altında 9,15 mm kalınlığında üretilmiştir. Üretilen bu nonwoven yüzeyler arasına 1,5 ve 3 cm uzunluğunda, 0,1 mm çapındaki bakır telleri keserek serpmişlerdir [37]. Şekil 11'de nonwoven yüzeyler arasına serpilerek hazırlanan bir numune görülmektedir.



Şekil 10. Üretilen Numunelerin Görünüşü [34]



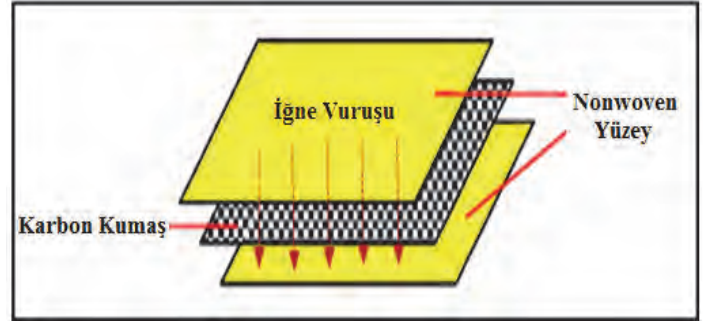
Şekil 11. Üretilen Numune Örnekleri a) Kesilmiş Bakır Tel Serpilmiş Nonwoven Panel b) Çok Katlı Nonwoven Panel [37]

Yaptıkları deney sonucunda; P1 (toplam 30 gram 1,5 cm uzunluğunda bakır telleri içerir) ve P2 (toplam 60 gram 1,5 cm uzunluğunda bakır telleri içerir) numuneleri karşılaştırıldığında yoğunluğun daha iyi kalkanlama getirdiğini ve P2 numunesinin özellikle ortalama 10 dB seviyesinde ve 1575 - 2475 Mhz bandında daha yüksek EMSE değerlerine sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. P3 (toplam 30 gram 3 cm uzunluğunda bakır telleri içerir) ve P4 (toplam 60 gram 3 cm uzunluğunda bakır telleri içerir) numuneleri karşılaştırıldığında da yoğunluğun artmasıyla kalkanlama etkisinin arttığını ve özellikle 1125 - 1575 Mhz bandında P4 numunesinin yüksek bir kalkanlama artışı sergilediğini belirtmişlerdir. Diğer yandan aynı ağırlıkta fakat farklı uzunluktaki bakır tellerinden üretilen numuneler karşılaştırıldığında, uzun bakır teline sahip numunenin daha yüksek kalkanlama performansı gösterdiğini vurgulamışlardır. Bunun nedeni ise bakır tellerin uzamasıyla birbirine temas ihtimallerinin artmış olması durumunun doğurduğu iletkenlik artışına bağlamışlardır [37].

Li, Wang, Lou ve Lin [38] yaptıkları çalışmada geri dönüştürülmüş Kevlar liflerini, Naylon 6 stapel liflerini ve Low- T_m polyester liflerini açma, karıştırma, taraklama ve paralel katlama işleminden geçirdikten sonra iğneleme yöntemi ile nonwoven yüzey üretmişlerdir. Geri dönüştürülmüş Kevlar lifleri, tek yönlü artık kumaş kenarlarından 50-60 mm arasındaki uzunluklarda elde edilmiştir. Daha sonra bu nonwoven yüzeyler arasına 1, 2, 3, 4 ve 5 kat karbon kumaş koyarak kompozit malzeme üretmişlerdir. Üretimle ilgili şematik görüntü şekil 12'de verilmektedir. Bu iki malzemeyi birleştirirken iğne yoğunluğunu (100, 150, 200, 250 needles/cm²) değiştirmişlerdir ve aynı iğne yoğunluğu değerinde pressiz ve sıcak presli olacak şekilde kompozit malzemeyi üretmişlerdir [38].

Yapılan testler sonucunda katların artmasıyla birlikte EMI SE değerlerinin arttığını ve EMI SE değerleri için optimal üretim koşullarını 150 iğne/cm²'de 3 katlı ve sıcak preslenmiş olarak belirtmişlerdir. Sıcak pres numunelerde 3 katın üstüne çıkıldığında kalkanlama artışı kayda değer bulunmamıştır. Sıcak

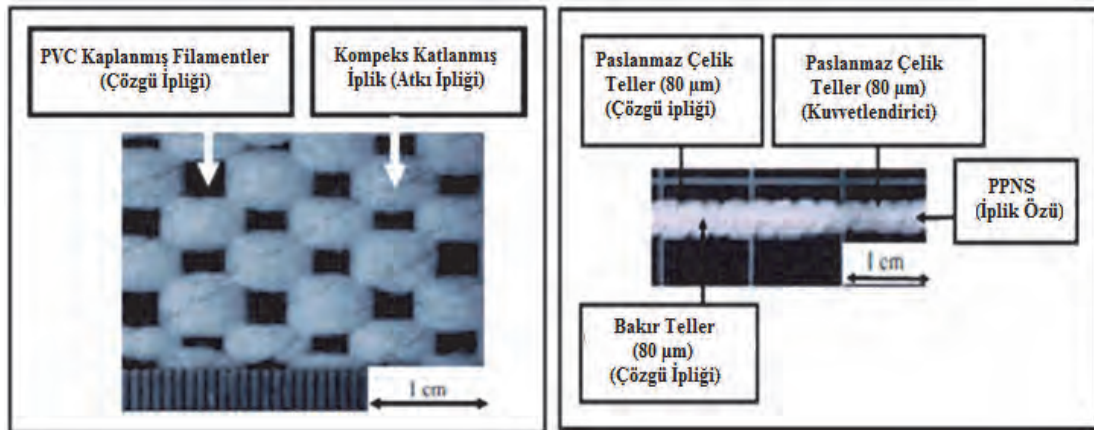
pres ve pressiz numunelerin 500 MHz-1 GHz ve 2-3 GHz frekans aralığında yüksek kalkanlama değerleri vermekte olduğunu gözlemlemişlerdir [38].



Şekil 12. Kompozit Malzemenin Yapısı [38]

Lou, Lin, Hsing, Chen ve Lin [39] yaptıkları çalışmada geri dönüşümle elde edilmiş nonwoven yüzey kenar artıklarına (PPNS) iplik özünü oluşturmak suretiyle, dışına paslanmaz çelik tel sararak şekil 13'de de görülen katlı iplik oluşturmuşlardır. Katlı ipliğin özünü güçlendirmek amacıyla özüne paralel bir şekilde bakır ve paslanmaz çelik tel yerleştirerek iplik çeşitliliğini arttırmışlardır. Ürettikleri dokunmuş numunelerde katlı iplikleri atkı olarak, çözgü olarak ise PVC kaplı PET filamentleri kullanmışlardır. Ürettikleri bu numuneleri teker teker, daha sonra üst üste çeşitli açılarda koyarak 2, 3, 4, 5 ve 6 katlı olacak şekilde test etmişlerdir [39].

Çalışmanın sonucunda; dışı paslanmaz çelik tel ile sarılmış, bakır ve paslanmaz çelik tel ile de özü güçlendirilmiş iplik kullanılarak elde edilen kumaşı 0°/90°/0°/90°/0°/90° açılarla 6 kat olacak şekilde yerleştirerek maksimum 56.1 dB'lik EMSE değerine ulaşmışlardır. Numunelerde kullanılan çelik tel miktarının ve kumaş kat sayısının artmasıyla birlikte, EMSE değerlerinin yükseldiğini gözlemlemişlerdir. En yüksek EMSE değerini elde edebilmek için en uygun yerleşimin ve metal temasının 90° olduğunu, en düşük EMSE değerinin ise 0° açıda elde edildiğini belirtmişlerdir [39].



Şekil 13. a) Üretilen Dokuma Kumaş Örneği b) Çelik Telle Güçlendirilmiş Katlı İplik [39]

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Dünya nüfusunun hızla arttığı ve sürekli yükselme eğiliminde olan yaşam standartları var olduğu sürece gerek tekstil atık miktarı gerekse de tekstil atık karışımları çeşitlenerek çoğalacaktır. Türkiye sanayisinde ortaya çıkan endüstriyel katı atık miktarının % 4.37'sini tekstil ürünleri ve giyim eşyası imalat atıkları oluşturmakta iken bu oran ABD'de yaklaşık olarak %5'e yükselmektedir. Gelişmiş ülke statüsünde olan ABD dahi bu atıkların sadece %15'nin geri dönüşümünü yaparak tekstil endüstrisine kazandırırken, %85'ini çöplüklere göndermektedir. Dolayısıyla tekstil endüstrisinin çevre performansı artırılarak, atıkların geri dönüşüme kazandırılması ve yeni hammadde, enerji gibi alanlarda tasarruf sağlanması açısından hayati önem arz etmektedir. Bu anlamda çalışmamızda, tekstil atıklarının geri dönüşümü sağlanarak elde edilen katma değerli ürünlerle ilgili literatür araştırması yapılmıştır. Çalışmalarda, araştırmacıların elde ettikleri bu ürünlerin ısı, ses izolasyonu ve elektromanyetik kalkanlama testlerindeki performansları incelenmiştir. Çalışma sonucunda; tekstil atıklarının birçok sektörde kompozit malzeme yapımında ana malzemeden ziyade yardımcı malzeme olarak kullanıldığı gözlemlenmiştir. Dolayısıyla tekstil atıklarının geri dönüşümünü esas alarak hazırlanan kompozit malzemeler çok sınırlı sayıda bulunmaktadır. Bu malzemeler ses, ısı yalıtımı ve elektromanyetik kalkanlama özellikleri açısından incelendiğinde, çalışmalarda performans gerektiren özel alanlar için yeterli değerlere sahip numuneler elde edilemediği görülmektedir. Bununla birlikte genel kullanım için yeterli sayılabilecek düzeyde sonuçların elde edilebileceğini gösteren denemeler de bulunmaktadır. İlerleyen zamanlarda kompozit malzemelerin, düşük bir maliyet ile birlikte atık tekstil esaslı olarak üretilebilmesinin yolları aranmalıdır. Elde edilen kompozitlerin tüm gelir seviyesine inerek kullanım alanının yaygınlaşması ve enerji, hammadde tasarrufunun artırılması hedeflenmelidir. Bu anlamda literatür taramasının düşük maliyetli yalıtım ve kalkanlama özelliği gösteren ürünlerin tasarımında ve üretiminde ileride yapılacak çalışmalara katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Entegre Katı Atık Yönetimi, http://istac.com.tr/contents/44/cevremakaleleri_130838592910380265.pdf, Erişim tarihi: 09.09.2016
- Kavadar, F., 2014, *Atıkların Geri Kazanımı*, Bitirme Projesi, Yeni Yüzyıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 3-4.
- Vishnoi, A., "Environment Protection By Textile Recycling: A Route To Sustainability", <http://tmu.ac.in/gallery/viewpointsdcp2013/pdf/track1/T114.pdf>, erişim tarihi:10.09.2015
- Cuc, S.,Vidovic, M., (2011), "Environmental Sustainability Through Clothing Recycling, Operations and Supply Chain Management", 4, 2/3, 108-115.
- Vadicherla, T.,Saravanan, D., (2014), "Textiles And Apparel Development Using Recycled And Reclaimed Fibers" in "Road Map To Sustainable Textiles and Clothing Eco friendly Raw Materials, Technologies, and Processing Methods", Ed: Muthu S.S., Springer Science-Business Media, Singapore.
- Bridgewater, A.,Mumford, C., 1980, *Waste Recycling And Pollution Control Handbook*, Van Nostrand Reinhol Company, U.S.A
- http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=10&ust_id=3, Erişim Tarihi: 10.09.2015
- Bozkurt, Y., 1983, "Tekstil Sektöründe Artık Sorunu ve Değerlendirme Olanakları", *Çevre'83: II. Ulusal Çevre Mühendisliği Sempozyumu*, İzmir, 1-5 Haziran.
- Dağsöz, A. K., Bayraktar, K. G., Ünveren, H. H., 2001, "Isı Yalıtımı ve Kalorifer Tesisatı Standartları Üzerine Görüşler", *Yapı Malzeme Dergisi*, 1, 50-54.
- Aydemir, H., 2013, "Seçilmiş Perdelik Kumaşların Ses Yalıtımı ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 1.
- Dağ, N., 2010, "İletken Tekstil Yüzeylerinde Elektromanyetik Kalkanlama Özelliğinin Araştırılması", Yüksek Lisan Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Şeker, S., 2000, "Elektromanyetik Kirlenme Etkileri ve Güvenlik Önlemleri", *EMO Dergisi*, 14-21.
- Fletcher, K., (2008), "Sustainable Fashion and Textiles, Design Journeys", Earth Scan, London, UK.
- Wang, Y., (2006), *Chapter 1. Introduction*, in "Recycling in Textiles", Ed. Wang Y., Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, UK.
- Kozak, M., 2010, "Tekstil Atıkların Yapı Malzemesi Olarak Kullanım Alanlarının Araştırılması", *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6 (1), 62-70.
- İlgar, R., 2012, "Çanakkale Şehir İçi Trafikindeki Araç Kaynaklı Gürültü Kirliliğine Yönelik Ön Çalışma", *Zeitschrift für die Welt der Türken (ZfWT)*, 4 (1), 253-267.
- <http://www.ode.com.tr/ses-yalitimi/>, erişim tarihi: 19/03/2016.
- Berge B., 2009, *The Ecology of Building Materials Second Ed.* 978-1-85617-537-1.
- Özel, M., 2008, "Bina Dış Duvarlarının Optimum Yalıtım Kalınlıkları İçin Dinamik Yaklaşım Ve Maliyet Analizi", *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23 (4): 879-884.
- İlker, F., 2013, "Erzincan İlindeki Binalarda Isı Yalıtım Uygulamaları Ve Isı Yalıtımının Enerji Tasarrufuna Etkisinin Ekonomik Analizi", Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 1, .
- Çerezci, O., 2012, "Elektromanyetik kirlilik ölçüm çalışmaları, Elektromanyetik alan ve sağlık etkileri", Nilüfer/Bursa. F. Özsan Matbaacılık, 10-43.
- Palamutçu S., Dağ N., 2009, "Fonksiyonel Tekstiller I: Elektromanyetik Kalkanlama Amaçlı Tekstil Yüzeyleri", *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3 (1): 87-101.
- <http://www.bundlehaber.com/detay/4faced88-d211-41eb-83d3-cf8dbb9a2af0>, Erişim tarihi: 20.05.2017

24. Eken, M., 2012, "Yalıtım Malzemesi Üretiminde Atık Malzemelerin Kullanılması", Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
25. Binici, H., Aksoğan, O., Gemci, R., 2008, "Pamuk Atıkları Ve Tekstil Külleri İle Üretilen Hafif Yapı Malzemelerinin Yalıtım Özellikleri", Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakülte Dergisi, 23(2), 15-23.
26. Binici, H., Gemci, R., Küçükönder, A., Solak, H.H., 2012, "Pamuk Atığı, Uçucu Kül ve Barit İle Üretilen Sunta Panellerin Isı, Ses ve Radyasyon Geçirgenliği Özellikleri", Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 8(1), 16-25.
27. Turak, B., 2013, "Tekstil Atıklarından Elde Edilen Kompozit Isı Yalıtım Malzemelerinin İncelenmesi", Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
28. Binici, H., Sevinç, A.H., Eken, M., Demirhan, C., 2014, "Mısır Koçanı Katkılı Isı Yalıtım Malzemesi Üretimi", Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 29(2), 13-26.
29. Tayyar, A.E., Üstün Çetin, S., 2012, "r-PET Elyafı Üretilen Dokusuz Yüzey Kumaşların Isıl Özellikleri", 1. Ulusal Geri Kazanım Kongre Ve Sergisi Bildiriler Kitabı, 23-30.
30. Celep, G., Yüksekaya, M.A., 2012, "Geri Dönüşüm Liflerden ve Orijinal Liflerden Üretilen Battaniyelerin Isıl Konfor Özelliklerinin İncelenmesi", 1. Ulusal Geri Kazanım Kongre Ve Sergisi Bildiriler Kitabı, 157-162
31. Huang, C.H., Lin, J.H., Chuang, Y.C., 2014, "Manufacturing Process And Property Evaluation Of Sound-Absorbing And Thermal-Insulating Polyester Fiber/Polypropylene/Thermoplastic Polyurethane Composite Board", Journal of Industrial Textiles, 43(4), 627-640.
32. Horga, G., Horga, M., Hossu, I., Avram, I., 2013, "Investigation On Determining The Coefficient Of Thermal Conductivity To Textile Materials Recoverable, Used For Thermal Protection Of Hot Pipelines", Tekstil ve Konfeksiyon, 23(2), 94-100.
33. Lin, J.H., Li, T.T., Lou, C.W., 2014, "Puncture-Resisting, Sound-Absorbing And Thermal-Insulating Properties Of Polypropylene-Selvages Reinforced Composite Nonwovens", Journal of Industrial Textiles, 0(00), 1-13.
34. Ricciardi, P., Belloni, E., Cotana, F., 2014, "Innovative Panels With Recycled Materials: Thermal And Acoustic Performance And Life Cycle Assessment", Applied Energy, 134, 150-162.
35. Lee, Y., Joo, C., 2003, "Sound Absorption Properties Of Recycled Polyester Fibrous Assembly Absorbers", Autex Research Journal, 3(2), 78-84.
36. Küçük, M., Korkmaz, Y., 2012, "The Effect Of Physical Parameters On Sound Absorption Properties Of Natural Fiber Mixed Nonwoven Composites", Textile Research Journal, 82(20), 2043-2053.
37. Çeken, F., Erdoğan, Ü.H., Kayacan, O., Uğurlu, Ş.S., 2012, "Electromagnetic Shielding Efficiency Of Nonwoven Insulation Panels Designed With Recycled Textiles And Copper Wires", Journal of The Textile Institute, 103(6), 669-675.
38. Li, T.T., Wang, R., Lou, C.W., Lin, M.C., Lin, J.H., 2013, "Manufacture And Effectiveness Evaluations of High-modulus Electromagnetic Interference Shielding/puncture Resisting Composites", 2013, Textile Research Journal, 83(17), 1796-1807.
39. Lou, C.W., Lin, C.M., Hsinh, W.H., Chen, A.P., Lin, J.H., 2011, "Manufacturing Techniques And Electrical Properties of Conductive Fabrics With Recycled Polypropylene Nonwoven Selvage", Textile Research Journal, 81(13), 1331-1343.
40. Eser, B., Çelik, P., Çay, A., Akgümüş, D., 2016, "Tekstil ve Konfeksiyon Sektöründe Sürdürülebilirlik ve Geri Dönüşüm Olanakları", Tekstil ve Mühendis Dergisi, 23(101), 43-60.