

**T.C.
UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEKSTİL ANABİLİM DALI

**GERİ DÖNÜŞÜMÜ YAPILMAYAN TEKSTİL ATIKLARININ KULLANILARAK
ELEKTROMANYETİK KALKANLAMA, ISI İZOLASYONU VE SES YALITIMI
SAĞLAYAN YÜZEYLERİN ELDESİ**

DOKTORA TEZİ

ERKAN TÜRKMEN DÖNMEZ

**EYLÜL 2017
UŞAK**

**T.C.
UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEKSTİL ANABİLİM DALI

**GERİ DÖNÜŞÜMÜ YAPILMAYAN TEKSTİL ATIKLARININ KULLANILARAK
ELEKTROMANYETİK KALKANLAMA, ISI İZOLASYONU VE SES YALITIMI
SAĞLAYAN YÜZEYLERİN ELDESİ**

DOKTORA TEZİ

ERKAN TÜRKMEN DÖNMEZ

UŞAK 2017

Erkan Türkmen DÖNMEZ tarafından hazırlanan ‘Geri Dönüşümü Yapılmayan Tekstil Atıklarının Kullanılarak Elektromanyetik Kalkanlama, Isı İzolasyonu ve Ses Yalıtımı Sağlayan Yüzeylerin Eldesi’’adlı bu tezin Doktora olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Erkan TÜRKER
Tez Danışmanı, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Erkan TÜRKER
Tekstil Mühendisliği, Uşak Üniversitesi

Prof. Dr. Necla YAMAN TURAN
Tekstil Mühendisliği, Uşak Üniversitesi

Doç. Dr. Özlem KAYACAN
Tekstil Mühendisliği, Dokuz Eylül Üniversitesi

Doç. Dr. Yüksel İKİZ
Tekstil Mühendisliği, Pamukkale Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Levent UĞUR
Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri
Amasya Üniversitesi

Tarih: 06.09.2017

Bu tez ile U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Doktora derecesini onamıştır.

Prof. Dr. İsa YEŞİLYURT
.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Erkan Türkmen DÖNMEZ



**GERİ DÖNÜŞÜMÜ YAPILMAYAN TEKSTİL ATIKLARININ KULLANILARAK
ELEKTROMANYETİK KALKANLAMA, ISI İZOLASYONU VE SES YALITIMI
SAĞLAYAN YÜZEYLERİN ELDESİ**

(Doktora Tezi)

Erkan Türkmen DÖNMEZ

**UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Eylül 2017

ÖZET

Atıkların geri kazanımı hem ekonomi hem de çevre için oldukça önemlidir. Tekstil, plastik, cam, kâğıt ve metal gibi malzemelerin depolanması, gömülmesi ya da yakılması yerine geri dönüştürülmesi endüstri alanında hammadde ihtiyacında bir azalma meydana getirecektir ki bu da hammadde için harcanan para, zaman ve enerji miktarının azalmasını sağlayacaktır.

Bu çalışmadaki amacımız; Uşak Organize Sanayi Bölgesi (UOSB) başta olmak üzere tekstil sektörünün gelişmiş olduğu organize sanayi bölgelerinde sorun yaratan, doğada birikerek çevre kirliliğine sebep olan ve tekstil imalat sanayinde tekrar kullanılamayan çeşitli boyutlardaki lif atıklarının değerlendirilerek geri dönüşümünü sağlamaktır. Bununla birlikte, geri dönüşümü sağlayarak düşük maliyetli ve katma değerli ürün üretimi de diğer bir amacımız olmuştur. Bu anlamda UOSB' den elde edilen atık tekstil liflerinden geleneksel olmayan yöntemlerle üretilen kompozit malzemelere ses, ısı yalıtımı ve elektromanyetik kalkanlama testleri uygulanmıştır. Kompozit malzemelerin üretimi sırasında değiştirilen parametrelerin ses, ısı yalıtımı ve elektromanyetik kalkanlama performanslarına olan etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirilerek bu yüzeylerin kullanım alanları araştırılmıştır.

Bilim Kodu :
Anahtar Kelimeler : Geri dönüşüm, kompozit malzeme, ses yalıtımı, ısı yalıtımı, elektromanyetik kalkanlama
Sayfa Adedi : 122
Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Erkan TÜRKER

**OBTAINING SURFACES PROVIDING ELECTROMAGNETIC SHIELDING,
THERMAL AND SOUND INSULATION BY USING TEXTILE WASTES WHICH
ARE NOT RECYCLED**

(Ph.D. Thesis)

Erkan Türkmen DÖNMEZ

**UŞAK UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

September 2017

ABSTRACT

Recycling of wastes is a vital issue for economy and environment. Recycling of wastes as textile, plastic, glass, paper and metal materials instead of storing, embedding or burning will bring a decrease on raw materials of industry, which will provide opportunity to decrease the time, energy and money wasted for raw materials.

Our aim in this study is to recycle fiber waste in various dimensions which cause environmental pollution in the nature, and can not be reused in textile manufacturing industry, and which cause problems in organized industrial zones, especially Uşak Organize Sanayi Bölgesi (UOSB) where the textile industry is developed. However, by recycling, production of low-cost and value-added products has been another goal. In this sense, sound, heat insulation and electromagnetic shielding tests have been applied to composite materials produced by non-traditional methods of waste textile fibers obtained from UOSB. The effects of changing parameters during the production of composite materials on sound, thermal insulation and electromagnetic shielding performance were investigated. The obtained results were evaluated and the usage areas of these surfaces were investigated.

Science Code :
Key Words : Recycling, composite material, sound insulation, thermal insulation, electromagnetic shielding
Page Number : 122
Adviser : Asst. Prof. Erkan TÜRKER

TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimim ve bu tezin hazırlanması süresince düşünce, görüş ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda destek ve yardımını benden esirgemeyen, insani olarak da harika biri olan danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Erkan TÜRKER'e en içten dileklerle teşekkür eder,

Yüksek öğrenimim süresinde tavsiyelerini, düşüncelerini ve yorumlarını benden esirgemeyen, desteği ve yardımlarıyla ile daima yanımda olan Prof. Dr. Fatma ÇEKEN hocama şükranlarımı sunar,

Numunelerin üretimi için gerekli düzeneğin oluşturulmasında ve yerin temin edilmesinde başta Amasya Üniversitesi'ne, Makina ve Metal Teknolojileri bölümü hocalarına ve atölye çalışanlarına teşekkür eder,

Üretilen numunelerin testlerinin yapılmasında değerli zamanlarını ayırarak emek harcayan sayın Prof. Dr. Lütfullah GÜNDÜZ'e ve Arş. Gör. Şebnem Seçkin UĞURLU'ya teşekkür eder,

Beni yetiştiren, bugünlere gelmemde büyük katkıları olan ve hayatımın her anında destek ve yardımlarını benden esirgemeyen annem Nuriye DÖNMEZ'e ve babam Nadir DÖNMEZ'e sonsuz teşekkür eder,

Sabrı ve sevgisiyle hep yanımda olup, benden hiçbir desteğini esirgemeyen eşim Ezgi DÖNMEZ'e ve çocuklarımız Ege ve Lidya'ya teşekkürü bir borç bilirim.



Canım Oğluma ve Kızıma...

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	v
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	viii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR	xv
1. GİRİŞ	1
2. TEKSTİL ATIKLARI, GERİ DÖNÜŞÜMLERİ ve YALITIM KAVRAMLARI.....	5
2.1. Isı Yalıtımı	8
2.1.1. Isı Yalıtımının Önemi	8
2.1.2. Isı Geçiş Mekanizmaları	11
2.1.2.1. İletim	11
2.1.2.2. Taşınım	16
2.1.2.3. Işınım	17
2.2. Ses Yalıtımı	17
2.2.1. Ses Yalıtımının Önemi	17
2.2.2. Ses Dalgaları ve Özellikleri	20
2.2.3. Ses Yalıtımı ve Akustik Düzenleme	22
2.2.3.1. Akustik Düzenleme	22

2.2.3.2. Ses Yalıtımı	24
2.3. Elektromanyetik Kalkanlama.....	26
2.3.1. Elektromanyetik Kalkanlamanın Önemi	27
2.3.2. Elektriksel Alan	28
2.3.3. Elektromanyetik Kalkanlama ve Elektromanyetik Radyasyondan Korunma.....	33
2.4. Literatür Taraması	35
3. MATERYAL VE YÖNTEM	64
3.1. Materyal	64
3.2. Yöntem	68
3.3. Numunelere Yapılan Testler	73
4. SONUÇLAR	74
4.1. Isı Yalıtımı Testi Sonuçları	74
4.1.1. Numune Yoğunluğunun Isı İletkenlik Katsayısına Etkisi	75
4.1.2. Numunelerde Hammadde Farklılığının Isı İletkenlik Katsayısına Etkisi	78
4.1.3. Numune Kompozisyonunun Isı İletkenlik Katsayısına Etkisi	80
4.1.4. Folyo Etkisinin Isı İletkenlik Katsayısına Etkisi	81
4.2. Ses Yalıtımı Testi Sonuçları	82
4.2.1. Numune Yoğunluğunun Ses Geçiş Kaybına Etkisi	84
4.2.2. Numunelerde Hammadde Farklılığının Ses Geçiş Kaybına Etkisi	87
4.2.3. Numune Kompozisyonunun Ses Geçiş Kaybına Etkisi	88
4.2.4. Folyo ve Şekil Etkisinin Ses Geçiş Kaybına Etkisi	89
4.3. Elektromanyetik Kalkanlama Testi Sonuçları	91

4.3.1. Metal Levhaya Sahip Numunelerin Birbiriyle Karşılaştırılması	92
4.3.2. Atık Metal Tozları İçeren Numunelerin Birbiriyle Karşılaştırılması	93
4.3.3. Alüminyum Folyo İçeren Numunelerin Birbiriyle Karşılaştırılması	94
4.3.4. Metal Atık Tozları İle Metal Levhaları İçeren Numunelerin Birbiriyle Karşılaştırılması	95
5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR	100
KAYNAKLAR	103
6. EKLER.....	109
6.1 Ek-1.....	109
ÖZGEÇMİŞ	119

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Sanayi grubuna göre yaratılan endüstriyel katı atık miktarı	5
Çizelge 2.2. Sanayi grubuna göre bertaraf edilen endüstriyel katı atık miktarı ve bertaraf yöntemleri	5
Çizelge 2.3. Organik yalıtım malzemelerinin ⁰ C sıcaklıkta değişik yoğunluklardaki ısı iletim katsayıları	14
Çizelge 2.4. TS 825'e göre bölgelere göre en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen U değerleri	15
Çizelge 2.5. TS 825'e göre türkiye'nin iklim bölgeleri	15
Çizelge 2.6. Bazı iletken metallerin öziletkenlik ve öz direnç değerleri	35
Çizelge 2.7. Numunelerin ağırlık olarak karışım oranları	37
Çizelge 2.8. Harç bileşenleri	39
Çizelge 2.9. Deney sonuçları	39
Çizelge 2.10. Üretilen numunelerde kullanılan sunta plaka ve tekstil atığı miktarları	40
Çizelge 2.11. Ses geçirgenliği test sonuçları	41
Çizelge 2.12. Çimento ve çeşitli atıklarla hazırlanan A0, A1, A2, A3 bloklarına ait veriler	45
Çizelge 2.13. Kompozitlerin kütleli karışım oranları	45
Çizelge 2.14. Epoksi ile ürettikleri levha karışım oranları	47
Çizelge 2.15. Ürettikleri numuneler ve test sonuçları	49
Çizelge 2.16. Battaniye numunelerinin özellikleri	49
Çizelge 2.17. Isıl konfor özelliklerine ait sonuçlar	50
Çizelge 2.18. Araba tavanı için kenaf-rami lifi bazlı ürettikleri numunelerin test sonuçları	54

Çizelge 2.19.	Bagaj içi selüloz bazlı liften elde edilen numunelerin test sonuçları	54
Çizelge 2.20.	Bagaj içi şeker kamışı/pamuk lifi bazlı numunelerin test sonuçları	54
Çizelge 2.21.	N7 ve N15 Numunelerinin karşılaştırmalı değerleri	60
Çizelge 2.22.	a), b) ve c) Üretilen numunelerin kodları ve özellikleri	60
Çizelge 2.23.	Numunelerin teknik özellikleri	62
Çizelge 3.1	Çeşitli tekstil liflerinin fiziksel özellikleri	64
Çizelge 3.2.	Polifen 47 fenol formaldehitinin fiziksel ve kimyasal özellikleri	65
Çizelge 3.3.	Farklı yoğunluk, hammadde ve bağlayıcı oranı ile üretilen numunelerin özellikleri ve numune kodları	70
Çizelge 3.4.	Levha, folyo ve atık metal tozu ile üretilen numunelerin kodları.....	72
Çizelge 4.1.	Kompozit numunelere ait ısı iletkenlik katsayısı ve yoğunluk değerleri	74
Çizelge 4.2.	Piyasada hâlihazırda kullanılan ısı yalıtım malzemesi örnekleri	75
Çizelge 4.3.	%80 Pamuk + %20 Polyester hammaddeden yapılan 100 kg/m ³ yoğunlukta üretilen 1m ³ hacimdeki malzemedeki teorik ağırlık ve hacim değerleri.....	79
Çizelge 4.4.	%100 Akrilik malzemedden yapılan 100 Kg/m ³ yoğunlukta üretilen 1m ³ hacimdeki malzemedeki teorik ağırlık ve hacim değerleri.....	79
Çizelge 4.5.	%80 CO / %20 PES hammaddesinden üretilen numunelere ait ses geçiş kaybı değerleri	83
Çizelge 4.6.	%100 PAN hammaddesinden üretilen numunelere ait ses geçiş kaybı değerleri	83
Çizelge 4.7.	Elektromanyetik kalkanlama değerlerinin sınıflandırılması	91
Çizelge 4.8.	Numunelerin cep telefonu frekanslarındaki Ortalama EMSE değerleri.....	99

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil		Sayfa
Şekil 2.1.	Türkiye'de nihai enerji tüketiminin sektörel dağılımı	10
Şekil2.2.	Yalıtımsız bir duvardan olan ısı kaybının termal görüntüsü ve duvarın normal görüntüsü.....	11
Şekil 2.3.	Isı iletkenlik katsayısı	12
Şekil 2.4.	Levha üzerindeki akışta hız ve sıcaklık dağılımları.....	16
Şekil 2.5.	Seslerin desibel aralıkları	18
Şekil2.6.	İnsan kulağının yakalayabileceği en düşük (a) ve en yüksek seviyedeki (b) işitme alanı	19
Şekil 2.7.	İnsanların maruz kaldığı gürültü kaynakları.....	20
Şekil 2.8.	Ses dalgasının yayılımı	21
Şekil 2.9.	Ses basıncının zamanla değişimi	21
Şekil 2.10.	Havada ses yayılmasında dalga boyu ile frekans ilişkisi	22
Şekil 2.11.	Elektrik alan vektör çizgileri	29
Şekil 2.12.	q yüküne etkiyen manyetik kuvvetin yönü	29
Şekil 2.13.	Manyetik alan çizgileri	30
Şekil 2.14.	Havai İletim Hattı Tarafından Üretilen a) Manyetik b) Elektrik Alan Çizgileri	30
Şekil 2.15.	Elektromanyetik dalgaların yapısı	31
Şekil 2.16.	Elektromanyetik spektrum	32
Şekil 2.17.	Kalınlığı t olan bir duvarda ekranlama etkinliği bileşenleri.....	34
Şekil 2.18.	Pamuk atığı ve tekstil elyaf atığı.....	36

Şekil 2.19.	Üretilen yalıtım malzemelerinden bazı örnekler	38
Şekil 2.20.	Kullanılan pamuk atıkları ve üretilen plaka ve bloklar.....	39
Şekil 2.21.	Kullanılan pamuk atığı.....	40
Şekil 2.22.	Deney plakaları kesit görünümü.....	41
Şekil 2.23.	a) Kesilmiş bakır tel serpilmiş nonwoven panel b) çok katlı nonwoven panel.....	42
Şekil 2.24.	Ölçüm Düzeneği	42
Şekil 2.25.	a) P1 Numunesinin b) P2 Numunesinin EMSE değerleri	43
Şekil 2.26.	a) P3 Numunesinin b) P4 Numunesinin EMSE değerleri	43
Şekil 2.27	Sade çimentonun ve çimento-atık karışımının kalıba dökülme şekli	44
Şekil 2.28.	Pamuk ipliklerinin yerleştirilmesiyle elde edilen dokuma yüzey.....	44
Şekil 2.29.	Epoksi ile üretilen yalıtım malzemelerinin ısı iletim katsayısı.....	47
Şekil 2.30.	Alçı ve çimento ile üretilen yalıtım malzemelerinin ısı iletim katsayısı değerleri.....	48
Şekil 2.31.	Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının ısı iletim katsayısı değeri.....	48
Şekil 2.32.	a) 0-300 MHz aralığında b) 300-1200 MHz aralığında c) 1200-1500 MHz aralığında numunelerin EMSE değerleri	50
Şekil 2.33.	Kompozit malzemenin yapısı	51
Şekil 2.34.	150 iğne/cm ² iğnelemede ve 300 K-3 GHz arasındaki frekanslarda a) sıcak preslenmiş b) preslenmemiş numunelerin EMI SE değerleri	52
Şekil 2.35.	a) Üretilen dokuma kumaş örneği b) Çelik telle güçlendirilmiş katlı iplik...53	
Şekil 2.36.	İğneleme yöntemi ile a) polyester b) polyester/polipropilen lifinden elde edilen nonwoven numuneleri.....	55
Şekil 2.37.	Isısal bağlama yöntemiyle elde edilen polyester/polipropilen/termoplastik poliüretan'dan oluşan kompozit numune	55

Şekil 2.38.	a) Ürettikleri numune b) ölçüm düzeneği ve farklı yoğunluktaki numunelerin ısı iletkenlik değerleri.....	56
Şekil 2.39.	a)0 ⁰ /0 ⁰ b)90 ⁰ /90 ⁰ c)45 ⁰ /45 ⁰ ve d)0 ⁰ /90 ⁰ açılarla iki kat kevlar/nylon/low-melt pet arasına yerleştirilmiş PP kumaş artıkları ile hazırlanmış kompozit numuneler.....	57
Şekil 2.40.	Kompozit numunelerin ses yutma katsayısı değerleri	58
Şekil 2.41.	Kompozit numunelerin ısı iletim katsayısı değerleri	58
Şekil 2.42.	Üretilen numunelerin görünüşü.....	59
Şekil 2.43.	Numunelerin Ses yutma katsayılarının 100-5000 Hz arasındaki değerleri .	59
Şekil 2.44.	a), b), c) ve d) Üretilen numunelerin ses yutma katsayısı sonuç grafiği	61
Şekil 2.45.	Numunelerin ses yutma özelliklerinin karşılaştırılması	63
Şekil 3.1	Yüzeylerin üretiminde kullanılan fenol formaldehit	65
Şekil 3.2.	Elektromanyetik kalkanlama amaçlı kullanılan atık haldeki a) bakır b) alüminyum c) demir tozları	66
Şekil 3.3.	Kalıpların İçerisine Yerleştirilen a)Rezistanslar b)Sac Levha ve c)Cam Yünü	67
Şekil 3.4.	Kalıpların içerisinde kullanılan yapışmaz PET filmi	68
Şekil 3.5.	Topak halde bulunan atık a) %80 pamuk / %20 polyester b) %100 akrilik lifleri.....	68
Şekil 3.6.	a) alt kalıbın havuz şeklindeki iç kısmı b) pres düzeneği	69
Şekil 3.7.	a) %100 PAN b) %80 Co / %20 PES harmanının c) preslenmesi	71
Şekil 3.8.	Alüminyum a)levha b) folyo c)atık tozu ile üretilen numuneler	72
Şekil 3.9.	Yüzeyi bariyerli olan a) alt kalıp b) kompozit numune	73
Şekil 3.10.	Üretilen kompozit numunelerden çeşitli örnekler	73
Şekil 4.1.	%80 CO / %20 PES hammaddesinden üretilen numunelerde yoğunluk değişiminin ısı iletim katsayısına etkisi	76

Şekil 4.2.	%80 CO / %20 PES Hammaddesinden üretilen numunelerde yoğunluk ile ısı iletkenlik katsayısı arasındaki ilişki.....	76
Şekil 4.3.	%100 PAN hammaddesinden üretilen numunelerde yoğunluk değişiminin ısı iletim katsayısına etkisi	77
Şekil 4.4.	%100 PAN hammaddesinden üretilen numunelerde yoğunluk ile ısı iletkenlik katsayısı arasındaki ilişki.....	77
Şekil 4.5.	100 kg/m ³ yoğunluğunda üretilen numunelerde hammadde farklılığının ısı iletkenlik katsayısına etkisi	78
Şekil 4.6.	200 kg/m ³ yoğunluğunda üretilen numunelerde hammadde farklılığının ısı iletkenlik katsayısına etkisi	78
Şekil 4.7.	%80 CO / %20 PES hammaddesinden üretilen numunelerde bağlayıcı oranı değişiminin ısı iletkenlik katsayılarına olan etkisi	80
Şekil 4.8.	%100 PAN hammaddesinden üretilen numunelerde bağlayıcı oranı değişiminin ısı iletkenlik katsayılarına olan etkisi	81
Şekil 4.9.	P14 ve alüminyum folyo ile üretilen p14 numunelerinin ısı iletim katsayısı değerleri.....	82
Şekil 4.10.	Malzemelerden ses ve ısı geçişi	84
Şekil 4.11.	%80 CO / %20 PES hammaddesinden üretilen numunelerde yoğunluk değişiminin ses geçiş kaybına etkisi	85
Şekil 4.12.	%80 CO / %20 PES Hammaddesinden üretilen numunelerde yoğunluk değişimi ile ses geçiş kaybı arasındaki ilişki.....	85
Şekil 4.13.	%100 PAN hammaddesinden üretilen numunelerde yoğunluk değişiminin ses geçiş kaybına etkisi	86
Şekil 4.14.	%100 PAN hammaddesinden üretilen numunelerde yoğunluk değişimi ile ses geçiş kaybı arasındaki ilişki	86
Şekil 4.15.	100 kg/m ³ yoğunluğunda üretilen numunelerde hammadde farklılığının ses geçiş kaybına etkisi	87
Şekil 4.16.	200 kg/m ³ yoğunluğunda üretilen numunelerde hammadde farklılığının ses geçiş kaybına etkisi	87

Şekil 4.17.	%80 CO / %20 PES hammaddesinden üretilen numunelerdeki bağlayıcı oranı değişiminin ses geçiş kaybı değerlerine etkisi	88
Şekil 4.18.	%100 PAN hammaddesinden üretilen numunelerdeki bağlayıcı oranı değişiminin ses geçiş kaybı değerlerine etkisi	89
Şekil 4.19.	Folyolu ve yüzeyi bariyerli numuneler ile p14 numunesinin karşılaştırmalı ses geçiş kaybı değerleri	90
Şekil 4.20.	Folyolu ve yüzeyi bariyerli numuneler ile p14 numunesinin karşılaştırmalı ses geçiş kaybı değerlerine ait eğriler.....	90
Şekil 4.21.	AL, DL, BL kodlu numunelerin EMSE değerlerinin karşılaştırılması	92
Şekil 4.22.	AT, BT ve DT Kodlu Numunelerin EMSE Değerleri	93
Şekil 4.23.	O, UA ve UOA numunelerine ait EMSE değerleri	94
Şekil 4.24.	AL ve AT kodlu numunelerin EMSE değerleri	96
Şekil 4.25.	BL ve BT kodlu numunelerin EMSE değerleri	97
Şekil 4.26.	DL ve DT kodlu numunelerin EMSE değerleri	98
Şekil 4.27.	Tüm numunelere ait EMSE değerleri	99

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

CO ₂	Karbondioksit
NO _x	Azot Oksit
SO ₂	Kükürtdioksit
λ	Isı iletkenlik katsayısı
W	Watt
m	Metre
K	Kelvin
kcal	kilokalori
h	Saat
C	Santigrat
U	Isı geçirgenlik katsayısı
dB	Desibel
Hz	Hertz
FM	Frekans modülasyonu
kpa	Kilopaskal

Kısaltmalar

Açıklama

USD	Amerikan Doları
EM	Elektromanyetik
EMA	Elektromanyetik Alan
UOSB	Uşak Organize Sanayi Bölgesi
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
TS	Türk Standardı
BEPY	Enerji Performansı Yönetmeliği
DIN	Alman Standartlar Enstitüsü
ISO	Uluslararası Standartlar Örgütü

CEN	Avrupa Standartlar Komitesi
ELF	Oldukça Düşük Frekans Bandı
UMTS	Uluslararası Mobil Telekomünikasyon Sistemi
CDMA	Kod Bölmeli Çoklu Erişim
VHF	Çok Yüksek Frekans
UHF	Ultra Yüksek Frekans
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
RNA	Ribo Nükleik Asit
DC	Direkt Akım
SE	Kalkanlama Etkinliği
EMSE	Elektromanyetik Kalkanlama Etkinliği
EMKE	Elektromanyetik Kalkanlama Etkinliği
PET	Polietilentereftalat
PVC	Polivinilklorür
PP	Polipropilen
TPU	Termoplastik Poliüretan
PAN	Akrilik
PES	Polyester
CO	Pamuk
RF	Radyo Frekansı

1 GİRİŞ

Her geçen gün hızla artan nüfus ve değişen yaşam standartları atıkların hacmini ve kompozisyonunu çeşitlendirerek kontrol ve yönetimini zorlaştırmaktadır. Katı atıkların oluşturduğu kirlilik ile buna bağlı mevcut ve potansiyel risklerin boyutu her geçen gün artmaktadır. Doğal kaynakların azalması, ekonomik ve diğer nedenlerle çağımızda katı atık yönetimi gittikçe zorlaşmakta ve önem kazanmaktadır. Bu nedenle atık oluşumundan nihai bertarafa kadar bütün kademeleri içine alan entegre bir katı atık yönetiminin unsurları ve bunların birbirleri ile ilişkilerinin çok iyi bilinmesi zorunludur[1].

Atıkların geri kazanımı hem ekonomi hem de çevre için ziyadesiyle önemlidir. Plastik, cam, kâğıt, metal, tekstil, kemik ve ahşap gibi malzemeler depolanmak ya da gömülmek yerine geri kazanılarak endüstri alanında hammadde ihtiyacında bir azalma meydana getirilmektedir. Bu şekilde hem hammadde için harcanan enerji miktarı azalmış olur hem de bu sayede depolanma alanlarının ömrü uzatılarak yeni alan ihtiyacı gerekmemiş olur. Türkiye’de olduğu gibi dünyanın birçok yerinde atık toplama ve geri dönüşüm bir sektör haline gelmiş ve bununla ilgili teknolojik açıdan yenilikler ve bu yeniliklere insanların adaptasyonu için çalışmalar başlatılmıştır. Gelişmiş ülkelerde ise bu iş tamamen zorunluluk haline gelmiş ve hatta ekonomiden bu sektör için gayet büyük paylar ayrılmıştır. Avrupa’nın birçok ülkesi geri dönüşümü eğitimin temel seviyelerine kadar getirmiş ve hatta geri dönüşüm atıklarının toplanması işini ilkökul seviyesinde yapılan bir aktivite haline getirmiş, gelecek olan yeni nesle bununla ilgili bilinci kazandırma çalışmalarına geçmiştir. Mevcut durumu ülkemiz için incelediğimizde ne yazık ki atık yönetimi ve geri dönüşüm sektörünün ülkemizde istenilen seviyeye getirilemediğini görmekteyiz. Avrupa birliği uyum sürecinde pek tabi bazı adımlar atılsa da kamuoyu bilinçlenmesi ülkemizde yeterli seviyede olmadığı için geri dönüşüm ve kazanımı ülkemiz için yeterli seviyeye çıkarılamamıştır[2].

Organize sanayi bölgelerinde karşılaşılan en önemli sorunlardan birisi gelişen sanayinin oluşturduğu endüstriyel katı atıklardır. Genellikle belediyeler, özel temizlik şirketleri veya endüstriyel kuruluşun kendisi tarafından toplanarak taşınan işlem artıkları, tesis ve atölyelerden, elektrik santrallerinden, rafinerilerden atılan katı parçalar, tane veya

levha şeklinde plastikler, ambalaj atıkları, tekstil parçaları, metal veya tahta talaşı gibi katı atıklar endüstriyel katı atıklar olarak tanımlanmaktadır[3].

Tekstil sektöründeki işletmelerde, üretimde yeniden kullanılabilen ya da kullanılamayan, atıkların meydana geliş sebepleri karışık bir sorun olup çeşitli faktörlere bağlıdır. Bu faktörler: işletmelerde hammadde değişkenliği, işletme klima şartları değişkenliği, işletme üretim programına alınan sipariş miktarlarının değişkenliği (sipariş büyüklüğü azaldıkça ve sipariş türü arttıkça atık artış gösterir), 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 [4].

Tekstil atıkları üç ana grup altında toplanabilir. İlk olarak suni iplik fabrikalarının atıkları, ikinci olarak tekstil imalat atıkları, üçüncü olarak ise tüketicilerin tekstil atıklarıdır. Yılda yaklaşık 7500 ton tekstil imalatı atığı ve 500.000 ton evlerden atılan tekstil atığı oluşmaktadır. Tekstil atıkları hurdacılar tarafından toplanıp şekil ve tiplerine veya karışımlarına göre sınıflandırılır. Ardından bu atıklar açma makinasına atılırlar. Bazı tekstil atıklarından keçe ve temizlik aracı yapılabilmektedir. İplik atıkları doğal hammaddelerle karıştırılarak prosese yeniden sokulabilir. Naylon, polyester gibi termoplastik lifler içeren tekstil atıkları eritme ve yumuşatma işlemiyle plastik kısım alındıktan sonra geri dönüştürülebilir [5].

1999'dan beri önemli boyutta enerji krizi yaşanmaktadır. Yerli kaynaklı enerji üretimimizin tüketimi karşılama oranı ise %30 olup, 2020'de %25'e düşeceği belirtilmiştir. 1999 yılında alınan verilerin enerji tüketimi dağılımı, %37 sanayi, %32 konut, %23 ulaşım, %5 tarım ve %3 diğer sektörlerinde olmuştur. 1999'da sadece iki elektrik dışalımına 1,525 milyar USD, petrol ile doğalgaz için de yaklaşık 6 milyar USD ödenmiştir [6]. Bu durum enerji tasarrufunun önemini açık bir şekilde göz önüne sermektedir. Konutlarda kullanılan enerjinin %80'i ısıtma amaçlı kullanıldığından ısı yalıtımı önem kazanmaktadır [7].

Diğer yandan günümüzde gelişen teknoloji ve endüstriye bağlı olarak artan araç ve makine sayısı sağladığı kolaylıkların yanında insan hayatında bazı olumsuz sonuçlar

oluşturmaktadır. Bunların en başında, normalden yüksek ses seviyesi olarak tanımlayabileceğimiz gürültü karşımıza çıkmaktadır. Yüksek yaşam temposunun yanında maruz kalınan gürültü gibi dış etkenler insanda psikolojik bazı olumsuzluklar meydana getirmektedir. Bunun önlenmesi amacıyla insanların uzun zamanlarını harcadıkları araçlar ve binalar, normal düzeyin üzerindeki sestten izole edilmeye çalışılmaktadır [8].

Binalarda duvar izolasyonu cam yünü ve taş yünü liflerinden elde edilen yapılarla sağlanırken, pencere ve kapı gibi bölümlerde ses izolasyonu sağlayabilmek için bu kısımlarda perdelik kumaşlardan faydalanılmaktadır. Perdelik kumaşlar iç mekânın ışıktan izole edilmesine yardımcı olmasının yanı sıra dışarıdan gelen gürültülerin önlenmesine de yardımcı olmalıdır. Bu liflerin dışında polyester, kenaf gibi liflerde ses yutumunu geliştirmek amacıyla yapılan çalışmalarda, özellikle araç içi izolasyonda kullanılan dokusuz yüzeylerin yapısal özellikleri değiştirilerek ses yutumunun artırılması amaçlanmıştır. Konfor özellikleri bakımından dokusuz yüzeylere göre daha kullanışlı olan örgü kumaş yapılar da ses yutum çalışmalarında kullanılmaktadır [8].

Günümüzde gelişen teknolojinin getirdiği başka bir olumsuz sonuç ise; hayatımızın her anında farkına varmaksızın beraber olmak zorunda kaldığımız elektronik cihazlardır.

Çevremizdeki akım taşıyan kablolar, elektrikli aletler, yüksek gerilim hatları, TV ve bilgisayarlar, radyo antenleri, cep telefonları ve diğer elektrik-elektronik ürünler elektromanyetik (EM) alan oluşturmaktadırlar ve enerji yayılmasına neden olmaktadır. Oluşan bu elektromanyetik alan ve enerji yayılımı canlılara zarar verebilmektedir ve hatta elektromanyetik girişim, EMI oluşturarak diğer elektronik ürünleri olumsuz etkileyebilmektedir [9].

Günlük hayatta etrafımızda bulunan elektromanyetik alanlar (EMA) insan organizmasına büyük ölçüde zarar verebilmektedir. İnsan sinir sistemi 500.000 km uzunluğu, 25 milyar sinir hücresi ile dev bir elektriksel donanıma sahip muazzam bir elektronik sistemdir. Bedeni fonksiyonların hepsi 1-250 mikrovolt arası çok küçük gerilimli elektrik uyarıları ile devam etmektedir. EMA dışarıdan bu hassas sisteme tesir etmesi durumunda, 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 kısım kısa zamanda hissedilen etkiler diyebileceğimiz baş ağrıları, göz yanmaları, yorgunluk, halsizlik ve baş dönmeleri gibi şikâyetlerdir. Ayrıca gece uykusuzlukları, gündüz uykulu dolaşım, küskünlük ve sürekli rahatsızlık nedeniyle topluma katılmamak gibi neticeler de literatürde rapor edilmiştir. Diğer bir etki ise moleküller ve kimyasal bağlara, hücre yapısına vücut koruma sistemine yattığı ve uzun sürede ortaya çıkabilen etkilerdir [10].

Uşak Organize Sanayi Bölgesi'nde (UOSB) günlük ortalama 50 tonluk miktara ulaşan, çoğunlukla akrilik, pamuk ve polyester lif atıkları bulunmaktadır. Atıklar UOSB çöplüğünde giderek artmakta, büyük bir yer kaplamaktadır ve zaman zaman yanarak tehlike yaratmaktadır. Atık haldeki bu lifler tekstil imalat sanayinde kullanılmayacak lif uzunluğuna sahiptirler. Dolayısıyla tekstil mamulü üretimi için geri dönüşüm yapılmaları mümkün değildir.

Bu çalışmadaki amacımız; UOSB başta olmak üzere tekstil sektörünün gelişmiş olduğu organize sanayi bölgelerinde sorun yaratan ve doğada birikerek çevre kirliliğine sebep olan tekstil imalat sanayinde kullanılmayacak çeşitli boyutlardaki lif atıklarını değerlendirmektir. Bu anlamda UOSB' den elde edilen atık liflerden geleneksel olmayan yöntemlerle elde edilen tekstil yüzeylerinin ses izolasyonu, ısı yalıtımı ve elektromanyetik kalkanlama etkinlikleri incelenerek, bu yüzeylerin kullanılabilmesi için alanlar araştırılmıştır.

2 TEKSTİL ATIKLARI, GERİ DÖNÜŞÜMLERİ ve YALITIM KAVRAMLARI

Tekstil atıkları üç ana grup altında toplanabilir. İlk olarak suni iplik fabrikalarının atıkları, ikinci olarak tekstil imalat atıkları, üçüncü olarak ise tüketicilerin tekstil atıklarıdır[5]. 2008 yılı verilerine göre Türkiye’deki sanayi grubunda yaratılan endüstriyel katı atık miktarının % 4.37’sini tekstil ürünleri ve giyim eşyası imalat atıkları oluşturmaktadır[11].

Çizelge 2.1 Sanayi Grubuna Göre Yaratılan Endüstriyel Katı Atık Miktarı [11]

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	423935	7738	102176	314020
Giyim eşyası imalatı	121566	166	38960	82441

Çizelge 2.2 Sanayi Grubuna Göre Bertaraf Edilen Endüstriyel Katı Atık Miktarı Ve Bertaraf Yöntemleri [11]

Sanayi grubu	Tekstil ürünleri imalatı (Ton/Yıl)	Giyim eşyası imalatı (Ton/Yıl)
Toplam Bertaraf Edilen	314020	82441
Çöplüğe Atılan	149482	35416
Düzenli Depolama	110672	39733
Yakma tesisi	29014	1187
Komposit Tesisi	-	-
İşyeri Sahasında Depolama	17007	1240
Dolgu Malz. Olarak Kullanma	5950	3001
Gelisigüzel Atma	1547	1773
Göle, Nehire Atma	73	3
Diğer	276	88

İplik üretimi ve boyanması, haşıl, kumaş dokunması ve boyanması, baskı yapılması, çeşitli tekstil ürünlerinin hazırlanması ve üzerlerine nakış yapılması gibi işlemler tekstille ilgili üretim birimlerinde gerçekleştirilmektedir. Bu üretim birimlerinde; parça kumaş, ilmar (iplik atıkları), şilte (pamuk balyalarında kullanılan kaneviçe), elyaf atığı, pamuk tozu, üstübü ve kadife tozu gibi endüstriyel katı atıklar oluşmaktadır. Üretim

birimleri bu katı atıkların bir kısmını geri dönüşüm için hurdacılara satmakta, bir kısmını da çöpe atmakta veya yakmaktadırlar [12].

Polyester iplik fabrikaları başta olmak üzere tekstil fabrikalarından elde edilen atık lifler işlenerek tekrar iplik ve elyaf haline, atık kumaşlar ise yeniden pamuk haline getirilebilmektedir. Kâğıt yapımı, dolgu malzemesi, yalıtım malzemesi, yeni iplik üretiminde de tekstil atıkları kullanılabilir. Parça kumaş ve üstübüler 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 [12].

Tekstil atıkları ve linter selülozu mekanik olarak kâğıt gibi materyallere veya karboksimetil selüloz gibi türevlere kimyasal olarak dönüştürülebilir. Pamuk linter hamurundan ilk olarak, yüksek kalitede selüloz türevleri elde etmek için başlangıç maddesi olarak kullanılmıştır. Kimyasal proseslerde pamuk lifleri kendi fiziksel özelliklerini kaybederler. Bu yönden pamuk liflerinin son üründeki teşhisi mümkün görülmemektedir. Pamuk linter hamuru nitro selüloz, selüloz asetat, butinat ve selüloz asetat propinat gibi selüloz esterlerinin üretiminde kullanılmaktadır. Sigara filtreleri ve tekstil endüstrisi için selüloz asetat liflerinin üretimi daha ekonomik olan odun esaslı hamurlara dayanmakla birlikte, pamuk linter hamuru film ve plastik üretimi için yüksek kalitede asetat ürünlerinde kullanılmaktadır. Pamuk linter hamurundan yapılan selüloz asetatlar fotoğraf filmi, x-ışını filmi, temiz levha koruyucuları, kabarcık ambalajı veya selofan tip olarak kullanmak amacıyla filmlere dönüştürülebilir. Kalıplama yoluyla üretilen gözlük çerçeveleri, dış fırçası sapları, plastik işaretleri, otomobil parçaları, düğme, mandal, mutfak eşyası panelleri, direksiyon kaplamaları, arka ışık camları gibi ürünlerde selüloz asetat bileşiklerinden türetilen selüloz asetat plastikleri kullanılmaktadır. Nitroselüloz vernikleri ve filmleri sadece pamuk linter hamurları ile yapılabilir. Bu vernikler; mobilya, diğer odunsu ve metal nesnelere, mimari kaplamalar, baskı mürekkepleri olarak kullanılmaktadır. Pamuk linter hamuru aynı zamanda jelatin dinamit, roket yakıtları için pervane (mikser) ve

dumansız tozlar için çok yüksek kalite ve viskoziteye sahip nitroselüloz üretimi için kullanılmaktadır. Linter selülozunun esterleşmesi ile hidrokarbon solventler veya suda çözünebilir materyaller üretilir. Tekstil atıkları ve pamuk linter hamuru yüksek polimerizasyon derecesi, saflık, düşük mineral içeriği ve en yüksek kalitede eter ürünlerinin üretiminde kullanılır. Çok yüksek molekül ağırlığına sahip selüloz, tekstil atıkları ve pamuk linterleri ile yapılabilir. Bu yüksek molekül ağırlığına sahip hamur, suda çözüldüğünde yüksek viskozite veren çok yüksek molekül ağırlığına sahip eter polimerlerini sonuçlandırır. Örneğin, suda karıştırılan yüksek viskoziteli selüloz eterleri dondurma ve yoğurtta bir kitle temin eden kalın jel gibi şurup üretmektedir. Selüloz eterlerinin diğer örnekleri; solventte çözünebilir eter olan etil selülozu içerir plastikler ve kaplamalarda viskozite değiştiricisi olarak kullanılır. Metil selüloz, Karboksi metil selüloz ve Hidroksi etil selüloz suda çözünebilir polimerler olup boyalar, duvar kâğıdı pastası, spachel ve birleştirme elemanları, petrol kuyusu açma çamuru, besin maddeleri, ilaç ve kozmetik preparatlar gibi materyallerde viskozite kontrol katkıları olarak kullanılır [13].

Hürriyet Gazetesi'nin 06/03/2012 tarihindeki "Uşak Tarlasız Pamuk Üretiyor" başlıklı haberinde; UOSB' de faaliyet gösteren 60 geri dönüşüm firmasının, yıllık 350 bin ton tekstil ve 150 bin ton pet şişeyi ipliğe dönüştürerek ülke ekonomisine yıllık yaklaşık olarak 1 milyar dolar katkı sağladığı vurgulanmıştır. UOSB Yönetim Kurulu Başkanı Ali Yıldırım açıklamasında, 1.9 milyon ton tekstil telefinin Almanya ve Avrupa'nın diğer ülkelerinden 1,5 milyon Euro karşılığında ithal edilerek getirildiğini ifade etmiştir. UOSB'de 6 yıldır geri dönüşüm sektöründe yer alan Muzaffer Mert Tekstil Firmasının Yönetim Kurulu Başkanı Cumhuriyet Mert tarafından verilen röportajda, pamuklu teleflerin geri dönüşümü konusunda uzmanlaştıkları, ancak Türkiye'deki tekstil teleflerinin Çin'e gönderilmesinden dolayı hammadde bulmakta sıkıntı yaşadıkları vurgulanmıştır. Ayrıca firmalarında aylık 1600 ton tekstil telefinin elyaf haline getirildiği, haziran ayında yapacakları yeni yatırımla kapasitelerinin aylık 2 bin tona çıkacağı ve üretilen elyafın yüzde 40'ını Avrupa'nın çeşitli ülkelerine ihraç edecekleri belirtilmiştir. Bununla birlikte röportajda, kırpıntı diye adlandırılan tekstil teleflerinin Çin'e gittiğinde ülke ekonomisine 1 lira katma değer oluşturmadığı ancak ülkemizde işleyip iplik haline getirildiğinde ihracat gelirinin 10 lira olduğu işaret edilmiştir. [14].

Sabah Gazetesi 22/05/2007 tarihindeki "Uşak Geri Dönüşüm Üssü Oldu" başlıklı haberinde, İstanbul başta olmak üzere büyük şehirlerden kamyonlarla taşınan tekstil, pet şişe atıkları ve kullanılmış araç lastiklerinin Uşak'taki tesislerde geri dönüşümünün sağlandığından bahsedilmiştir. Mal tedariki konusunda ana merkezin İstanbul olduğunu, konfeksiyon nerede varsa üretim artıklarını oradan satın aldıklarını anlatan Rantteks Tekstil'in sahibi Celal Besci tarafından yapılan açıklamada aylık yaklaşık 5 bin ton pamuklu tekstil atığı çıktığı, bunun ayda ortalama 330 kamyon yaptığı ve kendilerinin aylık 600-650 ton atığı kullandıkları belirtilmiştir. Bununla birlikte 500 tonunu sattıkları, 150 tonunu da iplik yaptıkları vurgulanmıştır. Konfeksiyon atıklarının en ufak parçalarına kadar kullanıldığı ifade edilen açıklamada, rengi net olmayan konfeksiyon atıklarının keçe olarak yatak ve otomotiv sanayinde, kazak konfeksiyonundan çıkan akrilik atıklarının da elyaf haline getirilip ikinci kalite pelüş battaniyelerde kullanıldığı belirtilmiştir [15].

2.1 Isı Yalıtımı

Isı, bir enerjidir ve farklı sıcaklıklara sahip mekânlarda sıcaklığın yüksek olduğu taraftan düşük olduğu tarafa doğru geçme eğilimi gösterir. Isı bu geçiş esnasında mekânlar arasındaki malzemelerin ısı iletkenlik katsayılarına ve kalınlıklarına bağlı olarak bir dirençle karşılaşır [16].

Isı yalıtımı, kapalı mekânların iç sıcaklıklarını istenilen düzeyde tutabilmek için dış iklim koşullarına karşı yapılan ısıtma soğutma işlemlerinde kullanılan enerjinin tasarrufunu sağlamak, çevre sorunlarını çözmek ve hava kirliliğini azaltmak için yapılarda alınan her türlü önlemler bütünüdür. Yalıtım aynı zamanda yapıyı dış etkenlerden koruyarak ömrünü uzatmakta ve yapı fiziği şartları yerine getirildiği için de işletme maliyetlerini düşürmektedir [17].

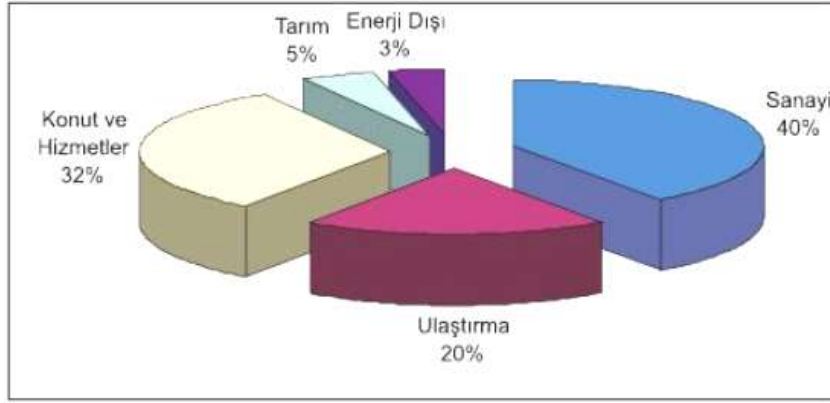
2.1.1 Isı Yalıtımının Önemi

Enerjinin ekonomik ve sosyal kalkınmanın önemli bileşenlerinden biri olduğu, yaşam standartlarının yükseltilmesinde hayati bir rol oynadığı bilinmektedir. Sürdürülebilir bir kalkınmanın sürekli ve kaliteli bir enerji arzıyla mümkün olacağı da iyi bilinen bir diğer husustur. Sürdürülebilir kalkınmanın enerjiyle olan bağlantısı, çok uzun bir süre boyunca enerjinin tüketicilere güvenli biçimde sunulması ekseninde ele alınmış, enerji-kalkınma ilişkisi bu çerçevede değerlendirilmiştir. Ancak, hâlihazırda en önemli enerji kaynağı

olan fosil yakıtların (kömür, petrol, doğalgaz) gittikçe ve süratle azalmakta oluşu, diğer yandan bu kaynakların oluşturduğu çevresel problemler, hem bu kaynakların rasyonel ve ekonomik biçimde kullanımı olgusunu, hem de enerji verimliliği kavramını gündeme getirmiş, sürdürülebilir kalkınmayla ilgili çalışmalara bu konuların dâhil edilmesi sonucunu doğurmuştur [18].

Dünya'da enerji üretim rakamları incelendiğinde %60 ile en büyük payı fosil yakıtların aldığı görülmektedir. Fosil yakıtlardan yanma sonucu enerji elde edildiğinde yanma ürünleri (CO_2 , NO_x ve SO_2 gibi gazlar) baca gazı olarak atmosfere yayılırlar. CO_2 gazı sera oluşumunda etkin bir gazdır. Artan CO_2 miktarı, yerkürenin sıcaklığının artmasına dolayısıyla iklimlerin farklılaşmasına yol açmaktadır. Atmosferdeki su buharı ile birleşen SO_2 ve NO_x ise esas olarak asit yağmurlarına yol açmakta ve bu da dünyanın ekolojik dengesinin zarar görmesine neden olmaktadır. Bütün fosil yakıt artıkları kış aylarında pek çok kentimizi etkisi altına alan hava kirliliğine yol açmaktadır [19].

Türkiye kömür dışında fosil yakıt kaynakları bakımından fakir bir ülkedir. Türkiye, Orta Doğu ülkeleri ve Rusya gibi petrol ve doğal gaz rezervlerine sahip değildir. Ülkemizin sahip olduğu en önemli birincil enerji kaynağı potansiyeli, fosil yakıt olarak linyit kömürüdür. Linyit kömürü ağırlıklı olarak termik santrallerde elektrik üretiminde ve binalarda ısıtma amaçlı olarak kullanılmaktadır[18]. Ülkemizin bilinen başlıca enerji kaynakları; taş kömürü, linyit, petrol, doğal gaz, hidroelektrik vb. olarak sıralanabilir. Bu kaynaklarla enerji gereksiniminin ancak sınırlı bir bölümü karşılanabilmektedir. Ülkemiz enerji kaynakları yönünden yeterli olmayıp tükettiği enerjinin büyük bir bölümünü ithal etmek zorunda kalmıştır. Ülkemizin enerji kaynaklarını korumak, temiz bir çevrede yaşamak ve ekonomik varlığımızı geliştirebileceğimiz için enerji tasarrufuna gereken önemin verilmesi gerekmektedir. Günden güne enerji kaynaklarının azalması ile ısınma giderlerinin pahalılaşması, yapıların ısı yalıtımı kurallarına uyulması zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Isı yalıtımı sayesinde ısıtma, soğutma giderleri azalır ve yapılarda konforlu bir ortam oluşarak enerji tasarrufu sağlanır [20].



Şekil 2.1 Türkiye'deki Nihai Enerji Tüketiminin Sektörel Dağılımı [23]

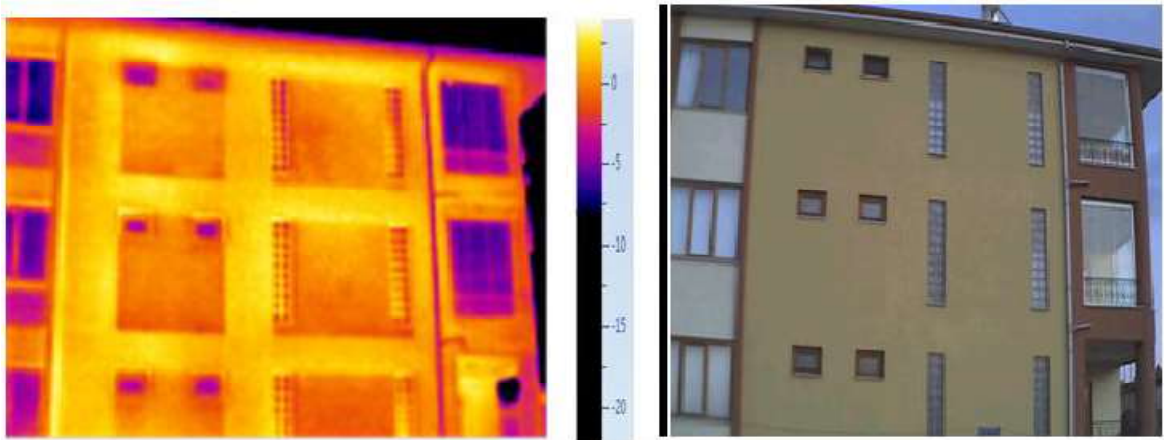
Enerjinin verimli kullanılmasının sağlanmasında en temel gösterge enerji yoğunluğudur. Ülkemizde kişi başına enerji tüketimi OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) ülkeleri ortalamasının yaklaşık 1/5'i oranında, enerji yoğunluğu ise OECD ortalamasının iki katı kadardır. Bugüne kadar yürütülen çalışmalara rağmen enerji yoğunluğu düşme eğilimine girmemiştir. Uluslararası Enerji Ajansı verilerine göre gelişmiş ülkelerde enerji yoğunluğu 0,09-0,19 arasında iken ülkemizde 0,38 olması ve azalma eğilimi göstermemesi bu konunun ciddi olarak ele alınması gereğini ortaya koymaktadır. Sadece bu rakam bile Türkiye'nin enerji verimliliğinin artırılması konusunda yapılabilecek çok şey olduğunu göstermektedir [18].

Hızlı nüfus artışı, şehirleşme ve yaşam kalitesinin enerjiye bağlı olarak yükselmesi enerji tüketimini artırmıştır. Enerji tüketimindeki bu hızlı artış maliyet ve çevre sorunlarını beraberinde getirmiştir. Ülkemizde enerjinin %35-40'ı binalarda tüketilmekte ve bu miktarın %85'i ise ısıtma amacıyla kullanılmaktadır [21].

Enerji giderlerinin %35-40'ı bina sektöründe kullanıldığı ülkemizde, enerji sorunu kendini sürekli gündemde tutmuştur. Avrupa Birliği'ne katılmayı hedefleyen ülkemiz teknolojik ve sosyo-ekonomik açıdan gelişmiş ülkelerin seviyesine ulaşmak için yoğun bir çaba harcamakta ve bu çabada en önemli engellerden biri de enerji tüketimindeki açık olmaktadır. Ülkemizde enerji açığı enerjinin ithal edilmesi yolu ile karşılanmaya çalışılmakta, bu durum sorunun büyümesine ve enerji krizi yaşanmasına yol açmaktadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın açıklamalarına göre enerjinin %65'i ithal edilmektedir. Gerekli önlemler alınmadığı takdirde 2020 yıllarında bu oranın %80'lere

ulaşacağı belirtilmektedir. Bu nedenle ülkemizde enerjinin etkin kullanımı öncelikli olarak ele alınmalıdır [22].

2008 yılında TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları standardında değişiklikler yapılmış, 2000 yılında yürürlüğe giren ve değişik tarihlerde revize edilen "Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği" yürürlükten kaldırılmış, yerine Binalarda "Enerji Performansı Yönetmeliği (BEPY)" çıkartılmıştır. Yönetmelik; mevcut ve yeni yapılacak konut, ticari ve hizmet amaçlı kullanılan binaları kapsamaktadır. 5617 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu gereği mevcut binalarda da 2 Mayıs 2017 tarihine kadar Enerji Kimlik Belgesi alınması zorunludur [18].



Şekil 2.2 Yalıtımsız Bir Duvardan Olan Isı Kaybının Termal Görüntüsü ve Duvarın Normal Görüntüsü [18]

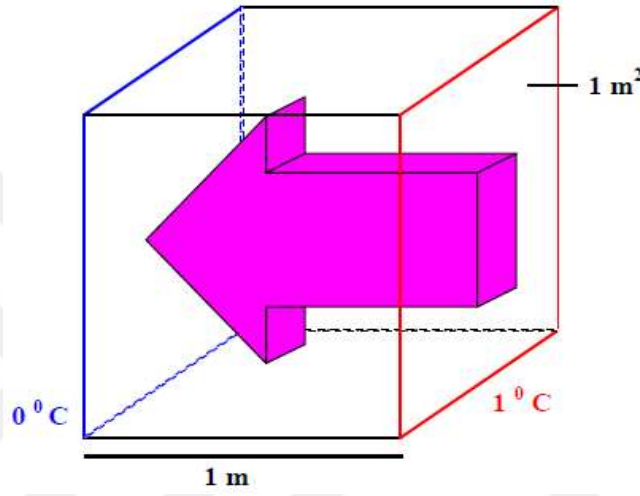
2.1.2 Isı Geçişi Mekanizmaları

Isı geçişi iletim (kondüksiyon), taşınım (konveksiyon) ve ışıyım (radyasyon) olmak üzere üç farklı şekilde gerçekleşmektedir. Isı geçişi, hangi yol kullanılırsa kullanılsın herhangi bir zorlama olmadığı sürece yönü yüksek sıcaklıktaki ortamdan düşük sıcaklıktaki ortama doğru gerçekleşmektedir.

2.1.2.1 İletim

Madde veya cismin bir tarafından diğer tarafına ısının iletilmesi ile oluşan ısı transfer çeşididir. Isı transferi daima yüksek sıcaklıktan, düşük sıcaklığa doğrudur. Yoğun maddeler genelde iyi iletkenlerdirler (örneğin metaller)[24].

Kondüksiyon ya da iletim, madde veya cismin bir tarafından diğer tarafına ısının iletilmesi ile oluşan ısı transferinin bir çeşididir. Isı iletimi daima yüksek sıcaklıktan düşük sıcaklığa doğrudur. Madde içindeki moleküllerin birbirlerine ısı enerjisini ilemesiyle gerçekleşmektedir. Her maddenin kendisine özgü bir ısı iletkenlik katsayısı(λ) vardır [25]. Isı iletkenlik katsayısı, homojen bir malzemenin denge şartları altında, iki yüzeyi arasındaki sıcaklık farkı 1°C olduğu zaman 1 saatte 1 m^2 alandan ve bu alana dik yönde 1 m kalınlıktan geçen ısı miktarıdır. Birimi; $\text{kcal/mhC} = 1.163 \text{ W/mK}$ 'dir [25].



Şekil 2.3. Isı İletkenlik Katsayısı (λ) [25]

Birim alandan iletim ile geçen ısı miktarı, ısının geçiş yönündeki sıcaklık gradyanı ile orantılıdır. Buna göre;

$$\frac{Qx}{A} \approx \frac{dT}{dx}, \text{ olur.} \quad (2.1)$$

$$Qx \cong -kA \cdot \left(\frac{dT}{dx}\right) \quad (2.2)$$

bağıntısı elde edilir. Bu bağıntıya Fourier ısı iletim kanunu adı verilir [25].

İntegral alınır ise;

$$Q_x \int_{x_1}^{x_2} dx = -kA \int_{T_1}^{T_2} dt \quad (2.3)$$

$$Q_x (x_2 - x_1) = -kA (T_2 - T_1) \quad (2.4)$$

$$Q_x = -kA \left(\frac{T_2 - T_1}{x_2 - x_1} \right) \quad (2.5)$$

Q_x : Birim zamanda geçen ısı miktarı (W)

A : Isı geçiş yönüne dik yüzey alanı (m^2)

k : Malzemelerin ısı iletim katsayısı ($\frac{W}{mK}$)

$\left(\frac{dT}{dx}\right)$: Isı geçişi yönündeki sıcaklık gradyanı ($\frac{K}{m}$)

Isı yalıtım elemanlarının temel çalışma prensibi ısı geçişine karşı direnç oluşturmaktır. Bu açıdan yapı mevcut ısının uzun süre korunmasını sağlayan düşük ısı iletkenliğine sahip ürünlerden oluşmaktadır ve buna paralel da olarak ısı yalıtım ürünleri genellikle heterojen yapılı malzemelerin bir karışımı olarak ele alınmaktadır [26].

Isı yalıtım malzemelerinde uygulamaya göre aranması gereken özelliklerden birkaçı ısı iletim katsayısı (W/mK), yoğunluk (kg/m^3) ve kalınlıktır [25]. Isı yalıtım malzemelerinin boşluklu yapıya sahip olmalarının neticesi olarak yoğunluklarının düşük olması ($10-1000 kg/m^3$) beklenir. Malzeme bünyesindeki boşlukların çokluğu, yalıtımı yapan esas etmendir. Dolayısıyla yoğunlukları düşük olan malzemelerin ısı yalıtım özelliği, yoğunlukları fazla olan malzemelere göre daha iyi olmaktadır. Isı yalıtım malzemelerinin bünyesinde hava boşluklarının olması, yalıtkanlık değerini artırsa da diğer özelliklerini farklı yönlerde etkileyebilmektedir. Örneğin gözeneklerin çok olması ısı tutuculuk değerini artırmakta, ancak basınç dayanımının değerini azaltmaktadır. Bu nedenle, ısı yalıtım malzemelerinin, ısı iletkenlik değerinin küçük olmasının yanı sıra, yapıda kullanmak için gerekli olan niteliklere de sahip olması gerekmektedir. Bu nitelikler, kullanım yerinin koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir [27].

Isı yalıtım malzemesinin tanımı ise; Türk Standartları TS 825 ve Alman DIN normu 4108'e göre; taş yünü, extrude polistren, expanded polistren, cam yünü, polietilen, poliüretan, cam köpüğü, fenol köpüğü gibi ısı iletkenlik değeri (λ) $0,060 kcal/mh^\circ C$ ($\sim 0,07 W/mK$) değerinin altında olan malzemelere ısı yalıtım malzemesi, bu değer üstünde kalan malzemelerin tamamına ise yapı malzemesi denmekte iken, ISO ve CEN Standardına

göre ise ısı iletim katsayısı 0,065 W/mK değerinden küçük olan malzemeler ısı yalıtım malzemesi, diğer malzemeler yapı malzemesi denilmektedir [26].

Çizelge 2.3 Organik Yalıtım Malzemelerinin ⁰C Sıcaklıkta Değişik Yoğunluklardaki Isı İletim Katsayıları [25]

Yoğunluk (kg/m ³)	Isı İletim Katsayısı (W / mK)				
	Mantar Levha	Mineraliz Ağaç	Organik Lifli	Organik Lifli Şilte	Lifsiz
20					0,051
50	0,050			0,051	0,055
100	0,055			0,051	0,056
200	0,069	0,086	0,065	0,065	0,070
300	0,082	0,096	0,069		
400	0,094	0,112	0,075		
500	0,102	0,143	0,086		
600		0,182	0,103		

Isı iletim katsayısı sıcaklığa, malzemenin bileşimine, malzemenin gözenekli olup olmamasına, malzemenin içindeki neme, ısının geçtiği yöne ve benzeri fiziksel ve metalurjik etkenlere bağlı olarak değişmektedir. Malzemelerin fiziksel ve metalurjik özelliklerinin, ısı iletim katsayılarına etkileri için aşağıdakiler söylenebilir [25].

- 1) Saf metallerin ısı iletim katsayısı sıcaklık arttıkça azalır.
- 2) Alaşımlarda ve yalıtım malzemelerinde ısı iletim katsayısı, sıcaklık arttıkça artar.
- 3) Isı yalıtım malzemelerinde yoğunluk ve sıcaklık arttıkça ısı iletim katsayısı artar.
- 4) Saf maddenin ısı iletim katsayısı, içersine başka bir bileşen ilave edilir ise azalır.
- 5) Nem genellikle bütün malzemelerin ısı iletim katsayısını artırır.
- 6) Gazlarda sıcaklık arttıkça gaz moleküllerinin hareketi arttığından dolayı ısı iletim katsayısı artmaktadır.
- 7) Sıvılarda sıcaklık arttıkça çoğu sıvının ısı iletim katsayısı azalmakla birlikte bazı sıvıların ki artmaktadır.

8) Suyun ısı iletim katsayısı, suyun sıcaklığı yaklaşık 140 °C'de ısıtılıncaya kadar artmakta daha sonra azalmaya başlamaktadır [24].

Çizelge 2.4 TS 825'e Göre Bölgelere Göre En Fazla Değer Olarak Kabul Edilmesi Tavsiye Edilen U Değerleri [18]

	U_D (W/m ² K)	U_T (W/m ² K)	U_t (W/m ² K)	U_P (W/m ² K)
1. Bölge	0,70	0,45	0,70	2,40
2. Bölge	0,60	0,40	0,60	2,40
3. Bölge	0,50	0,30	0,45	2,40
4. Bölge	0,40	0,25	0,40	2,40

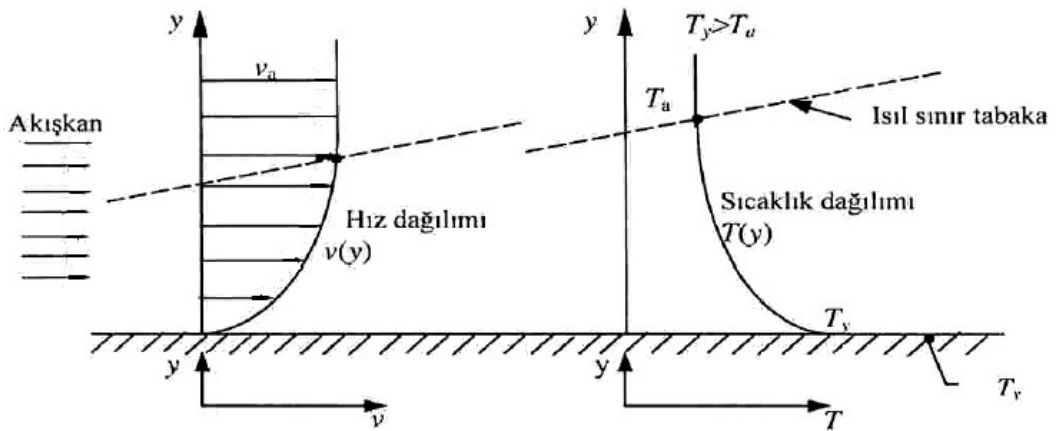
Çizelge 2.5 TS 825'e Göre Türkiye'nin İklim Bölgeleri [18]

1-Bölge Derece Gün İlleri	2-Bölge Derece Gün İlleri				
ADANA	SAKARYA	KİLİS	ZONGULDAK	GAZİANTEP	BURSA
AYDIN	ÇANAKKALE	SAMSUN	BALIKESİR	MARDİN	İSTANBUL
MERSİN	K.MARAŞ	YALOVA	EDİRNE	ŞANLIURFA	ORDU
OSMANİYE	RİZE	AMASYA	MANİSA	BATMAN	TEKİRDAĞ
ANTALYA	TRABZON	DİYARBAKIR	SİNOP	GİRESUN	
HATAY	ADIYAMAN	KOCAELİ	DÜZE	MUĞLA	
İZMİR	DENİZLİ	SİİRT	BARTIN	ŞIRNAK	
İli 2. Bölgede olup da kendisi 1. Bölgede olan belediyeler	İli 3. Bölgede olup da kendisi 2. Bölgede olan belediyeler		İli 4. Bölgede olup da kendisi 2. Bölgede olan belediyeler		
AYVALIK (Balıkesir)	HOPA (Artvin)		ABANA (Kastamonu)		
DALAMAN (Muğla)	ARHAVİ (Artvin)		BOZKURT (Kastamonu)		
FETHİYE (Muğla)			ÇATALZEYTİN (Kastamonu)		
MARMARİS (Muğla)			İNEBOLU (Kastamonu)		
BODRUM (Muğla)			İDE (Kastamonu)		
DATÇA (Muğla)			DOĞANYURT (Kastamonu)		
KÖYEĞİZ (Muğla)					
MİLAS (Muğla)					
GÖKOVA (Muğla)					

3-Bölge Derece Gün İleri			4-Bölge Derece Gün İleri				
AFYON	ÇORUM	KIRŞEHİR	AĞRI	SİVAS	KAYSERİ	KARS	GÜMÜŞHANE
BURDUR	KIRIKKALE	TUNELİ	ERZURUM	BİTLİS	ARDAHAN	VAN	ERZİNAN
KARABÜK	NİĞDE	BİNGÖL	MUŞ	KASTAMONU	BAYBURT	YOZGAT	HAKKARİ
MALATYA	ARTVİN	İĞDIR					
AKSARAY	ELAZIĞ	KONYA	İli 2. Bölgede olup da kendisi 4. Bölgede olan belediyeler				
ÇANKIRI	KIRKLARELİ	UŞAK	KELES (Bursa)	ŞEBİNKARAHİSAR (Giresun)	ELBİSTAN		
KARAMAN	TOKAT	BOLU	AFŞİN (K.Maraş)	ULUDAĞ (Bursa)	Göksun (K.Maraş)		
NEVŞEHİR	BİLEİK	ISPARTA					
ANKARA	ESKİŞEHİR	KÜTAHYA	İli 3. Bölgede olup da kendisi 4. Bölgede olan belediyeler				
İli 1. Bölgede olup da kendisi 3. Bölgede olan belediyeler			KIĞI (Bingöl)	PÜLÜMÜR (Tunceli)	SOLHAN (Bingöl)		
POZANTI (Adana)	KORKUTELİ (Antalya)						
İli 2. Bölgede olup da kendisi 3. Bölgede olan belediyeler							
MERZİFON (Amasya)	DURSUNBEY (Balıkesir)	ULUS (Bartın)					

2.1.2.2 Taşınım

Katı yüzey ile akışkan arasında gerçekleşen ısı transfer çeşididir. Akışkan içindeki akımlar vasıtası ile ısı transfer edilir. Akışkan içindeki veya akışkanla sınır yüzey arasındaki sıcaklık farklarından ve bu farkın yoğunluk üzerinde oluşturduğu etkiden doğabilmektedir[24].



Şekil 2.4 Levha Üzerindeki Akışta Hız ve Sıcaklık Dağılımları[18]

Şekil 2.4’de görüldüğü gibi T_y sıcaklığındaki yüzey ile temasta bulunan T_a sıcaklığındaki akışkan arasındaki ısı geçişi ifadesi 1701 senesinde Newton tarafından verilmiştir ve şu şekilde gösterilir;

$$q = h(T_y - T_a) \quad (2.6)$$

Burada, taşınım ile ısı akısı q (W/m^2), yüzey ve akışkan sıcaklıkları arasındaki fark (T_y-T_a) ile doğru orantılıdır. Bu ifade; Newton’un Soğutma Yasası olarak bilinir ve orantı katsayısı h (W/m^2K) da ısı taşınım katsayısı olarak adlandırılır. Bu değer yüzey geometrisine, akışkan hareketinin türüne ve akışkanın bazı termodinamik ve aktarım özelliklerine göre belirlenen sınır tabakadaki koşullara bağlıdır[18].

2.1.2.3 Işınım

Fotonlar (elektromanyetik radyasyon) yolu ile olan ısı transferidir [24]. Radyasyonla yayılımda ortam gerekmemektedir. Bütün katı ve sıvı cisimler yüzeylerinden ısı ışınımını yaymaktadırlar. Sıcaklığın artmasıyla birlikte radyasyonla yayılım da artmaktadır [25].

2.2 Ses Yalıtımı

Yaşadığımız konut, okul, işyeri vb. binalar ile çevreyi istenmeyen seslerden yalıtarak gürültünün zararlı etkilerinden korunmak; kayıt stüdyoları, sinema, konser salonu vb. mekânları istenmeyen seslerden yalıtarak gerekli kullanım koşullarını oluşturmak; jeneratör, hidrofor, kalorifer vb. gürültülü mahalleri yalıtarak çevreye yaydıkları gürültüyü azaltmak amacı ile yapılan uygulamalara “ses yalıtımı” denir.

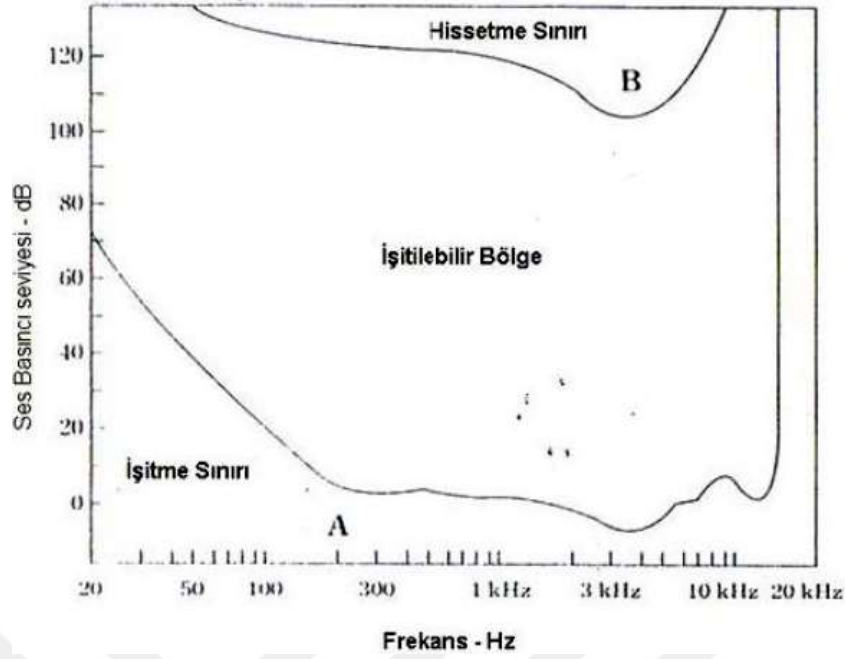
2.2.1 Ses Yalıtımının Önemi

Günümüzde gelişen teknoloji ve endüstriye bağlı olarak artan araç ve makine sayısı sağladığı kolaylıkların yanında insan hayatında bazı olumsuz sonuçlar oluşturmaktadır. Bunların en başında, normalden yüksek ses seviyesi olarak tanımlayabileceğimiz gürültü karşımıza çıkmaktadır. Yüksek yaşam temposunun yanında maruz kalınan gürültü gibi dış etkenler insanda psikolojik bazı olumsuzluklar meydana getirmektedir. Bunun önlenmesi amacıyla insanların uzun zamanlarını harcadıkları araçlar ve binalar, normal düzeyin üzerindeki sestten izole edilmeye çalışılmaktadır [28].

Gürültü insan sağlığını tehdit eden kirleticilerden biridir. Gelişen teknolojilerin üretimi, kullanım ve diğer etkinlikleri sırasında, gürültü oluşmakta, bu durum günümüzde en yoğun çevre kirliliklerinden birinin oluşmasına neden olmaktadır. Ulaşım (trafik) gürültüsü, gerçekte havayolu, denizyolu, karayolu ve demiryolu gürültüsünü kapsamına almaktadır. Gürültü kaynaklarının türlerine bakıldığında bunların endüstri, ulaşım, yol ve yapım çalışmaları ile yerleşim kaynaklı gibi temel kaynaklardan oluştuğu görülmektedir [29]. Kişilere ve toplumlara 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, 90-120dB arasında baş ağrısının meydana geldiği ve üzeri dB'lerde ise dengenin bozulduğu, iç kulakta sürekli hasar ve beyin tahribatı olduğu kabul edilmektedir [30].

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		Normal konuşma 
	50	Normal	
2000	40	Sessiz	Kütüphane 
	30		Orman 
200	20	Çok sessiz	
	10		Ses stüdyosu 
20	0	Algı eşiği	

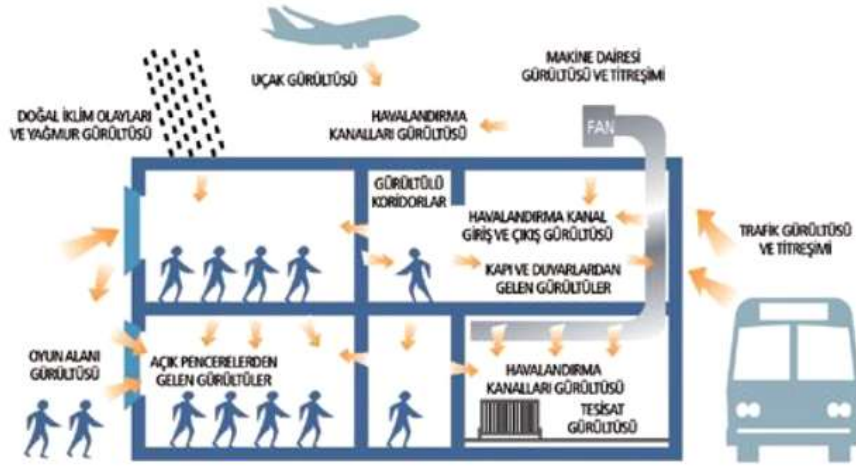
Şekil 2.5 Seslerin Desibel Aralıkları [28]



Şekil 2.6 İnsan Kulağının Yakalayabileceği En Düşük (A) ve En Yüksek Seviyedeki (B) İşitme Alanı [31]

Teknolojik gelişmeler sonucu yapı elemanlarında da önemli gelişmeler olmuştur. Günümüzde hafif yapı elemanları olarak adlandırılan giydirme cephelerin kullanımının artmasıyla, gürültünün bina içindeki insanları etkileme oranı da artmıştır. Hafif yapı elemanlarının ses yalıtımı düşüktür. Betonarme ve çelik yapı elemanlarının taşıyıcılık avantajlarından dolayı duvarlar taşıyıcı eleman olmaktan çıkmıştır, bu sayede cephe tasarımında daha esnek tasarım yapma imkânı ortaya çıkmıştır. Giydirme cephelerde kullanılan cam, alüminyum gibi malzemelerin ses yalıtım değeri düşük olduğundan gürültünün iç mekândaki değeri artmıştır [31].

Dış etkenleri en aza indirmek için kullanılan endüstriyel malzemelerden cam yünü ve taş yünü gibi lifler dokusuz yüzey teknikleri ile yalıtım materyali haline getirilmektedir. Bu liflerin dışında polyester, kenaf gibi liflerle ses yutumunu geliştirmek amacıyla çalışmalar yapılmaktadır [28].

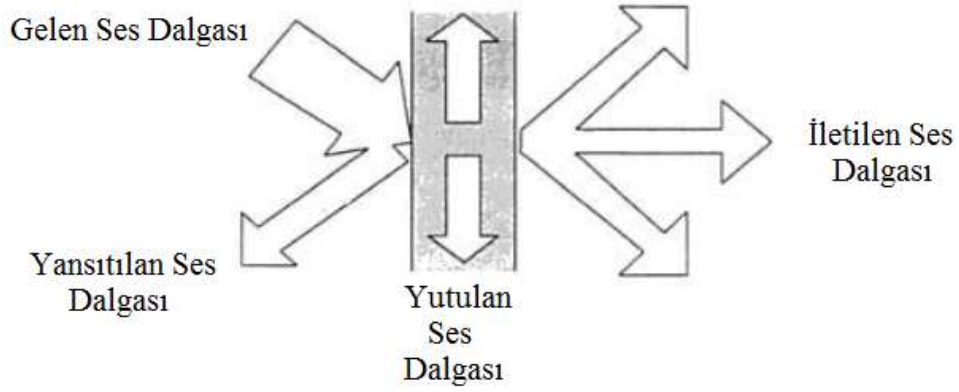


Şekil 2.7 İnsanların Maruz Kaldığı Gürültü Kaynakları[33]

2.2.2 Ses Dalgaları ve Özellikleri

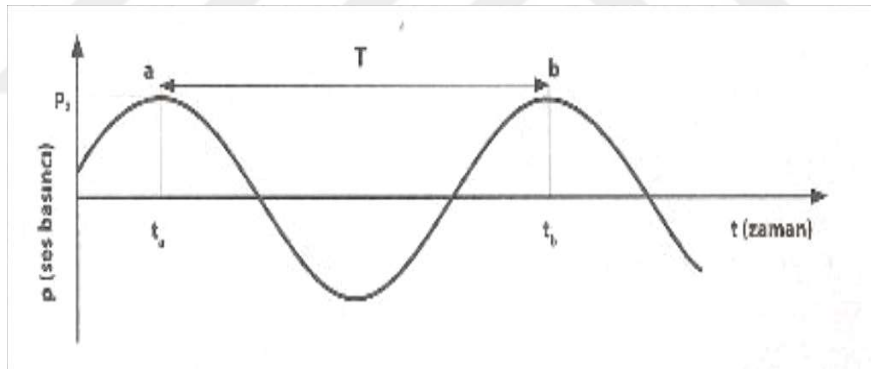
İnsan kulağında işitme duyusunu uyararak titreşim yapan bir kaynağın hava basıncında oluşturduğu dalgalanmalarla meydana gelen fiziksel olaya “ses” denir. İnsan kulağı 20 Hz ile 20.000 Hz. arasındaki sesleri işitebilir. Sesin işitilebilmesi için, şiddetinin belli bir düzeye erişmesi gerekmektedir. Ses, uygun bir ortam içerisinde (hava, su vb.) bir yerden başka bir yere, sıkışma ve genleşmeler şeklinde ilerleyen bir dalgadır. Dolayısıyla ses bir basınç dalgasıdır. Genel olarak dalgalar mekanik ve elektromanyetik olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Elektromanyetik dalgalar yayılmak için bir ortama ihtiyaç duymazlar ve boşlukta da yayılabilirler. Mekanik dalgalar ise enerjilerini aktarabilmek için ortam taneciklerine ihtiyaç duyarlar ve bu yüzden boşlukta (örneğin uzayda) yayılamazlar. Ses bir kaynaktan çıkarak suda oluşan dalgalar gibi etrafa yayılır. Ses dalgaları, mekanik dalgalar olduğundan maddesel bir ortama ihtiyaç duyarlar[32].

Havada yayılan ses enerjisi (ses titreşimi) bir yüzeye geldiğinde genellikle üç olay görülebilir; enerjinin bir bölümü yansır, bir bölümü yutulabilir (absorpsiyon), bir bölümü de yüzeyi geçerek yayılmasını sürdürebilir.



Şekil 2.8 Ses Dalgasının Yayılımı

Sesi meydana getiren titreşimlerin, her saniyede tamamlanan dalgalanma (devir) sayısı frekans (f) olarak tanımlanmaktadır. Frekansın uluslararası birimi Hertz (Hz) ve boyutu s^{-1} 'dir. Titreşen hava parçacıklarının basit harmonik hareketinde, sesin saf tonda olduğu söylenmektedir [32]. Frekansın tersi ($1/f$) periyottur (T). Periyot bir basınç değişimi devri (Şekil 2.9'daki a ve b noktaları arasındaki mesafe) için geçen zaman olarak tanımlanabilmektedir. P_0 ile gösterilen basıncın en büyük değerine genlik denir [28].

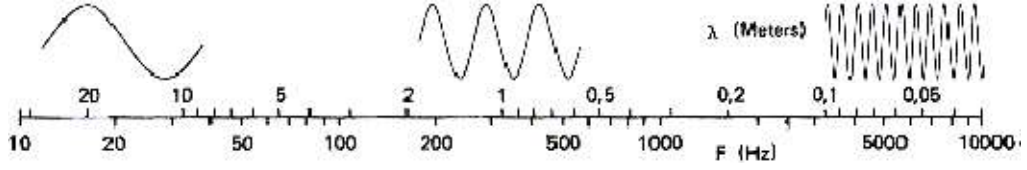


Şekil 2.9 Ses Basıncının Zamanla Değişimi [28]

Periyodik ses basınç dalgalarının dalga boyu, sesin bir T zamanında kat ettiği yol olarak tanımlanır ve λ ile ifade edilir. Dalga boyu hız (c) ve frekansla (Hz) bağlantılıdır ve sabit bir c hızında hareket eden dalga T zamanında;

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (2.7)$$

kadar yol kat edecektir.



Şekil 2.10 Havada Ses Yayılmasında Dalga Boyu ile Frekans İlişkisi [28]

Titreşen hava molekülleri ya da bunların oluşturduğu titreşimlerin neden olduğu ufak hava basıncı değişimleri, kulak zarını titreştirir. Duyulanma, uyarmanın logaritması gibi değiştiğinden algılanan ses düzeyi de uyarmanın logaritması gibi değişir. Algılanan ses logaritmik bir büyüklüktür. Bu logaritmik büyüklüğe ses basınç düzeyi denir. Birimi desibel (dB)'dir [34]. P değerindeki bir basıncın P_0 referans değerine göre düzeyi;

$$\text{Düzyey (dB)} = 10 \log \frac{P}{P_0} \quad (2.8)$$

olarak tanımlanır.

2.2.3 Ses Yalıtımı ve Akustik Düzenleme

Gürültü, en kısa şekliyle istenmeyen ve insan sağlığını ve psikolojisini olumsuz yönde etkileyen ses ya da sesler olarak tariflenmektedir. Gürültünün, yüksek frekanslı olanlarının (yani tiz sesliler) dalga boyu küçük olduğu için hafif ve ince kesitler tarafından kolaylıkla yalıtılabilmekte ya da kontrol altına alınabilmekte iken, düşük frekanslı olanlarının (yani bas seslerin) ise dalga boyu büyük olmasından dolayı daha ağır ve komplike ses yalıtım sistemlerinin oluşturulması gerekmektedir.

İstenmeyen seslerin yalıtımında ya da gürültünün kontrol altına alınmasında iki temel yöntem vardır. Bunlar “akustik düzenleme” ve “ses yalıtımı”dır.

2.2.3.1 Akustik Düzenleme

Kapalı bir ortamdaki yansıma (reverberasyon) süresinin düzenlenmesidir. Örneğin boş bir dairede yaptığımız konuşmalar duvar, zemin ve tavandan yansyarak çınlar ve insanlar birbirlerini zorlukla anlayabilirler. Fakat zamanla dairenin içerisine perde, mobilya, halı, duvar kâğıdı v.b. eşyalar geldiğinde bu çınlama ortadan kalkar ve işitme konfor şartları içinde gerçekleşir. Dolayısıyla her bir nesnenin ve canlının bir ses yutma katsayısı (α –Sabin Katsayısı) vardır.

Yutma katsayısı, bir yüzeyden yansımayan ve cismin içerisinde yutulan ses enerjisinin oranını belirtmektedir. Yutma çarpanı, sesin frekansına göre çok büyük değişiklikler gösterir. Çünkü, yüksek frekanslı seslerin yutulması ile alçak frekanslı seslerin yutulmasında farklı fiziksel olaylar söz konusudur. Bu nedenle malzemelerin yutma katsayıları, 6 değişik frekansta verilmektedir (125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1.000 Hz, 2.000 Hz, 4.000 Hz) [35].

Ses yutumu, ses enerjisinin ısıya dönüşümünün sonucunda meydana gelir. Ses, gözenekli malzemelere girdiğinde; ses basıncından dolayı, hava molekülleri, ses dalgasının oluşturduğu frekansla (ses kaynağının saniyedeki titreşim sayısı) birlikte gözenekli malzemelerin boşluğunda dalgalanır. Bu dalgalanma sürtünme kaybı ile sonuçlanır ve sönümlenme gerçekleşir.

Ses yutum katsayısı aşağıdaki formül kullanılarak ifade edilebilmektedir;

$$\alpha = I_{abs} / I_{inc} \quad (2.9)$$

I_{abs} = Yutulan Ses Yoğunluğu

I_{inc} = Gelen Ses Yoğunluğu

Bu katsayı malzeme tarafından yutulan sesin malzemeye gelen sese oranı ile ifade edilir. Ses yutucu malzemelerin α katsayıları 0,20-0,99 arasında değişmektedir. Açık gözenekli ve pürüzlü malzemeler örneğin taş yünü, cam yünü, poliüretan sünger, melamin köpüğü ve kalın kumaşlar iyi birer ses yutucudur ve bu malzemelerden oluşturulacak akustik düzenleme sistemleri akustik problemlerin çözümlerinde kullanılırlar.

Aynı hacimdeki ürünler karşılaştırıldığında ince liflerin kullanılmasıyla ses yutum katsayısında artış sağlanmaktadır. Bu artış, hava direncinin artışından dolayıdır (titreşen hava sürtünme viskozitesinin etkisiyle kayba uğrar). Filament başına 1.5 ile 6 denye arasındaki lifler daha büyük denyeli liflere göre daha iyi akustik performans göstermişlerdir. Mikro denyeli liflerde ise (1 denyeden küçük) akustik performansta önemli ölçüde artış sağlamışlardır [37]. Gözenekli malzemelerin ses yutum mekanizmaları incelenirken gözeneklerin sayısı, büyüklüğü ve çeşidi göz önünde bulundurulmalıdır. Sürtünme etkisiyle, sesin yayılmasına izin vermek için ses dalgasının gözenekli malzemenin içine girmesi gerekir. Malzeme yüzeyinde yeteri kadar gözenek olması

halinde ses, gözenek içerisinden geçer ve titreşim azalır [38]. Gözenekli materyallerdeki ses yutumu ile ilgili birçok çalışmada düşük frekanslardaki ses yutumunun kalınlıkla doğrudan ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Gözenekli emici yapıda etkili bir ses yutumunun elde edilmesinde materyal kalınlığının ses dalga boyunun onda birine yaklaşık olması kuralını izlemişlerdir. Materyal kalınlaştıkça düşük frekanslarda ses yutum katsayısı artmış, yüksek frekanslarda kalınlık arttıkça ses yutum katsayısında önemli bir değişim olmamıştır [28]. Materyal yoğunluğunun artması, orta ve yüksek frekanstaki ses yutum değerini artırır. Birim alandaki lif sayısı arttıkça materyalin görünür yoğunluğu da büyür. Yüzey sürtünmesi arttıkça enerji kaybı artar, bu da ses yutum katsayısını artırır [38]. Derin girintilerden ve boylamsal eksen boyunca kanallara sahip olan liflerden oluşan materyallerin dairesel liften oluşanlara nazaran daha iyi ses yutum performansı gösterdiği gözlemlenmiştir [28].

2.2.3.2 Ses Yalıtımı

Sesin döşeme, duvar ve tavan gibi yapı elamanlarından geçişi esnasında meydana gelen ses azaltımıdır. Günümüzde sanayi tesisleri, fabrikalar, konutlar, alışveriş merkezleri, otel ve hastane gibi farklı amaçlarda inşa edilmiş yapılarda içsel ve çevresel gürültüler modern ve yüksek teknolojik ürünler ile rahatlıkla kontrol altına alınabilmektedir. Bu ürünler daha ince ve hafif kesitler sunarak hem daha ekonomik çözümler sunmakta hem de yapı sektöründeki mimar ve mühendislere çözümlerinde esneklik ve farklılık yaratma fırsatını vermektedir [36].

Yapıda ses temel olarak iki yolla iletilmektedir.

a) Hava doğuşumlu sesin iletilmesi: Havadan kaynaklanan sesin yapı elamanından geçerek diğer bir mekana iletilmesidir. Konuşma, müzik aletleri, fanlar, motorlar, uçaklar ve arabalar hava ile yayılan sesleri oluştururlar.

Hava doğuşlu gürültülerin kontrolü için fiziksel bariyerler ve strüktür arası boşluklarda sıkıştırılmış hava gereklidir. Bu bariyerler bölme elemanı olabilir, duvar olabilir, çatı elemanı olabilir, döşeme elemanı olabilir. Burada sözü edilen bölme elemanı; prefabrike strüktürler, modüler panellerdir. Taşıyıcı olmayan duvarlar ise; yük taşımayan sadece bölme elemanı olarak kullanılan duvarlardır [31].

Gürültü iletim kaybını etkileyen bir başka kategori ise sesin yutulmasıdır. Ses dalgalarının yutulması yüzeyi oluşturan malzemenin içinde ve yüzeye yakın noktalarda meydana gelir. Ses dalgalarının yutulması ile ilgili birçok mekanizmalar vardır, fakat en çok bilinen duvarların iç yüzeylerinde ses yutucu gözenekli malzemelerin kullanılmasıdır: Taş yünü asma tavan plakaları, cam yünü, taş yünü şilteler, vs. Bu malzemeler sürtünme direnci ile ses dalgalarını ısı enerjisine çevirerek bünyelerine alırlar. Bu sayede gözenekli ses yutucu malzemelerden geçen ses dalgası gözenekli malzemenin arkasındaki ana duvara ulaşmaya kadar enerjisinin büyük bir kısmını kaybetmiş olur ve bu kalan ses enerjinin bir kısmı yansımaya uğrar, kalan miktarı ise duvardan iletilir, iletilen bu enerjinin şiddeti oldukça düşük olur. Bu gözenekli malzemelerin yoğunluğu oldukça düşük olduğundan tek başlarına bölme elemanı olarak kullanılamazlar, eğer kullanılırlarsa ses iletim kaybı performansları oldukça düşük olur [31].

b) Strüktür doğuşumlu(darbe) sesin iletilmesi: Strüktür doğuşumlu ses, bina elemanları oluşan bir darbe ile meydana gelir. Darbe bina elemanlarının titreşim yapmasına sebep olur ve titreşim sesi yayar. Strüktür doğuşumlu ses darbe sesi olarak da bilinir. Duvara çakılan çivi insanın döşeme üzerinde yürümesiyle oluşan ses strüktür doğuşumlu sese örneklerdir. Strüktür doğuşumlu ses darbe ve titreşimle yapı elemanı ile ilişki halinde bir ses kaynağı oluşturur. Yapı bileşeni de darbe ve titreşim kaynağından oluşan sesi yayar. Örneğin titreşen bir musluk kendi başına fazla bir ses yaymaz. Ama rijit olarak bir duvara bağlıysa, ses çeşitli kollardan duvar içi titreşimlerle yayılır [31].

Ses geçiş kaybı alan ağırlığı ve frekansla orantılıdır. Gerçek yapı malzemesi yumuşak değildir. Malzemenin parçaları birbirinden bağımsız olmayıp, birbirine elastik kuvvetlerle bağlıdır. Malzemenin sertlik derecesi ses geçiş kaybını etkiler. Sertleştikçe ses geçiş kaybı düşer. Genellikle bütün yapı malzemelerinde alan ağırlığı ve sertlik oranı birbirleriyle ilişkilidir. Malzemenin kalınlığı arttıkça alan ağırlığı ve sertlik artar [31].

Ağır yapı malzemeleri ses iletimini engeller, yumuşak yapı malzemeleri sesi emer.

Sesin bir engeli geçerken uğradığı kayba ses geçiş kaybı denir. Bu kayıp logaritmik bir büyüklük olarak, dB cinsinden verilir ve doğrudan doğruya dB cinsinden bir azalmayı gösterir. Örneğin bir duvarın ses geçiş kaybı 40 dB ise, bu duvarın bir yanındaki 70 dB düzeyindeki ses, öte yana $70 - 40 = 30$ dB, bir yanındaki ses 90 dB ise, öte yana $90 - 40 =$

50 dB düzeyinde geçer. Bölmenin m^2 ağırlığı arttıkça ve gelen sesin frekansı yükseldikçe, ses geçiş kaybı da artar [35]. Ses geçiş kaybı, kaba olarak, (~500 Hz için)

$$R = 15.4 \times \log(m) + 10 ; R = 15 \times \log(4m) ; R = 19 \times \log(m) \quad (2.10)$$

gibi formüllerle, ya da frekansa bağlı olarak

$$R = 18 \times \log(m) + 12 \times \log(f) - 25 ; R = 20 \times \log(m) + 12 \times \log(f) - 27 \quad (2.11)$$

$$R = 20 \times \log(m) + 20 \times \log(f) - 46 \quad (2.12)$$

gibi formüllerle verilir. Bu formüller ampirik olduğu için yaklaşık sonuç vermektedir. Formüllerde m bölmenin m^2 ağırlığını, f sesin frekansını göstermektedir [34].

2.3 Elektromanyetik Kalkanlama

Son yıllarda yaşamın her alanında elektronik cihazların kullanımını hızlı bir şekilde artmaktadır. Evlerde elektrikli mutfak gereçleri, işyerlerinde kullanılan bilgisayarlar ve diğer elektronik araçlar, her türlü haberleşme cihazları, telsiz ve cep telefonları, her türlü dijital devreler vs. etrafa değişik radyo frekanslarında enerji yayılmasına neden olmaktadır. Bu cihazlar vasıtasıyla oluşan çeşitli frekans aralıklarındaki ışınımın sadece elektronik cihazların verimliliğini bozmakla kalmayıp, insanların ve hayvanların sağlığını da tehdit etmektedir. Bu sebeplerle elektromanyetik dalgalar ile oluşan bu ışınımın azaltılması günümüzde oldukça önemli bir konu haline gelmiştir [39].

Ev, işyeri, okul, hastane, fabrika gibi ortamlarda kullanılan elektrik ve manyetik alan üreten 50 Hz frekanslı (ELF bandı) şehir şebekesi cereyanı ile çalışan bilgisayar, televizyon, elektrikli fırın, elektrikli süpürge, saç kurutma makinesi, elektrikli tıraş makinesi, fotokopi makinesi, elektrikli battaniye ve ısıtıcılar, trafolar vb elektrikli cihaz ve sistemler, 88-108 MHz'de çalışan FM radyo yayınları, fizik tedavide kullanılan kısa dalga boylu (27.12 MHz) ve yüksek mikrodalga (2450 MHz) frekanslı elektromanyetik dalgaları içeren elektriksel bileşeni baskın medikal diatermi cihazları, 2450 MHz frekans bandında çalışan mutfakların vazgeçilmez kolaylığı mikrodalga fırınlar, yaygın olarak kullanılan mobil haberleşme teknolojileri; CDMA450 MHz frekansında çalışan cep telefonu, UMTS 2100 MHz frekans bandında çalışan 3. Nesil 3G'li ve GSM900, DCS1800 MHz frekans bandlarında kullanılan diğer 2. Nesil 2G cep telefonları, VHF dar bandında 146-174 MHz

arasında çalışan analog el telsizleri, UHF bandında çalışan tek frekansa sahip PMR 446 MHz özel dijital mobil telsiz ile yine UHF geniş band aralığını (410-470 MHz) kapsayan APCO-25 sayısal telsiz el telsizi (şehir 2 içi), mobil telsiz (kırsal alan), araç telsizi haberleşme sistemleri, PCS1900 MHz (DECT) bandındaki kablosuz ev tipi telefonlar, ISM 2.4 GHz frekans bandında çalışan kablosuz bebek odası dinleme cihazları (babyphone), kablosuz bebek video monitörleri, yine ISM 2.4 GHz frekans bandında çalışan bluetooth ve internet erişiminde kullanılan kablosuz (Wi-Fi) ağlar, cep telefonlarının çekim gücünü arttırmak amacıyla kurulan GSM baz istasyonları, radar sistemleri, günlük yaşamın vazgeçilmezleri arasında olup yaygın kullanılan radyo-mikrodalga frekanslı haberleşme sistemlerine verilebilecek örneklerdir [40].

2.3.1 Elektromanyetik Kalkanlamanın Önemi

Yukarıda bahsedilen cihazlar fayda sağladıkları kadar kullanımı sırasında yaydıkları elektromanyetik dalgalarla canlılar üzerinde elektromanyetik alan oluşturmaktadır. Oluşan bu elektromanyetik alan, insan sağlığını tehlikeye atıp vücuttaki biyolojik ve fizyolojik uyumu bozmakta, halsizlik, dikkat bozukluğu, yorgunluk, baş ağrısı, uykusuzluk gibi çeşitli reaksiyonlara sebebiyet verdiği, hatta uzun süreli maruziyette kanser yapıcı etkilere kadar ulaşacağı düşünülmektedir [40].

Canlıların vücutlarında biyokimyasal ortamlar ve iyonlar olduğu için elektromanyetik alanlar kuvvet uygulayarak çeşitli iyon içeren dokulara rahatça nüfuz edebilmekte kendi frekanslarında onları da titreştirmektedirler. İyonların titreşmesi kendi etraflarında gerilim oluşmasına sebep olmakta ve yakınlarında oldukları potansiyele duyarlı hücre zarı kanallarının kontrol dışı açılmalarına veya kapanmalarına sebebiyet vermektedir. Bu yolla hücre etrafındaki kimyasal denge, normal olmayan etkilerle değişmeye ve elektromanyetik etkinin daha çok arttığı durumlarda ısı etkisinin de artmasıyla hücre fonksiyonlarının bozulabilmesine takiben DNA ve RNA'nın hücre yenilemesinin engellenmesine kadar gitmektedir. Aşırı oranda elektromanyetik dalgalara maruz kalındığında ise vücutta kanserli hücrelerin oluşumuna neden olabilecek kimyasal değişimler oluşmaktadır[41]. 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 ortaya çıktığı ifade edilmektedir. Ayrıca uzun dönemde kanser, normal hücre bölünmesi, sinirlerde hasar, beyin hasarları ve düşüklere neden olabilecek olumsuz etkiler görülmektedir [42].

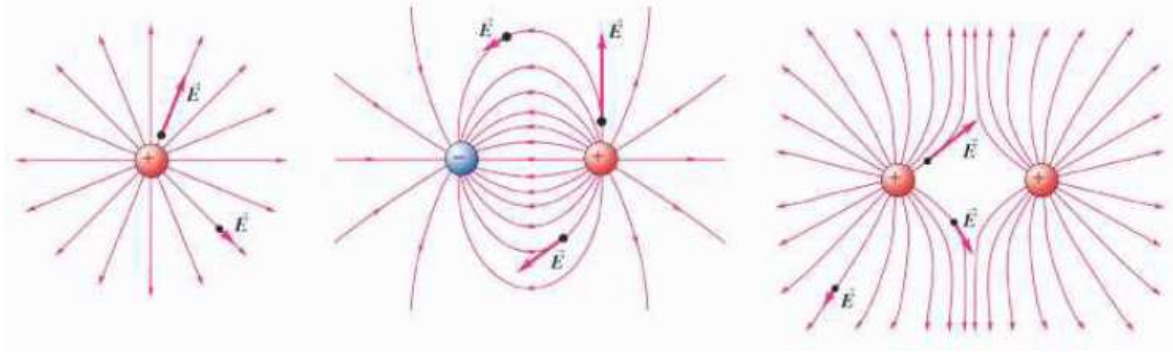
2.3.2 Elektriksel Alan

Elektriksel alanlar çevredeki canlı ve cansız varlıklara (elektriksel cihazlara) etki edebilmektedir. Elektriksel alanlar elektrik alan, manyetik alan ve elektromanyetik alan olmak üzere üç gruba ayrılır. Bu elektriksel alanlar, elektrik enerjisi üretildiğinde enerji iletim hatlarından veya kablolardan veya havadan gönderildiğinde elektrikli aletlerde kullanıldığında oluşmaktadır. Günümüzde elektrik enerjisinin kullanımı, yaşamın vazgeçilmez bir parçası olduğundan bu elektriksel alanlar çevremizde her yerde bulunmakta ve 0-300 GHz frekans aralığında hizmet vermektedir [43].

a) Elektrik Alan: Elektrik alan, bir elektrik yükünün başka bir elektrik yükü üzerinde yarattığı çekme veya itme kuvveti olarak ifade edilmektedir. Burada elektrik alanı oluşturan neden, elektrik yüklerinin varlığından kaynaklanmaktadır. Bu yüzden, elektrik şebekesine bağlı bir lamba, içinden akım geçip yanıyor olmasa bile çevresinde bir elektrik alan yarattığı belirtilmektedir. Bir cihazın besleme gerilimi yükseldikçe, bunun sonucu olarak ortaya çıkan elektrik alanı da yükselmektedir. Elektrik alan (E) şiddetinin birimi metre başına düşen volt (V/m) olarak ifade edilmektedir. Elektrik alan şiddeti, kaynaktan uzaklaştıkça hızla azalmaktadır. Ayrıca, elektrik alandan korunmak için az da olsa yalıtkan küçük bir engelin (bina, ağaç vb) bile elektrik alanını engellediği vurgulanmaktadır [40]. Elektrik alan \vec{E} vektörü ile gösterilmektedir. Meydana gelen elektrik alan, bu alan içerisindeki her elektriksel yüke kuvvet uygulamaktadır. Elektrik alan içerisinde q yüküne uygulanan kuvvet;

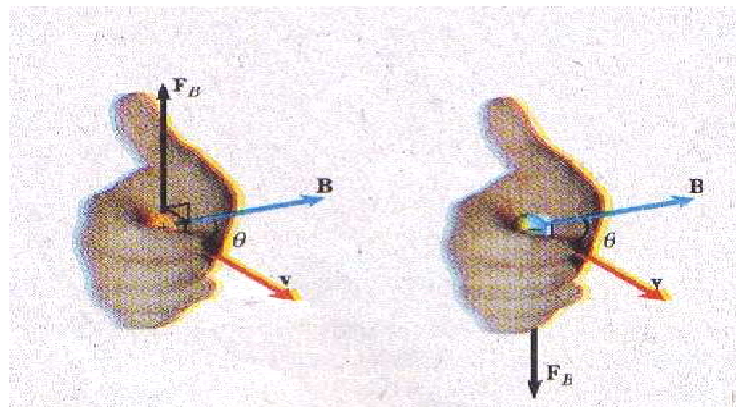
$$F = q \cdot E \quad (2.13)$$

olarak verilmektedir. İletken malzemelerde, canlı doku ve cihazların iletkenlerine etki edebilecek bu F kuvveti, elektriksel yüklerin hareketine ve dolayısıyla elektriksel akımın oluşmasına neden olmaktadır [43].

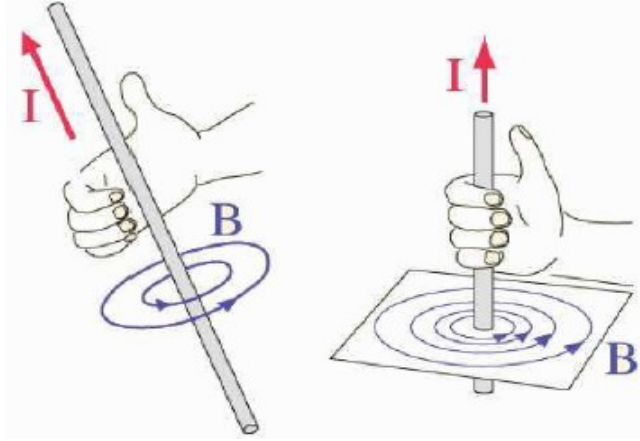


Şekil 2.11 Elektrik Alan Vektör Çizgileri [44]

b) Manyetik Alan: Manyetik alan, hareket halindeki elektriksel yüklere kuvvet uygulayarak bir noktada v hızıyla hareket eden bir q yükünde F kuvvetini oluşturan alan vektörüdür. Manyetik alan, elektriksel yüklerin yer değiştirdiğinde, yani bir elektrik akımı sirkülasyonu olduğunda ortaya çıkmaktadır. Lamba yandığında, elektrik alanının yanı sıra, akımın besleme kablosundan lambaya geçişinden kaynaklanan bir manyetik alan da söz konusu olmaktadır. Akım ne kadar yükselirse, bunun bir sonucu olarak manyetik alan da o kadar yüksek olmaktadır. Elektrik alanda olduğu gibi, manyetik alan şiddeti de mesafe ile hızla azalmaktadır. Ancak, manyetik alan, elektrik alanda olduğu gibi engel teşkil eden nesnelere neredeyse hiç engellenmemektedir [40]. Manyetik alan, günlük yaşantımızda her yerde karşımıza çıkmaktadır. Akım geçiren her şey, manyetik alan oluşturmaktadır. Mıknatıslar da manyetik alan oluşturmakta hatta dünyanın akışkan olan iç kesimleri bile dünyanın manyetik alanını oluşturmaktadır. Manyetik alan da elektrik alan gibi vektörel bir niceliktir. B simgesiyle gösterilen manyetik alan vektörünün yönü, yüklerin hareket yönüne diktir. Bunun yanında, elektrik alan çizgileri gibi manyetik alan çizgileri de birbirlerini kesmezler ve manyetik alan çizgilerinin sıklığı, akım geçen telden radyal uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak azalmaktadır [44].

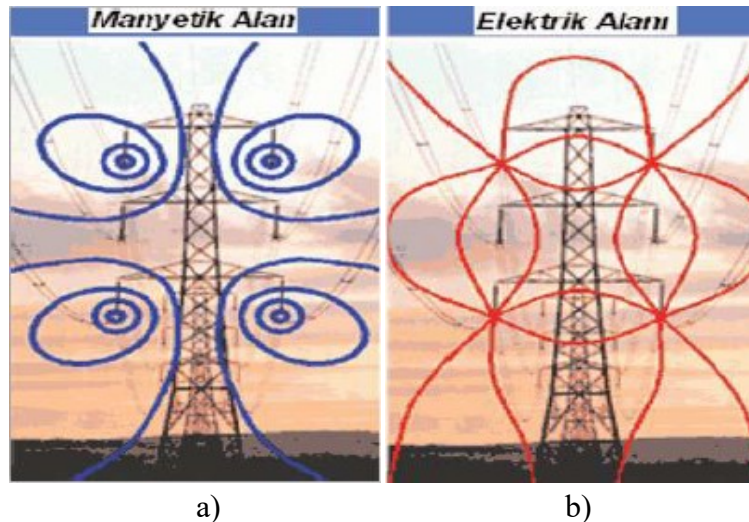


Şekil 2.12 q Yüküne Etkiyen Manyetik Kuvvetin Yönü [45]



Şekil 2.13 Manyetik Alan Çizgileri [44]

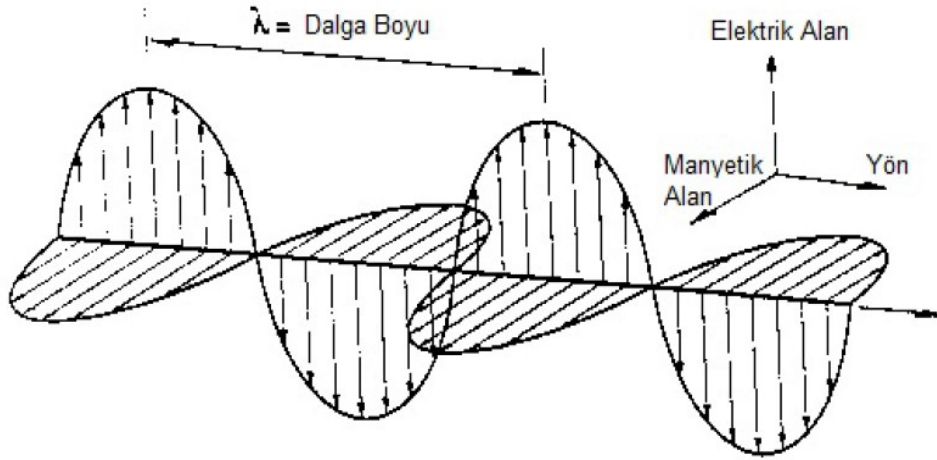
c) Elektromanyetik Alan: Elektromanyetik alan, manyetik alanla elektrik alanın birleştirilmiş asıl halidir. Bir gözlemciye göre yüklü parçacıklar hareket etmiyorsa, orada sadece elektrik alan vardır. Eğer yükler hareket halindeyse, gözlemciye göre yüklü parçacıkların hareketinden ötürü gözlemci elektrik alanının yanı sıra bir de manyetik alanın etkilerini hissedecektir [44]. Etrafımızdaki tüm akım taşıyan kablolar, elektrikli aletler, yüksek gerilim hatları (YGH), TV ve bilgisayarlar, FM radyo ve TV vericileri, mikrodalga fırınlar, mobil telefonlar, uydu antenleri ve verici antenler, evlerde kullanılan çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, buzdolapları, mikrodalga fırınlar, saç kurutma makinesi, elektrikli tıraş makinesi, elektrikli ısıtıcılar vb. daha birçok cihaz elektromanyetik dalga kaynak tiplerini oluşturmakta ve her biri etrafına EM alan yaratmaktadır [46].



Şekil 2.14 Havai İletim Hattı Tarafından Üretilen a) Manyetik b) Elektrik Alan Çizgileri [43]

Elektromanyetik alanın yani elektromanyetik dalgaların özelliklerini belirten en önemli özellikler, dalga boyu, dalganın frekansı ve hızıdır. Dalgalar, sinüs eğrileri gibi

gerçekleşen ritmik bir olaydır. İki tepe noktası arasındaki mesafe “dalga boyu” olarak adlandırılmaktadır [39].



Şekil 2.15 Elektromanyetik Dalgaların Yapısı [47]

Elektromanyetik dalgaların yayılma hızı formül 2.14' de olduğu gibi hesaplanmaktadır.

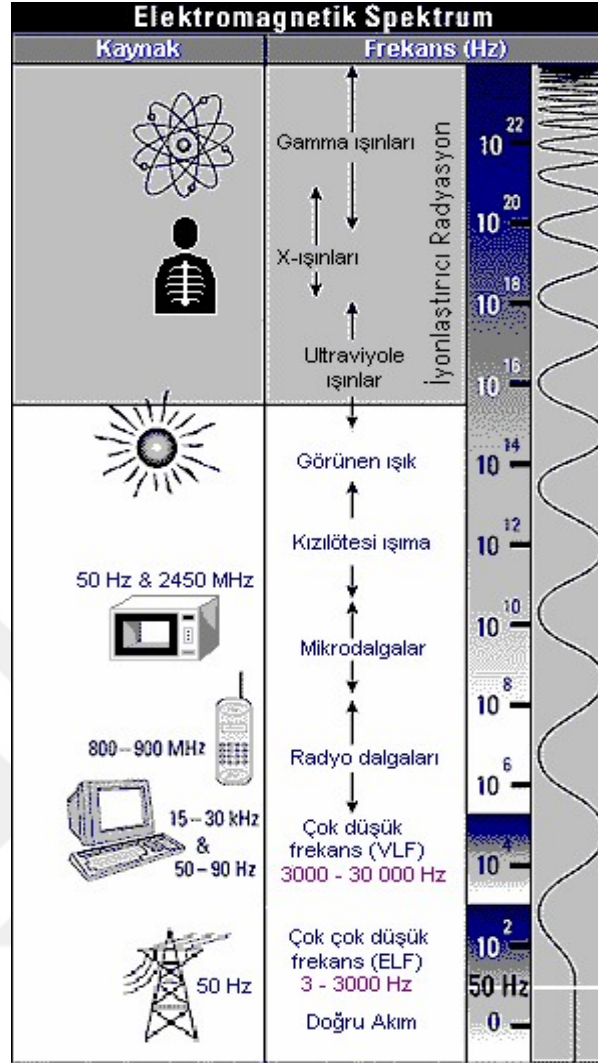
$$c = \lambda \times f \quad (2.14)$$

c : Hız

λ : Dalga Boyu

f : Frekans

Elektromanyetik dalgaların enerji ya da parçacık olarak yayılmasına elektromanyetik radyasyon ya da ışınım adı verilmektedir. Dalgaların frekans ve dalga boyuna göre sınıflandırılması elektromanyetik spektrum olarak adlandırılmaktadır [39].



Şekil 2.16 Elektromanyetik Spektrum [48]

Elektromanyetik dalgalar ortamda bulunan madde ile etkileşmektedir. Bu dalgalar madde içindeki atom ve moleküllerle etkileşimde bulunarak, içinden geçtiği ortama enerji aktarabilmektedir. Bu enerji miktarı çok yüksek olup maddenin içinde bulunan atomlardan elektron kopmasına neden olursa “iyonlaştırıcı radyasyon”, ama genel olarak çok düşük seviyelerdeki enerjileri söz konusu olduğunda maddenin içinde bulunan atomlardan elektron kopmazsa “iyonlaştırmayan radyasyon” adını almaktadır. Yani radyasyonun frekansına göre iki grup söz konusudur. Bu gruplar aşağıda belirtilmiştir:

- DC-300 GHz arası iyonlaştırmayan radyasyon: Elektromanyetik spektrumun bu bölgesinde bulunan bu dalgalar ortama ısı ve geçici yüklenme şeklinde enerji vermektedirler.

- 300 GHz- üstü iyonlaştıran radyasyon: X ışınları, nükleer reaksiyonlar, alfa, beta ve gamma ışınları, mor ötesi ışınlar v.b. bu grupta bulunmaktadır. Bu radyasyon, belli güçlerde molekülleri iyonlaştırarak yapıyı bozabilmektedir. Ancak bu tip radyasyon kontrollü ortamlarda yararlı amaçlarla da kullanılmaktadır [39].

2.3.3 Elektromanyetik Kalkanlama ve Elektromanyetik Radyasyondan Korunma

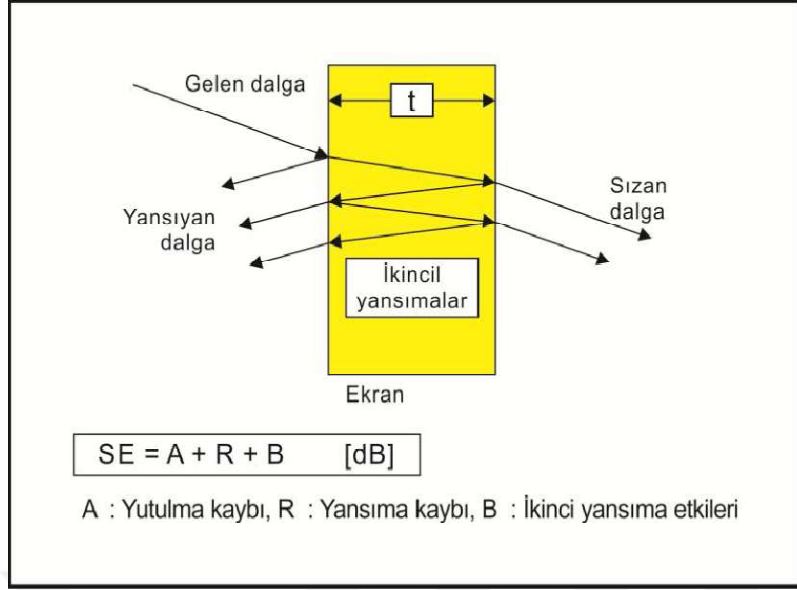
Bir kalkana gelen manyetik ve/veya elektriksel alan gücündeki azalma kalkanlama olarak tanımlanır ve desibel (dB) cinsinden ifade edilir. Elektromanyetik kalkanlamaya olan ilgi; ticari, askeri, elektrik ve elektronik cihazların yaygınlaşması ve insan sağlığını olumsuz etkilemesi nedeni ile giderek artmaktadır. Ticari uygulamalarda 40 dB ve üzeri, askeri uygulamalarda ise 80 dB ve üzeri kalkanlama etkisi aranmaktadır [49].

Elektromanyetik radyasyondan korunmanın en kolay yolu elektromanyetik radyasyonu oluşturan kaynaktan uzak durmaktır. Ancak bu durum her zaman mümkün olmadığı için farklı korunma yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden biri de “elektromanyetik kalkanlama” veya diğer bir ifadeyle “elektromanyetik ekranlama” yöntemidir. İstenmeyen elektromanyetik dalgaların olumsuz etkilerinin azaltılması amacı ile yapılmaktadır [39].

Kalkanlama, ilgili ortamda sinyal nüfuz etmesini azaltan herhangi bir malzeme kullanarak istenmeyen sinyallerden korunmayı açıklayan bir terimdir. Kalkanlama metodolojisinde sinyal gücü, elektrik ve manyetik davranış, yüzeyin frekans ve hacmin iletkenliği, malzemenin kalınlığı ve tabii ki sistemin yapısı gibi pek çok malzeme özelliğine ilişkin parametreye bağlıdır. Kalkanlama etkinliği değeri aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır [39].

$$SE_{dB} = 10 \log_{10} \frac{\text{gelen dalga güç yoğunluğu}}{\text{geçirilen dalga güç yoğunluğu}} = 10 \log_{10} (E_{\text{önce}} / E_{\text{sonra}})$$

Formülde yer alan ‘önce’ ve ‘sonra’ alt indisleri kalkan yokken ve varken aynı noktada ölçülen elektrik alan genliğini ifade etmektedir. Yüksek SE değerleri kalkanlamanın iyi olduğunu göstermekte, negatif SE ise çınlama (rezonans) yani kalkanlamadan çok işaretin kuvvetlenmesi anlamına gelmektedir.



Şekil 2.17 Kalınlığı t Olan Bir Duvarda Kalkanlama Etkinliği Bileşenleri [50]

Şekil 2.17'de gösterildiği gibi elektromanyetik kalkanlamanın etkisi üç farklı mekanizmanın birleşmesi sonucu oluşur. Bunlar; elektromanyetik dalganın materyal yüzeyinden yansıma yolu ile azaltılması, materyal tarafından absorblanması ve materyalin içindeki iç yansımalar sonucu kalan dalganın geçişidir. Günümüzde elektromanyetik dalganın yansıtmadan çok absorblanması daha önemlidir. İletken polimerler elektromanyetik dalgaları sadece yansıtma değil aynı zamanda absorbladığı için, metalik kalkanlama malzemelerinden daha üstündürler. Absorblama yolu ile elektromanyetik parazit kalkanlama, elektriksel iletkenliği veya iletken polimerlerin dielektrik katsayısı tarafından kontrol edilen yüzey derinliğini artırarak geliştirilebilir [49].

Elektromanyetik radyasyondan korunmak amacıyla kalkanlama da kullanılacak malzemeler iyi elektrik iletkenlik özelliklerine ve yüksek manyetik geçirgenliğine sahip olmalıdır. Bu sebeplerle, metal levhalar ve metal kaplamalar kalkanlama amacıyla oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun dışında iletken polimerler, iletken iplikler, iletken boyalar, iletken tekstil yüzeyleri ve kompozit malzemeler de radyasyondan korunma amacıyla kullanılmaktadır [39].

Ekranlama amacıyla seçilecek malzemeler üç grupta toplanabilir:

1. Yüksek performanslı malzemeler: Çelik, bakır, paslanmaz çelik gibi malzemelerden yapılmış ve tamamen metal kaplı yapılar, (80-120 dB ekranlama etkinliği).

2. Standart performanslı malzemeler: İletken metal tabakalar ya da metal parçacıklı yapılar, (20-40 dB ekranlama etkinliği).

3. Zayıf performanslı malzemeler: Metalleştirilmiş kumaş yapılar, iletken kâğıt malzemeler (iletken polimerler), (15-30 dB ekranlama etkinliği)

Çizelge 2.6 Bazı İletken Metallerin Öziletkenlik ve Özdirenç Değerleri

Malzeme Cinsi	Özdirenç	Öziletkenlik
	ρ [$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$]	χ [$\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$]
Gümüş	0,0165	61
Bakır (Yer altı Kablosu için)	0,0172	58
Altın	0,023	44
Alüminyum	0,0282	35
Tungsten (Volfram)	0,055	18
Çinko	0,0606	16,5
Pirinç (%60 Cu + %40 Zn)	0,064	16
Nikel	0,08-0,11	13-9
Saf Demir	0,10	10
Platin	0,1-0,11	10-9,1
Kalay	0,12	8,3
Çelik Tel	0,17	6
Kurşun	0,208	4,8
Krom Nikel CN20 (%20 Ni, %25 Cr, %55 Fe)	0,97	1,03
Bizmut	1,2	0,83

2.4 Literatür Taraması

Bu bölümde, 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. Bu anlamda konuyla ilgili yurt içi ve yurt dışında yayınlanmış makale, tez ve kitaplar ayrıntılı bir şekilde incelenerek özetlenmiştir.

Mustafa Eken 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 [25].



Şekil 2.18 Pamuk Atığı ve Tekstil Elyaf Atığı [25]

Bağlayıcı olarak alçının kullanıldığı yalıtım malzemelerini, 1500 gr. alçı, 180 gr. ayçiçeği sapı, 90 gr. tekstil atığı ve 1450 gr. su ile birleştirerek elde etmiştir.

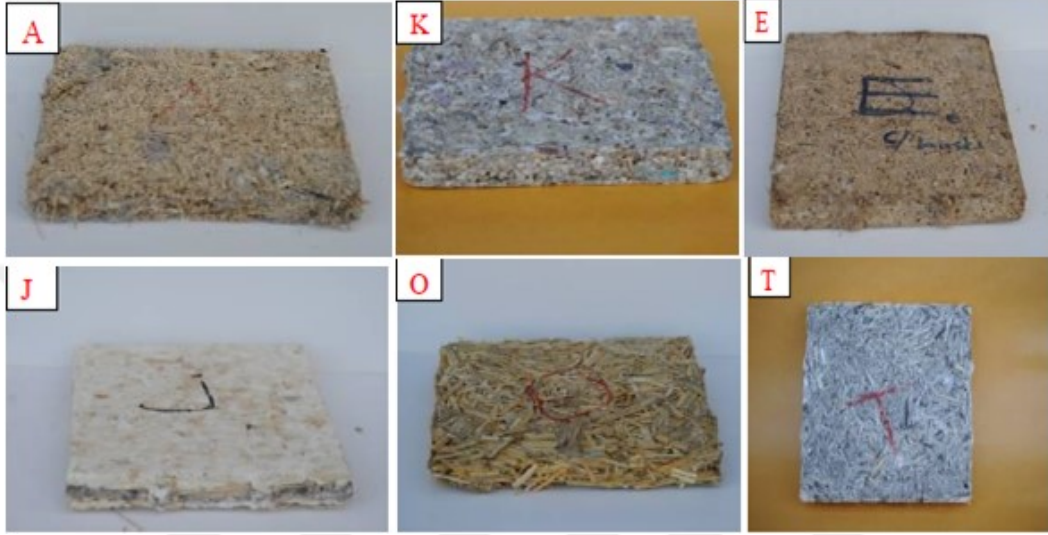
Çizelge 2.7 Numunelerin Ağırlık olarak Karışım Oranları [25]

Num.No	Numune İçeriği (%)					Epoksi %	Basınc (bar)
	Ayçiçeği sapı sünger	Ayçiçeği sapı Lifleri	Pamuk Atığı	Tekstil elyaf atığı	Anız		
A	110	115	25			75	12
B	140	110				75	12
C	130	120				75	12
D	37.5	75	50			75	10
E	125	125				75	12
F	150	200				75	12
G	50	75	50			75	11
H	50	50	32			75	11
J		20	20			45	10
K			115			45	10
L	41					32	10
M		120				35	10
N		15	15			30	10
O					70	30	10
P	30		15		15	30	10
R	30	15				30	10
S	30	15			15	30	10
T	30	30				30	10
U	25	6		20		20	6
V	30	6	20			20	6
Y	30				30	25	6
Z	20		20			15	4
N1	30	6	20			25	6
B1	12	82				20	6
U1	25	4		25		20	6
S1	20	10			10	20	7
Z1	20		16			15	6
N2	25	4				20	6
Z2	30	20				15	7
S2	30	8			12	20	7
U2	20	8		15		20	7
N3	18	6	12			20	5
U3	25	10		15		20	7
Z3	30		20			20	7
S3	30	8			15	20	7
N4	30	6	20			20	7
U4	25	10			15	20	7
Z4	30		20			20	7
S4	30	8			15	20	8
U5	25	10			15	20	8
N5	30	5	20			20	8
N6	30	5	25			20	7

Elde ettiği panellere basınç mukavemeti, eğilme mukavemeti ve su emme testleri yaparak numunelerin ısı iletim katsayısı, ultrasonik ses geçirgenliği, birim hacim ağırlık değerlerini bulmuştur. Ürettiği yalıtım malzemelerini strafor ve gaz betonla karşılaştırmıştır [25].

Yaptığı testler sonucunda alçı ile üretilen yalıtım levhalarının; ısı iletim katsayısı değeri 0.1642 W/mK ve ultrasonik ses değeri ise 0.900 km/s olarak bulmuştur. 1 saat sürede ısınma hızı, üretilen paneller ile yalıtılmış model tuğla evde % 101 olurken, strafor

ile yalıtılmış model evde % 97 olmuştur. Üretilen bloklarla yapılmış model evde ısınma hızı %141 olurken, ytong model evde % 103 olmuştur. Toplam ısı kaybı, üretilen paneller ile yalıtılmış model tuğla evde % 38 olurken, strafor ile yalıtılmış model evde % 43 olmuştur. Üretilen bloklarla yapılmış model evde ise ısı kaybı % 45 olurken, ytong model evde % 37 olmuştur [25].



Şekil 2.19 Üretilen Yalıtım Malzemelerinden Bazı Örnekler [25]

Yaptığı testler sonucunda epoksi ile üretilen yalıtım malzemeleri için; en düşük ısı iletkenlik katsayısına sahip olan numune 0,0728 W/mK değeri ile Z2 numunesidir. Bunu numunenin sahip olduğu hava boşluklarına ve malzeme yapısına bağlamıştır. En yüksek ısı iletkenlik katsayısına sahip olan numune ise 0,435 W/mK değeri ile G numunesidir. Diğer numunelerin ısı iletim katsayısı bu değerler arasında çeşitlilik göstermektedir. En düşük ultrasonik ses hızı 108,52 m/sn ile K numunesinde elde edilmiştir. Açıklamasını ise malzemenin yapısına ve daha fazla hava boşluğu içermesine bağlamıştır. En yüksek ultrasonik ses hızı ise 961,54 m/sn ile L numunesinde bulunmuştur. Diğer numunelerin ultrasonik ses hızı bu değerler arasında çeşitlilik göstermiştir [25].

Hanifi Binici, Orhan Aksoğan ve Remzi Gemci yapmış oldukları çalışmada Kahramanmaraş ilinde bulunan atıkları, çimento ve tekstil fabrikası bacasından çıkan külleri, bu fabrikalardan elde pamuk ve su ile Çizelge 2.8'de görünen oranlarda karıştırarak numuneler üretmişlerdir [51].

Çizelge 2.8 Harç Bileşenleri [51]

No	Seri	Bileşenler			
		Kül	Çimento (CEM I)	Pamuk atığı	Su
1	I	400	300	200	490
2		400	300	200	490
3		400	300	200	490
1	II	500	400	200	520
2		500	400	200	520
3		500	400	200	520
1	III	400	500	100	520
2		400	500	100	520
3		400	500	100	520
1	IV	500	400	100	450
2		500	400	100	450
3		500	400	100	450

Pamuk atıkları organik bir madde olduğu için üzerinde çürütücü bakteriler oluşabilmektedir. Bu yüzden çürümeyi engelleyici anti bakteriyel ilaç kullanmışlardır.



Şekil 2.20 Kullanılan Pamuk Atıkları ve Üretilen Plaka ve Bloklar [51]

Ürettikleri numuneleri yapmış oldukları model evlerde test etmişlerdir. Referans olarak geleneksel briketlerle üretilen model evi almışlardır[51].

Çizelge 2.9 Deney Sonuçları [51]

Örnekler	Basınç dayanımı (MPa)	Eğilme dayanımı (MPa)	Kuru Birim hacim ağırlık (kg/m ³)	Su emme (%)	Isı yalıtım katsayıları (kcal/m ² h°C)
I	8.95	2.95	710	26	0.235
II	11.25	2.85	737	25	0.239
III	13.40	2.35	768	30	0.263
IV	11.60	2.40	793	32	0.268
Ortalama	11.3	2.63	752	38.3	0.250

Hanifi Binici, Remzi Gemci, Adnan Küçükönder ve H. Hale Solak 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 [52].



Şekil 2.21 Kullanılan Pamuk Atığı [52]

Çizelge 2.10 Üretilen Numunelerde Kullanılan Sunta Plaka ve Tekstil Atığı Miktarları [52]

Numune İsmi	Üretilen Plaka Adedi	Pamuk Atığı Kalınlığı (cm)	Sunta Plaka Kalınlığı (cm)
A	3	Kontrol-1 (pamuk atığı kullanılmadı)	1 x 1
B	3	1	1 x 1
C	3	2	1 x 1
D	3	2	2 x 2
E	3	3	2 x 2
F	3	Kontrol-2 (pamuk atığı kullanılmadı)	2 x 2

Yaptıkları numunelere ısı geçirgenliği, ses geçirgenliği, eğilme dayanımı ve barit içeren numunelere ayrıca radyoaktif geçirgenlik testleri yapmışlardır.

Isı geçirgenliği testinde, içerisinde tekstil atığı olmayan plakaların ısı iletim katsayısı 0.0022 kW/m, içerisinde tekstil atığı olan plakaların ısı iletim katsayısı 0.0023 kW/mK çıkmıştır. Türk Standartları TS 825 ve Alman DIN normu 4108 'e göre ısı iletkenlik değeri (λ) 0.060 kcal/mh°C değerinin altında olan malzemelere ısı yalıtım malzemesi, bu değerin üstünde kalanlara da yapı malzemesi denilmektedir. 1 W/mK yaklaşık olarak 0,86 kcal/mh°C'ye karşılık geldiğine göre, numune değerleri 0,0022

kW/mK 1,892 kcal/mh°C'ye, 0,0023 kW/mK ise 1,978 kcal/mh°C'ye karşılık gelmektedir [52].



Şekil 2.22 Deney Plakaları Kesit Görünümü [52]

Elde ettikleri sonuçlara göre, içerisinde tekstil atığı bulunan numune E numunesi sesi geçirme anlamında daha dirençli davranmaktadır ve ses yalıtımına karşı pozitif özellik göstermektedir [52].

Çizelge 2.11 Ses Geçirgenliği Test Sonuçları [52]

Numune İsmi	Ses Geçirgenliği Deneyi Sonucu (dB)
A	10.6
B	11.9
C	20.2
D	49.2
E	54.0
F	36.1

Fatma Çeken, Halis Erdoğan, Ozan Kayacan ve Şebnem Seçkin Uğurlu yaptıkları çalışmada; genellikle binalarda ve taşıtlarda ses izolasyonu için kullanılan tekstil bazlı malzemelerin atıklarının geri dönüşümünden elde edilen nonwoven yüzeyleri kullanmışlardır. Bu yüzeyler 1130,17 gr/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 [53].



Şekil 2.23 a) Kesilmiş Bakır Tel Serpilmiş Nonwoven Panel b) Çok Katlı Nonwoven Panel [53]

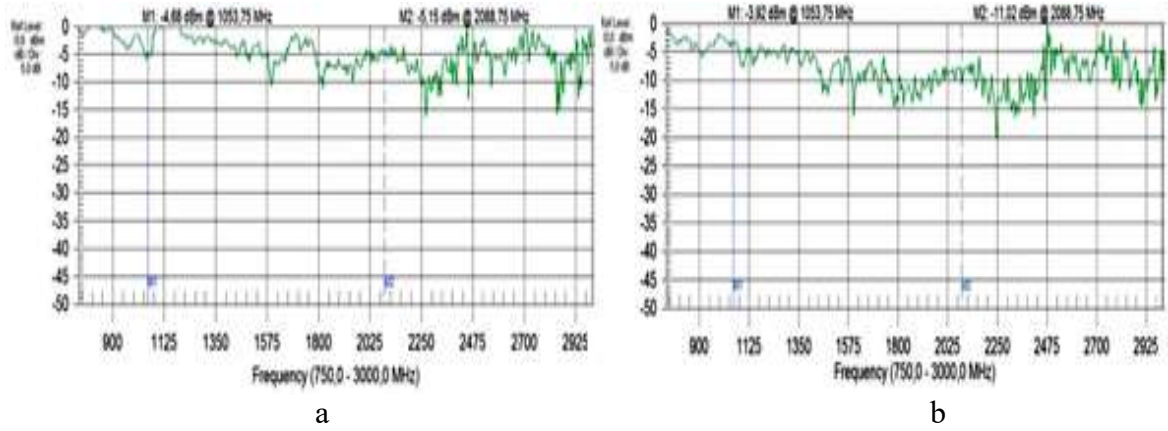
Üretilen numunelerin EMSE ölçümlerini 700-3000 MHz bandında gerçekleştirmişlerdir.



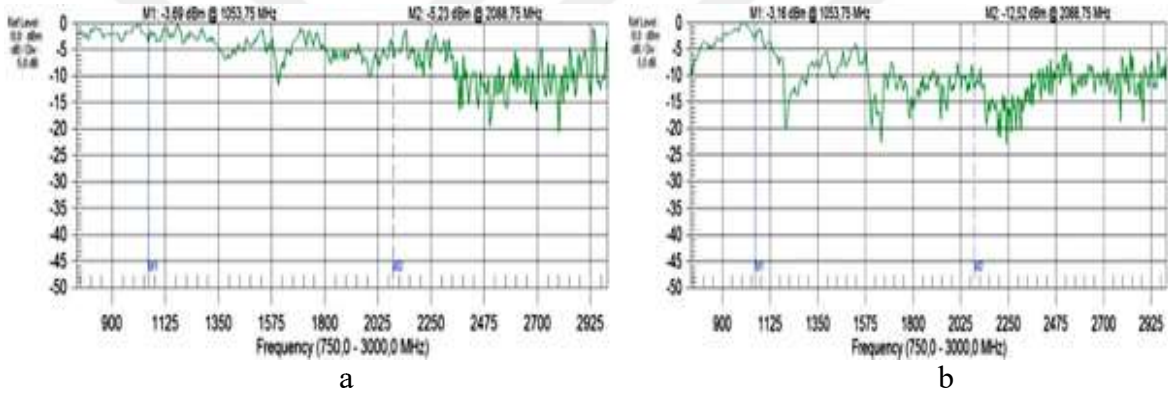
Şekil 2.24 Ölçüm Düzenegi [53]

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) numunelerini karşılaştırmışlardır ve yoğunluk artışının daha iyi kalkanlama getirdiğini belirtmişlerdir. P2 numunesinin özellikle 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) numunelerini de karşılaştırmışlardır ve yoğunluğun artmasıyla kalkanlama etkisinin arttığını, 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 gösterdiği görülmektedir. Bunun nedenini, bakır tellerin

uzamasıyla birlikte birbirine temas ihtimallerinin artmasından doğan iletkenlik artışına bağlamışlardır [53].

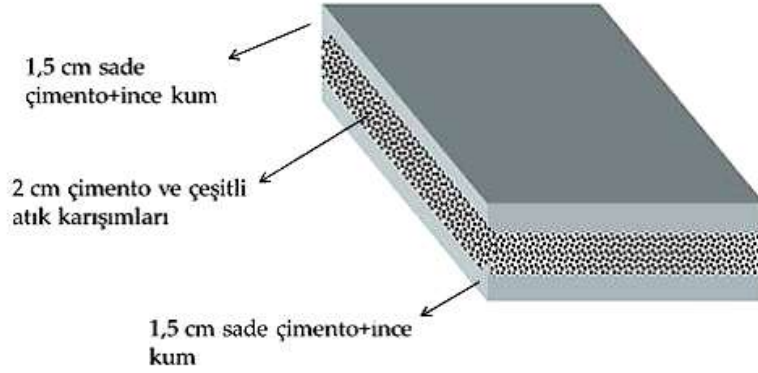


Şekil 2.25 a) P1 Numunesinin b) P2 Numunesinin EMSE Değerleri [53]



Şekil 2.26 a) P3 Numunesinin b) P4 Numunesinin EMSE Değerleri [53]

Buket Turak yaptığı yüksek lisans çalışmasında; çimento-ince kum karışımı içerisine yün ve pamuk elyaf atıklarını, pamuk ipliğini, kumaş ve kâğıt atıklarını ekleyerek blok numuneler hazırlamıştır. Hazırlanan blokların, izolasyon malzemesi olarak kullanıp kullanılmayacağını değerlendirilebilmesi açısından ısı iletim katsayılarını ölçmüştür. 40x40x5 ebadında dört farklı numune hazırlamıştır. Referans olması için sade çimento-ince kum karışımı hazırlayıp A0 olarak kodlamıştır. A1 kodlu numune için; kalıbın alttan 1,5 cm'lik kısmına çimento-ince kum karışımı dökülmüş ve üzeri sıva filesi ile kaplanmıştır, tekrar üzerine 2 cm olacak şekilde 125 gr. yün atıkları eklenmiştir ve yine üzerine çimento-ince kum karışımı eklenip sıva filtesi ile kaplanmıştır, son olarak en üstünün 1,5 cm'lik kısmına yine sade çimento-sade kum karışımı dökülmüştür [54].



Şekil 2.27 Sade Çimentonun ve Çimento-atık Karışımının Kalıba Dökülme Şekli [54]

A2 kodlu numuneyi hazırlamak için; kalıbın alttan 1,5 cm'lik kısmına çimento+ince kum karışımı dökülmüş, üzeri dokuma bir yüzey oluşturacak şekilde pamuk iplikleriyle kaplanmış ve sıva filesiyle örtülmüştür, tekrar üzerine 2 cm olacak şekilde yanmaz solüsyon emdirilmiş 50 gr. pamuk eklenip çimento-ince kum karışımı dökülmüştür ve üzeri yine dokuma yüzey oluşturacak şekilde pamuk iplikleriyle örtülüp, sıva filtresi ile kaplanmıştır [54].



Şekil 2.28 Pamuk İpliklerinin Yerleştirilmesiyle Elde Edilen Dokuma Yüzey [54]

A3 kodlu numune için; kalıbın alttan 1,5 cm'lik kısmına çimento+ince kum karışımı dökülmüş ve üzeri sıva filesi ile kaplanmıştır, üzerine 2 cm olacak şekilde alev almaz solüsyon emdirilmiş 100 gr. çeşitli kumaş atıkları ile 55 gr. kağıt atık eklenmiştir, üzerine çimento+ince kum karışımı eklenip üzeri sıva filesi ile kaplanmıştır, kalan 1,5 cm'lik kısmına ise yine sade çimento+sade kum karışımı dökülmüştür [54].

Çizelge 2.12 Çimento ve Çeşitli Atıklarla Hazırlanan A0, A1, A2, A3 Bloklarına Ait Veriler [54]

	A0	A1	A2	A3
Numune Boyu (mm)	400,00	400,00	401,00	400,00
Numune Genişliği (mm)	200,50	202,40	203,10	204,00
Numune Kalınlığı (mm)	53,70	49,70	50,50	54,80
Deney Öncesi Numune Ağırlığı (gr)	7340	6638	6287	7895
Numune Yüzey Alanı (m ²)	0,0802	0,0810	0,0814	0,0816
Kuru Birim Hacim Ağırlık (kg/m ³)	1704,31	1649,72	1528,61	1765,56
Numune Yüzeyi Sıcaklık Farkı-T ₁ -T ₂ (°C)	17,21	18,37	19,56	17,05
Isı Akışı-Q (W)	20,637	22,887	21,664	21,527
Numune Isı İletkenlik Değeri (W/mK)	0,803	0,765	0,687	0,848

Ayşe Murathan, Atilla Murathan ve Samed Karadavut tehlikeli atık kapsamında değerlendirilen plastiklerin inşaat malzemelerinde kullanımını amaçladığı çalışmalarında, propilen tekstil atığı liflerin kullanıldığı kompozitlerin mekanik dayanım, su emme ve büzülme açısından nasıl etkilediğini incelemişlerdir. Kompozit üretiminde çimento, pigment bağlama özelliği ve iyi film yapma karakteristikleri gösteren vinil akrilik esaslı bağlayıcı, polipropilen tekstil atığı, kum ve kireç kullanmışlardır. Kullanılan polipropileni, atık un çuvallarından elde etmişlerdir ve herhangi bir ön işlem uygulamamışlardır. Yüksek yoğunluklu polipropilen 0,5 cm sabit genişliğinde; 1, 3 ve 5 cm uzunluğunda olacak şekilde kesilerek düzgün şeritlere bölünmüştür. Kullanılan polipropilen lif homo polimer kapsamında olup düz iplik şeklindedir [55].

Çizelge 2.13 Kompozitlerin Kütleli Karışım Oranları [55]

Numune	Su (g)	Çimento (g)	Kum(g)	Kireç (g)	Bağlayıcı (g)	Polipropilen lif (g)
Kontrol (Katkısız –lifsiz)	230	100	50	20	0	0
Lifsiz (Bağlayıcı)	230	100	50	19	1	0
1 cm Lifli	230	100	50	15	1	4
3 cm Lifli	230	100	50	15	1	4
5 cm Lifli	230	100	50	15	1	4

Elde ettikleri kompozit malzemeleri basınç mukavemeti, su emme ve büzülme testlerine tabi tutmuşlardır. Polipropilen ve vinil akrilik lifleriyle birlikte bağlayıcının

kullanıldığı numune kontrol numunesine göre daha düşük basınç dayanımı göstermektedir. Lif içermeyen kompozitlerin gevrek bir şekilde kırıldığını, farklı boylarda polipropilen lif içeren diğer numunelerin kontrollü bir şekilde ve uzun sürede sünek bir şekilde kırıldığını; bu nedenle liflerin kompozitlere elastik bir yapı kazandırabileceğini belirtmişlerdir. Su emme ve büzülme deneylerinde alınan olumlu sonuçlar ile de özellikle sıcak ve rutubetli havalarda oluşabilecek çatlaklarda iyileştirme sağlanabileceğini ve üretilen kompozitlerin geniş yüzeyli alanlarda kullanılabileceğini vurgulamışlardır [55].

İsmail Usta, Mehmet Akalın, Dilara Koçak, Nigar Merdan ve Münir Taşdemir yaptıkları çalışmada; harman hallaç ve taraklama işlemleri esnasında ızgaralardan aşığıya dökülen 1mm, 2,5 mm ve 5 mm uzunluğundaki pamuk atıklarını toplamışlardır. 85-190 °C sıcaklık altında, 20 Bar basınçta ve 193 devir/dakikalık vida devri ile dönen çift vidalı ekstruderde, Polipropilen/Atık pamuk oranı %100/0, %97/3 ve %94/6 olacak şekilde farklı kompozit numuneler üretmişlerdir. Yapılan testler sonucunda numunelere ait çekme mukavemeti, akma mukavemeti, elastiklik modülü, % uzama, Izod darbe, sertlik ve MFI gibi mekanik ve akış değerlerini belirlemişlerdir. PP polimeri ve atık pamuk oranı %97/3 ve % 94/6 olan kompozit numunelerin elastiklik modülü, akma, kopma mukavemeti ve sertlik değerlerinde azalma görülmüştür [56].

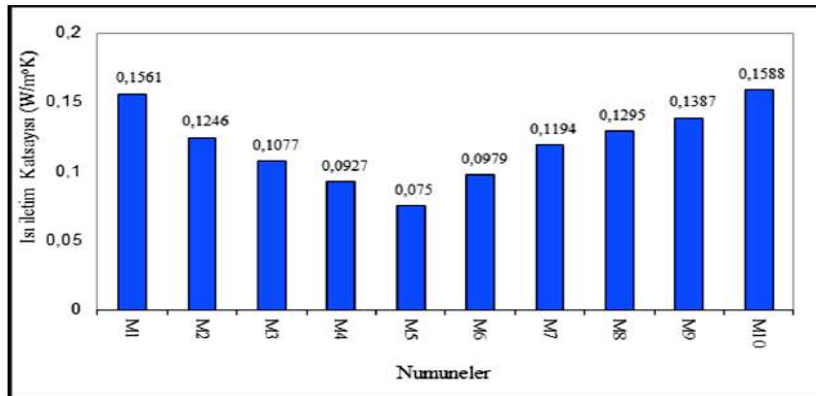
Hanifi Binici, Ahmet H. Sevinç, Mustafa Eken ve Ceyda Demirhan mısır koçanlarını değerlendirerek ısı yalıtım malzemesi oluşturmak adına yaptıkları çalışmada, ilk olarak 0-4 mm arasında öğütülmüş koçanları epoksi bağlayıcı maddesi ile karıştırarak yalıtım levhaları üretmişlerdir [57].

Daha sonra mısır koçanlarına NaOH ve Alimünyum tozu eklemiş, bağlayıcı maddesi olarak alçı ve çimento ekleyerek başka bir yalıtım malzemesi üretmişlerdir. Üretmiş oldukları yalıtım malzemelerine ısı iletkenlik katsayısı, ultrasonik ses geçirgenliği, su emme ve birim hacim ağırlık tayini testleri yapmışlardır [57].

Çizelge 2.14 Epoksi İle Ürettikleri Levha Karışım Oranları [57]

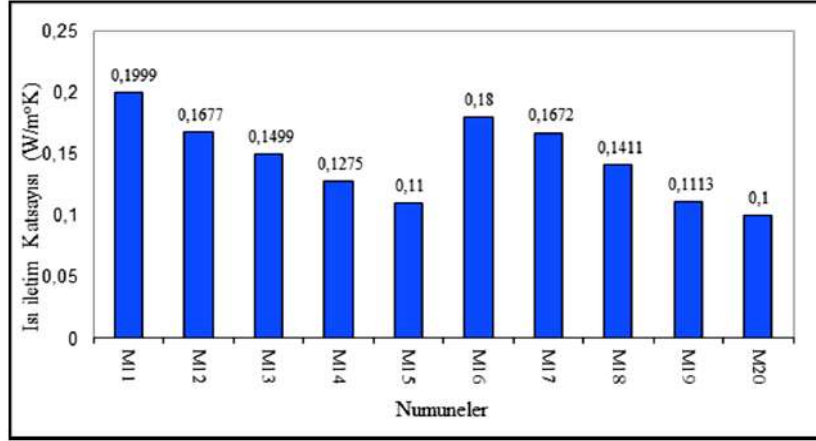
Bileşenler (g)				Bileşenler (g)						
N. İsmi	Epoksi	Mısır Koçanı	Uygulanan Basıncı(kgf/cm ²)	N. İsmi	Çimento	Alçı	NaOH	Al Tozu Tozu	Su	Mısır Koçanı
M1	30	60	0,27	M11	250	100	17	8	300	200
M2	30	60	0,22	M12	200	150	17	8	300	200
M3	30	60	0,17	M13	150	200	17	8	300	200
M4	30	60	0,12	M14	100	250	17	8	300	200
M5	30	60	0,07	M15	50	300	17	8	300	200
M6	45	60	0,27	M16	250	100	20	10	300	200
M7	45	60	0,22	M17	200	150	20	10	300	200
M8	45	60	0,17	M18	150	200	20	10	300	200
M9	45	60	0,12	M19	100	250	20	10	300	200
M10	45	60	0,07	M20	50	300	20	10	300	200

Genel olarak bakıldığında basıncın azalmasıyla birlikte ısı ve ses izolasyonun arttığını, bunun numunelerin içindeki hava boşluklarının artmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir [57].



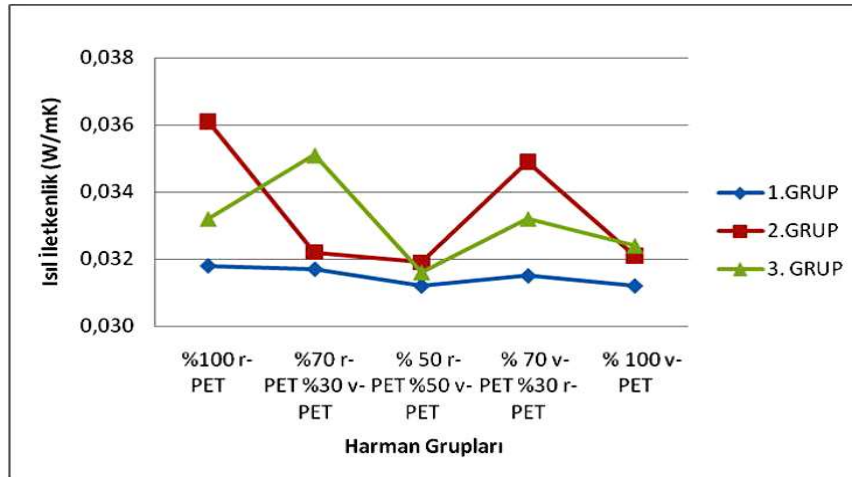
Şekil 2.29 Epoksi İle Üretilen Yalıtım Malzemelerinin Isı İletim Katsayısı [57]

Genel itibariyle çimento miktarının azaltılıp, alçı miktarının artırılmasıyla ısı ve ses izolasyonunda iyileşmelerin görüldüğünden bahsetmişlerdir.



Şekil 2.30 Alçı ve Çimento İle Üretilen Yalıtım Malzemelerinin Isı İletim Katsayısı Değerleri [57]

Ayşe Ebru Tayyar ve Sevcan Üstün Çetin yapmış oldukları çalışmada İnşaat sektöründe izolasyon malzemesi olarak kullanmayı düşündükleri dokusuz yüzey kumaşın üretimi sırasında, v-PET (saf PET lifleri) ve r-PET (Pet şişelerden geri dönüşüm yoluyla elde ettikleri PET lifleri) elyaflarının harman oranlarını ile tülbent kat sayılarını değiştirmişlerdir. Harman oranlarının ve tülbent kat sayılarının kumaşların bazı fiziksel, mekaniksel ve iletkenlik özelliklerine olan etkisini incelenmişlerdir. 6 (1. Grup), 8 (2. Grup) ve 10 (3. Grup) tülbent katından, sabit makine üretim parametreleri ile hammadde oranlarını değiştirerek numune üretmişlerdir [58].



Şekil 2.31 Farklı Harman Oranlarına Göre Üretim Gruplarının Isıl İletkenlik Değeri [58]

Çizelge 2.15 Ürettikleri Numuneler ve Test Sonuçları [58]

Numune Kodu	Isıl iletkenlik (W/m K)	Isıl iletkenlik değişimi (%)	Isıl soğurganlık ($Ws^{1/2}/m^2 K$)	Isıl soğurganlık değişimi (%)	Isıl direnç ($m^2 K/W$)	Isıl direnç değişimi (%)
1-%100 r-PET	0,0318	1,923	31,9567	0,000	0,1268	0,000
2-%70 r-PET %30 v-PET	0,0317	1,603	36,1633	13,163	0,1044	-17,666
3-%50 r-PET %50 v-PET	0,0312	0,000	35,8000	12,027	0,1068	-15,773
4-%30 r-PET %70 v-PET	0,0315	0,962	38,1433	19,359	0,1034	-18,454
5-%100 v-PET	0,0312	-	31,9567	-	0,1268	-
6-%100 r-PET	0,0361	12,461	51,8300	3,028	0,1117	-16,766
7-%70 r-PET %30 v-PET	0,0322	0,312	50,9633	1,305	0,1090	-18,778
8-%50 r-PET %50 v-PET	0,0319	-0,623	55,3267	9,979	0,1143	-14,829
9-%30 r-PET %70 v-PET	0,0349	8,723	56,5000	12,311	0,1038	-22,653
10-%100 v-PET	0,0321	-	50,3067	-	0,1342	-
11-%100 r-PET	0,0332	2,469	68,4033	16,069	0,1624	-11,978
12-%70 r-PET %30 v-PET	0,0351	8,333	68,3467	15,973	0,1151	-37,615
13-%50 r-PET %50 v-PET	0,0316	-2,469	62,6000	6,222	0,1481	-19,729
14-%30 r-PET %70 v-PET	0,0332	2,469	59,0433	0,187	0,1702	-7,751
15-%100 v-PET	0,0324	-	58,9333	-	0,1845	

Gizem Celep ve Mehmet Emin Yüksekaya yaptıkları çalışmada; geri dönüşüm liflerden üretilen battaniyelerin ısı konfor özelliklerini klasik battaniyelerinki ile karşılaştırmak amacıyla, geri dönüşüm liflerden ve orijinal liflerden eğrilen Nm 9 numara open-end ipliğini atkı ipliği olarak kullanarak battaniye üretimleri gerçekleştirmişlerdir [59].

Çizelge 2.16 Battaniye Numunelerinin Özellikleri [59]

Materyal	Hammadde Oranları		İplik Numarası		Sıklık (Tel/cm)		Gramaj (g/m^2)
	Atkı ipliği	Çözümlü ipliği	Atkı ipliği	Çözümlü ipliği	Atkı	Çözümlü	
Atkı ipliği geri dönüşüm liflerden üretilmiş battaniye	%63Co, %33 PES, %4 PAC	%50Co, %47 PES, %3 PAC	Nm 9	Nm 33	18	18	304
Atkı ipliği orijinal liflerden üretilmiş battaniye	%46Co, %10 PES %44 PAC	%43Co, %50 PES, %7 PAC,					466

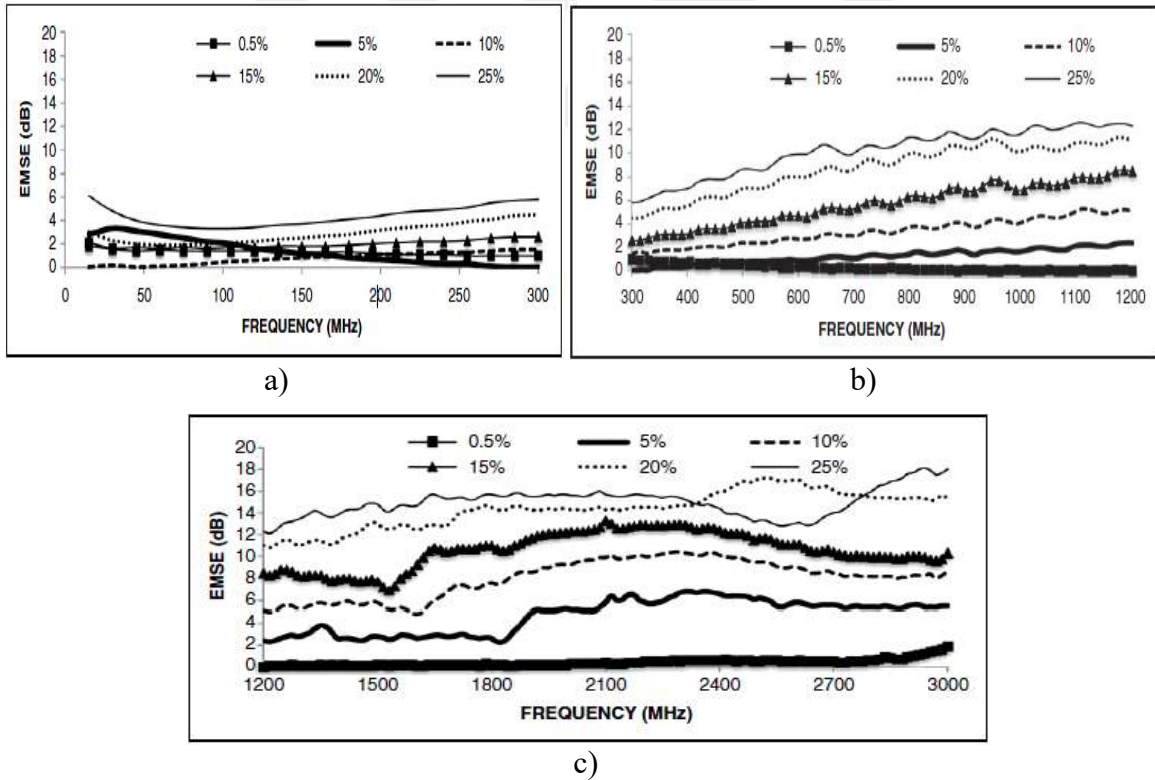
Yaptıkları çalışmanın sonunda, geri dönüşüm liflerden ve orijinal liflerden elde edilen battaniyelerin ısı iletkenlik ve ısı direnç değerlerinde istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca geri dönüşüm liflerden üretilen battaniyenin ısı

soğurganlık değerinin orijinal liflerden elde edilen battaniyeden daha düşük olduğu tespit etmişlerdir [59].

Çizelge 2.17 Isıl Konfor Özelliklerine Ait Sonuçlar [59]

Numune	Isıl İletkenlik (W / m K)	Isıl Direnç (m ² K/W)	Isıl Soğurganlık (W s ^{1/2} / m ² K)
Atkısı orijinal liflerden üretilen battaniye	0,04673	0,13230	80,09
Atkısı geri dönüşüm liflerden üretilen battaniye	0,04615	0,12673	73,39

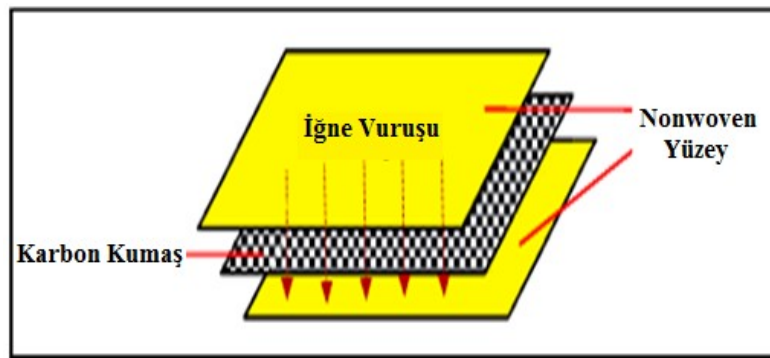
Mustafa Sabri Özen, Erhan Sancak, Ali Beyit, İsmail Usta ve Mehmet Akalın yaptıkları çalışmada, paslanmaz çelik/polyester lifleri ile normal polyester liflerinin 10/90, 20/80, 30/70, 40/60 ve 50/50 oranlarında karıştırarak iğneleme yöntemi ile elde ettikleri nonwoven yüzeylerin elektromanyetik kalkanlama özelliklerini araştırmışlardır. Paslanmaz çelik/polyester lifleri 50/50 oranında iki bölümden oluşmaktadır. Öz olarak çelik tel kullanılmış dışına ise polyester lifi sarılmıştır. Paslanmaz çelik/polyester liflerinin boyu 90 mm iken normal polyester liflerinin ise 55 mm'dir [60].



Şekil 2.32 a)0-300 MHz Aralığında b) 300-1200 MHz Aralığında c) 1200-1500 MHz Aralığında Numunelerin EMSE Değerleri [60]

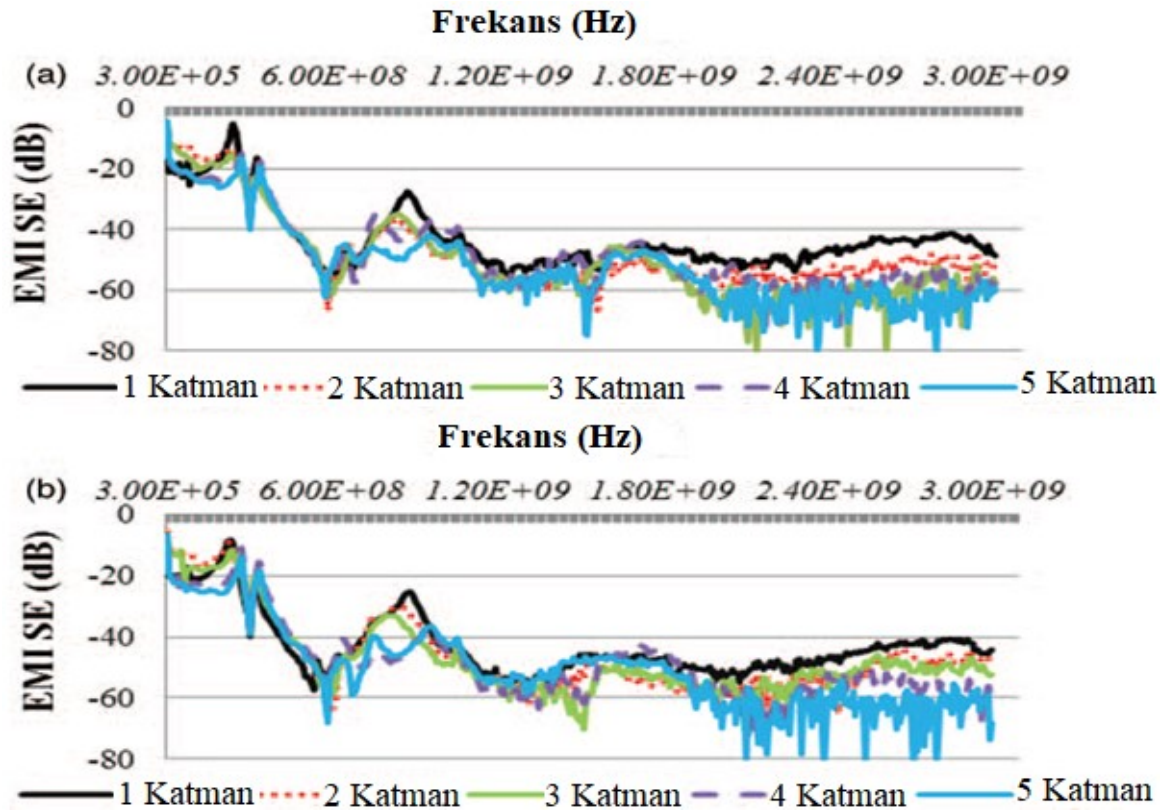
Yaptıkları testler sonucunda paslanmaz çelik tel miktarının artmasıyla birlikte EMSE'nin arttığını, yüksek frekanslarda (kısa dalga boyuna sahip elektromanyetik dalgalar) kumaşa daha dik olarak geldiğini bu nedenle çelik tellerin boyuna yerleşiminin artmasının EMSE'yi arttırdığını belirtmişlerdir. Daha önceki çalışmalarda çelik telle güçlendirilmiş dokuma kumaşların düşük frekanslarda, örme kumaşların ise yüksek frekanslarda daha fazla elektromanyetik kalkanlama yaptıklarını gözlemlemişlerdir. Yaptıkları çalışmada ise nonwoven yüzeylerde frekansın arttıkça kalkanlamanın da lineer olarak arttığını belirtmişlerdir. Numunelerinin soğurma değerlerinin 15-300 MHz frekans değerleri arasında düştüğünü, 300-1200 MHz arasında stabil devam ettiğini, yüksek frekansta ise arttığını gözlemlemişlerdir. Numunelerin EMSE değerlerinin çelik tel miktarının artmasıyla arttığını, 15-3000 MHz arasında stabil olarak arttığını belirtmişlerdir [60].

Ting-Ting Li, Rui Wang, Ching-Wen Lou, Mei-Chen Lin ve Jia-Horng Lin 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 üretilen nonwoven yüzeyler arasına 1, 2, 3, 4 ve 5 kat karbon kumaş koyarak kompozit malzeme üretmişlerdir. Bu iki malzemeyi birleştirirlerken iğne yoğunluğunu (100, 150, 200, 250 needles/cm²) değiştirmişlerdir ve aynı iğne yoğunluğu değerinde pressiz ve sıcak presli olacak şekilde kompozit malzemeler üretmişlerdir. Üretim parametrelerini, iğne yoğunluğunu, katman sayısını ve ısıl bağlama etkilerini araştırmışlardır [61].



Şekil 2.33 Kompozit Malzemenin Yapısı [61]

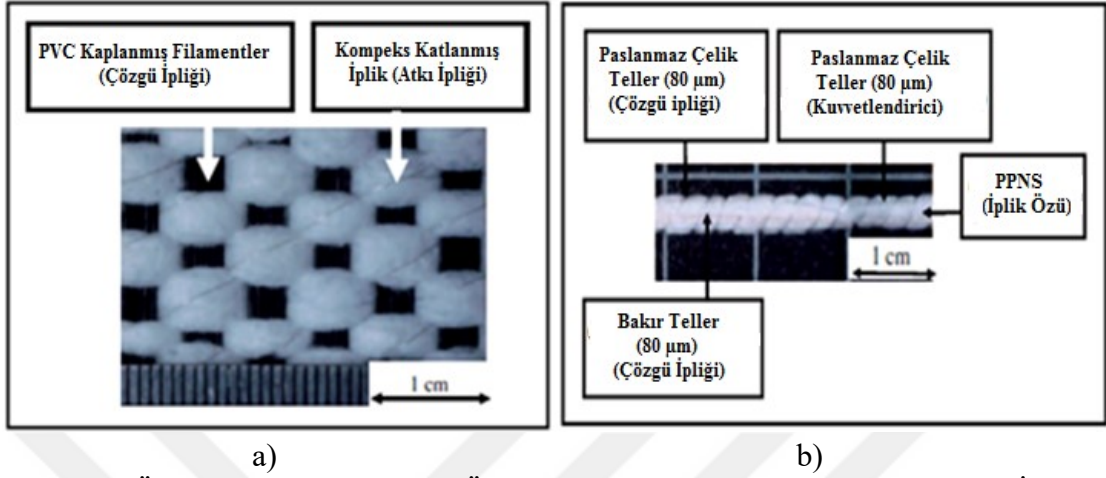
Yapılan testler sonucunda, katların artmasıyla birlikte EMI SE değerlerinin arttığını ve EMI SE değerleri için optimal üretim parametrelerinin 150 iğne/cm² iğne yoğunluğu, 3 katman sayısı ve ısısal bağlama olduğunu belirtmişlerdir. Sıcak presle üretilen numunelerde 3 katın üstüne çıkıldığında, kalkanlama artışını kayda değer bulmamaktadırlar. Sıcak preslenmiş ve preslenmemiş numunelerin 500 MHz-1 GHz ve 2-3 GHz frekans aralığında yüksek kalkanlama değerleri vermekte olduğunu gözlemlemişlerdir [61].



Şekil 2.34 150 iğne/cm² İğnelemede ve 300 K-3 GHz Arasındaki Frekanslarda
a) Sıcak Preslenmiş b) Preslenmemiş Numunelerin EMI SE Değerleri [61]

Ching Wen Lou, Chin-Mei Lin, Wen-Hao Hsing, An-Pang Chen ve Jia-Horng Lin yaptıkları çalışmada, geri dönüşümle elde edilmiş nonwoven yüzeylerin kenar artıklarına (PPNS) iplik özünü oluşturmak suretiyle, dışına paslanmaz çelik tel sararak katlı iplik oluşturmuşlardır. Katlı ipliği güçlendirmek amacıyla, özüne paralel bir şekilde bakır ve paslanmaz çelik tel yerleştirmişlerdir. Kullanılan tellerin hepsi 80 µm'dir. Ürettikleri dokunmuş numunelerde katlı iplikleri atkı olarak, PVC kaplı PET filamentleri ise çözgü

olarak kullanmışlardır. Ürettikleri bu numuneleri üst üste çeşitli açılarda koyarak 2, 3, 4, 5 ve 6 katlı olacak şekilde test etmişlerdir [62].



Şekil 2.35 a) Üretilen Dokuma Kumaş Örneği b) Çelik Telle Güçlendirilmiş Katlı İplik [62]

Çalışmanın sonucunda; 4,5 tur/m (sarılan en yüksek değer) paslanmaz çelik tel ile sarılmış, bakır ve paslanmaz çelik tel ile özü güçlendirilmiş iplikten elde edilen kumaştan $0^0/90^0/0^0/90^0/0^0/90^0$ açılarda 6 kat birleştirilerek elde edilen numune 56.1 dB ile en iyi EMSE değerine sahip olmuştur. Metal miktarının ve kumaş kat sayısının artmasıyla birlikte numunenin EMSE değerlerinin yükseldiğini gözlemlemişlerdir. En yüksek EMSE değerini elde edebilmek için optimal yerleşimin ve metal temasının 90^0 olduğunu ve en düşük EMSE değerinin ise 0^0 açıda elde edildiğini belirtmişlerdir [62].

Val Yachmenev, Ioan Negulescu ve Chen Yan yaptıkları çalışmada pamuk, kenaf, rami, keten, şeker kamışı ve jüt liflerini kullanmışlardır. Araba tavanı için kenaf-rami lifi bazlı numunelerin hazırlanmasında, iğneleme işleminin ardından bağlayıcı olarak %10 PVA solüsyonu kullanmışlardır. Araba bagaj içi için şeker kamışı-pamuk lifi bazlı numunelerin hazırlanmasında ise bağlayıcı olarak geri dönüştürülmüş polyester ve polipropilen liflerini tercih etmişlerdir. Yine araba bagaj içi için selüloz bazlı lif numunelerin hazırlanmasında ise sadece iğneleme işlemi uygulamışlardır [63].

Çizelge 2.18 Araba Tavanı İçin Kenaf-Rami Lifi Bazlı Ürettikleri Numunelerin Test Sonuçları [63]

	Numune	Yoğunluk (kg/m ³)	Isı İletkenlik Katsayısı (W/mK)	Yoğunluk / Isı İletkenlik Katsayısı (Wm ² /Kkg)
Tarak Makinası İle	1	0,159	0,0210	0,132
	2	0,158	0,0216	0,137
	3	0,148	0,0217	0,147
	4	0,135	0,0197	0,146
	5	0,154	0,0276	0,179
	6	0,148	0,0205	0,139
	7	0,168	0,0202	0,12
	8	0,124	0,0151	0,122
	9	0,157	0,0223	0,142
Hava İle Serme	100 Kenaf	0,119	0,0208	0,174
	70/30 K/R	0,14	0,0218	0,156

Çizelge 2.19 Bagaj İçi Selüloz Bazlı Liftten Elde Edilen Numunelerin Test Sonuçları [63]

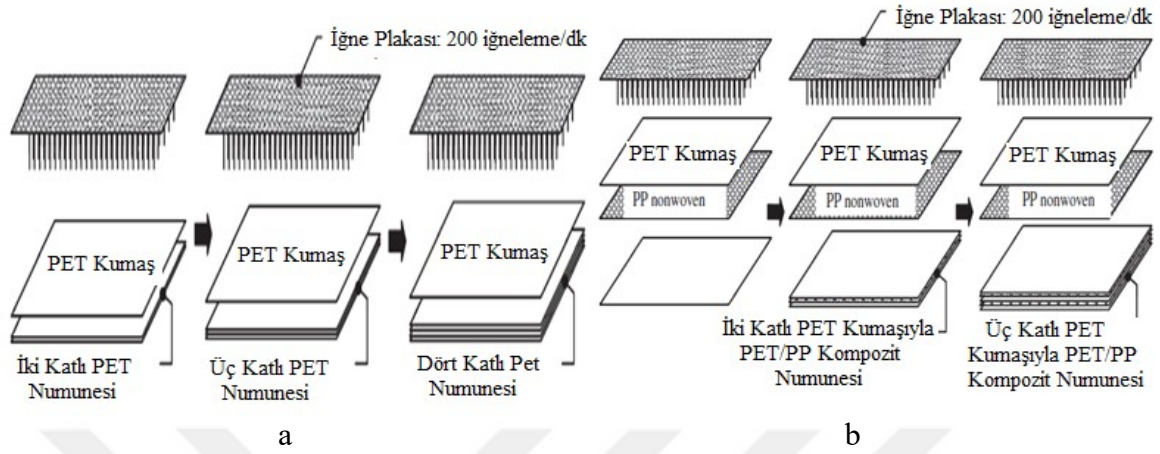
	Numune Kodu	Numune Açıklaması	Yoğunluk (kg/m ³)	Isı İletkenlik Katsayısı (W/mK)	Bileşim Oranları (Ağırlıkça %)
Tarak Makinası İle	C20-1	4 kez iğnelenmiş; seyrek dokunmuş PET kumaş üzerine; kenaf + geri dönüştürülmüş PE + PP	93,9	0,0366	35:35:30
	C20-2	4 kez iğnelenmiş; seyrek dokunmuş PET kumaş üzerine; jüt + geri dönüştürülmüş PE + PP	92,7	0,0363	35:35:30
	C20-3	4 kez iğnelenmiş; seyrek dokunmuş PET kumaş üzerine; pamuk + geri dönüştürülmüş PE + PP	94,7	0,0385	35:35:30
	D20-1	2 kez iğnelenmiş; kenaf + PP	78,9	0,0349	50:50
	D20-2	2 kez iğnelenmiş; jüt + PP	71	0,0350	50:50
	D20-3	2 kez iğnelenmiş; keten + PP	68,4	0,0242	50:50
	Kontrol Numunesi	C20-4	Geri dönüştürülmüş PE + PP	78,7	0,0361

Çizelge 2.20 Bagaj İçi Şeker Kamışı/Pamuk Lifi Bazlı Numunelerin Test Sonuçları [63]

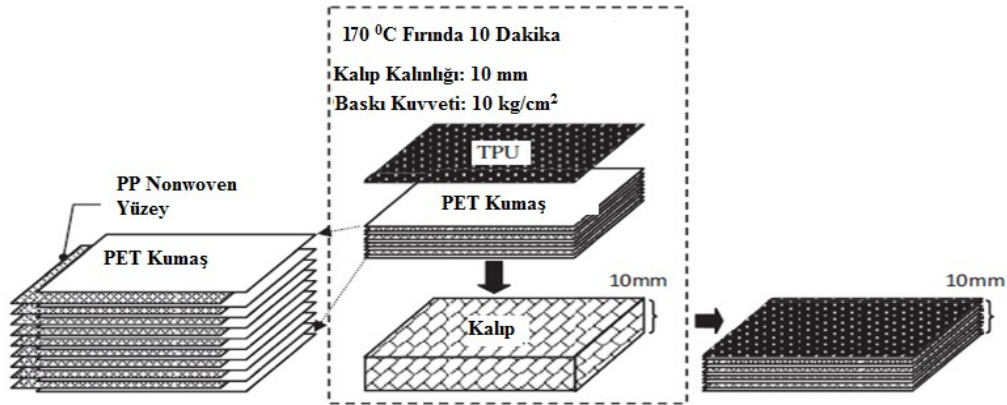
Numune Kodu	Kat Adedi	Numune Açıklaması	Yoğunluk (kg/m ³)	Isı İletkenlik Katsayısı (W/mK)
BagCot-1	12	70(70/30 şeker kamışı/pamuk) / 30 EBC	762	0,0864
BagCot-2	6	70(70/30 şeker kamışı/pamuk) / 30 EBC	792	0,0762
BagCot-3	6	70(70/30 şeker kamışı/pamuk) / 30 EBC	803	0,0784

Chen-Hung Huang, Jia-Horng Lin ve Yu-Chun Chuang yaptıkları çalışmada geri dönüştürülmüş polipropilenden elde edilmiş dokusuz yüzey kumaşların artıklarını, iki çeşit

polyester lifini ve termoplastik poliüretandan elde edilmiş dokusuz yüzeyi kullanarak kompozit malzeme numuneleri üretmişlerdir [64].



Şekil 2.36 İğneleme Yöntemi ile a) Polyester b) Polyester/Polipropilen Lifinden Elde Edilen Nonwoven Numuneleri [64]



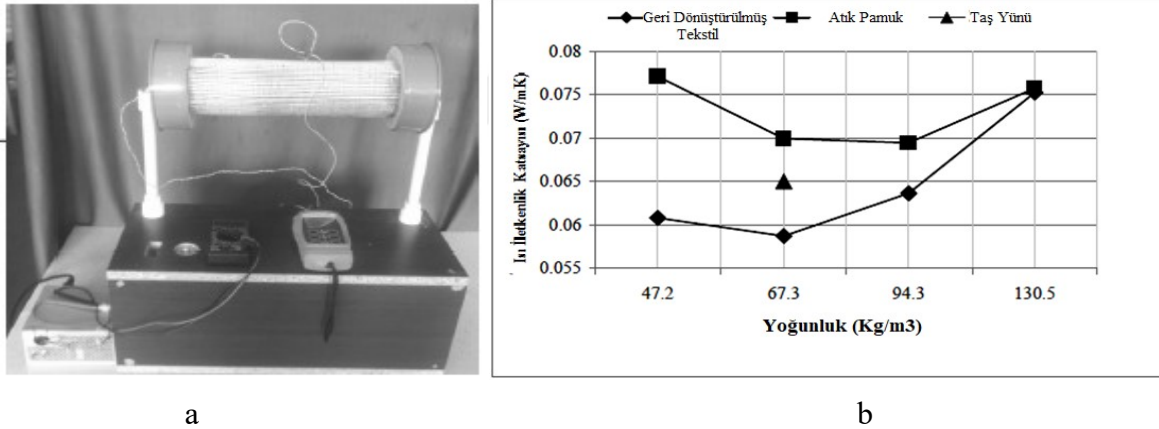
Şekil 2.37 Isısal Bağlama Yöntemiyle Elde Edilen Polyester/Polipropilen/Termoplastik Poliüretan'dan Oluşan Kompozit Numune [64]

Sadece PET lifinden elde edilen dokusuz yüzey ve PET dokusuz yüzeyler ile PP kumaş artıkları kullanılarak elde edilen dokusuz yüzey numuneleri iğneleme yöntemi ile farklı kalınlıklarda ve 2-10 kat arasında olacak şekilde üretmişlerdir ve üzerine TPU dokusuz yüzey numuneleri ısısal bağlama yöntemi ile yapıştırmışlardır [64].

Yaptıkları çalışmanın sonucunda; PET/PP ve PET/PP/TPU kompozit numunelerinin 0.0373-0.0751 W/mK arasında değişen ve iyi olarak nitelendirdikleri ısı iletkenlik değerlerine sahip olduğundan bahsetmişlerdir. PET/PP kompozit numunelerin PET numunelerine nazaran orta düzey frekanslarda daha iyi ancak yüksek frekanslarda ise daha düşük ses absorpsiyonu gösterdiğini, 10 kata ulaşan PET/PP kompozit numunelerin

ses absorpsiyon katsayısının 0.682'ye ulaştığını, TPU yüzeyinin orta ve düşük frekans bandında ses absorpsiyon katsayısı ortalamasını muazzam bir şekilde 0.491'e yükselttiğini belirtmektedirler [64].

Gheorghe Horga, Mihaela Horga, Ioan Hossu ve Dorin Avram yaptıkları çalışmada, sıcak boruların izolasyonunu sağlamak adına lif, iplik ve triko formunda geri kazanılabilir tekstilleri kullanarak geleneksel olmayan yöntemlerle iki farklı kompozit numune üretmişlerdir. İlk numuneyi oluştururken; çeşitli örme ve konfeksiyon fabrikalarından gelen artıkları metal ve plastiklerinden ayırdıktan sonra renklerine göre düzenlemişler ve 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 [65].

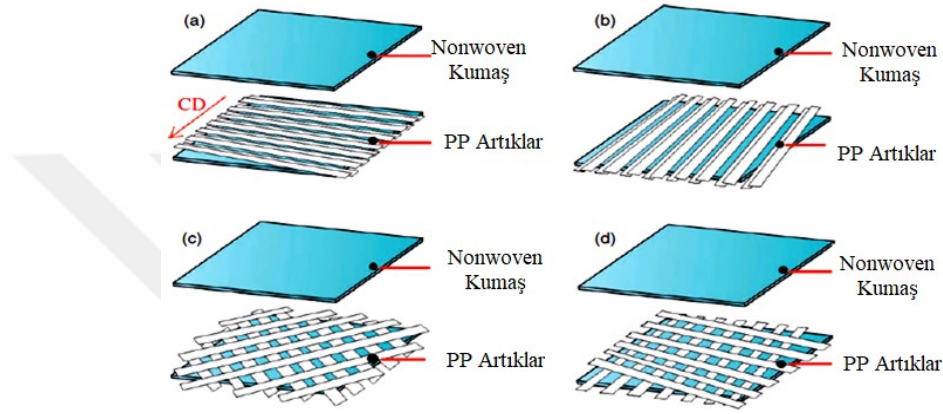


Şekil 2.38 a) Ürettikleri Numune b) Ölçüm Düzeneği ve Farklı Yoğunluktaki Numunelerin Isı İletkenlik Değerleri [65]

Testler sonucunda piyasada izolasyon malzemesi olarak kullanılan 67.3 Kg/m³'lük taş yününün ısı iletkenlik katsayısı değerinin, 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 değiştiğinin belirtmişlerdir [65].

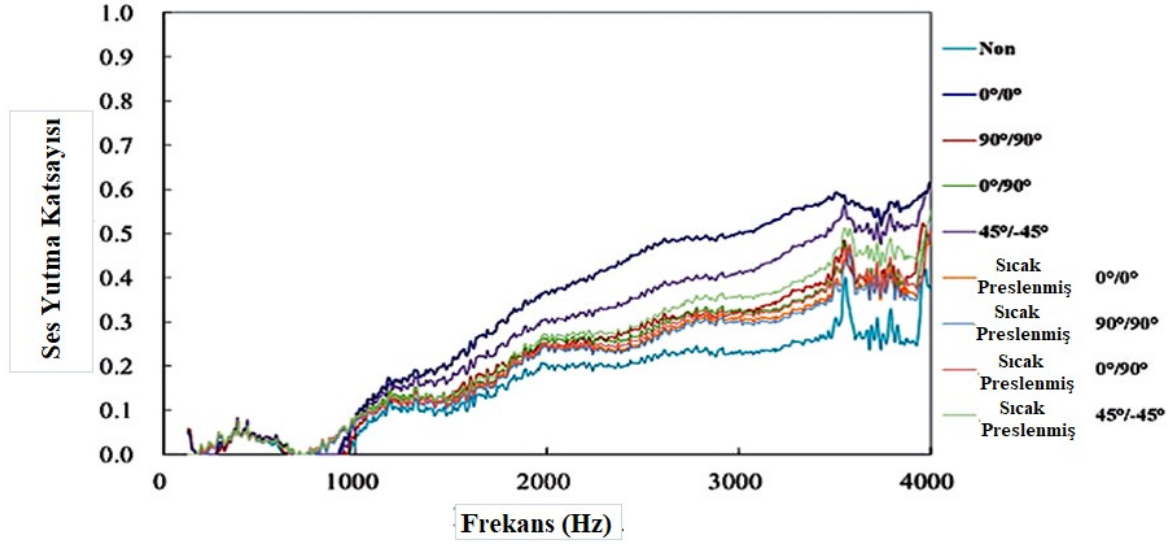
Jia-Horng Lin, Ting-TingLi ve Ching-Wen Lou yaptıkları çalışmada, geri dönüştürülmüş kevlar (kevlar artık kumaşlarından elde edilmiştir), Nylon 6, düşük sıcaklıkta eriyen polyester ve polipropilen liflerini kullanmışlardır. Kevlar, nylon 6 ve

düşük sıcaklıkta eriyen polyester lifleri açma, karıştırma, taraklama, katlama ve iğneleme işlemlerinden geçirerek dokusuz yüzey oluşturmuşlardır. Daha sonra oluşturulan dokusuz yüzey sıcak presten geçirilmiştir. Kevlar numune içeriği olarak %20'yi oluştururken, düşük sıcaklıkta eriyen PET'in oranını %10, 20, 30 ve 40 olacak şekilde değiştirmişlerdir. Ağırlıkça %10 olacak şekilde polipropilen artıklarını dokusuz yüzeyler arasında $0^0/0^0$, $90^0/90^0$, $-45^0/45^0$ ve $0^0/90^0$ açılarda yerleştirerek iğnelemişler ve 140, 160, 180, 200 °C gibi farklı sıcaklıklardan geçirerek kompozit malzeme üretmişlerdir [66].



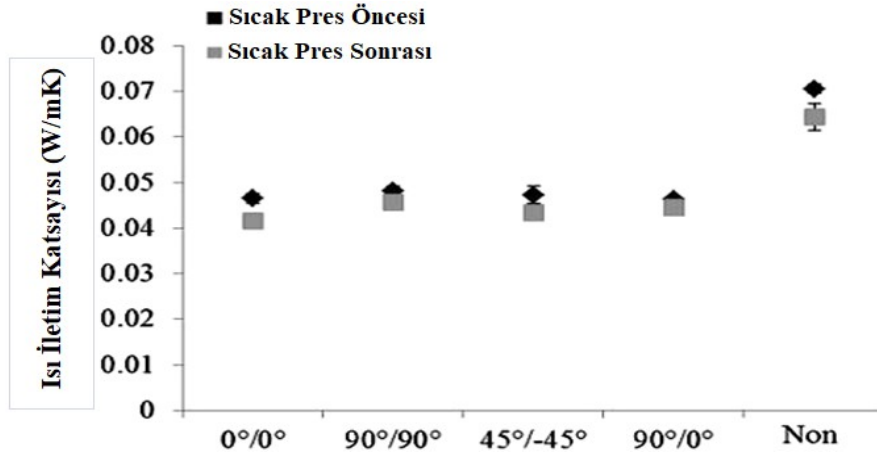
Şekil 2.39 a) $0^0/0^0$ b) $90^0/90^0$ c) $-45^0/45^0$ ve d) $0^0/90^0$ Açılımla İki Kat Kevlar/Nylon/Low-Melt PET Arasına Yerleştirilmiş PP Kumaş Artıkları İle Hazırlanmış Kompozit Numuneler [66]

Yapılan testler sonucunda PP kumaş artıklarının kullandığı kompozit numunelerin hiç kullanılmayan numuneye göre ses yutma katsayılarının 1000-4000 Hz arasında daha yüksek olduğunu bunun nedeninin 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 artık kumaşlarının $0^0/0^0$ açıyla dokusuz yüzey arasına yerleştirilerek elde edilen kompozit numunenin ses yutma katsayısı açısından en optimum (1000-4000 Hz arasında en yüksek) olanıdır [66].



Şekil 2.40 Kompozit Numunelerin Ses Yutma Katsayısı Değerleri [66]

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 de 0.046 W/mK'ye düşmektedir. En düşük ısı iletkenlik katsayısı, 0.041 W/mK değer ile PP artık kumaşların 0°/0° açıyla dokusuz yüzey arasına yerleştirilmesiyle elde edilen kompozit numuneye aittir [66].



Şekil 2.41 Kompozit Numunelerin Isı İletim Katsayısı Değerleri [66]

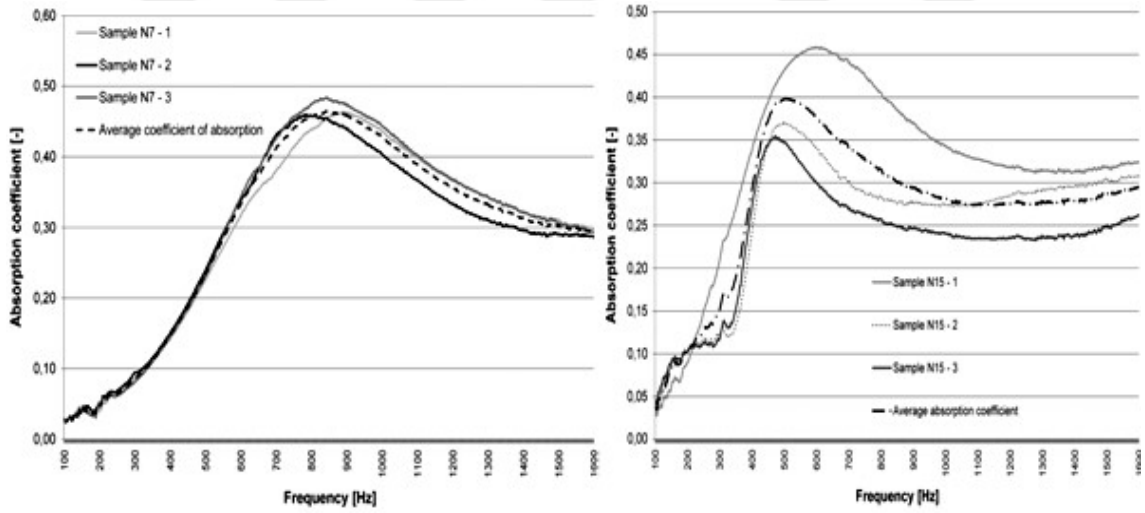
P. Ricciardi, E. Belloni ve F. Cotana yaptıkları çalışmada; kalınlığı 12 mm ve 20 mm olan, atık kâğıt ve tekstil lifleriyle 2 çeşit panel üretmişlerdir. İlk numune (N7) her biri 2.5 mm kalınlığında olan tekstil liflerinden oluşmuş dış katmanların içine 7 mm kalınlığında tamamen geri dönüştürülmüş atık kağıt katmanının yapıştırılması ve preslenmesi ile oluşturulmuştur. İkinci numunede (N15) ise iç katmanın yüksekliği 15 mm

olmuştur. Numunelerde seçilen toplam kalınlığın 12 mm ve 20 mm olmasının nedeni piyasada ortak olarak üretilen standart ölçülerden bir tanesi olmasıdır. Ürettikleri numunelere ses yutma ve ısı iletkenlik testleri yaparak piyasadaki farklı malzemelerle karşılaştırmışlardır [67].



Şekil 2.42 Üretilen Numunelerin Görünüşü [67]

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 [67].



Şekil 2.43 Numunelerin Ses Yutma Katsayılarının 100-5000 Hz Arasındaki Değerleri [67]

Çizelge 2.21 N7 ve N15 Numunelerinin Karşılaştırmalı Değerleri [67]

	Kalınlık (cm)	500 Hz'deki Ses Yutma Katsayısı	Isı İletkenlik Katsayısı (W/mK)	Topladığı Enerji (Mj/kg)
Cam Yünü	5,0	1,0	0,050	34,60
Selüloz Flok (paneller)	6,0	1,0	0,039	4,24
Kenaf lifler	5,0	0,7	0,038	15,00
Taş Yünü	5,0	0,9	0,040	22,12
Genleştirilmiş Poliüretan	5,0	0,6	0,030	98,90
Genleştirilmiş Polisitiren	4,0	0,5	0,040	99,20
Mantar Panel	4,0	0,4	0,050	7,05
Kenevir	30,0	0,6	0,050	15,00
Atık Tekstil ve Tekstil Lifleri (N7-N15)	1,2-2,0	0,23-0,40	0,034-0,039	18,17

Youneng Lee ve Chang Whan Joo yaptıkları çalışmada, farklı oran ve incelikteki geri dönüştürülmüş polyester lifinden ısıl bağlama yöntemiyle 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 için 3 kez taraklayarak ve 130 °C sıcaklıktaki hava ile bağlayarak numuneler oluşturmuşlardır. Ayrıca bu numunelerin dışında yüzeyin orta katmanındaki yerleşimini değiştirerek farklı numune üretmişlerdir. 3.çeşit numune olarak da yüzeyleri farklı malzemeden filmlerle kaplanan numuneleri üretmişlerdir [68].

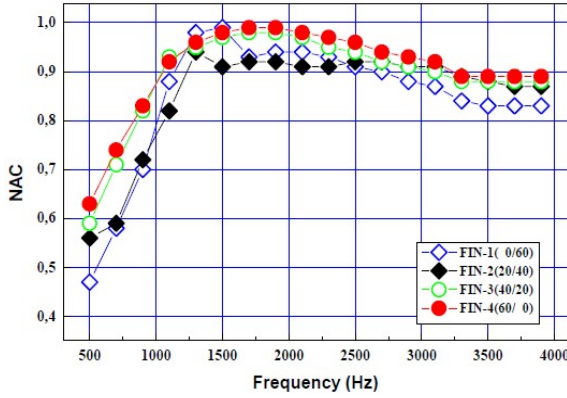
Çizelge 2.22 a), b) ve c) Üretilen Numunelerin Kodları ve Özellikleri [68]

Numune Kodu	LMP stapel Polyester Lifleri (6 den, 42 mm), %	Düzenli PET 38 mm Staple Lifleri %			Numune Kodu	LMP Stapel Polyester Lifleri (6 den, 42 mm), %	Ultraince Lif (0,05 den, 42 mm), %	Yerleşim Açısı, Derece
		1,25 den	2 den	7 den				
FIN 1	40	0	60					
FIN 2	40	20	40					
FIN 3	40	40	20					
FIN 4	40	60	0					
LMP 1	70			30	LAY1	40	60	0
LMP 2	60			40	LAY2			35
LMP 3	50			50	LAY3			45
LMP 4	40			60	LAY4			90

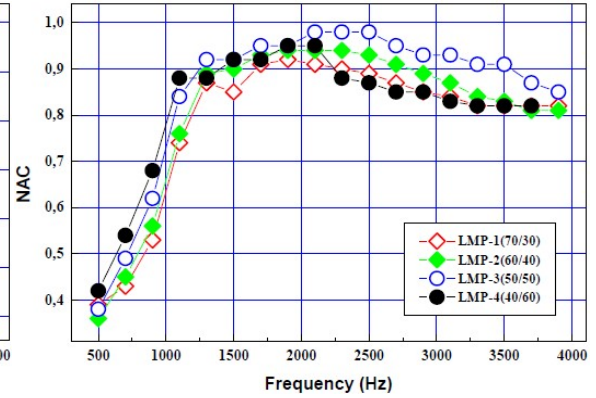
C

Yapısı	Numune Kodu	LMP Stapel Polyester Lifleri (6 den, 42 mm), %	Düzenli PET 42 mm staple fibres, %		Ultraince Lifler (0,05 den, 42 mm)	Katman Cinsi
			3 den	7 den		
Kaplanmış	COM1	30	50	20		PP film 0,03 mm
	COM2					PP film 0,03 mm
	COM3					Al foil 0,03 mm
Arasına Yerleştirilmiş	COM4	40			60	
	COM5					SB nonwoven 0,58 mm
	COM6					PP film nonwoven 0,08 mm

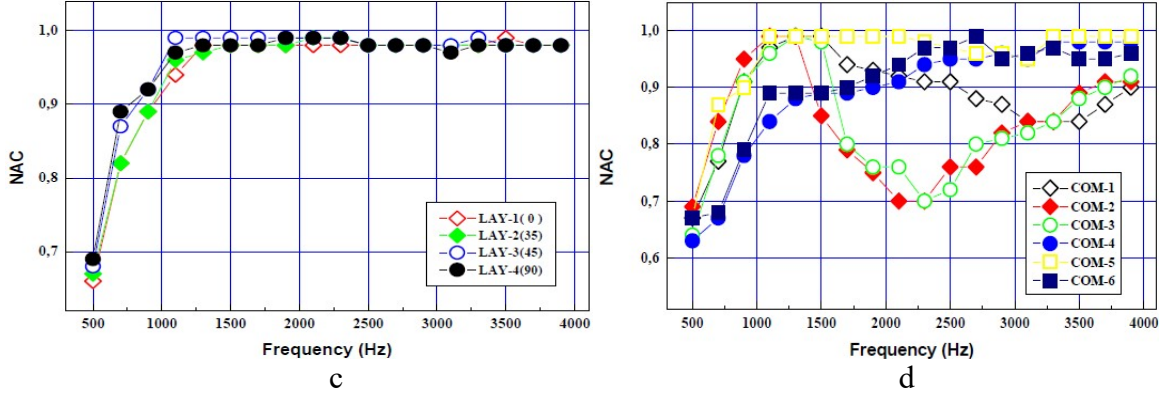
Yapılan testler sonucunda, ince lif içeriğinin artmasının ses yutma katsayısına herhangi bir etkisinin olmadığını ancak tüm numunelerin etkili bir ses yutma değerine ulaştığını gözlemlemişlerdir. Düşük sıcaklıkta eriyen polyester lif içeriğinin artmasının ses yutma katsayısının düşmesine (özellikle 2000-3500 Hz arasında) neden olduğunu bunun da numune kalınlığının ve rastlantısal etkinin azalmasıyla meydana geldiğini belirtmişlerdir. Ayrıca eriyen polyester lif içeriğinin artmasının yüzeydeki mikro gözenekleri kapattığından bahsetmişlerdir ve bu durumun da ses yutma özelliğini düşürdüğünü vurgulamışlardır [68].



a



b



Şekil 2.44 a), b), c) ve d) Üretilen Numunelerin Ses Yutma Katsayısı Sonuç Grafiği [68]

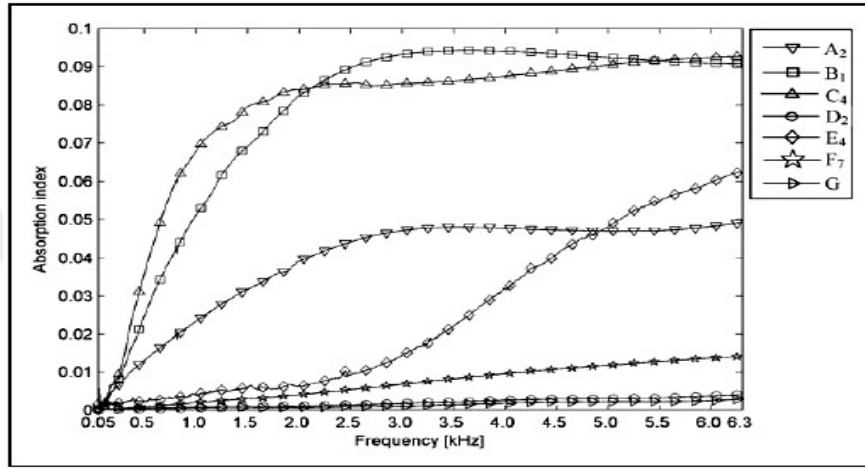
Merve Küçük ve Yasemin Korkmaz yaptıkları çalışmada dokusuz yüzeylerin ses yutma performansında etkili olan fiziksel parametrelerini araştırmışlardır. 3 değişik üretim yöntemi kullanarak farklı orandaki ve lif tipleriyle, 8 farklı numune elde etmişlerdir. Ses yutma özellikleriyle beraber üretim yöntemi, kalınlık, numune kompozisyonu, hava geçirgenliği, lif kalınlığı ve gramaj gibi parametrelerin etkisini araştırmışlardır [69].

Çizelge 2.23 Numunelerin Teknik Özellikleri [69]

Lif İçeriği	Numune Kodu	Gramaj (g/m ²)	Ortalama Kalınlık (mm)	Ortalama Hava Geçirgenliği (mm/s) / Birim Hacim	Ortalama Lif Numarası (dtex)	Bağlama Metodu
%70 Yün ve %30 Bikomponent Polyester	A ₁	550	16.35	0.0398	8.3/7.4	Termal
	A ₂	1200	35.38	0.0137	8.3/7.4	Termal
%70 Pamuk ve %30 Polyester	B ₁	1200	26.56	0.0088	2.7/7.4	Termal
	B ₂	1300	28.30	0.0068	2.7/7.4	Termal
%70 Akrilik-Pamuk-Polyester ve %30 Polipropilen	C ₁	1300	11.39	0.0198	11.1	Termal
	C ₂	1400	12.47	0.0134	11.1	Termal
	C ₃	2800	20.70	0.0056	11.1	Termal
	C ₄	2900	23.95	0.0035	11.1	Termal
%90 Polyester ve %10 Polyester (Low Melt)	D ₁	400	2.47	0.1352	3.3-4.4	Termal
	D ₂	600	3.18	0.1418	3.3-4.4	Termal
%70 Polyester ve %30 Polyamid	E ₁	60	0.23	1.1980	0.15	Su Jeti
	E ₂	100	0.32	0.2348	0.15	Su Jeti
	E ₃	130	0.38	0.1318	0.15	Su Jeti
	E ₄	170	0.63	0.0397	0.15	Su Jeti
100% polyester	F ₁	45	0.23	3.2674	1.7	Su Jeti
	F ₂	100	0.51	0.9823	1.7	Su Jeti
	F ₃	150	0.78	0.5138	1.7	Su Jeti
	F ₄	100	0.83	0.8048	3.3	İğneleme
	F ₅	180	1.32	0.3163	3.3	İğneleme
	F ₆	470	1.93	0.0779	2.2	İğneleme
	F ₇	900	7.34	0.0614	3.3	İğneleme
100% meta-aramid	G	500	1.88	0.1421	2.2	İğneleme
Ticari Keçe	H	712	16.38	0.0178	0.1-20	İğneleme

Yaptıkları çalışmanın sonunda ısıl bağlama yöntemiyle üretilmiş yün ve polyester karışımı numunenin orta ve yüksek frekansta çok iyi bir ses yutma performansı sergilediğinden ancak ısıl bağlama yöntemi ile üretilen pamuk ve polyester karışımı

numunenin çok daha fazla ses yutma özelliği gösterdiğinden bahsetmişlerdir. Akrilik, pamuk, polyester ve polipropilen kompozisyonlu ısısal bağlama ile elde edilen yüzeyin düşük ve orta frekans aralığında ses yutma özelliğinde bir artış meydana belirtmişlerdir. Ayrıca Mikro lifleri kullanarak düşük gramaj ve yüksek kalınlıkla üretilen numunelerin daha iyi ses yutma özelliği gösterdiğinin altını çizmişlerdir. Su jeti veya iğneleme yüzey oluşturma yöntemleri ile üretilen numunelerin ses yutma özelliğinde önemli bir fark olmadığını vurgulamışlardır [69].



Şekil 2.45 Numunelerin Ses Yutma Özelliklerinin Karşılaştırılması [69]

3 MATERYAL ve YÖNTEM

Bu bölümde ısı yalıtımı, ses yalıtımı ve elektromanyetik kalkanlama özelliği gösterecek olan yüzeylerin (kompozit panellerin) üretimi için kullanılan hammaddeler, yardımcı malzemeler ve özellikleri hakkında bilgiler verilmiştir. Bununla birlikte bu yüzeylerin üretimi için uygulanan yöntem ve takip edilen adımlar ayrıntılarıyla açıklanmıştır.

3.1 Materyal

Yüzeylerin üretiminde hammadde olarak, Uşak Organize Sanayi Bölgesi'nde bulunan iplik fabrikalarından elde edilen atıklar kullanılmıştır. Atıklar iplik üretim hattındaki makinalardan gelen teleflerden oluşmaktadır. Bu nedenle lif uzunlukları heterojen dağılım göstermektedir ve uzunlukları 0,1 mm ile 2 cm arasında değişmektedir. İki parti olarak toplanan atık liflerin hammadde analizinde liflerin bir partisinin %100 Akriklik (PAN), diğerinin ise %80 Pamuk (CO) / %20 Polyester (PES) içerdiği ortaya çıkmıştır. Çizelge 3.1'de çeşitli tekstil liflerinin fiziksel özellikleri görülmektedir.

Çizelge 3.1 Çeşitli Tekstil Liflerinin Fiziksel Özellikleri

Lifler	Uzunluk (cm)	İncelik (mikron)	Yoğunluk (g/cm ³)	Mukavemet (cN/tex)	Isı İletkenlik Katsayısı (W/mK)	Nem Alma Kabiliyeti (%)
Pamuk	1-6	12-45	1,55	19-45	0,071	8,5
Yün	3-30	10-200	1,30	12-14	0,054	16
Polyester	İstenilen uzunlukta	İstenilen incelikte	1,39	47-56	0,14	0,4
Akrilik	İstenilen uzunlukta	İstenilen incelikte	1,19-1,29	27-34	0,07	1-2,5
Polyamid 6.6	İstenilen uzunlukta	İstenilen incelikte	1,14	37-66	0,25	3,5-5
Viskon	İstenilen uzunlukta	İstenilen incelikte	1,52	18	0,054-0,07	10-16

Tekstil yüzeylerinin üretiminde atıkların şekil alarak birbirine tutunabilmesi ve kompozit bir yapı oluşturabilmesi adına bağlayıcı olarak fenol formaldehit kullanılmıştır. Fenol formaldehitin tercih edilmesine sahip olduğu;

- Düşük ısı iletim katsayısı (düşük sıcaklık iletkenliği),
- Yüksek elektrik yalıtkanlığı,
- Çok zor bir şekilde tutuşma ve yanma,
- Kolay işlenebilme ve yüksek boyutsal kararlılık,
- Alkole, yağlara, birçok solvent, zayıf asit ve alkalilere karşı yüksek kimyasal dayanıklılık,
- Düşük fiyat özellikleri neden olmuştur. Şekil 3.1'de yüzeylerin üretimi esnasında bağlayıcı olarak kullanılan Polisan Polifen 47 tipi fenol formaldehit gösterilmektedir. Çizelge 3.2'de ise Polifen 47 fenol formaldehitinin fiziksel ve kimyasal özellikleriyle ilgili bilgi verilmektedir.



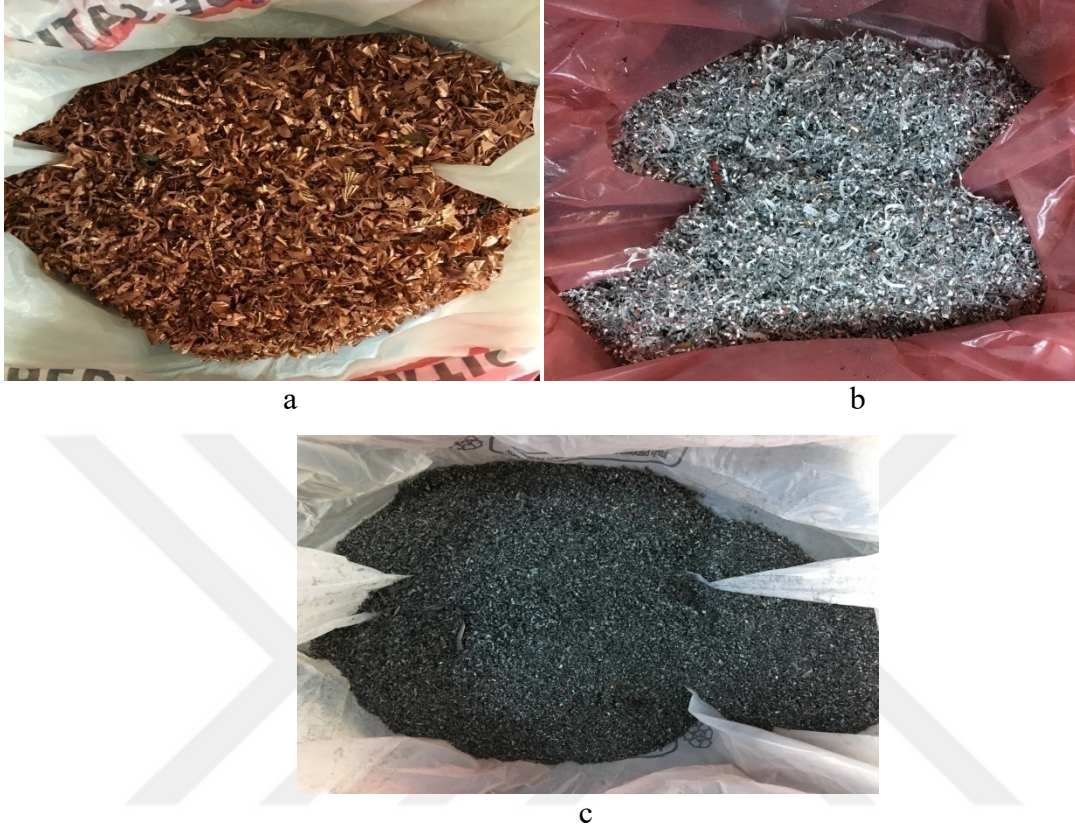
Şekil 3.1 Yüzeylerin Üretiminde Kullanılan Fenol Formaldehit

Çizelge 3.2 Polifen 47 Fenol Formaldehitinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Görünüş	Katı Madde (% Ağırlıkça)	Viskozite (cPs, 20 °C)	pH (20 °C)	Yoğunluk (20 °C, g/cm ³)	Serbest Formaldehit (%)	Su Toleransı	Akma Zamanı (sn, DC4,20 °C)	Isı İletim Katsayısı (W/mK)
Kırmızı Kahverengi sıvı	46-48	250-500	10,5-13	1200-1210	Max 1	Sonsuz	50-90	0,25

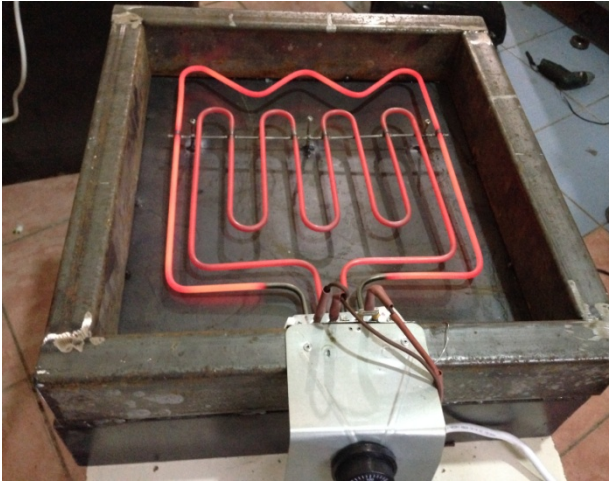
Atık liflerden üretilecek yüzeylerde elektromanyetik kalkanlama özelliğini sağlamak amacıyla ucuz ve iyi iletken olan bakır, alüminyum ve demir metalleri tercih edilmiştir. Bu anlamda geri dönüşümü sürdürmek ve metal sanayinde oluşan atık miktarını azaltmak için bakırın, alüminyumun ve demirin işlendiği atölyelerdeki atıklar kullanılmıştır. Metal atıklarının boyutları atık liflerde de olduğu gibi heterojendir. Şekil 3.2'de kullanılan atık metaller görülmektedir. Bununla birlikte aynı metallerin kalkanlama performanslarını görmek adına levha formları da kullanılmıştır. Ayrıca 14 mikron

kalınlığındaki alüminyum folyo da kullanılarak ses, ısı yalıtımına ve elektromanyetik kalkanlamaya etkisi araştırılmıştır.



Şekil 3.2 Elektromanyetik Kalkanlama Amaçlı Kullanılan Atık Haldeki a) Bakır
b) Alüminyum c) Demir Tozları

Bağlayıcı fenol formaldehitin aktifleşerek atık liflerle kimyasal bağ kurması için sıcaklığa ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte fenol formaldehit ve atık liflerden oluşan harmanın şekil alabilmesi için de bir kalıba ihtiyaç duyulmaktadır. Bu anlamda zemini düz olan ve demir profilden elde edilen 50x50 cm ebadında birbirini içerisine geçebilen 2 adet kalıp üretilmiştir. Kalıpların ısınması için her birinin içerisine 3500 Watt gücünde rezistans yerleştirilmiştir. Isı kaybını engellemek için önce sac levha ile kapatılmıştır ve daha sonra cam yünüyle kaplanmıştır. Sıcaklığı sabit tutmak için kalıpların içerisine (rezistansın olduğu bölüme) 300 °C'ye kadar ölçüm yapabilen termostat yerleştirilmiştir. Şekil 3.3'de kalıpların içerisine yerleştirilen rezistanslar, sac levha ve cam yünü görülmektedir.



a



b



c

Şekil 3.3 Kalıpların İçerisine Yerleştirilen a) Rezistanslar b) Sac Levha ve c) Cam Yünü

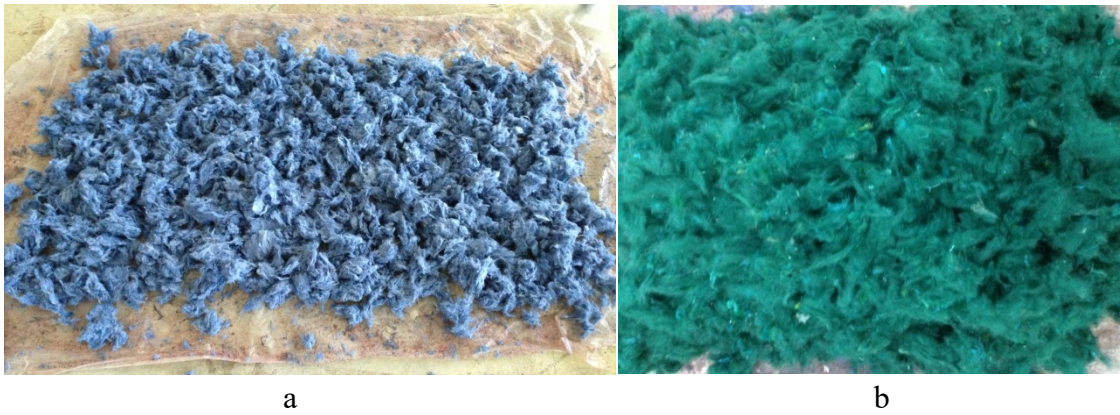
Tekstil yüzeylerinin üretimi için; atık liflerin ve bağlayıcının karıştırılmasıyla oluşan harmanın 130 °C'deki sıcak kalıplar içinde preslenmesi sırasında yapışmaması ve düzgün bir yüzey oluşturması için 23 mikron kalınlığında PET (Polietilen tereftalat) şeffaf film kullanılmıştır. PET filmleri, erime sıcaklığının yaklaşık 250 °C olması nedeniyle tercih edilmiştir. Şekil 3.4'de kalıpların içerisinde kullanılan PET filmi görülmektedir.



Şekil 3.4 Kalıpların İçerisinde Kullanılan Yapışmaz PET Filmi

3.2 Yöntem

Elektromanyetik kalkanlama, ses ve ısı yalıtım özelliği gösteren kompozit panellerin (yüzeylerin) üretimine şekil 3.5'de de gösterilen topak halinde bulunan atık liflere açma işleminin uygulanmasıyla başlanmıştır. Daha sonra su toleransı sonsuz olan fenol formaldehit, ağırlıkça bire bir oranında su ile karıştırılarak bir çözelti hazırlanmıştır. Hazırlanan çözelti açılmış halde bulunan liflerin üzerine eşit bir şekilde püskürtülerek karıştırılmıştır ve bir harman hazırlanmıştır.



Şekil 3.5 Topak Halde Bulunan Atık a) %80 Pamuk / %20 Polyester b) %100 Akrilik Lifleri

Hazırlanan harmanın sıkıştırılarak şekil alabilmesi için kalıpların bir tanesi zemine yerleştirilirken, diğeri ise pres makinasının hareketli koluna kaynaklanmıştır. Bu sayede kalıpların içerisine koyulan harman hareketli kolun aşağı inmesiyle preslenmiştir. Şekil 3.6'da kalıpların sabitlendiği pres makinası ve pres düzeneği görülmektedir.



Şekil 3.6 a) Alt Kalıbın Havuz Şeklindeki İç Kısmı b) Pres Düzeneği

Atık liflerin ve bağlayıcı malzeme olan fenol formaldehitin karışımıyla hazırlanan harman, içerisi yapışmaz PET filmi ile kaplanmış kalıba el ile serme yöntemine göre homojen bir şekilde dağıtılarak yerleştirilmiştir. Harmanın içerisindeki fenol formaldehitin aktifleşerek atık liflerle kimyasal bağ kurabilmesi için kalıbın sıcaklığı 130°C 'ye ayarlanmıştır. Daha sonra 45 dakika süreyle presleme işlemi yapılarak $50 \times 50 \times 5$ cm ebatlarında numuneler elde edilmiştir. Bahsedilen prosesleri takip ederek üretilen kompozit numunelerine ait çeşitli parametreler değiştirilerek, numunelerin ses, ısı yalıtımı ve elektromanyetik kalkanlama etkinliğindeki değişimleri gözlemlenmek istenmiştir. Bu anlamda hammaddenin etkisini araştırmak için %100 PAN ve %80 CO / %20 PES olmak üzere iki farklı atık lif grubu oluşturulmuştur. Numuneler öncelikle kendi grupları içinde farklı yoğunluklarda, hammadde ve bağlayıcı oranları değiştirilerek üretilmiştir. Bu numunelerin özellikleri ve kodları çizelge 3.3'de gösterilmektedir. Şekil 3.7'de ise %100 akrilik (PAN) ve %80 Pamuk (CO)/%20 Polyester (PES) harmanının preslenmesi gösterilmektedir.

Çizelge 3.3 Farklı Yoğunluk, Hammadde ve Bağlayıcı Oranı İle Üretilen Numunelerin Özellikleri ve Numune Kodları

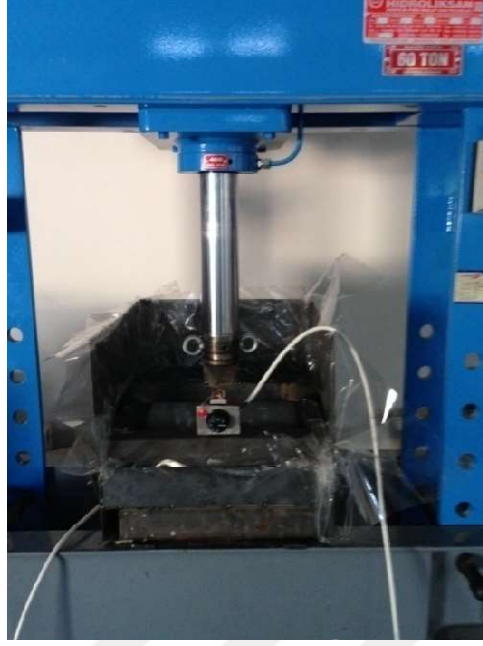
%80 CO / %20 PES				%100 PAN			
Yoğunluk Grubu (kg/m ³)	Atık Lif Miktarı (Kütlece %)	Bağlayıcı Miktarı (Kütlece %)	Numune Kodu	Yoğunluk Grubu (kg/m ³)	Atık Lif Miktarı (Kütlece %)	Bağlayıcı Miktarı (Kütlece %)	Numune Kodu
100	90	10	P11	100	90	10	A11
100	85	15	P12	100	85	15	A12
100	80	20	P13	100	80	20	A13
100	75	25	P14	100	75	25	A14
200	90	10	P21	200	90	10	A21
200	85	15	P22	200	85	15	A22
200	80	20	P23	200	80	20	A23
200	75	25	P24	200	75	25	A24
300	75	25	P31				
100 (Bariyerli)	75	25	PB				



a



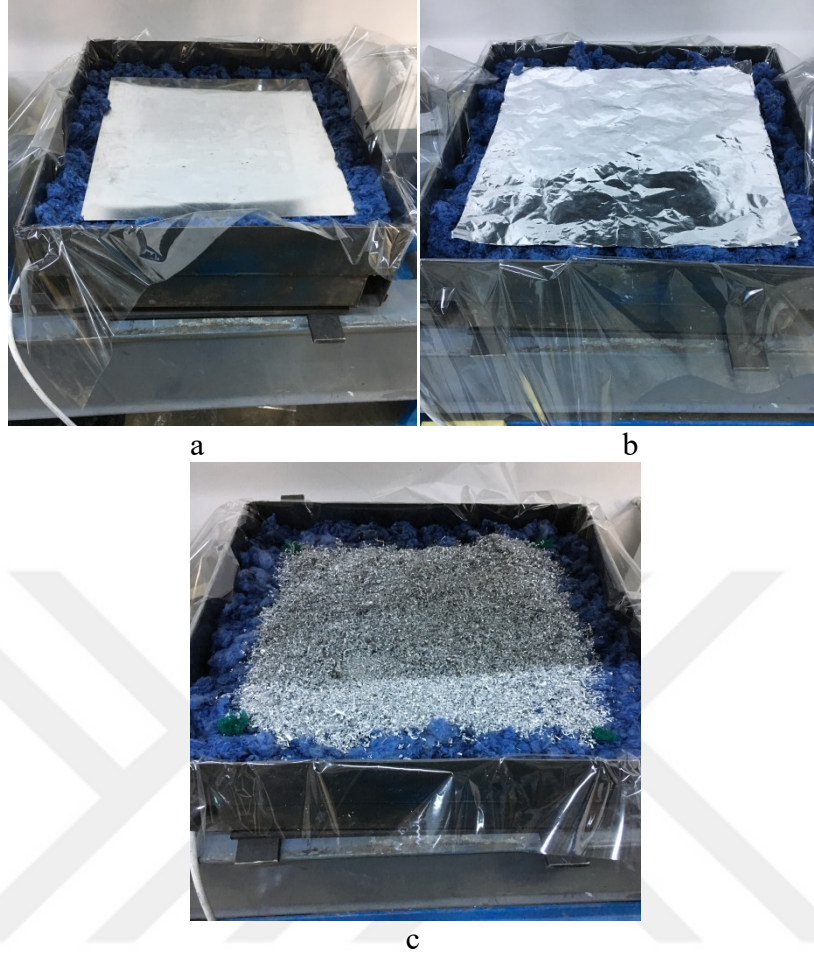
b



c

Şekil 3.7 a) %100 PAN b) %80 Co / %20 PES Harmanının c) Preslenmesi

Daha sonra metal levha, atık metal tozu ve alüminyum folyonun etkisini gözlemek için P14 kodlu numunelerin üretimi sırasında, orta kısımlarına 400x400x0,30 mm ebatlarında bakır, alüminyum ve demir levhalar yerleştirilerek numuneler üretilmiştir. Bununla birlikte metal işleyen işletmelerden, kullanılan bakır, alüminyum ve demir levhaların ağırlığı kadar atık bakır, alüminyum ve demir tozları toplanmıştır ve P14 numunelerinin ortasına el yardımıyla homojen olarak serpilerek numuneler üretilmiştir. Ayrıca 14 mikron kalınlığındaki alüminyum folyolar kullanılarak da 3 farklı P14 numunesi üretilmiştir. Bunun için önce, 40x40 cm ebadında alüminyum folyolar kesilmiştir. Kesilen folyolar birbirine fenol formaldehit ile yapıştırılarak 15'li, 8'li, 7'li ve 5'li katmanlar oluşturulmuştur. 15'li alüminyum folyo katmanı P14 numunesinin üst yüzeyine yapıştırılarak ilk folyolu numune üretilmiştir. Daha sonra 8'li kat ve 7'li alüminyum folyo katmanı P14 numunesinin alt ve üst yüzeylerine yapıştırılmıştır ve ikinci folyolu numune elde edilmiştir. Üçüncü folyolu numune ise 3 adet 5'li alüminyum folyo katmanının P14 numunesinin ortasına, üst ve alt yüzeylerine yapıştırılmasıyla üretilmiştir. Alüminyum levha, folyo ve atık alüminyum tozu ile üretilen numunelerin Şekil 3.8'de görüntüleri, Çizelge 3.4'de kodları bulunmaktadır.



Şekil 3.8 Alüminyum a) Levha b) Folyo c) Atık Tozu İle Üretilen Numuneler

Çizelge 3.4 Levha, Folyo ve Atık Metal Tozu İle Üretilen Numunelerin Kodları

%80 Co / %20 PES	
Malzeme	Numune Kodu
Bakır Levha	BL
Alüminyum Levha	AL
Demir Levha	DL
Bakır Tozu	BT
Alüminyum Tozu	AT
Demir Tozu	DT
Alüminyum Folyo (15'li Katman Ortada)	O
Alüminyum Folyo (8'li Katman Üstte-7'li Katman Altta)	UA
Alüminyum Folyo (5'li Katman Üstte- Ortada- Altta)	UOA

Son olarak ses yalıtımında şekil etkisini araştırmak için yüzeyi bariyerli P14 numunesi üretilmiştir. Bunun için düz yüzeyli alt kalıbın şekli değiştirilerek, şekil 3.9'da gösterilen kalıp yerleştirilmiştir. Daha sonra diğer numunelerdeki üretim adımları takip edilerek üretilmiştir ancak çıkan numunenin yüzeyi diğerlerinden farklı olarak bariyerli olmuştur. Şekil 3.10'da ise üretilen kompozit numunelerden çeşitli örnekler bulunmaktadır.



Şekil 3.9 Yüzeyi Bariyerli Olan a) Alt Kalıp b) Kompozit Numune



Şekil 3.10 Üretilen Kompozit Numunelerden Çeşitli Örnekler

3.3 Numunelere Yapılan Testler

Üretilen numunelere ısı ve ses yalıtımı ile elektromanyetik kalkanlama testleri yapılmıştır. Ses yalıtım testi TS 2381-1 EN ISO 717-1 standardına göre yapılırken ısı yalıtım testi ise TS EN 1745 standardına göre yapılmıştır. Elektromanyetik kalkanlama testi ise R. Carrel [72], M. Kowal [73], D.M. Johnson [74] vb. çalışmalar referans alınarak hazırlanmış düzenekte yapılmıştır.

4 SONUÇLAR

Test edilen numunelerin sonuçları ısı yalıtımı, ses yalıtımı ve elektromanyetik kalkanlama başlıkları altında incelenecektir.

4.1 Isı Yalıtımı Testi Sonuçları

Üretilen tüm numunelere ısı yalıtım testleri yapılarak ısı iletkenlik katsayıları ölçülmüştür. Sadece metal tozları ve levhaları içeren numunelere ısı yalıtım testi yapılmamıştır. Bunun nedeni metallerin ısıyı iyi iletmeleri ve dolayısı ile yalıtım anlamında ısı iletkenlik katsayılarını olumsuz etkileyerek yükseltecek olmasının bilinmesidir. Kompozit numunelerin sonuçları; numune yoğunluğunun, hammadde farklılığının, numune kompozisyonunun ve numunelere folyo ilavesinin ısı iletkenlik katsayısına etkisi açısından ayrı ayrı incelenmiştir. Çizelge 4.1'de kompozit numunelere ait ısı iletkenlik katsayısı değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.1 Kompozit Numunelere Ait Isı İletkenlik Katsayısı ve Yoğunluk Değerleri

Numune Kodu	Isı İletkenlik Katsayısı (W/mK)	Yoğunluk (kg/m ³)	Numune Kodu	Isı İletkenlik Katsayısı (W/mK)	Yoğunluk (kg/m ³)
P11	0,033	113,8	A11	0,034	135
P12	0,033	112,1	A12	0,034	135,9
P13	0,033	101,7	A13	0,034	134,4
P14	0,034	129,9	A14	0,034	133
P21	0,036	211,8	A21	0,036	206,8
P22	0,036	219,8	A22	0,036	204,3
P23	0,036	202	A23	0,035	179,5
P24	0,035	187,4	A24	0,036	198,7
P31	0,038	265,1			
PB	0,033	110			
U	0,034	156,2			
UA	0,033	122			
UOA	0,034	148			

ISO ve CEN Standartlarında; ısı iletim katsayısı 0,065 W/mK değerinden küçük olan malzemelere "ısı yalıtım malzemesi" denir ibaresinin yer aldığı düşünüldüğünde; tüm ısı yalıtım testi yapılan numuneler "yalıtım malzemesi" sınıfına girmektedir. Bu sınıfta

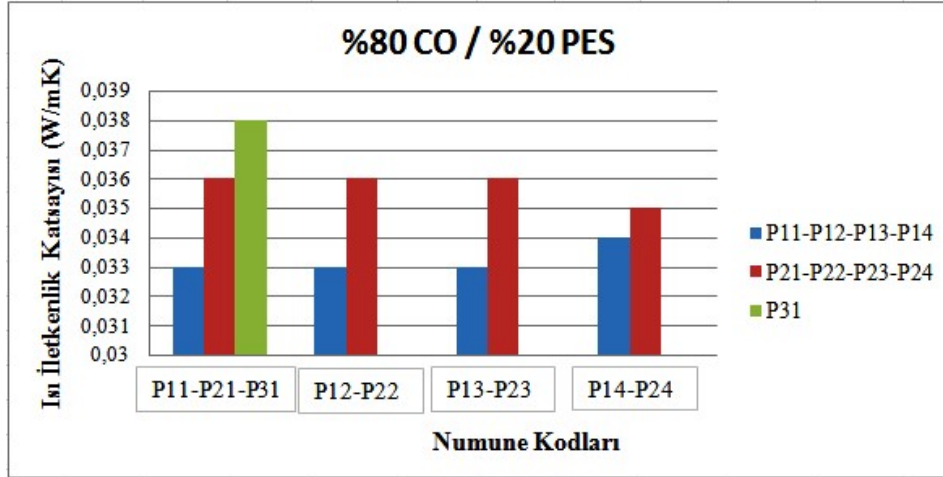
hâlihazırda piyasada kullanılan birçok ısı yalıtım malzemesi bulunmaktadır. Çizelge 4.2'de de özellikleri belirtilen bakalitli ve bakalitsiz cam yünü, yüksek yoğunluklu ve düşük yoğunluklu taş yünü, genleştirilmiş polistren (EPS), poliüretan köpük, fenol köpük ve cam köpüğü bunlara örneklerdir. Bu örneklerin ve üretilen numunelerin ısı iletim katsayıları karşılaştırıldığında; üretilen kompozit numunelerin değerlerinin EPS'ye eşit, diğerlerinden daha düşük olduğu yani daha iyi yalıtım özelliği gösterdiği görülmektedir. Ayrıca yapılan literatür araştırmasında da görüleceği üzere, bu denli yüksek oranlarda atık tekstil lifi içeren ve düşük ısı iletkenlik katsayılarına sahip olan numunelerin üretildiği çalışmalara rastlanmamıştır.

Çizelge 4.2 Piyasada Hâlihazırda Kullanılan Isı Yalıtım Malzemesi Örnekleri

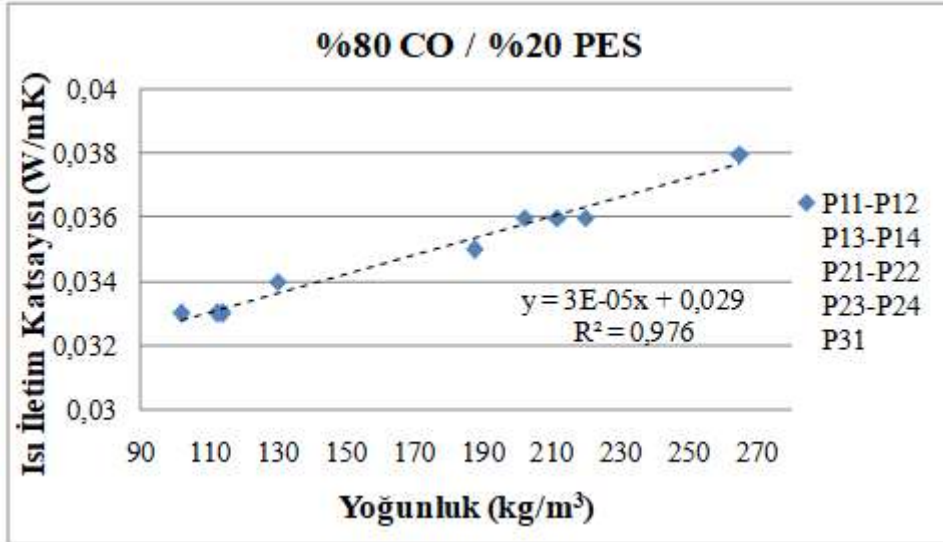
Isı Yalıtım Malzemesi	Yoğunluk (kg/m ³)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Isı İletim Katsayısı (W/mK)
Bakalitli Cam Yünü	10-80	20	0,04
Bakalitsiz Cam Yünü	130	50	0,045
Yüksek Yoğunluklu Taş Yünü	100	50	0,043
Düşük Yoğunluklu Taş Yünü	33	50	0,043
Genleştirilmiş Polistren (EPS)	15-30	10	0,033
Poliüretan Köpük	50	10	0,046
Fenol Köpük	30-35	10	0,04
Cam Köpüğü	135	10	0,046

4.1.1 Numune Yoğunluğunun Isı İletkenlik Katsayısına Etkisi

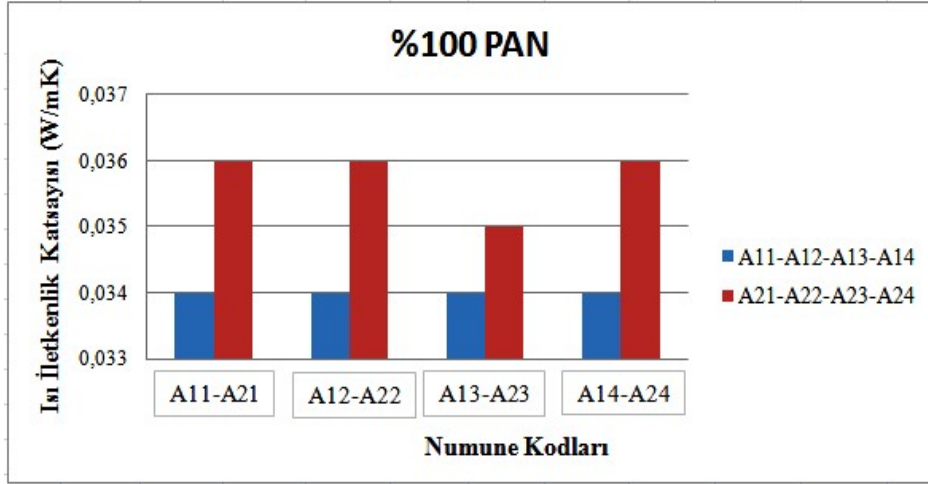
Kompozit numunelerin üretimi sırasında değiştirilen parametrelerinden biri olan yoğunluğun ısı iletim katsayısına olan etkisi bu bölümde incelenmiştir. Şekil 4.1'de %80 CO / % 20 PES, Şekil 4.3'de %100 PAN hammaddesinden üretilen numunelerde yoğunluk değişiminin ısı iletkenlik katsayılarında yol açtığı değişiklik grafiksel olarak gösterilmiştir.



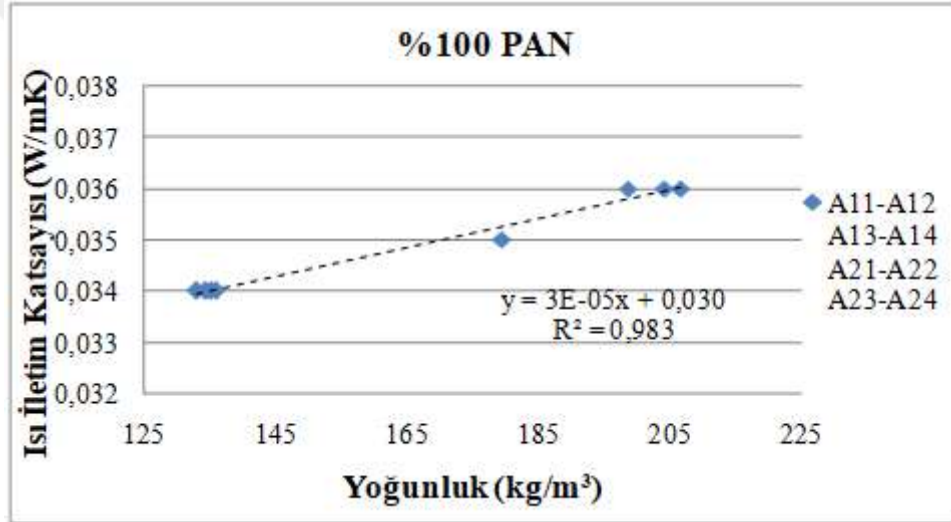
Şekil 4.1 %80 CO / %20 PES Hammaddesinden Üretilen Numunelerde Yoğunluk Değişiminin Isı İletkenlik Katsayısına Etkisi



Şekil 4.2 %80 CO / %20 PES Hammaddesinden Üretilen Numunelerde Yoğunluk İle Isı İletkenlik Katsayısı Arasındaki İlişki



Şekil 4.3 %100 PAN Hammaddesinden Üretilen Numunelerde Yoğunluk Değişiminin Isı İletkenlik Katsayısına Etkisi



Şekil 4.4 %100 PAN Hammaddesinden Üretilen Numunelerde Yoğunluk İle Isı İletkenlik Katsayısı Arasındaki İlişki

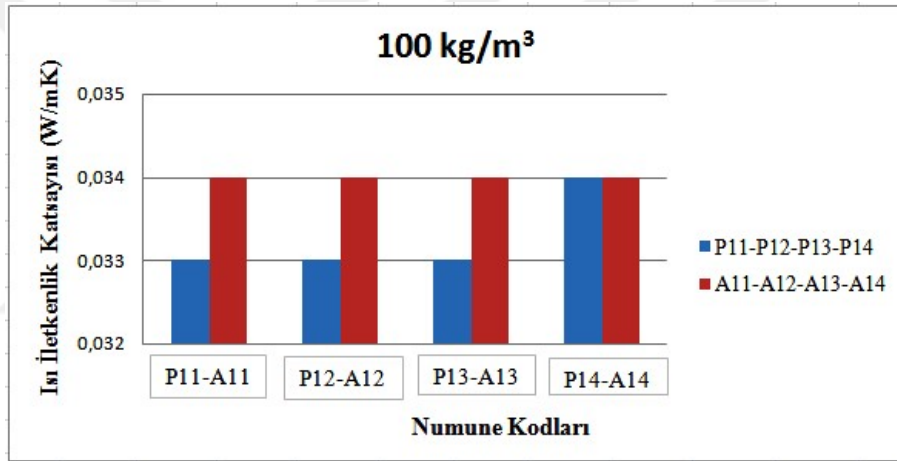
Isı yalıtım testinden gelen sonuçlar ışığında, numunelerde ısı iletkenlik katsayısı değerlerinin yoğunluğun değişmesiyle beraber değiştiği görülmektedir. Her iki hammaddeden üretilen numunelerde 100 kg/m³'lük yoğunluk artışının ısı iletkenlik katsayısı değerlerinde yaklaşık olarak %6'lık bir artışa neden olduğu görülmektedir. Bu da yoğunluk artışının numunelerde ısı yalıtımını düşürdüğü sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Bunun nedeninin yoğunluğun artmasıyla birlikte yalıtımı sağlayan hava boşluklarının azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Numunelerin ısı iletim katsayılarının yoğunlukları ile arasında doğrusal bir ilişki olduğu şekil 4.2 ve 4.4'de görülmektedir. Numune yoğunluğuyla ısı iletim katsayısı

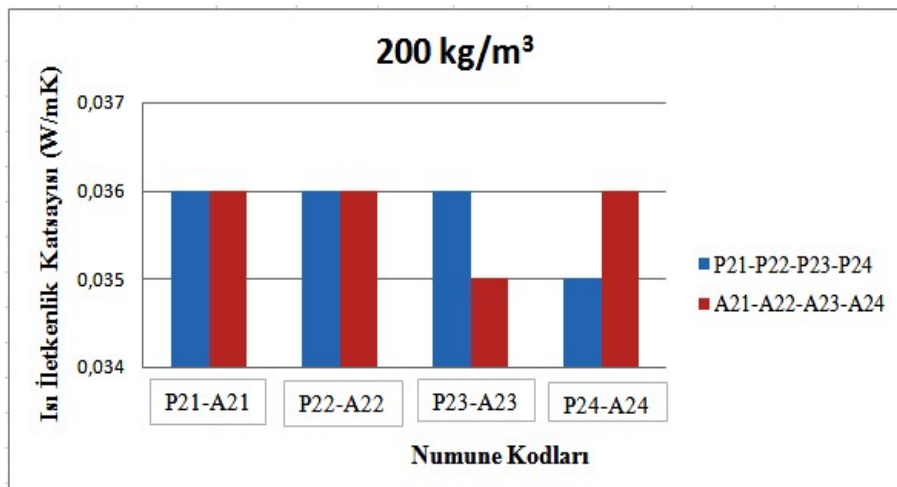
arasında pozitif lineer ilişki bulunduğu görülmüştür. Grafiğe göre malzemenin ısı yalıtımı özelliği yoğunluk düştükçe artmaktadır. Bu durum düşük yoğunluklu malzemelerde malzeme hacmi içerisinde kapalı hava boşluklarının daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Bu sonuca göre düşük yoğunluk malzemenin ağırlığının daha düşük olmasına neden olduğundan binaya düşen yük açısından da avantaj sağlamaktadır.

4.1.2 Numunelerde Hammadde Farklılığının Isı İletkenlik Katsayısına Etkisi

Bu bölümde kompozit numunelerin üretimi sırasında değiştirilen parametrelerden biri olan hammadde farklılığının ısı iletim katsayısına olan etkisi incelenmiştir. Şekil 4.5'de 100 kg/m^3 , şekil 4.6'da ise 200 kg/m^3 yoğunluğunda üretilen numunelerde hammadde farklılığının ısı iletim katsayısına olan etkisi gösterilmiştir.



Şekil 4.5 100 kg/m^3 Yoğunluğunda Üretilen Numunelerde Hammadde Farklılığının Isı İletkenlik Katsayısına Etkisi



Şekil 4.6 200 kg/m^3 Yoğunluğunda Üretilen Numunelerde Hammadde Farklılığının Isı İletkenlik Katsayısına Etkisi

Şekil 4.5 ve şekil 4.6'daki grafiklerinde de görüldüğü üzere aynı yoğunlukta farklı hammaddelerden üretilen numunelerde ısı iletkenlik katsayılarının aynı olduğu ya da maksimum %2,9'luk bir değişim olduğu görülmektedir. Çizelge 3.1'de görülebileceği gibi pamuk lifinin ısı iletim katsayısı 0,071 W/mK, polyester lifinin ısı iletim katsayısı 0,14 W/mK ve akrilik lifinin ısı iletim katsayısı 0,07 W/mK olarak verilmiştir. Verilen değerlere göre pamuk ve akrilik liflerinin ısı iletim katsayıları hemen hemen aynıdır. Aynı çizelgede verilen yoğunluk değerleri dikkate alınarak hacimlerin hesaplanması durumunda çizelge 4.3 ve çizelge 4.4'deki değerler elde edilecektir.

Çizelge 4.3 %80 Pamuk + %20 Polyester Malzemedan Yapılan 100 Kg/m³ Yoğunlukta Üretilen 1m³ Hacimdeki Malzemedeki Teorik Ağırlık ve Hacim Değerleri

%80 Pamuk + %20 Polyester (100 kg/m ³)	
1 m ³ malzemedeki pamuk ağırlığı/Hacmi	60000 gr / 38710 cm ³
1 m ³ malzemedeki polyester Ağırlığı/Hacmi	15000 gr / 10791cm ³
1 m ³ malzemedeki Fenol Formaldehit Ağırlığı / Hacmi	25000gr / 20833 cm ³
Toplam Ağırlık / Hacim	100000gr / 70334 cm ³
1 m ³ de bulunan hava boşluğu hacmi	929666cm ³

Çizelge 4.4 %100 Akrilik Malzemedan Yapılan 100 Kg/m³ Yoğunlukta Üretilen 1m³ Hacimdeki Malzemedeki Teorik Ağırlık ve Hacim Değerleri

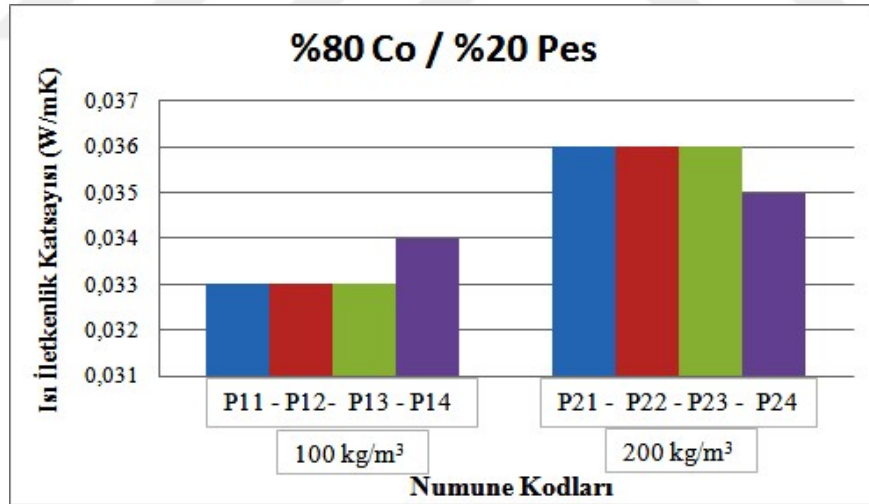
%100 Akrilik (100 kg/m ³)	
1 m ³ malzemedeki akrilik Ağırlığı / Hacmi	75000 gr / 60484 cm ³
1 m ³ malzemedeki Fenol Formaldehit Ağırlığı/Hacmi	25000gr / 20833 cm ³
Toplam Ağırlık / Hacim	100000gr / 81317 cm ³
1 m ³ de bulunan hava boşluğu hacmi	918683cm ³

Her iki çizelgedeki değerlere göre, 1 m³ hacmin çok büyük miktarı malzemedeki boşluğun hacmidir. Her iki malzeme için lif hacmi yaklaşık olarak %7 ve %6 civarındadır. Bu nedenle malzemenin ısı iletim katsayısını belirleyen temel faktör durgun havanın malzeme içerisindeki yerleşimi ve miktarıdır. 1 m³ deki yapıştırıcı miktarı aynı olduğuna göre arada herhangi bir farklılık varsa lif miktarından kaynaklanmak zorundadır. Pamuklu malzemedeki lif hacmi toplamı 38710+10791=49501 cm³ ve akrilik malzemedeki lif hacmi toplamı 63025 cm³ ve aradaki 13524 cm³ gibi çok düşük bir hacimdir. Bu durum uygulamada da benzer şekilde çıkmaktadır.

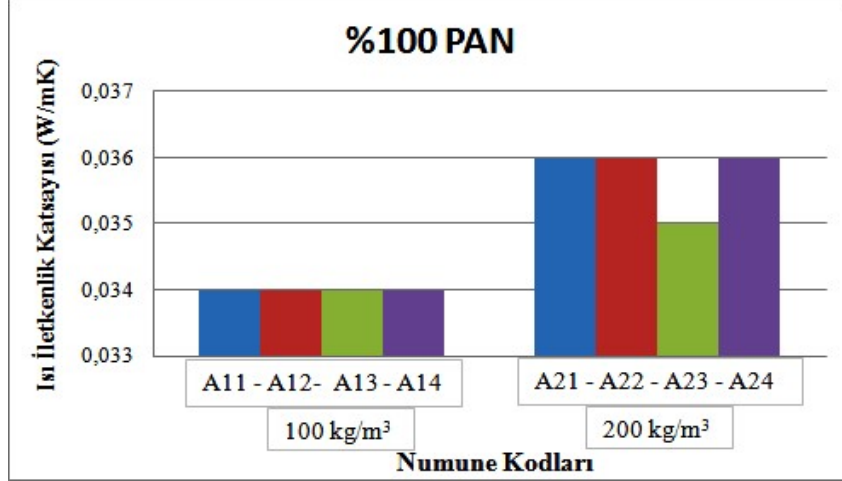
Diğer taraftan kullanılan atık pamuk, polyester ve akrilik liflerinin ısı iletkenlik katsayılarının birbirinden farklı olmasına rağmen, aynı üretim yöntemiyle ve aynı yoğunlukta %80 CO / %20 PES ve %100 PAN hammaddesinden üretilen numunelerin ısı iletkenlik katsayılarının aynı ya da yakın olması geri dönüşüm anlamında bir avantaj teşkil etmektedir. Bu durum, atık tekstil malzemelerin fabrikalarda sınıflandırılarak toplanamaması veya atık halde elde edilen tekstil liflerinin cinslerine göre ayrılmasının çok uzun sürmesi ve meşakkatli olması probleminin ortadan kalkmasına neden olmuştur. Böylece atık liflerin karışık halde direkt olarak üretime gönderilebilmesine olanak sağlayan bir durum oluşmuştur. Dolayısıyla geri dönüşüm hızının ve atık liflerin kullanımının artmasının önü açılmış olmaktadır.

4.1.3 Numune Kompozisyonunun Isı İletkenlik Katsayısına Etkisi

Numune bileşimi veya kompozisyonun ısı yalıtımına etkisi bu bölümde incelenmiştir. Şekil 4.7 %80 CO / %20 PES, şekil 4.8 %100 PAN hammaddesinden üretilen numunelerde bağlayıcı oranının değişiminin ısı iletkenlik katsayılarına olan etkileri grafiksel olarak görülmektedir.



Şekil 4.7 %80 CO / %20 PES Hammaddesinden Üretilen Numunelerde Bağlayıcı Oranı Değişiminin Isı İletkenlik Katsayılarına Olan Etkisi

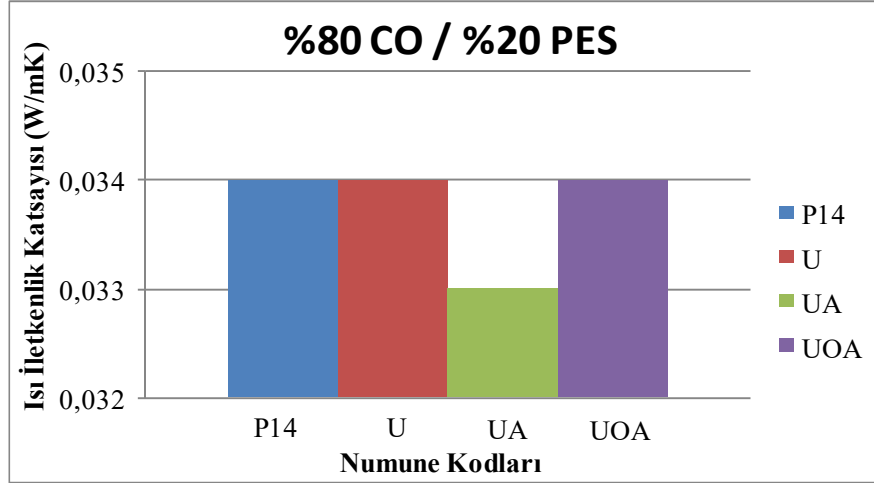


Şekil 4.8 %100 PAN Hammaddesinden Üretilen Numunelerde Bağlayıcı Oranı Değişiminin Isı İletkenlik Katsayılarına Olan Etkisi

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; gerek %80 CO / %20 PES gerekse de %100 PAN hammaddesinden üretilen numuneler incelendiğinde bağlayıcı miktarının değişmesiyle birlikte ısı iletim katsayısının değişmediği gözlemlenmektedir. Bu durum üretilen numunelerin kullanılacağı alanlara göre istenen sertlik ve rijitliğe göre ısı yalıtım değerinden taviz vermeden üretilebileceği avantajını doğurmaktadır. Örnek olarak, binanın dış yüzeyinde kullanılacak bir yalıtım malzemesi ile çatı altında kullanılacak bir yalıtım malzemenin esnekliği ve yumuşaklığı bir olmayacaktır. Ancak üretimleri sırasında herhangi bir prosesi değiştirmeksizin sadece bağlayıcı miktarını değiştirerek yalıtım malzemelerinin üretimi, işletmenin zaman ve maliyet anlamında elini güçlendirecektir.

4.1.4 Folyo Etkisinin Isı İletkenlik Katsayısına Etkisi

Üretilen numunelerde alüminyum folyonun ısı iletim katsayısına etkisi bu bölümde incelenmiştir ve şekil 4.9'da P14 ve alüminyum folyo ile üretilen P14 numunelerinin ısı iletim katsayılarının karşılaştırılması grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.9 P14 ve Alüminyum Folyo İle Üretilen P14 Numunelerinin Isı İletim Katsayısı Değerleri

Isı iletim katsayısı değerleri incelendiğinde, şekil 2.46'da da net bir şekilde görüldüğü üzere alüminyum folyonun ısı iletim katsayısına etkisi bulunmamaktadır. Farklı şekillerde yerleştirilen folyolar da ısı iletim katsayısını değiştirmemiştir. Bunun nedeninin folyoların malzemenin enine kesitine paralel bir şekilde yerleştirilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durum yerleşim şekline dolayı malzeme kalınlığı boyunca ısı köprüleri oluşturmasını önlenmek kaydı ile malzemenin kalkanlama amacıyla metal levha ile kaplanmasında ısı iletim katsayısı açısından bir sakınca oluşturmayacaktır. Buradan hareketle; alüminyum folyoların malzemenin enine kesitine dik bir şekilde (kalınlığı boyunca) yerleştirilmesi durumunda, numunelerin yüzeyleri arasında ısı transferinin artmasından dolayı numune ısı iletim katsayısının yükseleceği ve ısı yalıtımının düşeceği tahmin edilmektedir.

4.2 Ses Yalıtımı Testi Sonuçları

Üretilen numunelere yapılan diğer bir test ise ses yalıtımı testidir. Bu testte numunelerin 6 frekansta (63-125-250-500-1000-2000-4000 Hz) ses geçiş kaybı değerleri ve ortalama ses geçiş kaybı değerleri tespit edilmiştir. EN-ISO 717-1 Standardına göre hesaplama eğrisinin 500 Hz'deki değeri ortalama ses geçiş kaybı değerini vermesinden dolayı, değerlendirmeler bu değer üzerinden yapılacaktır. Kompozit numunelerin sonuçları; numune yoğunluğunun, hammadde farklılığının, numune kompozisyonunun ve numunelere folyo ilavesinin etkisinin ses geçiş kaybı değerlerine etkisi açısından ayrı ayrı incelenmiştir. Çizelge 4.5'de %80 CO / %20 PES, şekil 4.6'da ise %100 PAN

hammaddesinden üretilen kompozit numunelere ait frekanslara göre ses geçiş kaybı ve ortalama ses geçiş kaybı değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.5 %80 CO / %20 PES Hammaddesinden Üretilen Numunelere Ait Ses Geçiş Kaybı Değerleri

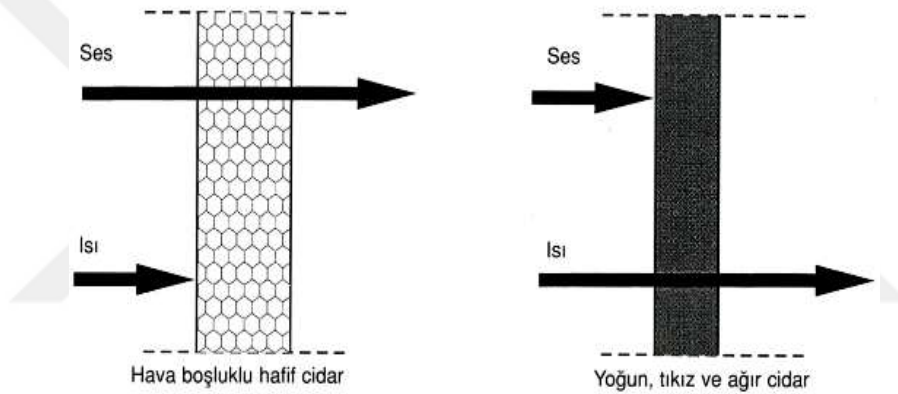
Frekans (Hz)	Ses Geçiş Kaybı Değerleri (dB)												
	P11	P12	P13	P14	P21	P22	P23	P24	P31	PB	U	UA	UOA
63	9,3	9,2	8,3	8,4	14,7	15	14,3	13,7	16,7	5,6	10,3	9,2	10,9
125	9,9	9,8	9	9	15,3	15,7	14,9	14,3	17,3	6,2	10,9	9,8	11,5
250	23,2	23,1	22,2	22,3	28,6	28,9	28,2	27,5	30,5	19,4	24,2	23,1	24,7
500	25,2	25,1	24,2	24,3	30,6	30,9	30,2	29,5	32,6	21,4	26,2	25,1	26,8
1000	28,6	28,5	27,7	27,7	34	34,3	33,6	33	36	24,9	29,6	28,5	30,2
2000	33,4	33,3	32,4	32,4	38,8	39,1	38,4	37,7	40,7	29,6	34,4	33,3	34,9
4000	44,2	44	43,2	43,2	49,6	49,9	49,1	48,5	51,5	40,4	45,2	44	45,7
Ortalama (R)	25,2	25,1	24,2	24,3	30,6	30,9	30,2	29,5	32,6	21,4	26,2	25,1	26,8

Çizelge 4.6 %100 PAN Hammaddesinden Üretilen Numunelere Ait Ses Geçiş Kaybı Değerleri

Frekans (Hz)	Ses Geçiş Kaybı Değerleri (dB)							
	A11	A12	A13	A14	A21	A22	A23	A24
63	8,7	8,8	8,7	8,6	14,5	14,4	13,3	14,2
125	9,3	9,4	9,3	9,2	15,1	15	13,9	14,8
250	22,6	22,6	22,6	22,5	28,4	28,3	27,2	28
500	24,6	24,7	24,6	24,5	30,4	30,3	29,2	30,1
1000	28	28,1	28	27,9	33,8	33,7	32,6	33,5
2000	32,8	32,8	32,7	32,7	38,6	38,5	37,3	38,2
4000	43,5	43,6	43,5	43,4	49,3	49,2	48,1	49
Ortalama (R)	24,6	24,7	24,6	24,5	30,4	30,3	29,2	30,1

Sonuçların incelenmesine geçmeden önce ses yalıtımıyla ilgili birkaç önemli noktayı özetlemek hem ses yalıtımın daha iyi anlaşılmasını hem de ısı yalıtımıyla prensip olarak farklılığının ortaya konmasını sağlayacaktır. Ses bir iç ya da dış mekândan, bir iç ya da dış mekâna dört ayrı yoldan geçer. Bunlar sırası ile açıklıklardan geçme, iletim ile geçme, cidar titreşimi ile geçme ve dolaylı geçmedir. Açıklıkları yok etmek bu tür geçişi önlemektedir. İletim ile geçme ise çok önemsizdir ve genelde hesaba katılmaz. Dolaylı geçmede de ses en az 50 dB kayba uğrar. Çok özel durumlar dışında bu tür geçiş için önlem almaya gerek yoktur. Sesin en önemli geçiş biçimi cidar titreşimi ile olanıdır. Döşeme, duvar, cam ya da herhangi bir cidarın bir yanında oluşan ses titreşimleri hava basıncında ufak değişimlere neden olur ve bu değişimler çok ufak genliklerle cidarın bütününe titreştirir. Böylece titreşen cidar bir hoparlör membranı gibi öbür yandaki havayı titreştirir ve ses böylece geçer. Bu geçiş biçiminde azalma (ses geçiş kaybı), çok büyük

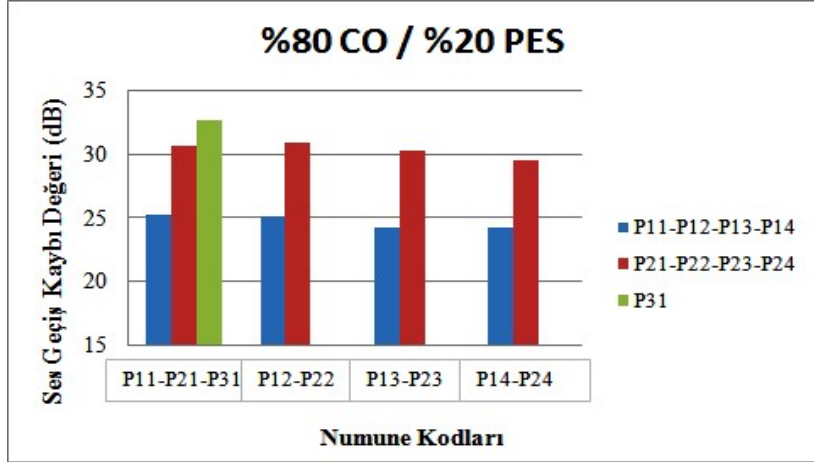
oranda cidarın ağırlığına(kütlesine), yani hava basıncında oluşan ufak değişimlere (akustik basınca) kütlesi ile karşı koymasına bağlıdır. Buna Berger Yasası ya da Kütle Yasası denir. Sesin bu önemli geçiş biçimi de ısı geçişi için kesinlikle söz konusu olamayacağına göre ısı yalıtımı ile ses yalıtımı arasında pratikte, hesaplar ve uygulamalar açısından hiçbir benzerliğin bulunmadığı söylenebilir. Hatta bir bakıma tam bir zıtlık da söz konusudur. Yukarıda açıklandığı gibi, cidarlar ses geçişine kütleleri ile karşı koyarlar. Yani ağır, bu nedenle de tıkHz (dolgun, sıkı, kalın, sert) olmaları gerekir. Oysa bu tür cidarlardan ısı, iletim yoluyla kolayca geçer. Isı yalıtımı tıkHz değil, kof (boşluklu) gereçlerle yani içinde fazlaca hava bulunan hafif gereçlerle sağlanır. Hafif gereçler ise akustik basınç etkisiyle kolayca titreşebileceğinden sesi büyük oranda geçirir. Bu temel ayrımın zihinlerde iyice yer etmesi için bu özellik şekil 4.10'da basit çizimsel bir anlatımla verilmiştir [70].



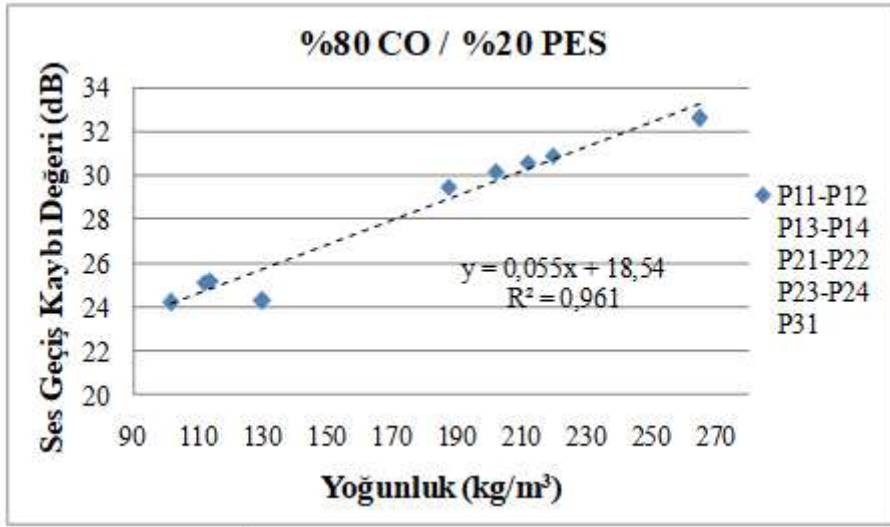
Şekil 4.10 Malzemelerden Ses ve Isı Geçişi

4.2.1 Numune Yoğunluğunun Ses Geçiş Kaybına Etkisi

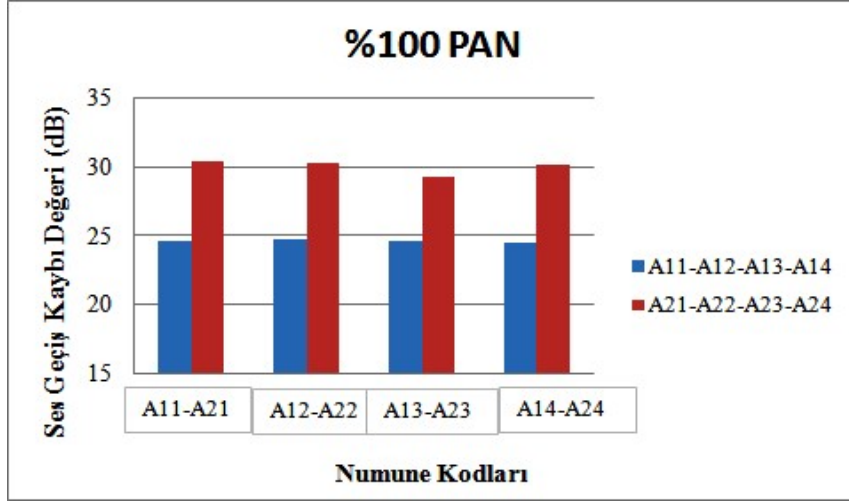
Numunelerin üretimi sırasında değiştirilen parametrelerden bir tanesi olan yoğunluğun ses geçiş kaybı değerlerine etkisi incelenmiştir. Bu anlamda sonuçların net bir şekilde görülebilmesi için şekil 4.11'de %80 CO / %20 PES hammaddesinden, şekil 4.13'de %100 PAN hammaddesinden üretilen kompozit numunelere ait ortalama ses geçiş kaybı değerlerinin grafikleri çizilmiştir.



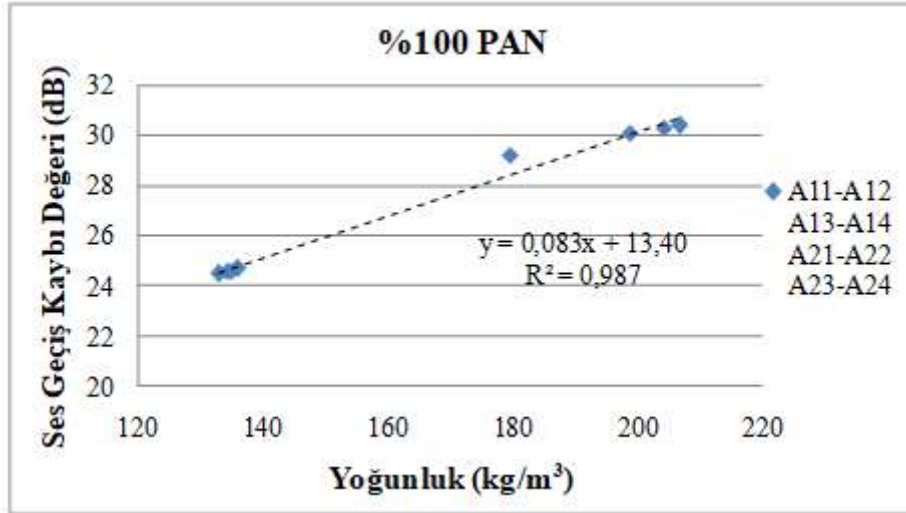
Şekil 4.11 %80 CO / %20 PES Hammaddesinden Üretilen Numunelerde Yoğunluk Değişiminin Ses Geçiş Kaybına Etkisi



Şekil 4.12 %80 CO / %20 PES Hammaddesinden Üretilen Numunelerde Yoğunluk Değişimi İle Ses Geçiş Kaybı Arasındaki İlişki



Şekil 4.13 %100 PAN Hammaddesinden Üretilen Numunelerde Yoğunluk Değişiminin Ses Geçiş Kaybına Etkisi



Şekil 4.14 %100 PAN Hammaddesinden Üretilen Numunelerde Yoğunluk Değişimi İle Ses Geçiş Kaybı Arasındaki İlişki

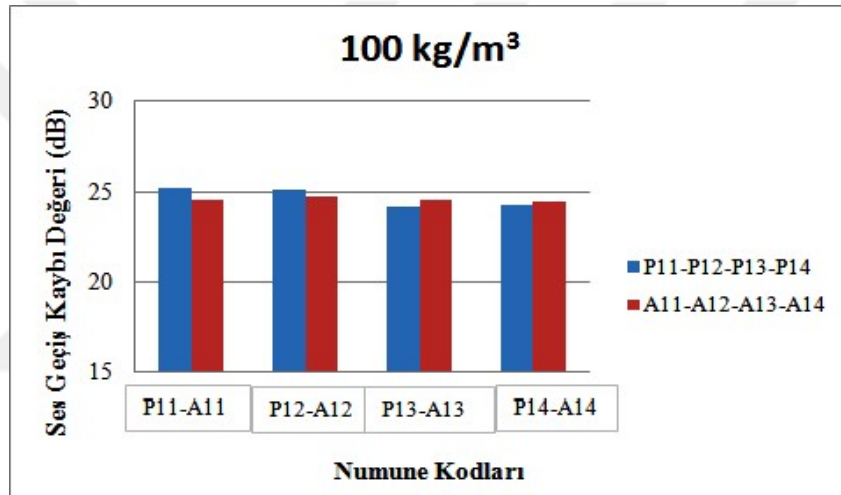
Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, numunelerin tümünde yoğunluğun artmasıyla birlikte ses geçiş kaybının arttığı gözlemlenmiştir. Gerek %80 CO / %20 PES gerekse de %100 PAN hammaddesinden elde edilen tüm numunelerde 100 kg/m³'lük yoğunluk artışının yaklaşık olarak 6 dB'lik bir ses geçiş kaybı etkisi yarattığı görülmektedir. Bunun nedeninin kütle artışından kaynaklandığı söylenebilir. Artan ağırlık ses titreşimlerine kütlesiyle karşı gelerek diğer yüzeye geçen titreşimlerin azalmasını sağlamıştır.

Numunelerin ses geçiş kaybı değerlerinin yoğunluk ile ilişkisi incelendiğinde; aralarında doğrusal bir ilişki olduğu şekil 4.12 ve 4.14'de görülmektedir. Numune yoğunluğuyla ses geçiş kaybı değeri arasında pozitif lineer bir ilişki bulunduğu

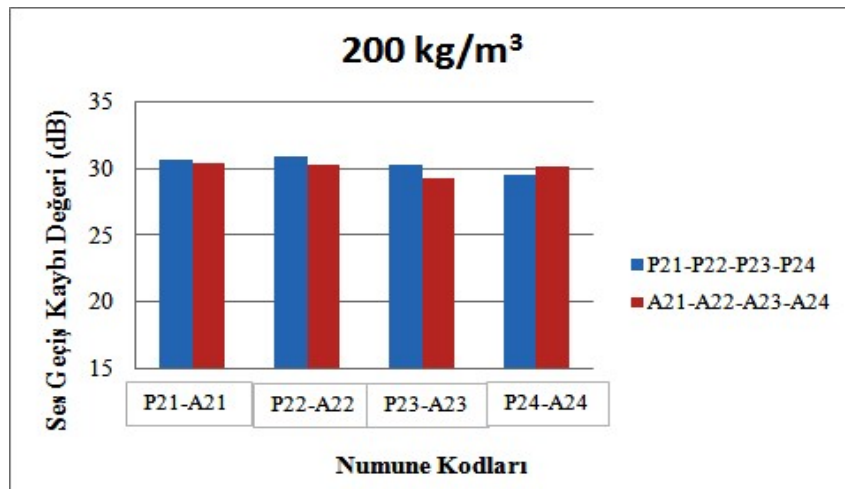
görülmüştür. Grafiğe göre malzemenin ses yalıtımı özelliği yoğunluk düştükçe azalmaktadır. Bu durum düşük yoğunluklu malzemelerde; malzeme hacmi içerisinde kapalı hava boşluklarının daha fazla olmasından dolayı malzemenin bir yüzünden diğer yüzüne ses titreşimlerinin daha rahat bir şekilde geçmesiyle açıklanabilir.

4.2.2 Numunelerde Hammadde Farklılığının Ses Geçiş Kaybına Etkisi

Bu bölümde üretim sürecinde değiştirilen parametrelerden bir tanesi olan hammadde farklılığının ses geçiş kaybı değerlerine olan etkileri incelenmiştir. Şekil 4.15'de 100 kg/m^3 , şekil 4.16'da ise 200 kg/m^3 yoğunluklarında üretilen numunelerdeki hammadde değişiminin etkisi görülmektedir.



Şekil 4.15 100 kg/m^3 Yoğunluğunda Üretilen Numunelerde Hammadde Farklılığının Ses Geçiş Kaybına Etkisi

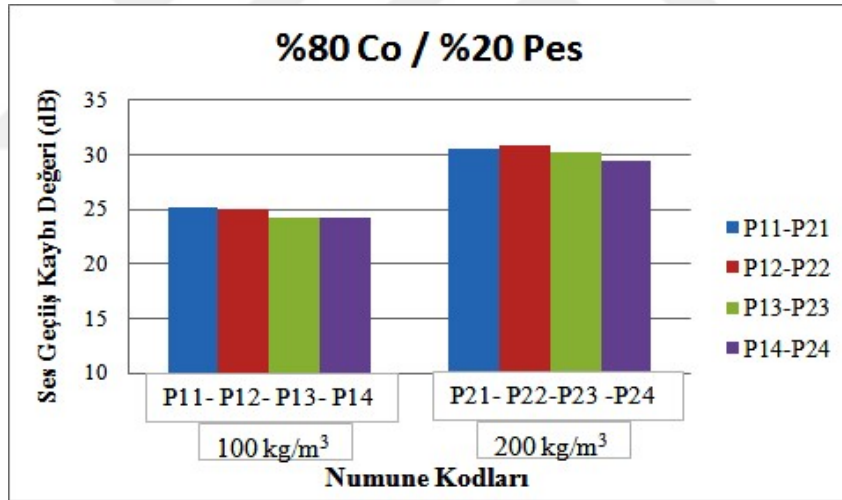


Şekil 4.16 200 kg/m^3 Yoğunluğunda Üretilen Numunelerde Hammadde Farklılığının Ses Geçiş Kaybına Etkisi

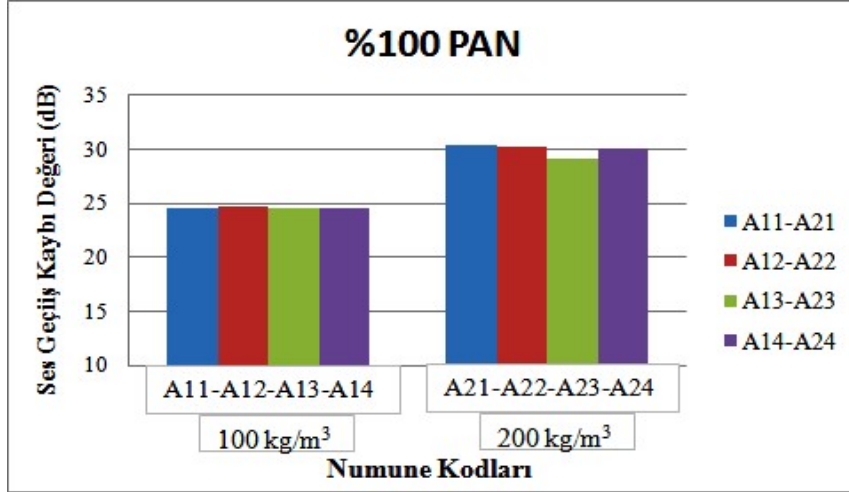
Şekil 4.15 ve şekil 4.16'da da net bir şekilde görüldüğü üzere ses geçiş kaybı değerlerindeki arasındaki fark 0,1-1 dB arasında değişmektedir. Bu anlamda her iki yoğunluk değerinde de hammadde farklılığının ses geçiş kaybı değerlerinde bir değişiklik yaratmadığı görülmektedir. Bunun nedeninin aynı yoğunlukta farklı hammaddeye sahip numunelerin ses geçiş kaybında en etkili parametre olan kütlenin aynı olması ve sahip olduğu benzer iç yapısı olduğu düşünülmektedir.

4.2.3 Numune Kompozisyonunun Ses Geçiş Kaybına Etkisi

Numune bileşimi yani kompozisyonundaki değişimin ses geçiş kaybı değerlerine olan etkisi bu bölümde incelenmiştir. Bir diğer deyişle numunelerin yapısındaki bağlayıcı oranındaki değişimin ses geçiş kaybı değerleri üzerindeki etkisi gözlemlenmiştir. Şekil 4.17'de %80 CO / %20 PES, şekil 4.18'de %100 PAN hammaddesinden üretilen numunelerdeki bağlayıcı oranı değişiminin ses geçiş kaybı değerlerinde meydana getirdiği değişimler görülmektedir.



Şekil 4.17 %80 CO / %20 PES Hammaddesinden Üretilen Numunelerdeki Bağlayıcı Oranı Değişiminin Ses Geçiş Kaybı Değerlerine Etkisi

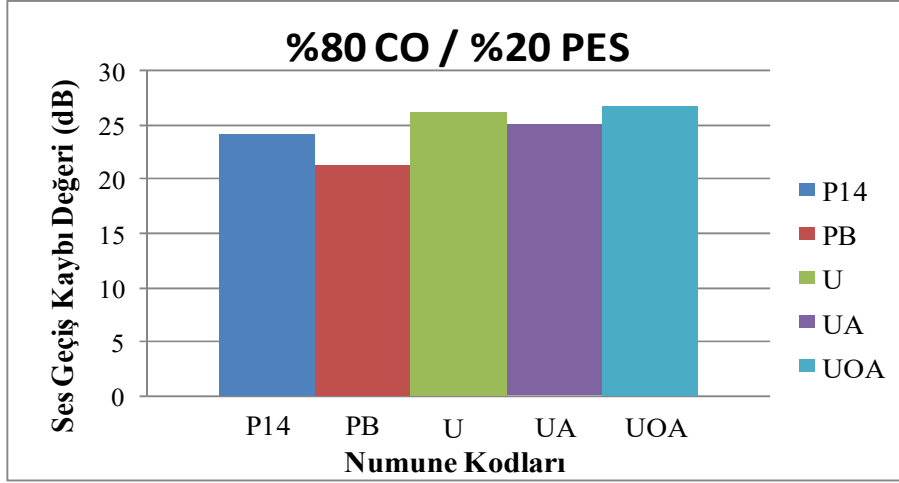


Şekil 4.18 %100 PAN Hammaddesinden Üretilen Numunelerdeki Bağlayıcı Oranı Değişiminin Ses Geçiş Kaybı Değerlerine Etkisi

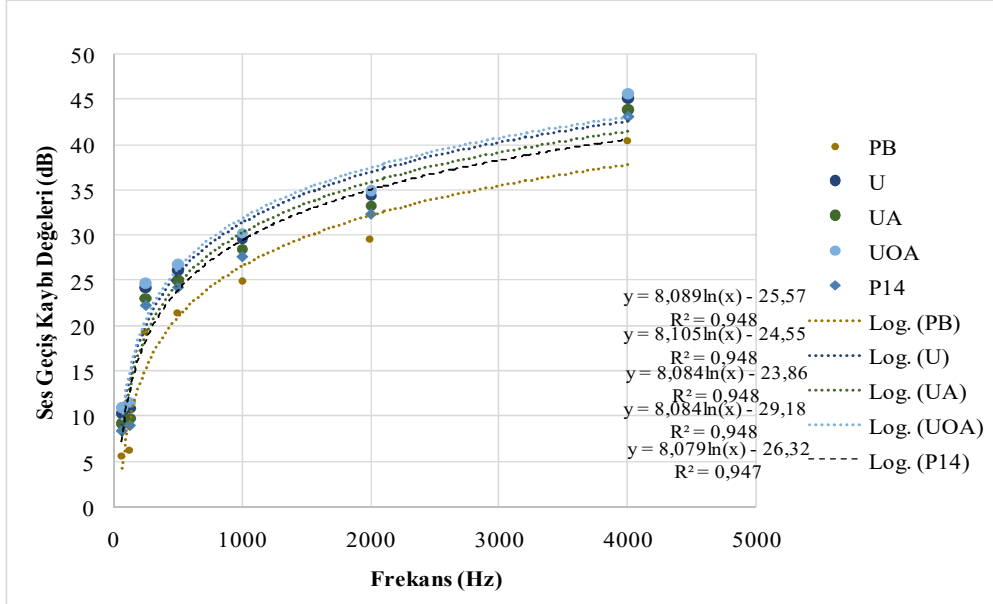
Şekil 4.17 ve şekil 4.18'den de net bir şekilde anlaşılacağı üzere bağlayıcı oranı değişiminin numunelerin ses geçiş kaybı değerleri üzerinde herhangi bir etkisi görülmemiştir. Bunun nedeninin numune üretimi sırasında yapılan hammadde/bağlayıcı oranındaki değişimin hacimsel olarak değil, kütleli olarak yapılması olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla aynı yoğunluğa sahip numunelerde toplam kütlede bir değişiklik oluşmadığı için ses geçiş kaybında da bir değişiklik olmamıştır.

4.2.4 Folyo ve Şekil Etkisinin Ses Geçiş Kaybına Etkisi

Numunelerin üretimi sırasında alüminyum folyo ilavesi dışında yapılan değişikliklerden bir tanesi de numunenin yüzeyinde bariyer oluşturmak olmuştur. Bu bölümde P14 numunesine eklenen alüminyum folyo ve numunenin yüzeyinde oluşturulan bariyerin ses geçiş kaybı değerlerine olan etkisi incelenmiştir. Şekil 4.19'da folyolu ve yüzeyi bariyerli numuneler ile P14 numunesinin karşılaştırmalı ses geçiş kaybı değerleri grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.19 Folyolu ve Yüzeyi Bariyerli Numuneler İle P14 Numunesinin Karşılaştırmalı Ses Geçiş Kaybı Değerleri



Şekil 4.20 Folyolu ve Yüzeyi Bariyerli Numuneler İle P14 Numunesinin Karşılaştırmalı Ses Geçiş Kaybı Değerlerine Ait Eğriler

Şekil 4.19 ve 4.20'deki grafiklerden anlaşılacağı üzere folyo kullanılan numunelerin ses geçiş kaybı değerlerinin P14 numunesi ile karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu görülmektedir. Frekanslara göre değişimi incelendiğinde folyo kullanımının ses yalıtımında bir fark yarattığı ortaya çıkmaktadır. Ayrıca folyo yerleşiminin de ses geçiş kaybı değerlerinde bir etki yaptığı görülmektedir.

4.3 Elektromanyetik Kalkanlama Testi Sonuçları

Üretilen tüm numunelere elektromanyetik kalkanlama testleri yapılarak "elektromanyetik kalkanlama etkinlik (EMSE)" değerleri ölçülmüştür. Alüminyum folyo, metal levhalar ve atık tozları içeren numunelere EMSE testi yapılmıştır. Bunun nedeni elektromanyetik kalkanlamayı sağlayan temel unsurun iyi bir iletkenliğe sahip olan metal elementi olmasıdır. Frekanslara göre kompozit numunelere ait EMSE değerleri Ek 1'de verilmiştir.

Elde edilen EMSE değerleri incelendiğinde; tüm numunelerde yaklaşık 1000 MHz frekansında EMKE değerlerinde düşüş gözlenmektedir. Bunun numunelere bağlı olan en önemli sebeplerinin; tüm numunelerde ortak olarak kullanılan malzemelerin elektriksel özellikleri ve numune boyutları olduğu düşünülmektedir. Ayrıca numunelerin çoğunluğunda yüksek miktarda iyi iletkenlerin kullanılmasıyla birlikte RF yansıtmasız oda içinde iç yansımaların oluşması ihtimali de bu durumun diğer bir nedeni olarak değerlendirilmektedir.

Tayvan tekstil federasyonu tarafından yayınlanan "Specified requirements of electromagnetic shielding textiles" isimli raporda kalkanlama amacıyla kullanılacak tekstil materyalleri profesyonel kullanım ve günlük kullanım olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Raporda belirtilen kullanım yerine uygun kalkanlama değerleri Çizelge 4.7'de sınıflandırılmaktadır [71].

Çizelge 4.7 Elektromanyetik Kalkanlama Değerlerinin Sınıflandırılması [71]

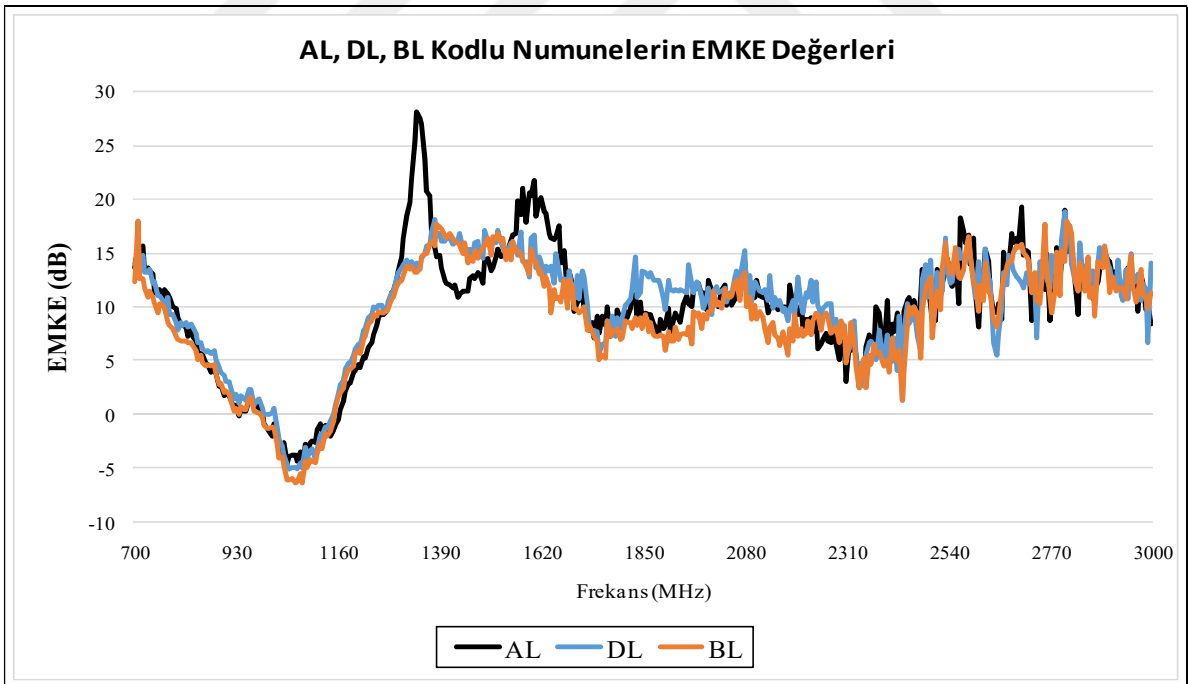
Kullanım Tipi	Kalkanlama Etkinliği (SE)	Sınıflandırma
Günlük Kullanım	$SE > 30\text{dB}$	Mükemmel
	$30\text{dB} \geq SE > 20\text{dB}$	Çok İyi
	$20\text{dB} \geq SE > 10\text{dB}$	İyi
	$10\text{dB} \geq SE > 7\text{dB}$	Orta
	$7\text{dB} \geq SE > 5\text{dB}$	Kabul edilebilir
Profesyonel Kullanım	$SE > 60\text{dB}$	Mükemmel
	$60\text{dB} \geq SE > 50\text{dB}$	Çok İyi
	$50\text{dB} \geq SE > 40\text{dB}$	İyi
	$40\text{dB} \geq SE > 30\text{dB}$	Orta
	$30\text{dB} \geq SE > 20\text{dB}$	Kabul edilebilir

Üretilen numunelerin profesyonel alanlarda kullanılmayacak olması ve üretimlerinin günlük kullanımlar için uygun olmasından dolayı elektromanyetik

kalkanlama testi sonuçları günlük kullanım sınıflandırması üzerinden değerlendirilecektir. Numunelere ait EMSE değerleri incelendiğinde, en kötü EMKE performansı DT kodlu numunede gözlenmiştir. En iyi EMKE performansı AL kodlu numunede gözlenmiştir. Bu numune 1200-1400 MHz frekans bandında yaklaşık 20 dB EMKE değerindedir ve bazı frekanslarda mükemmel performans göstermektedir. Genel itibariyle DT kodlu numune haricindeki numunelerin EMSE değerleri kabul edilebilir sınırlar ile mükemmel sınırlar arasında değişmektedir. Numuneler EMSE değerleri ayrıntılı ve grafiksel olarak metal levhaların birbiriyle karşılaştırılması, metal atık tozların birbiriyle karşılaştırılması, alüminyum folyoların birbiriyle karşılaştırılması ve metal atık tozları ile metal levhaların birbiriyle karşılaştırılması başlıkları altında incelenecektir.

4.3.1 Metal Levhaya Sahip Numunelerin Birbiriyle Karşılaştırılması

Bu bölümde metal levhaya sahip olan numunelerin EMSE performansları karşılaştırılmıştır. AL, BL, DL kodlu numunelerin frekanslara göre değişen EMSE değerleri grafiksel olarak şekil 4.21'de verilmiştir.



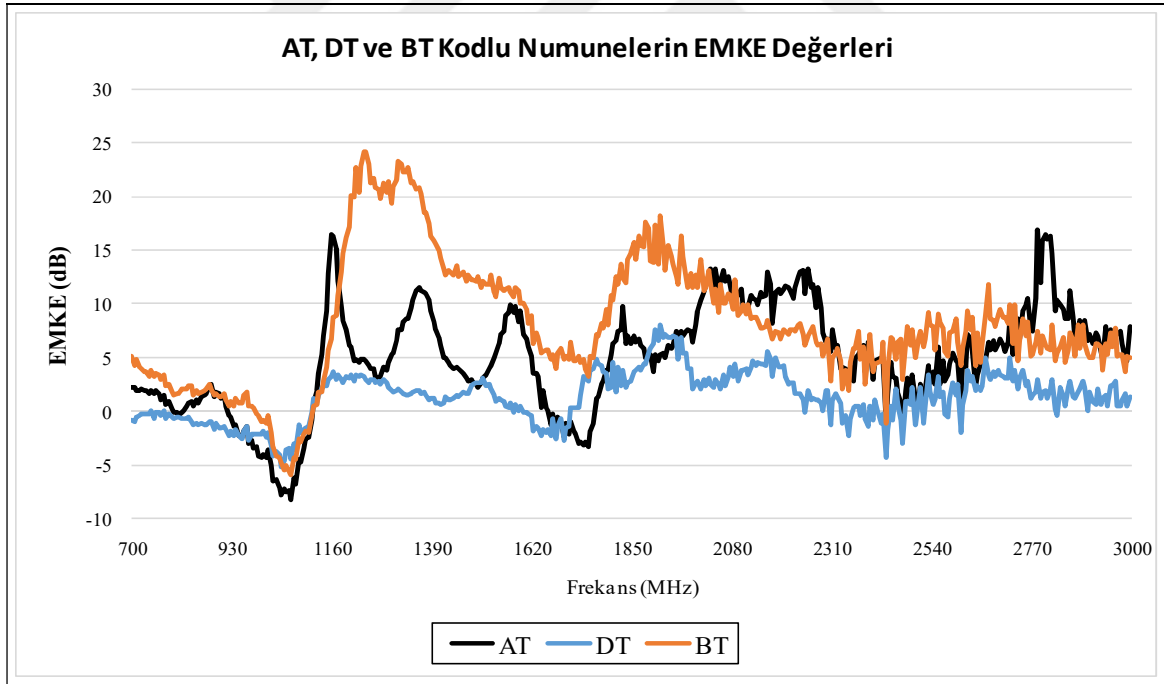
Şekil 4.21 AL, DL, BL Kodlu Numunelerin EMSE Değerlerinin Karşılaştırılması

Elde edilen sonuçlar ışığında tüm metal levhaya sahip olan numunelerin birbirine benzer kalkanlama karakteri gösterdiği ve EMSE değerlerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Bunun nedeninin metallerin levha halinde düzgün bir yüzey halinde

kullanılması ve sahip olduğu iletkenlik katsayılarının birbirine yakın olması olduğu düşünülmektedir. Ancak AL kodlu numune 1200-1400 MHz ve 1500-1700 MHz frekanslarında biraz daha yüksek performans göstererek DL ve BL numunelerinden ayrılmaktadır. AL kodlu numune 1200-1400 MHz aralığında en iyi kalkanlama performansı göstermektedir ve ortalama 20,2 dB ile en yüksek EMSE değerine sahip olmaktadır. 1500-1700 MHz frekans aralığında ise yaklaşık 17 dB'lik kalkanlama yapmaktadır. Tüm numuneler 1800-2300 MHz frekans aralığında yaklaşık 10 dB'lik bir EMSE performansı göstermektedir. 2500-3000 MHz frekanslarında ise ortalama 14 dB'lik bir EMSE değeri ortaya koymaktadırlar.

4.3.2 Atık Metal Tozları İçeren Numunelerin Birbiriyle Karşılaştırılması

Atık metal tozları içeren numunelerin EMSE performansları bu bölümde incelenmiştir. AT, BT ve DT kodlu numunelerin frekanslara göre karşılaştırmalı EMSE değerleri grafiksel olarak şekil 4.22'de verilmiştir.



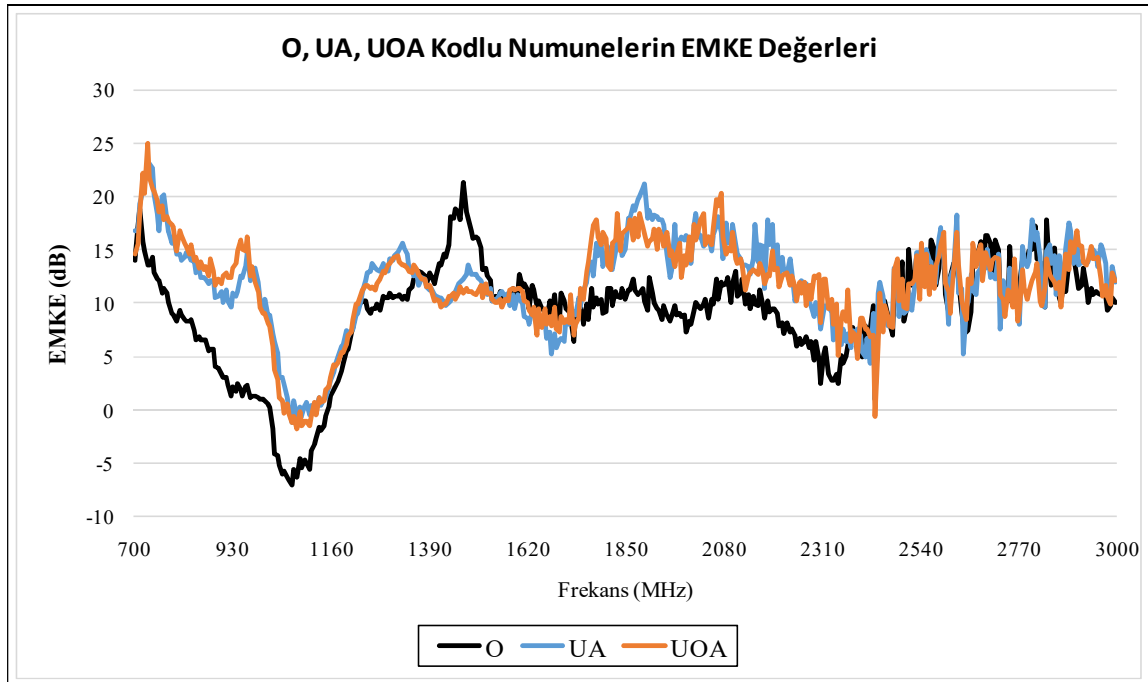
Şekil 4.22 AT, BT ve DT Kodlu Numunelerin EMSE Değerleri

Şekil 4.22'de net bir şekilde anlaşılacağı üzere atık metal içeren numunelerin kalkanlama karakteri ve etkinliği birbirinden farklıdır. Bunun nedeninin metal işleyen işletmelerden alınan atık metallerin tozlarının boyutlarının birbirinden farklı olması olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla atık metaller her ne kadar yakın iletkenlik katsayılarına sahip

olsalar da numune içindeki yerleşimi ve boyutlarının değişimi EMSE değerlerinin farklılaşmasının nedenidir. BT numunesi birçok frekansta AT ve DT numunelerine nazaran daha iyi bir kalkanlama etkinliği göstermektedir. Bilhassa 1200-1400 MHz aralığında yaklaşık 20,6 dB'lik bir kalkanlama performansı göstermektedir. Daha sonra kalkanlaması kademeli olarak azalmıştır ve 1400-1600MHz frekans aralığında ortalama 12,32 dB'lik bir değer elde etmiştir. Sonra tekrar azalarak 1400-1600 MHz aralığında yaklaşık 6,09 dB'lik EMSE değerine kadar düşmüştür. BT numunesinden sonra en iyi kalkanlama performansını AT numunesine aittir. 1150-1650 MHz aralığında 3 notada pik yapmıştır. 1150 Mhz civarında yaklaşık 16 dB'lik, 1400 MHz civarında yaklaşık 11 dB'lik, 1600 MHz civarında ise yaklaşık 9 dB'lik pikler oluşturmuştur. 1900 MHz'den itibaren AT ve BT benzer bir kalkanlama değeri ve karakteri göstermişlerdir. Ancak DT numunesi neredeyse tüm frekanslarda BT ve AT numunelerinin EMSE değerlerinin altında bir performans göstermiştir ve 1100-1600 MHz ile 1750-2250 MHz frekansları dışında sıfıra yakın bir EMSE değeri sergilemiştir.

4.3.3 Alüminyum Folyo İçeren Numunelerin Birbiriyle Karşılaştırılması

Bu bölümde folyo içeren numunelerin kalkanlama performansları incelenmiştir. O, UA ve UOA numunelerine ait EMSE değerleri grafiksel olarak şekil 4.23'de gösterilmiştir.

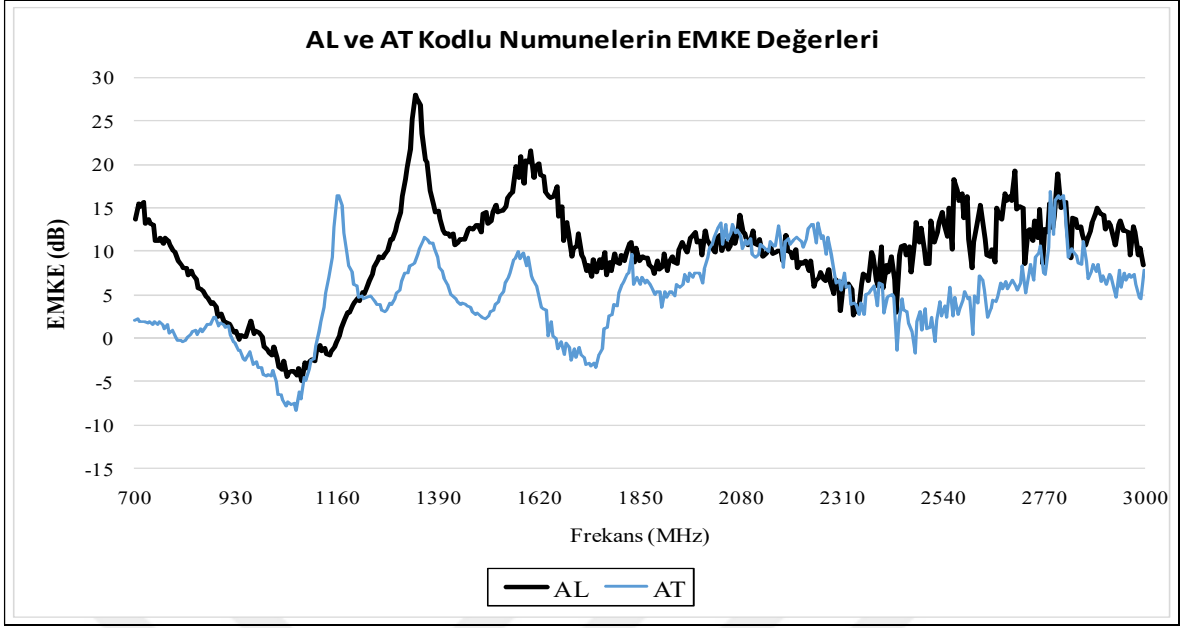


Şekil 4.23 O, UA ve UOA Numunelerine Ait EMSE Değerleri

Elde edilen EMSE değerlerinden anlaşılacağı üzere UA ve UOA numuneleri tüm frekanslarda benzer bir kalkanlama etkisi ve karakteri ortaya koymuştur. O kodlu numune sadece 1400-1530 MHz frekans bandında yüksek, 2500-3000 MHz frekans aralığında aynı, diğer frekanslarda ise düşük performans sergilemiştir. Buradan hareketle folyo yerleşiminde tek kat folyo yerleşiminin çok katlı yerleşime nazaran EMSE değerleri anlamında daha düşük sonuçlar verdiği söylenebilmektedir. Alüminyum folyonun numunenin üstüne-altına (UA) ve üstüne-ortasına-altına (UOA) yerleştirildiği yani çok katlı numunelerde ise EMSE performansları arasındaki farkın önemsiz olduğu, neredeyse birbirinin aynı kalkanlama gösterdiği gözlemlenmiştir. UA ve UOA numuneleri 1750-2300 MHz aralığında ortalama yaklaşık 14,8 dB'lik bir kalkanlama yapmıştır. Daha da önemli olan bu geniş frekans bandında kalkanlamasını sürdürmeyi başarmıştır. Aynı bu frekans bandında O numunesi ise yaklaşık 9,5 dB'lik bir EMSE değeri ortaya koymuştur. Her üç numune 2500-3000 MHz yaklaşık ortalama 13dB'lik bir kalkanlama performansı göstermişlerdir.

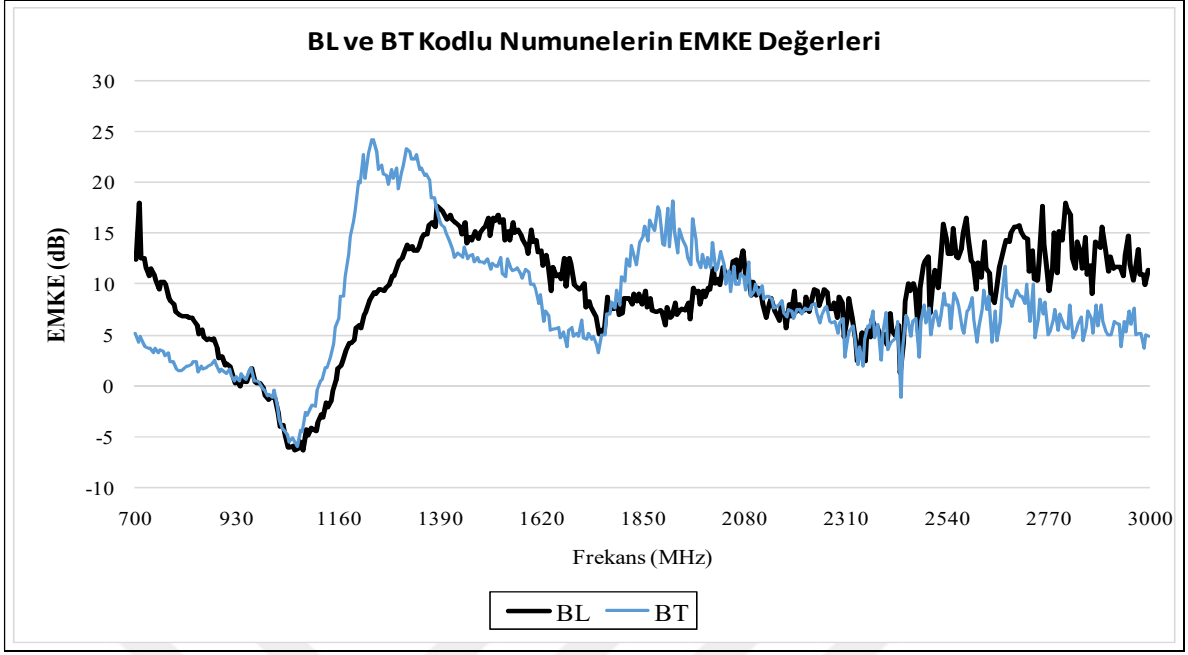
4.3.4 Metal Atık Tozları İle Metal Levhaları İçeren Numunelerin Birbiriyle Karşılaştırılması

Bu bölümde metal levhalar içeren numuneler ile aynı metalden atık tozları kullanılarak elde edilen numunelerin kalkanlama performansları karşılaştırılmıştır. Bu anlamda bakır, demir, alüminyum levhaları ile bu metallerin atık tozlarından üretilmiş numunelerin EMSE değerleri şekil 4.24, şekil 4.25 ve şekil 4.26'da grafiksel olarak verilmiştir.



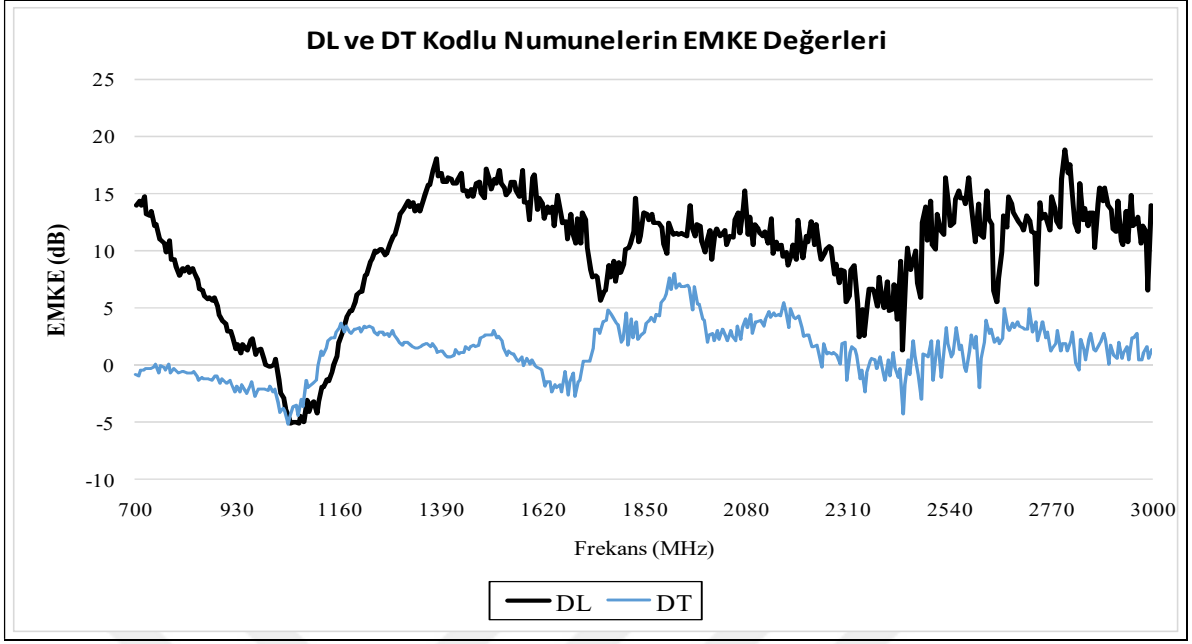
Şekil 4.24 AL ve AT Kodlu Numunelerin EMSE Değerleri

AL ve AT numunelerinin karşılaştırılmasında Şekil 4.24'de de görüldüğü üzere AL numunesi genel olarak tüm frekans bandında daha iyi bir kalkanlama performansı gösterdiği gözlemlenmektedir. Atık alüminyum tozları içeren numune 1800-2300 MHz frekansında alüminyum levha içeren numune ile yaklaşık aynı kalkanlama etkinliğini göstermektedir. Diğer frekanslarda ise, 0-10 dB arasında değişen değerlerde daha düşük kalkanlama performansı sergilemektedir. Bu durum alüminyum levhanın sıkı ve düzgün bir yapıya sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca atık alüminyum tozlarının boyutlarının heterojen olması nedeniyle levha formunda gösterdiği performansın aynısının beklenmemesi gerekmektedir. Ancak burada maliyet önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Maliyet-performans ilişkisi irdelendiğinde sıfır maliyete sahip olan atık alüminyum tozları bu durumda daha tercih edilebilir olarak görülmektedir.



Şekil 4.25 BL ve BT Kodlu Numunelerin EMSE Değerleri

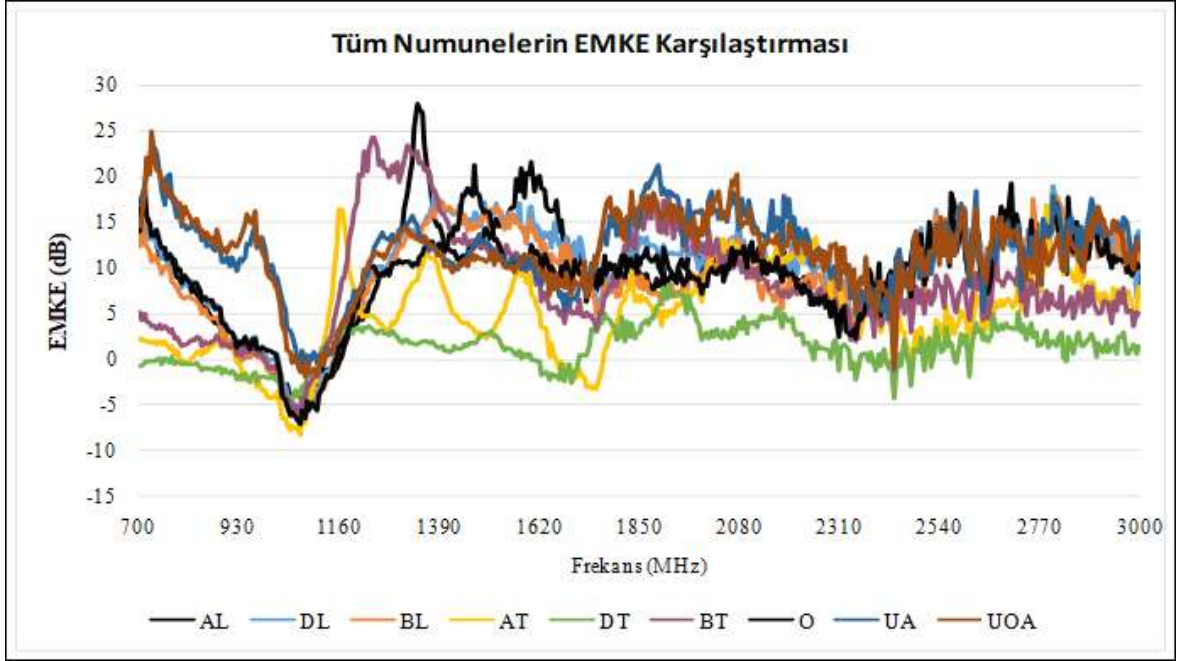
Şekil 4.25'den de anlaşılacağı üzere BL numunesi genel olarak BT numunesine nazaran biraz daha iyi bir performans göstermektedir. Atık bakır tozları içeren numune sadece 1100-1400 MHz ile 1800-2050 frekanslarında bakır levha içeren numuneye göre daha iyi EMSE değerleri sergilemektedir. BT numunesi 1200-1400 Mhz frekansında ortalama 20,6 dB'lik, 1800-2050 MHz frekansında ortalama 13,24 dB'lik bir EMSE değeri vermektedir. BL numunesi ise 1300-1700 MHz gibi geniş bir frekans aralığında ortalama 14,36 dB'lik EMSE değerleri elde edilmiştir. Bununla birlikte maliyet-performans ilişkisi incelendiğinde atık bakır tozları içeren numunenin daha tercih edilebilir olduğu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca BL-BT arasındaki EMSE değerleri farkı AL-AT arasındaki farktan daha düşük olduğu dikkat çekmektedir.



Şekil 4.26 DL ve DT Kodlu Numunelerin EMSE Değerleri

DL ve DT numunelerinin kalkanlama etkinliklerinin karakteri ve değerleri Şekil 4.26'da açık bir şekilde görülmektedir. Atık demir tozu içeren numune tüm frekanslarda demir levha içeren numunenin kalkanlama performansının oldukça gerisinde kalmıştır ve yaklaşık 0-5 dB arasında EMSE değerleri göstermiştir. Bu anlamda atık demir tozuyla üretilen numune, atık bakır veya alüminyum tozu ile üretilen numunelerin gösterdiği performansı gösterememiştir. Bunun demir atık tozların ebatlarının çok küçük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Şekil 4.27'de tüm numunelere ait olan EMSE değerleri toplu bir şekilde grafiksel olarak gösterilmektedir.



Şekil 4.27 Tüm Numunelere Ait EMSE Değerleri

Çizelge 4.8 Numunelerin Cep telefonu Frekanslarındaki Ortalama EMSE Değerleri

Frekans (MHz)	Numunelerin Ortalama EMSE Değerleri (dB)								
	AL	DL	BL	AT	DT	BT	O	UA	UOA
GSM900 (810-915)	4,94	6,01	4,63	1,09	-1,06	1,81	6,13	12,59	13,68
GSM1800 (1785-1805)	8,70	8,46	7,47	3,65	3,18	8,78	9,77	14,76	16,42
3G (2110-2200)	10,29	10,68	7,69	10,65	4,32	8,11	10,28	14,73	13,06
4G (2570-2620)	14,14	13,41	12,85	3,95	0,99	6,58	13,24	13,14	12,97

5 DEĞERLENDİRME ve ÖNERİLER

Yapılan çalışmada Uşak Organize Sanayi Bölgesi'nden atık %100 PAN ve %80 CO / %20 PES liflerinden numuneler üretilmiştir. Numuneler üretilirken hammaddeyi, bağlayıcı madde miktarını ve yoğunluğu değiştirerek ve alüminyum folyo ekleyerek numunelerde meydana gelen ısı ve ses yalıtımı değişimi incelenmiştir. Ayrıca ısı ve ses yalıtım değeri iyi olan bir numuneye bakır, demir ve alüminyum metal levha ve fabrikalardan toplanan metal atıkları eklenmiştir. Bununla birlikte numunenin farklı yerlerine alüminyum folyo eklenerek, değiştirilen bu parametrelerin elektromanyetik kalkanlama üzerindeki etkisi incelenmiştir ve aşağıdaki gibi değerlendirilmiştir.

1) Değiştirilen parametrelerden biri olan numune yoğunluğunun; sonuçlar ışığında ısı yalıtımına etki ettiği gözlemlenmektedir. Yoğunluğun artmasıyla birlikte %100 PAN ve %80 CO / %20 PES hammaddesinden üretilen numunelerde ısı iletim katsayısının arttığı gözlemlenmektedir ki bu da ısı yalıtımının düştüğü anlamına gelmektedir. Bu durum yoğunluğun artmasıyla birlikte numune içinde yalıtımı sağlayan hava boşluklarının azalmasıyla açıklanabilmektedir. Ses geçiş kaybında en etkili parametrenin kütle olduğunu düşündüğümüzde yoğunluğun artmasıyla birlikte ses yalıtımı değerlerinin de arttığı gözlemlenmiştir.

2) Diğer bir değiştirilen faktör numunelerin üretiminde kullanılan hammaddedir. %100 PAN ve %80 CO / %20 PES hammaddelerinden üretilen numunelerin ısı iletim katsayılarının ve ses yalıtım değerlerinin arasındaki fark önemsiz düzeydedir. Bu sayede farklı atık liflerden üretilen numunelerin birbirine yakın ısı ve ses yalıtımı performansları vermesi, geri dönüşümün hızlanması ve atık liflerin kullanımının artması anlamında bir avantaj oluşturmaktadır. Bununla birlikte atık tekstil malzemelerin fabrikalarda sınıflandırılarak toplanamaması veya atık halde elde edilen tekstil liflerinin cinslerine göre ayrılmasının çok uzun sürmesi ve meşakkatli olması probleminin ortadan kalkmasına neden olmuştur. Böylece atık liflerin karışık halde sınıflandırmadan doğrudan üretime gönderilebilmesine olanak sağlanabilmektedir ve maliyetler düşmektedir.

3) Üretim sırasında değiştirilen diğer bir parametre bağlayıcı malzeme miktarıdır. Her iki hammaddeden üretilen numunelerde de bağlayıcı malzeme miktarındaki artış ses ve ısı

yalıtımında önemli bir değişikliğe sebep olmamıştır. Bu sonuç çeşitli avantajları da beraberinde getirmektedir. Numunelerin kullanım alanlarına göre istenen sertlikte ve rijitlikte, ısı ve ses yalıtım değerlerinden ödün vermeden üretilebilecek olması bu avantajlardan bir tanesidir. Diğer bir avantaj ise; üretim adımlarında değişiklik yapmadan sadece bağlayıcı miktarını değiştirerek aynı yalıtım değerlerinde kompozit malzeme üretilmesi ve bu durumun da işletmeye zaman kazandırarak maliyeti düşürmesidir.

4) Numunelere alüminyum folyo ilavesi, ısı yalıtım performansı anlamında herhangi bir değişiklik meydana getirmemiştir. Folyo kullanımının ses geçiş kaybı değerlerinde bir artışa neden olduğu, folyo yerleşiminin ise ses yalıtımına etki ettiği görülmektedir. Alüminyum folyo yerleştirilmiş numuneler, elektromanyetik kalkanlama anlamında günlük kullanım için çeşitli frekanslarda çok iyi ve iyi sınıfında performans göstermişlerdir. Ayrıca tek kat folyo yerleşiminin diğer yerleşimlere nazaran kalkanlama performansının daha düşük olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, alüminyum folyo ile üretilen numunelerdeki EMSE değerlerinin, diğer metal levhalara sahip olan numunelere göre çoğu frekansta yüksek olduğu görülmüştür ki bu bir avantaj teşkil etmektedir. Folyoya nazaran daha ağır olan metal levhalarla çalışmak yerine, daha hafif olan folyo kullanımı ile daha yüksek kalkanlama performansı elde etmek işletmeler için malzeme işlenebilirliği ve maliyet açısından da bir avantaj oluşturmaktadır.

5) Atık bakır ve alüminyum metal tozları içeren numunelerin göstermiş olduğu elektromanyetik kalkanlama değerleri; levha hallerini içeren numunelere nazaran biraz daha düşüktür. Bu zaten beklenen bir sonuçtur ancak performans-maliyet ilişkisi göz önünde bulundurulduğunda sıfır maliyeti olan atık bakır ve alüminyum tozları kesinlikle tercih edilebilir olmaktadır. Demir tozları içeren numune tüm frekanslarda 0-5 dB arasında EMSE değerleri vererek diğer tüm numunelerden düşük bir performans göstermiştir.

6) Metal levhaları içeren numuneler birbirine benzer kalkanlama karakteri gösterdiği ve EMSE değerlerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Tüm numuneler içinde de en iyi performansı sergilemektedirler. Bunun nedeninin metallerin levha halinde düzgün bir yüzey halinde kullanılması ve sahip olduğu iletkenlik katsayılarının birbirine yakın olması olduğu düşünölmektedir.

Yaptığımız çalışmadaki amacımız geri dönüştürülemeyen atık tekstil liflerini kullanarak yalıtım malzemesi üretmek olmuştur. Bu anlamda yüksek oranda atık tekstil lifini kullanarak ürettiğimiz kompozit numuneler tamamında "ısı yalıtım malzemesi" olabilmesi için gereken ısı iletim katsayılarını yakalamıştır. Numunelerimizin elde ettiği ısı iletim katsayısı değerleri piyasada kullanılan bakalitli ve bakalitsiz cam yünü, yüksek yoğunluklu ve düşük yoğunluklu taş yünü, poliüretan köpük, fenol köpük ve cam köpüğü gibi yalıtım malzemelerinden daha iyi çıkmıştır. Ses yalıtımında ise numunelerimiz 21,4-32,6 dB aralığında değişen ses geçiş kaybı değerleri elde ederek iyi bir performans göstermiştir. Elektromanyetik kalkanlama anlamında da çeşitli frekanslarda 0-28,05 dB aralığında EMSE değerleri elde eden numunelerimiz günlük hayat için çok iyi ve iyi sınıflarında değerlendirmektedir. Bu sonuçlar ışığında çalışmanın amacına ulaştığı düşünülmektedir. Literatür araştırmasında numunelerimizin sahip olduğu gibi yüksek oranda ve miktarda atık tekstil lifi kullanılarak üretilen malzemelere rastlanmaması bu çalışmayı farklı kılan bir unsur olmuştur.

KAYNAKLAR

- 1) İSTAC A.Ş., 2016, "Entegre Katı Atık Yönetimi", http://istac.com.tr/contents/44/cevre-makaleleri_130838592910380265.pdf
- 2) Kavadar, F., 2014, "Atıkların Geri Kazanımı", Bitirme Projesi, *Yeni Yüzyıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 3-4.
- 3) Ağdağ, O.N., 1999, "Denizli Organize Sanayi Bölgesi'nde Endüstriyel Katı Atık Durumu Ve Geri Kazanımı", *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1 (2), 47-58.
- 4) Bozkurt, Y., 1983, Tekstil Sektöründe Artık Sorunu ve Değerlendirme Olanakları, *Çevre '83: II. Ulusal Çevre Mühendisliği Sempozyumu*, İzmir, 1-5 Haziran.
- 5) Bridgwater, A., Mumford, C., 1980, Waste Recycling And Pollution Control Handbook, *Van Nostr and Reinhol Company*, U.S.A.
- 6) Berge B., 2009, *The Ecology of Building Materials Second edition*, 978-1-85617-537-1.
- 7) Dağsöz, A. K., Bayraktar, K. G., Ünveren, H. H., 2001, "Isı Yalıtımı ve Kalorifer Tesisatı Standartları Üzerine Görüşler", *Yapı Malzeme Dergisi*, 1, 50-54.
- 8) Aydemir, H., 2013, "Seçilmiş Perdelik Kumaşların Ses Yalıtımı ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kayseri, 1.
- 9) Dağ, N., 2010, "İletken Tekstil Yüzeylerinde Elektromanyetik Kalkanlama Özelliğinin Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, 1.
- 10) Şeker, S., 2000, "Elektromanyetik Kirlenme Etkileri ve Güvenlik Önlemleri", *EMO Dergisi*, 14-21.
- 11) http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=10&ust_id=3, 24/04/2011
- 12) Kozak, M., 2010, "Tekstil Atıkların Yapı Malzemesi Olarak Kullanım Alanlarının Araştırılması", *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6 (1), 62-70.
- 13) Kalın, V., 2005, "Tekstil Atıkları Ve Pamuk Linterinden, Kağıt Hamuru Ve Kağıt Üretim Koşullarının Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kahramanmaraş, 13-15.
- 14) <http://www.hurriyet.com.tr/usak-tarlasiz-pamuk-uretiyor-20063502>, 17/05/2012

15) <http://arsiv.sabah.com.tr/2007/05/22/haber,C21BDE27F59A46709887D1384BF5A5E7.html>, 17/05/2012

16) Özer, M., 2006, Yapılarda Isı ve Isı Yalıtım Malzemeleri, *İnşaat Mühendisleri Odası Yayınları İstanbul Şubesi*, İstanbul.

17) Koçu, N., 2000, "Yapılarda Isı Yalıtımının Enerji Tasarrufuna ve Hava Kirliliğine Etkisi", İpek Yolu, Konya, K.T.O., 145, 25-29.

18) 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, .

19) Ersoy, E., Küçükbayrak S., 1994, "21. Yüzyılda Bütün Yönleri ile Enerji", Enerji Çevre İlişkisi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 124-127.

20) Koçu, N., 2007, "Isı Yalıtımsız Yapıların Atmosfer Kirliliğine ve Küresel Isınmaya Etkisi" *Mimarlar Dergisi*, Konya, 2 (Yaz) s.70-79.

21) 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.

22) Oral, G.K., 2003, "Sürdürülebilir Enerji ve Saydam Yalıtım", *Yapı ve Yalıtım Teknolojileri Dergisi*, İstanbul, 41, 70-75.

23) http://eng.harran.edu.tr/~hbulut/HBULUT1_enerji.pdf, 05.03.2016

24) Çavuşoğlu Aydın, G., 2007, "Dar Kanallarda Kanal Genişliğinin Isı Yalıtımı Açısından İncelenmesi ve Modellenmesi", *Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya.

25) Eken, M., 2012, "Yalıtım Malzemesi Üretiminde Atık Malzemelerin Kullanılması", *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kahramanmaraş,

26) Özutku, O., 2012, "Binalarda Isı Yalıtımı Yoluyla Enerji Tasarrufu Mühendislik Fakültesi Binası Örneği", *Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Antakya/Hatay.

27) Akıncı, H., 2007, "Günümüzde Uygulanan Isı Yalıtım Malzemeleri, Özellikleri, Uygulama Teknikleri ve Fiyat Analizleri", Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya.

28) Aydemir, H., 2013, "Seçilmiş Perdelik Kumaşların Ses Yalıtımı Ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kayseri.

- 29) Ilgar, R., 2012, "Çanakkale Şehir İçi Trafikindeki Araç Kaynaklı Gürültü Kirliliğine Yönelik Ön Çalışma", *Zeitschrift für die Welt der Türken (ZfWT)*, 4 (1), 253-267.
- 30) <http://www.ode.com.tr/ses-yalitimi/>, 19/03/2016.
- 31) Uyar, M., 2005, "Metal Çerçevesiz Giydirmeye Cephelerde Ses Yalıtımı Sorunları", Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- 32) Yumşak, M., 2010, "Farklı Fiziksel Özelliklere Sahip Dokusuz Kumaşların Ses Yutumu Kabiliyetlerinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kahramanmaraş.
- 33) URSA Insulation, 2011. Ses Yalıtımının Temelleri, Madrid.
- 34) Ersoy, S., 2007, "Endüstriyel Çay-Yaprak-Fiber Atıklarının Ses Yutumu Özelliklerinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 55s.
- 35) Sirel, Ş., 2000, "Yapı Akustikinde 30 Terim 30 Tanım", *Yapı Fiziği Uzmanlık Enstitüsü*, 9, İstanbul.
- 36) <http://www.himerpa.com/Content/Files/TechPubFile/96fb3e9f-4d0d-4a73-90c0-779e2059dbae.pdf>, 25/03/2016
- 37) Jayaraman, K., 2005, "Acoustical Absorptive Properties Nonwovens, North Carolina State University", Yüksek Lisans Tezi, *Textile Management And Technology*, U.S.A.
- 38) Seddeq, H. S., 2009, "Factors İn Fluencin Gacoustic Performance Of Sound Absorptive Materials, *Australian Journal of Basic and Applied Science*, 3(4): 4610-4617.
- 39) Çeken, F., Özkurt, A., Kayacan Ö., Özdemir, H. ve Uğurlu, Ş.S., 2011, "İletken İplik Takviyeli Dokuma Ve Örme Kumaş Yapılarının Elektromanyetik Özellikleri", Dokuz Eylül Üniversitesi (D.E.Ü) Projesi, *D.E.Ü Rektörlüğü*, Proje No: 2010.KB.FEN.021.
- 40) Göral, V., 2014, "İletken Filamentli İpliklerden Farklı Yapısal Özellikli Dokuma Kumaşların Elektromanyetik Kalkanlama Özelliklerinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Ankara
- 41) Çerezci, O., 2012, "Elektromanyetik kirlilik ölçüm çalışmaları", *Elektromanyetik alan ve sağlık etkileri*, Nilüfer/Bursa. F. Özsan Matbaacılık, 10-43.
- 42) Palamutçu S., Dağ N., 2009, "Fonksiyonel Tekstiller I: Elektromanyetik Kalkanlama Amaçlı Tekstil Yüzeyleri", *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3 (1): 87-101.
- 43) Dinçer, H., 2009, "Elektriksel Alanlar ve Canlılara Etkileri", *Elektrik Mühendisliği Dergisi*, (435), 45-51.
- 44) Çınar, K., 2006, "Elektromanyetik Alan", *Bilim ve Teknik Dergisi*, 39(465), 80-81.

- 45) Serway, R.A.andBeichner, R.J.,2002, "Fen ve Mühendislik için Fizik-2/Kemal Çolakoğlu", Palme Yayıncılık, Ankara.
- 46) <http://www.cekod.org/images/konusma.pdf>, 05/04/2016
- 47) <http://www.geo.mtu.edu/rs/back/spectrum/>, 05/04/2016
- 48) Sevgi, L., 2005, "Çevremizdeki Elektrik ve Manyetik Alanlar", *Endüstriyel & Otomasyon*, Şubat.
- 49) Yıldız, Z., 2011, "İletken Polimerlerle Muamele Edilmiş Tekstil Yüzeylerinin Elektrik İletkenliği Ve Elektromanyetik Kalkanlama Özelliklerinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- 50) Kanara, Ş., 2014, " İletken Polimerik Kompozit Tekstil Yüzeylerinin Elektriksel, Elektromanyetik Kalkanlama Ve Sensör Davranışlarının Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kahramanmaraş.
- 51) 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.
- 52) 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.
- 53) 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.
- 54) Turak, B., 2013, "Tekstil Atıklarından Elde Edilen Kompozit Isı Yalıtım Malzemelerinin İncelenmesi", *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta.
- 55) Murathan, A., Murathan, A., Karadavut, S., 2014, "Yüksek Yoğunluklu Polipropilen Tekstil Atıklarının Kompozit Malzeme Üretiminde Kullanılabilirliği", *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29(1), 9-14.
- 56) Usta, İ., Akalın, M., Kocak, D., Merdan, N., Taşdemir, M., 2003, "Farklı Oranlardaki Pamuk Atıkları (Telef) İle Desteklenmiş PP Polimerinin Oluşturduğu Kompozit Yapıların Mekanik ve Akış Özelliklerinin İncelenmesi", *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 16(2), 405-410.
- 57) 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.

- 58) Tayyar, A.E., Üstün Çetin, S., 2012, "r-PET Elyaftan Üretilen Dokusuz Yüzey Kumaşların Isıl Özellikleri", *1. Ulusal Geri Kazanım Kongre Ve Sergisi Bildiriler Kitabı*, 23-30.
- 59) 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.
- 60) Özen, M.S., Sancak, E., Beyit, A., Usta, İ., Akalın, M., 2013, "Investigation of Electromagnetic Shielding Properties Of Needle-Punched Nonwoven Fabrics With Stainless Steel And Polyester Fiber", *Textile Research Journal*, 83(8), 849-858.
- 61) 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.
- 62) 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.
- 63) Yachmenev, V., Negulescu, I., Yan, C., 2006, "Thermal Insulation Properties of Cellulosic-based Nonwoven Composites", *Journal of Industrial Textiles*, 36(1), 73-86.
- 64) 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.
- 65) 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.
- 66) 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.
- 67) 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.
- 68) Lee, Y., Joo, C., 2003, "Sound Absorption Properties Of Recycled Polyester Fibrous Assembly Absorbers", *AUTEX Research Journal*, 3(2), 78-84.
- 69) 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.

70) <http://www.yfu.com/yazilar/yapi3-izolasyon.pdf>, 05.07.2017

71) Taiwan Textile Federation, 2005, Specified Requirements of Electromagnetic Shielding Textiles, Document No. FTTS-FA-003.

72) Carrel, R., 1961, "Design of log-periodic dipole antennas", *IRE International Convention Record in 1958*, 61-75.

73) Kowal, M., 2012, "Measuring The Shielding Effectiveness of Large Textile Materials In An Anechoic Chamber", *Electromagnetic Compatibility (EMC EUROPE) 2012 International Symposium*, 1-4

74) Johnson, D.M. ve Hatfield, M.O., 1995, "Shielding Effectiveness Measurement Of A Shielded window: Comparative Results Obtained Using Mode-Stirred And Anechoic Chambers", *IEEE International Symposium Record*, 378-382.



6 EKLER

6.1 Ek-1

Çizelge 6.1 Frekanslara Göre Numunelerin EMSE Değerleri (dB)

Frekans (MHz)	Numune Kodları								
	AL	DL	BL	AT	DT	BT	O	UA	UOA
700	13,62	13,992	12,336	2,161	-0,823	5,138	14,031	16,86	14,634
705,75	15,554	14,313	17,955	2,273	-0,883	4,221	17,407	16,876	15,616
711,5	15,153	13,956	12,579	1,958	-0,453	4,839	18,761	19,312	18,384
717,25	15,641	14,734	12,578	1,886	-0,348	4,049	15,7	20,626	22,111
723	13,225	13,17	11,677	2,006	-0,222	3,862	14,884	21,218	20,296
728,75	13,62	13,14	10,785	1,844	-0,256	3,603	13,56	23,293	24,968
734,5	13,264	13,448	11,442	1,905	-0,266	3,627	13,579	23,164	21,74
740,25	12,962	12,21	10,852	1,643	-0,202	3,232	14,315	22,674	20,739
746	11,237	12,291	10,262	1,916	0,092	3,725	12,778	20,213	20,403
751,75	11,179	11,014	9,467	1,646	-0,664	3,171	12,203	18,513	19,528
757,5	11,602	10,942	10,253	1,976	-0,041	3,511	12,14	16,848	18,462
763,25	10,852	10,599	10,107	1,579	-0,125	3,335	10,971	20,006	19,047
769	11,522	9,925	9,839	1,048	-0,422	2,941	11,304	20,244	17,808
774,75	11,183	10,914	8,511	1,536	0,12	3,298	10,97	17,868	18,032
780,5	10,802	9,291	8,232	0,528	-0,606	2,296	10,007	16,71	17,62
786,25	9,996	9,233	7,912	0,909	-0,225	2,399	9,066	15,62	17,288
792	9,875	8,578	7,26	0,119	-0,517	1,682	8,909	16,312	17,11
797,75	8,982	7,806	6,88	-0,16	-0,702	1,44	8,28	14,6	14,837
803,5	8,364	8,488	6,737	-0,174	-0,547	1,522	9,237	14,714	16,712
809,25	8,156	8,189	6,853	-0,382	-0,574	1,544	8,784	14,132	16,337
815	8,134	8,595	6,845	-0,152	-0,664	1,95	8,434	14,311	15,605
820,75	7,277	8,085	6,648	0,031	-0,692	1,964	8,257	14,866	15,325
826,5	7,793	8,444	6,607	0,464	-0,656	2,057	8,32	14,327	14,636
832,25	7,186	8,097	6,328	0,708	-0,48	2,364	8,431	14,048	15,47
838	6,748	7,483	5,923	0,928	-0,923	2,293	7,441	13,987	13,996
843,75	5,828	6,607	5,024	0,434	-1,248	1,385	6,55	12,94	14,205
849,5	5,65	6,594	5,493	1,047	-1,044	1,844	6,766	13,412	13,276
855,25	5,474	6,087	4,818	0,812	-1,166	1,594	6,442	12,396	13,828
861	4,753	5,725	4,511	1,286	-1,132	1,7	6,522	12,46	13,039
866,75	4,557	5,954	4,598	1,515	-1,216	1,913	6,511	12,314	13,403
872,5	3,952	5,6	4,488	1,666	-1,296	2,015	5,529	11,828	12,546
878,25	4,16	5,936	4,652	2,381	-0,921	2,505	5,678	12,236	14,19
884	3,67	5,103	3,793	2,452	-0,965	2,052	5,645	12,108	12,891
889,75	2,524	4,303	2,672	1,356	-1,606	1,378	3,957	10,586	11,656
895,5	2,78	3,874	2,841	1,833	-1,135	1,629	3,818	10,725	12,282

901,25	1,743	3,596	1,992	1,574	-1,464	1,337	3,295	11,145	11,774
907	1,796	2,989	2,088	1,187	-1,588	1,236	3,036	10,139	12,577
912,75	1,696	2,964	1,841	1,5	-1,338	1,594	3,024	11,237	12,835
918,5	1,296	2,426	1,218	0,478	-1,684	1,066	2,196	10,316	12,409
924,25	0,604	1,337	0,268	-0,417	-2,288	0,378	1,273	9,708	12,376
930	0,892	1,807	0,547	-0,567	-1,804	0,895	2,044	10,995	13,218
935,75	-0,12	1,034	-0,084	-1,406	-2,283	0,386	1,622	10,66	13,708
941,5	0,395	1,724	0,71	-1,323	-1,654	1,196	2,432	11,184	14,878
947,25	0,208	1,42	0,372	-2,323	-2,254	0,752	1,882	12,597	15,848
953	0,202	1,312	0,354	-2,518	-2,52	0,631	1,208	12,443	15,007
958,75	1,279	2,216	1,393	-1,916	-1,816	1,416	2,08	13,465	14,884
964,5	2,029	2,334	1,611	-1,489	-1,393	1,774	2,322	14,77	16,221
970,25	0,51	0,846	0,291	-3,09	-2,679	0,426	1,093	12,236	12,559
976	0,8	1,268	0,141	-2,769	-2,04	0,461	1,211	13,067	13,38
981,75	0,608	1,357	0,165	-3,42	-2,045	0,308	1,3	13,291	11,942
987,5	0,202	0,488	-0,298	-3,379	-2,048	-0,316	1,099	12,044	10,999
993,25	-0,932	-0,036	-1,011	-4,164	-2,088	-0,396	0,916	10,446	9,629
999	-1,368	-0,099	-1,384	-4,347	-2,145	-1,08	0,994	9,418	8,961
1004,75	-1,604	-0,106	-1,32	-4,143	-1,772	-0,884	0,734	10,349	9,049
1010,5	-1,996	0,05	-1,144	-4,335	-2,341	-1,163	0,553	8,809	8,085
1016,25	-0,957	0,546	-1,281	-3,66	-2,017	-0,494	0,185	8,905	7,8
1022	-2,341	-1,317	-2,712	-5,078	-3,183	-2,04	-1,774	7,236	5,906
1027,75	-3,31	-2,422	-4,055	-6,512	-4,107	-3,408	-4,155	6,491	3,784
1033,5	-3,629	-3,021	-3,913	-6,453	-3,706	-4,227	-4,333	5,371	2,904
1039,25	-2,684	-3,837	-4,762	-7,207	-4,063	-4,392	-5,157	3,157	1,016
1045	-4,438	-4,673	-6,178	-7,867	-5,166	-4,904	-6,135	3,122	0,814
1050,75	-3,933	-5,14	-6,137	-7,245	-4,585	-5,524	-5,815	2,538	-0,372
1056,5	-3,717	-5,02	-6,012	-7,64	-3,568	-5,188	-6,337	1,228	0,571
1062,25	-3,724	-5,067	-6,364	-7,47	-3,491	-5,68	-6,68	0,152	-0,359
1068	-4,311	-5,148	-6,193	-8,309	-4,392	-6,011	-7,105	-1,146	-1,291
1073,75	-3,508	-4,528	-5,506	-6,232	-2,985	-4,376	-5,644	0,909	-0,739
1079,5	-4,942	-4,957	-6,402	-6,921	-3,576	-4,587	-6,436	-0,523	-1,845
1085,25	-2,832	-3,077	-4,416	-4,449	-1,248	-2,603	-4,558	0,371	-0,244
1091	-3,533	-4,165	-4,952	-4,814	-1,958	-2,873	-5,523	-0,592	-1,534
1096,75	-2,668	-3,341	-4,16	-3,44	-1,695	-2,25	-4,714	0,437	-1,05
1102,5	-2,448	-3,284	-4,321	-2,592	-1,505	-1,9	-5,008	0,713	-1,068
1108,25	-2,68	-4,212	-4,506	-2,448	-1,325	-2,057	-5,592	-0,473	-1,62
1114	-1,416	-3,228	-3,611	-0,863	-0,035	-0,472	-3,935	0,408	-0,604
1119,75	-0,83	-1,908	-2,831	0,788	1,22	0,434	-3,257	-0,039	0,664
1125,5	-1,485	-1,918	-3,188	1,963	0,868	0,623	-2,7	0,118	-0,499
1131,25	-1,1	-1,287	-1,734	3,5	1,504	1,788	-1,705	1,148	1,058
1137	-1,76	-1,388	-2,086	5,219	2,156	1,79	-2,048	0,428	0,618
1142,75	-1,993	-0,667	-1,604	6,968	2,394	2,744	-1,515	1,008	0,725

1148,5	-1,436	-0,008	-0,583	9,353	2,396	4,06	-0,622	1,214	1,809
1154,25	-0,985	0,772	0,512	12,826	2,994	5,71	0,218	2,285	2,168
1160	-0,409	1,976	1,678	16,493	3,283	6,638	1,246	2,842	2,967
1165,75	0,418	2,652	2,029	16,422	3,68	8,8	1,824	3,572	4,179
1171,5	1,211	3,158	2,375	15,268	2,916	8,835	2,128	4,313	3,995
1177,25	2,217	4,182	3,408	12,16	3,456	10,716	2,756	5,093	4,395
1183	2,929	4,779	4,202	9,745	2,917	12,916	3,549	6,088	5,268
1188,75	2,93	4,746	4,154	8,438	2,747	14,644	4,262	6,239	5,35
1194,5	3,841	5,473	4,53	7,66	3,237	16,138	5,434	7,421	6,092
1200,25	4,063	6,112	5,579	6,172	3,196	17,228	5,688	6,917	6,942
1206	4,658	6,462	5,951	6,06	3,379	20,103	7,041	7,539	7,235
1211,75	4,247	6,362	5,703	4,68	2,892	19,955	7,657	7,704	8,352
1217,5	5,282	7,776	6,977	4,823	3,42	22,735	9,364	9,02	9,854
1223,25	5,164	7,927	7,2	4,607	3,308	20,454	9,504	9,16	9,818
1229	6,178	8,919	8,337	4,788	3,494	22,888	10,02	10,233	10,753
1234,75	6,615	9,236	8,627	4,84	3,288	24,134	10,179	11,089	11,264
1240,5	7,36	9,986	9,197	4,719	2,995	24,204	10,184	12,175	11,705
1246,25	8,264	9,901	9,044	4,297	2,724	22,972	9,446	12,835	11,654
1252	8,947	10,107	9,481	3,98	2,972	21,251	8,951	13,12	11,372
1257,75	9,376	10,112	9,436	3,9	2,982	21,704	9,452	13,784	11,498
1263,5	9,241	9,675	9,362	3,289	2,732	20,885	9,366	13,407	11,131
1269,25	9,579	9,729	9,604	3,116	2,788	20,675	9,908	13,133	11,763
1275	10,039	10,588	9,906	3,212	2,568	19,876	9,265	13,065	12,186
1280,75	11,326	11,311	10,716	4,095	3,049	21,236	10,567	13,738	12,911
1286,5	11,343	11,449	10,812	3,879	2,669	20,358	10,47	12,98	12,833
1292,25	12,428	12,616	11,839	4,562	2,326	21,455	10,524	12,983	13,524
1298	13,238	13,26	12,18	5,23	1,98	19,322	10,948	14,228	13,752
1303,75	14,548	13,649	12,493	5,487	1,754	20,924	10,501	14,116	14,198
1309,5	16,372	13,864	12,917	6,628	1,993	21,635	10,63	14,564	14,31
1315,25	18,296	14,408	13,81	7,574	2,062	23,3	10,643	14,848	14,456
1321	19,716	13,876	13,444	7,619	1,789	22,965	10,712	15,083	13,868
1326,75	21,787	14,243	13,768	8,317	1,655	22,293	10,269	15,663	13,499
1332,5	25,3	13,424	13,191	8,611	1,547	22,276	10,549	15,246	13,492
1338,25	28,051	14,032	13,218	8,619	1,56	22,756	10,376	14,608	13,319
1344	27,5	13,444	13,508	9,717	1,656	21,305	11,168	13,412	13,024
1349,75	26,961	14,432	14,562	10,328	1,808	21,436	11,472	13,266	12,866
1355,5	23,653	14,883	14,876	11,212	1,908	20,656	12,152	12,672	13,499
1361,25	20,625	15,731	14,929	11,619	1,954	20,835	12,445	12,823	13,152
1367	20,309	15,748	15,74	11,3	1,659	20,264	12,889	11,802	12,73
1372,75	16,964	17,043	16,082	11,087	1,86	18,552	12,828	12,439	12,292
1378,5	15,414	18,154	15,658	11,023	1,47	18,555	12,449	12,326	12,153
1384,25	14,556	16,533	17,62	10,398	1,152	17,532	11,819	11,619	11,438
1390	14,771	16,763	17,372	9,406	1,207	16,329	12,756	11,364	11,688

1395,75	13,645	16,03	17,225	8,278	1,298	15,834	12,438	11,504	11,188
1401,5	12,449	16,036	16,651	7,648	0,854	15,601	11,786	10,794	10,144
1407,25	12,111	16,386	16,387	6,88	0,792	15	12,521	10,759	10,274
1413	11,999	16,346	16,848	6,148	0,7	14,223	13,652	10,626	10,144
1418,75	11,724	15,853	16,332	5,027	0,828	13,299	13,496	10,539	9,597
1424,5	11,967	15,892	16,076	4,966	1,42	12,634	14,62	10,192	9,939
1430,25	10,811	16,257	15,879	4,611	1,052	13,125	14,21	9,876	9,915
1436	11,084	16,771	15,68	4,294	1,092	12,898	15,464	10,084	10,556
1441,75	11,355	15,32	14,928	3,98	1,194	12,633	18,099	10,295	10,54
1447,5	11,424	15,316	15,993	4,053	1,597	13,599	17,931	10,834	10,893
1453,25	11,34	14,751	14,05	3,949	1,426	12,534	18,777	11,117	10,275
1459	12,569	15,375	14,559	3,662	1,684	12,771	18,474	11,852	10,893
1464,75	12,79	14,766	14,249	3,512	1,791	12,932	17,849	11,977	11,504
1470,5	12,502	15,94	15,165	3,142	1,689	12,144	21,293	12,267	10,921
1476,25	13,081	16,035	14,487	2,809	1,737	12,689	18,454	12,759	11,413
1482	13,014	15,026	14,965	2,987	2,373	12,205	17,861	13,616	10,986
1487,75	12,149	14,57	15,423	2,582	2,596	12,207	16,79	12,813	10,991
1493,5	14,325	17,141	15,58	2,502	2,666	12,103	16,089	12,784	10,923
1499,25	14,472	16,112	16,417	2,259	2,705	12,461	16,187	12,821	10,772
1505	13,243	15,445	14,778	2,594	2,676	11,452	16,036	12,452	11,044
1510,75	13,598	16,316	16,519	3,14	3,073	12,041	15,108	12,112	11,668
1516,5	14,589	15,888	16,219	3,306	2,429	11,792	13,122	11,754	10,396
1522,25	15,387	17,084	16,854	3,912	2,52	11,805	13,255	11,153	11,845
1528	14,552	15,94	16,116	4,267	2,106	12,655	12,464	10,923	10,951
1533,75	14,735	15,543	16,304	4,952	1,572	11,076	12,075	11,368	10,877
1539,5	14,71	14,856	14,273	5,381	0,884	10,652	10,177	10,246	10,304
1545,25	15,178	15,219	15,15	6,328	1,255	12,412	10,543	10,414	9,97
1551	16,232	16,014	14,352	7,116	1,034	11,564	10,148	10,422	10,034
1556,75	16,64	16,004	16,069	7,476	0,972	11,277	11,039	10,936	10,304
1562,5	16,795	15,284	15,042	8,954	0,487	11,374	10,821	11,085	9,543
1568,25	19,844	14,775	15,247	9,224	0,344	11,568	10,12	10,704	10,373
1574	18,471	17,011	14,783	9,964	0,811	11,068	10,342	11,073	10,218
1579,75	20,9	14,271	14,36	9,202	-0,011	10,566	10,761	9,788	11,16
1585,5	17,796	14,27	13,688	9,84	0,62	11,496	11,336	10,844	11,333
1591,25	20,483	12,699	12,968	8,384	0,119	11,176	10,596	9,567	11,222
1597	20,276	16,44	15,292	9,34	0,476	9,98	10,904	10,86	11,326
1602,75	21,613	16,64	14,16	7,192	-0,052	9,993	12,622	10,487	11,404
1608,5	18,41	13,618	14,216	6,659	-0,093	9,476	11,5	9,943	11,001
1614,25	19,812	14,604	13,061	5,979	-0,257	8,136	11,848	8,8	10,192
1620	20,092	14,16	13,246	5,174	-0,357	8,898	11,157	8,613	10,02
1625,75	18,742	12,812	11,832	3,536	-1,823	6,266	9,393	8,065	9,336
1631,5	18,683	13,839	12,783	3,495	-1,43	7,298	11,573	9,429	8,839
1637,25	16,789	13,404	11,934	3,268	-1,455	6,848	11,204	9,461	9,644

1643	16,332	13,839	9,372	0,311	-2,323	5,393	9,588	8,087	7,005
1648,75	16,206	12,161	11,64	1,858	-1,702	5,525	10,24	7,937	9,407
1654,5	16,404	14,942	10,735	0,32	-1,946	5,609	9,504	7,977	7,749
1660,25	17,512	13,29	10,873	0,019	-1,735	5,659	9,113	8,447	9,404
1666	14,004	12,389	10,454	-1,244	-2,297	4,724	8,653	6,772	7,983
1671,75	15,233	12,633	12,455	-0,308	-0,598	5,212	10,232	7,335	8,669
1677,5	11,183	11,091	9,767	-1,941	-2,564	3,852	8,559	5,334	7,844
1683,25	13,326	13,272	12,518	-0,555	-1,415	5,362	10,694	7,188	9,627
1689	12,045	11,652	11,906	-1,025	-0,654	5,745	9,104	5,931	7,504
1694,75	9,482	10,643	9,9	-2,527	-2,709	4,818	8,069	6,6	7,177
1700,5	10,393	12,844	9,736	-1,164	-1,496	5,12	10,908	6,727	8,682
1706,25	10,563	10,696	9,373	-2,134	-1,309	4,828	10,128	6,469	8,127
1712	12,081	13,353	9,635	-1,003	0,367	6,443	9,398	8,341	8,432
1717,75	9,628	12,737	10,049	-1,813	0,319	4,716	9,202	8,052	8,162
1723,5	9,236	10,307	7,736	-2,121	0,367	4,59	8,37	9,265	10,72
1729,25	7,789	8,278	8,231	-3,011	0,304	5,076	6,364	9,283	6,902
1735	8,459	7,647	7,644	-2,878	1,576	4,54	8,55	8,953	7,905
1740,75	7,095	7,774	7,16	-3,24	3,233	4,781	9,307	10,562	8,608
1746,5	9,08	7,652	6,756	-2,868	3,142	3,929	9,871	9,685	11,38
1752,25	7,527	5,588	5,027	-3,307	2,844	3,187	7,905	11,356	10,332
1758	9,074	6,446	5,496	-1,904	3,888	5,01	9,809	12,032	12,982
1763,75	8,159	6,573	5,143	-1,16	3,953	4,98	8,374	13,228	13,771
1769,5	9,971	8,716	8,674	1,153	4,844	7,08	11,321	13,998	16,12
1775,25	7,237	7,732	7,19	1,322	4,436	6,992	9,532	12,577	17,16
1781	8,77	9,099	7,824	2,562	4,271	8,151	10,506	15,734	17,784
1786,75	7,696	7,288	7,6	2,766	3,736	7,676	9,868	14,452	16,191
1792,5	9,681	8,971	7,972	3,842	3,553	9,415	10,352	15,535	15,41
1798,25	8,831	8,017	6,908	3,77	2,046	7,932	9,012	13,509	16,647
1804	8,521	8,907	7,044	5,304	2,304	10,732	9,136	14,589	16,078
1809,75	9,496	10,192	8,617	6,223	4,564	10,284	11,396	15,339	13,497
1815,5	8,92	10,274	8,549	6,587	1,836	12,492	11,382	13,494	13,14
1821,25	9,752	10,661	8,5	7,448	4,093	11,756	9,664	13,218	15,572
1827	10,974	11,678	7,938	7,616	2,363	13,721	11,021	14,956	15,939
1832,75	11,113	14,603	9,003	9,765	3,868	12,453	10,572	15,86	18,432
1838,5	8,691	10,803	8,22	6,288	2,278	11,937	10,444	16,036	14,811
1844,25	10,343	11,328	8,981	7,083	2,653	14,09	11,352	14,492	16,468
1850	8,949	13,401	7,916	6,286	2,883	14,718	10,375	15,128	16,782
1855,75	9,332	13,161	9,243	7,058	3,774	15,68	11,239	17,975	17,031
1861,5	9,23	12,689	7,688	6,452	3,927	14,179	11,244	18,052	17,8
1867,25	9,291	13,244	8,523	6,756	4,21	16,352	12,268	19,212	15,927
1873	8,368	12,396	7,431	6,213	3,789	15,512	11,142	18,773	17,998
1878,75	8,028	12,485	7,205	5,835	4,513	15,28	10,786	19,732	16,184
1884,5	7,38	12,484	7,244	5,04	4,393	17,672	10,857	20,08	18,337

1890,25	8,838	12,073	7,349	5,325	5,523	17,116	11,355	20,852	17,154
1896	7,964	10,679	7,277	5,313	5,95	13,976	10,22	21,292	16,409
1901,75	8,2	9,684	5,962	3,598	6,316	13,815	9,36	18,088	15,3
1907,5	9,788	12,481	7,692	5,312	7,706	17,396	12,3	18,736	15,716
1913,25	7,695	11,611	6,721	4,682	6,62	13,647	10,933	17,822	15,979
1919	8,73	11,415	6,858	5,336	8,084	18,229	10,049	18,384	16,95
1924,75	9,419	11,56	8,132	5,364	6,861	15,274	9,508	18,197	15,028
1930,5	8,824	11,394	6,9	4,936	7,204	13,073	9,252	17,822	16,921
1936,25	8,516	11,528	7,424	6,19	6,9	15,428	8,341	17,844	16,227
1942	10,278	11,401	7,516	5,915	6,942	14,365	9,79	17,385	15,331
1947,75	10,995	11,268	7,347	6,151	7,039	13,665	8,848	14,715	16,671
1953,5	10,201	13,929	8,156	7,394	6,851	12,546	8,232	12,464	14,468
1959,25	9,922	12,026	6,483	6,6	4,918	11,853	8,751	13,265	14,871
1965	11,612	11,327	9,569	7,504	6,969	16,368	9,741	17,424	13,401
1970,75	11,684	12,288	9,146	7,036	5,413	14,39	8,786	14,336	14,47
1976,5	12,132	12,221	9,368	7,48	5,439	12,332	8,949	16,016	15,586
1982,25	11,001	10,831	7,968	7,599	4,071	11,528	8,738	16,268	12,355
1988	11,287	9,839	9,279	7,488	3,936	12,882	8,884	16,013	14,42
1993,75	9,615	10,798	8,774	6,369	2,068	11,56	7,188	16,402	13,543
1999,5	12,413	11,745	9,57	8,071	2,628	12,67	8,226	15,663	16,136
2005,25	11,44	9,231	9,497	9,332	2,817	11,529	7,943	13,722	13,928
2011	10,78	11,512	11,453	10,344	2,168	14,126	9,298	17,433	17,336
2016,75	10,442	11,898	10,086	11,09	3,019	11,273	10,087	18,404	15,883
2022,5	9,929	11,265	10,471	11,66	2,356	11,565	9,527	16,253	17,128
2028,25	11,507	11,459	9,908	12,732	3,167	13,141	9,404	16,416	17,781
2034	11,932	11,748	11,629	13,24	2,502	11,907	9,925	15,393	18,367
2039,75	10,099	10,493	11,049	10,922	2,221	9,992	10,254	16,092	15,484
2045,5	11,167	11,307	10,88	13,229	3,007	11,314	8,552	16,224	16,144
2051,25	10,17	11,19	11,068	11,34	2,578	9,22	10,387	14,962	15,452
2057	10,638	12,737	12,163	12,103	2,142	11,732	9,824	16,342	16,985
2062,75	12,34	13,366	12,388	13,086	3,43	9,987	12,275	17,225	19,645
2068,5	10,92	11,516	10,569	12,1	2,342	10,006	10,308	18,165	19,036
2074,25	12,32	13,69	12,536	12,57	3,26	10,944	11,944	16,674	20,332
2080	14,224	15,271	13,232	11,864	4,121	10,727	11,577	14,198	16,104
2085,75	12,191	11,412	10,031	10,296	3,298	9,4	11,792	17,541	14,616
2091,5	12,02	12,93	10,918	11,352	4,493	12,209	12,373	15,652	15,112
2097,25	10,721	10,46	8,862	10,879	2,771	8,855	10,029	15,821	14,915
2103	10,862	12,279	10,179	11,422	3,824	9,297	11,803	17,407	16,559
2108,75	12,422	11,963	8,831	9,667	3,871	9,941	12,911	15,566	14,16
2114,5	10,928	11,499	9,612	9,289	4,016	8,986	10,658	14,62	13,691
2120,25	10,808	11,306	9,026	9,645	3,392	9,898	10,928	14,291	14,104
2126	11,412	11,62	7,934	10,86	4,148	8,58	12,227	13,688	13,511
2131,75	9,4	10,625	6,587	10,534	4,755	8,737	9,941	13,641	11,148

2137,5	9,792	12,831	8,088	10,411	4,248	8,788	10,815	13,44	12,465
2143,25	10,057	9,771	8,508	9,937	4,612	8,458	9,379	12,765	12,748
2149	10,393	10,791	7,368	11,114	4,376	7,647	10,556	14,169	13,162
2154,75	9,659	10,168	7,084	10,666	4,428	7,755	9,938	17,386	12,977
2160,5	9,908	10,576	6,324	10,752	4,323	7,874	9,681	13,995	12,731
2166,25	10,015	9,532	7,635	13,067	5,554	8,411	11,216	15,584	13,688
2172	10,008	9,863	6,904	11,898	4,833	7,204	9,792	15,436	12,781
2177,75	8,917	8,74	5,559	8,229	3,304	6,7	8,504	11,504	11,796
2183,5	11,966	9,644	7,939	11,136	4,975	7,416	10,199	17,905	12,597
2189,25	10,115	10,552	6,863	11,445	4,187	7,288	9,176	15,495	12,462
2195	9,847	9,266	9,261	10,924	4,117	6,672	9,415	17,503	14,845
2200,75	9,304	12,731	7,232	11,395	4,34	7,529	9,402	13,468	13,164
2206,5	10,173	10,16	7,956	11,7	3,271	7,464	9,005	15,598	13,246
2212,25	8,02	9,364	7,198	11,562	2,508	7,094	7,82	12,472	11,548
2218	8,734	11,276	7,463	11,205	2,646	7,564	8,174	14,336	12,49
2223,75	8,632	10,808	8,724	10,519	2,684	7,512	7,12	13,15	12,672
2229,5	8,993	12,516	7,307	11,503	1,624	7,473	8,166	12,811	12,839
2235,25	7,701	10,463	8,644	12,588	1,678	7,96	7,266	14,204	11,589
2241	8,97	12,285	9,391	13,08	1,721	8,076	7,55	13,074	12,554
2246,75	6,021	10,063	9,272	13,127	1,104	7,174	6,884	10,26	11,525
2252,5	6,547	9,228	7,818	10,962	-0,088	6,124	5,924	10,841	10,216
2258,25	6,86	9,808	8,852	13,367	1,952	6,925	6,684	11,616	11,912
2264	7,565	10,192	9,447	11,562	1,049	7,572	6,073	12,116	10,969
2269,75	6,753	10,344	9,109	11,814	1,169	7,807	6,42	11,72	11,921
2275,5	6,618	10,236	7,517	9,652	1,073	6,368	6,856	11,848	9,716
2281,25	7,948	7,954	7,59	11,612	1,111	6,156	5,708	10,099	11,666
2287	6,458	8,795	8,16	9,634	0,871	6,288	6,329	9,9	10,38
2292,75	5,086	7,133	6,626	7,304	0,068	5,138	4,623	8,864	12,572
2298,5	6,837	8,288	8,711	6,452	1,903	6,164	6,297	10,126	12,428
2304,25	6,479	8,216	8,145	6,669	1,998	6,652	4,729	9,328	12,652
2310	3,072	5,524	4,716	5,556	-1,264	2,803	2,464	7,642	8,068
2315,75	6,6	6,02	6,537	7,537	1,153	4,892	5,188	9,321	12,216
2321,5	5,956	8,332	8,522	5,917	1,608	5,4	5,754	9,839	12,184
2327,25	6,346	8,733	6,652	6,093	1,428	5,869	3,224	9,648	9,425
2333	5,584	5,346	4,479	3,939	0,856	4,657	2,774	9,279	10,356
2338,75	2,584	2,385	2,4	4,109	-1,149	2,017	2,641	6,645	7,909
2344,5	3,811	4,815	4,132	3,892	-0,43	3,788	3,356	7,955	9,836
2350,25	3,041	2,597	5,155	2,788	-2,279	1,94	2,363	6,483	5,074
2356	6,216	5,465	2,392	4,041	-0,612	4,496	5,042	6,164	8,341
2361,75	7,402	6,71	5,438	2,735	0,367	5,88	4,255	7,611	9,093
2367,5	7,119	6,716	4,688	4,999	0,576	5,796	4,98	6,511	8,197
2373,25	6,544	6,413	6,508	5,205	0,527	7,394	5,923	7,159	11,188
2379	9,907	5,087	5,624	5,6	-0,301	4,735	7,034	5,808	6,328

2384,75	9,441	7,732	5,732	6,112	0,724	5,945	7,7	7,515	7,244
2390,5	6,61	5,46	4,946	3,7	-0,627	2,453	6,774	7,346	6,881
2396,25	5,948	5,02	4,522	6,379	-1,348	5,246	5,272	7,564	4,699
2402	10,518	7,316	5,059	6,144	0,458	7,12	7,942	7,073	8,626
2407,75	5,793	4,752	3,951	2,89	-0,864	3,572	4,892	5,454	8,604
2413,5	8,339	4,921	7,151	4,744	1,117	4,326	7,78	5,059	7,604
2419,25	7,676	7,004	5,303	4,901	-0,11	4,452	7,078	6,724	7,504
2425	9,424	3,988	4,901	5,037	-1,101	4,665	7,538	4,372	6,836
2430,75	6,812	9,137	5,968	4,733	-0,24	6,368	9,713	9,073	6,953
2436,5	2,968	1,213	1,22	-1,317	-4,31	-1,237	0,955	0,991	-0,663
2442,25	9,496	7,744	4,145	1,684	-1,739	3,846	7,629	11,02	6,006
2448	10,5	10,321	8,311	4,597	0,508	6,832	9,781	12,058	10,897
2453,75	10,796	8,38	10,001	3,253	-0,732	6,664	9,856	10,66	7,237
2459,5	9,652	8,899	9,236	3,042	2,111	4,852	10,158	9,27	9,768
2465,25	10,567	10,04	9,971	1,744	0,873	6,336	8,801	7,968	8,731
2471	7,646	7,172	9,433	0,807	-0,816	6,65	8,182	8,28	7,823
2476,75	10,813	5,906	5,163	-1,761	-2,924	2,831	6,903	8,984	7,716
2482,5	13,418	12,476	9,631	1,976	0,97	6,295	11,588	13,396	13,084
2488,25	11,023	13,879	11,736	3,068	0,877	7,927	12,435	11,948	14,121
2494	12,637	10,931	12,221	0,857	0,72	6,102	10,74	8,862	10,194
2499,75	10,17	14,317	12,685	3,409	2,223	7,621	13,768	12,105	12,208
2505,5	8,644	10,58	7,147	1,088	-1,274	4,964	8,244	9,145	9,608
2511,25	8,626	10,077	10,457	1,202	1,236	6,848	9,556	9,348	9,364
2517	13,493	13,192	11,404	2,453	2,221	7,361	15,063	11,202	11,854
2522,75	11,008	11,856	9,662	-0,367	-1,053	5,904	11,604	9,358	11,804
2528,5	12,152	11,414	13,407	2,092	0,484	6,748	12,622	11,879	12,274
2534,25	13,308	16,402	15,892	4,273	3,376	9,163	14,404	14,742	14,397
2540	14,489	13,668	14,412	2,659	1,877	7,949	13,104	14,749	10,345
2545,75	13,146	12,205	13,008	3,735	0,69	7,85	13,706	13,911	15,544
2551,5	11,787	12,385	13,039	2,429	1,073	5,609	13,157	12,8	11,425
2557,25	14,946	14,479	15,424	5,962	3,307	9,03	14,674	15,03	14,578
2563	10,256	15,302	12,722	2,558	1,416	8,323	12,591	14,092	10,695
2568,75	18,246	14,563	12,557	4,741	1,765	7,745	15,947	13,912	13,389
2574,5	16,973	14,581	13,451	2,78	-0,192	5,548	14,969	11,742	11,378
2580,25	15,833	14,175	14,967	3,409	-0,552	5,101	11,656	12,072	13,597
2586	16,616	16,393	16,545	4,379	1,313	7,328	13,178	16,169	14,454
2591,75	13,866	14,765	14,638	5,4	2,683	7,46	16,351	17,076	15,484
2597,5	16,27	12,06	12,208	4,63	1,576	8,608	14,395	14	16,584
2603,25	11,462	10,807	12,03	4,652	2,568	6,442	10,693	12,599	11,806
2609	8,02	14,136	9,504	0,382	-1,936	4,255	9,036	8,035	11,065
2614,75	11,049	11,435	12,057	4,956	0,668	5,788	12,486	12,456	8,982
2620,5	13,041	11,19	10,561	4,124	1,991	7,48	13,652	13,305	13,002
2626,25	15,308	15,299	14,07	7,194	3,928	9,38	13,04	18,367	16,59

2632	14,092	12,766	11,469	6,73	2,846	7,516	12,182	10,97	13,595
2637,75	11,34	12,358	11,112	5,576	3,23	8,768	9,132	11,394	10,308
2643,5	9,518	6,573	8,768	2,395	2,032	4,217	7,91	5,32	9,475
2649,25	9,456	5,548	8,094	3,444	2,422	7,324	7,228	9,678	8,422
2655	10,231	7,563	9,15	4,387	1,9	4,433	7,425	10,104	12,228
2660,75	8,767	9,841	11,696	4,268	2,472	6,286	9,161	12,816	11,853
2666,5	15,044	13,134	12,407	4,744	4,973	8,93	13,775	11,247	15,64
2672,25	13,797	11,998	13,702	6,417	3,366	11,738	14,567	10,792	13,441
2678	13,692	14,762	14,247	5,745	3,048	8,639	14,615	12,84	14,574
2683,75	16,736	14,092	14,204	6,579	3,748	8,386	15,712	13,32	15,516
2689,5	15,879	13,296	15,09	5,768	3,289	7,84	12,496	14,761	12,127
2695,25	16,286	12,801	15,608	6,344	3,845	8,998	16,316	13,293	14,658
2701	15,846	12,571	15,556	6,731	3,392	9,403	16,384	15,103	14,272
2706,75	19,292	12,189	15,748	6,093	3,35	8,773	15,633	12,469	13,116
2712,5	14,807	11,759	15,126	5,61	3,161	8,804	12,624	12,698	14,039
2718,25	15,212	13,147	14,654	6,459	3,158	8,093	15,898	12,272	14,241
2724	15,035	12,524	14,384	8,414	5,018	9,956	14,983	14,682	14,076
2729,75	8,652	11,692	11,273	5,286	2,88	6,279	10,803	7,675	10,817
2735,5	12,34	11,594	13,215	7,447	3,791	9,921	10,992	12,171	10,271
2741,25	12,54	7,084	10,53	8,579	2,116	4,66	11,44	10,292	8,649
2747	11,178	14,218	10,299	6,725	3,132	6,54	10,236	10,668	11,234
2752,75	13,472	12,814	12,292	9,424	3,871	8,574	15,302	13,389	10,876
2758,5	11,601	13,22	17,643	9,88	2,457	7,013	10,136	11,29	9,616
2764,25	14,848	12,65	13,78	10,597	2,904	8,239	11,209	10,952	14,06
2770	8,612	11,759	10,865	7,547	1,313	5,041	9,263	9,548	8,218
2775,75	12,488	14,734	9,367	7,432	1,545	5,24	11,466	8,057	9,333
2781,5	12,224	13,779	11,429	10,5	1,848	6,468	14,12	15,386	13,028
2787,25	15,442	12,508	15,055	16,951	3,051	7,48	14,369	14,158	11,466
2793	12,672	12,075	11,068	12,048	1,237	5,384	14,113	13,424	10,34
2798,75	14,062	16,308	15,163	15,944	1,895	7,003	14,823	13,955	11,084
2804,5	18,936	18,864	14,222	16,477	1,896	6,158	15,056	17,904	12,088
2810,25	14,971	16,755	17,957	16,062	1,304	5,796	17,155	16,006	12,873
2816	15,561	17,561	17,332	16,439	2,162	5,632	14,068	16,747	13,695
2821,75	15,752	13,963	16,764	14,777	2,965	7,941	13,766	14,36	10,127
2827,5	12,412	12,448	12,509	9,376	0,233	4,694	9,841	10,626	9,72
2833,25	9,288	11,707	11,475	10,4	-0,366	5,389	9,631	9,672	11,396
2839	13,912	15,97	14,093	10,012	2,312	5,945	17,821	14,995	14,118
2844,75	13,774	12,753	13,099	9,468	1,44	6,786	12,632	15,567	12,656
2850,5	12,635	13,725	11,43	8,622	0,538	4,465	11,668	13,792	12,438
2856,25	12,936	12,233	14,628	8,569	2,257	5,693	15,154	14,442	11,879
2862	11,926	13,396	10,843	11,22	2,852	7,33	12,98	10,894	11,407
2867,75	10,719	13,368	11,73	8,799	1,428	6,563	10,444	14,446	11,942
2873,5	11,374	10,219	9,06	6,813	1,292	5,117	10,045	12,181	9,652

2879,25	12,332	14,051	14,162	7,776	1,832	7,958	12,151	13,176	12,761
2885	13,392	15,479	13,868	8,459	2,047	5,813	10,981	15,243	14,62
2890,75	14,344	14,407	13,596	7,644	2,791	7,987	13,765	17,617	13,152
2896,5	14,956	15,499	15,667	8,546	2,255	6,26	15,067	16,844	15,769
2902,25	14,306	13,93	13,524	6,524	0,148	5,26	14,3	13,836	14,673
2908	14,116	13,659	11,28	7,166	1,752	4,978	12,295	15,948	16,817
2913,75	12,564	11,989	12,743	6,248	0,916	4,992	11,308	13,572	15,457
2919,5	13,314	11,672	11,49	7,358	0,683	6,282	11,675	13,854	15,347
2925,25	13,002	14,321	11,715	7,032	2,044	6,181	13,236	13,886	13,808
2931	11,556	10,934	11,689	5,578	0,634	5,968	11,492	13,803	13,558
2936,75	10,694	10,561	11,676	4,787	1,176	3,821	9,99	13,904	14,039
2942,5	12,996	13,467	10,776	7,872	1,597	6,274	11,392	14,803	15,279
2948,25	13,548	10,782	12,83	5,854	0,525	5,253	10,772	15,062	14,056
2954	12,328	14,928	14,731	7,62	2,449	7,287	10,998	14,591	14,107
2959,75	12,4	12,228	11,918	6,713	2,384	5,999	10,937	13,49	14,22
2965,5	12,162	12,462	10,379	7,374	2,845	7,7	10,748	15,498	12,283
2971,25	9,496	12,986	11,24	7,108	0,475	5,058	10,733	15,1	10,628
2977	12,927	10,631	13,451	7,443	0,508	5,205	10,648	13,784	11,667
2982,75	12,274	12,242	10,968	6,238	1,14	5,161	9,227	10,655	10,664
2988,5	9,607	11,614	10,981	4,769	1,619	3,608	9,764	11,164	9,884
2994,25	10,39	6,595	9,832	4,648	0,582	5,019	10,455	13,452	12,845
3000	8,382	14,039	11,296	7,915	1,338	4,869	9,993	12,046	12,088

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : DÖNMEZ, Erkan Türkmen
Uyruğu : T.C.
Doğum Tarihi ve Yeri : 06.03.1984 / İzmir
Medeni Hali : Evli
Telefon : 0 533 351 33 49
e-mail : eturkmen.donmez@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Doktora	Uşak Üniversitesi / Tekstil Müh. Bölümü	2017
Yüksek Lisans	Dokuz Eylül Üniversitesi / Tekstil Müh. Bölümü	2008
Lisans	Ege Üniversitesi / Tekstil Müh. Bölümü	2006
Lise	Sekine Evren Anadolu Lisesi	2002

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2010 -	Amasya Üniversitesi/Teknik Bilimler MYO	Öğretim Görevlisi
2009 - 2010	Defacto (Ozon Giyim Sanayi A.Ş.)	Mağaza Yöneticisi
2007	Belteks Tekstil (Şahinler Holding)	Kumaş Satınalma

Yabancı Dil

İngilizce, Almanca

Yurtdışı Akademik Çalışmalar

Avrupa Birliği Grundtvig Workshop Projesi (EU): "Inclusive Literacy Practices" - Katılımcı, Grantham / İNGİLTERE - 13 - 19.07.2014

Erasmus Ders Verme Hareketliliği (Akademisyen Değişimi): Öğretim Görevlisi Faculty of Design University - Ljubljana / SLOVENYA - 12 - 18.05.2014

Avrupa Birliği Grundtvig Workshop Projesi (EU): "Dissolving Bodymind Borders" – Katılımcı Nice / FRANSA - 30.06 - 10.07.2011

Avrupa Birliği Projeleri

Genç İstihdamının Destekleme Hibe Programı, "Gençler İçin İstihdama Dayalı Dış Ticaret ve Pazarlama Eğitimi Projesi", 10.11.2010 - 09.11.2011, Proje Koordinatör Yardımcısı.

Bilimsel Araştırma Projeleri(BAP)

"Pedikül Vidasının Yerleşim Konumuna Göre Yorulma Davranışının Sonlu Elemanlar Yöntemiyle İncelenmesi", FMB-BAP 16-0225, 25.05 - 25.11.2016, Araştırmacı.

"Polyester Esaslı Kompozit Malzemelerin Mekaniksel Özellikleri Üstünde Üretim Şekillerinin Etkisi", FMB-BAP 15-0156, 14.11.2015 - 14.05.2017, Araştırmacı.

"Tendon Onarımlarında Kullanılan Tekniklerin Biyomekanik Açından İncelenmesi", FMB-BAP 17-0260, 20.06.2017 - 20.12.2017, Araştırmacı.

Yayınlar

Ulusal Hakemli Dergilerde Yayınlanan Makaleler

Dönmez, E.T., Çeken F., 2010, "Yuvarlak Örme Makinelerinde Kumaş Gramajına Etki Eden Faktörler", *Tekstil ve Mühendis Dergisi*, 15 (70-71), 32-40.

Dönmez, E.T., Türker, E., 2017, "Tekstil Atıkları İçeren Yüzeylerin Sahip Olduğu Elektromanyetik Kalkanlama, Ses Ve Isı İzolasyonu Özellikleriyle İlgili Literatür İncelemesi", *Tekstil ve Mühendis*, 24 (106), 124-135.

Ulusal Dergilerde Yayınlanan Makaleler

Dönmez, E.T., Tercan M., 2014, "Textiles Used in Car Oil Filters", *Nonwoven Technical Textiles Magazine*, 40, 74 - 87.

Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitabında Basılan Bildiriler

Dönmez, E.T., Türker, E., UĞUR, L., "Surface Production As Auxiliary Material For Functional Cloth Designs", *I. Uluslararası Sanat, Tasarım ve Moda Kongresi*, 20-23 Mayıs 2017, Gaziantep, Türkiye.

Solmaz Ciloşoğlu, M., **Dönmez, E.T.**, "An Investigation On Perspectives Of Students In Cloth Manufacturing Department On Brand Concept", *I. Uluslararası Sanat, Tasarım ve Moda Kongresi*, 20-23 Mayıs 2017, Gaziantep, Türkiye.

Dönmez, E.T., Uğur, L., "An Investigation On Tensile Resistance Performances Of Composite Panels Consisted Of Acrylic Fibres", *International Congress on New Trends in Science, Engineering and Technology*, 27-29 Nisan 2017, Barselona, İspanya.

Dönmez, E.T., Uğur, L., Yaman Turan, N., "An Investigation On Impact Resistance Behaviours Of Composite Materials Including Acrylic Fibres", *International Congress on*

New Trends in Science, Engineering and Technology, 27-29 Nisan 2017, Barselona, İspanya.

Dönmez, E.T., Türker, E., Uğur, L., "An Investigation On Electromagnetic Shielding Behaviours Of Composite Materials Including Cupper Wires", *International Congress on New Trends in Science, Engineering and Technology*, 27-29 Nisan 2017, Barselona, İspanya.

Dönmez, E.T., Uğur, L., "Density and Blend Rates Effects Of Composite Panels Reinforced With Poliester Fibres to Impact Resistance", *International Energy and Engineering Conference 2016*, 13-14 Ekim 2016, Gaziantep, Türkiye.

Dönmez, E.T., "Research On Various Composite Materials Generated From Recycled Wastes", *International Energy and Engineering Conference 2016*, 13-14 Ekim 2016, Gaziantep, Türkiye.

Dönmez, E.T., Uğur, L., "Effect of Density And Blend Rates Of Composite Panels Reinforced Polyester Fibres To Tensile Resistance", *3rd Interntional Conference On Advanced Technology&Sciences*, 1-3 Eylül 2016, Konya, Türkiye.

Ulusal Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitabında Basılan Bildiriler

Dönmez, E.T., Çeken F., 2011, "Süprem Ve Lakost Örne Kumaşlarda Makine Ayarlarının Kumaş Gramajına Etkisi Üzerine Bir Çalışma", *Mesleki Eğitim ve Genç İstihdamı Ulusal Sempozyumu*, Amasya.

Caner, T., **Dönmez, E.T.**, Selvioğlu, E., 2011, "Tekstil Teknolojisi Programı Mezunlarının Alanlarına Bakış Açıları ve İstihdam Durumlarının Tespitine Yönelik Bir Çalışma (Amasya Üniversitesi Örneği)", *Mesleki Eğitim ve Genç İstihdamı Ulusal Sempozyumu*, Amasya.