



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YALITIM MALZEMESİ ÜRETİMİNDE ATIK MALZEMELERİN KULLANILMASI

MUSTAFA EKEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2012

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YALITIM MALZEMESİ ÜRETİMİNDE ATIK
MALZEMELERİN KULLANILMASI

MUSTAFA EKEN

Bu tez,
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS
derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2012

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Mustafa EKEN tarafından hazırlanan “Yalıtım Malzemesi Üretiminde Atık Malzemelerin Kullanılması” adlı bu tez, jürimiz tarafından 27 / 12 / 2012 tarihinde oy birliği ile İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Hanifi BİNİCİ (DANIŞMAN)
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Doç. Dr. Hüseyin Temiz (ÜYE)
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Muharrem İMAL (ÜYE)
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Hakkı ALMA
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 orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

(İmza)

Mustafa EKEN

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi tarafından desteklenmiştir.

Proje No:2012/4-13M.

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

YALITIM MALZEMESİ ÜRETİMİNDE ATIK MALZEMELERİN KULLANILMASI

MUSTAFA EKEN

ÖZ

Türkiye’de kışın ısınma maliyetleri yazın ise soğutma masrafları çok fazladır. Kışın ısınma maliyetlerini ve yazın ise soğutma maliyetlerini azaltmak için binalara yalıtım yapılmaktadır. Bu yalıtım malzemelerin ham maddelerinin çok büyük bir kısmı yurt dışından ithal edilmektedir. Türkiye’de önemli miktarda ayçiçeği üretimi gerçekleştiriliyor. Üretimin ardından ortaya çıkan ayçiçek sapı çiftçimiz için de ciddi sorun oluşturmaktadır. Ayçiçeği sapını tarladan temizlenmesi için ya yakılıyor ya da evlerde ısınma amaçlı kullanılıyor. Bu kullanım şekli çevrede ciddi sorunlara sebep oluyor. Ayrıca Türkiye’de çok miktarda bulunan Tekstil fabrikaların atıkları depolarda biriktiriliyor. Depolanma sorunu oluşturan atıklar aynı zamanda çok büyük çevre sorunu olmaktadır. Diğer yandan anız, tarımsal üretim sonucunda biçilmiş olan ekinlerin toprakta kalan kök ve saplarıdır. Ülkemizde anızların yakılarak yok edilmesi oldukça yaygın bir durum olmakla beraber bilimsel olarak anız yakımı zararlı olarak kabul edilmektedir. Anızın yakılması toprakta bulunan canlıların yok olmasına ve yangınlara neden olması sebebi büyük maddi kayıplara neden olmaktadır. Bu proje ile ayçiçeği sapı, anız ve tekstil atıkları birlikte değerlendirilerek bir yalıtım malzemesi üretilecektir. Bu yalıtım malzemesi; ithal olan yalıtım malzemelerine alternatif olarak yüzde yüz yerli ve ekonomik değeri olmayan atık ürünlerde elde edilecektir. Üretilecek ısı yalıtım malzemesi, maliyeti, yangın direnci ve ısı iletim özellikleri başta olmak üzere birçok mühendislik özellikleri emsallerine göre çok daha iyi bir malzeme olacaktır.

Anahtar Kelimeler:Ayçiçeği Sapı, Anız, Tekstil Atıkları, Kompozit Yalıtım Malzemesi.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Aralık/2012

Danışman: Doç. Dr. Hanifi BİNİCİ
Sayfa sayısı: 106

THE USE OF WASTE MATERIALS IN THE PRODUCTION OF INSULATION MATERIAL

MUSTAFA EKEN

ABSTRACT

Heating costs in winter and in summer cooling costs in Turkey is very high. To reduce heating costs in winter and cooling costs in summer are building insulation. This is a very large portion of the insulation materials, raw materials are imported from abroad. Sunflower production in Turkey carried out a significant amount. That emerged after the production of sunflower stem is a serious problem for farmers. Sunflower stem from farm houses to be cleaned or burned or used for temporary heating purposes. This type of use is causing serious problems in the environment. Spooling stores a large amount of waste in the textile factories in Turkey. Storage of waste at the same time make the problem completely is a huge environmental problem. Stubble, as a result of agricultural production, which is cut out the remaining root crops, soil, and Deviation. Wheat production is too much destruction and stubble. Except burnt stubble burning is quite common but scientifically is considered to be harmful. Extinction of living things in the soil caused by the burning of stubble, and because it is a fire caused huge material losses. Sunflower stalk, cotton textile mills, such as stubble, and a composite material produced by evaluating the landfill waste. This composite insulation material, heat and sound insulation are most commonly used as an alternative to imported and domestic, and economic value of one hundred percent non-waste products will be obtained. Produced heat insulation material, cost, fire resistance and heat transfer characteristics, especially in many engineering properties of the material will be much better than their counterparts.

Key Words:Sunflower Stalk, Stubble, Textile Waste, Composite Insulation Material.

Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Institute for Graduate Studies in Science and Technology
Department of Civil Engineering, November/ 2012

Supervisor: Associate Prof. Hanifi BİNİCİ

Page number: 106

YALITIM MALZEMESİ ÜRETİMİNDE ATIK MALZEMELERİN KULLANILMASI

ÖZET

Türkiye’de kışın ısınma maliyetleri yazın ise soğutma masrafları çok fazladır. Kışın ısınma maliyetlerini ve yazın ise soğutma maliyetlerini azaltmak için binalara yalıtım yapılmaktadır. Bu yalıtım malzemelerin ham maddelerinin çok büyük bir kısmı yurt dışından ithal edilmektedir. Türkiye’de önemli miktarda ayçiçeği üretimi gerçekleştiriliyor. Üretimin ardından ortaya çıkan ayçiçek sapı çiftçimiz için de ciddi sorun oluşturmaktadır. Ayçiçeği sapını tarladan temizlenmesi için ya yakılıyor ya da evlerde ısınma amaçlı kullanılıyor. Bu kullanım şekli çevrede ciddi sorunlara sebep oluyor. Ayrıca Türkiye’de çok miktarda bulunan Tekstil fabrikaların atıkları depolarda biriktiriliyor. Depolanma sorunu oluşturan atıklar aynı zamanda çok büyük çevre sorunu olmaktadır. Diğer yandan anız, tarımsal üretim sonucunda biçilmiş olan ekinlerin toprakta kalan kök ve saplarıdır. Ülkemizde anızların yakılarak yok edilmesi oldukça yaygın bir durum olmakla beraber bilimsel olarak anız yakımı zararlı olarak kabul edilmektedir. Anızın yakılması toprakta bulunan canlıların yok olmasına ve yangınlara neden olması sebebi büyük maddi kayıplara neden olmaktadır. Bu proje ile ayçiçeği sapı, anız ve tekstil atıkları birlikte değerlendirerek bir yalıtım malzemesi üretilecektir. Bu yalıtım malzemesi; ithal olan yalıtım malzemelerine alternatif olarak yüzde yüz yerli ve ekonomik değeri olmayan atık ürünlerde elde edilecektir. Üretilecek ısı yalıtım malzemesi, maliyeti, yangın direnci ve ısı iletim özellikleri başta olmak üzere birçok mühendislik özellikleri emsallerine göre çok daha iyi bir malzeme olacaktır.

THE USE OF WASTE MATERIALS IN THE PRODUCTION OF INSULATION MATERIAL

SUMMARY

Heating costs in winter and in summer cooling costs in Turkey is very high. To reduce heating costs in winter and cooling costs in summer are building insulation. This is a very large portion of the insulation materials, raw materials are imported from abroad. Sunflower production in Turkey carried out a significant amount. That emerged after the production of sunflower stem is a serious problem for farmers. Sunflower stem from farm houses to be cleaned or burned or used for temporary heating purposes. This type of use is causing serious problems in the environment. Spooling stores a large amount of waste in the textile factories in Turkey. Storage of waste at the same time make the problem completely is a huge environmental problem. Stubble, as a result of agricultural production, which is cut out the remaining root crops, soil, and Deviation. Wheat production is too much destruction and stubble. Except burnt stubble burning is quite common but scientifically is considered to be harmful. Extinction of living things in the soil caused by the burning of stubble, and because it is a fire caused huge material losses. Sunflower stalk, cotton textile mills, such as stubble, and a composite material produced by evaluating the landfill waste. This composite insulation material, heat and sound insulation are most commonly used as an alternative to imported and domestic, and economic value of one hundred percent non-waste products will be obtained. Produced heat insulation material, cost, fire resistance and heat transfer characteristics, especially in many engineering properties of the material will be much better than their counterparts.

TEŞEKKÜR

Tez konusunun belirlenmesi, çalışmanın yürütülmesi ve yazım aşamasında beni yönlendiren ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Hanifi BİNİCİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmalarına yapmış olduğu katkı ve yardımlar için değerli hocam, Sayın Doç. Dr. Fatih MENGELOĞLU'na ayrıca teşekkür ederim. Yapmış olduğum çalışmalarda iletkenlik katsayısının bulunması için yapmış olduğu katkı ve yardımlardan dolayı Üskim Personeline teşekkür ederim. Malzemelerin üretim aşamasında her konuda destek ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Öğr. Gör. Muharrem EREN'e teşekkür ederim. Laboratuvar çalışmalarında her türlü yardımını ve emeğini esirgemeyen inşaat teknikeri Abdusselim AKDAĞ'a, ve çalışmanın her anında yardımcı olan Öğr. Gör. Ahmet Hayrullah SEVİNÇ'e ve Öğr. Gör. Ümit GÜLÇİÇEK hocalarıma teşekkür ederim.

2012/4-13M No'lu Proje ile tezimi maddi açıdan destekleyen Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Ayrıca maddi ve manevi destek bulunan aileme ve K.S.Ü İnşaat Mühendisliği bölümünde bulunan hocalarıma sonsuz teşekkür ederim.

Aralık 2012
KAHRAMANMARAŞ

Mustafa EKEN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ	i
ABSTRACT	ii
ÖZET	iii
SUMMARY	iv
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Isı Yalıtımı ve İletimi	2
1.2. Isı Yalıtımı Gereksimi	5
1.3. Isı Yalıtım Malzemeleri.....	5
1.3.1. Seramik yünü	8
1.3.1.1. Uygulama Alanları	9
1.3.2. Cam yünü	9
1.3.2.1. Teknik Özellikleri.....	10
1.3.2.2. Uygulama Alanları	10
1.3.3. Taş yünü	10
1.3.3.1. Teknik Özellikleri.....	11
1.3.4. Genleştirilmiş (Expanded) Polistiren (EPS).....	11
1.3.4.1. Teknik Özellikleri.....	12
1.3.4.2. Uygulama Alanları	12
1.3.5. Ekstrüzyonla Üretilen (Ekstrüde) Polistiren (XPS).....	12
1.3.5.1. Teknik Özellikleri.....	13
1.3.5.2. Uygulama Alanları	13
1.3.6. Poliüretan (PUR)	13
1.3.6.1. Teknik Özellikleri.....	14
1.3.6.2. Uygulama Alanları	14
1.3.7. Fenol Köpüğü	15
1.3.7.1. Teknik Özellikleri.....	15
1.3.8. Cam Köpüğü.....	15
1.3.8.1. Teknik Özellikleri.....	16
1.3.8.2. Uygulama Alanları	16
1.3.9. Ahşap Lifli Levhalar.....	17
1.3.9.1. Teknik Özellikleri.....	17

1.3.9.2. Uygulama Alanları	17
1.3.10. Genleştirilmiş Perlit (EPB)	18
1.3.10.1. Teknik Özellikleri.....	18
1.3.10.2. Uygulama Alanları	19
1.3.11. Genleştirilmiş Mantar(ICB)	19
1.3.11.1. Teknik Özellikleri.....	20
1.3.11.2. Uygulama Alanları	20
1.4. Kompozit Malzeme.....	20
1.4.1. Kompozit Elemanları	21
1.4.1.1. Takviye Elemanları	21
1.4.1.2. Matriks Malzemeleri.....	22
1.4.1.3. Bağ Yapma Davranışı.....	23
1.4.1.4.Parçaçık Takviyeleri Kompozit Malzemeler	24
1.4.1.5. Lif Takviyeli Kompozit Malzemeler.....	24
1.4.1.6. LTK Malzemede Matris ve Liflerin Fonksiyonu.....	26
1.4.1.7 Konunun Önemi ve Amacı.....	27
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	29
2.1. Anız	29
2.2. Tekstil Atığı.....	30
2.3. Pamuk Atığı.....	31
2.4. Ayçiçeği Sapı.....	33
2.5. Yalıtım	34
3. MATERYAL VE METOT.....	36
3.1. Materyaller.....	36
3.1.1. Anız	36
3.1.2. Tekstil Atığı.....	37
3.1.3. Pamuk Atığı.....	37
3.1.4. Ayçiçek Sapı.....	38
3.1.5. Epoksi	39
3.1.5.1.Epoksinin Tarihi	40
3.1.5.2.Epoksinin Uygulamalarının Keşfi	41
3.1.5.3. Epoksi Kullanımlarında İlk Girişimler	41
3.1.5.4. Betonda Epoksi Uygulamalarının Gelişimi	41
3.1.5.5. Epoksinin Bağlayıcılığı	42
3.1.5.6. Epoksi Enjeksiyon Sistemleri.....	42
3.1.5.7. Epoksi bağ harcı	42
3.1.5.8. Epoksi kaplamalı malzemeler.....	42
3.1.5.9. Epoksinin Özellikleri.....	43
3.1.5.9.1. Kimyasal Özellikleri.....	43
3.1.6. Alçı	46
3.1.6.1. Alçının Özellikleri	46
3.1.6.2 Alçının Kullanım Alanları	47
3.2. Metot.....	48
3.2.1. Yalıtım Malzemesinin Üretilmesi	48
3.2.1.1.Bağlayıcı Olarak Alçı ile Üretilen Yalıtım Levhaları	48
3.2.1.2. Bağlayıcı Olarak Alçı Kullanılarak Üretilen Model Evler	50
3.2.1.3. Bağlayıcı Olarak Epoksi ile Üretilen Yalıtım Malzemeleri	52
3.2.2. Isı iletim Katsayısı Tayini	58

3.2.3. Ultrasonik Ses Geçirgenliği.....	58
3.2.4. Birim Hacim Ağırlık Tayini	59
3.2.5.Basınç Mukavemetinin Bulunması	59
3.2.5.Eğilme Mukavemetinin Bulunması	60
3.2.5.Su Emme Miktarının Bulunması	60
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	61
4.1. Bağlayıcı Olarak Alçı İle Üretilen Yalıtım Levhaları Deney Sonuçları	61
4.1.1. Isı İletkenlik Katsayılarının Bulunması	61
4.1.2. Su Emme Ve Birim Hacim Ağırlık Tayini	61
4.1.3. Ultrasonik Ses Geçirgenlik	62
4.1.4. Model Evlerin İç Mekan Isınma-Soğuma Grafiği	63
4.2. Bağlayıcı Olarak Epoksi İle Üretilen Yalıtım Malzemeleri	65
4.2.1. Isı İletkenlik Katsayılarının Bulunması	65
4.2.2. Numunelerin Birim Hacim Ağırlıkları	75
4.2.3. Su Emme Miktarı.....	83
4.2.4. Basınç Mukavemeti	84
4.2.5. Eğilme Mukavemeti	85
5. SONUÇLAR	86
6. ÖNERİLER	88
KAYNAKLAR.....	90

ŞEKİL DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Isı iletkenlik katsayısı	3
Şekil 1.2. Isınan havanın yükselmesi	4
Şekil 1.3. Zorlanmış taşınım	4
Şekil 1.4. Işınım ile yayılım	5
Şekil 1.5. Seramik yünü	8
Şekil 1.6. Cam yünü	9
Şekil 1.7. Taş yünü	11
Şekil 1.8. Eps	12
Şekil 1.9. Xps	13
Şekil 1.10. Poliüretan.....	14
Şekil 1.11. Fenol Köpüğü.....	15
Şekil 1.12. Cam Köpüğü.....	16
Şekil 1.13. Ahşap Lifli Levha.....	17
Şekil 1.14. Genleştirilmiş perlit	18
Şekil 1.15. Genleştirilmiş mantar	20
Şekil 1.16. Lif ve Matrikslerin Çekme-Uzama Eğrileri	21
Şekil 3.1. Tarlada Atık Durumdaki Yakılan Anız	36
Şekil 3.2. Tekstil Pamuğu Atığı	37
Şekil 3.3. Pamuk Atığı.....	38
Şekil 3.4. Ayçiçek ve Ayçiçek Sapı.....	39
Şekil 3.5. Epoksinin Kimyasal İfadesi	40
Şekil 3.6. Eposi Üretim Makinası.....	40

Şekil 3.7.Epoksi Ön Polimerin Hazırlanış Reaksiyon Diyagramı.....	44
Şekil 3.8.Çapraz Bağlanmış Epoksi Polimerinin Kimyasal Reaksiyon Diyagramı	44
Şekil 3.9.Alçı.....	47
Şekil 3.10. Yalıtım Levhalarının Üretim Aşamaları	49
Şekil 3.11.Yalıtım Levhaları	49
Şekil 3.12.Yalıtım Malzemesinin Tuğla Duvara Uygulanması.....	50
Şekil 3.13. Model Evlerin Hazırlanma Aşamaları.....	51
Şekil 3.14.retilen Model Evler.....	52
Şekil 3.15.Ayçiçeği Sapı Sünger Kısım ve Anız.....	55
Şekil 3.16.Pamuk Atığı ve Tekstil Elyaf Atığı.....	55
Şekil 3.17.Ayçiçek Sapı lifi ve Epoksi	56
Şekil 3.18.Yalıtım Malzemeleri Üretim Aşamaları.....	56
Şekil 3.19.Yalıtım Malzemeleri Üretim Şeması.....	57
Şekil 3.20. Termal İletkenlik ÖlçümŞeması.....	58
Şekil 3.21.Ultrasonik Ses Cihazı	59
Şekil 3.22.Diwick Roell Z010 Üniversal Test Cihazı	59
Şekil 3.23.Diwick Roell Z010 Üniversal Test Cihazı	60
Şekil 4.1.Üretilen Yalıtım Paralelleri	62
Şekil 4.2.Yalıtım Numunesine Ultrasonik Ses Deneyinin Uygulanması	62
Şekil 4.3.Isınma Sıcaklık Grafiği	63
Şekil 4.4.Soğuma.....	64
Şekil 4.5.11-12 bar altında üretilen numunelerin ısı iletkenlik katsayı değerleri.....	65
Şekil 4.6.10 bar altında üretilen numunelerin ısı iletkenlik katsayı değerleri	66
Şekil 4.7.8 bar altında üretilen numunelerin ısı iletkenlik katsayı değerleri	67
Şekil 4.8.7 bar altında üretilen numunelerin ısı iletkenlik katsayı değerleri	67
Şekil 4.9.6 bar altında üretilen numunelerin ısı iletkenlik katsayı değerleri	68
Şekil 4.10.4-5 bar altında üretilen numunelerin ısı iletkenlik katsayı değerleri.....	69

Şekil 4.11.12 bar basıçla üretilen yalıtım malzemeleri	70
Şekil 4.12.11 bar basıçla üretilen yalıtım malzemeleri	70
Şekil 4.13.10 bar basıçla üretilen yalıtım malzemeleri	71
Şekil 4.14.9 bar basıçla üretilen yalıtım malzemeleri	72
Şekil 4.15.8 bar basıçla üretilen yalıtım malzemeleri	72
Şekil 4.16.7 bar basıçla üretilen yalıtım malzemeleri	72
Şekil 4.17.6 bar basıçla üretilen yalıtım malzemeleri	73
Şekil 4.18.5 bar basıçla üretilen yalıtım malzemeleri	74
Şekil 4.19.4 bar basıçla üretilen yalıtım malzemeleri	75
Şekil 4.20. 11-12 bar altında üretilen numunelerin birim hacim ağırlık değerleri	75
Şekil 4.21. 10 bar altında üretilen numunelerin birim hacim ağırlık değerleri	76
Şekil 4.22. 8 bar altında üretilen numunelerin birim hacim ağırlık değerleri	76
Şekil 4.23. 7 bar altında üretilen numunelerin birim hacim ağırlık değerleri	77
Şekil 4.24. 6 bar altında üretilen numunelerin birim hacim ağırlık değerleri	78
Şekil 4.25. 4-5 bar altında üretilen numunelerin birim hacim ağırlık değerleri	78
Şekil 4.26. Numunelerin Kesit Görünüşü	79
Şekil 4.27. 11-12 bar altında üretilen numunelerin ses geçirgenlik değerleri	80
Şekil 4.28. 10 bar altında üretilen numunelerin ses geçirgenlik değerleri	80
Şekil 4.29. 8 bar altında üretilen numunelerin ses geçirgenlik değerleri	81
Şekil 4.30. 7 bar altında üretilen numunelerin ses geçirgenlik değerleri	81
Şekil 4.31. 6 bar altında üretilen numunelerin ses geçirgenlik değerleri	82
Şekil 4.32. 4-5 bar altında üretilen numunelerin ses geçirgenlik değerleri	82
Şekil 4.33. Üretilen Yalıtım Gruplarının Su emme Oranları.....	83
Şekil 4.34. Yalıtım malzemesi gruplarının basınç değerleri	84
Şekil 4.35. Yalıtım malzemesi gruplarının eğilme değerleri.....	85

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

<u>Çizelge 1.1. Genleşmiş Perlitin Kimyasal Özellikleri</u>	18
<u>Çizelge 3.1. Türkiyenin Tarımsal Atık Potansiyeli</u>	38
<u>Çizelge 3.2. Epoksi Sistemi ve Betonun Kimyasal Özellikleri</u>	45
<u>Çizelge 3.3.Karışım Oranları.....</u>	48
<u>Çizelge 3.4. Hacimsel olarak Karışım Oranları</u>	53
<u>Çizelge 3.5Ağırlık Olarak Karışım Oranları</u>	54
<u>Çizelge 4.1. Isı İletim katsayı Değeri</u>	61
<u>Çizelge 4.2. Su Emme Ve Birim Hacim Ağırlık Tayini</u>	61
<u>Çizelge 4.3. Ultrasonik Ses Değeri</u>	62
<u>Çizelge 4.4. Isınma Sıcaklık Değeri</u>	63
<u>Çizelge 4.5. Soğuma</u>	64
<u>Çizelge 4.6. Bar Dönüşümleri</u>	65

1. GİRİŞ

İlk insanlar, doğanın olumsuz etkilerinden korumak için avladıkları hayvanların postlarına sarınmakla ilk ısı yalıtımı başlangıcı kabul edilebilir. Ancak, gerçek anlamda ısı yalıtımı, 19. yüzyılda sanayi devrimi ile buharla çalışan kazanlarda yüksek verim elde etmek için yalıtım ihtiyacı ortaya çıkmıştır. 1882 yılında Cari Von Linde'nin ilk soğutma makinesini bulması ile soğuk hava deposu yapılmıştır. Bu depoda uzun süre soğuk havadan yararlanmak için ısı yalıtım malzemelerine ihtiyaç olduğu, geleneksel inşaat malzemeleri ile bu görevin yerine getirilemeyeceği ortaya çıkmıştır. Bu malzemelere genel olarak, "Yalıtım Malzemesi" denilmiş, ancak zamanla her yalıtım malzemesinin hem soğuk hava depoları için hem de buhar kazanlarında kullanılamayacağı ortaya çıkmıştır. 1900 yılların başlarında Almanya'da ısı yalıtım malzemeleri seri üretimi başlanmıştır. Bu malzemeleri çeşitli yönlerden araştırmaya ve böylelikle bunlar hakkında veri toplamaya başlamışlardır[Binyıldız E.2002].

20. yüzyılın başından itibaren yapılarda yalıtım malzemeleri yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Yeni yapı ve yapım sistemlerinin, sağladıkları birçok yararın yanı sıra, yapı fiziği ve konfor şartları açısından bazı sakıncalarının da olduğu zamanla ortaya çıkmıştır. Dış duvarların taşıyıcı sisteme yük getirmemesi ve ince olarak tasarlanması kabul görmüştür. Fakat bu durum dış etkenlerden etkilenmeden uzun süre işlevi koruması için, farklı malzemelerden ve katmanlardan oluşacak şekilde tasarlanması gereği ortaya çıkmıştır. Çok katmanlı duvarlarda kullanılan farklı malzemelerin, farklı nem geçirgenlik özelliklerine sahip olmaları nedeni ile taşınan nemin bazı katmanlardan hızlı bir şekilde geçerken, bazı nem geçirgenlik direnci yüksek katmanların önünde birikmektedir. Buna bağlı olarak çevre şartlarına ve tasarım hatalarına bağlı olarak rutubet- nem oluşumu, yani yoğuşma meydana gelebilmektedir. Bu sorunların çözümü için ısı ve nem ile ilgili performans ölçütleri doğrultusunda, bir değerlendirme yapılarak, en uygun olanın seçilmesi, tasarım sürecinin önemli bir aşamasını oluşturmaktadır[Dağsöz, A. K., Bayraktar, K. G., Ünveren, H. H., 2001].

Ülkemizde 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

elektrik dış alımına 1,525 milyar USD ödenmiş ve petrol ile doğalgaz için de yaklaşık 6 milyar USD giderimiz vardır [Ünal, S]. Bu durum enerji tasarrufunun önemini açık bir şekilde göz önüne sermektedir. Konutlardaki enerji kullanımı %80'i ısıtma amacı ile harcanması ve sanayide lojmanların, sosyal tesislerin, idare binalarının ısıtılmaları da göz önüne alındığında ısıtma amaçlı ısı yalıtımı daha da önem kazanmaktadır. [Dağsöz, A. K., Bayraktar, K. G., Ünveren, H. H., 2001].

1.1. Isı Yalıtımı ve İletimi

Yalıtım, yalıtım malzemesi kullanılarak, dıştan ortamdan iç ortamın enerji akışının azaltılmasıdır. Yalıtım malzemelerinin farklı tipleri vardır:

- Isı akışını azaltmak için, ısı yalıtkanlar.
- Su akışını azaltmak için, su yalıtkanlar.
- Elektrik akışını azaltmak için, elektrik yalıtkanlar.
- Ses dalgalarını azaltmak için, akustik yalıtkanlar.

Isı, doğal olarak yüksek sıcaklıktan, düşük sıcaklığa doğru akar ve direncin en az olduğu yol boyunca en fazla ısı akışı oluşur. Yüksek sıcaklık bölgesinin yanından, düşük sıcaklık bölgesine bir sıcaklık gradyeni oluşur. Isıl yalıtım, sıcaklık gradyeni içinden olan ısı akışını düşürerek, sıcaklık gradyenini korur. Yalıtkanlar, bu ısı transfer yöntemlerindeki ısı akışlarının düşürülmesi ile yalıtım sağlar.

Sıcaklık, bir cisimdeki moleküler hareketin artmasıyla yükselen skaler bir büyüklüktür. Bir cismi oluşturan atomlar ya da moleküller, ortam sıcaklığın artışına bağlı olarak titreşimlerini artırır ya da azaltırlar. Bu durumda sıcaklık farkı, ısı enerjisinin hareketini sağlayan, potansiyel bir fark rolünü oynamaktadır. Nemlenmenin ve yoğunlaşmanın ve oluşumunda bilinmesi gereken şey ısıdır. Isı değişik şekilde oluşabilir

- Mekanik enerjiden,
- Kimyasal reaksiyondan,
- Elektrik enerjisinden,
- Işınım yoluyla,
- Atom enerjisinden,

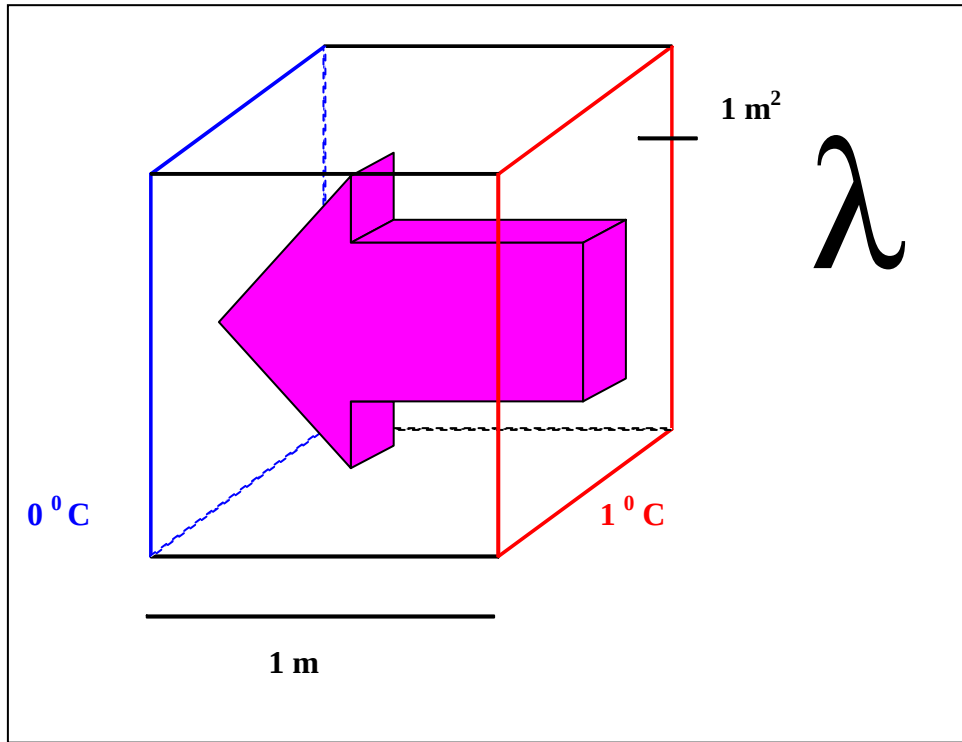
ısı enerji ortaya çıkar[Çölhan, N. A., 2001].

Isı transferi üç yolla olur.

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 iletmeleriyle gerçekleşmektedir. Her maddenin kendisine özgü bir ısı iletkenlik katsayısı (λ) vardır[Ilgaz, T., 1979].

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; $\text{kcal/mhC} = 1.163\text{ W/mK}$ 'dır[Arıman, Y. S.,2001].

Isı iletkenlik katsayısı Şekil 1.1'de gösterilmiştir.



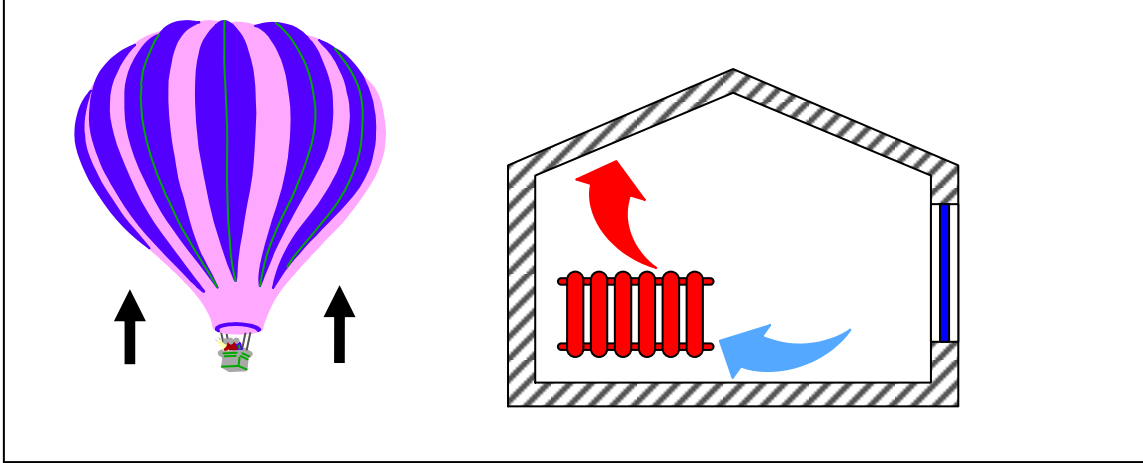
Şekil 1.1. Isı iletkenlik katsayısı [Korkmaz, G.,2001]

Konveksiyon ya da taşınım, katı yüzey ile akışkan arasında gerçekleşen ısı transferinin bir türüdür. Akışkan içindeki akımlar vasıtası ile ısı transferi oluşur. Akışkan içindeki veya akışkanla sınır yüzey arasındaki sıcaklık farklarından ve bu farkın yoğunluk

üzerinde oluşturduğu etkiden doğabilmektedir. Doğal ve zorlanmış taşınım olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Doğal taşınım, ısınan hava genişmekte ve soğuk havaya göre daha da hafiflemektedir. Hafifleyen sıcak hava yükselmekte ve soğuk hava onun yerine geçmektedir.

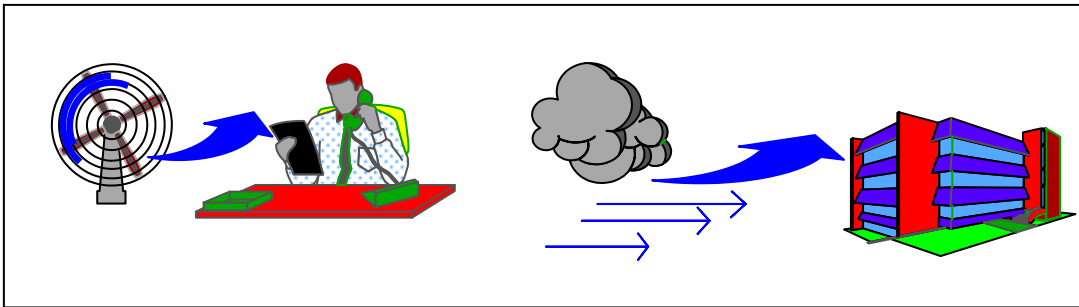
Isınan havanın yükselmesi Şekil 1.2’de gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Isınan havanın yükselmesi [Korkmaz, G.,2001]

Zorlanmış taşınımda, hava farklı bir enerji kaynağıyla hareket etmeye zorlanmaktadır. Örneğin, vantilatörün bu etkisinden faydalanılmaktadır.

Zorlanmış taşınım Şekil 1.3’de gösterilmiştir.



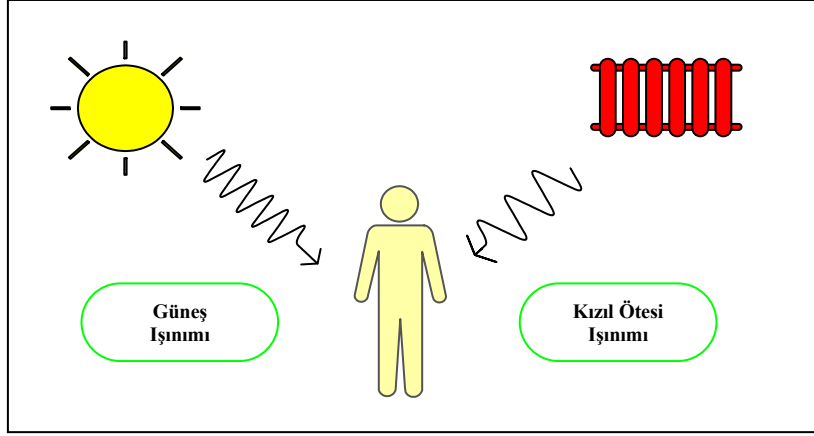
Şekil 1.3. Zorlanmış taşınım [Korkmaz, G.,2001]

Yapı içerisinde farklı sıcaklıkların olması konfor kaybı ve sağlık problemleri oluşturabilmektedir. Konveksiyonla yayılımı engellemek için; şömine bacası, çatlaklar, derzler, kapı ve pencere araları gibi havanın doğrudan kaçabileceği bölgeleri yalıtımakla mümkündür [Bilal, F., 1999].

Işınım yolu ile ısı transferi, fotonlar (elektromanyetik radyasyon) yolu ile olan ısı transferidir. Radyasyonla yayılda ortam gerekmemektedir. Bütün katı ve sıvı cisimler yüzeylerinden ısı ışıınımları yaymaktadırlar. Sıcaklığın artmasıyla birlikte

Radyasyonla yayılım da artmaktadır. Sıcaklığı mutlak sıfırın üzerinde her madde ısı enerjisini radyasyonla transfer etmektedir [Dağsöz, A. K., 1995].

Işınım ile yayılım Şekil 1.4’te gösterilmiştir.



Şekil 1.4. Işınım ile yayılım [Korkmaz, G.,2001]

1.2. Isı Yalıtımı Gereksimi

Çoğu ülkede, ısıtmak ve soğutmak için çok büyük miktarda enerji yani para harcanmaktadır. Evler ve binalar verimli ve doğru bir şekilde yalıtıldığında:

- Enerji verimi artışı ile maddi tasarruf sağlanacaktır.
- Yalıtımın korunması için, ekstra bir güç ve maliyete gerek yoktur, kalıcıdır ve genelde bakım gerektirmez.
- Yaşam konfor artışı sağlar. Sıcaklık dağılımı daha homojen olur.
- Yalıtım, dışardan gelen gürültüyü kestiği için, ses yalıtımı da sağlar.

Yalıtımın mutlaka tüm bina ihtiyacı doğrultusunda yapılması gereklidir. Yalıtımın binanın bazı kısmının yapılması uygun yalıtım şekli değildir. Bina ısıısının sürekliliğini sağlamak için mutlaka ısı kaybı olan tüm alanların tespit edilmesi ve eksiklerinin doğrultusunda yalıtım yapılması gerekir.

1.3. Isı Yalıtım Malzemeleri

Son yıllarda doğal malzemelerin azalması ve çevre kirliliğinin artması sebebi ile hayatımızın her alanında tasarruf yaparak enerji kaynaklarını en uygun şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu sebeple ısı yalıtımı bugün için olduğu kadar gelecek

için de vazgeçilmezdir. Farklı sıcaklıktaki iki ortam arasındaki ısı transferini azaltmak için yapılan işleme ısı yalıtımı denir. Bunu sağlayan malzemelere ısı yalıtım malzemesi adı verilir. Isı yalıtım malzemelerinin en temel özelliği (λ)ısı iletim katsayısıdır.

ISO ve CEN Standardına göre ısı iletim katsayısı 0,065 W/mK değerinden küçük olan malzemeler ısı yalıtım malzemesi olarak tanımlanır. Diğer malzemeler yapı malzemesi olarak kabul edilir. Diğer taraftan bu tür malzemeler hakkında toplu bilgi edinebilmek oldukça güç ve kısıtlı olmakta, bu durum ise tüketiciyi bir açmaza sürüklemektedir. Eğer bu malzemeler hakkında yeterli ön bilgiye sahip olursa, seçim o kadar kolay, doğru ve ekonomik olur.

Isı yalıtım malzemelerinde uygulamaya göre aranması gereken özellikler aşağıda verilmiştir.

- **Genel karakteristik:** Malzemelerin tarihçesi, temel malzemesi, hücre yapısı, yoğunluğu piyasaya arz şekli ve ebadı, etiket işaretlemesi.
- **Isı İletim Katsayısı (W/mK):** 0,065 W/mK değerinden küçük olmalıdır.
- **Yoğunluk (kg/m^3):** Isı yalıtım malzemelerinde yoğunluk ısı iletim katsayısını pek etkilememekle birlikte malzemenin stabilitesi ve mekanik dayanımı yoğunlukla doğrudan ilgilidir. Genellikle ısı yalıtım malzemelerinin yoğunlukları geniş bir aralıkta üretilebilir. Ancak ideal olan, boyutsal kararlılık ve mekanik dayanım açısından en uygun yoğunlukların kullanılmasıdır.
- **Yangın Sınıfı:** Yapı ve yalıtım malzemelerinin yangın sırasındaki davranışlarını ölçmek için çeşitli deney metotları geliştirilmiştir. Bu deneylere tabi tutulan malzemenin davranışı ölçülür ve sınıflandırılır.
- **Sıcaklık Dayanımı ($^{\circ}\text{C}$):** Her ısı yalıtım malzemesinin özelliklerini kaybetmeye başlayıp deforme olmaya başladığı bir sıcaklık noktası bulunur. Bu sebeple malzemenin çalışma sıcaklığı önceden belirlenmeli ve bu sıcaklığa uygun malzeme seçilmelidir.
- **Mekanik Dayanım (kPa):** Isı yalıtım malzemelerinin mekanik dayanımları genellikle, malzemedeki %10 deformasyon oluşturan basma gerilmesi değeri olarak kabul edilir.
- **Buhar Difüzyon Direnci:** Bir malzemenin bünyesinden buhar geçişine gösterdiği direnç, o malzemenin buhar difüzyon direncidir. Buhar difüzyon direnci yükseldikçe

malzemenin içinden geçebilecek buhar miktarı azalır. Isı yalıtım malzemelerinde genellikle buhar difüzyon direnci yüksek olması idealdir.

- **Su Emme:** Isı yalıtım malzemeleri su ile temas ettiklerinde bünyelerine bir miktar su emebilirler. Buna bağlı olarak malzemelerin ısı iletim katsayıları düşer, yani ısı yalıtım özellikleri bozulur. Su emme miktarları çeşitli testler uygulanarak bulunur. Isı yalıtım malzemelerinde ideal su emme oranı sıfır veya sıfıra yakın olması gerekir.
- **Boyutsal Kararlılık:** Isı yalıtım malzemelere basınç ve sıcaklık etkisi uygulandığı zaman boyutlarını zaman içerisinde veya termal ve mekanik etkilerle kaybetmemelidir.
- **Direnci:** Korozyon, çürüme, küflenme, hasarat barındırma gibi etkenlere direnci.
- **Uygunluğu:** Bahis konusu yalıtım ısı için esasta uygun olup olmadığı.
- **Kullanılabilirliği:** Uygulamasının kolay olup olmadığı, boyutlarının uygulama için zorluk yaratıp yaratmadığı veya uygulama için fazladan işgücüne ve yardımcı malzemeye gerek olup olmadığı.

Isı yalıtımını etkileyen dış faktörler bulunmaktadır. Bu dış faktörler;

- **Coğrafi özellikler:** Enlem-boylam, binanın bulunduğu bölgenin eğimli ya da düz, yeşil ya da kurak oluşu gibi özellikler yalıtımı etkilemektedir.
- **İklim özellikleri**
- **Rakımı**
- **Arsanın özellikleri:** Yön, komşu parsellerle beraber arsanın imar durumu özellikleri yalıtım etkilemektedir.
- **Mekânların bakacağı yönler:** Yaşam mekânlarının kuzeye bakmaması ve oturma odasının güneşe, yatak odasının doğuya bakması gibi özellikler yalıtımı etkilemektedir.

Binalarda kullanılan ısı yalıtım malzemeleri ve standartları aşağıdaki verilmiştir.

- Seramik yünü, TS EN 13161
- Cam yünü, TS EN 13162
- Taş yünü, TS EN 13162
- Genleştirilmiş (Expanded) Polistiren (EPS), TS EN 13163
- Ekstrüzyonla Üretilen (Ekstrüde) Polistiren (XPS), TS EN 13164

- Poliüretan (PUR), TS EN 13165
- Fenol Köpüğü, TS EN 13166
- Cam Köpüğü, TS EN 13167
- Ahşap Lifli Levhalar, TS EN 13169
- Genleştirilmiş Perlit (EPB), TS EN 13170
- Genleştirilmiş Mantar(ICB) TS EN 13171 [11].

1.3.1.Seramik yünü

Seramik yünü Şekil 1.5’te gösterilmiştir.



Şekil 1.5. Keramik Yünü

Seramik yünü ürünler çok yüksek sıcaklıklarda kullanılan lifli bir malzemedir. Taş yünün kullanılmadığı 1200-1400°C sıcaklıklar için kullanılır. Rulo, levha ve dökme şeklinde bulunur. Beyaz renklidir. Yoğunluğu malzemenin şekline göre 100-150 kg/m³ arasında değişir. En önemli özelliği yüksek sıcaklıklara dayanabilmesi ve yanmamasıdır.

1.3.1.1. Uygulama Alanları

Petro - kimya, çimento, demir-çelik, enerji santralleri, kojenerasyon üniteleri, döküm, seramik, cam, cam mozaik, gemi, otomotiv, emaye ve ev gereçleri, ısı-ışıl işlem v.b. endüstriyel gazlı veya elektrikli fırınların duvar ve tavanlarında yoğun bir şekilde kullanılmaktadır.

1.3.2. Cam yünü

Borosilikat camının çeşitli yöntemlerle elyaf haline getirilmesiyle elde edilen ‘‘Cam Yünü’’ ilk defa I. Dünya savaşı sırasında Almanya’da üretilmiştir. Daha sonra 1920-1945 yılları arasında da yalıtım özelliği daha yüksek cam elyafı ve cam yünü elde etmek amacıyla yapılan çalışmalar sonucunda çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. İnorganik hammadde olan silis kumunun 1200°C - 1250°C’de ergitilerek elyaf haline getirilmesi sonucu oluşmaktadır.

Cam yünü Şekil 1.6’da gösterilmiştir.



Şekil 1.6. Cam Yünü

1.3.2.1. Teknik Özellikleri

- Isı yalıtım, ses yalıtımı ve akustik düzenleme ile birlikte yangın güvenliği de sağlamaktadır.
- Isı iletkenlik beyan değeri $\lambda \leq 0,040/\text{mK}$ 'dir.
- Kullanım sıcaklığı $-50 / +250^\circ\text{C}$ aralığındadır. Bağlayıcısız cam yünü ürünler 500°C 'ye kadar kullanılabilir. Ayrıca $-200 / +400^\circ\text{C}$ aralığında kullanılan özel cam yünü ürünler de üretilebilmektedir.
- Su buharı difüzyon direnç faktörü $\mu=1$ 'dir.
- Sıcağa ve rutubete maruz kalması halinde dahi, boyutlarında bir değişme olmaz.
- Zamanla bozulmaz, çürümez, küf tutmaz, korozyon ve pas yapmaz. Böcekler ve mikroorganizmalar tarafından tahrip edilmez.
- Higroskopik ve kapiler değildir.

1.3.2.2. Uygulama Alanları

Her türlü duvar ve betonarme elemanların iç yüzeylerinde, iç bölme ve komşu duvarlarda, merdiven ve asansör boşluklarına bitişik duvarlarda, her türlü ahşap oturtma çatılar, metal çatılar ve sandviç çatılarda, ahşap karkas binaların içten ısı ve ses yalıtımı uygulamalarında kullanılmaktadır.

1.3.3. Taş yünü

İnorganik hammadde olan bazalt, diabaz ve dolomit gibi taşların 1350°C - 1400°C 'de ergitilerek elyaf haline getirilmesi sonucu oluşmaktadır.

Şekil 1.7'de taş yünü görülmektedir.



Şekil 1.7. Taş Yünü

1.3.3.1. Teknik Özellikleri

- Isı iletkenlik değeri = 0.040 W/MK'den düşüktür.
- Ses iyi yutabilen bir malzemedir.
- DIN ve EN normlarına göre yanmaz malzemeler sınıfı olan “A” sınıfındandır.
- Kullanım sıcaklığı -55/+760 dereceleri aralığındadır.
- Su buharı difüzyon direnci =1'dir (hava ile aynı değer)
- Çürümez, bozulmaz ve küflenmez.
- Korozyon ve paslanma yapmaz.

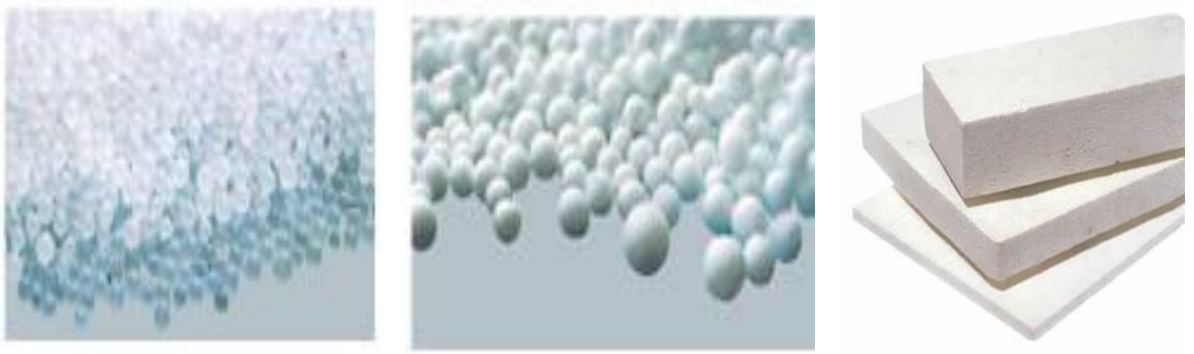
Isı, ses ve yangın yalıtımında kullanılır.

1.3.4. Genleştirilmiş (Expanded) Polistiren (EPS)

Polistiren taneciklerinin şişirilmesi ve birbirine kaynaşması ile elde edilen EPS ürünlerde, taneciklerin şişirilmesi ve köpük elde edilmesi için kullanılan şişirici gaz ‘Pentan’dır. Organik bir bileşen olan pentan, tanecikler içinde çok sayıda küçük gözeneklerin oluşmasını sağladıktan sonra, üretim sırasında ve üretimi takiben çok kısa sürede hava ile yer değiştirir. Açığa çıkan pentan gazı atmosferde zaten bulunan

CO₂ ve su buharına-H₂O'ya dönüşür. Pentanın açığa çıkmasıyla, malzemenin bünyesinde bulunan çok sayıdaki (yoğunluğa bağlı olarak 1 m³ EPS'de 3-6 milyar) küçük kapalı gözenekli hücreler içinde durgun hava hapsolür. Malzemenin % 98'i hareketsiz havadır; %2'si ise polistirendir.

EPS Şekil 1.8'de EPS gösterilmiştir.



Şekil 1.8. Eps

1.3.4.1. Teknik Özellikleri

- EPS'nin ısı iletkenliği 0,034 kcal/mh°C 'dir
- Sıcaklık dayanımı uzun sürede yoğunluğa bağlı olarak maksimum 75-85°C'ye, minimum olarak -1800C'ye kadar kullanılır. Bu nedenle çok soğuk tesisler için de uygun bir malzemedir.B1 sınıfı yanmaz malzemedir.
- Yoğunluğu 10-30 kg/m³ 'dür
- Basınç dayanımı yoğunluğa bağlı olarak artar.
- Bazı asitlere, Solvent bazlı malzemeler ve tinere dayanıksızdır.

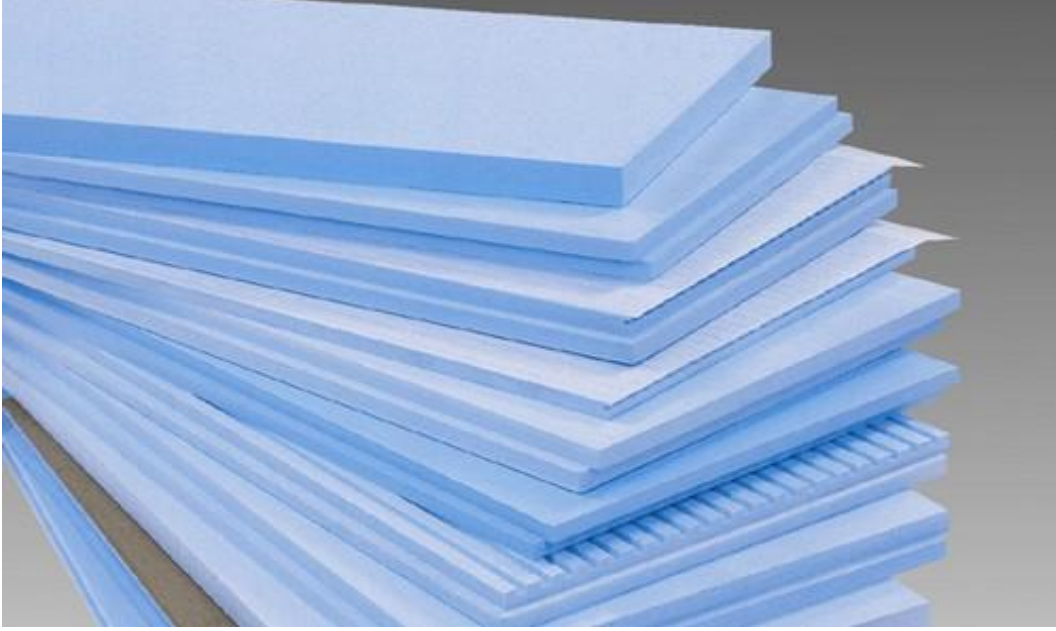
1.3.4.2. Uygulama Alanları

Dış cephe mantolama uygulamalarında, iç cephe yalıtım uygulamalarında, yerden ısıtmalı döşemelerin yalıtılmasında, çatılar ve teras çatılarda, asma tavanlarda, boruların yalıtımı, bodrum tavanlarında, dekoratif dış cephe ürünlerinde, ambalajlarda, yüzey iskele yapımında, dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır.

1.3.5.Ekstrüzyonla Üretilen (Ekstrüde) Polistiren (XPS)

Homojen hücre yapısına sahip, ısı yalıtımı yapmak amacıyla üretilen ve kullanılan köpük malzemelerdir. XPS hammaddesi polistren, bir şişirme ajanı yardımı ile sürekli

bir ekstrüzyon işlemi vasıtasıyla sabit basınç altında köpük halinde üretilir. Kapalı hücre yapısına sahip levha haline getirilmiş ürün kullanım yerine uygun olarak yüzey işlemlerine tabi tutulur.Şekil 1.9’da XPS gösterilmiştir.



Şekil 1.9. Xps

1.3.5.1. Teknik Özellikleri

- XPS levhalarının ısı iletkenliği 0.030 ve 0,040 / mK olarak gruplandırılır.
- Sert polistren köpük malzemeleri sınır sıcaklıkları -50 °C ile +80 °C dir.
- Yoğunluğu 25-50 kg/m³ ‘dür
- XPS , B1 yangın sınıfına sahiptir.
- Buhar geçirimsizlik faktörü yüksektir.
- Su emme hacimce %1’in altındadır.

1.3.5.2. Uygulama Alanları

Kullanılan çatı katlarında, kullanılmayan çatı arasında, teras çatılarda, dış duvarlarda, döşemelerde ve tavanlarda yalıtım malzemesi olarak kullanılır.

1.3.6. Poliüretan (PUR)

Poliüretan, iki ayrı kimyasal komponentin bir araya getirilmesi ile üretilir. Levha, sandviç panel ve püskürtme yöntemiyle kullanılan bir ısı yalıtım malzemesidir. Poliüretan sert köpük, hücreli yapılı, kapalı hücreli, düşük yoğunluklu bir yalıtım ve

inşaat malzemesidir. Hücrelerin içerisinde hapsolan şişirme ajanının düşük ısı geçirgenliği sayesinde soğuk depoların yalıtımında en çok tercih edilen malzemedir.

Şekil 1.10'da poliüretan malzeme gösterilmiştir.



Şekil 1.10. Poliüretan

1.3.6.1. Teknik Özellikleri

- Isı iletkenlik hesap değeri: 0,035 W/mK
- Kullanım sıcaklığı: -200 / +110 °C
- Yanma sınıfı: B1 - B2 - B3 sınıfı zor, normal ve kolay alev alan
- Yoğunluk: 30 - 40 kg/m³
- Buhar difüzyon direnç katsayısı: 30-100
- Su emme: hacimce % 3-5 arası
- Mekanik dayanım: 100 - 400 kPa (10 - 40 ton/m²)

1.3.6.2. Uygulama Alanları

Poliüretan sert, parlak, çözücülere dayanıklı kaplamalardan, aşınma ve çözücülere dayanıklı lastiklere, esnek veya sert köpüklere kadar çok çeşitli şekilde üretilir. Poliüretan köpükler, ısı ve ses yalıtım maddesi olarak, mobilyaların, kırılacak maddelerin taşınmasında ve döşemelerde kullanılır. Sert poliüretan köpükler ince yapıya sahip uçak kanatlarının içine konur. Esnek poliüretanla kaplı lastikler, çözücülere ve aşınmalara karşı dayanıklı olurlar.

1.3.7. Fenol Köpüğü

Fenol-Formaldehitin şişirilip sertleştirilmesiyle elde edilir. Sert fakat kırılğan, hem açık hem de kapalı gözenekli, yüzeyi sürtünmeyle tozlaşan bir malzemedir. Hem levha hem de boru biçiminde üretilebilirler. Diğer termoplastik köpük malzemelerinden farkı, basınca daha az fakat yüksek sıcaklığa daha fazla dayanıklı olmasıdır. Piyasada 15-100 mm kalınlıklarında satılır. Fiyatı EPS ye göre daha pahalıdır.

Fenol köpüğü Şekil 1.11’de görölmektedir.



Şekil 1.11. Fenol Köpüğü

1.3.7.1. Teknik Özellikleri

- Isı iletkenlik hesap değeri: 0,04 W/mK
- Kullanım sıcaklığı: -180/ +120 °C
- Yanma sınıfı: B1 sınıfı zor alev alan
- Yoğunluk: 35 - 120 kg/m³
- Buhar difüzyon direnç katsayısı: 7-10
- Su emme: Kapiler olup suyu bünyesine kolayca geçirir.
- Mekanik dayanım: 120 - 150 kPa (12 - 15 ton/m²)

Tesisatlarda yalıtımlarında kullanılır.

1.3.8. Cam Köpüğü

Atık camın geri dönüşümden imal edilen %90-95 oranında gözenekli yalıtım malzemesidir.Şekil 1.12’de cam köpüğü gösterilmiştir.



Şekil 1.12. Cam Köpüğü

1.3.8.1. Teknik Özellikleri

- Isı iletkenlik hesap değeri: 0,035- 0,050 W/mK
- Kullanım sıcaklığı: -260/ +430 °C
- Yanma sınıfı: A1 sınıfı zor alev alan
- Yoğunluk: 100 - 200 kg/m³
- Buhar geçirmez
- Su emmez
- Boyutsal kararlılığı kullanılabilir sınırlardadır.
- Mekanik dayanım: 400 - 150 kPa (40 - 880 ton/m²)

1.3.8.2. Uygulama Alanları

- Toprakaltı sistemler
- Cephe sistemleri
- Düz çatı sistemleri
- Metal ve özel biçimli çatı sistemleri
- İç mekân yalıtım sistemlerinde kullanılır.

1.3.9. Ahşap Lifli Levhalar

Ahşap talaşının bir bağlayıcı ile sıkıştırılarak levha halinde üretilen bir ısı yalıtım malzemesidir. Ahşap lifli levha Şekil 1.13'te gösterilmiştir.



Şekil 1.13. Ahşap Lifli Levha

1.3.9.1. Teknik Özellikleri

Isı iletkenlik hesap değeri: 0,09 - 0,15 W/mK

Kullanım sıcaklığı: max. +110 °C

Yanma sınıfı: BS476 standardına göre Class1

Yoğunluk: 360-570 kg/m³

Buhar difüzyon direnç katsayısı: 2 - 5

Su emme: ~ %10

Basma dayanımı: 200 kPa (20 ton/m²)

1.3.9.2. Uygulama Alanları

Genel olarak kesilip, çivilenebilen, kendi kendini taşıyabilen, kolay uygulanan ve sıva için uygun bir yüzey sağlayan odun talaşı levhalar, doğal yapısı gereği çevre dostudur. Güneşin ultraviyole etkisinden etkilenmemesine rağmen, organik kökenli bir malzeme olması sebebiyle çeşitli böcek ve organizmalardan zarar görebilmektedir. Basınç ve ses yalıtım özelliği iyi olan bu malzemeler aynı zamanda ses yalıtımı özelliği de sağlamaktadır. Odun talaşı, günümüz modern izolasyon malzemeleri karşısında giderek önemini yitirmektedir.

1.3.10. Genleştirilmiş Perlit (EPB)

Perlit denilince; petrografide soğumaya bağlı olarak meydana gelen uzamanın, gözle veya mikroskopla görülebilecek konsantrik yapı ya da kırılmasının meydana getirdiği özel bir volkanik camsı kayaç türünü ifade eder. Perlit aynı zamanda, doğal olarak oluşan silis esaslı volkanik kayalara verilen addır. Perlit belirli tane iriliğinde özel formlarda 850-1150°C arasında ısıtıldığında hacmini yaklaşık 30 kat genleştirmekte ve mısır gibi patlayarak yoğunluğu çok hafif bir hale gelmektedir. Bu işlem sonucu oluşan ürüne genleştirilmiş perlit denir.

Genleştirilmiş perlit şekil 1.14'te gösterilmektedir.



şekil 1.14. Genleştirilmiş perlit

1.3.10.1. Teknik Özellikleri

Isı iletkenlik hesap değeri: 0,40 - 0,45 W/mK

Yumuşama noktası: 890 - 1100 °C

Erime sıcaklığı: 1280 – 1380 °C

Yoğunluk: 50-60 kg/m³

İncelik: 0-3 mm

Ph: 6

Serbest Nem: max. %0,5

Genleştirilmiş perlitin kimyasal içeriği Çizelge 1.1'de verilmiştir.

Çizelge1.1. Genleşmiş perlitin kimyasal özellikleri

Bileşenler	Oran (%)
SiO ₂	71,0 - 75,0
Al ₂ O ₃	12,5 - 18,0
Na ₂ O	2,9 - 4,0
K ₂ O	4,0 - 5,0
CaO	0,5 - 0,2
Fe ₂ O ₃	0,1 - 1,5
MgO	0,03 - 0,5

1.3.10.2. Uygulama Alanları

Perlit'in doğal halde kullanılması da ısı yalıtımı özelliklerini korur. Ancak doğal perlit nem çekmez, su emmez, volkanik bir hammadde olduğu için kum gibi yıkamayla giderilemeyen zayıf karışımlar içermez, dolayısıyla alkali agrega özelliği göstermez. Çimento ile iyi ilişki kurar, yüksek aderansa sahiptir. Su emmeyen, kırılmayan ve basınca dayanıklı güçlü bir beton oluşturur.

- Perlitli sıvalar
- Perlit agregali hafif yapı betonu
- Perlit agregali hafif yapı elemanları
- Isı ve ses yalıtıcı gevşek dolgu
- Yüzey döşemelerde
- Özel amaçlı perlit betonları olarak kullanılmaktadır.

1.3.11. Genleştirilmiş Mantar(ICB)

Mantar plaka malzeme mantardan kaynaklanan doğal bir ürün (bitkisel) 'dir. Genişletilmiş mantar hücreleri, % 50 hava içeren, su geçirmez ve genişletilebilir. Mantar granüller 300 ° C arasında bir sıcaklığa ısıtılmış bir düdüklü tencere ve hava ile herhangi bir temas olmadan yerleştirilir. Bloklar sonra kaldırılır ve soğutulur. Daha sonra onlar gerekli ölçüleri biçilmiş vardır. Temizledikten sonra elyaf levhalar halinde sıkıştırılır.

Genleştirilmiş mantar Şekil 1.15’te gösterilmiştir.



Şekil 1.15. Genleştirilmiş mantar

1.3.11.1. Teknik Özellikleri

- Isı iletkenlik hesap değeri: 0,040 W/mK
- Kullanım sıcaklığı: -180/ +110 °C
- Yanma sınıfı: BS 476 göre Class 3
- Yoğunluk: 80 - 500 kg/m³
- Buhar difüzyon direnç katsayısı: 10-35 (μ)

1.3.11.2. Uygulama Alanları

Mantar levhalar, ülkemizde çok fazla kullanılmamakla birlikte, nispeten pahalı olan, genel özellikleri açısından da yapıştırılması, çivilenmesi, kesilmesi kolay olan bir ısı yalıtım malzemesidir. Çürümeyen, zor yanan (ancak alev alınca, sonuna kadar yanan), yanarken de is çıkaran bir yapıya sahiptir. Ayrıca, higroskopik olan (havanın nemini çeken), kimyevi maddelere dayanıklı, ancak halojenlere, amonyağa ve eter yağlarına dayanıksızdır.

1.4.Kompozit Malzeme

Belirli bir amaca yönelik olarak en az iki farklı malzemenin bir araya getirilmesiyle meydana gelen malzeme gurubudur. Üç boyutlu nitelikteki bu bir araya getirmede amaç, bileşenlerin hiç birinde tek başına mevcut olmayan bir özelliğin elde

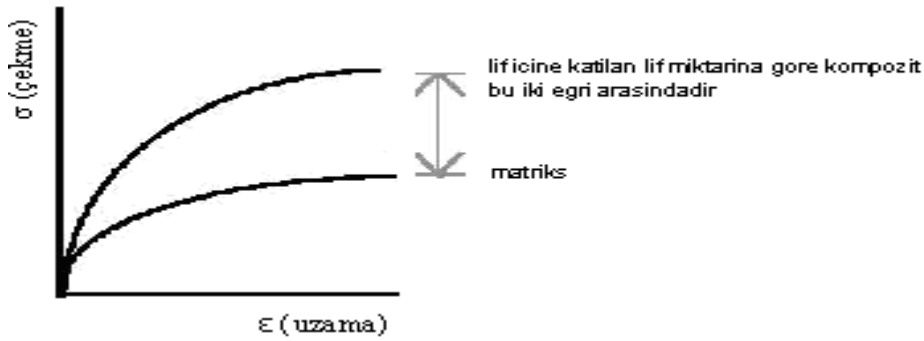
edilmesidir. Diğer bir deyişle, amaçlanan doğrultuda bileşenlerin daha üstün özelliklere sahip bir malzeme üretilmesi hedeflenmektedir.

1.4.1. Kompozit Elemanları

Kompozit malzemeyi oluşturan iki ana madde vardır: Matriks ve Takviye Elemanı. Matriks takviyelendirilen malzemedir ve takviye elemanından daha az mukavimdir. Tablo 1'de matriks ve takviye elemanı tipleri ve oluşan kompozit yapının tipi görülmektedir.

1.4.1.1. Takviye Elemanları

Kompozit malzeme, genellikle lif ve matriks olmak üzere, en az iki malzemeden oluşur. Aşağıdaki şekil 1'de lif ve matriksin çekme-uzama eğrileri görülmektedir;



Şekil 1.16.Lif ve matrikslerin çekme-uzama eğrileri

Lif takviyeli kompozit malzemelerin üretim ve tasarımındaki teknolojik gelişmeler, üretim maliyetindeki düşüş, sistem verimliliğindeki gelişme, emniyet ve güvenilirlik gibi aşamalara gelmesini sağlamıştır. Ayrıca malzemenin farklı şekillere kalıplanabilir olması tasarımcıyı metalin kesilmesi ve şekil verilmesi gibi zorluklardan bağımsız kılmıştır.

Kompozit yapıda lif seçimine etki eden etmenler ise şunlardır:

- Hafiflik (özlük ağırlık)
- Mukavemet ve modül (çekme ve basma)
- Yorulma mukavemeti

- Yorulmadaki kopma mekanizması (malzemenin gevrek ya da sünek olması)
- Elektrik ve ısı iletkenliği
- Ekonomiklik (Ulcay 1989).

1.4.1.2. Matriks Malzemeleri

Matriks kompozit malzemelerin ikinci ana bileşenidir. Lifi istenen başarıyı göstermesi uygun

matriks seçimine bağlıdır.

Matriksin başlıca görevleri;

- Kuvvetleri liflere iletme,
- Lifleri, korozyon ve oksidasyon gibi, ortamın etkisi ve darbelerden korumak
- Bittiğinde istenen özelliklere uygun olması,
- Maliyet,Matriks seçiminde, malzemenin nem ve su alma özelliklerinin de göz önünde bulundurulması gereklidir. Kayma sertliği, boyuna olan basınç mukavemeti, uzaması, kopması, yorulması, darbe özellikleri de çok önemlidir. Matriksin yüksek bir kayma modülüne sahip olması istenir. Böylece kompozitten elde edilen kayma katılığı sağlanır. Kayma gerilmesi ve kayma modülü, matriks için mukavemetten daha önemli bir unsurdur. Matrikslerin çoğu sıvı halde kullanıldığı için viskozite önemlidir. Erime noktası, kür zamanı, sıcaklık gibi fiziksel özellikler de matrikslerin diğer önemli noktalarıdır (Ulcay 1989).

Matriks malzemeler temelde iki ana grupta toplanırlar;

1- Polimer matriksler

2- Metalik matriksler

Kullanımları az olmasına rağmen çok yüksek sıcaklık matriksleri, 3. bir grup olarak eklenebilirler (Aran 1990).

1.4.1.3. Bağ Yapma Davranışı

Kompozit yapıda bağ oluşumu dendiğinde ortaya arabirim kavramı çıkmaktadır. Arabirim, kompozitin özelliklerini oluşturan matriks ve takviye elemanından sonraki üçüncü önemli unsurdur. Arabirimin sahip olduğu bağ kuvveti değeri, kompozitin davranış karakterlerini belirler. Arabirimdeki bağın ya da yapışmanın yüksek olması, kompozitin mukavim ancak katı, zayıf olması kompozitin mukavemet ve katılık yönünden zayıf olduğunu gösterir. Bu bağlanma çekme-sıyırılma testinde kendini kopma ya da sıyırılma şeklinde gösterir. Arabirimde fiziksel kimyasal ve mekaniksel bağların ve takviye elemanının geometrisinin önemi vardır.

Arabirimdeki yapışma;

- Yüzeylerin şekillerine,
- Arabirimi meydana getiren malzemelerin yapılarına,
- Temas basınçlarına,
- Yüzeylerde kalan elementlere,
- Yüzeylerdeki fonksiyonel gruplara,
- Kalmış gerilimlere ve
- Çalışma sıcaklığına bağlıdır.

Reçine maddesi, takviye elemanını çok iyi sarabilmeli ve ıslatabilmelidir. Islanma iyi olmazsa, zayıf bir arabirim meydana gelir. Islatılabilirlik gerek şarttır ancak, iyi bir arabirim için yeter şart değildir. Reçinenin ani dökülmesi, takviye elemanının yüzeyinde hava kabarcıkları oluşmasına, zayıf ara bağlara ve zamanla çatlakların oluşumuna neden olur.

Arabirimdeki bağ normal koşullarda yeterli sağlamlıkta oluşmuyorsa, bir takım yöntemler kullanılır.

Bunlara örnek olarak;

- Takviye elemanının yüzeyini pürüzlendirerek, sürtünmeyle mekanik bağ artırılabilir,
- Takviye elemanının yüzeyindeki düşük yüzey enerjisi veren maddeler temizlenebilir,
- Bağ yapıcı özelliği olan ilave maddeler kullanılabilir,
- Kimyasal buhar kullanılarak bağ yapma ve kuvvetli bağ oluşturma yöntemi denenebilir,
- Fiziksel yollar kullanılabilir ve

- Matriks modifiye edilebilir. Arabirimi kuvvetlendirmekte kullanılan en geçerli yöntem birleştirme maddeleri kullanmaktır. Kimyasal ajan olarak adlandırılan bu maddeler matriks ve takviye elemanına uygun olarak seçilmelidir. Mekanik bağ oluşumu yeterli değildir, çok çabuk ayrılma ve kopmalar meydana gelir. Bu ara malzeme bağ+çekme+takviye elemanının sürtünüp hasar görmesini önlemek gibi üç görevi yerine getirmesi gerekir (Ulcay Y, Akyol M, Gemci R, 2002).

1.4.1.4. Parçacık Takviyeli Kompozit Malzemeler

Parçacık takviyeli kompozitlerde takviye elemanı, genelde uzun boyutlara sahip olmayan yapılardır. Takviye malzemesinin boyutları, takviye malzeme özelliklerinin, kompozit malzemeye olan katkısını belirler. Aynı zamanda uzun boyutlara sahip takviye elemanı, oluşan çatlakların büyümesini engeller. Bu nedenle lifler, matrisin kırılma dayanımı geliştirmek için etkili takviyelerdir. Bunun yanında lastik türü malzeme parçacıkları, özellikle gevrek matrislerde kırılma dayanımını artırmaktadır. Parçacıklar matrise kıyasla doğalarındaki sertlik nedeniyle, matrisin plastik deformasyonunda bazı kısıtlamalara neden olur. Parçacıklar da yükü paylaşmaktadır. Fakat liflerin yük eksenine paralel olarak yerleştirildiği kompozitlere kıyasla bu, çok düşük bir seviyededir. Bu nedenle parçacıklar, kompozitin sertliğini arttırmada etkili olurken, dayanımı arttırmada fazla etkiye sahip değildirler. Parçacık dolgular, her ne kadar yaygın olarak ısı ve elektriksel iletkenliği değiştirmek, yüksek sıcaklık performansını geliştirmek, sürtünmeyi azaltma, aşınma dayanımını arttırmak, makinede işlenebilirliğini geliştirmek, yüzey sertliğini arttırmak ve büzülmeyi (çekmeyi) azaltmak amaçları için kullanılsa da birçok durumda sadece maliyeti azaltmak için kullanılırlar (Ersoy 2005).

İnorganik dolgular oldukça etkili şekilde, yüzey sertliği arttırmak, büzülmeyi azaltmak, alev yavaşlatıcılığını arttırmak, renk sağlamak, görünümü geliştirmek, ısı ve elektriksel iletkenlikleri değiştirmek ve en önemlisi maliyeti düşürmek amaçlarıyla, diğer istenen özelliklerden önemli bir taviz vermeden kullanılmaktadır (Agarwall, 1980).

Birçok önemli ticari elastomerler karbon siyahı veya silis ile dolgu yapıldığında uzayabilirliğini (elastikiyetini) önemli ölçüde korurken, mukavemet ve aşınma dayanımı gelişmektedir (Agarwall, 1980).

İnce tabakalar etkili bir takviye için cazip özellikler göstermektedirler. Öncelikle 2-D (2 boyutlu) geometriye sahiptirler ve bu nedenle tek yönlü takviyelendirilmiş

liflerle kıyaslandığında, kendi düzlemlerinde her yönde eşit dayanım gösterirler. Tabakalar paralel olarak yatırıldığında liflerden ya da küresel parçacıklardan daha sıkı paketlenebilirler. Mika tabakalar elektrik ve ısı izolasyon uygulamalarında kullanılır. Mika tabakaların camsı bir matrise gömülerek oluşturduğu kompozitler, kolay işlenebilir ve elektriksel uygulamalarda kullanılabilir. Alüminyum tabakalar genelde boya ve diğer kaplamalarda, kendilerini kaplama yüzeyine paralel bir şekilde yönlendirilir ve olağanüstü iyi özellikler verir. Gümüş tabakalar iyi bir iletkenlik gerektiğinde kullanılırlar(Agarwall, 1980).

Parçacık dolgulu malzemede performansı etkileyen çok değişik unsurlar vardır. Bunların içinde, parçacık boyutları boyut dağılımları, yüzey enerjileri (yapışma etkisi nedeniyle), hacimsel oranlar, homojen dağılıp dağılmadıkları, eksen oranı denilen parçacığın iki ana eksen uzunluğunun oranı, üretim sırasında eksenlerin yönlenme miktarı, tek-tek ve birbirleriyle bağımlı olarak kompozit özelliklerini etkiler. Bu konularda şimdiye kadar yapılan çalışmalar sağlam bir teoriye dayanmaktadır. Ancak, bu karşılıklı ilişkiler yumağı bazen en güçlü bilgisayar kullanılarak yapılan modellemelerde bile ize ön tahmin yapma imkânı vermeyebilir. Bu tip kompozitlerde, örneğin, katı roket yakıtlarından dolgulu PVC malzemeye kadar geniş bir alanda araştırmalar devam etmektedir(Gemci, 1996).

1.4.1.5. Lif Takviyeli Kompozit Malzemeler

Kompozit malzemelerin en yaygın türü elyaf takviyeli kompozitlerdir. Elyaf takviyeli kompozitlerde takviye malzemesi olarak ilk sırayı cam almıştır. Matris malzeme olarak plastik reçineler en fazla kullanılan tür olup bunlardan da polyester ucuzluğu sebebiyle ilk sırayı almaktadır. Epoksi reçine ise yüksek mukavemet ve kimyasal dayanım sebebiyle uzay, havacılık, ev ve spor aletleri yapımına kadar çok geniş bir alanda kullanım imkânı bulmuştur. Grafit ve kevlar elyaf-Epoksi kompozitler “ileri kompozitler” olarak uzay ve havacılık endüstrisinin temel malzemeleri olmuşlardır(Güldü, 2003).

Lif takviyeli kompozit malzemeler (LTK) farklı şekillerde sınıflandırılabilirler.

Takviye elemanının şekline göre şöyle sınıflandırılırlar;

1. Sürekli lif takviyeli kompozitler
2. Kesikli lif takviyeli kompozitler

Yapıya bağlı olarak yapılan sınıflandırma ise,

1. Tek katlı kompozitler

2. Çok katlı kompozitler şeklindedir.

Lif takviyeli kompozit malzemelerde bileşen malzemeler, moleküler boyutta birbirlerinden farklıdır ve mekanik olarak birbirinden ayrılabilirler. Kompozit malzemelerinin son özellikleri, bileşen malzemelerin özelliklerinden daha iyidir(Mazumdar, 2002; Aran, 1990).

Tipik kompozit malzeme, takviye liflerinin Şekil 1.3 te görüldüğü gibi matris içine yerleştirilmesiyle olur. Lifler filament, kısa veya uzun lif olabilir. Polimerik matrislerin kullanıldığı kompozitler daha yaygınlaşmıştır ve birçok endüstride kullanılmaktadır(Mazumdar, 2002).

Matris (reçineler) termoset veya termoplastik olabilir. Takviye lifleri, uzun filament liflerden, dokunmuş kumaş, kısa kesilmiş lifler ve hasıra kadar değişik formlarda olabilirler. Her biçim ayrı özelliklerle sonuçlanır. Kompozit malzemenin özellikleri, liflerin kompozit içerisinde nasıl uzandığına çok kuvvetli biçimde bağlıdır. Bu kombinasyonların tümü ya da sadece biri kompozitlerde kullanılabilir. Kompozitler hakkında hatırlanması gereken önemli bir nokta; yükü lifler taşımaktadır ve kompozit malzemenin dayanımı lif eksenine doğrultusunda en büyük değerdedir. Yük doğrultusunda yapılan filament lif takviyesi, matrisin malzemenin özelliklerini çok aşan özelliklerle sonuçlanmaktadır. Aynı lif kısa lif haline getirildiğinde (kesildiğinde), filament liflere göre daha düşük özellikler gösterirler. (Ersoy, 2005)

Elyaf formu; uygulama alanına (yapısal veya yapısal olmayan) ve kompozit malzeme üretim metoduna göre seçilir. Yapısal uygulamalar için filament veya uzun lifler önerilir, yapısal olmayan uygulama alanlarında ise kısa lifler tavsiye edilir. Enjeksiyon ve baskı kalıplamada kesikli lifler kullanılırken, elyaf sarma, profil çekme, rulo sarımında filament lifler kullanılır(Mazumdar, 2002).

1.4.1.6.LTK Malzemedeki Matris ve Liflerin Fonksiyonu

Kompozit malzemedeki liflerin temel fonksiyonları;

- Yükü taşımak; yapısal kompozitlerde yükü %70–90 ı lifler tarafından taşınır.
- Kompozit malzemeye, sertlik, ısıl stabilite ve diğer yapısal özellikleri kazandırmak.
- Kullanılan lifin türüne bağlı olarak, elektriksel iletkenlik veya yalıtkanlık kazandırmaktır(Mazumdar, 2002).

Bir matris malzeme, kompozit malzeme yapısında birçok fonksiyonu yerine getirir. Bunların birçoğu yapının yeterli performans değerleri için çok önemlidir. Matris malzemelerin önemli fonksiyonları;

- Matris, lifleri bağlar ve yükü liflere iletir. Yapıya, Rijitlik ve şekil kazandırır.
- Matris, lifleri izole eder. Bu sayede lifler ayrı, bireysel olarak davranabilirler. Bu da, çatlak büyümesini durdurur veya yavaşlatır.
- Matris, iyi bir yüzey kalitesi sağlar ve net şekilli veya yarı net şekilli parçaların üretimini sağlar.
- Matris, takviye liflerinin kimyasal etkilere ve mekanik hasarlara karşı korunmasını sağlar.
- Seçilen matris malzemesine bağlı olarak, esneklik, darbe dayanımı gibi performans karakteristikleri etkilenir.

Yüksek sertlik ihtiyacı için, termoplastik esaslı kompozitler seçilir. Malzemenin yetersizliği, kullanılan matris malzemenin çeşidi ve liflere uyumluluğundan çok etkilenmektedir(Mazumdar, 2002).

1.4.1.7. Konunun Önemi ve Amacı

Bir yapının, yapılış amacına uygun olarak, kullanıcılarına hizmet vermesi ve değerini yıllarca koruyabilmesi ancak, iç ve dış olumsuz etkenlere karşı iyi korunmuş olmasına bağlıdır. Yapıların iç ve dış faktörlerden korunabilmesi de yalıtım yapılmış veya yapılmamış olmasıyla ilgilidir. Yalıtım; binayı, taşıyıcı sistemi ve yapı bileşenleri ile birlikte, tüm bu iç ve dış faktörlerden korumayı, sağlıklı ve konforlu mekânlar oluşturmayı hedefler. Yalıtım, hem yapıyı hem de kullanıcıları korumaya yönelik önlemleri içerir. Yalıtımın amacı yapıların ömrünü uzatmak, bakım masraflarını azaltmak ve kullanıcı için sağlıklı, konforlu ve rahat kullanabileceği mekânlar oluşturmaktır.

Dünyadaki enerji kaynakları hızla tükenmektedir. Türkiye’de harcanan enerjinin yaklaşık % 40’ı konutlarda tüketilmektedir. Bu enerjinin % 80’i de ısınma amaçlıdır. Binalar ve yerleşimler küresel ısınmaya sebep olan başlıca sera gazı olan CO₂ salınımının %40’ından sorumludur. Bu nedenle binaların ısıtılmasında gerekli olan enerjiyi en aza indirmek için çeşitli yalıtım sistemleri ve yalıtım malzemeleri kullanılmaktadır. Türkiye’de tüketilen enerjinin % 65’inden fazlası ithal edilmektedir. Önceki çalışmalardan da anlaşılacağı üzere artık dünyamızda atıkların değerlendirilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu bağlamada çalışmanın amacı, atıkların değerlendirilerek uygun yalıtım malzemesi üretmektir. Bunun için Elbistan ovasında bolca bulunan ayçiçeği sapı ve buğday anızı ile Kahramanmaraş da bulunan

tekstil fabrikalarının atık ürünleri kullanılacaktır. Anız ile yok olan toprak canlıları korunacak, CO₂ Emilimi azalması küresel ısınmaya olumlu katkıda bulunacak ve büyük maddi kayıplara neden olan yangınlar önlenecektir. Aynı zamanda küresel ısınma ile mücadele kapsamında sürdürülebilir kalkınma için yapı malzemelerinin de bu bakımdan sürdürülebilir tasarım ve üretim bakış açısı ile tasarımı yapılması gerekir. Yapılacak bu çalışma açısından önem arz etmektedir.

Çalışma ile çok daha düşük ısı iletim katsayısına sahip olan bir yalıtım malzemesinin üretimi amaçlanmaktadır. Bu sayede hem bölge insanları atıklardan yararlanacak, hem seri üretim ile istihdam yaratılacak hem de milli ekonomiye katkı sağlanacaktır. Doğal kaynakların hızla tükenmesi nedeniyle alternatif kaynaklara özellikle doğal kaynakların atıklarının kullanılması ön plana çıkmaktadır. Çalışma, düşük ısı iletim katsayısına sahip, daha hafif ve yerli atıklar kullanılarak yeni bir yalıtım malzemesi üretilmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yapılan çalışmada, ayçiçeği sapı, anız, pamuk ve tekstil atıkları kullanılarak yalıtım malzemesi üretimi amaçlanmıştır. Bu malzemeler ilgili yapılmış olan çalışmalar verilmiştir.

2.1. Anız

Mengelolu ve Alma (2002), yaptıkları çalışmada; yoğun teknolojik gelişmeler ve üretim problemlerinin çözülmesi ile buğday saplarından kompozit levhalarının üretilmesi başarılı olmuştur. Buğday sapı ile üretilen yonga ve lif levhaların odundan üretilenlerden birçok özellik bakımından daha avantajlı olduğu tespit edilmiştir. Bu da özellikle bu konuda fazla araştırma yapan Kanada’da kompozit panel üreticilerinin tarım atıklarını kullanma isteklerini arttırmıştır. Büyük buğday sapı potansiyeline sahip ülkemizde de bu tip araştırma ve uygulamaya yönelik çalışmaların yapılması kaçınılmazdır. Diğer yandan ülkemizde önemli miktarda ayçiçeği üretimi gerçekleştiriliyor. Üretimin ardından ortaya çıkan ayçiçeği sapı çiftçimiz için de ciddi sorun olmaktadır. Yılda 2500.000 ton ayçiçeği sapı atık olarak bulunmaktadır.

Tüik(2006),Ülkemizin çevreyle ilgili koşullarının bölgelere göre çeşitlilik göstermesi değişik bitkilerin üretilmesine olanak sağlamaktadır. Örneğin, Ülkemizde yaklaşık olarak her yıl 13 785 650 ha alan tahıl üretimine ayrılmakta ve her yıl yaklaşık olarak 50 milyon ton tahıl sapı açığa çıkmaktadır.

Avcı (2007), Buğday saplarının ekonomik değeri olmaması nedeni ile çiftçilerin çoğu samanı hasat sonrası yakmaktadırlar. Anızların bu şekilde yakılması milli servet kaybı ve toprak mikroflorasını yok etmesi yanında atmosferi de kirleten önemli bir etkidir. Ülkemizde hububat alanlarının her yıl yaklaşık % 40’ı anız yangınlarına maruz kalmakta ve 10 milyon ton sap ve saman yok olmakta ve bunun sonucu oluşan duman ve karbon dioksitin atmosfere salınımıyla küresel ısınmayasebep olduğunu belirtmiştir.

Binici ve ark. (2007), lignoselülozların kullanımının çok eskilere kadar gittiği ve eski Mısır uygarlığında kerpiç üretiminde çamur ile saman karıştırılarak kullanılmıştır. Bu kerpiçlerin ısı iletim değerlerinin çok düşük olduğu yapılan çalışmalarla görülmüştür.

Cristel ve ark.(2010), yaptıkları çalışmada tarımsal artıklar bitkisel lif oranı değişen çimento kompozitler ile takviye edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, bitkisel lifler üretilen hafif kompozitlerin termal iletkenliği düşürdüğü ve mekanik mukavemet

yükselttiğini tespitetmiştir. Ek olarak daha fazla lif kullanımına bağlı olarak kompozitlerin ağırlığı azaltılmasına ve ısı iletkenliği katsayısını düşürdüğünü vurgulamıştır.

2.2. Tekstil Atığı

Frydrych ve ark.(2002), yaptıkları çalışmada doğal ve yapay lifler den oluşmuş kumaşların termal yalıtım özelliklerini karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, tenceipliğinden yapılan yapay kumaşların pamuk ipliğinden yapılan kumaşlara göre daha düşük termal iletkenlik ve termal absorpsiyon değerinin olduğunu buna karşılık daha yüksek termal difüzyon ve direncinin olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca dokuma tipinin de termal yalıtım özellikleri üzerinde etkili olduğunu tespit etmiştir.

Stanković ve ark.(2008), yaptıkları çalışmada Pamuk (selüloz) ve viskoz (rejenere selüloz) tekstil malzemelerinin termal özelliklerini araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, kumaş boyunca bu ısı transferi yüksek kılcal yapısı ve iplik yüzey özellikleri yanı sıra, kumaş içindeki hava hacmi dağılımıyla ilgili olduğunu belirtmiştir.

Briga-Sá ve ark.(2012), yaptıkları çalışmada özellikle enerji tüketiminin azaltılması ve sera gazı emisyonlarını ilgilendiren sürdürülebilir davranışların kabulü günümüzde bir önceliktir. Enerji ve su gibi materyallerin yüksek tüketim kaynaklarına taşınmasında inşaat sektörünün müdahalesi en önemli alanlardan biridir.

Bu araştırma çalışmasında dokuma kumaş atıklarının ve bu kalıcı atıkların ısı yalıtımı inşaat malzemesi olarak dokuma kumaşları adında potansiyel uygulanabilirliği araştırılmıştır. Deneysel çalışmalarda termal özelliklerini bulmak amacıyla bu iki atıkla birlikte dış duvar kullanılarak ısı karakterlerine karar verilmiştir. İki ısı akış ölçer ve dört sıcaklık sensör yüzeyi atıkların ısı iletkenliklerini belirlemek için duvar yüzeyine yerleştirilmiştir.

Elde edilen sonuçlar WFW ve WFS uygulamasının harici çift duvarda ısı iletkenliğini oransal olarak %56 ve % 30 oranında artırdığını göstermektedir.

WFW ısı iletkenlik değeri EPS, XPS ve MW ile aynı değerleri göstermiştir. WFS için bu parametrenin değeri toprak, vermikülit ya da genleştirilmiş perlit granülleri için yaklaşık olarak değerleri eşittir. Bu nedenle, olası bir ısı yalıtım malzemesi olarak bu atıkların uygulamak yeterli bir çözüm gibi görünüyor. Çevresel sürdürülebilirliği ve ekonomik avantajları bu uygulamalara neden olabilir.

2.3. Pamuk Atığı

Güler ve Özen (2004), yaptıkları çalışmada pamuk saplarından yonga levhalar üretilmiştir. Pamuk saplarından elde edilen yongalar orta tabakalar için %6–8–10, yüzey tabakaları için %8–10–12 oranlarında üre formaldehit tutkalı ile tutkalanıp 150 °C’ de 6 dakika süreyle preslenerek 20 mm kalınlığında 400–700 kg/m³ yoğunluklarında üç tabakalı levhalar üretilmiştir. Pamuk sapı yongalarından üretilen panellerin eğilme dirençleri 3,31–16,79 MPa, iç yapışma dirençleri 0,110–0,563 MPa olarak tespit edilmiştir.

Alpin ve Turgut (2008), yaptıkları çalışmada tüm dünyada çevre sorunu olan Pamuk ve kireçtaşı atıklarını kullanarak düşük maliyetli hafif kompozit bir yapı malzemesi olarak beton tuğla üretimi araştırılmıştır. Yüksek miktarda atık kullanılarak üretilen numunelerin fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Numunelerin basınç dayanımı, eğilme dayanımı, ultrases hızı, birim ağırlık ve su emme testleri yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda; atıklarla üretilen numunelerin yüksek enerji emme kapasitesi ve düşük birim ağırlığı sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu hafif kompozit beton tuğla bloklar, tavan panelleri ve ses bariyeri olarak kullanılabileceğini belirtmiştir.

Binici ve ark. (2008), yaptıkları çalışmada Kahramanmaraş Tekstil Fabrikalarından elde edilen atık malzeme (pamuk atığı) ve küllerin yalıtım elemanı üretiminde katkı maddesi olarak kullanılması araştırılmıştır. Farklı oranlarda karışımlar yapılmıştır. Üretilen panellerin ve blokların ısı yalıtımı gibi birçok mühendislik özellikleri araştırılmıştır. Örneklerin basınç ve eğilme dayanımları, birim ağırlıkları, su emme oranları ilgili standartlara göre bulunmuştur. Atık tekstil külü ve pamuk atıkları ile desteklenmiş blok ve panellerin üstün mühendislik özellikleri olduğu görülmüştür. Sonuçlar söz konusu küllerin ve pamuk atıklarının yalıtım malzemesi üretiminde kullanılabileceğini göstermiştir.

Binici ve ark.(2010), yaptıkları çalışmada pamuk atıkları ve tekstil külü ile ürettikleri hafif ve yeni yalıtım malzemesinin özelliklerini araştırmışlardır. Blok yalıtım malzemesinin basınç dayanımı ve ısı iletkenliği deneyleri ASTM ve Türk Standartlarına göre uygulanmıştır. Yapılan deneyler sonucunda; üretilen hafif yalıtım malzemesinin iyi yalıtım özellikleri olduğu ve tuğla, duvar ve tavan panelleri yapımında kullanılan hafif kompozit olduğunu vurgulanmıştır.

Demir (2010), yaptığı bir çalışmada, dünyadaki enerji kaynakları büyük bir hızla tükendiğini, Türkiye’de harcanan enerjinin yaklaşık % 40’ı binalarda harcandığını

tespit etmiştir. Bu enerjinin % 80'i de ısınma amaçlıdır. Türkiye'de tüketilen enerjinin % 65'inden fazlası ithal edilmektedir. Bu yüzden yalıtım malzemeler yapılarda önemli oranda ısı tasarrufuna katkı sağlamaktadır. Pamuk atıklarıyla üretilen bloklar üstün ısı yalıtım özelliğine sahip olduğu ifade edilmektedir.

Kozak (2010), yazdığı teknik notta; Pamuk artıkları keçemsi hale getirilerek; düz ve eğik satırlar ile hava akımına mani olunacak yerlerde tercih edilen organik asıllı yalıtım malzemelerinin yapımında kullanıldığını belirtmiştir. Pamuk ve jüt artıkları; sıcak su geçen boruların izolasyonunda kullanılan halat ve hortum seklindeki organik yalıtım malzemeleri yapımında kullanıldığı ifade edilmiştir.

Zhou ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada, pamuk sapı, reçine kullanarak çevre dostu ısı yalıtım malzemesi üretimi amaçlamışlar. Yaptıkları çalışma sonucunda, pamuk sapı liflerden geliştirilen yalıtım malzemesini diğer yalıtım malzemeleri ile başarıya rekabet edebileceğini belirtmiştir.

Binici ve ark.(2012), yaptıkları çalışmada, pamuk atıkları, uçucu kül, epoksi reçine ve barit kullanılarak ürettikleri yalıtım malzemesinin dayanıklılığı ve ekonomikliği araştırılmıştır. Üretilen yalıtım malzemesine üzerinde termal iletkenlik, ultrasonik ses, eğilme dayanımı ve radyoaktif geçirgenliği deneyleri yapılmıştır. Pamuk atıkları ve uçucu kül kullanımı yalıtım malzemesinin mühendislik özellikleri üzerinde olumlu etkisi olduğu vurgulanmıştır. Pamuk atıkları, uçucu kül ve epoksi reçine ile üretilen hafif yapı malzemeleri daha iyi ısı ve ses yalıtımı olduğunda yalıtım malzemesi olarak kullanılabileceğini belirtilmiştir.

Rajput ve ark. (2012), yaptıkları çalışmalarda kağıt geridönüşüm fabrikası atığı ve pamuk atığını kullanarak hafif tuğla üretimine çalışmışlardır. Hazırlanan karışımlarda ağırlıkça % 1-5 oranında pamuk atığı, % 85-89 oranındakâğıt geridönüşüm fabrikası atığı ve % 10 oranında Portland çimentosu kullanılmıştır. Atıklarla üretilen tuğlaların temel malzeme özellikleri XRF, TG-DTA ve SEM kullanılarak tespit edilmiştir. TG-DTA, SEM monografiler, gözenekli ve lifli gösterirken tuğla kadar 280 ° C sıcaklığa kadar termal olarak kararlı olduğunu göstermiştir. Çalışmanın sonunda atıklarla üretilen tuğlaların potansiyel olarak iç bölme duvar olarak kullanılabilir, daha hafif ve ekonomik tuğla malzemenin üretiminde kullanılabileceğini belirtmiştir. Atıklarla üretilen tuğlaların normal üretilen kil tuğlalara oranla yarı yarıya hafif olduğunu vurgulamıştır.

2.4. Ayçiçeği Sapı

Bektaş ve ark.(2001), yaptıkları çalışmada; ayçiçeğinin saplarının yonga levha üretiminde değerlendirilmesi ile sektörün hammadde kaynağı teminine katkı yapılabileceğini ve aynı zamanda, belirli oranda odun ile karıştırıldığında, daha dirençli yonga levhalar elde edilebileceğini belirtmiştir.

Bektaş ve ark.(2005), yaptıkları çalışmada ayçiçeği sapları ve akkavak yongalarından üç tabakalı yonga levhalar üretilmiştir. Ay çiçeği/kavak yonga karışımı %25–75, 50–50, 75–25 ve 100katkılı karışımlar üretilmiştir. Orta tabaka yongaları %9 ve yüzey tabakaları %11 olacak şekilde UF tutkalı ile tutkallanarak 150 °C’ de 7 dakika süreyle pres işlemine tabi tutularak 700 kg/m³ yoğunluğuna sahip paneller üretilmiştir. %100 kavak esaslı levhaların eğilme dirençleri 25,30 MPa, elastisitesi 2963,3 MPa, iç yapışma dirençleri 0,69 MPa, 24 saat suda bekletildikten sonra kalınlığına şişme miktarları %17,99 olarak, %100 ayçiçeği sapı esaslı panelleri eğilme dirençleri 15,65 MPa, elastisitesi 1800,2 MPa, iç yapışma dirençleri 0,46 MPa, 24 saat suda bekletildikten sonra kalınlığına şişme miktarları %25,05 olarak görülmüştür. Ay çiçeği–kavak yonga karışımından üretilen levhaların eğilme dirençleri 19,53–22,96 MPa, eğilme dirençleri 2440,2–2681,2 MPa, iç yapışma dirençleri 0,47–0,53, 24 saat suda bekletildikten sonra kalınlığına şişme miktarları %21,36–21,96 olarak görülmüştür. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre ay çiçeği sapı esaslı yongaların üre formaldehit ile uyumlu olduğu ve ay çiçeği saplarının tek başına ya da kavak yongaları ile karıştırılarak yonga levha üretiminde hammadde olarak kullanılabileceğini vurgulamıştır.

Güler ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada ayçiçeği sapları ve kızıl çam yongaları belirli oranlarda karıştırılıp (25–75, 50–50, 75–25, %100) üre-formaldehit tutkalı (orta tabaka %9 ve yüzey tabakaları %11) ile tutkallanıp 150 °C’ de 7 dakika süre ile preslenerek 700 kg/m³ yoğunlukta yonga levhalar üretilmiştir. Üretilen yonga levhaların eğilme dirençleri 15,67–18,74 MPa, elastikiyet modülleri 1800,2–2973,1 MPa ve iç yapışma dirençleri 0,447–0,584 MPa olarak tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda mekanik özellikler en iyi 50–50 karışım oranındaki levhalarda olduğunu tespit edilmiştir.

2.5. Yalıtım

Aksoy (2008), yaptığı çalışmada dünya genelinde enerji tüketiminin, son 25 yılda kişi başına %5 artmış olmasına rağmen, Türkiye’de bu oran %100’ün üzerinde olduğu aktarılmaktadır. Isıtma için harcanan enerji çok fazladır. Çünkü, yalıtım uygulanmamış konutlarda ısıtma için harcanan ortalama enerji tüketimi yılda 200 kWh/m²’nin üzerindedir. Bu konutların ısıtılması için 3.5 Milyar \$ finansal kaynak kullanılmıştır. Günümüzde konutların ısıtılması için gerekli olan enerjinin maliyetinin 4 Milyar \$’dan fazla olduğu tahmin edilmektedir. Yapılan hesaplamalar neticesinde tüm bina stoğunun mevcut standartlara göre yalıtılması durumunda enerji tasarrufunun parasal olarak yılda 2 Milyar \$’ın üstünde olacağını göstermektedir.

Aksöz (2009), yaptığı araştırmada; ısı yalıtımı ile ilgili ekonomik analizler yapılmıştır. Bu bağlamda; faiz ve enflasyon oranları, toplam ısı geçiş katsayısı, yıllık ısıtma süreleri, ortam sıcaklıkları, kullanılan enerjinin ısı değerleri ile yalıtım malzemesi fiyatları incelenmiştir. Bunlara bağlı olarak malzeme cins ve fiyatları da dikkate alınarak ısıtma için gerekli olan yıllık toplam minimum maliyet hesaplanarak optimum yalıtım kalınlığı elde edilmiştir. En ucuz yakıt türü olarak bilinen kömür baz alınarak diğer yakıt türlerine göre enerji maliyetleri bulunmuştur. Uygulamada en çok kullanılmakta olan dört çeşit yalıtım malzemesi (EPS, XPS, tas yünü ve cam yünü) kullanılarak analizler yapılmıştır. Bunun için farklı duvar modeli esas alınmıştır. Bunlar üzerinde her bir parametre için ayrı ayrı; optimum yalıtım kalınlığı, yalıtımlı ve yalıtımsız yıllık toplam maliyet tutarı, yapılabilecek enerji tasarrufu ve geri ödeme süreleri bulunmuştur.

Berge (2009), yakın gelecekte, tüm yeni binaların pasif ev seviyesinde inşa edilecek ve mevcut binalar düşük enerji bina standardı karşılamak için yenilenmiş olacaktır. Enerji verimli tasarımı yeni yaklaşımlar alt ve alt yönünde hareket ediyor sadece U düşük enerji tüketimi, aynı zamanda doğal ve yerel yapı malzemelerinin geliştirilmesi ve kullanımı sağlamak için-değerleri. Son yıllarda, bina ısı koruma alanında ekolojik özellikleri üzerine daha fazla duruluyor. Çevre bilinci artık enerji tasarrufu ile sınırlı değil, aynı zamanda ekolojik yapı içinde yer alır sadece, yani minimum enerji girdisi, kaynak tüketimi ve kirlilik üretim üretim, kurulum bir parçası olmak ve yalıtım malzemeleri kullanmanız gerektiğini belirtmiştir.

Mounika et al. (2012) yaptıkları çalışmada doğal fiberleri kullanarak elde ettikleri kompozitlerin ısı iletim katsayılarını belirlemişlerdir. Sonuçlara göre, söz konusu

kompozitlerin ısı iletim katsayılarının yapay liflerle üretilenlerden daha düşük olduğu, bunların daha ekonomik, çevreye zarar vermediğini ve ayrıca daha iyi mekanik özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir.

Önceki çalışmalardan da anlaşılacağı üzere artık dünyamızda atıkların değerlendirilmesi büyük önem arz etmektedir. Çalışma ile çok daha düşük ısı iletim katsayısına sahip olan bir yalıtım malzemesinin üretimi amaçlanmaktadır. Bu sayede hem bölge insanları atıklardan yararlanacak, hem seri üretim ile istihdam yaratılacak hem de milli ekonomiye katkı sağlanacaktır. Doğal kaynakların hızla tükenmesi nedeniyle alternatif kaynaklara özellikle doğal kaynakların atıklarının kullanılması ön plana çıkmaktadır. Isı yalıtımı ile yapılan çalışmaların kısıtlı olması sebebiyle yaptığımız çalışmalar ile literatüre katkı sağlanacaktır. Çalışma, düşük ısı iletim katsayısına sahip, daha hafif ve atıkların kullanılmasıyla yeni bir yalıtım malzemesi üretilmesi amaçlanmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyaller

3.1.1. Anız

Anız, tarımsal üretim sonucunda biçilmiş olan ekinlerin toprakta kalan kök ve saplarıdır. Ülkemizde yaklaşık 40 milyon ton buğday, arpa ve çavdar üretimi yapılmaktadır. Bunun için 1 milyon dekar alan ekilmektedir. Buradan yaklaşık olarak 10 milyon ton anız elde edilebilir. Bu kadar anızdan ise yaklaşık olarak 128 milyon m³ yalıtım malzemesi üretilir. Üretilen malzeme ile hem çevrenin kirlenmesinin önüne geçilmiş olacak hem de anızlar ekonomiye kazandırılabilir. Yanan kuru maddenin yarsına yakını karbon kaynağı olduğu için atmosfere yaklaşık 2000 kg CO₂ salmaktadır. Yüz binlerce dekarlık alanda anız yakılmasının yaratacağı toplam CO₂ miktarı küçümsenmemelidir. Anız yakmanın toprağa, bitkiye ve çevreye verdiği zarar çok büyüktür. Bu yüzden toprak verimliliği azalır, canlılarının beslenme ortamı yok olur. Canlılarının bıraktığı birçok maddelerle oluşturulan yaşam ortamı yakılarak azalır (Şekil 3.1). Toprak yel ile üfürülerek sel ile süpürülerek erozyona uğrar. Doğal denge bozulur. Orman yangınlarının çıkmasına sebep olur. Anızla birlikte çok zaman diğer komşu tarla ve bahçeleri de yanmaktadır. Anız yakmanın başka tehlikeleri arasında ise telefon direklerini yanması ve daha da kötüsü, yoldan geçen arabaların görüş mesafesini azaltarak ölümcül kazalara sebep olmaktadır.

Tarlada atık durumundaki yakılan anız Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Tarlada atık durumundaki yakılan anız

3.1.2. Tekstil Atığı

Ülkemiz, pamuk ekim alanı yönünden Dünya’da yedinci, birim alandan elde edilen lif pamuk verimi yönünden dördüncü, üretim miktarı yönünden altıncı, tüketim yönünden beşinci ve ithalat yönünden ise dördüncü sırada yer almaktadır (Sarı ve arkadaşları, 2007). Türkiye’nin 2004 yılı yurtiçi elyaf tüketimi; toplam 2.750.000 ton’dur (DPT, 2007). Söz konusu atık tekstil ürünleri Kahramanmaraş ta bulunan fabrikalardan temin edilecektir.

Tekstil pamuk atığı Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Tekstil pamuk atığı

3.1.3. Pamuk Atığı

Çalışmada K.Maraş’ta bulunan tekstil fabrikalarından temin edilen pamuk atığı kullanılmıştır (Şekil 3.3.). Günümüzde enerji sarfiyatının maksimum düzeyde olduğu düşünülürse, atıkların geri kazanımı oldukça önem taşımaktadır [Binici ve arkadaşları, 2008]. Ülkemizde ve dünyadaki katı atıkların yönetiminin azatık üretilmesi, atıkların geri kazanılması, atıkların çevreye zarar vermeden bertaraf edilmesi olarak üçtemel amacı vardır [Yıldızbaş, 2007]. Türkiye’nin tarımsal atık potansiyeli Çizelge 3.1.’de verilmiştir.

Çizelge3.1. Türkiye'nin tarımsal atık potansiyeli [Bolat 2005]

Tarımsal Artıklar	Yıllık üretim (milyon ton)
Ayçiçek Sapları	2,7
Buğday Sapları	26,4
Arpa Sapları	13,5
Mısır Sapları	4,2
Pamuk Sap ve Kozaları	2,9
Şeker Pancarı Sapları	2,3
Fındık Kabukları	0,8
Yulaf Sapları	0,5
Çavdar Sapları	0,4

Pamuk atığı Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Pamuk Atığı

3.1.4. Ayçiçek Sapı

Ülkemizde 2012 yılında 1.370.000 ton ayçiçeği üretimi gerçekleştirilmiştir. Bir ton ayçiçeği çekirdeği üretimi sırasında yaklaşık 1,4 ton ayçiçeği sapı ortaya çıkmaktadır. Ülkenin bu anlamdaki kapasitesi yaklaşık 2 milyon tondur. Bu kadar ayçiçeği sapından yaklaşık 8,8 milyon m³ yalıtım malzemesi üretilebilir. Ülkenin ihtiyaç duyduğu yalıtım malzemesi miktarının 5 milyon m³ olduğu düşünülürse fazla üretimin ihracatı gündeme gelecektir. Üretimin ardından ortaya çıkan ayçiçeği sapı çiftçimiz

için de ciddi sorun olmaktadır(Şekil 3.4.). Tarlada kalan bu saplar genellikle yakılarak yok ediliyor. Bu da hem çevreye zarar veriyor hem de ekonomik anlamda ülke zarar görmektedir.

Ayçiçeği ve ayçiçeği sapı Şekil 3.4'te verilmektedir.



Şekil 3.4. Ayçiçeği ve Ayçiçek Sapı

3.1.5. Epoksi

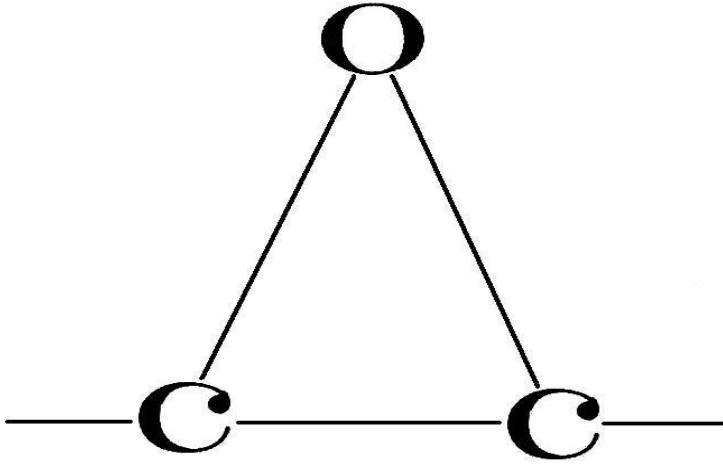
Epoksi, boyları ve diğer bazı karışımllarda bağlayıcı olarak kullanılan bir reçine türüdür. Epoksiler iki bileşenlidir ve karıştırılarak kullanılır. Şekil 1’de verildiği gibi bir oksijen atomunun bir karbon zincirindeki ardışık iki karbon atomuna bağlanarak zincirde üçgen çıkıntı oluşturduğu organik bileşiklerin genel adıdır. Epoksi, viskozitesi artırılmış boya kıvamlı, katkı maddesi sayesinde taş gibi sertleşen bir malzemedir. Genelde yer kaplaması olarak kullanılır. Yere döküldüğünde aşırı viskoz olduğundan bütün yüzeye yayılır, iki üç gün beklenirse, donar, sertleşir, sıfır eğimli bir yüzey elde edilmiş olur. Epoksi reçineleri polimer kompozitler üzerinde önemli rol oynar. Bunun nedeni epoksi reçinelerinin çok yüksek dayanımı ve çok iyi yapışma özelliğidir. Bunlar yüksek dayanımlı elik yapılarda çok yaygın olarak kullanılır. Ancak, kür edilmiş epoksi reçinelerinin örneğin düşük kırılma dayanımına sahiptirler. Epoksi gibi kompozit malzemeler, sıcaklığa çok dayanıklı olduklarından çevresel problemlerin yaşanmaması için gerekli önlemlerin alınmalıdır. Epoksi reçineleri, yüksek yapışma mukavemeti, düşük rötre miktarı, ısıl kararlılık, kısa kurlenme süresi ve uygulama sonrası derhal ve güvenle kullanıma başlanabilmesi gibi çok iyi mekanik ve kimyasal özellikleri yüzünden mühendislikte artanoranda bir tüketime sahiptir. Üstünyük taşıma kapasitesi ve kimyasal etkilere karşı yüksek direnç gibiolumlu yönleri yanında alternatif malzemeleregöre maliyetinin 3 ile 15 kat daha

pahalı olmasına rağmen, uygun fiyat-performans oranı ile diğerlerinden ucuz olmakta ve mühendislik uygulamaları için avantajlı ve güvenli sayılmaktadır.

3.1.5.1. Epoksinin Tarihi

Epoksi kelimesi Yunanca kökenlidir. Yunancada “on the outside of” anlamına gelen epi kelimesi moleküler yapıda mevcut bulunan oksijen atomlarında mevcut bulunan oksijen kelimesi ile birleşir.

Epoksinin kimyasal formülü Şekil 3.5’de gösterilmiştir.



Şekil 3.5: Epoksinin kimyasal ifadesi (Binici H.2006)



Şekil 3.6: Epoksi üretim makinası

3.1.5.2.Epoksi Uygulamalarının Keşfi

Temel kimyada birkaç dönem bilinmesine rağmen epoksi reçinesinin ilk pratik uygulaması 1930’larda Almanya ve İsviçre’de meydana gelmiştir. Aynı zamana rastlayan yıllarda Amerika’da da benzer çalışmalar görülmüştür.1936’da İsviçre’de epoksi ile ilgili bilinen ilk patent Dr. Pierre Castan tarafından alınmıştır. 3 yıl sonra, Amerikalı Dr. S. O. Greenlee, birçoğu bugün kullanılan tabakalar ve yapışkanları araştırmış ve birçok temel epoksi sistemini geliştirmiştir.

3.1.5.3.Epoksi Kullanımlarında İlk Girişimler

Epoksi reçinelerinin sınırlı üretimi 1940’ların sonlarında başlamış ve 1950’lerin başlarında epoksi reçine yapışkanı ticari üretimi mümkün hale gelmiştir. 1940’ların sonlarında epoksilerin betonda kullanımı ile ilgili ilk laboratuvar testleri başlamış ve zemin ile anayollarda tabaka olarak kullanımı denenmiş ve 1953’e kadar gelişmeler laboratuvarda sınırlandırılmıştır. 1953’e kadar laboratuvar çalışmalar mühendisler ve bilim adamlarının epoksi sistemlerinin potansiyel kullanımı ve temel fiziksel özelliklerinin tanımlamasına olan girişimleri nedeniyle sınırlı kalmıştır.

Epoksinin inşaat sektöründe kullanımı ile ilgili ilk çalışmalar 1948’de iki adet sertleşmiş betonun bağlanmasında yapıştırıcı olarak kullanılması ile başlamıştır. Epoksinin yapılarda yapıştırıcı olabileceğinin onaylanması ile betonların bağlanma kapasiteleri daha güçlü hale gelmiştir. 1954’te Kaliforniya otoyol müdürlüğü beton yollarda trafik çizgilerinin işaretlenmesinde epoksilerin bağlayıcılığıyla ilgilenmeye başlamıştır. Epoksinin bağlayıcı olarak kullanılmasındaki başarı betonların onarılması ve eski betonun yeni betona bağlanmasında epoksinin son hali olan polisülfid polimer olarak uygulanması ile araştırmaların kapsamını geliştirip cesaretlendirmiştir.

1953’te Shell Kimya Endüstrisi otoyolda kaplama malzemesi olarak epoksi sistemlerinin testlerini firma tarafından yapılan başarılı laboratuvar deneylerini takiben başlatmıştır. Bozulmuş beton yüzeylerin onarımındaki eski-yeni probleminin çözümünde beğenilir bir sonuç ortaya koymuştur.

3.1.5.4.Betonda Epoksi Uygulamalarının Gelişimi

Genel epoksi formülleri epoksinin betonla kullanımına uygun yegane yapıştırıcı özellikli kullanılabilir sistemler olarak bilinmesiyle geliştirilmiştir. Bunların onarım esnasında düşük kırılabilirliği kolay uygulanabilir karakteristiği, zorlu çevre şartlarına olan uzun süreli dayanımı ve yine onarılacak yapısal malzemelere benzer

karakteristiği ve yüksek bağlayıcı özelliği vardır. Bu özellikler birçok değişik uygulamalara önderlik edecek niteliktedir. Bunların bazıları aşağıda verilmiştir.

3.1.5.5. Epoksinin Bağlayıcılığı

İki betonun epoksi kullanılarak birbirine bağlanabilirliği sayesinde eski beton ile taze betonunda birbirine bağlanabileceğinin incelenmesini akla getirmiştir. Ve sonrasında yapılan deneyler epoksi polisülfid sistemlerinin gelişimine kadar sınırlı kalmıştır. Fakat zamanla bu ve diğer gelişmeler gerçekleşene kadar diğer yapıştırıcı sistemler beton endüstrisinde genel kabul edilebilirliğini korumuştur.

3.1.5.6. Epoksi enjeksiyon sistemleri

Epoksi enjeksiyon yapısal harçlamada ve onarımda ilk olarak 1950'lerin sonlarında kullanılmaya başlamıştır. Bu yaklaşım epoksiyi karıştırmak ve daha sonrada sisteme pompalamaktır. Çatlamış betonun yapısal bütünlüğünün onarımı için epoksi enjeksiyonunun yapısal çatlaklara uygulanmasına pozitif bir teknik olarak izin verilmiştir. 1960'larda yapısal betonlarda epoksinin harç yapıştırıcısı olarak uygulanması ile enjeksiyon tabancasının ucunda karıştırarak ısıtan basınçlı enjeksiyon sisteminden yararlanılmaya başlanmıştır.

3.1.5.7. Epoksi bağ harcı

Epoksinin bükümlü bağlarda dübellerde veya sert betonlarda kullanımı ilk olarak 1950'lerin sonunda başladı. Bu uygulama ağır makinelerin montajı için beton kütlelerde harç bağların gerekliliğinden gelmiştir. Epoksi harçları aynı zamanda trabzanlarının kurulumunda, mimari metallerde prefabrik beton panellerde, yapısal üyelerde (beton ve çelik) beton demir yolu kuyruklarında ve birçok sayısız uygulamalarda da başarıyla kullanılır.

3.1.5.8. Epoksi kaplamalı malzemeler

Epoksi kaplamalı malzeme ilk olarak doğu kıyılarındaki 1953 de endüstriyel tesislerde test edildi ve 1954 DTE otobanlarda kullanıldı. Bu uygulamalarda değişken derecelerde başarı ve başarısızlık olmasına rağmen ilk sonuçlar birçok gözlemciye cesaret vermiştir. Geniş kapsamlı deneysel uygulamalara ise Wilbur Cross Park yolunda, Triborough Köprüsü ve George Washington Köprüsünde 1956 da yapılmıştır. Bu denemelerdeki görünür başarı 1958 de Birleşik Devletler tarafından yapılan ayrıntılı testlere öncülük etmiştir. Bu dönemdeki testler ilk olarak mühürlü

kaplamalar olarak asfalt epoksileri uygulamalarında, sonrada zımpara agrega veya kumlanmış kaygan yüzeylerde yapılmıştır. Bu işlemler belirli bir başarı kazanmasına rağmen umulanı yakalayamamıştır. Sonrasında 1962 de ince kaplanmış asfaltlı betonlarda New York Köprüsünde alternatif bir çözüm olarak denendi ve yeterli başarı sağlanmıştır. Metot diğer epoksi sistemlerinde kullanılarak daha kapsamlı hale getirilmiştir.

Düşük viskoziteli epoksiler kullanarak yapılan kaplamalar otoyollarda endüstriyel ve ticari yüzeylerde başarılı bir şekilde uygulanmaktadır.

Giydirme alan olarak epoksi beton. Epoksi beton giydirme alan olarak ilk 1957 onarımında ve küçük taşlı bölgelerde kaliforniyadaki beton köprü limanların yüzeylerinde San Fransisco-Oakland koyu köprüsünde ve endüstriyel tesislerde kullanılmıştır. Epoksi beton aslında epoksi reçinesi resin siteminden ve temizlenmiş kaliteli kuru kumdan oluşur. 1963’lerde Birleşik Devletlerde birçok bölgede değişik köprülerde epoksi beton ile başarılı bir şekilde yeniden uygulanmıştır.

Epoksi reçinesi özellikleri. Birleşik Devletler Ordusunun mühendisleri epoksi reçine sistemi için ilk özellikleri 1959 da yayınladı. Epoksi kullanımı birçok yönde kaplama,yama ve yeni yüzeylerin problemlerinin çözümülenmesi gereksinimi yüzünden genişletilmiştir.

3.1.5.9.Epoksinin özellikleri

3.1.5.9.1 Kimyasal özellikleri

Epoksi reçinelerinin % 95’i bazık ortamda epiklorhidrin ve bisfenol A arasındaki tepkimeyle üretilir. Termoset polimer yapısına iki aşamada geçilir. İlk aşamada fazla epiklorhidrin kullanılarak zincir sonları epoksit grupları bulunan düşük mol kütleli bir önpolimer hazırlanır. Bu önpolimerin hazırlanış reaksiyon diyagramları Şekil 3.7 ve 3.8 de gösterilmiştir.

Epoksi reçineleri gerçekte polieter yapısındadırlar ve polieterlerin önemli bir grubunu oluşturlar. Epoksit reçinesi adı, monomerde ve kür edilmeden önceki önpolimerde, yapısındaki epoksit gruplarının bulunması nedeniyle verilir.

Epoksilerin çapraz bağlanma sırasında uçucu madde oluşmaz, çapraz bağlanma sonrası büzülme oranları % 5'ten daha düşüktür. Ancak pişirme zamanları uzun olduğundan dolayı pişirme zamanını azaltmak için hızlandırıcılar kullanılarak çapraz bağlanma tepkimeleri hızlandırılır. Kullanım sıcaklıkları 150 °C ye kadar çıkabilir.

Girdilerin oranı ve özellikleri ayarlanarak, farklı alanlarda kullanılabilecek ürünler hazırlanır. Epoksitler, kimyasallara karşı dirençleri, dayanıklıkları, esnek oluşları ve iyi yapışma özellikleri nedeniyle yüzey kaplamaları için eşsiz bir polimerdir. Kimyasal korozyona ve aşınmaya karşı yüzeylerin kaplanmasında; yüksek kuvvetler etkisinde kalan yerlerin kaplanmasında; tüp, boru ve endüstriyel tankların astarlanmasında kullanılır. Epoksitler kompozitler için de ayrıca iyi bir matrikstir. Epoksilerin büyük bir çoğunluğu kaplama, laminat hazırlama ve kompozit yapımında tüketilir. Epoksi genellikle kimyasal etkilere karşı son derece dayanıklıdır. Bu özelliklerinin betonla karşılaştırması Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Epoksi Sistemi ve Betonun Kimyasal Özellikleri

Kimyasal etkiler	Epoksi sistem	Beton
Yaş-kuru döngüsüne direnç	Mükemmel	Mükemmel
Klor iyonlarının tuz oluşturmaya direnç	Mükemmel	Orta
Yiyecek asitlerine direnç	Mükemmel	Zayıf
Şekerin çözmesine direnç	İyi	Zayıf
Petrol ve ürünlerine direnç	Mükemmel	Mükemmel
Deterjan etkisine direnç	Mükemmel	Mükemmel
Alkali etkisine direnç	Mükemmel	İyi
Sülfat etkisine direnç	Mükemmel	Orta

3.1.6. Alçı

Alçıtaşı kimyasal bileşimi kalsiyum sülfat olan bir mineraldir. Bileşiminde iki molekül kristal suyu bulunan türüne jips ($\text{CaSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$) denir. İçinde su bulunan kalsiyum sülfat minerali, tek veya ikiz sütunlar halinde billûrlanır. Alçı billurlarına kil ve marn içinde veya tuzlu ve alçılı dağların boşluklarında rastlanır. Anadolu'da kaya tuzu ile birlikte bilhassa yukarı Kızılırmak bölgesinde büyük kayalar halinde bulunur. Alçı taşı iki şekilde işlenerek birbirinden farklı iki cins alçı elde edilir.

Birinci şekilde, alçı taşı kırılır, değirmenlerde ufalanır, tuğla, fırınlarında 120 dereceye kadar ısıtılarak içindeki suyun bir miktarı alınır ve tekrar değirmenden geçirilerek toz haline getirilir. Bilhassa kalıp, model, tavan süsleri yapılmasında kullanılan bu cins alçı, su ile karıştırılırsa en geç yarım saat içinde donar.

İkinci şekil alçı elde etmek, alçı taşının değirmende ufalanmasından sonra 450 dereceye kadar ısıtılarak içindeki suyun tamamen alınması ile olur. Bu cins alçılar, su ile karıştırıldığında birkaç hafta sonra donar ve çok dayanıklı bir kütle haline gelir.

3.1.6.1. Alçının Özellikleri

Alçı yaygın olarak kullanılan yapı malzemesidir. Alçının özellikleri;

- **Kimyasal bileşimi:** $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
- **Kristal sistemi:** Monoklinik
- **Kristal biçimi:** Çoğunlukla ince-kalın levhamsı kristalli; kısa-uzun prizmatik, iğnemsî, masif, tanesîl, lifsi
- **İkizlenme:** {100} yüzeyinde kırlangıç kuyruğu, {-101} yüzeyinde kelebek ikizleri çok tipiktir.
- **Sertlik:** 2
- **Özgül ağırlık:** 2.32
- **Dilinim:** { 010} mükemmel
- **Renk ve Şeffaflık:** Renksiz-beyaz, sarımsı, yeşilimsi, kırmızımsı; şeffaf-yarı şeffaf
- **Çizgi rengi:** Beyaz
- **Parlaklık:** Camsı
- **Ayırıcı özellikleri:** Düşük sertliği ve dilinimi

Bağlayıcı olarak kullanılan alçı Şekil 3.9’da verilmiştir.



Şekil 3.9. Alçı

3.1.6.2. Alçının Kullanım Alanları

- Ham jips, beyaz boya ve dolgu maddesi olarak kağıt ve pamuklu tekstil maddelerine katılır.
- Ham jips çimento sanayiinde prizlenmeyi geciktirir.
- Nikel izabesinde eritmeyi kolaylaştırır.
- Bira sanayiinde mayalandırma için kullanılır.
- Alçı, tıpta cerrahide ve dişçilikte kullanılır.
- Alçı vitrifiye malzemelerde, porselende ve kiremit üretiminde kalıp aşamasında kullanılır.
- Kimya sanayiinde amonyum sülfat, kükürt, kükürt okside ve sülfat asidi elde etmek için kullanılır.
- Mamul alçı inşaat ve prefabrik inşaat malzemelerinin başlıca girdisidir. Alçının inşaatta kullanım yeri çok çeşitlidir. Son yıllarda sıcak ve soğuk yalıtım maddesi, ses izolatörü ve rutubeti de ayarlayan bir düzenleyici olarak kullanılmaktadır.

3.2. Metod

3.2.1. Yalıtım Malzemesinin Üretilmesi

3.2.1.1. Bağlayıcı Olarak Alçı İle Üretilen Yalıtım Levhaları

Patos kullanılarak öğütülen ayçiçeği sapları ve tekstil atığı kullanılarak karışımları üretilmiştir. Bu malzemelerle birlikte alçı bağlayıcı olarak kullanılmıştır. Yalıtım malzemesinin karışım oranları Çizelge 3.3 'de verilmiştir. 30x40x2,5 cm boyutlarında levhaların üretim aşamaları Şekil 3.10, üretilen numunler Şekil 3.11 ve yalıtım levhalarının duvara uygulanması Şekil 3.12'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Karışım oranları

Bileşenler (gr)			
Alçı	Ayçiçeği sapı	Tekstil atığı	Su
1500	180	90	1450

Yalıtım levhalarının üretim aşamaları Şekil 3.10'da gösterilmektedir.





Şekil 3.10. Yalıtım levhalarının üretim aşamaları

Üretilen yalıtım levhaları şekil 3.11’de verilmiştir.



Şekil 3.11. Yalıtım levhaları

Yalıtım malzemelerinin tuğla duvara uygulanması Şekil 3.12’de gösterilmiştir.

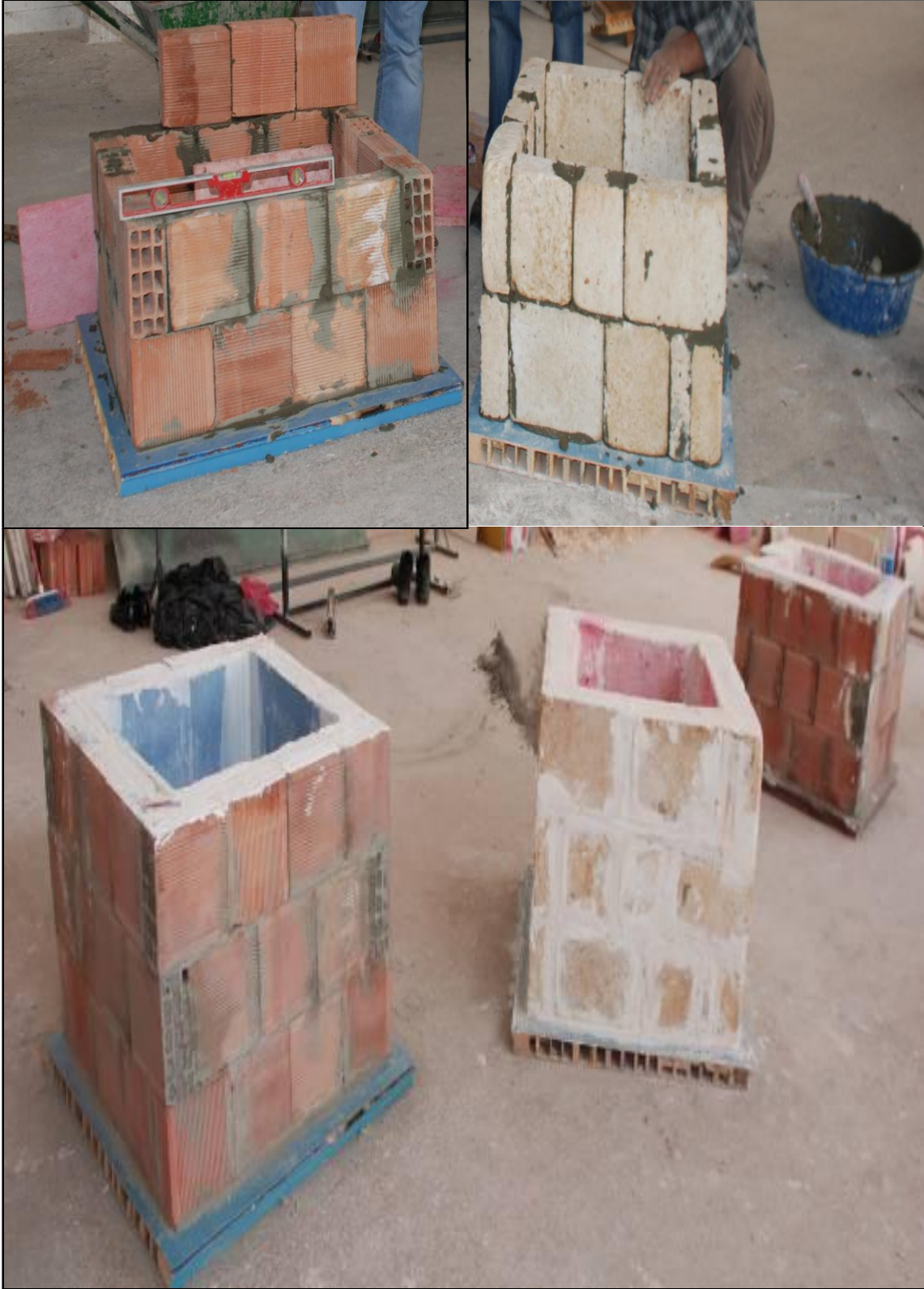


Şekil 3.12. Yalıtım malzemesinin tuğla duvara uygulanması

3.2.1.2. Bağlayıcı Olarak Alçı Kullanılarak Üretilen Model Evler

Üretilen 30x40x2,5 cm boyutlarındaki yalıtım panelleri kullanılarak model ev yapılmıştır(Şekil 3.13 ve Şekil 3.14). Yalıtım özelliklerini karşılaştırmak için aynı boyuta sahip gaz beton ile model ev yapılmıştır.Ayrıca üretilen paneller ile straforu (xps) karşılaştırmak amacıyla 2 adet tuğla model ev yapılmış ve bu model evlerden bir tanesinin iç yüzeyi 2,5 cm kalınlığında 10 dansimetre strafor ile diğer model evin iç yüzeyi ise 30x40x2,5 cm boyutlarındaüretilen yalıtım malzemesi ile kaplanmıştır. Yapılan model evlerde 8.5 cm kalınlığında tuğla kullanılmıştır.

Üretilen blok evlerinin üretim aşamaları Şekil 3.13'te verilmiştir.



Şekil 3.13. Model evlerin üretim aşamaları.

Üretilen model evler Şekil 3.14’te verilmiştir.



Şekil 3.14. Üretilen model evler

3.2.1.3. Bağlayıcı Olarak Epoksi İle Üretilen Yalıtım Malzemeleri

Üretilen yalıtım malzemesinde ayçiçeği sapı lifi, ayçiçeği sapı sünger kısım, pamuk atığı, tekstil elyaf atığı ve anız malzemeleri ile epoksi bağlayıcı olarak kullanılmıştır. Bu hammaddeler farklı basınç altında ve farklı oranlarda kullanılarak değişik numuneler üretilmiştir. Üretilen numunelerin karışım oranları hacimsel olarak Çizelge 3.4’te ağırlık olarak Çizelge 3.5 verilmiştir.

Çizelge 3.4.Hacimsel olarakkarışım oranları

Num.No	Numune İçeriği (%)					Epoksi %	Basınç (bar)
	Ayçiçeği sapı sünger kısım	Ayçiçeği sapı Lifleri	Pamuk Atığı	Tekstil elyaf atığı	Anız		
A	33.85	35.38	7.69			23.08	12
B	43.08	33.85				23.08	12
C	40.00	36.92				23.08	12
D	15.79	31.58	21.05			31.58	10
E	38.46	38.46				23.08	12
F	31.58	42.11				26.32	12
G	20.00	30.00	20.00			30.00	11
H	24.15	24.15	15.46			36.23	11
J		23.53	23.53			52.94	10
K			71.88			28.13	10
L	56.16					43.84	10
M		77.42				22.58	10
N		25.00	25.00			50.00	10
O					70.00	30.00	10
P	33.33		16.67		16.67	33.33	10
R	40.00	20.00				40.00	10
S	33.33	16.67			16.67	33.33	10
T	33.33	33.33				33.33	10
U	35.21	8.45		28.17		28.17	6
V	39.47	7.89	26.32			26.32	6
Y	35.29				35.29	29.41	6
Z	36.36		36.36			27.27	4
N1	37.04	7.41	24.69			30.86	6
B1	10.53	71.93				17.54	6
U1	33.78	5.41		33.78		27.03	6
S1	33.33	16.67			16.67	33.33	7
Z1	39.22		31.37			29.41	6
N2	51.02	8.16				40.82	6
Z2	46.15	30.77				23.08	7
S2	30	8			12	20	7
U2	31.75	12.70		23.81		31.75	7
N3	32.14	10.71	21.43			35.71	5
U3	7.69	3.08		4.62		6.15	7
Z3	9.23		6.15			6.15	7
S3	9.23	2.46			4.62	6.15	7
N4	9.23	1.85	6.15			6.15	7
U4	7.69	3.08			4.62	6.15	7
Z4	9.23		6.15			6.15	7
S4	9.23	2.46			4.62	6.15	8
U5	7.69	3.08			4.62	6.15	8
N5	9.23	1.54	6.15			6.15	8
N6	9.23	1.54	7.69			6.15	7

Çizelge 3.5. Ağırlık olarak karışım oranları

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

Yalıtım malzemesi üretiminde kullanılan hammaddeler,ayçiçeği sapı sünger kısım, ayçiçeği sapı lifleri, pamuk atığı, tekstil elyaf atığı, anız ve epoksi Şekil 3.15, Şekil 3.16 ve Şekil 3.17’de verilmiştir.



Şekil 3.15. Ayçiçeği sapı sünger kısım ve anız

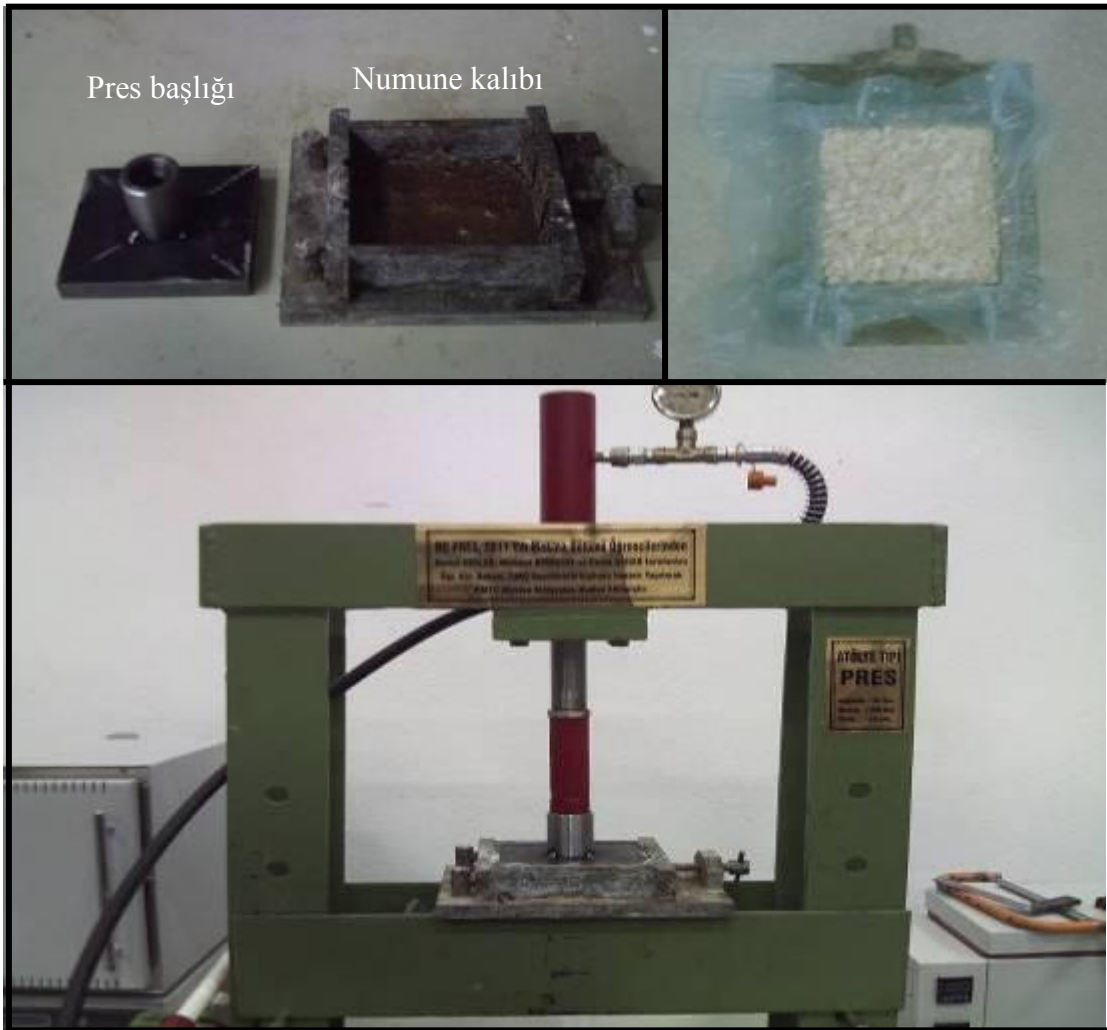


Şekil 3.16.Pamuk atığı ve tekstil elyaf atığı

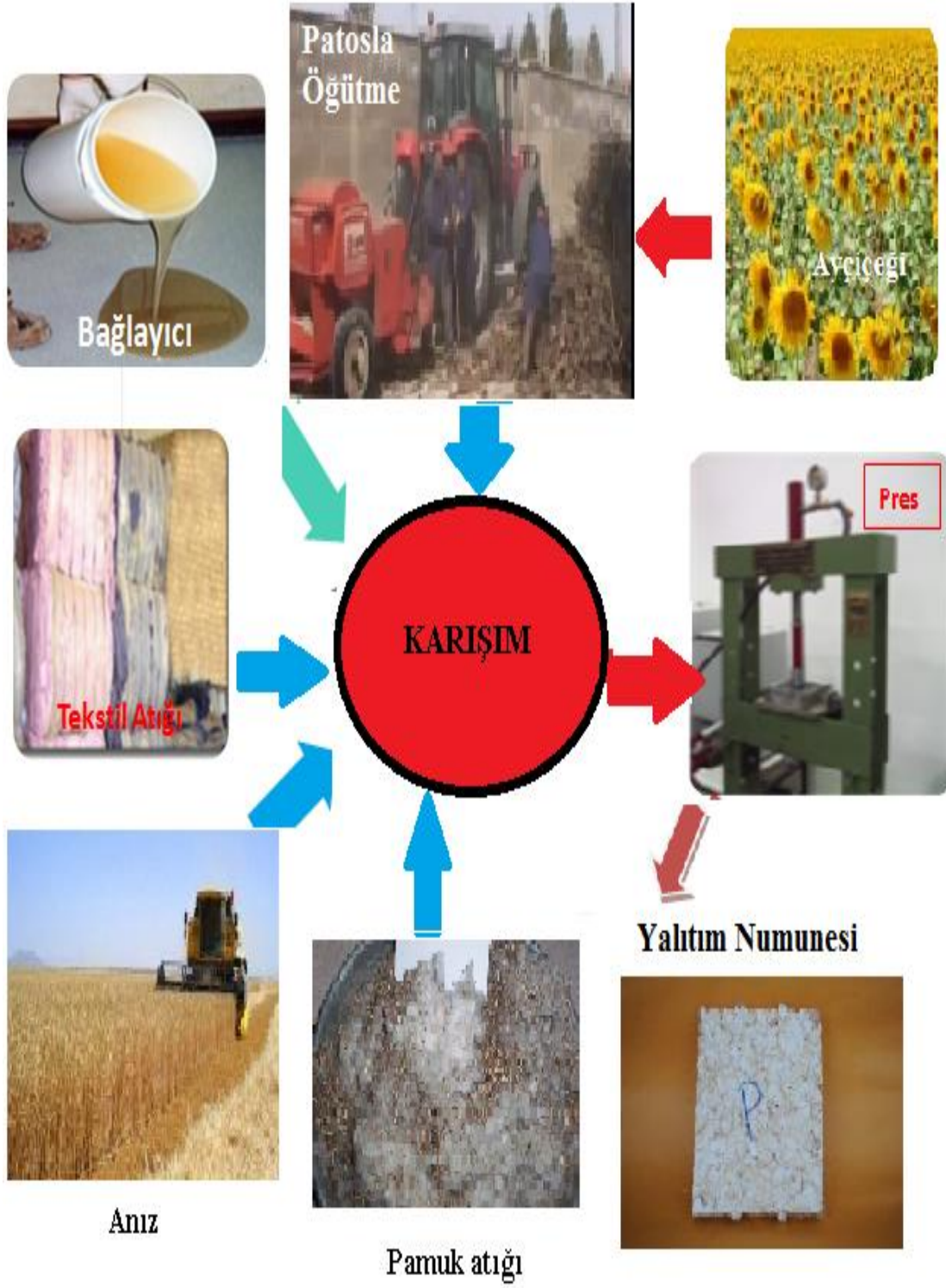


Şekil 3.17.Ayçiçek sapı lifi ve epoksi

14x16x2 cm boyutlarında ısı yalıtım blokları üretilmiştir. Bu yalıtım malzemesi üretilirken her bir tabakası ayrı ayrı basınç altında tutularak optimum sıkıştırma yapılmıştır (Şekil 3.18). Yalıtım malzemesinin üretim şeması Şekil 3.19.'da verilmiştir.



Şekil 3.18.Yalıtım malzemesi üretim aşamaları



Şekil 3.19.Yalıtım malzemesi üretim şeması

3.2.2. Isı İletim Katsayısı Tayini

Üretilen kompozit yalıtım malzemesi KEM marka QTM-500 model termal iletkenlik ölçüm cihazı ile ısı iletim katsayısı ölçülmüştür. Termal iletkenlik tayini deneyi ASTM C 1113-90 'agöre yapılmıştır (Şekil3.20).



Şekil 3.20.Termal iletkenlik ölçüm cihazı

3.2.3.Ultrasonik Ses Geçirgenliği

Ses üstü dalganın hızı ile malzemelerin yoğunluğuarasında belirli bir ilişkilbulunmaktadır. Malzeme, içerisindeki boşluk miktarı arttıkça, ses üstü dalganın hızı daha az olmaktadır.Malzeme bloğun bir yüzeyinden içeriye gönderilen ses üstü dalganın, bloktaki diğer bir yüzeye ne kadar zamanda geçtiği ölçüldükten sonra, dalga hızı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$V = (S / t) \times 10^6$$

Burada; V = P dalga hızı (kilometre/saniye) S= Malzemedede bloğun ses üstü dalga gönderilen yüzeyi ile dalganın alındığı yüzeyi arasındaki mesafe (kilometre), t = P dalganın gönderilmiş olduğu malzeme yüzeyinden, alındığı yüzeye kadar geçen zamandır (mikrosaniye). Ultrasonik ses geçişi deneyi bütün numuneler üzerinde yapılmış ve ses geçiş hızı bulunmuştur(Şekil3.21).



Şekil 3.21.Ultrasonik ses cihazı

3.2.4. Birim Hacim Ağırlık Tayini

Plak numunenin kurutulması sonucu bulunan ağırlığı, g_1 dış boyutları ölçülerek hesaplanan hacim kullanılarak birim hacim ağırlığı, B , aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$B = g_1 / v \text{ kg / cm}^3$$

3.2.5. Basınç Mukavemetinin Bulunması

Basınç deneyine tabi tutmak için hazırlanmış olan $12 \times 12 \times 2$ cm boyutundaki numuneler deneye alınmıştır. Deney, “Diwick Roell Z010 Üniversal Test” aleti ile yapılmıştır. (Şekil 3.22)

Aletin özel aksesuarı olan çekme çeneleri arasına konan numune, programlanan yükleme hızı ve aralığına göre basınç deneyine tabi tutulmuştur.

Basınç dayanımı test aleti Şekil 3.22’de gösterilmiştir.



Şekil 3.22.Diwick Roell Z010 Üniversal Test Cihazı

3.2.6. Eğilme Mukavemetinin Bulunması

Eğilme deneyi, bu amaçla hazırlanmış 2.5×2.5 cm boyutlarındaki numuneler deneye alınmıştır. Deney, “Diwick Roell Z010 Üniversal Test” aleti ile yapılmıştır. (Şekil 3.23)

Eğilme dayanımını bulmak için kullanılan deney aleti Şekil 3.23’te verilmiştir.



Şekil 3.23:Diwick Roell Z010 Üniversal Test Cihazı

3.2.7. Su Emme Miktarının Bulunması

Su emme miktarının bulunabilmesi için kurutulan numune tartılıp ağırlık, g_1 saptanmış ve su içine bırakılmıştır. 24 saat suda bekledikten sonra çıkarılıp ağırlığı, g_2 kaydedilmiştir.

Sonuçta su emme yüzdesi, w aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$W= g_2 -g_1 / g_1 \times 100$$

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan bu çalışmada,bağlayıcı olarak alçı ve epoksi kullanılan karışımları için testler yapılmıştır. Üretilen bu yalıtım malzemelerinin her birinin ayrı ayrı ısı iletkenlik ve ses direnci ölçülmüştür.

4.1.Bağlayıcı Olarak Alçı İle Üretilen Yalıtım Levhaları Deney Sonuçları

4.1.1. Isı İletkenlik Katsayılarının Bulunması

Ayçiçek sapı ve tekstil atıkları ile üretilen yalıtım malzemesini ısı iletim katsayısı deneyi yapılmıştır. Bulunan değer Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1.Isı İletim Katsayısı Değeri

Analizi Yapılan Numune	Isı iletim Katsayısı (W/m ^o K)
Yalıtım Malzemesi (30x40x2,5cm)	0.1642

4.1.2. Su Emme ve Birim Hacim Ağırlık Tayini

Üretilen yalıtım numuneleri için su emme ve birim hacim ağırlığı değerleri bulunmuştur. Bulunan değerler Çizelge 4.2’de ve üretilen yalıtım levhaları Şekil 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Su Emme ve Birim Hacim Ağırlık Tayini

Örnekler	Kuru Birim hacim ağırlık (kg/m ³)	Su emme (%)
I	0.70	71
II	0.71	70
III	0.72	72
Ortalama	0.72	71



Şekil 4.1. Üretilen yalıtım panelleri

4.1.3. Ultrasonik Ses Geçirgenliği

Ayçiçek sapı ve tekstil atıkları ile üretilen yalıtım malzemesinin Ultrasonik Ses deneyi yapılmıştır (Şekil 4.2). Bulunan değer Çizelge 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.2. Yalıtım numunesine ultrasonik ses deneyinin uygulanması

Çizelge 4.3. Ultrasonik Ses Değeri

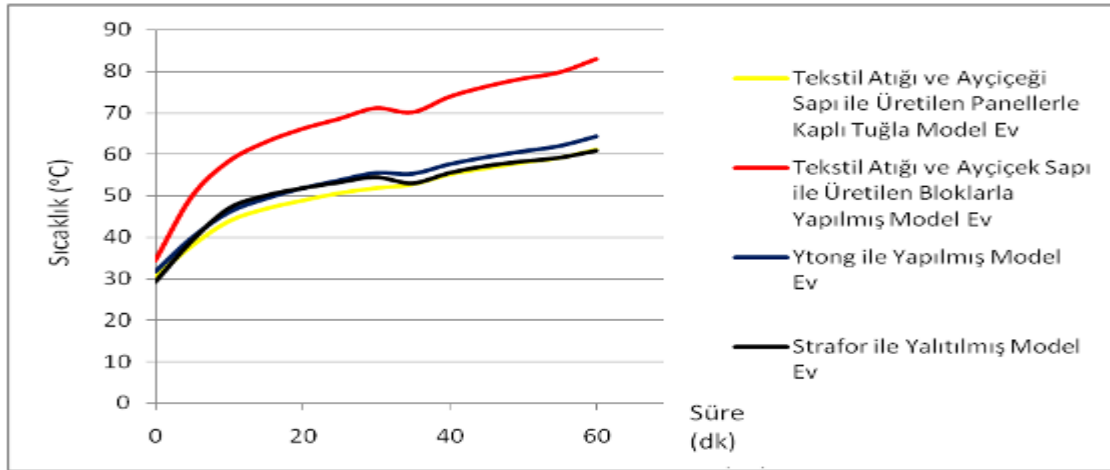
Analizi Yapılan Numune	Ultrasonik Ses Hızı (km/s)
Yalıtım Malzemesi(30x40x2,5cm)	0.900

4.1.4. Model Evlerin İç Mekan Isınma- Soğuma Grafiği

Üretilen yalıtım malzemesi, yapılan model ev ile gaz beton model ev karşılaştırılmıştır(Şekil 4.3). Ayrıca tuğla iç kısmına yalıtım malzemesiyle kaplanan paneller ile tuğla iç kısmına strafor kaplanarak üretilen model evler kendi içlerinde karşılaştırılmıştır. Deneyin standartlığı açısından model evlerin içerisine özdeş ısıtıcılar ve dijital termometreler yerleştirilerek 1 saat boyunca ısıtılıp soğutulmuş ve her 5 dakikada ölçümler alınmıştır. 1 saat boyunca ısıtılan model evlerden alınan veriler Çizelge 4.4’de ve Şekil 4.3’te verilmiştir.

Çizelge 4.4.Isınma Sıcaklık Değerleri

Malzeme	Sıcaklık (°C)						
	0	5.dk	10.dk	15.dk	30.dk	45.dk	60.dk
Üretilen Panellerle Yalıtılmış Model Tuğla Ev	30,5	38	43,9	46,9	51,9	56,7	61,2
Üretilen Bloklarla Yapılmış Model Ev	34,4	49,9	58,3	62,9	71,1	76,3	82,9
Ytong Model Ev	31,6	39,8	45,9	49,2	55,4	59,2	64,2
Strafor ile Yalıtılmış Model Tuğla Ev	30,9	39,1	46,9	50	54,5	57,2	60,9



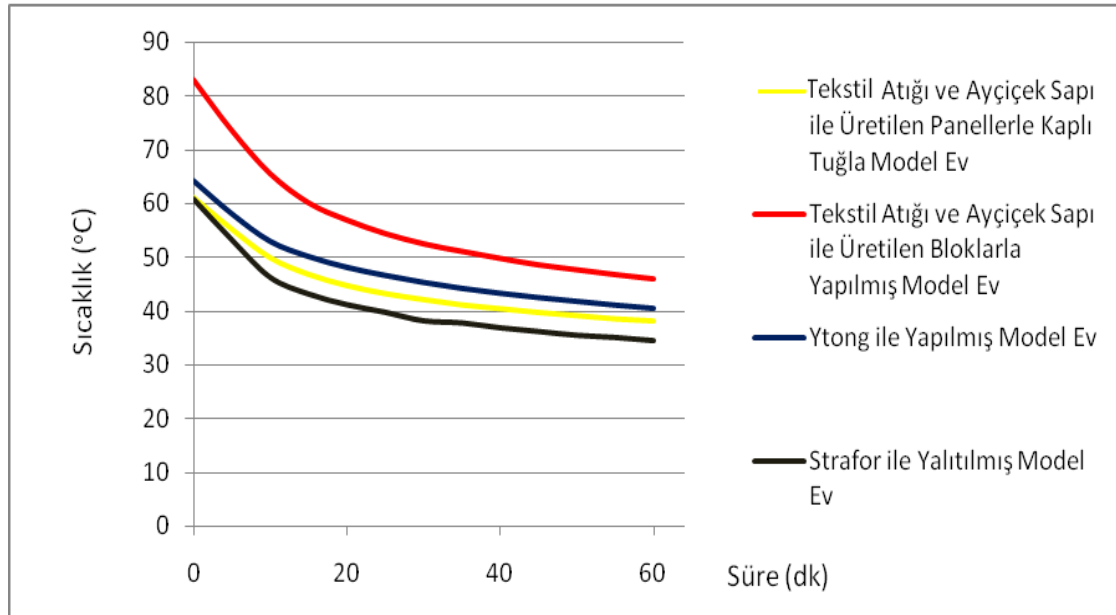
Şekil 4.3.Isınma Sıcaklık Grafiği

1 saat sürede ısınma hızı üretilen paneller ile yalıtılmış model tuğla evde % 101 olurken, strafor ile yalıtılmış model evde ısınma hızı % 97 olmuştur. Üretilen bloklarla yapılmış model evde ısınma hızı % 141 olurken, ytong model evde ısınma hızı % 103 olmuştur.

1 saat boyunca ısıtılan model evler daha sonra soğuma hızlarını karşılaştırmak amacıyla 1 saat boyunca belli zaman aralıklarıyla ölçümler yapılmış ve alınan veriler Çizelge 4.5'te ve Şekil 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Soğuma Sıcaklık Değerleri

Malzeme	Sıcaklık (°C)						
	0	5.dk	10.dk	15.dk	30.dk	45.dk	60.dk
Üretilen Paneller ile Yalıtılmış Model Tuğla Ev	61,2	55,3	50	46,9	42,2	39,8	38,2
Üretilen Bloklarla Yapılmış Model Ev	82,9	73,5	65,5	60,1	52,5	48,6	46
Ytong Model Ev	64,2	58,1	53	50,2	45,4	42,6	40,6
Strafor ile Yalıtılmış Model Tuğla Ev	60,9	53,3	46,3	43,2	38,2	36,2	34,5



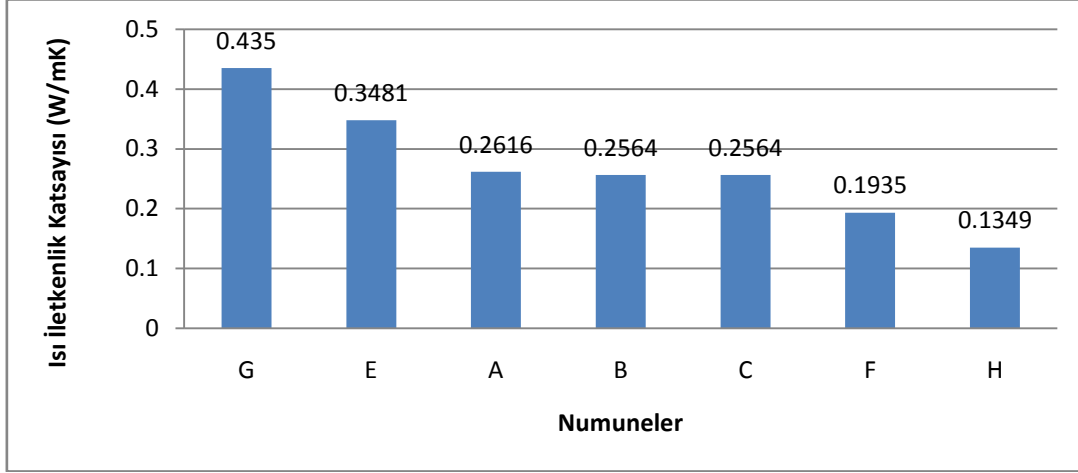
Şekil 4.4. Soğuma Sıcaklık Grafiği

Toplam ısı kaybı üretilen paneller ile yalıtılmış model tuğla evde % 38 olurken, strafor ile yalıtılmış model evde ısı kaybı % 43 olmuştur. Üretilen bloklarla yapılmış model evde ısı kaybı % 45 olurken, ytong model evde ısı kaybı % 37 olmuştur. Sonuçlar, atık ayçiçeği sapı ve tekstil pamuk atığının yapı elemanlarının yalıtım özelliklerinde iyileşme ve dolayısıyla çevreye kaybedilen ısı miktarlarında bir azalma sağlanabileceğini göstermektedir.

4.2.Bağlayıcı Olarak Epoksi ile Üretilen Yalıtım Malzemeleri

4.2.1.İsı İletkenlik Katsayılarının Bulunması

Üretilen her bir numunenin, üretildiği basınca göre ısı iletkenlik katsayısı bulunmuştur. Bu iletkenlik katsayıları Şekil 4.5,Şekil 4.6,Şekil 4.7,Şekil 4.8 ,Şekil 4.9 ve Şekil 4.10’da verilmiştir.Basınç birimi olarak 1 bar’ın diğer basınç birimleriyle karşılaştırılması Çizelge 4.6’da verilmiştir.



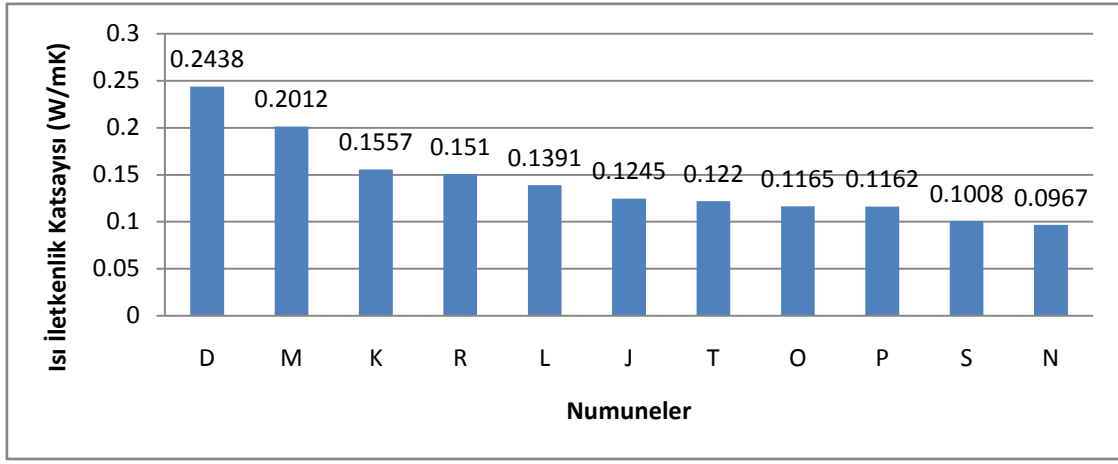
Şekil 4.5.11-12bar altında üretilen numunelerin ısı iletkenlik katsayı değerleri

Çizelge 4.6. Bar dönüşümleri

1 Barın Diğer Basınç Birimleri Karşılığı Çizelge 4.6 ‘da Verilmiştir.

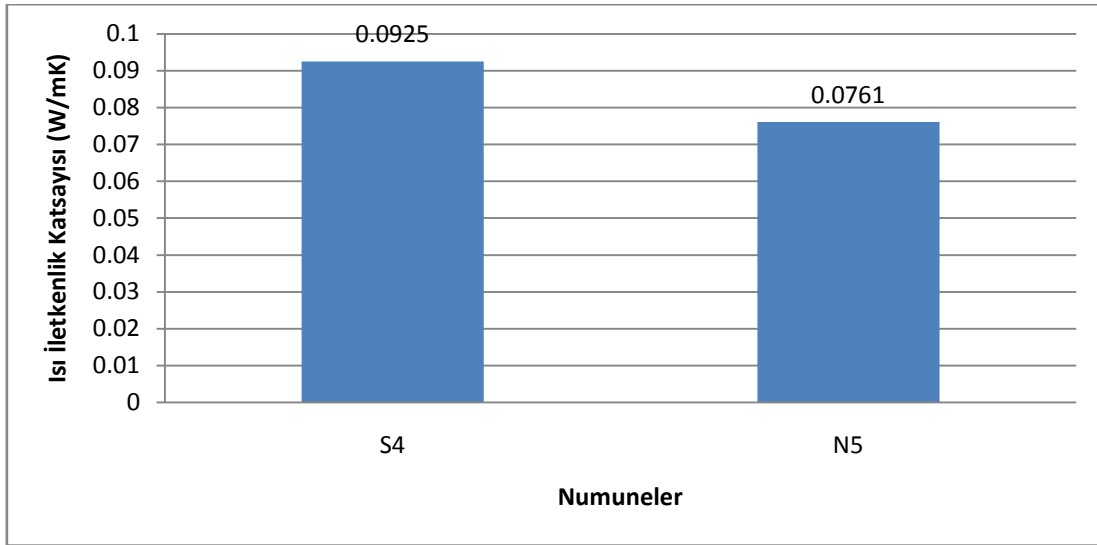
1 bar	0.0197 kg/cm ²
1 bar	1 dyn / cm ²
1 Mpa	10 bar
1 bar	0.1 Mpa
1 kg / cm ²	0.98 bar

Şekil 4.5’de görüldüğü gibi en yüksek ısı iletkenlik katsayısı değerini G yalıtım numunesi görülmüştür. G numunesinin içeriğinde 50 gr süngerimsi, 75 gr lif, 50 gr pamuk atığı ve 75 gr epoksi kullanılmıştır. Yalıtım malzemesinin kullanılan içeriği ve kompozit malzemesin tabaka yapısı ile açıklanabilir. En düşük ısı iletkenlik katsayısı değerini H numunesinde görülmüştür. H numunesinin içeriğinde 32 gr pamuk, 50 gr süngerimsi, 50 gr lif ve 75 gr epoksi kullanılmıştır. Kullanılan malzemenin karışım içeriğinin değiştirilmesi, malzemelerin boşluk yapısının artması ve uygulanan basıncın azaltılması ile açıklanabilir.



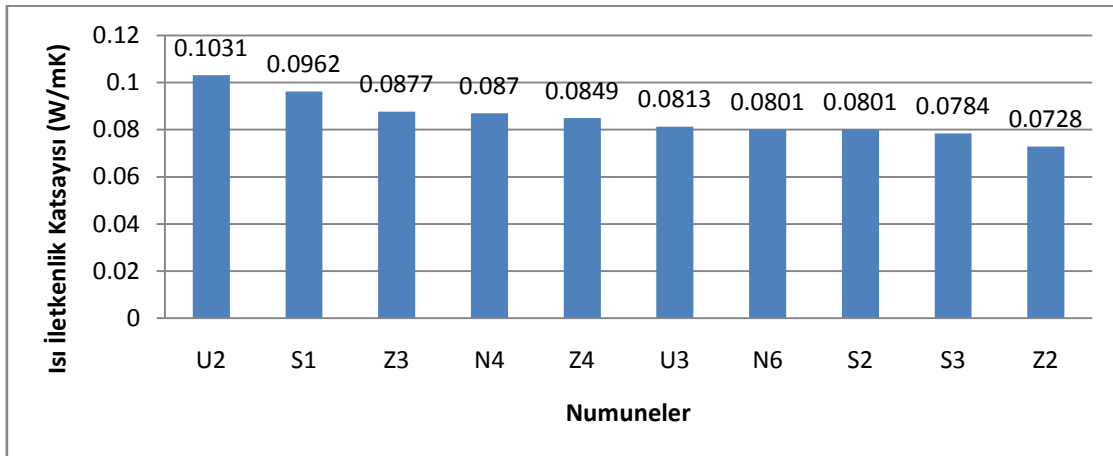
Şekil 4.6.10bar altında üretilen numunelerin ısı iletkenlik katsayı değerleri

Şekil 4.6’da görüldüğü gibi en yüksek ısı iletkenlik katsayısı değerini D yalıtım numunesi görülmüştür. D numunesinin içeriğinde 37.5 süngerimsi, 75 gr lif, 50 gr pamuk atığı ve 75 gr epoksi kullanılmıştır. Yalıtım malzemesinin kullanılan içeriği ve kompozit malzemesin tabaka yapısı ile açıklanabilir. En düşük ısı iletkenlik katsayısı değerini N numunesinde görülmüştür. N numunesinin içeriğinde 15 gr lif, 15 gr pamuk atığı ve 30 gr epoksi kullanılmıştır. Kullanılan malzemenin karışım içeriğinin değiştirilmesi, malzemelerin boşluk yapısının artması ve uygulanan basıncın azaltılması ile açıklanabilir.



Şekil 4.7.8 bar altında üretilen numunelerin ısı iletkenlik katsayı değerleri

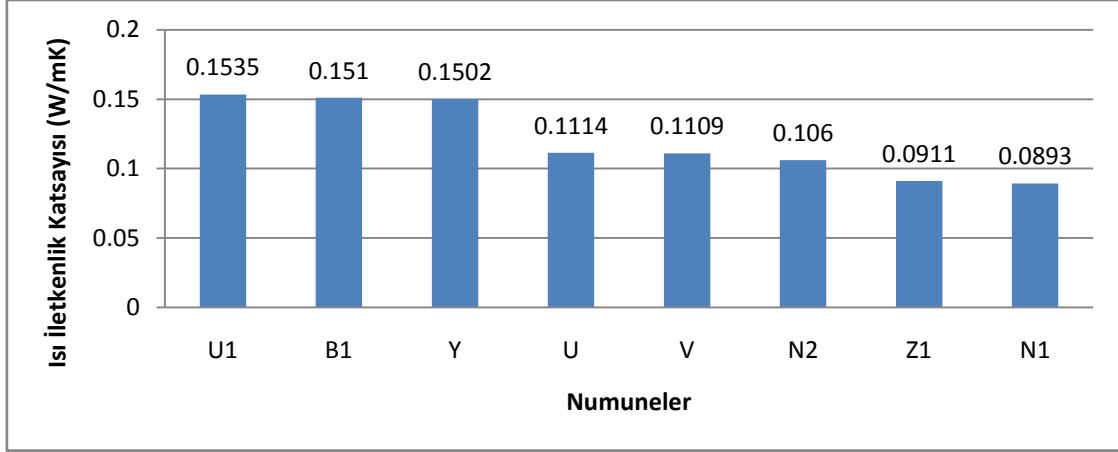
Şekil 4.7’de görüldüğü gibi en yüksek ısı iletkenlik katsayısı değerini S4 yalıtım numunesi görülmüştür. S4 numunesinin içeriğinde 30gr süngerimsi, 8 gr lif, 15 gr anız ve 20 gr epoksi kullanılmıştır. Yalıtım malzemesinin kullanılan içeriği ve kompozit malzemesin tabaka yapısı ile açıklanabilir. En düşük ısı iletkenlik katsayısı değerini N5 numunesinde görülmüştür. N5 numunesinin içeriğinde 30 gr süngerimsi, 5 gr lif ve 20 gr epoksi kullanılmıştır. Kullanılan malzemenin karışım içeriğinin değiştirilmesi, malzemelerin boşluk yapısının artması ve uygulanan basıncın azaltılması ile açıklanabilir.



Şekil 4.8.7 bar altında üretilen numunelerin ısı iletkenlik katsayı değerleri

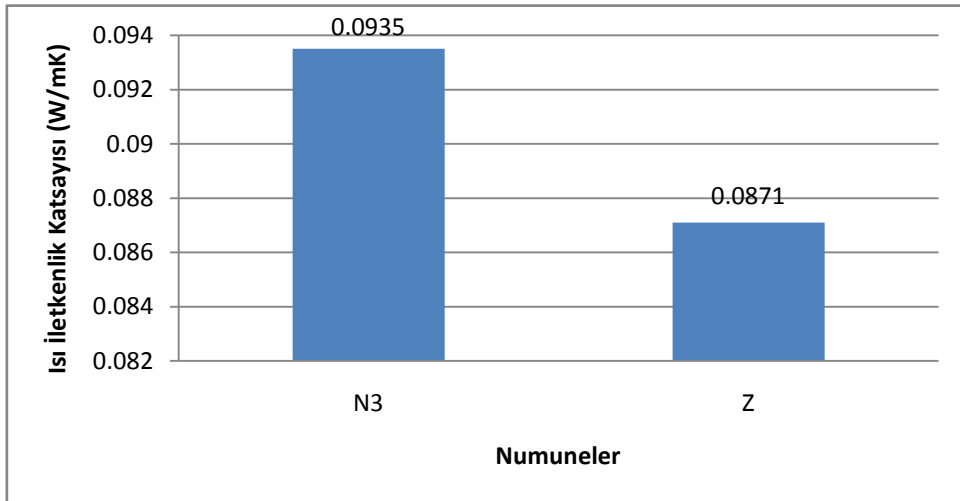
Şekil 4.8’de görüldüğü gibi en yüksek ısı iletkenlik katsayısı değerini U2 yalıtım numunesi görülmüştür. U2 numunesinin içeriğinde 20 gr süngerimsi, 8 gr lif, 15 gr tekstil elyaf atığı ve 20 gr epoksi kullanılmıştır. Yalıtım malzemesinin kullanılan içeriği ve kompozit malzemesin tabaka yapısı ile açıklanabilir. En düşük ısı iletkenlik

katsayısı değerini Z2 numunesinde görülmüştür. Z2 numunesinin içeriğinde 30 gr süngerimsi, 20 gr lif ve 15 gr epoksi kullanılmıştır. Kullanılan malzemenin karışım içeriğinin değiştirilmesi, malzemelerin boşluk yapısının artması ve uygulanan basıncın azaltılması ile açıklanabilir.



Şekil 4.9. 6 bar altında üretilen numunelerin ısı iletkenlik katsayı değerleri

Şekil 4.9’da görüldüğü gibi en yüksek ısı iletkenlik katsayısı değerini U1 yalıtım numunesi görülmüştür. U1 numunesinin içeriğinde 25 gr süngerimsi, 4 gr lif, 25 gr tekstil elyaf atığı ve 20 gr epoksi kullanılmıştır. Yalıtım malzemesinin kullanılan içeriği ve kompozit malzemesin tabaka yapısı ile açıklanabilir. En düşük ısı iletkenlik katsayısı değerini N1 numunesinde görülmüştür. N1 numunesinin içeriğinde 30 gr süngerimsi, 6 gr lif, 20 gr pamuk atığı ve 25 gr epoksi kullanılmıştır. Kullanılan malzemenin karışım içeriğinin değiştirilmesi, malzemelerin boşluk yapısının artması ve uygulanan basıncın azaltılması ile açıklanabilir.

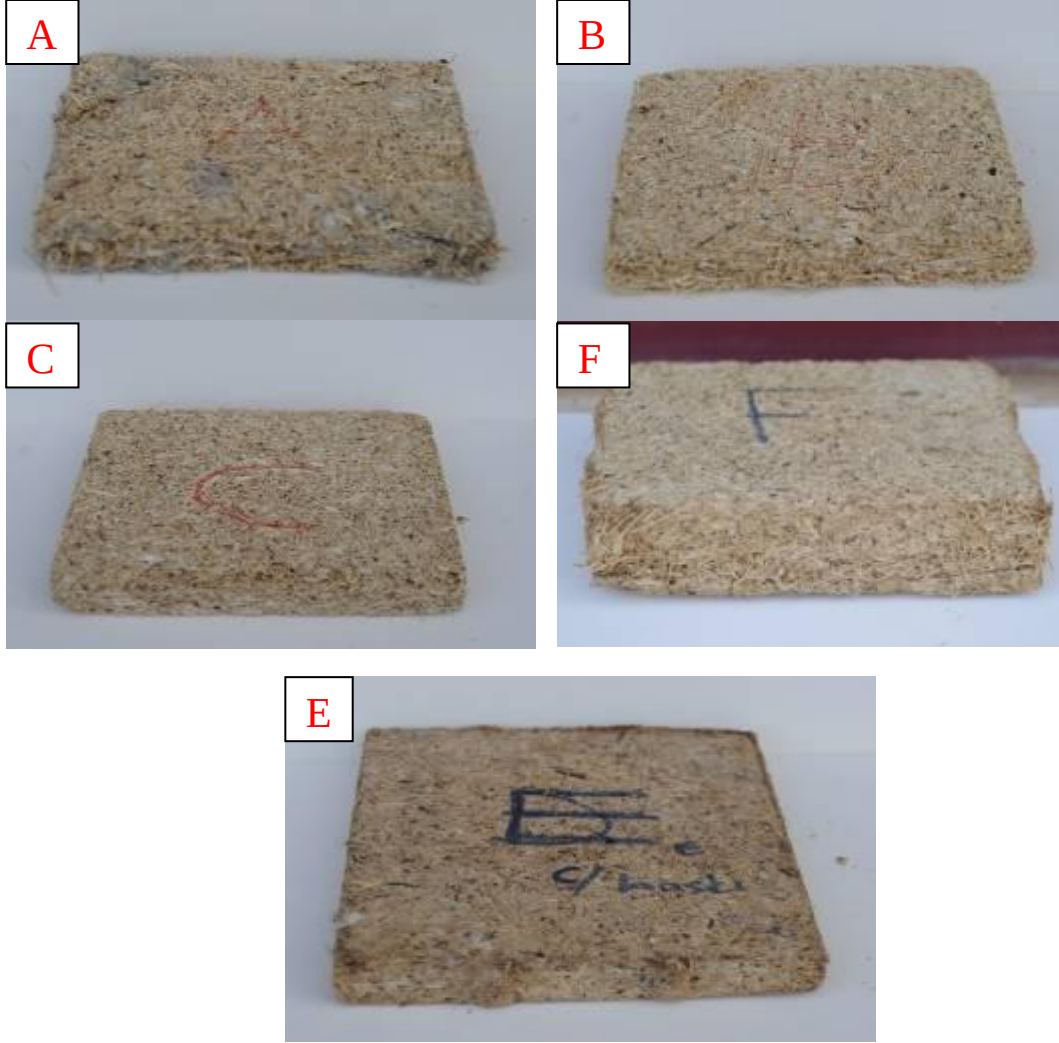


Şekil 4.10.4-5 bar altında üretilen numunelerin ısı iletkenlik katsayı değerleri

Şekil 4.10'da görüldüğü gibi en yüksek ısı iletkenlik katsayısı değerini N3 yalıtım numunesi görülmüştür. N3 numunesinin içeriğinde 18 gr süngerimsi, 6 gr lif, 12 gr pamuk atığı ve 20 gr epoksi kullanılmıştır. Yalıtım malzemesinin kullanılan içeriği ve kompozit malzemesin tabaka yapısı ile açıklanabilir. En düşük ısı iletkenlik katsayısı değerini Z numunesinde görülmüştür. Z numunesinin içeriğinde 20 gr süngerimsi, 20 gr pamuk atığı ve 15 gr epoksi kullanılmıştır. Kullanılan malzemenin karışım içeriğinin değiştirilmesi, malzemelerin boşluk yapısının artması ve uygulanan basıncın azaltılması ile açıklanabilir.

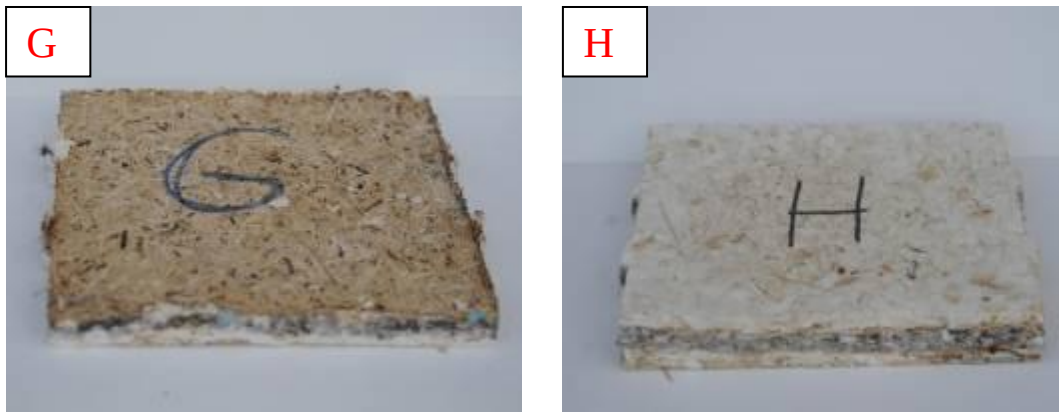
Şekil 4.8'de görüldüğü gibi iletkenlik katsayısı en düşük olan numune, 0.0728 W/mK ile Z2 numunesi elde edilmiştir. Z2 numunesi, 30gr ayçiçek sapı sünger kısmı, 20 gr pamuk atığı ve 15 epoksi kullanılıp 7 bar basınç altında preslenerek üretilmiştir. Bu durum yalıtım da en önemli faktör olan boşluk ve boşlukların dağılımı ile kaynaklandığı ilişkilendirilebilir. Isı iletkenlik katsayısı en yüksek olan numune, 0.435 ile G numunesi elde edilmiştir. G numunesi, 50gr ayçiçek sapı sünger kısmı, 75 gr ayçiçek lif kısmı, 50 gr pamuk atığı ve 75 epoksi kullanılıp 11 basınç altında preslenerek üretilmiştir. Genel olarak malzemelerin ısı iletim katsayısını düşürmek için ayçiçeği sapının sünger kısmı ve pamuk atığının farklı oranlarda karıştırılarak elde edilmiştir. Ayçiçek sapının sünger kısmının hacim olarak büyük olması ve bu hacimlerde çoğunluğunun boşluk olması ısı iletkenlik katsayısının düşük olmasında etkili olmuştur.

12 bar altında üretilen numuneler Şekil 4.11’de verilmiştir.



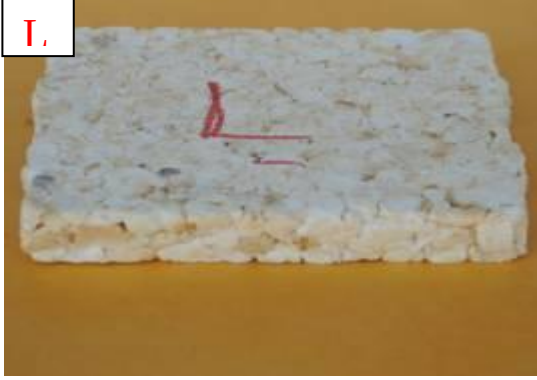
Şekil 4.11.12 bar basınçla üretilen yalıtım malzemeleri

11 bar altında üretilen numuneler Şekil 4.12’de verilmiştir.

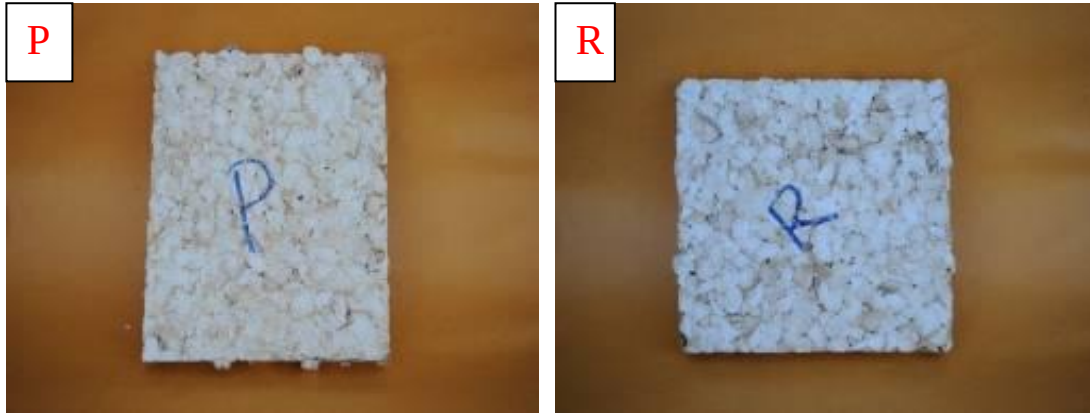


Şekil 4.12.11 bar basınçla üretilen yalıtım malzemeleri

10 bar basınçla üretilen yalıtım malzemesi Şekil 4.13 ve Şekil 4.14’de verilmiştir.

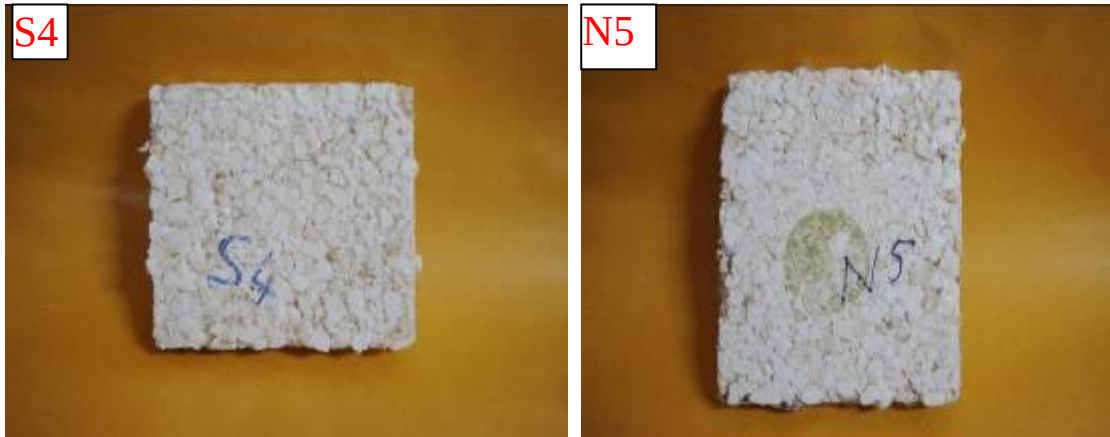


Şekil 4.13. 10 bar altında üretilen yalıtım malzemeleri



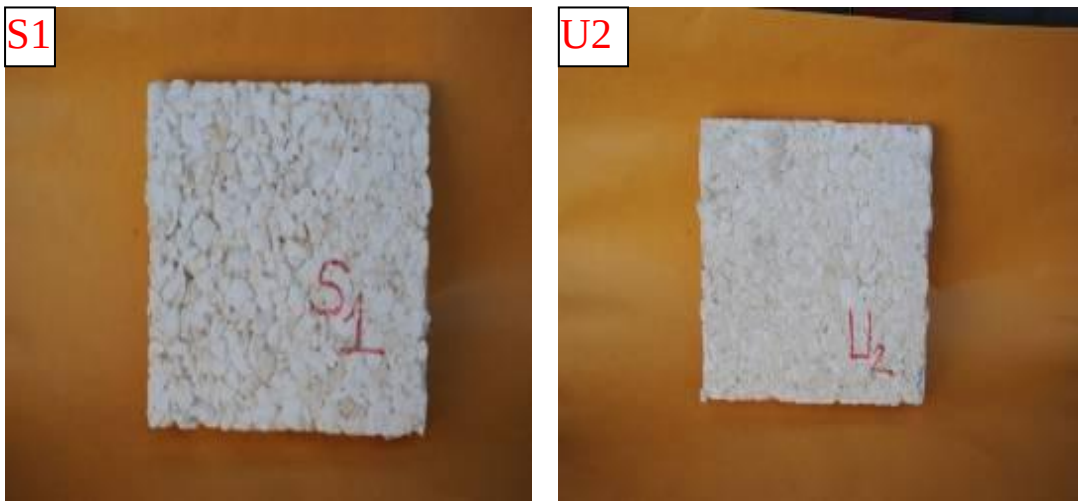
Şekil 4.14. 10 bar altında üretilen üretilen yalıtım malzemesi

8 bar arasında üretilen numuneler Şekil 4.15’de verilmiştir.



Şekil 4.15. 8 bar altında üretilen yalıtım malzemeleri

7 bar arasında üretilen numuneler Şekil 4.16, Şekil 4.17’de verilmiştir.

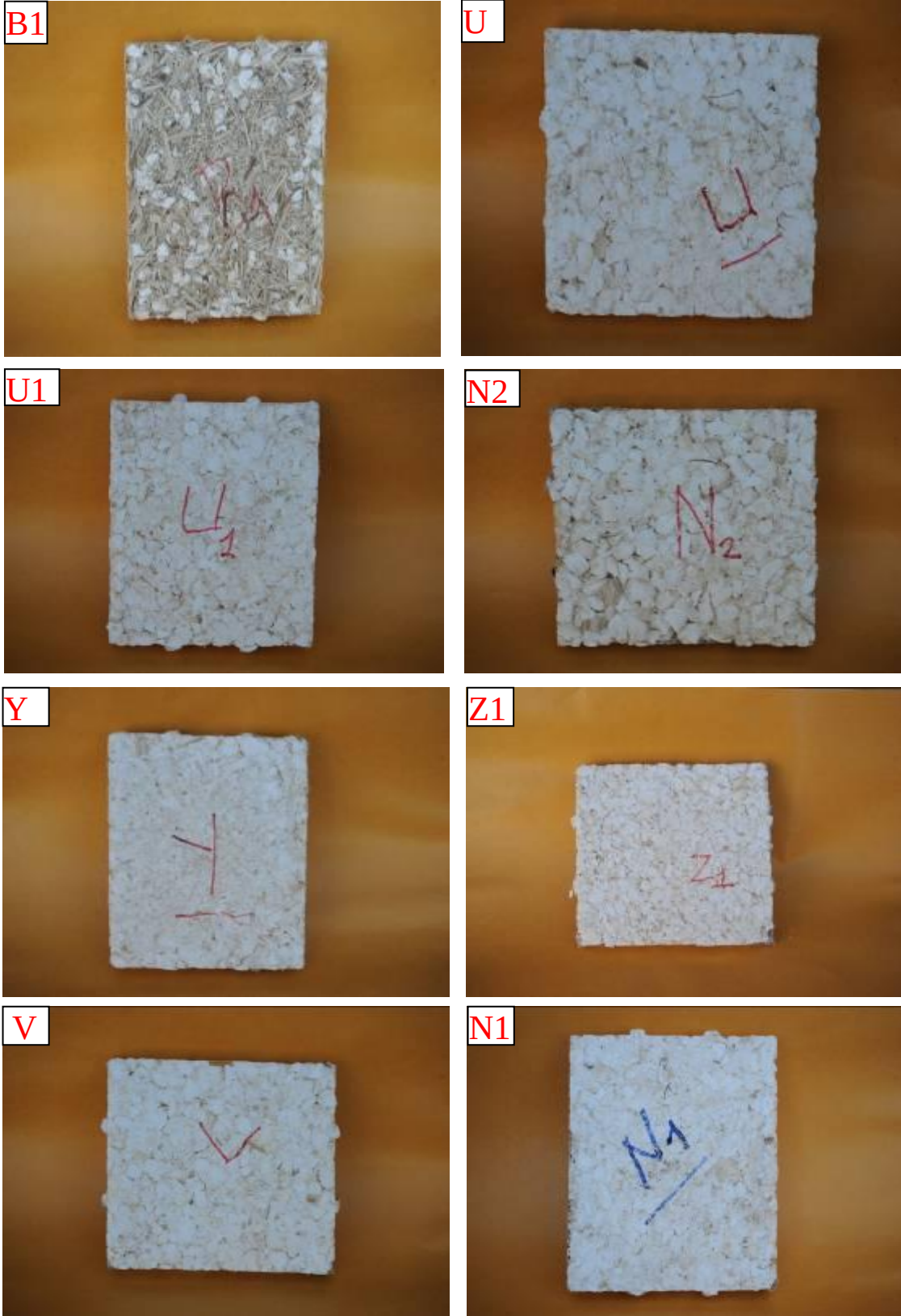


Şekil 4.16. 7 bar basınçla üretilen yalıtım malzemeleri



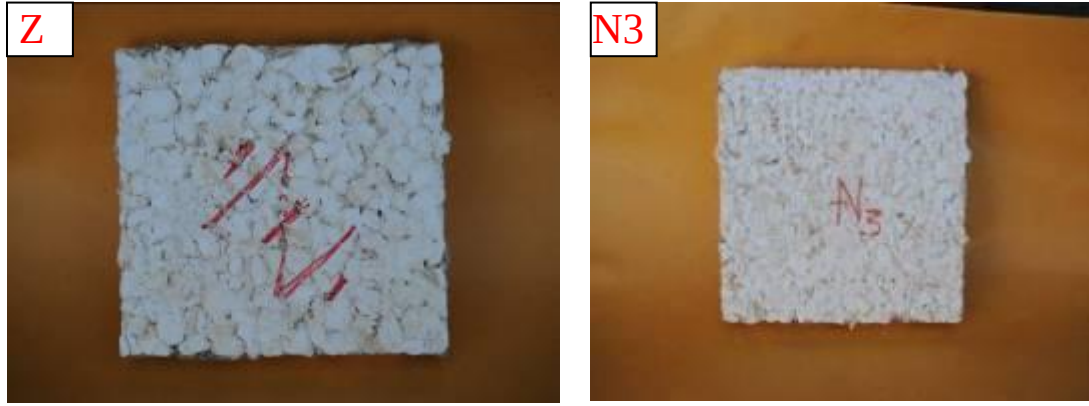
Şekil 4.17. 7 bar basınçla üretilen yalıtım malzemeleri

6 bar altında üretilen numuneler Şekil 4.18'de verilmiştir.



Şekil 4.18.6 bar basınçla üretilen yalıtım malzemeleri

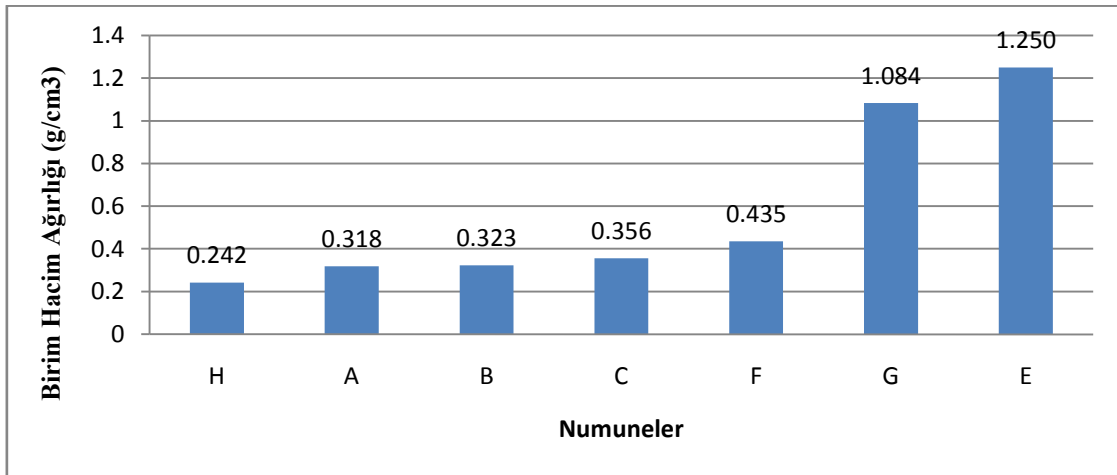
4-5 bar basınçla üretilen numuneler Şekil 4.19’da verilmiştir.



Şekil 4.19.4-5 bar basınçla üretilen yalıtım malzemesi

4.2.2.Numunelerin Birim Hacim Ağırlıkları

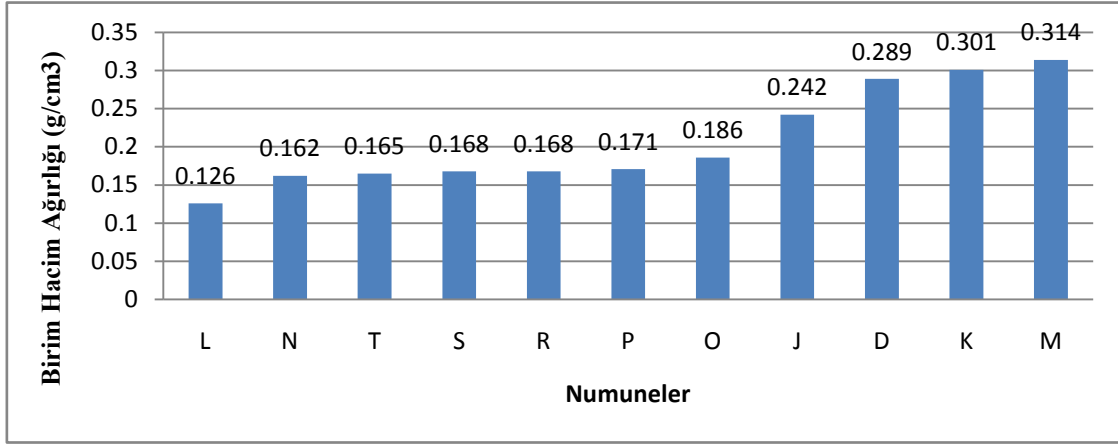
11 ve 12 bar altındaki yalıtım numunelerinin birim hacim ağırlıkları Şekil 4.20’ de verilmiştir.



Şekil 4.20.11 - 12 bar altında üretilen numunelerin birim hacim ağırlık değerleri

Şekil 4.20’ de görüldüğü gibi en yüksek birim hacim ağırlığı E yalıtım numunesi görülmüştür. E numunesinin içeriğinde 250 gr lif + süngerimsi, 75 gr epoksi kullanılmıştır. Yalıtım malzemesinin içerik miktarı arttıkça birim hacim ağırlığının artmasıyla açıklanabilir. En düşük birim hacim ağırlığı H numunesinde görülmüştür. H numunesinin içeriğinde 32 gr pamuk, 50 gr süngerimsi, 50 gr lif ve 75 gr epoksi kullanılmıştır. Kullanılan malzemenin miktarının azaltılması, karışım içeriğinin değiştirilmesi ve uygulanan basıncın azaltılması birim hacim ağırlığının azalmasına sebep olmuştur.

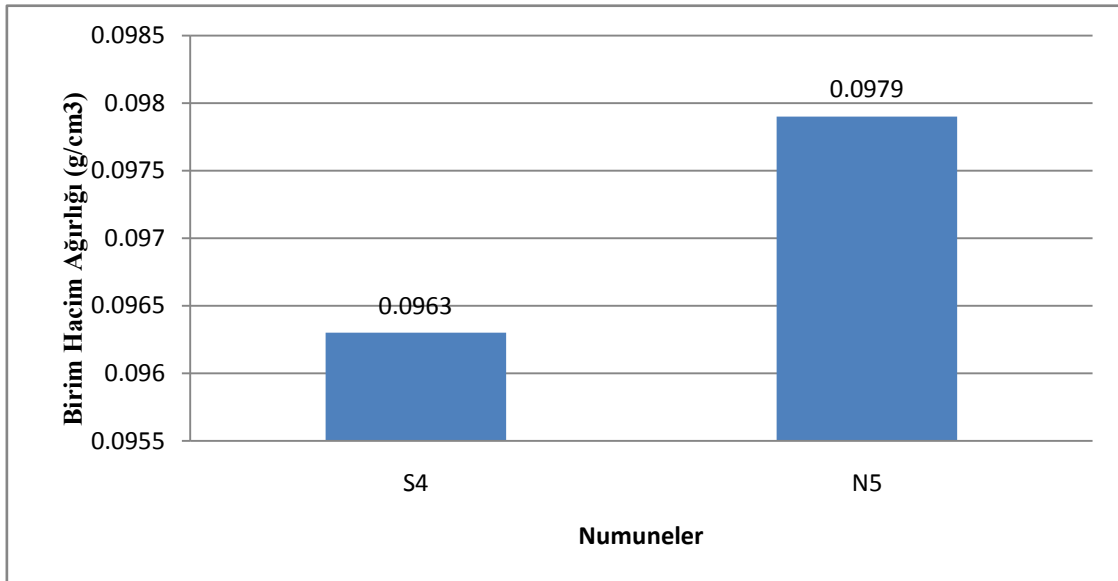
10 bar altındaki yalıtım numunelerinin birim hacim ağırlıkları Şekil 4.21’de verilmiştir.



Şekil 4.21.10 bar altında üretilen numunelerin birim hacim ağırlık değerleri

Şekil 4.21’de görüldüğü gibi 10 bar altında en yüksek birim hacim ağırlığı D numunesinde görülmüştür. D numunesinin içeriği 37.5 gr ayçiçeği sapı sünger kısım, 75 gr ayçiçeği lifi, 50 gr pamuk atığı ve 75 gr epoksi kullanılmıştır. En düşük birim hacim ağırlığı L numunesinde görülmüştür. L numunesinin içeriği 41 gr ayçiçeği sapı sünger kısım ve 32 gr epoksi kullanılmıştır.

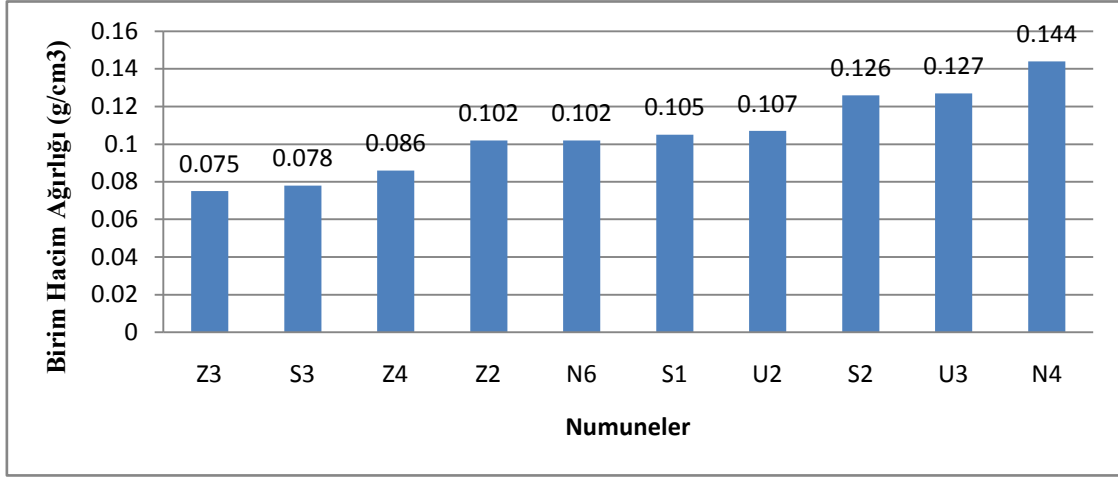
8 bar altındaki yalıtım numunelerinin birim hacim ağırlıkları Şekil 4.22’de verilmiştir.



Şekil 4.22.8 bar altında üretilen numunelerin birim hacim ağırlık değerleri

Şekil 4.22’de görüldüğü gibi 8 bar basınç altında en yüksek birim hacim ağırlığı N5 numunesinde görülmüştür. N5 numunesinin içeriği 30 gr ayçiçeği sapı sünger kısım, 20 gr pamuk atığı, 5 gr ayçiçeği lifi ve 20 gr epoksi kullanılmıştır. En düşük birim hacim ağırlığı da S4 numunesinde görülmüştür. S4 numunesinin içeriğinde 30 gr ayçiçeği sapı sünger kısmı, 8 gr lif, 15 gr anız ve 20 gr epoksi kullanılmıştır.

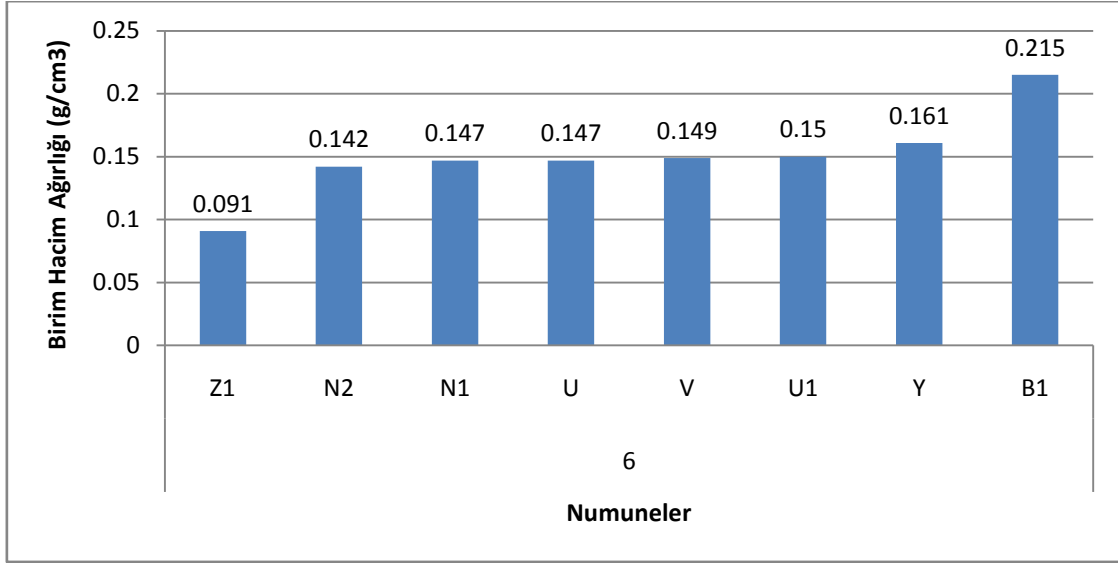
7 bar altındaki yalıtım numunelerinin birim hacim ağırlıkları Şekil 4.23’de verilmiştir.



Şekil 4.23. 7 bar altında üretilen numunelerin birim hacim ağırlık değerleri

Şekil 4.23’de görüldüğü gibi 7 bar basınç altında en yüksek birim hacim ağırlığı N4 numunesinde görülmüştür. N4 numunesinin içeriğinde 30 gr ayçiçeği sapı sünger kısmı, 6 gr lif, 20 gr pamuk atığı ve 20 gr epoksi kullanılmıştır. En düşük birim hacim ağırlığı Z3 numunesi olarak belirlenmiştir. Z3 numunesi içeriği 30 gr ayçiçeği sapı sünger kısmı, 20 gr pamuk atığı ve 20 gr epoksi kullanılmıştır.

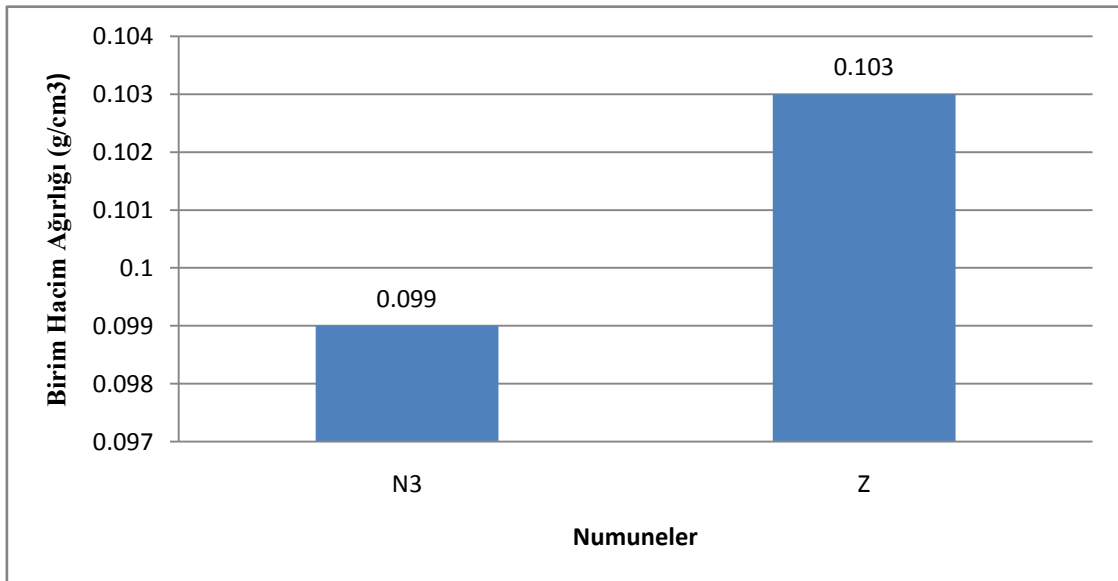
6 bar altındaki yalıtım numunelerinin birim hacim ağırlıkları Şekil 4.24’de verilmiştir.



Şekil 4.24. 6 bar altında üretilen numunelerin birim hacim ağırlık değerleri

Şekil 4.24’de görüldüğü gibi 6 bar basınç altında en yüksek birim hacim ağırlığı B1 numunesinde görülmüştür. B1 numunesi içeriğinde 12 gr ayçiçeği sapı sünger kısmı, 82 gr lif ve 20 gr epoksi kullanılmıştır. En düşük birim hacim ağırlığı Z1 numunesinde görülmüştür. Z1 numunesi içeriği 20 gr ayçiçeği sapı süngerimsi kısım, 16 gr pamuk atığı ve 15 gr epoksi kullanılmıştır.

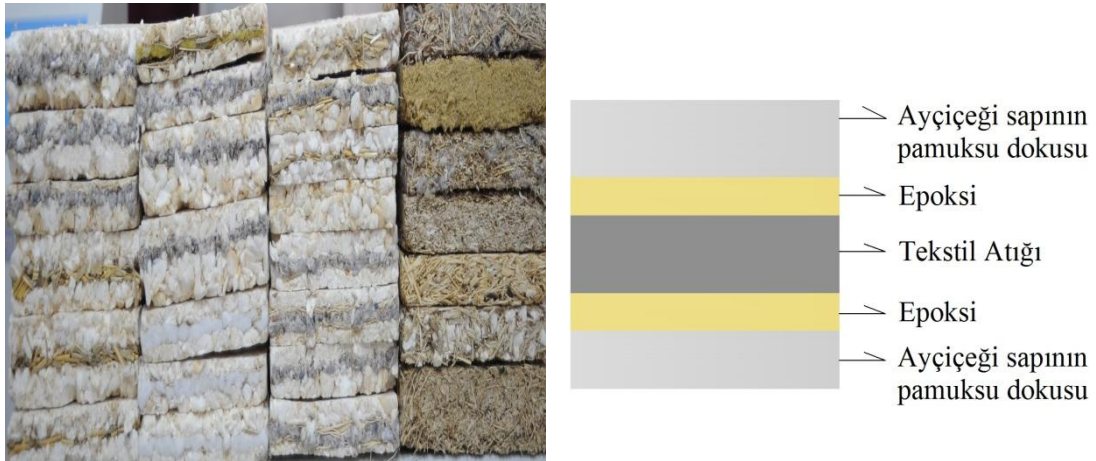
4-5 bar altındaki yalıtım numunelerinin birim hacim ağırlıkları Şekil 4.25’de verilmiştir.



Şekil 4.25. 4-5 bar altında üretilen numunelerin birim hacim ağırlık değerleri

Şekil 4.25’de görüldüğü gibi elde edilen sonuçlarda 4 bar basınç altında en yüksek birim hacim ağırlığı Z numunesinde bulunmuştur. Z numunesinin içeriği 20 gr ayçiçeği sapı sünger kısım, 20 gr pamuk atığı ve 15 gr epoksi kullanılmıştır. En düşük birim hacim ağırlığı da 5 bar basınç altında N3 numunesinde bulunmuştur. N3 numunesinin içeriği 18 gr ayçiçeği sapı sünger kısım, 6 gr lif, 12 gr pamuk atığı ve 20 gr epoksi kullanılmıştır.

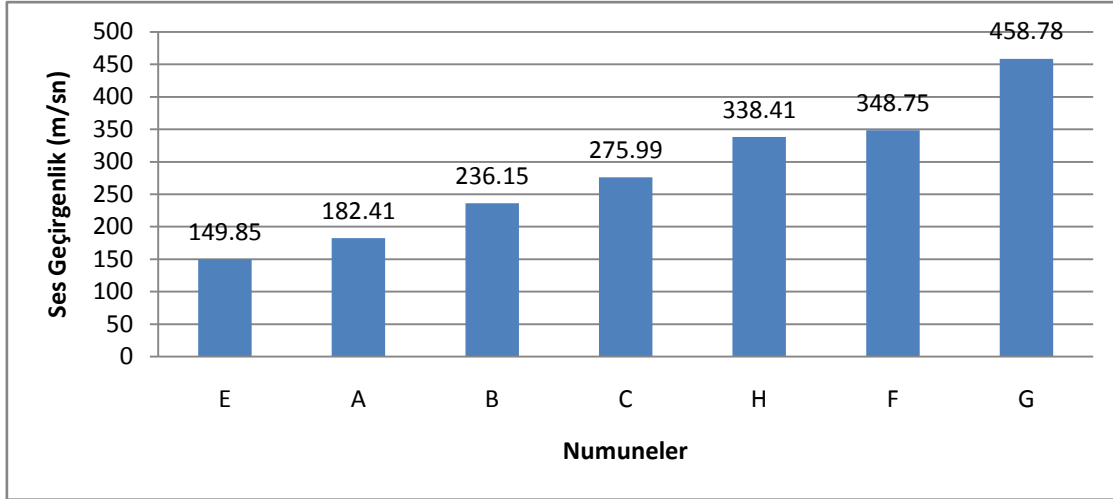
Üretilen numunelerin toplu olarak kesit görüntüsü Şekil 4.26’da verilmiştir.



Şekil 4.26. Numunegruplarının kesit görünüşü

4.2.2.Ultrasonik Ses Geçirgenliği

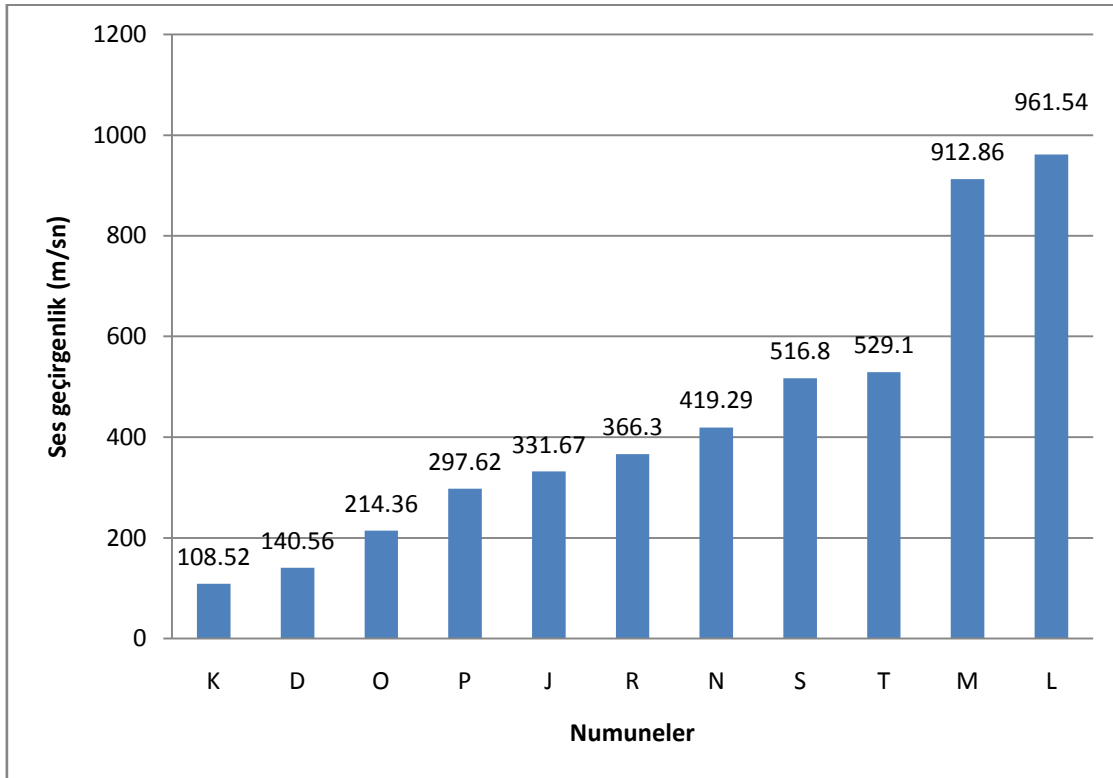
11 – 12 bar altında üretilen her bir yalıtım malzemesinin ses iletkenlik katsayısı Şekil 4.27’de verilmiştir.



Şekil 4.27.11 - 12 bar altında üretilen numunelerin ses geçirgenlik değerleri

Şekil 4.27' de görüldüğü gibi en yüksek ultrasonik ses hızı G yalıtım numunesi görülmüştür. Yalıtım malzemesinin içeriğine, daha sıkı yapı olması ve boşlukların az olması ile açıklanabilir. En düşük ultrasonik ses hızı E numunesinde görülmüştür. E numunesini daha boşluk yapısı ile ilişkilendirilebilir.

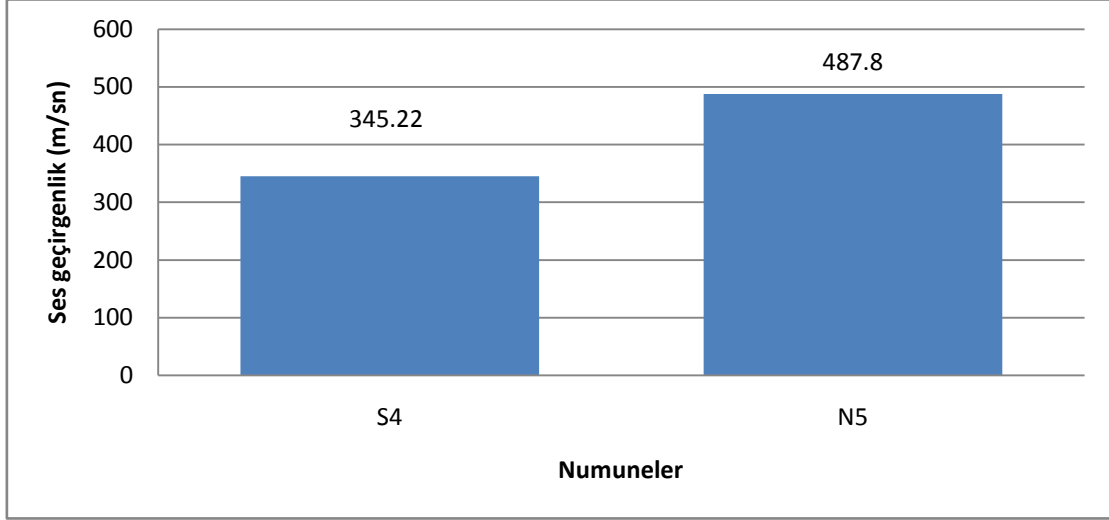
10 bar altında üretilen her bir yalıtım malzemesinin ses iletkenlik katsayısı Şekil 4.28'de verilmiştir.



Şekil 4.28. 10 bar altında üretilen numunelerin ses geçirgenlik değerleri

Şekil 4.28’ de görüldüğü gibi en yüksek ultasonik ses hızı L yalıtım numunesi görülmüştür. Yalıtım malzemesinin içeriğine, daha sıkı yapı olması ve boşlukların az olması ile açıklanabilir. En düşük ultasonik ses hızı K numunesinde görülmüştür. K numunesini daha boşluk yapısı ile ilişkilendirilebilir.

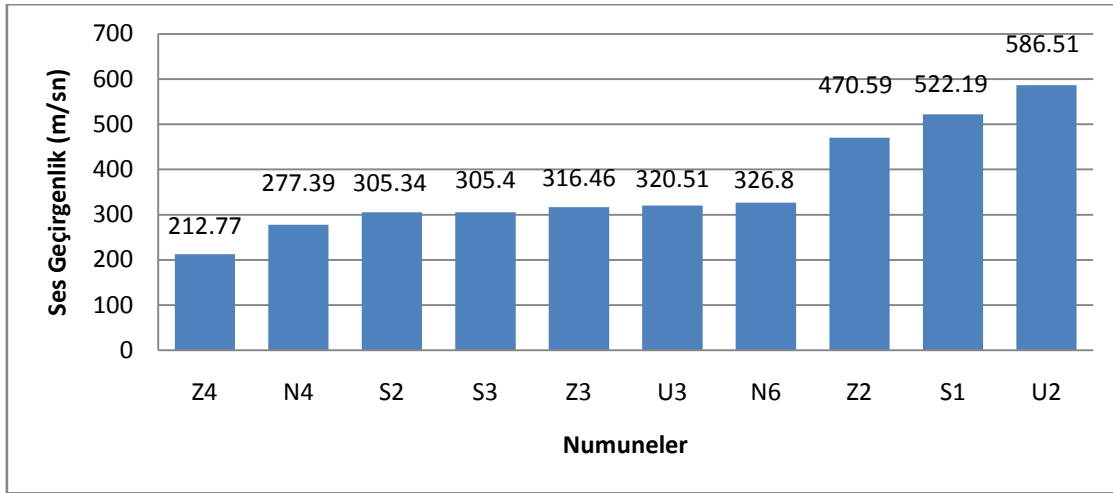
8 bar altında üretilen her bir yalıtım malzemesinin ses iletkenlik katsayısı Şekil 4.29’da verilmiştir.



Şekil 4.29.8 bar altında üretilen numunelerin ses geçirgenlik değerleri

Şekil 4.29’da görüldüğü gibi en yüksek ultasonik ses hızı N5 yalıtım numunesi görülmüştür. Yalıtım malzemesinin içeriğine, daha sıkı yapı olması ve boşlukların az olması ile açıklanabilir. En düşük ultasonik ses hızı S4 numunesinde görülmüştür. S4 numunesini daha boşluk yapısı ile ilişkilendirilebilir.

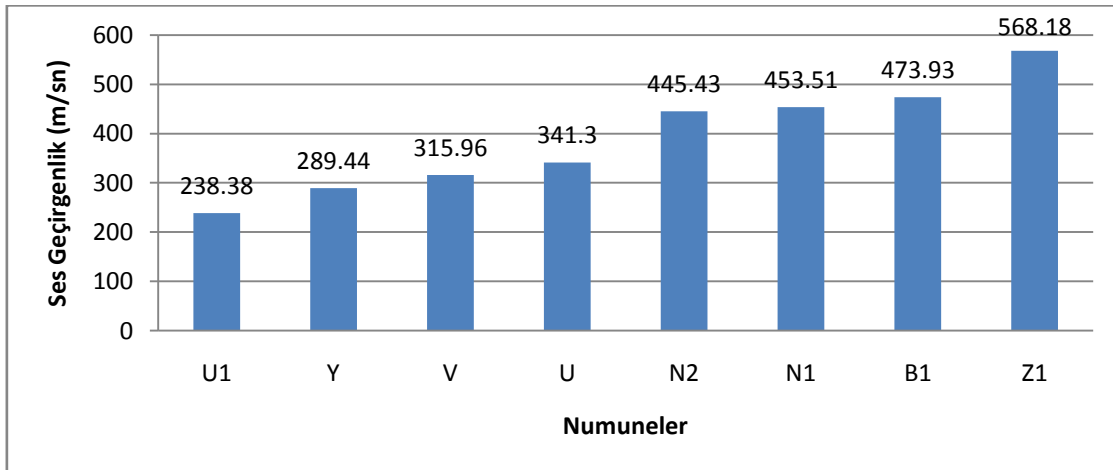
7 bar altında üretilen her bir yalıtım malzemesinin ses iletkenlik katsayısı Şekil 4.30’da verilmiştir.



Şekil 4.30. 7 bar altında üretilen numunelerin ses geçirgenlik değerleri

Şekil 4.30’ da görüldüğü gibi en yüksek ultasonik ses hızı U2 yalıtım numunesi görülmüştür. Yalıtım malzemesinin içeriğine, daha sıkı yapılı olması ve boşlukların az olması ile açıklanabilir. En düşük ultasonik ses hızı Z4 numunesinde görülmüştür. Z4 numunesini daha boşluk yapısı ile ilişkilendirilebilir.

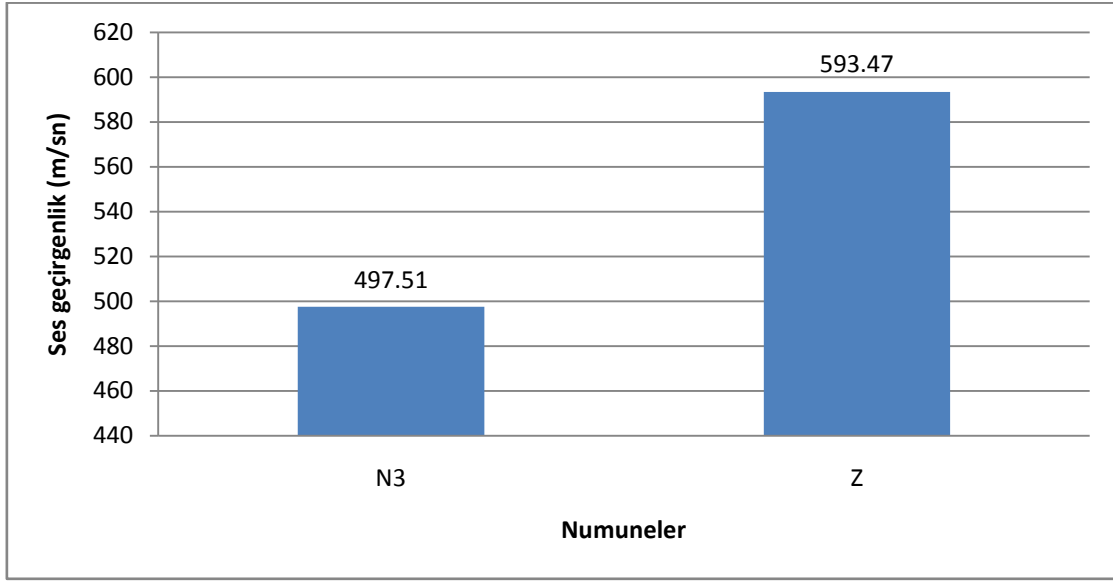
6 bar altında üretilen her bir yalıtım malzemesinin ses iletkenlik katsayısı Şekil 4.31’de verilmiştir.



Şekil 4.31. 6 bar altında üretilen numunelerin ses geçirgenlik değerleri

Şekil 4.31’ de görüldüğü gibi en yüksek ultasonik ses hızı Z1 yalıtım numunesi görülmüştür. Yalıtım malzemesinin içeriğine, daha sıkı yapılı olması ve boşlukların az olması ile açıklanabilir. En düşük ultasonik ses hızı U1 numunesinde görülmüştür. U1 numunesini daha boşluk yapısı ile ilişkilendirilebilir.

4 - 5 bar altında üretilen her bir yalıtım malzemesinin ses iletkenlik katsayısı Şekil 4.32’de verilmiştir.

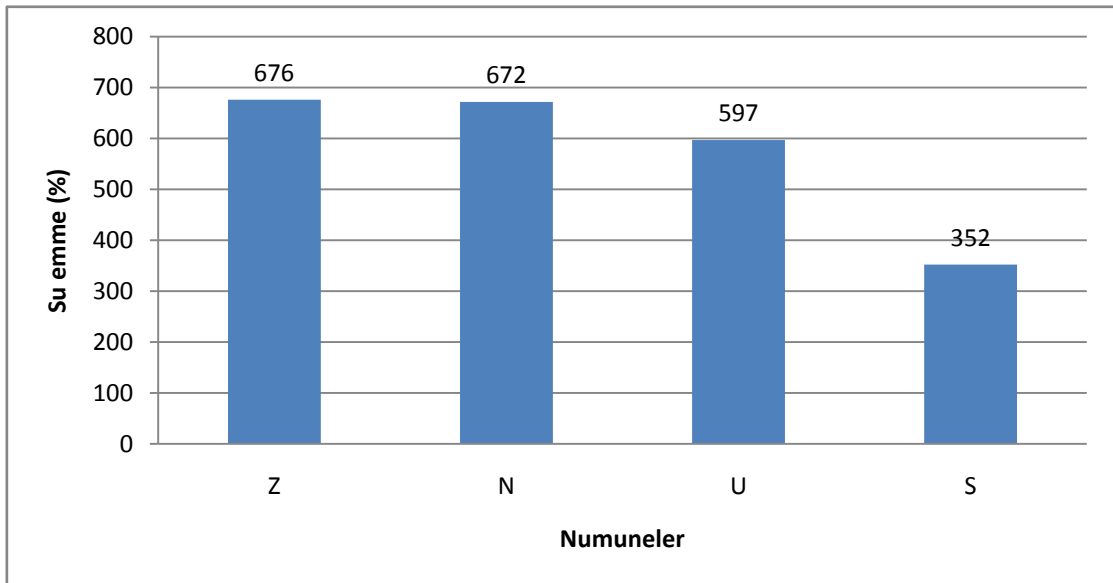


Şekil 4.32.4 - 5 bar altında üretilen numunelerin ses geçirgenlik değerleri

Şekil 4.32’ de görüldüğü gibi en yüksek ultasonik ses hızı Strafor yalıtım numunesi görülmüştür. Yalıtım malzemesinin içeriğine, daha sıkı yapılı olması ve boşlukların az olması ile açıklanabilir. En düşük ultasonik ses hızı N3 numunesinde görülmüştür. N3 numunesini daha boşluk yapısı ile ilişkilendirilebilir.

4.2.3 Su Emme Miktarı

Üretilen yalıtım malzeme gruplarının su emme oranları Şekil 4.33’de verilmiştir.

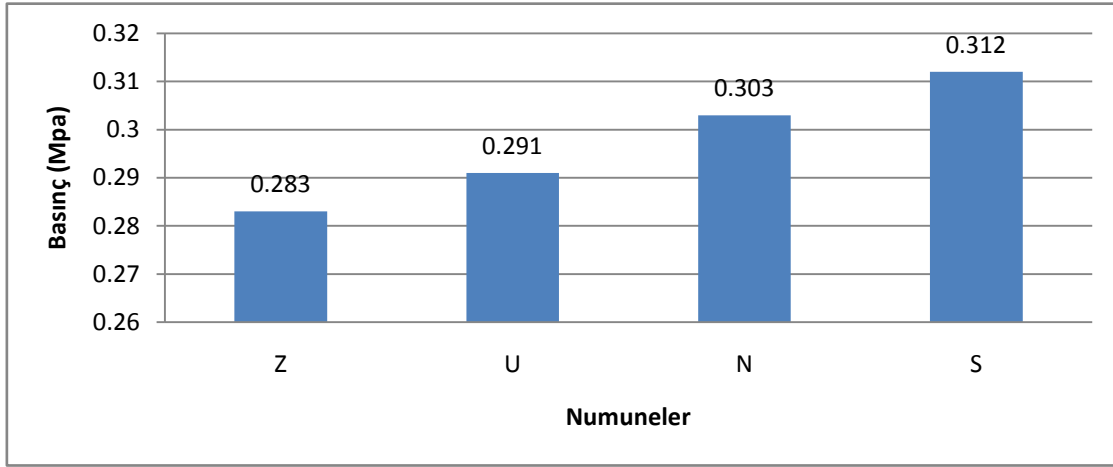


Şekil 4.33. Üretilen yalıtım malzeme gruplarının su emme oranları

Kullanılan malzemelerin boşluk oranının yüksek olması ve aynı zamanda kullanılan malzemelerin su emebilen malzeme olması sebebiyle suyu bünyesinde tuttuğu için su emme değerinin yüksek olması beklenen bir durumdur. Söz konusu bu yalıtım malzemelerinin su emme oranının düşürülmesi hususunda malzeme yüzeyi su itici malzemelerle kaplamalar kullanılarak bu dezavantaj özelliği giderilebilir.

4.2.4 Basınç Mukavemeti

Üretilen yalıtım malzeme gruplarının basınç dayanımları Şekil 4.34’de verilmiştir.

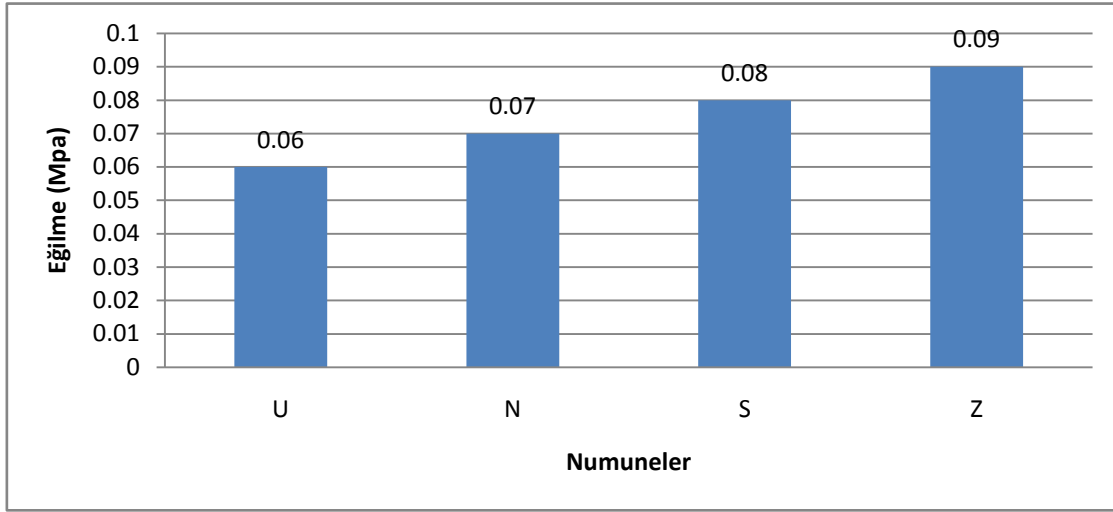


Şekil 4.34. Yalıtım malzemesi gruplarının basınç değerleri

Basınç dayanımı, kullanılan malzemelerin mukavemeti basınç dayanımında büyük önem taşır. Malzemeler genel itibariyle boşluk yapısına sahip olması ve mukavemeti düşük olması sebebiyle atık malzemelerden elde edilen yalıtım malzemelerinin tamamında basınç dayanımı düşük olması olağandır. Bu malzemelerin içerisinde en yüksek basınç dayanımını veren S numunesidir. Elde edilen en düşük ısı iletime sahip olan malzemelerde anız miktarının az olması sebebiyle basınç dayanımının düşük olması beklenen bir durumdur. Yüzde yüz anız kullanılarak üretilen yalıtım malzemesinde bu elde edilen sonuçlara yakın bir değer vermektedir. Eğer basınç dayanımı yüksek yalıtım malzemelerinin istenilmesi durumunda yalıtım malzemesine kaplama yapılarak daha rijit bir malzeme ve ya karışıma basınç dayanımı yüksek ek malzeme katılmasıyla basınç dayanımı yükseltilebilir. Piyasada bulunan standartlara uygun EPS yalıtım malzemesinin basınç dayanımı 0,059 Mpa’dır. Üretilen yalıtım malzemesi piyasada bulunan bir diğer yalıtım malzemesi ile EPS kıyaslandığında daha yüksek basınç dayanımı değeri vermiştir.

4.2.5Eğilme Mukavemeti

Üretilen yalıtım malzeme gruplarının eğilme dayanımlarıŞekil 4.35’de verilmiştir



Şekil 4.35.Yalıtım malzemesi gruplarının eğilme değerleri

Basınç dayanımı yüksek olan her malzemenin eğilme dayanımının da yüksek olması beklenmez. Buna bağlı olarak eğilme dayanımı basınç dayanımıyla ilişkilidir. Yalıtım malzemelerinde kullanılan hammaddelerin boşluk oranının yüksek olması nedeni ile mekanik özelliklerinin düşük olması beklenen bir durumdur. Bulunan eğilme dayanımı değerleri birbirine çok yakın değerler vermiştir. Piyasada bulunan standartlara uygun EPS yalıtım malzemesinin eğilme dayanımı 0,196 Mpa’dır. Üretilen yalıtım malzemesi piyasada bulunan bir diğer yalıtım malzemesi ile EPS’e oranla yakın eğilme dayanımı değeri vermiştir.

5. SONUÇLAR

Çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1. Deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen verilere göre panel yalıtım malzemesinin ısınma hızı ve ısı kaybı strafora göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Üretilen bu yalıtım malzemesi yerli bir ürün ve ekonomik olması ile strafora alternatif olabilir. Ayrıca blok olarak üretilen yalıtım malzemesi ısınma hızı gaz betona göre daha iyi sonuçlar verdiği deneyler sonucunda belirtilmiştir. Bu bloklar daha az enerjiyle daha uzun süre ısı kaybını azaltacaktır.
2. Su emme değeri yüksek olan yalıtım malzemesi iç dolgu duvarlarda kullanılabilir. Su ile temas olasılığı olan yüzeylerde yüksek su emme özelliği nedeniyle kullanılması sakıncalı olduğu düşünülmektedir. Bu sonuçlara göre iki atık malzeme ile üretilen panel ve bloklar yalıtım malzemesi olarak kullanılması uygundur. Ekonomik değeri olmayan bu iki malzeme ekonomiye kazandırılabilir. Rekabet edeceği diğer yalıtım ürünlerine göre oldukça ekonomik yönünün üstün olduğu görülmüştür. İthal olan yalıtım ürünlerinin ülkeye getirilmesi için harcanan para ülke ekonomisine kazandırılacaktır. Yüzde yüz yerli yalıtım malzemesi üretilecektir.
3. Bağlayıcısı alçı olan ayçiçeği sapından elde edilen panellerin ısı yalıtım katsayıları yüksek bulunmuştur. Bu levha elemanlarının birim hacim ağırlıklarında oldukça yüksek elde edilmiştir.
4. Ayçiçeği sapı ve alçı bağlayıcı esaslı bloklarda üretilen model evlerde ısı yalıtımı iyi bulunmuştur. Bu evlerin referans eve göre aynı sürede ısınma ısıları daha yüksek iken aynı sürede daha az soğumuştur. Bu ise ısınma giderleri açısından önemli olarak değerlendirilmiştir.
5. Epoksi esaslı ayçiçeği sapı, pamuk ve tekstil atıklarından elde edilen yalıtım malzemelerinin birim hacim ağırlıkları ve ısı iletim katsayıları doğrudan sıkıştırma basıncına bağlı bulunmuştur. Yani basınç arttırıldığında hem birim hacim ağırlıkları artmış hemde ısı iletim katsayıları yükselmiştir.
6. Optimum sıkıştırma için 7 bar yeterli bulunmuştur.

7. En düşük ısı iletim katsayısı Z grubu örneklerinden elde edilmiştir. Bunun nedeni söz konusu örneklerde daha fazla hava boşluğu oluşmasıdır.
8. Ses yalıtım değerleri açısından düşük ultasonik ses hızı K numunesinde görülmüştür. K numunesini daha boşluk yapısı ile ilişkilendirilebilir.
9. Isı iletim katsayısı, malzeme çeşidi, lif durumu, epoksi miktarı ve özellikle basınç oranına bağlı gözlenmiştir.
10. Bir malzemenin yalıtım malzemesi olması için TS 825’de öngörülen katsayı 0.1’den küçük olmalıdır şartı koşulmuştur. Bu durumda N, N1,N3,N4,N5,N6, S1,S2,S3,S4,Z,Z1,Z2,Z3,Z4,U3 grubu örnekleri yalıtım malzemesi olarak kullanılabileceği söylenebilir.
11. Presleyerek, ayçiçeği sapı, pamuk atığı, tekstil atığı ve anız ile, plak şeklinde kullanılabilecek yalıtım gereci üretimi mümkün görünmektedir. Bu tür üretim için ısı iletkenlik katsayısı 0.1’den küçük olan numuneler seçilebilir.

Pres yükünün artırılması halinde, bağlayıcının bir kısmı, kalıp dışına kaçmakta ve bir miktar bağlayıcıya da beraberinde sürükleyerek karışımın bağlayıcı bakımından fakirleşmesine ve bağlayıcının eksilmesine neden olmaktadır. Uygun pres yükünün 7 bar olabileceği saptanmıştır.

12. Ortaya konan bulgular, araştırma materyali olarak seçilen ayçiçeği sapı, pamuk atığı, tekstil atığı ve anızı epoksi ile karıştırarak yeterince izolan gereçler üretmenin mümkün olduğunu göstermektedir.

Hangi karışımın en uygun yalıtım gereğine ulaştıracağını ortaya koyabilmek için önce, söz konusu yalıtımın, yapının hangi bileşeninde olacağını bilmesi gerekmektedir.

Bilinenlerin, tablo ve şekillerde derlenen bulgularla karşılaştırılarak en uygun karışım ya da karışımların seçimi zor olmayacaktır.

Çalışmanın en önemli sonucu olarak atıkların geri kazandırılışdır. Bu sayede hem çevre kirliliğinin önüne geçilecek hemde tamamen organik asıllı ve yeterli bir yalıtım malzemesi üretilecektir. Bu noktadan sonra ürünün ticarileşmesi çalışmaları yürütülecektir.

6.ÖNERİLER

1. Bilinmektedir ki, su ile temas eden ısı yalıtım gerecinin yalıtkanlık özelliği yaklaşık yirmibeş kat azalmakta, diğeri bir ifade ile fonksiyonunu hemen hemen tamamen yitirmektedir. O halde su yalıtımı dikkate alınmadan, ısı yalıtımından beklenen sonucun alınmayacağı açıktır.

Araştırma konusu olan gereçlerin yalıtımında kullanımı önerilirken, yaklaşık yüksek oranda su emdikleri dikkate alınarak, su yalıtımı, konunun bir parçası olarak ele alınmalıdır.

2. Bu yalıtım malzemelerinin gevşek ya da preslenmiş olarak, yapı bileşeni içinde kullanımı ile ilgili, uygulamaya yönelik detaylar önerebilmek için konunun ayrıca konstrüktif açıdan da deneysel olarak araştırılması gerekmektedir.

Yapı ve bileşenlerinin genel davranışları ve diğeri gereçlerinin genel özellikleri dikkate alınarak, yalıtım malzemelerinin yapıya bağlanış şekilleri, deney sonuçları ile ortaya konan ısı iletkenlik seviyeleri ne derece koruyabildikleri, doğal iklim koşulları altında test ettikten sonra, etkili faktörler saptanmalıdır.

3. Son yıllardaki bazı uyarıcı olaylar nedeniyle, “ ısı yalıtımı “ konusu oldukçaönem kazanmaya başlamıştır. Ancak, ısı yalıtımından sonuç alabilmek için su yalıtımı ile ilgili temel ilkelerin de bilinmesi ve detaylar oluşturulurken ısı ve su yalıtımının birlikte düşünülmesi gerekir.
4. Her konuda, beklenen davranış veya düşüncüyü fert veya topluma mal edebilmenin etkili yolu eğitimidir. Yalıtım uygulamasına toplumun sahip çıkabilmesi için genel amaçlı uyarıcı, yönlendirici çalışmalarının yapılması,

önlemlerin alınması zorunludur. Bu konuda da son yıllarda önemli adımlar atılmıştır. Yinede, yalıtımın bilinçli yapılabilmesi için yalıtım projelerini hazırlayacak ve uygulayacak her düzeydeki elemanlara, öğrenim dönemlerinde yeterli bilginin verilmesi kaçınılmazdır.

Ancak, bir projenin kusursuz olması, üretimin kusursuzluğu için gerekli fakat yeterli değildir. Esas olan projenin uygulamaya yeteri titizlikte aktarılmasıdır. Uygulamada yalıtım projeleri makina mühendislerince hazırlanmaktadır. Makine mühendisinin, yapıyı ve kullanılan gereçlerin özelliklerini bir inşaat mühendisi kadar bilmemesi normaldir.

Diğer taraftan, yalıtım konusunda temel ilkeleri bilmeyen inşaat mühendisinin yalıtım projelerinin uygulanması sırasında gerekli titizliği gösteremez. Gerektiğinde projeyi tartışabilmeleri, uygulamada konunun gerektirdiği titizliği gösterebilmeleri için, yapı üretiminde görev alacak teknik elemanları yetiştiren her düzeydeki eğitim kurumlarında ve özellikle inşaat mühendisliği bölümlerinde, “Yapılarda ısı, su ve ses yalıtımının temel ilkeleri konularını içeren, hiç olmazsa iki kredilik ders okutulmalıdır. Böylece, yalıtım konusu kısa süre sonra, her boyutuylave bilinçli olarak tartışılabilir.

KAYNAKLAR

- Agarwall B.D., Broutman L.J. 1980. Analysis and Performance of Fiber Composites. JOHN WILEY & SONS, New York, 355s
- Aksoy T.U.,2008Sandviç Ve Gazbeton Duvar Uygulamalarının Ortalama Isı Geçirgenlik Katsayısı Ve Isı Kaybı Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 24,277- 290.
- AlginH.M.,Turgut, P.,2008. Cotton and limestone powder wastes as brick material Constr Build Mater, 22, pp. 1074–1080
- Aran, A. 1990. Elyaf Takviyeli Karma Malzemeler. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, s.1–50, MK. 575 Ders Notları, Gümüşsuyu İstanbul.
- Arıman Y.S., 2001.Higrotermal Yönüyle Yapı Fiziği Kuralları, İzoder Seminer Notları
- Avcı E., 2007. <http://heryerdenhaber.com/V1/Pg/DetailCity/NewID/40832>
- Bektaş İ., Güler, C., Kalaycıoğlu, H., Mengeloğlu, Nacar, Mehmet 2001. The Manufacture of Particleboards using Sunflower Stalks (*helianthus annuus l.*) And Poplar Wood (*populus alba L.*), Journal of Composite Materials 39:467-473
- Bektaş İ., Y. Göker, H. Kalaycıoğlu, C. Güler, ve M. Nacar, 2001. Ayçiçeği (*Helianthus annuus L.*) Saplarından Yongalevha Üretimi. Devlet PlanlamaTeşkilatı Araştırma Projesi
- Berge B., 2009,The Ecology of Building Materials. Second ed.), 978-1-85617-537-1 .
- Bilal F.,1999. Evlerimize Hava Sızdırmazlık Yalıtımı Yapmakla Ne Kazanırız?, İzolasyon Dünyası Dergisi, Sayı:17, S:23-26
- Binici H.,Aksoğan O, Bodur M.N, Akça E, Kapur S,2007Thermal isolation and mechanical properties of fibre reinforced mud bricks as wall materials,Construction and Building Materials, 21 901-906.
- Binici H., Aksoğan O, Gemci R,2008Pamuk Atıkları Ve Tekstil Külleri İle Üretilen Hafif Yapı Malzemelerinin Yalıtım Özellikleri, Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Dergisi, 215–24.
- Binici H, Gemci R, Aksogan O, Kaplan H.,2010 Insulation Properties Of Bricks Made With Cotton And Textile Ash Wastes, International Journal Of Materials Research, 101894-899

- Binici H, Yucegok F, Aksogan O, Kaplan H, 2008 Effect Of Corncob, Wheat Straw And Plane Leaf Ashes As Mineral Admixtures On Concrete Durability, Asce, Civil Engineering Materials, 20 478–483.
- Binici H, Gemci R, Aksogan O, Kaplan H., 2010 Insulation Properties Of Bricks Made With Cotton And Textile Ash Wastes, International Journal Of Materials Research, 101 894-899
- Binici H., Kaplan H., Temiz H., Zengin H. ve Görür E.B., 2006 “Epoksi ve Epoksinin Yapı Güçlendirilmesinde Kullanımı”, Yapısal Onarım ve Güçlendirme Sempozyumu, 147–153, Denizli.
- Binici H, Gemci R, Küçükönder A., 2012 Investigating The Sound Insulation, Thermal Conductivity And Radioactivity Of Chipboards Produced With Cotton Waste, Fly Ash And Barite, Construction And Building Materials, 30 826–832.
- Binyıldız E., Turan O., 1999, “Binalarda ve Tesisatlarda Isı Yalıtımı”, ODE Teknik Yayınları Yayın No: 20, İstanbul.
- Briga-Sá A, Paiva A, Boaventura-Cunha J, Lanzinha JC. 2012 Contribution of the Trombe wall to sustainable buildings: experimental work. In: 38th IAHS world congress on housing science, Istanbul, Turkey
- Cristel O., Nady, P.C., Fernando, T., Silvio, D., Ketty, B., Marie-Ange, A., 2010. “Sugar cane bagasse fibres reinforced cement composites”. Therm Consider Compos: Part A, 41, pp. 549–556.
- Çölhan N. A., 2001. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı’nın Eski Isı Yalıtım Yönetmeliği’nde Önerdiği Tip Döşeme Kesitlerinin Değerlendirilmesi, Yeni Yönetmelik ve TS 825’e Göre Yeniden Önerilmeleri, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dağsöz A. K., 1995. Türkiye’de Derece-Gün Sayıları Ulusal Enerji Tasarruf Politikası ve Yapılarda Isı Yalıtımı, Çelik Ofset, İstanbul
- Dağsöz A. K., Bayraktar, K. G., Ünveren, H. H., 2001. Isı Yalıtımı ve Kalorifer Tesisatı Standartları Üzerine Görüşler, Yapı Malzeme Dergisi, Sayı:1, S:50-54
- Demir İ., Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 15 -16 Nisan 2010, Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Tınaztepe Yerleşkesi Buca.
- Ersoy, S. 2005 Lif Takviyeli Polimerik Kompozit Malzeme Tasarımı

- Evcil N., 2000, “Isı İzolasyonu ve Dış Duvarların Enerji Etkin Yenilenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Frydrych I., Dziworsko, G., Bilska, J., 2002, “Comparative Analysis of the Thermal Insulation Properties of Fabrics made of Natural and Man-Made Cellulose Fibres”. *Fibres&Textiles in Eastern Europe*, October, December, pp. 40-44.
- Gemci R., 1996. Lif Takviyeli Polimer Kompozit Malzemelerde Asınma ve Isı İletimlerinin İyileştirilmesi. Uludağ Üniversitesi Doktora Tezi, Bursa.
- Güldü İ., Daghan B., Kaya S. 2003. Faturalı CTP Levhalarda Gerilme Konsantrasyonunun Araştırılması. DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, Mayıs, Cilt:5, Sayı:2 s:27-35.
- Güler C., Bektas, İ. and Kalaycıoğlu H. 2006. The experimental particleboard manufacture from sunflower stalks (*Helianthus annuus* L.) and Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) *Forest Prod. J.* 56:56-60
- Güler C. and Ozen, R. 2004. Some properties of particleboards made from cotton stalks (*Gossypium hirsutum* L.), *Holz als Roh- und Werkstoff* 62:40-43.
- İlgaz T., 1979. Dış Duvarlarda Isı Korunumu, İTÜ Mimarlık Fak. Yay.
- Karagöz, N., 2004, “Konutlarda Çift Duvar Arası Isı Yalıtım Uygulamalarının İncelenmesi ve Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Korkma, G., 2001 Teknik Okullar Yalıtım Semineri, İzoder
- Kozak M., 2010. Tekstil atıkların yapı malzemesi olarak kullanım alanlarının araştırılması, *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6, 62-70.
- Kulaksızoğlu Z., 2006 Isı Yalıtım Sektör Araştırması, İto İstatistik Şubesi,
- Monika M Et Al, 2012 Thermal Conductivity Characterization Of Bamboo Fiber Reinforced Polyester Composite, *J. Mater. Environ. Sci.* 3 1109-1116.
- TÜİK, 2006. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri Verileri, Ankara.
- Sezer F. S., 2005 Türkiye’de Isı Yalıtımının Gelişimi Ve Konutlarda Uygulanan Dış Duvar Isı Yalıtım Sistemleri, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 10 79-85.

- Snezana B. Stankovic, Dusan Popovic', Goran B. Poparic 2008 Thermal properties of textile fabrics made of natural and regenerated cellulose fibers
- Mazumdar S.K. 2002. Composites Manufacturing: Material, Product and Process Engineering. CRC Pres, Boca Raton London New York Washington, D.C.
- Megep, 2007. "Yalıtım", İnşaat Teknolojisi, TC. Milli Eğitim Bakanlığı. Ankara.
- Mengeloglu F., Alma M.H. 2002 Buğday Saplarının Kompozit Levha Üretiminde Kullanılması, Ksü Fen Ve Mühendislik Dergisi 5 37-48.
- Rajput D.,Bhagade, S.S., Raut, S.P., Ralegaonkar, R.V., Mandavgane, S. A.,2012. Reuse of cotton and recycle paper mill waste as building material. Construction and Building Materials ,Volume 34, Pages 470–475.
- Şengül D., Sayın, B., Kaplan, S.A., 2005, "Su ve Isı Yalıtımının Yapılarda Uygulanmasının Gerekliliği ve Yalıtımdaki Uygulamaların Emniyet ve Ekonomi Açısından Değerlendirilmesi", II. Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar Kongresi, 457-466.
- Ulcay, Y. 1989. The Effect of Surface Treatment on the Bonding Properties of Spectra Fibers for Use in Composites Structures. Maryland College Park University, USA.
- Ulcay Y, Akyol M, Gemci R,2002Polimer Esaslı Lif Takviyeli Kompozit Malzemelerin Arabirim Mukavemeti Üzerine Farklı Kür Metotlarının Etkisinin İncelenmesi, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Cilt 7, Sayı 1
- X Zhou F Zheng, H Li, C Lu 2010,An environment-friendly thermal insulation material from cotton stalk fibersEnergy and Buildings, 42, pp. 1070–1074.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Mustafa EKEN

Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 10.02.1986 Ceyhan
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0506 266 18 58
Faks :
e-posta : meken@ksu.edu.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	KSÜ /İnşaat Müh. Böl.	2011- 2012
Lisans	Elazığ Fırat Üniversitesi / Yapı Eğitimi Bölümü	2009
Lise	Anadolu Teknik Lisesi	2004

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2011-2012	KSÜ /İnşaat Müh. Böl.	Arş. Gör.

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Yurt İçi

Binici H, Sevinç A H, Eken M. 2012 Ayçiçeği Sapı ve Tekstil Atıkları İle Yalıtım Malzemesi Üretilmesi Vol 15 - 1

Binici H, Sevinç A H, Eken M, Dinçer Aytaç. 2012 Pomza, Silis Dumanı, Uçucu Kül Ve Yüksek Fırın Cürufu Katkılı Betonların Durabilite Özellikleri Türkiye Hazır Beton Birliği İstanbul(Kabul Edildi)