



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



BİNA İZOLASYONUNDA EN UYGUN
YALITIM MALZEMESİNİN DENEYSEL
OLARAK ARAŞTIRILMASI

Serpil TÜRKER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

HAZİRAN-2023
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Serpil TÜRKER tarafından hazırlanan “Bina İzolasyonunda En Uygun Yalıtım Malzemesinin Deneysel Olarak Araştırılması” adlı tez çalışması 23/06/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. Hicran AÇIKEL

Danışman

Doç. Dr. Mustafa ALTIN

Üye

Prof. Dr. Ülkü Sultan KESKİN

İmza

.....

.....

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mevlüt UYAN
Enstitü Müdürü

Bu tez çalışması Konya Teknik Üniversitesi - Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 221022057 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Serpil TÜRKER

Tarih: 23.06.2023

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİNA İZOLASYONUNDA EN UYGUN YALITIM MALZEMESİNİN DENEYSEL OLARAK ARAŞTIRILMASI

Serpil TÜRKER

Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mustafa ALTIN

2023, 171 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Hicran AÇIKEL
Prof. Dr. Ülkü Sultan KESKİN
Doç. Dr. Mustafa ALTIN

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de sanayileşme, şehirleşme, artan nüfus ve ulaşım gibi birçok alandaki gelişmelere bağlı olarak enerji tüketimi sürekli artmaktadır. Yerli kaynaklar ise henüz bu enerji ihtiyacını karşılamak için yeterli seviyede değildir. Bu nedenle petrol, doğal gaz ve taş kömürü Türkiye’de en çok tüketilen enerji kaynaklarından olup ithalatta ödenen miktarlar oldukça yüksek olduğundan doğal kaynaklardan yararlanma üzerine çalışmalar devam etmektedir. Enerjinin verimli kullanılmaması, enerji israfına neden olmakla birlikte çevre kirliliği gibi etkileri de bulunmaktadır. Enerji Tüketiminde en büyük pay sahibi olarak gösterilen binaların toplam karbon emisyonuna etkisi %30 değerlerinde olduğu düşünüldüğünde, binalarda enerji tasarrufunu artıracak çalışmaların yapılması önem arz etmektedir. Bu amaçla bu çalışmada; piyasada en çok kullanılan yalıtım malzemeleri olan XPS, EPS beyaz, EPS karbonlu, taş yünü, cam yünü ve doğal ısı yalıtım sıvası ile koyun yününün ısı, ses ve tek noktadan yanma durumları incelenmiştir. Konya Teknik Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu İnşaat laboratuvarında ham MDF malzemeden 108,5x114x117 cm ölçülerinde deney düzeneği oluşturulmuştur. Oluşturulan deney düzeneğinde EPS beyaz 5 cm, 8 cm ve 10 cm kalınlıkta, EPS karbonlu 5 cm, 8 cm ve 10 cm kalınlıkta, XPS 5 cm, 8 cm ve 10 cm kalınlıkta, taş yünü 5 cm, 8 cm ve 10 cm kalınlıkta, cam yünü 10 cm kalınlıkta, doğal ısı yalıtım sıvası 2 cm, 3 cm ve 4 cm kalınlıkta, koyun yünü 1,5 cm, 2,5 cm ve 4 cm olacak şekilde içten kaplanarak 19 adet, her bir malzeme için mevcut ortam sıcaklığı, 25 °C, 30 °C, 35 °C ve 40 °C sıcaklıklarda ve her sıcaklık için de 100 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz’de olmak üzere 30 adet yani toplamda 570 adet deney yapılmıştır. Yapılan deney sonuçları 1,5 cm, 2 cm ve 5 cm kalınlığındaki yalıtım malzemeleri 1. Grup, 2,5 cm, 3 cm ve 8 cm kalınlığındaki yalıtım malzemeleri, 2. Grup, 4 cm ve 10 cm kalınlığındaki yalıtım malzemeleri ise 3. Grup şeklinde gruplandırılarak ısı ve ses deney sonuçları, ayrıca 7 farklı malzeme için tek noktadan yanma deneyi sonuçları kıyaslanmıştır. Yapılan deneyler sonucunda 1. Grup, 2. Grup ve 3. Grupta tüm sıcaklıklarda ses geçirimsizliği en düşük taş yünü olurken en yüksek ses geçirimsizliği doğal ısı yalıtım sıvasında olmuştur. 1. ve 2. Grupta tüm sıcaklıklarda ısı geçirimsizliği en düşük taş yünü, 3. Grupta tüm sıcaklıklarda ısı geçirimsizliği en düşük koyun yünü olmuştur. Tek nokta yanma deneyinde ise yanma dayanımını en yüksek doğal ısı yalıtım sıvası olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Deneysel çalışma, Enerji verimsizliği, Isı yalıtımı, Koyun yünü, Yalıtım malzemeleri

ABSTRACT

MS THESIS

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE MOST APPROPRIATE INSULATION MATERIAL IN BUILDING INSULATION

Serpil TÜRKER

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Civil Engineering**

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mustafa ALTIN

2023, 171 Pages

**Jury
Prof. Dr. Hicran AÇIKEL
Prof. Dr. Ülkü Sultan KESKİN
Assoc. Prof. Dr. Mustafa ALTIN**

As in the world, energy consumption is constantly increasing in our country, depending on the developments in many areas such as industrialization, urbanization, increasing population and transportation. Domestic resources are not yet at a sufficient level to meet this energy need. For this reason, petroleum, natural gas and hard coal are among the most consumed energy resources in Turkey and since the amounts paid in imports are quite high, studies on utilizing natural resources continue. Inefficient use of energy causes waste of energy, but also has effects such as environmental pollution. Considering that the effect of the buildings, which are shown as the largest shareholder in Energy Consumption, on the total carbon emission is around 30%, it is important to carry out studies to increase energy savings in buildings. For this purpose, in this study; The heat, sound and single point burning conditions of XPS, EPS white, EPS carbon, rock wool glass wool and natural thermal insulation plaster and sheep wool, which are the most widely used insulation materials in the market, were investigated. An experimental setup measuring 108.5x114x117 cm was created from raw MDF material in Konya Technical University Vocational School of Technical Sciences Construction laboratory. In the experimental setup created, EPS white 5 cm, 8 cm and 10 cm thick, EPS carbon 5 cm, 8 cm and 10 cm thick, XPS 5 cm, 8 cm and 10 cm thick, rock wool 5 cm, 8 cm and 10 cm thick, Glass wool 10 cm thick, natural thermal insulation plaster 2 cm, 3 cm and 4 cm thick, sheep wool 1.5 cm, 2.5 cm and 4 cm, covered from the inside and 19 pieces, the initial ambient temperature for each material is 570 tests were carried out at 25 °C, 30 °C, 30 °C, 35 °C and 40 °C temperature and for each temperature at 100 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz and 2000. The results of the experiment are 1.5 cm, 2 cm and 5 cm thick insulation materials, 1st Group, 2.5 cm, 3 cm and 8 cm thick insulation materials, 2nd Group, 4 cm and 10 cm thick insulation materials, 3rd Group. The heat and sound test results, as well as the single point combustion test results for 7 different materials, were compared. As a result of the experiments, the lowest sound permeability was found in stone wool at all temperatures in the 1st Group, 2nd Group and 3rd Group, while the highest sound permeability was in the natural thermal insulation plaster. In the 1st and 2nd groups, rock wool had the lowest thermal conductivity at all temperatures, and in the 3rd group, sheep wool had the lowest thermal conductivity at all temperatures. In the single point burning test, it was concluded that it is the natural thermal insulation plaster with the highest combustion resistance.

Keywords: Energy efficiency, Experimental study, Insulation materials, Sheep wool, Thermal insulation.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmam sırasında bilgileri ile çalışmama ışık tutan, Yüksek lisans eğitim süresince de bana her konuda destek olarak yol gösterip teşvik eden, saygı değer hocam ve danışmanım Doç. Dr. Mustafa ALTIN'a

Deneysel çalışmalarda kullandığımız malzemeler için bize yardımcı olan 221022057 nolu proje ile bu tez çalışmasını destekleyen Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (BAP)'ne,

Yüksek lisans eğitimimde bana destek olan Müdürüm Mimar İbrahim BAL'a, iş arkadaşlarım İsmail ÇELİK ve Şükrü Gürol TARTILMIŞ'a

Manevi desteğiyle her zaman yanımda olan sevgili Annem Hatice TÜRKER'e, Babam Erol TÜRKER'e, ablalarım ve erkek kardeşlerime çok teşekkür ederim.

Serpil TÜRKER
KONYA-2023

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Isı Yalıtımının Tarihçesi ve Önemi	2
1.2. Isı Yalıtımı Temel Kavramlar ve Tanımlar	5
1.3. Türkiye İçin Isı Geçirgenlik Değerleri.....	6
1.4. Yalıtım	8
1.4.1. Isı yalıtımın tanımı ve amacı	11
1.4.2. Isı yalıtımın faydaları.....	13
1.4.3. Isı yalıtımın depreme etkisi.....	14
1.4.4. Ses yalıtımı	14
1.4.5. Su yalıtımı.....	15
1.4.6. Yangın yalıtımı	15
1.5. TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları.....	16
1.6. 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu	17
1.7. Binalarda Isı Yalıtım Uygulamaları.....	18
1.7.1. Duvarlarda ısı yalıtım uygulamaları	19
1.7.2. Döşemelerde ısı yalıtım uygulamaları	22
1.7.3. Çatı ısı yalıtım uygulamaları.....	23
1.8. Yalıtım Malzemeleri	25
1.8.1. Taş yünü.....	27
1.8.2. Cam yünü.....	28
1.8.3. Genleştirilmiş polistiren köpük (EPS)	29
1.8.4. Ekstrüde polistiren köpük (XPS)	30
1.8.5. Poliüretan köpük (PUR).....	31
1.8.6. Isı yalıtım sıvası	32
1.8.7. Seramik Yün	33
1.8.8. Kauçuk köpük.....	34
1.8.9. Fenol Köpük	34
1.8.10 Cam Köpük.....	35
1.8.11 Genleştirilmiş Perlit	36
1.8.12 Genleştirilmiş Mantar Levha	36
1.8.13 Ahşap Lifli Levha	37
1.9. Koyun Yünü ve Yalıtım Malzemesi Olarak Kullanımı	38
1.9.1. Koyun yapağı.....	38
1.9.2. Koyun yünü.....	38

1.9.3. Koyun yünü özellikleri	38
1.9.4. Koyun yününün yalıtım malzemesi olarak kullanılması	39
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	41
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	51
3.1. Deneilerin Yapıldığı Laboratuvarın Teknik Özellikleri	51
3.2. Deney Düzenegi Hakkında Bilgi	54
3.3. Deneyler.....	56
3.3.1. EPS beyaz yalıtım malzeme deneyleri.....	63
3.3.2. EPS karbonlu yalıtım malzeme deneyleri.....	75
3.3.3. XPS yalıtım malzeme deneyleri	87
3.3.4. Taş yünü yalıtım malzeme deneyleri	99
3.3.5. Cam yünü yalıtım malzeme deneyleri	111
3.3.6. Koyun yünü yalıtım malzeme deneyleri.....	115
3.3.7. Doğal ısı yalıtım sıva malzeme deneyleri.....	127
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	139
4.1. Ses Deneyi	139
4.2. Isı Deneyi.....	150
4.3. Tek Noktadan Yanma Deneyi.....	152
4.3.1. EPS beyaz yalıtım malzemesi yanma deneyi	152
4.3.2. EPS karbonlu yalıtım malzemesi yanma deneyi.....	152
4.3.3. XPS yalıtım malzemesi yanma deneyi	153
4.3.4. Taş yünü yalıtım malzemesi yanma deneyi	154
4.3.5. Cam yünü yalıtım malzemesi yanma deneyi	155
4.3.6. Koyun yünü yalıtım malzemesi yanma deneyi.....	156
4.3.7. Doğal ısı yalıtım sıvası yanma deneyi	158
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	160
5.1 Sonuçlar	160
5.2 Öneriler	162
KAYNAKLAR	163

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C	: Celsius, derece
cm	: Santimetre
dB	: Desibel
Hz:	: Hertz
kPa	: Kilopascal
R	: Isıl direnç (m^2K/W)
sn	: Saniye
U	: Isı geçirgenlik katsayısı (W/m^2K)
μ	: Su buharı difüzyon direnç faktörü
λ	: Isı iletkenlik değeri (W/mK)

Kısaltmalar

CO ₂	: Karbondioksit
ÇŞB	: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
EPS	: Expanded Polystyren Foam / Genleştirilmiş Polistiren Sert Köpük
DIN	: Alman Standardizasyon Enstitüsü
MDF	: Medium Density Fiberboard
MTEP	: Milyon Ton Eşdeğer Petrol
PIR	: Poliizosiyanurat
PUR	: Poliüretan
SO ₂	: Kükürtdioksit (Sülfürdioksit)
TS 825	: Binalarda Isı Yalıtım Kuralları
TS EN 13501-1	: Yapı Mamulleri Ve Yapı Elemanları, Yangın Sınıflandırması
WHO	: World Health Organization / Dünya Sağlık Örgütü
XPS	: Extruded Polystyrene Foam / Ekstrüde Polistiren

Not: Burada gösterilmeyen simge ve kısaltmalar metin içerisinde ilgili yerlerde tanımlanmışlardır.

1. GİRİŞ

İnsanlar tarih boyunca dış etkenlerden korunmak için çadırlar, mağaralar, evler yapmışlardır. Bununla birlikte yaşam sürecekleri yerlerin hem güvenli hem de konforlu olmasına önem vermişlerdir. Yapılan yaşam alanlarının güvenli olması ile birlikte sıcaktan ve soğuktan korunması da gereklidir. Bu nedenle insanlar yaşam alanlarını sıcak ve soğuktan korumak için farklı yalıtım malzemeleri kullanmışlardır.

Dünyada nüfusun artması gelişen sanayi, kentleşme gibi etkenler, daha fazla enerji ihtiyacını doğurmuştur. Ayrıca teknolojinin ilerlemesi ile insanlar yüksek katlı binalar, iş merkezleri ve alışveriş merkezleri yapmaya başladığından enerji tüketimi de artmaya başlamıştır. Enerjinin verimli kullanılmaması, enerji israfına neden olmakla birlikte çevre kirliliği gibi etkileri de bulunmaktadır.

Enerji Tüketiminde en büyük pay sahibi olarak gösterilen binaların toplam karbon emisyonuna etkisi %30 gibi değerlerde olarak belirtilmektedir. Enerji verimliliği sürdürülebilirlik çalışmalarında binalarda ki enerji tüketimi ve karbon emisyonlarının belirli oranlarda düşürülmesi etkili olacaktır.

Dünya üzerindeki enerji kaynaklarının hızla tükenmesi ile birlikte ülkeler enerji ihtiyaçlarını kontrol altına alma ve enerjiyi etkin kullanma arayışı içine girmişlerdir. Ticaret ve sanayi yapılarında, konutlarda, kamu binalarında enerji tasarrufu için kolay uygulanabilir, ekonomik ve çevreyle uyumlu olan ısı yalıtım malzemeleri önemli hale gelmektedir.

Ülkemizde de sanayileşme, şehirleşme, artan nüfus ve ulaşım gibi birçok alandaki gelişmelere bağlı olarak enerji tüketimi sürekli artmakta ve yerli kaynaklar ile bu tüketim karşılamak henüz yeterli seviyelerde değildir. Bu nedenle, ihtiyaç sahiplerini yeni enerji kaynaklarına yöneltmektedir. Petrol, doğal gaz ve taş kömürü Türkiye’de en çok tüketilen enerji kaynaklarından olup ithalatta ödenen miktarlar oldukça yüksek olduğundan doğal kaynaklar yararlanma üzerine çalışmalar devam etmektedir.

Isı yalıtımı yapılmayan binalar iklim şartlarından olumsuz yönde etkilenmektedir. Enerji tüketimini azaltarak enerjinin daha verimli kullanılması sağlamak ve sürdürülebilir çevre için bina yalıtımı önemlidir. Konutlarda ısı yalıtımı yapılması ile enerji tasarrufu, ekonomiklik, güvenlik ve sağlık konularındaki iyileşmeler

ile birlikte çevresel problemlerde de azalma olacaktır. Ayrıca yalıtım işleri yapıldıktan sonra binaların düzenli olarak kontrol edilmesi ve bakımının yapılması da önem arz etmektedir. Yine konutlarda yapacağımız ısı yalıtım ile açık duvarlar, pencereler, kapılar ve çatının uygun malzemelerle kaplanması enerji tasarrufuna yardımcı olmaktadır. Bu nedenle binalarda kullanacağımız ısı yalıtım malzemeleri seçilirken kaliteli, yüksek performanslı, düşük karbon ayak izine sahip ürünler olmasına dikkat edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışma Konya Teknik Üniversitesi Teknik Bilimler Fakültesi İnşaat laboratuvarında ham MDF malzemedan 108,5x114x117 cm ölçülerinde deney düzeneği oluşturularak yapılmıştır. Isı yalıtım malzemeleri olan, EPS beyaz, EPS karbonlu, XPS, taş yünü, cam yünü, koyun yünü ve doğal ısı yalıtım sıvası deney kutusuna içten farklı kalınlıklarda mantolama yapılmıştır. Deney kutusunun iç ve dış sıcaklıkları kaydedilerek yalıtım malzemelerinin ısı yalıtım performansları incelenmiş bununla birlikte farklı ısı derecelerinde dış yüzeyden farklı frekanslarda ses yalıtımı için ses ölçümleri yapılmış ve yalıtım malzemelerinin ses geçirimsizliği tespit edilmiştir. Ayrıca yalıtım malzemelerine tek noktadan yanma deneyleri yapılarak tutuşma sıcaklıkları, süreleri ve alev alıp almama durumları gözlemlenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda piyasada yaygın olarak kullanılan ısı/ses yalıtım malzemelerinin, ısı, ses ve tek noktadan yanma deneyleri karşısında gösterdikleri performanslar kendi aralarında kıyaslanmış ve koyun yününün bu malzemeler karşısındaki performansı değerlendirilerek analizler yapılmıştır.

1.1. Isı Yalıtımının Tarihçesi ve Önemi

Yalıtım sistemi yüzyıllar önce ilk olarak Mısırlılar tarafından, ıssız ve sıcak bölgelerdeki evlerini soğutmak amacıyla kullanılmıştır. Mısırın ardından yalıtımı Romalılar ve Yunanlılar kullanmış ve Yunanlılar yurt dışından aldıkları kölelerini ve krallarını cenazeleri için giydirmekte asbesti kullanmışlardır. Asbestin aleve dayanıklı özelliği ile asbestle çalışan ve asbest kullanılarak yapılan giysileri giyen kölelerde akciğer hastalığına neden olduğu ilk kayda geçen millet olmuştur. Romalılar, İspanya ve Portekiz'den ısıtılmış su borularını mantarla izole ederek zeminlerin altına yerleştirmişlerdir.

Vikingler ve diğer Kuzey Avrupalılar, binaların duvarlarının kütükleri ve kesme tahtaları arasındaki çatlakları çamur ile sıvayarak evlerinde ilk yalıtım örneklerini gerçekleştirmişlerdir. Bununla birlikte kısmen hava akımlarını engellemek ve kısmen nemi emmesi için iç duvarlara büyük süslü işlemeli veya dokuma duvar halıları asmışlar ve zeminlere ise ayaklarının biraz daha sıcak kalması için talaşlar sermişlerdir.

İnsanın en temel ihtiyaçlarından bir tanesi barınmaktır. Yalıtım, insanlık tarihinde zannedildiğinden çok önce kullanılmaya başlanıldığı, ilk çağlardaki ilkel ev formlarında da bugünkü konforlu yaşam alanlarında da yalıtımın, bir lüks değil temel bir ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Yalıtım tarihinde mantar, asbest, cam, plastik, köpük, çamur gibi yalıtım sistemi uygulamaları kullanılmıştır. Sanayi Devrimi sırasında üreticiler, buharla çalışan teknoloji kullanımında buharı ihtiyaç duyulan yere taşımak için çok sayıda sıcak boru gerekli olduğundan borular asbest ile sarılarak işçiler için daha güvenli hale getirilmiştir (url_1).

Dünyada 19. yüzyılın başlarında yalıtım malzemesinin ilk patenti alınmıştır. Levha ve rijit yalıtım ürünleri 1910'lu yıllarda, elyaf yalıtım ürünleri 1920'li yıllarda, cam lifi ise 1930'lu yıllarda yalıtım ürünü olarak sektöre eklenmiştir. Amerikan ikinci dünya savaşı sırasında geliştirilen yüksek dirençli ekstrude polistiren köpüğü (XPS) ile ordularının nehirlerden geçişini sağlamak üzere kullanılmıştır. Almanya'da ise ilk kez 1948'de geliştirilmiş polistiren köpüğü (EPS) üretilmiştir. Yalıtım denince sadece ısı yalıtımı akla geliyor olsa da; su ve ses yalıtımı ile yangın güvenliği unsuru da yaşam kalitesinin artırılması adına özellikle gelişmiş ülkelerde ön planda tutulmaktadır. Hatta Dünya Sağlık Örgütü (WHO) rahat bir uyku için odadaki ses düzeyinin 30 – 35 desibel aralığında olması gerektiğini belirtmiştir (Çakallı, 2013).

Türkiye'de ilk yalıtım malzemesi 1967 yılında İzocam tarafından Gebze'deki tesislerde camyünü olarak üretilmiştir. Daha sonraları ülkemizde sanayileşmenin gelişimi doğrultusunda plastik esaslı malzemeler, lifli malzemeler, köpükler, sürme esaslı malzemelerin üretimine başlanmıştır (Çakallı, 2013). Türkiye'de ısı yalıtım yönetmeliği 1977 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanmış, ancak teknik elemanların anlayamayacağı bir düzeydedir. 1977 yılından sonra

yönetmelik birkaç defa revizyona uğramış, 1985 yılında bir yönetmelik ortaya çıkmıştır (url_1).

Enerjinin önemi ise 18. yy.'dan sonra sanayi devrimiyle birlikte anlaşılmaya başlanmış, gelişen teknolojiye enerji kaynakları etkin olmuş fakat kontrolsüz bir şekilde kullanılmaya ve tüketilmeye başlamıştır (Kiper Yılmaz, 2009).

Dünyada enerji tüketiminin 2005-2030 yılları arasında % 50'den fazla artacağı, bu artışın sanayileşmiş ülkelerde % 25 civarında olurken, gelişmekte olan ülkelerde ise iki kat olarak gerçekleşeceği öngörülmektedir (Erdabak, 2010). Dünyada enerji tüketimi artmaya devam ettiğinden, enerjinin verimli kullanılması, tasarrufu için kurallar, kanunlar ve yönetmelikler ile önlemler alınmaya başlanmıştır. Çünkü kullanılan enerji, tükenbilir (yenilenemeyen) fosil kaynakların kullanımının artmasına, dolayısıyla atmosfere yayılan zehirli gaz ve parçacıkların artmasına ve çevre kirliliğine sebep olmaktadır (Kiper Yılmaz, 2009). Fosil kaynakların kullanımının artması ile birlikte arazi kullanımı değişiklikleri, ormansızlaşma gibi çeşitli insan etkinlikleri sonucunda, sera gazlarının atmosferdeki birikimleri yani doğal sera etkisi artmaktadır (Türkeş, 2008).

İnsanların faaliyetlerinin karbondioksit cinsinden çevreye verdiği zarar karbon ayak izi olarak tanımlanmaktadır. Ulaşım ve evsel tüketimi ile fosil yakıtların yanmasıyla ortaya çıkan doğrudan CO₂ emisyonları birincil karbon ayak izi olarak adlandırılır. Bir ürünün üretilme aşamasından sevk ve idaresine kadar kullanımda olduğu süre boyunca enerji tüketimine neden olan döngü ise ikincil karbon ayak izi olarak adlandırılır. (Korkmaz ve Samancı, 2022).

Sera etkisi, kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtların yakılması sırasında oluşan sera gazlarının (CO₂ ve metan gibi) ısı değerlerinin artmasından kaynaklanmaktadır. Doğal dengeyi sağlamak için gün içerisinde güneş atmosfere ısı ve ışık yayar. Sera etkisi, Güneşin ısısının belli bir miktarını uzaya göndermesini engeller ve yeryüzünün gereğinden fazla ısınmasına etki eder. Bu da, iklim değişikliğine ve bozulmaya yol açar. İklim değişikliğine neden olan tüm bu faktörleri ortadan kaldırılması yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ile mümkün olur (Arslan, 2022).

Enerjinin büyük bölümü sanayi ve konutlarda harcanmaktadır (Kiper Yılmaz, 2009). Konutlarda ısı yalıtımı enerji verimliliği için en etkili, en kolay ve en hızlı önlemdir. Bu önlem ile konutlarda enerji giderinin ortalama % 60'ını oluşturan ısıtma giderlerinin en az % 30 azaltılması mümkün olurken, konfor, ağırlaşan enerji bütçesinin ve şehirlerdeki hava kirliliğinin azaltılması, dolayısıyla karbon salınımının azaltılması gibi birçok avantaj sağlayacaktır (Keskin ve Güven, 2012).

Türkiye'de tüketilen enerjinin yaklaşık yüzde 35'i bina kaynaklı olduğundan binalardaki enerji verimliliği önemlidir. Ayrıca binalarda ısı yalıtımı yapılmasının ve ısı ölçüm cihazı kullanılmasının aile ekonomisine katkısı büyüktür (url_2).

1.2. Isı Yalıtımı Temel Kavramlar ve Tanımlar

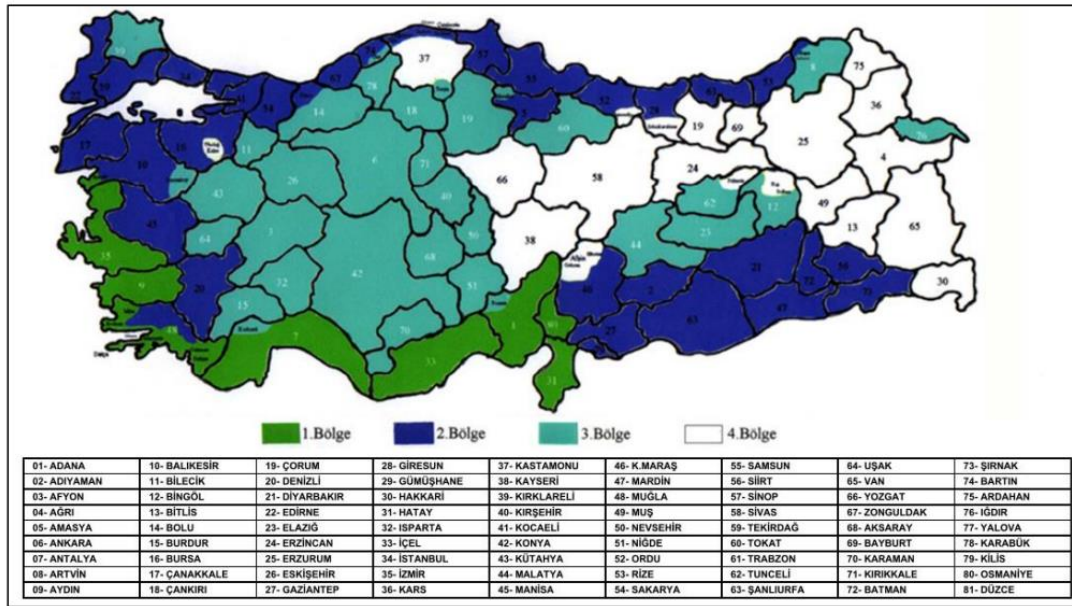
Isı: Isı, bir enerjidir ve enerji transferi, sıcaklığın yüksek olduğu taraftan düşük olduğu tarafa doğru geçme eğilimindedir (Kalaycı, 2016 ve Tan, 2017). Isı geçişleri fiziksel olarak üç yolla meydana gelir. Bunlar iletim (Kondüksiyon), taşınım (Konveksiyon) ve ışıdır (Radyasyon) (Türkmen, 2016).

- **Isı İletimi (kondüksiyon);** Bir cismin fiziksel temas halindeki parçacıklardan, enerjileri yüksek parçacıkların düşük enerjideki parçacıklara aktarması sonucu meydana gelir (Tan, 2017 ve Özer, 2017). Enerjinin yüksek olduğu ortamdan düşük enerjideki ortama transfer edilen ısının hızı iki enerji seviyesi arasındaki sıcaklık farkına, transfer edilen doğrultudaki geometriye, malzeme ve kalınlığa bağlı parametrelere göre değişmektedir (Tan, 2017).
- **Isı Taşınımı (konveksiyon);** Bir maddenin ısı geçişi fiziksel hareket yoluyla taşınım gerçekleşir, taşınım akış hızı, sıcaklık farkı, akışkanın özelliklerine göre değişmektedir (Kalaycı, 2016, Özer, 2017).
- **Isı Işınımı (radyasyon);** Fiziksel bir ortam olmaksızın, ısı enerjisi elektromanyetik dalgalar yardımıyla yayılarak geçer. (Kalaycı, 2016)

Sıcaklık: Soğuk ya da sıcak hissinin büyüklüğünü belirten bir enerji seviyesi olarak kabul edilir (Kalaycı, 2016).

1.3. Türkiye İçin Isı Geçirgenlik Değerleri

TS 825, binalarda ısı yalıtımı uygulaması ile birlikte yalıtım malzemesinin nem geçişine ve nem yoğunlaşması ile ıslanmasına karşı kontrolünü ve korunmasını da mecbur tutmaktadır. Şekil 1.1'de görüldüğü gibi ülkemiz TS 825'e göre 1., 2., 3. ve 4. derece gün bölgesi olmak üzere dört ayrı iklim bölgesine ayrılmıştır.



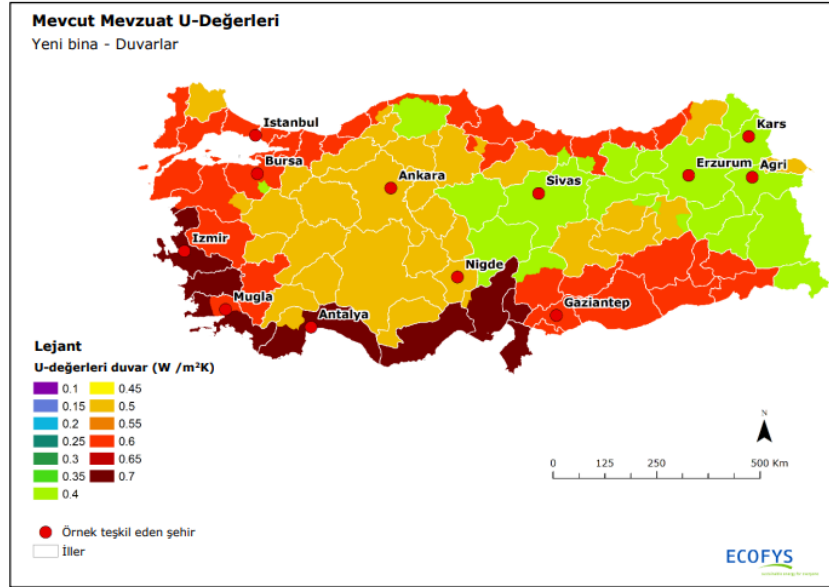
Şekil 1.1. TS 825 Binalarda ısı yalıtım kuralları standardında' e göre iklim bölgeleri (Schimschar ve ark., 2016)

Çizelge 1.1'de görüldüğü üzere Türkiye dört yalıtım bölgesine ayrılmış ve TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Sandardında yalıtım gereksinimlerini belirlemek üzere kullanılmaktadır.

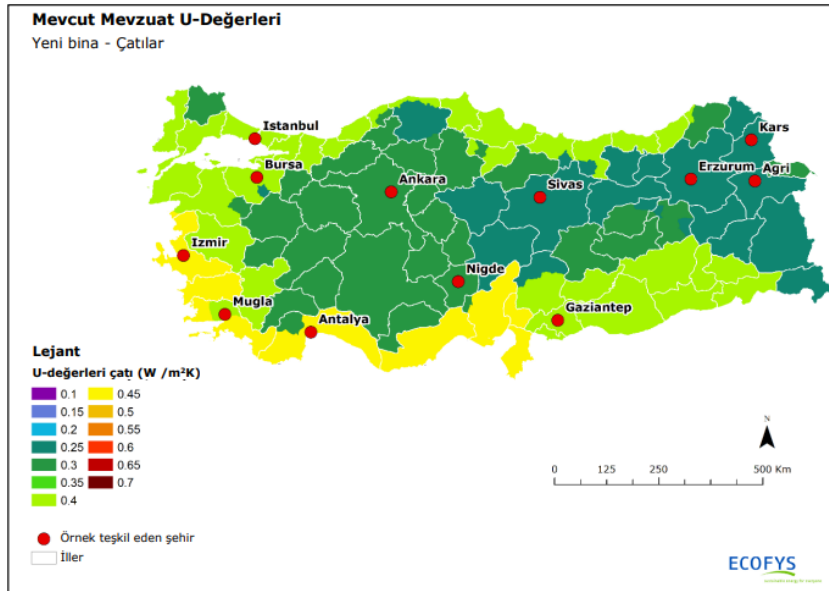
Çizelge 1.1. TS 825'e göre U-değeri gereksinimleri (Schimschar ve ark., 2016)

TS 825 iklim bölgesi	Duvar [W/(m ² .K)]	Çatı [W/(m ² .K)]	Zemin [W/(m ² .K)]	Pencere [W/(m ² .K)]
1	0,7	0,45	0,7	2,4
2	0,6	0,4	0,6	2,4
3	0,5	0,3	0,45	2,4
4	0,4	0,25	0,4	2,4

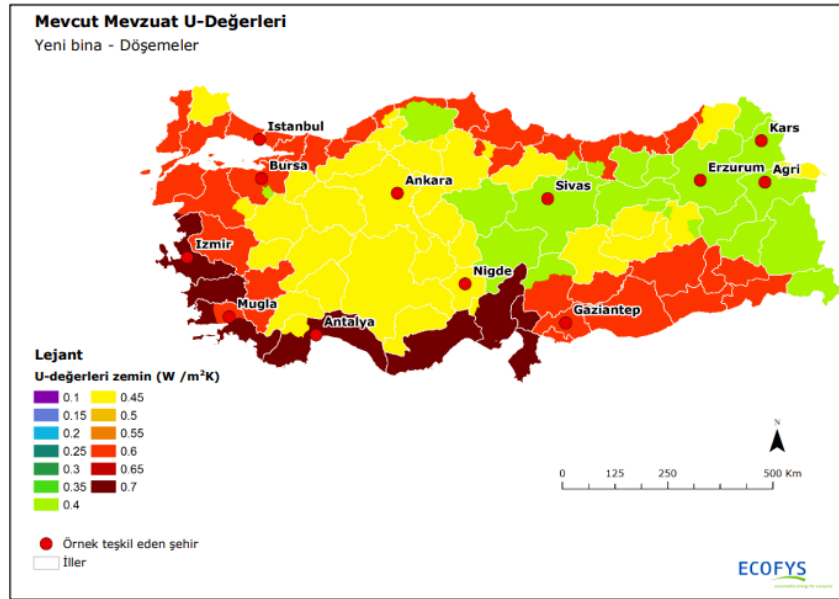
TS 825'e göre duvarlar için U-değeri gereksinimleri Şekil 1.2'de, çatılar için U-değeri gereksinimleri Şekil 1.3'de, zemin için U-değeri gereksinimleri Şekil 1.4'de ve pencereler için U-değeri gereksinimleri ise Şekil 1.5'de verilmiştir.



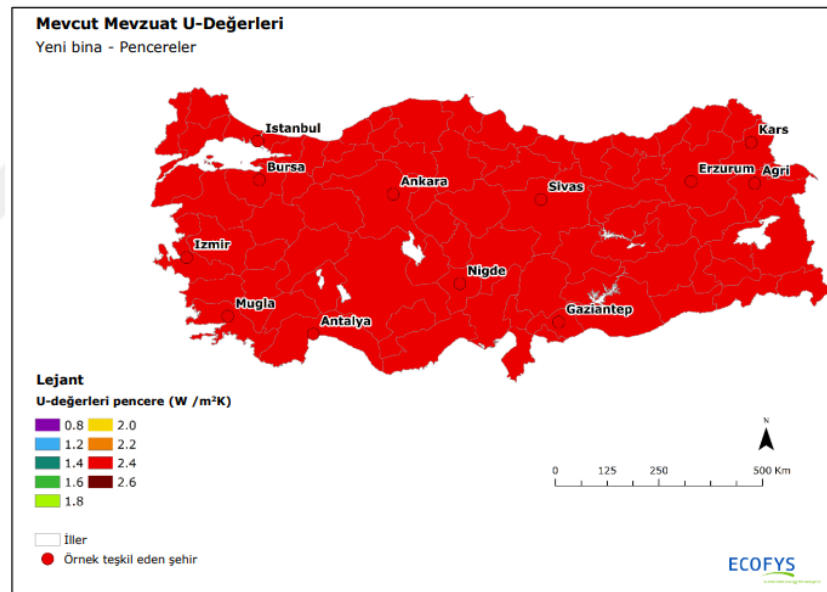
Şekil 1.2. TS 825'e göre duvarlar için U-değeri gereksinimleri (Schimschar ve ark., 2016)



Şekil 1.3. TS 825'e göre çatılar için U-değeri gereksinimleri (Schimschar ve ark., 2016)



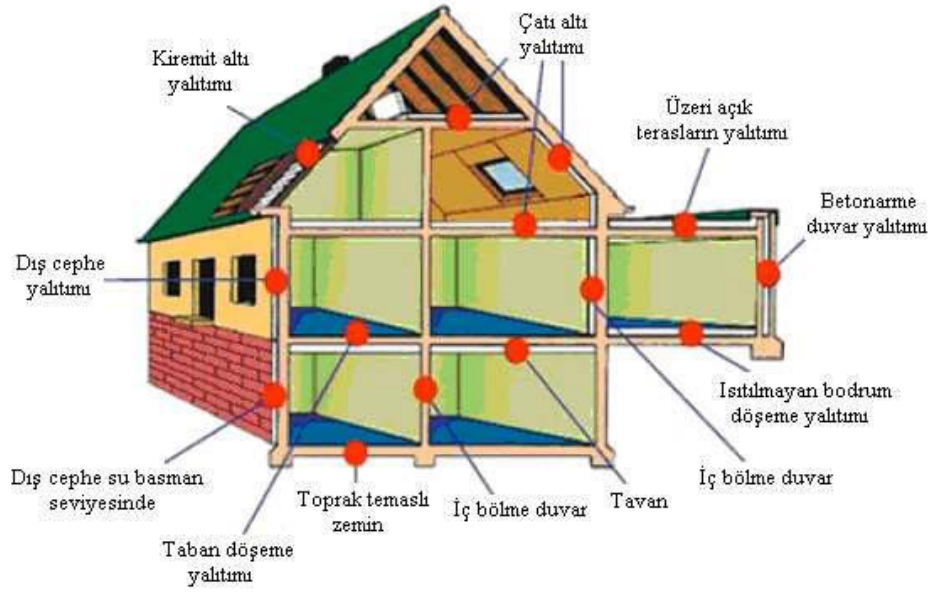
Şekil 1.4. TS 825'e göre zemin için U-değeri gereksinimleri (Schimschar ve ark., 2016)



Şekil 1.5. TS 825'e göre pencereler için U-değeri gereksinimleri (Schimschar ve ark., 2016)

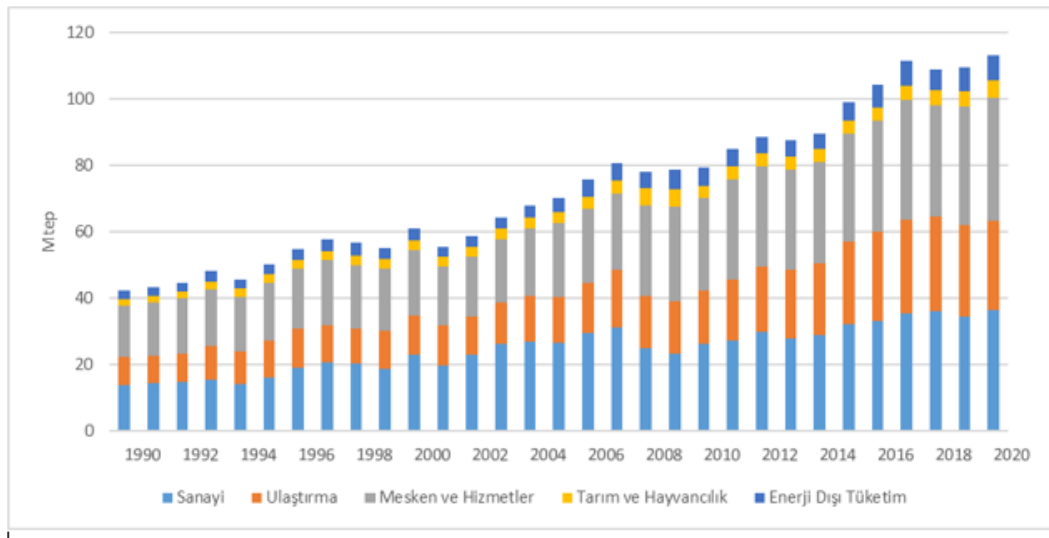
1.4. Yalıtım

Yalıtım nedir: Yalıtım (izolasyon) malzemeleri kullanılarak yapıların iç ve dış etkenlerden korunmasını sağlayan, binanın su/nem ve ısı/ses geçişlerini kontrol altına alarak uzun ömürlü olması amaçlayan ve gürültünün en aza indirildiği bir ortam sağlayarak, sağlıklı, can ve mal emniyeti açısından güvenli olacak binalara yapılan her türlü kaplama işlemlerine yalıtım denilir (url_3). Şekil 1.6'da binalarda kullanılan ısı yalıtımlarına ait örnek verilmiştir.



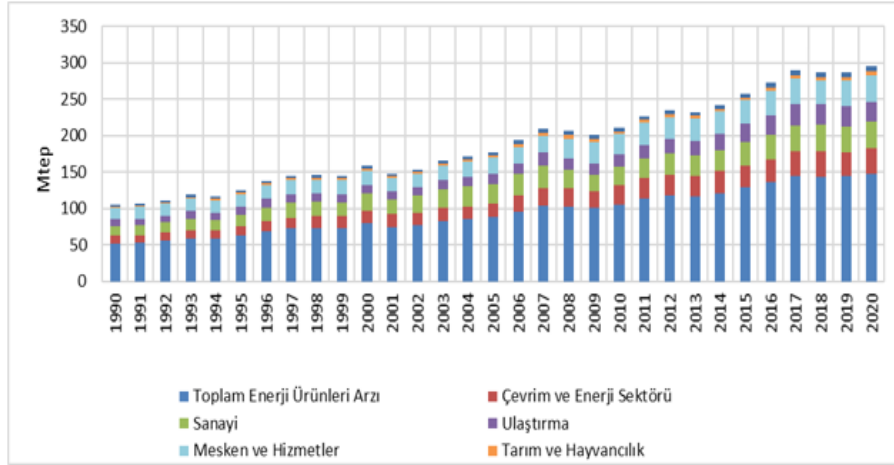
Şekil 1.6. Bina yalıtımı (url_4)

Şekil 1.7’de görüldüğü üzere Türkiye’de 2020 yılında sektörlerin toplam nihai enerji tüketimi, 1990 yılına göre 9,3 oranında, 2019 yılına göre ise % 2,8 oranında artmıştır. Türkiye’de nihai enerji tüketimindeki büyük artışlar, ekonominin büyümesi ile ilişkilendirilebilir. 2020 yılında Türkiye’de, nihai enerji tüketiminde en fazla payı mesken ve hizmetler sektörü, ardından sanayi sektörü almış, bunları ulaştırma sektörü ve tarım-hayvancılık sektörü takip etmiştir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2020).



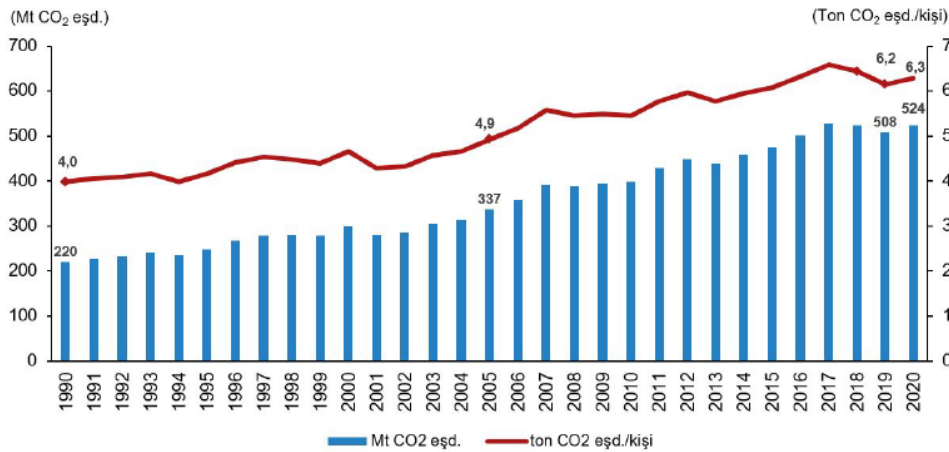
Şekil 1.7. Yıllar itibariyle sektörlere göre nihai enerji tüketimi (url_5)

Şekil 1.8'e göre Türkiye'de, 2020 yılında toplam enerji tüketimi 147,17 Mtep (milyon ton eşdeğer petrol) olmuştur. 2020 yılında toplam enerji tüketiminin dağılımına bakıldığında, en yüksek tüketimin konut ve hizmetler sektöründe daha sonra sanayi sektöründe gerçekleştiği görülmektedir.



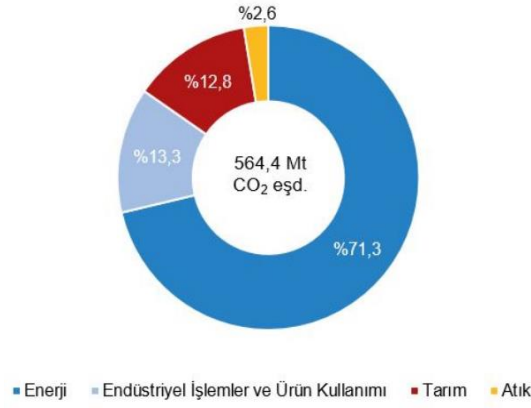
Şekil 1.8. Sektörlere göre toplam enerji tüketimi (url_6)

Şekil 1.9'da görüldüğü üzere 2020 yılı toplam sera gazı emisyonu bir önceki yıla göre %3,1 artarak 523,9 Mt (milyon ton) CO₂ eşd. (eşdeğeri) olarak hesaplanmış ve kişi başı toplam sera gazı emisyonu 1990 yılında 4 ton CO₂ eşdeğer, 2019 yılında 6,2 ton CO₂ eşd. ve 2020 yılında 6,3 ton CO₂ eşd. olarak hesaplanmıştır.



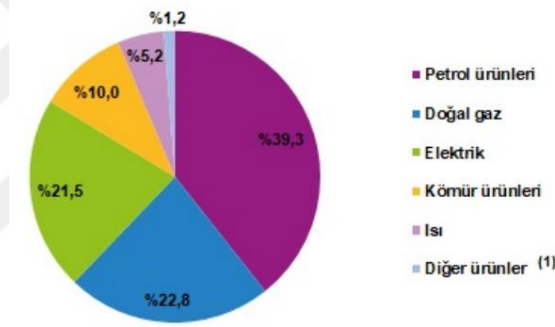
Şekil 1.9. Toplam ve kişi başı sera gazı emisyonu (url_7)

Şekil 1.10'da görüldüğü üzere toplam sera gazı emisyonlarında 2021 yılında CO₂ eşd. olarak en büyük payı %71,3 ile enerji kaynaklı emisyonlar alırken bunu sırasıyla %13,3 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, %12,8 ile tarım ve %2,6 ile atık sektörü olmuştur (url_7).



Şekil 1.10. Sektörlere göre sera gazı emisyon oranları (url_7)

Şekil 1.11’de görüldüğü üzere Enerji ürünlerinin nihai kullanımında 2021 yılında petrol ürünleri %39,3 ile ilk sırada, %22,8 ile doğal gaz, %21,5 ile elektrik %10,0 ile kömür ürünleri, %5,2 ile ısı ve %1,2 ile diğer ürünler olmuştur (url_8).

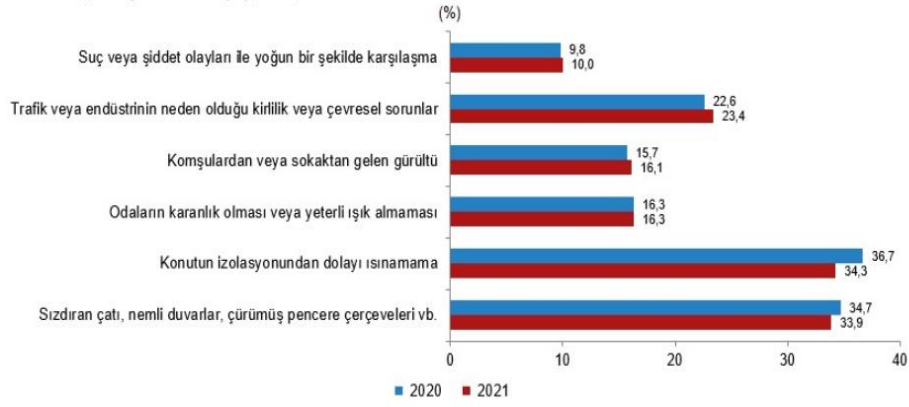


Şekil 1.11. Enerji ürünlerinin nihai kullanım oranları (url_8)

1.4.1. Isı yalıtımının tanımı ve amacı

Isı yalıtımı: Yapılarda ve tesisatlar da ısı kaybı ve kazancının sınırlandırılması için yapılan işleme denir (Çakallı, 2013). Isı yalıtımı, ısı hareketlerini ve buhar yoğunlaşmasını azaltır. Binalarda oluşabilecek nem, küflenme, donma, bozulma, demir aksamının çürümesi gibi korozyonların önüne geçilmesi, ısı kayıp ve kazançlarının azaltılması için dış cephe duvarları, cam ve doğramaları, çatıları, döşemeleri ve tesisatlarında alınan önlemler bütünüdür (url_9).

İnsanların konforlu bir yaşam sürebilmeleri için sıcaklığın 20 - 22°C olması gerekmektedir. Ülkemizin büyük bir kısmında hava sıcaklıkları, kış aylarında dış ortam sıcaklıkları 20°C’nin altında, yaz aylarında ise 20°C’nin üstündedir. Bu nedenle binalarda



Şekil 1.13. Konut ve çevre problemleri (url_11)

1.4.2. Isı yalıtımın faydaları

Isı yalıtımın başlıca faydaları şunlardır;

1. Ülkeler için enerji tasarrufu ile ekonomik kalkınma ve sağlıklı bir çevre, bireyler için ise yakıt tasarrufu ile artan bir bütçe ve aynı zamanda daha iyi konfor şartları sağlamaktadır.

2. Hava kirliliğini engeller.

3. Yönetmeliklere uygun yapılacak ısı yalıtımı, ısınma veya serinleme amacıyla yaptığımız harcamalardan ortalama % 50 tasarruf eder.

4. Yapılan ısı yalıtımı ile yazın serin kalmaya kışın daha iyi ısınmaya olanak sağlar.

5. Isı yalıtımı ile daha az yakıt kullanılacağından CO₂, SO₂ gibi gazların atmosferde varlığı azalır.

6. Dengeli oda sıcaklıkları sağlanarak konforlu ve sağlıklı mekanlar oluşturur.

7. Yapılarda küflenme, mantar, ve siyah leke oluşmasına neden olan yoğuşmayı önler.

8. Isıtma ve soğutma için kullanılan yakıt, elektrik ve işletme giderleri azaltılarak tasarruf sağlanır.

9. Isı yalıtımı ile harcadığımız enerji miktarı her yıl azalır.

10. Sağlayacağı verimlilikle, ülkemizin enerjide dışa bağımlılığını azaltır.

10. Betonarme yapının içindeki demirlerin paslanmasını engeller ve böylece binamızın depreme karşı dayanıklılığını korur (Kaplan, 2012, Bektaş ve ark.2017).

1.4.3. Isı yalıtımın depreme etkisi

Isı yalıtımı malzemeleri ile sadece ısı tasarrufu değil aynı zamanda su, ses, yangın ve depreme karşıda etkilidir. Bu nedenle malzeme seçilirken sadece ısı geçirgenliği düşünülmemeli. Isı ve su yalıtımı ile daha az enerji harcanması, doğal kaynakların korunması, enerji faturalarının düşürülmesi açısından önemli iken binaların depreme dayanıklılığı açısından da oldukça önemli bir faktör olarak dikkate alınabilir.

Bina ağırlığının fazla olması deprem davranışında etkilidir. Yalıtım malzemesi binaya ağırlık katacaktır, bu yüzden yalıtım malzemesinin hafif olması ve özellikle hafif malzemelerin seçilmesi de önemlidir (Bektaş ve ark.2017).

1.4.4. Ses yalıtımı

Ses, fizikte her çeşit ortamda moleküllerin titreşimi yoluyla dalgalar halinde yayılan bir tür mekanik enerji şeklinde tanımlanırken, tıp dilinde ise ses, kulak tarafından algılanan hava, su ya da benzeri elastik bir ortamdaki basınç değişimidir (Karaağaçlıoğlu, 2012). İnsan kulağı 20 Hz ile 20.000 Hz arasındaki sesleri işitebilir (Çomaklı ve ark., 2005) ancak genellikle bina akustiği frekans aralığının 50 Hz ile 5000 Hz arasında üçte bir oktav bantları ile tanımlandığı düşünülmektedir. Havada yayılan ses yalıtımı, düşük frekans aralığında en düşük ve yüksek frekans aralığında en yüksek olma” eğilimindedir (Boyras, 2022)

Hava ile yayılan sesin yalıtım malzemesi bünyesinde absorbe edilmesi ses yalıtımında temel prensip olarak görülmektedir (Bayer, 2006).

Ses absorpsiyonu (emilmesi, yutulması) ve ses yalıtımı ile gürültüden korunabilir, böylece sağlığımızı da korumuş oluruz (Çomaklı ve ark., 2005).

Kentlerde gelişen teknoloji ile birlikte gürültüde artmıştır. Gürültü insanda, işitme bozukluğuna, kan basıncının artmasına, çalışma veriminin düşmesi, uykusuzluk ve sinirlilik gibi psikolojik etkilere neden olmaktadır. Yapı elemanlarında alınacak

önlemler ile bina içerisinde istenen ses seviyesinin sabit tutulması, ses veya gürültü yalıtımı olarak tanımlanabilir. Ayrıca komşuluk ilişkilerinin sağlıklı yürümesi için çok katlı konutlarda katlar arasında ve iç duvarlar arasında yapılacak ses yalıtımı faydalı olacaktır (Çomaklı ve ark., 2005).

Ses azaltma malzemenin yoğunluğu ile ilgilidir. Yani yüksek yoğunluklu malzemeler daha iyi bir ses azaltma verimi gösterirler (Karaağaçlıoğlu, 2012).

Ses yalıtımı ile işitsel konforun sağlanması için Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 31 Mayıs 2017 tarihinde “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik” yayımlanmıştır. Bu yönetmeliğe göre “ Her türlü yapı, bina, tesis ve işletmenin işletimi ve kullanımı safhalarında insanların maruz kalacağı, binaların dışından veya içinden kaynaklanan gürültülerin, kişilerin huzur ve sükûnuna, beden ve ruh sağlığına olumsuz etkilerini en aza indirecek iyi işitme ve algılama koşullarının sağlanması amaçlanmıştır ” denilmektedir.

1.4.5. Su yalıtımı

Su yalıtımı; yapıların kar, yağmur gibi yağış sularından, zeminden gelebilecek yeraltı sularından, toprakta bulunan ve yer altı sularıyla yapıya ulaşan her türlü malzemedan korunması amacıyla yapılan yalıtıma denir. Yapının su almaması; nem, rutubet ve küf gibi problemlerinin olmaması korozyonu önleyebilir. Bu nedenle binanın ömrünü uzatabilmek için su yalıtımı önemlidir. Türkiye deprem riski yüksek bir bölgededir ve deprem sonrası yapılan incelemelerde yapı hasarlarının önemli etkenlerinden biri de donatı korozyonu olduğu görülmüştür. (Özgündüz, 2019).

Su yalıtımı yapılmayan binalarda, suyun hangi şiddette, hangi halde ve nereden gelirse gelsin yapı kabuğundan içeri girerek yapı malzemelerinin dayanıklılığını azaltır ve zaman içinde çürümesine yol açabilir. Yapı elemanlarına zarar vermesini önlemek için su yalıtımı yapılır (Akyol, 2008). Yapı elemanlarının kuru olması binanın konforlu olmasını sağlar (Kartal ve Üstündağ, 2016).

1.4.6. Yangın yalıtımı

Yangın yalıtımı proje aşamasında, yangının çıkmasını önleyecek aktif ya da pasif önlemlerle hiçbir hasar vermeyecek şekilde düşünülmeli ve binanın taşıyıcı sistem stabilitesini koruyarak belli bir süre ayakta kalmasını sağlayacak şekilde

hazırlanmalıdır. Yangına dayanıklı malzemelerle yatay ve düşeyde bölmeler yaparak yangının yayılmasını önlemek, yangın ortamında belirli bir süre yangından kaçış yollarının kullanılması ve can sağlığı açısından güvenli ortam sağlamaktır. Yangın sırasında yapılarda kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin yanarak yangının yayılmasını kolaylaştırmaması istenir (Türkmen, 2016).

Yapılan araştırmalara göre yangın sırasındaki ölümlerin büyük bir bölümü yoğun duman ve yalıtkanların yanması sırasında ortaya çıkan azot oksitleri, kükürtdioksit, siyanitrik asit, hidroklorik asit ve karbon monoksit bileşimli gazlar nedeniyle olduğu bilinmektedir. Yalıtım malzemelerinin yangına dayanıklılığının yanı sıra koyu duman çıkarmama ve zehirli gaz yaymama özelliklerine de sahip olmaları beklenir (Kalaycı, 2016). Çizelge 1.2’de TS EN 13501-1 standardına göre yapı materyallerinin yangın dayanım sınıfları, yanıcılık özellikleri ve bu sınıfların örnek malzemeleri türleri verilmiştir.

Çizelge 1.2. TS EN 13501-1 standardına göre yapı malzemelerinin yangın esnasındaki performansları (Türkmen, 2016 ve Yıldırım, 2021)

Sınıf	Yanıcı Özelliği	Örnek Malzemeler
A1	Hiç yanmaz	Doğal taşlar, çimentolu ürünler, metaller ve alaşımları, seramikler.
A2	Zor yanıcı	Anorganik alüminyum kompozit levhalar, alçıpan levhalar
B	Zor Alevlenici	PU ve PIR dolgulu sandviç paneller
C	Zor Alevlenici	Yangın geciktirici katkı ahşap levhalar, fenolik köpükler
D	Normal alevlenici	Ahşap levhalar, polietilenli kompozit levhalar.
E	Normal alevlenici	XPS, EPS, polietilen köpük.
F	Kolay alevlenici	E sınıfı kriterlerine uymayan veya daha test edilmemiş materyaller.

1.5. TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları

Türkiye’de yalıtım üzerine yayınlanan ilk mevzuat 1970 yılında yürürlüğe giren “TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” standardıdır. 1977 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca çıkarılan “Isıtma ve Buhar Tesislerinin Yakıt Tüketiminde Ekonomi Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılması Yönetmeliği” hazırlanmış ancak bu yönetmelik ile mevcut imar yönetmeliği arasındaki kopukluklar nedeniyle başarılı olamamıştır. 1981 yılında “Isı Yalıtım Yönetmeliği” yürürlüğe girmiştir. 1995 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca “TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” revize

çalışmalarına başlanmış, 29 Nisan 1998 yılında TS Teknik Kurulunca onaylanarak yürürlüğe girmiştir. 14 Haziran 1999 tarih ve 24043 sayılı Resmi Gazetede Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca zorunlu standart olarak, 14 Haziran 2000 tarihinden itibaren tüm binalarda “TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” uygulanmak koşuluyla yayımlanmıştır.

09.10.2008 tarih ve 27019 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak “Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği” yürürlüğe girmiştir (Bayraktar ve Bayraktar, 2016). TSE 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları 2013 yılında son halini almıştır (Şimşek, 2019). Bu standardın amacı; ülkemizdeki mevcut binaların ısıtma enerjisi tüketimlerini belirlemek. Yeni yapılacak bir binada ise ait çeşitli tasarım seçeneklerine bu standartta açıklanan hesap metodunu ve değerlerini uygulayarak, ideal enerji performansını sağlayacak tasarım seçeneğini belirlemektir. Binaların enerji ihtiyacını hesaplayarak, bina sektöründe gelecekteki enerji ihtiyacını milli seviyede tahmin etmek yönetmeliğin amaçlarından. Standardın ve yönetmeliğin uygulanmasının denetimi; Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Milli Eğitim Bakanlığı, Valilikler ve Belediyeler tarafından yapılmaktadır (İşbilir, 2009, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023).

1.6. 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu

Enerjinin etkin kullanımı, istenilen performans düzeyi, kalite ve konfor koşullarından ödün verilmeksizin, bir hizmet elde etmek için gerekli olan enerji miktarının azaltılması olarak tanımlanabilir. Binalar en önemli enerji tüketen kaynaklardan biri olarak toplamda kullanılan elektriğin yarısını, doğalgazın üçte birini tüketmekte ve oluşan sera gazlarının üçte birinden sorumlu olduğu, Uluslararası Enerji Ajansı (IEA-International Energy Agency, 2008) ülkeleri arasında yapılan bir çalışmayla ortaya koyulmuştur. Ayrıca yapıda enerjinin etkin kullanımı söz konusu olduğunda iki durumdan söz edilebilir. Bunlardan birincisi, yeni tasarlanacak yapıların enerji etkin pasif sistem şeklinde kurgulanması (enerji etkin bina tasarımı); ikincisi ise mevcut yapıların yeni düzenlemelerle (ısı yalıtımı ve aktif sistemler) enerji etkin yapı haline getirilmesidir (Kalaycı, 2026).

Enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması amacıyla 02.05.2007 tarih ve

26510 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak “5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu” yürürlüğe girmiştir. Daha sonra Mülga Bayındırlık ve İskan Bakanlığı’na hazırlanan “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” 05.12.2008 tarih ve 27075 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Yeni ve mevcut binalarda enerji performansının yeterli düzeye getirilebilmesi için mimari proje tasarım ve uygulama esasları, ısı yalıtım esasları, ısıtma, soğutma, havalandırma ve iklimlendirme, sıhhi sıcak su hazırlama esasları ile elektrik tesisatı ve aydınlatma sistemleri hakkında usul ve esaslar yönetmelik kapsamında belirtilmiştir (Bayraktar ve Bayraktar, 2016).

Yönetmelik, Mevcut ve yeni yapılacak binalarda; mimari tasarım, mekanik tesisat, aydınlatma, elektrik tesisatı gibi binanın enerji kullanımını ilgilendiren konularda bina projelerinin ve enerji kimlik belgesinin hazırlanmasına ve uygulanmasına ilişkin hesaplama metotlarına, standartlara, yöntemlere ve asgari performans kriterlerine, enerji kimlik belgesi düzenlenmesi, bina kontrolleri ve denetim faaliyetleri için yetkilendirmelere, enerji ihtiyacının, kojenerasyon sistemi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmasına, ülke genelindeki bina envanterinin oluşturulmasına ve güncel tutulmasına, toplumdaki enerji kültürü ve verimlilik bilincinin geliştirilmesine yönelik eğitim ve bilinçlendirme faaliyetlerine, Korunması gerekli kültür varlığı olarak tescil edilen binalarda, enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik önlemler ve uygulamalar ile ilgili, Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulunun görüşünün alınarak bu görüş doğrultusunda yapının özelliğini ve dış görüntüsünü etkilemeyecek biçimde enerji verimliliğini artırıcı uygulamaların yapılmasına ilişkin iş ve işlemleri kapsar (Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği, 2008).

Enerji Performans Yönetmeliğinin 2023 yılı hedefi, yıllık 4 milyar TL ye ulaşması hedeflenen toplam enerji tasarruf potansiyelinin %30 unun binalardan yalıtımla enerji tasarrufu yapılarak sağlanabileceği belirtilmektedir (Botsalı ve ark., 2020).

1.7. Binalarda Isı Yalıtım Uygulamaları

Isı yalıtım uygulamaları gece ve gündüz sıcaklık farkının yüksek olduğu bölgelerde ihtiyaç olmuştur. Binalarda ısı yalıtımının kullanıldığı alanlar duvarlar,

çatılar ve döşemler olarak karşımıza çıkmaktadır. Isı kayıplarını minimuma indirmek için çatı, döşeme ve duvar yapının birleşim noktalarında kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin belli mekanik özellikleri taşıması gerekir. Kullanılacak malzemeler seçilirken bina tasarımı aşamasında basınç dayanımı, yoğunluk, ısı iletkenlik gibi özellikleri değerlendirilip yönetmelikte göz önünde bulundurularak karar verilmelidir (Çöl, 2020). Binalarda kullanılacak ısı yalıtım malzemelerinin enerji tasarrufuna doğrudan etki ettiğinden malzeme seçimi önemlidir. Bununla birlikte doğru detay, nitelikli malzeme kullanımı ve doğru uygulama da önemlidir (Candan, 2007).

1.7.1. Duvarlarda ısı yalıtım uygulamaları

Duvarlarda yalıtım malzemesi seçiminde malzemenin bünyesine kesinlikle su almaması, buhar difüzyon direncinin yüksek oluşu, üzerine doğrudan sıva uygulanabilirliği, basınç ve darbeye karşı dayanımın yüksek olması ve ısı iletim katsayısının çok düşük olması gerekmektedir (Kocagül, 2013).

Duvarlarda ısı yalıtım uygulamaları dıştan (mantolama), ortadan (sandviç) ve içten olacak şekilde üç şekilde yapılmaktadır.

1.7.1.1. Duvarlara dıştan yalıtım yapılması

Isı yalıtımı, binayı çevreleyen kabuk yani dış duvarın dış yüzeyine uygulanır. Dış duvarları çevresel etkilerden korumak ve ısı geçişini azaltmak için uygulanır ve mantolama ve ayrıca izolasyon olarak da bilinmektedir. Yapıyı oluşturan betonarme, tuğla, sıva gibi yapı elemanlarının açık halde kalmaması ve çevresel etkilerden etkilenmemesi için yalıtım levhalarının düzgün uygulanması önemlidir. Mantolama ile yapı ömrünü uzatmaktadır (Gören, 2022). Mantolama sistemi, hem yeni bina yüzeylerine hem de eski bina yüzeylerine kolayca uygulanabilir. Böylece binaya yeni bir görünüm kazandırmaktadır. Dıştan yalıtım sisteminin maliyeti kullanılmakta olan binalarda daha yüksek olmasına rağmen konut gibi uzun süreli kullanılan mekanlar için en uygun sistemdir. (Akıncı, 2007).

Yaz aylarında yalıtımlı duvar iç yüzey sıcaklığı ile yalıtımsız duvar iç yüzey sıcaklığı arasında 17–18 °C civarı bir fark meydana gelmektedir (Ünver ve ark., 2020). Dıştan yapılan ısı yalıtım uygulamalarında kullanılacak olan ısı yalıtım malzemelerinin

özellikleri Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik hükümlerine uygun olmalıdır (ÇŞB, 2015).

Mantolama sayesinde, yıllarca kullanılmış ve dış cephesi tahrip olmuş binalara bakım yapılır. Ayrıca dıştan mantolama yapılırken kullanılmakta olan binalarda yaşayanlar fazla etkilenmeden imalatlar tamamlanabilir (Gören, 2022). Şekil 1.14’de dış cepheden yapılan ısı yalıtımı görülmektedir.



Şekil 1.14. Dış cephe ısı yalıtımı (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2015)

1.7.1.2. Duvarlara içten yalıtım yapılması

Binalarda dış duvarların içten yalıtımı mevcut konumundan veya dış cephe görünüşünün bozulmasının istenmediği, uygulamalarının gerçekleştirilmesinin mümkün olmadığı durumlarda dıştan ısı yalıtımı yerine tercih edilebilmektedir. Konutlarda sıklıkla uygulanan bu sistem; sürekli bir ısıtma gerektirmeyen büro binaları, konser ve sinema salonları gibi kısa süreli kullanılan mekânlarda uygulandığında daha olumlu sonuçlar vermektedir (Aydın, 2010).

Binanın kolon, kiriş ve perde gibi taşıyıcı elemanları bağlı olan dış duvarlarda, ısı köprüsü oluşmaması için ısı yalıtım malzemesi sürekli olarak uygulanmalı, ısı köprüsü oluşturacak profil vb. tespit elemanlarından kaçınılmalıdır (Candan, 2007).

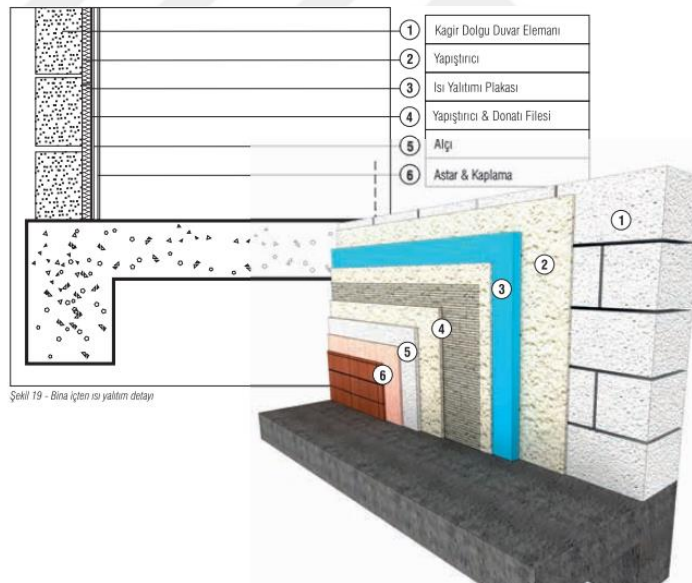
Duvarlara iç yüzeyden ısı yalıtımı yapılması durumunda, buhar difüzyonu sonucunda ısı izolasyon malzemesi içerisinde yoğuşma olasılığı oldukça yüksektir (Bayer, 2006).

Dıştan yalıtımlı duvarlarda görülen uygulama tekniğinin güçlüğü ve maliyet artışı gibi olumsuz özelliklere karşın, içten yapılan yalıtımın avantajları arasında, bina dış görünüşüne etki etmemesi, iskele gerektirmemesi, uygulama sırasında dış hava

durumundan etkilenmemesi, uygulama kolaylığı, istenilen mekân ya da duvar için uygulama olanağı vermesi, daha ekonomik olması, sayılmaktadır (Kocagül, 2013). Şekil 1.15 ve 1.16'da bina içinden yapılan ısı yalıtım uygulamaları görülmektedir .



Şekil 1.15. Bina içi ısı yalıtım uygulama detayı (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2015)



Şekil 1.16. Bina içi ısı yalıtım detayı (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2015)

1.7.1.3. Çift duvar arası ısı yalıtım yapılması

Yapı kabuğunun çift taraflı duvar olacak şekilde örülerek bu iki duvar arasında kalacak şekilde uygulanan ısı yalıtımının oluşturduğu katmana ortadan ısı yalıtımlı duvar (sandviç duvar) denilmektedir. Sandviç duvar olarak bilinen çift tabakalı duvarlar boşluklu veya boşluksuz olarak uygulanabilmektedir. Isı yalıtım levhaları boşluklu

sandviç duvarlarda, duvarın iç yüzeyine monte edilerek boşluğun levha ile dış duvar arasında kalması sağlanır. Boşluksuz sandviç duvarlarda ise ısı yalıtım levhası dış duvarın içeriye bakan tarafına monte edilir ve iç duvarda boşluk kalmayacak biçimde, yalıtım malzemesine bitişik şekilde iç duvar örülür (Gören, 2022). Ortadan yalıtımda tuğla veya sıva dış yüzeyinde, buhar direnci yüksek bir kaplama veya boya kullanılmamalıdır. Çünkü geçirimsiz tabaka duvarların kurumasını önler ve yoğuşma riskini artırır. Ayrıca duvarın nefes almasını önler. Şekil 1.17’de dolgu duvarda yapılan ısı yalıtımı görülmektedir.



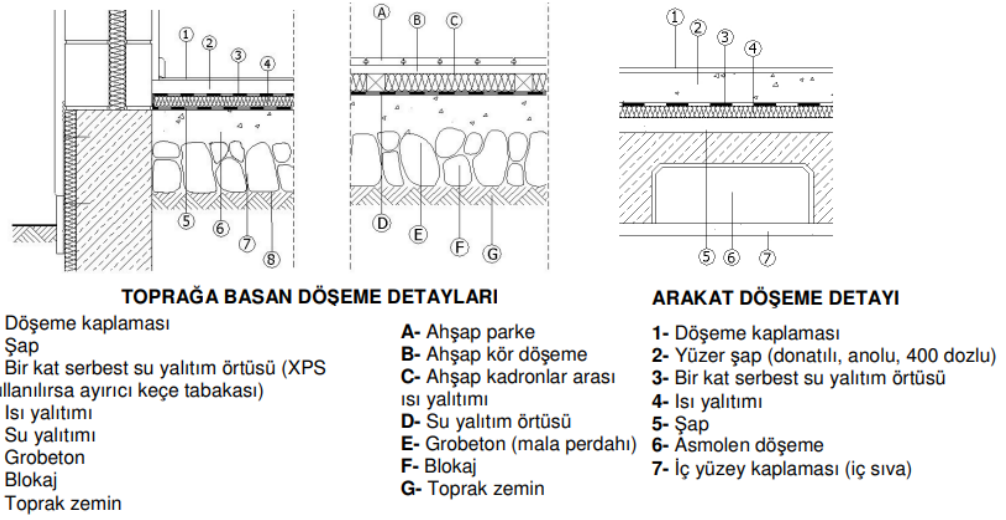
Şekil 1.17. Dolgu duvar ısı yalıtım detayı (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2015)

1.7.2. Döşemelerde ısı yalıtım uygulamaları

Toprağa basan döşemeler, asmolen arakat-tavan döşemeler, yerden ısıtılmalı döşemeler, çıkma döşemeler ve ısıtılmayan hacim üstü döşemeler olmak üzere uygulanan ısı yalıtımıdır. Döşeme betonunun yüzeyi düzgün, temiz, toz ve atıklardan arındırılmış olmalıdır. Uygulanacak ısı yalıtım malzemesi şap kalınlığı, döşeme kaplaması ve yükler gözönüne alınarak yeterli basma mukavemetine sahip olmalıdır (Bayraktar ve Bayraktar, 2016).

Zemin kat döşemeleri zeminle doğrudan ilişkili veya zemine yakın olmasından dolayı ısı kayıplarını azaltmak için kullanılan ısı yalıtım detaylarının çözümlenmesi, yapı kabuğunun diğer bölümlerinde uygulanan ısı yalıtım detaylarından farklılık arz etmektedir. Zemin kat döşemelerindeki ısı yalıtım malzemeleri döşeme ve dış duvarlardaki su, buhar yalıtımları ile ilişkili olduğundan burada kullanılacak yalıtım malzemesi yüksek nem direncine sahip olmakla birlikte basınç dayanımı da yüksek

olmalıdır (Erdabak, 2010). Döşemelerde yapılan ısı yalıtım detaylarına ait görseller Şekil 1.18’de görülmektedir.



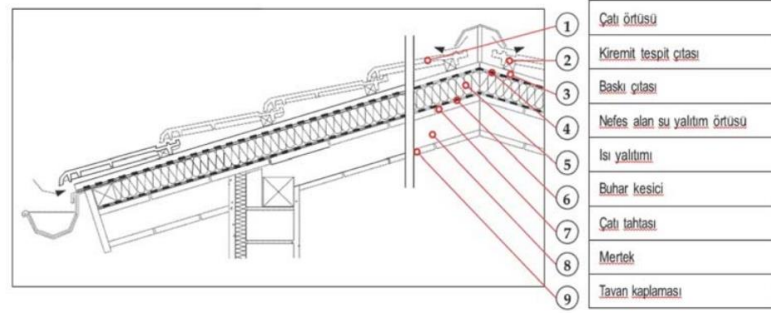
Şekil 1.18. Döşemelerde ısı yalıtım detayı (url_12)

1.7.3. Çatı ısı yalıtım uygulamaları

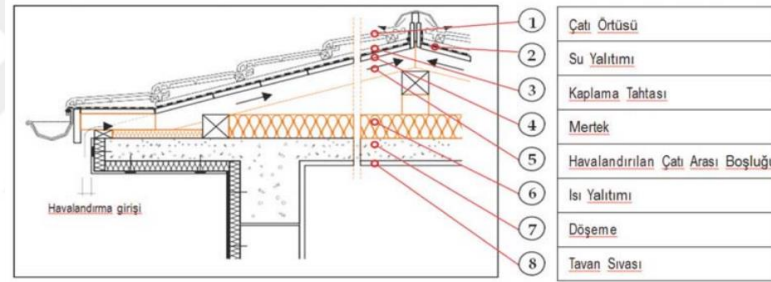
Yapıda en fazla dış etkene maruz kalan çatılardır. Çatıların maruz kaldığı iç ve dış ortam etkileri, fiziksel koşullarının kontrolleri amacıyla çatı yalıtımı oldukça önemli ve gerekli bir uygulamadır. Kar ile oluşan suların ve yağmur sularının birikintilerinin teras ve çatılarda aşınma yaratır. Soğuk havalarda, soğuk olan çatıların iç hacimlerinde oluşacak su buharı, bina çatısının kaplama kısmından ve özellikle kaplama esaslı örtü malzemelerinin (kiremit, metal kaplama vb.) aralıklarından doğrudan dış atmosfere çıkacaktır. Ancak, çatı yalıtımı ile yağış sularının çatı altına geçmesine engel olup, su buharının da havaya geçişini de engelleyeceğinden, alınacak çatı yalıtım önlemi ile su buharının kolayca dışarı çıkması sağlanacaktır. Bu yalıtım önlemi, dolaylı yönden enerji tasarrufunu da beraberinde getirecektir. Yaşam sürülen binaların, konutların yanı sıra endüstriyel kuruluşlarda ve fabrikalarda da çatıların yalıtılması gerekmektedir (url_13).

Çatı arası kullanılan-kullanılmayan çatılar ile üzerinde gezilebilen-gezilemeyen ters ve geleneksel teras çatılarda ısı yalıtımı uygulamasıdır. Çatılarda ısı yalıtımı malzemesi mertek arasına, mertek üzerine veya mertek altına uygulanabilir. Mertek üzeri veya çatı üzeri uygulamalarda rijit levhalar, mertek arası uygulamalarda mineral

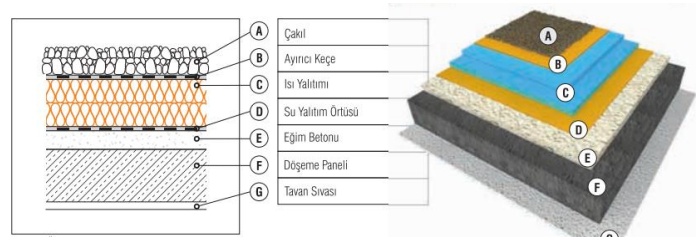
yünler kullanılmalıdır. Çatı arası kullanılan eğimli çatılarda ısı yalıtım detayına ait detay Şekil 1.19'da, çatı arası kullanılmayan çatılarda ısı yalıtım detayına ait detay Şekil 1.20'de, üzerinde gezilemeyen ters teras çatılarda ısı yalıtım detayına ait detay Şekil 1.21'de, üzerinde gezilebilen ters teras çatılarda ki ısı yalıtımı ise Şekil 1.22'de görülmektedir.



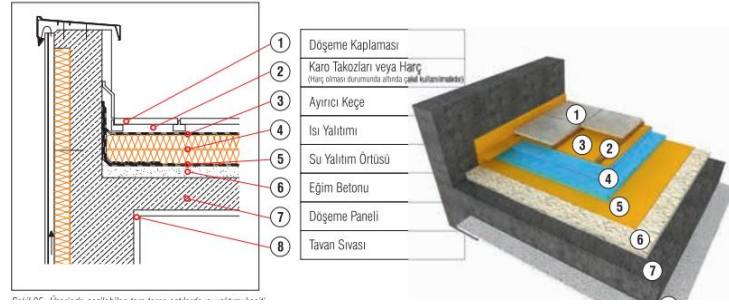
Şekil 1.19. Çatı arası kullanılan eğimli çatılarda ısı yalıtımı (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2015)



Şekil 1.20. Çatı arası kullanılmayan çatılarda ısı yalıtımı (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2015)



Şekil 1.21. Üzerinde gezilemeyen ters teras çatılarda ısı yalıtımı (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2015)



Şekil 1.22. Üzerinde gezilebilen ters teras çatılarda ısı yalıtımı (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2015)

1.8. Yalıtım Malzemeleri

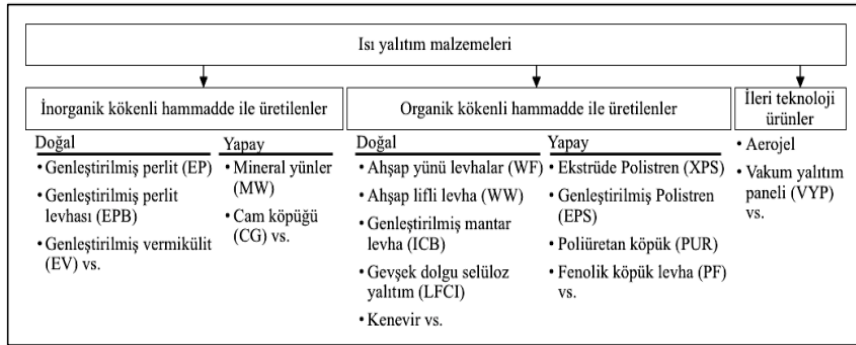
Isı yalıtım malzemesi binalarda ısı kaybını önlemek ve ısının soğuk havaya doğru akışını engellemek için kullanılmaktadır. Isı yalıtım malzemelerinin ısı geçişine karşı yüksek direnç sağlamalarının yanı sıra suya ve neme karşı yüksek dayanım, havayı geçirmeli ve nefes almalı, yanıcı olmamalı, yeterli basınç ve çekme mukavemetine sahip olması, zaman içinde özelliklerini kaybetmemesi, kokusuz olması, insan sağlığına ve çevreye zarar vermemesi gibi özellikleri taşıması da istenir (Öziç, 2013 ve Kıvrak, 2022). Isı iletkenlik katsayıları 0,06- 0,10 W/m.K'nin altında olan malzemeler, ısı yalıtım malzemeleri olarak tanımlanır (Çakallı, 2013).

Literatürde ısı yalıtım malzemeleri değişik şekillerde sınıflandırılmıştır.

Yapılarına göre;

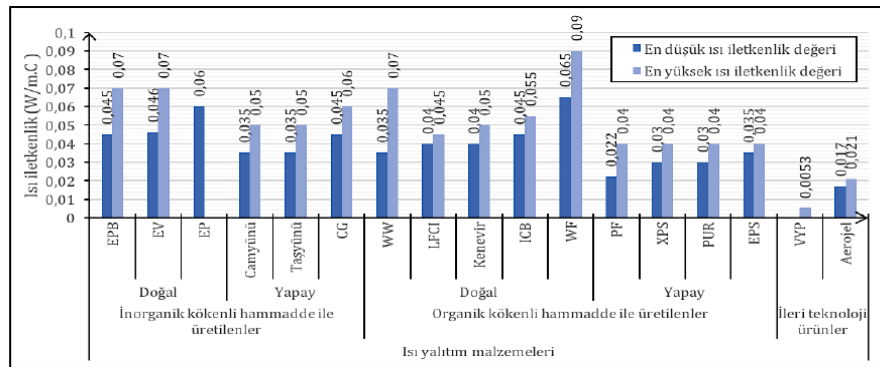
- Açık gözenekli veya elyafli malzemeler; camyünü, taş yünü, ahşap yünü, seramik yünü, cüruf yünü,
- Kapalı gözenekli malzemeler; EPS genişletilmiş polistiren köpük, XPS ekstürüde polistiren köpük, elastomerik kauçuk, polietilen köpüğü, cam köpüğü, örnek verilebilir.

Hammaddelerine göre; İnorganik kökenli hammadde ile üretilenler, organik kökenli hammadde ile üretilenler ve ileri teknoloji ürünleri olmak üzere üçe ayrılmıştır. Bu sınıflara örnek verilebilecek yalıtım malzemeleri Şekil 1.23'te görülmektedir.



Şekil 1.23. Isı yalıtım malzemelerinin sınıflandırılması (Özer ve Özgünler, 2019)

Isı yalıtım malzemelerinin en düşük ve en yüksek ısı iletkenlik değerleri Şekil 1.24'de verilmiştir.



Şekil 1.24. Isı yalıtım malzemelerinin en düşük ve en yüksek ısı iletkenliği (Çakallı, 2013)

Çizelge 1.3'de görüldüğü üzere ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılan bazı malzemelerin değerleri koyun yünü ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 1.3. Koyun yününün diğer yalıtım malzemeleriyle karşılaştırılması (Polat, 2018)

İZOLASYON MALZEMESİ	KOYUNYÜNÜ	CAM YÜNÜ	TAŞ YÜNÜ	MANTAR	GENLEŞTİRİLMİŞ POLİSTREN
İletkenlik Değeri (k değeri)	0.039 W/mK	0.044 W/mK	0.042 W/mK	0.040 W/mK	0.040 W/mK
Buhar direnç katsayısı	1	3	2	30	100
Nem çekme kapasitesi %100 RH	35	0	0	5	0
Yangına karşı dayanıklılık	Mükemmel	İyi	İyi	Zayıf	Zayıf
Üretilirken enerji gideri	Az	Orta	Orta	Az	Çok
Hava kirliliği emisyonu	Az	Orta	Orta	Az	Çok fazla
Kullanımı sırasında koruyucu önlemler	Yok	Maske eldiven özel kıyafet	Maske eldiven özel kıyafet	Eldiven	Maske eldiven özel kıyafet
Hammaddede kaynağı	Doğal	Doğal	Doğal	Doğal-Kısıtlı	Sentetik
Ürün nakliye gideri	Orta	Düşük	Düşük	Yüksek	Yüksek
Ses yalıtımı	Yüksek	Orta	Orta	Orta	Yüksek
Nemden olumsuz etkilenme	Yok	Yüksek	Orta	Yok	Yok
Geri dönüşüm, yeniden kullanım	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır

İletkenlik değeri, λ ; Watts perm eter Kelvin, düşük kelvin değeri daha yüksek yalıtımlı ifade etmektedir.
Buhar direnç katsayısı; havanın buhar difüzyon direnç katsayısı 1μ kabul edilmiştir.
Nem çekme kapasitesi %; ortamdaki bağıl nem tutabilme katsayısı

Kullanılan bazı yalıtım malzemeleri aşağıda özetlenmiştir.

1.8.1. Taş yünü

Taş yünü inorganik hammaddeler olan dolomit, bazalt ve diyabaz gibi taşların 1350 °C - 1400 °C sıcaklıkta eritilip elyaf haline getirilmesi ile elde edilen lifli yalıtım malzemesidir (Çakallı, 2013). Açık hücreli yapıdadır (Ülker, 2009). Kullanım yerine, amacına göre farklı boyut ve teknik özelliklerde şilte, levha, dökme, boru şeklinde üretilir (Bayer, 2006). Piyasada düşük yoğunlukta olan taş yünü rulo halinde, yüksek yoğunlukta olanları ise şilte halinde bulunur. Buna göre taş yünü, 1,5-6,5 ton/m² arasında basma dayanımına sahiptir. Taş yünü hacminin % 2,5-10'u arasında su emme özelliği bulunmakta (Bayer, 2006 ve Akıncı, 2007), lifli yapıda ve gözenekli olmasından dolayı ise su emme özelliği yüksektir. Ancak taş yünü ısladığı zaman yalıtım özelliği kaybolur. Fakat bazı taş yünü tiplerinde malzemenin içine su itici silikon sıkılarak malzemenin yalıtım özelliğinin kaybetmemesi sağlanır (Akıncı, 2007).

Taş yününün yoğunlukları 20-200 kg/m³ arasında değişmektedir. Özgül ısısı ise 0,8-1,0 kJ/kgK arasında değişmektedir. 250 °C'den fazla sıcaklıklar karşısında deforme olur (Arslan ve Aktaş, 2018). Isı iletim katsayıları ise 0,033-0,040 W/m.K arasında değişmektedir (Çakallı, 2013). Yüksek frekanslı gürültülerin azaltılmasında oldukça etkili olup, TS EN 13501-1'e göre "yanmaz malzemeler" olarak nitelendirilen A1 sınıfı yanmaz ürün olarak kullanılabilir (Küçükali Öztürk ve ark., 2020). Kullanım sıcaklığı: -50/+650 °C ve üretilen kalınlıklar: Levha ve boru 25/100 mm, kullanım alanları: Sıcak hatlar, klimalar, havalandırma kanalları ve yangın yalıtımı (Akdaş ve Ömür, 2016). Haşere barındırma, küflenme, çürüme gibi olumsuzluklar gözlenmez (Gören, 2022). Ayrıca taş yünü üreticiler tarafından geri dönüştürülebilir veya katı atık sahasında yok edilebilir (Arslan ve Aktaş, 2018). Şekil 1.25'de örnek bir taş yünü fotoğrafı verilmiştir.



Şekil 1.25. Taş yünü

1.8.2. Cam yünü

Cam yünü 1200-1250 °C’de doğal silis kumu ve cam karıştırılarak üretilen lifli yalıtım malzemesidir. Kullanım yeri ve amacına göre farklı boyut ve yoğunlukta değişik kaplama ve katkı malzemesi ile şilte, levha, boru ve dökme şeklinde üretilmektedir (Arslan ve Aktaş, 2018 ve Candan, 2007). Üretilen cam yünü malzemelerin yoğunlukları 15-200 kg/m³ arasında değişmekte olup yoğunluk değeri optimum 60-65 kg / m³ dür. Yüksek sıcaklık ve nem oranlarında bile boyut değişimi yaşamazlar. Atmosferik şartlara dayanıklı, zamanla bozulmalara uğramaz, küflenmez, çürümez ve korozyona uğramazlar. Böceklenme olmaz (Sarı,2020 ve Akıncı,2007). Cam yününün basınç, çekme, kopma vs. dayanımı, ürünün yoğunluğuna göre değişkenlik gösterir (Çakallı, 2013). Kullanım sıcaklığı -50 °C ile +250 °C aralığındadır. Açık hücreli bir yapıya sahiptirler (Akpınar Sungur, 2020 ve Sarı, 2020).

Bina kullanımında çatılarda, havalandırmalı duvar ve çift duvar arası boşluklarda ile asma kat döşemelerinde kullanılırlar. Ses yalıtımı olarak bölme duvarlarda panellerin arasına koyulur (Sarı, 2020). TS-825’e göre inşaatlarda kullanılacak camyünü Isı iletim katsayısı 0,040 W/m.K’dir (Çakallı, 2013). DIN 4102’ye ve TS EN 13501-1’e göre A1 (yanmaz) ve A2 (zor yanıcı) olabilirler. Ancak bağlayıcı olarak kullanılan bakalit sebebiyle 250°C’den fazla sıcaklıkta deforme olurlar (Arslan ve Aktaş, 2018). Şekil 1.26’da örnek bir cam yünü fotoğrafı verilmiştir.



Şekil 1.26. Cam yünü

1.8.3. Genleştirilmiş polistiren köpük (EPS)

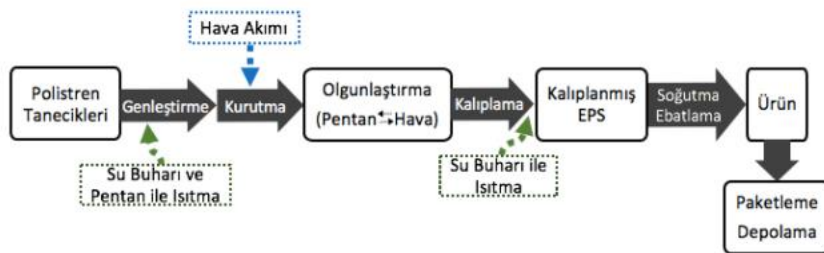
EPS, polistren hammaddesinin su buharı teması ile pentan gazının şişirilmesi sonucu elde edilir (Türkmen, 2016 ve Akdaş ve Ömür, 2016). Kullanılacağı yere göre 10 kg/m^3 ile 60 kg/m^3 arasındaki yoğunluklarda üretilir (Türkmen, 2016), yoğunluğunun artması ile basınç mukavemeti, fiyatı, buhar geçirimsizliği artar. Farklı boyutlarda üretilebilir (Çöl, 2020). Isı iletkenlik hesap değeri $0,031 - 0,040 \text{ W/mK}$ 'dir (Bayer, 2006). TS EN 13501-1'e göre yanma sınıfı E (normal alevlenici)'dir (Akdaş ve Ömür, 2016). %97'si havadan oluşan EPS çok hafiftir, kolay taşınır ve uygulanır (Gören, 2022).

EPS'nin ülkemizde daha çok bilinen adı olan "strafor" dur. Günümüzde EPS'nin piyasada tane büyüklüğü, işlenme özellikleri ve kullanma maksatlarına göre aşağıdaki gruplara ayrılmıştır.

- * Styropor P : Standart köpük maddesi için,
- * Styropor F : Zor alev alan köpük maddesi için,
- * Styropor H : Doymuş karbonhidratlara dayanıklı köpük maddesi için,
- * Styropor G : Renkli köpük maddesi elde etmek için,

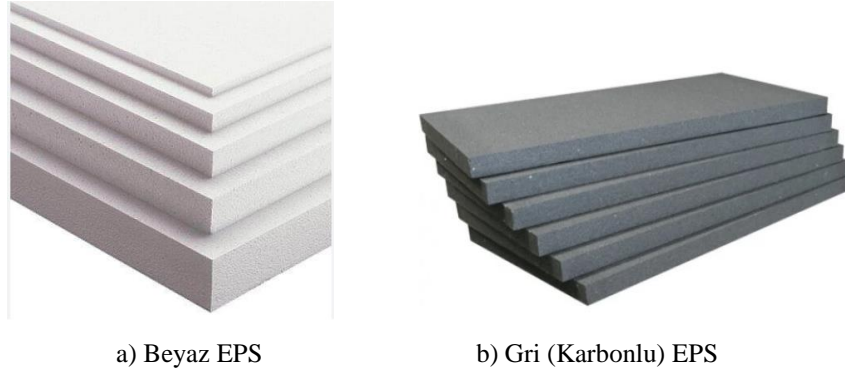
yalıtım malzemesi olarak tercih edilmesinde ekonomik olması da etkilidir (Akıncı, 2007).

EPS üretimi sırasında grafit katkısıyla elde edilen koyu gri renkli strafor ürünüdür. Karbonlu EPS içeriğindeki grafit katkısı, ürünün kızıl ötesi emicilik ve yansıtıcılık özelliği kazanmasını sağlar, malzemenin ısı iletkenlik değerini düşürerek, ısı yalıtım performansını artırır (url_14). EPS'ye ait üretim şeması Şekil 1.27'de görülmektedir.



Şekil 1.27. EPS üretim şeması (Özer, 2017)

Şekil 1.28 (a)'da EPS beyaz, (b)'de ise EPS karbonlu malzemeye ait örnek fotoğraf verilmiştir.



Şekil 1.28. EPS (Genleştirilmiş polistiren köpük) (Özer, 2017)

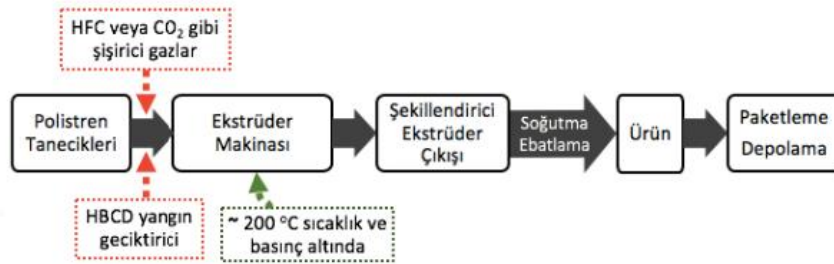
1.8.4. Ekstrüde polistiren köpük (XPS)

XPS, polistiren tanelerinin bir ekstrüzyon presine eritilerek levha halinde çekilmesi ile üretilen yalıtım malzemesidir (Arslan ve Aktaş, 2018). XPS levha, homojen hücre yapısına sahip köpük malzemelerdir (Kaya ve Karakurt, 2016). Güneş ışınlarından etkilenir, bazı kimyasal çözücülere dayanıksızdır. Biyolojik etkilere dayanıklıdır ve çürümemektedir (Ülker, 2009). Kullanım yeri ve amacına göre farklı boyut ve basma dayanımında üretilmektedir. Kullanım sıcaklığı -50 ile $+75$ °C aralığındadır. %100 kapalı gözenekli homojen hücre yapısına sahip olup bünyesine su almamaktadır. Kapiler emiciliği yoktur. Basma (mukavemet) dayanımı çok yüksektir. TS EN 13501-1'e göre E, normal alevlendirici sınıfındadır. XPS petrol türevi bir ürün olduğundan yanıcıdır. Yanma sırasında zehirli gazlar ortaya çıkardığından ekolojiye zararlı olarak değerlendirilmektedir (Akelçi, 2016). Ülkemizde de 2002 yılı sonunda Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren Yangında Korunma Yönetmeliği gereğince söz konusu malzemelerin kullanım alanları sınırlandırılmıştır (Öziç, 2013).

Pürüzsüz (ciltli) ve pürüzlü veya pürüzlü ve kanallı yüzey biçimleri bulunmaktadır (Yaman ve ark., 2015). Yoğunlukları $25-50$ kg/m³, ısı iletim katsayıları ise $0,028-0,036$ W/m.K arasında değişmektedir. Su emmediği için her türlü hava şartında uygulanabilir ve uygulama sırasındaki işçilik hatalarından olumsuz etkilenmez.

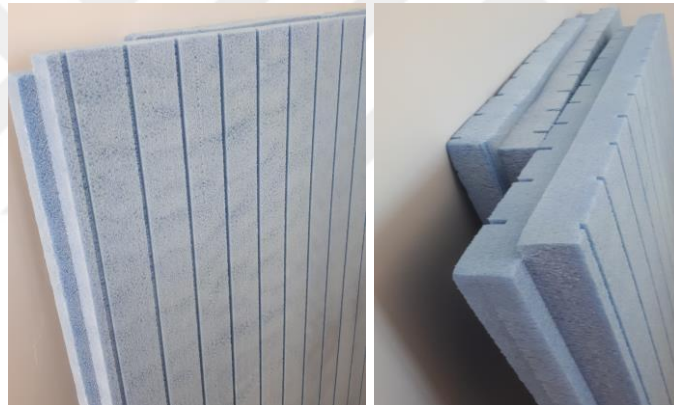
Her çeşit kesici aletle kesilebilir, ufalanmaz. Isı iletkenlik katsayısı düşük olduğundan daha az kalınlıkta uygulanabilir (Yılmaz, 2012).

Binalarda çatı katlarında, teras çatılarda, dış duvarlarda, döşemelerde ve tavanlarda yalıtım malzemesi olarak kullanılabilir (Kalaycı, 2016). XPS'e ait üretim şeması Şekil 1.29'da verilmiştir.



Şekil 1.29. XPS üretim şeması (Özer, 2017)

Şekil 1.30'de XPS'e ait örnek fotoğraflar verilmiştir.



Şekil 1.30. XPS (Ekstrüde polistiren köpük)

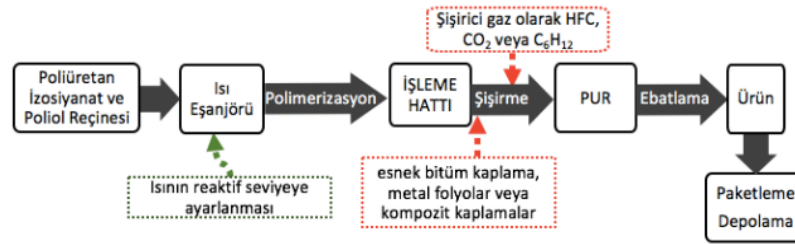
1.8.5. Poliüretan köpük (PUR)

Poliol ve izosiyanürat adı verilen iki kimyasal malzemenin karışımları sırasında hava yardımıyla köpürüp sertleşmesiyle elde edilen, levha, sandviç panel ve püskürtme yöntemiyle kullanılan bir yalıtım malzemesidir (Bayer, 2006 ve Arslan ve Aktaş, 2018,). Levha olarak bazı binalarda içi sert poliüretanla doldurulmuş çelik paneller taşıyıcı duvar olarak da kullanılmakta, püskürtücü yardımı ile bina boşluklu duvarları (alçıpan panel duvarlar gibi) doldurulabilir (Arslan ve Aktaş, 2018 ve Gökçe, 2019).

Hücrelerin %95'i kapalı gözenekli malzeme ve kimyasallardan etkilenmemektedir (Akelçi, 2016). Yoğunluğu 30-200 kg/m³ arasında, ısı iletim katsayıları 0,021-0,030 W/mK arasında değişmektedir (Çakallı, 2013 ve Ülker,2009).

Yangına tepki sınıfı D, E veya F'dir (Yaman ve ark., 2015). $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $+110\text{ }^{\circ}\text{C}$ derece arasında kullanıma uygun ancak mor ötesi ya da ultraviyole ışınlarına maruz kaldığında hücre yapısı bozulabilir (Gören, 2022).

$120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'den yüksek sıcaklıklar karşısında deforme olarak özelliğini yitirir. Yangın esnasında hidrojen siyanür gazı ortaya çıkardığı için 1989 yılından itibaren mobilya endüstrisinde kullanımı yasaklanmıştır. Buna rağmen, yapılarda kullanımı serbesttir (Özgündüz, 2019). Poliüretana ait üretim şeması Şekil 1.31'de görülmektedir.



Şekil 1.31. Poliüretan üretim şeması (Özer, 2017)

Şekil 1.32'de uygulaması yapılan poliüretan köpüğe ait örnek bir fotoğraf verilmiştir.



Şekil 1.32. Poliüretan köpük (url_15)

1.8.6. Isı yalıtım sıvası

Isı yalıtım sıvası geliştirilmiş inorganik minerallerden oluşan bir yalıtım malzemesidir. Doğal ısı yalıtım sıvası bileşiminde petrol türevi kimyasal ya da kanserojen hiçbir madde içermez. İçerisinde bor, taş tüyü, cam kürecik ve geliştirilmiş mineraller barındıran kuru forma sahip toz grubu sınıfında doğa dostu yanmaz bir sıvadır. Isı, ses, su ve yangın yalıtımında mükemmel bir performans sağlar. Yoğunluğu oldukça düşüktür ve normal sıvalara göre 6 kat daha hafiftir. Hafifliğinin artışı binanıza fazladan yük yapmamış olması ve buna balı olarak deprem dayanımının artmasıdır. İnorganik mineral kökenli bir yapıda olduğu için su emmez, zamanla şekil değişikliğine uğramaz, çürümez ve bozulmaz. uzun ömürlüdür. Nefes alma özelliği sayesinde

duvarlarda nem, rutubet, bakteri ve küf oluşumunu engeller. Uygulanması oldukça kolaydır. Ekonomiktir. Yeni yapılan projelerde kaba sıva ihtiyacını ortadan kaldırarak para ve zaman tasarrufu sağlar (url_16). Şekil 1.33’de ısı yalıtım sıvası uygulamasına ait örnek fotoğraflar verilmiştir.



Şekil 1.33. Isı yalıtım sıvası (url_16)

1.8.7 Seramik Yün

Seramik yünü 2–5 μm çapında iç içe geçmiş liflerden oluşan gözenekli bir yalıtım malzemesidir. Rulo, levha, dökme şekillerinde üretilebilmektedir. Seramik yünü 1200 °C-1400 °C gibi yüksek sıcaklıklara dayanıklı bir ısı yalıtım malzemesi olup TS EN 13501-1 standardına göre A1 yanmaz sınıfında bir malzemedir. Yoğunluğu malzemenin seklene göre 100–150 kg/m^3 arasında, ısı iletkenlik değeri 0,07 W/mK ‘dir. (Öngel, 2021).

Seramik yünü ülkemizde üretimi olmayıp ithal edildiğinden fiyatı diğer lifli yalıtım malzemelerine göre pahalıdır. Yüksek sıcaklık dayanımı olmasına karşın yumuşak bir malzeme olmasından dolayı levha tiplerinin bile basınç dayanımı düşüktür. Ayrıca nem emilimine, ciddi lif tozlaşması ve soyulması insan derisine ve solunum sistemine zarar vermesi gibi olumsuz özellikleri bulunmaktadır (Akelçi, 2016). Şekil 1.34’de seramik yüne ait örnek bir fotoğraf verilmiştir.



Şekil 1.34. Seramik yün (url_17)

1.8.8 Kauçuk köpük

Kullanım yerine göre farklı boyut ve teknik özelliklerde boru ve levha olarak üretilmektedir. Isı yalıtımı ve yoğuşma (terleme) kontrolü maksadıyla kullanılmaktadır. Isı iletkenlik değeri $\lambda \leq 0,034$ W/mK'dir. Su buharı difüzyon direnç faktörü $5000 \geq \mu \geq 7000$ 'dir. Kullanım sıcaklığı $-50/+105^{\circ}\text{C}$ aralığındadır. Kapalı gözenekli ve esnektir. Güneşin mor ötesi ışınlarına karşı hassastır (url_18).

Ekstrüzyon metoduyla, boru veya levha şeklinde üretilen elastomerik kauçuk köpüğü esaslı malzemelerdir. Soğuk ve ılık hatlarda ve kanallarda kullanılmaktadır. Tesisat yalıtımında kullanılmak üzere $40-75$ kg/m³ yoğunluklarında levha ve boru biçiminde üretilir. Ayrıca alüminyum folyo kaplamalı veya kaplamasız olarak da üretilirler (Akdaş ve Ömür, 2016). Şekil 1.35'de kauçuk köpük malzemesine ait örnek bir fotoğraf verilmiştir.



Şekil 1.35. Kauçuk köpük (url_18)

1.8.9 Fenol Köpük

Fenol köpükler: Fenol-Formaldehit bakalitine anorganik şişirici ve sertleştirici maddeler eklenerek üretimi gerçekleştirilir. Düşük ($30-60$ kg/m³) ve yüksek ($80-120$ kg/m³) yoğunlukta elde edilebilen malzemelerdir. Blok, pano, plak, levha, boru, kabuk veya yerinde döküm olarak kullanılabilirler. Sert, gevrek ve kırılabilir ve küçük gözenekli bir yapıda olup sürtünme karşısında yüzeyi tozlaşır. Genelde boru tesisatlarının yalıtımında kullanılan fenol köpüğü uygulandığı metal yüzeylerde paslanmayla karşı karşıya kalınması ihtimali vardır. Fenol köpüklerin kullanım sıcaklığı $-180 / +150$ °C aralığındadır. Isı iletkenlik hesap değeri $0,030$ W/mK ile $0,045$ W/mK

arasında değişmektedir. Su buharı difüzyon direnç faktörü 10-50 arasındadır. Yangın sınıfı malzemenin dışının kaplı olup olmamasına göre değişkenlik göstermektedir. Kaplamasız olan fenol köpüğü B sınıfına, alüminyum ile kaplanmış fenol köpüğü C sınıfına girmektedir (Bayer, 2006 ve Gören, 2022). Fenol köpük malzemesine ait örnek bir fotoğraf Şekil 1.36'da verilmiştir.



Şekil 1.36. Fenol köpük (ÇŞB, 2015)

1.8.10 Cam Köpük

Cam köpüğü, toz camın karbon ile birlikte ergitilmesiyle elde edilir. Cam köpüğü levhaları 100 kg/m^3 ile 150 kg/m^3 arasındaki yoğunluklarda bir çok ebatta üretilir. Çok sert, kolay kırılabilen, sürtünmeye dayanıksız, yüzeyi sürtünmeyle kolay tozlaşabilir ve buharı difüzyon direnci sonsuz olan yani buharı hiç geçirmeyen yalıtım malzemesidir. Cam köpüğünün kullanım sıcaklığı $-260/ +430 \text{ }^\circ\text{C}$ aralığındadır. Isı iletkenlik hesap değeri $+20 \text{ }^\circ\text{C}$ için $0,052 \text{ W/mK}$. Çok gözenekli bir yapıya sahip olan malzemenin %90'ı gözeneklerden oluşmaktadır. (İşbilir, 2009 ve Gören, 2022). Şekil 1.37'de cam köpüğe ait örnek fotoğraf verilmiştir.



Şekil 1.37. Cam köpük (ÇŞB, 2015)

1.8.11 Genleştirilmiş Perlit

Perlit, dünya çapında yalnızca sayılı ülkelerde bulunan silisli volkanik kayalardır. Ham perlitin kırılıp yumuşama noktasına kadar 800 °C ile 1150 °C arasında hızlı bir şekilde ısıtılarak bünyesindeki özsuyun buharlaşması ile patlaması sonucu granül halinde genleştirilmiş perlit elde edilir. Genleştirilmiş perlit, perlit ürünlerinin yumuşama noktasına kadar ısıtıldığında içindeki suyu kaybetmiş, orijinal hacminin 35 katına kadar genişleme özelliğine sahip formudur. Perlit inci taşı anlamına gelir ve griden siyaha kadar farklı renklerde camsı volkanik bir kayadır. -250 °C ile +1000°C aralıklarında kullanıma uygundur, A sınıfı yanmaz malzemeler grubuna girer, ısı iletim katsayısı 0,045 W/mK - 0,066 W/mK aralığındadır, mor ötesi ya da ultraviyole ışıklardan hücre yapısı bozulmaz, su buharı geçiş direnç değeri $\mu=5$ dir (url_19 ve Gören, 2022). Şekil 1.38’de genleştirilmiş perlite ait örnek bir fotoğraf verilmiştir.



Şekil 1.38. Genleştirilmiş perlit (ÇŞB, 2015)

1.8.12 Genleştirilmiş Mantar Levha

Hammaddesi ağaçlardan elde edildiğinden doğal bir ürün olan mantar homojen yapıya sahip bir ısı yalıtım malzemesidir. Granüller otoklavda 300-350 °C sıcaklıkta genleştirilir ve basınç altında 20 dakika kadar şekillendirilir. Granüllerin hücre duvarları gerilir ve çeper kalınlığı azalır. Bu işlem sırasında granüllerin hacmi %100 ün üzerinde genişler ve granüller içindeki doğal reçineler bağlayıcılık kazanır. ısı iletkenlik değerleri 0,045-0,055 W/mK’dir. Güneş ışınlarından etkilenmezler. Mantar levhalar buhar difüzyon direnç katsayısı düşük olduğu için nemi kolay geçirir. Binalarında çatı, duvar, zemin ve tavanlarda ısı yalıtımı olarak kullanılır. Endüstriyel yapılarda soğutma odalarının, depolama tanklarının ve boruların yalıtımında kullanılır. Yangına tepkisi C,

D veya E'dir. (Özer, 2019, url_20 ve Gören, 2022). Şekil 1.39'da genişletilmiş mantar levhaya ait örnek fotoğraf verilmiştir.



Şekil 1.39. Genleştirilmiş mantar levhalar (ÇŞB, 2015)

1.8.13 Ahşap Lifli Levha

Ladin, köknar gibi ağaç yongaların, çeşitli işlemlerden geçmesi ile üretilir. Isı iletim katsayısı $0,036 \text{ W/mK} - 0,072 \text{ W/mK}$ aralığında değişmektedir, E sınıfı normal alevlenici malzemeler grubuna girer, 10 kPa ile 110 kPa arasında değişen basma dayanımı vardır, su buharı difüzyon direnci $\mu=5$ dir, güneşin zarar verici mor ötesi ışınları hücre yapısına zarar vermez (ÇŞB, 2015). Şekil 1.40'da ahşap lifli levhaya ait örnek bir fotoğraf verilmiştir.



Şekil 1.40. Ahşap lifli levhalar (ÇŞB, 2015)

1.9. Koyun Yünü ve Yalıtım Malzemesi Olarak Kullanımı

1.9.1. Koyun yapağı

Koyunun vücudunda bulunan liflerin kırkım esnasında üzerinden gömlek halinde çıkarılan kirli yüne yapağı denir (Tüfekci, 2022). Koyunun kırılması ile elde edilen doğal yapağının elyaf kalınlığı özelliğinden dolayı genellikle halı ipi üretiminde ya da yatak, yastık, yorgan üretiminde kullanılabilir (Botsalı ve ark., 2020). Yapağı, diğer hayvansal ve bitkisel liflerde bulunmayan incelik, uzunluk, mukavemet, kıvrım, antimikrobiyal ve elastikiyet özelliklerine sahip aynı zamanda ısıyı iyi tutma, rutubet alma ve keçeleşme yeteneği ile vücut çevre ilişkilerini en iyi şekilde ayarlayan bir dokuma ham maddesidir (Koyuncu ve ark., 1999, Sertkaya, 2022).



Şekil 1.41. Koyun kırkımı ve yapağı

1.9.2. Koyun yünü

Koyunun kırılmış yapağının yıkanmış ve temizlenmiş haline yün denir. (Tüfekci ve Olfaz, 2014). Yün, özellikle konfor ve termal özellikleri nedeniyle değerli bir tekstil elyafıdır (Bucişcanu ve Pruneanu, 2018).

1.9.3. Koyun yünü özellikleri

Koyun yünü, kolay yenilenebilir ve geri dönüştürülebilir özelliğinin yanı sıra çevre dostu bir hammaddedir. Koyun yünü ortalama % 60 hayvansal protein lifleri, % 15 nem, % 10 yağ, % 10 koyun derisi ve % 5 kirlilikten oluşur. Koyun yününün, insan sağlığı için risk olmadan rahat kullanılması, malzemenin gevşeme, hacminde değişiklik ve elastikiyet kaybının olmaması, liflerin yanmayı geciktirici özelliğe sahip olup kendiliğinden sönmeye kabiliyeti vardır. Ayrıca yüksek sıcaklıklarda kömürleşme gibi faydaları bulunmaktadır. Ağırlığının %35'i oranında su ve nem tutabilme yeteneğine

sahiptir (Zach ve ark., 2012, Sarı, 2020). Yün, yapısında su bulundurması ve keratin proteinine sahip olmasından dolayı (İlhan ve Gök, 2021) olası bir yanma esnasında daha kolay tutuşabilen erime, damlama ürünleri oluşturmaz ve en son tutuşan ürün olma özelliği bulunmaktadır. Doğal yapısı sayesinde böceklenmeye müsait olması olumsuz özellik olarak görülse de bor tuzları kullanılmasıyla böceklenmenin önüne geçilebilir (Sarı, 2020).

Koyun yününden yapılmış malzemeler değişik kalınlıklarda doğal bir yalıtım malzemesi olarak kullanıma sunulmaktadır. Liflerin dikey olarak yerleştirilmesi durumunda yoğunluğu 13 kg/m^3 'e kadar indirilebilmiştir (Çakallı, 2013). Koyun yününden oluşan yalıtım şiltelerinin kalınlık ve imalat durumuna göre ısı iletkenliği 0,037-0,044 W/mK arasında değişmekte olup, elastik, sağlam, kıvrılabilen, yaylanma özelliği olan bir yapıya sahiptir. Yünler sabun ve soda ile yıkanarak "mitin" adı verilen madde ile güvelere karşı korunmaktadır. Yangın açısından DIN 4102'ye göre B2 sınıfındadır (Çakallı, 2013).



Şekil 1.42. Çeşitli koyun yünü malzemeleri

1.9.4. Koyun yününün yalıtım malzemesi olarak kullanılması

Atık yünlerin 1970'li yıllarda bina yalıtımında kullanılması Yeni Zelanda'da başlamıştır. Yünler genellikle yalıtım malzemesi olarak diğer sentetik elyaflar ile birlikte %70-30, %60-40 veya %50-50 karışım oranlarında kullanılmaktadır. Binaların çatı, tavan, zemin, duvar arası, kat araları gibi yerlerde kullanımı mümkün olan koyun yünü, yün lifinin çevresinde yer alan hava molekülleri ve yapısındaki katmanlar havada yayılan ses dalgalarını ve titreşimleri absorbe etmesi nedeniyle sesin geçişine engel olmuştur. Yünün bu özelliğinden dolayı akustik özelliği çok iyi ve ses yalıtkanı olarak tercih edilmektedir (İlhan ve Gök, 2021). Yün liflerinin mineral liflere göre insan sağlığına karşı tespit edilmiş bir zararı bulunmamaktadır (Kaya ve Dalgar, 2017).

Koyun yünü ağırlığının %35'i oranında su ve nem tutabilme yeteneğine sahip olduğundan yangın geciktirici özelliği bulunmaktadır (Sarı, 2020).



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Kiper Yılmaz (2009) tarafından yapılan çalışmada, İzmir, İstanbul, Ankara ve Erzurum olmak üzere dört bölge seçilmiş ve 5x5x2,6 metre ölçülerinde inşa edilen, tek katlı yığma atölye binası üzerinde farklı ısı yalıtım malzemeleri kullanılarak TS 825 Hesap Programı ile binanın Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı ve ısı iletkenlik değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda dört bölgede de 1,5~2 cm gibi kalınlıkla Vakum Yalıtım Panelleri en iyi sonucu vermiştir. İzmir ili için ısı yalıtım malzemeleri arasında maliyet karşılaştırılması yapılmış ve maliyeti en yüksek olan malzeme taş yünü olduğu ve sırasıyla XPS, EPS ve Gazbeton yalıtım malzemelerinin takip ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Zach ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan çalışmada, 80 mm kalınlığa kadar bağlayıcı kullanmadan taranmış koyun yününden üretilmiş oldukları yalıtım malzemesi 300x300 mm ebat numuneler üzerinde deneyler yapmışlardır. Deneyler sonucunda, üretilmiş olan numunenin akustik yalıtımı, yüksek nem emebilirliği, yoğuşmayı önlemesi, nemi düzenlemesi açısından iyi bir yalıtım malzemesi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yalıtım malzemesinin yaygın olarak kullanılan yalıtım malzemelerine göre çevresel performansı, kullanım kolaylığı, insan sağlığına daha az negatif etkisi ve yüksek enerji verimliliği yönünden daha avantajlı olduğu gözlenmiştir.

Binici ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada, ayçiçek sapı ve tekstil atıkları ile üretilen kompozit yalıtım malzemesi için ısı iletimi, ses geçirgenliği, su emme ve birim hacim ağırlık deneyleri yapılarak XPS ve gaz beton ile karşılaştırılması yapılmıştır. 10x10x10 cm ve 20x30x2,5 cm boyutlarında paneller üretilmiş, 1 adet üretilen malzeme ile, 1 adet gaz beton ile, 2 adet 8,5 cm kalınlığında tuğla kullanılarak model ev oluşturulmuştur. Tuğla model evin biri 2,5 cm kalınlığında 10 dansimetre XPS ile diğeri ise 20x30x2,5 cm boyutunda üretilen yalıtım malzemesi ile kaplanarak deneyler yapılmıştır. Tuğla model evde yapılan deneyler sonucunda ayçiçeği sapı ve tekstil pamuk atığından üretilen yalıtım malzemesinin ısınma hızı ve ısı kaybı XPS'ye göre daha iyi olduğu, blok olarak üretilen yalıtım malzemesinin ısınma hızı gaz betona göre daha iyi olduğu ancak su emme değeri yüksek olduğundan su ile temas olan yerlerde kullanılmasının sakıncalı olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Binici ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada, mısır koçanları ile bağlayıcı olarak epoksi kullanılarak 10x10x2 cm ebatlarında, mısır koçanları ile bağlayıcı olarak alçı ve çimento kullanılarak 10x10x2 cm ebatlarında kompozit ısı yalıtım malzemeleri üretilmiştir. Üretilen yalıtım malzemeleri ile ısı iletkenlik, birim hacim ağırlık, su emme deneyi ve ultrasonik ses geçirimsizliği deneyleri yapılmıştır. Deney sonuçlarında epoksinin bağlayıcı olarak kullanıldığı yalıtım malzemelerinde yalıtım için gerekli sınır değerleri sağladığı gözlemlenmiştir.

Bosia D. ve arkadaşları (2015) tarafından yapılan çalışmada, “Cartonlana” adında 45mm kalınlığında 600x600mm ebatlarında koyun yünü bir yalıtım paneli üretilmiştir. Bu panelin ısı iletkenlik katsayısı, akustik soğurma katsayısı, formaldehit soğurumu ve termal geçirgenliği için laboratuvarında testler yapılmıştır. Yapılan testler sonucunda Cartonlananın diğer yalıtım malzemeleriyle termal iletkenlik katsayısı ve akustik soğurma katsayısı yönünden rekabet edebilecek seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Pennacchio ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada, FITNES (Fiber Tessili Naturali per l'Edilizia Sostenibile) yün ve kelevir liflerinden oluşan kompozit bir yalıtım malzemesi üretilmiştir. Üretilen malzeme yarı sert bir ürün olup %100 doğal ve geri dönüştürülebilir. FITNESS panelleri için yapılan deneyler sonucunda cam elyafı ve mineral yün gibi diğer elyafli yalıtım malzemeleriyle karşılaştırılabilir bir termal performans gösterdiği ve önemli akustik absorpsiyon performansına sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Mansour ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada, farklı yün türlerinin gaz halinde bulunan uçucu organik bileşikleri (formaldehit, toluen, limonen ve dodekan) emilimi analizi yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda farklı yün türlerinin uçucu organik bileşikleri absorpsiyonu üzerinde önemli bir etkiye sahip olabileceğini göstermiştir. Bu nedenle yünün bina tasarımında kullanılması, yalnızca termal verimliliğin sağlanmasında değil, iç hava kalitesinin iyileştirilmesinde de önemli bir role sahip olduğu vurgulanmıştır.

Cardinale ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada, bir çimento harcına %2, %5 ve %7 gibi farklı oranlarda yün lifleri kullanılarak paneller üretilmiştir. Üretilen panellerde en iyi termal ve mekanik performans için koyun yüzdesi özellikleri test

edilmiştir. Deney sonucunda farklı karışım kombinasyonları arasında en iyi %2 koyun yünü ile ulaşıldığı tespit edilmiştir.

Kotan ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada, Erzincan ilinde 150x300 ölçülerinde yükseklik 150 cm olan duvar örgü elemanı 19 cm bims ile örülerek 4,5 m² lik bir yapı oluşturulmuş, ısı yalıtım malzemesi olarak EPS ve genişletilmiş perlit ısı yalıtım sıvası kullanılarak deneyler yapılmıştır. Yapılan deney sonucunda 8 cm kalınlığında perlit ısı yalıtım sıvası ile 6 cm kalınlıkta olan EPS'nin ısı performansının neredeyse aynı değerleri verdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Ruiu ve Floris (2019) tarafından yapılan çalışmada, laboratuvarında borat tuzları içeren koyun yünü panelinin güveye karşı direncini ölçmek için deney yapılmıştır. Ticari koyun yünü panelleri üzerindeki bor işlemleri, saf işlem görmemiş yün ile karşılaştırıldığında güve saldırısına karşı yüksek direnç sağladığı görülmüştür.

Jerman ve arkadaşları (2019) tarafından yapılan çalışmada, tarihi yapıların iç kısmının ısı ve nem yalıtımı için alternatif biyo temelli malzemelerin kullanımını araştırmışlardır. Çalışmada ahşap sunta (WFB), keten lifli (FF), kenevir lifli (HF), jüt lifli (JF) ve koyun yünlü (SW) olmak üzere 5 farklı yalıtım malzemesi üretilmiştir. Yapılan testler sonucunda üretilen yalıtım malzemelerinin ısı iletkenlik katsayısı 0,05 W/mK olup piyasadaki yaygın olarak kullanılan ısı yalıtım malzemelerine göre ısı iletkenlik değeri yüksektir. Nem yayılımı açısından ise değerler yüksek çıkmıştır. Fakat yine de bu ürünlerin iyi bir yalıtım malzemesi olabileceği ve tarihi binaların iç yalıtımının bu malzemelerle yapılabileceği belirtilmiştir.

Ahmed A. ve arkadaşları (2019), bu çalışmada koyun yünlü, keçi yünlü ve at yelesi 3 farklı yalıtım malzemesi üretmişlerdir. Bu malzemelerin nem absorbesine, ısı iletkenliğine, termogravimetrik analizine (TGA), ve diferansiyel taramalı kalorimetresine (DSC) bakılmıştır. Deney sonucunda en iyi nem absorbe performansını at yelesi yalıtım malzemesi vermiştir. En düşük ısı iletkenliği performansını 0,0314 W/mK ile keçi yünlü yalıtım malzemesinin gerçekleştirmesi nedeniyle yapılar için iyi bir yalıtım malzemesi olabileceği sonucuna varılmıştır.

Fertelli (2019) tarafından yapılan çalışmada, 50 cm x 50 cm x 50 cm ebatlarında ahşap kapalı bir kutu yapılmış ve içerisine 5 cm kalınlığında farklı yalıtım malzemeleri konularak içerisinde 80 dB, 100 dB ve 110 dB değerlerinde gürültüler oluşturulmuştur.

Oluşturulan deney düzeneğinde bombeli akustik, piramit akustik, düz akustik, cam yünü, taş yünü, XPS, EPS, taş yünü duvar, EPS duvar yalıtım malzemeleri kullanılarak ses şiddeti ölçülmüştür. XPS ve EPS malzemelerinin ses yalıtımı açısından daha kötü olduğu, taş yünü ve cam yünü gibi lifli malzemelerin ise ses yalıtımında daha etkin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Gökçe (2019) tarafından yapılan çalışmada, çimento esaslı köpük sıva üretilmesi için bağlayıcı olarak portland çimentosu ve kireç, hafif agrega olarak genişletilmiş perlit, kaplı perlit, cam küre ve diyatomit kullanılmıştır. Üretilen çimento esaslı köpük sıva numuneler üzerinde birim hacim kütle, basınç ve eğilme dayanımları, kılcal su emme, ısı iletkenlik deneyleri yapılmıştır. Köpük sıva numunelerinin birim maliyetleri geleneksel ısı yalıtım malzemelerinden 1.5-3.5 kat daha düşük olduğu ve yürütülen çalışma çimento esaslı köpük sıvanın büyük ölçüde geleneksel ısı yalıtım malzemelerine alternatif olabileceğini ortaya koymuştur.

Tămaş-Gavrea ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada, sandviç panelin yüzey tabakaları hidratlı kireç, ticari amaçlı kullanılan koyun yünü, pirinç ezmesi ve su, çekirdek kısmı ise yün lifleri, hidratlı kireç, buğday unu ve su ile oluşturulmuştur. Sandviç panelin ses yutucu ve ses yalıtımı için deneyler yapılmış, ses azaltma indeksi 38 dB, ısı iletkenliğinin ise düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sandviç yapının akustik özelliklerinin iyi olması nedeniyle kaplama veya bağımsız bir hafif bölme duvar olarak kullanılabilirliğine dikkat çekilmiştir.

Hegy ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada, 9 adet farklı kalınlık ve yoğunluğa sahip koyun yünü şiltesi ile deneysel çalışma yapılmıştır. Yoğunluk ile su buharı geçirgenliği arasında doğru orantı olmadığı ancak su buharı direnç faktörünün, mineral yün, cam yünü, sert köpük poliüretan, hasır plakalar veya stabilize talaşlar ve polistirenden çok daha az duvar solunumu sağladığı belirtilmiştir.

Temiz ve Ark (2020) tarafından yapılan çalışmada, 12 adet yalıtım malzemesi oluşturulmuştur. Zift, katran, meşe kabuğu ve bağlayıcı madde olarak bitüm kullanılarak 4 adet kompozit malzeme oluşturulmuştur. Pvc atığı, pomza, uçucu kül, talaş, çimento ve su kullanılarak 8 adet kompozit malzeme oluşturulmuştur. 50x50x50 mm boyutlarındaki numuneler üzerinde basınç dayanımı, ultrases hızı, ısı geçirgenlik

testleri yapılmıştır. Numuneler sıcaklığın yaklaşık olarak %50'sini absorbe ettiği, ses yalıtımı açısından da başarılı sonuçlar elde etmişlerdir.

Denes ve Manea (2021) tarafından yapılan çalışmada, koyun yünü, hidratlı kireç, doğal organik bağlayıcılar, akrilik-poliüretan reçine, doğal kauçuk lateks malzemeleri kullanılarak 3 farklı sandviç panel oluşturulmuştur. İki dış kireç harcı katmanı arasına yün katmanı koyularak oluşturulan sandviç paneller deneye tabi tutulduğunda mekanik mukavemeti biraz düşük, ısıl iletkenliği yüksek ve akustik performansları çok iyi değerlere sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kaplan ve Aruntaş (2021) tarafından yapılan çalışmada, 3 farklı XPS malzemesi kullanılarak malzemelerin ısıl performansları incelenmek üzere laboratuvarında deneyler yapılmıştır. 120x120 cm metal çerçeve içerisine 19x19x13,5 cm yatay delikli tuğla kullanılarak duvar örülmüş, örülen duvar üzerine dıştan 3, 4 ve 5 cm kalınlığında XPS levhaları yapıştırılmıştır. Hazırlanan numuneler için TS825'göre 3. bölgede yer alan Ankara ilinin iklim şartları dikkate alınarak üzerinde laboratuvar sıcaklığı ~25 °C alınarak sıcak kutu (hot box) deneyleri yapılmıştır. Yapılan deney sonucunda en uygun yalıtım kalınlığı 5 cm olup ısıl iletkenlik değeri 1.943 W/m²K olarak tespit edilmiştir.

Altın ve Yıldırım (2022) tarafından yapılan çalışmada, EPS, taş yünü ve bor katkılı koyun yünü ısı yalıtım malzemelerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Konya Teknik Üniversitesinde 660x600 cm ebatlarında 3.50 metre yüksekliğinde 3 odadan oluşan bir bina yapılmıştır. Bina duvarları 20 cm kalınlığında gaz beton ve tavan döşemesi olarak da 15 cm kalınlığında donatılı gaz beton malzeme ile yığma yapı tekniğinde hazırlanmıştır. Odanın bir tanesi koyun yününden preslenerek üretilen 1 cm kalınlıkta ki keçe %5 oranında boraks empenye edilmiş ve kuruduktan sonra duvara uygulanmıştır. Odanın bir tanesi EPS, diğeri ise taş yünü ile kaplanmış ve ısı, ses ve nem deneyleri yapılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda 10 mm olarak kullanılan bor katkılı koyun yünü yalıtım malzemesinin 50 mm olarak kullanılan EPS ve taş yününe göre daha iyi sonuçlar elde edildiği, ortam sıcaklık farkında taş yünü malzemesinin, yüzey sıcaklık farkında ise bor katkılı koyun yünü yalıtım malzemesinin daha iyi sonuçlar verdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Kıvrak (2022) tarafından yapılan çalışmada, ön işlemlenmiş (ham), (mikrodalga ve ultrases) ön işlemlenmiş kahve atıklarının değişen dozlarda %10, %20 ve %30 yalıtım

malzemesinin içerisinde katkı malzemesi olarak 4×4×16 cm boyutunda 6 adet, 5×20×40 cm boyutunda 2 adet olmak üzere toplamda sıva yalıtım numunesinden 72 adet numune üretilmiştir. Yalıtım sıvası olarak doğal borlu yalıtım sıvası kullanılmıştır. Yalıtım malzemesinin ısı iletkenlik, ses yutum, birim hacim kütle, yangına dayanım, basınç dayanım, bağ dayanım ve kılcal kapiler su emme etkileri karşılaştırılmıştır. Mikrodalga ve ultrases ön işlemlili kahve atığından üretilen yalıtım malzemelerinin ham atıktan üretilen malzemeye göre daha yüksek ses yutum değerleri göstermiş, ultrases ön işlemlili atıkların değerlendirildiği yalıtım malzemelerinde ise mikrodalga ön işleme göre daha iyi ses yutum değerleri elde edilerek ses izolasyonu açısından daha iyi performans göstermiştir. Mikrodalga ve ultrases ön işlemlili kahve atıklar ham kahve atığı yalıtım malzemesine göre birim hacim kütle değerleri daha düşük ve referans yalıtım malzemesine daha yakın sonuç vermiştir. Mikrodalga ve ultrases ön işlemlili kahve atıklar ham kahve atığı yalıtım malzemesine göre yangına dayanım süresinin arttığı gözlemlenmiştir. Mikrodalga atığın basınç dayanımı kahve atığı ve ultrases yalıtım malzemelerine kıyasla daha fazladır. Kahve atık oranı %30 olan yalıtım malzemelerinin bağ dayanım değerleri; %10 ve %20 kahve atığı katkılı yalıtım malzemelerine kıyasla daha iyi sonuç vermiş olduğu, SEM görüntülerine göre ise ultrases kahve atığının, kahve atığı ve mikrodalga kahve atığına göre daha az boşluklu olması üretiminde değerlendirildikleri yalıtım malzemesini de su emmesi dolayısıyla neme karşı dayanım açısından daha avantajlı olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Bayraktar ve Bayraktar (2016) tarafından yapılan çalışmada, 2008 yılında yürürlüğe giren Binalarda Enerji Performans Yönetmeliğine göre değerlendirilmiş ve mevcut binalar üzerinde yapılan ısı yalıtım uygulamasının eksikliklerinden bahsedilmiştir. Ülkemizde Mevcut binalarda yapılan ısı yalıtım sırasında kullanılan malzeme kalınlığından dolayı pencere denizlikleri damlalıkları kapanabilmektedir. Yağmur yağdığında denizlik damlalıklarının kapanması sonucu su cephe kaplamasına akmakta ve dış cephe boyasının zarar gördüğü, dış cephe yalıtım uygulamasının doğru bir şekilde tamamlanması amacıyla yalıtım levhalarının başlangıçta teraziye alınabilmesi için subasman profilleri, kapı ve pencere merkezleri için kenar ve kemer profilleri, farklı kaplama malzemesine geçiş durumlarında yan kaplama profilleri, binada dilatasyon olması durumunda dikey veya düz geçişli dilatasyon profili, mimari estetik yönünden fuga profilleri, bina köşelerinde düz veya açılı köşe profilleri kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Mevcut binalarda yapılan bu hatalar Mühendislik

hizmeti alınmadan, mantolama imalatlarının yapıldığını gösterdiği ve gereken önem verilmediği vurgulanmıştır. Aynı zamanda ısı yalıtımı uygulamaları yönetmelik ve standartlarda belirtilen kurallara uygun bir şekilde yapılmadığından ısıtma ve soğutma için enerji sarfiyatının fazla olduğuna değinilmiştir.

Aydın ve Bıyıkoğlu (2019) tarafından yapılan çalışmada, Excell programında bir yazılım geliştirmişler ve bu yazılım kullanılarak Türkiye’de konut tipi binaların ömür maliyet analizi yöntemi ile optimum yalıtım kalınlıkları belirlenmiştir. TS-825 standardına göre Türkiye’nin dört farklı DG bölgeleri için ayrı ayrı hesaplamalar yapılmıştır. Yapılan hesaplamalarda binanın çatı yalıtımında cam yünü, döşeme yalıtımında XPS ve dış duvar yalıtımında EPS yalıtım malzemesi kullanılarak ömür maliyet analizi yöntemi ile ısıtma etkisi altında optimum yalıtım kalınlıkları hesaplanmıştır. Hesaplamaların sonucu kullanılan yalıtım malzemesine, bölgeye ve bina zarfına bağlı olarak; optimum yalıtım kalınlığının 5,0 cm ile 26,8 cm arasında değiştiğini, sıcak iklim bölgesinden soğuk iklim bölgesine gidildikçe optimum yalıtım kalınlığının arttığı tespit edilmiştir.

Gülten ve Aksoy (2007) tarafından yapılan çalışmada, briket, betonarme, delikli tuğla ve taş olmak üzere dört farklı duvar tipi üzerinde hesaplamalar yapılmıştır. Yalıtım malzemesi olarak aynı kalınlıkta Ekspanse polistiren köpük (EPS) kullanılarak hangi yakıt türünün en ekonomik sonucu vereceği hesaplanmıştır. Yakıt olarak kömür, fuel oil, doğalgaz, elektrik ve LPG kullanılmıştır. Bütün yakıt türleri için geri ödeme süresi en az olan betonarme duvar modeli olmuş, yakıt türleri arasında geri ödeme süresi bakımından en verimli ise LPG’nin olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda yalıtım kalınlıkları aynı uygulanınca, geri ödeme süresi, daha çok duvar tipinin gösterdiği enerji tasarrufu performansına göre değiştiği söylenebilir. Tüm duvar tipleri için optimum yalıtım kalınlığı hesaplanınca, en küçük değerler doğalgaz ve kömür için elde edilmiştir. Böylece doğalgaz ve kömürün tüm duvar modelleri için en iyi yakıt türü olacağı sonucuna varılmıştır.

Güney (2019) tarafından yapılan çalışmada, endüstriyel atık olan silis dumanından termal yalıtım malzemesi üretilerek çevre sağlığı ve ekonomik katkı sağlanması planlanmıştır. Silis dumanı ve saf sönmüş toz kireç karışımından sıvı malzeme üretilmiştir. Üretilen malzeme 12 adet 40x40x160 mm ölçülerindeki kalıpta, içerisinde boşluk kalmayacak şekilde dökülerek normal hava şartlarında 48 saat

bekletilmiştir. Kurutulan numunelerin ağırlıkları hesaplanmış ve basınç mukavemeti, eğilme mukavemeti ve ses geçirgenliği testleri yapılmıştır. Nano büyüklükte tane ve amorf yapısından dolayı silis dumanı puzolanik özellik göstermektedir. Silis dumanı oranının artması porozite, çekme basınç dayanımını artırmakta ve porozitenin artması yalıtım özelliğini artırmaktadır. Üretilen tuğlanın düşük ses geçirgenliği, yüksek porozite özelliği ve hafif olması dolayısıyla yalıtım malzemesi olarak kullanımının uygun olduğu kanaatine varılmıştır.

Kılıç (2019) tarafından yapılan çalışmada, elmaların kurutulması için kullanılacak olan Gıda Kurutma Fırınının cam yünü ve taş yünü yalıtım malzemesi ile kaplanarak enerji tüketimine ve kurutma süresine etkisi incelenmiştir. Gıda kurutma fırınında 80 °C sıcaklıkta ve yalıtımsız yapılan deneyler 240 dakika, cam yünü ve taş yünü yalıtımı ile yapılan deneyler ise 330 dakika sürmüş olup deney sonuçları karşılaştırılmıştır. Yalıtımsız deneylerin ortalama elektrik tüketimi 0,15 kWh, cam yünü ve taş yünü ortalama elektrik tüketimi 0,1 kWh değerlerinde seyrettiği görülmüştür. Yalıtımlı-yalıtımsız enerji tüketimi karşılaştırıldığında % 10,97 enerji tasarrufu elde edilmiştir.

Kaya ve Karakurt (2016) tarafından yapılan çalışmada, deneye tabi tutulan XPS, EPS ve taş yünü ısı yalıtım malzemeleri 30×60 cm ebatlarında iç ortamı ısıtılan bir mini buzdolabının ön kısmına monte ettirilerek birleşim kısımları köpük ile izole edilmiştir. Numunelerin maruz kalacağı iç ortam sıcaklıkları bütün numuneler için 18 ile 22°C, dış ortam sıcaklıkları ise -20, -15, -10 ve -5 °C olacak şekilde EPS, XPS ve taş yünü yalıtım malzemelerin 4, 8, 16 ve 24 saatlik sürelerde tüketilen elektrik enerjisi miktarları belirlenmiştir. Deneyler sırasında tüketilen elektrik enerjisi bir sayaç yardımı ile ölçülmüştür. Sonuç olarak dış ortam sıcaklığının -20,-15, -10 ve -5 °C'de tüketilen en düşük ve en yüksek enerji kayıpları taş yünü ve EPS malzemelerinden elde edildiği, enerji verimliliklerinin incelendiği -20 °C dış ortam sıcaklığı ve 24 saatlik zamanda en fazla enerji tüketen malzemenin taş yünü olduğu belirtilmiştir. EPS % 6.58 ve XPS % 5.26 ise taş yününe göre daha verimli olduğu ve dış ortam sıcaklığının düşmesi ile malzemeler arasındaki enerji verimliliğinde azaldığı belirlenmiştir.

Dikici ve Kocagül (2019) tarafından yapılan bu çalışmada, Elazığ Fırat Üniversitesi içerisinde 3 oda yalıtımlı 1 oda yalıtımsız olacak şekilde 4 türdeş deney odası yapılmış ve EPS, XPS, taş yünü gibi farklı yalıtım malzemeleri ile kaplanmıştır.

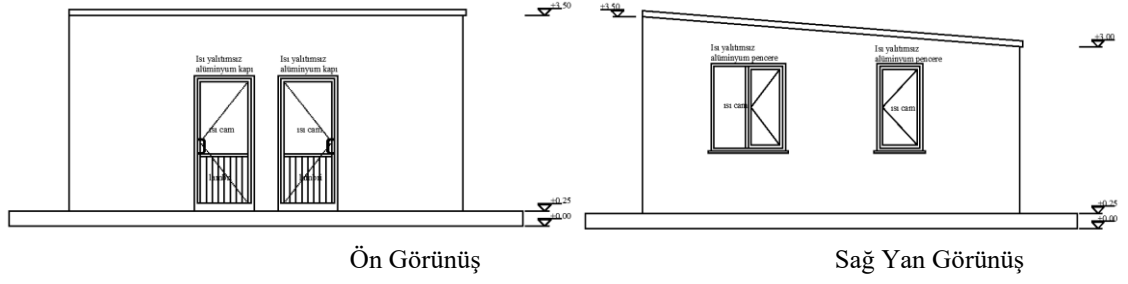
Hazırlanan odalarda yalıtım malzemelerinin ısı transferine etkisi ve kullanılabilirlikleri incelenmiştir. Temmuz - Ağustos aylarında 30 dakika aralıklarla veriler alınarak yapılan deneyler sonucunda iç ortam sıcaklıkları incelenmiş ve yalıtımsız deney odası için 26-29 °C, XPS'de 13-15 °C, taş yününde 9-12 °C , EPS'de ise 15-17 °C arasında değişmektedir. En iyi sonuç taş yünü kullanımıyla elde edildiği, taş yünü sırasıyla XPS ve EPS takip ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Öziç (2013) tarafından yapılan çalışmada, Pamukkale Üniversitesi Laboratuvarında duvar malzemesi tuğla kullanılarak tuğla tabanı 2x2 m ve yüksekliği 2,5 m olan tek açıklıklı 3 adet yapı modeli inşa edilmiştir. Her üç modele de 80x200 cm ebatlarında kapı takılmıştır. Deneyde 1. aşamada önce üç modele de hiçbir ısı yalıtımı yapılmamış, sıcaklık değişimleri 4 gün boyunca 10 dakika periyodlar ile takip edilmiş ve kaydedilmiştir. 2. aşamadan sonra 3 adet deney modellerden birine yalıtımsız, ikincisine 5 cm kalınlığında XPS, üçüncüsüne ise ısı yalıtımlı boya malzemesi uygulanmıştır. Modeller içindeki sıcaklık değişimleri 10 gün boyunca kaydedilmiştir. 3. aşamasında ise ışınım olmadığı akşam saatleri seçilerek malzemelerin ısı performanslarını gözlemlenmiştir. Hazırlanan modellerin farklı zamanlarda gölgeye girme durumu düşünülerek Mayıs ve Haziran ayında saat 23:59 ile 15:00 arası sıcaklık değerleri deneyde esas alınmış ve deney sonuçlarına göre XPS ısı yalıtımını çok iyi bir performansla karşılarken, ısı yalıtım boyası kullanılan model ile, hiçbir yalıtım malzemesi kullanılmayan model arasında çok az sıcaklık farkı olduğu sonucuna varılmıştır.

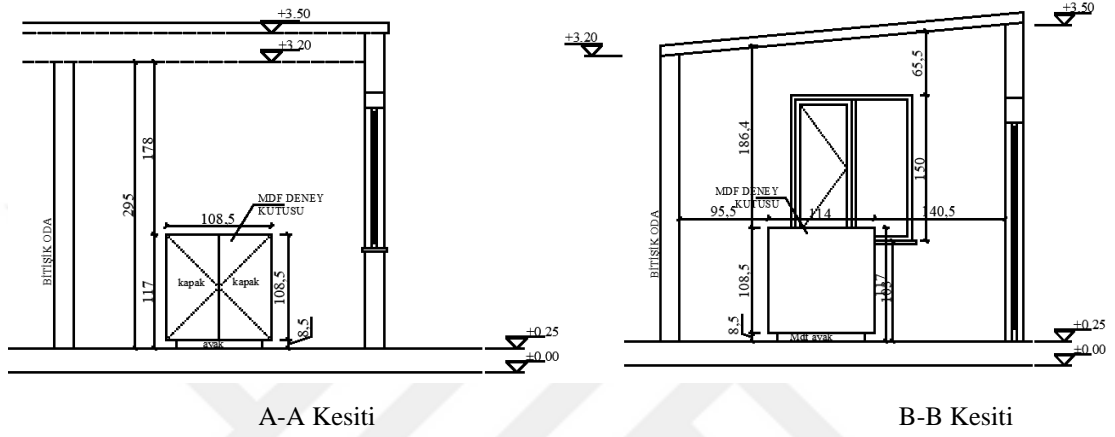
Akbulut (2018) tarafından yapılan çalışmada, piyasadan beş farklı firmaya ait temin edilen numunelerin içerisinde bulunan malzemelerin içerikleri, firmalardan temin edilerek Süleyman Demirel Üniversitesi Doğal ve Endüstriyel Yapı Malzemeleri Araştırma Uygulama Merkezi'nde üretimi yapılmıştır. Toplamda 5 seri sıva harcı üretilmiş ve numune kalıplarına yerleştirilmiştir. Numuneler, 24 saat kalıp içerisinde bekletilmiştir. 19 cm yatay delikli tuğla üzerine 6 cm yalıtım sıvası ve 5 cm geleneksel sıva uygulanmıştır. Bu ölçüler 5 farklı sıva içinde uygulanmıştır. Sonuçlara bakıldığında basınç dayanımı değerinin eğilme dayanımı değeri ile doğru orantılı olarak arttığı, ancak elde edilen veriler değerlendirildiğinde, yalıtım sıvalarının önemli bir kısmının firma beyan değerlerini sağlamadığı gözlemlenmiştir.

Uygunoğlu ve ark. (2015) yapılan çalışmada, 50 mm kalınlığında, 16 kg/m³ yoğunluğunda, beyaz ve gri (karbonlu) renkli EPS yalıtım malzemesi ile 50 mm kalınlığında, 25 kg/m³ yoğunluğunda XPS yalıtım malzemesi üzerinde TS EN ISO 11925-2 standarda göre 15 s'lik yanma deneyi yapılmıştır. Yapılan deneyde aleve maruz kaldığında kolayca yandığından TS EN 13501-1 standardına göre de E sınıfında bir malzeme olduğu, aynı malzemelerin üzerine 4 mm kalınlığında mineral lif içeren imento esaslı mantolama sıva harcı yapılıp 20 mm yüksekliğinde aleve maruz bırakılmış ve 0,5, 4, 9, 16 ve 25 dk olmak üzere farklı sürelerde alev uygulanmıştır. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda EPS ve XPS gibi malzemelerin kullanımı yangın açısından elverişli olmadığı kanaatine varılmıştır.

Kılıncı ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada, Sivas ili Cumhuriyet niversitesinin'de 30 m² alana sahip iki odalı bir bina inşa edilmiştir. 855x360 cm ebatlarında yapılan bina inşaatında duvarda farklı duvar malzemeler ve farklı yalıtım malzemeleri kullanarak ısı kayıpları karşılaştırılmıştır. 2 m uzunluğunda duvar 19 cm tuğla kullanarak örülmüş ve üzerine 5cm kalınlığında karbonlu EPS yalıtım levhası yapıştırılmış, 1,3 m uzunluğunda duvar 19 cm bims kullanarak örülmüş ve üzerine yine 5 cm kalınlığında karbonlu EPS yalıtım levhası yapıştırılmıştır. 1,5 m uzunluğunda duvar 8,5 cm tuğla kullanarak örülmüş ve üzerine 5 cm kalınlığında taş yn ve 8,5 cm tuğladan oluşan sandviç duvar ile 1,5 m uzunluğunda ki duvar ise 8,5 cm tuğla kullanarak örülmüş ve üzerine 5 cm kalınlığında karbonlu EPS ve 8,5 cm tuğladan oluşan sandviç duvar örülmüş. 1,85 m uzunluğundaki cephede ise 6 cm EPS yalıtım malzemesi, 3+3 cm ve 2+2+2 cm olarak farklı pozisyonlarda yerleştirilerek bina inşaati tamamlanmıştır. Deneyde her duvarında farklı bir duvar modeli bulunan binanın iç ve dış duvarlarının görüntüleri alınmış ve veriler değerlendirilmifitir. Sandviç duvarlarda yalıtım malzemesini tek parça olarak kullanmaktansa, duvarın farklı kısımlarında bölerek kullanmanın daha iyi sonuçlar verdiği, aynı yalıtım kalınlığının duvarın farklı konumlarına uygulanmasının; iç ortam sıcaklık salınımını azalttığı, ısı gerilmeleri önlediği ve enerji tüketime olumlu etkisinin olduğu deney sonucunda gözlemlenmiştir. İçten uygulanan sandviç duvarda ortaya çıkan ısı köprüleri; kf, mantar, terleme, yoğuşma ve bunlara bağlı olarak boya ve sıva dökülmelerine, beton ve donatıda korozyona sebep olacağı sonucuna ulaşılmıştır.



(b)



(c)

Şekil 3.1. Yapının planı (a), görüşleri (b), kesitleri (c)



Şekil 3.2. Laboratuvar binası görüşleri

Binada duvar yapımında kullanılan gaz betonun özellikleri Çizelge 3.1’de, çatı yapımında kullanılan donatılı gaz betonun özellikleri ise Çizelge 3.2’de verilmiştir. Binanın kapıları ve pencereleri ise alüminyum profilden yapılmış olup teknik detayları Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Gaz beton teknik detayları (Yıldırım, 2021)

PERFORMANS BEYANI	9000005	
Beyan Edilen Performans	Yyong G2/0,4	
Uzunluk	600 mm	
Genişlik	85-400 mm	
Yükseklik	250 mm	
Kategori	TLMB	EN 771-4
Oturma yüzeylerinin diklikten sapması	≤ 1,0 mm	EN 772-20
Oturma yüzeylerinin düzlemsel par. sapması	≤ 1,0 mm	EN 772-16
Ortalama basınç dayanımı (Küp numune)	2,5 N/mm ²	EN 772-1
Kayma bağ dayanımı	NPD	EN 998-2: Ek C
Ortalama brüt kuru yoğunluk	400 kg/m ³	EN 772-13
Yangına tepki	A1	EN 13501-1
Dayanıklılık (Donma-çözülme direnci)	Açık hava şartlarına maruz yüzeyler kaplanmalıdır	-
Su buharı geçirgenlik katsayısı	5/10	EN 1745: Tab. A10
Isıl iletkenlik	≤ 0,106 W/m.K	EN 12664
Kuruma büzülmesi (Rötre)	≤ 0,2 mm/m	EN 680

Çizelge 3.2. Donatılı gaz beton teknik detayları (Yıldırım, 2021)

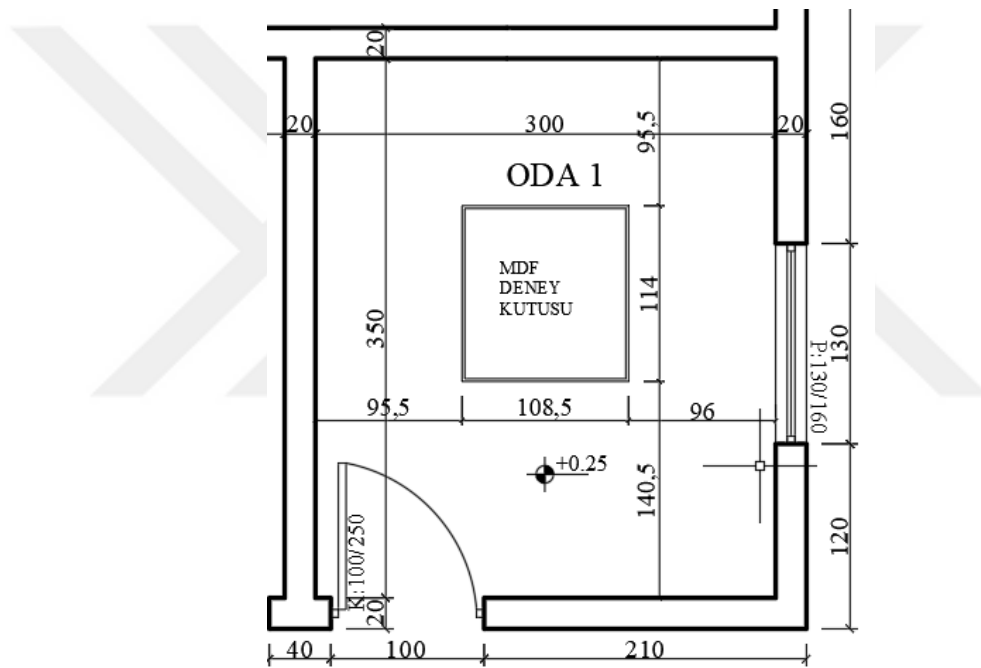
PERFORMANS BEYANI	9050008	
Beyan Edilen Performans	Yyong RF1 AAC 5-600	
Basınç dayanım sınıfı	AAC 5	EN 679
Yoğunluk sınıfı	600	EN 678
Akma dayanımı	500 mPa	-
Çekme dayanımı	550 mPa	-
Yangına tepki	A1	EN 13501
Dayanıklılık (Donma-çözülme direnci)	NPD	EN 15304
Su buharı geçirgenlik katsayısı	5/10	EN 1745: Tab. A10
Su emme	Korumasız kullanmayınız	EN 772-11
Isıl iletkenlik	≤ 0,16 W/m.K	EN 1745: Tab. A10
Kuruma büzülmesi (Rötre)	≤ 0,2 mm/m	EN 680

Çizelge 3.3. Alüminyum kapı ve pencerenin teknik detayları (Yıldırım, 2021)

Kasa Derinliği	45 mm
Kanat Derinliği	54,5 mm
Profil Et Kalınlığı	1,3 mm – 1,5 mm
Maksimum Cam Kalınlığı	30 mm
Isı Bariyerleri:	15 mm
Isı Yalıtım Değeri(Uf)	3,54 W/m ² K

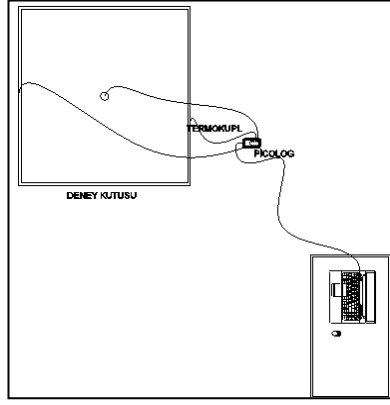
3.2. Deney Düzenegi Hakkında Bilgi

Deney laboratuvarında iç ölçüsü 300x350 cm olan ODA 1’de deney düzenegi oluşturulmuştur. Deney düzeneginin bulunduğu odaya ait plan Şekil 3.3’de verilmiştir.



Şekil 3.3. Deney düzeneginin bulunduğu oda planı

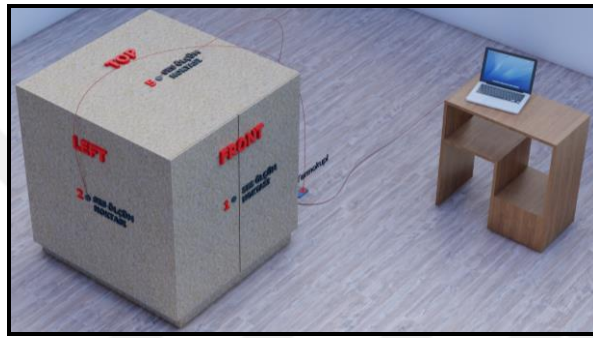
18 mm kalınlığında 735 kg/m³ yoğunluğunda ham mdf'den dış ölçüleri; eni 108,5 cm, boyu 114 cm, yüksekliği 108,5 cm ve 8,5 cm ayak ile toplamda 117 cm yüksekliğinde kapalı bir kutu oluşturulmuştur. Deney kutusunda çalışma yapabilmek için önden iki adet menteşeli kapak yapılmış ve kilit takılmıştır. Şekil 3.4’de kullanılan deney düzeneginin şematik gösterimi ve Şekil 3.5’de ise deney düzenegi görselleri verilmiştir.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Şekil 3.4. Deneý düzeneđi Őematik gösterimi (a, b, c, d, e)



(a)



(b)



(c)

Şekil 3.5. Deneý düzeneđinden görseller (a, b, c)

3.3. Deneyler

Deneyisel çalışmada 7 farklı yalıtım malzemesi kullanılmıştır. Bunlar EPS beyaz 5 cm, 8 cm ve 10 cm kalınlıklarında, EPS karbonlu 5 cm, 8 cm ve 10 cm kalınlıklarında, XPS 5 cm, 8 cm ve 10 cm kalınlıklarında, taş yünü 5 cm, 8 cm ve 10 cm kalınlıklarında, cam yünü 10 cm kalınlığında, koyun yünü 1,5 cm, 2,5 cm ve 4 cm kalınlıklarında, doğal ısı yalıtım sıvası 2 cm, 3 cm ve 4 cm kalınlıklarında olmak üzere toplamda 19 farklı deney yapılmıştır.

Deneyde kullanılan EPS beyaz, EPS karbonlu, XPS, taş yünü, cam yünü ve doğal ısı yalıtım malzemesi Konya piyasasından temin edilmiştir. Koyun yününden preslenerek üretilen keçe ise daha önce evlerde yer sergisi (halı, kilim vb) için kullanılan keçelerin satıldığı Konya’da bulunan bir firmadan alınmıştır. Deneylerde kullanılan EPS beyaz yalıtım malzemesinin teknik detayları Çizelge 3.4’de, EPS karbonlu yalıtım malzemesinin teknik detayları Çizelge 3.5’de, XPS yalıtım malzemesinin teknik detayları Çizelge 3.6’da, cam yünü malzemesinin teknik detayları Çizelge 3.7’de, taş yünü malzemesinin teknik detayları Çizelge 3.8’de, doğal ısı yalıtım sıvasına ait teknik detaylar Çizelge 3.9’da, koyun yünü malzemesinin teknik detayları ise Çizelge 3.10’da verilmiştir.

Çizelge 3.4. EPS beyaz yalıtım malzemesinin teknik özellikleri (Url_21)

TEKNİK ÖZELLİKLER	STANDART	TANIM/DEĞER	BİRİM
Malzeme		EPS Beyaz	
Ürün Adı	TS EN 13163	TEKNOPOR	
Yoğunluk		16	kg/m ³
Kalınlık	TS EN 823	20-100	mm
Genişlik	TS EN 822	500	mm
Uzunluk	TS EN 822	1000	mm
Isıl İletkenlik	TS ISO 8302	0,038	W/m.K
Isıl Direnç	TS EN 12667	50 mm - 1,32 m ² .K/W 80 mm - 2,10 m ² .K/W 100 mm - 2,63 m ² .K/W	m ² .K/W
% 10 Deformasyonda Basınç Gerilimi	TS EN 826	CS(10)80	kPa
Yüzeye Dik Çekme Kuvveti	TS EN 1607	TR(150)	kPa
Tam Daldırma İle Uzun Süreli Su Emme	TS EN 12087	WL(T)3	-
Su Buharı Difüzyon direnç Faktörü	TS EN 12086	20 - 40	-
Bükme Dayanımı	TS EN 12089	BS 150	W/m.K
Yangına Tepki Sınıfı	TS EN 13501-1	E	-

Çizelge 3.5. EPS karbonlu yalıtım malzemesinin teknik özellikleri (Url_22)

TEKNİK ÖZELLİKLER	STANDART	TANIM/DEĞER	BİRİM
Malzeme	TS EN 13163:2012+A2	EPS karbonlu	
Ürün Adı		MANTOTİME	
Yoğunluk		14-20	kg/m ³
Kalınlık	TS EN 823	10-100	mm
Genişlik	TS EN 822	500	mm
Uzunluk	TS EN 822	1000	mm
Isıl İletkenlik	TS EN 12667	0,030 - 0,040	W/m.K
Isıl Direnç	EN 12667 EN 12939	1,30	m ² .K/W
% 10 Deformasyonda Basma Dayanımı	TS EN 826	CS(10)70	kPa
Yangına Tepki Sınıfı	TS EN 13501-1	E	-

Çizelge 3.6. XPS yalıtım malzemesinin teknik özellikleri (url_23)

TEKNİK ÖZELLİKLER	STANDART	TANIM/DEĞER	BİRİM
Malzeme	TS EN 13164	XPS Binili Kanallı	
Ürün Adı		TİP1500	
Yoğunluk		20-22	kg/m ³
Kalınlık	TS EN 823	30-120	mm
Genişlik	TS EN 822	600 ± 8 mm	mm
Uzunluk	TS EN 822	1200 ± 8 mm	mm
Gönyeden Sapma	TS EN 824	AZAMI 5	mm/m
Yüzey Düzlüğü	TS EN 825	AZAMI 6	mm/m
Donma-Çözülme Dayanımı	TS EN 12091	AZAMI 2	%
Belirtilen Sıcaklık Ve Nem Şartlarında Boyut Kararlılığı	TS EN 1604	AZAMI 5	%
Belirtilen Basma Yüğü ve Sıcaklık Şartları Altında Deformasyon	TS EN 1605	AZAMI 5	%
Isıl İletkenlik	TS EN 12667	0,035	W/m.K
Basma Mukavemeti	TS EN 826	≥ 150	kPa
Yüzeyle Dik Çekme Dayanımı	TS EN 1607	≥ 200	kPa
Yangına Tepki Sınıfı	TS EN 13501-1	E	
Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı	TS EN 12086	80	MU
Azami Kullanım Sıcaklığı		-50 °C / +75 °C	

Çizelge 3.7. Cam yünü yalıtım malzemesinin teknik özellikleri (url_24)

TEKNİK ÖZELLİKLER	STANDART	TANIM/DEĞER	BİRİM
Malzeme		Cam yünü şilte	
Ürün Adı		STARFLEX 044	
Yoğunluk		15	kg/m ³
Kalınlık	EN 823	50-240	mm
Genişlik	EN 822	1200	mm
Uzunluk	EN 822	8000	mm
Isıl İletkenlik Katsayısı (10 °C)	TS EN 12667	0,044	W/m.K
Isıl Geçirgenlik Direnci	TS EN 12667	2,25	m ² .K/W
Yangına Tepki Sınıfı	EN 13501-1	A1	Euroclass
Su buharı Geçirgenliği	TS EN 12086	1,1	-
Azami Hizmet Sıcaklığı		250	°C

Çizelge 3.8. Taş yünü yalıtım malzemesinin teknik özellikleri (url_25)

TEKNİK ÖZELLİKLER	STANDART	TANIM/DEĞER	BİRİM
Malzeme	TS EN 13162+A1	Taş Yünü	
Ürün Adı		BONUS TAŞ YÜNÜ PREMIUM F	
Yoğunluk	TS EN 1602	100	kg/m ³
Kalınlık	TS EN 823	40-120	mm
Genişlik	TS EN 822	600	mm
Uzunluk	TS EN 822	1200	mm
Gönyeden Sapma	TS EN 824	max.5	mm/m
Yüzey Düzlüğü	TS EN 825	max.6	mm/m
Isıl İletkenlik	TS EN 12667 TS EN 12939	50 mm - 0,036 W/m.K 80 mm - 0,036 W/m.K 100 mm - 0,037 W/m.K	W/m.K
Isıl Direnç	TS EN 12667 TS EN 12939	50 mm - 1,35 m ² .K/W 80 mm - 2,20 m ² .K/W 100 mm - 2,70 m ² .K/W	m ² .K/W
Noktasal Yük Altında Davranış	TS EN 12430	50 mm – NPD (No Performance Determined) 80 mm - NPD(No Performance Determined) 100 mm - 300	N
Basma dayanımı	TS EN 826	50 mm - 25 kPa 80 mm - 25 kPa 100 mm - 30 kPa	kPa
Yüzeye dik çekme kuvveti	TS EN 1607	10	kPa
Yangına Tepki Sınıfı	TS EN 13501-1	A1	Euroclass
Kısa Süreli Su Absorpsiyonu	TS EN 1609	≤1	kg/m ²
Uzun Süreli Su Absorpsiyonu	TS EN 12087	≤3	kg/m ²
Belirli sıcaklık şartlarında boyutsal kararlılık	TS EN 1604	DS(70,-)	-
Su Buharı Geçirgenliği	TS EN 12086	1	μ
Hava Akış Direnci	TS EN 29053	NPD	-

Çizelge 3.9. Doğal ısı yalıtım sıva malzemesinin teknik özellikleri

TEKNİK ÖZELLİKLER	STANDART	TANIM/DEĞER
Malzeme	TS EN 998-1	Doğal Isı Yalıtım Sıvası
Ürün Adı		MANTOSÜR
Kuru Yoğunluk		400 ± 250
Isıl İletkenlik		T2 sınıfı kg/m ³
Basınç Dayanımı		CS I
Bağ Dayanımı		Kopma Şekli FP:B
Su Emme		W0
Yangın Dayanımı	EN 13501-1	A1
Ses Yutuculuk		23 dB 3 cm kalınlık
Uygulama Sıcaklığı		+ 5 / +35 °C

Çizelge 3.10. Koyun yünü malzemesinin teknik özellikleri

TEKNİK ÖZELLİKLER	TANIM/DEĞER	BİRİM
Malzeme	Koyun Yünü	
Ürün Adı	Koyun Yünü Keçe	
Kalınlık	10, 15	mm
Yoğunluk	170	kg/m ³

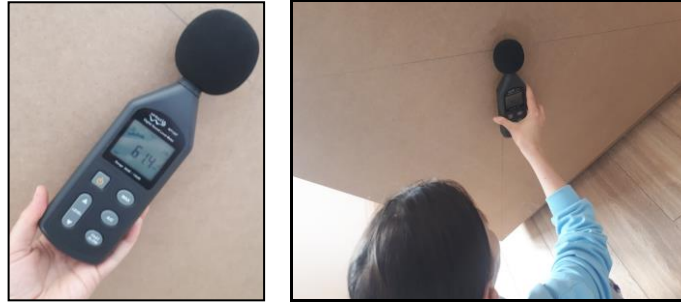
Deneyde kullanılan yalıtım malzemeleri deney kutusuna içten tüm yüzeye monte edilmiştir. Ses deneyleri için kutunun içerisine her köşeye 1 adet olacak şekilde toplamda 4 adet Çizelge 3.11’de teknik özellikleri verilen Minton HTS 9001 hoparlör yerleştirilerek, sırasıyla 100, 125, 250, 500, 1000 ve 2000 Hz sabit sesler verilerek ön (front) yüzeyden başlanarak sırası ile sol (left), arka (back), sağ (right) ve üst (top) olmak üzere 5 adet dış yüzeyden ve merkez olarak belirlenen noktalardan ses desibel ölçümleri yapılmıştır. Desibel ölçümleri için kullanılan Wintact WT1357 Digital Sound Level Meter’in teknik özellikleri Çizelge 3.12’de verilmiştir. Şekil 3.6.’da ses deneyi için kullanılan cihaz ve ses deneyi esnasındaki fotoğraflar gösterilmiştir. Şekil 3.7.’de sabit hızda hoparlörden verilecek Hz’leri ayarlamak için kullanılan program ve görüntüsü verilmiştir. Ses ölçümleri sırasında kullanılan program, bilgisayar ve hoparlör ses seviyesi 100% olacak şekilde ayarlanmıştır.

Çizelge 3.11. Minton HTS 9001'in teknik özellikleri (Yıldırım, 2021)

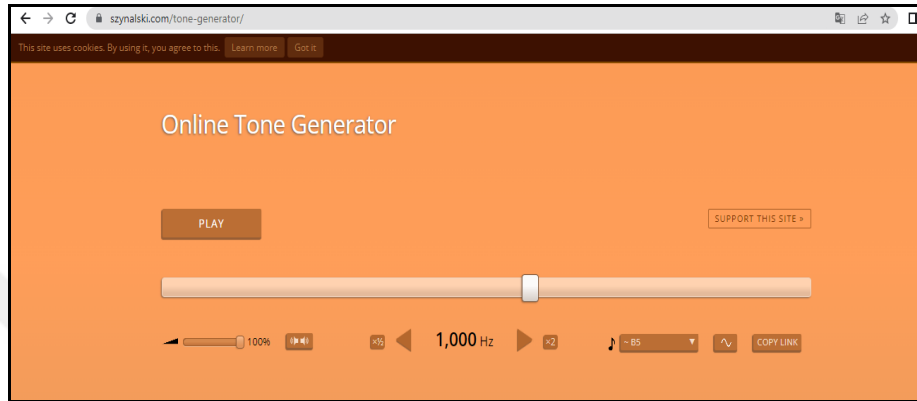
Uydu hoparlörleri	4x80 W
Subwoofer	150 W
Maksimum Watt	550 W
Frekans aralığı	40 Hz-20 kHz
Sinyal-Gürültü oranı	>75dB
Ses ayırma	>50dB
Subwoofer boyutu	4"
Uydu boyutu	5x3"

Çizelge 3.12. Wintact WT1357 desibel ölçer teknik özellikleri (url_26)

Model Adı	Wt1357
Ölçüm aralığı	30~130dBA、 35~130dBC
Kesinlik	± 1,5 dB
Frekans aralığı	31.5Hz~8.5KHz
Seviye aralığı	30~80,50~100,60~110,80~130, 30~130dB
Frekans ağırlıklandırma	A/C
Dijital gösterge	4 basamak
Çözünürlük	0.1dB
Örnekleme oranı	Saniyede 2 ölçüm
Aşırı gösterge	Üzerinde / Altında
Zaman ağırlığı	Hızlı / Yavaş
Mikrofon	1/2 " elektrot yoğunlaştırıcı mikrofon
Maks.	MAKS.
Güç kaynağı	1,5V AA alkalın hücreler veya DC 6V 100mA (maksimum DC9V)
Güç ömrü	Yaklaşık 30 saat (alkalin pil)
Otomatik kalibrasyon süresi	3 saniye
Operasyon durumu	0~40°C, 10~85% BN
Saklama koşulu	-10~40°C, 0~70 %RH
Boyutlar	70*256*35 mm
Ağırlık	219g



Şekil 3.6. Desibel ölçümünde kullanılan cihaz



Şekil 3.7. Hoparlörden verilecek Hz'i ayarlama için kullanılan program görüntüsü

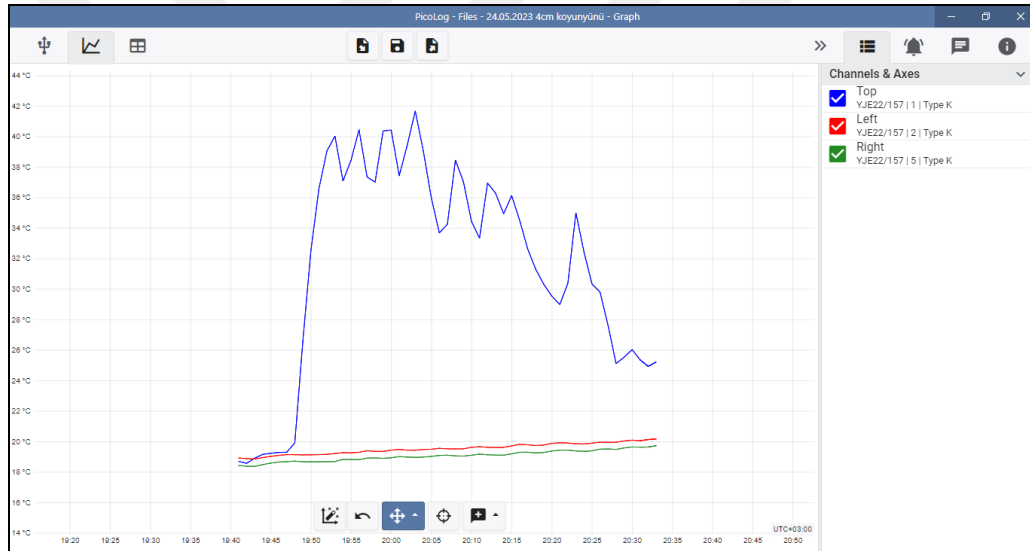
Yalıtım malzemelerinin farklı sıcaklıklarda ki geçirimsizliklerini gözlemleyebilmek için deney kutusunun ortasına 1 adet Fantom SB-1500, Sıcacık 1500 W Quartz özellikte elektrikli ısıtıcı yerleştirilmiş ve tek kademeli olarak açılmıştır. Deney kutusunun içerisinde ki ısı ölçümü için üstten 1 adet termokupl yerleştirilmiştir. Dış yüzeydeki ısı ölçümleri için ise 1 adet sol (left) yüzeye, 1 adet sağ (right) yüzeye termokupl yerleştirilerek ısı ölçüm yapılmıştır. Isı değerlerini almak için termokupllar veri kaydedici (dataloger) picolog marka cihaza bağlanmış ve bilgisayara indirilen yazılım ile veri kaydediciden gelen veriler 1 dakika aralıklarla kayıt altına alınmıştır. Kullanılan veri kaydedicinin teknik özellikleri Çizelge 3.13'de ve bilgisayara kurulan yazılıma ait programın görüntüsü Şekil 3.8. (a) ve (b)'de verilmiştir.

Çizelge 3.13. Pico Technology TC-08 teknik özellikleri (url_27)

Ürün adı	Pico Technology USB TC-08 - Termokupl Data Logger
Ürün kodu	Pico Technology USB TC-08
Ürün Özellikleri	8 kanallı termokupl data logger
	-270 - +1820 °C arası ölçüm
	Hızlı örnekleme hızı — saniyede 10 ölçüme kadar
	USB bağlanabilir ve beslenebilir



(a)



(b)

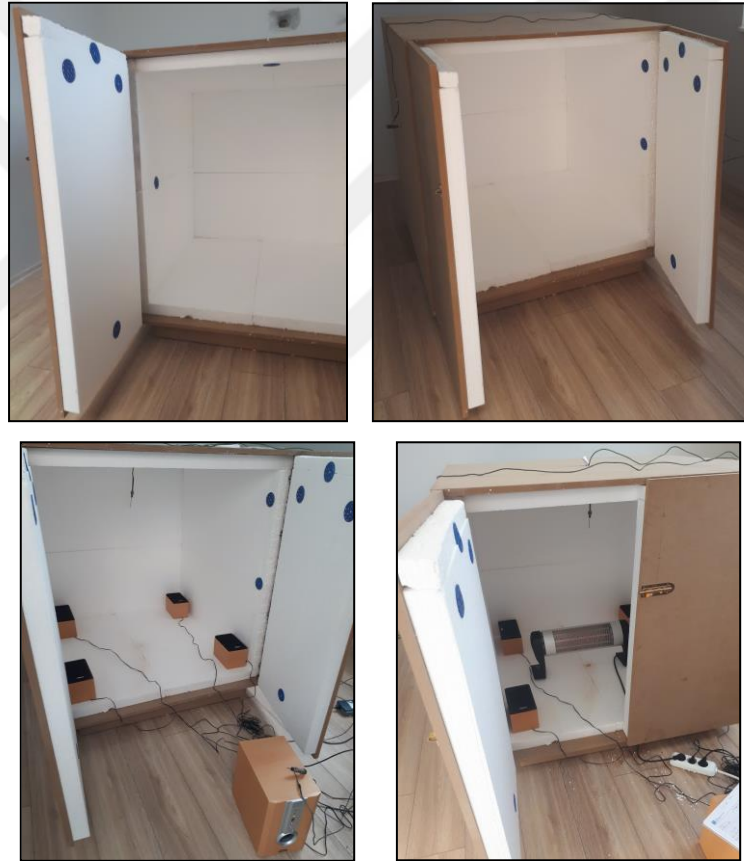
Şekil 3.8. Veri kaydedici yazılımının program ve veri görüntüleri (a, b)

Deney düzeneği tamamlandıktan sonra öncelikle herhangi bir ısı uygulamasından mevcut ortam ısısı ile 100, 125, 250, 500, 1000 ve 2000 Hz’de sesler program tarafından verilmiş ve belirlenen 5 noktadan desibelmetre ile gerekli veriler alınarak kaydedilmiştir. Aynı şekilde ısıtıcı çalıştırılmış ve iç ortam ısısı 25, 30, 35 ve 40 °C’lerde ayrı ayrı 100, 125, 250, 500, 1000 ve 2000 Hz’de ölçümler yapılarak elde edilen veriler kaydedilmiştir.

3.3.1. EPS beyaz yalıtım malzeme deneyleri

3.3.1.1. 5 cm EPS beyaz yalıtım malzeme deneyleri

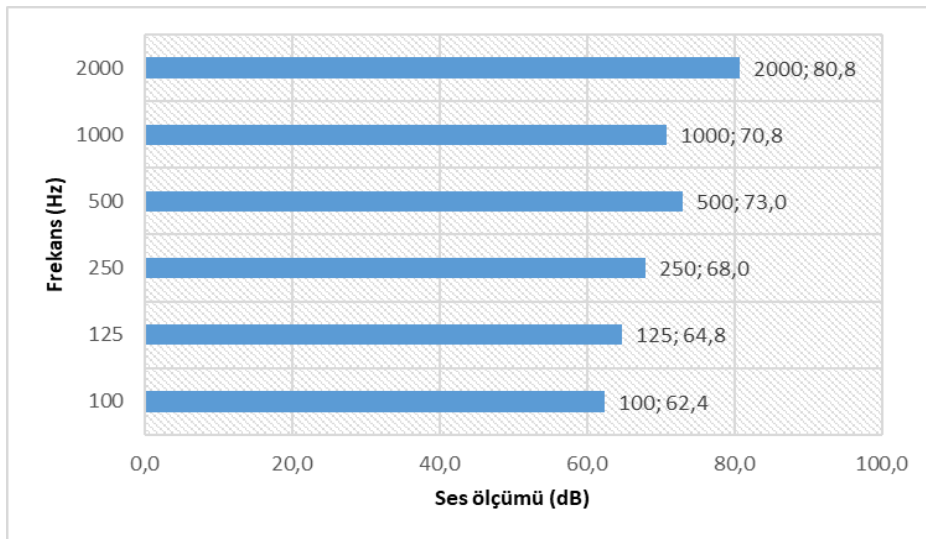
Deneyde kullanılan 5 cm EPS beyaz yalıtım malzemesine ait deney düzeneği fotoğrafları Şekil 3.9’da görülmektedir. 5 cm EPS beyaz yalıtım malzemesi ile yapılan deneylerde elde edilen ses ve ısı ölçüm sonuçları Çizelge 3.14’de, elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafikler Şekil 3.10, 3.11, 3.12’de, ses ölçümlerinin yapıldığı anda ki sıcaklık verileri Çizelge 3.15’de elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafik ise Şekil 3.13’de verilmiştir.



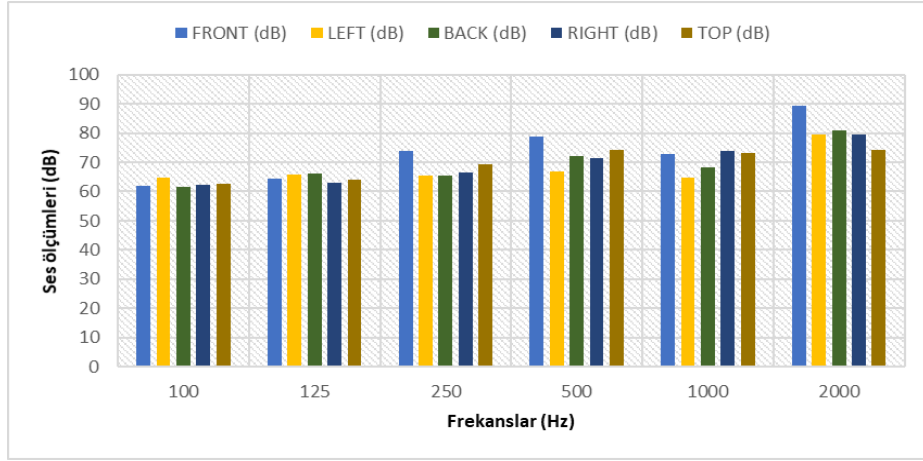
Şekil 3.9. 5 cm EPS beyaz yalıtım malzemesine ait deney düzeneği

Çizelge 3.14. 5 cm EPS beyaz yalıtım malzemesine ait kutu iç sıcaklık değerleri ile kutu dış yüzeyi desibel ölçümleri (19.05.2023)

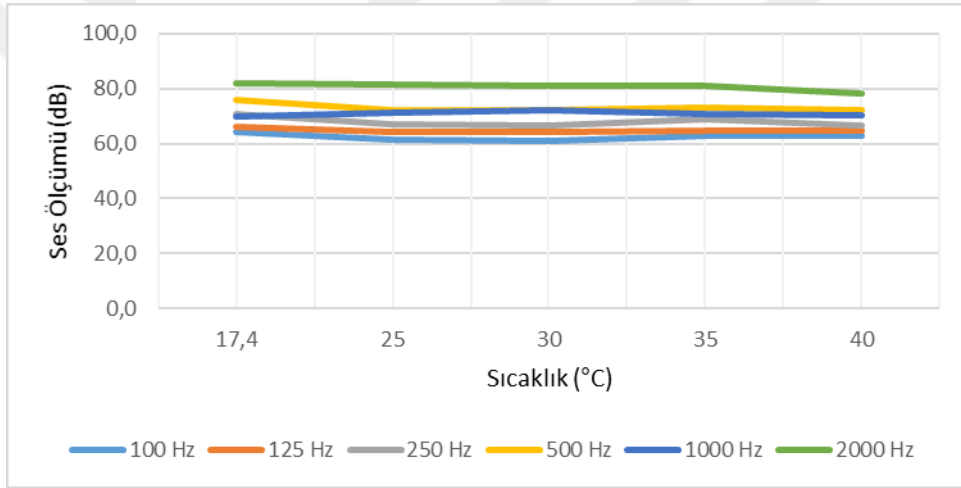
KUTU DIŞ YÜZEYLER	KOD	KUTU İÇ SICAKLIK	FREKANSLAR (Hz)											
			SAAT	100	SAAT	125	SAAT	250	SAAT	500	SAAT	1000	SAAT	2000
FRONT (dB)	1	17,4 °C (mevcut sıcaklık)	08:13	60,4	08:15	65,3	08:17	73,0	08:19	80,5	08:20	78,0	08:22	90,4
LEFT (dB)	2			67,8		70,6		71,9		75,5		64,5		82,9
BACK (dB)	3			62,5		65,2		71,2		73,2		63,7		82,0
RIGHT (dB)	4			62,5		63,4		70,7		74,5		64,7		75,3
TOP (dB)	5			67,7		65,2		67,9		75,3		77,3		78,4
FRONT (dB)	1	25 °C	08:40	63,4	08:51	67,0	09:07	72,7	09:19	78,6	09:37	72,6	09:53	88,0
LEFT (dB)	2			62,4		65,6		65,6		64,2		60,7		83,5
BACK (dB)	3			58,3		64,3		65,9		74,1		72,5		84,5
RIGHT (dB)	4			63,7		59,9		62,6		68,8		75,5		76,6
TOP (dB)	5			60,0		63,8		68,8		75,3		75,6		75,3
FRONT (dB)	1	30 °C	08:35	62,3	08:48	62,6	09:02	73,5	09:17	77,0	09:30	69,4	09:47	89,4
LEFT (dB)	2			62,9		62,9		62,5		62,7		67,8		78,9
BACK (dB)	3			59,1		66,9		62,4		74,1		72,7		81,6
RIGHT (dB)	4			60,0		63,7		65,0		71,8		78,6		81,8
TOP (dB)	5			60,1		65,2		68,8		75,1		71,6		73,1
FRONT (dB)	1	35 °C	08:31	62,2	08:45	62,7	09:00	75,5	09:13	79,6	09:27	70,0	09:45	89,5
LEFT (dB)	2			64,6		64,3		65,1		66,7		68,7		77,8
BACK (dB)	3			63,5		68,1		65,9		74,3		70,3		83,6
RIGHT (dB)	4			63,2		63,1		67,3		72,1		74,8		81,6
TOP (dB)	5			61,1		64,6		69,9		71,8		69,5		73,7
FRONT (dB)	1	40 °C	08:29	62,2	08:43	63,6	08:57	73,9	09:10	78,7	09:25	73,2	09:43	89,0
LEFT (dB)	2			65,3		66,2		62,0		65,6		62,2		73,5
BACK (dB)	3			59,7		67,5		59,6		73,3		68,3		76,4
RIGHT (dB)	4			61,4		65,2		66,8		69,5		75,2		81,6
TOP (dB)	5			64,6		62,1		70,6		72,9		72,2		70,4



Şekil 3.10. 5 cm EPS beyaz yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda farklı frekans değerlerindeki ortalama desibel ölçümleri



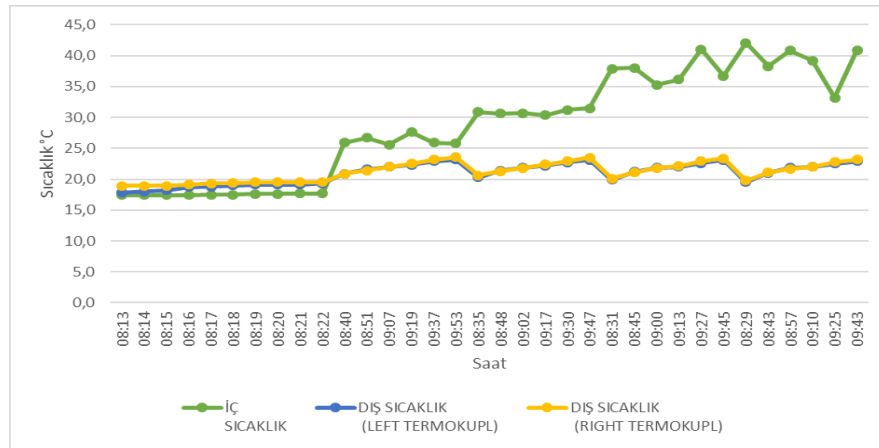
Şekil 3.11. 5 cm EPS beyaz yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda 5 farklı dış yüzeydeki ortalama desibel ölçümleri



Şekil 3.12. 5 cm EPS beyaz yalıtım malzemesine ait farklı sıcaklıklardaki desibel ölçümleri

Çizelge 3.15. 5 cm EPS beyaz yalıtım malzemesine ait detaylı kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

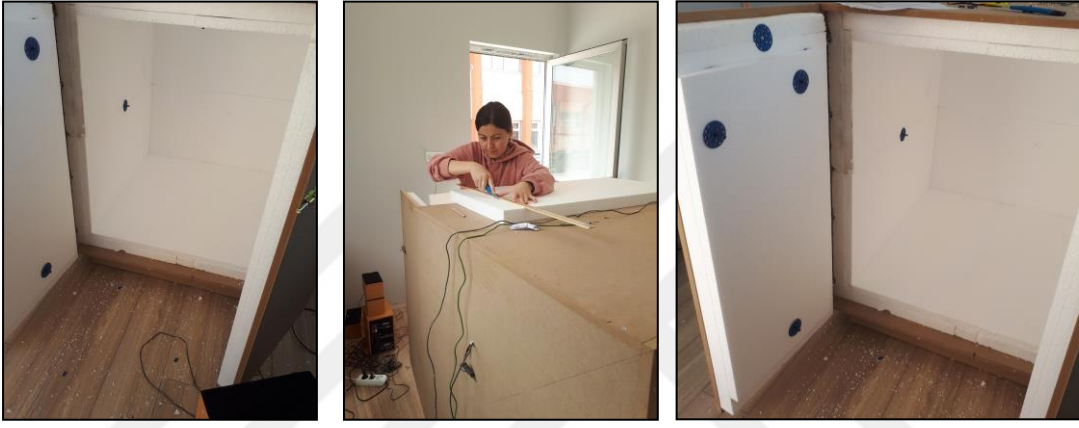
SAAT	İÇ SICAKLIK (°C)	DIŞ SICAKLIK (°C) (LEFT TERMOKUPL)	DIŞ SICAKLIK (°C) (RIGHT TERMOKUPL)
08:13	17,4	17,8	18,9
08:14	17,4	18,0	18,9
08:15	17,4	18,2	18,9
08:16	17,4	18,7	19,1
08:17	17,5	18,8	19,3
08:18	17,5	19,0	19,4
08:19	17,6	19,1	19,5
08:20	17,6	19,1	19,5
08:21	17,7	19,1	19,5
08:22	17,7	19,3	19,5
08:40	25,9	20,9	20,9
08:51	26,7	21,6	21,4
09:07	25,6	22,0	22,0
09:19	27,6	22,3	22,5
09:37	25,9	22,9	23,2
09:53	25,8	23,2	23,6
08:35	30,9	20,3	20,6
08:48	30,6	21,4	21,3
09:02	30,7	21,9	21,8
09:17	30,4	22,2	22,4
09:30	31,2	22,7	22,9
09:47	31,5	23,1	23,5
08:31	37,9	19,9	20,1
08:45	38,0	21,2	21,1
09:00	35,3	21,9	21,8
09:13	36,1	22,0	22,1
09:27	41,0	22,6	22,9
09:45	36,7	23,1	23,4
08:29	42,1	19,5	19,8
08:43	38,3	21,0	21,1
08:57	40,8	21,9	21,7
09:10	39,2	22,0	22,0
09:25	33,2	22,5	22,8
09:43	40,9	22,9	23,2



Şekil 3.13. 5 cm EPS beyaz yalıtım malzemesine ait kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

3.3.1.2. 8 cm EPS beyaz yalıtım malzeme deneyleri

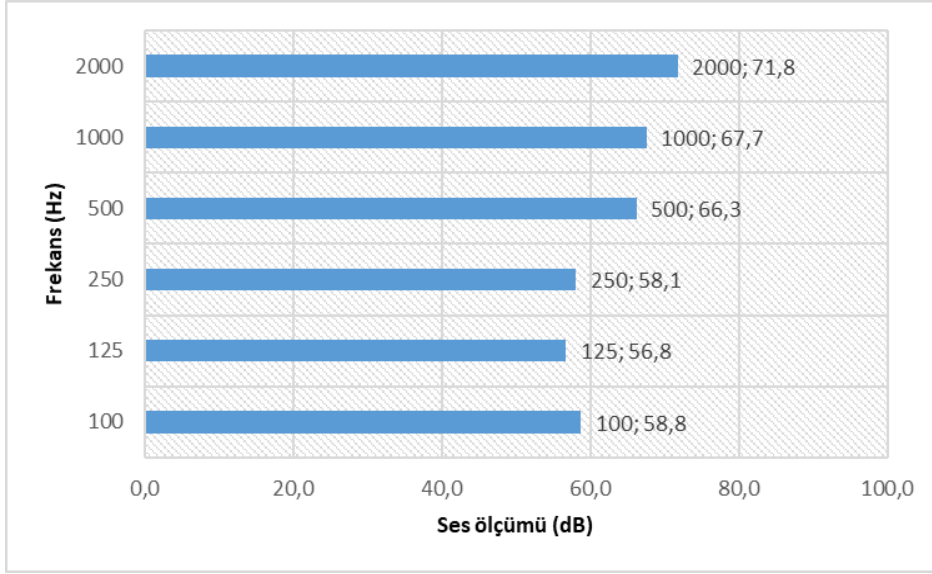
Deneyde kullanılan 8 cm EPS beyaz yalıtım malzemesine ait deney düzeneği fotoğrafları Şekil 3.14’de görülmektedir. 8 cm EPS beyaz yalıtım malzemesi ile yapılan deneylerde elde edilen ses ve ısı ölçüm sonuçları Çizelge 3.16’da, elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafikler Şekil 3.15, 3.16, 3.17’de, ses ölçümlerinin yapıldığı anda ki sıcaklık verileri Çizelge 3.17’de elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafik ise Şekil 3.18’de verilmiştir.



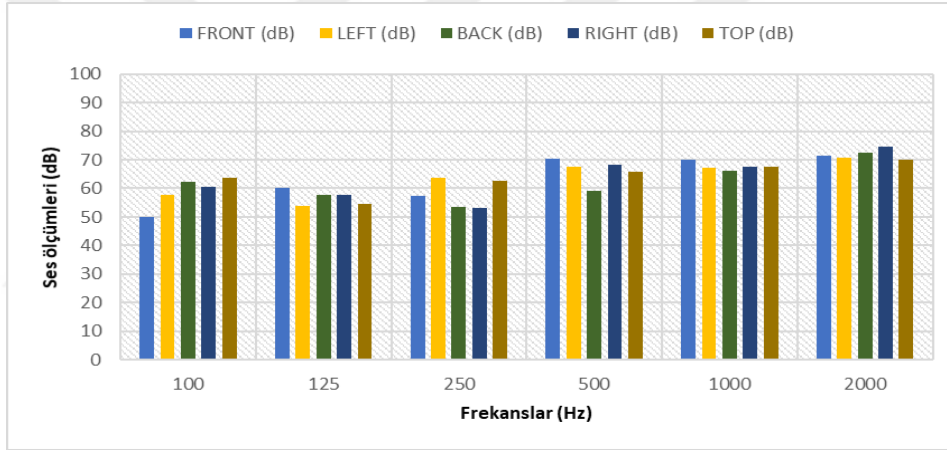
Şekil 3.14. 8 cm EPS beyaz yalıtım malzemesine ait deney düzeneği

Çizelge 3.16. 8 cm EPS beyaz yalıtım malzemesine ait kutu iç sıcaklık değerleri ile kutu dış yüzeyi desibel ölçümleri (18.05.2023)

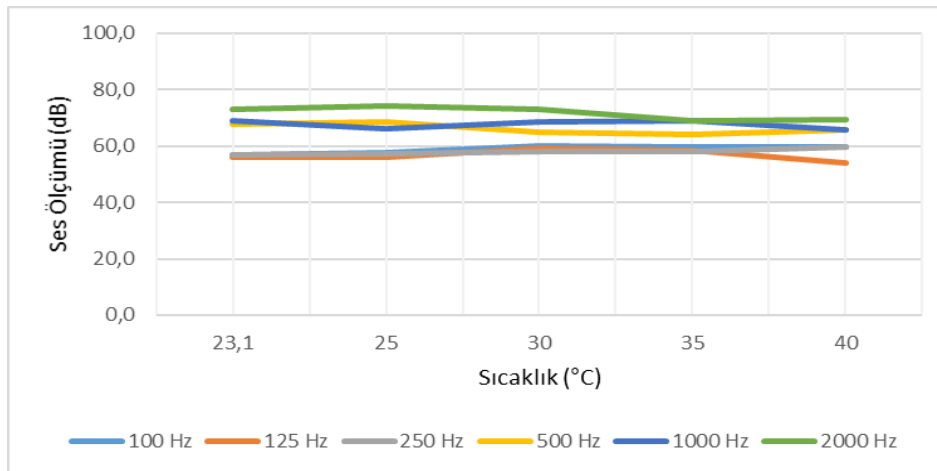
KUTU DIŞ YÜZEYLER	KOD	KUTU İÇ SICAKLIK	FREKANSLAR (Hz)											
			SAAT	100	SAAT	125	SAAT	250	SAAT	500	SAAT	1000	SAAT	2000
FRONT (dB)	1	23,1 °C (mevcut sıcaklık)	16:15	49,5	17:13	59,8	18:25	54,7	18:51	74,1	19:15	72,0	19:43	72,8
LEFT (dB)	2			53,3		52,6		64,8		67,3		69,5		72,6
BACK (dB)	3			61,1		57,9		51,5		62,4		70,2		79,2
RIGHT (dB)	4			56,5		54,9		52,2		70,4		66,3		74,6
TOP (dB)	5			63,0		55,4		61,8		65,6		67,0		66,8
FRONT (dB)	1	25 °C	16:22	49,5	17:04	59,7	18:18	54,5	18:45	69,9	19:09	70,2	19:36	77,7
LEFT (dB)	2			56,4		53,2		63,0		69,5		68,4		73,1
BACK (dB)	3			61,5		59,2		55,5		66,5		65,4		71,0
RIGHT (dB)	4			59,5		54,2		50,4		70,3		64,0		77,6
TOP (dB)	5			62,0		53,6		63,1		66,6		62,5		71,0
FRONT (dB)	1	30 °C	16:28	50,2	16:55	61,8	18:09	59,1	18:40	69,7	19:04	71,6	19:32	67,4
LEFT (dB)	2			60,6		56,1		64,4		65,2		67,2		70,0
BACK (dB)	3			63,0		60,1		52,7		54,3		64,6		79,4
RIGHT (dB)	4			62,3		61,7		52,1		71,0		70,2		77,5
TOP (dB)	5			64,1		56,0		62,9		65,4		69,5		70,2
FRONT (dB)	1	35 °C	16:35	50,8	16:45	61,3	18:06	59,1	18:32	68,2	19:00	72,6	19:25	67,2
LEFT (dB)	2			61,5		54,8		63,4		66,8		67,3		63,6
BACK (dB)	3			61,8		58,3		52,7		56,8		66,8		70,5
RIGHT (dB)	4			61,2		63,0		52,9		64,2		67,5		74,4
TOP (dB)	5			64,1		55,2		63,0		64,5		70,6		70,0
FRONT (dB)	1	40 °C	16:40	50,0	17:59	58,0	17:59	60,0	18:28	70,4	18:55	63,6	19:19	71,5
LEFT (dB)	2			56,5		51,7		63,4		69,1		62,8		73,6
BACK (dB)	3			63,2		53,9		55,1		55,9		63,3		62,1
RIGHT (dB)	4			62,5		54,7		58,0		66,0		70,2		68,1
TOP (dB)	5			65,5		52,2		61,9		67,5		68,3		72,4



Şekil 3.15. 8 cm EPS beyaz yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda farklı frekans değerlerindeki ortalama desibel ölçümleri



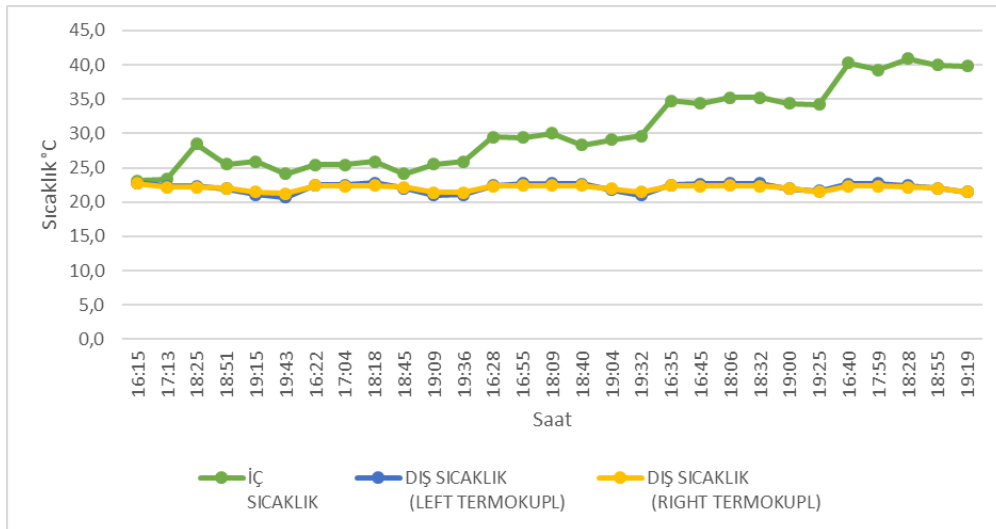
Şekil 3.16. 8 cm EPS beyaz yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda 5 farklı dış yüzeydeki ortalama desibel ölçümleri



Şekil 3.17. 8 cm EPS beyaz yalıtım malzemesine ait farklı sıcaklıklardaki desibel ölçümleri

Çizelge 3.17. 8 cm EPS beyaz yalıtım malzemesine ait detaylı kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

SAAT	İÇ SICAKLIK (°C)	DIŞ SICAKLIK (°C) (LEFT TERMOKUPL)	DIŞ SICAKLIK (°C) (RIGHT TERMOKUPL)
16:15	23,1	22,8	22,7
17:13	23,3	22,3	22,2
18:25	28,5	22,3	22,2
18:51	25,5	21,9	22,0
19:15	25,9	21,1	21,5
19:43	24,1	20,7	21,2
16:22	25,4	22,5	22,4
17:04	25,4	22,5	22,3
18:18	25,9	22,8	22,4
18:45	24,1	22,0	22,2
19:09	25,5	21,0	21,4
19:36	25,9	21,1	21,4
16:28	29,5	22,4	22,3
16:55	29,4	22,7	22,4
18:09	30,0	22,7	22,4
18:40	28,3	22,6	22,4
19:04	29,1	21,8	21,9
19:32	29,6	21,0	21,5
16:35	34,8	22,5	22,4
16:45	34,4	22,6	22,3
18:06	35,2	22,7	22,4
18:32	35,2	22,7	22,3
19:00	34,4	21,9	22,0
19:25	34,2	21,6	21,5
16:40	40,3	22,6	22,3
17:59	39,3	22,7	22,3
18:28	40,9	22,4	22,2
18:55	40,0	22,0	22,0
19:19	39,8	21,5	21,5



Şekil 3.18. 8 cm EPS beyaz yalıtım malzemesine ait kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

3.3.1.3. 10 cm EPS beyaz yalıtım malzeme deneyleri

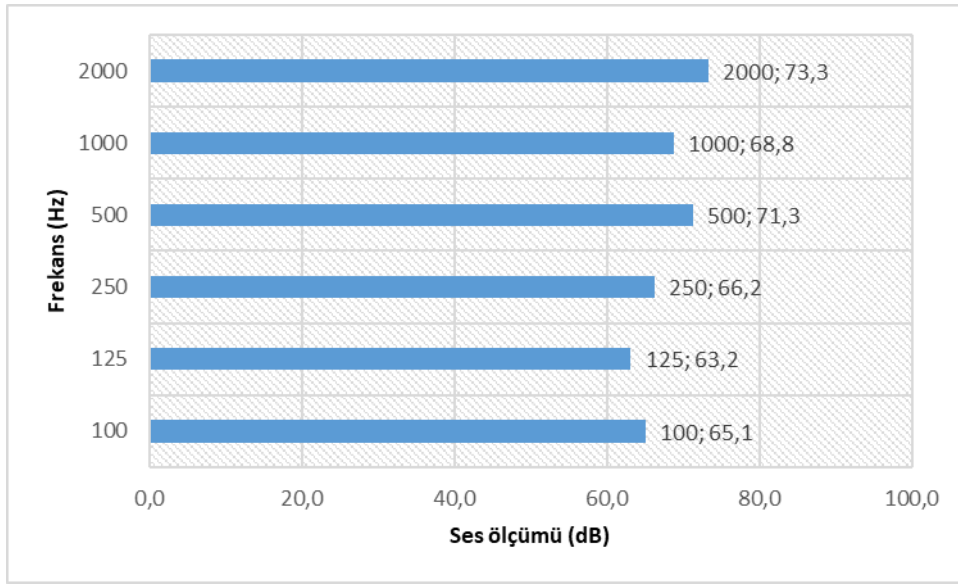
Deneyde kullanılan 10 cm EPS beyaz yalıtım malzemesine ait deney düzeneği fotoğrafları Şekil 3.19’da görülmektedir. 10 cm EPS beyaz yalıtım malzemesi ile yapılan deneylerde elde edilen ses ve ısı ölçüm sonuçları Çizelge 3.18’de, elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafikler Şekil 3.20, 3.21, 3.22’de, ses ölçümlerinin yapıldığı anda ki sıcaklık verileri Çizelge 3.19’da elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafik ise Şekil 3.23’de verilmiştir.



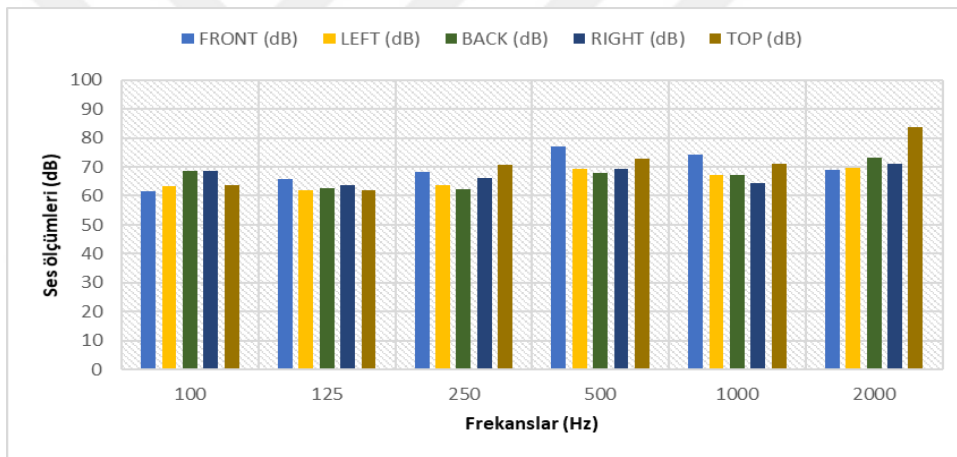
Şekil 3.19. 10 cm EPS beyaz yalıtım malzemesine ait deney düzeneği

Çizelge 3.18. 10 cm EPS beyaz yalıtım malzemesine ait kutu iç sıcaklık değerleri ile kutu dış yüzeyi desibel ölçümleri (19.05.2023)

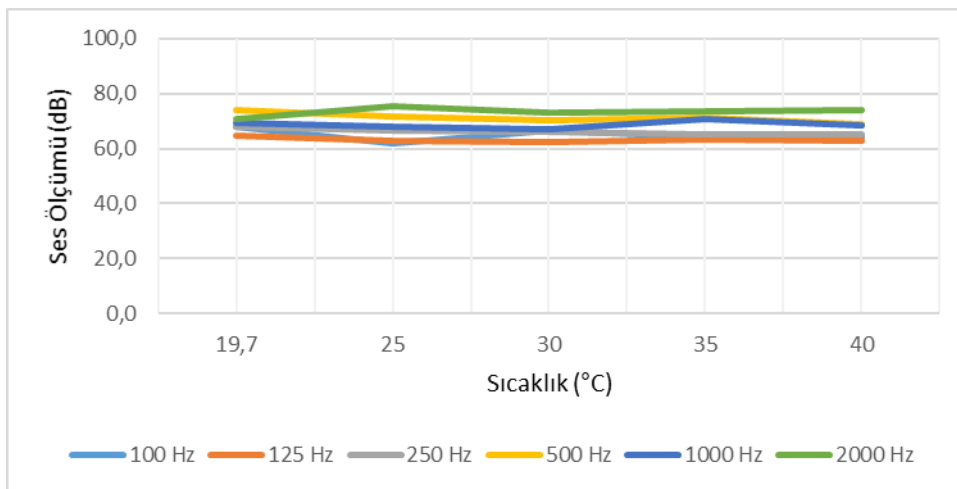
KUTU DIŞ YÜZEYLER	KOD	KUTU İÇ SICAKLIK	FREKANSLAR (Hz)											
			SAAT	100	SAAT	125	SAAT	250	SAAT	500	SAAT	1000	SAAT	2000
FRONT (dB)	1	19,7 °C (mevcut sıcaklık)	12:15	61,0	12:18	67,0	12:19	69,2	12:20	81,0	12:22	74,3	12:23	66,2
LEFT (dB)	2			64,7		62,7		65,7		72,0		70,2		69,3
BACK (dB)	3			76,0		66,3		64,8		70,2		67,0		66,0
RIGHT (dB)	4			76,4		64,2		69,0		75,3		65,0		67,0
TOP (dB)	5			62,5		62,8		71,6		72,2		71,5		84,7
FRONT (dB)	1	25 °C	13:04	62,1	13:05	64,8	13:05	70,1	13:06	75,0	13:08	72,8	13:10	78,5
LEFT (dB)	2			58,5		62,5		62,0		70,0		69,2		71,0
BACK (dB)	3			64,2		61,3		62,8		71,5		65,0		71,0
RIGHT (dB)	4			63,0		63,5		66,7		69,5		61,0		75,0
TOP (dB)	5			62,2		62,2		72,1		73,1		71,1		82,0
FRONT (dB)	1	30 °C	12:57	62,5	12:57	63,4	12:58	67,6	12:59	77,2	13:00	74,0	13:01	63,5
LEFT (dB)	2			62,3		61,3		64,3		66,3		63,5		72,2
BACK (dB)	3			71,2		60,3		60,5		64,5		68,0		77,1
RIGHT (dB)	4			68,0		62,9		64,5		66,0		65,8		67,1
TOP (dB)	5			70,0		63,2		73,2		77,4		65,1		84,7
FRONT (dB)	1	35 °C	12:44	60,6	12:48	65,5	12:48	65,2	12:49	77,5	12:50	76,7	12:50	65,2
LEFT (dB)	2			61,5		62,8		62,2		68,0		69,3		67,0
BACK (dB)	3			68,2		63,5		61,7		66,3		70,0		74,7
RIGHT (dB)	4			69,5		62,5		65,8		71,8		64,2		73,5
TOP (dB)	5			62,4		61,7		70,0		73,5		73,9		86,7
FRONT (dB)	1	40 °C	12:28	61,0	12:29	68,0	12:31	69,5	12:34	74,0	12:35	74,0	12:37	71,3
LEFT (dB)	2			69,6		60,5		64,0		70,5		63,0		69,2
BACK (dB)	3			64,0		61,0		61,8		67,0		66,0		77,5
RIGHT (dB)	4			65,4		65,0		64,5		64,5		65,4		72,1
TOP (dB)	5			61,5		60,0		66,3		68,1		73,2		80,5



Şekil 3.20. 10 cm EPS beyaz yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda farklı frekans değerlerindeki ortalama desibel ölçümleri



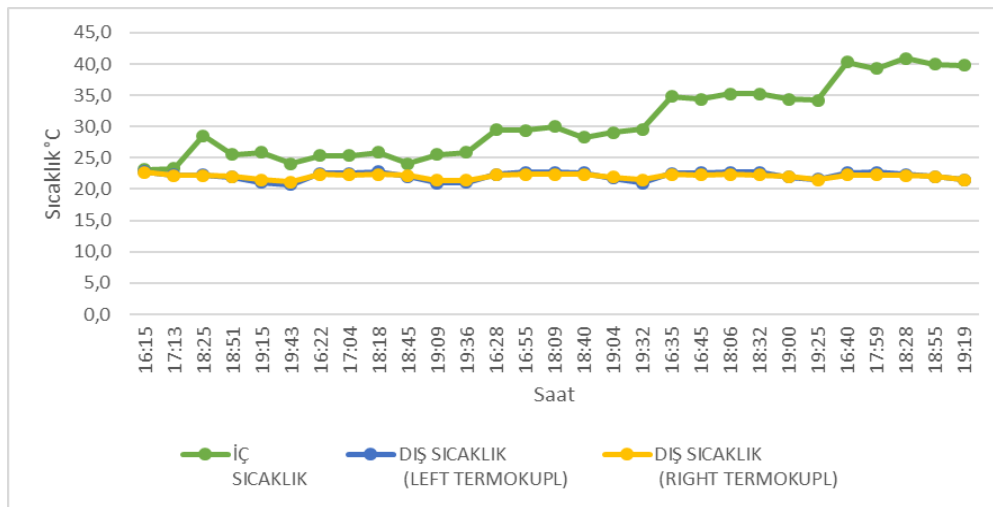
Şekil 3.21. 10 cm EPS beyaz yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda 5 farklı dış yüzeydeki ortalama desibel ölçümleri



Şekil 3.22. 10 cm EPS beyaz yalıtım malzemesine ait farklı sıcaklıklardaki desibel ölçümleri

Çizelge 3.19. 10 cm EPS beyaz yalıtım malzemesine ait detaylı kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

SAAT	İÇ SICAKLIK (°C)	DIŞ SICAKLIK (°C) (LEFT TERMOKUPL)	DIŞ SICAKLIK (°C) (RIGHT TERMOKUPL)
12:15	19,7	18,4	19,2
12:18	19,7	19,1	19,6
12:19	19,6	19,2	19,7
12:20	19,6	19,3	19,8
12:22	19,6	19,6	20,0
12:23	19,5	19,6	20,1
13:04	25,7	20,8	21,6
13:05	25,0	21,0	21,6
13:06	25,8	21,0	21,6
13:08	24,2	21,0	21,6
13:10	25,1	21,2	21,7
12:57	30,8	20,9	21,4
12:58	30,5	20,9	21,4
12:59	30,2	20,8	21,4
13:00	31,2	20,9	21,4
13:01	30,5	20,9	21,4
12:44	35,0	19,7	20,5
12:48	36,3	20,5	20,9
12:49	35,1	20,5	20,9
12:50	34,3	20,6	21,0
12:28	40,9	19,9	20,2
12:29	41,1	20,1	20,3
12:31	38,3	20,1	20,4
12:34	41,1	20,3	20,5
12:35	38,7	20,4	20,6
12:37	41,9	20,5	20,7



Şekil 3.23.10 cm EPS beyaz yalıtım malzemesine ait kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

3.3.2. EPS karbonlu yalıtım malzeme deneyleri

3.3.2.1. 5 cm EPS karbonlu (gri) yalıtım malzeme deneyleri

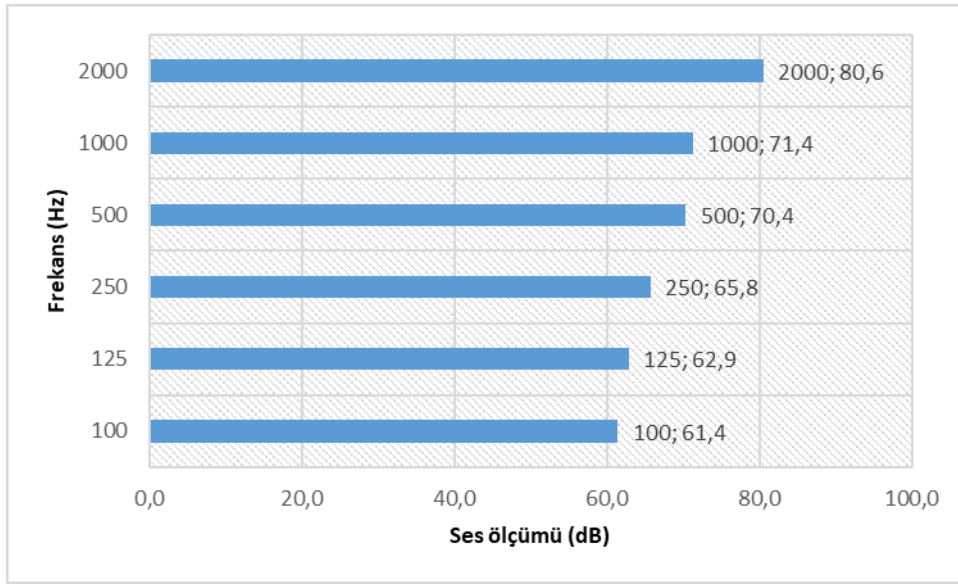
Deneyde kullanılan 5 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesine ait deney düzeneği fotoğrafları Şekil 3.24’de görülmektedir. 5 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesi ile yapılan deneylerde elde edilen ses ve ısı ölçüm sonuçları Çizelge 3.20’de, elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafikler Şekil 3.25, 3.26, 3.27’de, ses ölçümlerinin yapıldığı anda ki sıcaklık verileri Çizelge 3.21’de elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafik ise Şekil 3.28’de verilmiştir.



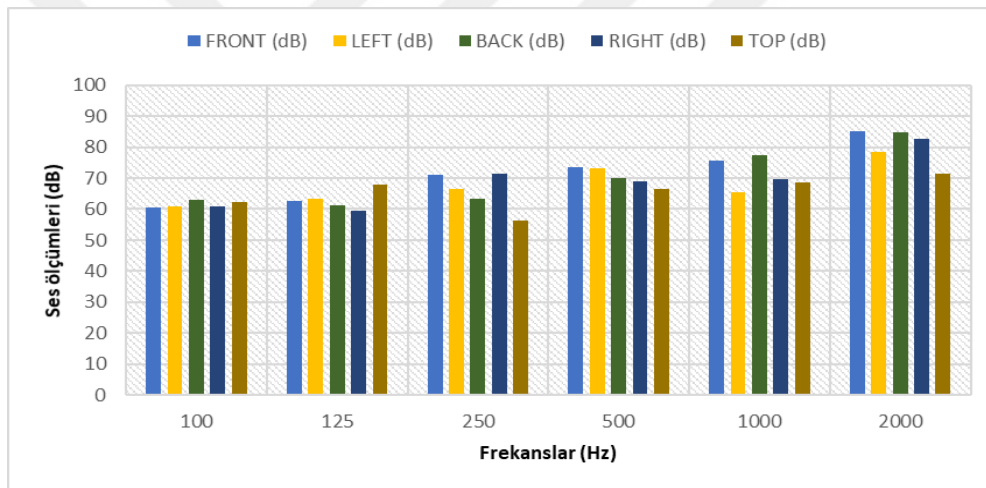
Şekil 3.24. 5 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesine ait deney düzeneği

Çizelge 3.20. 5 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesine ait kutu iç sıcaklık değerleri ile kutu dış yüzeyi desibel ölçümleri (20.05.2023)

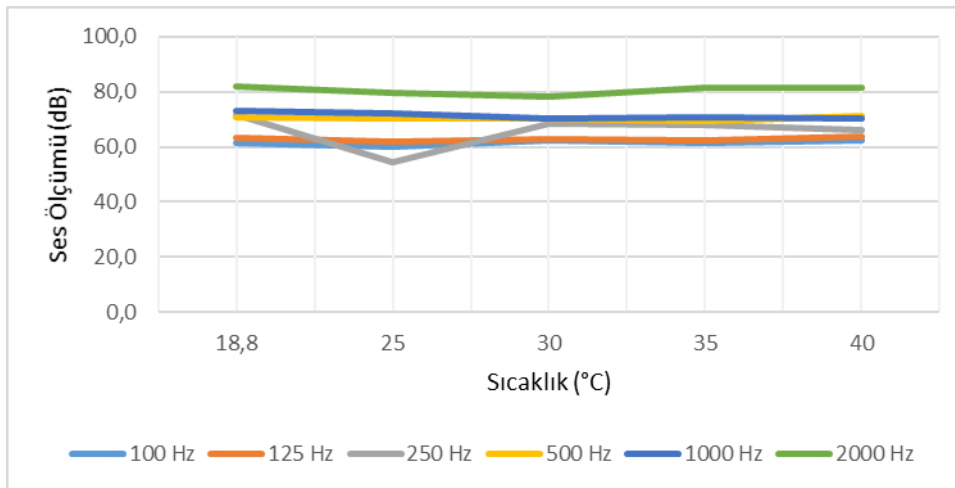
KUTU DIŞ YÜZEYLER	KOD	KUTU İÇ SICAKLIK	FREKANSLAR (Hz)											
			SAAT	100	SAAT	125	SAAT	250	SAAT	500	SAAT	1000	SAAT	2000
FRONT (dB)	1	18.8 °C (mevcut sıcaklık)	11:15	61,2	11:16	61,9	11:16	75,6	11:17	74,5	11:18	72,9	11:19	85,5
LEFT (dB)	2			59,6		63,9		71,2		69,8		62,8		83,8
BACK (dB)	3			60,6		60,6		68,0		72,7		76,4		88,5
RIGHT (dB)	4			62,2		63,0		70,6		70,8		73,8		84,0
TOP (dB)	5			62,7		66,9		72,2		66,0		80,2		68,4
FRONT (dB)	1	25 °C	11:47	59,3	11:48	60,5	11:48	70,2	11:49	68,5	11:50	79,2	11:51	80,8
LEFT (dB)	2			58,5		63,4		67,1		73,5		66,2		77,3
BACK (dB)	3			62,0		61,2		63,2		69,2		76,1		84,9
RIGHT (dB)	4			58,1		58,2		71,9		70,0		71,7		84,1
TOP (dB)	5			62,5		66,3		0,5		69,6		68,6		70,3
FRONT (dB)	1	30 °C	11:41	60,7	11:41	63,7	11:42	69,8	11:43	75,0	11:43	76,0	11:44	86,5
LEFT (dB)	2			62,4		64,3		66,6		73,8		67,3		76,4
BACK (dB)	3			63,6		60,8		61,8		67,5		78,0		83,7
RIGHT (dB)	4			59,8		58,1		72,9		69,6		65,9		80,9
TOP (dB)	5			64,9		67,6		70,5		65,4		64,1		64,5
FRONT (dB)	1	35 °C	11:32	60,0	11:32	63,7	11:34	70,0	11:37	72,4	11:37	75,0	11:38	87,1
LEFT (dB)	2			61,0		61,9		64,9		74,5		66,1		76,6
BACK (dB)	3			63,7		61,0		63,0		69,2		78,9		84,4
RIGHT (dB)	4			60,9		57,3		72,0		66,5		66,0		80,8
TOP (dB)	5			60,5		68,1		70,1		65,1		67,2		78,1
FRONT (dB)	1	40 °C	11:24	61,2	11:25	63,8	11:27	70,1	11:28	76,5	11:28	75,7	11:29	86,4
LEFT (dB)	2			63,2		62,3		62,9		74,5		64,6		78,3
BACK (dB)	3			64,5		62,4		60,5		70,8		77,1		83,1
RIGHT (dB)	4			63,0		60,4		70,2		67,6		70,9		83,8
TOP (dB)	5			60,0		70,0		68,0		66,1		63,4		76,5



Şekil 3.25. 5cm EPS karbonlu yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda farklı frekans değerlerindeki ortalama desibel ölçümleri



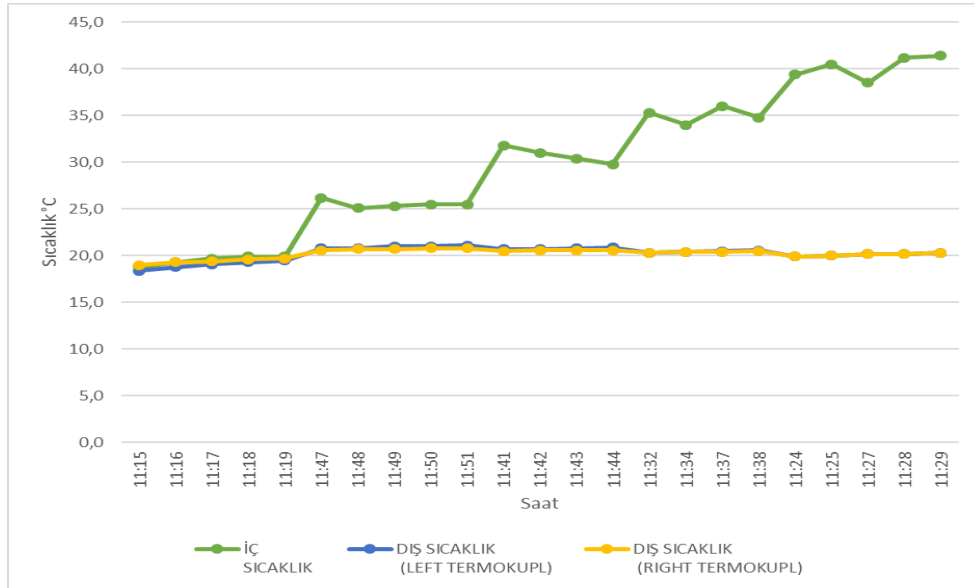
Şekil 3.26. 5 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda 5 farklı dış yüzeydeki ortalama desibel ölçümleri



Şekil 3.27. 5 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesine ait farklı sıcaklıklardaki desibel ölçümleri

Çizelge 3.21. 5 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesine ait detaylı kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

SAAT	İÇ SICAKLIK (°C)	DIŞ SICAKLIK (°C) (LEFT TERMOKUPL)	DIŞ SICAKLIK (°C) (RIGHT TERMOKUPL)
11:15	18,8	18,4	19,0
11:16	19,3	18,8	19,3
11:17	19,7	19,1	19,4
11:18	19,9	19,3	19,6
11:19	19,9	19,5	19,7
11:47	26,2	20,8	20,6
11:48	25,1	20,8	20,7
11:49	25,3	21,0	20,7
11:50	25,5	21,0	20,8
11:51	25,5	21,1	20,8
11:41	31,8	20,7	20,5
11:42	31,0	20,7	20,6
11:43	30,4	20,8	20,6
11:44	29,8	20,9	20,6
11:32	35,3	20,3	20,3
11:34	34,0	20,4	20,4
11:37	36,0	20,5	20,4
11:38	34,8	20,6	20,5
11:24	39,4	19,9	19,9
11:25	40,5	20,0	20,0
11:27	38,5	20,2	20,2
11:28	41,2	20,2	20,2
11:29	41,4	20,3	20,3



Şekil 3.28. 5 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesine ait kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

3.3.2.2. 8 cm EPS karbonlu ısı yalıtım malzeme deneyleri

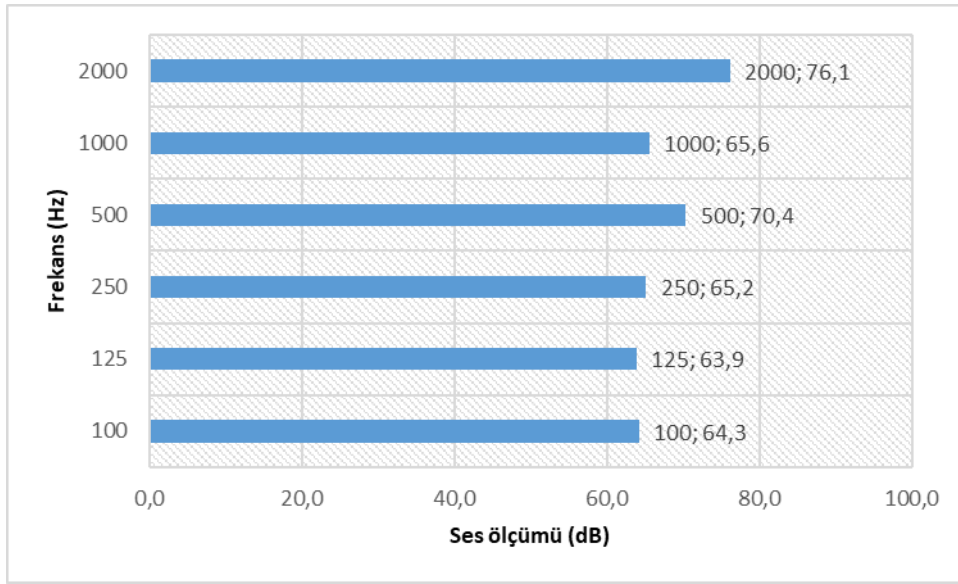
Deneyde kullanılan 8 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesine ait deney düzeneği fotoğrafları Şekil 3.29'da görülmektedir. 8 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesi ile yapılan deneylerde elde edilen ses ve ısı ölçüm sonuçları Çizelge 3.22'de, elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafikler Şekil 3.30, 3.31, 3.32'de ses ölçümlerinin yapıldığı anda ki sıcaklık verileri Çizelge 3.23'de elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafik ise Şekil 3.33'de verilmiştir.



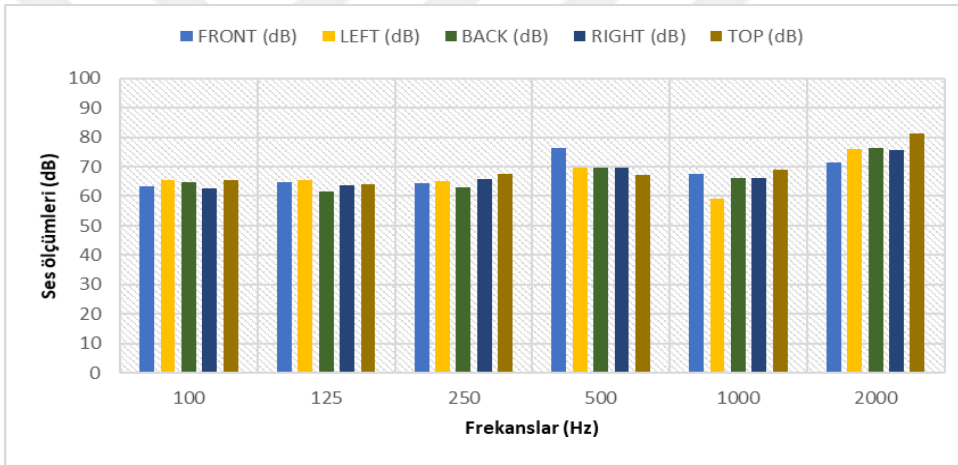
Şekil 3.29. 8 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesine ait deney düzeneği

Çizelge 3.22. 8 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesine ait kutu iç sıcaklık değerleri ile kutu dış yüzeyi desibel ölçümleri (20.05.2023)

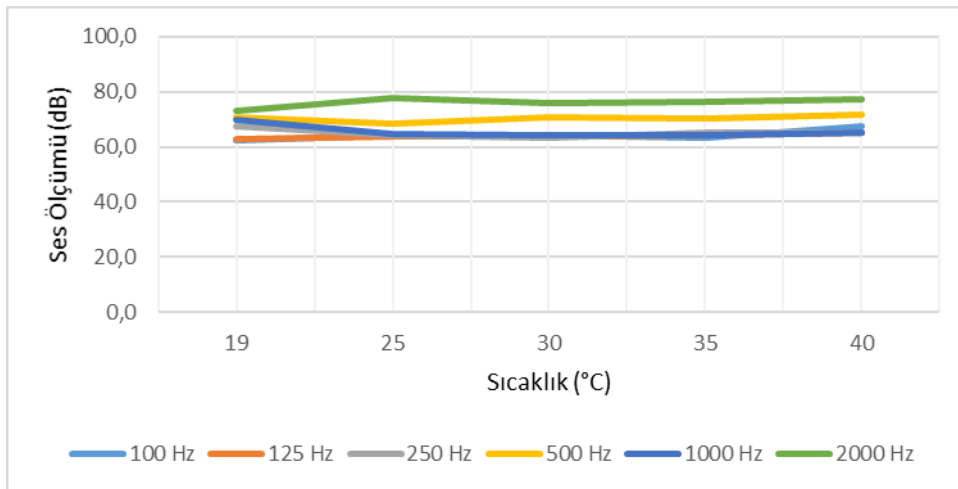
KUTU DIŞ YÜZEYLER	KOD	KUTU İÇ SICAKLIK	FREKANSLAR (Hz)											
			SAAT	100	SAAT	125	SAAT	250	SAAT	500	SAAT	1000	SAAT	2000
FRONT (dB)	1	19 °C (mevcut sıcaklık)	09:59	63,1	10:01	62,3	10:02	70,4	10:03	73,1	10:04	68,8	10:05	64,6
LEFT (dB)	2			61,9		66,2		69,0		67,3		60,7		66,6
BACK (dB)	3			62,3		60,4		61,8		72,6		71,0		82,5
RIGHT (dB)	4			59,9		62,3		67,0		73,3		70,9		70,1
TOP (dB)	5			65,3		63,9		70,3		68,0		77,5		82,2
FRONT (dB)	1	25 °C	10:43	61,6	10:43	65,6	10:44	62,7	10:45	75,6	10:46	69,4	10:46	73,1
LEFT (dB)	2			63,8		62,4		63,3		70,6		57,3		77,1
BACK (dB)	3			64,7		63,7		63,1		64,3		65,3		79,4
RIGHT (dB)	4			64,5		64,3		62,7		68,9		66,0		78,3
TOP (dB)	5			65,5		62,1		68,5		63,8		65,2		81,0
FRONT (dB)	1	30 °C	10:32	63,8	10:32	64,5	10:33	60,6	10:33	76,6	10:34	65,3	10:35	73,1
LEFT (dB)	2			66,3		65,6		63,3		71,0		57,2		80,0
BACK (dB)	3			67,5		61,6		63,0		69,2		70,0		67,3
RIGHT (dB)	4			58,6		63,6		63,6		68,2		65,2		76,9
TOP (dB)	5			64,2		62,5		66,3		67,9		63,6		81,9
FRONT (dB)	1	35 °C	10:19	62,7	10:20	65,3	10:25	64,6	10:25	77,1	10:26	67,7	10:27	72,6
LEFT (dB)	2			67,3		64,9		64,8		70,2		61,6		79,5
BACK (dB)	3			62,8		61,2		64,1		71,9		61,3		74,6
RIGHT (dB)	4			63,6		64,0		66,8		67,7		63,5		75,2
TOP (dB)	5			60,9		64,7		66,7		64,4		66,3		80,7
FRONT (dB)	1	40 °C	10:11	64,8	10:11	66,8	10:16	63,8	10:16	78,7	10:17	66,5	10:17	73,4
LEFT (dB)	2			68,3		67,4		65,1		68,9		59,0		77,3
BACK (dB)	3			66,0		60,2		63,2		69,6		63,7		78,5
RIGHT (dB)	4			67,0		64,1		69,1		69,4		65,2		77,0
TOP (dB)	5			70,5		67,5		65,5		71,0		72,5		80,3



Şekil 3.30. 8 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda farklı frekans değerlerindeki ortalama desibel ölçümleri



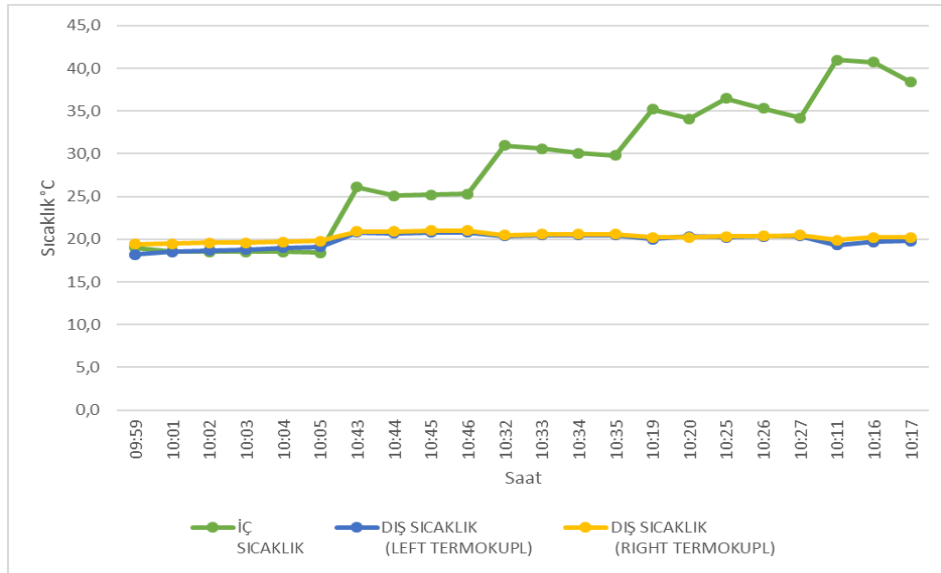
Şekil 3.31. 8 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda 5 farklı dış yüzeydeki ortalama desibel ölçümleri



Şekil 3.32. 8 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesine ait farklı sıcaklıklardaki desibel ölçümleri

Çizelge 3.23. 8 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesine ait detaylı kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

SAAT	İÇ SICAKLIK (°C)	DIŞ SICAKLIK (°C) (LEFT TERMOKUPL)	DIŞ SICAKLIK (°C) (RIGHT TERMOKUPL)
09:59	19,0	18,2	19,4
10:01	18,6	18,5	19,5
10:02	18,5	18,7	19,6
10:03	18,5	18,8	19,6
10:04	18,5	19,0	19,7
10:05	18,4	19,1	19,8
10:43	26,1	20,8	20,9
10:44	25,1	20,7	20,9
10:45	25,2	20,8	21,0
10:46	25,3	20,8	21,0
10:32	31,0	20,4	20,5
10:33	30,6	20,5	20,6
10:34	30,1	20,5	20,6
10:35	29,8	20,5	20,6
10:19	35,2	20,0	20,2
10:20	34,1	20,3	20,2
10:25	36,5	20,2	20,3
10:26	35,3	20,3	20,4
10:27	34,2	20,4	20,5
10:11	41,0	19,3	19,9
10:16	40,7	19,7	20,2
10:17	38,4	19,8	20,2



Şekil 3.33. 8 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesine ait kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

3.3.2.3. 10 cm EPS karbonlu ısı yalıtım malzeme deneyleri

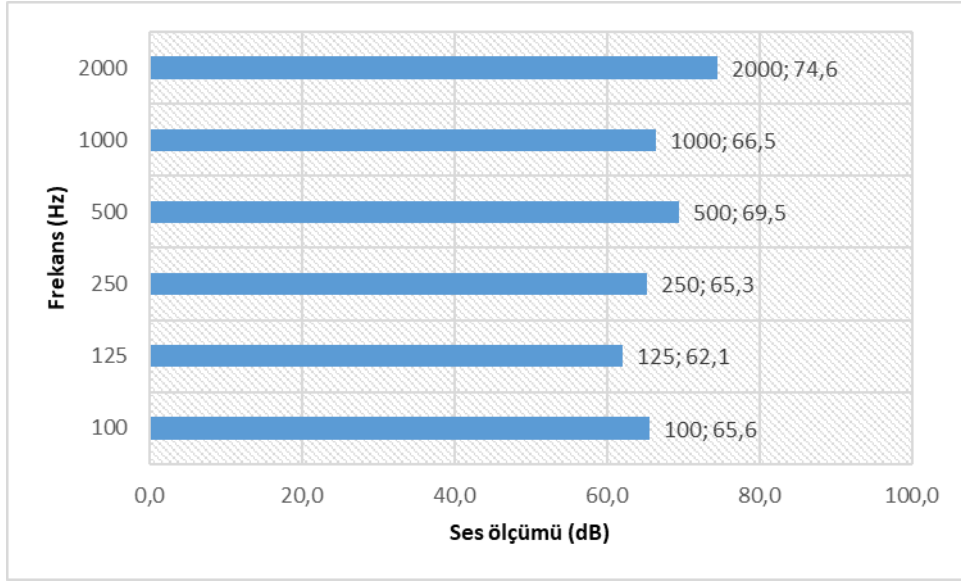
Deneyde kullanılan 10 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesine ait deney düzeneği fotoğrafları Şekil 3.34’de görülmektedir. 10 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesi ile yapılan deneylerde elde edilen ses ve ısı ölçüm sonuçları Çizelge 3.24’de, elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafikler ise Şekil 3.35, 3.36, 3.37’de ses ölçümlerinin yapıldığı anda ki sıcaklık verileri Çizelge 3.25’de elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafik ise Şekil 3.38’de verilmiştir.



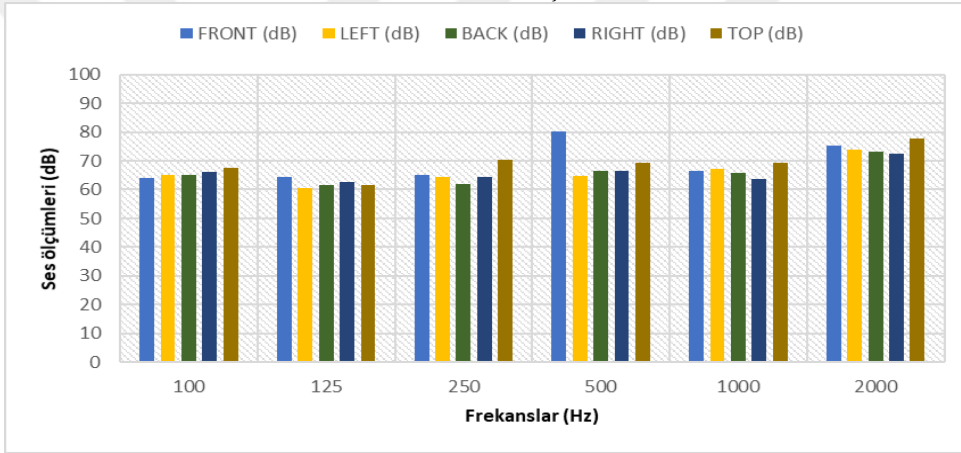
Şekil 3.34. 10 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesine ait deney düzeneği

Çizelge 3.24. 10 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesine ait kutu iç sıcaklık değerleri ile kutu dış yüzeyi desibel ölçümleri (19.05.2023)

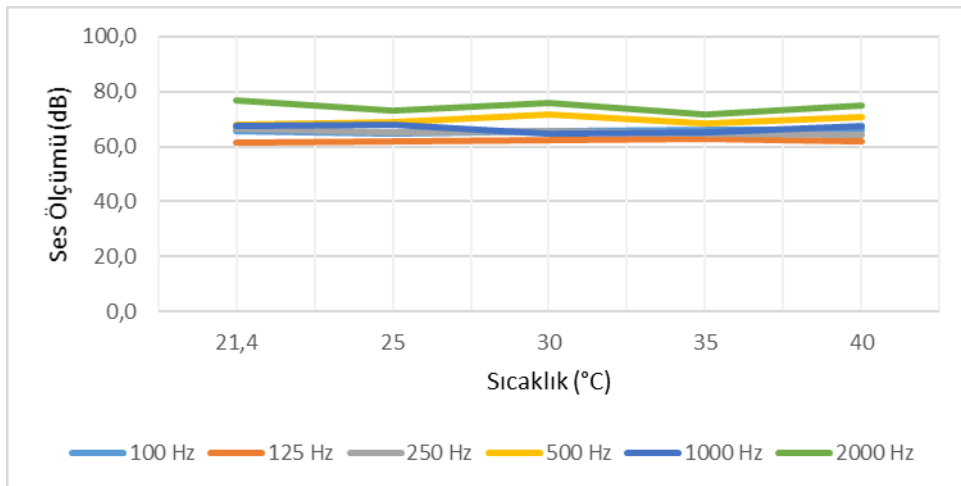
KUTU DIŞ YÜZEYLER	KOD	KUTU İÇ SICAKLIK	FREKANSLAR (Hz)											
			SAAT	100	SAAT	125	SAAT	250	SAAT	500	SAAT	1000	SAAT	2000
FRONT (dB)	1	21,4 °C (mevcut sıcaklık)	15:07	62,5	15:08	63,4	15:09	67,2	15:10	81,8	15:11	64,5	15:12	84,2
LEFT (dB)	2			67,1		60,3		65,7		63,0		66,2		80,2
BACK (dB)	3			64,2		61,5		61,5		65,0		66,3		65,1
RIGHT (dB)	4			66,5		62,7		68,2		61,5		66,4		81,4
TOP (dB)	5			68,7		59,5		70,6		68,2		74,5		74,5
FRONT (dB)	1	25 °C	15:52	63,5	15:53	65,1	15:54	66,3	15:57	78,5	15:57	73,1	15:59	77,1
LEFT (dB)	2			61,3		61,3		63,7		63,5		66,9		73,7
BACK (dB)	3			63,7		61,0		60,7		66,4		66,6		70,3
RIGHT (dB)	4			67,8		61,4		64,1		72,0		64,7		70,4
TOP (dB)	5			66,5		61,0		70,8		63,1		68,1		74,2
FRONT (dB)	1	30 °C	15:46	65,0	15:46	64,3	15:48	62,4	15:48	81,0	15:49	66,6	15:50	73,3
LEFT (dB)	2			63,2		58,1		65,3		67,5		67,1		74,4
BACK (dB)	3			64,6		62,1		62,7		67,0		57,7		73,5
RIGHT (dB)	4			62,7		65,1		65,7		69,9		60,8		78,0
TOP (dB)	5			71,7		61,4		71,5		72,7		71,3		81,3
FRONT (dB)	1	35 °C	15:35	65,5	15:37	64,5	15:38	64,9	15:38	81,8	15:41	62,0	15:42	71,9
LEFT (dB)	2			64,5		61,7		62,8		62,3		64,8		65,7
BACK (dB)	3			68,1		62,5		62,0		62,4		66,6		78,3
RIGHT (dB)	4			65,7		62,3		61,5		64,5		65,4		63,9
TOP (dB)	5			67,5		63,9		71,7		70,5		66,1		78,7
FRONT (dB)	1	40 °C	15:24	63,3	15:26	64,2	15:29	65,5	15:32	78,4	15:32	66,6	15:33	70,1
LEFT (dB)	2			68,9		62,0		64,6		68,2		70,1		75,5
BACK (dB)	3			65,0		60,8		62,0		72,5		72,2		79,1
RIGHT (dB)	4			68,3		61,0		62,9		64,0		61,8		68,6
TOP (dB)	5			64,1		61,5		67,3		71,2		66,6		80,5



Şekil 3.35. 10 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda farklı frekans değerlerindeki ortalama desibel ölçümleri



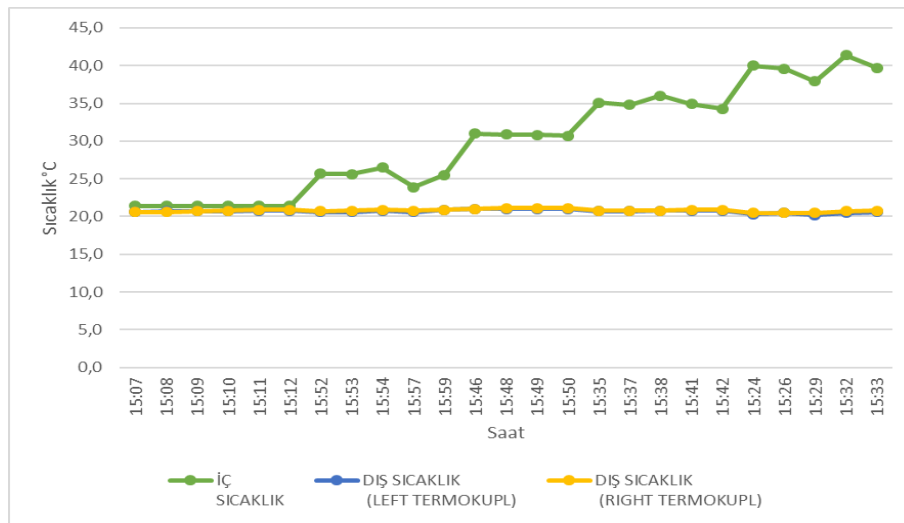
Şekil 3.36. 10 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda 5 farklı dış yüzeydeki ortalama desibel ölçümleri



Şekil 3.37. 10 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesine ait farklı sıcaklıklardaki desibel ölçümleri

Çizelge 3.25. 10 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesine ait detaylı kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

SAAT	İÇ SICAKLIK (°C)	DIŞ SICAKLIK (°C) (LEFT TERMOKUPL)	DIŞ SICAKLIK (°C) (RIGHT TERMOKUPL)
15:07	21,4	20,6	20,6
15:08	21,4	20,7	20,6
15:09	21,4	20,7	20,7
15:10	21,4	20,7	20,8
15:11	21,4	20,8	20,9
15:12	21,4	20,8	20,9
15:52	25,7	20,6	20,7
15:53	25,6	20,6	20,8
15:54	26,5	20,8	20,9
15:57	23,9	20,6	20,8
15:59	25,5	20,9	20,9
15:46	31,0	21,0	21,0
15:48	30,9	21,0	21,1
15:49	30,8	21,0	21,1
15:50	30,7	21,0	21,1
15:35	35,1	20,7	20,8
15:37	34,8	20,7	20,8
15:38	36,0	20,8	20,8
15:41	34,9	20,8	20,9
15:42	34,3	20,8	20,9
15:24	40,0	20,3	20,5
15:26	39,6	20,5	20,5
15:29	37,9	20,2	20,5
15:32	41,4	20,5	20,7
15:33	39,7	20,6	20,8



Şekil 3.38. 10 cm EPS karbonlu yalıtım malzemesine ait kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

3.3.3. XPS yalıtım malzeme deneyleri

3.3.3.1. 5 cm XPS yalıtım malzeme deneyleri

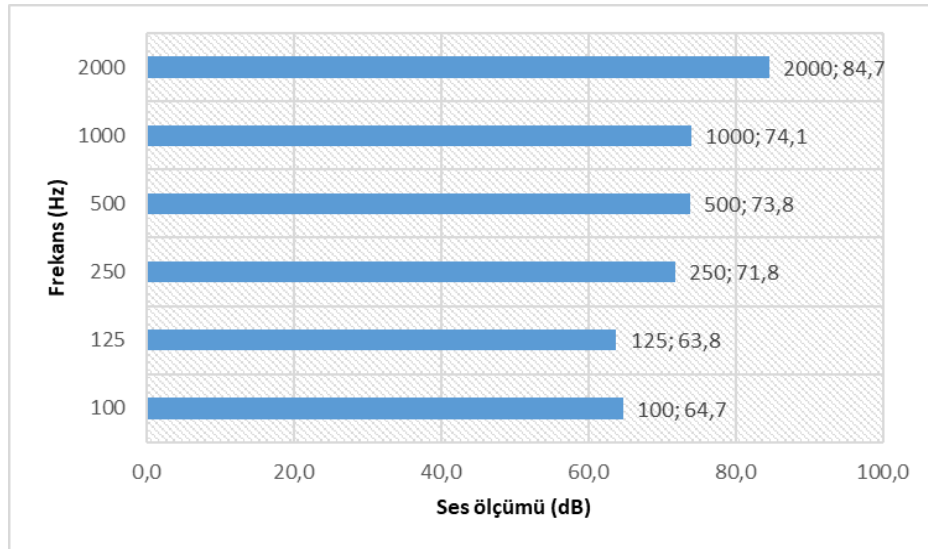
Deneyde kullanılan 5 cm XPS yalıtım malzemesine ait deney düzeneği fotoğrafları Şekil 3.39’de görülmektedir. 5 cm XPS yalıtım malzemesi ile yapılan deneylerde elde edilen ses ve ısı ölçüm sonuçları Çizelge 3.26’da, elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafikler ise Şekil 3.40, 3.41, 3.42’de, ses ölçümlerinin yapıldığı anda ki sıcaklık verileri Çizelge 3.27’de elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafik ise Şekil 3.43’de verilmiştir.



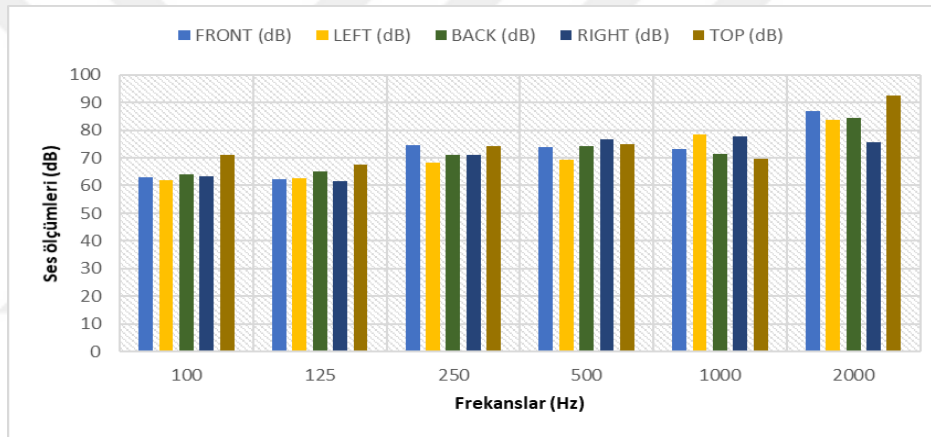
Şekil 3.39. 5 cm XPS yalıtım malzemesine ait deney düzeneği

Çizelge 3.26. 5 cm XPS yalıtım malzemesine ait kutu iç sıcaklık değerleri ile kutu dış yüzeyi desibel ölçümleri (21.05.2023)

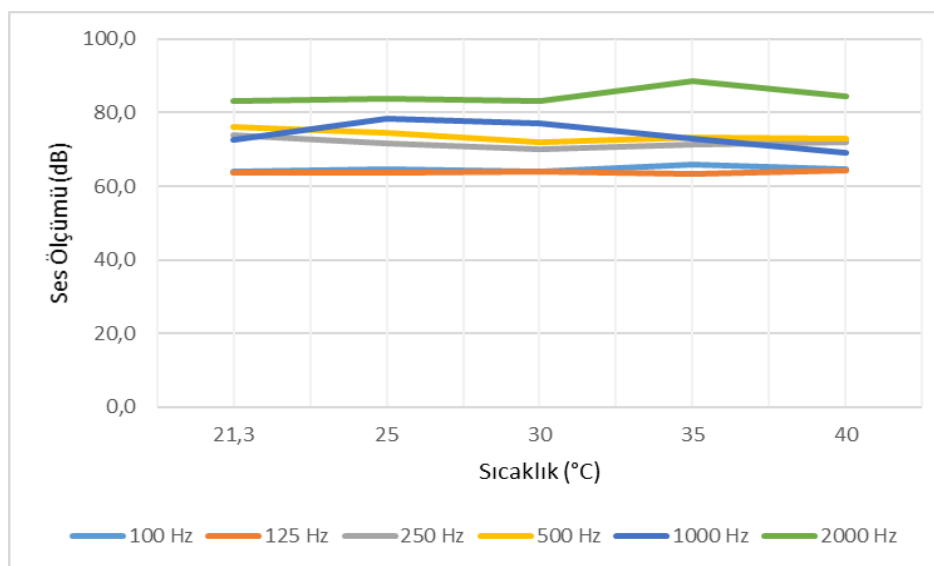
KUTU DIŞ YÜZEYLER	KOD	KUTU İÇ SICAKLIK	FREKANSLAR (Hz)											
			SAAT	100	SAAT	125	SAAT	250	SAAT	500	SAAT	1000	SAAT	2000
FRONT (dB)	1	21,3 °C (mevcut sıcaklık)	11:01	64,8	11:02	60,6	11:03	79,6	11:04	76,7	11:05	70,8	11:06	80,0
LEFT (dB)	2			60,8		62,3		68,7		71,9		79,7		82,9
BACK (dB)	3			63,8		64,8		72,9		76,8		78,5		83,7
RIGHT (dB)	4			61,1		61,8		72,8		76,0		70,2		78,3
TOP (dB)	5			70,2		68,8		75,9		79,8		64,2		90,7
FRONT (dB)	1	25 °C	11:35	62,7	11:35	62,7	11:36	75,2	11:37	76,1	11:38	81,0	11:40	82,9
LEFT (dB)	2			63,7		63,1		67,9		70,5		75,6		85,9
BACK (dB)	3			64,6		64,6		72,1		74,7		77,8		83,2
RIGHT (dB)	4			61,5		61,5		68,6		76,4		84,3		75,4
TOP (dB)	5			70,5		66,7		74,9		75,1		73,4		92,2
FRONT (dB)	1	30 °C	11:30	63,6	11:30	62,2	11:31	70,5	11:32	73,8	11:33	80,0	11:34	88,2
LEFT (dB)	2			59,9		63,0		67,4		63,1		81,4		84,3
BACK (dB)	3			64,5		65,4		68,2		73,5		68,3		78,7
RIGHT (dB)	4			63,7		62,2		71,1		75,1		81,9		72,3
TOP (dB)	5			68,7		67,3		73,1		74,4		73,4		92,0
FRONT (dB)	1	35 °C	11:22	62,2	11:23	61,7	11:24	72,3	11:27	70,6	11:27	70,9	11:28	93,9
LEFT (dB)	2			64,4		61,3		68,4		70,2		77,0		84,8
BACK (dB)	3			62,7		65,7		71,7		74,4		66,1		85,8
RIGHT (dB)	4			66,2		60,8		70,5		77,4		79,0		84,4
TOP (dB)	5			73,8		67,3		73,3		73,5		72,2		93,9
FRONT (dB)	1	40 °C	11:13	62,1	11:13	64,9	11:15	74,6	11:16	72,7	11:19	63,4	11:20	89,5
LEFT (dB)	2			60,8		62,8		69,1		70,8		77,7		80,6
BACK (dB)	3			64,9		64,3		70,4		71,6		66,0		91,1
RIGHT (dB)	4			63,5		62,2		72,2		77,8		73,2		67,7
TOP (dB)	5			72,3		67,5		74,3		72,5		65,9		94,2



Şekil 3.40. 5 cm XPS yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda farklı frekans değerlerindeki ortalama desibel ölçümleri



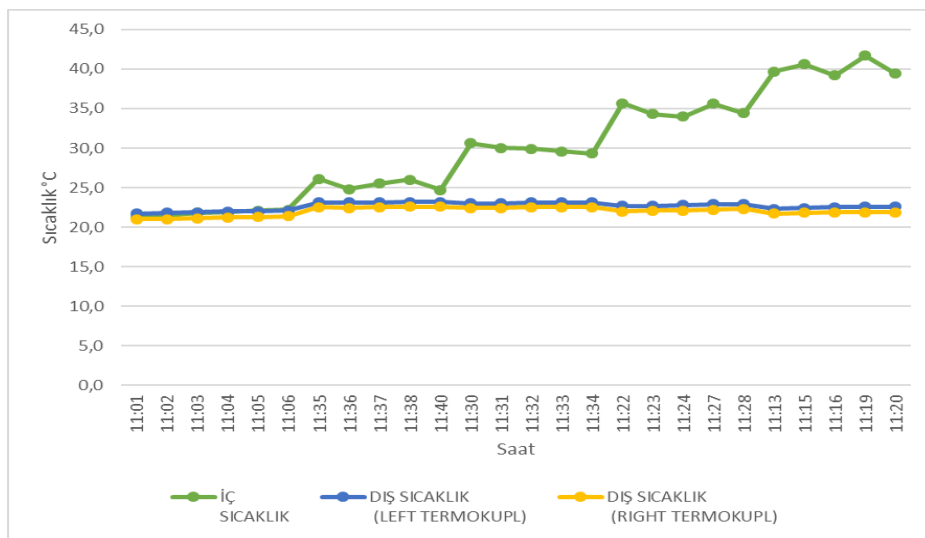
Şekil 3.41. 5 cm XPS yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda 5 farklı dış yüzeydeki ortalama desibel ölçümleri



Şekil 3.42 5 cm XPS yalıtım malzemesine ait farklı sıcaklıklardaki desibel ölçümleri

Çizelge 3.27. 5 cm XPS yalıtım malzemesine ait detaylı kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

SAAT	İÇ SICAKLIK (°C)	DIŞ SICAKLIK (°C) (LEFT TERMOKUPL)	DIŞ SICAKLIK (°C) (RIGHT TERMOKUPL)
11:01	21,3	21,7	21,0
11:02	21,5	21,8	21,0
11:03	21,8	21,9	21,1
11:04	21,9	22,0	21,2
11:05	22,1	22,0	21,3
11:06	22,2	22,1	21,4
11:35	26,1	23,1	22,5
11:36	24,8	23,1	22,4
11:37	25,5	23,1	22,5
11:38	26,0	23,2	22,6
11:40	24,7	23,2	22,6
11:30	30,6	23,0	22,4
11:31	30,0	23,0	22,4
11:32	29,9	23,1	22,5
11:33	29,6	23,1	22,5
11:34	29,3	23,1	22,5
11:22	35,7	22,7	22,0
11:23	34,3	22,7	22,1
11:24	34,0	22,8	22,1
11:27	35,6	22,9	22,2
11:28	34,4	22,9	22,3
11:13	39,7	22,3	21,7
11:15	40,6	22,4	21,8
11:16	39,2	22,5	21,9
11:19	41,7	22,6	21,9
11:20	39,4	22,6	21,9



Şekil 3.43. 5 cm XPS yalıtım malzemesine ait kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

3.3.3.2. 8 cm XPS yalıtım malzeme deneyleri

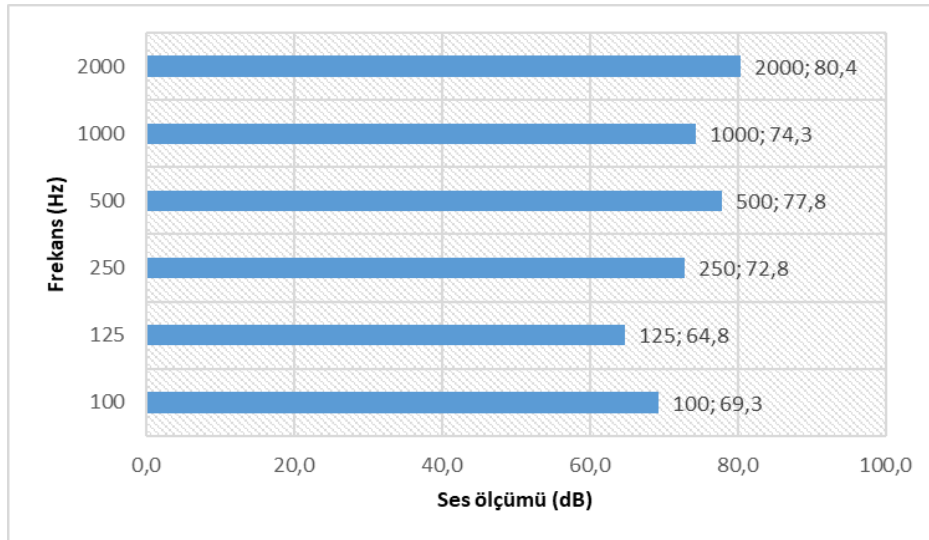
Deneyde kullanılan 8 cm XPS yalıtım malzemesine ait deney düzeneği fotoğrafları Şekil 3.44’de görülmektedir. 8 cm XPS yalıtım malzemesi ile yapılan deneylerde elde edilen ses ve ısı ölçüm sonuçları Çizelge 3.28’de, elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafikler ise Şekil 3.45, 3.46, 3.47’de, ses ölçümlerinin yapıldığı anda ki sıcaklık verileri Çizelge 3.29’da elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafik ise Şekil 3.48’de verilmiştir.



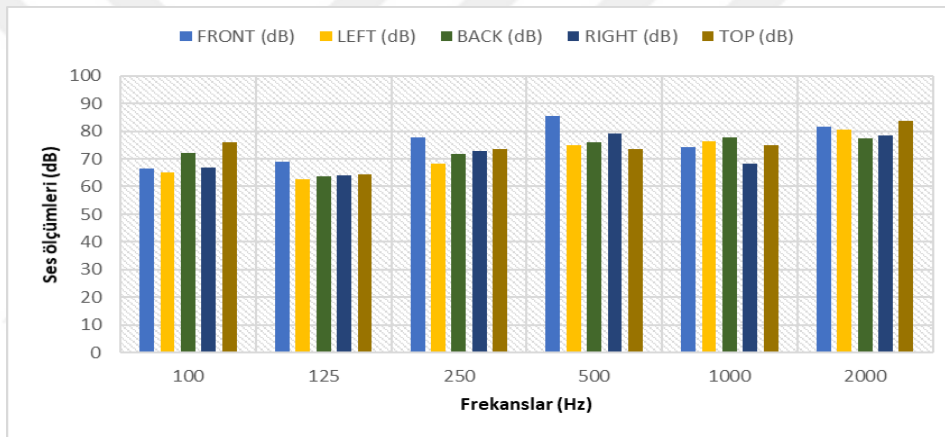
Şekil 3.44. 8 cm XPS yalıtım malzemesine ait deney düzeneği

Çizelge 3.28. 8 cm XPS yalıtım malzemesine ait kutu iç sıcaklık değerleri ile kutu dış yüzeyi desibel ölçümleri (21.05.2023)

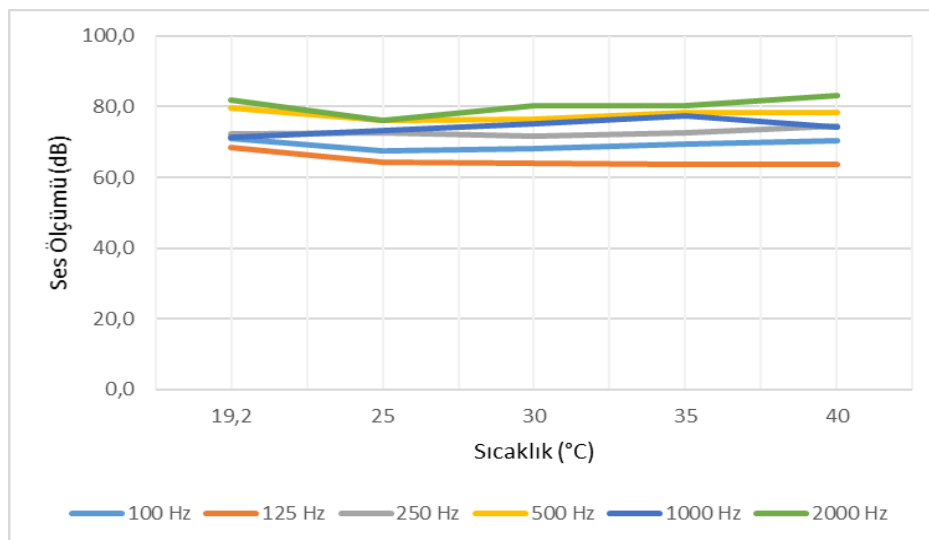
KUTU DIŞ YÜZEYLER	KOD	KUTU İÇ SICAKLIK	FREKANSLAR (Hz)											
			SAAT	100	SAAT	125	SAAT	250	SAAT	500	SAAT	1000	SAAT	2000
FRONT (dB)	1	19,2 °C (mevcut sıcaklık)	09:48	68,0	09:49	67,9	09:50	75,4	09:51	86,9	09:52	76,3	09:52	81,4
LEFT (dB)	2			67,5		65,1		70,2		75,0		74,3		82,2
BACK (dB)	3			74,4		69,0		69,7		79,3		68,2		81,6
RIGHT (dB)	4			72,5		71,1		70,5		80,1		64,4		75,2
TOP (dB)	5			72,6		69,0		75,6		76,5		73,9		89,1
FRONT (dB)	1	25 °C	10:30	67,3	10:31	70,4	10:32	77,3	10:33	85,4	10:33	70,3	10:36	79,5
LEFT (dB)	2			61,9		62,6		69,2		71,9		75,9		77,5
BACK (dB)	3			70,4		63,9		70,7		74,5		79,1		66,1
RIGHT (dB)	4			62,5		64,1		73,5		78,9		67,9		77,4
TOP (dB)	5			76,1		60,7		72,3		70,1		73,2		80,3
FRONT (dB)	1	30 °C	10:21	65,4	10:22	68,5	10:23	77,3	10:24	84,4	10:25	74,9	10:26	86,5
LEFT (dB)	2			64,1		61,7		67,7		73,7		73,7		81,1
BACK (dB)	3			70,5		63,3		70,9		74,4		80,9		77,3
RIGHT (dB)	4			63,8		62,4		72,6		77,6		71,4		77,6
TOP (dB)	5			77,3		63,7		70,4		72,5		75,0		78,9
FRONT (dB)	1	35 °C	10:10	66,1	10:11	69,6	10:12	78,2	10:13	85,0	10:13	74,9	10:14	77,0
LEFT (dB)	2			66,0		61,8		67,7		78,6		79,7		79,7
BACK (dB)	3			71,2		60,1		72,1		75,3		81,9		84,0
RIGHT (dB)	4			65,9		61,9		72,4		79,0		74,1		77,0
TOP (dB)	5			77,2		64,3		73,5		73,4		76,5		83,4
FRONT (dB)	1	40 °C	09:59	66,1	10:00	68,8	10:01	80,9	10:03	86,0	10:04	74,9	10:08	84,3
LEFT (dB)	2			66,8		61,7		65,7		75,6		77,9		81,9
BACK (dB)	3			74,0		62,7		75,2		76,9		78,2		78,2
RIGHT (dB)	4			69,0		60,8		75,2		79,2		64,1		84,3
TOP (dB)	5			75,8		64,8		75,8		74,8		76,1		87,5



Şekil 3.45. 8 cm XPS yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda farklı frekans değerlerindeki ortalama desibel ölçümleri



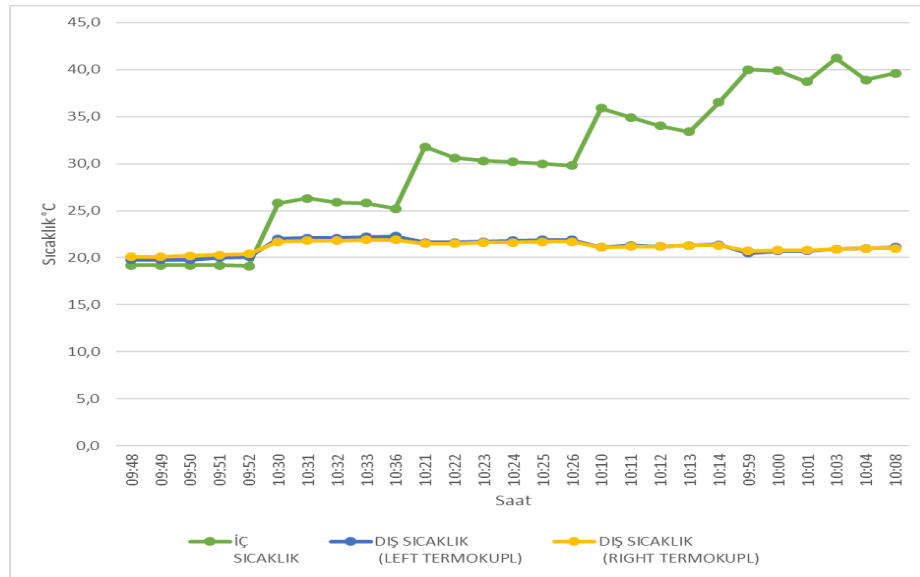
Şekil 3.46. 8 cm XPS yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda 5 farklı dış yüzeydeki ortalama desibel ölçümleri



Şekil 3.47. 8 cm XPS yalıtım malzemesine ait farklı sıcaklıklardaki desibel ölçümleri

Çizelge 3.29. 8 cm XPS yalıtım malzemesine ait detaylı kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

SAAT	İÇ SICAKLIK (°C)	DIŞ SICAKLIK (°C) (LEFT TERMOKUPL)	DIŞ SICAKLIK (°C) (RIGHT TERMOKUPL)
09:48	19,2	19,8	20,1
09:49	19,2	19,8	20,1
09:50	19,2	19,8	20,2
09:51	19,2	20,0	20,3
09:52	19,1	20,1	20,4
10:30	25,8	22,0	21,7
10:31	26,3	22,1	21,8
10:32	25,9	22,1	21,8
10:33	25,8	22,2	21,9
10:36	25,2	22,3	21,9
10:21	31,8	21,6	21,5
10:22	30,6	21,6	21,5
10:23	30,3	21,7	21,6
10:24	30,2	21,8	21,6
10:25	30,0	21,9	21,7
10:26	29,8	21,9	21,7
10:10	35,9	21,1	21,1
10:11	34,9	21,3	21,2
10:12	34,0	21,2	21,2
10:13	33,4	21,3	21,3
10:14	36,5	21,4	21,3
09:59	40,0	20,5	20,7
10:00	39,9	20,7	20,8
10:01	38,7	20,7	20,8
10:03	41,2	20,9	20,9
10:04	38,9	21,0	21,0
10:08	39,6	21,1	21,0



Şekil 3.48. 8 cm XPS yalıtım malzemesine ait kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

3.3.3.3. 10 cm XPS yalıtım malzeme deneyleri

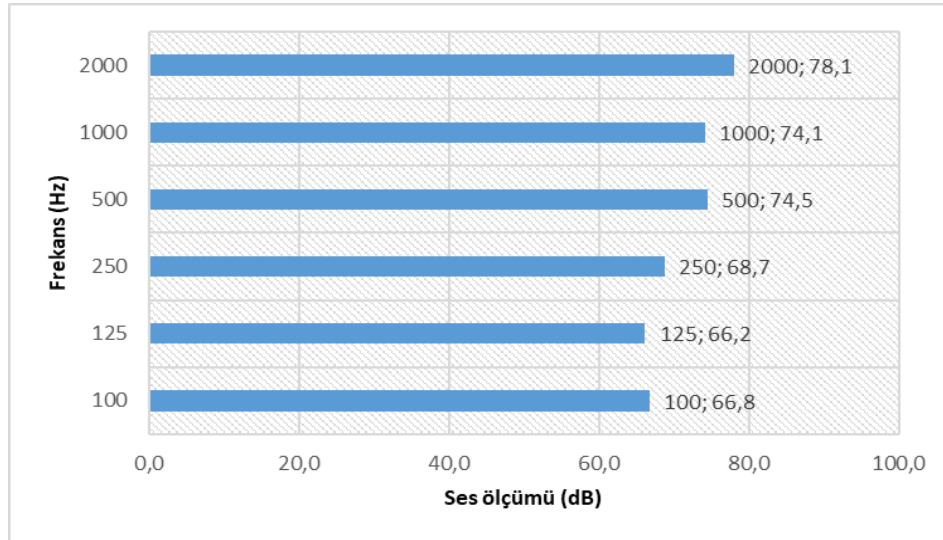
Deneyde kullanılan 10 cm XPS yalıtım malzemesine ait deney düzeneği fotoğrafları Şekil 3.49'da görülmektedir. 10 cm XPS yalıtım malzemesi ile yapılan deneylerde elde edilen ses ve ısı ölçüm sonuçları Çizelge 3.30'da, elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafikler ise Şekil 3.50, 3.51, 3.52'de, ses ölçümlerinin yapıldığı anda ki sıcaklık verileri Çizelge 3.31'de elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafik ise Şekil 3.53'de verilmiştir.



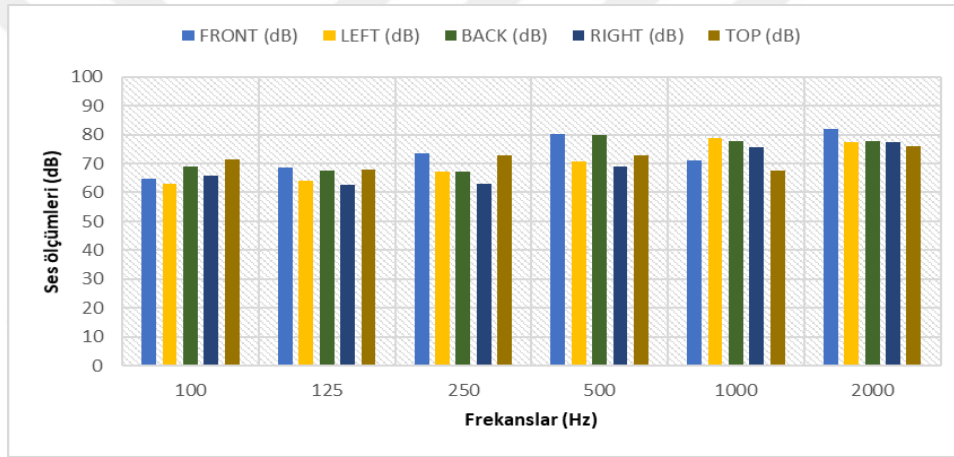
Şekil 3.49. 10 cm XPS yalıtım malzemesine ait deney düzeneği

Çizelge 3.30. 10 cm XPS yalıtım malzemesine ait kutu iç sıcaklık değerleri ile kutu dış yüzeyi desibel ölçümleri (21.05.2023)

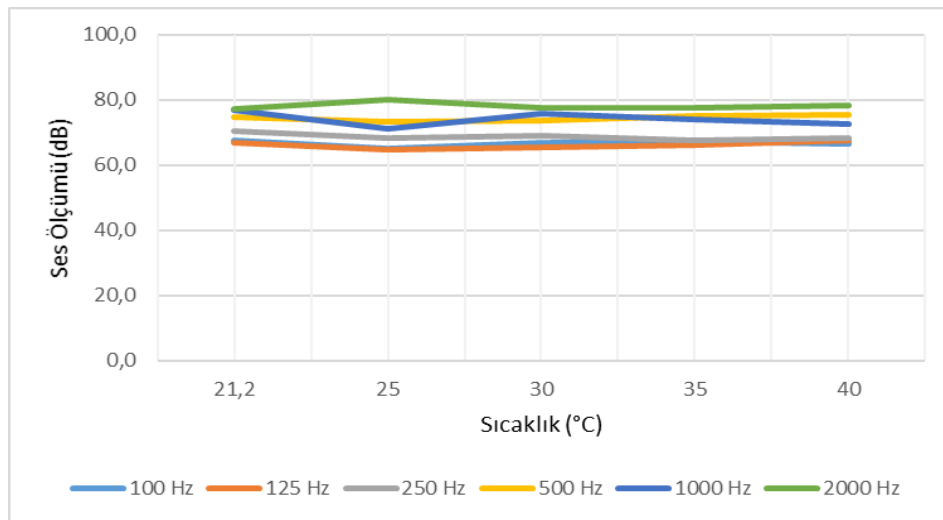
KUTU DIŞ YÜZEYLER	KOD	KUTU İÇ SICAKLIK	FREKANSLAR (Hz)											
			SAAT	100	SAAT	125	SAAT	250	SAAT	500	SAAT	1000	SAAT	2000
FRONT (dB)	1	21,2 °C (mevcut sıcaklık)	14:28	65,5	14:29	71,1	14:30	75,2	14:31	79,6	14:32	72,4	14:33	82,8
LEFT (dB)	2			62,3		63,7		66,6		70,6		77,6		86,5
BACK (dB)	3			70,6		65,3		73,6		81,0		82,3		80,4
RIGHT (dB)	4			68,2		65,2		65,1		73,9		80,1		74,6
TOP (dB)	5			72,0		70,0		72,8		68,8		71,8		61,2
FRONT (dB)	1	25 °C	15:10	63,7	15:11	67,5	15:12	72,5	15:14	77,5	15:15	71,5	15:17	84,4
LEFT (dB)	2			62,1		62,4		68,3		69,7		69,8		77,6
BACK (dB)	3			67,3		67,4		67,4		76,5		71,2		82,4
RIGHT (dB)	4			62,6		61,4		60,6		71,0		78,2		77,5
TOP (dB)	5			70,4		65,1		72,4		72,8		65,5		78,9
FRONT (dB)	1	30 °C	15:00	65,4	15:00	68,4	15:04	72,9	15:05	80,4	15:06	79,5	15:07	80,7
LEFT (dB)	2			62,3		63,1		67,9		72,8		82,7		73,8
BACK (dB)	3			64,8		67,4		63,2		78,0		79,0		72,7
RIGHT (dB)	4			72,2		61,1		66,6		63,2		68,5		82,3
TOP (dB)	5			70,7		66,7		74,1		73,4		70,3		77,8
FRONT (dB)	1	35 °C	14:47	64,8	14:48	67,3	14:50	73,2	14:53	82,0	14:54	70,0	14:57	80,2
LEFT (dB)	2			64,4		64,5		66,6		70,6		82,0		70,4
BACK (dB)	3			70,4		67,6		64,8		80,7		75,7		76,2
RIGHT (dB)	4			63,8		63,5		60,5		67,4		77,2		77,2
TOP (dB)	5			73,4		67,4		72,5		75,2		64,6		83,7
FRONT (dB)	1	40 °C	14:40	63,6	14:41	69,4	14:41	74,4	14:44	81,9	14:44	62,1	14:45	81,2
LEFT (dB)	2			64,2		66,3		66,9		70,2		81,1		79,2
BACK (dB)	3			72,5		70,0		66,3		82,6		79,6		76,2
RIGHT (dB)	4			61,6		62,7		62,6		69,2		74,8		75,7
TOP (dB)	5			70,5		69,6		71,5		73,5		65,8		78,8



Şekil 3.50. 10 cm XPS yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda farklı frekans değerlerindeki ortalama desibel ölçümleri



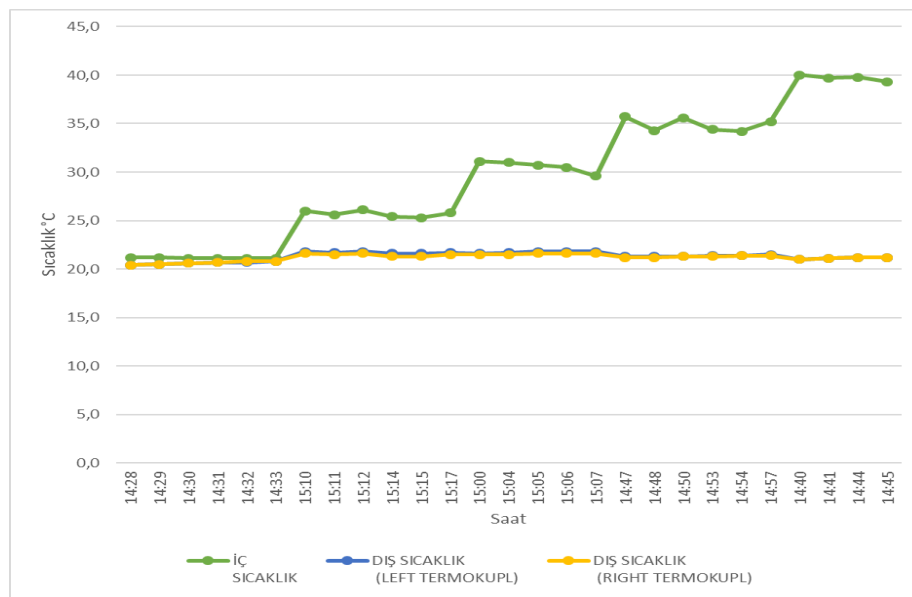
Şekil 3.51. 10 cm XPS yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda 5 farklı dış yüzeydeki ortalama desibel ölçümleri



Şekil 3.52. 10 cm XPS yalıtım malzemesine ait farklı sıcaklıklardaki desibel ölçümleri

Çizelge 3.31. 10 cm XPS yalıtım malzemesine ait detaylı kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

SAAT	İÇ SICAKLIK (°C)	DIŞ SICAKLIK (°C) (LEFT TERMOKUPL)	DIŞ SICAKLIK (°C) (RIGHT TERMOKUPL)
14:28	21,2	20,4	20,4
14:29	21,2	20,5	20,5
14:30	21,1	20,6	20,6
14:31	21,1	20,7	20,7
14:32	21,1	20,7	20,8
14:33	21,1	20,8	20,8
15:10	26,0	21,8	21,6
15:11	25,6	21,7	21,5
15:12	26,1	21,8	21,6
15:14	25,4	21,6	21,3
15:15	25,3	21,6	21,3
15:17	25,8	21,7	21,5
15:00	31,1	21,6	21,5
15:04	31,0	21,7	21,5
15:05	30,7	21,8	21,6
15:06	30,5	21,8	21,6
15:07	29,6	21,8	21,6
14:47	35,7	21,3	21,2
14:48	34,3	21,3	21,2
14:50	35,6	21,3	21,3
14:53	34,4	21,4	21,3
14:54	34,2	21,4	21,4
14:57	35,2	21,5	21,4
14:40	40,0	21,0	21,0
14:41	39,7	21,1	21,1
14:44	39,8	21,2	21,2
14:45	39,3	21,2	21,2



Şekil 3.53. 10 cm XPS yalıtım malzemesine ait kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

3.3.4. Taş yünü yalıtım malzeme deneyleri

3.3.4.1. 5 cm taş yünü yalıtım malzeme deneyleri

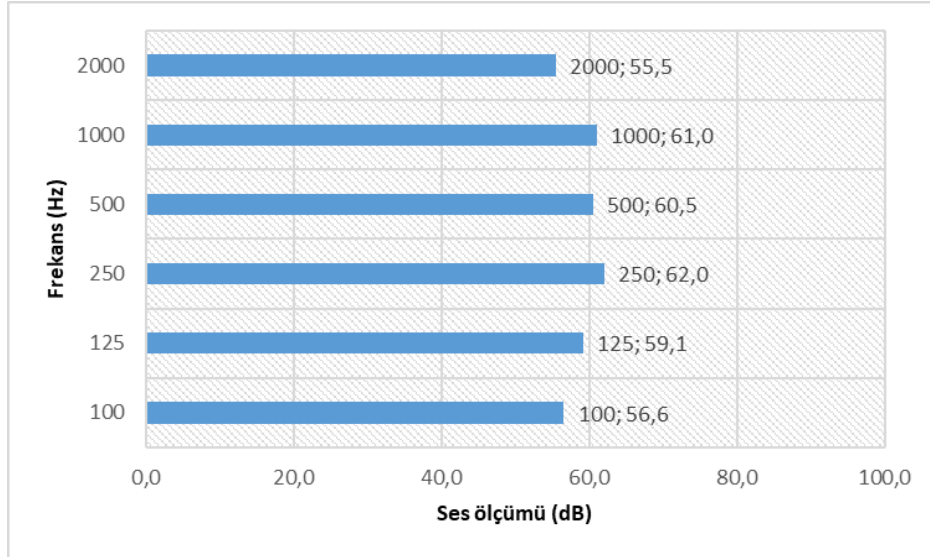
Deneyde kullanılan 5 cm taş yünü yalıtım malzemesine ait deney düzeneği fotoğrafları Şekil 3.54’de görülmektedir. 5 cm taş yünü yalıtım malzemesi ile yapılan deneylerde elde edilen ses ve ısı ölçüm sonuçları Çizelge 3.32’de, elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafikler Şekil 3.55, 3.56, 3.57’de, ses ölçümlerinin yapıldığı anda ki sıcaklık verileri Çizelge 3.33’de elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafik ise Şekil 3.58’de verilmiştir.



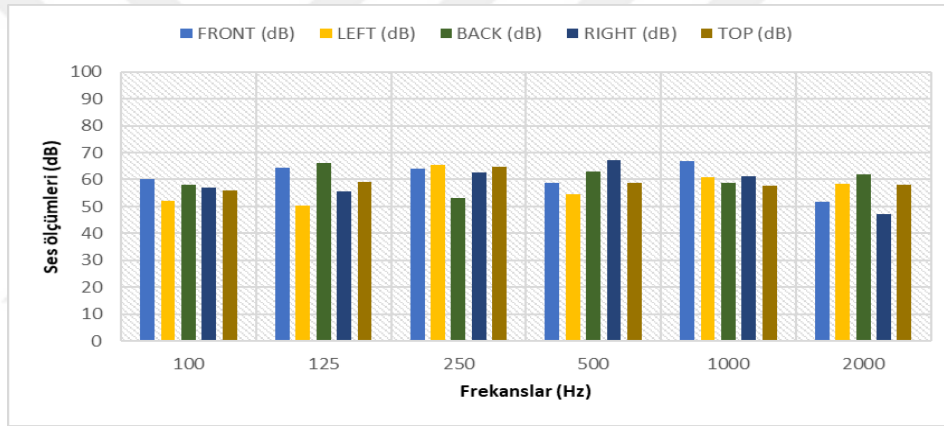
Şekil 3.54. 5 cm taş yünü yalıtım malzemesine ait deney düzeneği

Çizelge 3.32. 5 cm taş yünü yalıtım malzemesine ait kutu iç sıcaklık değerleri ile kutu dış yüzeyi desibel ölçümleri (22.05.2023)

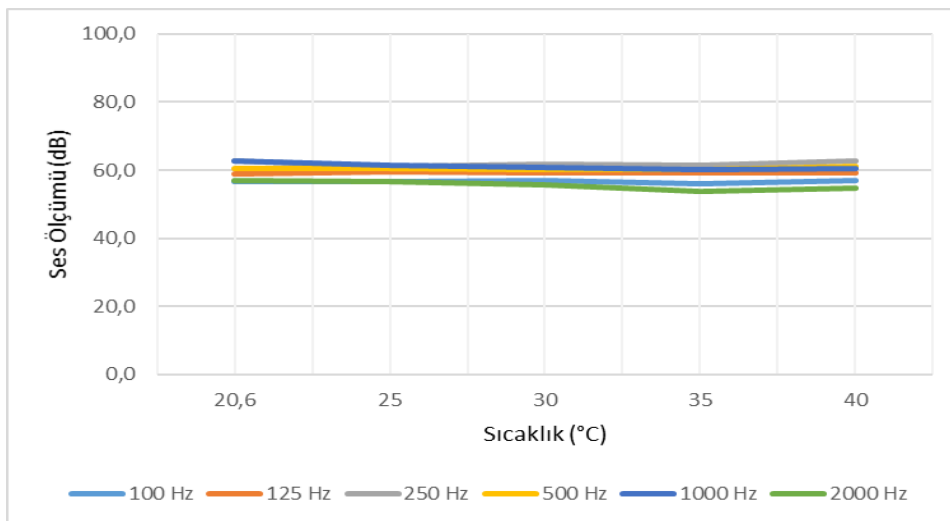
KUTU DIŞ YÜZEYLER	KOD	KUTU İÇ SICAKLIK	FREKANSLAR (Hz)											
			SAAT	100	SAAT	125	SAAT	250	SAAT	500	SAAT	1000	SAAT	2000
FRONT (dB)	1	20,6 °C (mevcut sıcaklık)	20:37	60,6	20:38	63,2	20:38	66,1	20:39	61,3	20:40	66,6	20:41	63,1
LEFT (dB)	2			51,4		49,0		65,4		53,9		62,1		67,3
BACK (dB)	3			58,1		66,1		54,2		62,1		60,3		58,0
RIGHT (dB)	4			56,2		56,1		64,0		67,4		64,4		40,6
TOP (dB)	5			56,4		59,7		64,4		57,5		59,4		55,7
FRONT (dB)	1	25 °C	21:15	60,1	21:15	64,0	21:16	61,9	21:18	58,1	21:19	67,5	21:20	56,2
LEFT (dB)	2			52,4		50,4		65,5		54,4		60,9		55,7
BACK (dB)	3			58,2		66,5		52,2		63,6		60,7		63,3
RIGHT (dB)	4			56,2		56,5		61,9		67,6		58,8		46,6
TOP (dB)	5			55,6		59,4		64,8		58,6		58,7		60,8
FRONT (dB)	1	30 °C	21:05	60,0	21:06	64,1	21:07	64,0	21:10	56,7	21:11	66,6	21:11	48,4
LEFT (dB)	2			52,2		50,6		65,3		55,7		61,1		59,9
BACK (dB)	3			57,5		66,5		53,5		62,6		59,8		62,2
RIGHT (dB)	4			59,5		55,6		61,6		66,2		60,8		50,0
TOP (dB)	5			55,4		59,1		64,5		59,0		55,2		57,9
FRONT (dB)	1	35 °C	20:56	59,3	21:58	64,5	21:00	63,0	21:01	56,9	21:03	66,4	21:03	39,4
LEFT (dB)	2			52,3		51,2		65,1		54,1		60,0		54,3
BACK (dB)	3			58,1		66,1		52,1		64,0		58,3		63,5
RIGHT (dB)	4			54,9		55,0		62,1		66,6		60,2		52,8
TOP (dB)	5			55,7		58,7		64,5		59,7		55,9		58,5
FRONT (dB)	1	40 °C	20:47	60,7	20:50	65,5	20:50	65,3	20:51	61,7	20:52	66,5	20:54	51,2
LEFT (dB)	2			51,7		50,0		66,7		55,2		60,7		55,5
BACK (dB)	3			58,1		66,1		53,7		63,0		54,4		62,9
RIGHT (dB)	4			58,2		55,3		62,9		67,8		61,4		46,6
TOP (dB)	5			55,9		59,1		65,2		58,4		58,6		57,2



Şekil 3.55. 5 cm taş yünü yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda farklı frekans değerlerindeki ortalama desibel ölçümleri



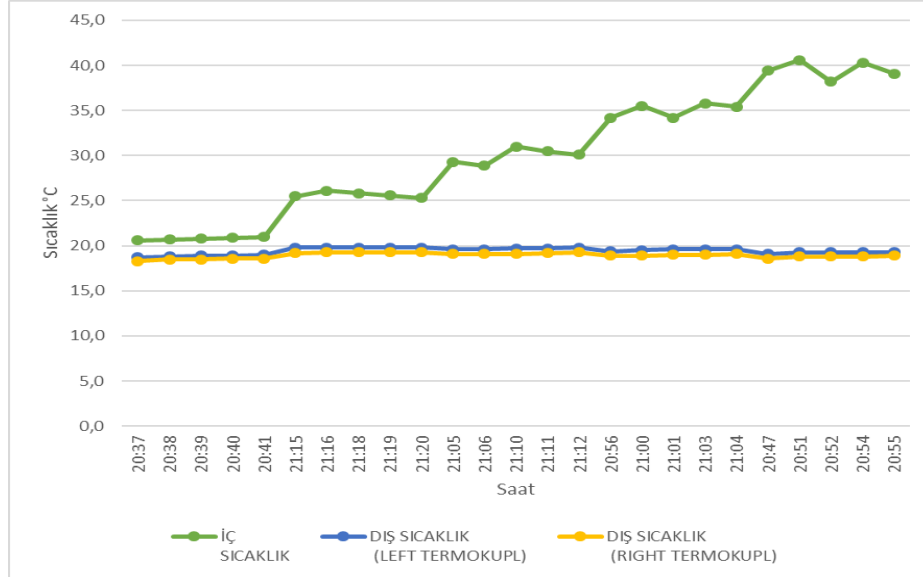
Şekil 3.56. 5 cm taş yünü yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda 5 farklı dış yüzeydeki ortalama desibel ölçümleri



Şekil 3.57. 5 cm taş yünü yalıtım malzemesine ait farklı sıcaklıklardaki desibel ölçümleri

Çizelge 3.33. 5 cm taş yünü yalıtım malzemesine ait detaylı kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

SAAT	İÇ SICAKLIK (°C)	DIŞ SICAKLIK (°C) (LEFT TERMOKUPL)	DIŞ SICAKLIK (°C) (RIGHT TERMOKUPL)
20:37	20,6	18,7	18,3
20:38	20,7	18,8	18,5
20:39	20,8	18,9	18,5
20:40	20,9	18,9	18,6
20:41	21,0	19,0	18,6
21:15	25,5	19,8	19,2
21:16	26,1	19,8	19,3
21:18	25,8	19,8	19,3
21:19	25,6	19,8	19,3
21:20	25,3	19,8	19,3
21:05	29,3	19,6	19,1
21:06	28,9	19,6	19,1
21:10	31,0	19,7	19,1
21:11	30,5	19,7	19,2
21:12	30,1	19,8	19,3
20:56	34,2	19,4	18,9
21:00	35,5	19,5	18,9
21:01	34,2	19,6	19,0
21:03	35,8	19,6	19,0
21:04	35,4	19,6	19,1
20:47	39,4	19,1	18,6
20:51	40,6	19,3	18,8
20:52	38,2	19,3	18,8
20:54	40,3	19,3	18,8
20:55	39,1	19,3	18,9



Şekil 3.58. 5 cm taş yünü yalıtım malzemesine ait kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

3.3.4.2. 8 cm taş yünü yalıtım malzeme deneyleri

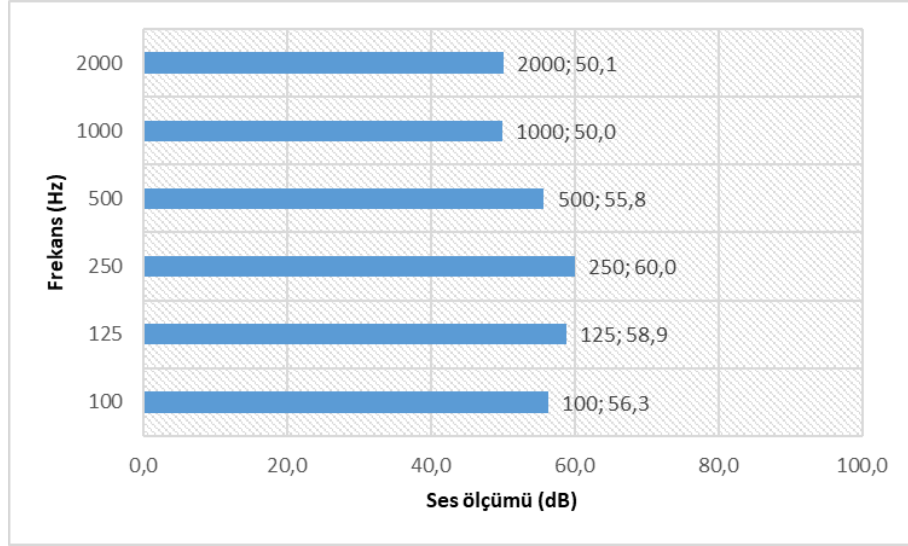
Deneyde kullanılan 8 cm taş yünü yalıtım malzemesine ait deney düzeneği fotoğrafları Şekil 3.59’da görülmektedir. 8 cm taş yünü yalıtım malzemesi ile yapılan deneylerde elde edilen ses ve ısı ölçüm sonuçları Çizelge 3.34’de, elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafikler Şekil 3.60, 3.61, 3.62’de, ses ölçümlerinin yapıldığı anda ki sıcaklık verileri Çizelge 3.35’de elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafik ise Şekil 3.63’de verilmiştir.



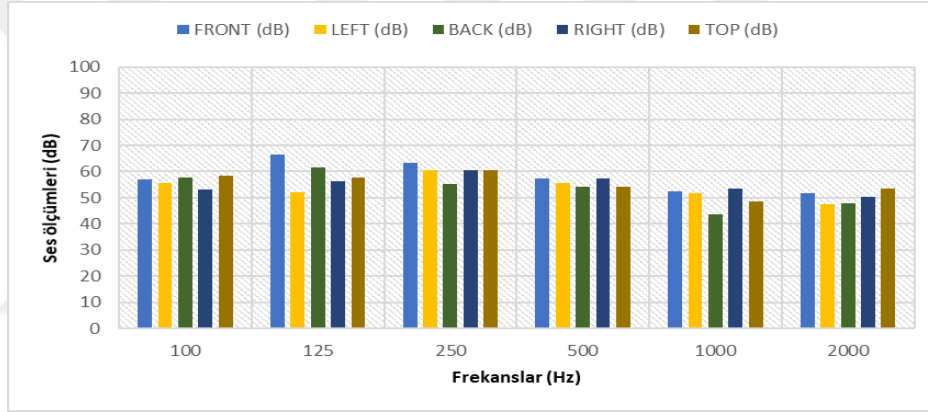
Şekil 3.59. 8 cm taş yünü yalıtım malzemesine ait deney düzeneği

Çizelge 3.34. 8 cm taş yünü yalıtım malzemesine ait kutu iç sıcaklık değerleri ile kutu dış yüzeyi desibel ölçümleri (22.05.2023)

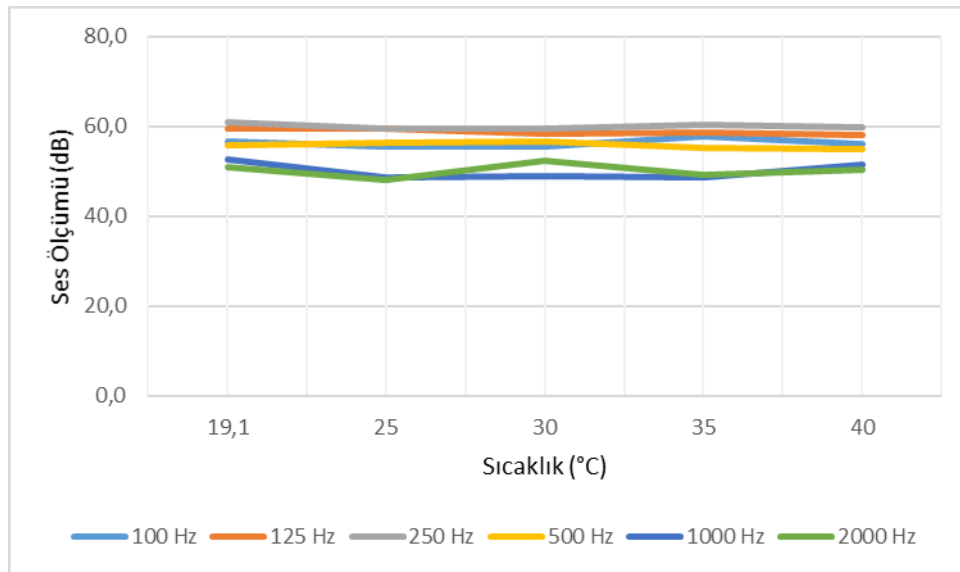
KUTU DIŞ YÜZEYLER	KOD	KUTU İÇ SICAKLIK	FREKANSLAR (Hz)											
			SAAT	100	SAAT	125	SAAT	250	SAAT	500	SAAT	1000	SAAT	2000
FRONT (dB)	1	19,1 °C (mevcut sıcaklık)	19:30	58,1	19:31	65,1	19:33	64,3	19:34	59,1	19:36	52,7	19:37	54,5
LEFT (dB)	2			55,1		53,1		60,9		54,0		49,3		50,6
BACK (dB)	3			59,6		61,5		57,5		56,9		52,1		51,8
RIGHT (dB)	4			52,6		58,6		60,2		57,8		58,2		45,2
TOP (dB)	5			57,8		59,2		61,8		51,1		50,6		52,4
FRONT (dB)	1	25 °C	20:08	56,8	20:11	66,8	20:12	64,2	20:13	57,3	20:14	52,5	20:14	53,5
LEFT (dB)	2			54,3		52,3		59,7		56,7		53,1		44,4
BACK (dB)	3			55,3		62,5		52,2		55,4		42,5		38,8
RIGHT (dB)	4			53,1		57,5		61,3		58,4		52,3		49,9
TOP (dB)	5			57,8		58,7		59,7		53,5		42,8		53,3
FRONT (dB)	1	30 °C	20:01	56,7	20:02	67,0	20:02	62,4	20:03	55,8	20:04	51,8	20:05	51,8
LEFT (dB)	2			53,1		51,7		61,3		56,3		51,5		48,4
BACK (dB)	3			56,8		61,8		54,0		54,8		40,0		52,3
RIGHT (dB)	4			53,3		55,1		59,8		59,8		53,2		53,9
TOP (dB)	5			58,2		56,9		59,7		56,0		47,6		55,3
FRONT (dB)	1	35 °C	19:51	56,1	19:53	66,9	19:53	63,6	19:56	58,2	19:57	53,1	19:57	50,4
LEFT (dB)	2			61,5		52,0		60,4		56,0		53,1		42,6
BACK (dB)	3			59,2		61,8		55,8		51,9		36,5		49,8
RIGHT (dB)	4			52,7		55,0		61,4		54,8		49,6		49,4
TOP (dB)	5			59,4		57,6		60,6		55,4		51,1		53,5
FRONT (dB)	1	40 °C	19:42	57,0	19:44	66,6	19:45	62,5	19:47	56,8	19:48	52,1	19:49	48,5
LEFT (dB)	2			53,4		50,6		60,3		55,8		52,4		50,8
BACK (dB)	3			57,6		61,0		56,0		51,7		47,8		46,3
RIGHT (dB)	4			54,0		56,2		59,5		55,4		53,4		53,3
TOP (dB)	5			58,3		56,8		60,5		55,3		51,6		52,5



Şekil 3.60. 8 cm taş yünü yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda farklı frekans değerlerindeki ortalama desibel ölçümleri



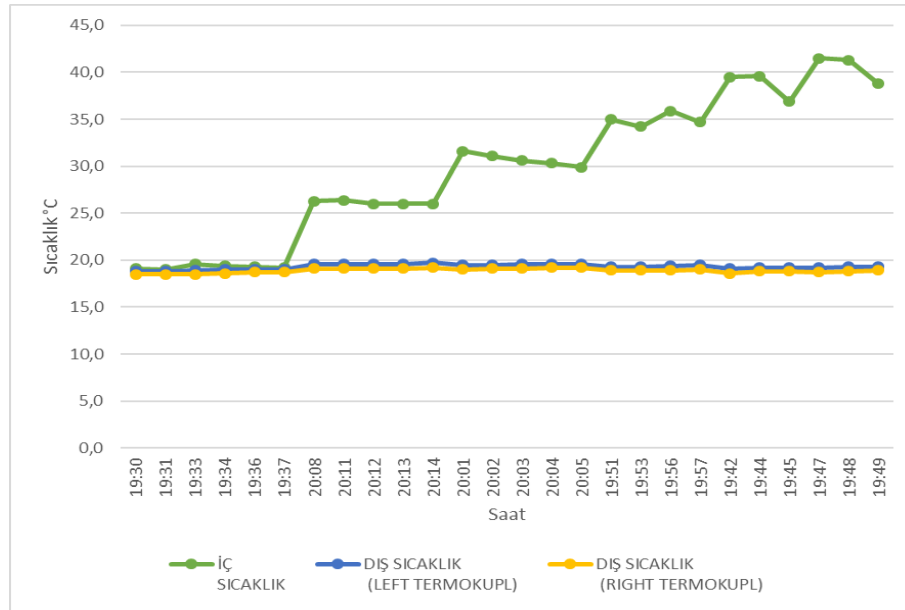
Şekil 3.61. 8 cm taş yünü yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda 5 farklı dış yüzeydeki ortalama desibel ölçümleri



Şekil 3.62. 8 cm taş yünü yalıtım malzemesine ait farklı sıcaklıklardaki desibel ölçümleri

Çizelge 3.35. 8 cm taş yünü yalıtım malzemesine ait detaylı kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

SAAT	İÇ SICAKLIK (°C)	DIŞ SICAKLIK (°C) (LEFT TERMOKUPL)	DIŞ SICAKLIK (°C) (RIGHT TERMOKUPL)
19:30	19,1	18,8	18,5
19:31	19,0	18,8	18,5
19:33	19,6	18,9	18,5
19:34	19,4	19,0	18,6
19:36	19,3	19,0	18,7
19:37	19,2	19,0	18,7
20:08	26,3	19,6	19,1
20:11	26,4	19,6	19,1
20:12	26,0	19,6	19,1
20:13	26,0	19,6	19,1
20:14	26,0	19,7	19,2
20:01	31,6	19,5	19,0
20:02	31,1	19,5	19,1
20:03	30,6	19,6	19,1
20:04	30,3	19,6	19,2
20:05	29,9	19,6	19,2
19:51	35,0	19,3	18,9
19:53	34,2	19,3	18,9
19:56	35,9	19,4	18,9
19:57	34,7	19,5	19,0
19:42	39,5	19,1	18,6
19:44	39,6	19,2	18,8
19:45	36,9	19,2	18,8
19:47	41,5	19,2	18,7
19:48	41,3	19,3	18,8
19:49	38,8	19,3	18,9



Şekil 3.63. 8 cm taş yünü yalıtım malzemesine ait kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

3.3.4.3. 10 cm taş yünü yalıtım malzeme deneyleri

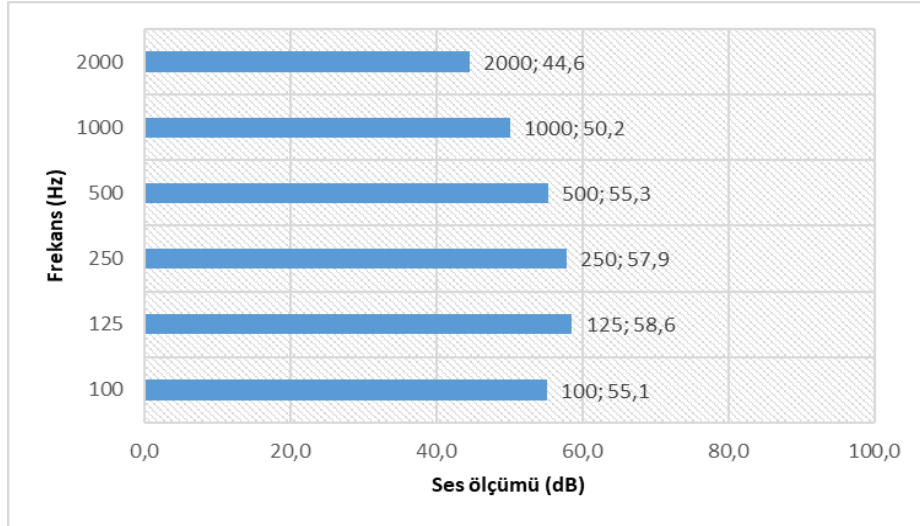
Deneyde kullanılan 10 cm taş yünü yalıtım malzemesine ait deney düzeneği fotoğrafları Şekil 3.64’de görülmektedir. 10 cm taş yünü yalıtım malzemesi ile yapılan deneylerde elde edilen ses ve ısı ölçüm sonuçları Çizelge 3.36’da, elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafikler Şekil 3.65, 3.66, 3.67’de, ses ölçümlerinin yapıldığı anda ki sıcaklık verileri Çizelge 3.37’de elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafik ise Şekil 3.68’de verilmiştir.



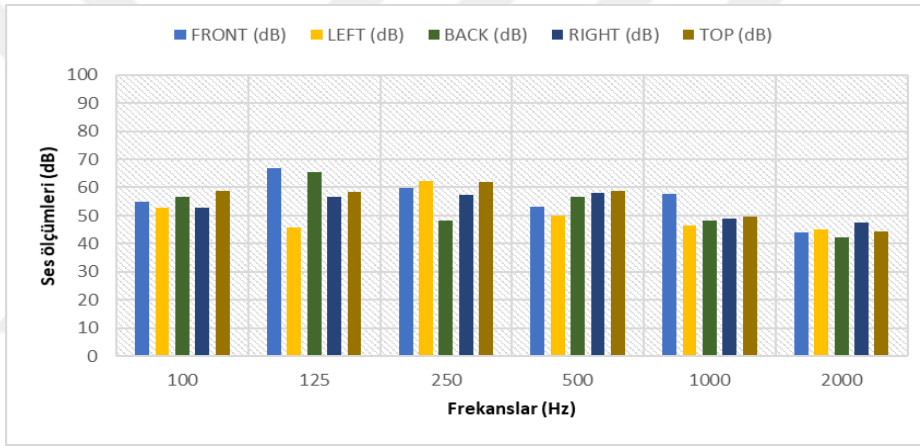
Şekil 3.64. 10 cm taş yünü yalıtım malzemesine ait deney düzeneği

Çizelge 3.36. 10 cm taş yünü yalıtım malzemesine ait kutu iç sıcaklık değerleri ile kutu dış yüzeyi desibel ölçümleri (23.05.2023)

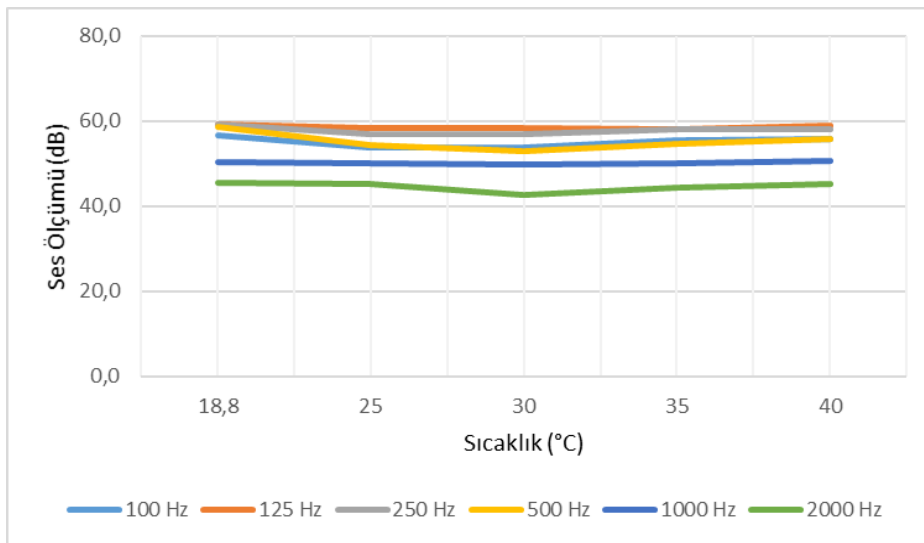
KUTU DIŞ YÜZEYLER	KOD	KUTU İÇ SICAKLIK	FREKANSLAR (Hz)											
			SAAT	100	SAAT	125	SAAT	250	SAAT	500	SAAT	1000	SAAT	2000
FRONT (dB)	1	18,8 °C (mevcut sıcaklık)	16:21	56,6	16:22	68,3	16:22	61,9	16:23	58,8	16:24	57,9	16:25	45,8
LEFT (dB)	2			54,2		46,5		63,6		55,4		47,8		43,4
BACK (dB)	3			58,0		66,6		48,3		59,7		52,2		44,2
RIGHT (dB)	4			54,6		56,6		59,1		62,3		46,6		49,5
TOP (dB)	5			59,5		58,7		62,8		57,0		46,8		44,5
FRONT (dB)	1	25 °C	16:55	53,5	16:56	65,4	16:56	59,3	16:59	52,4	17:00	55,5	17:00	46,3
LEFT (dB)	2			51,4		45,6		61,1		46,3		49,3		47,3
BACK (dB)	3			55,3		64,8		46,5		55,9		49,2		43,5
RIGHT (dB)	4			51,2		57,8		56,4		57,2		50,6		46,3
TOP (dB)	5			58,3		58,3		61,9		60,1		46,2		42,7
FRONT (dB)	1	30 °C	16:48	54,2	16:49	65,8	16:50	58,7	16:50	49,7	16:51	57,7	16:52	38,9
LEFT (dB)	2			51,0		45,5		61,6		45,0		44,2		45,1
BACK (dB)	3			55,6		65,0		46,8		56,1		48,2		42,6
RIGHT (dB)	4			49,2		57,1		56,5		56,1		49,4		45,4
TOP (dB)	5			58,5		58,5		61,8		58,6		49,7		40,9
FRONT (dB)	1	35 °C	16:40	55,1	16:41	67,3	16:42	59,4	16:44	54,7	16:45	58,3	16:45	42,2
LEFT (dB)	2			53,1		44,0		62,5		49,4		44,8		47,7
BACK (dB)	3			55,8		65,1		50,2		55,2		46,7		40,1
RIGHT (dB)	4			54,6		55,5		56,9		54,6		47,7		45,6
TOP (dB)	5			58,9		58,1		61,4		59,1		52,4		46,8
FRONT (dB)	1	40 °C	16:29	55,5	16:30	67,0	16:30	60,0	16:34	50,3	16:37	59,4	16:38	46,3
LEFT (dB)	2			53,7		46,9		62,0		53,4		46,5		41,8
BACK (dB)	3			57,9		65,7		49,3		56,7		45,5		40,5
RIGHT (dB)	4			53,6		56,0		58,0		59,9		50,0		50,2
TOP (dB)	5			59,0		58,7		61,7		59,2		52,4		46,9



Şekil 3.65. 10 cm taş yünü yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda farklı frekans değerlerindeki ortalama desibel ölçümleri



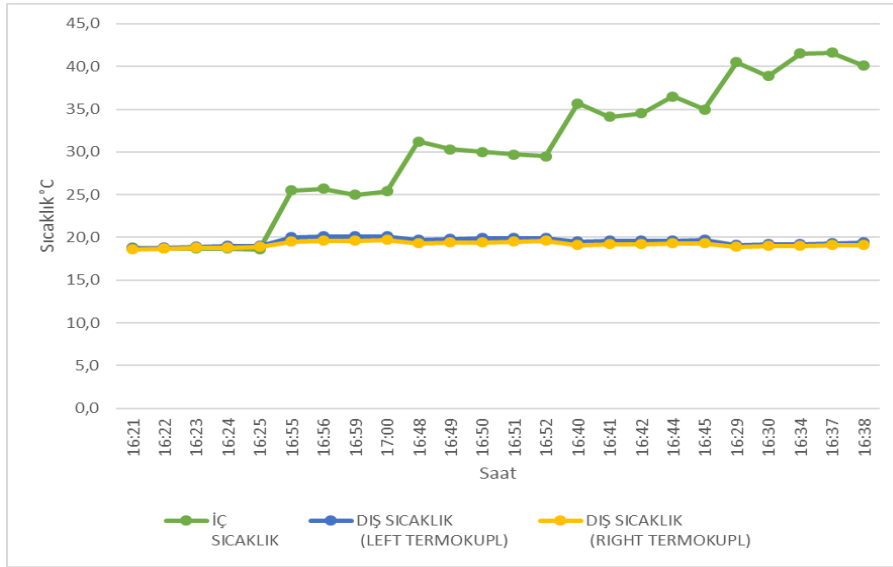
Şekil 3.66. 10 cm taş yünü yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda 5 farklı dış yüzeydeki ortalama desibel ölçümleri



Şekil 3.67. 10 cm taş yünü yalıtım malzemesine ait farklı sıcaklıklardaki desibel ölçümleri

Çizelge 3.37. 10 cm taş yünü yalıtım malzemesine ait detaylı kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

SAAT	İÇ SICAKLIK (°C)	DIŞ SICAKLIK (°C) (LEFT TERMOKUPL)	DIŞ SICAKLIK (°C) (RIGHT TERMOKUPL)
16:21	18,8	18,7	18,6
16:22	18,7	18,8	18,7
16:23	18,7	18,9	18,8
16:24	18,7	19,0	18,8
16:25	18,6	19,0	18,9
16:55	25,5	20,0	19,5
16:56	25,7	20,1	19,6
16:59	25,0	20,1	19,6
17:00	25,4	20,1	19,7
16:48	31,2	19,7	19,3
16:49	30,3	19,8	19,4
16:50	30,0	19,9	19,4
16:51	29,7	19,9	19,5
16:52	29,5	19,9	19,6
16:40	35,7	19,5	19,1
16:41	34,1	19,6	19,2
16:42	34,5	19,6	19,2
16:44	36,5	19,6	19,3
16:45	35,0	19,7	19,3
16:29	40,5	19,1	18,9
16:30	38,9	19,2	19,0
16:34	41,5	19,2	19,0
16:37	41,6	19,3	19,1
16:38	40,1	19,4	19,1



Şekil 3.68. 10 cm taş yünü yalıtım malzemesine ait kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

3.3.5. Cam yünü yalıtım malzeme deneyleri

3.3.5.1. 10 cm cam yünü yalıtım malzeme deneyleri

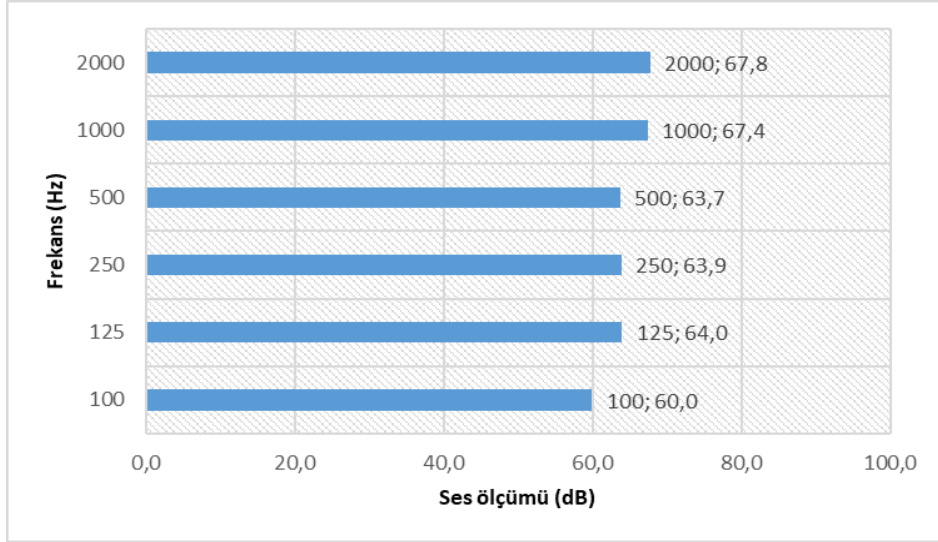
Deneyde kullanılan 10 cm cam yünü yalıtım malzemesine ait deney düzeneği fotoğrafları Şekil 3.69’da görülmektedir. 10 cm cam yünü yalıtım malzemesi ile yapılan deneylerde elde edilen ses ve ısı ölçüm sonuçları Çizelge 3.38’de, elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafikler Şekil 3.70, 3.71, 3.72’de, ses ölçümlerinin yapıldığı anda ki sıcaklık verileri Çizelge 3.39’da elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafik ise Şekil 3.73’de verilmiştir.



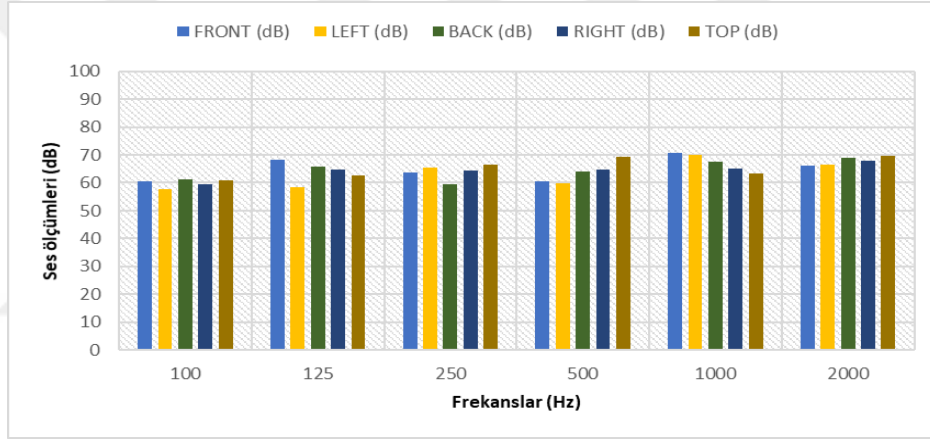
Şekil 3.69. 10 cm cam yünü yalıtım malzemesine ait deney düzeneği

Çizelge 3.38. 10 cm cam yünü yalıtım malzemesine ait kutu iç sıcaklık değerleri ile kutu dış yüzeyi desibel ölçümleri (23.05.2023)

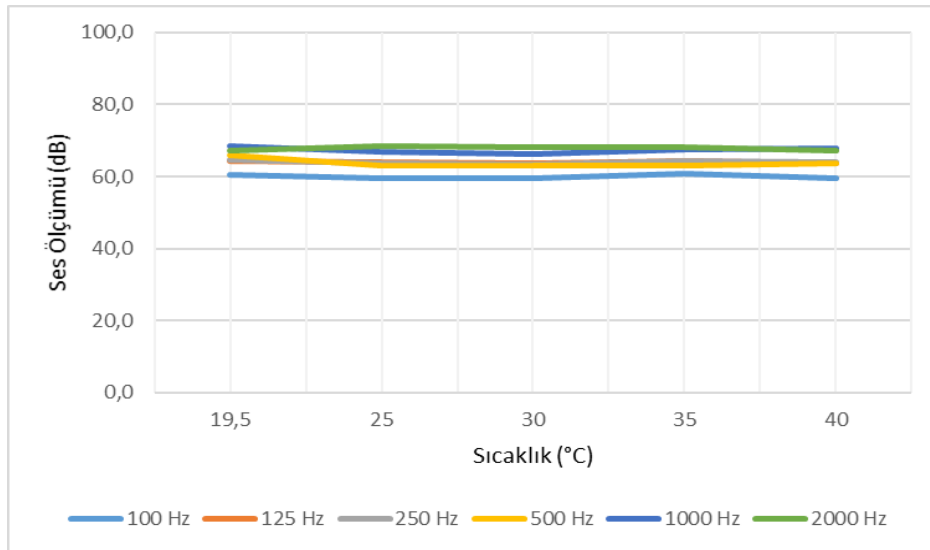
KUTU DIŞ YÜZEYLER	KOD	KUTU İÇ SICAKLIK	FREKANSLAR (Hz)											
			SAAT	100	SAAT	125	SAAT	250	SAAT	500	SAAT	1000	SAAT	2000
FRONT (dB)	1	19,5 °C (mevcut sıcaklık)	18:26	60,6	18:27	69,0	18:28	65,2	18:28	64,0	18:29	70,5	18:30	62,9
LEFT (dB)	2			56,6		58,0		67,1		61,3		70,8		71,5
BACK (dB)	3			62,6		66,2		61,1		66,4		69,6		55,8
RIGHT (dB)	4			61,3		64,7		63,4		66,3		63,9		74,0
TOP (dB)	5			61,6		63,0		66,8		70,8		67,9		71,7
FRONT (dB)	1	25 °C	18:58	60,4	18:59	68,7	18:59	62,2	19:00	59,8	19:06	71,0	19:07	69,3
LEFT (dB)	2			57,9		58,4		64,9		58,5		71,5		66,3
BACK (dB)	3			60,3		65,4		60,1		63,2		66,1		73,3
RIGHT (dB)	4			57,7		65,1		64,3		63,8		65,0		66,5
TOP (dB)	5			61,2		62,6		66,4		69,1		60,8		66,9
FRONT (dB)	1	30 °C	18:52	60,1	18:52	67,8	18:53	62,5	18:54	60,0	18:55	70,3	18:55	68,0
LEFT (dB)	2			59,0		58,8		64,6		58,9		67,5		65,2
BACK (dB)	3			60,3		64,3		58,4		63,1		67,0		75,2
RIGHT (dB)	4			58,4		64,8		64,4		64,5		65,8		66,1
TOP (dB)	5			60,5		62,8		66,2		68,3		60,0		65,9
FRONT (dB)	1	35 °C	18:42	60,9	18:43	69,1	18:44	64,6	18:47	58,3	18:47	70,2	18:48	66,0
LEFT (dB)	2			59,1		58,3		65,0		59,2		70,1		67,0
BACK (dB)	3			62,1		66,7		60,5		63,5		68,3		72,2
RIGHT (dB)	4			61,1		64,5		64,8		65,8		64,9		66,5
TOP (dB)	5			60,4		62,7		66,7		68,4		64,1		68,5
FRONT (dB)	1	40 °C	18:34	61,3	18:34	67,3	18:36	63,7	18:38	61,0	18:38	72,0	18:39	64,1
LEFT (dB)	2			55,7		58,3		66,4		61,7		70,1		62,5
BACK (dB)	3			61,4		66,1		57,7		63,8		67,2		68,3
RIGHT (dB)	4			58,8		64,3		65,3		63,2		65,3		65,6
TOP (dB)	5			59,9		62,2		66,4		69,3		64,6		74,9



Şekil 3.70. 10 cm cam yünü yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda farklı frekans değerlerindeki ortalama desibel ölçümleri



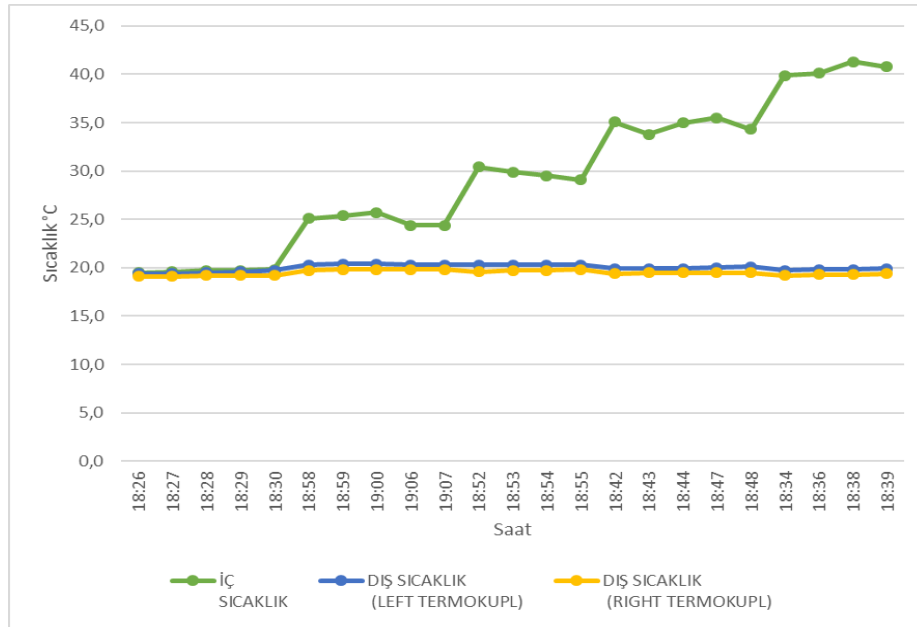
Şekil 3.71. 10 cm cam yünü yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda 5 farklı dış yüzeydeki ortalama desibel ölçümleri



Şekil 3.72. 10 cm cam yünü yalıtım malzemesine ait farklı sıcaklıklardaki desibel ölçümleri

Çizelge 3.39. 10 cm cam yünü yalıtım malzemesine ait detaylı kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

SAAT	İÇ SICAKLIK (°C)	DIŞ SICAKLIK (LEFT TERMOKUPL)	DIŞ SICAKLIK (RIGHT TERMOKUPL)
18:26	19,5	19,4	19,1
18:27	19,6	19,4	19,1
18:28	19,7	19,5	19,2
18:29	19,7	19,6	19,2
18:30	19,8	19,7	19,2
18:58	25,1	20,3	19,7
18:59	25,4	20,4	19,8
19:00	25,7	20,4	19,8
19:06	24,4	20,3	19,8
19:07	24,4	20,3	19,8
18:52	30,4	20,3	19,6
18:53	29,9	20,3	19,7
18:54	29,5	20,3	19,7
18:55	29,1	20,3	19,8
18:42	35,1	19,9	19,4
18:43	33,8	19,9	19,5
18:44	35,0	19,9	19,5
18:47	35,5	20,0	19,5
18:48	34,3	20,1	19,5
18:34	39,9	19,7	19,2
18:36	40,1	19,8	19,3
18:38	41,3	19,8	19,3
18:39	40,8	19,9	19,4



Şekil 3.73. 10 cm cam yünü yalıtım malzemesine ait kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

3.3.6. Koyun yünü yalıtım malzeme deneyleri

3.3.6.1. 1,5 cm koyun yünü yalıtım malzeme deneyleri

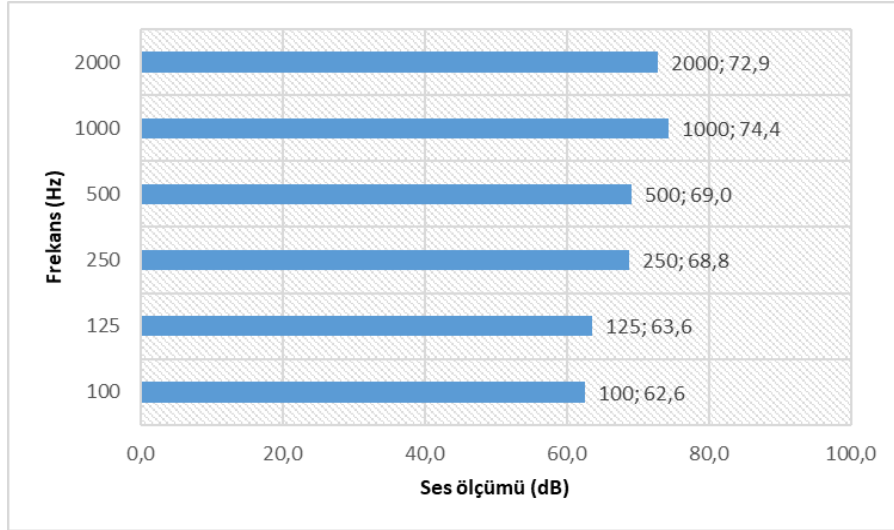
Deneyde kullanılan 1,5 cm koyun yünü keçe malzemesine ait deney düzeneği fotoğrafları Şekil 3.74’de görülmektedir. 1,5 cm koyun yünü keçe malzemesi ile yapılan deneylerde elde edilen ses ve ısı ölçüm sonuçları Çizelge 3.40’da, elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafikler Şekil 3.75, 3.76, 3.77’de, ses ölçümlerinin yapıldığı anda ki sıcaklık verileri Çizelge 3.41’de elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafik ise Şekil 3.78’de verilmiştir.



Şekil 3.74. 1,5 cm koyun yünü yalıtım malzemesine ait deney düzeneği

Çizelge 3.40. 1,5 cm koyun yünü yalıtım malzemesine ait kutu iç sıcaklık değerleri ile kutu dış yüzeyi desibel ölçümleri (24.05.2023)

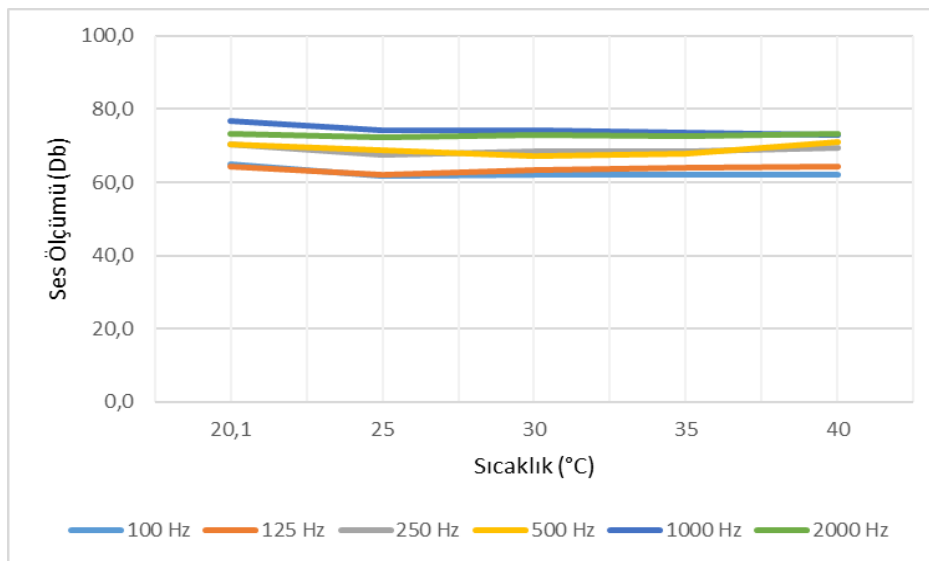
KUTU DIŞ YÜZEYLER	KOD	KUTU İÇ SICAKLIK	FREKANSLAR (Hz)											
			SAAT	100	SAAT	125	SAAT	250	SAAT	500	SAAT	1000	SAAT	2000
FRONT (dB)	1	20,1 °C (mevcut sıcaklık)	12:44	64,8	12:45	67,5	12:46	72,9	12:47	71,3	12:48	79,7	12:49	67,9
LEFT (dB)	2			62,1		60,2		72,5		64,2		81,3		76,9
BACK (dB)	3			68,2		67,2		63,5		72,9		77,6		70,4
RIGHT (dB)	4			62,8		62,5		69,7		76,7		67,8		77,8
TOP (dB)	5			66,4		63,8		72,8		67,2		78,2		73,6
FRONT (dB)	1	25 °C	13:32	63,7	13:34	65,2	13:35	69,4	13:36	66,4	13:37	75,5	13:38	69,7
LEFT (dB)	2			60,6		58,6		69,3		69,1		79,2		79,7
BACK (dB)	3			63,4		65,0		62,4		65,6		65,3		67,2
RIGHT (dB)	4			59,5		58,2		64,9		72,2		75,6		72,3
TOP (dB)	5			61,7		63,6		72,2		69,9		75,1		73,4
FRONT (dB)	1	30 °C	13:25	62,5	13:25	67,2	13:26	71,5	13:27	65,0	13:28	72,2	13:28	71,1
LEFT (dB)	2			61,8		60,2		69,7		62,8		80,6		73,0
BACK (dB)	3			62,4		65,6		63,3		66,4		69,9		68,7
RIGHT (dB)	4			62,1		60,4		66,0		72,1		73,8		78,1
TOP (dB)	5			61,3		63,7		72,0		70,1		75,0		74,3
FRONT (dB)	1	35 °C	13:12	62,9	13:13	66,8	13:15	71,1	13:17	65,5	13:18	73,1	13:20	69,7
LEFT (dB)	2			60,7		60,8		71,0		63,6		81,6		76,2
BACK (dB)	3			64,9		66,2		61,7		68,3		66,5		67,8
RIGHT (dB)	4			60,9		61,7		66,5		73,6		72,4		74,2
TOP (dB)	5			61,7		64,6		71,6		67,5		73,8		74,5
FRONT (dB)	1	40 °C	13:00	63,3	13:01	68,0	13:04	71,0	13:06	73,5	13:06	69,6	13:10	74,9
LEFT (dB)	2			59,1		61,6		71,5		70,0		81,3		77,6
BACK (dB)	3			63,8		66,3		64,0		70,9		73,5		66,7
RIGHT (dB)	4			61,8		62,2		68,0		75,9		68,0		74,3
TOP (dB)	5			63,0		63,0		72,1		65,5		72,3		72,5



Şekil 3.75. 1,5 cm koyun yünü yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda farklı frekans değerlerindeki ortalama desibel ölçümleri



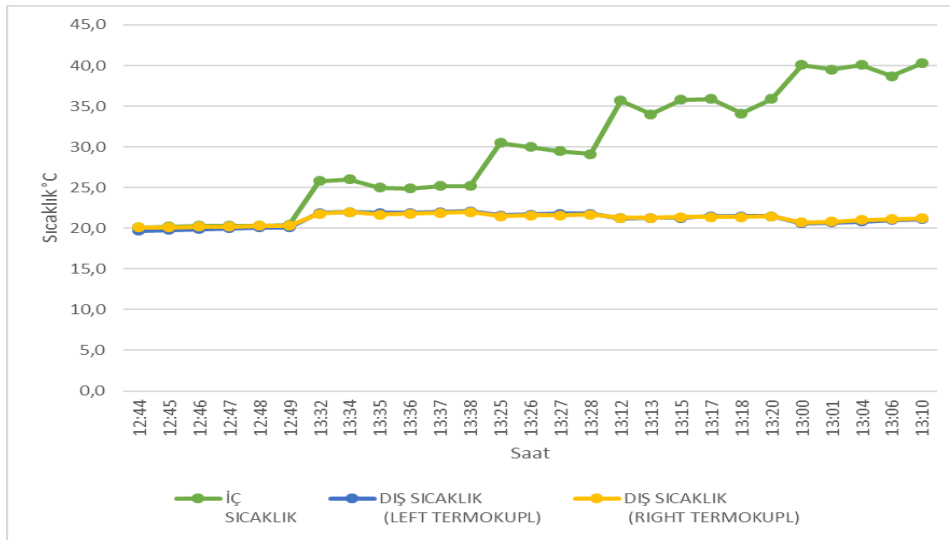
Şekil 3.76. 1,5 cm koyun yünü yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda 5 farklı dış yüzeydeki ortalama desibel ölçümleri



Şekil 3.77. 1,5 cm koyun yünü yalıtım malzemesine ait farklı sıcaklıklardaki desibel ölçümleri

Çizelge 3.41. 1,5 cm koyun yünü yalıtım malzemesine ait detaylı kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

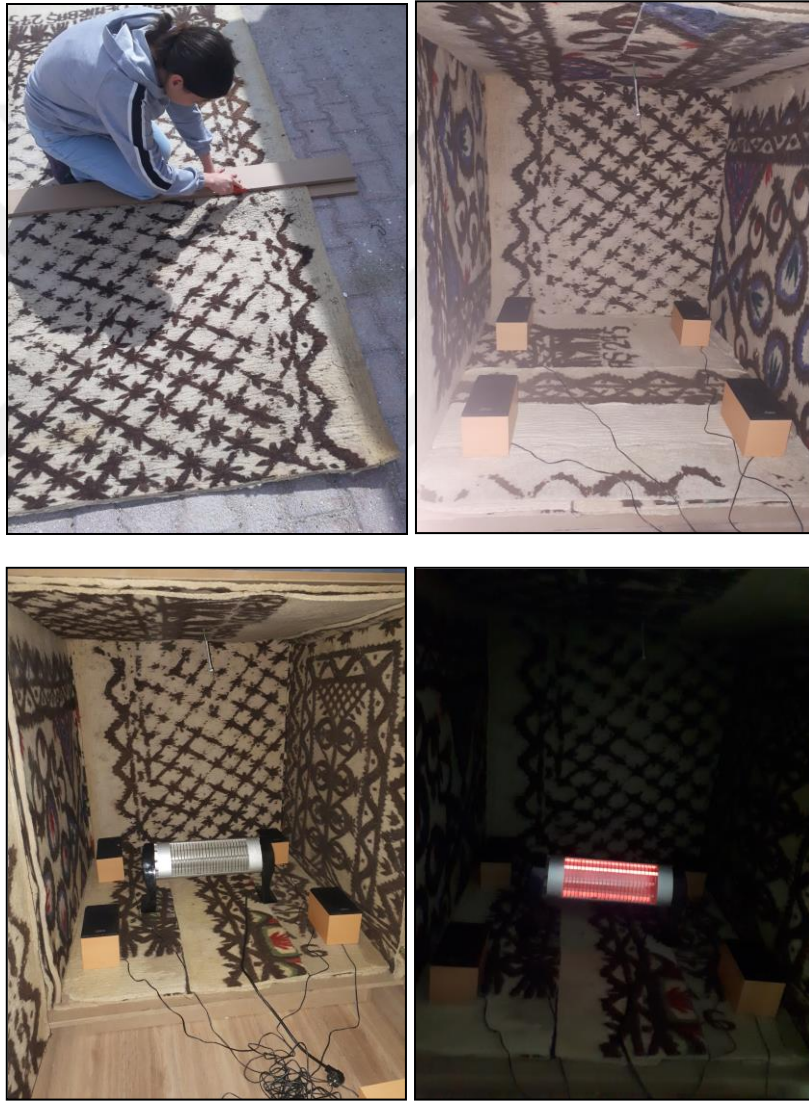
SAAT	İÇ SICAKLIK (°C)	DIŞ SICAKLIK (°C) (LEFT TERMOKUPL)	DIŞ SICAKLIK (°C) (RIGHT TERMOKUPL)
12:44	20,1	19,7	20,1
12:45	20,2	19,8	20,1
12:46	20,3	19,9	20,2
12:47	20,3	20,0	20,2
12:48	20,3	20,1	20,3
12:49	20,4	20,1	20,3
13:32	25,8	21,9	21,8
13:34	26,0	22,0	22,0
13:35	25,0	21,9	21,7
13:36	24,9	21,9	21,8
13:37	25,2	22,0	21,9
13:38	25,2	22,1	22,0
13:25	30,5	21,6	21,5
13:26	30,0	21,7	21,6
13:27	29,5	21,8	21,6
13:28	29,1	21,8	21,7
13:12	35,7	21,2	21,3
13:13	34,0	21,3	21,3
13:15	35,8	21,3	21,4
13:17	35,9	21,5	21,4
13:18	34,1	21,5	21,4
13:20	35,9	21,5	21,5
13:00	40,1	20,6	20,7
13:01	39,5	20,7	20,8
13:04	40,1	20,8	21,0
13:06	38,7	21,0	21,1
13:10	40,3	21,1	21,2



Şekil 3.78. 1,5 cm koyun yünü yalıtım malzemesine ait kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

3.3.6.2. 2,5 cm koyun yünü yalıtım malzeme deneyleri

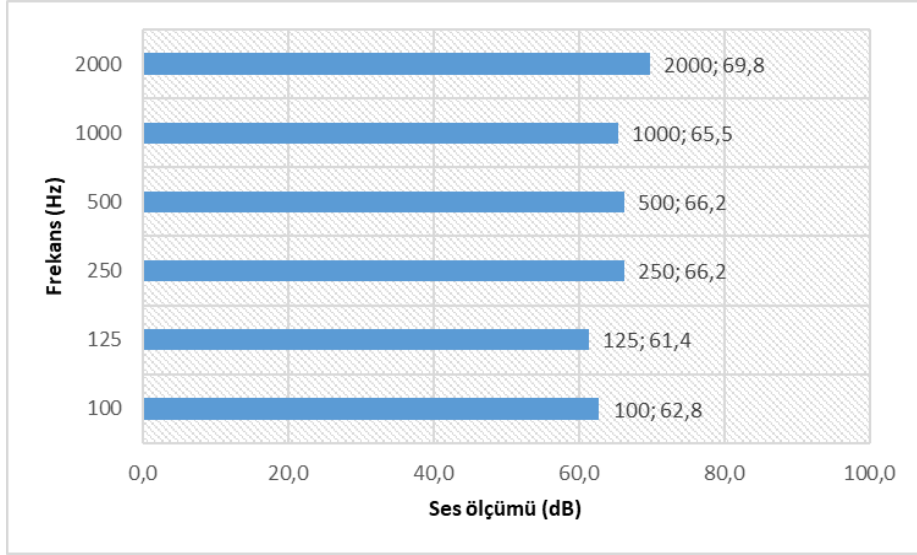
Deneyde kullanılan 2,5 cm koyun yünü keçe malzemesine ait deney düzeneği fotoğrafları Şekil 3.79’de görülmektedir. 2,5 cm koyun yünü keçe malzemesi ile yapılan deneylerde elde edilen ses ve ısı ölçüm sonuçları Çizelge 3.42’de, elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafikler ise Şekil 3.80, 3.81, 3.82’de, ses ölçümlerinin yapıldığı anda ki sıcaklık verileri Çizelge 3.43’de elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafik ise Şekil 3.83’de verilmiştir.



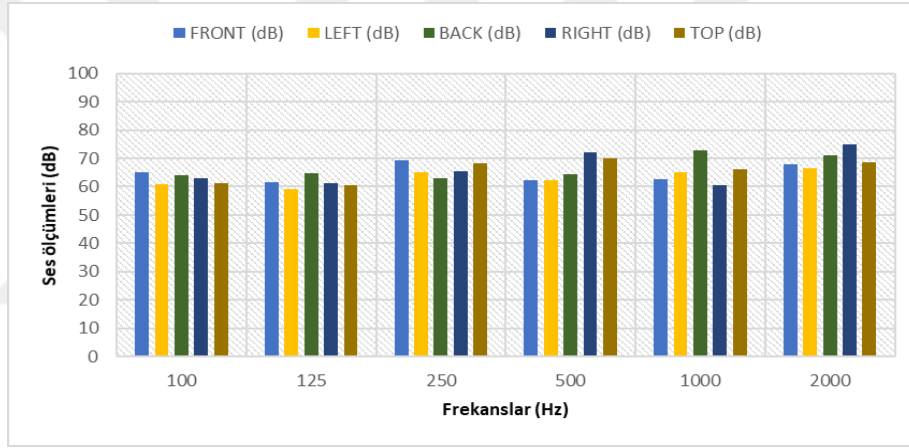
Şekil 3.79. 2,5 cm koyun yünü yalıtım malzemesine ait deney düzeneği

Çizelge 3.42. 2,5 cm koyun yünü yalıtım malzemesine ait kutu iç sıcaklık değerleri ile kutu dış yüzeyi desibel ölçümleri (24.05.2023)

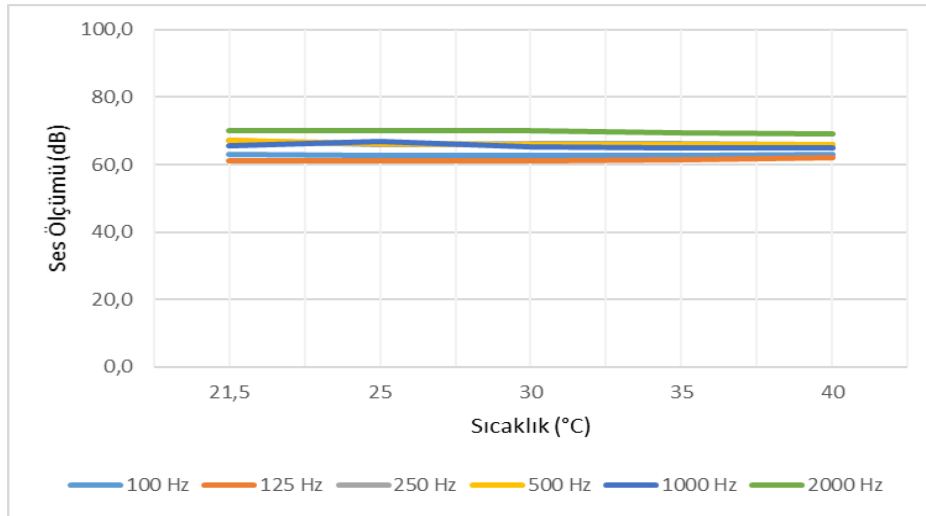
KUTU DIŞ YÜZEYLER	KOD	KUTU İÇ SICAKLIK	FREKANSLAR (Hz)											
			SAAT	100	SAAT	125	SAAT	250	SAAT	500	SAAT	1000	SAAT	2000
FRONT (dB)	1	21,5 °C (mevcut sıcaklık)	21:00	66,0	21:00	59,8	21:01	69,2	21:02	62,7	21:03	64,3	21:04	69,7
LEFT (dB)	2			62,7		60,3		67,5		62,9		67,3		72,9
BACK (dB)	3			62,5		64,1		62,8		66,6		67,8		64,7
RIGHT (dB)	4			62,7		59,1		66,5		71,9		60,6		74,9
TOP (dB)	5			62,0		62,0		69,4		71,2		67,4		67,4
FRONT (dB)	1	25 °C	21:36	64,3	21:36	61,8	21:37	69,1	21:38	63,5	21:38	66,2	21:39	73,2
LEFT (dB)	2			61,0		59,5		65,3		61,9		64,6		60,1
BACK (dB)	3			65,0		63,5		63,2		65,2		72,1		71,9
RIGHT (dB)	4			62,3		60,8		64,0		70,8		64,6		74,7
TOP (dB)	5			61,3		60,4		67,3		69,8		66,7		70,3
FRONT (dB)	1	30 °C	21:30	63,9	21:30	62,1	21:31	69,4	21:32	61,9	21:32	60,9	21:33	66,9
LEFT (dB)	2			60,8		58,0		63,7		61,6		65,8		66,3
BACK (dB)	3			64,6		64,9		63,1		64,2		71,9		74,2
RIGHT (dB)	4			63,7		61,5		66,6		71,3		61,3		76,5
TOP (dB)	5			59,9		59,7		68,0		70,4		66,0		67,0
FRONT (dB)	1	35 °C	21:21	65,3	21:23	62,0	21:24	68,9	21:24	63,2	21:25	58,0	21:28	63,7
LEFT (dB)	2			60,1		58,7		63,0		61,6		66,0		70,1
BACK (dB)	3			63,5		65,0		63,9		63,6		75,8		71,1
RIGHT (dB)	4			62,9		62,2		66,4		72,8		58,6		76,3
TOP (dB)	5			61,0		59,9		68,6		69,0		65,6		66,7
FRONT (dB)	1	40 °C	21:11	66,0	21:14	61,5	21:15	69,6	21:16	60,8	21:17	63,3	21:19	66,3
LEFT (dB)	2			60,3		59,5		65,2		63,3		62,5		63,2
BACK (dB)	3			63,9		65,7		62,4		62,4		76,3		72,8
RIGHT (dB)	4			63,3		62,7		63,7		73,1		58,1		72,9
TOP (dB)	5			61,2		61,0		67,9		70,0		64,6		70,8



Şekil 3.80. 2,5 cm koyun yünü yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda farklı frekans değerlerindeki ortalama desibel ölçümleri



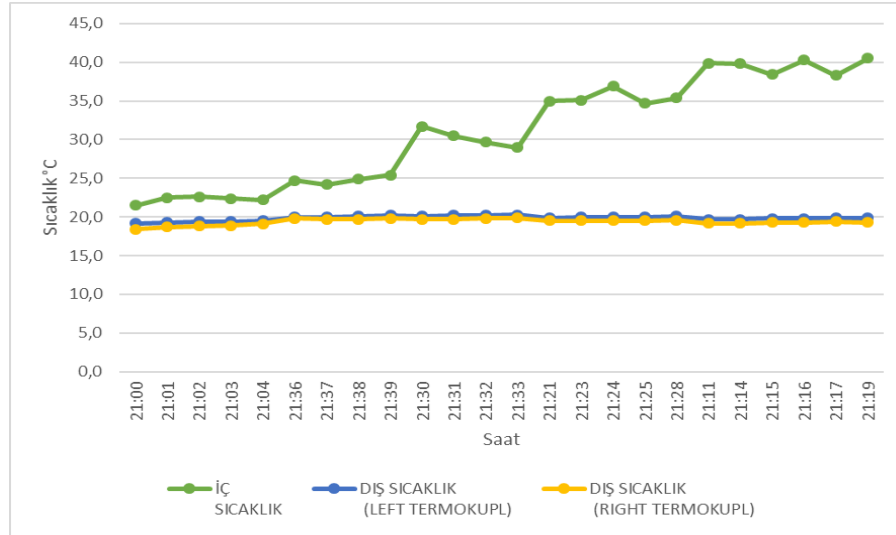
Şekil 3.81. 2,5 cm koyun yünü yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda 5 farklı dış yüzeydeki ortalama desibel ölçümleri



Şekil 3.82. 2,5 cm koyun yünü yalıtım malzemesine ait farklı sıcaklıklardaki desibel ölçümleri

Çizelge 3.43. 2,5 cm koyun yünü yalıtım malzemesine ait detaylı kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

SAAT	İÇ SICAKLIK (°C)	DIŞ SICAKLIK (°C) (LEFT TERMOKUPL)	DIŞ SICAKLIK (°C) (RIGHT TERMOKUPL)
21:00	21,5	19,2	18,4
21:01	22,5	19,3	18,7
21:02	22,6	19,4	18,8
21:03	22,4	19,4	18,9
21:04	22,2	19,5	19,1
21:36	24,7	20,0	19,8
21:37	24,2	20,0	19,7
21:38	24,9	20,1	19,7
21:39	25,4	20,2	19,8
21:30	31,7	20,1	19,7
21:31	30,5	20,2	19,7
21:32	29,7	20,2	19,8
21:33	29,0	20,3	19,9
21:21	35,0	19,9	19,5
21:23	35,1	20,0	19,5
21:24	36,9	20,0	19,5
21:25	34,7	20,0	19,5
21:28	35,4	20,1	19,6
21:11	39,9	19,7	19,2
21:14	39,8	19,7	19,2
21:15	38,4	19,8	19,3
21:16	40,3	19,8	19,3
21:17	38,3	19,9	19,4
21:19	40,5	19,9	19,3



Şekil 3.83. 2,5 cm koyun yünü yalıtım malzemesine ait kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

3.3.6.3. 4 cm koyun yünü yalıtım malzeme deneyleri

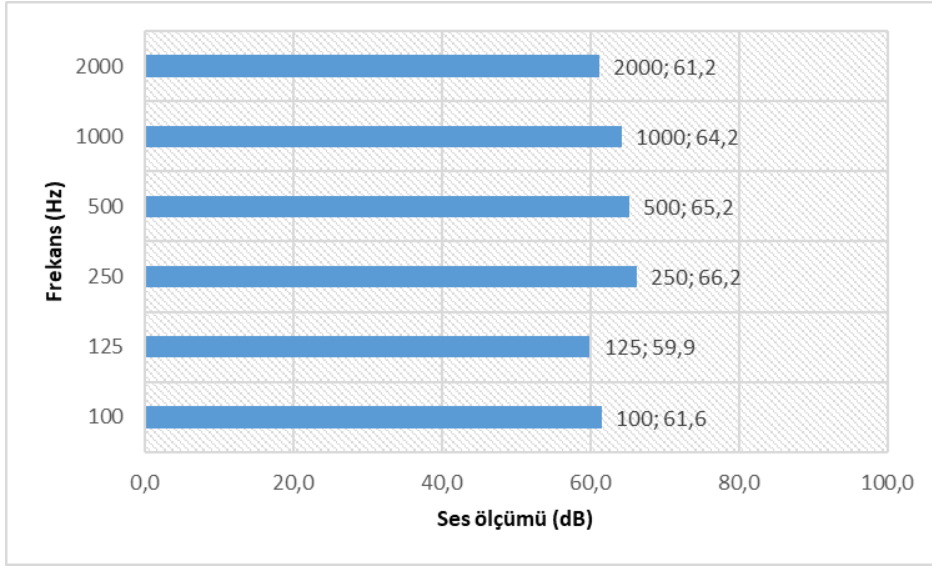
Deneyde kullanılan 4 cm koyun yünü keçe malzemesine ait deney düzeneği fotoğrafları Şekil 3.84’de görülmektedir. 4 cm koyun yünü keçe malzemesi ile yapılan deneylerde elde edilen ses ve ısı ölçüm sonuçları Çizelge 3.44’de, elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafikler ise Şekil 3.85, 3.86, 3.87’de, ses ölçümlerinin yapıldığı anda ki sıcaklık verileri Çizelge 3.45’de elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafik ise Şekil 3.88’de verilmiştir.



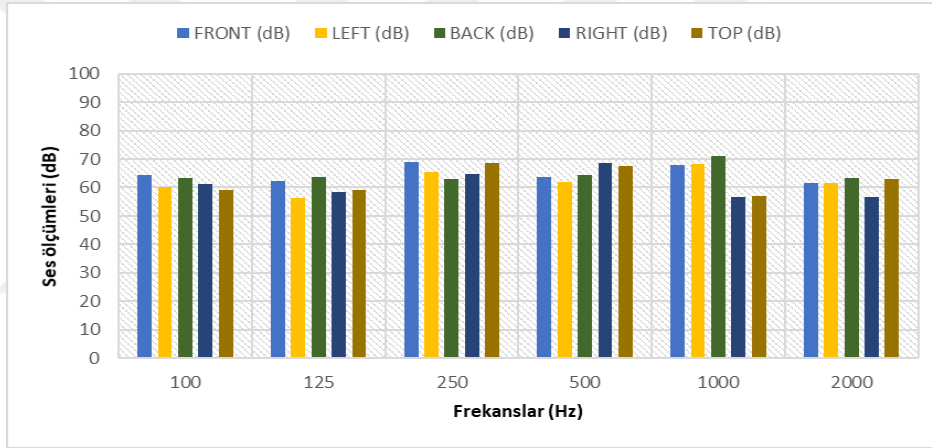
Şekil 3.84. 4 cm koyun yünü yalıtım malzemesine ait deney düzeneği

Çizelge 3.44. 4 cm koyun yünü yalıtım malzemesine ait kutu iç sıcaklık değerleri ile kutu dış yüzeyi desibel ölçümleri (24.05.2023)

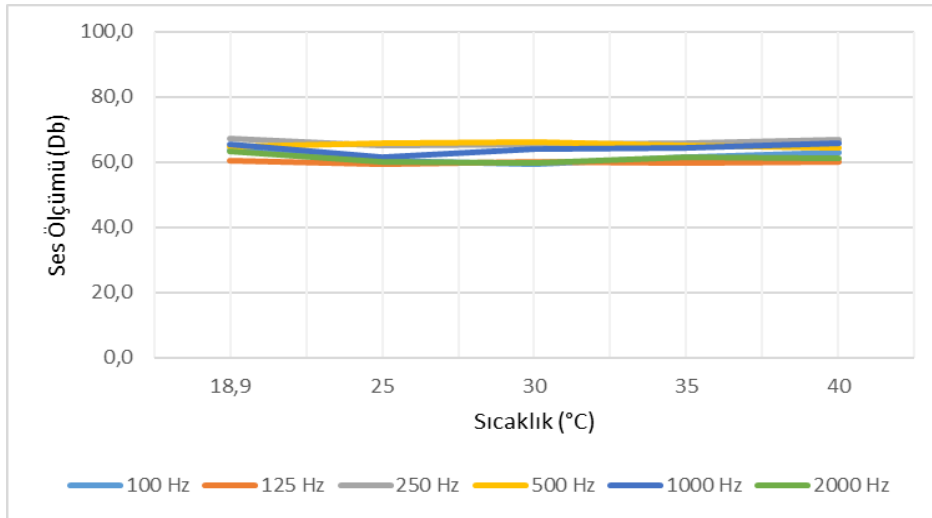
KUTU DIŞ YÜZEYLER	KOD	KUTU İÇ SICAKLIK	FREKANSLAR (Hz)											
			SAAT	100	SAAT	125	SAAT	250	SAAT	500	SAAT	1000	SAAT	2000
FRONT (dB)	1	18,9 °C (mevcut sıcaklık)	19:42	65,6	19:42	62,4	19:43	69,0	19:44	65,2	19:45	66,3	19:46	63,1
LEFT (dB)	2			63,9		54,7		69,1		57,6		66,7		58,4
BACK (dB)	3			64,2		64,4		63,8		64,8		71,0		59,5
RIGHT (dB)	4			64,5		59,8		65,7		65,7		62,4		66,5
TOP (dB)	5			60,1		60,7		69,2		69,9		60,4		69,5
FRONT (dB)	1	25 °C	20:27	63,7	20:28	61,5	20:28	69,2	20:30	63,6	20:31	67,1	20:32	53,7
LEFT (dB)	2			57,6		56,7		63,0		63,4		67,8		64,8
BACK (dB)	3			62,6		63,4		60,9		63,4		67,3		61,0
RIGHT (dB)	4			59,0		57,3		64,5		70,0		51,9		63,2
TOP (dB)	5			58,9		58,8		68,6		68,2		53,8		58,8
FRONT (dB)	1	30 °C	20:18	63,2	20:18	62,3	20:19	68,9	20:20	64,1	20:24	67,4	20:24	61,1
LEFT (dB)	2			59,5		57,7		65,1		63,8		68,3		62,1
BACK (dB)	3			62,2		63,5		61,1		66,0		71,3		65,8
RIGHT (dB)	4			55,6		58,0		64,4		70,0		56,7		49,5
TOP (dB)	5			57,0		59,3		68,2		67,2		55,9		60,0
FRONT (dB)	1	35 °C	20:04	64,0	20:09	62,1	20:09	68,3	20:13	63,4	20:13	69,5	20:15	66,5
LEFT (dB)	2			57,7		55,8		64,5		63,4		67,7		62,9
BACK (dB)	3			63,1		63,6		63,8		63,7		71,4		64,3
RIGHT (dB)	4			63,2		57,7		64,4		68,5		56,0		51,5
TOP (dB)	5			59,9		58,9		68,8		66,8		57,0		61,9
FRONT (dB)	1	40 °C	19:52	64,7	19:55	62,5	19:55	70,2	19:58	62,4	19:59	70,0	20:03	64,0
LEFT (dB)	2			61,9		56,5		65,9		61,3		70,1		59,3
BACK (dB)	3			63,7		63,6		64,5		64,0		73,8		65,2
RIGHT (dB)	4			64,1		58,8		65,4		68,4		56,4		52,5
TOP (dB)	5			60,3		58,7		68,8		65,1		58,8		64,1



Şekil 3.85. 4 cm koyun yünü yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda farklı frekans değerlerindeki ortalama desibel ölçümleri



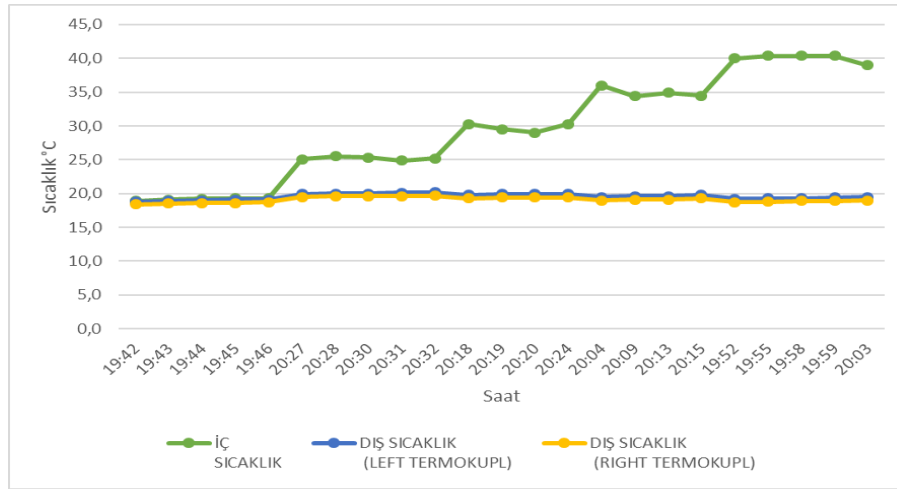
Şekil 3.86. 4 cm koyun yünü yalıtım malzemesine ait tüm sıcaklıklarda 5 farklı dış yüzeydeki ortalama desibel ölçümleri



Şekil 3.87. 4 cm koyun yünü yalıtım malzemesine ait farklı sıcaklıklardaki desibel ölçümleri

Çizelge 3.45. 4 cm koyun yünü yalıtım malzemesine ait detaylı kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

SAAT	İÇ SICAKLIK (°C)	DIŞ SICAKLIK (°C) (LEFT TERMOKUPL)	DIŞ SICAKLIK (°C) (RIGHT TERMOKUPL)
19:42	18,9	18,8	18,4
19:43	19,1	18,9	18,5
19:44	19,2	19,0	18,6
19:45	19,3	19,1	18,6
19:46	19,3	19,1	18,7
20:27	25,1	19,9	19,5
20:28	25,5	20,0	19,6
20:30	25,3	20,0	19,6
20:31	24,9	20,1	19,6
20:32	25,2	20,2	19,7
20:18	30,3	19,8	19,3
20:19	29,5	19,9	19,4
20:20	29,0	19,9	19,4
20:24	30,3	19,9	19,4
20:04	36,0	19,5	19,0
20:09	34,4	19,6	19,1
20:13	34,9	19,6	19,1
20:15	34,5	19,8	19,3
19:52	40,0	19,2	18,7
19:55	40,4	19,3	18,8
19:58	40,4	19,3	18,9
19:59	40,4	19,4	18,9
20:03	39,0	19,5	19,0



Şekil 3.88. 4 cm koyun yünü yalıtım malzemesine ait kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

3.3.7. Doğal ısı yalıtım sıva malzeme deneyleri

Deney kutusunun yapımında kullanılan mdf’de hem sıvanın tutabilmesi için pürüzlü bir yüzey oluşturmak, hem de aderansı artırmak ve yüzey emiciliğini dengelemek için doğal ısı yalıtım sıvasının öncesinde astar uygulanmıştır (Şekil 3.89).



Şekil 3.89. Doğal ısı yalıtım sıvası öncesinde uygulanan astar

3.3.7.1. 2 cm doğal ısı yalıtım sıvası malzeme deneyleri

Deneyde kullanılan 2 cm doğal ısı yalıtım sıva malzemesine ait deney düzeneği fotoğrafları Şekil 3.90’de görülmektedir. 2 cm doğal ısı yalıtım sıva malzemesi ile yapılan deneylerde elde edilen ses ve ısı ölçüm sonuçları Çizelge 3.46’da, elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafikler Şekil 3.91, 3.92, 3.93’de, ses ölçümlerinin yapıldığı anda ki sıcaklık verileri Çizelge 3.47’de elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafik ise Şekil 3.94’de verilmiştir.

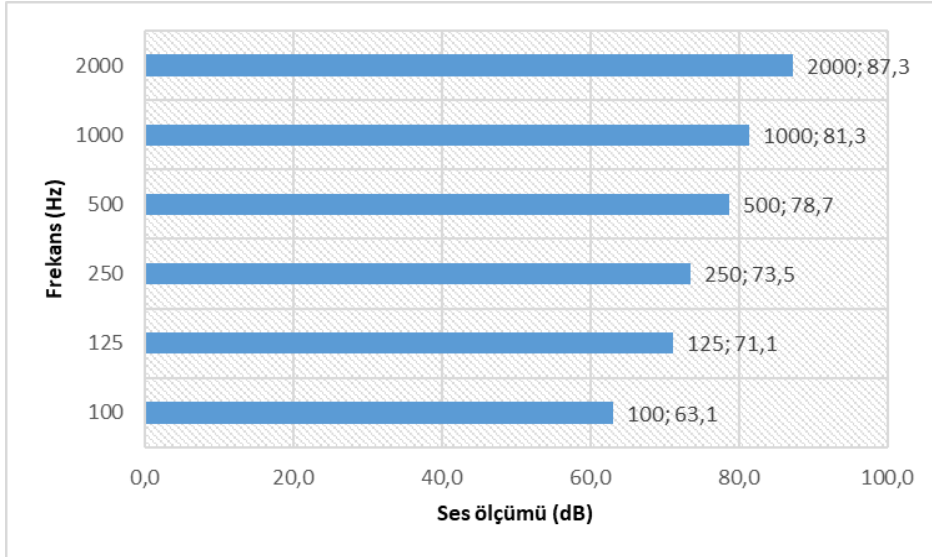




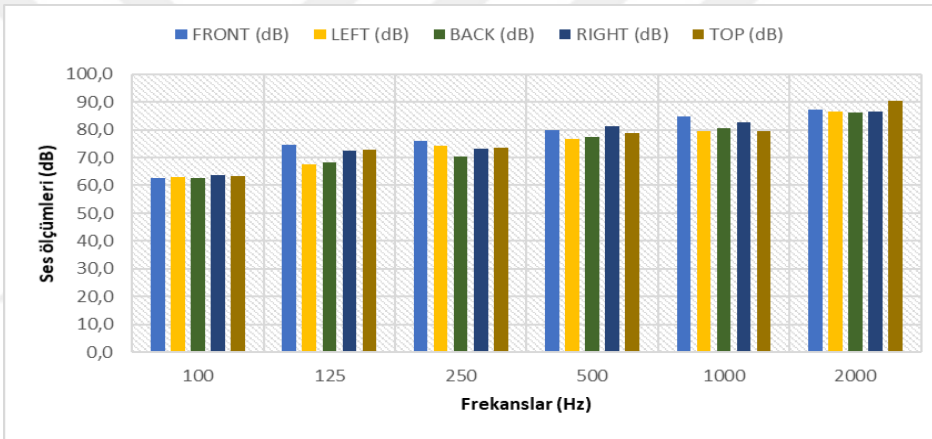
Şekil 3.90. 2 cm doğal ısı yalıtım sıvasına ait deney düzeneği

Çizelge 3.46. 2 cm doğal ısı yalıtım sıva malzemesine ait kutu iç sıcaklık değerleri ile kutu dış yüzeyi desibel ölçümleri (13.06.2023)

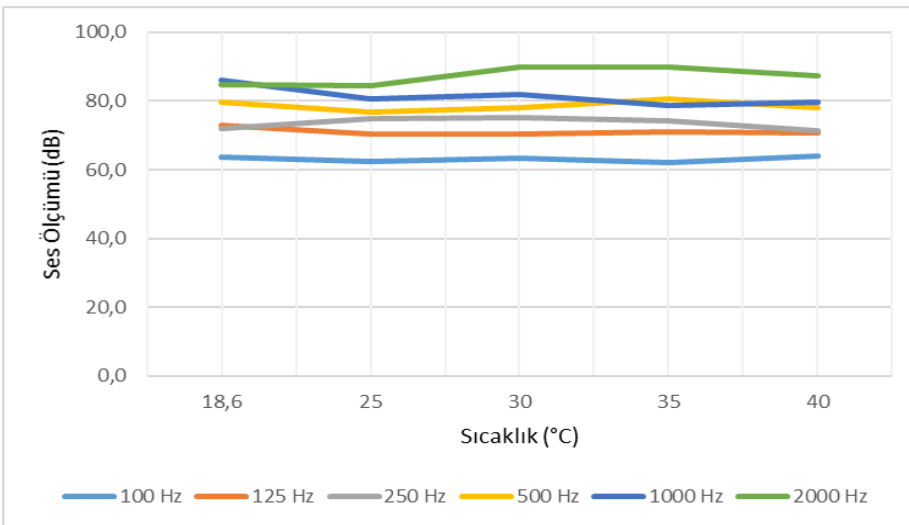
KUTU DIŞ YÜZEYLER	KOD	KUTU İÇ SICAKLIK	FREKANSLAR (Hz)											
			SAAT	100	SAAT	125	SAAT	250	SAAT	500	SAAT	1000	SAAT	2000
FRONT (dB)	1	18,6 °C (mevcut sıcaklık)	20:05	64,4	20:07	72,5	20:08	70,1	20:09	81,5	20:10	83,1	20:11	78,9
LEFT (dB)	2			62,7		70,4		71,1		79,4		89,4		87,3
BACK (dB)	3			63,0		68,1		66,3		78,4		86,6		87,6
RIGHT (dB)	4			64,8		71,5		74,0		80,1		90,4		80,4
TOP (dB)	5			64,0		81,6		78,4		79,0		80,8		89,3
FRONT (dB)	1	25 °C	21:32	62,1	21:32	72,5	21:33	81,1	21:34	78,2	21:34	80,2	21:35	82,5
LEFT (dB)	2			62,0		66,0		75,0		73,9		75,6		84,4
BACK (dB)	3			63,1		67,8		73,2		78,3		86,3		80,3
RIGHT (dB)	4			64,3		77,3		74,1		83,7		81,2		85,3
TOP (dB)	5			60,3		68,9		70,7		70,2		79,2		90,1
FRONT (dB)	1	30 °C	20:21	63,0	20:22	73,9	20:23	77,9	20:26	75,5	20:29	87,7	20:30	95,6
LEFT (dB)	2			63,8		70,1		76,3		74,0		81,5		86,0
BACK (dB)	3			61,6		65,8		70,6		76,8		75,8		83,4
RIGHT (dB)	4			63,6		69,7		74,5		83,3		79,7		91,8
TOP (dB)	5			64,9		73,2		76,3		81,5		84,2		93,4
FRONT (dB)	1	35 °C	20:54	60,8	20:55	77,0	20:56	78,3	20:57	84,6	20:58	84,0	20:58	96,6
LEFT (dB)	2			62,7		65,2		75,0		77,1		76,8		87,7
BACK (dB)	3			63,6		70,3		70,4		80,3		73,6		86,9
RIGHT (dB)	4			60,4		72,1		73,3		79,4		82,4		84,5
TOP (dB)	5			62,2		70,3		74,1		82,0		77,0		93,3
FRONT (dB)	1	40 °C	21:17	63,3	21:17	76,4	21:18	72,8	21:19	78,7	21:19	88,3	21:20	82,4
LEFT (dB)	2			64,1		65,7		74,1		79,8		74,2		86,6
BACK (dB)	3			62,3		69,9		71,6		72,5		80,0		92,6
RIGHT (dB)	4			65,1		71,4		70,1		79,6		79,5		90,4
TOP (dB)	5			64,9		69,6		68,1		80,5		76,2		85,4



Şekil 3.91. 2 cm doğal ısı yalıtım sıva malzemesine ait tüm sıcaklıklarda farklı frekans değerlerindeki ortalama desibel ölçümleri



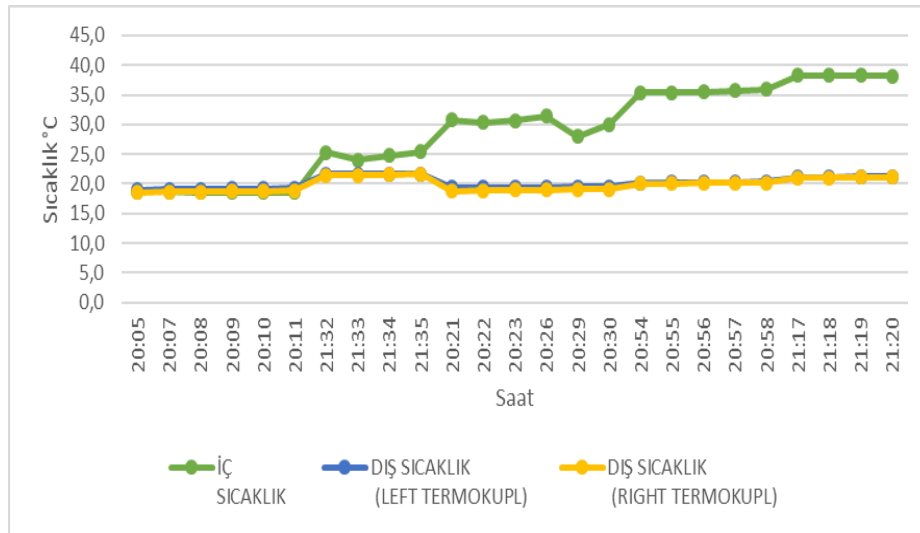
Şekil 3.92. 2 cm doğal ısı yalıtım sıva malzemesine ait tüm sıcaklıklarda 5 farklı dış yüzeydeki ortalama desibel ölçümleri



Şekil 3.93. 2 cm doğal ısı yalıtım sıva malzemesine ait farklı sıcaklıklardaki desibel ölçümleri

Çizelge 3.47. 2 cm doğal ısı yalıtım sıva malzemesine ait detaylı kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

SAAT	İÇ SICAKLIK	DIŞ SICAKLIK (LEFT TERMOKUPL)	DIŞ SICAKLIK (RIGHT TERMOKUPL)
20:05	18,6	19,0	18,5
20:07	18,6	19,1	18,7
20:08	18,5	19,1	18,7
20:09	18,5	19,2	18,8
20:10	18,5	19,2	18,8
20:11	18,5	19,3	18,9
21:32	25,3	21,7	21,4
21:33	24,0	21,6	21,4
21:34	24,8	21,7	21,5
21:35	25,4	21,7	21,6
20:21	30,8	19,4	18,8
20:22	30,3	19,4	18,9
20:23	30,7	19,4	19,0
20:26	31,4	19,4	19,0
20:29	28,0	19,5	19,1
20:30	30,0	19,5	19,1
20:54	35,4	20,2	20,0
20:55	35,4	20,3	20,0
20:56	35,5	20,3	20,1
20:57	35,7	20,3	20,2
20:58	35,9	20,4	20,2
21:17	38,3	21,1	21,0
21:18	38,3	21,1	21,0
21:19	38,3	21,2	21,1
21:20	38,2	21,2	21,1



Şekil 3.94. 2 cm doğal ısı yalıtım sıva malzemesine ait kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

3.3.7.2. 3 cm doğal ısı yalıtım sıvası malzeme deneyleri

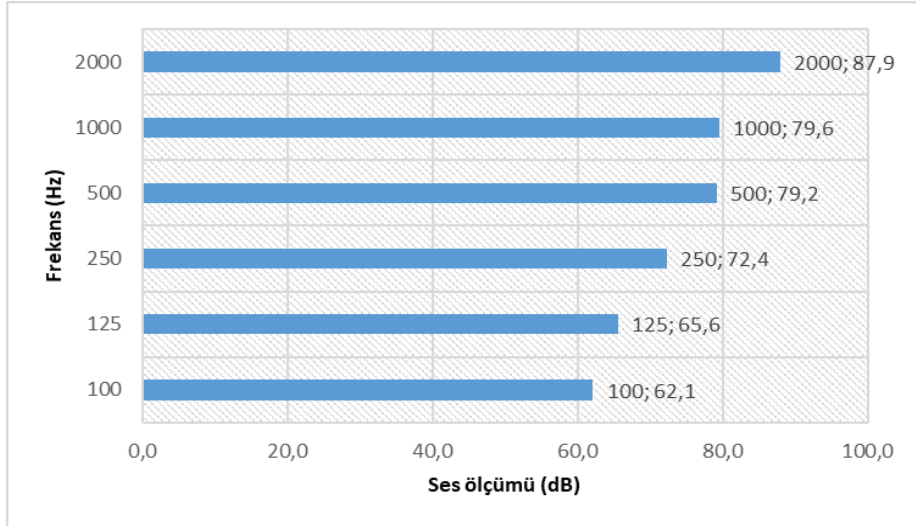
Deneyde kullanılan 3 cm doğal ısı yalıtım sıva malzemesine ait deney düzeneği fotoğrafları Şekil 3.95’de görülmektedir. 3 cm doğal ısı yalıtım sıva malzemesi ile yapılan deneylerde elde edilen ses ve ısı ölçüm sonuçları Çizelge 3.48’de, elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafikler Şekil 3.96, 3.97, 3.98’de, ses ölçümlerinin yapıldığı anda ki sıcaklık verileri Çizelge 3.49’da elde edilen sonuçlara göre hazırlanan grafik ise Şekil 3.99’da verilmiştir.



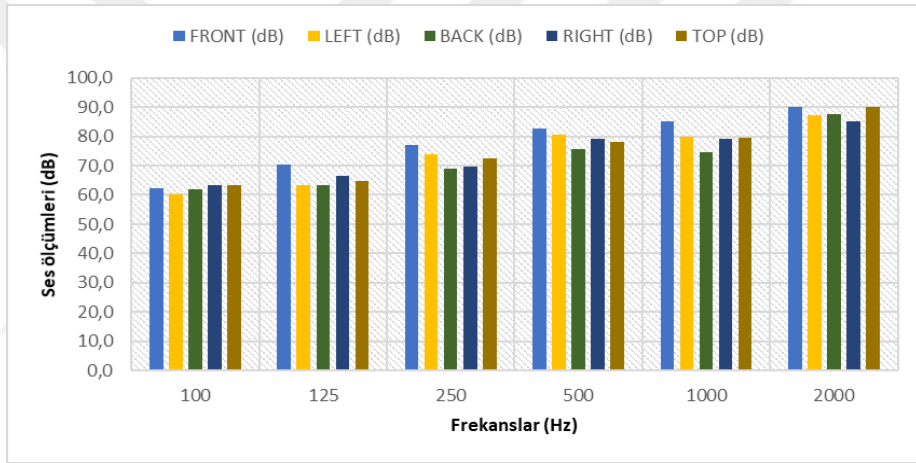
Şekil 3.95. 3 cm doğal ısı yalıtım sıvasına ait deney düzeneği

Çizelge 3.48. 3 cm doğal ısı yalıtım sıva malzemesine ait kutu iç sıcaklık değerleri ile kutu dış yüzeyi desibel ölçümleri (17.06.2023)

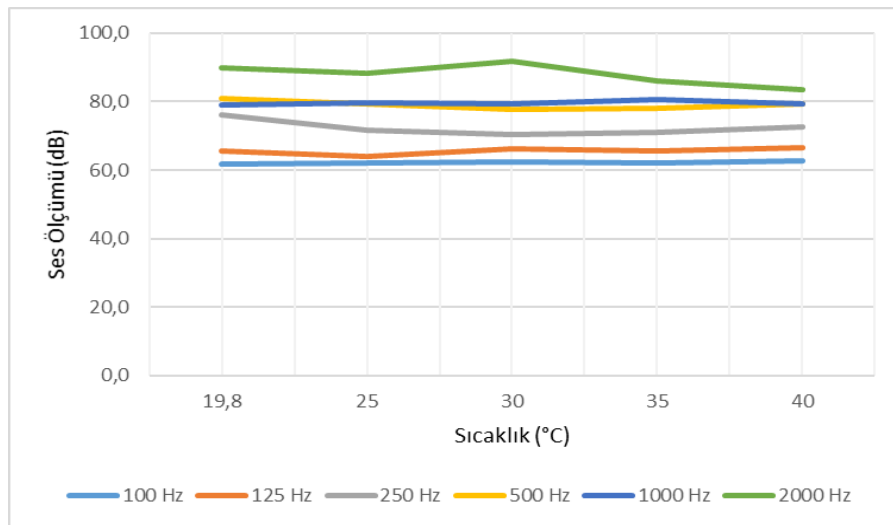
KUTU DIŞ YÜZEYLER	KOD	KUTU İÇ SICAKLIK	FREKANSLAR (Hz)											
			SAAT	100	SAAT	125	SAAT	250	SAAT	500	SAAT	1000	SAAT	2000
FRONT (dB)	1	19,8 °C (mevcut sıcaklık)	08:27	61,5	08:28	71,4	08:29	82,4	08:30	86,8	08:30	81,2	08:31	98,7
LEFT (dB)	2			62,3		62,8		74,9		83,2		73,9		86,5
BACK (dB)	3			61,6		64,3		69,3		77,6		77,8		84,7
RIGHT (dB)	4			61,2		66,6		76,7		82,8		81,1		87,8
TOP (dB)	5			62,1		63,1		77,3		74,8		80,7		92,1
FRONT (dB)	1	25 °C	09:23	61,0	09:24	69,1	09:25	72,1	09:25	84,1	09:26	85,1	09:27	87,5
LEFT (dB)	2			59,5		61,7		71,9		81,5		82,2		85,1
BACK (dB)	3			60,8		62,0		70,3		73,8		75,0		89,5
RIGHT (dB)	4			64,6		63,4		69,7		76,5		80,9		82,2
TOP (dB)	5			64,2		63,2		74,7		81,4		74,8		96,9
FRONT (dB)	1	30 °C	09:10	61,3	09:11	70,7	09:15	74,0	09:16	80,8	09:18	89,1	09:20	97,4
LEFT (dB)	2			58,7		63,4		73,2		79,1		80,1		87,5
BACK (dB)	3			63,4		66,2		68,9		74,8		64,9		90,7
RIGHT (dB)	4			64,0		64,4		63,4		76,8		82,3		91,0
TOP (dB)	5			63,9		66,4		72,1		78,2		80,9		92,3
FRONT (dB)	1	35 °C	08:42	64,1	08:47	70,4	08:50	77,2	08:51	82,8	08:51	88,2	08:52	78,8
LEFT (dB)	2			61,2		64,5		73,8		78,3		83,0		89,6
BACK (dB)	3			61,2		61,4		68,3		73,7		79,2		86,6
RIGHT (dB)	4			62,2		68,7		68,1		77,8		75,0		87,9
TOP (dB)	5			61,3		62,7		67,9		77,9		78,2		88,1
FRONT (dB)	1	40 °C	09:03	63,6	09:04	69,5	09:05	79,9	09:05	78,3	09:06	81,4	09:07	87,2
LEFT (dB)	2			58,3		63,7		75,1		79,8		80,5		86,8
BACK (dB)	3			62,3		62,3		67,1		78,9		75,9		86,5
RIGHT (dB)	4			64,7		69,7		69,6		82,6		75,8		76,6
TOP (dB)	5			64,3		68,1		70,9		78,1		83,2		80,3



Şekil 3.96. 3 cm doğal ısı yalıtım sıva malzemesine ait tüm sıcaklıklarda farklı frekans değerlerindeki ortalama desibel ölçümleri



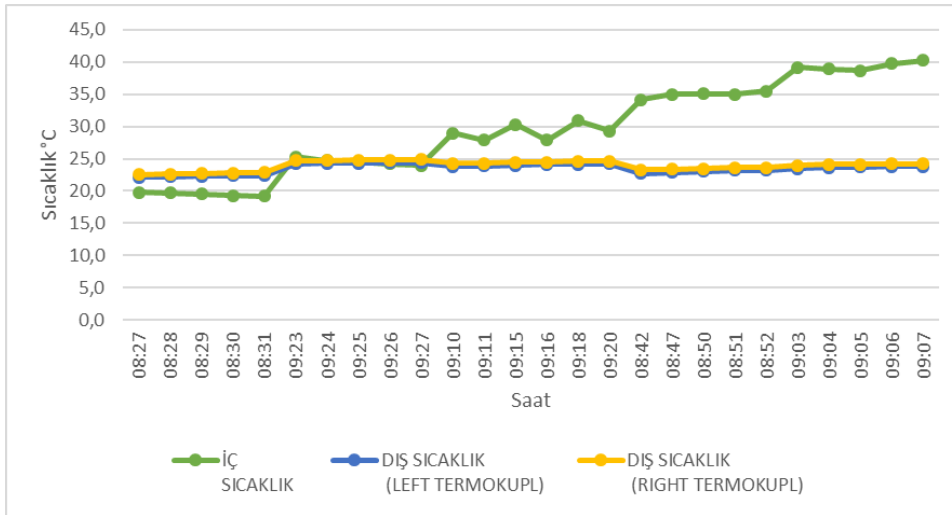
Şekil 3.97. 3 cm doğal ısı yalıtım sıva malzemesine ait tüm sıcaklıklarda 5 farklı dış yüzeydeki ortalama desibel ölçümleri



Şekil 3.98. 3 cm doğal ısı yalıtım sıva malzemesine ait farklı sıcaklıklardaki desibel ölçümleri

Çizelge 3.49. 3 cm doğal ısı yalıtım sıva malzemesine ait detaylı kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

SAAT	İÇ SICAKLIK (°C)	DIŞ SICAKLIK (°C) (LEFT TERMOKUPL)	DIŞ SICAKLIK (°C) (RIGHT TERMOKUPL)
08:27	19,8	22,1	22,5
08:28	19,7	22,2	22,6
08:29	19,5	22,3	22,7
08:30	19,3	22,4	22,8
08:31	19,2	22,4	22,9
09:23	25,3	24,2	24,7
09:24	24,7	24,3	24,7
09:25	24,5	24,3	24,8
09:26	24,2	24,4	24,8
09:27	24,0	24,4	24,9
09:10	29,0	23,8	24,3
09:11	27,9	23,9	24,3
09:15	30,3	24,0	24,5
09:16	27,9	24,1	24,5
09:18	30,9	24,1	24,6
09:20	29,3	24,2	24,6
08:42	34,2	22,7	23,3
08:47	35,0	22,9	23,4
08:50	35,1	23,0	23,5
08:51	35,0	23,2	23,6
08:52	35,5	23,2	23,6
09:03	39,2	23,5	24,0
09:04	38,9	23,6	24,1
09:05	38,7	23,7	24,1
09:06	39,8	23,8	24,2
09:07	40,3	23,8	24,2



Şekil 3.99. 3 cm doğal ısı yalıtım sıva malzemesine ait kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

3.3.7.3. 4 cm doğal ısı yalıtım sıvası malzeme deneyleri

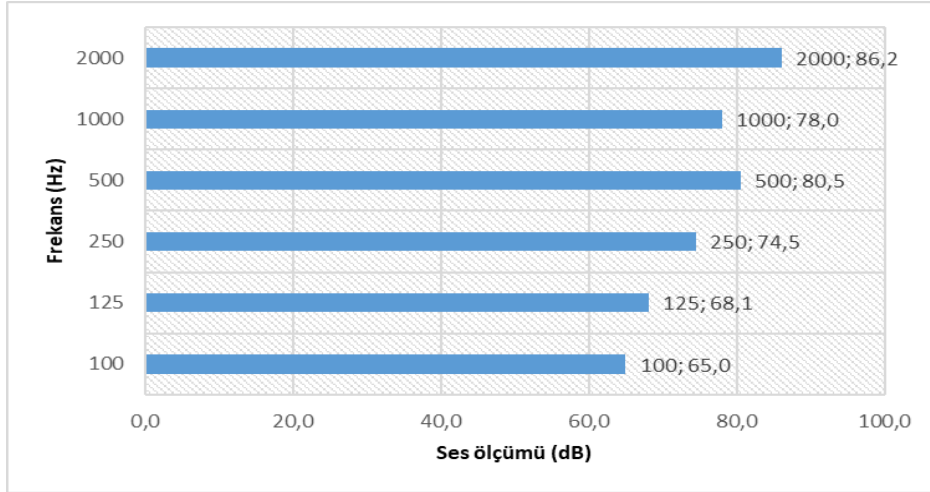
Deneyde kullanılan 4 cm doğal ısı yalıtım sıva malzemesine ait deney dzenegi fotoğrafları Şekil 3.100’de g6r6lmektedir. 4 cm doğal ısı yalıtım sıva malzemesi ile yapılan deneylerde elde edilen ses ve ısı 6lç6m sonuçları izelge 3.50’de, elde edilen sonuçlara g6re hazırlanan grafikler ise Şekil 3.101, 3.102, 3.103’de, ses 6lç6mlerinin yapıldığı anda ki sıcaklık verileri izelge 3.51’de elde edilen sonuçlara g6re hazırlanan grafik ise Şekil 3.104’de verilmiştir.



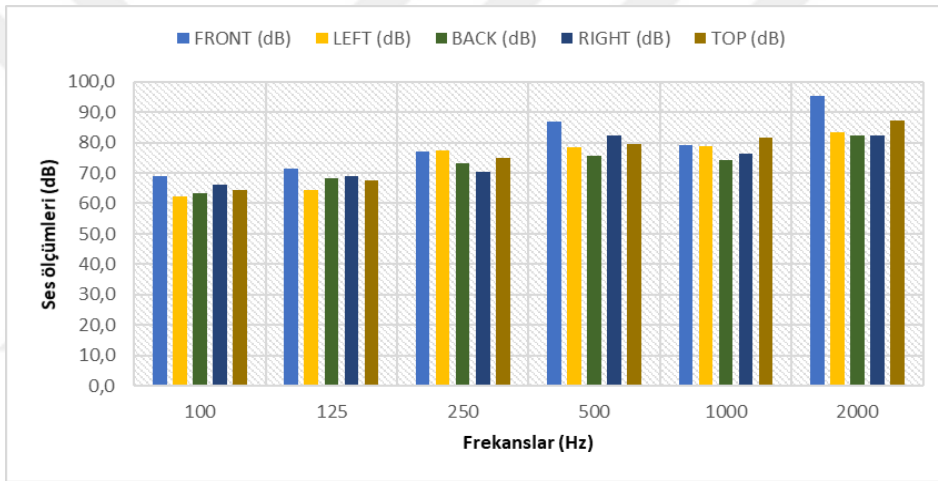
Şekil 3.100. 4 cm doğal ısı yalıtım sıvasına ait deney dzenegi

Çizelge 3.50. 4 cm doğal ısı yalıtım sıva malzemesine ait kutu iç sıcaklık değerleri ile kutu dış yüzeyi desibel ölçümleri (22.06.2023)

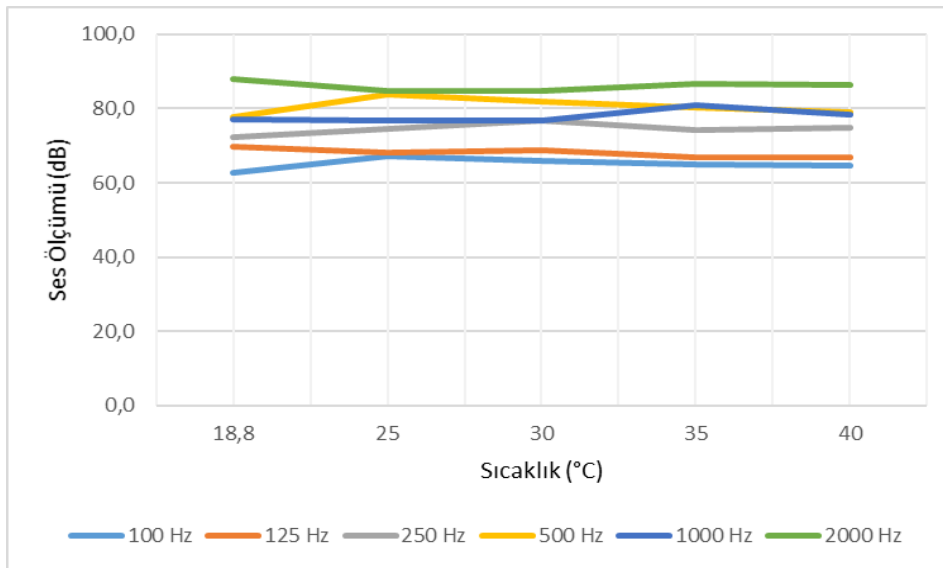
KUTU DIŞ YÜZEYLER	KOD	KUTU İÇ SICAKLIK	FREKANSLAR (Hz)											
			SAAT	100	SAAT	125	SAAT	250	SAAT	500	SAAT	1000	SAAT	2000
FRONT (dB)	1	18,8 °C	19:56	63,1	19:56	74,5	19:57	76,6	19:58	77,7	19:58	72,4	19:59	96,6
LEFT (dB)	2			62,5		63,0		71,9		78,0		81,0		83,7
BACK (dB)	3			62,3		68,8		70,5		77,3		70,3		85,7
RIGHT (dB)	4			61,8		73,1		68,0		80,7		77,9		87,3
TOP (dB)	5			63,3		69,8		74,0		74,2		84,3		87,2
FRONT (dB)	1	25 °C	20:56	73,3	20:56	69,5	20:57	77,0	20:58	89,5	20:58	75,4	20:59	95,9
LEFT (dB)	2			66,1		66,1		78,5		85,2		75,9		84,4
BACK (dB)	3			63,9		68,7		71,8		74,4		74,7		77,5
RIGHT (dB)	4			67,5		70,4		71,4		87,5		72,4		81,0
TOP (dB)	5			64,7		66,0		74,3		82,1		85,8		84,8
FRONT (dB)	1	30 °C	20:48	71,9	20:49	70,4	20:51	80,7	20:52	91,8	20:53	82,0	20:53	97,2
LEFT (dB)	2			62,2		66,4		79,2		81,0		82,0		82,2
BACK (dB)	3			64,8		69,8		74,6		73,8		68,9		82,2
RIGHT (dB)	4			68,2		68,9		74,7		85,1		70,5		78,6
TOP (dB)	5			62,9		67,8		74,5		78,5		80,0		83,6
FRONT (dB)	1	35 °C	20:08	67,8	20:11	72,2	20:11	74,8	20:12	89,0	20:14	84,4	20:15	93,9
LEFT (dB)	2			60,3		63,3		80,3		74,0		79,4		83,9
BACK (dB)	3			61,2		65,0		71,6		74,6		79,2		78,3
RIGHT (dB)	4			68,3		68,2		72,9		81,2		77,2		84,1
TOP (dB)	5			66,2		65,9		72,0		82,4		84,0		93,5
FRONT (dB)	1	40 °C	20:40	68,5	20:40	70,1	20:42	75,7	20:43	86,3	20:44	80,6	20:45	93,6
LEFT (dB)	2			60,1		62,4		76,8		74,3		76,4		82,6
BACK (dB)	3			63,6		68,4		76,6		78,1		77,9		87,7
RIGHT (dB)	4			65,1		64,3		65,6		77,5		84,2		80,7
TOP (dB)	5			65,1		68,9		79,4		79,4		73,5		87,7



Şekil 3.101. 4 cm doğal ısı yalıtım sıva malzemesine ait tüm sıcaklıklarda farklı frekans değerlerindeki ortalama desibel ölçümleri



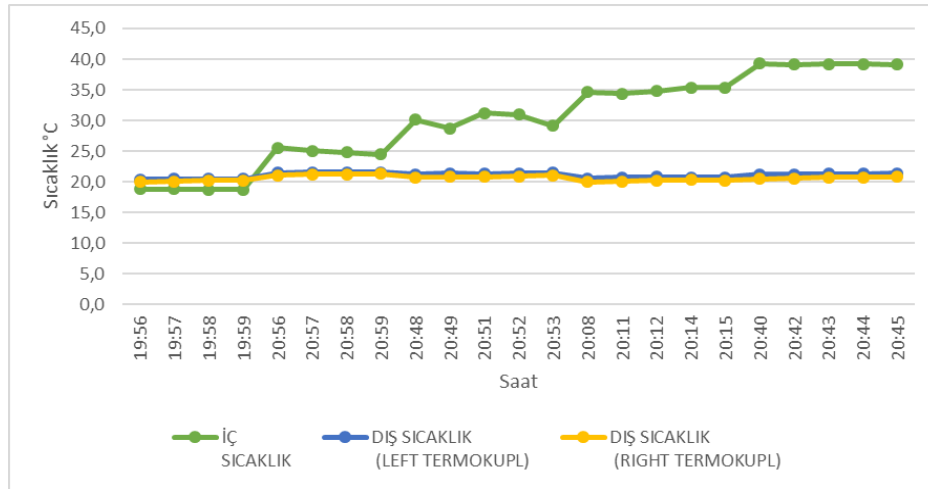
Şekil 3.102. 4 cm doğal ısı yalıtım sıva malzemesine ait tüm sıcaklıklarda 5 farklı dış yüzeydeki ortalama desibel ölçümleri



Şekil 3.103. 4 cm doğal ısı yalıtım sıva malzemesine ait farklı sıcaklıklardaki desibel ölçümleri

Çizelge 3.51. 4 cm doğal ısı yalıtım sıva malzemesine ait detaylı kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

SAAT	İÇ SICAKLIK (°C)	DIŞ SICAKLIK (°C) (LEFT TERMOKUPL)	DIŞ SICAKLIK (°C) (RIGHT TERMOKUPL)
19:56	18,8	20,4	20,0
19:57	18,8	20,5	20,1
19:58	18,7	20,5	20,2
19:59	18,7	20,5	20,2
20:56	25,6	21,5	21,1
20:57	25,1	21,6	21,2
20:58	24,8	21,6	21,2
20:59	24,5	21,6	21,3
20:48	30,1	21,2	20,7
20:49	28,7	21,4	20,8
20:51	31,2	21,3	20,8
20:52	31,0	21,4	20,9
20:53	29,1	21,5	21,1
20:08	34,6	20,6	20,0
20:11	34,4	20,7	20,1
20:12	34,8	20,8	20,2
20:14	35,4	20,7	20,3
20:15	35,4	20,7	20,2
20:40	39,3	21,2	20,5
20:42	39,1	21,2	20,6
20:43	39,2	21,3	20,7
20:44	39,2	21,3	20,7
20:45	39,1	21,4	20,8



Şekil 3.104. 4 cm doğal ısı yalıtım sıva malzemesine ait kutu iç ve dış sıcaklık değerleri

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Isı ve ses deneylerinin karşılaştırılması yapılırken 5 cm kalınlığındaki EPS beyaz, EPS karbonlu, XPS ve taş yünü ile 1,5 cm kalınlığındaki koyun yünü ve 2 cm kalınlığındaki doğal ısı yalıtım sıvası 1. Grup, 8 cm kalınlığındaki EPS beyaz, EPS karbonlu, XPS ve taş yünü ile 2,5 cm kalınlığındaki koyun yünü ve 3 cm kalınlığındaki doğal ısı yalıtım sıvası 2. Grup, 10 cm kalınlığındaki EPS beyaz, EPS karbonlu, XPS, cam yünü ve taş yünü ile 4 cm kalınlığındaki koyun yünü ve 4 cm kalınlığındaki doğal ısı yalıtım sıvası 3. Grup olarak çizelgeler düzenlenmiştir. Böylece kullanılan malzemelerin ısı ve ses ölçümlerinde gösterdikleri performans daha net şekilde görülebilmektedir.

4.1. Ses Deneyi

Deney kutusuna içten farklı kalınlıklarda olan toplamda 19 farklı yalıtım malzemesi sırası ile mantolama yapılmış ve kutu ısıtılmadan 100, 125, 250, 500, 1000 ve 2000 Hz'de sesler oluşturulmuştur. Kutunun dış yüzeyinden ölçülen ses desibellerine ait ortalama ve maksimum değerleri çizelge 4.1'de mevcuttur.

Çizelge 4.1. Deney kutusu mevcut sıcaklıkta iken (ısıtılmadan) yalıtım malzemelerine ait ortalama ve maksimum desibel ölçümleri

KUTU DIŞ YÜZEYLER	1. GRUP						2. GRUP						3. GRUP					
	5 CM EPS BEYAZ						8 CM EPS BEYAZ						10 CM EPS BEYAZ					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	60,4	65,3	73,0	80,5	78,0	90,4	49,5	59,8	54,7	74,1	72,0	72,8	61,0	67,0	69,2	81,0	74,3	66,2
LEFT (dB)	67,8	70,6	71,9	75,5	64,5	82,9	53,3	52,6	64,8	67,3	69,5	72,6	64,7	62,7	65,7	72,0	70,2	69,3
BACK (dB)	62,5	65,2	71,2	73,2	63,7	82,0	61,1	57,9	51,5	62,4	70,2	79,2	76,0	66,3	64,8	70,2	67,0	66,0
RIGHT (dB)	62,5	63,4	70,7	74,5	64,7	75,3	56,5	54,9	52,2	70,4	66,3	74,6	76,4	64,2	69,0	75,3	65,0	67,0
TOP (dB)	67,7	65,2	67,9	75,3	77,3	78,4	63,0	55,4	61,8	65,6	67,0	66,8	62,5	62,8	71,6	72,2	71,5	84,7
ORTALAMA	64,2	65,9	70,9	75,8	69,6	81,8	56,7	56,1	57,0	68,0	69,0	73,2	68,1	64,6	68,1	74,1	69,6	70,6
MAX	67,8	70,6	73,0	80,5	78,0	90,4	63,0	59,8	64,8	74,1	72,0	79,2	76,4	67,0	71,6	81,0	74,3	84,7
KUTU DIŞ YÜZEYLER	5 CM EPS KARBONLU						8 CM EPS KARBONLU						10 CM EPS KARBONLU					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	61,2	61,9	75,6	74,5	72,9	85,5	63,1	62,3	70,4	73,1	68,8	64,6	62,5	63,4	67,2	81,8	64,5	84,2
LEFT (dB)	59,6	63,9	71,2	69,8	62,8	83,8	61,9	66,2	69,0	67,3	60,7	66,6	67,1	60,3	65,7	63,0	66,2	80,2
BACK (dB)	60,6	60,6	68,0	72,7	76,4	88,5	62,3	60,4	61,8	72,6	71,0	82,5	64,2	61,5	61,5	65,0	66,3	65,1
RIGHT (dB)	62,2	63,0	70,6	70,8	73,8	84,0	59,9	62,3	67,0	73,3	70,9	70,1	66,5	62,7	68,2	61,5	66,4	81,4
TOP (dB)	62,7	66,9	72,2	66,0	80,2	68,4	65,3	63,9	70,3	68,0	77,5	82,2	68,7	59,5	70,6	68,2	74,5	74,5
ORTALAMA	61,3	63,3	71,5	70,8	73,2	82,0	62,5	63,0	67,7	70,9	69,8	73,2	65,8	61,5	66,6	67,9	67,6	77,1
MAX	62,7	66,9	75,6	74,5	80,2	88,5	65,3	66,2	70,4	73,3	77,5	82,5	68,7	63,4	70,6	81,8	74,5	84,2
KUTU DIŞ YÜZEYLER	5 CM XPS						8 CM XPS						10 CM XPS					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	64,8	60,6	79,6	76,7	70,8	80,0	68,0	67,9	75,4	86,9	76,3	81,4	65,5	71,1	75,2	79,6	72,4	82,8
LEFT (dB)	60,8	62,3	68,7	71,9	79,7	82,9	67,5	65,1	70,2	75,0	74,3	82,2	62,3	63,7	66,6	70,6	77,6	86,5
BACK (dB)	63,8	64,8	72,9	76,8	78,5	83,7	74,4	69,0	69,7	79,3	68,2	81,6	70,6	65,3	73,6	81,0	82,3	80,4
RIGHT (dB)	61,1	61,8	72,8	76,0	70,2	78,3	72,5	71,1	70,5	80,1	64,4	75,2	68,2	65,2	65,1	73,9	80,1	74,6
TOP (dB)	70,2	68,8	75,9	79,8	64,2	90,7	72,6	69,0	75,6	76,5	73,9	89,1	72,0	70,0	72,8	68,8	71,8	61,2
ORTALAMA	64,1	63,7	74,0	76,2	72,7	83,1	71,0	68,4	72,3	79,6	71,4	81,9	67,7	67,1	70,7	74,8	76,8	77,1
MAX	70,2	68,8	79,6	79,8	79,7	90,7	74,4	71,1	75,6	86,9	76,3	89,1	72,0	71,1	75,2	81,0	82,3	86,5
KUTU DIŞ YÜZEYLER	5 CM TAŞYÜNÜ						8 CM TAŞYÜNÜ						10 CM TAŞYÜNÜ					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	60,6	63,2	66,1	61,3	66,6	63,1	58,1	65,1	64,3	59,1	52,7	54,5	56,6	68,3	61,9	58,8	57,9	45,8
LEFT (dB)	51,4	49,0	65,4	53,9	62,1	67,3	55,1	53,1	60,9	54,0	49,3	50,6	54,2	46,5	63,6	55,4	47,8	43,4
BACK (dB)	58,1	66,1	54,2	62,1	60,3	58,0	59,6	61,5	57,5	56,9	52,1	51,8	58,0	66,6	48,3	59,7	52,2	44,2
RIGHT (dB)	56,2	56,1	64,0	67,4	64,4	40,6	52,6	58,6	60,2	57,8	58,2	45,2	54,6	56,6	59,1	62,3	46,6	49,5
TOP (dB)	56,4	59,7	64,4	57,5	59,4	55,7	57,8	59,2	61,8	51,1	50,6	52,4	59,5	58,7	62,8	57,0	46,8	44,5
ORTALAMA	56,5	58,8	62,8	60,4	62,6	56,9	56,6	59,5	60,9	55,8	52,6	50,9	56,6	59,3	59,1	58,6	50,3	45,5
MAX	60,6	66,1	66,1	67,4	66,6	67,3	59,6	65,1	64,3	59,1	58,2	54,5	59,5	68,3	63,6	62,3	57,9	49,5

Çizelge 4.1. Devam Deneysel kutusu mevcut sıcaklıkta iken (ısıtılmadan) yalıtım malzemelerine ait ortalama ve maksimum desibel ölçümleri

KUTU DIŞ YÜZEYLER	1,5 CM KOYUNYÜNÜ						2,5 CM KOYUNYÜNÜ						4 CM KOYUNYÜNÜ					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	64,8	67,5	72,9	71,3	79,7	67,9	66,0	59,8	69,2	62,7	64,3	69,7	65,6	62,4	69,0	65,2	66,3	63,1
LEFT (dB)	62,1	60,2	72,5	64,2	81,3	76,9	62,7	60,3	67,5	62,9	67,3	72,9	63,9	54,7	69,1	57,6	66,7	58,4
BACK (dB)	68,2	67,2	63,5	72,9	77,6	70,4	62,5	64,1	62,8	66,6	67,8	64,7	64,2	64,4	63,8	64,8	71,0	59,5
RIGHT (dB)	62,8	62,5	69,7	76,7	67,8	77,8	62,7	59,1	66,5	71,9	60,6	74,9	64,5	59,8	65,7	65,7	62,4	66,5
TOP (dB)	66,4	63,8	72,8	67,2	78,2	73,6	62,0	62,0	69,4	71,2	67,4	67,4	60,1	60,7	69,2	69,9	60,4	69,5
ORTALAMA	64,9	64,2	70,3	70,5	76,9	73,3	63,2	61,1	67,1	67,1	65,5	69,9	63,7	60,4	67,4	64,6	65,4	63,4
MAX	68,2	67,5	72,9	76,7	81,3	77,8	66,0	64,1	69,4	71,9	67,8	74,9	65,6	64,4	69,2	69,9	71,0	69,5
	2 CM DOĞAL ISI YALITIM SIVASI						3 CM DOĞAL ISI YALITIM SIVASI						4 CM DOĞAL ISI YALITIM SIVASI					
KUTU DIŞ YÜZEYLER	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
	FRONT (dB)	64,4	72,5	70,1	81,5	83,1	78,9	61,5	71,4	82,4	86,8	81,2	98,7	63,1	74,5	76,6	77,7	72,4
LEFT (dB)	62,7	70,4	71,1	79,4	89,4	87,3	62,3	62,8	74,9	83,2	73,9	86,5	62,5	63,0	71,9	78,0	81,0	83,7
BACK (dB)	63,0	68,1	66,3	78,4	86,6	87,6	61,6	64,3	69,3	77,6	77,8	84,7	62,3	68,8	70,5	77,3	70,3	85,7
RIGHT (dB)	64,8	71,5	74,0	80,1	90,4	80,4	61,2	66,6	76,7	82,8	81,1	87,8	61,8	73,1	68,0	80,7	77,9	87,3
TOP (dB)	64,0	81,6	78,4	79,0	80,8	89,3	62,1	63,1	77,3	74,8	80,7	92,1	63,3	69,8	74,0	74,2	84,3	87,2
ORTALAMA	63,8	72,8	72,0	79,7	86,1	84,7	61,7	65,6	76,1	81,0	78,9	90,0	62,6	69,8	72,2	77,6	77,2	88,1
MAX	64,8	81,6	78,4	81,5	90,4	89,3	62,3	71,4	82,4	86,8	81,2	98,7	63,3	74,5	76,6	80,7	84,3	96,6
													10 CM CAMYÜNÜ					
KUTU DIŞ YÜZEYLER							FREKANS (Hz)											
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000						
	FRONT (dB)	60,6	69,0	65,2	64,0	70,5	62,9	56,6	58,0	67,1	61,3	70,8	71,5					
LEFT (dB)	62,6	66,2	61,1	66,4	69,6	55,8	61,3	64,7	63,4	66,3	63,9	74,0						
BACK (dB)	61,6	63,0	66,8	70,8	67,9	71,7	60,5	64,2	64,7	65,8	68,5	67,2						
RIGHT (dB)	62,6	69,0	67,1	70,8	70,8	74,0	62,6	66,2	61,1	66,4	69,6	55,8						
TOP (dB)	61,6	63,0	66,8	70,8	67,9	71,7	61,3	64,7	63,4	66,3	63,9	74,0						
ORTALAMA	60,5	64,2	64,7	65,8	68,5	67,2	60,5	64,2	64,7	65,8	68,5	67,2						
MAX	62,6	69,0	67,1	70,8	70,8	74,0	62,6	69,0	67,1	70,8	70,8	74,0						

Deney kutusu ısıtıcı ile içten ısıtılarak 25 °C'ye ulaştıktan sonra 100, 125, 250, 500, 1000 ve 2000 Hz ses ile dış yüzeyde ölçülen ses desibelleri ortalama ve maksimum değerleri çizelge 4.2'de mevcuttur.

Çizelge 4.2. Deney kutusunun sıcaklığı 25 °C'de iken yalıtım malzemelerine ait ortalama ve maksimum desibel ölçümleri

KUTU DIŞ YÜZEYLER	1. GRUP						2. GRUP						3. GRUP					
	5 CM EPS BEYAZ						8 CM EPS BEYAZ						10 CM EPS BEYAZ					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	63,4	67,0	72,7	78,6	72,6	88,0	49,5	59,7	54,5	69,9	70,2	77,7	62,1	64,8	70,1	75,0	72,8	78,5
LEFT (dB)	62,4	65,6	65,6	64,2	60,7	83,5	56,4	53,2	63,0	69,5	68,4	73,1	58,5	62,5	62,0	70,0	69,2	71,0
BACK (dB)	58,3	64,3	65,9	74,1	72,5	84,5	61,5	59,2	55,5	66,5	65,4	71,0	64,2	61,3	62,8	71,5	65,0	71,0
RIGHT (dB)	63,7	59,9	62,6	68,8	75,5	76,6	59,5	54,2	50,4	70,3	64,0	77,6	63,0	63,5	66,7	69,5	61,0	75,0
TOP (dB)	60,0	63,8	68,8	75,3	75,6	75,3	62,0	53,6	63,1	66,6	62,5	71,0	62,2	62,2	72,1	73,1	71,1	82,0
ORTALAMA	61,6	64,1	67,1	72,2	71,4	81,6	57,8	56,0	57,3	68,6	66,1	74,1	62,0	62,9	66,7	71,8	67,8	75,5
MAX	63,7	67,0	72,7	78,6	75,6	88,0	62,0	59,7	63,1	70,3	70,2	77,7	64,2	64,8	72,1	75,0	72,8	82,0
KUTU DIŞ YÜZEYLER	5 CM EPS KARBONLU						8 CM EPS KARBONLU						10 CM EPS KARBONLU					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	59,3	60,5	70,2	68,5	79,2	80,8	61,6	65,6	62,7	75,6	69,4	73,1	63,5	65,1	66,3	78,5	73,1	77,1
LEFT (dB)	58,5	63,4	67,1	73,5	66,2	77,3	63,8	62,4	63,3	70,6	57,3	77,1	61,3	61,3	63,7	63,5	66,9	73,7
BACK (dB)	62,0	61,2	63,2	69,2	76,1	84,9	64,7	63,7	63,1	64,3	65,3	79,4	63,7	61,0	60,7	66,4	66,6	70,3
RIGHT (dB)	58,1	58,2	71,9	70,0	71,7	84,1	64,5	64,3	62,7	68,9	66,0	78,3	67,8	61,4	64,1	72,0	64,7	70,4
TOP (dB)	62,5	66,3	0,5	69,6	68,6	70,3	65,5	62,1	68,5	63,8	65,2	81,0	66,5	61,0	70,8	63,1	68,1	74,2
ORTALAMA	60,1	61,9	54,6	70,2	72,4	79,5	64,0	63,6	64,1	68,6	64,6	77,8	64,6	62,0	65,1	68,7	67,9	73,1
MAX	62,5	66,3	71,9	73,5	79,2	84,9	65,5	65,6	68,5	75,6	69,4	81,0	67,8	65,1	70,8	78,5	73,1	77,1
KUTU DIŞ YÜZEYLER	5 CM XPS						8 CM XPS						10 CM XPS					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	62,7	62,7	75,2	76,1	81,0	82,9	67,3	70,4	77,3	85,4	70,3	79,5	63,7	67,5	72,5	77,5	71,5	84,4
LEFT (dB)	63,7	63,1	67,9	70,5	75,6	85,9	61,9	62,6	69,2	71,9	75,9	77,5	62,1	62,4	68,3	69,7	69,8	77,6
BACK (dB)	64,6	64,6	72,1	74,7	77,8	83,2	70,4	63,9	70,7	74,5	79,1	66,1	67,3	67,4	67,4	76,5	71,2	82,4
RIGHT (dB)	61,5	61,5	68,6	76,4	84,3	75,4	62,5	64,1	73,5	78,9	67,9	77,4	62,6	61,4	60,6	71,0	78,2	77,5
TOP (dB)	70,5	66,7	74,9	75,1	73,4	92,2	76,1	60,7	72,3	70,1	73,2	80,3	70,4	65,1	72,4	72,8	65,5	78,9
ORTALAMA	64,6	63,7	71,7	74,6	78,4	83,9	67,6	64,3	72,6	76,2	73,3	76,2	65,2	64,8	68,2	73,5	71,2	80,2
MAX	70,5	66,7	75,2	76,4	84,3	92,2	76,1	70,4	77,3	85,4	79,1	80,3	70,4	67,5	72,5	77,5	78,2	84,4
KUTU DIŞ YÜZEYLER	5 CM TAŞYÜNÜ						8 CM TAŞYÜNÜ						10 CM TAŞYÜNÜ					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	60,1	64,0	61,9	58,1	67,5	56,2	56,8	66,8	64,2	57,3	52,5	53,5	53,5	65,4	59,3	52,4	55,5	46,3
LEFT (dB)	52,4	50,4	65,5	54,4	60,9	55,7	54,3	52,3	59,7	56,7	53,1	44,4	51,4	45,6	61,1	46,3	49,3	47,3
BACK (dB)	58,2	66,5	52,2	63,6	60,7	63,3	55,3	62,5	52,2	55,4	42,5	38,8	55,3	64,8	46,5	55,9	49,2	43,5
RIGHT (dB)	56,2	56,5	61,9	67,6	58,8	46,6	53,1	57,5	61,3	58,4	52,3	49,9	51,2	57,8	56,4	57,2	50,6	46,3
TOP (dB)	55,6	59,4	64,8	58,6	58,7	60,8	57,8	58,7	59,7	53,5	42,8	53,3	58,3	58,3	61,9	60,1	46,2	42,7
ORTALAMA	56,5	59,4	61,3	60,5	61,3	56,5	55,5	59,6	59,4	56,3	48,6	48,0	53,9	58,4	57,0	54,4	50,2	45,2
MAX	60,1	66,5	65,5	67,6	67,5	63,3	57,8	66,8	64,2	58,4	53,1	53,5	58,3	65,4	61,9	60,1	55,5	47,3

Çizelge 4.2. Devamı Deney kutusunun sıcaklığı 25 °C’de iken yalıtım malzemelerine ait ortalama ve maksimum desibel ölçümleri

KUTU DIŞ YÜZEYLER	1,5 CM KOYUNYÜNÜ						2,5 CM KOYUNYÜNÜ						4 CM KOYUNYÜNÜ					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	63,7	65,2	69,4	66,4	75,5	69,7	64,3	61,8	69,1	63,5	66,2	73,2	63,7	61,5	69,2	63,6	67,1	53,7
LEFT (dB)	60,6	58,6	69,3	69,1	79,2	79,7	61,0	59,5	65,3	61,9	64,6	60,1	57,6	56,7	63,0	63,4	67,8	64,8
BACK (dB)	63,4	65,0	62,4	65,6	65,3	67,2	65,0	63,5	63,2	65,2	72,1	71,9	62,6	63,4	60,9	63,4	67,3	61,0
RIGHT (dB)	59,5	58,2	64,9	72,2	75,6	72,3	62,3	60,8	64,0	70,8	64,6	74,7	59,0	57,3	64,5	70,0	51,9	63,2
TOP (dB)	61,7	63,6	72,2	69,9	75,1	73,4	61,3	60,4	67,3	69,8	66,7	70,3	58,9	58,8	68,6	68,2	53,8	58,8
ORTALAMA	61,8	62,1	67,6	68,6	74,1	72,5	62,8	61,2	65,8	66,2	66,8	70,0	60,4	59,5	65,2	65,7	61,6	60,3
MAX	63,7	65,2	72,2	72,2	79,2	79,7	65,0	63,5	69,1	70,8	72,1	74,7	63,7	63,4	69,2	70,0	67,8	64,8
KUTU DIŞ YÜZEYLER	2 CM DOĞAL ISI YALITIM SIVASI						3 CM DOĞAL ISI YALITIM SIVASI						4 CM DOĞAL ISI YALITIM SIVASI					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	62,1	72,5	81,1	78,2	80,2	82,5	61,0	69,1	72,1	84,1	85,1	87,5	73,3	69,5	77,0	89,5	75,4	95,9
LEFT (dB)	62,0	66,0	75,0	73,9	75,6	84,4	59,5	61,7	71,9	81,5	82,2	85,1	66,1	66,1	78,5	85,2	75,9	84,4
BACK (dB)	63,1	67,8	73,2	78,3	86,3	80,3	60,8	62,0	70,3	73,8	75,0	89,5	63,9	68,7	71,8	74,4	74,7	77,5
RIGHT (dB)	64,3	77,3	74,1	83,7	81,2	85,3	64,6	63,4	69,7	76,5	80,9	82,2	67,5	70,4	71,4	87,5	72,4	81,0
TOP (dB)	60,3	68,9	70,7	70,2	79,2	90,1	64,2	63,2	74,7	81,4	74,8	96,9	64,7	66,0	74,3	82,1	85,8	84,8
ORTALAMA	62,4	70,5	74,8	76,9	80,5	84,5	62,0	63,9	71,7	79,5	79,6	88,2	67,1	68,1	74,6	83,7	76,8	84,7
MAX	64,3	77,3	81,1	83,7	86,3	90,1	64,6	69,1	74,7	84,1	85,1	96,9	73,3	70,4	78,5	89,5	85,8	95,9
KUTU DIŞ YÜZEYLER	10 CM CAMYÜNÜ																	
	FREKANS (Hz)																	
	100	125	250	500	1000	2000												
FRONT (dB)	60,4	68,7	62,2	59,8	71,0	69,3												
LEFT (dB)	57,9	58,4	64,9	58,5	71,5	66,3												
BACK (dB)	60,3	65,4	60,1	63,2	66,1	73,3												
RIGHT (dB)	57,7	65,1	64,3	63,8	65,0	66,5												
TOP (dB)	61,2	62,6	66,4	69,1	60,8	66,9												
ORTALAMA	59,5	64,0	63,6	62,9	66,9	68,5												
MAX	61,2	68,7	66,4	69,1	71,5	73,3												

Deney kutusu ısıtıcı ile içten ısıtılarak 30 °C'ye ulaştıktan sonra 100, 125, 250, 500, 1000 ve 2000 Hz ses ile dış yüzeyde ölçülen ses desibelleri ortalama ve maksimum değerleri çizelge 4.3'de mevcuttur.

Çizelge 4.3. Deney kutusunun sıcaklığı 30 °C'de iken yalıtım malzemelerine ait ortalama ve maksimum desibel ölçümleri

KUTU DIŞ YÜZEYLER	1. GRUP						2. GRUP						3. GRUP					
	5 CM EPS BEYAZ						8 CM EPS BEYAZ						10 CM EPS BEYAZ					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	62,3	62,6	73,5	77,0	69,4	89,4	50,2	61,8	59,1	69,7	71,6	67,4	62,5	63,4	67,6	77,2	74,0	63,5
LEFT (dB)	62,9	62,9	62,5	62,7	67,8	78,9	60,6	56,1	64,4	65,2	67,2	70,0	62,3	61,3	64,3	66,3	63,5	72,2
BACK (dB)	59,1	66,9	62,4	74,1	72,7	81,6	63,0	60,1	52,7	54,3	64,6	79,4	71,2	60,3	60,5	64,5	68,0	77,1
RIGHT (dB)	60,0	63,7	65,0	71,8	78,6	81,8	62,3	61,7	52,1	71,0	70,2	77,5	68,0	62,9	64,5	66,0	65,8	67,1
TOP (dB)	60,1	65,2	68,8	75,1	71,6	73,1	64,1	56,0	62,9	65,4	69,5	70,2	70,0	63,2	73,2	77,4	65,1	84,7
ORTALAMA	60,9	64,3	66,4	72,1	72,0	81,0	60,0	59,1	58,2	65,1	68,6	72,9	66,8	62,2	66,0	70,3	67,3	72,9
MAX	62,9	66,9	73,5	77,0	78,6	89,4	64,1	61,8	64,4	71,0	71,6	79,4	71,2	63,4	73,2	77,4	74,0	84,7
KUTU DIŞ YÜZEYLER	5 CM EPS KARBONLU						8 CM EPS KARBONLU						10 CM EPS KARBONLU					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	60,7	63,7	69,8	75,0	76,0	86,5	63,8	64,5	60,6	76,6	65,3	73,1	65,0	64,3	62,4	81,0	66,6	73,3
LEFT (dB)	62,4	64,3	66,6	73,8	67,3	76,4	66,3	65,6	63,3	71,0	57,2	80,0	63,2	58,1	65,3	67,5	67,1	74,4
BACK (dB)	63,6	60,8	61,8	67,5	78,0	83,7	67,5	61,6	63,0	69,2	70,0	67,3	64,6	62,1	62,7	67,0	57,7	73,5
RIGHT (dB)	59,8	58,1	72,9	69,6	65,9	80,9	58,6	63,6	63,6	68,2	65,2	76,9	62,7	65,1	65,7	69,9	60,8	78,0
TOP (dB)	64,9	67,6	70,5	65,4	64,1	64,5	64,2	62,5	66,3	67,9	63,6	81,9	71,7	61,4	71,5	72,7	71,3	81,3
ORTALAMA	62,3	62,9	68,3	70,3	70,3	78,4	64,1	63,6	63,4	70,6	64,3	75,8	65,4	62,2	65,5	71,6	64,7	76,1
MAX	64,9	67,6	72,9	75,0	78,0	86,5	67,5	65,6	66,3	76,6	70,0	81,9	71,7	65,1	71,5	81,0	71,3	81,3
KUTU DIŞ YÜZEYLER	5 CM XPS						8 CM XPS						10 CM XPS					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	63,6	62,2	70,5	73,8	80,0	88,2	65,4	68,5	77,3	84,4	74,9	86,5	65,4	68,4	72,9	80,4	79,5	80,7
LEFT (dB)	59,9	63,0	67,4	63,1	81,4	84,3	64,1	61,7	67,7	73,7	73,7	81,1	62,3	63,1	67,9	72,8	82,7	73,8
BACK (dB)	64,5	65,4	68,2	73,5	68,3	78,7	70,5	63,3	70,9	74,4	80,9	77,3	64,8	67,4	63,2	78,0	79,0	72,7
RIGHT (dB)	63,7	62,2	71,1	75,1	81,9	72,3	63,8	62,4	72,6	77,6	71,4	77,6	72,2	61,1	66,6	63,2	68,5	82,3
TOP (dB)	68,7	67,3	73,1	74,4	73,4	92,0	77,3	63,7	70,4	72,5	75,0	78,9	70,7	66,7	74,1	73,4	70,3	77,8
ORTALAMA	64,1	64,0	70,1	72,0	77,0	83,1	68,2	63,9	71,8	76,5	75,2	80,3	67,1	65,3	68,9	73,6	76,0	77,5
MAX	68,7	67,3	73,1	75,1	81,9	92,0	77,3	68,5	77,3	84,4	80,9	86,5	72,2	68,4	74,1	80,4	82,7	82,3
KUTU DIŞ YÜZEYLER	5 CM TAŞYÜNÜ						8 CM TAŞYÜNÜ						10 CM TAŞYÜNÜ					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	60,0	64,1	64,0	56,7	66,6	48,4	56,7	67,0	62,4	55,8	51,8	51,8	54,2	65,8	58,7	49,7	57,7	38,9
LEFT (dB)	52,2	50,6	65,3	55,7	61,1	59,9	53,1	51,7	61,3	56,3	51,5	48,4	51,0	45,5	61,6	45,0	44,2	45,1
BACK (dB)	57,5	66,5	53,5	62,6	59,8	62,2	56,8	61,8	54,0	54,8	40,0	52,3	55,6	65,0	46,8	56,1	48,2	42,6
RIGHT (dB)	59,5	55,6	61,6	66,2	60,8	50,0	53,3	55,1	59,8	59,8	53,2	53,9	49,2	57,1	56,5	56,1	49,4	45,4
TOP (dB)	55,4	59,1	64,5	59,0	55,2	57,9	58,2	56,9	59,7	56,0	47,6	55,3	58,5	58,5	61,8	58,6	49,7	40,9
ORTALAMA	56,9	59,2	61,8	60,0	60,7	55,7	55,6	58,5	59,4	56,5	48,8	52,3	53,7	58,4	57,1	53,1	49,8	42,6
MAX	60,0	66,5	65,3	66,2	66,6	62,2	58,2	67,0	62,4	59,8	53,2	55,3	58,5	65,8	61,8	58,6	57,7	45,4

Çizelge 4.3. Devamı Deney kutusunun sıcaklığı 30 °C’de iken yalıtım malzemelerine ait ortalama ve maksimum desibel ölçümleri

KUTU DIŞ YÜZEYLER	1,5 CM KOYUNYÜNÜ						2,5 CM KOYUNYÜNÜ						4 CM KOYUNYÜNÜ					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	62,5	67,2	71,5	65,0	72,2	71,1	63,9	62,1	69,4	61,9	60,9	66,9	63,2	62,3	68,9	64,1	67,4	61,1
LEFT (dB)	61,8	60,2	69,7	62,8	80,6	73,0	60,8	58,0	63,7	61,6	65,8	66,3	59,5	57,7	65,1	63,8	68,3	62,1
BACK (dB)	62,4	65,6	63,3	66,4	69,9	68,7	64,6	64,9	63,1	64,2	71,9	74,2	62,2	63,5	61,1	66,0	71,3	65,8
RIGHT (dB)	62,1	60,4	66,0	72,1	73,8	78,1	63,7	61,5	66,6	71,3	61,3	76,5	55,6	58,0	64,4	70,0	56,7	49,5
TOP (dB)	61,3	63,7	72,0	70,1	75,0	74,3	59,9	59,7	68,0	70,4	66,0	67,0	57,0	59,3	68,2	67,2	55,9	60,0
ORTALAMA	62,0	63,4	68,5	67,3	74,3	73,0	62,6	61,2	66,2	65,9	65,2	70,2	59,5	60,2	65,5	66,2	63,9	59,7
MAX	62,5	67,2	72,0	72,1	80,6	78,1	64,6	64,9	69,4	71,3	71,9	76,5	63,2	63,5	68,9	70,0	71,3	65,8
	2 CM DOĞAL ISI YALITIM SIVASI						3 CM DOĞAL ISI YALITIM SIVASI						4 CM DOĞAL ISI YALITIM SIVASI					
KUTU DIŞ YÜZEYLER	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
	FRONT (dB)	63,0	73,9	77,9	75,5	87,7	95,6	61,3	70,7	74,0	80,8	89,1	97,4	71,9	70,4	80,7	91,8	82,0
LEFT (dB)	63,8	70,1	76,3	74,0	81,5	86,0	58,7	63,4	73,2	79,1	80,1	87,5	62,2	66,4	79,2	81,0	82,0	82,2
BACK (dB)	61,6	65,8	70,6	76,8	75,8	83,4	63,4	66,2	68,9	74,8	64,9	90,7	64,8	69,8	74,6	73,8	68,9	82,2
RIGHT (dB)	63,6	69,7	74,5	83,3	79,7	91,8	64,0	64,4	63,4	76,8	82,3	91,0	68,2	68,9	74,7	85,1	70,5	78,6
TOP (dB)	64,9	73,2	76,3	81,5	84,2	93,4	63,9	66,4	72,1	78,2	80,9	92,3	62,9	67,8	74,5	78,5	80,0	83,6
ORTALAMA	63,4	70,5	75,1	78,2	81,8	90,0	62,3	66,2	70,3	77,9	79,5	91,8	66,0	68,7	76,7	82,0	76,7	84,8
MAX	64,9	73,9	77,9	83,3	87,7	95,6	64,0	70,7	74,0	80,8	89,1	97,4	71,9	70,4	80,7	91,8	82,0	97,2
													10 CM CAMYÜNÜ					
KUTU DIŞ YÜZEYLER	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)											
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000						
	FRONT (dB)	60,1	67,8	62,5	60,0	70,3	68,0	59,0	58,8	64,6	58,9	67,5	65,2					
LEFT (dB)	60,3	64,3	58,4	63,1	67,0	75,2	58,4	64,8	64,4	64,5	65,8	66,1						
BACK (dB)	60,5	62,8	66,2	68,3	60,0	65,9	59,7	63,7	63,2	63,0	66,1	68,1						
RIGHT (dB)	60,5	62,8	66,2	68,3	60,0	65,9	60,5	62,8	66,2	68,3	60,0	65,9						
TOP (dB)	60,5	62,8	66,2	68,3	60,0	65,9	60,5	62,8	66,2	68,3	60,0	65,9						
ORTALAMA	59,7	63,7	63,2	63,0	66,1	68,1	59,7	63,7	63,2	63,0	66,1	68,1						
MAX	60,5	67,8	66,2	68,3	70,3	75,2	60,5	67,8	66,2	68,3	70,3	75,2						

Deney kutusu ısıtıcı ile içten ısıtılarak 35 °C'ye ulaştıktan sonra 100, 125, 250, 500, 1000 ve 2000 Hz ses ile dış yüzeyde ölçülen ses desibelleri ortalama ve maksimum değerleri çizelge 4.4'de mevcuttur.

Çizelge 4.4. Deney kutusunun sıcaklığı 35 °C'de iken yalıtım malzemelerine ait ortalama ve maksimum desibel ölçümleri

KUTU DIŞ YÜZEYLER	1. GRUP						2. GRUP						3. GRUP					
	5 CM EPS BEYAZ						8 CM EPS BEYAZ						10 CM EPS BEYAZ					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	62,2	62,7	75,5	79,6	70,0	89,5	50,8	61,3	59,1	68,2	72,6	67,2	60,6	65,5	65,2	77,5	76,7	65,2
LEFT (dB)	64,6	64,3	65,1	66,7	68,7	77,8	61,5	54,8	63,4	66,8	67,3	63,6	61,5	62,8	62,2	68,0	69,3	67,0
BACK (dB)	63,5	68,1	65,9	74,3	70,3	83,6	61,8	58,3	52,7	56,8	66,8	70,5	68,2	63,5	61,7	66,3	70,0	74,7
RIGHT (dB)	63,2	63,1	67,3	72,1	74,8	81,6	61,2	63,0	52,9	64,2	67,5	74,4	69,5	62,5	65,8	71,8	64,2	73,5
TOP (dB)	61,1	64,6	69,9	71,8	69,5	73,7	64,1	55,2	63,0	64,5	70,6	70,0	62,4	61,7	70,0	73,5	73,9	86,7
ORTALAMA	62,9	64,6	68,7	72,9	70,7	81,2	59,9	58,5	58,2	64,1	69,0	69,1	64,4	63,2	65,0	71,4	70,8	73,4
MAX	64,6	68,1	75,5	79,6	74,8	89,5	64,1	63,0	63,4	68,2	72,6	74,4	69,5	65,5	70,0	77,5	76,7	86,7
KUTU DIŞ YÜZEYLER	5 CM EPS KARBONLU						8 CM EPS KARBONLU						10 CM EPS KARBONLU					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	60,0	63,7	70,0	72,4	75,0	87,1	62,7	65,3	64,6	77,1	67,7	72,6	65,5	64,5	64,9	81,8	62,0	71,9
LEFT (dB)	61,0	61,9	64,9	74,5	66,1	76,6	67,3	64,9	64,8	70,2	61,6	79,5	64,5	61,7	62,8	62,3	64,8	65,7
BACK (dB)	63,7	61,0	63,0	69,2	78,9	84,4	62,8	61,2	64,1	71,9	61,3	74,6	68,1	62,5	62,0	62,4	66,6	78,3
RIGHT (dB)	60,9	57,3	72,0	66,5	66,0	80,8	63,6	64,0	66,8	67,7	63,5	75,2	65,7	62,3	61,5	64,5	65,4	63,9
TOP (dB)	60,5	68,1	70,1	65,1	67,2	78,1	60,9	64,7	66,7	64,4	66,3	80,7	67,5	63,9	71,7	70,5	66,1	78,7
ORTALAMA	61,2	62,4	68,0	69,5	70,6	81,4	63,5	64,0	65,4	70,3	64,1	76,5	66,3	63,0	64,6	68,3	65,0	71,7
MAX	63,7	68,1	72,0	74,5	78,9	87,1	67,3	65,3	66,8	77,1	67,7	80,7	68,1	64,5	71,7	81,8	66,6	78,7
KUTU DIŞ YÜZEYLER	5 CM XPS						8 CM XPS						10 CM XPS					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	62,2	61,7	72,3	70,6	70,9	93,9	66,1	69,6	78,2	85,0	74,9	77,0	64,8	67,3	73,2	82,0	70,0	80,2
LEFT (dB)	64,4	61,3	68,4	70,2	77,0	84,8	66,0	61,8	67,7	78,6	79,7	79,7	64,4	64,5	66,6	70,6	82,0	70,4
BACK (dB)	62,7	65,7	71,7	74,4	66,1	85,8	71,2	60,1	72,1	75,3	81,9	84,0	70,4	67,6	64,8	80,7	75,7	76,2
RIGHT (dB)	66,2	60,8	70,5	77,4	79,0	84,4	65,9	61,9	72,4	79,0	74,1	77,0	63,8	63,5	60,5	67,4	77,2	77,2
TOP (dB)	73,8	67,3	73,3	73,5	72,2	93,9	77,2	64,3	73,5	73,4	76,5	83,4	73,4	67,4	72,5	75,2	64,6	83,7
ORTALAMA	65,9	63,4	71,2	73,2	73,0	88,6	69,3	63,5	72,8	78,3	77,4	80,2	67,4	66,1	67,5	75,2	73,9	77,5
MAX	73,8	67,3	73,3	77,4	79,0	93,9	77,2	69,6	78,2	85,0	81,9	84,0	73,4	67,6	73,2	82,0	82,0	83,7
KUTU DIŞ YÜZEYLER	5 CM TAŞYÜNÜ						8 CM TAŞYÜNÜ						10 CM TAŞYÜNÜ					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	59,3	64,5	63,0	56,9	66,4	39,4	56,1	66,9	63,6	58,2	53,1	50,4	55,1	67,3	59,4	54,7	58,3	42,2
LEFT (dB)	52,3	51,2	65,1	54,1	60,0	54,3	61,5	52,0	60,4	56,0	53,1	42,6	53,1	44,0	62,5	49,4	44,8	47,7
BACK (dB)	58,1	66,1	52,1	64,0	58,3	63,5	59,2	61,8	55,8	51,9	36,5	49,8	55,8	65,1	50,2	55,2	46,7	40,1
RIGHT (dB)	54,9	55,0	62,1	66,6	60,2	52,8	52,7	55,0	61,4	54,8	49,6	49,4	54,6	55,5	56,9	54,6	47,7	45,6
TOP (dB)	55,7	58,7	64,5	59,7	55,9	58,5	59,4	57,6	60,6	55,4	51,1	53,5	58,9	58,1	61,4	59,1	52,4	46,8
ORTALAMA	56,1	59,1	61,4	60,3	60,2	53,7	57,8	58,7	60,4	55,3	48,7	49,1	55,5	58,0	58,1	54,6	50,0	44,5
MAX	59,3	66,1	65,1	66,6	66,4	63,5	61,5	66,9	63,6	58,2	53,1	53,5	58,9	67,3	62,5	59,1	58,3	47,7

Çizelge 4.4. Devamı Deney kutusunun sıcaklığı 35 °C’de iken yalıtım malzemelerine ait ortalama ve maksimum desibel ölçümleri

KUTU DIŞ YÜZEYLER	1,5 CM KOYUNYÜNÜ						2,5 CM KOYUNYÜNÜ						4 CM KOYUNYÜNÜ					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	62,9	66,8	71,1	65,5	73,1	69,7	65,3	62,0	68,9	63,2	58,0	63,7	64,0	62,1	68,3	63,4	69,5	66,5
LEFT (dB)	60,7	60,8	71,0	63,6	81,6	76,2	60,1	58,7	63,0	61,6	66,0	70,1	57,7	55,8	64,5	63,4	67,7	62,9
BACK (dB)	64,9	66,2	61,7	68,3	66,5	67,8	63,5	65,0	63,9	63,6	75,8	71,1	63,1	63,6	63,8	63,7	71,4	64,3
RIGHT (dB)	60,9	61,7	66,5	73,6	72,4	74,2	62,9	62,2	66,4	72,8	58,6	76,3	63,2	57,7	64,4	68,5	56,0	51,5
TOP (dB)	61,7	64,6	71,6	67,5	73,8	74,5	61,0	59,9	68,6	69,0	65,6	66,7	59,9	58,9	68,8	66,8	57,0	61,9
ORTALAMA	62,2	64,0	68,4	67,7	73,5	72,5	62,6	61,6	66,2	66,0	64,8	69,6	61,6	59,6	66,0	65,2	64,3	61,4
MAX	64,9	66,8	71,6	73,6	81,6	76,2	65,3	65,0	68,9	72,8	75,8	76,3	64,0	63,6	68,8	68,5	71,4	66,5
	2 CM DOĞAL ISI YALITIM SIVASI						3 CM DOĞAL ISI YALITIM SIVASI						4 CM DOĞAL ISI YALITIM SIVASI					
KUTU DIŞ YÜZEYLER	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
	FRONT (dB)	60,8	77,0	78,3	84,6	84,0	96,6	64,1	70,4	77,2	82,8	88,2	78,8	67,8	72,2	74,8	89,0	84,4
LEFT (dB)	62,7	65,2	75,0	77,1	76,8	87,7	61,2	64,5	73,8	78,3	83,0	89,6	60,3	63,3	80,3	74,0	79,4	83,9
BACK (dB)	63,6	70,3	70,4	80,3	73,6	86,9	61,2	61,4	68,3	73,7	79,2	86,6	61,2	65,0	71,6	74,6	79,2	78,3
RIGHT (dB)	60,4	72,1	73,3	79,4	82,4	84,5	62,2	68,7	68,1	77,8	75,0	87,9	68,3	68,2	72,9	81,2	77,2	84,1
TOP (dB)	62,2	70,3	74,1	82,0	77,0	93,3	61,3	62,7	67,9	77,9	78,2	88,1	66,2	65,9	72,0	82,4	84,0	93,5
ORTALAMA	61,9	71,0	74,2	80,7	78,8	89,8	62,0	65,5	71,1	78,1	80,7	86,2	64,8	66,9	74,3	80,2	80,8	86,7
MAX	63,6	77,0	78,3	84,6	84,0	96,6	64,1	70,4	77,2	82,8	88,2	89,6	68,3	72,2	80,3	89,0	84,4	93,9
													10 CM CAMYÜNÜ					
KUTU DIŞ YÜZEYLER							FREKANS (Hz)											
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000						
	FRONT (dB)	60,9	69,1	64,6	58,3	70,2	66,0	59,1	58,3	65,0	59,2	70,1	67,0					
LEFT (dB)	62,1	66,7	60,5	63,5	68,3	72,2	61,1	64,5	64,8	65,8	64,9	66,5						
BACK (dB)	60,4	62,7	66,7	68,4	64,1	68,5	60,7	64,3	64,3	63,0	67,5	68,0						
RIGHT (dB)	62,1	69,1	66,7	68,4	70,2	72,2	62,1	69,1	66,7	68,4	70,2	72,2						
TOP (dB)																		
ORTALAMA	60,7	64,3	64,3	63,0	67,5	68,0	62,1	69,1	66,7	68,4	70,2	72,2						
MAX	62,1	69,1	66,7	68,4	70,2	72,2	62,1	69,1	66,7	68,4	70,2	72,2						

Deney kutusu ısıtıcı ile içten ısıtılarak 40 °C'ye ulaştıktan sonra 100, 125, 250, 500, 1000 ve 2000 Hz ses ile dış yüzeyde ölçülen ses desibelileri ortalama ve maksimum değerleri çizelge 4.5'de mevcuttur.

Çizelge 4.5. Deney kutusunun sıcaklığı 40 °C'de iken yalıtım malzemelerine ait ortalama ve maksimum desibel ölçümleri

KUTU DIŞ YÜZEYLER	1. GRUP						2. GRUP						3. GRUP					
	5 CM EPS BEYAZ						8 CM EPS BEYAZ						10 CM EPS BEYAZ					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	62,2	63,6	73,9	78,7	73,2	89,0	50,0	58,0	60,0	70,4	63,6	71,5	61,0	68,0	69,5	74,0	74,0	71,3
LEFT (dB)	65,3	66,2	62,0	65,6	62,2	73,5	56,5	51,7	63,4	69,1	62,8	73,6	69,6	60,5	64,0	70,5	63,0	69,2
BACK (dB)	59,7	67,5	59,6	73,3	68,3	76,4	63,2	53,9	55,1	55,9	63,3	62,1	64,0	61,0	61,8	67,0	66,0	77,5
RIGHT (dB)	61,4	65,2	66,8	69,5	75,2	81,6	62,5	54,7	58,0	66,0	70,2	68,1	65,4	65,0	64,5	64,5	65,4	72,1
TOP (dB)	64,6	62,1	70,6	72,9	72,2	70,4	65,5	52,2	61,9	67,5	68,3	72,4	61,5	60,0	66,3	68,1	73,2	80,5
ORTALAMA	62,6	64,9	66,6	72,0	70,2	78,2	59,5	54,1	59,7	65,8	65,6	69,5	64,3	62,9	65,2	68,8	68,3	74,1
MAX	65,3	67,5	73,9	78,7	75,2	89,0	65,5	58,0	63,4	70,4	70,2	73,6	69,6	68,0	69,5	74,0	74,0	80,5
KUTU DIŞ YÜZEYLER	5 CM EPS KARBONLU						8 CM EPS KARBONLU						10 CM EPS KARBONLU					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	61,2	63,8	70,1	76,5	75,7	86,4	64,8	66,8	63,8	78,7	66,5	73,4	63,3	64,2	65,5	78,4	66,6	70,1
LEFT (dB)	63,2	62,3	62,9	74,5	64,6	78,3	68,3	67,4	65,1	68,9	59,0	77,3	68,9	62,0	64,6	68,2	70,1	75,5
BACK (dB)	64,5	62,4	60,5	70,8	77,1	83,1	66,0	60,2	63,2	69,6	63,7	78,5	65,0	60,8	62,0	72,5	72,2	79,1
RIGHT (dB)	63,0	60,4	70,2	67,6	70,9	83,8	67,0	64,1	69,1	69,4	65,2	77,0	68,3	61,0	62,9	64,0	61,8	68,6
TOP (dB)	60,0	70,0	68,0	66,1	63,4	76,5	70,5	67,5	65,5	71,0	72,5	80,3	64,1	61,5	67,3	71,2	66,6	80,5
ORTALAMA	62,4	63,8	66,3	71,1	70,3	81,6	67,3	65,2	65,3	71,5	65,4	77,3	65,9	61,9	64,5	70,9	67,5	74,8
MAX	64,5	70,0	70,2	76,5	77,1	86,4	70,5	67,5	69,1	78,7	72,5	80,3	68,9	64,2	67,3	78,4	72,2	80,5
KUTU DIŞ YÜZEYLER	5 CM XPS						8 CM XPS						10 CM XPS					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	62,1	64,9	74,6	72,7	63,4	89,5	66,1	68,8	80,9	86,0	74,9	84,3	63,6	69,4	74,4	81,9	62,1	81,2
LEFT (dB)	60,8	62,8	69,1	70,8	77,7	80,6	66,8	61,7	65,7	75,6	77,9	81,9	64,2	66,3	66,9	70,2	81,1	79,2
BACK (dB)	64,9	64,3	70,4	71,6	66,0	91,1	74,0	62,7	75,2	76,9	78,2	78,2	72,5	70,0	66,3	82,6	79,6	76,2
RIGHT (dB)	63,5	62,2	72,2	77,8	73,2	67,7	69,0	60,8	75,2	79,2	64,1	84,3	61,6	62,7	62,6	69,2	74,8	75,7
TOP (dB)	72,3	67,5	74,3	72,5	65,9	94,2	75,8	64,8	75,8	74,8	76,1	87,5	70,5	69,6	71,5	73,5	65,8	78,8
ORTALAMA	64,7	64,3	72,1	73,1	69,2	84,6	70,3	63,8	74,6	78,5	74,2	83,2	66,5	67,6	68,3	75,5	72,7	78,2
MAX	72,3	67,5	74,6	77,8	77,7	94,2	75,8	68,8	80,9	86,0	78,2	87,5	72,5	70,0	74,4	82,6	81,1	81,2
KUTU DIŞ YÜZEYLER	5 CM TAŞYÜNÜ						8 CM TAŞYÜNÜ						10 CM TAŞYÜNÜ					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	60,7	65,5	65,3	61,7	66,5	51,2	57,0	66,6	62,5	56,8	52,1	48,5	55,5	67,0	60,0	50,3	59,4	46,3
LEFT (dB)	51,7	50,0	66,7	55,2	60,7	55,5	53,4	50,6	60,3	55,8	52,4	50,8	53,7	46,9	62,0	53,4	46,5	41,8
BACK (dB)	58,1	66,1	53,7	63,0	54,4	62,9	57,6	61,0	56,0	51,7	47,8	46,3	57,9	65,7	49,3	56,7	45,5	40,5
RIGHT (dB)	58,2	55,3	62,9	67,8	61,4	46,6	54,0	56,2	59,5	55,4	53,4	53,3	53,6	56,0	58,0	59,9	50,0	50,2
TOP (dB)	55,9	59,1	65,2	58,4	58,6	57,2	58,3	56,8	60,5	55,3	51,6	52,5	59,0	58,7	61,7	59,2	52,4	46,9
ORTALAMA	56,9	59,2	62,8	61,2	60,3	54,7	56,1	58,2	59,8	55,0	51,5	50,3	55,9	58,9	58,2	55,9	50,8	45,1
MAX	60,7	66,1	66,7	67,8	66,5	62,9	58,3	66,6	62,5	56,8	53,4	53,3	59,0	67,0	62,0	59,9	59,4	50,2

Çizelge 4.5. Devamı Denei kutusunun sıcaklığı 40 °C’de iken yalıtım malzemelerine ait ortalama ve maksimum desibel ölçümleri

KUTU DIŞ YÜZEYLER	1,5 CM KOYUNYÜNÜ						2,5 CM KOYUNYÜNÜ						4 CM KOYUNYÜNÜ					
	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
FRONT (dB)	63,3	68,0	71,0	73,5	69,6	74,9	66,0	61,5	69,6	60,8	63,3	66,3	64,7	62,5	70,2	62,4	70,0	64,0
LEFT (dB)	59,1	61,6	71,5	70,0	81,3	77,6	60,3	59,5	65,2	63,3	62,5	63,2	61,9	56,5	65,9	61,3	70,1	59,3
BACK (dB)	63,8	66,3	64,0	70,9	73,5	66,7	63,9	65,7	62,4	62,4	76,3	72,8	63,7	63,6	64,5	64,0	73,8	65,2
RIGHT (dB)	61,8	62,2	68,0	75,9	68,0	74,3	63,3	62,7	63,7	73,1	58,1	72,9	64,1	58,8	65,4	68,4	56,4	52,5
TOP (dB)	63,0	63,0	72,1	65,5	72,3	72,5	61,2	61,0	67,9	70,0	64,6	70,8	60,3	58,7	68,8	65,1	58,8	64,1
ORTALAMA	62,2	64,2	69,3	71,2	72,9	73,2	62,9	62,1	65,8	65,9	65,0	69,2	62,9	60,0	67,0	64,2	65,8	61,0
MAX	63,8	68,0	72,1	75,9	81,3	77,6	66,0	65,7	69,6	73,1	76,3	72,9	64,7	63,6	70,2	68,4	73,8	65,2
	2 CM DOĞAL ISI YALITIM SIVASI						3 CM DOĞAL ISI YALITIM SIVASI						4 CM DOĞAL ISI YALITIM SIVASI					
KUTU DIŞ YÜZEYLER	FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)						FREKANS (Hz)					
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000
	FRONT (dB)	63,3	76,4	72,8	78,7	88,3	82,4	63,6	69,5	79,9	78,3	81,4	87,2	68,5	70,1	75,7	86,3	80,6
LEFT (dB)	64,1	65,7	74,1	79,8	74,2	86,6	58,3	63,7	75,1	79,8	80,5	86,8	60,1	62,4	76,8	74,3	76,4	82,6
BACK (dB)	62,3	69,9	71,6	72,5	80,0	92,6	62,3	62,3	67,1	78,9	75,9	86,5	63,6	68,4	76,6	78,1	77,9	87,7
RIGHT (dB)	65,1	71,4	70,1	79,6	79,5	90,4	64,7	69,7	69,6	82,6	75,8	76,6	65,1	64,3	65,6	77,5	84,2	80,7
TOP (dB)	64,9	69,6	68,1	80,5	76,2	85,4	64,3	68,1	70,9	78,1	83,2	80,3	65,1	68,9	79,4	79,4	73,5	87,7
ORTALAMA	63,9	70,6	71,3	78,2	79,6	87,5	62,6	66,7	72,5	79,5	79,4	83,5	64,5	66,8	74,8	79,1	78,5	86,5
MAX	65,1	76,4	74,1	80,5	88,3	92,6	64,7	69,7	79,9	82,6	83,2	87,2	68,5	70,1	79,4	86,3	84,2	93,6
													10 CM CAMYÜNÜ					
KUTU DIŞ YÜZEYLER							FREKANS (Hz)											
	100	125	250	500	1000	2000	100	125	250	500	1000	2000						
	FRONT (dB)	61,3	67,3	63,7	61,0	72,0	64,1											
LEFT (dB)	55,7	58,3	66,4	61,7	70,1	62,5												
BACK (dB)	61,4	66,1	57,7	63,8	67,2	68,3												
RIGHT (dB)	58,8	64,3	65,3	63,2	65,3	65,6												
TOP (dB)	59,9	62,2	66,4	69,3	64,6	74,9												
ORTALAMA	59,4	63,6	63,9	63,8	67,8	67,1												
MAX	61,4	67,3	66,4	69,3	72,0	74,9												

4.2. Isı Deneyi

Deney kutusu ısıtılmadan mevcut sıcaklık ile iç kısımda bulunan ısıtıcı ile ısıtıldıktan sonra 25, 30, 35, 40 °C’de ölçülen maksimum dış yüzey sıcaklığı ile iç sıcaklık arasındaki fark değerleri Çizelge 4.6’da mevcuttur.

Çizelge 4.6. Yalıtım malzemelerinin farklı sıcaklıklarda iç ve dışta oluşan maksimum sıcaklık farkı

1. GRUP			2. GRUP			3. GRUP		
5 CM EPS BEYAZ			8 CM EPS BEYAZ			10 CM EPS BEYAZ		
İÇ SICAKLIK (°C)	MAX DIŞ SICAKLIK (°C)	FARK (°C)	İÇ SICAKLIK (°C)	MAX DIŞ SICAKLIK (°C)	FARK (°C)	İÇ SICAKLIK (°C)	MAX DIŞ SICAKLIK (°C)	FARK (°C)
17,4	18,9	1,5	23,1	22,8	0,3	19,7	19,2	0,5
25	22	3	25	22,5	2,5	25	21,6	3,4
30	22,4	7,6	30	22,7	7,3	30	21,4	8,6
35	21,9	13,1	35	22,7	12,3	35	20,5	14,5
40	21,9	18,1	40	22	18	40	20,2	19,8
5 CM EPS KARBONLU			8 CM EPS KARBONLU			10 CM EPS KARBONLU		
İÇ SICAKLIK (°C)	MAX DIŞ SICAKLIK (°C)	FARK (°C)	İÇ SICAKLIK (°C)	MAX DIŞ SICAKLIK (°C)	FARK (°C)	İÇ SICAKLIK (°C)	MAX DIŞ SICAKLIK (°C)	FARK (°C)
18,8	19	0,2	19	19,4	0,4	21,4	20,6	0,8
25	20,8	4,2	25	20,9	4,1	25	20,9	4,1
30	20,8	9,2	30	20,6	9,4	30	21,1	8,9
35	20,3	14,7	35	20,4	14,6	35	20,8	14,2
40	20	20	40	20,2	19,8	40	20,5	19,5
5 CM XPS			8 CM XPS			10 CM XPS		
İÇ SICAKLIK (°C)	MAX DIŞ SICAKLIK (°C)	FARK (°C)	İÇ SICAKLIK (°C)	MAX DIŞ SICAKLIK (°C)	FARK (°C)	İÇ SICAKLIK (°C)	MAX DIŞ SICAKLIK (°C)	FARK (°C)
21,3	21,7	0,4	19,2	20,1	0,9	21,2	20,4	0,8
25	23,2	1,8	25	22,3	2,7	25	21,6	3,4
30	23	7	30	21,9	8,1	30	21,8	8,2
35	22,9	12,1	35	21,3	13,7	35	21,5	13,5
40	22,4	17,6	40	20,7	19,3	40	21	19
5 CM TAŞ YÜNÜ			8 CM TAŞ YÜNÜ			10 CM TAŞ YÜNÜ		
İÇ SICAKLIK (°C)	MAX DIŞ SICAKLIK (°C)	FARK (°C)	İÇ SICAKLIK (°C)	MAX DIŞ SICAKLIK (°C)	FARK (°C)	İÇ SICAKLIK (°C)	MAX DIŞ SICAKLIK (°C)	FARK (°C)
20,6	18,7	1,9	19,1	18,8	0,3	18,8	18,7	0,1
25	19,8	5,2	25	19,6	5,4	25	20,1	4,9
30	19,8	10,2	30	19,6	10,4	30	19,9	10,1
35	19,6	15,4	35	19,3	15,7	35	19,7	15,3
40	19,3	20,7	40	19,2	20,8	40	19,4	20,6

Çizelge 4.6. Devamı Yalıtım malzemelerinin farklı sıcaklıklarda iç ve dışta oluşan maksimum sıcaklık farkı

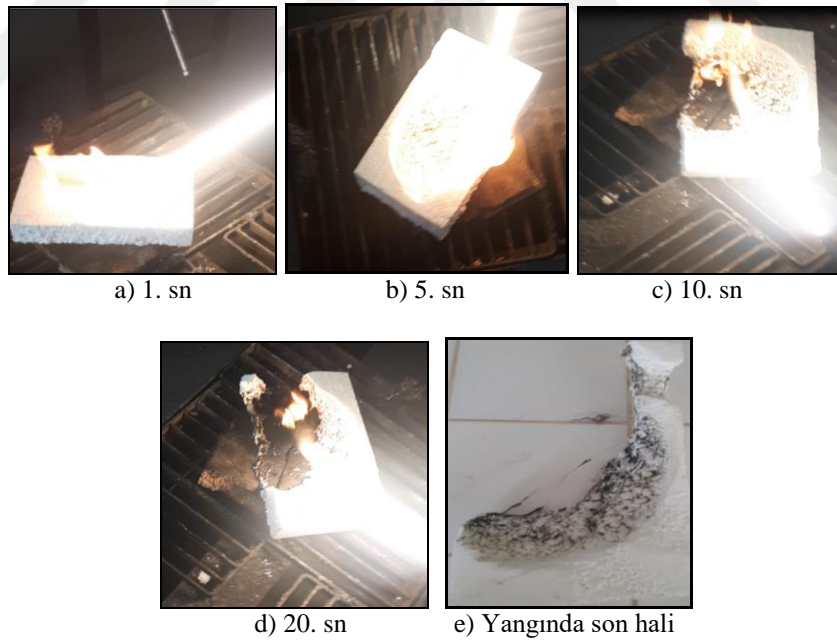
1,5 CM KOYUN YÜNÜ			2,5 CM KOYUN YÜNÜ			4 CM KOYUN YÜNÜ		
İÇ SICAKLIK (°C)	MAX DIŞ SICAKLIK (°C)	FARK (°C)	İÇ SICAKLIK (°C)	MAX DIŞ SICAKLIK (°C)	FARK (°C)	İÇ SICAKLIK (°C)	MAX DIŞ SICAKLIK (°C)	FARK (°C)
20,1	20,1	0	21,5	19,2	2,3	18,9	18,8	0,1
25	21,9	3,1	25	20,2	4,8	25	19,9	5,1
30	21,7	8,3	30	20,2	9,8	30	19,8	10,2
35	21,3	13,7	35	19,9	15,1	35	19,6	15,4
40	21	19	40	19,7	20,3	40	19,2	20,8
2 CM DOĞAL ISI YALITIM SIVASI			3 CM DOĞAL ISI YALITIM SIVASI			4 CM DOĞAL ISI YALITIM SIVASI		
İÇ SICAKLIK (°C)	MAX DIŞ SICAKLIK (°C)	FARK (°C)	İÇ SICAKLIK (°C)	MAX DIŞ SICAKLIK (°C)	FARK (°C)	İÇ SICAKLIK (°C)	MAX DIŞ SICAKLIK (°C)	FARK (°C)
18,6	19	0,4	19,8	22,5	2,7	18,8	20,4	1,6
25	21,7	3,3	25	24,7	0,3	25	21,6	3,4
30	19,5	10,5	30	24,5	5,5	30	21,2	8,8
35	20,3	14,7	35	23,4	11,6	35	20,8	14,2
40	21,2	18,8	40	24,2	15,8	40	21,2	18,8
						10 CM CAM YÜNÜ		
						İÇ SICAKLIK (°C)	MAX DIŞ SICAKLIK (°C)	FARK (°C)
						19,5	19,4	0,1
						25	20,3	4,7
						30	20,3	9,7
						35	19,9	15,1
						40	19,8	20,2

4.3. Tek Noktadan Yanma Deneyi

Konya Teknik Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Laboratuvarında ısı ve ses deneyinde kullanılan 7 adet yalıtım malzemesi için tek noktadan yanma deneyleri yapılmıştır. Deney sırasında ölçülen sıcaklık değeri 700 – 900 °C arasında olup ısı yalıtım malzemelerinin yüksek ısıya maruz kaldığı durumda meydana gelen durumlar gözlemlenmiştir.

4.3.1. EPS beyaz yalıtım malzemesi yanma deneyi

EPS beyaz yalıtım malzemesi ile yapılan yanma deneyine ait fotoğraflar Şekil 4.1’de görülmektedir. Deneye başladığımız ilk saniyede ateşin geldiği yerde hemen bir alev oluşmuş hatta tüm yüzeye yayılmaya başlamıştır. 5. sn’de yüzey yanmaya başlamış 10. sn’de ise yanan malzeme ateşin karşısında erimiştir. 20. sn’de deney bitirildikten sonra Şekil 4.1 (e)’de görüldüğü üzere ısının geldiği yüzey tamamen yanmıştır.

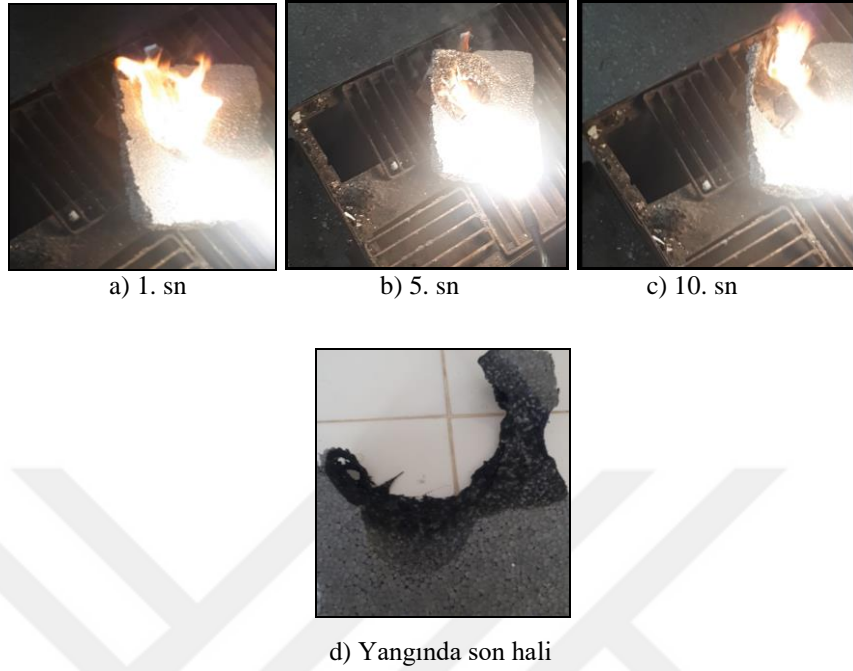


Şekil 4.1. EPS beyaz yalıtım malzemesinin tek noktadan yanma deneyi (a, b, c, d, e)

4.3.2. EPS karbonlu yalıtım malzemesi yanma deneyi

EPS karbonlu yalıtım malzemesi ile yapılan yanma deneyine ait fotoğraflar Şekil 4.2’de görülmektedir. Deneye başladığımız ilk saniyede ateşin geldiği yerde hemen bir alev oluşmuştur. 5. sn’de ise yalıtım malzemesi ateşin geldiği nokta yanmıştır. 15. sn’de

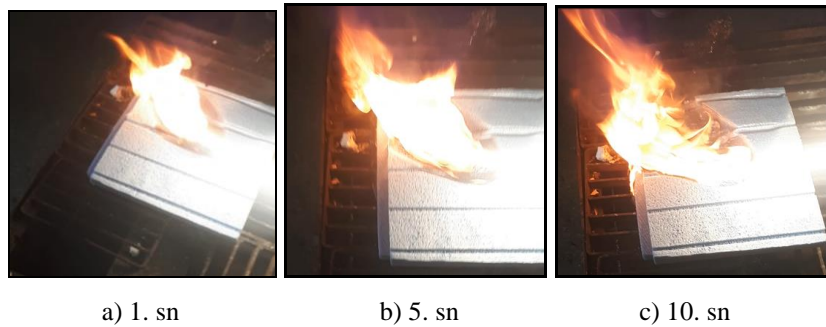
deney bitirildikten sonra Şekil 4.2 (d)'de görüldüğü üzere ateşin geldiği yüzey tamamen yanmıştır.

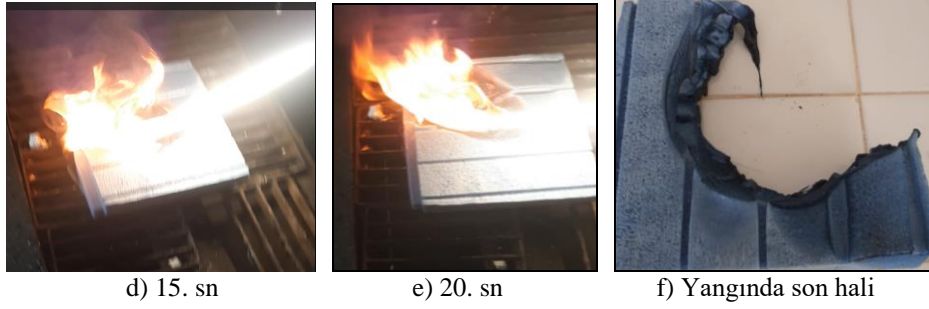


Şekil 4.2. EPS karbonlu yalıtım malzemesinin tek noktadan yanma deneyi (a, b, c, d)

4.3.3. XPS yalıtım malzemesi yanma deneyi

XPS yalıtım malzemesi ile yapılan yanma deneyine ait fotoğraflar Şekil 4.3'de görülmektedir. Deneye başladığımız ilk saniyede ateşin geldiği yerde alev oluşmuş ve duman çıkmaya başlamıştır. 5. sn'de alev biraz daha yükselmiş 10. sn'de malzeme yanmaya başlamıştır. 20. sn'de deney bitirildikten sonra Şekil 4.2 (f)'de görüldüğü üzere ateşin geldiği yüzey tamamen yanmıştır.

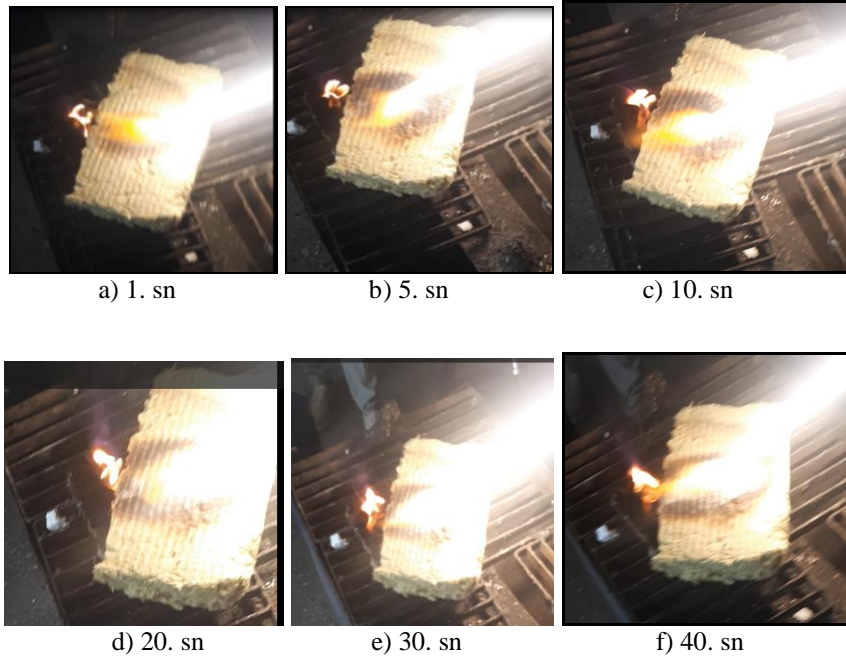


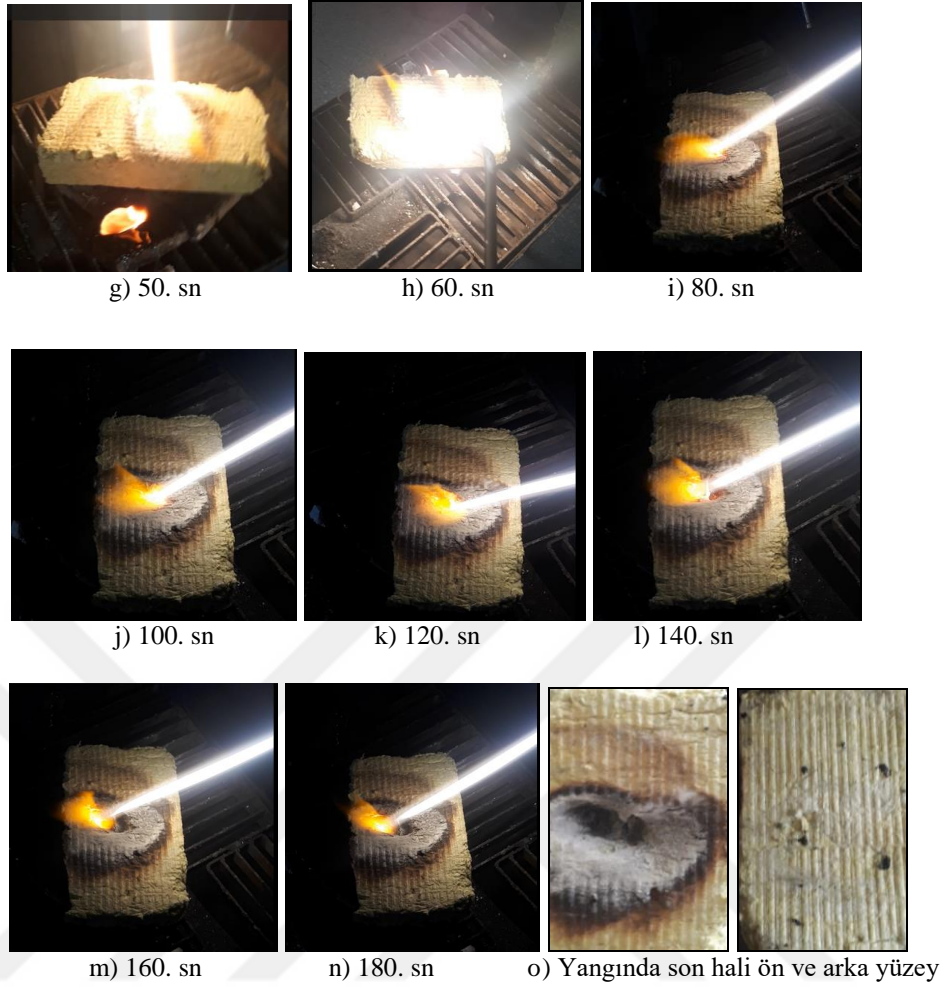


Şekil 4.3. XPS yalıtım malzemesinin tek noktadan yanma deneyi (a, b, c, d, f)

4.3.4. Taş yünü yalıtım malzemesi yanma deneyi

Taş yünü yalıtım malzemesi ile yapılan yanma deneyine ait fotoğraflar Şekil 4.4'de görülmektedir. Deneye başladığımız ilk saniyede ateşin geldiği yerde küçük bir alev oluşmuş, 5. sn'de ateşin geldiği yer kararmaya başlamıştır. 20. sn'de ateşin geldiği yer grileşmeye başlamıştır. 80. sn'de yüzey içe doğru yanmaya başlamış, 120. sn içe doğru yanma devam etmiş, 185. sn'de deney bitirildiğinde Şekil 4.4 (o)'de görüldüğü gibi ateşin geldiği nokta da taş yünü içe doğru yanmış ve yüzey grileşerek kül oluşmuştur.

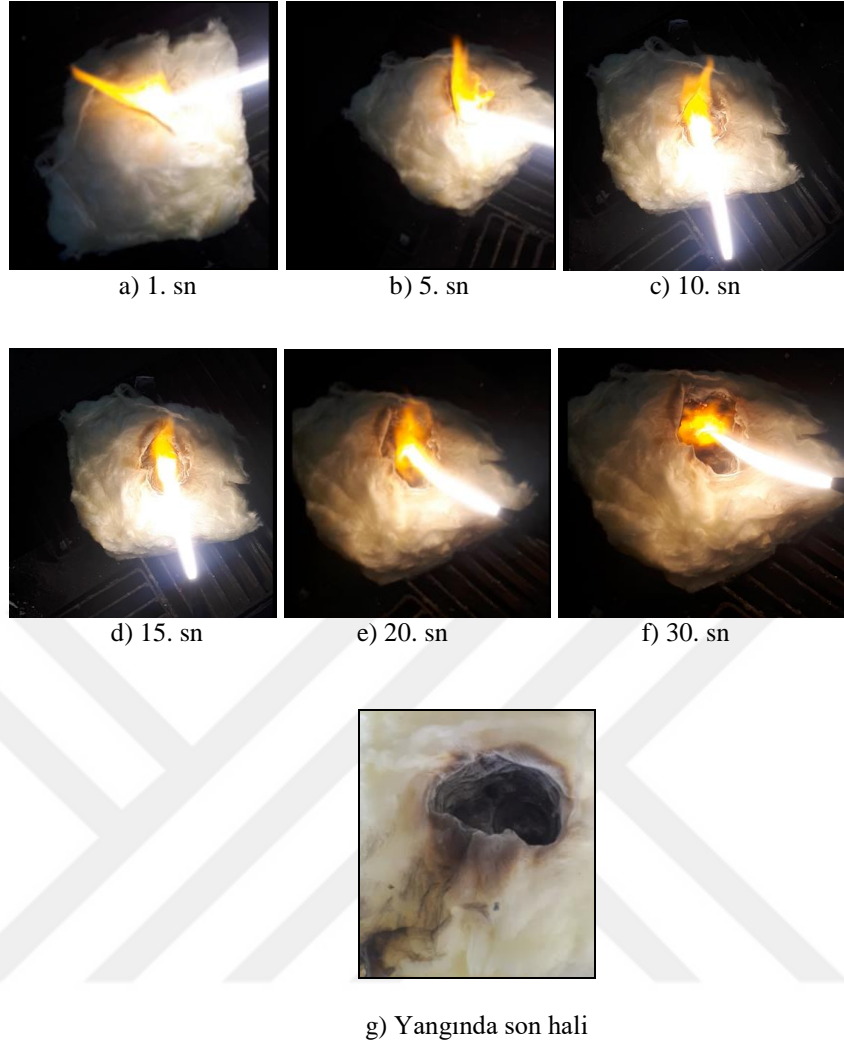




Şekil 4.4. Taş yünü yalıtım malzemesinin tek noktadan yanma deneyi (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o)

4.3.5. Cam yünü yalıtım malzemesi yanma deneyi

Cam yünü yalıtım malzemesi ile yapılan yanma deneyine ait fotoğraflar Şekil 4.5’de görülmektedir. Deneye başladığımız ilk saniyede ateşin geldiği yerde küçük bir alev oluşmuş, 5. sn’de ateşin geldiği yer kızarmaya başlamıştır. 10. sn’de cam yünü içe doğru yanmaya başlamış, 20. sn içe doğru yanmaya devam etmiş 38. saniyede deney bitirildiğinde Şekil 4.5 (g)’de görüldüğü gibi ateşin geldiği noktada içe doğru yanmanın derinliği artmış ve kararma oluşmuştur.



Şekil 4.5. Cam yünü yalıtım malzemesinin tek noktadan yanma deneyi (a, b, c, d, e, f, g)

4.3.6. Koyun yünü yalıtım malzemesi yanma deneyi

Koyun yünü ile yapılan yanma deneyine ait fotoğraflar Şekil 4.6'da görülmektedir. Deneye başladığımız ilk saniyede ateşin geldiği yerde küçük bir alev oluşmuş, 3. sn'de ateşin geldiği yer kararmaya başlamış ve 52. sn'ye kadar devam etmiş, ateşin geldiği yer grileşmeye başlamıştır. 160. sn'de kömürleşme var ama yanmadan dolayı kopma, delik vb. yoktur. 210. sn'de ısı artırılarak deney devam edildiğinde 227. sn'de ateşin geldiği alan grileşti ve delik oluşmaya başladı, 235. sn de ise deney bitirildi. Deney bitirildiğinde Şekil 4.6 (r)'da görüldüğü gibi ateşin geldiği nokta da koyun yünü içe doğru yanmıştır. 235 sn. ateşe maruz kalan koyun yününde yaklaşık 3 cm çapında delik oluşmuş, yoğun bir duman oluşmamıştır.



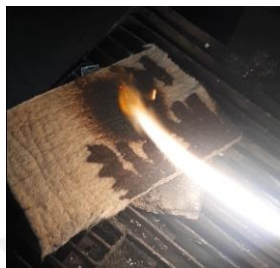
a) 1. sn



b) 5. sn



c) 10. sn



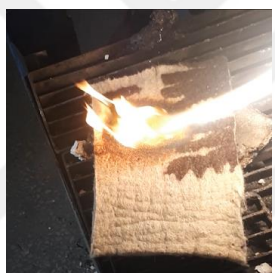
d) 15. sn



e) 20. sn



f) 30. sn



g) 40. sn



h) 50. sn



i) 60. sn



j) 80. sn



k) 100. sn



l) 120. sn



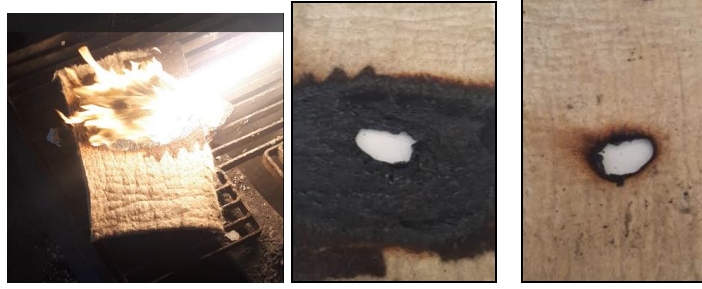
m) 140. sn



n) 160. sn



o) 180. Sn



p) 210. sn

r) Yangında son hali ön ve arka yüzey

Şekil 4.6. Koyun yünü yalıtım malzemesinin tek noktadan yanma deneyi (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, r)

4.3.7. Doğal ısı yalıtım sıvası yanma deneyi

Doğal ısı yalıtım sıvası için 1 cm kalınlığında numune ile yapılan deneye ait fotoğraflar Şekil 4.7’de görülmektedir. Deneye başladığımız ilk saniyede ateşin geldiği yüzeyde hafif sararma olmuştur. 4,5 dakika süren deney sırasında ısı değeri ise 1000 °C’ye ulaşmıştır. 234. sn de deney bitirildiğinde Şekil 4.7 (l)’de görüldüğü gibi ön yüzeyde grileşme olmuş ve yüzeyde herhangi bir çökme, kopma vb. olmamıştır.



a) 1. sn

b) 5. sn

c) 10. Sn



d) 15. sn

e) 20. sn

f) 30. Sn



g) 60. sn

h) 80. sn

i) 120. Sn



j) 200. sn

k) 220. sn



l) Yangında son hali ön ve arka yüzey

Şekil 4.7. Doğal ısı yalıtım sıvası ait tek noktadan yanma deneyi (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l)

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Yapılan deneysel çalışmada piyasada kullanılan yalıtım malzemelerinin ısı, ses ve yangın dayanımında ne kadar etkili olduğu, ayrıca koyun yününün ısı, ses ve yangın durumunda bu malzemelere göre ne kadar etkili olabileceğini araştırdığımız çalışmalar sonucunda;

- 100 Hz’de mevcut sıcaklık, 25, 30, 35 ve 40 °C ‘de 1. grupta XPS en yüksek ses geçirimsiliğine sahipken 125, 250, 500, 1000 ve 2000 Hz’de doğal ısı yalıtım sıvası en yüksek ses geçirimsiliğine sahip olmuştur. Taş yünü ise tüm değerlerde en az ses geçirimsiliğe sahip malzeme olmuştur.
- 100 Hz ve 250 Hz’de mevcut sıcaklık, 25, 30, 35 ve 40 °C ‘de 2. grupta XPS en yüksek ses geçirimsiliğine sahipken 125, 500, 1000 ve 2000 Hz’de doğal ısı yalıtım sıvası en yüksek ses geçirimsiliğine sahip olmuştur. Taş yünü ise tüm değerlerde en az ses geçirimsiliğe sahip malzeme olmuştur.
- 100 Hz’de mevcut sıcaklık, 25, 30, 35 ve 40 °C ‘de 3. grupta XPS en yüksek ses geçirimsiliğine sahipken 125, 250, 500, 1000 ve 2000 Hz’de doğal ısı yalıtım sıvası en yüksek ses geçirimsiliğine sahip olmuştur. Taş yünü ise tüm değerlerde en az ses geçirimsiliğe sahip malzeme olmuştur.
- Yapılan tüm deneyler sonucunda taş yünü ses absorpsiyon en yüksek yani en az ses geçirimsiliğe sahip malzeme olmuştur. En yüksek ses geçirimsilik ise çoğunlukla doğal ısı yalıtım sıvasında olmuştur.
- Eps beyaz, Eps karbonlu, XPS ve doğal ısı yalıtım malzemelerinde, malzeme kalınlığının ses geçirimsiliğine çok etki etmezken, taş yünü ve koyun yününde kalınlık arttıkça ses geçirimsiliğinin azaldığı gözlemlenmiştir.
- Cam yünü yalıtım malzemesi ile sadece 10 cm olarak deney yapılmış olup ses geçirimsiliğinde 3. grupta kıyaslandığında taş yünü 1. sırada, koyun yünü 2. sırada, cam yünü 3. sırada olmuştur.
- Farklı sıcaklıklarda yapılan ölçümler de sıcaklığın ses yalıtımı üzerinde fazla etkili olmadığı görülmüştür.

- 25, 30, 35 ve 40 °C 'de 1. grupta en az ısı geçirimsizliği taş yününde, en fazla ise XPS'de olmuştur.
- 25, 30, 35 ve 40 °C 'de 2. grupta en az ısı geçirimsizliği taş yününde olmuştur. Taş yününden sonra en az ısı geçirimsizliğe sahip koyun yünü olurken en fazla ısı geçirimsizliği ise doğal ısı yalıtım sıvasında olmuştur.
- 25, 30, 35 ve 40 °C 'de 3. grupta en az ısı geçirimsizliği koyun yününde olmuştur. Koyun yününden sonra en az ısı geçirimsizliğe sahip taş yünü olurken en fazla ısı geçirimsizliği ise XPS'de olmuştur.
- Tek noktadan yanma deneyinde doğal ısı yalıtım sıvası en uzun süre yangına dayanım gösteren malzeme olmuştur. Doğal ısı yalıtım sıvasını sırasıyla koyun yünü, taş yünü ve cam yünü takip etmiştir. 5 saniye gibi kısa sürede yanarak yangın dayanımı en düşük yalıtım malzemesi EPS karbonlu olmuştur. Yanma sırasında en fazla duman XPS'de açığa çıkmış, alevin yayılması ve yüksekliği yine XPS'de ortaya çıkmıştır.

5.2 Öneriler

Gerçekleştirilen bu deneysel çalışma sonucunda mantolama malzemesinin sadece ısı yalıtımında değil aynı zamanda ses ve yangındaki davranışlarının da ne kadar önemli olduğu görülmüştür.

Koyun yününün ısı, ses ve yangın deneyleri sonucunda görüldüğü üzere kullanılmış koyun yünü keçe malzemesinin ses geçirimsizliği taş yününden düşük çıkmıştır. Ancak koyun yünü keçesinin kullanılmış malzeme olması ve 1,5, 2,5 ve 4 cm kalınlığında olduğu gözönüne alındığında piyasada kullanılan diğer yalıtım malzemeleri ile yarışır durumdadır. Ayrıca koyun yünü keçe malzemesi ısı geçirimsizliğinde 2,5 cm ve 4 cm kalınlığında diğer yalıtım malzemeleri ile kıyaslandığında 1. sırada yer almaktadır. Tek noktadan yanma deneyinde ise doğal ısı yalıtım sıvası en iyi sonucu vermiş, doğal ısı yalıtım malzemesinden sonra en iyi sonucu veren diğer malzeme ise koyun yünü olmuştur.

Koyun yünü keçesinin doğal olması ve herhangi bir işlem görmeden kullanıldığında bile diğer yalıtım malzemelerine göre daha iyi sonuçlar verdiği, şimdiden bu kadar başarılı olması istenilen alanlarda ısı, ses ve yangın yalıtımı için kullanılabilirliğini göstermiştir.

Kullanılan malzemenin hem çevreye, hem sağlığımıza hem de ekonomiye etkisi de dikkate alındığında doğal yalıtım malzemelerine ihtiyaç olduğu, bu nedenle yapılacak çalışmalarda yalıtım malzemelerinin ısı, ses ve yangına dayanıklı, çevre ve insan dostu olması üzerine araştırmalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Ahmed, A., Qayoom, A. ve Mir, F.Q., 2019, Investigation of the thermal behavior of the natural insulation materials for low temperature regions, *Journal of Building Engineering*, 26, 100849.
- Akbulut, M. A., 2018, Hazır Isı Yalıtım Sıvalarının Mühendislik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Uygunluk Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta.
- Akdaş, M. ve Ömür, B., 2016, Sanayide Tesisat Yalıtımının Önemi ve Uygulamaları, *Tesisat Mühendisliği*, Ocak (151), 30, 43.
- Akelçi, B., 2016, Kentsel Dönüşüm Kapsamında Dıştan Isı Yalıtım Uygulamalarının İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Akıncı, H., 2007, Günümüzde Uygulanan Isı Yalıtım Malzemeleri, Özellikleri, Uygulama Teknikleri Ve Fiyat Analizleri, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*, Sakarya.
- Akpınar Sungur, R., 2020, FRP Kompozitlerin Sıcaklığa Karşı Farklı Yangınyalıtım Malzemeleri İle Korunmasının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Sakarya.
- Akyol, K., 2008, Su Yalıtımı Ve Su Geçirimsizlik Katkı Oranlarının Beton Su Emmesine Ve Basınç Dayanımına Etkilerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya.
- Altın, M. ve Yıldırım, G. Ş., 2022, Investigation of usability of boron doped sheep wool as insulation material and comparison with existing insulation materials. *Construction and Building Materials*, 331, 127303.
- Anıl, F., 2015, Kentsel Dönüşümü Bir Fırsat Kabul Ederek Binalarda Isı Yalıtımının Faydalarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Arslan, M. A. ve Aktaş, M., 2018, İnşaat Sektöründe Kullanılan Yalıtım Malzemelerinin Isı ve Ses Yalıtımı Açısından Değerlendirilmesi, *Politeknik Dergisi*, 21(2), 299-320.
- Arslan, Z. F., 2022, Yenilenebilir Enerjinin Türkiye Ekonomisine Ve İşletmelerde Üretim Stratejilerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Bursa.
- Aydın, İ., 2010, Binalarda Uygulanan Isı Yalıtım Sistemlerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya.

- Aydın, N. ve Bıyıkoglu, A., 2019, Türkiye’de Konut Tipi Binaların Isıtma Yüğü Altında Ömür Maliyet Analizi Yöntemi ile Optimum Yalıtım Kalınlıklarının Belirlenmesi, *Politeknik Dergisi*, 22(4): 901-911.
- Bayar, G., 2006, Binalarda Uygulanan Isı Yalıtım Sistemleri Ve Örnek Bir Projede Isı Yalıtım Maliyeti Analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya.
- Bayraktar, D. ve Bayraktar, E. A., 2016, Mevcut Binalarda Isı Yalıtımı Uygulamalarının Değerlendirilmesi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(1), 59-66.
- Bektaş, V., Çerçevik, A. E., ve Yerel Kandemir, S., 2017, Binalarda Isı Yalıtımının Önemi ve Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığının Yalıtıma Etkisi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 4(1), 36-42.
- Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğı, 2008, Ankara.
- Binici, H., Sevinç, A. H. ve Eken M., 2012, Ayçiçek Sapı Ve Tekstil Atıkları İle Yalıtım Malzemesi Üretimi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15(1), 1-5.
- Binici, H., Sevinç, A. H., Eken, M. ve Demirhan, C., 2014, Mısır Koçanı Katkılı Isı Yalıtım Malzemesi Üretimi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29(2), 13-26.
- Bosia, D., Savio, L., Thiebat, F., Patrucco, A., Fantucci, S., Piccablotto, G., and Marino, D., 2015, Sheep Wool For Sustainable Architecture. *Energy Procedia*, 78, 315-320.
- Botsalı, F. M., Aktan, M., Harmankaya, M., Keskin, Ü. S., Martı M. ve Botsalı A. R., 2020, Yerli ve Milli Koyunculukta Alternatif Nefesimiz Yapağıımız Projesi Kapsamında Koyun Yününün Değerlendirilerek (İzolasyon Malzemesi, Lanolin, Bitki Gübresi) Ekonomiye Kazandırılması Fizibilite Raporu, *T. C. Orta Anadolu Kalkınma Ajansı, Sivas İl Tarım ve Orman Müdürlüğü*.
- Boyraz, F. D., 2022, Kentsel Tasarımda Yer Alan Bina Cephelerinde Ses Yalıtımı: Gaziantep Akkent Kongre Merkezi’nin Cephe İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, *Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Siirt.
- Buçıscanu, I. I. ve Pruneanu, M., 2018, Sheep Wool - A Performant And Sustainable Alternative To Conventional Building Insulation.
- Candan, N., 2007, Isı yalıtım sistemleri ve özelliklerinin karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya.
- Cardinale, T., Arleo, G., Bernardo, F., Feo, A., ve De Fazio, P., 2017, Thermal and mechanical characterization of panels made by cement mortar and sheep's wool fibres. *Energy Procedia*, 140, 159-169.

- Çakallı, H., 2013, TRC2 Bölgesi (Diyarbakır-Şanlıurfa) Yalıtım Sektörü Raporu, T.C. Karacadağ Kalkınma Ajansı Şanlıurfa Yatırım Destek Ofisi, Şanlıurfa.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2015, Isı Yalıtım Uygulama Kılavuzu, Ankara.
- Çomaklı, K., Bakırcı, K., Erdoğan, S., ve Şahin, B., 2005, Enerji, Çevre, Sağlık Ve Güvenlik Açısından Yalıtım, Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, (89), 65-70.
- Çöl, F., 2020, Isı Yalıtımı Açısından Konvansiyonel Malzemelerle Nanoteknolojik Malzemelerin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Dénes, T. O., and Manea, D. L., 2021, Multicriteria analysis of wool-based construction materials, Yüksek Lisans Tezi, Technical University, Romanya.
- Dikici, A. ve Kocagül, M., 2019, Isı Yalıtımında Kullanılan Eps, Xps ve Taş Yünü İzolasyon Malzemelerinin Deneysel Olarak Karşılaştırılması, *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 31(1), 129-136.
- Erdabak, M., 2010, Binalarda Isı Yalıtımındaki Eksikliklerin Enerji Tasarrufuna Olan Etkilerinin Uygulamalı Olarak Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sivas, 163.
- Fertelli, A., 2019, Bina Duvarlarındaki Isı Yalıtım Malzemelerinin Ses Yalıtımı Açısından Kullanılabilirliğinin İncelenmesi, *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(1), 18-22.
- Gökçe, Y., 2019, Çimento Esaslı Köpük Sıvanın Üretilirliği Ve Karakterizasyonu Üzerine Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta.
- Gören, B., 2022, Gazbeton Isı Yalıtım Levhasının, Taş Yünü Isı Yalıtım Malzemesi İle Karşılaştırılarak, Bina Enerji Performansı Ve Isınma Maliyetine Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Arel Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, İstanbul.
- Gülten, A. A. ve Aksoy, U. T., 2007, Farklı Yakıt Türlerine Göre Dış Duvar Sistem Alternatiflerinin Enerji Maliyetinin İncelenmesi, *New World Sciences Academy*, 2(1), 39-48.
- Güney, B., 2019, Refrakter Yalıtım Malzemesi Üretiminin Deneysel Olarak Araştırılması, Araştırma Makalesi, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(2): 880-889.
- Hakkı, Ö. İ., 2013, Binalarda Isı Yalıtımı Üzerine Deneysel Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli.

- Hegy, A., Dico, C., ve Szilagy, H., 2020, Sheep Wool Thermal Insulating Mattresses Behaviour in the Water Vapours Presence. *Procedia Manufacturing*, 46, 410-417.
- İlhan, S. Y., ve Gök, M. O., 2021, Müzik Eğitimi Verilen Ortamlarda Yalıtım Malzemesi Olarak Kullanılabilecek Keçenin İncelenmesi, *İdil*, 87, s.1677-1687
- İşbilir, D., 2009, Binalarda Isı Yalıtımı Uygulamaları ve Sorunlarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Jerman, M., Palomar, I., Kočí, V. and Černý, R., 2019, Thermal And Hygric Properties Of Biomaterials Suitable For Interior Thermal Insulation Systems In Historical And Traditional Buildings, *Building and Environment*, 154, 81–88.
- Kalaycı, F., 2016, Perlit Esaslı Isı Yalıtım Malzemesi Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kahramanmaraş.
- Kandemir, S. Y., Bektaş, V. ve Açıklalp, E., 2019, Dıştan yalıtım uygulamalarında farklı duvar modelleri için optimum yalıtım kalınlıklarının belirlenmesi ve ekonomik analizleri, *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 10(1).
- Kaplan, G., 2012, Dış Duvar Özelliklerinin Isıl Performansının Deneysel İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Kaplan, G., ve Aruntaş, H. Y., 2021, XPS yalıtımlı dış duvarların ısı performanslarının deneysel incelenmesi, *Politeknik Dergisi*, 1-1.
- Karaağaçlıoğlu, İ. E. 2012, Bor Ve Mineral Katkılı Selülozik Yalıtım Malzemesi Üretimi Ve Karakterizasyonu, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Kartal, S. ve Üstündağ, S. I., 2016, Yapılarda Su Yalıtım Uygulamalarının Önemi Ve Maliyeti, *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 7(3), 399-408.
- Kaya, A. İ. ve Dalgıç, T., 2017, Ses Yalıtımı Açısından Doğal Liflerin Akustik Özellikleri, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8 (1), 25-37.
- Kaya, T. ve Karakurt, C., 2016, Yapılarda Kullanılan Yalıtım Malzemelerinin Enerji Verimliliği Açısından Deneysel Olarak İncelenmesi, International Conference on Research in Education and Science (ICRES), Bodrum, May 19-22.
- Keskin, T., ve Güven, A., 2012, Dünyada ve Türkiye’de Enerji Verimliliği, *TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yayınları*, Ankara, 132 ss.

- Kılınç, F., Buyruk, E., Fertelli, A. ve Karabulut, K., 2013, Farklı Yalıtım Uygulamalarının Isı Kaybına Olan Etkilerinin Deneysel ve Sayısal İncelenmesi, *Tesisat Mühendisliği*, 136, 53-64.
- Kılıç, F., 2019, Effect of External Insulation on Drying Time and Energy Consumption in Food Drying Oven, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, C, 7(3)*: 604-613.
- Kıvrak, F., 2022, Ticari Kahve Atıklarının Yalıtım Malzemesi İçerisinde Değerlendirilebilirliğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Konya.
- Kiper Yılmaz, G. H., 2009, Binalarda Dış Duvarlarda Kullanılan Isı Yalıtım Kaplamalarının Enerji Korunum Performansları Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- Kocagül, M., 2013, Isı Yalıtımında İdeal Yalıtım Malzemesi Kullanılmasının Deneysel Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Elazığ.
- Korkmaz, G. G. ve Samancı, A., 2022, Konya Teknik Üniversitesi Mühendislik Ve Doğa Bilimleri Fakültesine Ait Binalar İçin Enerji Verimliliğini Artırmaya Yönelik Örnek Bir Çalışma, *Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi*, (10, 2), 442-456.
- Kotan, T. , Fırat, İ. , Kaya, M. ve Uluşu, İ., 2018, Binalarda Kullanılan Farklı Isı Yalıtım Malzemelerinin Isı İletkenlik Katsayılarının Erzincan İli Şartlarında Termokupl Ve Termal Kamera İle İncelenmesi, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi* , 23 (2) , 367-382.
- Koyuncu, M., Duru, S., ve Tuncel, E., 1999, Karayaka Erkek Toklularının Yapağı Verim Özellikleri, *Hayvansal Üretim*, 40(1), 24-29.
- Küçükali Öztürk, M., Nergis, F. B. ve Candan, C., 2020, Akustik Uygulamalar İçin Sürdürülebilir Tekstil Malzemeleri, *Gece Kitaplığı*, Ankara.
- Mansour, E., Marriott, R., and Ormondroyd, G., 2016, Sheep wool insulation for the absorption of volatile organic compounds, In Young Researchers'Forum III Innovation in Construction Materials (Vol. 12).
- Pennacchio, R., Savio, L., Bosia, D., Thiebat, F., Piccablotto, G., Patrucco, A., ve Fantucci, S., 2017, Fitness: Sheep-wool and hemp sustainable insulation panels. *Energy Procedia*, 111, 287-297.
- Ruiu, L., & Floris, I., 2019, Susceptibility of environmentally friendly sheep wool insulation panels to the common clothes moth *tineola bisselliella* in laboratory assays. *Insects*, 10(11), 379.
- Öngel, B. E., 2021, Binalarda Uygulanan Isı Yalıtım Malzemelerinin Performans Karşılaştırması Ve Maliyet Analizi - Adana Örneği, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.

- Özer, N. ve Acun Özgünler, S., 2019, Yapılarda Yaygın Kullanılan Isı Yalıtım Malzemelerinin Performans Özelliklerinin Duvar Kesitleri Üzerinde Değerlendirilmesi, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 24(2), 25-48.
- Özer, N., 2017, Atıklardan Üretilen Isı Yalıtım Malzemelerinin Yaygın Kullanılan Isı Yalıtım Malzemeleri İle Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Özgündüz, K., 2019, Yüksek Sıcaklık Etkisinde Isı Yalıtım Malzemelerinin Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, İstanbul.
- Öziç, İ. H., 2013, Binalarda ısı Yalıtımı Üzerine Deneysel Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli.
- Polat, E.S., 2018, Binalarda Enerji Verimliliği İçin Doğal Aktif İklimlendirme Ve Yalıtım Malzemesi; Koyun Yünü, International Congress of Energy, Economy and Security.
- Sarı, M., 2020, Hidrofobik Hale Getirilen Biyolojik Atık ve Kağıt Atıklarının Su Bazlı Reçineler Kullanılarak Kompozit Yapı Malzemesi Üretimi ve Termal Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kars.
- Sertkaya, Ş., 2022, Anadolu Merinosu Koyunlarında Yapağı Verimi Ve Kimi Yapağı Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Şimşek, Z., 2019, Konut Yapılarında kullanılan Isı Yalıtım Malzemelerin İncelenmesi, *Technological Applied Sciences*, 14(4), 147-162.
- Tămaş-Gavrea, D. R., Dénes, T. O., Iştoan, R., Tiuc, A. E., Manea, D. L., and Vasile, O., 2020, A novel acoustic sandwich panel based on sheep wool. *Coatings*, 10(2), 148.
- Tan, H., 2017, Farklı Nem Ve Gözeneklilik Değerleriyle Eps Yalıtım Malzemesinin Isıl İletkenliğinin Deneysel ve Sayısal İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kırıkkale.
- Temiz, H. , Maras, M. M. ve Kantarcı, F., 2020, Polimer Katkılı Kompozitlerin Mekanik ve Yalıtım Özelliklerinin İncelenmesi, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8 (2), 1394-1406. DOI: 10.29130/dubited.568812
- Tüfekci, H., 2022, Türkiye’de Yapağı Üretimi, *Ispac 9th International Conference On Agriculture, Animal Sciences And Rural Development*.
- Tüfekci, H. ve Olfaz, M., 2014, Yapağının Alternatif Kullanım Alanları, *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 1(1-2), 18-28.

Türkeş, M. 2008, Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler, Su Vakfı, 1, 26-37.

Türkmen, M., 2016, Bina Kabuğunda Isı Yalıtımı Uygulamalarının Yapısal Performansı Ve Etkinliğinin İstanbul'da Bir Alan Çalışması İle İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.

url_1: <https://www.cellubor.com.tr/medya/blog/dunya-tarihi-perspektifinden-yalitimin-tarihi>

url_2: <http://csb.gov.tr/yalitimli-binalarda-buyuk-tasarruf-bakanlik-faaliyetleri-23157>

url_3: <https://birsove.com.tr/yalitim-nedir/>

url_4: <https://insapedia.com/isi-yalitimi-nasil-yapilir/>

url_5: <https://cevresehgostergeler.csb.gov.tr/sektorelere-gore-nihai-enerji-tuketimi-i-85804>

url_6: <https://cevresehgostergeler.csb.gov.tr/sektorelere-gore-toplam-enerji-tuketimi-i-85800>

url_7: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2021-49672#>

url_8: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Enerji-Hesaplari-2021-49751#>

url_9: <https://plus.alarko-carrier.com.tr/havadan-sudan-isi-yalitimi-nedir-faydalari-nelerdir>

url_10: <https://inceten.com/dokumanlar/binalarda-isi-kayıplarının-dagilimi/>

url_11: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Gelir-ve-Yasam-Kosullari-Arastirmasi-2021-45581>

url_12: https://www.izoder.org.tr/dosyalar/dosemelerde_isiyalitimi.pdf

url_13: <https://www.izobir.com/blog/catiyalitimi>

url_14: <https://www.teknopanel.com.tr/tr-tr/urun-detay/eps-urunleri-eps-urunleri-hakkinda>

url_15: <https://www.bursavanaceketi.com/poliuretan-kopuk-nedir/>

url_16: <https://chelfix.com/blogdetay/isi-yalitim-sivasi-nedir>

url_17: <https://dinamik-izmir.com/metin.aspx?ID=179>

url_18: <https://www.izocam.com.tr/tr/urun-grubu/elastomerik-kaucuk>

url_19: <https://en.perlit.com/expanded-perlite>

url_20: <https://www.gnyapi.com.tr/genlestirilmis-mantar>

url_21: <https://www.teknopanel.com.tr/tr-tr/urun-detay/teknopor-eps-urunleri-teknopor-isi-yalitim-levhasi>

url_22: https://www.mantotime.com.tr/u_mantotime-karbonlu-eps-isi-yalitim-levhasi_5_tr.html

url_23: <https://www.aslanpan.com.tr/urunler/aslanpan-st-1500>

url_24: <https://www.ode.com.tr/ode-hvac-starflex-silte>

url_25: <https://www.bonusyalitim.com.tr/urunler/bonus-tas-yunu>

url_26: <http://www.wintact.net/en/products/wt1357.html>

url_27: <https://www.netes.com.tr/urun/pico-technology-usb-tc-08-termokupl-data-logger#urun>

Uygunoğlu, T., Güneş İ., Çalış M. ve Özgüven, S., 2015, EPS ve XPS Malzemeleriyle Yapılan Mantolamaların Yangın Sırasındaki Davranışlarının Araştırılması, Politeknik Dergisi, 18 (1), 21-28.

Ülker, S., 2009, Isı Yalıtım Malzemelerinin Özelliklerinin Uygulamaya Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Ünver, Ü., Adıgüzel, E., Adıgüzel, E., Çivi, S. ve Roshanaei, K., 2020, Türkiye'deki İklim Bölgelerine Göre Binalarda Isı Yalıtım Uygulamaları, İleri Mühendislik Çalışmaları ve Teknolojileri Dergisi, 1(2), 171-187.

Yaman, Ö., Şengül, Ö., Selçuk, H., Çalikuş, O., Kara, İ., Erdem, Ş. ve Özgür, D., 2015, Binalarda Isı Yalıtımı ve Isı Yalıtım Malzemeleri, Türkiye Mühendislik Haberleri (TMH), 487(4), 62-75.

Yılmaz, A., 2012, Apartmanların Dış Kabuğuna Uygulanan Isı Yalıtımının Bina Enerji Performansına Etkisi (Konya ve Erzincan Örneği), Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

TS EN 13501-1, 2003, Türk Standartları Enstitüsü Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, Ankara.

Schimschar, S., Boermans, T., Kretschmer, D., Offermann, M. ve John A., 2016, Türkiye için U-Değerleri Haritaları Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (EPBD) bağlamında maliyet etkinliğe yönelik karşılaştırmalı metodolojinin uygulanması, Ecofys GmbH İzoder.

TS 825 2009, Türk Standardı Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, Ankara.

Yıldırım, G. Ş., 2021, Bor Katkılı Koyun Yününün Yalıtım Malzemesi Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması Ve Mevcut Yalıtım Malzemeleri İle Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tez, Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Konya.

Zach, J., Korjenic, A., Petránek, V., Hroudová, J., & Bednar, T. (2012). Performance evaluation and research of alternative thermal insulations based on sheep wool, *Energy and Buildings*, 49, 246-253.

