



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**BOR KATKILI KOYUN YÜNÜNÜN YALITIM
MALZEMESİ OLARAK
KULLANILABİLİRLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI VE MEVCUT YALITIM
MALZEMELERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

Giray Şamil YILDIRIM

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Kasım-2021
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Giray Şamil YILDIRIM tarafından hazırlanan “Bor Katkılı Koyun Yününün Yalıtım Malzemesi Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması ve Mevcut Yalıtım Malzemeleri ile Karşılaştırılması” adlı tez çalışması 11/11/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. Ülkü Sultan KESKİN

Danışman

Doç. Dr. Mustafa ALTIN

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Süleyman Kamil AKIN

İmza

.....

.....

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN
Lisansüstü Enstitü Müdürü

Bu tez çalışması Konya Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinatörlüğü tarafından 211022002 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.

Giray Şamil YILDIRIM

Tarih: 11/11/2021

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BOR KATKILI KOYUN YÜNÜNÜN YALITIM MALZEMESİ OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI VE MEVCUT YALITIM MALZEMELERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Giray Şamil YILDIRIM

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Mustafa ALTIN

2021, 120 Sayfa

Jüri

**Prof. Dr. Ülkü Sultan KESKİN
Doç. Dr. Mustafa ALTIN
Dr. Öğr. Üyesi. Süleyman Kamil AKIN**

Türkiye gibi gelişmekte olan ve aynı zamanda enerji yönünden dışa bağımlı bir ülkede ısı yalıtımı konusu her zaman çok önemli olmuştur. Bu yüzden de ülkemiz için yalıtım malzemelerinin çeşitliliğinin artırılması gerekmektedir. Bu düşünceden yola çıkılarak uygun maliyetli ve doğal yeni bir yalıtım malzemesi üretimi amaçlanmıştır. Bu projede bor katkılı koyun yünü bir yalıtım malzemesi üretilip piyasadaki mevcut yalıtım malzemeleriyle 1/1 ölçekli bir yapı üzerinde karşılaştırılmıştır. Projede üretilen yalıtım malzemesini kıyaslamak için kullanılan diğer yalıtım malzemeleri EPS (Genleştirilmiş polistiren sert köpük) ve taş yünüdür. Önce bina tamamen taş yünü kaplanarak cephelerin ortamdaki sıcaklığa ve neme olan etkisi gözlemlenirken sonrasında bir odaya EPS diğer odaya ise koyun yünü yalıtım malzemesi kaplanarak üç yalıtım malzemesi de birlikte kıyaslanmıştır. Ortam ve yüzey sıcaklığı olarak iki aşamada gerçekleştirilen sıcaklık deneyinde en iyi sonucu taş yünü verirken nem deneyinde en iyi yalıtımı EPS sağlamıştır. Ses deneyinde ise taş yünü ve EPS çok yakın desibel absorbe ederken bor katkılı koyun yünü yalıtım malzemesi daha fazla ses yalıtımı sağlamıştır. Sonuç olarak çalışmalarının daha başlarında olan koyun yünü yalıtım malzemesinin daha 1 cm'lik üretimiyle bile 5 cm olarak kıyaslanan taş yünü ve EPS'yle beklenen seviyenin oldukça üstünde bir rekabet içine girdiği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Koyun yünü, Isı yalıtımı, Nem Yalıtımı, Ses yalıtımı, Bor, Yalıtım malzemesi.

ABSTRACT**MS THESIS****INVESTIGATION OF USEBILITY OF BORON DOPED SHEEP WOOL AS
INSULATION MATERIAL AND COMPARISON WITH EXISTING
INSULATION MATERIAL****Giray Şamil YILDIRIM****Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Civil Engineering****Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mustafa ALTIN****2021, 120 Pages****Jury****Prof. Dr. Ülkü Sultan KESKİN
Assoc. Prof. Dr. Mustafa ALTIN
Asst. Prof. Dr. Süleyman Kamil AKIN**

In a country that is developing and at the same time that is dependent on external countries in terms of energy, such as Turkey, heat insulation has always been extremely important. And therefore, it is necessary to increase the variety of insulation materials for our country. Based on this very idea, it is aimed to produce a new insulation material that is both cost-effective and natural. In this project, an insulation material that is of sheep wool and boron added was produced and compared with existing insulation materials on the market on a 1/1 scale structure. Other insulation materials that are used to compare with the insulation material produced in the project are EPS and rock wool. First, the building was completely covered with rock wool and the effect of the facades on the ambient temperature and moisture was observed. And after that, by covering one room with EPS and the other with sheep wool insulation materials, all three insulation materials were compared together. While the rock wool gives the best results in the temperature test carried out in two stages, one being the ambient and the other being the surface temperature, in the moisture test, EPS provided the best insulation. In the sound test, while the rock wool and EPS absorbed an approximate number of decibels, the boron added sheep wool insulation material provided greater sound insulation. As a result, it was observed that the sheep wool insulation material that is still at the beginning of its work/research, even with its 1 cm production, entered into a competition with the rock wool and EPS that were supplied as 5 cm which went well above the expected level.

Keywords: Sheep wool, Insulation material, Moisture insulation, Sound insulation, Boron, Thermal insulation

ÖNSÖZ

Bana gösterdiği sabır, ilgi, anlayış, öneri, destek ve yardımları için yüksek lisans vesilesiyle şans eseri bir şekilde tanımış olduğum fakat keşke çok daha önceden tanıma, bilgi birikiminden faydalanma ve ders alma fırsatı yakalasaydım dediğim saygıdeğer büyüğüm, hocam ve danışmanım Doç. Dr. Mustafa ALTIN' a,

Deney binasının yapım aşamalarındaki katkılarından dolayı Ytong firmasından Konya Bölge Müdürü sayın Hüseyin AVCAN' a, Yardımcı Prefabrik Holding A.Ş' den sayın Tevfik YARDIMCI' ya ve Ünlü İnşaat'tan sayın Çağrı ÜNLÜ' ye,

Deney süreçlerimde benden yardımlarını esirgemeyen sayın Öğr. Gör. Yavuz Selim TAŞPINAR' a, Şahika AYDEMİR' e ve İnş. Müh. Mehmet Hakkı KINAY' a,

Bana her zaman oldukları gibi bu zor dönemimde de ayrıca destek olan ve anlayış gösteren sevgili aileme çok teşekkür ederim.

Giray Şamil YILDIRIM
KONYA-2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET	1
ABSTRACT.....	2
ÖNSÖZ	3
İÇİNDEKİLER	4
1. GİRİŞ	7
1.1. Isı Yalıtımı	11
1.1.1. Isı yalıtımının önemi	14
1.1.2. Isı yalıtımının faydaları.....	15
1.1.3. Isı yalıtımının uygulandığı yerler	17
1.1.4. Isı yalıtımının maliyeti.....	18
1.1.5. Isı yalıtım malzemeleri	19
1.2. Su Yalıtımı.....	25
1.3. Ses Yalıtımı.....	26
1.4. Yangın Yalıtımı	27
1.5. Yün Lifi.....	29
1.5.1. Yün lifinin kimyasal yapısı.....	30
1.5.2. Yün liflerinin fiziksel özellikleri.....	31
1.5.3. Yün lifinin kimyasal özellikleri	32
1.5.4. Teknik uygulamalar açısından yünün önemli özellikleri.....	33
1.6. Bor	35
1.6.1. Bor elementinin fiziksel özellikleri.....	36
1.6.2. Bor elementinin kimyasal özellikleri	37
1.6.3. Ticari öneme sahip bor mineralleri ve bileşikleri	37
1.6.4. Bor minerallerinin ve bileşiklerinin kullanım alanları.....	38
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	40
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	43
3.1. Saha Deneyleri.....	46
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	52
4.1. Cephe Farkının Sıcaklık ve Neme Etki Oranının Tespit Edilmesi	52
4.1.1. Sıcaklık deneyi.....	52
4.1.2. Nem deneyi	73
4.1.3. Ses deneyi	76
4.2 Yalıtım Malzemelerini Kıyaslama Deneyleri	82
4.2.1. Sıcaklık deneyi.....	82
4.2.2. Nem deneyi	101
4.2.3. Ses deneyi	104
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	107

5.1 Sonuçlar	107
5.2 neriler	110
KAYNAKLAR	111



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Simgeleri yazmaya buradan başlayınız ve yazım kılavuzunda belirtildiği şekilde düzenleyiniz. Simgelerin bitiminden sonra, kısaltmalar başlığından önce bir satır boşluk bırakınız.

Kısaltmalar

Kısaltmaları yazmaya buradan başlayınız ve yazım kılavuzunda belirtildiği şekilde düzenleyiniz.



1. GİRİŞ

Türkiye gibi gelişmekte olan ve aynı zamanda enerji yönünden dışa bağımlı bir ülkede ısı yalıtımı konusu her zaman çok önemli olmuştur. Ülkedeki mevcut ekonomik problemlerden sıkıntı yaşayan sektörlerin başında gelen inşaat, yalıtım malzemelerini de ekonomiklik olarak doğrudan etkilemiştir. Mevcut şartlardan ötürü de ülke açısından daha ekonomik bir yalıtım malzemesi arayışı doğmuştur.

Türkiye enerji ithalatına her yıl ortalama 45 ila 50 milyar dolar arasında para harcamaktadır ve bunun üstüne kendi enerji üretimimizi de eklediğimizde ülkemizin bugünkü toplam enerji maliyeti yaklaşık 60 milyar dolar seviyesindedir. Türkiye'deki enerjinin yüzde 30,5'i binalarda kullanılırken, bu enerjinin de yüzde 80'i yaşanan ortamı ısıtma veya soğutma gayesiyle kullanılmaktadır. Türkiye'de, yalıtım işlemi uygulanmış ve enerji kimlik belgesine sahip yaklaşık 1 milyon olmak üzere toplam 9 milyon civarında bina bulunmaktadır. Enerji konusunda dışa bağımlı olduğumuz çok net bir gerçek iken maalesef tasarruf konusunda yeterli çalışma yapılmamaktadır. Ülkemizdeki tüm binalara yalıtım yapılması halinde bu çalışmanın Türkiye'nin yıllık ekonomisine katkısının 9 milyar dolar civarında olacağı çeşitli kaynaklarca hesaplanmaktadır (Pelesen, 2019).

Yalıtım malzemelerinde fazla bir çeşitlilik olsa da piyasaya tutunabilmiş yalıtım malzemelerinin sayısı oldukça azdır. Bu yüzden de tüketiciler tam olarak kendilerine, yani yalıtım uygulamak isteyecekleri yapının tam olarak neye ihtiyacı olduğunu saptayamadan mecburi bir seçim yapmak zorunda kalmaktadırlar. Aslında temel çözüm piyasadaki mevcut yalıtım malzemelerinin çeşitliliğinin artırılması akabinde de tüketicilerin tam olarak yapıdaki sorunun temeline inip o probleme yönelik çözüm olacak yalıtım malzemesini seçebilmelerini sağlamaktır.

Şu an yalıtım olmayan bina yapmak ve iskân ruhsatı almak mümkün olmamakla birlikte mevcut yalıtımsız binaların özellikle de resmi kurum ve kuruluşların acilen gerekli yalıtımlarının yapılmasının gerekliliği bilinmektedir. Aynı zamanda 01.01.2020 tarihinden beri alıcı tarafından yapının Enerji Kimlik Belgesi olmadan satış işleminin yapılmasını onayladığı durumlar haricinde enerji kimliği olmayan binalar satılamamakta ve kiralanamamaktadır (url_1). Günümüzde ısı yalıtımı, su, rutubet, ses ve yangın yalıtımı için birçok ürün üretilmekte hatta bazı ürünler su ve rutubet için kullanılmakta bazı ürünler ise hem ısı hem de yangın yalıtımı amacı ile kullanılmaktadır. Yeni teknolojik gelişmeler doğal ve çevreye daha duyarlı üretim

aşamasında en az enerji ihtiyacı olan ürünlere bizleri yönlendirmektedir. Bu motivasyondan hareketle; doğal, çevreci ve aynı zamanda dışa bağımlı olmadan üretilebilecek yeni bir yalıtım malzemesi üretimi amaçlanmıştır.

Koyun yünü, nano bir malzeme, doğal ve akıllı bir elyafıdır. Üstün performansı ile dünyanın en kaliteli, saf, temiz ve çevre dostu yalıtım materyallerindendir. Yün, gelişmiş ülkelerde yüksek katma değerli ürünlere çevrilerek kullanıcıların sağlıklı ve doğal olması gibi sebeplerle daha fazla tercih ettiği, bu sebepten dolayı da daha geniş kullanım alanı oluşmuş bir malzemedir. Koyun yünü yanmaz, yangından korur, bulunduğu ortamdaki nemi, ısıyı ve ses dalgalarını regüle eder. Çevreye ve insan sağlığına hiçbir yan etkisi yoktur. Koyun yünü ve diğer yapağı yan malzemelerinin üretim aşamaları sarf edilirken açığa çıkan enerji ve kimyasal maddeler, daha minimaldir ve tehlike içermez. Koyun yünü ve katma değer ürünleri, kendisine benzer diğer malzemelerle kıyaslandığında çevre dostu olma, kaynak israfını engelleme ve insan sağlığına yönelik problemler çıkarmama gibi önemli avantajlara sahiptir. Koyun yününde insan sağlığını ve çevreyi negatif etkileyecek hiçbir unsur yoktur, tam aksine yaşanılabilir ortamlarda hayat standardını artırıcı pozitif özelliklere sahiptir. Koyun yünü normal olarak koyunlar tarafından her zaman üretilmektedir. Fakat bu yapağların yeterince efektif değerlendirilememesinden dolayı ortaya yüksek ekonomik kayıplar ve birikiminden dolayı çevrenin olumsuz etkilenmesi istenmeyen boyutlara ulaşmıştır. Geleneksel olarak tarihimizde ve kültürümüzde günlük hayatımızdaki birçok eşya yünden yapılmış olup, yünün hayatımıza kattığı fayda yaşantımızda sıklıkla yer almıştır (Polat, 2010). TÜİK 2021 ilk dönem verilerine göre Türkiye'deki koyun sayısı 45 milyonu aşmışken bu koyunlardan elde edilen yapağı tonajı da yaklaşık 90 bin seviyelerini bulmuştur (url_2).

Kepenek, keçe ile üretilen çobanların soğuk havalarda üşümek ve ıslanmamak için kullandıkları dikişsiz ve kolsuz üsttür (Begiç, 2016). Yıllar boyu çobanlar olumsuz hava şartlarında bu giysiyi kullanmak suretiyle yayla vb. yerlerde hayatlarını gayet rahat bir şekilde devam ettirebilmişlerdir. Kepenekten yola çıkarak neden koyun yününden üretilecek hem ucuz maliyetli hem de doğal bir yalıtım malzemesi yapılmasını fikriyle bu çalışmaya başlanmıştır.

Bu bilgilerden yola çıkılarak koyun yünüünün değerlendirilmesi, olması muhtemel hem güvelenme gibi olumsuz etkileri gidermek için hem de yangın dayanımında etkili bir mukavemet arttırmak için bor katkılı bir yalıtım malzemesi üretimi kararı alınmıştır. Çizelge 1.1.'de daha önceki çalışmalardan elde edilmiş farklı

yalıtım malzemelerine ait teknik detay karşılaştırılması verilmiştir. Buradan da görüleceği üzere bor katılmadan elde edilen koyun yünü bile teknik olarak diğer malzemelerden birçok özelliği ile ön plana çıkmaktadır.

Çizelge 1.1. Koyun yününün diğer yalıtım malzemeleriyle karşılaştırılması (Polat, 2010).

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
Hammadde 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'ı ifade etmektedir. Buhar direnç katsayısı; havanın buhar difüzyon direnç katsayısı 1μ kabul edilmiştir. Nem çekme kapasitesi %; ortamdaki bağıl nem tutabilme katsayısı					

Üretilen koyun yünlü yalıtım malzemesine bor mineralinin katılması düşüncesinin sebebi ise; hem yangın mukavemetini arttırmak hem de güvelenmesini önlemektir. Bu yalıtım malzemesinin başarılı bir sonuç çıkarması halinde şüphesiz ki en büyük kazanç Türkiye'nin olacaktır. Çünkü bor Türkiye için çok önemli bir madendir. Dünya bor rezervinin yaklaşık %73'ü Türkiye'de bulunmaktadır. Dolayısıyla yeni bir yalıtım malzemesi üretiminin yanı sıra bor mineralinin farklı bir alanda işlenerek üretilmesi, enerji gereksinimlerinin büyük bir kısmı ithalata bağımlı olan bir ülke için önemlidir. Aynı zamanda koyun yünü şu an atık bir malzeme olarak hem çevre için hem de ekonomik olarak faydalanılamadığından bir kayıp olarak değerlendirilebilir. Geliştirilen yalıtım malzemesi ile hem atıl duran ve çevreye zararlı yünler değerlendirilecek hem de oluşacak taleplerden dolayı koyun yetiştiriciliği artacaktır. İşsizliğin ciddi boyutlara ulaştığı ülkemizde aynı zamanda hem koyun yetiştiriciliği hem de yeni çevreci bir yalıtım malzemesinin üretilmesi aşamasında ve uygulanmasında bir nebze de olsa işsizliğe karşı katkı sağlanacağı söylenebilir. Çizelge 1.2'de 2020 yılı hayvancılık birim başına prim ve destekleme miktarları verilmiştir.

Çizelge 1.2. 2020 yılı hayvancılık birim başına prim ve destekleme miktarları (url_3).

HAYVANCILIK GENEL MÜDÜRLÜĞÜ DESTEKLEME KONULARI			2020 (TL)
Buzağı / Malak / Manda Desteği (baş)	4 ay ve üzeri buzağı		370
	Soykütüğüne kayıtlı		İlave 175
	Döl kontrolü boğanın yavrusu		İlave 50
	Bakanlıkça belirlenen iller		İlave 100
	Etçi ve Kombine ırk tohumlama		600
	Anaç manda		250
	Soy kütüğüne kayıtlı manda		İlave 200
	Malak		250
Süt Teşvik Primi (litre)	Soy kütüğüne kayıtlı malak		İlave 200
	İnek sütü		Bakanlık
	Manda sütü		Bakanlık
	Küçükbaş hayvan sütü		Bakanlık
	Örgütler Aracılığıyla Pazarlanan		Bakanlık
İslah Amaçlı Süt Kalitesi Desteği			150
Küçükbaş Anaç Hayvan Desteği (baş)	Anaç Koyun-Keçi		30
	Mardin, Siirt, Şırnak illerinde Anaç Tiftik Keçisine ilave		20
	Sürü Büyütme ve yenileme		100
	Küçükbaş soykütüğü	Koyun keçi	100
		Koç teke	500
Arıcılık	Arılı Kovan (kovan)		15
	Damızlık Ana Arı (adet)		80
	Ana Arı (adet)		-
	Oğlak		30
Tiftik Üretimi Desteği (kilogram)	Anamal		28
	Tali		20
İpekböceği Üretimi Desteği (kilogram)	Tohum (kutu)		100
	Yaş		70
Sürü Yöneticisi İstihdamı Desteği (işletme) (200 baş anaç ve üzeri işletme)			5.000
Düve Alım Desteği (Mera Yetiştiriciliği Bölgesi)			%40 hibe
Besilik erkek sığır (baş)			250
Hastalıklardan ari İşletme	Hastalıktan ari (baş)		450
	Onaylı Süt Çiftliği(baş)		İlave 100
Aşı ve Küpe Desteği	Büyükbaş		1,5
	Küçükbaş		1
Atık desteği	Büyükbaş		1.000
	Küçükbaş		150

Üretilen yalıtım malzemesinin en önemli üstünlüklerinden biri şüphesiz ki maliyetidir. Bu yalıtım malzemesinin ana ham maddesi olan koyun yünü ülkemizde yılda yaklaşık 90.000 ton yapağı olarak üretilir ve bunun yaklaşık %10'u değerlendirilirken kalanı ise boşa gitmektedir. Kalan malzeme atık olarak çevre için zararlıdır. Bu atık malzemelerin değerlendirilmesi, üretilen yalıtım malzemesinin hammadde için çok ekonomik bir girdi olacağı dolayısıyla bu durum da malzemenin maliyetinin düşük olacağının çok açık bir göstergesidir.

Koyun yünü ile ilgili literatürde çok az çalışma bulunmaktadır. Yüksek Öğretim Kurulu'nun Ulusal Tez Merkezi platformunda "koyun yünü" konusuyla ilgili sadece 3 tez çalışması bulunmaktadır ve bu çalışmalar da biyoteknoloji alanı ile ilgilidir. Dolayısıyla koyun yününün inşaat sektöründe yalıtım malzemesi olarak kullanılması amacı ile ilgili yapılabilecek ciddi çalışma ihtiyacı olduğu söylenebilir.

Bu projeyi farklı kılan diğer bir önemli unsur ise, üretilen yeni yalıtım malzemesinin mevcut yalıtım malzemeleri ile karşılaştırılmalarının Konya Teknik Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu İnşaat Bölümü Yangın Deney Laboratuvarı amacı ile inşaatı yapılan 1/1 ölçekli gerçek bir yapı üzerine uygulanmış olmasıdır. Deneyleri 1/1 ölçekli gerçek bir yapıda yapmak istenmesinin temel sebebi; gerçek hayattaki şartların laboratuvar ortamındaki deneysel sonuçlara göre farklılık gösterebileceği düşüncesidir. Yapıya uygulanan yalıtım malzemesinin gaz beton, sıva, file hatta boyayla olan aderansı bile binadaki yalıtım durumunu etkilemektedir. Bu tarz çalışmaların neredeyse hepsi tek bir yalıtım malzemesi levhasına yapılan deneyler sonucunda yorumlanmıştır. Tasarlanan deney düzeneğindeki amaç 1/1 ölçekli bir binanın farklı yalıtım malzemeleri ile kaplanması ve ısı, ses, nem gibi değerlerin birebir bir yapı sisteminde izlenmesidir.

Sonuç olarak bu tez çalışmasında, dünya bor kaynaklarının %72'sinden fazlasının ülkemizde olması borun teknik özelliklerinin de dikkate alınıp koyun yünü ile %5 oranında karıştırılarak yeni bir ısı, ses, yangın ve rutubete karşı tüm özellikleri üzerinde taşıyan çevreci bir yalıtım malzemesi üretimi amaçlanmıştır. Üretilen bor karışımı koyun yünlü yeni malzemenin teknik özelliklerinin piyasadaki mevcut yalıtım ısı, ses, yangın ve rutubet yalıtımı amacı ile üretilen malzemeleriyle 1/1 ölçekli bir yapı üzerinde karşılaştırılmıştır. Tez çalışmasında kullanılan diğer yalıtım malzemeleri: Genleştirilmiş polistiren sert köpük (EPS) ve taş yünüdür. Bu yalıtım malzemelerini sıcaklık, nem ve ses deneyleriyle kıyaslayıp üretilen yalıtım malzemesinin diğer piyasada önemli yer tutan yalıtım malzemeleriyle karşılaştırmaları yapılmıştır.

1.1. Isı Yalıtımı

Isı, maddeler arasında farklı sıcaklıklarda yer değiştiren enerjinin adıdır. Maddenin katı fazda, sıvı fazda veya gaz fazında olup olmadığına bakılmaksızın, ısı daha yüksek enerjili materyalden daha düşük enerjili materyale aktarılacaktır. Buna ısı değişimi denir. Isı enerjisinin birimi joule (j) veya kaloridir (cal). Sıcaklık, 0 °C (suyun donma noktası) ve 100 °C (suyun kaynama noktası) değerlerini kaynak olarak baz alır. Cıva termometresinde suyun donma ve kaynama seviyesi işaretlenir ve aralığın 100 eşit parçaya bölünmesiyle de her derece aralığı belirlenir. Bir nesnenin sıcaklığı, moleküllerinin titreşim hızına bağlıdır. Molekülleri ne kadar hızlı titreşirse, nesne o kadar sıcaktır ve ne kadar yavaş titreşirse, nesne o kadar soğuk olur (Topçuoğlu, 2017).

Isı, değişik sıcaklıklara sahip kapalı ortamlarda; sıcaklığın yüksek olduğu kısımdan düşük olduğu kısma doğru yönelim gösterir. Isı bu yönelme esnasında, kapalı ortamlar arasındaki materyallerin ısı iletkenlik katsayılarına ve kalınlıklarına dayalı olarak bir engelle karşılaşır. En temel tanımla ısı yalıtımı, ısı kaybını azaltan bir engeldir. Isı kaybı iletim, taşınım ve ışıınım aşamaları ile gerçekleşir (Topçuoğlu, 2017).

Binalarda duvar ve çatı üzerinden iletim yoluyla ilerleyen ısı şekli en önemli ve yoğun ısı kaybı örneğidir. Isı kaybının diğer gerçekleşme yolları pencerelerden ışıınım, kapıların ve pencerelerin aralarından ise taşınımdır (Bektaş, 2018). Şekil 1.1’de binalarda gerçekleşen ısı kayıp oranları gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Binalarda meydana gelen ısı kayıp oranları (EduRev Notes, 2014).

İnsanlığın varlığından bu yana en önemli ihtiyaç barınma olmuştur. İnsanoğlu, 1 atmosfer basınç, 25 °C sıcaklık ve % 40 ila % 60 arasında değişen bağıl nem ortamında; 37 °C civarında olan standart vücut sıcaklığını koruyabilmektedir. Bu şekilde kendisi için kritik önem taşıyan kimyasal reaksiyonlar sorunsuz bir şekilde gerçekleşebilir ve insan, sağlıklı olarak hayatını devam ettirebilmektedir. Bahsedilen bu koşulların sağlandığı durumlar “Isıl Konfor Şartı” olarak bilinir. İnsanlar kötü hava koşullarından korunabilmek, aşırı soğuk ve sıcaktan etkilenmemek ve ısı konfor şartını daima sağlayabilmek için ilk zamanlardan beri kendilerine barınaklar yapmıştır. İlerleyen medeniyet seviyesi ile yaşamakta olduğumuz ortamların ısı konfor şartları da yükselmiştir ve bu sebeple de hayatımızda artık yüksek teknolojik ısıtma ve soğutma sistemleri kullanılmaya başlanmıştır (Özer, 2006). Bu kullanılan teknolojik aletlerin elbette ki en büyük dezavantajı çıkardığı ekonomik külfettir.

Sonuç olarak hayatlarımızı sürdürdüğümüz bu binalarda daha az seviyede enerji harcayarak ısı konfor şartlarımızı stabilize edebilmemizdeki en önemli unsur “Isı Yalıtımı” uygulamasıdır (Özer, 2006).

Yalıtım ise “izole etmek, dış etkilere ayırmak ve tecrit etmek anlamlarına gelmektedir. İnşaat alanında yalıtım; “yapıyı, kendisi ile içerisindeki canlıları ve nesneleri olumsuz etkilere korumak için yapılan önlemler paketi” olarak nitelendirilmektedir. Diğer bir deyişle yapının ve yapıda barınanların rutubet, ısı kaybı ve gürültü gibi istenmeyen dış faktörlerden korunması amacıyla yapının tecrit edilmesine izolasyon adı verilmektedir. Yapı yalıtımı, materyalin üretiminden sahada uygulanmasına kadar çok yönlü detay barındıran ve birçok bilim dalını ortak paydada buluşturan bir konudur. Bu sebeple de bina yalıtımında, ekonomi, fizik, kimya, makine, inşaat ve mimarlık gibi birçok bilim dalı işbirliği içinde çalışmaktadır (Topçuoğlu, 2017).

İnsanlar tarafından en çok bilinen izolasyon çeşidi ısı yalıtımıdır. Türkiye kendisinin ihtiyaç duyduğu tüm enerjiyi üretememektedir dolayısıyla da enerji ithalatına bağımlı bir noktadadır. Ülkemizde tüketilen enerjinin büyük bir bölümünün yaşam alanlarını ısıtma sebebiyle kullanıldığını göz önüne alırsak, neden izolasyon sözcüğünün genelde ısı yalıtımı olarak algılandığını çok net bir şekilde anlamış oluruz. İzolasyon ihtiyacı, insanların memnun olmadığı ve rahatsızlık duyduğu hususları ortadan kaldırmak ya da en azından etkisini hafifletmek amacıyla doğmuştur. Sıcak havalarda serin, soğuk havalarda ise ılık bir ortam arayışı ısı izolasyonu ihtiyacını ortaya çıkarmıştır (Bektaş, 2018).

Isı izolasyonuna farklı nitelemeler de yapılabilir. Isı izolasyonu enerji kaybını engellemek için sıcaklık farkının sebep olduğu ısı geçişlerinin sınırlandırılmasıdır. Diğer bir deyişle ısı izolasyonu yapının ısı konfor şartı için gerekli olan optimum havanın dış ortama kaçmasının ya da istenmeyen koşul içeren havanın iç ortama girmesinin engellenmesi olayıdır. Yapılarda enerji kullanımını ve ısı kaybını azaltmak için ısı izolasyonu uygulanmalıdır. Bir yapıda duvar ve çatı olmak üzere ısı kaybının yoğun tespit edildiği noktalara ısı izolasyonu yapılması ile o bölgelerdeki ısı kaybı azaltılabilir (Bektaş, 2018).

Isı izolasyonunun önemini daha iyi anlamak için bazı konu başlıklarının da vurgulanması gerekir. Bu konu başlıkları enerjinin aktif kullanımı, ısı konfor şartı ve hava kirliliğidir. Enerjinin aktif kullanımı, ısıtma ve soğutma işlemleri için tüketilen toplam enerjinin istenilen şartlar sağlanarak sınırlandırılmasıdır. Enerjiden maksimum verim alınarak kayda değer tasarruf oranlarına erişilebilir. Isı konfor şartı ise canlıların mutlu, huzurlu ve üretken olabilmeleri için gereksinim duyduğu içyapı ortamıdır. Konutlar, alışveriş merkezleri, okullar ve hastaneler gibi insanların birlikte bulundukları

ortamlarda konforlu bir alan oluşumu sağlanmalıdır. Hava kirliliği ise, canlı ve çevre sağlığını sıkıntıya sokan önemli bir sorundur. Enerji kaynakları kullanılırken atmosfere zararlı gaz salınımı olur. Sağlıklı bir izolasyon çalışması ile enerji kullanımı azalacağından dolayı yaşadığımız çevreye daha az miktarda zararlı gaz yayılır (Onbaşıoğlu, 2013).

İzolasyon sektörünün en yaygını olan mantolama uygulamaları, gelişmişlik seviyesi yüksek ülkelerde 1970 yıllarında kullanılmaya başlanmışken ülkemizde ise 1991 yılında dışardan ithal edilen yalıtım malzemeleri vasıtasıyla öğrenilmiştir. Aynı döneme paralel olarak 1990'lı yılların başlarında da ısı kaybının yoğun olduğu dış cephe doğramalarında çift cam uygulamasına başlanmıştır (Çölhan, 2001).

1.1.1. Isı yalıtımının önemi

Isı sıcak ortamdaki soğuk ortama doğru ilerler ve bu iki ortam arasındaki ısı direnç düştükçe bu ilerlemenin hızı artar. Yapıların kış aylarında dışarıya doğru hareket eden ısı kayıplarını ve yaz aylarında dışarıdan yapı iç ortamına hareket eden ısı hareketini azaltmak, yaşadığımız ortamın ısı konfor şartını optimize ederken binayı ısıtmak veya soğutmak için harcanan enerji miktarını da düşürmüştür. Isı kayıplarını azaltmak için en yaygın olarak kullanılan yöntem, yapılara uygulanması en makul olan ve ekonomik açıdan da en iyi fiyat/performans oranını veren ısı yalıtımıdır. Beton ısı iletkenlik katsayısı yüksek bir materyal olduğu için betonarme yapılarda ısı yalıtım malzemeleri kullanılmadığında ısı kaybı fazla olmaktadır. Bu sebeple de betonarme yapılarda ısı konfor şartlarının sağlanması için mutlaka ısı yalıtım uygulaması yapılmalıdır (Soğukoğlu ve Vatan, 2014).

Isı izolasyonu iç ortamdaki kışın soğuk havayı yazın ise sıcak havayı optimize etmek amacıyla yapılan bir çalışmadır. Yalıtım vasıtasıyla sıcaklık değerleri birbirinden farklı olan iki konum arasında ısı geçişi azaltılmış olur. Yalıtımlı binaların avantajı sadece yaz aylarında serin, kış aylarında ise sıcak ortam oluşturmak değildir. Bunun yanında sağladığı enerji tasarrufu ve çevre sağlığına yararı da kesinlikle unutulmamalıdır (Bektaş, 2018). Enerji tasarrufunun Türkiye için önemi çok büyüktür. Enerjide dışa bağımlı olan bir ülke olduğumuz için yapılacak her bir enerji tasarrufu aynı zamanda milli gelire çok net bir yansıma olarak bize geri dönecektir.

1.1.2. Isı yalıtımının faydaları

- Isı geçişinin önlenmesiyle enerji ve yakıt bazında yarı yarıya tasarruf sağlanabilir. Yapının ilk yatırım ve işletme giderleri azalır. Yakıt harcamalarının azalmasına rağmen iç ortamın ısınma oranı artar (Kibici, 2016).
- Isı izolasyonlu yapılarda ısıtma ve soğutma işlemleri için harcanan enerji miktarı daha az olur. Bunun akabinde de çevreye verilen zarar buna paralel olarak azalır. Bu tasarrufların yanında genel verimliliğin de artması cabasıdır (Kibici, 2016).
- Isıtma ve soğutma maksadıyla yapılan yakıt harcamalarından en az %60 civarında tasarruf yapılarak kış aylarında daha sıcak bir ortam, yaz aylarında ise daha serin bir yaşam alanı oluşmasını sağlar (İzoder, 2017).
- Türkiye’de dört farklı derece gün bölgesi mevcuttur. Birinci derece gün bölgemizde yer alan illerimizde yaz mevsiminde sıcaklıklar 40 ila 45 derecelere kadar ulaşmaktadır. Bu illerimize yapılan ya da yapılacak olan ısı izolasyonunun yararı, kış aylarında yapılan ısıtma harcamalarından ziyade yaz aylarında yapılan serinletme harcamalarında fark edilmektedir. İç ortamı serinletme harcamaları, ısıtma harcamalarına oranla 3 ila 6 kat daha yüksek meblağlara mal olmaktadır. Dış hava sıcaklığının iç ortam sıcaklığından daha yüksek olduğu bir konumda yeterli izolasyon yapıldığında dış ortamdan iç ortama ısı transferi azalır. Dolayısıyla da serinletme işleminin düşük seviyede devam etmesi sağlanarak enerji tasarrufu yapılması mümkündür (Kozak, 2015).
- Isı izolasyonunun yararlarından biri de o ortamda yaşayanların sağlığına olan pozitif etkisidir. İnsanoğlunun çalışma verimliliğini bulundukları konumun sıcaklığı çok yüksek düzeyde etkilemektedir. Çalışma ortamının ısı konfor şartları, çalışanların fiziksel ve mental üretim hızını doğrudan etkiler. Isıl konfor şartı ve iç ortam hava kalitesi, insanların çalıştıkları konumda kendilerini rahat hissedebilecekleri ve aksi şartlardan oluşabilecek sağlık sorunları ile yüzleşmeyecekleri bir ortamın özellikleridir. Çalışan sağlığı, iç ortam hava durumu ve iç ortam bağıl nemi iş verimini doğrudan etkilemektedir (Kozak, 2015).
- İzolasyonsuz yapıların duvarlarında ve perdelerinde difüzyon sebebiyle yoğuşma gerçekleşir. Duvardaki bileşenler zarar görür. Bu duvarların yüzeylerinde terlemeden dolayı küflenme ve siyah noktalar oluşur. Duvardaki sıva ve boya

kabarıp. Duvarın pencereye yakın olan kısmı daha soğuk iken diğer bölgeler daha sıcak olur dolayısıyla da iç ortamda tutarsız bir ısı dağılımı meydana gelir. Tüm bu durumlardan ötürü de insan sağlığı açısından sağlıklı bir koşul oluşur (Özen, 2016).

- Yaz aylarında kullanılan klimalar grip oluşumunu tetiklerken diğer hastalıklara da bulaşmaya hazır ortam oluştururlar (Özen, 2016). Yaz mevsiminde sıcaklıkların yüksek olduğu bölgelerdeki yapılarda yapılacak olan ısı yalıtımı sayesinde klima kullanımı da azalacağından ısı yalıtımının insan sağlığına doğrudan katkısı rahatlıkla gözlemlenebilir.
- Isı izolasyonu su tesisatlarının yüzey sıcaklığının yüksek olması nedeniyle oralarda bulunan insanların kazaya uğramasına mani olur (İzoder, 2013).
- Optimum oda koşulları oluşturarak sağlıklı ve refah seviyesi yüksek yaşam alanları oluşturur (İzoder, 2017).
- Isıl işlem uygulanan bir iç ortamda sıcak hava soğuk kısımlara doğru hareket eder. İzolasyonsuz veya yetersiz izolasyonlu bir ortamın bir önceki maddede belirtildiği gibi yüzey sıcaklıkları düşük olmaktadır ve sıcak hava dalgası soğuk yüzeylere (pencereler) doğru ilerler. Bu hareket nedeniyle ortamda bir hava akımı meydana gelir. Yaşam alanında konfor açısından bu bahsedilen hava akımının gerçekleşmesi tercih edilmez. Bu nedenle de duvar iç yüzey sıcaklığının yükseltilmesi için ısı izolasyonu yapılır. İç yüzey sıcaklığı ısı konfor şartı açısından önemli bir kavramdır. Isı yalıtımı sayesinde hem konforlu bir mekan tahsis edilmiş olur hem de ısınma ihtiyacı için gerekli olan yakıt tüketimi azaltılır (Kozak, 2015).
- Yapılardaki oda sıcaklığını konforlu hale getirmek için ortam ısısı ile iç duvar yüzey sıcaklığı arasında 2 ila 3 derecelik bir fark aranır. Fakat izolasyonsuz yapılarda bu fark daha fazla olursa, iç ortamda istenmeyen bir hava sirkülasyonu meydana gelir (Özen, 2016). Bu da soğuk havalarda ısı kaybını artırırken sıcak havalarda ise serin havayı azaltır.
- İzolasyon uygulanmış yapılarda gerek inşaat süresince gerekse de binanın kullanım süresince daha düşük enerji ve dolayısıyla daha az maliyetli kazan, boyler, soğutma kulesi, klima, radyatör, radyatör boruları, vanalar vb. ihtiyacını ortaya çıkartacaktır. Yapılacak bu işlemlerde işçilik masrafları da azalacağından

ön yatırım ve işletim masrafları da normal bir yapıya oranla düşecektir (Özen, 2016).

- İzolasyon, betonun içerisinde bulunan donatının paslanmasını önleyerek dayanım kapasitesinin düşmemesini sağlar. Dolayısıyla da izolasyonun doğrudan korozyonu engellediği söylenebilir. Su izolasyonu en çok temelde bulunan demirleri korozyon riskine karşı korurken ısı izolasyonu ise dış duvarlarda ve çatılarda yoğunlaşmayı azaltarak korozyon riskini minimize eder (Bektaş, 2018).
- Isı izolasyonu binanın sağlığı açısından da önemlidir. Güneşin etkisi arttığında binada genleşmeler yaşanır ve bu mevcut genleşmeler belli bir noktaya yükseldiğinde binada çatlamlar başlayabilir. Çatlamlar binaya büyük zararlar verebilir ve binaya su girmesine sebep olabilir (Kozak, 2015).
- Teras kat ve temelde bulunan perdelerle kuşatılan su yalıtım ürünleri, termik deformasyonlardan onları korur (Koçu ve Korkmaz, 2002).
- Soğuk hava şartlarında kullanılan tesisatlardaki suyun donmasını engeller (İzoder, 2013).
- Isı izolasyonu sayesinde daha az yakıt harcaması yapılacağı için gereksinim duyduğu enerjinin çok büyük bir kısmını ithal etmek zorunda kalan Türkiye'nin de dışa bağımlılık durumu hafıfleyecektir (Bektaş, 2018).
- İzolasyon sektörünün büyümesi akabinde hem üretimde hem de montajda iş hacmi artacağından devletin vergi gelirinin yükselmesi ve özel sektörde istihdam artışı beklenebilir (Dağsöz, 1999).
- Cephe yalıtım kaplamaları ile yapılarda estetik bir görünüm oluşturulabilir (Bektaş, 2018).
- Isı izolasyonu sayesinde ısınmada gereken radyatör veya ısıtıcı sayısındaki azalmayla birim alandan kazanç sağlanır dolayısıyla da odaların kullanılabilir metrekaare alanı artar (Dağsöz, 1999).

1.1.3. Isı yalıtımının uygulandığı yerler

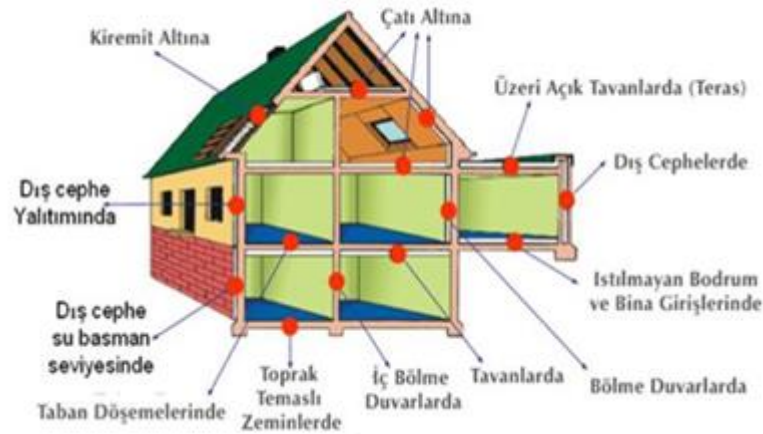
Isı izolasyonu, ısıtılmak istenen bir kapalı ortamın ısıtılmayan yapı bölümleri ile ortak noktalarına ve sıcaklık değerleri farklı olan diğer ortamlarla (atmosfer veya zemin) arasına yapılır (Bektaş, 2018).

Yapılara uygulanan yalıtım işleminin tamamen birlikte senkronize olması gerekmektedir. Bu izolasyon uygulamasından tam anlamıyla verim alabilmek için bütün duvarlara, döşemelere, çatılara yalıtım yapılmalı ve fonksiyonel pencere ve kapılar kullanılmalıdır (İzoder, 2013).

Isı izolasyon malzemeleri:

- Yapıların çatı ve dış duvarlarına,
- Döşemelere,
- Garaj ve depo gibi ısıtılmayan bölümlere komşu olan duvarlara,
- Eğimli ve teras çatılara,
- Çıkma tabanlarına,
- Tesisat boruları, havalandırma kanalları, vanalar vb. tesisat elemanlarına uygulanır.
- Ek olarak özel kaplamalı (Low-E / Solar Low-E) camlarla üretilen izolasyon camı üniteleri ve yalıtımlı doğramalar sayesinde kış aylarına pencerelerden oluşan ısı geçişleri azaltılır, yaz aylarında ise fazlası girmeyecek şekilde gün ışığından tam randıman alınır (İzoder, 2017).

Şekil 1.2.'de binalarda ısı izolasyonu uygulamasının yapıldığı kısımlar belirtilmiştir.



Şekil 1.2. Binalarda ısı izolasyonu uygulamasının yapıldığı kısımlar (Akıncı, 2007).

1.1.4. Isı yalıtımının maliyeti

Isı izolasyonunun yapının inşaat aşamasındaki maliyeti, yapının toplam maliyetinin %1'i ila %3'ü arasında değişmektedir. Binanın yapım aşamasında ısı

izolasyonu yapılırsa daha düşük bütçeli bir kazan, daha küçük bir radyatör vb. kullanılacağından dolayı işletme maliyetinin yanında ilk yatırım maliyetinden de ciddi tasarruf sağlanacaktır. Isı izolasyonuna yapılacak olan yatırım binanın niteliklerine göre değişecek şekilde 2 ila 5 sene içerisinde kendi maliyetini çıkartmış olacaktır (İzoder, 2017).

1.1.5. Isı yalıtım malzemeleri

Bu tez çalışmasında özelliklerinden bahsedilmek üzere piyasada en çok kullanılan yalıtım malzemeleri seçilmiştir. Bu yalıtım malzemeleri: EPS, XPS, cam yünü, taş yünü, kauçuk köpük, polietilen köpük ve odun talaşı levhalardır.

1.1.5.1. Ekspande polistren (EPS)

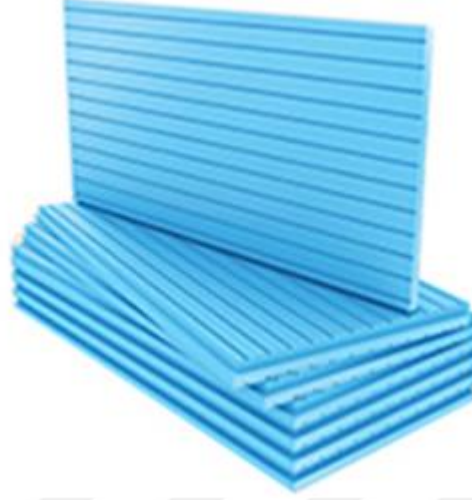
Polistiren hammaddesinin su buharı ile tepkimeye girmesiyle hammadde granüllerinin içinde var olan pentan gazının granülleri şişirmesi ve birbirlerine yapıştırması sonucu üretilmektedir. Kullanım maksadına bağlı olarak çeşitli boyut ve teknik özelliklerde üretimi sağlanabilmektedir. Isı izolasyonu ve ambalaj amacıyla piyasada yer almaktadır. Isı iletkenlik katsayısı yani λ değeri 0,040 W/mK değerinden küçük veya eşittir. Su buharı difüzyon direnç faktörü (μ) 20 ila 100 arasında değişmektedir. Kullanım sıcaklığı -50°C ila $+75^{\circ}\text{C}$ arasında değişmektedir. Kapiler emiciliği bulunmaz. Normalde asitlere ve bazlara karşı dirayetli olmasına rağmen baca gazları, metan grubu gazları, benzin grubu, eter, ester ve amin grubu kimyasallarına karşı güçsüzdür. Güneşten maruz kaldığı mor ötesi ışınları bu yalıtım malzemesine zarar vermektedir. TS EN 13501-1'e göre E ve F sınıfında yer almaktadır. BVQI tarafından verilen ISO 9001 Kalite Güvence Sistemi, ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi ve OHSAS 18001 İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Yönetim Sistemi Sertifikalarına sahip olan tesislerde üretimi sağlanmaktadır. TS 7316 EN 13163 Standardına tabi İzocam EPS ürünleri, Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (89/106/EEC) çerçevesince üzerinde CE işareti barındırması uygun görülmüştür (Kocagül, 2013). Şekil 1.3'te örnek bir EPS fotoğrafı verilmiştir.



Şekil 1.3. Ekspande polistren (EPS) (url_4).

1.1.5.2. Ekstrude polistren (XPS)

Polistiren hammaddesinden ekstrüzyon yöntemiyle elde edilmektedir. Kullanım maksadına bağlı olarak çeşitli boyut ve teknik özelliklerde üretimi sağlanabilmektedir. Isı izolasyonu amacıyla piyasada yer almaktadır. Isı iletkenlik katsayısı yani λ değeri 0,035 W/mK değerinden küçük veya eşittir. Su buharı difüzyon direnç faktörü (μ) 90 ila 100 arasında değişmektedir. Kullanım sıcaklığı -50°C ila $+75^{\circ}\text{C}$ arasında değişmektedir. Gözenekleri tamamen kapalıdır dolayısıyla da içerisine doğru olası bir su geçişine kesinlikle izin vermemektedir. Kapiler emiciliği bulunmamaktadır. Basınç dayanım değeri oldukça yüksektir. TS EN 13501-1'e göre E sınıfında yer almaktadır. OwensCorning USA Hydrovac Lisansı ile üretimi sürmektedir. BVQI tarafından verilen ISO 9001 Kalite Güvence Sistemi, ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi ve OHSAS 18001 İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Yönetim Sistemi Sertifikalarına sahip olan tesislerde üretimi sağlanmaktadır (Kocagül, 2013). Şekil 1.4'te örnek bir XPS fotoğrafı verilmiştir.



Şekil 1.4. Ekstrüde polistren (XPS) (url_5).

1.1.5.3. Cam yünü

İç pazardan ulaşılabilen bir inorganik hammadde olan silis kumunun, 1200°C ila 1250°C'lere varan sıcaklıklarda ergitilip lif haline getirilmesiyle üretilmektedir. Kullanım maksadına bağlı olarak çeşitli boyut ve teknik özelliklerde, farklı kaplama materyalleriyle şilte, levha, boru ve dökme varyantlarına ulaşılabilmektedir. Isı izolasyonu, ses izolasyonu ve akustik regüle etme özelliklerinin yanı sıra uygulanacak yapıya yangın dayanımı da katmaktadır. Isı iletkenlik katsayısı yani λ değeri 0,040 W/mK değerinden küçük veya eşittir. Su buharı difüzyon direnç faktörü (μ) 1'dir. Kullanım sıcaklığı -50°C ila +250°C aralığında değişmektedir. Bağlayıcısız cam yünü ürünlerini 500°C'ye kadar kullanabilmek mümkündür. Ek olarak -200°C ila +400°C aralığında kullanılan özel cam yünü ürünleri de mevcuttur. Sıcağa ve neme tabi tutulduğunda bile boyutlarında bir deformasyon yaşanmaz. Kullanım süresince bozulmaz, çürümez, küflenmez ve pas tutmaz. Böceklerden ve mikroorganizmalardan zarar görmez. Higroskopik ve kapiler özelliği bulunmamaktadır. DIN 4102'ye ve TS EN 13501-1'e göre "yanmaz malzemeler" olarak nitelendirilen A sınıfında yer almaktadır. BVQI tarafından verilen ISO 9001 Kalite Güvence Sistemi, ISO 14001 Çevre Yönetimi Sistemi ve OHSAS 18001 İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Yönetim Sistemi Sertifikalarına sahip olan tesislerde üretimi sağlanmaktadır. TS 901 – 1 EN 13162 Standardına tabi İzocam Camyünü ürünleri, Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (89/106/

EEC) çerçevesince üzerinde CE işareti barındırması uygun görülmüştür (Kocagül, 2013). Şekil 1.5'te örnek bir cam yünü fotoğrafı verilmiştir.



Şekil 1.5. Cam yünü (url_6)

1.1.5.4. Taş yünü

İç pazardan ulaşılabilen bir inorganik hammadde olan bazalt taşının, 1350°C ile 1400°C'lere varan sıcaklıklarda ergitilip lif haline getirilmesiyle üretilmektedir. Kullanım maksadına bağlı olarak çeşitli boyut ve teknik özelliklerde, farklı kaplama materyalleriyle şilte, levha, boru ve dökme varyantlarına ulaşılabilmektedir. Isı izolasyonu, ses izolasyonu ve akustik regüle etme özelliklerinin yanı sıra uygulanacak yapıya yangın dayanımı da katmaktadır. Isı iletkenlik katsayısı yani λ değeri 0,040 W/mK değerinden küçük veya eşittir. Su buharı difüzyon direnç faktörü (μ) 1'dir. Kullanım sıcaklığı -50°C ile +600°C ve -50°C ile +650°C aralığında değişmektedir. Sıcağa ve neme tabi tutulduğunda bile boyutlarında bir deformasyon yaşanmaz. Kullanım süresince bozulmaz, çürümez, küflenmez ve pas tutmaz. Böceklerden ve mikroorganizmalardan zarar görmez. Higroskopik ve kapiler özelliği bulunmamaktadır. TS EN 13501-1'e göre "yanmaz malzemeler" olarak nitelendirilen A sınıfında yer almaktadır. Saint-Gobain Isover Grünzweig ve Hartmann Almanya Sillan Lisansı ile üretimi sağlanmaktadır. BVQI tarafından verilen ISO 9001 Kalite Güvence Sistemi, ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi ve OHSAS 18001 İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Yönetim Sistemi Sertifikalarına sahip olan tesislerde üretimi sağlanmaktadır. TS 901-1 EN 13162 Standardına tabi İzocam Taşyünü ürünler, Yapı Malzemeleri Yönetmenliği (89/106/EEC) çerçevesince üzerinde CE işareti barındırması uygun görülmüştür (Kocagül, 2013). Şekil 1.6'da örnek bir taş yünü fotoğrafı verilmiştir.



Şekil 1.6. Taş yünü (url_7)

1.1.5.5. Kauçuk köpük

Kullanım maksadına bağlı olarak çeşitli boyut ve teknik özelliklerde boru ve levha varyantlarına ulaşılabilmektedir. Isı izolasyonu ve yoğuşma sınırlama amacıyla piyasada yer almaktadır. Isı iletkenlik katsayısı yani λ değeri 0,038 W/mK değerinden küçük veya eşittir. Su buharı difüzyon direnç faktörü (μ) 3000 ila 7000 arasındaki değerlerden büyüktür. Kullanım sıcaklığı -60°C ila $+1050^{\circ}\text{C}$ arasında değişmektedir. Sünek bir özellik gösterir. Gözenekleri kapalı bir yapıdadır. Güneşten maruz kaldığı mor ötesi ışınları bu yalıtım malzemesine zarar vermektedir. İngiliz Normu BS 476'ya göre 0. ve 1. sınıflarda yer almaktadır. Armacell GmbH lisansı ile üretimi sağlanmaktadır. BVQI tarafından verilen ISO 9001 Kalite Güvence Sistemi, OHSAS 18001 İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Yönetim Sistemi Sertifikalarına sahip olan tesislerde üretimi sağlanmaktadır (Kocagül, 2013). Şekil 1.7'de örnek bir kauçuk köpük fotoğrafı verilmiştir.



Şekil 1.7. Kauçuk köpük (url_8)

1.1.5.6. Polietilen köpük

Kullanım maksadına bağlı olarak çeşitli boyut ve teknik özelliklerde boru ve levha varyantlarına ulaşılabilmektedir. Isı izolasyonu ve yoğuşma sınırlama amacıyla piyasada yer almaktadır. Isı iletkenlik katsayısı yani λ değeri 0,040 W/mK değerinden küçük veya eşittir. Su buharı difüzyon direnç faktörü (μ) 5000'den büyüktür. Kullanım sıcaklığı -45°C ila $+80^{\circ}\text{C}$ arasında değişmektedir. Sünek bir özellik gösterir. Gözenekleri kapalı bir yapıdadır. Güneşten maruz kaldığı mor ötesi ışınları bu yalıtım malzemesine zarar vermektedir. İngiliz Normu BS 476'ya göre 0. ve 1. sınıflarda yer almaktadır (Kocagül, 2013). Şekil 1.8'de örnek bir polietilen köpük fotoğrafı verilmiştir.



Şekil 1.8. Polietilen köpük (Kocagül, 2013).

1.1.5.7. Odun talaşı levhalar

Ahşap talaşı ile bir bağlayıcı maddenin birlikte sıkıştırılması sonucu levha şeklinde üretimi sağlanan bir izolasyon materyalidir. Isı iletkenlik hesap değeri 0,09 W/mK ile 0,15 W/mK arasında değişmektedir. Kullanım sıcaklığı maksimum $+110^{\circ}\text{C}$ 'dir. BS476 standardına göre 1. yanma sınıfındadır. Yoğunluk değeri 360 kg/m^3 ila 570 kg/m^3 arasındadır. Buhar difüzyon direnç katsayısı 2 ila 5 arasındadır. Su emme değeri %10 dolaylarındadır. Basınç dayanımı 200 kPa değerindedir (Kocagül, 2013). Şekil 1.9'da örnek bir odun talaşı levha fotoğrafı verilmiştir.



Şekil 1.9. Odun talaşı levhalar (Kocagül, 2013).

1.2. Su Yalıtımı

Binalara; yağmur, kar, yeraltı suyu ve su buharı girişini engellemek maksadıyla yapılan izolasyona su yalıtımı adı verilir. Su izolasyonunun tarihteki ilk örneği Babil'in Asma Bahçeleri'nin 25 metre uzunluğundaki kolonların üzerine oturtulmasıdır. Toprak dolgulu terasa bitüm ve kurşun takviyesi yapılarak su geçişine izin verilmemiştir. Bir başka örnek de Mısırlılar bitümden ürettikleri parafinleri mumyalama işlemi için kullanmışlardır (Işık, 2016).

Baraj, havuz ve tünel gibi yapıların sayısının artmasıyla su izolasyon çalışmaları daha çok kullanılmaya başlanmıştır. 1900'lü yılların başlarında Berlin ve Paris'teki metrolar okside bitümlü örtülerle kaplanmak suretiyle su izolasyonuna sahip olmuştur. Katmanların aralarına keçe, pamuk ve jüt vb. organik taşıyıcılar eklenmiştir. Cam tülü vb. inorganik taşıyıcılı bitümlü örtülerin ise 1900'lü yılların ortalarından sonra üretimine başlanmıştır (Işık, 2016).

Özelliklerine göre su izolasyon materyalleri yüzeysel ve yapısal olarak ikiye ayrılır. Doğru su izolasyon materyalini seçmek kullanıcılara bina hizmet ömrü süresince daha efektif bir yaşam şartı sunar (Kartal ve Işık, 2016).

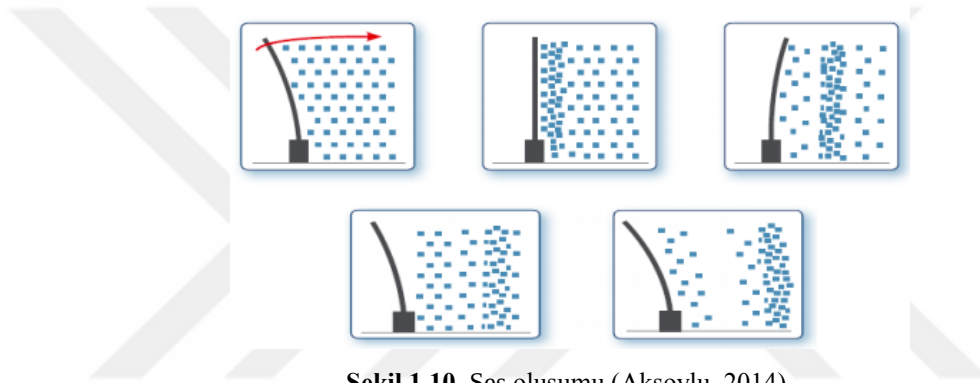
Su izolasyonu; suyun binaya yeryüzünden yağmur veya kar ile, yer altından da yer altı suyu aracılığı ile temas edebileceği bölgeleri tahrip etmesini engeller (Işık, 2016).

Ülkemizin yüz ölçümü açısından %92'si deprem kuşağında yer almaktadır. Depremde yıkılan ya da hasar gören yapılarda bulunan bulgulara tespit edilmiştir ki bu yıkılmanın ya da hasarın ciddi sebeplerinden biri de donatıların yaşamış olduğu korozyondur. Doğru yapılacak olan bir su yalıtımı sayesinde binanın su alması, nem,

rutubet ve küf gibi olası problemlerinin olma ihtimali çok büyük ölçüde azalacaktır (Kartal ve Işık, 2016; Aköz, 2016).

1.3. Ses Yalıtımı

Maddeli bir ortamda oluşan titreşimler bütününe ses denir. Ses canlıların duyabildiği frekansta basınç dalgası olarak nitelenir. Basınç dalgasının enerjisi sesin şiddetini belirlerken basınç dalgasının frekansı ise sesin tonunu ayarlar. Havada titreşim olduğu zaman Şekil 1.10'da görüldüğü üzere titreşim kaynağının etrafındaki hava tanecikleri harekete geçer (Aksoylu, 2014).



Şekil 1.10. Ses oluşumu (Aksoylu, 2014).

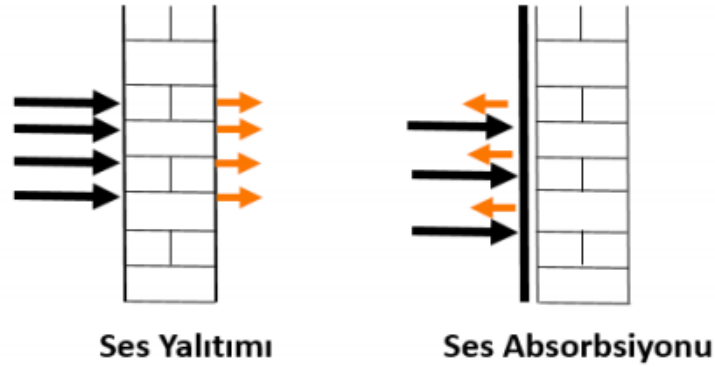
Sesin enerjisi çok düşüktür. Desibel (dB) adı verilen bir kavramla ölçümü yapılır. Bir ses dalgasının şiddeti o sesin birim alana etkidiği E enerjisinin başlangıç enerjisi (E_0) oranına bağlı olarak değişiklik gösterir (Denklem 1.1) (Onaran, 1995).

$$\beta = 10 \times \log E/E_0 \quad (1.1)$$

Sesin şiddetiyle birlikte sesin frekansı da önemlidir. Ses dalgalarının 1 saniyedeki toplam adetine frekans adı verilir. Frekansın birimi Hertz'dir (Hz). İnsanoğlu 30 Hz ila 20000 Hz arasındaki frekansları işitebilir. 250 Hz'in altı düşük frekans, 250 Hz ila 1000 Hz aralığı orta frekans ve 1000 Hz üstü yüksek frekans olarak tanımlanır (Onaran, 1995).

Sesin şiddetini azaltmak için iki farklı çözüm mevcuttur. Birincisi ses absorpsiyonu (ses emilimi) ikincisi ise ses izolasyonudur. Ses absorpsiyonunda ses, kaynağından çıkarken sesin bir bölümü yalıtım malzemesi içinde sürtünür diğer bölümü

ise ısı enerjisine çevrilerek emilir. Ses izolasyonunda ise, ses dalgalarının bulunduğu ortamdan farklı bir yoğunluğa sahip olan ortama geçişi sırasında bir engelle karşılaşma durumunda enerjinin bir kısmı yansıtılır diğer bir kısmı ise ısı enerjisine çevrilerek emilir (Kaya ve Dalgı, 2017). Şekil 1.11’de ses absorpsiyonuyla ses izolasyon farkı görsel kullanılarak aktarılmaya çalışılmıştır.



Şekil 1.11. Ses absorpsiyonuyla ses izolasyon farkı (Kaya ve Dalgı, 2017).

Ses izolasyonu, iç ortam ile çevre arasındaki ses geçirimini düşürerek gürültü kirliliğini azaltır. Kullanımına başlanmış olan bir yapıda bu konuya önlem almak hem daha masraflı hem de daha çok zaman alıcı olacaktır. Bu sebeple de ses yalıtımı çalışmalarının bina yapım aşamasında planlanması ve uygulanması daha efektif olacaktır. Bu planlama ve uygulama da Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik kurallarına uygun bir şekilde yürütülmelidir. Bu yönetmeliğin maksadı; tüm yapılarda yaşayanların kullanım süresince maruz kalacağı gürültülerin, fiziksel ve mental açıdan negatif etkilerini en düşük seviyeye indirmeyi sağlayacak koşulların dizayn edilmesi için tasarım, yapım, kullanım, bakım ve işletme açısından dikkat edilmesi gerekli kuralların tanımlanmasıdır (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2017).

1.4. Yangın Yalıtımı

Yangının oluşması için gerekli olan üç bileşen yanıcı materyal, oksijen ve ısı kaynağıdır. Yangın esnasında iç ortamdaki sıcaklık zamana dayalı olarak artar. Çizelge 1.3’te görüldüğü üzere en büyük sıcaklık ivmesi yangının başlangıcından beşinci dakikaya kadar uzanan süreçtedir. İnsanoğlu 177 °C’ye sadece 1 dakika dayanır. Bu

nedenle de yangın esnasında saniyelerin bile önemi çok yüksektir. (Uysal, 2004; İnce, 2009). Yangına erken müdahale etmenin bu kadar önemli olduğu aşıkarken itfaiye örgütlerinin de olay yerlerine daha hızlı varmak için yapmakta olduğu çalışmaların ne kadar önemli olduğu da çok bariz bir şekilde anlaşılmaktadır.

Çizelge 1.3. Yangın esnasında dakika-sıcaklık verileri (İnce, 2009).

Zaman (dakika)	5	10	15	30	60
Sıcaklık (°C)	555	660	720	820	927

Yangınlar oluşun yerler açısından kategorize edildiğinde meydana gelme sayısı olarak ilk sırada yer alan çeşidi bina yangınlarıdır. Bu nedenle de Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmeliğe göre bina tasarlamak önemlidir. Yangını hızlandıracak ve yayma tehlikesi oluşturacak dış cephe yalıtım malzemelerinden kaçınmak gerekmektedir. Bunun tersine yangını sınırlandırıcı eylemlere yangın yalıtımı adı verilir (Kara, 2018).

Yapı materyallerinin yangın esnasında iyi bir dayanım gösterebilmesi için aşağıda yer alan özelliklerinin istenilen seviyelerde olması gerekmektedir:

- Yanıcılığı ve yanıcılık sınıfı,
- Isıl genleşme katsayısı,
- Isıl iletkenlik katsayısı ve ısı difüzyon katsayısı,
- Materyal basma dayanımı ve deformasyon becerisi,
- Yangın dayanımı,
- Malzemenin elastisite modülünün sıcaklığa göre değişimi (Kılıç, 2012).

TS EN 13501-1 standardında yapı materyallerinin yangına dayanım sınıfları, yangın esnasındaki performansları ve bu sınıfların örnek malzemeleri Çizelge 1.4'te verilmiştir.. Bu çizelgede sınıflar A'dan başlayıp F'ye kadar gitmektedir. A sınıfı yangına en dayanıklı sınıf iken F sınıfı en yanıcı sınıf olarak nitelendirilebilir (TS EN 13501-1, 2003).

Çizelge 1.4. TS EN 13501-1 standardına göre yapı materyallerinin yangın esnası performansları (TS EN 13501-1, 2003).

Sınıf	Performans	Örnek Malzemeler
A1	Yangına hiç katkıları yoktur. (Hiç yanmazlar)	Doğal taşlar, çimentolu ürünler, metaller ve alaşımları, seramikler.
A2	Yangına çok sınırlı katkıları vardır. (Zor yanıcılar)	Anorganik alüminyum kompozit levhalar, alçıpan levhalar.
B	Yangına çok sınırlı katkıları vardır. (Zor alevleniciler)	PU ve PIR dolgulu sandviç paneller.
C	Yangına çok sınırlı katkıları vardır. (Zor alevleniciler)	Yangın geciktirici katkılı ahşap levhalar, fenolik köpükler.
D	Yangına kabul edilebilir katkıları vardır. (Normal alevleniciler)	Ahşap levhalar, polietilenli kompozit levhalar.
E	Yangına kabul edilebilir katkıları vardır. (Kolay alevleniciler)	EPS, XPS, polietilen köpük.
F	Yangına yüksek katkıları vardır.	E sınıfı kriterlerine uymayan veya daha test edilmemiş materyaller.

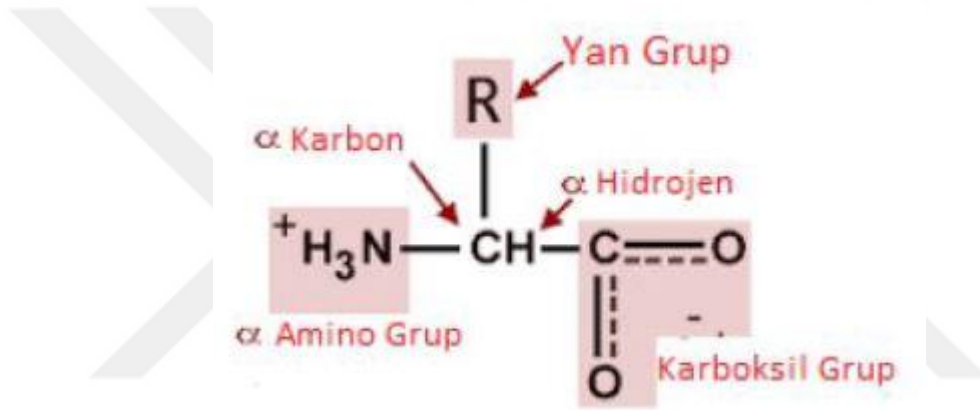
1.5. Yün Lifi

Tekstil sektöründe iplik eğirme amacıyla ve dokusuz yüzey elde ediminde kullanılan koyun tüyüne yün adı verilir. Koyunlardan kırılan kirli yüne yapağı denir. Yapağı, kırılırken hayvanların üzerinden gömlek halinde sökülen ve bükülüp eğirilerek iplik yapılan tüm kıllar anlamını taşır. Kumaş üretiminde yapağının yıkanıp temizlenmiş şekli gereklidir (Kaymakçı ve ark., 1992).

1.5.1. Yün lifinin kimyasal yapısı

Yün elyafları makropeptid makromoleküllerinden oluşmuştur. Yünün temel taşlarından biri olan protein maddesi keratindir. Keratin, 20 farklı alfa amino asit çeşidinden meydana gelmektedir (Seventekin, 2004).

Bütün hayvansal elyaflar protein temellidir ve bu elyafların temel unsurları amino asitlerdir. Kısacası hayvansal elyaflar amino asit polimerleşmesi sonucu var olmuşlardır. Yünün fiziksel ve kimyasal niteliklerinin iyi anlaşılması için ilk olarak amino asit yapısının iyi irdelenmesi gerekmektedir (Dayıoğlu, 2007). Şekil 1.12’de yünün amino asit yapısı görselle anlatılmaya çalışılmıştır.



Şekil 1.12. Yünün amino asit yapısı (url_9)

Yün elyafının içerisinde farklı amino asitler mevcuttur. Atomları ve molekülleri birlikte tutan farklı kimyasal bağlar bulunmaktadır. Bu kimyasal bağlar iyonik, kovalent ve zayıf olmak üzere üç tanedir. Bu bağlar peptid, tuz ve sistin bağlarıdır. Yapısında bulunan bu üç değişik bağ ve yapı şekli yünün kimyasal ve fiziksel niteliklerini belirler. Yünün içinde bulunan bağlardan en kritiği kükürt içeren sistindir. Makromoleküller arasında gerçekleşen kovalent bağlar sistinin sebep olduğu disülfür köprüleridir. Sistin, diamino dikarboksilli bir asittir. Sert elyaflarda kükürtün az sayıda var olması; medula tabakasının daha fazla hacim kaplamasına, bu tabakanın hiç kükürt içermiyor olmasına dolayısıyla da tüm elyaftaki kükürt oranının etkilenmesine sebep olur (Öner, E., 2008).

1.5.2. Yün liflerinin fiziksel özellikleri

- İncelik: Yün elyafının çapı daireye benzer. Yün elyafının inceliği, eğrilme yeteneği ve kullanım alanı arasında büyük bir etkileşim söz konusudur. Özetle yün elyafı inceldikçe uzunluğunun arttığı söylenebilir (Bolat, 2009).
- Uzunluk: Yün lifinin uzunluğu koyunun yaşına, cinsine ve cinsiyetine göre farklılık göstermektedir. Yün elyafının uzunluğu 3.8 cm ila 76 cm arasında değişebilir (Bolat, 2009).
- Mukavemet: Yün elyafının dayanımı düşüktür. Az oranda hidrojen bağı içerdiği için gerilme direnci ve kopma dayanımı yeterli seviyede değildir. Özellikle ıslandığında bu değerler biraz daha düşer (Başer, 2002).
- Keçeleşme Özelliği: Keçeleşme özelliği yüne özgü bir nitelik olup yüzeylerinde bulunan pul tabakası sebebiyle meydana gelir. Keçeleşme özelliğinin oluşması için sıcaklık, nem ve basıncın birlikte yer alması gerekmektedir (Gürcüm, 2005).
- Yaylanma: Yün elyafının tabi tutulduğu basıncın kaldırılmasıyla yeniden eski boyutlarına dönebilme kabiliyetine yaylanma özelliği adı verilir. Bu yetenek diğer elyaflara göre koyun yününde daha yüksek bir seviyededir (Bolat, 2009).
- Uzama ve Esneklik: Yün elyafının en mühim özelliklerinden biridir. Islak yün başlangıç durumundaki uzunluğunun yüzde 70'ine kadar uzatılabilir ve çekme kuvveti bırakıldığında eski konumuna dönebilir. Kuru haldeki yün ise biraz çekme kuvveti uygulanıp bırakıldıktan sonra başlangıç uzunluğunun yüzde %50'sine direkt döner kalan kısmına ise belirli bir zaman sonra döner (Başer, 2002).
- Nem Yutma Özelliği: Yün elyafları bulunduğu konumun sıcaklık ve bağıl nemine bağlı olarak kendi bünyesinde belirli bir miktar suyu yutma becerisine erişkindir. Yün en çok nem yutan elyaftır (Başer, 2002).
- Elektriklenme Özelliği: Yün iletken bir malzeme olmadığı için elektriksel yalıtım işlerinde kullanımı mevcuttur. Fakat kuruyken sürtünme kuvvetine tabi tutulursa çabuk bir şekilde statik elektrik ile yüklenebilir (Bolat, 2009).
- Biçimlenme Yeteneği: Yün ve diğer keratin elyaflarına has olan bu nitelik geçici ve kalıcı şekilde bulunabilir (Başer, 2002).

- Renk ve Parlaklık: Yün elyaflarının renkleri çoğunlukla fildişi rengine çalan bir beyazdır fakat kahverengi ve siyah yünler de bulunmaktadır. Pul yapısı sebebiyle yüzey heterojen olduğundan dolayı en mat elyaf türüdür (Bolat, 2009).
- Kıvrım: Yün elyafları eşsiz kıvrım yapısı barındırmaktadır. Kıvrım sayıları ile yün elyafının inceliği arasında bir bağlam mevcuttur. İnce elyafların daha kıvrımlı yapıları vardır. Bu özellik yün elyaflarına süneklik sağlar (Cook, 1993).

1.5.3. Yün lifinin kimyasal özellikleri

Keratin makromolekülleri 20 farklı tür alfa amino asitten meydana geldiğinden dolayı yün elyaflarının kimyasal özellikleri çok geniş ve farklı konu başlıkları altında iredelenmesi gerekir (Seventekin, 2004). Bu konjonktürde de yün elyafının kimyasal özelliklerine suyun, asitlerin, bazların, tuzların, indirgen maddelerin, yükseltgen maddelerin, ışığın, sıcaklığın ve amino asitlerin etkileri incelenmiştir.

1.5.3.1. Suyun yün liflerine etkisi

Sular yün elyaflarının miseller arasındaki kısımlarına girerek elyafların özellikle de enine kesitlerinin çeyrek hacimleri kadar büyümesine sebep olur. Bunun aksine jelatin vb. diğer proteinlere kıyasla yün elyaflarının sudaki şişme oranları çok az seviyededir. Bunun sebebi elyafların temel taşları makromolekül ve fibrillerin kendi başlarına durmayıp çeşitli çekim bağlarıyla etkileşimde olmalarındandır (Sinan, 2019).

Su sebebiyle makromoleküllerin arasında olan H- köprüleri ile tuz köprüleri kısmen koptuğundan dolayı yün elyaflarının yaş kopma mukavemetleri kuru kopma mukavemetlerinden %78 ila %96,5'i kadar daha az seviyededir. Sıcak su ile uzun süreli işleme tabi tutulmasıyla tuz köprülerinin ve H- köprülerinin yanında bir miktar da disülfür köprüsü bağlantısı kopar (Seventekin, 2004).

1.5.3.2. Asitlerin yün liflerine etkisi

Yün elyaflarının temelde asitlere karşı dirayetli olduğu söylenebilir. Fakat bu direnç oldukça sınırlıdır hatta yüksek sıcaklıklar altında elyaflar değişik asitlere maruz kaldığında tahrip olmakla kalmayıp belirli bir vakitten sonra parçalanma riskiyle de karşı karşıya kalabilirler (Seventekin, 2004).

1.5.3.3. Bazların yün liflerine etkisi

Sodyum hidroksit (NaOH) ve potasyum hidroksit (KOH) vb. güçlü bazlar sulu çözelti halindeyken yüksek sıcaklıklar altında oldukça seri bir biçimde yünü tahrip edebilir ve tamamen çözebilir. Örnek olarak %2 oranında yukarıda belirtilmiş olan güçlü bazların içinde kaynatılmaya tabi tutulan yün elyafları tamamen çözünmektedir. Bu çözünüm bazların moleküller arasında kalan çeşitli bağları koparması ve peptid bağlarını da kopararak molekülleri parçalamasından dolayı oluşur (Seventekin, 2004).

1.5.3.4. Tuzların yün liflerine etkisi

Alkali ile toprak alkali metallerin nötr tuzlarını yün elyafları belli bir oranda emebilmektedir. Suların sertliğini belirleyen kalsiyum tuzları ve magnezyum tuzları da aynı şekilde elyaflar tarafından emileceklerinden sert suyla kaynatılmaya tabi tutulan yün elyaflarında küçük oranda bir sararma meydana gelmektedir (Seventekin, 2004).

1.5.3.5. Işığın yün liflerine etkisi

Uzun süreli ışığa maruz kalmış yün elyafları kırılgan ve sıkı olmayan bir özelliğe bürünür. Bunun akabinde de lif boya maddelerine karşı daha dirençli bir hale gelir. Elyafların renklerinde sararma meydana gelir. Bu sararmanın nedeni de ultraviyole ışınlarının peptid ve disülfür bağlarına zarar vermesidir (Başer, 2002).

1.5.3.6. Sıcaklığın yün liflerine etkisi

Yünler 100°C ila 105°C sıcaklık değerlerine uzun süre maruz kaldığında su kaybetmeye başlar bunun akabinde de sert ve güçsüz bir kimlik kazanır. Belirtilen sıcaklıklardan daha da yukarı çıkıldığında ise bozulmalar meydana gelmeye başlar (Başer, 2002).

1.5.4. Teknik uygulamalar açısından yünün önemli özellikleri

Güç tutuşma: Çok tercih edilen bütün tekstil elyafları arasındaki yangına en dirayetli elyaf yündür. Tutuşması oldukça zordur tutuşsa dahi yayılması güçtür dolayısıyla da söndürülmesi basittir. Akrilik, poliamid, poliesterin tersine yanan atıkları

küçük ısıda dağılmaya müsait ve yapışmayan bir kül şeklindedir (Johnson ve ark., 2003).

Yünün güç tutuşmasıyla ilgili detaylı sayısal bilgiler şu şekildedir:

- Erimez, damlamaz ve kömürleşir,
- 750°C ila 800°C arasında yüksek tutuşma sıcaklığı,
- 196 kJ/g olan düşük yanma ısı ve 9,6 kJ/g ısı açığa çıkması,
- %16 oranında bünyesinde ciddi azot içermesi,
- %10 ila %14 arasında değişen bünyesinde ciddi nem içermesi (Sinan, 2019).

Yünün yüksek tutuşma sıcaklığı değeri sayesinde yangın ortamında en son yün tutuşur. Yüksek limit oksijen indeksi değeri de yünün geç tutuşma özelliğine sahip olmasının sebeplerindendir. Bunların yanı sıra yünün bünyesinde barındırdığı yüksek azot ve nem de yünün geç tutuşma özelliğine sahip olmasında pay sahibidir. Ek olarak yün yangın sırasında daha kolay tutuşabilir olabilecek erime ve damlama parçaları da ortaya çıkarmamaktadır (Johnson ve ark., 2003).

Antimikrobiyal özellikler: Uzun süre kıyafetlerini çıkaramayan denizciler, dağcılar ve atletlerin çoğu egzersizleri sırasında yün veya yün bileşeni kumaşlardan elde edilen kıyafetleri diğer elyaflı giysilere nazaran daha uzun süreli kötü koku oluşturmeyecek şekilde sağlıklı bir biçimde kullanılabildiklerini aktarmışlardır. Natürel antimikrobiyal özelliği, bu elyaftan elde edilen iç giyim ve çorap ürünlerinin popüleritesini artırmıştır (Johnson ve ark., 2003).

Yünün natürel alanda gelişmesi bakteri ve mantarların çoğalma şansını azaltır ek olarak da bakteri ve mantara karşı daha güçlü olmasına neden olur. Yünün kutikula tabakası elyaf yüzeyini pürüzlü bir yapıya büründürür ve bununla birlikte mikropların elyafa tutunmasını da güçleştirir. Epikutikulanın yağ tabakası, genetiğinde olan ıslak yün kokusuyla life mikrobiyal nitelik atamaktadır. Bu niteliği sebebiyle yün ıslaklık hissettirmeden ağırlığının %30'u kadar nem yutabilmekte aynı zamanda bakteri ve mantarların daha istemeyeceği bir mikroklima şartı sunmaktadır (Johnson ve ark., 2003).

Kimyasal modifikasyon: Yünün karışık kimyasal özelliklerine göre sentetik elyaflar, bünyesinde reaktif bileşikler barındırmayan mono fonksiyonel veya alifatik bir yapıya sahiptir. Bunun sayesinde yün çeşitli materyalleri doğrudan kovalent, polar ya da vander waals bağlarıyla tutmaktadır. Bu durum koruyucu giysiler ve tıbbi tekstiller gibi kullanım alanlarında da çeşitli olanaklar sağlamaktadır. Bununla birlikte elyafta hücre

içi boşluklar belirli bir miktar molekülün tutunmasını sağlar. Bu moleküllerin yavaşça ayrılması ve bazı çevre şartlarına tabi iken aktif olmalarıyla yeni nitelikler kazanmış olan elyaflar ve kıyafetler üretilebilir (Johnson ve ark., 2003).

Hidrokarbonların absorpsiyonu ve filtrasyonu: Yünün hidrokarbonları ciddi oranda yutma kabiliyeti vardır. Bu yeteneğiyle yağa tabi tutulmuş suların arıtılması amacıyla filtrelerde ve yağ tabakasının kontrol edilmesi sebebiyle yüzen engellerde kullanımı söz konusudur (Johnson ve ark., 2003).

Kirlenici madde ve koku absorpsiyonu: Halı, tüm ev eşyalarına göre büyük bir alan kaplamaktadır. Yün, yapı içerisinde var olan formaldehit, azot oksit ve kükürt dioksit vb. ciddi oranda kirlilik oluşturan maddeleri yutabilir. Bu sebeple yün halıların günlük hayatımızda yer alması önemlidir. Yünün formaldehiti kolaylıkla yutmasının temel sebebi arjinin, tritofan amino zincirleri ve birincil amino gruplarıyla kimyasal tepkime oluşturabilme yeteneğidir (Johnson ve ark., 2003).

1.6. Bor

Bor, kısaltması B, atom sayısı 5, özkütlesi $2,84 \text{ gr/cm}^3$, atom ağırlığı 10,81, kaynama derecesi 4002°C , ergime derecesi 2300°C olan periyodik tabloda 3A grubunun en tepesinde bulunan elementtir. Standart elektron dizilimi $1s^2 2s^2 2p^1$ 'dir. İlk üç iyonlaşma enerjisi sırasıyla 800,6, 2427,1 ve $3659,7 \text{ kJ/mol}$ 'dür. Doğada yer alan bor %19,8 oranında 10 kütle numaralı ve %80,2 oranında 11 kütle numaralı iki kararlı izotop bileşiminden meydana gelmektedir (Zorer, 2005).

Bor, doğada serbest bir biçimde yer almaz. Bor minerallerinden üretilen elementel bor iki değişik türde meydana gelebilir. Bu türlerin biri kristal yapıda parlak siyah renge sahip ve sert, diğeri ise amorf yapıda yeşile çalan sarı renginde kokusuz tatsız ve toz halindedir. Bor; suyla 100°C , oksijenle 700°C ve hidrojenle 840°C sıcaklık esnasında tepkimeye girmektedir. Endüstri sektöründe boru element olarak görmek pek mümkün değildir (Yıldız, 2008).

Borun kimyasal nitelikleri morfolojisine ve adet boyutuna dayalıdır. Mikron boyutundaki amorf bor kolaylıkla ama bazen de fazla şiddetli seviyede tepki verirken kristal yapıli bor ise zor tepki verir. Bor, borik asit vb. diğeryan ürünleri meydana getirmek amacıyla yüksek sıcaklıklarda su ile tepkimeye girer. Borun mineral asitlerle tepkimesi konsantasyona ve ortam ısisına dayalı yavaş ve patlayıcı etki olacak şekilde

yaşanabilir bunun sonucunda da ana ürün olarak bilinen borik asit üretilir (Eyyüboğlu, 2013).

1.6.1. Bor elementinin fiziksel özellikleri

Element şeklindeki bor standart oda şartlarında kararlı bir yapıya sahiptir. Element şeklindeki bordan çeşitli oksitler üretmek isteniyorsa ortamın 800°C ve daha üstü sıcaklık değerlerine ulaşması gerekmektedir. Bor, su ortamında çözünmüyorken yavaş bir şekilde kaynatılma işlemine tabi tutulduğunda oksitlerine dönüşerek çözünür. Bor oksitleri ya da element şeklinde olan bor, bor karbüre dönüşmek amacıyla kömür tozu vb. karbonlu yapılarla hava olmayan bir iç ortamda 1250-1600 °C aralığındaki sıcaklık seviyelerinde tepkimeye girmelidir. Bor karbürden elmasın ardından gelen en sert malzeme olan kübik bor üretmek için yüksek sıcaklık seviyesi ve basınç vb. takviye koşullar gerekmektedir. Borun fiziksel nitelikleri Çizelge 1.5’te verilmiştir (Erdoğan, 2006).

Çizelge 1.5. Borun fiziksel nitelikleri (Güner, 2019).

Özellik	Değeri
Atomik Ağırlık	10,811±0,003
Atomik Çapı	1,17 Å ⁰
Kristal Yapı	Rombohedral
İyonik Çapı	0,23 Å ⁰
Ergime Noktası	2190±20 °C
Kaynama Noktası	3660 °C
Isıl Genleşme Katsayısı	(25-1050°C’de) 5x10 ⁻⁶ - 7x10 ⁻⁶
Buharlaşma Isısı	128 kcal/g atom
Fusion Isısı	5,3 kcal/g atom
Oksidasyon Isısı	3
Elektronegatifliği	2
İyonlaşma Derecesi	191 kcal/g atom
Knoop Sertliği	2100-2580 HK
Mohs Sertliği (elmas-15)	11

1.6.2. Bor elementinin kimyasal özellikleri

Bor elementinin tüm bileşikleri kovalent yapılıdır. Kristal halindeki bor çoğu kimyasal tepkimeye karşı ilgi duymasa da amorf yapıda olan bor kimyasal reaksiyonlara karşı ilgilidir. Bor, açık havada 100°C sıcaklıkta yavaş bir şekilde oksitlenmekte ve yüksek ısı şartları altında yeşil renkli alev çıkartarak yanmaktadır. Halojen grubu direkt oksijen, kükürt, azot ve karbon borla birleşir. Bu birleşim direkt o şartlar altında ya da amelelektronegatifliğine bağlı olacak şekilde yüksek bir sıcaklık değerinde gerçekleşir (Erdoğan, 2006).

1.6.3. Ticari öneme sahip bor mineralleri ve bileşikleri

Bor elementi boratlar sınıfında yer alır. Borat sınıfı kristal suyu içeren boratlar, bileşik boratlar, borik asit, susuz boratlar, borofluoritler ve borosilikat mineralleri olarak 6'ya ayrılır (Güner, 2019).

Bor, metamorfik kayalarda borosilikat ve tortul kayalarda da borat olarak bulunur. 200'den çok bor minerali mevcuttur. Bu bor minerallerinin çoğu doğada ender görülür ek olarak da ticari bir getirileri yoktur. Ticari olarak önemli olan bor çeşitleri oksijenli ve toprak alkali olanlardır (Erdoğan, 2006). Çizelge 1.6'da ticari olarak öneme sahip olan bor mineralleri belirtilmiştir.

Çizelge 1.6. Ticari öneme sahip bor mineralleri (Çimen, 2019).

Yapı	Mineral	Formül	% B ₂ O ₃	Bulunduğu Yer
Sodyum Borat	Boraks (Tinkal)	Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	36,5	Türkiye (Kırka, Emet, Bigadiç), ABD.
	Kernit (Razorit)	Na ₂ B ₄ O ₇ ·4H ₂ O	51	Türkiye (Kırka), ABD, Arjantin.
Kalsiyum Borat	Kolemanit	Ca ₂ B ₆ O ₁₁ ·5H ₂ O	50,8	Türkiye (Emet, Bigadiç), ABD.
	Pandermit (Priseit)	Ca ₄ B ₁₀ O ₁₉ ·7H ₂ O	49,8	Türkiye (Sultançayır, Bigadiç).
Sodyum-Kalsiyum Borat	Üleksit	NaCaB ₅ O ₉ ·8H ₂ O	43	Türkiye (Sultançayır, Bigadiç, Emet), Arjantin.
	Probertit	NaCaB ₅ O ₉ ·5H ₂ O	49,6	Türkiye (Kestelek, Emet), ABD.
Magnezyum-Kalsiyum Borat	Hidroborasit	CaMgBO ₁₁ ·6H ₂ O	50,5	Türkiye (Emet).

1.6.3.1. Boraks (Tinkal)

Saydam ve renksiz bir yapısı olmasına rağmen bileşimindeki safsızlıklar sebebiyle gri, sarımtırak ve pembe renklerinde olabilir. Özgöl ağırlığı $1,7 \text{ gr/cm}^3$ iken sertliği 2 ila 2,5 arasında değişebilmektedir. B_2O_3 oranı %36,5 seviyelerindedir. Ülkemizde Eskişehir'e bağlı Kırka ilçesinde bulunmaktadır (D.P.T., 2001).

1.6.4. Bor minerallerinin ve bileşiklerinin kullanım alanları

Tarihte ilk rastlanan bor bileşiği unvanına sahip Tinkal, geçmiş günlerden bugüne bazı topluluklarca kullanılmıştır. Borun kimyasal nitelikleri çok çeşitlidir. İkinci Dünya Savaşı sonrasında borlu ürünlerin sayısı oldukça artmıştır. Günümüzde rafine ürün, ham madde ve son ürün olarak bor katkılı toplam 250'den fazla kullanım alanı gelişmiştir. Bor, katıldığı materyallerin katma değerlerini oldukça artırmaktadır (Zorer, 2005).

1.6.4.1 Yalıtım alanında kullanımı

Ses, ısı ve yangın izolasyonu için üretilecek olan ürünlerin oluşması için natürel malzemeler gerekmektedir. Selüloz, bor ve ürünlerinin yapısına katılması sayesinde daha efektif bir hale gelir bunun akabinde de daha uzun ömürlü bir izolasyon materyali oluşmasını sağlar. Bu yüzden de bu karışım şu an piyasada oldukça fazla oranda kullanılmaktadır. Düşük ısı geçirgenlik katsayısına sahip olması ile kullanıldığı ortamda yakıt tasarrufu sağlar. Çevre dostudur ve insanoğluna bir yan etkisi bulunmamaktadır. İstenilen tüm alanlara kolayca montajı yapılabilir ve yapıldığı ortamın da konfor şartlarını en üst noktaya çıkarır. Bor ve bor katkılı izolasyon malzemeleri sayesinde sağlıklı, ekonomik ve dirayetli bir izole ortam meydana gelir (Etimaden, 2020).

Isı ve ses izolasyonuna ilaveten bor sayesinde yangın dayanımı da oluşturan bu malzemeler yangın esnasında ortama oksijen girişini azaltır bu sayede de yangının büyümesini önler. Duman emilimini oldukça düşürür bu sayede de zehirli gazların salınımı uzamış olur. Tekstil sektöründe çok kullanılan bor katkılı izolasyon malzemeleri yanma ve patlama tehdidi içeren ürünlerle birlikte fazlaca tercih edilmektedir. Çevre dostu olan, güven veren ve konfor şartı tahsis eden bor ve bor

türevleriyle katkılanmış izolasyon materyalleri ortamın refah seviyesini maksimize eder (Etimaden, 2020).

1.6.4.2. İnşaat alanında kullanımı

Bor malzemeleri inşaat alanında da sıklıkla yer almaktadır. Yapı malzemelerine bor;

- Yıpranmasını ve çürümesini engelleme özelliği,
- Yüzeyinde zamana bağlı olarak meydana gelen lekeler ve renk vermelerine dayanıklılık,
- Suya dayanıklılık,
- Tutuşma süresinin geciktirilmesini,
- Isı ve ses vb. yalıtımı sağlar (Eyyüboğlu, 2013).

İnşaat alanında bor ilavesi yapılan bir diğer ürün ise çimentodur. Çimento elde ediminde klinker prosesinde B_2O_3 eklentisi pişirme ısını azaltarak enerji tasarrufu sağlar. Ek olarak B_2O_3 'ün priz artırıcı etkisi olduğu da tespit edilmiştir. Bunların yanı sıra borun ilave edildiği yapı malzemeleri çatı-bina kaplamaları ve selülozik yalıtım materyalleridir. Son zamanlarda shingle adı verilen çatı kaplama malzemelerinin de piyasada oldukça yer edindiği görülmüştür. Ahşap yapılarda ısı ve ses yalıtımı amacıyla satın alınan ve kullanılmış gazete yapraklarının boraks veya borik asitle birleştirilmesi suretiyle oluşan selülozik yalıtım materyalleri de hem ekonomik üretim harcamaları sebebiyle ekonomik olmasından hem de montaj rahatlığı sebebiyle ahşap binalarda çok yaygın olarak kullanılmaktadır (Erdoğan, 2006).

Dünya bor kullanımının büyük bir dilimini seramik alanı kaplamaktadır. Ham ve rafine bor ürünleri seramik alanında sır ve frit elde ediminde ilave katkı olarak baş göstermektedir. Bor, sıran kırınım değerini artırarak parlaklığını artırır. Viskozite ve yüzey gerilimini azaltarak temiz bir yüzey meydana gelmesini sağlar. Mekanik direncini ve çizilme dayanıklılığını artırır. Yüzeyi, çeşitli kimyasallara karşı korur. Termal genleşme katsayısını azaltarak sır ile kil uyumunu artırmaya çalışır (Güner, 2019).

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bednar T. ve arkadaşları (2012), koyun yününden üretmiş oldukları yalıtım malzemesine çeşitli koşullar altında testler yapmışlardır. Deneyler sonucunda, üretilmiş olan numunenin ses yalıtımı açısından harika bir yalıtım malzemesi olduğu saptanmıştır. Bu 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. Koyun yünü karakteristik açıdan %35'e kadar ulaşan yüksek hidroskopiye sahiptir. Yüksek nem emebilirliği, yoğunlaşmayı önler, nemi düzenler ve kullanılan ortamda hoş bir atmosfer oluşmasını sağlar. Koyun yününün diğer bir avantajı da yüksek yangın dayanıklılığıdır.

Biggs J.N. ve arkadaşları (2014), koyun yününün yenilenebilir kaynakların kullanımı için sürdürülebilir bir alternatif olup olmadığını araştırmışlardır. Bu çalışmada koyun yününün proses teknikleri, koyun türünün etkisi, verimi, enerji kullanımı ve üretim maliyeti incelenmiştir. Yünün ısı özellikleri bakımından diğer yalıtım ürünleriyle rekabet halinde olmasına ve ekonomik potansiyel ve doğal faydalar sağlamasına rağmen üretiminde çok fazla proses geçirdiği saptanmıştır. Üretim aşamasında çok ekipmanlı bir işlemin gerekli olabileceği gösterilmektedir. Üretimin optimum sürecini belirlemek için daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

Elias R.M. ve arkadaşları (2014), bu çalışmada koyun yünlü yalıtım malzemesinin imalatı sırasında açığa çıkan toz parçacıklarının insan sağlığına olabilecek etkilerini araştırmışlardır. Bu sağlığı olumsuz etkileyen sebeplerin farklı yün tipleri, işlemler ve katkı maddelerinin kullanımı olduğu saptanmıştır. Kanseri riskinin olmadığı fakat solunum güçlüğü gibi akciğer problemlerinin ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Bu imalat fabrikasındaki sağlık problemlerine de yöneticilerden daha çok işçilerin maruz kaldığı belirtilmiştir.

Bosia D. ve arkadaşları (2015), bu çalışmada "Cartonlana" adında koyun yünlü bir yalıtım paneli üretmişlerdir. Bu panelin ısı iletkenlik katsayısı, akustik soğurma katsayısı, formaldehit soğurumu ve termal geçirgenliğine bakılmıştır. Yapılan testler sonucunda Cartonlana'nın diğer popüler yalıtım malzemeleriyle termal iletkenlik katsayısı ve akustik soğurma katsayısı yönünden rekabet edebilecek seviyede olduğu görülmüştür.

Bosia D. ve arkadaşları (2017), bu çalışmada "Fitness", Fibre Tessili Naturali per l'Edilizia Sostenibile (Natural Textile Fibers for Sustainable Building), adında

kenevir lifi katkılı koyun yönlü bir yalıtım paneli üretmişlerdir. Bu panelin ısı iletkenlik katsayısı, akustik soğurma katsayısı ve termal geçirgenliğine bakmışlardır. Yapılan testler sonucunda bir önceki çalışmalarında üretmiş oldukları Cartonlana paneli ile karşılaştırıldığında Fitness'ın ısı yalıtım performansı ve işlenebilirliği sabit kalmış iken akustik absorbe performansının arttığı grlmştir. LCA analizleri de göstermiştir ki koyun ynl panele kenevir lifi eklemek çevresel etkiyi azaltmış, panelin sertliğini artırmıştır.

Arleo G. ve arkadaşları (2017), bu çalışmada koyun yn katkılı imento harçlı yalıtım panelleri üretmişlerdir. Bu panellere her defasında farklı yüzdelerle koyun yn eklenerek testler gerçekleştirilmiştir. Bu testlerde yalıtım özellikleri ve mekanik glerine bakılarak en optimum koyun yn oranının yüzde kaç olduğu bulunmak istenmiştir. Yapılan deneyler sonucunda her ne kadar tatmin olunmasa da en uygun koyun yn oranı %2 olarak bulunmuştur.

Florea I. ve arkadaşları (2019), bu çalışmada 3 farklı doğal liften üretilmiş yalıtım malzemelerinin ısı iletkenlik katsayılarını incelemişlerdir. 1. yalıtım malzemesi alçıtaşı katkılı koyun ynl (WG), 2. yalıtım malzemesi alçıtaşı katkılı kenevir lifli (HG), 3. yalıtım malzemesi ise kenevir lifi tabakasının bir tarafında alçı taşı diğer tarafında ise beyaz imento kullanılarak üretilmiştir (HGC). HGC, ısı iletkenlik katsayısı 0,065 W/mK'dan yüksek çıkmasından dolayı ısı yalıtım malzemesi olmaya uygun bulunmamıştır (0,073 W/mK). WG 0,046 W/mK, HG ise 0,051 W/mK çıkmıştır. Bu sonuçlara göre koyun yn ve kenevir lifinin ısı yalıtım malzemelerine uygun olduğu grlmştir.

erný, R ve arkadaşları (2019), tarihi yapıların iç ısı ve nem yalıtımı için alternatif biyo temelli malzemelerin kullanımını araştırmışlardır. Bu çalışmada 5 farklı yalıtım malzemesi üretilmiştir (Ahřap sunta (WFB), keten lifli (FF), kenevir lifli (HF), jt lifli (JF), koyun ynl (SW)). Yapılan testler sonucunda bu yalıtım malzemelerinin ısı iletkenlik katsayıları piyasadaki yaygın yalıtım malzemelerine göre daha yüksek çıkmıştır (0,05 W/mK). Fakat yine de bu ürünlerin iyi bir yalıtım malzemesi olabileceği düşünülmektedir. Nem yayınımlı açısından ise değerler nispeten yüksek çıkmıştır ($1,1 \times 10^{-6}$ - $1,2 \times 10^{-5}$ m²/s). ıkan sonuçlar tarihi binaların i yalıtımının bu malzemelerle yapılabilirliği için umut verici olmuştur.

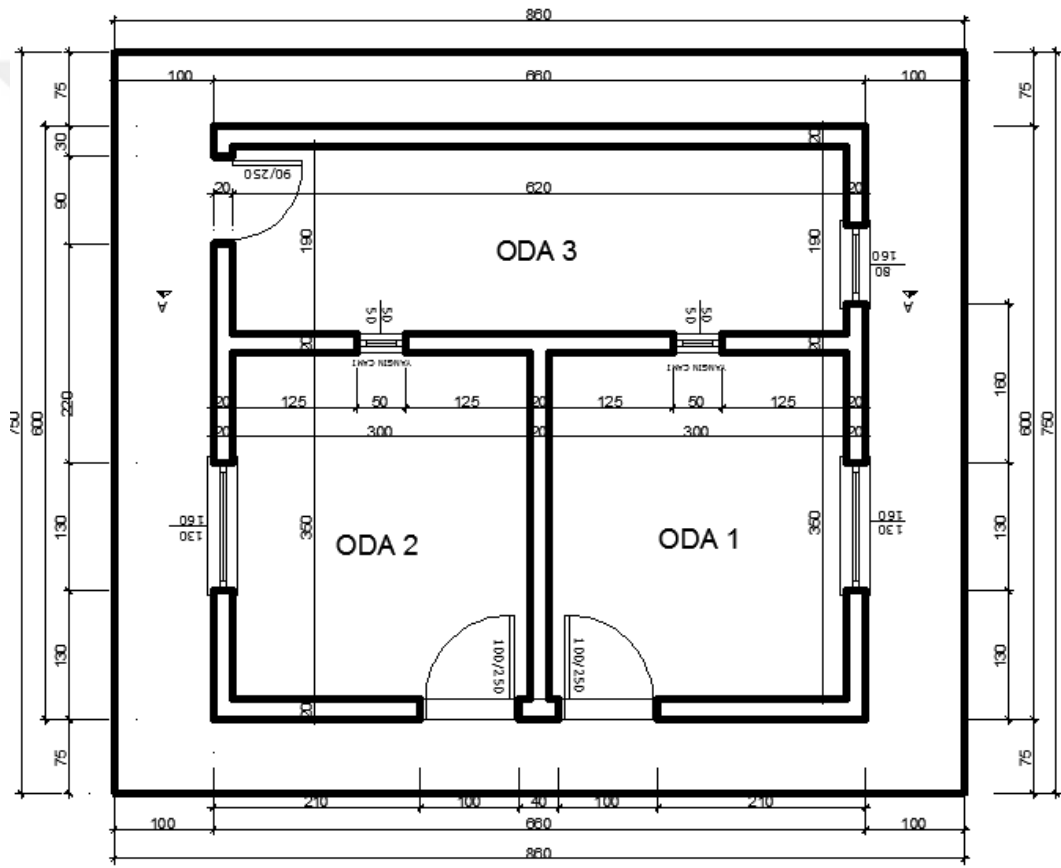
Ahmed A. ve arkadaşları (2019), bu çalışmada koyun ynl, keçi ynl ve at yeleli 3 farklı yalıtım malzemesi üretmişlerdir. Bu malzemelerin nem absorbesine, ısı iletkenliğine, termogravimetrik analizine (TGA), ve diferansiyel taramalı

kalorimetresine (DSC) bakılmıştır. Deney sonucunda en iyi nem absorbe performansını at yeleli yalıtım malzemesi vermiştir. En düşük ısı iletkenliği performansını ise keçi yünlü yalıtım malzemesi gerçekleştirmiştir (0,0314 W/mK). Keçi yününün bu değeri yapılar için iyi bir yalıtım malzemesi olabileceğini göstermiştir.

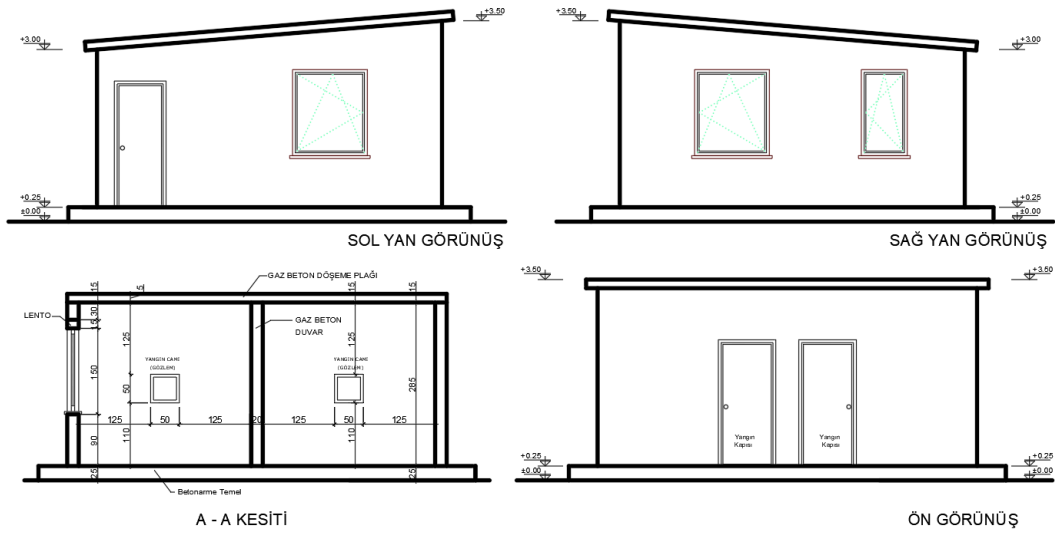


3. MATERYAL VE YÖNTEM

Deneyisel çalışmalar için Konya Teknik Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu İnşaat Bölümü bünyesinde Yangın Deney Laboratuvarı tasarlanmış ve 1/1 ölçekli bir bina hazırlanmıştır. Şekil 3.1 (a,b)'de planı ve görünüşleri verilen binada 2 adet 300x350 cm ölçülerinde ve 1 adet 190x620 cm ölçülerinde oda bulunmaktadır. Yığma yapı tekniğinde hazırlanan binanın duvarlarında 20 cm kalınlığında gaz beton ve tavan döşemesi olarak da 15 cm kalınlığında donatılı gaz beton uygulaması yapılmıştır. Bina yapım aşamasına ait görüntüler Şekil 3.2'de verilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 3.1. İnşa edilen yapının plan (a) kesit ve görüşleri (b)



Şekil 3.2. İnşaat aşamaları

Duvarlarda kullanılan gaz betonun teknik detayları Çizelge 3.1’de verilirken, çatıda kullanılan donatılı gaz betonun teknik detayları ise Çizelge 3.2’de verilmiştir. Binanın kapıları ve pencereleri ise alüminyum olarak döşenmiştir. Alüminyum kapı ve pencerelerin teknik detayları Çizelge 3.3’te verilmiştir.

Çizelge 3.1. Gaz beton teknik detayları (url_10)

PERFORMANS BEYANI	90000005	
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	$\leq 1,0$ mm	EN 772-20
Oturma yüzeylerinin düzlemsel par. sapması	$\leq 1,0$ 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	$\leq 0,106$ W/m.K	EN 12664
Kuruma büzülmesi (Rötre)	$\leq 0,2$ mm/m	EN 680

Çizelge 3.2. Donatılı gaz beton teknik detayları (url_11)

PERFORMANS BEYANI	90500008	
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	$\leq 0,16$ W/m.K	EN 1745: Tab. A10
Kuruma büzülmesi (Rötre)	$\leq 0,2$ mm/m	EN 680

Çizelge 3.3. Alüminyum kapı ve pencerenin teknik detayları (url_12)

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

3.1. Saha Deneyleri

Sahada yapılan deneysel çalışmaların gerçekleştirilmesi amacıyla bina, üretim aşamasında ilk olarak tamamen yoğunluğu 110 kg/m³ olan 5 cm'lik taş yünü ile kaplanmıştır. Kaplanan taş yünü'nün teknik detayları Çizelge 3.4'te verilmiştir. Tamamen taş yünüyle kaplanmasındaki temel amaç cephe farklılığının her tarafta aynı yalıtım malzemesi varken ortamlardaki nemi ve sıcaklığı ne oranla etkilediğini görmek, o oranlara göre de ikinci aşamada her cephedeki yalıtım malzemesi farklı olduktan sonra daha realist bir kıyaslama yapabilmek içindir. İlk önce taş yünü yalıtım malzemesinin içerden ve dışarıdan olacak şekilde ortam sıcaklığı, yüzey sıcaklığı, ses ve nem değerlerine bakılmıştır. Şekil 3.4'te taş yünü kaplandıktan sonra binanın son halinin görüntüleri verilmiştir.

Çizelge 3.4. Taş yünü teknik detayları (url_13)

TEKNİK ÖZELLİKLER	TANIM	BİRİM	SINIF	STANDART
Malzeme	Taş yünü			TS EN 13162
Malzeme tipi	ETICS Taş yünü			prEN 17237
Yangına tepki sınıfı	BEYAN		A1	TS EN 13501-1
Yoğunluk	110	kg/m ³		TS EN 1602
Genişlik	600	mm		TS EN 822
Uzunluk	1200	mm		TS EN 822
Kalınlık	40, 50, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200	mm	T5	TS EN 823
Isı iletkenlik katsayısı	0,035	W/mK		TS EN 12667
Isı iletim direnci	d/λ _D	m ² K/W		
Yüzeylere dik çekme mukavemeti	≥7,5	kPa	TR7,5	TE EN 1607
%10 deformasyonda basınç dayanımı	≥25	kPa	CS(10)25	EN 826

Boy toleransı	$\pm \%2$	mm	L2	TS EN 822
En toleransı	$\pm \%1,5$	mm	W2	TS EN 822
Boyutsal kararlılık	$\pm \%1$		DS(t)	TS EN 1604
Kısa süreli su alma sayısı (24 saat)	<1	kg/m ²	WS	TS EN 1609
Su buharı difüzyon direnç faktörü	1	μ		TS EN 1609
Kullanım sıcaklıkları	(-50)/750	°C		



Şekil 3.4. Taş yünü kaplı binanın önden ve yan görüntüleri

Koyun yününden preslenerek üretilen yoğunluğu 236,686 kg/m³ ve kalınlığı 1 cm olan keçe numuneleri %5 oranında boraks emprenye edilerek kurumaya bırakılmıştır. Yalıtım malzemelerinin binaya kaplanması uygun bulunduktan sonra binanın dışındaki taş yünü yalıtımı sökülerek bir cephesine yoğunluğu 16 kg/m³ olan 5 cm'lik EPS (Oda 1) diğer bir cephesine ise üretilmiş olan bor katkılı koyun yünlü yalıtım malzemesi (Oda 2) kaplanmıştır. Kaplanan EPS'nin (Genleştirilmiş polistiren sert köpük) teknik detayları Çizelge 3.5'te verilmiştir. Şekil 3.5'te bu süreç esnasından görüntüler verilmiştir. Oda 3 ise taş yünü kaplı bırakılmıştır. Aynı deneyler bu sefer tüm

cephelerdeki yalıtım malzemeleri farklıyken tekrar edilmiştir. Tüm binayı ayrı ayrı üç yalıtım malzemesiyle kaplamak yerine her odaya ayrı yalıtım malzemesi kaplanmasının düşünülmesindeki temel amaç ise iklim şartlarının her malzeme için de tamamen aynı olmasıdır. Şekil 3.6'da oda 1 iç ortam, Şekil 3.7'de oda 2 iç ortam ve Şekil 3.8'de oda 3 iç ortam görüntüleri mevcuttur.

Çizelge 3.5. EPS teknik detayları (url_14)

TS EN 13163 Uygunluk Tablosu	Değer	Birim	Sınıfı	İlgili Standart
Isı İletkenlik Grubu	040			TS EN 12667
Yoğunluk*	16	kg/m ³		TS EN 1602
Isı İletkenlik Katsayısı (λ)	0.039	W/mK		TS EN 12667
Su Buharı Geçirgenliği (μ)	20 - 40	kg/m ³		TS EN 12086
Yüzeylere Dik Çekme Dayanımı	≥ 100	kPa	TR100	TS EN 1607
%10 Deformasyonda Basınç Dayanımı	≥ 70	kPa	CS (10) 120	TS EN 826
Boy Toleransı	± 2	mm	L2	TS EN 822
En Toleransı	± 2	mm	W2	TS EN 822
Kalınlık Toleransı	± 1	mm	T2	TS EN 823
Gönye Toleransı	± 2	mm/m	S2	TS EN 824
Düzlemsellik Toleransı	± 5	mm	P4	TS EN 825
Boyutsal Kararlılık	$\pm \%0.2$		DS(N)3	TS EN 1603 - 1604
Uzun Süreli Kısmi Daldırmada Su Emme	≤ 0.5	kg/m ²	Sınır Değer	TS EN 12087
Kullanım Sıcaklığı	-50 / +75	°C		
Yangın Dayanımı	Zor alevlenir		B1	EN 13501 - 1
Boyutlar	50x100	cm		
Kalınlıklar	2 - 3 - 4 - 5	cm		



a. Taş yünü malzemesinin sökülmesi



b. Koyun yünü malzeme uygulaması



c. Koyun yünü malzeme uygulaması



d. EPS yalıtım malzeme uygulaması



e. Koyun yünü ve EPS kesişim uygulaması



f. Koyun yünü file uygulama aşaması



g. Koyun yünü file ve sıva uygulama



h. EPS file ve sıva uygulama



1. İlk kat sıva bitirilme görüntüsü



i. Son kat dekoratif sıva uygulaması



j. Dekoratif sıva uygulama görüntüsü



k. Astar boya uygulaması



l. Son kat boya uygulaması



m. Boyama işleminin son aşaması

Şekil 3.5. Taş yününün sökülüp yerine koyun yünü ve EPS yalıtım malzemelerinin kaplanma ve son şeklinin verilmesi aşamaları



Şekil 3.6. Oda 1 iç ortam görüntüleri



Şekil 3.7. Oda 2 iç ortam görüntüleri



Şekil 3.8. Oda 3 iç ortam görüntüleri

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Cephe Farkının Sıcaklık ve Neme Etki Oranının Tespit Edilmesi

4.1.1. Sıcaklık deneyi

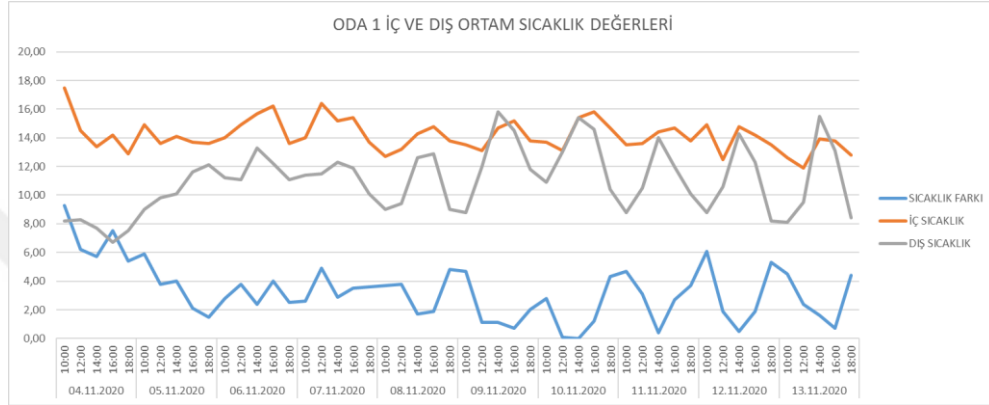
Sıcaklık deneyi iki farklı şekilde yapılmıştır. Birinci deney binanın belirli noktalarının saat 10:00 ila 18:00 arası 2 saat aralıklarla içeriden ve dışarıdan yüzey sıcaklıklarının alınması şeklinde, ikinci deney ise iç ortamın ve dış ortamın yine saat 10:00 ila 18:00 arası 2 saat aralıklarla olacak şekilde ortam sıcaklıklarının not edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Deneyde yüzey sıcaklığı ve ortam sıcaklığı ölçümü için kullanılan cihaz BOSCH GIS 1000 C Professional'dır. Bu ısı dedektörünün teknik özellikleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. BOSCH GIS 1000 C Professional teknik özellikleri (url_15)

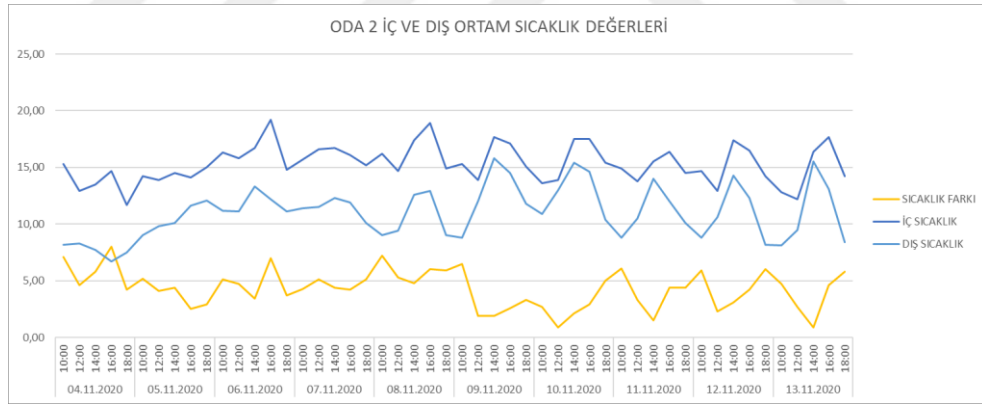
Ölçüm uygulaması	Nokta sıcaklığı ölçümü, Termal köprü, Çiy noktası
Ölçme alanı	-40 °C ... +1000 °C
IR ölçüm hassasiyeti	± 1,0 °C* (*artı kullanıma bağlı sapma)
Veri aktarımı	mikro USB, Bluetooth™ Smart
Optik (Ölçüm mesafesi: Ölçüm noktası oranı)	50:1
İşletme sıcaklığı	-10 – 50 °C
Saklama sıcaklığı	-20 – 70 °C
Çalışma alanı	0,1 – 5 m
Çözünürlük	0,1 °C
Bağıl hava nemi ölçüm hassasiyeti	± %2 ** (**artı kullanıma bağlı sapma)
Lazer diyonu	Lazer sınıfı 2, 635nm
Resim hafızası (Resim sayısı)	>200
Hafıza tipi	Dahili hafıza
Resim dosya biçimi	.jpg
Çarpma emniyeti	1 m
Ağırlık	0,56 kg
Desteklenen Android cihazlar	Android 6.0 ve üzeri sürümlü akıllı telefonlar
Desteklenen iOS cihazlar	iPhone, iOS 11 veya üzeri
Görüntü tipi	TFT LCD
Büyük ekran	2,8"

4.1.1.1 Ortam sıcaklık deneyi

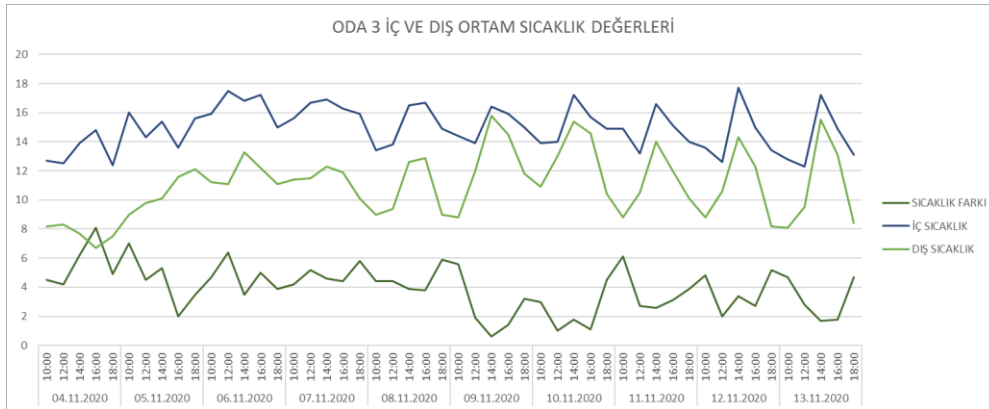
Bu deneyde 10 gün boyunca saat 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 ve 18:00 saatlerinde oda 1 iç, oda 2 iç, oda 3 iç ve dış ortam sıcaklıkları ölçülmüştür. Ölçülen sıcaklıklar Çizelge 4.2’de verilmiştir. Ölçülen sıcaklıkların saat saat çizgi grafiği görüntüleri de oda 1 için Şekil 4.1, oda 2 için Şekil 4.2 ve oda 3 için Şekil 4.3’te verilmiştir. Çizelge 4.3’te tüm odaların dış ortam ile arasındaki sıcaklık farkı kıyaslaması mevcuttur.



Şekil 4.1. Oda 1 iç ve dış ortam sıcaklık değerleri



Şekil 4.2. Oda 2 iç ve dış ortam sıcaklık değerleri



Şekil 4.3. Oda 3 iç ve dış ortam sıcaklık değerleri

Çizelge 4.2. Tüm odaların iç ve dış ortam detaylı sıcaklık değerleri

İÇ VE DİŞ ORTAM SICAKLIK DEĞERLERİ										
TARİH	SAATLER	ODA 1			ODA 2			ODA 3		
		FARK (°C)	İÇ (°C)	DİŞ (°C)	FARK (°C)	İÇ (°C)	DİŞ (°C)	FARK (°C)	İÇ (°C)	DİŞ (°C)
04.11.2020	10:00	9,30	17,5	8,2	7,10	15,3	8,2	4,5	12,7	8,2
	12:00	6,20	14,5	8,3	4,60	12,9	8,3	4,2	12,5	8,3
	14:00	5,70	13,4	7,7	5,80	13,5	7,7	6,2	13,9	7,7
	16:00	7,50	14,2	6,7	8,00	14,7	6,7	8,1	14,8	6,7
	18:00	5,40	12,9	7,5	4,20	11,7	7,5	4,9	12,4	7,5
05.11.2020	10:00	5,90	14,9	9	5,20	14,2	9	7	16	9
	12:00	3,80	13,6	9,8	4,10	13,9	9,8	4,5	14,3	9,8
	14:00	4,00	14,1	10,1	4,40	14,5	10,1	5,3	15,4	10,1
	16:00	2,10	13,7	11,6	2,50	14,1	11,6	2	13,6	11,6
	18:00	1,50	13,6	12,1	2,90	15	12,1	3,5	15,6	12,1
06.11.2020	10:00	2,80	14	11,2	5,10	16,3	11,2	4,7	15,9	11,2
	12:00	3,80	14,9	11,1	4,70	15,8	11,1	6,4	17,5	11,1
	14:00	2,40	15,7	13,3	3,40	16,7	13,3	3,5	16,8	13,3
	16:00	4,00	16,2	12,2	7,00	19,2	12,2	5	17,2	12,2
	18:00	2,50	13,6	11,1	3,70	14,8	11,1	3,9	15	11,1
07.11.2020	10:00	2,60	14	11,4	4,30	15,7	11,4	4,2	15,6	11,4
	12:00	4,90	16,4	11,5	5,10	16,6	11,5	5,2	16,7	11,5
	14:00	2,90	15,2	12,3	4,40	16,7	12,3	4,6	16,9	12,3
	16:00	3,50	15,4	11,9	4,20	16,1	11,9	4,4	16,3	11,9
	18:00	3,60	13,7	10,1	5,10	15,2	10,1	5,8	15,9	10,1
08.11.2020	10:00	3,70	12,7	9	7,20	16,2	9	4,4	13,4	9
	12:00	3,80	13,2	9,4	5,30	14,7	9,4	4,4	13,8	9,4
	14:00	1,70	14,3	12,6	4,80	17,4	12,6	3,9	16,5	12,6
	16:00	1,90	14,8	12,9	6,00	18,9	12,9	3,8	16,7	12,9
	18:00	4,80	13,8	9	5,90	14,9	9	5,9	14,9	9
09.11.2020	10:00	4,70	13,5	8,8	6,50	15,3	8,8	5,6	14,4	8,8
	12:00	1,10	13,1	12	1,90	13,9	12	1,9	13,9	12
	14:00	1,10	14,7	15,8	1,90	17,7	15,8	0,6	16,4	15,8
	16:00	0,70	15,2	14,5	2,60	17,1	14,5	1,4	15,9	14,5
	18:00	2,00	13,8	11,8	3,30	15,1	11,8	3,2	15	11,8
10.11.2020	10:00	2,80	13,7	10,9	2,70	13,6	10,9	3	13,9	10,9
	12:00	0,10	13,1	13	0,90	13,9	13	1	14	13
	14:00	0,00	15,4	15,4	2,10	17,5	15,4	1,8	17,2	15,4
	16:00	1,20	15,8	14,6	2,90	17,5	14,6	1,1	15,7	14,6
	18:00	4,30	14,7	10,4	5,00	15,4	10,4	4,5	14,9	10,4
11.11.2020	10:00	4,70	13,5	8,8	6,10	14,9	8,8	6,1	14,9	8,8
	12:00	3,10	13,6	10,5	3,30	13,8	10,5	2,7	13,2	10,5
	14:00	0,40	14,4	14	1,50	15,5	14	2,6	16,6	14
	16:00	2,70	14,7	12	4,40	16,4	12	3,1	15,1	12
	18:00	3,70	13,8	10,1	4,40	14,5	10,1	3,9	14	10,1
12.11.2020	10:00	6,10	14,9	8,8	5,90	14,7	8,8	4,8	13,6	8,8
	12:00	1,90	12,5	10,6	2,30	12,9	10,6	2	12,6	10,6
	14:00	0,50	14,8	14,3	3,10	17,4	14,3	3,4	17,7	14,3
	16:00	1,90	14,2	12,3	4,20	16,5	12,3	2,7	15	12,3
	18:00	5,30	13,5	8,2	6,00	14,2	8,2	5,2	13,4	8,2
13.11.2020	10:00	4,50	12,6	8,1	4,70	12,8	8,1	4,7	12,8	8,1
	12:00	2,40	11,9	9,5	2,70	12,2	9,5	2,8	12,3	9,5
	14:00	1,60	13,9	15,5	0,90	16,4	15,5	1,7	17,2	15,5
	16:00	0,70	13,8	13,1	4,60	17,7	13,1	1,8	14,9	13,1
	18:00	4,40	12,8	8,4	5,80	14,2	8,4	4,7	13,1	8,4

Çizelge 4.3. Tüm odaların dış ortamla sıcaklık farkı kıyaslaması

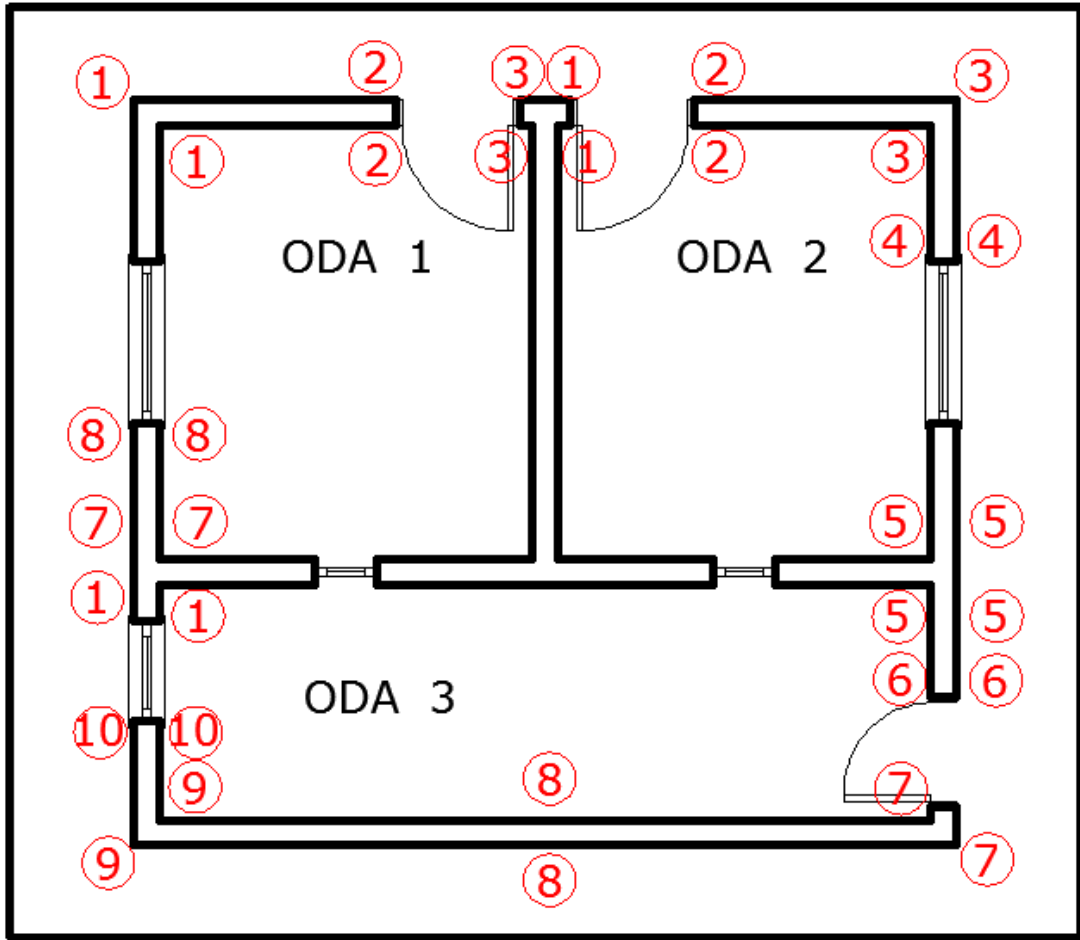
ODA 1 ORTAM SICAKLIK DENEYİ			ODA 2 ORTAM SICAKLIK DENEYİ			ODA 3 ORTAM SICAKLIK DENEYİ		
SAATLER	PARAMETRELER	SICAKLIK (°C)	SAATLER	PARAMETRELER	SICAKLIK (°C)	SAATLER	PARAMETRELER	SICAKLIK (°C)
10:00	MAX DIŞ	11,40	10:00	MAX DIŞ	11,40	10:00	MAX DIŞ	11,40
	MAX İÇ	17,50		MAX İÇ	16,30		MAX İÇ	16,00
	MAX FARK	9,30		MAX FARK	7,20		MAX FARK	7,00
	MİN DIŞ	8,10		MİN DIŞ	8,10		MİN DIŞ	8,10
	MİN İÇ	12,60		MİN İÇ	12,80		MİN İÇ	12,70
	MİN FARK	2,60		MİN FARK	2,70		MİN FARK	3,00
12:00	ORT FARK	4,71	12:00	ORT FARK	5,48	12:00	ORT FARK	4,90
	MAX DIŞ	13,00		MAX DIŞ	13,00		MAX DIŞ	13,00
	MAX İÇ	16,40		MAX İÇ	16,60		MAX İÇ	17,50
	MAX FARK	6,20		MAX FARK	5,30		MAX FARK	6,40
	MİN DIŞ	8,30		MİN DIŞ	8,30		MİN DIŞ	8,30
	MİN İÇ	11,90		MİN İÇ	12,20		MİN İÇ	12,30
14:00	MİN FARK	0,10	14:00	MİN FARK	0,90	14:00	MİN FARK	1,00
	ORT FARK	3,11		ORT FARK	3,49		ORT FARK	3,51
	MAX DIŞ	15,80		MAX DIŞ	15,80		MAX DIŞ	15,80
	MAX İÇ	15,70		MAX İÇ	17,70		MAX İÇ	17,70
	MAX FARK	5,70		MAX FARK	5,80		MAX FARK	6,20
	MİN DIŞ	7,70		MİN DIŞ	7,70		MİN DIŞ	7,70
16:00	MİN İÇ	13,40	16:00	MİN İÇ	13,50	16:00	MİN İÇ	13,90
	MİN FARK	0,00		MİN FARK	0,90		MİN FARK	0,60
	ORT FARK	2,03		ORT FARK	3,23		ORT FARK	3,36
	MAX DIŞ	14,60		MAX DIŞ	14,60		MAX DIŞ	14,60
	MAX İÇ	16,20		MAX İÇ	19,20		MAX İÇ	17,20
	MAX FARK	7,50		MAX FARK	8,00		MAX FARK	8,10
18:00	MİN DIŞ	6,70	18:00	MİN DIŞ	6,70	18:00	MİN DIŞ	6,70
	MİN İÇ	13,70		MİN İÇ	14,10		MİN İÇ	13,60
	MİN FARK	0,70		MİN FARK	2,50		MİN FARK	1,10
	ORT FARK	2,62		ORT FARK	4,64		ORT FARK	3,34
	MAX DIŞ	12,10		MAX DIŞ	12,10		MAX DIŞ	12,10
	MAX İÇ	14,70		MAX İÇ	15,40		MAX İÇ	15,90
20:00	MAX FARK	5,40	20:00	MAX FARK	6,00	20:00	MAX FARK	5,90
	MİN DIŞ	7,50		MİN DIŞ	7,50		MİN DIŞ	7,50
	MİN İÇ	12,80		MİN İÇ	11,70		MİN İÇ	7,50
	MİN FARK	1,50		MİN FARK	2,90		MİN FARK	3,20
	ORT FARK	3,75		ORT FARK	4,63		ORT FARK	4,55
GENEL ORTALAMA		3,24	GENEL ORTALAMA		4,29	GENEL ORTALAMA		3,93

**Şekil 4.4.** BOSCH GIS 1000 C Professional ile ortam sıcaklığı ölçümü

4.1.1.2 Yüzey sıcaklık deneyi

Bu deneyde Şekil 4.5'te gösterilen noktalarda iç duvar ve dış duvar yüzey sıcaklıkları yine ortam sıcaklığı deneyinde olduğu gibi 10 gün boyunca saat 10:00'dan 18:00'e kadar 2 saat aralıklarla not edilmiştir.

Çizelge 4.4'te oda 1'in önceden belirlenen noktalarında ölçülen iç ve dış yüzey sıcaklık değerleri, Çizelge 4.5'te oda 2'nin belirlenen noktalarındaki iç ve dış yüzey sıcaklık ölçüleri ve yine Çizelge 4.6'da oda 3'ün belirlenen noktalarındaki iç ve dış yüzey sıcaklık değerleri belirtilmiştir. Şekil 4.6 ve 4.7'de ısı dedektörü ile ölçüm alım esnasından fotoğraflar mevcuttur. Çizelge 4.7'de tüm odaların duvarlarının iç ve dış yüzey sıcaklıklarının ortalama farkları mevcuttur.



Şekil 4.5. Yüzey sıcaklıklarının ölçümü alınan noktalar

Çizelge 4.4. Oda 1 iç ve dış yüzey sıcaklık değerleri

TARİH		04.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	14,2	13,8	13,8	13,6	13,5
	1 DIŞ (°C)	4	6	6,3	5,7	5,4
	1 FARK (°C)	10,2	7,8	7,5	7,9	8,1
	2 İÇ (°C)	14,1	13,6	13,7	13,5	13,3
	2 DIŞ (°C)	3,5	6,1	6,2	5,4	5,3
	2 FARK (°C)	10,6	7,5	7,5	8,1	8
	3 İÇ (°C)	14,2	13,8	13,7	13,3	13,4
	3 DIŞ (°C)	3,4	5,7	6,2	5,3	5
	3 FARK (°C)	10,8	8,1	7,5	8	8,4
	7 İÇ (°C)	14,1	14,2	14	14	13,7
	7 DIŞ (°C)	3,6	5,6	6,2	5,4	4,8
	7 FARK (°C)	10,5	8,6	7,8	8,6	8,9
	8 İÇ (°C)	13,9	14	13,8	13,9	13,5
	8 DIŞ (°C)	3,4	5,5	5,9	5,1	4,7
	8 FARK (°C)	10,5	8,5	7,9	8,8	8,8

TARİH		05.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	12,2	12,9	13,2	12,7	13,6
	1 DIŞ (°C)	7,5	9	10,9	10,6	10,7
	1 FARK (°C)	4,7	3,9	2,3	2,1	2,9
	2 İÇ (°C)	12,4	12,8	13,8	13,3	13,8
	2 DIŞ (°C)	7,6	9,1	10,7	10,7	11,1
	2 FARK (°C)	4,8	3,7	3,1	2,6	2,7
	3 İÇ (°C)	12,2	12,7	13,2	13	13,7
	3 DIŞ (°C)	7,5	9,3	10,8	10,7	10,9
	3 FARK (°C)	4,7	3,4	2,4	2,3	2,8
	7 İÇ (°C)	12,6	13,2	13,2	13,3	13,8
	7 DIŞ (°C)	6,8	8,2	10,9	10	9,9
	7 FARK (°C)	5,8	5	2,3	3,3	3,9
	8 İÇ (°C)	12,5	12,9	13,7	13,8	14,5
	8 DIŞ (°C)	7	8,3	10,1	9,8	9,8
	8 FARK (°C)	5,5	4,6	3,6	4	4,7

TARİH		06.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	13,8	14,3	14,4	14,3	14,3
	1 DIŞ (°C)	10,9	11	14	12,5	8,8
	1 FARK (°C)	2,9	3,3	0,4	1,8	5,5
	2 İÇ (°C)	13,9	15	15	15	14,3
	2 DIŞ (°C)	10,7	11	14,2	12,6	9,4
	2 FARK (°C)	3,2	4	0,8	2,4	4,9
	3 İÇ (°C)	13,7	14,2	14,5	14,6	14,4
	3 DIŞ (°C)	10,5	10,9	13,9	12,6	9,3
	3 FARK (°C)	3,2	3,3	0,6	2	5,1
	7 İÇ (°C)	13,7	14,3	14,3	14,5	14,5
	7 DIŞ (°C)	11	11	13,8	12,5	8,4
	7 FARK (°C)	2,7	3,3	0,5	2	6,1
	8 İÇ (°C)	13,8	14,8	15	15,1	14,4
	8 DIŞ (°C)	10,5	10,7	13,4	12,1	8,3
	8 FARK (°C)	3,3	4,1	1,6	3	6,1
TARİH		07.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	13,3	13,6	14,1	14,6	14,5
	1 DIŞ (°C)	9,6	10,7	11,5	10,9	7
	1 FARK (°C)	3,7	2,9	2,6	3,7	7,5
	2 İÇ (°C)	13,7	14,5	15,2	15,5	15,3
	2 DIŞ (°C)	9,3	11	12,7	11	7,9
	2 FARK (°C)	4,4	3,5	2,5	4,5	7,4
	3 İÇ (°C)	13,2	14	13,6	14,8	14,8
	3 DIŞ (°C)	9,3	10,5	11,5	11,1	7,7
	3 FARK (°C)	3,9	3,5	2,1	3,7	7,1
	7 İÇ (°C)	13,2	13,8	14,4	14,7	14,8
	7 DIŞ (°C)	9	10,8	11,5	11	6,3
	7 FARK (°C)	4,2	3	2,9	3,7	8,5
	8 İÇ (°C)	13,7	14,4	15,2	15,6	15,4
	8 DIŞ (°C)	9,3	10,6	11	11,2	6,9
	8 FARK (°C)	4,4	3,8	4,2	4,4	8,5

TARİH		08.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	12,3	12,8	12,7	13,2	13,5
	1 DIŞ (°C)	5,7	6,5	12,2	9,5	4,7
	1 FARK (°C)	6,6	6,3	0,5	3,7	8,8
	2 İÇ (°C)	12,6	13,2	14,2	14,6	14,5
	2 DIŞ (°C)	5,1	6,4	15	10,5	6,8
	2 FARK (°C)	7,5	6,8	0,8	4,1	7,7
	3 İÇ (°C)	12,3	13	13,2	13,6	13,8
	3 DIŞ (°C)	5,3	6,6	13,6	10,2	6,5
	3 FARK (°C)	7	6,4	0,4	3,4	7,3
	7 İÇ (°C)	12,5	12,8	13,3	13,2	13,8
	7 DIŞ (°C)	5,3	6,4	9	8,6	3,4
	7 FARK (°C)	7,2	6,4	4,3	4,6	10,4
	8 İÇ (°C)	12,7	13,3	14,1	14,6	14,2
	8 DIŞ (°C)	5,7	6,5	8,8	8,8	4
	8 FARK (°C)	7	6,8	5,3	5,8	10,2
TARİH		09.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	11,7	12,2	12,6	13,1	13,7
	1 DIŞ (°C)	6,5	8,5	14,3	12,2	7,3
	1 FARK (°C)	5,2	3,7	1,7	0,9	6,4
	2 İÇ (°C)	12,5	13,1	14,7	14,9	14,9
	2 DIŞ (°C)	6,2	8,7	18,9	13,2	8,9
	2 FARK (°C)	6,3	4,4	4,2	1,7	6
	3 İÇ (°C)	12,1	12,7	13,3	14,1	14,2
	3 DIŞ (°C)	6	8,7	16,6	13,1	8,7
	3 FARK (°C)	6,1	4	3,3	1	5,5
	7 İÇ (°C)	12,2	12,7	13,3	13,6	13,8
	7 DIŞ (°C)	6	8	11,5	11,4	5,7
	7 FARK (°C)	6,2	4,7	1,8	2,2	8,1
	8 İÇ (°C)	12,6	13,3	14,4	14,8	14,5
	8 DIŞ (°C)	6,7	8,2	11,3	11,7	6,4
	8 FARK (°C)	5,9	5,1	3,1	3,1	8,1

TARİH		10.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	12,3	12,3	12,8	13,2	13,3
	1 DIŞ (°C)	8,4	10,3	14,2	11,9	6,6
	1 FARK (°C)	3,9	2	1,4	1,3	6,7
	2 İÇ (°C)	13	13,3	14,6	15	14,3
	2 DIŞ (°C)	8,4	10,8	18,1	12,9	8,6
	2 FARK (°C)	4,6	2,5	3,5	2,1	5,7
	3 İÇ (°C)	12,8	12,9	13,5	14	14
	3 DIŞ (°C)	8,4	10,8	15,5	12,7	8,3
	3 FARK (°C)	4,4	2,1	2	1,3	5,7
	7 İÇ (°C)	12,5	12,5	13,1	13,5	13,6
	7 DIŞ (°C)	8	10,2	11,3	10,8	4,5
	7 FARK (°C)	4,5	2,3	1,8	2,7	9,1
	8 İÇ (°C)	12,9	13,1	13,9	14,7	14,6
	8 DIŞ (°C)	8,7	10,3	11,8	11,3	5,3
	8 FARK (°C)	4,2	2,8	2,1	3,4	9,3
TARİH		11.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	11,7	12,5	12,7	12,7	13,2
	1 DIŞ (°C)	6,9	7,7	12,2	9,7	5,8
	1 FARK (°C)	4,8	4,8	0,5	3	7,4
	2 İÇ (°C)	12,3	13,3	14,1	13,8	14,1
	2 DIŞ (°C)	7	8,2	16	10,5	7,1
	2 FARK (°C)	5,3	5,1	1,9	3,3	7
	3 İÇ (°C)	12	12,9	13,2	13,3	13,7
	3 DIŞ (°C)	6,9	8,1	13,4	10,5	7,2
	3 FARK (°C)	5,1	4,8	0,2	2,8	6,5
	7 İÇ (°C)	12	12,6	12,8	13,3	13,7
	7 DIŞ (°C)	6,2	7,5	9,5	8,8	4,2
	7 FARK (°C)	5,8	5,1	3,3	4,5	9,5
	8 İÇ (°C)	12,5	13,2	13,8	14	14,4
	8 DIŞ (°C)	6,5	7,7	9,6	9,2	5
	8 FARK (°C)	6	5,5	4,2	4,8	9,4

TARİH		12.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	11,2	11,7	12,1	12,5	13
	1 DIŞ (°C)	5,6	6,3	12,4	10	4
	1 FARK (°C)	5,6	5,4	0,3	2,5	9
	2 İÇ (°C)	12	12,9	13,8	14,5	14,4
	2 DIŞ (°C)	5,8	7,1	18	11,3	5,7
	2 FARK (°C)	6,2	5,8	4,2	3,2	8,7
	3 İÇ (°C)	11,5	12,3	13	13,5	13,8
	3 DIŞ (°C)	6,1	7,1	15,6	11	5,7
	3 FARK (°C)	5,4	5,2	2,6	2,5	8,1
	7 İÇ (°C)	11,5	12,2	12,8	13,3	13,6
	7 DIŞ (°C)	5,1	5,8	9,3	8,7	2,8
	7 FARK (°C)	6,4	6,4	3,5	4,6	10,8
	8 İÇ (°C)	11,9	12,9	13,7	14,3	14,3
	8 DIŞ (°C)	5,6	6,3	9,6	9,2	3,6
	8 FARK (°C)	6,3	6,6	4,1	5,1	10,7
TARİH		13.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	10,5	10,9	11,3	11,5	11,9
	1 DIŞ (°C)	5,2	5,8	12,6	10,2	2,9
	1 FARK (°C)	5,3	5,1	1,3	1,3	9
	2 İÇ (°C)	11,3	12,2	13,1	13,7	13,3
	2 DIŞ (°C)	4,7	6,5	17,5	11,1	4,6
	2 FARK (°C)	6,6	5,7	4,4	2,6	8,7
	3 İÇ (°C)	11,1	11,3	12,3	12,7	12,8
	3 DIŞ (°C)	4,8	6,5	15,5	11	4,7
	3 FARK (°C)	6,3	4,8	3,2	1,7	8,1
	7 İÇ (°C)	11,1	11,5	12	12,5	12,4
	7 DIŞ (°C)	3,9	5,2	9,2	8,7	1,3
	7 FARK (°C)	7,2	6,3	2,8	3,8	11,1
	8 İÇ (°C)	11,4	12,3	13	13,7	13,5
	8 DIŞ (°C)	4,8	5,5	9,3	9,3	1,5
	8 FARK (°C)	6,6	6,8	3,7	4,4	12

Çizelge 4.5 Oda 2 iç ve dış yüzey sıcaklık değerleri

TARİH		04.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	14,3	14,7	14,3	14,1	13,7
	1 DIŞ (°C)	4,7	5,4	6,3	5,6	5,1
	1 FARK (°C)	9,6	9,3	8	8,5	8,6
	2 İÇ (°C)	14,5	14,9	14,1	14,3	14
	2 DIŞ (°C)	4,3	5,2	6,3	5,2	5
	2 FARK (°C)	10,2	9,7	7,8	9,1	9
	3 İÇ (°C)	14,9	15	14,8	14,5	14,1
	3 DIŞ (°C)	3,7	4,3	5,7	4,3	4,6
	3 FARK (°C)	11,2	10,7	9,1	10,2	9,5
	4 İÇ (°C)	14,8	14,9	14,5	14,2	14
	4 DIŞ (°C)	4	4,8	6,1	4,9	4,8
	4 FARK (°C)	10,8	10,1	8,4	9,3	9,2
	5 İÇ (°C)	15,5	15,7	15,2	14,7	14,7
	5 DIŞ (°C)	4,3	4,7	5,8	4,8	4,7
	5 FARK (°C)	11,2	11	9,4	9,9	10

TARİH		05.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	12,6	13,1	13,2	14,5	13,7
	1 DIŞ (°C)	7,8	8,8	10,6	11,1	10,9
	1 FARK (°C)	4,8	4,3	2,6	3,4	2,8
	2 İÇ (°C)	13	13,6	14	15,3	14,6
	2 DIŞ (°C)	7,5	8,7	10,5	11,3	11,1
	2 FARK (°C)	5,5	4,9	3,5	4	3,5
	3 İÇ (°C)	12,9	13,5	13,7	14,7	14,2
	3 DIŞ (°C)	6,9	8,4	10,3	11	10,7
	3 FARK (°C)	6	5,1	3,4	3,7	3,5
	4 İÇ (°C)	13	13,7	14,1	15,4	14,8
	4 DIŞ (°C)	7,2	8,7	10,5	11,2	10,7
	4 FARK (°C)	5,8	5	3,6	4,2	4,1
	5 İÇ (°C)	13,5	13,9	14,2	14,9	14,4
	5 DIŞ (°C)	6,9	8,3	10,3	11	10,1
	5 FARK (°C)	6,6	5,6	3,9	3,9	4,3

TARİH		06.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	13,7	14,2	14,8	14,8	15,9
	1 DIŞ (°C)	10,7	10,5	13,4	12	9,5
	1 FARK (°C)	3	3,7	1,4	2,8	6,4
	2 İÇ (°C)	14	14,5	15,3	15,5	16,1
	2 DIŞ (°C)	10,5	10,5	13,2	11,7	9,5
	2 FARK (°C)	3,5	4	2,1	3,8	6,6
	3 İÇ (°C)	13,7	13,9	15,4	16,2	16,4
	3 DIŞ (°C)	10,4	10,6	14	13,2	9
	3 FARK (°C)	3,3	3,3	1,4	3	7,4
	4 İÇ (°C)	14	14,6	16	17	16,5
	4 DIŞ (°C)	10,8	10,5	14,7	13,7	8,8
	4 FARK (°C)	3,2	4,1	1,3	3,3	7,7
	5 İÇ (°C)	13,9	14,3	15	15,7	15,9
	5 DIŞ (°C)	11,3	10,8	15	12,3	8,6
	5 FARK (°C)	2,6	3,5	0	3,4	7,3
TARİH		07.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	13,7	13,5	14,5	14,7	14,5
	1 DIŞ (°C)	8,4	10,6	12,2	11,2	8
	1 FARK (°C)	5,3	2,9	2,3	3,5	6,5
	2 İÇ (°C)	14,2	14,1	15,1	15,5	14,8
	2 DIŞ (°C)	8,2	10,3	11,8	10,6	7,8
	2 FARK (°C)	6	3,8	3,3	4,9	7
	3 İÇ (°C)	13,8	13,5	14,3	14,5	14,6
	3 DIŞ (°C)	7,8	11,4	14,2	11,2	7
	3 FARK (°C)	6	2,1	0,1	3,3	7,6
	4 İÇ (°C)	14,1	14,4	15,7	15,6	15
	4 DIŞ (°C)	7,8	11,6	14,8	11,3	6,8
	4 FARK (°C)	6,3	2,8	0,9	4,3	8,2
	5 İÇ (°C)	13,9	13,8	14,8	15	14,8
	5 DIŞ (°C)	7,7	12,1	16,3	11,8	6,4
	5 FARK (°C)	6,2	1,7	1,5	3,2	8,4

TARİH		08.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	12,3	12,5	14,5	15,6	14,8
	1 DIŞ (°C)	5,2	6,6	13,8	10,3	6,7
	1 FARK (°C)	7,1	5,9	0,7	5,3	8,1
	2 İÇ (°C)	12,6	12,6	15,7	17,1	15,4
	2 DIŞ (°C)	5,1	6,8	12,8	10,3	6,5
	2 FARK (°C)	7,5	5,8	2,9	6,8	8,9
	3 İÇ (°C)	12,8	12,7	14,1	15,5	14,5
	3 DIŞ (°C)	4,5	6,3	23,5	18	6,2
	3 FARK (°C)	8,3	6,4	9,4	2,5	8,3
	4 İÇ (°C)	12,8	13	16	18	15,7
	4 DIŞ (°C)	4,3	6,3	25,5	20	6,2
	4 FARK (°C)	8,5	6,7	9,5	2	9,5
	5 İÇ (°C)	13,1	13,1	14,2	15,6	14,7
	5 DIŞ (°C)	4	6,7	30,6	12,4	5,9
	5 FARK (°C)	9,1	6,4	16,4	3,2	8,8
TARİH		09.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	12,2	12,4	14,6	16	14,9
	1 DIŞ (°C)	6	8,6	16,9	12,7	8,8
	1 FARK (°C)	6,2	3,8	2,3	3,3	6,1
	2 İÇ (°C)	12,7	13,1	15,7	17,2	15,5
	2 DIŞ (°C)	6,3	8,7	16	12,9	8,5
	2 FARK (°C)	6,4	4,4	0,3	4,3	7
	3 İÇ (°C)	12,3	12,4	13,9	15,3	14,5
	3 DIŞ (°C)	5	8,3	25	20	8,6
	3 FARK (°C)	7,3	4,1	11,1	4,7	5,9
	4 İÇ (°C)	12,6	12,8	15,8	17,7	15,8
	4 DIŞ (°C)	4,5	8,1	27,9	20,5	8,5
	4 FARK (°C)	8,1	4,7	12,1	2,8	7,3
	5 İÇ (°C)	12,9	12,8	14,2	15,6	14,8
	5 DIŞ (°C)	4,5	8,5	32,5	15,7	8,1
	5 FARK (°C)	8,4	4,3	18,3	0,1	6,7

TARİH		10.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	12,8	12,8	15,3	16,4	14,8
	1 DIŞ (°C)	8,2	10,5	16,1	12,6	8,7
	1 FARK (°C)	4,6	2,3	0,8	3,8	6,1
	2 İÇ (°C)	13	13,3	16,2	17,7	14,8
	2 DIŞ (°C)	8,3	10,6	15,3	12,5	8,1
	2 FARK (°C)	4,7	2,7	0,9	5,2	6,7
	3 İÇ (°C)	12,9	12,8	14,4	16,1	14,7
	3 DIŞ (°C)	7	10,2	25,4	21	8
	3 FARK (°C)	5,9	2,6	11	4,9	6,7
	4 İÇ (°C)	13,1	13,5	16,5	18,6	15,8
	4 DIŞ (°C)	6,7	10,2	29	18,4	7,9
	4 FARK (°C)	6,4	3,3	12,5	0,2	7,9
	5 İÇ (°C)	13,2	13,3	14,5	16	15,3
	5 DIŞ (°C)	6,5	10,1	34,6	14	7,7
	5 FARK (°C)	6,7	3,2	20,1	2	7,6
TARİH		11.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	12,3	13	15,3	14,6	14,8
	1 DIŞ (°C)	6,9	8,4	14	10,2	7,2
	1 FARK (°C)	5,4	4,6	1,3	4,4	7,6
	2 İÇ (°C)	12,7	13,2	15,8	14,6	15,1
	2 DIŞ (°C)	6,8	8	12,7	10	6,9
	2 FARK (°C)	5,9	5,2	3,1	4,6	8,2
	3 İÇ (°C)	12,8	13	14,6	14,6	14,6
	3 DIŞ (°C)	6,1	7,8	22,2	11,5	6,7
	3 FARK (°C)	6,7	5,2	7,6	3,1	7,9
	4 İÇ (°C)	13	13,4	16,5	16,3	15,6
	4 DIŞ (°C)	5,9	8	26,6	11,8	6,5
	4 FARK (°C)	7,1	5,4	10,1	4,5	9,1
	5 İÇ (°C)	13,2	13,3	14,9	15,1	15,1
	5 DIŞ (°C)	5,7	8,3	32	11	6,3
	5 FARK (°C)	7,5	5	17,1	4,1	8,8

TARİH		12.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	12,1	12,5	14,5	16,5	15,1
	1 DIŞ (°C)	6	7	16,5	11	5,5
	1 FARK (°C)	6,1	5,5	2	5,5	9,6
	2 İÇ (°C)	12,3	13	15,6	17,8	15,6
	2 DIŞ (°C)	6	7,2	15,3	10,8	5,3
	2 FARK (°C)	6,3	5,8	0,3	7	10,3
	3 İÇ (°C)	12,3	12,8	14,1	16	14,5
	3 DIŞ (°C)	4,8	6,4	24,2	21	5
	3 FARK (°C)	7,5	6,4	10,1	5	9,5
	4 İÇ (°C)	12,5	13	15,9	18,8	15,8
	4 DIŞ (°C)	4,1	6,4	29,3	27	5,1
	4 FARK (°C)	8,4	6,6	13,4	8,2	10,7
	5 İÇ (°C)	12,7	13	14	15,8	15
	5 DIŞ (°C)	4,1	6,4	34,4	15,7	4,8
	5 FARK (°C)	8,6	6,6	20,4	0,1	10,2
TARİH		13.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	11,7	11,7	13,6	15,3	15,1
	1 DIŞ (°C)	4,7	6,4	14,3	10,7	5,1
	1 FARK (°C)	7	5,3	0,7	4,6	10
	2 İÇ (°C)	12,1	12,2	14,9	17	15,7
	2 DIŞ (°C)	4,6	6,5	14,7	10,8	5
	2 FARK (°C)	7,5	5,7	0,2	6,2	10,7
	3 İÇ (°C)	11,9	11,7	13	15,4	14,8
	3 DIŞ (°C)	3,4	5,7	23	19	4,7
	3 FARK (°C)	8,5	6	10	3,6	10,1
	4 İÇ (°C)	11,9	12,1	15	17,7	15,9
	4 DIŞ (°C)	2,8	5,7	26,8	24,4	4,6
	4 FARK (°C)	9,1	6,4	11,8	6,7	11,3
	5 İÇ (°C)	12,5	12,3	13,1	15,3	14,8
	5 DIŞ (°C)	2,9	5,8	31,1	14,6	4,5
	5 FARK (°C)	9,6	6,5	18	0,7	10,3

Çizelge 4.6. Oda 3 iç ve dış yüzey sıcaklık değerleri

TARİH		04.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	14,4	13,9	14	13,7	13,8
	1 DIŞ (°C)	5,1	5,2	5,8	5,4	4,6
	1 FARK (°C)	9,3	8,7	8,2	8,3	9,2
	5 İÇ (°C)	14,6	14,8	14,3	14,2	14,3
	5 DIŞ (°C)	5,2	4,5	5,3	5,3	5
	5 FARK (°C)	9,4	10,3	9	8,9	9,3
	6 İÇ (°C)	13	14,1	13,9	13,7	13,5
	6 DIŞ (°C)	5,7	4,2	5,8	5,1	4,9
	6 FARK (°C)	7,3	9,9	8,1	8,6	8,6
	7 İÇ (°C)	14	13,9	13,9	13,4	13,8
	7 DIŞ (°C)	4,9	3,8	5,1	4,5	4,5
	7 FARK (°C)	9,1	10,1	8,8	8,9	9,3
	8 İÇ (°C)	14,4	14,6	14,1	14,2	14,3
	8 DIŞ (°C)	5,3	3,9	4,7	4,3	4,6
	8 FARK (°C)	9,1	10,7	9,4	9,9	9,7
	9 İÇ (°C)	14,5	14	13,6	13,5	13,5
	9 DIŞ (°C)	5,4	4,1	5	4,2	4,5
	9 FARK (°C)	9,1	9,9	8,6	9,3	9
	10 İÇ (°C)	13,9	13,9	13,9	13,7	13,7
	10 DIŞ (°C)	5,7	4,2	5,2	4,8	4,5
	10 FARK (°C)	8,2	9,7	8,7	8,9	9,2
TARİH		05.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	12,6	12,6	12,8	13	12,8
	1 DIŞ (°C)	7	7,8	9,6	10	9,5
	1 FARK (°C)	5,6	4,8	3,2	3	3,3
	5 İÇ (°C)	12,7	13,2	13,4	13,5	13,5
	5 DIŞ (°C)	7	8	9,6	10,3	10,1
	5 FARK (°C)	5,7	5,2	3,8	3,2	3,4
	6 İÇ (°C)	12,7	13,2	13,4	13,6	13,6
	6 DIŞ (°C)	7,6	8,4	10,4	10,9	10,7
	6 FARK (°C)	5,1	4,8	3	2,7	2,9
	7 İÇ (°C)	12,1	12,4	12,6	13,2	13
	7 DIŞ (°C)	6,5	7,4	9,2	10	9,4
	7 FARK (°C)	5,6	5	3,4	3,2	3,6
	8 İÇ (°C)	13,1	13,5	13,4	13,5	13,5
	8 DIŞ (°C)	6,2	6,8	8,5	9,5	9
	8 FARK (°C)	6,9	6,7	4,9	4	4,5
	9 İÇ (°C)	12,3	12,7	12,5	12,7	12,6
	9 DIŞ (°C)	6,5	7,8	9	9,7	9,7
	9 FARK (°C)	5,8	4,9	3,5	3	2,9
	10 İÇ (°C)	12,6	13	13,1	13,6	13
	10 DIŞ (°C)	7,1	8,3	9,5	10,4	9,9
	10 FARK (°C)	5,5	4,7	3,6	3,2	3,1

TARİH		06.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	12,7	13,3	13,6	13,5	13,6
	1 DIŞ (°C)	10	10,4	12,4	11	7,3
	1 FARK (°C)	2,7	2,9	1,2	2,5	6,3
	5 İÇ (°C)	13,3	13,5	13,8	14	13,9
	5 DIŞ (°C)	10,5	10,5	14,6	11,4	7,2
	5 FARK (°C)	2,8	3	0,8	2,6	6,7
	6 İÇ (°C)	13,3	13,7	14,6	14,5	13,9
	6 DIŞ (°C)	10,9	10,5	14,7	11,8	7,4
	6 FARK (°C)	2,4	3,2	0,1	2,7	6,5
	7 İÇ (°C)	13	13,3	13,5	14	13,7
	7 DIŞ (°C)	10	9,9	13,9	11,1	7,9
	7 FARK (°C)	3	3,4	0,4	2,9	5,8
	8 İÇ (°C)	13,3	13,5	13,9	14	14
	8 DIŞ (°C)	9,3	9,7	12,3	10,7	8,3
	8 FARK (°C)	4	3,8	1,6	3,3	5,7
	9 İÇ (°C)	12,8	13,2	13,4	13,6	13,6
	9 DIŞ (°C)	9,7	10,3	12,5	11	7,3
	9 FARK (°C)	3,1	2,9	0,9	2,6	6,3
	10 İÇ (°C)	13,3	13,7	14,1	14,2	13,7
	10 DIŞ (°C)	10,2	10,5	12,3	11,1	7,1
	10 FARK (°C)	3,1	3,2	1,8	3,1	6,6

TARİH		07.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	12,7	13	13,5	13,5	13,6
	1 DIŞ (°C)	8,3	10,5	11,5	10,8	5,5
	1 FARK (°C)	4,4	2,5	2	2,7	8,1
	5 İÇ (°C)	13,2	13,2	13,7	13,7	13,8
	5 DIŞ (°C)	7,6	11,8	15,6	11,7	6,4
	5 FARK (°C)	5,6	1,4	1,9	2	7,4
	6 İÇ (°C)	13,2	13,5	14,3	14,2	14
	6 DIŞ (°C)	8	12,1	15	11,8	6,7
	6 FARK (°C)	5,2	1,4	0,7	2,4	7,3
	7 İÇ (°C)	12,8	12,6	13,5	13,7	13,6
	7 DIŞ (°C)	7,5	11	13,1	10,7	6,1
	7 FARK (°C)	5,3	1,6	0,4	3	7,5
	8 İÇ (°C)	13,4	13,5	13,8	14	14
	8 DIŞ (°C)	7,3	10,8	8,2	10,8	5,5
	8 FARK (°C)	6,1	2,7	5,6	3,2	8,5
	9 İÇ (°C)	12,9	12,7	13	13,3	13,4
	9 DIŞ (°C)	8,1	10,7	11,8	10,5	5,6
	9 FARK (°C)	4,8	2	1,2	2,8	7,8
	10 İÇ (°C)	13,4	13,3	13,8	14	13,7
	10 DIŞ (°C)	8,4	10,2	11,2	10,6	6
	10 FARK (°C)	5	3,1	2,6	3,4	7,7

TARİH		08.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	12	12,3	13,1	13	13
	1 DIŞ (°C)	5	6,7	8,5	8,2	3,2
	1 FARK (°C)	7	5,6	4,6	4,8	9,8
	5 İÇ (°C)	12,7	12,6	13,5	13,6	13,7
	5 DIŞ (°C)	4,5	10	27,7	11	5,5
	5 FARK (°C)	8,2	2,6	14,2	2,6	8,2
	6 İÇ (°C)	12,3	12,6	14,6	15	14,1
	6 DIŞ (°C)	4,4	15	27,5	10,9	5,6
	6 FARK (°C)	7,9	2,4	12,9	4,1	8,5
	7 İÇ (°C)	11,7	11,8	13,5	14	13,5
	7 DIŞ (°C)	4,2	12,1	18	9,3	5,1
	7 FARK (°C)	7,5	0,3	4,5	4,7	8,4
	8 İÇ (°C)	12,5	12,7	13,5	13,8	13,6
	8 DIŞ (°C)	4,3	7,7	10,2	8,5	4
	8 FARK (°C)	8,2	5	3,3	5,3	9,6
	9 İÇ (°C)	12	11,7	12,4	12,8	12,6
	9 DIŞ (°C)	4,7	7,7	9,5	9,2	3,4
	9 FARK (°C)	7,3	4	2,9	3,6	9,2
	10 İÇ (°C)	12,2	12,5	13,5	14	13,4
	10 DIŞ (°C)	5,2	7,3	8,4	8,5	3,4
	10 FARK (°C)	7	5,2	5,1	5,5	10

TARİH		09.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	11,6	11,8	12,4	13	12,7
	1 DIŞ (°C)	5,6	8,1	10,8	10,7	5,6
	1 FARK (°C)	6	3,7	1,6	2,3	7,1
	5 İÇ (°C)	12,3	12,2	13,3	13,6	13,3
	5 DIŞ (°C)	4,5	8,8	31	14,7	8
	5 FARK (°C)	7,8	3,4	17,7	1,1	5,3
	6 İÇ (°C)	11,6	12,2	14,2	14,9	14,1
	6 DIŞ (°C)	4,5	11,5	30	14,3	8,1
	6 FARK (°C)	7,1	0,7	15,8	0,6	6
	7 İÇ (°C)	11,4	11,6	12,9	13,6	13,4
	7 DIŞ (°C)	4,2	12,7	21,5	12,9	7,6
	7 FARK (°C)	7,2	1,1	8,6	0,7	5,8
	8 İÇ (°C)	12,4	12,4	13,2	13,7	13,2
	8 DIŞ (°C)	4,4	8,8	12,5	11,3	6,6
	8 FARK (°C)	8	3,6	0,7	2,4	6,6
	9 İÇ (°C)	11,2	11,3	12,9	12,5	12,2
	9 DIŞ (°C)	5	8,6	11,4	11,7	6
	9 FARK (°C)	6,2	2,7	1,5	0,8	6,2
	10 İÇ (°C)	11,7	11,9	13,2	13,9	13,3
	10 DIŞ (°C)	5,6	8,5	11,1	11,5	6,2
	10 FARK (°C)	6,1	3,4	2,1	2,4	7,1

TARİH		10.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	11,9	12	12,9	13,2	12,8
	1 DIŞ (°C)	7,4	9,8	10,8	10,6	4,5
	1 FARK (°C)	4,5	2,2	2,1	2,6	8,3
	5 İÇ (°C)	12,4	12,8	13,7	13,9	13,7
	5 DIŞ (°C)	6,5	15,2	33,7	14	7,6
	5 FARK (°C)	5,9	2,4	20	0,1	6,1
	6 İÇ (°C)	12,1	12,7	14,8	15,4	14
	6 DIŞ (°C)	6,7	17,3	33,2	12,6	8
	6 FARK (°C)	5,4	4,6	18,4	2,8	6
	7 İÇ (°C)	11,6	12,1	13,3	14,1	14
	7 DIŞ (°C)	6,5	16,6	24,4	11,8	7
	7 FARK (°C)	5,1	4,5	11,1	2,3	7
	8 İÇ (°C)	12,3	12,6	13,5	13,9	13,7
	8 DIŞ (°C)	6,4	10,9	12,8	10,6	5,9
	8 FARK (°C)	5,9	1,7	0,7	3,3	7,8
	9 İÇ (°C)	11,5	11,7	12,4	13	12,7
	9 DIŞ (°C)	7,1	10,6	11,9	11,2	5
	9 FARK (°C)	4,4	1,1	0,5	1,8	7,7
	10 İÇ (°C)	12,2	12,5	13,7	14,2	13,5
	10 DIŞ (°C)	7,7	10,8	11,4	10,8	4,9
	10 FARK (°C)	4,5	1,7	2,3	3,4	8,6

TARİH		11.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	11,3	11,7	12,8	12,5	12,6
	1 DIŞ (°C)	5,8	7,5	9,2	8,6	4
	1 FARK (°C)	5,5	4,2	3,6	3,9	8,6
	5 İÇ (°C)	12,4	12,6	14	13,7	13,7
	5 DIŞ (°C)	6	9	31,3	11,5	6,6
	5 FARK (°C)	6,4	3,6	17,3	2,2	7,1
	6 İÇ (°C)	12,1	12,4	15,2	14,4	13,8
	6 DIŞ (°C)	5,8	8,8	29,7	11,1	6
	6 FARK (°C)	6,3	3,6	14,5	3,3	7,8
	7 İÇ (°C)	11,7	11,8	13,9	14,1	13,7
	7 DIŞ (°C)	5,6	11,8	20,4	10,1	5,6
	7 FARK (°C)	6,1	0	6,5	4	8,1
	8 İÇ (°C)	12,4	12,5	13,9	13,6	13,4
	8 DIŞ (°C)	5,3	8,8	11,7	8,8	4,5
	8 FARK (°C)	7,1	3,7	2,2	4,8	8,9
	9 İÇ (°C)	11,3	11,5	13,2	12,7	12,6
	9 DIŞ (°C)	5,7	8,2	10,3	9,2	4
	9 FARK (°C)	5,6	3,3	2,9	3,5	8,6
	10 İÇ (°C)	12,1	12,5	14,1	13,7	13,2
	10 DIŞ (°C)	5,7	7,8	9,4	8,8	4,2
	10 FARK (°C)	6,4	4,7	4,7	4,9	9

TARİH		12.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	11	11,4	12,6	12,9	12,5
	1 DIŞ (°C)	4,2	6	7,8	8	2,1
	1 FARK (°C)	6,8	5,4	4,8	4,9	10,4
	5 İÇ (°C)	11,9	12,2	13,2	13,6	13,3
	5 DIŞ (°C)	3,7	6,4	33,3	13,3	4,6
	5 FARK (°C)	8,2	5,8	20,1	0,3	8,7
	6 İÇ (°C)	11,4	11,8	14,4	14,8	13,7
	6 DIŞ (°C)	3,7	6,7	31,7	12,2	4,2
	6 FARK (°C)	7,7	5,1	17,3	2,6	9,5
	7 İÇ (°C)	11,1	11,3	12,9	13,7	13,3
	7 DIŞ (°C)	3,6	9,7	21,2	10,5	3
	7 FARK (°C)	7,5	1,6	8,3	3,2	10,3
	8 İÇ (°C)	12,1	12,1	12,6	13,6	13
	8 DIŞ (°C)	3,8	7,5	10,5	8,7	2,3
	8 FARK (°C)	8,3	4,6	2,1	4,9	10,7
	9 İÇ (°C)	11	11	11,8	12,5	11,9
	9 DIŞ (°C)	3,8	6,8	8,6	8,9	1,7
	9 FARK (°C)	7,2	4,2	3,2	3,6	10,2
	10 İÇ (°C)	11,4	11,6	13,2	13,8	13
	10 DIŞ (°C)	4,9	6,8	8,2	8,7	2
	10 FARK (°C)	6,5	4,8	5	5,1	11

TARİH		13.11.2020				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	10,7	10,6	11,3	11,6	11,3
	1 DIŞ (°C)	3	5	7,6	8	1,8
	1 FARK (°C)	7,7	5,6	3,7	3,6	9,5
	5 İÇ (°C)	11,5	11,3	12,1	12,4	12,6
	5 DIŞ (°C)	2,8	6	30	11,9	4,5
	5 FARK (°C)	8,7	5,3	17,9	0,5	8,1
	6 İÇ (°C)	10,8	11,2	13,2	13,7	13
	6 DIŞ (°C)	2,7	6,3	28,3	11,5	4,6
	6 FARK (°C)	8,1	4,9	15,1	2,2	8,4
	7 İÇ (°C)	10,4	10,5	11,7	12,3	12,4
	7 DIŞ (°C)	2,3	9,2	20,2	10,3	3,8
	7 FARK (°C)	8,1	1,3	8,5	2	8,6
	8 İÇ (°C)	11,4	11,2	12,1	12,3	12,2
	8 DIŞ (°C)	2,4	6	10,1	8,4	2,3
	8 FARK (°C)	9	5,2	2	3,9	9,9
	9 İÇ (°C)	10,2	10,2	10,6	11	11,1
	9 DIŞ (°C)	2,8	5,8	8,6	8,8	1,5
	9 FARK (°C)	7,4	4,4	2	2,2	9,6
	10 İÇ (°C)	10,8	10,8	11,8	12,5	12
	10 DIŞ (°C)	3,7	5,9	8,1	8,7	2
	10 FARK (°C)	7,1	4,9	3,7	3,8	10



Şekil 4.6. BOSCH GIS 1000 C Professional ile dış duvar yüzey sıcaklık ölçümü



Şekil 4.7. BOSCH GIS 1000 C Professional ile iç duvar yüzey sıcaklık ölçümü

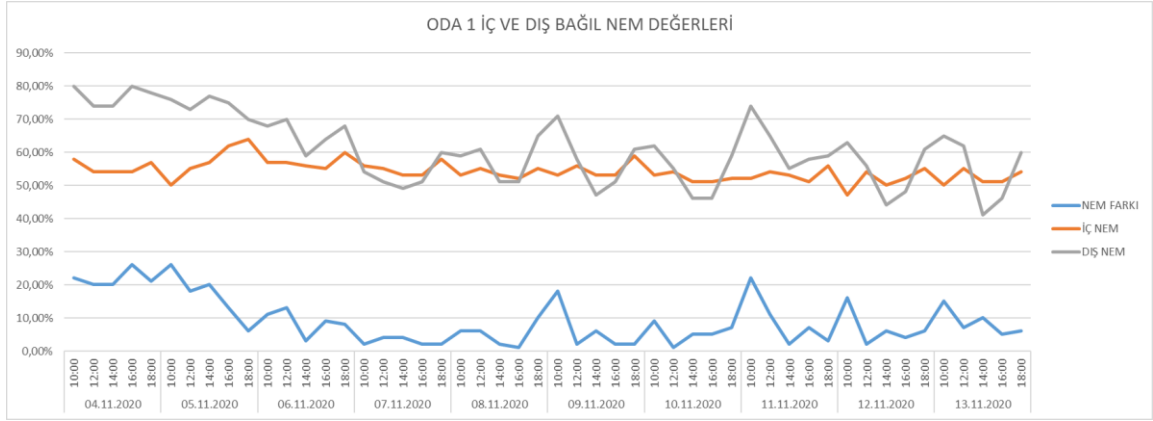
Çizelge 4.7. Tüm oda duvarlarının iç ve dış yüzey sıcaklık farkı ortalaması

ODA 1 YÜZEY SICAKLIK DENEYİ			ODA 2 YÜZEY SICAKLIK DENEYİ			ODA 3 YÜZEY SICAKLIK DENEYİ		
SAATLER	PARAMETRELER	SICAKLIK (°C)	SAATLER	PARAMETRELER	SICAKLIK (°C)	SAATLER	PARAMETRELER	SICAKLIK (°C)
10:00	MAX DIŞ	11,00	10:00	MAX DIŞ	11,30	10:00	MAX DIŞ	10,90
	MAX İÇ	14,20		MAX İÇ	15,50		MAX İÇ	14,60
	MAX FARK	10,80		MAX FARK	11,20		MAX FARK	9,40
	MİN DIŞ	3,40		MİN DIŞ	2,80		MİN DIŞ	2,30
	MİN İÇ	10,50		MİN İÇ	11,70		MİN İÇ	10,20
	MİN FARK	2,70		MİN FARK	2,60		MİN FARK	2,40
	ORT FARK	5,74		ORT FARK	6,87		ORT FARK	6,40
12:00	MAX DIŞ	11,00	12:00	MAX DIŞ	12,10	12:00	MAX DIŞ	17,30
	MAX İÇ	15,00		MAX İÇ	15,70		MAX İÇ	14,80
	MAX FARK	8,60		MAX FARK	11,00		MAX FARK	10,70
	MİN DIŞ	5,20		MİN DIŞ	4,30		MİN DIŞ	3,80
	MİN İÇ	10,90		MİN İÇ	11,70		MİN İÇ	10,20
	MİN FARK	2,00		MİN FARK	1,70		MİN FARK	0,00
	ORT FARK	4,91		ORT FARK	5,21		ORT FARK	4,15
14:00	MAX DIŞ	18,90	14:00	MAX DIŞ	34,60	14:00	MAX DIŞ	33,70
	MAX İÇ	15,20		MAX İÇ	16,50		MAX İÇ	15,20
	MAX FARK	7,90		MAX FARK	20,40		MAX FARK	20,10
	MİN DIŞ	5,90		MİN DIŞ	5,70		MİN DIŞ	4,70
	MİN İÇ	11,30		MİN İÇ	13,00		MİN İÇ	10,60
	MİN FARK	0,20		MİN FARK	0,00		MİN FARK	0,10
	ORT FARK	2,93		ORT FARK	6,57		ORT FARK	6,05
16:00	MAX DIŞ	13,20	16:00	MAX DIŞ	27,00	16:00	MAX DIŞ	14,70
	MAX İÇ	15,60		MAX İÇ	18,80		MAX İÇ	15,40
	MAX FARK	8,80		MAX FARK	10,20		MAX FARK	9,90
	MİN DIŞ	5,10		MİN DIŞ	4,30		MİN DIŞ	4,20
	MİN İÇ	11,50		MİN İÇ	14,10		MİN İÇ	11,00
	MİN FARK	0,90		MİN FARK	0,10		MİN FARK	0,10
	ORT FARK	3,57		ORT FARK	4,42		ORT FARK	3,58
18:00	MAX DIŞ	11,10	18:00	MAX DIŞ	11,10	18:00	MAX DIŞ	10,70
	MAX İÇ	15,40		MAX İÇ	16,50		MAX İÇ	14,30
	MAX FARK	12,00		MAX FARK	11,30		MAX FARK	11,00
	MİN DIŞ	1,30		MİN DIŞ	4,50		MİN DIŞ	1,50
	MİN İÇ	11,90		MİN İÇ	13,70		MİN İÇ	11,10
	MİN FARK	2,70		MİN FARK	2,80		MİN FARK	2,90
	ORT FARK	7,54		ORT FARK	7,87		ORT FARK	7,69
GENEL ORTALAMA		4,94	GENEL ORTALAMA		6,19	GENEL ORTALAMA		5,58

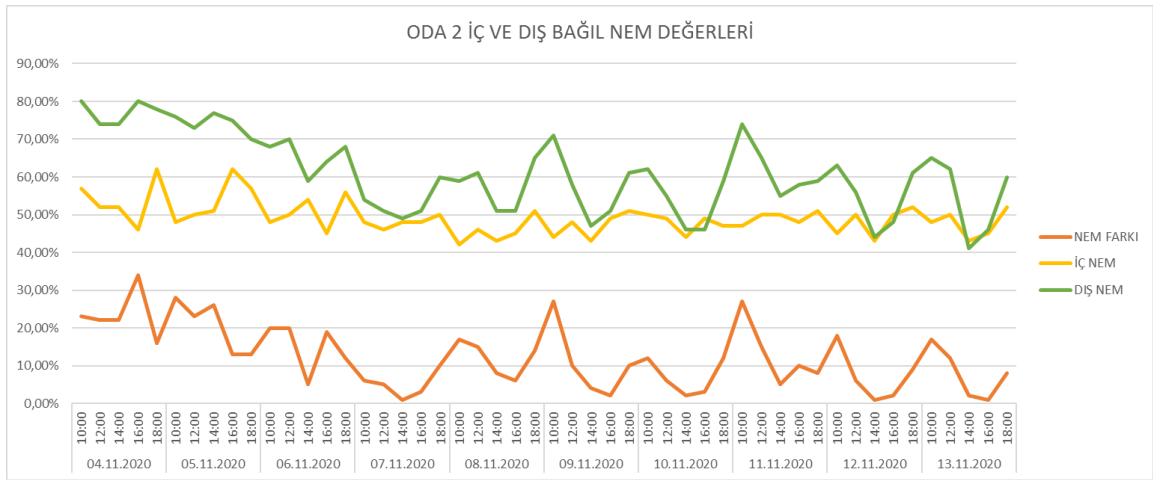
4.1.2. Nem deneyi

Bu deneyde de sıcaklık deneyinde olduğu gibi 10 günlük bir periyotta saat 10:00'dan 18:00'e kadar olan zaman aralığında 2 saatlik ölçümler almak suretiyle oda 1 bağıl nemi, oda 2 iç bağıl nemi, oda 3 iç bağıl nemi ve dış ortam bağıl nemi ölçülmüştür. Bağıl nem ölçümünde de Çizelge 4.1'de teknik özellikleri verilmiş olan BOSCH GIS 1000 C Professional aleti kullanılmıştır.

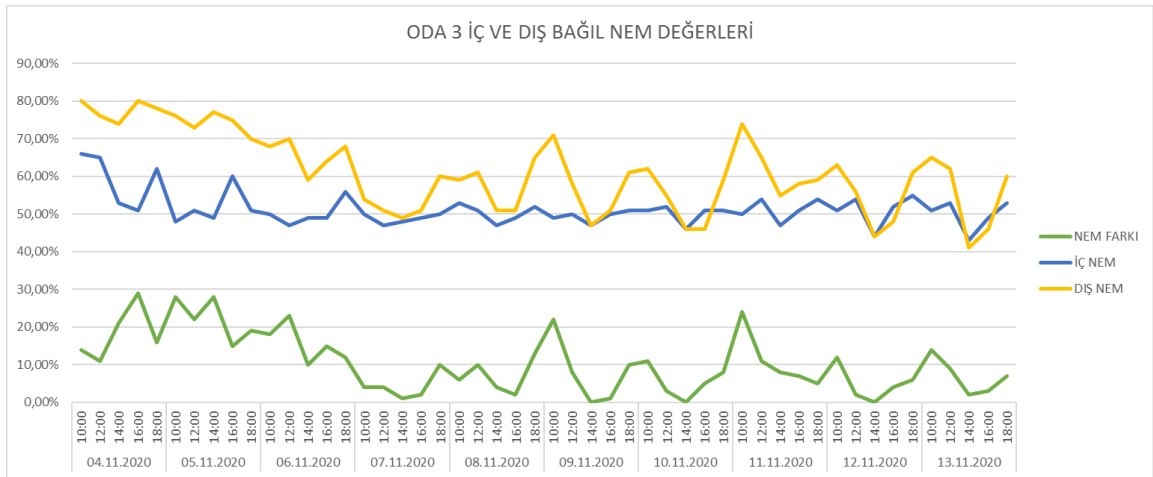
Oda 1'in içinden ve dışından ölçülen bağıl nem verilerinin saatlik çizgi grafiği Şekil 4.8'de, oda 2'nin içinden ve dışından ölçülmüş olan bağıl nem verilerinin saatlik çizgi grafiği Şekil 4.9'da ve oda 3'ün ise içinden ve dışından ölçülmüş olan bağıl nem verilerinin saatlik çizgi grafiği Şekil 4.10'da verilmiştir. Çizelge 4.8'de bu ölçülen nem değerlerinin daha detaylı tablosu verilirken Çizelge 4.9'da ise tüm odaların bağıl nem değerlerinin dış ortam bağıl nemi ile farkının ortalaması belirtilmiştir.



Şekil 4.8. Oda 1 iç ve dış bağıl nem değerleri



Şekil 4.9. Oda 2 iç ve dış ortam bağıl nem değerleri



Şekil 4.10. Oda 3 iç ve dış ortam bağıl nem değerleri

Çizelge 4.8. Tüm odalardaki iç ortam ve dış ortam detaylı bağıl nem değerleri

İÇ VE DIŞ BAĞIL NEM DEĞERLERİ										
TARİH	SAATLER	ODA 1			ODA 2			ODA 3		
		FARK	İÇ	DIŞ	FARK	İÇ	DIŞ	FARK	İÇ	DIŞ
04.11.2020	10:00	22,00%	58,00%	80,00%	23,00%	57,00%	80,00%	14,00%	66,00%	80,00%
	12:00	20,00%	54,00%	74,00%	22,00%	52,00%	74,00%	9,00%	65,00%	74,00%
	14:00	20,00%	54,00%	74,00%	22,00%	52,00%	74,00%	21,00%	53,00%	74,00%
	16:00	26,00%	54,00%	80,00%	34,00%	46,00%	80,00%	29,00%	51,00%	80,00%
	18:00	21,00%	57,00%	78,00%	16,00%	62,00%	78,00%	16,00%	62,00%	78,00%
05.11.2020	10:00	26,00%	50,00%	76,00%	28,00%	48,00%	76,00%	28,00%	48,00%	76,00%
	12:00	18,00%	55,00%	73,00%	23,00%	50,00%	73,00%	22,00%	51,00%	73,00%
	14:00	20,00%	57,00%	77,00%	26,00%	51,00%	77,00%	28,00%	49,00%	77,00%
	16:00	13,00%	62,00%	75,00%	13,00%	62,00%	75,00%	15,00%	60,00%	75,00%
	18:00	6,00%	64,00%	70,00%	13,00%	57,00%	70,00%	19,00%	51,00%	70,00%
06.11.2020	10:00	11,00%	57,00%	68,00%	20,00%	48,00%	68,00%	18,00%	50,00%	68,00%
	12:00	13,00%	57,00%	70,00%	20,00%	50,00%	70,00%	23,00%	47,00%	70,00%
	14:00	3,00%	56,00%	59,00%	5,00%	54,00%	59,00%	10,00%	49,00%	59,00%
	16:00	9,00%	55,00%	64,00%	19,00%	45,00%	64,00%	15,00%	49,00%	64,00%
	18:00	8,00%	60,00%	68,00%	12,00%	56,00%	68,00%	12,00%	56,00%	68,00%
07.11.2020	10:00	2,00%	56,00%	54,00%	6,00%	48,00%	54,00%	4,00%	50,00%	54,00%
	12:00	4,00%	55,00%	51,00%	5,00%	46,00%	51,00%	4,00%	47,00%	51,00%
	14:00	4,00%	53,00%	49,00%	1,00%	48,00%	49,00%	1,00%	48,00%	49,00%
	16:00	2,00%	53,00%	51,00%	3,00%	48,00%	51,00%	2,00%	49,00%	51,00%
	18:00	2,00%	58,00%	60,00%	10,00%	50,00%	60,00%	10,00%	50,00%	60,00%
08.11.2020	10:00	6,00%	53,00%	59,00%	17,00%	42,00%	59,00%	6,00%	53,00%	59,00%
	12:00	6,00%	55,00%	61,00%	15,00%	46,00%	61,00%	10,00%	51,00%	61,00%
	14:00	2,00%	53,00%	51,00%	8,00%	43,00%	51,00%	4,00%	47,00%	51,00%
	16:00	1,00%	52,00%	51,00%	6,00%	45,00%	51,00%	2,00%	49,00%	51,00%
	18:00	10,00%	55,00%	65,00%	14,00%	51,00%	65,00%	13,00%	52,00%	65,00%
09.11.2020	10:00	18,00%	53,00%	71,00%	27,00%	44,00%	71,00%	22,00%	49,00%	71,00%
	12:00	2,00%	56,00%	58,00%	10,00%	48,00%	58,00%	8,00%	50,00%	58,00%
	14:00	6,00%	53,00%	47,00%	4,00%	43,00%	47,00%	0,00%	47,00%	47,00%
	16:00	2,00%	53,00%	51,00%	2,00%	49,00%	51,00%	1,00%	50,00%	51,00%
	18:00	2,00%	59,00%	61,00%	10,00%	51,00%	61,00%	10,00%	51,00%	61,00%
10.11.2020	10:00	9,00%	53,00%	62,00%	12,00%	50,00%	62,00%	11,00%	51,00%	62,00%
	12:00	1,00%	54,00%	55,00%	6,00%	49,00%	55,00%	3,00%	52,00%	55,00%
	14:00	5,00%	51,00%	46,00%	2,00%	44,00%	46,00%	0,00%	46,00%	46,00%
	16:00	5,00%	51,00%	46,00%	3,00%	49,00%	46,00%	5,00%	51,00%	46,00%
	18:00	7,00%	52,00%	59,00%	12,00%	47,00%	59,00%	8,00%	51,00%	59,00%
11.11.2020	10:00	22,00%	52,00%	74,00%	27,00%	47,00%	74,00%	24,00%	50,00%	74,00%
	12:00	11,00%	54,00%	65,00%	15,00%	50,00%	65,00%	11,00%	54,00%	65,00%
	14:00	2,00%	53,00%	55,00%	5,00%	50,00%	55,00%	8,00%	47,00%	55,00%
	16:00	7,00%	51,00%	58,00%	10,00%	48,00%	58,00%	7,00%	51,00%	58,00%
	18:00	3,00%	56,00%	59,00%	8,00%	51,00%	59,00%	5,00%	54,00%	59,00%
12.11.2020	10:00	16,00%	47,00%	63,00%	18,00%	45,00%	63,00%	12,00%	51,00%	63,00%
	12:00	2,00%	54,00%	56,00%	6,00%	50,00%	56,00%	2,00%	54,00%	56,00%
	14:00	6,00%	50,00%	44,00%	1,00%	43,00%	44,00%	0,00%	44,00%	44,00%
	16:00	4,00%	52,00%	48,00%	2,00%	50,00%	48,00%	4,00%	52,00%	48,00%
	18:00	6,00%	55,00%	61,00%	9,00%	52,00%	61,00%	6,00%	55,00%	61,00%
13.11.2020	10:00	15,00%	50,00%	65,00%	17,00%	48,00%	65,00%	14,00%	51,00%	65,00%
	12:00	7,00%	55,00%	62,00%	12,00%	50,00%	62,00%	9,00%	53,00%	62,00%
	14:00	10,00%	51,00%	41,00%	2,00%	43,00%	41,00%	2,00%	43,00%	41,00%
	16:00	5,00%	51,00%	46,00%	1,00%	45,00%	46,00%	3,00%	49,00%	46,00%
	18:00	6,00%	54,00%	60,00%	8,00%	52,00%	60,00%	7,00%	53,00%	60,00%

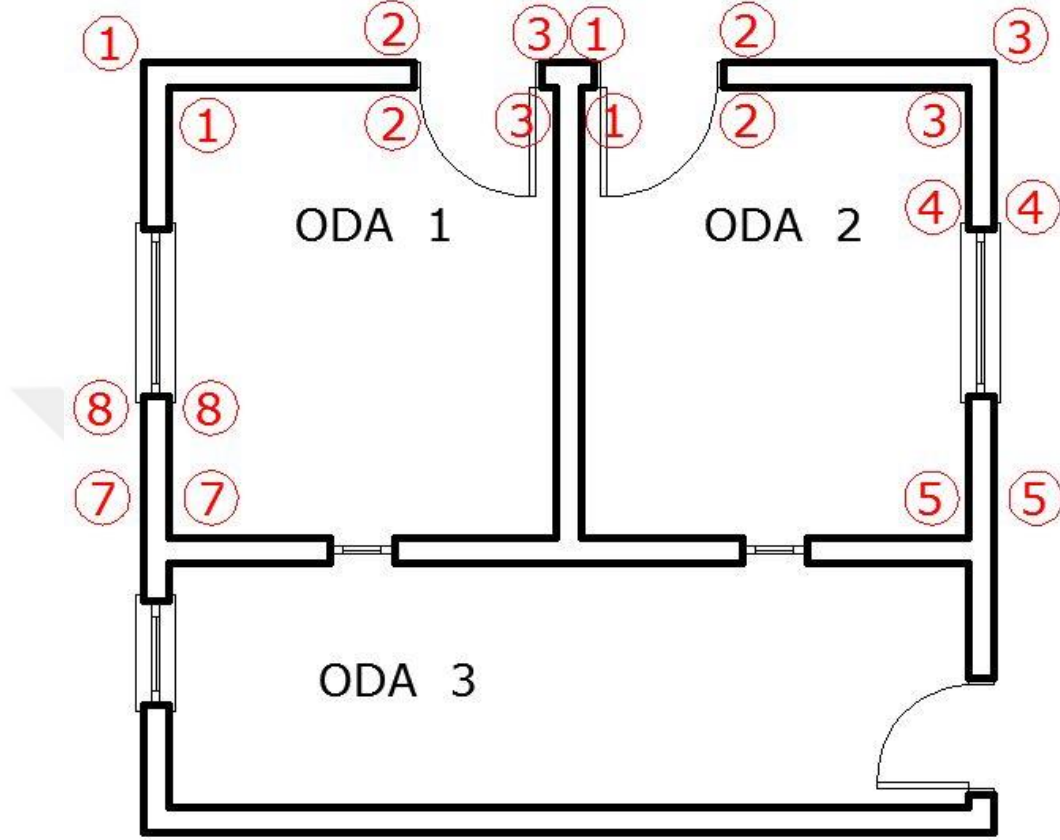
Çizelge 4.9. Tüm odaların dış ortamla bağıl nem farkı ortalaması

ODA 1 NEM DENEYİ			ODA 2 NEM DENEYİ			ODA 3 NEM DENEYİ		
SAATLER	PARAMETRELER	NEM YÜZDESİ	SAATLER	PARAMETRELER	NEM YÜZDESİ	SAATLER	PARAMETRELER	NEM YÜZDESİ
10:00	MAX DIŞ	80,00%	10:00	MAX DIŞ	80,00%	10:00	MAX DIŞ	80,00%
	MAX İÇ	58,00%		MAX İÇ	57,00%		MAX İÇ	66,00%
	MAX FARK	26,00%		MAX FARK	28,00%		MAX FARK	28,00%
	MİN DIŞ	54,00%		MİN DIŞ	54,00%		MİN DIŞ	54,00%
	MİN İÇ	47,00%		MİN İÇ	42,00%		MİN İÇ	48,00%
	MİN FARK	2,00%		MİN FARK	6,00%		MİN FARK	4,00%
	ORT FARK	14,70%		ORT FARK	19,50%		ORT FARK	15,30%
12:00	MAX DIŞ	74,00%	12:00	MAX DIŞ	74,00%	12:00	MAX DIŞ	74,00%
	MAX İÇ	57,00%		MAX İÇ	52,00%		MAX İÇ	65,00%
	MAX FARK	20,00%		MAX FARK	23,00%		MAX FARK	23,00%
	MİN DIŞ	51,00%		MİN DIŞ	51,00%		MİN DIŞ	51,00%
	MİN İÇ	54,00%		MİN İÇ	46,00%		MİN İÇ	47,00%
	MİN FARK	1,00%		MİN FARK	5,00%		MİN FARK	2,00%
	ORT FARK	8,40%		ORT FARK	13,40%		ORT FARK	10,10%
14:00	MAX DIŞ	77,00%	14:00	MAX DIŞ	77,00%	14:00	MAX DIŞ	77,00%
	MAX İÇ	57,00%		MAX İÇ	54,00%		MAX İÇ	53,00%
	MAX FARK	20,00%		MAX FARK	26,00%		MAX FARK	28,00%
	MİN DIŞ	41,00%		MİN DIŞ	41,00%		MİN DIŞ	41,00%
	MİN İÇ	50,00%		MİN İÇ	43,00%		MİN İÇ	43,00%
	MİN FARK	2,00%		MİN FARK	1,00%		MİN FARK	0,00%
	ORT FARK	7,80%		ORT FARK	7,60%		ORT FARK	7,40%
16:00	MAX DIŞ	80,00%	16:00	MAX DIŞ	80,00%	16:00	MAX DIŞ	80,00%
	MAX İÇ	62,00%		MAX İÇ	62,00%		MAX İÇ	60,00%
	MAX FARK	26,00%		MAX FARK	34,00%		MAX FARK	29,00%
	MİN DIŞ	46,00%		MİN DIŞ	46,00%		MİN DIŞ	46,00%
	MİN İÇ	51,00%		MİN İÇ	45,00%		MİN İÇ	49,00%
	MİN FARK	1,00%		MİN FARK	1,00%		MİN FARK	1,00%
	ORT FARK	7,40%		ORT FARK	9,30%		ORT FARK	8,30%
18:00	MAX DIŞ	78,00%	18:00	MAX DIŞ	78,00%	18:00	MAX DIŞ	78,00%
	MAX İÇ	64,00%		MAX İÇ	62,00%		MAX İÇ	62,00%
	MAX FARK	21,00%		MAX FARK	16,00%		MAX FARK	19,00%
	MİN DIŞ	59,00%		MİN DIŞ	59,00%		MİN DIŞ	59,00%
	MİN İÇ	52,00%		MİN İÇ	47,00%		MİN İÇ	50,00%
	MİN FARK	2,00%		MİN FARK	8,00%		MİN FARK	5,00%
	ORT FARK	7,10%		ORT FARK	11,20%		ORT FARK	10,60%
GENEL ORTALAMA		9,08%	GENEL ORTALAMA		12,20%	GENEL ORTALAMA		10,34%

4.1.3. Ses deneyi

Ses deneyi, oda 1 ve oda 2'nin orta noktasına teknik özellikleri Çizelge 4.10'da verilen 5+1 Minton HTS 9001 hoparlör konularak sırasıyla 125, 250, 500, 1000 ve 2000 Hz sabit sesler vermek suretiyle Şekil 4.11'de belirtilen noktalardan içerden ve dışardan desibel ölçümleri alınarak sağlanmıştır. Desibel ölçümleri için kullanılan UNI-T UT353 Mini Sound Level Meter'in de teknik özellikleri Çizelge 4.11'de verilmiştir. Şekil 4.12, Şekil 4.13 ve Şekil 4.14'te ses deneyi esnasından fotoğraflar gösterilmiştir. Oda 1'de ölçülen desibel değerleri Çizelge 4.12'de, oda 2'de ölçülen desibel değerleri ise Çizelge 4.13'te belirtilmiştir. Çizelge 4.14'te iki oda arasındaki ses geçirgenlik farkı değerleri kıyaslanmıştır. Oda 3'te bu deneyin yapılmasına gerek duyulmamıştır çünkü ses deneyinin sıcaklık ve nem deneyinde olduğu gibi tüm odaların deneylerinin aynı anda yapılması zorunlu değildir. Metrekare olarak eşit odalarda olacak şekilde üç yalıtım malzemesinin ses deneyinin yapılması uygun görülmüştür. Oda 1'in cephesine EPS

(Genleştirilmiş polistiren sert köpük), oda 2'nin cephesine ise bor katkılı koyun yünü yalıtım malzemesi kaplandıktan sonra bu deney tekrar yapıp o sonuçlar ile şimdiki ulaşılan sonuçlar kıyaslanmıştır.



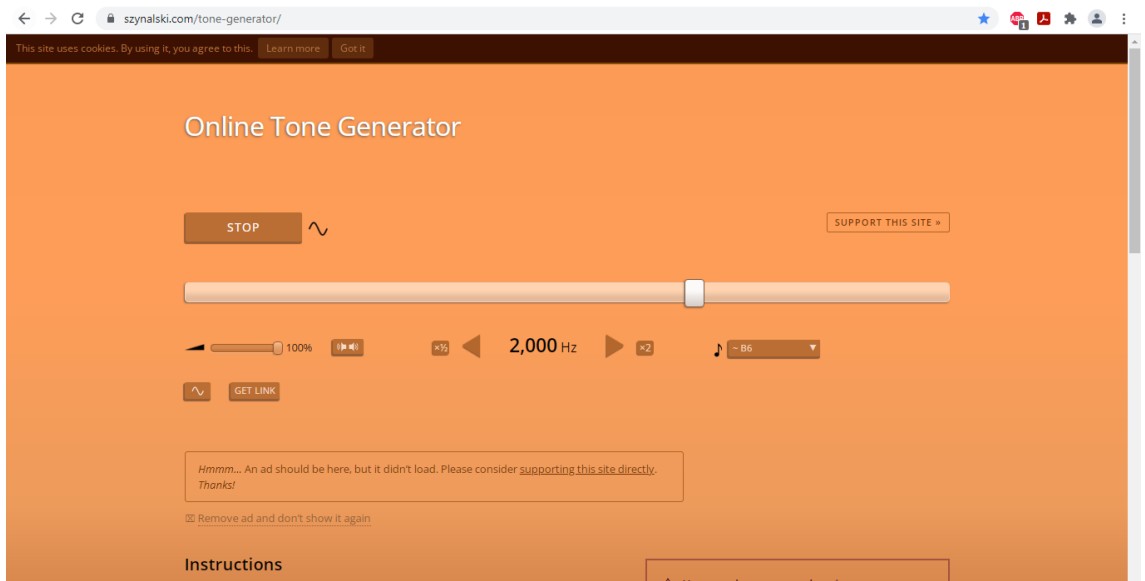
Şekil 4.11. Ses ölçümü yapılan noktalar

Çizelge 4.10. Minton HTS 9001 teknik özellikleri

Uydu hoparlörleri	5x80W
Subwoofer	150W
Maksimum Watt	550W
Frekans aralığı	40Hz-20kHz
Sinyal-Gürültü oranı	>75dB
Ses ayırma	>50dB
Subwoofer boyutu	4"
Uydu boyutu	5x3"



Şekil 4.12. Ses deney kurulumu



Şekil 4.13. Hoparlörden verilecek Hz'yi ayarlama için kullanılan program görüntüsü

Çizelge 4.11. UNI-T UT353 desibel ölçer teknik özellikleri (url_16)

Model	UT353
Desibel ölçüm aralığı	30~130 dB
Hata payı	±1.5 dB
Sonuç hassaslığı	0.1 dB
Örnekleme oranı	Hızlı: 125 ms
	Yavaş: 1000 ms
Frekans aralığı	31.5 Hz~8 kHz
Aşırı yük göstergesi	√
MAX/MIN	√
Veri tutma	√
LCD arka ışık	√
Otomatik kapanma	√
Düşük pil göstergesi	√
Güç	1.5V battery (R03) x 3
Ekran boyutları	32 mm x 26 mm
Ürün rengi	Gri ve kırmızı
Ürün net ağırlığı	116 g
Ürün boyutları	150mm x 52 mm x 27 mm

**Şekil 4.14.** 2000 Hz anında oda içinden desibel ölçümü

Çizelge 4.12. Oda 1 (Taş yünü); iç desibel, dış desibel ve desibel farkı değerleri

ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	FREKANSLAR (Hz)				
	125	250	500	1000	2000
1 İÇ (dB)	80,3	79,9	82,7	90,8	93,5
1 DIŞ (dB)	49,4	51	61,2	65,5	64,5
1 FARK (dB)	30,9	28,9	21,5	25,3	29
2 İÇ (dB)	79,2	74,2	81,7	90	94
2 DIŞ (dB)	65,4	55,5	63,2	75	71,4
2 FARK (dB)	13,8	18,7	18,5	15	22,6
3 İÇ (dB)	79	79,4	86,7	98	95,1
3 DIŞ (dB)	57,4	53,4	70,3	75,2	53
3 FARK (dB)	21,6	26	16,4	22,8	42,1
7 İÇ (dB)	76,6	79,6	80,5	88,8	91,2
7 DIŞ (dB)	52	51,4	49	66,7	54,3
7 FARK (dB)	24,6	28,2	31,5	22,1	36,9
8 İÇ (dB)	75,5	76,5	87,3	92,2	91,7
8 DIŞ (dB)	47,5	49	52,4	66,5	52
8 FARK (dB)	28	27,5	34,9	25,7	39,7

Çizelge 4.13. Oda 2 (Taş yünü); iç desibel, dış desibel ve desibel farkı değerleri

ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	FREKANSLAR (Hz)				
	125	250	500	1000	2000
1 İÇ (dB)	73	76,4	73,3	86	93,3
1 DIŞ (dB)	52,5	58,5	60,7	65,9	67
1 FARK (dB)	20,5	17,9	12,6	20,1	26,3
2 İÇ (dB)	60,1	66,3	83,4	76,1	90,8
2 DIŞ (dB)	53	53,3	61,3	73,1	66,6
2 FARK (dB)	7,1	13	22,1	3	24,2
3 İÇ (dB)	71,7	75,3	82,2	85,5	90,1
3 DIŞ (dB)	44	47,2	50,5	52	50,2
3 FARK (dB)	27,7	28,1	31,7	33,5	39,9
4 İÇ (dB)	70,6	75,8	87,9	80,4	80,2
4 DIŞ (dB)	46,6	51,2	48,5	50,2	52,1
4 FARK (dB)	24	24,6	39,4	30,2	28,1
5 İÇ (dB)	60,1	83,7	90,5	87	85,2
5 DIŞ (dB)	43,2	50	48	50,1	46,6
5 FARK (dB)	16,9	33,7	42,5	36,9	38,6

Çizelge 4.14. Taş yünü kaplıyken Oda 1 ve oda 2'nin içerisinde verilen sabit seslerin ne kadar dışarıya geçtiğinin kıyaslanması

ODA 1 SES DENEYİ			ODA 2 SES DENEYİ		
FREKANS (Hz)	PARAMETRELER	DB	FREKANS (Hz)	PARAMETRELER	DB
125	MAX DIŞ	65,4	125	MAX DIŞ	53
	MAX İÇ	80,3		MAX İÇ	73
	MAX FARK	30,9		MAX FARK	27,7
	MİN DIŞ	47,5		MİN DIŞ	43,2
	MİN İÇ	75,5		MİN İÇ	60,1
	MİN FARK	13,8		MİN FARK	7,1
	ORT FARK	23,78		ORT FARK	19,24
250	MAX DIŞ	55,5	250	MAX DIŞ	58,5
	MAX İÇ	79,9		MAX İÇ	83,7
	MAX FARK	28,9		MAX FARK	33,7
	MİN DIŞ	49		MİN DIŞ	47,2
	MİN İÇ	74,2		MİN İÇ	66,3
	MİN FARK	18,7		MİN FARK	13
	ORT FARK	25,86		ORT FARK	23,46
500	MAX DIŞ	70,3	500	MAX DIŞ	61,3
	MAX İÇ	87,3		MAX İÇ	90,5
	MAX FARK	34,9		MAX FARK	42,5
	MİN DIŞ	49		MİN DIŞ	48
	MİN İÇ	80,5		MİN İÇ	73,3
	MİN FARK	16,4		MİN FARK	12,6
	ORT FARK	24,56		ORT FARK	29,66
1000	MAX DIŞ	75,2	1000	MAX DIŞ	73,1
	MAX İÇ	98		MAX İÇ	87
	MAX FARK	25,7		MAX FARK	36,9
	MİN DIŞ	65,5		MİN DIŞ	50,1
	MİN İÇ	88,8		MİN İÇ	76,1
	MİN FARK	15		MİN FARK	3
	ORT FARK	22,18		ORT FARK	24,74
2000	MAX DIŞ	71,4	2000	MAX DIŞ	67
	MAX İÇ	95,1		MAX İÇ	93,3
	MAX FARK	42,1		MAX FARK	39,9
	MİN DIŞ	52		MİN DIŞ	46,6
	MİN İÇ	91,2		MİN İÇ	80,2
	MİN FARK	22,6		MİN FARK	24,2
	ORT FARK	34,06		ORT FARK	31,42
GENEL ORTALAMA		26,088	GENEL ORTALAMA		25,704

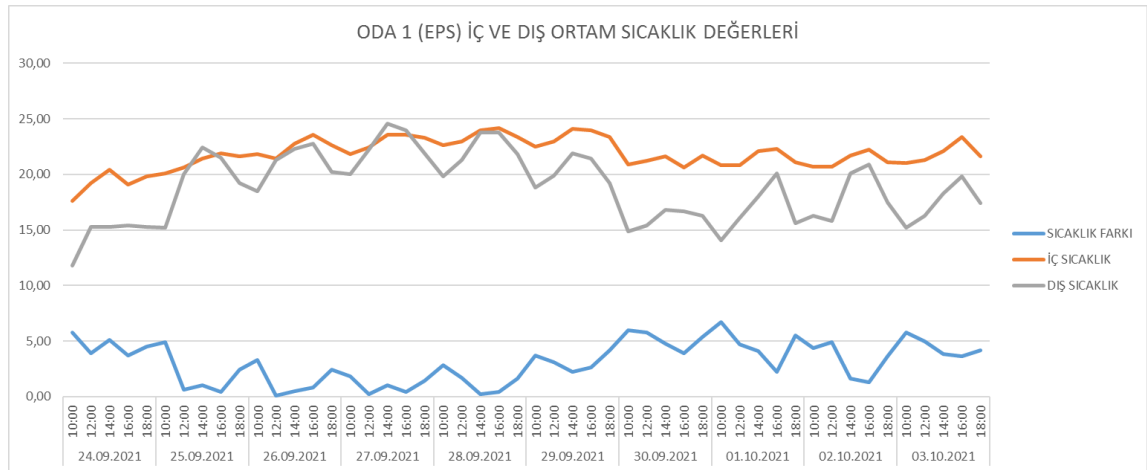
4.2 Yalıtım Malzemelerini Kıyaslama Deneyleri

4.2.1. Sıcaklık deneyi

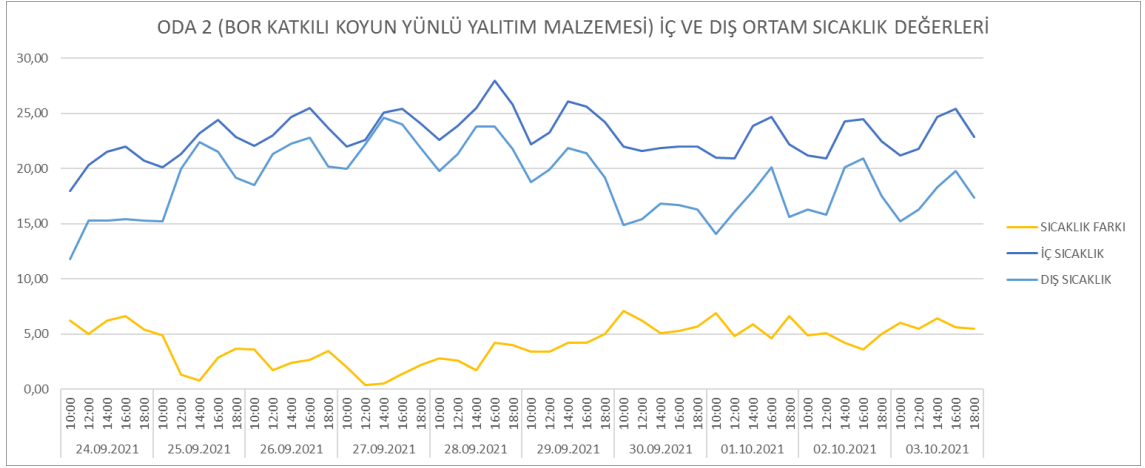
Sıcaklık deneyi bir önceki deneyle aynı olarak binanın belirli noktalarının saat 10:00 ila 18:00 arası 2 saat aralıklarla içeriden ve dışarıdan yüzey sıcaklıklarının alınması şeklinde ve içle dış ortamın yine aynı saat aralıklarıyla olacak şekilde ortam sıcaklıklarının not edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Deneyde yine yüzey sıcaklığı ve ortam sıcaklığı ölçümü için kullanılan cihaz teknik özellikleri Çizelge 4.1’de verilmiş olan BOSCH GIS 1000 C Professional’dır.

4.2.1.1. Ortam sıcaklık deneyi

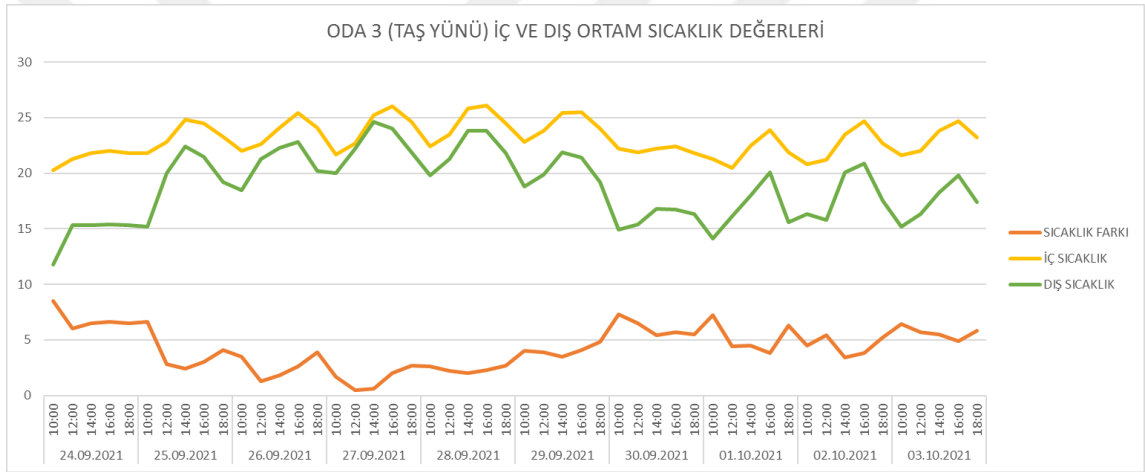
Bu deneyde 10 gün boyunca saat 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 ve 18:00 saatlerinde oda 1 (EPS) iç, oda 2 (Bor katkılı koyun yünü yalıtım malzemesi) iç, oda 3 (Taş yünü) iç ve dış ortam sıcaklıkları ölçülmüştür. Ölçülen sıcaklıklar Çizelge 4.15’te verilmiştir. Ölçülen sıcaklıkların saat saat çizgi grafiği görüntüleri de oda 1 (EPS) için Şekil 4.15’te oda 2 (Bor katkılı koyun yünü yalıtım malzemesi) için Şekil 4.16’da ve oda 3 (Taş yünü) için Şekil 4.17’de verilmiştir. Çizelge 4.16’da tüm odaların dış ortam ile arasındaki sıcaklık farkı kıyaslaması mevcuttur.



Şekil 4.15. Oda 1 (EPS) iç ve dış ortam sıcaklık değerleri



Şekil 4.16. Oda 2 (Bor katkılı koyun yünü yalıtım malzemesi) iç ve dış ortam sıcaklık değerleri



Şekil 4.17. Oda 3 (Taş yünü) iç ve dış ortam sıcaklık değerleri

Çizelge 4.15. Tüm odaların iç ve dış ortam detaylı sıcaklık değerleri

TARİH	SAATLER	EPSLİ ODA			BOR KATKILI KOYUN YÜNLÜ ODA			TAŞ YÜNLÜ ODA		
		FARK (°C)	İÇ (°C)	DIŞ (°C)	FARK (°C)	İÇ (°C)	DIŞ (°C)	FARK (°C)	İÇ (°C)	DIŞ (°C)
24.09.2021	10:00	5,80	17,6	11,8	6,20	18	11,8	8,5	20,3	11,8
	12:00	3,90	19,2	15,3	5,00	20,3	15,3	6	21,3	15,3
	14:00	5,10	20,4	15,3	6,20	21,5	15,3	6,5	21,8	15,3
	16:00	3,70	19,1	15,4	6,60	22	15,4	6,6	22	15,4
	18:00	4,50	19,8	15,3	5,40	20,7	15,3	6,5	21,8	15,3
25.09.2021	10:00	4,90	20,1	15,2	4,90	20,1	15,2	6,6	21,8	15,2
	12:00	0,60	20,6	20	1,30	21,3	20	2,8	22,8	20
	14:00	1,00	21,4	22,4	0,80	23,2	22,4	2,4	24,8	22,4
	16:00	0,40	21,9	21,5	2,90	24,4	21,5	3	24,5	21,5
	18:00	2,40	21,6	19,2	3,70	22,9	19,2	4,1	23,3	19,2
26.09.2021	10:00	3,30	21,8	18,5	3,60	22,1	18,5	3,5	22	18,5
	12:00	0,10	21,4	21,3	1,70	23	21,3	1,3	22,6	21,3
	14:00	0,50	22,8	22,3	2,40	24,7	22,3	1,8	24,1	22,3
	16:00	0,80	23,6	22,8	2,70	25,5	22,8	2,6	25,4	22,8
	18:00	2,40	22,6	20,2	3,50	23,7	20,2	3,9	24,1	20,2
27.09.2021	10:00	1,80	21,8	20	2,00	22	20	1,7	21,7	20
	12:00	0,20	22,4	22,2	0,40	22,6	22,2	0,5	22,7	22,2
	14:00	1,00	23,6	24,6	0,50	25,1	24,6	0,6	25,2	24,6
	16:00	0,40	23,6	24	1,40	25,4	24	2	26	24
	18:00	1,40	23,3	21,9	2,20	24,1	21,9	2,7	24,6	21,9
28.09.2021	10:00	2,80	22,6	19,8	2,80	22,6	19,8	2,6	22,4	19,8
	12:00	1,70	23	21,3	2,60	23,9	21,3	2,2	23,5	21,3
	14:00	0,20	24	23,8	1,70	25,5	23,8	2	25,8	23,8
	16:00	0,40	24,2	23,8	4,20	28	23,8	2,3	26,1	23,8
	18:00	1,60	23,4	21,8	4,00	25,8	21,8	2,7	24,5	21,8
29.09.2021	10:00	3,70	22,5	18,8	3,40	22,2	18,8	4	22,8	18,8
	12:00	3,10	23	19,9	3,40	23,3	19,9	3,9	23,8	19,9
	14:00	2,20	24,1	21,9	4,20	26,1	21,9	3,5	25,4	21,9
	16:00	2,60	24	21,4	4,20	25,6	21,4	4,1	25,5	21,4
	18:00	4,20	23,4	19,2	5,00	24,2	19,2	4,8	24	19,2
30.09.2021	10:00	6,00	20,9	14,9	7,10	22	14,9	7,3	22,2	14,9
	12:00	5,80	21,2	15,4	6,20	21,6	15,4	6,5	21,9	15,4
	14:00	4,80	21,6	16,8	5,10	21,9	16,8	5,4	22,2	16,8
	16:00	3,90	20,6	16,7	5,30	22	16,7	5,7	22,4	16,7
	18:00	5,40	21,7	16,3	5,70	22	16,3	5,5	21,8	16,3
01.10.2021	10:00	6,70	20,8	14,1	6,90	21	14,1	7,2	21,3	14,1
	12:00	4,70	20,8	16,1	4,80	20,9	16,1	4,4	20,5	16,1
	14:00	4,10	22,1	18	5,90	23,9	18	4,5	22,5	18
	16:00	2,20	22,3	20,1	4,60	24,7	20,1	3,8	23,9	20,1
	18:00	5,50	21,1	15,6	6,60	22,2	15,6	6,3	21,9	15,6
02.10.2021	10:00	4,40	20,7	16,3	4,90	21,2	16,3	4,5	20,8	16,3
	12:00	4,90	20,7	15,8	5,10	20,9	15,8	5,4	21,2	15,8
	14:00	1,60	21,7	20,1	4,20	24,3	20,1	3,4	23,5	20,1
	16:00	1,30	22,2	20,9	3,60	24,5	20,9	3,8	24,7	20,9
	18:00	3,60	21,1	17,5	5,00	22,5	17,5	5,2	22,7	17,5
03.10.2021	10:00	5,80	21	15,2	6,00	21,2	15,2	6,4	21,6	15,2
	12:00	5,00	21,3	16,3	5,50	21,8	16,3	5,7	22	16,3
	14:00	3,80	22,1	18,3	6,40	24,7	18,3	5,5	23,8	18,3
	16:00	3,60	23,4	19,8	5,60	25,4	19,8	4,9	24,7	19,8
	18:00	4,20	21,6	17,4	5,50	22,9	17,4	5,8	23,2	17,4

Çizelge 4.16. Tüm odaların dış ortamla sıcaklık farkı kıyaslaması

EPSLİ ODA ORTAM SICAKLIK DENEYİ			BOR KATKILI KOYUN YÜNLÜ ODA ORTAM SICAKLIK DENEYİ			TAŞ YÜNLÜ ODA ORTAM SICAKLIK DENEYİ		
SAATLER	PARAMETRELER	SICAKLIK (°C)	SAATLER	PARAMETRELER	SICAKLIK (°C)	SAATLER	PARAMETRELER	SICAKLIK (°C)
10:00	MAX DIŞ	20,00	10:00	MAX DIŞ	20,00	10:00	MAX DIŞ	20,00
	MAX İÇ	22,60		MAX İÇ	22,60		MAX İÇ	22,80
	MAX FARK	6,70		MAX FARK	7,10		MAX FARK	8,50
	MIN DIŞ	11,80		MIN DIŞ	11,80		MIN DIŞ	11,80
	MIN İÇ	17,60		MIN İÇ	18,00		MIN İÇ	20,30
	MIN FARK	1,80		MIN FARK	2,00		MIN FARK	1,70
12:00	ORT FARK	4,52	12:00	ORT FARK	4,78	12:00	ORT FARK	5,23
	MAX DIŞ	22,20		MAX DIŞ	22,20		MAX DIŞ	22,20
	MAX İÇ	23,00		MAX İÇ	23,90		MAX İÇ	23,80
	MAX FARK	5,80		MAX FARK	6,20		MAX FARK	6,50
	MIN DIŞ	15,30		MIN DIŞ	15,30		MIN DIŞ	15,30
	MIN İÇ	19,20		MIN İÇ	20,30		MIN İÇ	20,50
14:00	MIN FARK	0,10	14:00	MIN FARK	0,40	14:00	MIN FARK	0,50
	ORT FARK	3,00		ORT FARK	3,60		ORT FARK	3,87
	MAX DIŞ	24,60		MAX DIŞ	24,60		MAX DIŞ	24,60
	MAX İÇ	24,10		MAX İÇ	26,10		MAX İÇ	25,80
	MAX FARK	5,10		MAX FARK	6,40		MAX FARK	6,50
	MIN DIŞ	15,30		MIN DIŞ	15,30		MIN DIŞ	15,30
16:00	MIN İÇ	20,40	16:00	MIN İÇ	21,50	16:00	MIN İÇ	21,80
	MIN FARK	0,20		MIN FARK	0,50		MIN FARK	0,60
	ORT FARK	2,43		ORT FARK	3,74		ORT FARK	3,56
	MAX DIŞ	24,00		MAX DIŞ	24,00		MAX DIŞ	24,00
	MAX İÇ	24,20		MAX İÇ	28,00		MAX İÇ	26,10
	MAX FARK	3,90		MAX FARK	6,60		MAX FARK	6,60
18:00	MIN DIŞ	15,40	18:00	MIN DIŞ	15,40	18:00	MIN DIŞ	15,40
	MIN İÇ	19,10		MIN İÇ	22,00		MIN İÇ	22,00
	MIN FARK	0,40		MIN FARK	1,40		MIN FARK	2,00
	ORT FARK	1,93		ORT FARK	4,11		ORT FARK	3,88
	MAX DIŞ	21,90		MAX DIŞ	21,90		MAX DIŞ	21,90
	MAX İÇ	23,40		MAX İÇ	25,80		MAX İÇ	24,60
GENEL ORTALAMA	MAX FARK	5,50	GENEL ORTALAMA	MAX FARK	6,60	GENEL ORTALAMA	MAX FARK	6,50
	MIN DIŞ	15,30		MIN DIŞ	15,30		MIN DIŞ	15,30
	MIN İÇ	19,80		MIN İÇ	20,70		MIN İÇ	15,30
	MIN FARK	1,40		MIN FARK	2,20		MIN FARK	2,70
	ORT FARK	3,52		ORT FARK	4,66		ORT FARK	4,75
	GENEL ORTALAMA	3,08		GENEL ORTALAMA	4,18		GENEL ORTALAMA	4,26

4.2.1.2 Yüzey sıcaklık deneyi

Bu deneyde de bir önceki deneyle aynı olarak Şekil 4.5'te gösterilen noktalarda iç duvar ve dış duvar yüzey sıcaklıkları yine ortam sıcaklığı deneyinde olduğu gibi 10 gün boyunca saat 10:00'dan 18:00'e kadar 2 saat aralıklarla not edilmiştir.

Çizelge 4.17'de oda 1'in (EPS) önceden belirlenen noktalarında ölçülen iç ve dış yüzey sıcaklık değerleri, Çizelge 4.18'de oda 2'nin (Bor katkılı koyun yünü yalıtım malzemesi) belirlenen noktalarındaki iç ve dış yüzey sıcaklık ölçüleri ve yine Çizelge 4.19'da oda 3'ün (Taş yünü) belirlenen noktalarındaki iç ve dış yüzey sıcaklık değerleri belirtilmiştir. Çizelge 4.20'de tüm odaların duvarlarının iç ve dış yüzey sıcaklıklarının fark ortalamaları mevcuttur.

Çizelge 4.17. Oda 1 (EPS) iç ve dış yüzey sıcaklık değerleri

TARİH		24.09.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	15,5	16,1	16,5	16,7	16,4
	1 DIŞ (°C)	19,9	25,8	19,8	15,1	11,8
	1 FARK (°C)	4,4	9,7	3,3	1,6	4,6
	2 İÇ (°C)	15,7	18,1	19,7	18	17,6
	2 DIŞ (°C)	13,8	30	23,1	17,1	12,8
	2 FARK (°C)	1,9	11,9	3,4	0,9	4,8
	3 İÇ (°C)	15,5	16,9	17,6	17,5	17,3
	3 DIŞ (°C)	14,1	28,4	18,9	16,2	12,4
	3 FARK (°C)	1,4	11,5	1,3	1,3	4,9
	7 İÇ (°C)	15,9	17,5	18,6	17,7	17,4
	7 DIŞ (°C)	17,6	16,7	18,4	14,1	11
	7 FARK (°C)	1,7	0,8	0,2	3,6	6,4
	8 İÇ (°C)	15,8	16,6	17,1	16,9	16,8
	8 DIŞ (°C)	18,7	17,5	19	14,6	10,6
	8 FARK (°C)	2,9	0,9	1,9	2,3	6,2

TARİH		25.09.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	17,4	17,5	18	18,1	18
	1 DIŞ (°C)	25,6	30	23,9	19,4	16,1
	1 FARK (°C)	8,2	12,5	5,9	1,3	1,9
	2 İÇ (°C)	20,1	20,1	21,8	20,5	19,6
	2 DIŞ (°C)	38,3	38	26	20,8	16,9
	2 FARK (°C)	18,2	17,9	4,2	0,3	2,7
	3 İÇ (°C)	18,8	19	19,8	19,4	19,5
	3 DIŞ (°C)	20	33,4	24,2	20,7	17
	3 FARK (°C)	1,2	14,4	4,4	1,3	2,5
	7 İÇ (°C)	20,9	20,1	20,4	20	19,4
	7 DIŞ (°C)	23,3	21,7	21,2	18,9	15,6
	7 FARK (°C)	2,4	1,6	0,8	1,1	3,8
	8 İÇ (°C)	17,6	17,6	18,1	18,2	18,2
	8 DIŞ (°C)	20,3	22	21,3	19,2	15,2
	8 FARK (°C)	2,7	4,4	3,2	1	3

TARİH		26.09.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	19,2	19,5	20,1	20,4	20,2
	1 DIŞ (°C)	31,1	29	26,9	21	16,7
	1 FARK (°C)	11,9	9,5	6,8	0,6	3,5
	2 İÇ (°C)	22,3	21,7	23,8	22	21,2
	2 DIŞ (°C)	38	39,3	33,6	23	17,9
	2 FARK (°C)	15,7	17,6	9,8	1	3,3
	3 İÇ (°C)	20,6	20,8	21,6	21,2	21,2
	3 DIŞ (°C)	21,6	33,5	28,9	22	18
	3 FARK (°C)	1	12,7	7,3	0,8	3,2
	7 İÇ (°C)	23,6	21,3	21,6	21,4	20,7
	7 DIŞ (°C)	26,6	21,8	22	20,2	16,2
	7 FARK (°C)	3	0,5	0,4	1,2	4,5
	8 İÇ (°C)	19,9	19,1	19,4	19,7	19,6
	8 DIŞ (°C)	23,8	22,4	22,6	20,3	15,7
	8 FARK (°C)	3,9	3,3	3,2	0,6	3,9
TARİH		27.09.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	20,6	20,6	21	20,9	20,5
	1 DIŞ (°C)	29	26,8	27,6	22	18,2
	1 FARK (°C)	8,4	6,2	6,6	1,1	2,3
	2 İÇ (°C)	22,9	22,3	24,6	22,5	21,4
	2 DIŞ (°C)	21	35,3	33,2	23,4	19,2
	2 FARK (°C)	1,9	13	8,6	0,9	2,2
	3 İÇ (°C)	21,6	21,8	22,4	22	21,7
	3 DIŞ (°C)	18,7	30,4	29,2	23	18,9
	3 FARK (°C)	2,9	8,6	6,8	1	2,8
	7 İÇ (°C)	23,9	22,4	22,8	22,1	21,3
	7 DIŞ (°C)	23,8	22,3	22,8	21,2	17,2
	7 FARK (°C)	0,1	0,1	0	0,9	4,1
	8 İÇ (°C)	20,4	20,4	20,7	20,5	20,3
	8 DIŞ (°C)	21,3	22,2	23,4	21	16,9
	8 FARK (°C)	0,9	1,8	2,7	0,5	3,4

TARİH		28.09.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	21,4	21,1	21,8	21,4	21,3
	1 DIŞ (°C)	32,9	27,5	24,2	21,6	17,6
	1 FARK (°C)	11,5	6,4	2,4	0,2	3,7
	2 İÇ (°C)	23,4	23	24,3	23,2	22,2
	2 DIŞ (°C)	24,7	37,9	29,4	23,8	19
	2 FARK (°C)	1,3	14,9	5,1	0,6	3,2
	3 İÇ (°C)	21,9	22,1	22,8	22,5	22
	3 DIŞ (°C)	20,8	31,7	24,2	22,6	18,8
	3 FARK (°C)	1,1	9,6	1,4	0,1	3,2
	7 İÇ (°C)	24,6	22,9	22,3	22,2	21,8
	7 DIŞ (°C)	26,7	22,9	21,6	21,1	17,1
	7 FARK (°C)	2,1	0	0,7	1,1	4,7
	8 İÇ (°C)	21,4	21,1	21	21,3	21
	8 DIŞ (°C)	23,4	23,2	22,1	21	16,5
	8 FARK (°C)	2	2,1	1,1	0,3	4,5
TARİH		29.09.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	21,4	20,8	21,4	21	21,2
	1 DIŞ (°C)	25	26,5	24,4	21,9	17
	1 FARK (°C)	3,6	5,7	3	0,9	4,2
	2 İÇ (°C)	23,2	22,4	24,3	23	21,9
	2 DIŞ (°C)	19,3	35	30,3	23	18
	2 FARK (°C)	3,9	12,6	6	0	3,9
	3 İÇ (°C)	22	21,9	22,6	22,2	22
	3 DIŞ (°C)	17	29,4	24,6	22,3	17,6
	3 FARK (°C)	5	7,5	2	0,1	4,4
	7 İÇ (°C)	24,3	22,4	22,8	22,3	21,6
	7 DIŞ (°C)	23	21,8	21,3	21	16,6
	7 FARK (°C)	1,3	0,6	1,5	1,3	5
	8 İÇ (°C)	21,5	21	21,4	21,1	21,1
	8 DIŞ (°C)	20,6	22,3	21,7	21,1	16,4
	8 FARK (°C)	0,9	1,3	0,3	0	4,7

TARİH		30.09.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	19,5	19,5	19,4	19,4	19,4
	1 DIŞ (°C)	15,3	17,3	18,1	16,3	14
	1 FARK (°C)	4,2	2,2	1,3	3,1	5,4
	2 İÇ (°C)	19,8	19,8	20,3	20,3	19,7
	2 DIŞ (°C)	15,3	16,8	17,7	16,1	14,3
	2 FARK (°C)	4,5	3	2,6	4,2	5,4
	3 İÇ (°C)	19,7	19,9	19,8	20	19,7
	3 DIŞ (°C)	14,9	16,3	17,7	16	14
	3 FARK (°C)	4,8	3,6	2,1	4	5,7
	7 İÇ (°C)	20,4	20	20,5	20,3	20
	7 DIŞ (°C)	15,9	18	19,5	16,3	14
	7 FARK (°C)	4,5	2	1	4	6
	8 İÇ (°C)	19,7	19,6	19,7	19,8	19,7
	8 DIŞ (°C)	16,1	18,5	19,6	16,4	13,5
	8 FARK (°C)	3,6	1,1	0,1	3,4	6,2
TARİH		01.10.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	19	18,5	19	18,9	18,8
	1 DIŞ (°C)	23	23,7	19,1	15	12
	1 FARK (°C)	4	5,2	0,1	3,9	6,8
	2 İÇ (°C)	21,1	20	22,7	21	19,9
	2 DIŞ (°C)	14,1	31,6	26,6	17,2	13,3
	2 FARK (°C)	7	11,6	3,9	3,8	6,6
	3 İÇ (°C)	19,7	19,3	20,2	20	19,8
	3 DIŞ (°C)	12,1	25,2	20,8	16	13
	3 FARK (°C)	7,6	5,9	0,6	4	6,8
	7 İÇ (°C)	21,7	20	20,6	20,1	19,5
	7 DIŞ (°C)	18	16,8	16,7	14,6	11,6
	7 FARK (°C)	3,7	3,2	3,9	5,5	7,9
	8 İÇ (°C)	19,4	19	19,4	19,1	19
	8 DIŞ (°C)	15,8	16,5	17,3	14,7	11
	8 FARK (°C)	3,6	2,5	2,1	4,4	8

TARİH		02.10.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	18,5	18,3	18,8	19	18,9
	1 DIŞ (°C)	17,7	22	22,1	17,4	13,1
	1 FARK (°C)	0,8	3,7	3,3	1,6	5,8
	2 İÇ (°C)	21	20	22,5	21,2	20,2
	2 DIŞ (°C)	14,3	31,1	28,8	19,5	14
	2 FARK (°C)	6,7	11,1	6,3	1,7	6,2
	3 İÇ (°C)	19,8	19,4	20	20,1	19,9
	3 DIŞ (°C)	13	25,5	22,2	18,6	14
	3 FARK (°C)	6,8	6,1	2,2	1,5	5,9
	7 İÇ (°C)	21,5	20	20,5	20,4	19,9
	7 DIŞ (°C)	17,6	17,6	17,9	16,7	12,8
	7 FARK (°C)	3,9	2,4	2,6	3,7	7,1
	8 İÇ (°C)	19	18,7	19	19,3	19,1
	8 DIŞ (°C)	16,3	18,1	18,3	16,9	12,1
	8 FARK (°C)	2,7	0,6	0,7	2,4	7
TARİH		03.10.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	18,7	18,4	19	19,4	19,3
	1 DIŞ (°C)	21,5	23	20,8	17,8	12,7
	1 FARK (°C)	2,8	4,6	1,8	1,6	6,6
	2 İÇ (°C)	20,6	19,8	22,3	21,3	20,5
	2 DIŞ (°C)	14,2	30	25	19,1	14
	2 FARK (°C)	6,4	10,2	2,7	2,2	6,5
	3 İÇ (°C)	19,5	19,3	20,3	20,4	20
	3 DIŞ (°C)	13,3	24,8	21,4	18,9	13,6
	3 FARK (°C)	6,2	5,5	1,1	1,5	6,4
	7 İÇ (°C)	21,4	20	20,6	20,7	20,1
	7 DIŞ (°C)	17,6	17,4	18,1	17,3	12
	7 FARK (°C)	3,8	2,6	2,5	3,4	8,1
	8 İÇ (°C)	19,1	18,7	19,4	19,5	19,4
	8 DIŞ (°C)	16,1	17,8	18,4	17,3	11,5
	8 FARK (°C)	3	0,9	1	2,2	7,9

Çizelge 4.18. Oda 2 (Bor katkılı koyun yünlü yalıtım malzemesi) iç ve dış yüzey sıcaklık değerleri

TARİH		24.09.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	12,6	17	18,6	19,4	19,8
	1 DIŞ (°C)	7,8	27,4	22,7	17,1	12,6
	1 FARK (°C)	4,8	10,4	4,1	2,3	7,2
	2 İÇ (°C)	13	18	20	20	20,2
	2 DIŞ (°C)	7,5	26,1	18,7	17	12,5
	2 FARK (°C)	5,5	8,1	1,3	3	7,7
	3 İÇ (°C)	12,9	15,8	17,3	18	19
	3 DIŞ (°C)	6,9	25,3	26	31,4	13,8
	3 FARK (°C)	6	9,5	8,7	13,4	5,2
	4 İÇ (°C)	13	18	20,5	21,4	20,8
	4 DIŞ (°C)	7,2	25,9	26,7	41,1	13,9
	4 FARK (°C)	5,8	7,9	6,2	19,7	6,9
	5 İÇ (°C)	13,5	17,2	18,2	18,7	19
	5 DIŞ (°C)	6,9	32,2	32,8	44,6	16,6
	5 FARK (°C)	6,6	15	14,6	25,9	2,4
TARİH		25.09.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	18,1	18,5	20,8	22,4	22,1
	1 DIŞ (°C)	20,5	34,8	26,2	21,1	16,9
	1 FARK (°C)	2,4	16,3	5,4	1,3	5,2
	2 İÇ (°C)	19,3	19,7	21,8	23,8	22,6
	2 DIŞ (°C)	16,1	33,6	25,2	21,3	16,8
	2 FARK (°C)	3,2	13,9	3,4	2,5	5,8
	3 İÇ (°C)	17,4	17,3	18,9	21	21,3
	3 DIŞ (°C)	13,5	33,5	32,3	36	17,2
	3 FARK (°C)	3,9	16,2	13,4	15	4,1
	4 İÇ (°C)	18,8	19,3	22,3	24,8	23
	4 DIŞ (°C)	11,8	32	38,6	45,1	17,8
	4 FARK (°C)	7	12,7	16,3	20,3	5,2
	5 İÇ (°C)	18,7	18,1	19,4	20,8	20,7
	5 DIŞ (°C)	11,8	39	44,4	48,1	19,6
	5 FARK (°C)	6,9	20,9	25	27,3	1,1

TARİH		26.09.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	20	20	22,3	24	23,8
	1 DIŞ (°C)	22,2	36,1	34,9	23,2	18,1
	1 FARK (°C)	2,2	16,1	12,6	0,8	5,7
	2 İÇ (°C)	21,3	21	23,5	25,4	24,1
	2 DIŞ (°C)	18,1	33,6	30,2	23	17,7
	2 FARK (°C)	3,2	12,6	6,7	2,4	6,4
	3 İÇ (°C)	19,3	19	20,6	22,3	23
	3 DIŞ (°C)	14,9	35,8	44	40	18,3
	3 FARK (°C)	4,4	16,8	23,4	17,7	4,7
	4 İÇ (°C)	20,5	20,8	24,1	26	24,8
	4 DIŞ (°C)	13,8	34,3	48,3	50	19,3
	4 FARK (°C)	6,7	13,5	24,2	24	5,5
	5 İÇ (°C)	20,3	19,6	20,9	22,1	22,5
	5 DIŞ (°C)	13,5	42,3	55,8	54,1	21,8
	5 FARK (°C)	6,8	22,7	34,9	32	0,7
TARİH		27.09.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	21,1	20,7	23,1	23,4	23,9
	1 DIŞ (°C)	18,7	32,4	33,6	24,1	19,3
	1 FARK (°C)	2,4	11,7	10,5	0,7	4,6
	2 İÇ (°C)	21,6	21,3	24,2	24	24
	2 DIŞ (°C)	18	30,3	29,2	23,4	19,1
	2 FARK (°C)	3,6	9	5	0,6	4,9
	3 İÇ (°C)	20,2	19,8	21,5	22	23,3
	3 DIŞ (°C)	16	31,3	40,7	39,2	19,3
	3 FARK (°C)	4,2	11,5	19,2	17,2	4
	4 İÇ (°C)	21,1	21,3	24,1	24,9	24,4
	4 DIŞ (°C)	16	30,8	45,9	47,8	19,9
	4 FARK (°C)	5,1	9,5	21,8	22,9	4,5
	5 İÇ (°C)	21,1	20,3	22	22,1	22,8
	5 DIŞ (°C)	15,5	38,3	52,9	52,6	22
	5 FARK (°C)	5,6	18	30,9	30,5	0,8

TARİH		28.09.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	21,2	21,1	23,6	24,6	24,7
	1 DIŞ (°C)	20,5	34,1	29,2	23,5	19,3
	1 FARK (°C)	0,7	13	5,6	1,1	5,4
	2 İÇ (°C)	22,5	22	24,2	25,6	24,7
	2 DIŞ (°C)	19,2	31,8	25,9	23,6	18,8
	2 FARK (°C)	3,3	9,8	1,7	2	5,9
	3 İÇ (°C)	20,8	20,6	21,8	23,3	23,8
	3 DIŞ (°C)	16,1	34,5	40,5	39,2	19,4
	3 FARK (°C)	4,7	13,9	18,7	15,9	4,4
	4 İÇ (°C)	21,8	21,9	24,7	26,1	24,7
	4 DIŞ (°C)	15,6	32,3	47,8	47,2	20,1
	4 FARK (°C)	6,2	10,4	23,1	21,1	4,6
	5 İÇ (°C)	21,6	21,2	22,2	22,9	23,2
	5 DIŞ (°C)	15,3	40,9	56,3	52,5	22,5
	5 FARK (°C)	6,3	19,7	34,1	29,6	0,7
TARİH		29.09.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	21,3	21,2	23,3	24	23,6
	1 DIŞ (°C)	17,9	31,5	28,7	22,3	18,1
	1 FARK (°C)	3,4	10,3	5,4	1,7	5,5
	2 İÇ (°C)	22	22	24,3	24,8	23,5
	2 DIŞ (°C)	17,4	29,7	25,3	21,8	17,7
	2 FARK (°C)	4,6	7,7	1	3	5,8
	3 İÇ (°C)	21	20,6	21,9	23	23
	3 DIŞ (°C)	15,6	32	37,8	32	18
	3 FARK (°C)	5,4	11,4	15,9	9	5
	4 İÇ (°C)	21,5	21,8	24,6	25,3	24
	4 DIŞ (°C)	15,5	30,6	43,7	37	18,6
	4 FARK (°C)	6	8,8	19,1	11,7	5,4
	5 İÇ (°C)	21,6	21,4	22,6	23	23,1
	5 DIŞ (°C)	15,4	37,5	51,1	39,2	20,2
	5 FARK (°C)	6,2	16,1	28,5	16,2	2,9

TARİH		30.09.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	19,8	20	20	20,5	20,3
	1 DIŞ (°C)	15,3	16,4	17,4	16,2	14,2
	1 FARK (°C)	4,5	3,6	2,6	4,3	6,1
	2 İÇ (°C)	20	20,2	20,6	21,1	20,3
	2 DIŞ (°C)	15,1	16,1	17,5	16,2	14,5
	2 FARK (°C)	4,9	4,1	3,1	4,9	5,8
	3 İÇ (°C)	19,7	19,5	19,7	20,2	19,8
	3 DIŞ (°C)	15,4	17	17,8	16,8	14,2
	3 FARK (°C)	4,3	2,5	1,9	3,4	5,6
	4 İÇ (°C)	20,2	20,4	20,6	20,7	20,6
	4 DIŞ (°C)	15,9	17,8	18,2	18,2	14,5
	4 FARK (°C)	4,3	2,6	2,4	2,5	6,1
	5 İÇ (°C)	20,7	20,6	20,6	20,7	20,4
	5 DIŞ (°C)	16,4	18,6	18,8	19,8	15,3
	5 FARK (°C)	4,3	2	1,8	0,9	5,1
TARİH		01.10.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	18,5	18,6	21,5	22,9	22,3
	1 DIŞ (°C)	12,7	25,9	25,3	17	13,7
	1 FARK (°C)	5,8	7,3	3,8	5,9	8,6
	2 İÇ (°C)	19,5	19,4	22,8	24	22,3
	2 DIŞ (°C)	12,2	23,1	21,6	16,8	13,5
	2 FARK (°C)	7,3	3,7	1,2	7,2	8,8
	3 İÇ (°C)	18	17,8	19,9	21,3	21,5
	3 DIŞ (°C)	10,1	27,3	36,5	31,6	13,8
	3 FARK (°C)	7,9	9,5	16,6	10,3	7,7
	4 İÇ (°C)	19	19,4	23,3	24,7	22,8
	4 DIŞ (°C)	10,3	26,6	44	43,2	14,5
	4 FARK (°C)	8,7	7,2	20,7	18,5	8,3
	5 İÇ (°C)	19,1	19	20,7	21,4	21,5
	5 DIŞ (°C)	10,3	35,8	53,3	49,1	17,2
	5 FARK (°C)	8,8	16,8	32,6	27,7	4,3

TARİH		02.10.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	18,9	19,1	21,4	23	22,4
	1 DIŞ (°C)	13,4	26,2	27,2	19,6	14,8
	1 FARK (°C)	5,5	7,1	5,8	3,4	7,6
	2 İÇ (°C)	19,9	19,7	22,8	24	22,3
	2 DIŞ (°C)	13	24,4	23,3	19,2	14,7
	2 FARK (°C)	6,9	4,7	0,5	4,8	7,6
	3 İÇ (°C)	18,5	18,3	20	21,8	21,5
	3 DIŞ (°C)	11,3	28,1	33,6	32,7	15
	3 FARK (°C)	7,2	9,8	13,6	10,9	6,5
	4 İÇ (°C)	19,3	19,7	23,2	25	22,8
	4 DIŞ (°C)	11,3	27,1	41,4	42,8	15,2
	4 FARK (°C)	8	7,4	18,2	17,8	7,6
	5 İÇ (°C)	19,5	19,1	20,7	21,8	21,5
	5 DIŞ (°C)	11,4	33,9	51,1	46,9	17,6
	5 FARK (°C)	8,1	14,8	30,4	25,1	3,9
TARİH		03.10.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	19	18,8	22	22,7	22
	1 DIŞ (°C)	13,1	27,1	24,8	19,2	14,5
	1 FARK (°C)	5,9	8,3	2,8	3,5	7,5
	2 İÇ (°C)	19,7	19,6	23	23,8	22,1
	2 DIŞ (°C)	13	24,9	22	18,8	14,4
	2 FARK (°C)	6,7	5,3	1	5	7,7
	3 İÇ (°C)	18,9	18,4	20,3	21,6	21,7
	3 DIŞ (°C)	11,6	27,3	32,1	28,9	14,3
	3 FARK (°C)	7,3	8,9	11,8	7,3	7,4
	4 İÇ (°C)	19,5	19,6	23,4	24,6	22,8
	4 DIŞ (°C)	11,8	27,7	40,9	39,8	14,6
	4 FARK (°C)	7,7	8,1	17,5	15,2	8,2
	5 İÇ (°C)	19,8	19,1	21,2	21,7	21,8
	5 DIŞ (°C)	12	35,5	49,9	43,9	16,4
	5 FARK (°C)	7,8	16,4	28,7	22,2	5,4

Çizelge 4.19. Oda 3 (Taş yünü) iç ve dış yüzey sıcaklık değerleri

TARİH		24.09.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	17,3	19,1	20,5	21,2	21,7
	1 DIŞ (°C)	14,3	18,3	18,1	17,7	12,3
	1 FARK (°C)	3	0,8	2,4	3,5	9,4
	5 İÇ (°C)	17,8	19,5	21,3	22	22,5
	5 DIŞ (°C)	10	32,5	48,4	36,1	13,7
	5 FARK (°C)	7,8	13	27,1	14,1	8,8
	6 İÇ (°C)	17,5	19,9	22,6	24	23,7
	6 DIŞ (°C)	10,6	31,1	44,4	32,7	13,8
	6 FARK (°C)	6,9	11,2	21,8	8,7	9,9
	7 İÇ (°C)	16,8	19	21,3	22,5	22,9
	7 DIŞ (°C)	11,4	23,4	33	27,6	13,2
	7 FARK (°C)	5,4	4,4	11,7	5,1	9,7
	8 İÇ (°C)	17,6	19,6	21,3	22,2	22,7
	8 DIŞ (°C)	11,4	15,7	19,1	20,3	12,1
	8 FARK (°C)	6,2	3,9	2,2	1,9	10,6
	9 İÇ (°C)	16,9	18,7	20,1	20,9	21,4
	9 DIŞ (°C)	13,7	17	18,9	17,6	11,6
	9 FARK (°C)	3,2	1,7	1,2	3,3	9,8
	10 İÇ (°C)	18,1	19,7	21,5	22,4	22,6
	10 DIŞ (°C)	13,6	16,2	16,7	16	12,3
	10 FARK (°C)	4,5	3,5	4,8	6,4	10,3

TARİH		25.09.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	19,2	20,1	20,8	21,3	22
	1 DIŞ (°C)	17,2	20,9	21,6	20	15,1
	1 FARK (°C)	2	0,8	0,8	1,3	6,9
	5 İÇ (°C)	19,6	20,4	21,7	22,3	22,8
	5 DIŞ (°C)	12,5	33,2	47,7	46	16,7
	5 FARK (°C)	7,1	12,8	26	23,7	6,1
	6 İÇ (°C)	19,3	20,8	23	24,4	24,1
	6 DIŞ (°C)	13	32,1	43,7	43,1	16,6
	6 FARK (°C)	6,3	11,3	20,7	18,7	7,5
	7 İÇ (°C)	18,9	19,9	21,8	22,8	23,2
	7 DIŞ (°C)	13,7	25	31,1	32,2	15,9
	7 FARK (°C)	5,2	5,1	9,3	9,4	7,3
	8 İÇ (°C)	19,4	20,4	21,6	22,5	23
	8 DIŞ (°C)	13,5	18,4	21	24,2	14,7
	8 FARK (°C)	5,9	2	0,6	1,7	8,3
	9 İÇ (°C)	18,9	19,5	20,5	21	21,7
	9 DIŞ (°C)	15,9	19,4	21,3	20	14,3
	9 FARK (°C)	3	0,1	0,8	1	7,4
	10 İÇ (°C)	20,1	20,7	21,9	22,6	23
	10 DIŞ (°C)	16,3	19	20,3	19,3	15
	10 FARK (°C)	3,8	1,7	1,6	3,3	8

TARİH		26.09.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	18,9	18,9	19,9	21	21,3
	1 DIŞ (°C)	23	22	23	24,4	16,3
	1 FARK (°C)	4,1	3,1	3,1	3,4	5
	5 İÇ (°C)	19	19,7	20,8	22,3	22,1
	5 DIŞ (°C)	14,2	39,2	55,3	55,1	18,3
	5 FARK (°C)	4,8	19,5	34,5	32,8	3,8
	6 İÇ (°C)	18,9	20,5	22,6	24,9	23,7
	6 DIŞ (°C)	14,6	37,7	51,2	51,3	18,1
	6 FARK (°C)	4,3	17,2	28,6	26,4	5,6
	7 İÇ (°C)	18,5	19	21	23	22,5
	7 DIŞ (°C)	15,3	28	33,8	36,6	17,4
	7 FARK (°C)	3,2	9	12,8	13,6	5,1
	8 İÇ (°C)	19,1	19,8	20,7	22,6	22,3
	8 DIŞ (°C)	15	19,3	22,1	27,4	16
	8 FARK (°C)	4,1	0,5	1,4	4,8	6,3
	9 İÇ (°C)	18,7	18,7	19,4	21,2	21,1
	9 DIŞ (°C)	19	20,4	22,5	22,2	15,4
	9 FARK (°C)	0,3	1,7	3,1	1	5,7
	10 İÇ (°C)	20,5	20	21,2	22,7	22,5
	10 DIŞ (°C)	20,5	20	21,2	21,2	16,5
	10 FARK (°C)	0	0	0	1,5	6

TARİH		27.09.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	19,3	20,7	21,3	22	21,6
	1 DIŞ (°C)	21,5	22,4	23,6	22	17,5
	1 FARK (°C)	2,2	1,7	2,3	0	4,1
	5 İÇ (°C)	19,9	20,5	21,9	22,8	22,6
	5 DIŞ (°C)	16,2	34,7	52,3	52,6	19,2
	5 FARK (°C)	3,7	14,2	30,4	29,8	3,4
	6 İÇ (°C)	19,7	21,1	23,3	24,9	24,2
	6 DIŞ (°C)	17	33,8	48,1	49,2	19
	6 FARK (°C)	2,7	12,7	24,8	24,3	5,2
	7 İÇ (°C)	19,2	20	21,8	23,5	23,1
	7 DIŞ (°C)	18,2	26,3	34	35,3	18,3
	7 FARK (°C)	1	6,3	12,2	11,8	4,8
	8 İÇ (°C)	19,7	20,5	22	23	22,9
	8 DIŞ (°C)	17,6	20	22,4	27,8	17,1
	8 FARK (°C)	2,1	0,5	0,4	4,8	5,8
	9 İÇ (°C)	19,1	19,2	20,9	21,5	21,4
	9 DIŞ (°C)	20	20,9	23,2	22,6	16,5
	9 FARK (°C)	0,9	1,7	2,3	1,1	4,9
	10 İÇ (°C)	20,5	20,7	22,6	23,2	22,9
	10 DIŞ (°C)	20,4	21,1	22,4	22,6	17,3
	10 FARK (°C)	0,1	0,4	0,2	0,6	5,6

TARİH		28.09.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	20,4	20,8	21,1	22,2	22,4
	1 DIŞ (°C)	23,1	23	23	22,1	17,1
	1 FARK (°C)	2,7	2,2	1,9	0,1	5,3
	5 İÇ (°C)	20,6	21,3	22,9	23,4	23,3
	5 DIŞ (°C)	16	36,9	55,4	52,9	19,3
	5 FARK (°C)	4,6	15,6	32,5	29,5	4
	6 İÇ (°C)	20,4	21,5	24,2	25,5	24,3
	6 DIŞ (°C)	16,3	35,7	49,4	50,4	19,2
	6 FARK (°C)	4,1	14,2	25,2	24,9	5,1
	7 İÇ (°C)	19,9	20,8	23,3	24,1	23,8
	7 DIŞ (°C)	16,9	28,5	34,5	36,5	18
	7 FARK (°C)	3	7,7	11,2	12,4	5,8
	8 İÇ (°C)	20,5	21	22,3	23,5	23,2
	8 DIŞ (°C)	16,7	20,3	23,4	27,6	16,6
	8 FARK (°C)	3,8	0,7	1,1	4,1	6,6
	9 İÇ (°C)	19,7	20,1	21	21,8	22,1
	9 DIŞ (°C)	20,1	21,4	23,2	22,7	16,4
	9 FARK (°C)	0,4	1,3	2,2	0,9	5,7
	10 İÇ (°C)	21,8	21,7	22,2	23,6	23,1
	10 DIŞ (°C)	21,9	20,2	21,4	21,7	17
	10 FARK (°C)	0,1	1,5	0,8	1,9	6,1

TARİH		29.09.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	20,4	21	21,4	22,4	22
	1 DIŞ (°C)	20,6	22,1	22,4	22,2	16,8
	1 FARK (°C)	0,2	1,1	1	0,2	5,2
	5 İÇ (°C)	21	21,5	22,3	23	23
	5 DIŞ (°C)	15,5	35,1	50,4	40,5	18,1
	5 FARK (°C)	5,5	13,6	28,1	17,5	4,9
	6 İÇ (°C)	20,4	21,8	23,4	24,5	23,7
	6 DIŞ (°C)	16,3	34,8	46,7	36,5	18,1
	6 FARK (°C)	4,1	13	23,3	12	5,6
	7 İÇ (°C)	20,3	21	22,3	23,5	23,3
	7 DIŞ (°C)	16,6	27	36	30,1	17,4
	7 FARK (°C)	3,7	6	13,7	6,6	5,9
	8 İÇ (°C)	20,1	21,3	22,3	23,1	22,8
	8 DIŞ (°C)	16,3	19,3	23,4	24,4	16,4
	8 FARK (°C)	3,8	2	1,1	1,3	6,4
	9 İÇ (°C)	20	20,9	21,2	22	22
	9 DIŞ (°C)	18,8	21	23,3	21,5	16,2
	9 FARK (°C)	1,2	0,1	2,1	0,5	5,8
	10 İÇ (°C)	21,3	22	22,5	23,4	22,8
	10 DIŞ (°C)	18,8	20,8	21,3	19,9	16,9
	10 FARK (°C)	2,5	1,2	1,2	3,5	5,9

TARİH		30.09.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	20	20,5	20,6	20,7	20,6
	1 DIŞ (°C)	15,9	18,5	19,3	17,1	14
	1 FARK (°C)	4,1	2	1,3	3,6	6,6
	5 İÇ (°C)	20,7	20,6	20,9	21	21
	5 DIŞ (°C)	16,4	19	19	19,2	14,4
	5 FARK (°C)	4,3	1,6	1,9	1,8	6,6
	6 İÇ (°C)	20,2	20,7	21	21,3	21,1
	6 DIŞ (°C)	16	18,6	18,9	18,9	14,4
	6 FARK (°C)	4,2	2,1	2,1	2,4	6,7
	7 İÇ (°C)	20	20,3	20,4	20,7	20,6
	7 DIŞ (°C)	14,7	17	17,8	17,3	13,8
	7 FARK (°C)	5,3	3,3	2,6	3,4	6,8
	8 İÇ (°C)	20,5	20,7	21	21,2	21,2
	8 DIŞ (°C)	14,5	16,8	17,6	16,3	13,4
	8 FARK (°C)	6	3,9	3,4	4,9	7,8
	9 İÇ (°C)	20	20,2	20,5	20,5	20,5
	9 DIŞ (°C)	15	17	18,1	16,1	13
	9 FARK (°C)	5	3,2	2,4	4,4	7,5
	10 İÇ (°C)	20,2	20,8	21,2	21,3	20,8
	10 DIŞ (°C)	15,6	17,3	18,7	16,4	13,6
	10 FARK (°C)	4,6	3,5	2,5	4,9	7,2

TARİH		01.10.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	18,5	18,9	19,6	20,4	20,5
	1 DIŞ (°C)	15,4	17,1	17,8	16,1	11,5
	1 FARK (°C)	3,1	1,8	1,8	4,3	9
	5 İÇ (°C)	18,7	19,1	20,2	21	21,3
	5 DIŞ (°C)	10,5	33,1	51,5	50,1	13,4
	5 FARK (°C)	8,2	14	31,3	29,1	7,9
	6 İÇ (°C)	18,5	19,2	21,7	23,4	22,5
	6 DIŞ (°C)	11	30,8	47	46,4	13,6
	6 FARK (°C)	7,5	11,6	25,3	23	8,9
	7 İÇ (°C)	18	18,5	20	21,7	21,6
	7 DIŞ (°C)	11,8	22,3	32,1	33	12,7
	7 FARK (°C)	6,2	3,8	12,1	11,3	8,9
	8 İÇ (°C)	18,8	19,3	20,4	21,5	21,3
	8 DIŞ (°C)	11,8	14,3	17,8	22,4	11,4
	8 FARK (°C)	7	5	2,6	0,9	9,9
	9 İÇ (°C)	18,2	18,3	19,1	20,4	20,2
	9 DIŞ (°C)	14,3	15,4	18,2	17,3	10,8
	9 FARK (°C)	3,9	2,9	0,9	3,1	9,4
	10 İÇ (°C)	18,5	18,7	20,5	21,6	21,3
	10 DIŞ (°C)	15	14,5	15,6	15,7	11,9
	10 FARK (°C)	3,5	4,2	4,9	5,9	9,4

TARİH		02.10.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	18,1	18,4	19,5	20,1	20,3
	1 DIŞ (°C)	16,4	17,7	19	17,5	12,5
	1 FARK (°C)	1,7	0,7	0,5	2,6	7,8
	5 İÇ (°C)	18,7	18,9	20	21	21,2
	5 DIŞ (°C)	11,4	33,1	50,2	47,6	14,1
	5 FARK (°C)	7,3	14,2	30,2	26,6	7,1
	6 İÇ (°C)	18,3	19,2	21,4	23,2	22,3
	6 DIŞ (°C)	12	31,2	45	44,3	14,1
	6 FARK (°C)	6,3	12	23,6	21,1	8,2
	7 İÇ (°C)	17,7	18,4	19,9	21,1	21,4
	7 DIŞ (°C)	13,2	23,4	32,2	34,4	13,6
	7 FARK (°C)	4,5	5	12,3	13,3	7,8
	8 İÇ (°C)	18,4	18,9	20,3	21,1	21
	8 DIŞ (°C)	12,7	15,4	18,9	23,4	12,3
	8 FARK (°C)	5,7	3,5	1,4	2,3	8,7
	9 İÇ (°C)	17,7	18,1	19	19,8	20
	9 DIŞ (°C)	15,3	17	18,8	18,6	11,5
	9 FARK (°C)	2,4	1,1	0,2	1,2	8,5
	10 İÇ (°C)	19,1	19,4	20,4	21,3	20,2
	10 DIŞ (°C)	15	16	17,3	17,3	12,3
	10 FARK (°C)	4,1	3,4	3,1	4	7,9

TARİH		03.10.2021				
SAATLER		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	1 İÇ (°C)	18,4	18,6	19,6	20,2	20,1
	1 DIŞ (°C)	16	17,8	18,2	18	12,4
	1 FARK (°C)	2,4	0,8	1,4	2,2	7,7
	5 İÇ (°C)	19	19,2	20,5	21,2	21,2
	5 DIŞ (°C)	12,1	32,8	49	45,7	13,7
	5 FARK (°C)	6,9	13,6	28,5	24,5	7,5
	6 İÇ (°C)	18,5	19,6	21,9	23	22,2
	6 DIŞ (°C)	12,4	31,5	44,4	43,4	13,9
	6 FARK (°C)	6,1	11,9	22,5	20,4	8,3
	7 İÇ (°C)	18,2	18,6	20,5	21,5	21,3
	7 DIŞ (°C)	13,2	23,3	32,3	32,8	13,1
	7 FARK (°C)	5	4,7	11,8	11,3	8,2
	8 İÇ (°C)	18,7	19,3	20,4	21,3	21,2
	8 DIŞ (°C)	13,2	15	19,1	22,6	12
	8 FARK (°C)	5,5	4,3	1,3	1,3	9,2
	9 İÇ (°C)	18	18,4	19	19,8	19,7
	9 DIŞ (°C)	15,2	16	18,7	18,3	11,7
	9 FARK (°C)	2,8	2,4	0,3	1,5	8
	10 İÇ (°C)	19,1	19,6	20,5	21,4	20,9
	10 DIŞ (°C)	16	15	17,4	18	11,7
	10 FARK (°C)	3,1	4,6	3,1	3,4	9,2

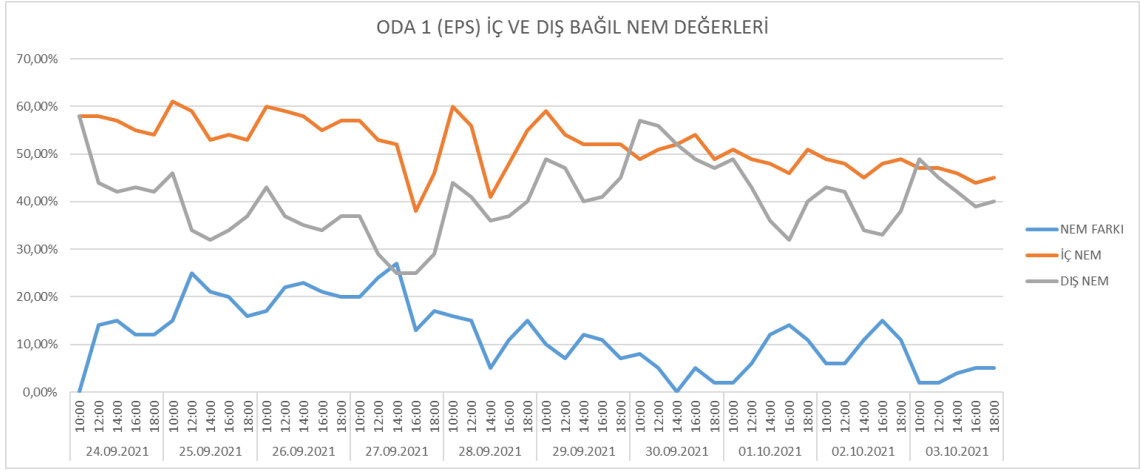
Çizelge 4.20. Tüm oda duvarlarının iç ve dış yüzey sıcaklık farkı ortalaması

EPSLİ ODA YÜZEY SICAKLIK DENEYİ			BOR KATKILI KOYUN YÜNLÜ ODA YÜZEY SICAKLIK DENEYİ			TAŞ YÜNLÜ ODA YÜZEY SICAKLIK DENEYİ		
SAATLER	PARAMETRELER	SICAKLIK (°C)	SAATLER	PARAMETRELER	SICAKLIK (°C)	SAATLER	PARAMETRELER	SICAKLIK (°C)
10:00	MAX DIŞ	38,30	10:00	MAX DIŞ	22,20	10:00	MAX DIŞ	23,10
	MAX İÇ	24,60		MAX İÇ	22,50		MAX İÇ	21,80
	MAX FARK	18,20		MAX FARK	8,80		MAX FARK	8,20
	MIN DIŞ	12,10		MIN DIŞ	6,90		MIN DIŞ	10,00
	MIN İÇ	15,50		MIN İÇ	12,60		MIN İÇ	16,80
	MIN FARK	0,10		MIN FARK	0,70		MIN FARK	0,00
	ORT FARK	4,32		ORT FARK	5,50		ORT FARK	4,00
12:00	MAX DIŞ	39,30	12:00	MAX DIŞ	42,30	12:00	MAX DIŞ	39,20
	MAX İÇ	23,00		MAX İÇ	22,00		MAX İÇ	22,00
	MAX FARK	17,90		MAX FARK	22,70		MAX FARK	19,50
	MIN DIŞ	16,30		MIN DIŞ	16,10		MIN DIŞ	14,30
	MIN İÇ	16,10		MIN İÇ	15,80		MIN İÇ	18,10
	MIN FARK	0,00		MIN FARK	2,00		MIN FARK	0,00
	ORT FARK	6,15		ORT FARK	10,87		ORT FARK	5,52
14:00	MAX DIŞ	33,60	14:00	MAX DIŞ	56,30	14:00	MAX DIŞ	55,40
	MAX İÇ	24,60		MAX İÇ	24,70		MAX İÇ	23,40
	MAX FARK	9,80		MAX FARK	34,90		MAX FARK	34,50
	MIN DIŞ	16,70		MIN DIŞ	17,40		MIN DIŞ	15,60
	MIN İÇ	16,50		MIN İÇ	17,30		MIN İÇ	19,00
	MIN FARK	0,00		MIN FARK	0,50		MIN FARK	0,00
	ORT FARK	2,92		ORT FARK	13,15		ORT FARK	9,54
16:00	MAX DIŞ	23,80	16:00	MAX DIŞ	54,10	16:00	MAX DIŞ	55,10
	MAX İÇ	23,20		MAX İÇ	26,10		MAX İÇ	25,50
	MAX FARK	5,50		MAX FARK	32,00		MAX FARK	32,80
	MIN DIŞ	14,10		MIN DIŞ	16,20		MIN DIŞ	15,70
	MIN İÇ	16,70		MIN İÇ	18,00		MIN İÇ	19,80
	MIN FARK	0,00		MIN FARK	0,60		MIN FARK	0,00
	ORT FARK	1,80		ORT FARK	11,83		ORT FARK	8,74
18:00	MAX DIŞ	19,20	18:00	MAX DIŞ	22,50	18:00	MAX DIŞ	19,30
	MAX İÇ	22,20		MAX İÇ	24,80		MAX İÇ	24,20
	MAX FARK	8,10		MAX FARK	8,80		MAX FARK	10,60
	MIN DIŞ	10,60		MIN DIŞ	12,50		MIN DIŞ	10,80
	MIN İÇ	16,40		MIN İÇ	19,00		MIN İÇ	19,70
	MIN FARK	1,90		MIN FARK	0,70		MIN FARK	3,40
	ORT FARK	4,96		ORT FARK	5,48		ORT FARK	7,09
GENEL ORTALAMA		4,03	GENEL ORTALAMA		9,37	GENEL ORTALAMA		6,98

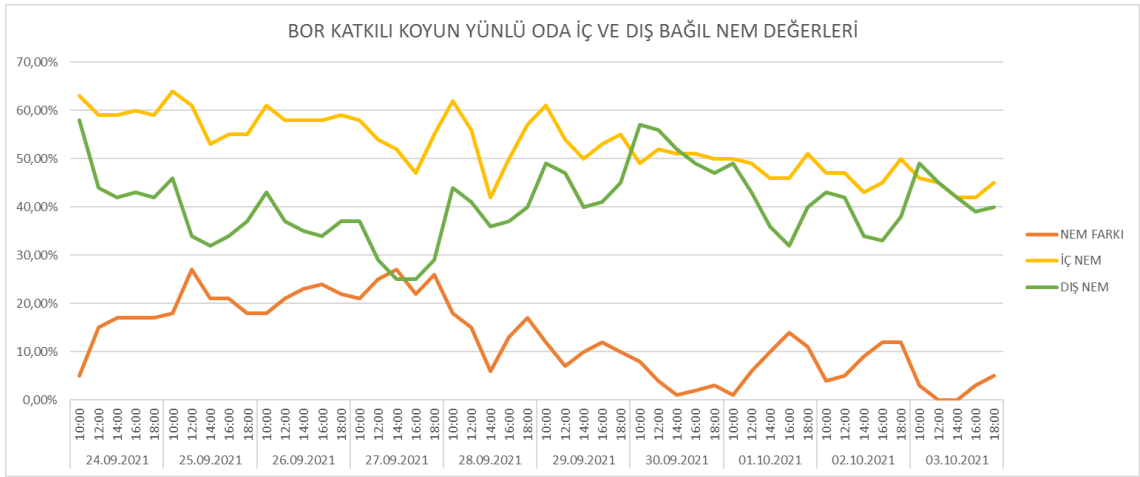
4.2.2. Nem deneyi

Bu deneyde de sıcaklık deneyinde olduğu gibi 10 günlük bir periyotta saat 10:00'dan 18:00'e kadar olan zaman aralığında 2 saatlik ölçümler almak suretiyle oda 1 (EPS) iç bağıl nemi, oda 2 (Bor katkılı koyun yünü yalıtım malzemesi) iç bağıl nemi, oda 3 (Taş yünü) iç bağıl nemi ve dış ortam bağıl nemi ölçülmüştür. Bağıl nem ölçümünde de Çizelge 4.1'de teknik özellikleri verilmiş olan BOSCH GIS 1000 C Professional aleti kullanılmıştır.

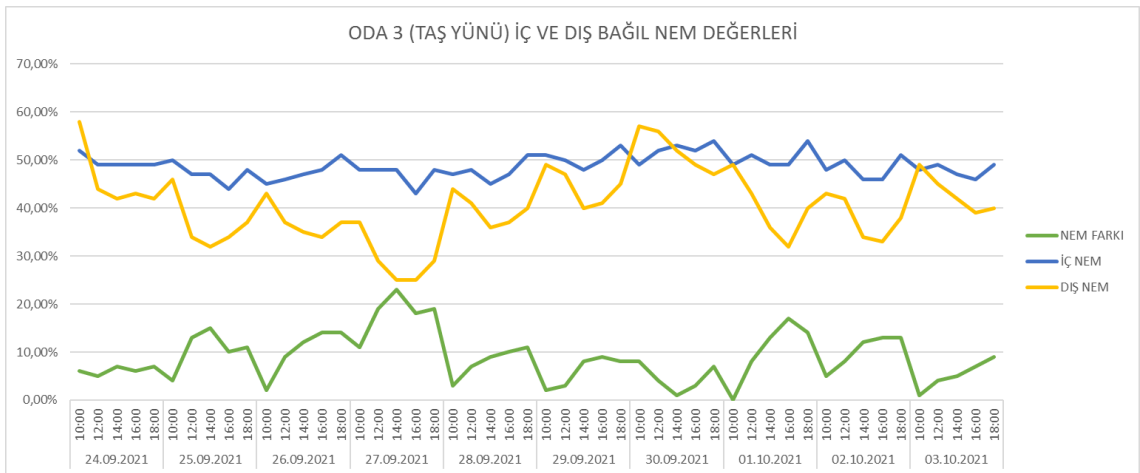
Oda 1'in (EPS) içinden ve dışından ölçülen bağıl nem verilerinin saatlik çizgi grafiği Şekil 4.18'de, oda 2'nin (Bor katkılı koyun yünü yalıtım malzemesi) içinden ve dışından ölçülmüş olan bağıl nem verilerinin saatlik çizgi grafiği Şekil 4.19'da ve oda 3'ün (Taş yünü) ise içinden ve dışından ölçülmüş olan bağıl nem verilerinin saatlik çizgi grafiği Şekil 4.20'de verilmiştir. Çizelge 4.21'de bu ölçülen nem değerlerinin daha detaylı tablosu verilirken Çizelge 4.22'de ise tüm odaların bağıl nem değerlerinin dış ortam bağıl nemi ile farkının ortalaması belirtilmiştir.



Şekil 4.18. Oda 1 (EPS) iç ve dış bağıl nem değerleri



Şekil 4.19. Oda 2 (Bor katkılı koyun yünlü yalıtım malzemesi) iç ve dış ortam bağıl nem değerleri



Şekil 4.20. Oda 3 (Taş yünü) iç ve dış ortam bağıl nem değerleri

Çizelge 4.21. Tüm odalardaki iç ortam ve dış ortam detaylı bağıl nem değerleri

TARİH	SAATLER	EPSLİ ODA			BOR KATKILI KOYUN YÜNLÜ ODA			TAŞ YÜNLÜ ODA		
		FARK	İÇ	DIŞ	FARK	İÇ	DIŞ	FARK	İÇ	DIŞ
24.09.2021	10:00	0,00%	58,00%	58,00%	5,00%	63,00%	58,00%	6,00%	52,00%	58,00%
	12:00	14,00%	58,00%	44,00%	15,00%	59,00%	44,00%	5,00%	49,00%	44,00%
	14:00	15,00%	57,00%	42,00%	17,00%	59,00%	42,00%	7,00%	49,00%	42,00%
	16:00	12,00%	55,00%	43,00%	17,00%	60,00%	43,00%	6,00%	49,00%	43,00%
	18:00	12,00%	54,00%	42,00%	17,00%	59,00%	42,00%	7,00%	49,00%	42,00%
25.09.2021	10:00	15,00%	61,00%	46,00%	18,00%	64,00%	46,00%	4,00%	50,00%	46,00%
	12:00	25,00%	59,00%	34,00%	27,00%	61,00%	34,00%	13,00%	47,00%	34,00%
	14:00	21,00%	53,00%	32,00%	21,00%	53,00%	32,00%	15,00%	47,00%	32,00%
	16:00	20,00%	54,00%	34,00%	21,00%	55,00%	34,00%	10,00%	44,00%	34,00%
	18:00	16,00%	53,00%	37,00%	18,00%	55,00%	37,00%	11,00%	48,00%	37,00%
26.09.2021	10:00	17,00%	60,00%	43,00%	18,00%	61,00%	43,00%	2,00%	45,00%	43,00%
	12:00	22,00%	59,00%	37,00%	21,00%	58,00%	37,00%	9,00%	46,00%	37,00%
	14:00	23,00%	58,00%	35,00%	23,00%	58,00%	35,00%	12,00%	47,00%	35,00%
	16:00	21,00%	55,00%	34,00%	24,00%	58,00%	34,00%	14,00%	48,00%	34,00%
	18:00	20,00%	57,00%	37,00%	22,00%	59,00%	37,00%	14,00%	51,00%	37,00%
27.09.2021	10:00	20,00%	57,00%	37,00%	21,00%	58,00%	37,00%	11,00%	48,00%	37,00%
	12:00	24,00%	53,00%	29,00%	25,00%	54,00%	29,00%	19,00%	48,00%	29,00%
	14:00	27,00%	52,00%	25,00%	27,00%	52,00%	25,00%	23,00%	48,00%	25,00%
	16:00	13,00%	38,00%	25,00%	22,00%	47,00%	25,00%	18,00%	43,00%	25,00%
	18:00	17,00%	46,00%	29,00%	26,00%	55,00%	29,00%	19,00%	48,00%	29,00%
28.09.2021	10:00	16,00%	60,00%	44,00%	18,00%	62,00%	44,00%	3,00%	47,00%	44,00%
	12:00	15,00%	56,00%	41,00%	15,00%	56,00%	41,00%	7,00%	48,00%	41,00%
	14:00	5,00%	41,00%	36,00%	6,00%	42,00%	36,00%	9,00%	45,00%	36,00%
	16:00	11,00%	48,00%	37,00%	13,00%	50,00%	37,00%	10,00%	47,00%	37,00%
	18:00	15,00%	55,00%	40,00%	17,00%	57,00%	40,00%	11,00%	51,00%	40,00%
29.09.2021	10:00	10,00%	59,00%	49,00%	12,00%	61,00%	49,00%	2,00%	51,00%	49,00%
	12:00	7,00%	54,00%	47,00%	7,00%	54,00%	47,00%	3,00%	50,00%	47,00%
	14:00	12,00%	52,00%	40,00%	10,00%	50,00%	40,00%	8,00%	48,00%	40,00%
	16:00	11,00%	52,00%	41,00%	12,00%	53,00%	41,00%	9,00%	50,00%	41,00%
	18:00	7,00%	52,00%	45,00%	10,00%	55,00%	45,00%	8,00%	53,00%	45,00%
30.09.2021	10:00	8,00%	49,00%	57,00%	8,00%	49,00%	57,00%	8,00%	49,00%	57,00%
	12:00	5,00%	51,00%	56,00%	4,00%	52,00%	56,00%	4,00%	52,00%	56,00%
	14:00	0,00%	52,00%	52,00%	1,00%	51,00%	52,00%	1,00%	53,00%	52,00%
	16:00	5,00%	54,00%	49,00%	2,00%	51,00%	49,00%	3,00%	52,00%	49,00%
	18:00	2,00%	49,00%	47,00%	3,00%	50,00%	47,00%	7,00%	54,00%	47,00%
01.10.2021	10:00	2,00%	51,00%	49,00%	1,00%	50,00%	49,00%	0,00%	49,00%	49,00%
	12:00	6,00%	49,00%	43,00%	6,00%	49,00%	43,00%	8,00%	51,00%	43,00%
	14:00	12,00%	48,00%	36,00%	10,00%	46,00%	36,00%	13,00%	49,00%	36,00%
	16:00	14,00%	46,00%	32,00%	14,00%	46,00%	32,00%	17,00%	49,00%	32,00%
	18:00	11,00%	51,00%	40,00%	11,00%	51,00%	40,00%	14,00%	54,00%	40,00%
02.10.2021	10:00	6,00%	49,00%	43,00%	4,00%	47,00%	43,00%	5,00%	48,00%	43,00%
	12:00	6,00%	48,00%	42,00%	5,00%	47,00%	42,00%	8,00%	50,00%	42,00%
	14:00	11,00%	45,00%	34,00%	9,00%	43,00%	34,00%	12,00%	46,00%	34,00%
	16:00	15,00%	48,00%	33,00%	12,00%	45,00%	33,00%	13,00%	46,00%	33,00%
	18:00	11,00%	49,00%	38,00%	12,00%	50,00%	38,00%	13,00%	51,00%	38,00%
03.10.2021	10:00	2,00%	47,00%	49,00%	3,00%	46,00%	49,00%	1,00%	48,00%	49,00%
	12:00	2,00%	47,00%	45,00%	0,00%	45,00%	45,00%	4,00%	49,00%	45,00%
	14:00	4,00%	46,00%	42,00%	0,00%	42,00%	42,00%	5,00%	47,00%	42,00%
	16:00	5,00%	44,00%	39,00%	3,00%	42,00%	39,00%	7,00%	46,00%	39,00%
	18:00	5,00%	45,00%	40,00%	5,00%	45,00%	40,00%	9,00%	49,00%	40,00%

Çizelge 4.22. Tüm odaların dış ortamla bağıl nem farkı ortalaması

EPSLİ ODA NEM DENEYİ			BOR KATKILI KOYUN YÜNLÜ NEM DENEYİ			TAŞ YÜNLÜ ODA NEM DENEYİ		
SAATLER	PARAMETRELER	NEM YÜZDESİ	SAATLER	PARAMETRELER	NEM YÜZDESİ	SAATLER	PARAMETRELER	NEM YÜZDESİ
10:00	MAX DIŞ	58,00%	10:00	MAX DIŞ	58,00%	10:00	MAX DIŞ	58,00%
	MAX İÇ	61,00%		MAX İÇ	64,00%		MAX İÇ	52,00%
	MAX FARK	20,00%		MAX FARK	21,00%		MAX FARK	11,00%
	MİN DIŞ	37,00%		MİN DIŞ	37,00%		MİN DIŞ	37,00%
	MİN İÇ	47,00%		MİN İÇ	46,00%		MİN İÇ	45,00%
	MİN FARK	0,00%		MİN FARK	1,00%		MİN FARK	0,00%
	ORT FARK	9,60%		ORT FARK	10,80%		ORT FARK	4,20%
12:00	MAX DIŞ	56,00%	12:00	MAX DIŞ	56,00%	12:00	MAX DIŞ	56,00%
	MAX İÇ	59,00%		MAX İÇ	61,00%		MAX İÇ	52,00%
	MAX FARK	25,00%		MAX FARK	27,00%		MAX FARK	19,00%
	MİN DIŞ	29,00%		MİN DIŞ	29,00%		MİN DIŞ	29,00%
	MİN İÇ	47,00%		MİN İÇ	45,00%		MİN İÇ	46,00%
	MİN FARK	2,00%		MİN FARK	0,00%		MİN FARK	3,00%
	ORT FARK	12,60%		ORT FARK	12,50%		ORT FARK	8,00%
14:00	MAX DIŞ	52,00%	14:00	MAX DIŞ	52,00%	14:00	MAX DIŞ	52,00%
	MAX İÇ	58,00%		MAX İÇ	59,00%		MAX İÇ	53,00%
	MAX FARK	27,00%		MAX FARK	27,00%		MAX FARK	23,00%
	MİN DIŞ	25,00%		MİN DIŞ	25,00%		MİN DIŞ	25,00%
	MİN İÇ	41,00%		MİN İÇ	42,00%		MİN İÇ	45,00%
	MİN FARK	0,00%		MİN FARK	0,00%		MİN FARK	1,00%
	ORT FARK	13,00%		ORT FARK	12,40%		ORT FARK	10,50%
16:00	MAX DIŞ	49,00%	16:00	MAX DIŞ	49,00%	16:00	MAX DIŞ	49,00%
	MAX İÇ	55,00%		MAX İÇ	60,00%		MAX İÇ	52,00%
	MAX FARK	21,00%		MAX FARK	24,00%		MAX FARK	18,00%
	MİN DIŞ	25,00%		MİN DIŞ	25,00%		MİN DIŞ	25,00%
	MİN İÇ	38,00%		MİN İÇ	42,00%		MİN İÇ	43,00%
	MİN FARK	5,00%		MİN FARK	2,00%		MİN FARK	3,00%
	ORT FARK	12,70%		ORT FARK	14,00%		ORT FARK	10,70%
18:00	MAX DIŞ	47,00%	18:00	MAX DIŞ	47,00%	18:00	MAX DIŞ	47,00%
	MAX İÇ	57,00%		MAX İÇ	59,00%		MAX İÇ	54,00%
	MAX FARK	20,00%		MAX FARK	26,00%		MAX FARK	19,00%
	MİN DIŞ	29,00%		MİN DIŞ	29,00%		MİN DIŞ	29,00%
	MİN İÇ	45,00%		MİN İÇ	45,00%		MİN İÇ	48,00%
	MİN FARK	2,00%		MİN FARK	3,00%		MİN FARK	7,00%
	ORT FARK	11,60%		ORT FARK	14,10%		ORT FARK	11,30%
GENEL ORTALAMA		11,90%	GENEL ORTALAMA		12,76%	GENEL ORTALAMA		8,94%

4.2.3. Ses deneyi

Ses deneyi yine binanın tüm cephelerinde taş yünü kaplıyken yapılan deney gibi oda 1 ve oda 2'nin orta noktasına teknik özellikleri Çizelge 4.10'da verilen 5+1 Minton HTS 9001 hoparlör konularak sırasıyla 125, 250, 500, 1000 ve 2000 Hz sabit sesler vermek suretiyle Şekil 4.11'da belirtilen noktalardan içerden ve dışardan desibel ölçümleri alınarak sağlanmıştır. Desibel ölçümleri için kullanılan UNI-T UT353 Mini Sound Level Meter'in de teknik özellikleri Çizelge 4.11'de verilmiştir. Oda 1'de (EPS) ölçülen desibel değerleri Çizelge 4.23'te, oda 2'de (Bor katkılı koyun yünü yalıtım malzemesi) ölçülen desibel değerleri ise Çizelge 4.24'te belirtilmiştir. Çizelge 4.25'te iki oda arasındaki ses geçirgenlik farkı değerleri kıyaslanmıştır. Oda 3'te bu deneyin yapılmasına gerek duyulmamıştır çünkü ses deneyinin sıcaklık ve nem deneyinde olduğu gibi tüm odaların deneylerinin aynı anda yapılması zorunlu değildir. Metrekare olarak eşit odalarda olacak şekilde üç yalıtım malzemesinin ses deneyinin yapılması

uygun görülmüştür. Oda 1 ve oda 2’de taş yünü kaplıyken yapılmış olan ses deneyi ile sonuçlar karşılaştırılacaktır.

Çizelge 4.23. Oda 1 (EPS); iç desibel, dış desibel ve desibel farkı değerleri

ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	FREKANSLAR (Hz)				
	125	250	500	1000	2000
1 İÇ (dB)	85,4	90,5	90,9	95,6	104
1 DIŞ (dB)	52,7	59,3	57,7	71	58
1 FARK (dB)	32,7	31,2	33,2	24,6	46
2 İÇ (dB)	78,6	95,5	88,3	92,1	93,2
2 DIŞ (dB)	56,1	74,9	71,5	83	76,8
2 FARK (dB)	22,5	20,6	16,8	9,1	16,4
3 İÇ (dB)	73,8	97	93,5	92,1	103
3 DIŞ (dB)	54,1	72	70,6	84	81
3 FARK (dB)	19,7	25	22,9	8,1	22
7 İÇ (dB)	80,5	97,4	93,5	87,3	103,3
7 DIŞ (dB)	45,7	61,3	65	61,3	61,3
7 FARK (dB)	34,8	36,1	28,5	26	42
8 İÇ (dB)	72,7	96,7	87,3	96,5	101,5
8 DIŞ (dB)	50,5	64,3	66	66,3	75
8 FARK (dB)	22,2	32,4	21,3	30,2	26,5

Çizelge 4.24. Oda 2 (Koyun yünlü yalıtım malzemesi); iç desibel, dış desibel ve desibel farkı değerleri

ÖLÇÜM YAPILAN NOKTALAR	FREKANSLAR (Hz)				
	125	250	500	1000	2000
1 İÇ (dB)	76	95,1	96,3	106,6	105,1
1 DIŞ (dB)	56	70,6	76,6	85,2	77,3
1 FARK (dB)	20	24,5	19,7	21,4	27,8
2 İÇ (dB)	84,2	90	85,9	98,4	95,7
2 DIŞ (dB)	61,8	70,4	71,4	72,5	72
2 FARK (dB)	22,4	19,6	14,5	25,9	23,7
3 İÇ (dB)	89	95,3	100,8	105,8	106,3
3 DIŞ (dB)	51,1	55	61	67	50,2
3 FARK (dB)	37,9	40,3	39,8	38,8	56,1
4 İÇ (dB)	85,4	94,6	95,1	94,5	94,8
4 DIŞ (dB)	60	55,7	74,8	67,7	67,4
4 FARK (dB)	25,4	38,9	20,3	26,8	27,4
5 İÇ (dB)	81,5	96,1	93,6	102,1	101,6
5 DIŞ (dB)	52,7	60,1	64,3	75,8	65,9
5 FARK (dB)	28,8	36	29,3	26,3	35,7

Çizelge 4.25. Oda 1 (EPS) ve oda 2'nin (Bor katkılı koyun yünü yalıtım malzemesi) içerisinden verilen sabit seslerin ne kadar dışarıya geçtiğinin kıyaslanması

ODA 1 (EPS) SES DENEYİ			ODA 2 (BOR KATKILI KOYUN YÜNLÜ) SES DENEYİ		
FREKANS (Hz)	PARAMETRELER	DB	FREKANS (Hz)	PARAMETRELER	DB
125	MAX DIŞ	56,1	125	MAX DIŞ	61,8
	MAX İÇ	85,4		MAX İÇ	89
	MAX FARK	34,8		MAX FARK	37,9
	MİN DIŞ	45,7		MİN DIŞ	51,1
	MİN İÇ	72,7		MİN İÇ	76
	MİN FARK	19,7		MİN FARK	20
	ORT FARK	26,38		ORT FARK	26,9
250	MAX DIŞ	74,9	250	MAX DIŞ	70,6
	MAX İÇ	97,4		MAX İÇ	96,1
	MAX FARK	36,1		MAX FARK	40,3
	MİN DIŞ	59,3		MİN DIŞ	55
	MİN İÇ	90,5		MİN İÇ	90
	MİN FARK	20,6		MİN FARK	19,6
	ORT FARK	29,06		ORT FARK	31,86
500	MAX DIŞ	71,5	500	MAX DIŞ	76,6
	MAX İÇ	93,5		MAX İÇ	100,8
	MAX FARK	33,2		MAX FARK	39,8
	MİN DIŞ	57,7		MİN DIŞ	61
	MİN İÇ	87,3		MİN İÇ	85,9
	MİN FARK	16,8		MİN FARK	14,5
	ORT FARK	24,54		ORT FARK	24,72
1000	MAX DIŞ	84	1000	MAX DIŞ	85,2
	MAX İÇ	96,5		MAX İÇ	106,6
	MAX FARK	30,2		MAX FARK	38,8
	MİN DIŞ	61,3		MİN DIŞ	67
	MİN İÇ	87,3		MİN İÇ	94,5
	MİN FARK	8,1		MİN FARK	21,4
	ORT FARK	19,6		ORT FARK	27,84
2000	MAX DIŞ	81	2000	MAX DIŞ	77,3
	MAX İÇ	104		MAX İÇ	106,3
	MAX FARK	46		MAX FARK	56,1
	MİN DIŞ	58		MİN DIŞ	50,2
	MİN İÇ	93,2		MİN İÇ	94,8
	MİN FARK	16,4		MİN FARK	23,7
	ORT FARK	30,58		ORT FARK	34,14
GENEL ORTALAMA		26,032	GENEL ORTALAMA		29,092

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Tüm binada taş yünü yalıtım malzemesi kaplı iken odaların hangi cepheye baktığının ısı ve nem yalıtımında ne kadar etkili olduğunu araştırdığımız çalışmalarda görülmüştür ki; ortam sıcaklık deneyinde, yüzey sıcaklık deneyinde ve nem deneyinde hepsinin oranları birbirlerine yakındır. Yalıtım açısından en avantajlı oda güney cephede olan oda 1 ve en dezavantajlı oda ise doğu cephesindeki oda 2'dir. Kuzeybatı cephesinde bulunan oda 3 ise tüm parametrelerde ortanca değeri vermiştir. Ortam sıcaklık deneyinde oda 1'deki ortalama ortam sıcaklık farkının oda 2'deki ortalama ortam sıcaklık farkına oranı $3,24/4,29$ 'dan %75,5 iken, oda 3'teki ortalama sıcaklık farkının oda 2'deki ortalama sıcaklık farkına oranı $3,93/4,29$ 'dan %91,6 çıkmıştır.

Yüzey sıcaklık deneyinde oda 1'deki ortalama yüzey sıcaklık farkının oda 2'deki ortalama yüzey sıcaklık farkına oranı $4,94/6,19$ 'dan %79,8 iken, oda 3'teki ortalama yüzey sıcaklık farkının oda 2'deki ortalama yüzey sıcaklık farkına oranı $5,58/6,19$ 'dan %90,1 olarak tespit edilmiştir. Ortamdaki ısınn odanın yukarı kısımlarına geçtiği bilinen bir gerçek iken ölçümlerde tavan yüzey sıcaklıkları daha düşük çıkmıştır. Bu da ısı kaybının tavanda daha fazla gerçekleştiğini bize göstermektedir. Çatı yalıtımının ne kadar önemli olduğu bu çalışma ile bir kez daha görülmüştür. Nem deneyinde ise oda 1'deki ortalama bağıl nem farkının oda 2'deki ortalama bağıl nem farkına oranı $9,08/12,20$ 'den %74,4 iken, oda 3'teki ortalama bağıl nem farkının oda 2'deki ortalama bağıl nem farkına oranı $10,34/12,20$ 'den %84,8 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla çok açık bir şekilde görülmüştür ki çalışmanın başında düşünmüş olduğumuz ortamda yaşanan ısı kayıplarının dışardaki ve içerdeki yüzey sıcaklık farklarıyla direkt doğru orantılı olduğu düşüncesi bu çalışma ile bir kez daha kanıtlanmıştır. Hem nem yalıtımının hem de ısı yalıtımının birbirine paralel değerler olduğu söylenebilir. Ölçümler esnasında gözlemlenmiştir ki yağmur vb. istisnai olaylar olmadığı sürece sıcaklık yükselirken bağıl nem düşmekte, sıcaklık azalırken de bağıl nem yükselmektedir.

Ek olarak doğu cephesinde bulunan oda 1 kuzeybatı cephesinde bulunan oda 3'e göre daha uzun süre güneş görmesine rağmen daha düşük sıcaklığa sahip olmuştur. Bu da bize göstermiştir ki daha az süre güneş görmesine rağmen güneşin daha etkili olduğu

saatlere maruz kalan kuzeybatı cephesi doğu cephesine nazaran daha sıcak bir ortam sağlamaktadır.

Oda 1 ve oda 2’de taş yünü kaplıyken gerçekleştirilen ses deneyleri sonucunda görülmüştür ki oda 1’deki ortalama desibel farkı 26,088 dB iken, oda 2’deki ortalama desibel farkı 25,704 dB’dir. Normal şartlar altında tamamen aynı özelliklere sahip olan iki odada aynı desibel farkı ortalaması beklenirken 0,3 dB fark gözlemlenmiştir. Fakat bu deney sahada yapılan proje dışı hatalar, hoparlör dizilimi ve desibelmetre hassaslığı gibi çeşitli faktörlere çok bağlı olduğu için 0,3 dB hata payı kabul edilebilir bulunmuştur.

Oda 1’in cephesine EPS, oda 2’nin cephesine de bor katkılı koyun yünlü yalıtım malzemesi kaplandıktan sonra yapılan çalışmalarda ise üç farklı deneyde de farklı yalıtım malzemelerinin üstünlükleri ortaya çıkmıştır.

Ortam sıcaklık deneyinde oda 1’in (EPS) ortalama ortam sıcaklık farkı 3,08 çıkmıştır. Cephe farkı bulunduğu için bu değer önceki çalışmada bulunan oda 2’nin oda 1’e olan ortam sıcaklık farkı oranıyla çarpılarak artırılmıştır. Bu sonuçla EPS’li odanın yükseltilmiş ortalama ortam sıcaklık farkı $3,08 \times 4,29 / 3,24 = 4,08$ ’e çıkmıştır. Oda 2’nin (Bor katkılı koyun yünlü yalıtım malzemesi) ortalama ortam sıcaklık farkı 4,18 olarak hesaplanmıştır. Önceki deneyde anlaşılmıştır ki cephe açısından en avantajlı oda burasıdır. Dolayısıyla kıyaslamalarda mevcut değer, yükseltilmeden aynen bu şekilde bırakılmıştır. Oda 3’ün (Taş yünü) ortalama ortam sıcaklık farkı 4,26 olarak bulunmuştur. Oda 1’e yapıldığı gibi bu değer de önceki deneyden ulaşılan oranla çarpılmak suretiyle $4,26 \times 4,29 / 3,93 = 4,65$ ’e yükselmiştir. Sonuç olarak görülmüştür ki ortam sıcaklığı olarak en çok yalıtımı taş yünü sağlarken bor katkılı koyun yünlü yalıtım malzemesi EPS’yi küçük bir farkla geçerek ikinci en iyi ortam sıcaklığı yalıtımı sağlayan malzeme olmuştur.

Yüzey sıcaklık deneyinde oda 1’in (EPS) ortalama yüzey sıcaklık farkı 4,03 olarak tespit edilmiştir. Yine aynı şekilde cephe handikabından dolayı önceki deneyden bulunan oranla çarpılarak bu değer $4,03 \times 6,19 / 4,94 = 5,05$ ’e yükselmektedir. Oda 2’nin (Bor katkılı koyun yünlü yalıtım malzemesi) ortalama yüzey sıcaklık farkı 9,37’dir. En avantajlı cephede bulunduğu için bu odadaki değer aynen böyle bırakılmıştır. Oda 3’ün (Taş yünü) ortalama yüzey sıcaklık değeri ise 6,98’dir. Önceki deneyden elde edilen gerekli oranla çarpılarak bu veri $6,98 \times 6,19 / 5,58 = 7,74$ ’e ulaşmaktadır. Görüldüğü üzere bu sefer yüzey sıcaklık deneyi ortam sıcaklığı deneyi ile paralel bir yalıtım malzemesi sıralaması bize vermemiştir. Bunun sebebi ikinci ölçümleri yaptığımız

dönemdeki hava şartlarının mevsim normallerinden daha güneşli olması olarak düşünülmüştür. Çünkü bor katkılı koyun yünlü yalıtım malzemesinin kaplandığı odaya çok daha fazla güneş vuran nokta olduğu için yüzey sıcaklık farkı daha değişken olmuştur. Dolayısıyla bu yüzey sıcaklığı deneyinde güneşin hiçbir noktaya vurmadığı saat 18:00 verilerini baz alarak yorumlamanın daha sağlıklı sonuç verebileceği düşünülmüştür. Sadece saat 18:00 verilerini baz aldığımızda tüm cephelerde aynı yalıtım malzemesi varken oda 1'in yüzey sıcaklık farkı 7,54, oda 2'nin yüzey sıcaklık farkı 7,87 ve oda 3'ün yüzey sıcaklık farkı 7,69'dur. 3 odada da farklı yalıtım malzemesi kaplıyken yapılan yüzey sıcaklığı deneyinin saat 18:00 verilerine göre EPS'li odanın ortalama yüzey sıcaklık farkı 4,96'dır. Bu değer bir önceki cümledeki gerekli oranlarla işleme tabi tutularak $4,96 \times 7,87 / 7,54 = 5,18$ 'e ulaşmaktadır. Bor katkılı koyun yünlü yalıtım malzemesinin kaplı olduğu oda 2'nin saat 18:00'deki ortalama yüzey sıcaklık farkı 5,48'dir. Bu değer en yüksek ortalama sıcaklık farkının bir önceki deneyde bu odada tespit edilmesinden dolayı sabit bırakılmıştır. Taş yünü kaplı olan oda 3'ün ise saat 18:00'de ölçülen ortalama yüzey sıcaklık farkı 7,09'dur. Bu değer de cephe farkı katsayısı ile çarpılarak $7,09 \times 7,87 / 7,69 = 7,26$ 'ya ulaşmaktadır. Görüldüğü üzere hiçbir cephe güneş almıyorken ortalama yüzey sıcaklık farkı sıralaması ortalama ortam sıcaklık farkı sıralamasıyla aynı olmuştur. Dolayısıyla ortam sıcaklık deneyinin yüzey sıcaklık deneyine göre daha sağlıklı sonuç verdiği görülmüştür.

Nem deneyinde oda 1'in (EPS) ortalama bağıl nem farkı %11,9 çıkmıştır. Cephe handikabı bulunduğu için bu değer önceki çalışmada bulunan oda 2'nin oda 1'e olan bağıl nem farkı oranıyla çarpılarak artırılmıştır. Bu sonuçla EPS'li odanın yükseltilmiş ortalama bağıl nem farkı $11,9 \times 12,2 / 9,08 = 15,99$ 'a çıkmıştır. Oda 2'nin (Bor katkılı koyun yünlü yalıtım malzemesi) ortalama bağıl nem farkı %12,76 olarak hesaplanmıştır. En avantajlı cephede bulunduğundan dolayı bu odadaki değer aynen böyle bırakılmıştır. Oda 3'ün (Taş yünü) ortalama bağıl nem farkı %8,94 olarak bulunmuştur. Oda 1'e yapıldığı gibi bu değer de önceki deneyden ulaşılan oranla çarpılmak suretiyle $8,94 \times 12,2 / 10,34 = 10,55$ 'e yükselmiştir. Sonuç olarak görülmüştür ki bağıl nem açısından en çok yalıtımı EPS sağlarken bor katkılı koyun yünlü yalıtım malzemesi ikinci, taş yünü ise üçüncü sırada kalmıştır.

Oda 1'e EPS ve oda 2'ye bor katkılı koyun yünlü yalıtım malzemesi kaplandıktan sonra gerçekleştirilen ses deneyleri sonucunda görülmüştür ki oda 1'deki (EPS) ortalama desibel farkı 26,032 dB iken, oda 2'deki (Bor katkılı koyun yünlü) ortalama desibel farkı 29,092 dB'dir. Görüldüğü üzere ses yalıtımı konusunda en iyi

sonucu bor katkılı koyun ynl yalıtım malzemesi verirken taş yn ve EPS neredeyse eşit performans sergilemiştir.

Sonuç olarak görülmüştür ki çalışmalarının daha başlarında olan ve sadece 1 cm olarak üretilen bor katkılı koyun ynl yalıtım malzemesinin 5 cm olarak binaya kaplanan EPS ve taş ynyle gayet yarışabildiği hatta ses yalıtımı konusunda da daha iyi sonuç verdiği ortadadır. Maliyet olarak daha ucuza gelmesi ve diğer yalıtım malzemelerine göre daha sağlıklı olması da cabasıdır. Dolayısıyla koyun ynl yalıtım malzemelerinin detaylı olarak çalışmalarının bitirilip bir an evvel hayatımıza girmesi hem ülke ekonomisi açısından hem de halk sağlığı ve konforu açısından oldukça önemlidir.

5.2 neriler

Görülmüştür ki koyun ynl yalıtım malzemesi daha şimdiden günlük hayatımızda kullanmaya uygun durumdadır. Dolayısıyla bir an evvel optimum kalınlık ve yoğunluk değerlerini bulmak adına çalışmalar yapılabilir. Çünkü daha endüstriyel bir şekilde üretildikten sonra muhakkak ki şimdikinden fazla ısı ve nem yalıtımı sağlayacağı aşıkardır.

Bor katkılı koyun ynl yalıtım malzemesinin en çarpıcı özelliği ses yalıtımı olmuştur. 1 cm’lik retilimiyle bile çok ciddi desibel absorbe ettiği gözlemlenmiştir. Bu incelikte ses yalıtımında bu kadar başarılı olması, i mekanlarda daha şimdiden istenilen alanlarda ses yalıtımı yapılabilmeye uygun olduğunu göstermiştir.

Bu yalıtım malzemesine bor katılmasıyla aynı zamanda yangın dayanımının da artmış olacağı düşünülmektedir. Bor katkılı koyun ynl yalıtım malzemelerinin yangın dayanımını araştırmaya dayalı çalışmalar yapılabilir.

Cephe farkının, evre ve bina unsurlarının yalıtım konusunu çok etkilediği net bir şekilde görülmüştür. Dolayısıyla gerçek bir binada, yaptığımız çalışmaya benzer deneyler daha farklı parametrelerle gerçekleştirilebilir. Örneğin aynı cephede üç farklı bina yapıp üç farklı yalıtım malzemesiyle kaplayarak incelemek daha sağlıklı bir sonuç verebilir.

Sonuçlar kısmında bahsedildiği gibi tavan yüzey sıcaklıkları daha soğuk çıkmıştır. Dolayısıyla atı bölgesinde ısı kaybı hakkında daha fazla çalışma yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Ahmed, A. and Qayoom, F.M, and Qayoum, A., 2019, Investigation of the thermal behavior of the natural insulation materials for low temperature regions, *Journal of Building Engineering*, 26, 100849.
- Aköz, F., 2016, Yapılarda Su Yalıtımı, *Yalıtım Dergisi*, MMO/664(2016), 231-276.
- Aksoylu, C., 2014, Yapılardaki Ses İzolasyonunun Bilgisayar Ortamında Simülasyonu, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Arleo, G. and Bernardo, F. and Cardinale, T. and De Fazio, P. and Feo, A., 2017, Thermal and mechanical characterization of panels made by cement mortar and sheep's wool fibres, *Energy Procedia*, 140, 159-169.
- Başer, İ., 2002, Elyaf Bilgisi, Marmara Üniversitesi Yayınları, *İstanbul*.
- Bednar, T. and Hroudová, J. and Korjenic, A. and Petránek, V. and Zach, J., 2012, Performance evaluation and research of alternative thermal insulations based on sheep wool, *Energy and Buildings*, 49, 246-253.
- Begiç, H. N., 2016, Orta Asya'dan Küçük Asya'ya Geleneksel Bir Sembol; "KEPENEK", *ÇKÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 44-62.
- Bektaş, V. 2018, Binalarda Kullanılan Isı Yalıtım Malzemelerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bilecik.
- Biggs, J.N. and Corscadden, K.W. and Stiles, D.K., 2014, Sheep's wool insulation: A sustainable alternative use for a renewable resource, *Resources, Conservation and Recycling*, 86, 9-15.
- Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 31.05.2017, Resmi Gazete, Sayı: 300082.
- Bolat, N., 2009, %100 Yün Sirospun ve Konvansiyonel İpliklerden Üretilmiş Kumaşların Özellikleri ve Bu Kumaşların Ultrasonik Enerji Yöntemi ile Boyanması, Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 105 s.
- Bosia, D. and Fantucci, S. and Marino, D. and Patrucco, A. and Piccablotto, G. and Savio, L. and Thiebat, F., 2015, Sheep Wool for Sustainable Architecture, *Energy Procedia*, 78, 315-320.
- Bosia, D. and Fantucci, S. and Patrucco, A. and Pennacchio, R. and Piccablotto, G. and Savio, L. and Thiebat, F., 2017, Fitness: Sheep-wool and Hemp Sustainable Insulation Panels, *Energy Procedia*, 111, 287-297.
- Cook, J. G., 1993, Handbook of Textile Fibres, Natural Fibres, Merrow Publishing Co. Ltd., *Wiltshire*, 208 pp.

- Černý, R. and Kočí, V. and Jerman, M. and Palomar, I., 2019, Thermal and hygric properties of biomaterials suitable for interior thermal insulation systems in historical and traditional buildings, *Building and Environment*, 154, 81-88.
- Çimen, S., 2019, Bor Atığı ve Perlit Katkılı Üretilen Tuğlanın Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kastamonu.
- Çölhan, N. A. 2001, “Bayındırlık ve İskân Bakanlığının eski ısı yalıtım yönetmeliğinde önerdiği tip döşeme kesitlerinin değerlendirilmesi, yeni yönetmelik ve TS 825’e göre yeniden önerilmeleri”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Dağsöz, A. K. 1999, “Türkiye’de Yapıların Yalıtımı ve Yalıtım Sanayinin Durumu”, İstanbul Ticaret Odası(İTO) yayınları, *İstanbul*.
- Dayıoğlu, H., 2007, Elyaf Bilgisi, Teknik Fuarcılık Yayınevi.
- EduRev Notes, 2014, “Heat and Temperature Study Guide”, EduRev Notes.
- Elias, R.M. and Loxton, C. and Mansour, E. and Ormondroyd, G.A., 2014, Assessment of health implications related to processing and use of natural wool insulation products, *Environment International*, 73, 402-412.
- Erdoğan, E., 2006, Çimentoya Bor Katkısı, Uçucu Kül, Yüksek Fırın Cürufu İlavesiyle Özelliklerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 335 s.
- Etimaden, <http://www.etimaden.gov.tr/> (06.03.2020)
- Eyyüboğlu, S., 2013, Kolemanit Konsantratör Atıklarının Çimento Üretiminde Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Balıkesir, 124 s., 10.
- Florea, I. and Manea, D.L., 2019, Analysis of Thermal Insulation Building Materials Based on Natural Fibers, *Procedia Manufacturing*, 32, 230-235.
- Güner, N. U., 2019, Öğütülmüş Kalsine Bor Minerallerinin Beton Yollardaki Etkinliğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Rize.
- Gürcüm, B. H., 2005, Tekstil Malzeme Bilgisi, Grafiker Yayınları:26, Ankara, 404s.
- İşık, S., 2016, Su Yalıtımının Yapı Maliyetindeki Yeri ve Uygulamasının Önemi, Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- İnce, A., Yangın Yerindeki Tehlikeler, <http://abdurrahmanince.net/yyt.pdf>, [Erişim Tarihi: 2 Şubat 2009].

- Johnson N.A.G., Wood E.J., Ingham P.E., McNeil S.J., McFarlane I.D., 2003. Wool as a Technical Fiber, *Journal of Textile Institute*, 94 (3), 26-40.
- Kara, İ.K., 2018, 2013-2017 Yılları Arasında Artvin İl Merkezinde Meydana Gelen Bina Yangınlarının İncelenmesi, *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 4(2), 105-114.
- Kartal, S., Işık Üstündağ, S., 2016, Yapılarda su yalıtım uygulamalarının önemi ve maliyeti, *Mühendislik Dergisi*, 7 (3), 399-408.
- Kaya, A.İ., Dalgat, T., 2017, Ses Yalıtımı Açısından Doğal Liflerin Akustik Özellikleri, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Özel Sayı 1, ISSN: 1309-2243, 25-37.
- Kaymakçı, M., Sönmez, R. (1992). Koyun Yetiştiriciliği. *Hasad Yayıncılık*, Hayvancılık Serisi 3, İstanbul
- Kılıç, A., 2012, Betonarme ve Çelik Yapılar Yangın Güvenliği ders notları.
- Kibici, İ. 2016, “Bina yöneticileri”, *İzodergi*, 118: 60-62.
- Kocagül, M. 2013, Isı Yalıtımında İdeal Yalıtım Malzemesi Kullanılmasının Deneysel Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Elazığ.
- Koçu, N. ve Korkmaz, Z. 2002, “Konya çevresindeki yapılarda ısı yalıtımı uygulamalarının TS 825’e göre değerlendirilmesi ve çevre kirliliğine etkisi”, *Tesisat Mühendisliği*, 74.
- Kozak, M. ve Kozak, Ş. 2015, “Su ve Isı yalıtımının Yapılarda Emniyet ve Ekonomi Açısından Önemi”, *SDU Teknik Bilimler Dergisi*, 5(1): 38-47.
- Onaran, K., 1995, Malzeme Bilimi, Bilim Teknik Yayınevi, *İstanbul*, ISBN:978-975-540-017-4.
- Onbaşıoğlu, H. 2013, “Yalıtım malzemelerinde kalınlığın önemi”, *İzolasyon Dünyası*, 101: 26-27.
- Öner, E., 2008, Dokuma kumaşların konfor özellikleri üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Özen, O. 2016, “Konut Yöneticileri”, *İzodergi*, 118: 8-13.
- Özer, M. 2006, “Yapılarda ısı yalıtımı ve ısı yalıtım malzemeleri”, Maya Basın Yayın.
- Pelesen L., <https://www.dunya.com/sektorler/yalitimli-binalar-yilda-9-milyar-dolar-tasarruf-saglar-haberi-458137>.
- Polat, E.S. 2010, Koyun yününün alternatif kullanım alanları “Bina Yalıtımları”, *Hasad Hayvancılık*, 303(26).

Seventekin, N., 2004, Tekstil Kimyası Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi Yayınları, *Bornova-İzmir*, 110s.

Sinan, H., 2019, Atık Yünlerden Keratin Elde Etme Yöntemlerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı.

Soğukoğlu, M. ve Vatan, M., 2014, “Mevcut betonarme konut binalarında enerji verimliliğinin artırılması için mimari çözüm önerileri”, *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*, 21: 13-22.

Topçuoğlu, K. 2017, “Yalıtım Teknolojisi”, Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. LTD. ŞTİ. *İstanbul*.

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

(url_1) <https://kirkclareli.csb.gov.tr/01-01-2020-tarihinden-sonra-ekb-aranmasi-ile-ilgili-duyuru...-haber-253699>

(url_2) <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-Haziran-2021-37208&dil=1>

(url_3) <https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/HAYGEM.pdf>

(url_4) <http://www.megaboard.com.tr/en/urunler/eps/>

(url_5) <http://www.megaboard.com.tr/en/urunler/xps/>

(url_6) <https://www.tasit.com/araba-sozlugu/cam-yunu-nedir>

(url_7) <http://www.megaboard.com.tr/urunler/tas-yunu/>

(url_8) <http://www.sekmenli.com/kaucuk-kopuk.html?enust=307>

(url_9) www.biology.arizona.edu

(url_10) <https://ytong.com.tr/dosyalar/user/Blok%20G2-0,40%20%20DOP%20-Antalya.pdf>

(url_11) <https://ytong.com.tr/dosyalar/user/%C3%87at%C4%B1%20Elemanlar%C4%B1%20G3-05%20DOP%20-Antalya.pdf>

(url_12) <https://www.ruyaaluminyum.com/aluminyum-kapi-ve-pencere/>

(url_13) <https://www.fawori.com/Uploads/Document/370d143d-19a4-4a38-b68f-d76450b030ac.PDF>

(url_14) <https://balkotrade.com/b1-sinifi-strofor-16kgm3-5cm.html>

(url_15) <https://www.bosch-professional.com/tr/tr/products/gis-1000-c-0601083300>

(url_16) <https://www.tekniktest.com/urun/uni-t-ut353-mini-ses-seviyesi-olcum-cihazı>

Uysal, A., 2004, Yüksek Sıcaklığın Beton Üzerindeki Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Yıldız, S., 2008, Emet Bor İşletmesi Hisarcık Konsantratör Atıklarının Portland Çimentosu Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Afyonkarahisar, 100 s.

Zorer, Y., 2005, Kolemanit Katkılı Çimento Üretiminde Öğütülebilirliğin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Zonguldak, 97 s.



EKLER

EK-1 Uygun bir başlık buraya yazılmalıdır.



EK-2 Uygun bir başlık buraya yazılmalıdır.

