

## Isı Yalıtımında Kullanılan Eps, Xps Ve Taş Yünü İzolasyon Malzemelerinin Deneysel Olarak Karşılaştırılması

Aydın DİKİCİ<sup>1\*</sup> ve Murat KOCAGÜL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fırat Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Elazığ, Türkiye

<sup>2</sup>Bozok Üniversitesi, Akdağmadeni Meslek Yüksekokulu Ulaştırma Hizmetleri Bölümü, Akdağmadeni, Yozgat, Türkiye

<sup>1</sup>[adikici1@firat.edu.tr](mailto:adikici1@firat.edu.tr), <sup>2</sup>[Murat.kocagul@bozok.edu.tr](mailto:Murat.kocagul@bozok.edu.tr)

(Geliş/Received: 04/05/2018;

Kabul/Accepted: 15/12/2018)

**Özet:** İnsan nüfusu tüm dünyada giderek çoğalmakta ve enerji tüketimi de hızla artmaktadır. Türkiye de tüketilen enerjinin %31'inin konutlarda kullanıldığı düşünüldüğünde, binalarda enerji tasarrufunu artıracak çalışmaların yapılmasının önemi ortaya çıkmaktadır. Bu amaçla bu çalışmada; Elazığ ilinde kullanılan farklı türden yalıtım malzemelerinin (EPS, XPS, Taş Yünü) ısı transferine etkisi ve kullanılabilirlikleri incelenmiştir. Elazığ Fırat Üniversitesi içerisinde 4 türdeş deney odası yapılmış olup içerisi eşit şekilde soğutulmuştur. Deney odasından biri yalıtımsız olarak diğer üç oda Elazığ ilinde yaygın olarak kullanılan yalıtım malzemeleriyle kaplanmıştır. Yalıtımsız ve yalıtımlı deney odalarından iç ortam, dış ortam, iç yüzey, dış yüzey ve yalıtımlı profillerde yalıtım ile duvar arasında ölçüm alınmıştır ve ayrıca güneş ışınım şiddeti, nem miktarı ve rüzgâr hızı ölçülmüştür ve bu ölçümler sonucunda Elazığ ili için en ideal yalıtım malzemesi belirlenmiştir. Deneyler sonucunda, yalıtımlı şartlarda iç ortam sıcaklıklarının taşıyünü malzemesi kullanıldığında 9-12 °C, XPS yalıtım malzemesi kullanıldığında 13-15 °C ve EPS yalıtım malzemesi kullanıldığında ise 15-17 °C arasında değiştiği görülmüştür. Yalıtımsız deney odası için ise iç ortam sıcaklıkları 26-29 °C arasında olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Isı yalıtım malzemeleri, Isı yalıtımı, Isı transferi

### Experimental Comparison Of Eps, Xps And Stone Wool Insulation Material Used In Heat Insulation

**Abstract:** Human population is growing all around the world and energy consumption is increasing rapidly. When it is considered that 31% of energy is consumed by housing in Turkey, we can see the importance of studies which will increase energy conservation in the buildings. For this purpose, in this study; different kinds of materials (EPS, XPS, Rockwool) that are used in Elazığ usabilities and effects of insulation materials to the heat transfer is examined. Four homogeneous test room was made in Fırat University, Elazığ and they were equally cooled. One of the rooms was used without insulation material and the other three rooms were covered with insulation materials that are commonly used in Elazığ. Internal environment, external environment, inner surface and outer surface measurements were taken from insulated and uninsulated test rooms and in insulated profiles measurements were taken between the wall and insulation. Also solar radiation, moisture amount and wind speed was measured and according to the results of these measurements ideal insulation material for Elazığ was determined. As a result of the experiments, it was seen that the indoor temperatures were 9-12 °C when the rockwool material was used, 13-15 °C when using XPS insulation material and 15-17 °C when EPS insulation material was used. For the uninsulated test chamber, the indoor temperatures were between 26-29 °C.

**Key Words:** Heat insulation materials, Heat insulation, Heat transfer.

#### 1. Giriş

İnsanlığın var oluşundan bu yana, yaşam gereksinimlerinin karşılanması için enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkelerin hızla kalkınması ve üçüncü dünya ülkelerinin de modern enerji kaynaklarına ulaşması sonucunda dünya toplam enerji ihtiyacı her geçen gün artmakta ve nihayetinde enerji, çağımızın en önemli stratejik değeri haline gelmektedir [1].

Dünya genelinde enerji tüketimi son 25 yılda kişi başına sadece %5 kadar artmış olmakla beraber, Türkiye'de son 25 yıldaki artış oranı %100 rakamının üzerindedir. Türkiye'nin enerji üretimi resmi rakamlara göre 1990 yılında toplam ihtiyacının %50 kadarını karşılarken; günümüzde sadece %30'unu karşılayabilmektedir. Ülkemizde enerji tüketiminin ortalama %41'i konutlarda, %33'ü sanayide, %20'si ulaşımda, %5'i tarımda ve %1'i diğer alanlarda kullanılmaktadır. Tüketilen tüm bu enerjinin yaklaşık %85'i ısıtma amaçlı kullanılmaktadır. Görülmektedir ki, enerji kullanımının en yoğun olduğu binalar konutlardır. Bu

\* Sorumlu yazar: [adikici70@gmail.com](mailto:adikici70@gmail.com). Yazarların ORCID Numarası: <sup>1</sup> 0000-0003-4892-2277, <sup>2</sup> 0000-0002-4703-2865

nedenle ısıtmanın istendiği dönemde ısı kayıplarının minimize edilmesi; konutlarda ısı yalıtımı kullanarak enerji tasarrufunu gerçekleştirmek ile mümkündür [2].

Türkiye için tüketim miktarlarımız, Avrupa ve Amerika ile karşılaştırıldığında bu konuda oldukça geride olduğumuz ve bu sorumluluğu ulus olarak sahiplenmemiz gerektiği ortaya çıkmaktadır. Örneğin aynı metrekareye sahip Türkiye'deki bir konut, daha kuzey enlemlerde yer alan Almanya'daki ya da Amerika'daki bir konut ile karşılaştırıldığında 2,5–3 kat daha fazla enerji tüketiminin olduğu görülmektedir. Almanya'da 100 m<sup>2</sup>'lik bir konutun kışlık yakıt tüketimi 280 m<sup>3</sup> doğalgaz iken, ülkemizde 1800 m<sup>3</sup> doğalgazdır. Bu karşılaştırmalardan da görebileceğimiz gibi, konutlarımızda çok daha az enerji tüketerek konfor şartlarını sağlamamız mümkün iken, bize gerekli enerji miktarının yaklaşık 5 katını israf etmekteyiz. Aynı şey yazın soğutma giderlerimizi de kontrol edemememize yol açmakta ve çok fazla elektrik tüketimine neden olmaktadır [3].

Enerji giderlerinin önemli bir bölümünün bina sektöründe gerçekleştirildiği ülkemizde, enerji verimliliği çözüm geliştirilmesi gereken en önemli konulardan biridir. Avrupa Birliğine katılmayı hedefleyen ülkemiz, teknolojik ve sosyo-ekonomik açıdan gelişmiş ülkelerin seviyesine ulaşmak için yoğun bir çaba harcamakta, bu çabada en önemli engellerden biri de enerji tüketimindeki açık olmaktadır. Ülkemizde nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşme gibi olgular enerji tüketimini geçmişe göre hızla arttırmaktadır. Ancak, ülkemizde verimlilik kavramına yeterince önem verilmediğinden, enerjinin verimli kullanılmaması bir yandan enerji israfına ve ithalata yol açmakta diğer taraftan da çevre kirliliğine neden olmaktadır [4].

Isı bir enerjidir ve genellikle oluştuğu ortamda kullanılması pek uygun değildir. Bu nedenle, enerjinin çeşitli yollarla başka bir bölgeye taşınması istenir. Isı enerjisi, ortam moleküllerinin hareketi nedeniyle çevreye etkisini gösterir. Enerji kaynağı olduğu sürece, moleküllerin hareketi durdurulamaz ve sürekli olarak çevreye yayılır. Isının transferi ancak iki sistem arasında veya bir sistemle çevresi arasında bir sıcaklık farkı bulunduğu zaman gerçekleşir [5]. Sıcaklık bir cisimdeki moleküler hareketin artmasıyla yükselen skaler bir büyüklüktür. Bir cismi oluşturan atomlar ya da moleküller, ortam sıcaklığının artışına bağlı olarak titreşimlerini artırır ya da ortam sıcaklığının azalışına bağlı olarak titreşimlerini azaltır. Başka bir deyişle, bu titreşimin artması fiziksel olarak cismin sıcaklığının artması şeklinde kendini gösterir [6]. Kışın konfor şartlarını sağlamaya çalıştığımız daha sıcak iç mekânlardan dış ortamlara doğru, yazın ise daha sıcak dış ortamlardan konfor şartlarını sağlamaya çalıştığımız iç mekânlara doğru bir ısı geçişinin olması kaçınılmazdır [7].

Binalarımızda ısı kayıpları her yönden olmaktadır. Dört katlı bir binayı incelediğimizde ısı kayıplarının yaklaşık %25'i çatıdan, %60'ı duvarlardan, %15'i de döşemeden kaçmaktadır. Binalarda kat yüksekliğinin artması, duvar yüzey alanını büyüteceğinden, duvardan kayıpları oran olarak arttırmaktadır. TS825'in yeni projelerde uygulanmaya başlanması, faydalarının yalıtımsız binalarda yaşayan kişilerin sıkıntı çektikleri konulara çözüm olduğunun görülmesi, ısı yalıtımının da kendisini 3–4 sene içinde amorti edeceğinin bilinmesi yaşanan konutlardaki yalıtım taleplerini her geçen gün arttırmaktadır [8].

Çalışmalarında, binaların ömrünü uzatmak ve değerini korumak için, binaların iç ve dış etkenlerden doğru biçimde korunması gerektiğini belirtmiştir. Bu hususta dikkat edilmesi gerekenlerin başında, yalıtım ve doğru malzeme seçimi gelmektedir. Binalarda iç ve dış ortamı birbirinden ayıran ve bina zarfı olarak tanımlanan duvarlar, pencereler, kapılar, tavan, çatı ve döşemelerden oluşan yapı elemanlarını dış etkilere koruması gerektiğinden bahsedilmiştir [9].

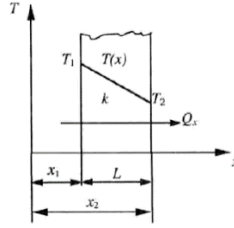
Görüldüğü üzere binalarda ısı kayıplarının yüzdelik değerleri verilmiştir ve bu değerlerden yarım fazlasını duvarlardan oluştuğu görülmektedir. Bu nedenle bu çalışmam da Elazığ ilinde yaygın olarak kullanılan yalıtım malzemelerinden EPS, XPS, Taşyünü kullanılarak farklı yalıtım malzemelerinin aynı şekillerde uygulanarak en uygun yalıtım malzemesinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Bina duvarlarındaki ısı kayıplarının temel konularında olan yalıtım malzemelerinin çeşitliliği ve en uygun olanını tespiti ile ilgili literatürde ulusal ve uluslararası birçok yayın mevcuttur. Aralarında Elazığ ilinin de bulunduğu ülkemizde birçok il için yalıtım kalınlığıyla ve çeşitliliği ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmaların çoğunda derece gün yöntemi, ömür maliyet analizi başta olmak üzere sayısal yöntemler kullanılmıştır. Binalardaki ısı kayıplarının deneysel çalışması ile ilgili olarak ve farklı yalıtım malzemelerinin aynı ortamda aynı şartlarda kullanılarak gerekli deneysel ölçüm ve analizleri yapmak ve kıyaslama yapıldıktan sonra Elazığ ili için uygun yalıtım malzemesinin tespit yöntemi hesaplanmamıştır. Bu alandaki deneysel çalışmaların eksikliği ve Elazığ ilinde böyle bir uygulamanın bulunmaması proje çalışmalarımızı bu yönde geliştirmiştir. Yapılan çalışmalar ve araştırmalar sonucunda enerjinin büyük bir bölümünün sanayi ve konutlarda harcandığı görülmektedir. Konutlarda harcanan enerjide en büyük payı ısıtma-soğutma için harcanan enerji oluşturmaktadır. Bundan dolayı belirli tedbirler alınmaktadır ve alınan tedbirlerinden biri de binalarda ısı yalıtım

ile uygulanan enerji tasarrufudur. Yapmış olduğumuz bu deneysel çalışma, kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin Elazığ ilinde kullanılan binalarda en uygun olanının tespit edilmesine yöneliktir [10].

### 1.1. Isı İletimi

İletim, bir maddenin daha yüksek enerjili parçacıklardan daha düşük enerjili parçacıklarına, bu parçacıklar arasındaki etkileşimler sonucunda enerjinin aktarılması olarak düşünülebilir. Isı geçişi; doğrultuya, yöne ve şiddete sahip olduğundan vektörel bir büyüklüktür. Basit geometrilere, iki yüzeyi farklı sıcaklığa sahip olan düzlem duvarda geçen ısı miktarı, Fourier ısı iletim kanununa göre hesaplanabilmektedir. Düzlem duvarda ısı geçişinin fiziksel yapısı Şekil 1 'de gösterildiği gibidir [11-12]. Düzlem duvarda, x yönünde geçen ısı akısı denklem 1.1 'deki gibi ifade edilir;



Şekil 1. Düzlem duvarda bir boyutlu ısı iletimi [11].

$$q_x = -k \frac{dT}{dx} \quad (1)$$

Isı akısı  $q_x$  ( $W/m^2$ ), ısı geçişi doğrultusuna dik birim yüzeyden, birim zamanda x doğrultusunda geçen ısıdır ve bu doğrultudaki sıcaklık gradyanı ( $dT/dx$ ) ile doğru orantılıdır. k ısı iletim katsayısı ( $W/mK$ ) olarak adlandırılır ve duvar malzemesi ile ilişkilidir. Eksi işareti, ısı geçişinin, sıcaklığın azaldığı yönde gerçekleşmesinin bir sonucudur [11-12]. Burada T ( $^{\circ}C$ ) sıcaklığı, L (m) ise duvar kalınlığıdır. Şekil 1 'de gösterildiği gibi, sıcaklık dağılımının doğrusal olduğu sürekli rejimde, sıcaklık gradyanı,

$$\frac{dT}{dx} = \frac{T_2 - T_1}{L} \quad (2)$$

olarak ifade edilebilir ve ısı akısı da;

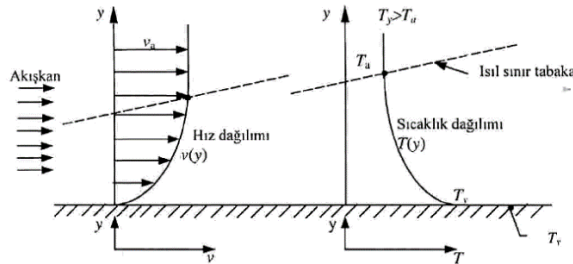
$$q_x = -k \frac{T_2 - T_1}{L} \quad (3)$$

olarak yazılabilir. Bu eşitliğin, ısı akısını, yani birim yüzeyden, birim zamanda geçen ısıyı verdiğine dikkat edilmelidir. Böylece, yüzey alanı A ( $m^2$ ) olan düz bir duvardan birim zamanda geçen ısı, akı ile alanın çarpımına eşittir [11-12].

$$Q = q_x \cdot A \quad (4)$$

### 1.2. Taşınım

Taşınım; katı bir yüzeyle onun temas ettiği akışkan bir ortam arasında gerçekleşen ısı geçişidir. Taşınımın olan ısı geçişi, sıcaklığın değişken olduğu ısıl sınır tabaka içinde gerçekleşmektedir.



Şekil 1. Levha üzerindeki akışta hız ve sıcaklık dağılımları [13].

Şekil 2 'de görüldüğü gibi  $T_y$  sıcaklığındaki yüzey ile temasta bulunan  $T_a$  sıcaklığındaki akışkan arasındaki ısı geçişi ifadesi 1701 yılında Newton tarafından verilmiştir. Bu ifade;

$$q = h(T_y - T_a) \quad (5)$$

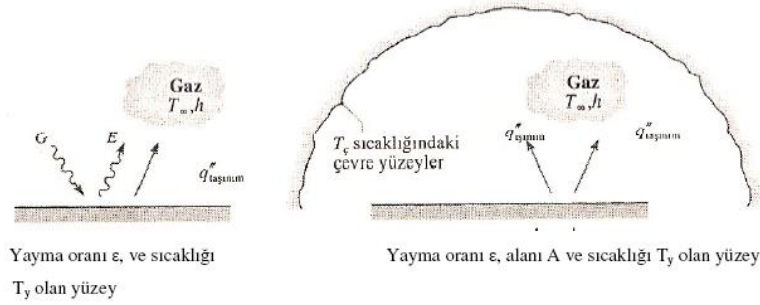
Şeklinde gösterilir. Burada, taşınım ısı akısı  $q$  ( $W/m^2$ ), yüzey ve akışkan sıcaklıkları arasındaki fark ( $T_y - T_a$ ) ile doğru orantılıdır. Bu ifade; Newton'un Soğutma Yasası olarak bilinir ve  $h$  ( $W/m^2K$ ) ısı taşınım katsayısı olarak adlandırılır. Bu değer, yüzey geometrisine, akışkan hareketinin türüne ve akışkanın bazı termodinamik ve aktarım özelliklerine göre belirlenen sınır tabakadaki koşullara bağlıdır [11-12].

### 1.3. Işınım

Işınım; maddenin atom veya moleküllerinin elektron düzeninde olan değişmeler sonucunda yayılan elektromanyetik dalgalar veya fotonlar aracılığı ile gerçekleşen ısı geçişidir [11-12]. İletim veya taşınım ile enerji aktarımı, bir maddi ortamın varlığını şart kılarken, ısınım için bu şart yoktur. Hatta ısınımla aktarım, boşlukta daha etkin olarak gerçekleşir. Şekil 3 'te gösterildiği şekilde yüzey için ısınımla ısı geçişi göz önüne alındığında yüzeyin yaydığı ısınım, yüzeyin sardığı cismin ısı enerjisinden kaynaklanır ve birim zamanda birim yüzeyden serbest bırakılan enerji ( $W/m^2$ ) yüzeyin yayma gücü  $E$  olarak adlandırılır. Yayma gücünün, Stefan-Boltzmann yasası ile tanımlanan bir üst sınırı vardır;

$$E_b = \sigma T_y^4 \quad (6)$$

burada,  $T_y$ , yüzeyin mutlak sıcaklığı (K) olup  $\sigma$ , Stefan-Boltzmann sabitidir ( $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} W/m^2K^4$ ). Böyle bir yüzey, ideal ısınım yayıcı veya siyah cisim olarak adlandırılır.



Şekil 2. Işınım ile ısı alışverişi (a) bir düzeyde (b) bir yüzey ile daha büyük çevre yüzeyler arasında [14].

Gerçek bir yüzeyin yaydığı ısı akısı, aynı sıcaklıkta bulunan bir siyah cismin yaydığından daha azdır ve aşağıdaki eşitlik ile verilir;

$$E_b = \epsilon \sigma T_y^4 \quad (7)$$

burada  $\epsilon$ , gerçek yüzeyin yayma gücünün, aynı sıcaklıktaki siyah yüzeyin yayma gücüne oranı olup; ısınım yayma oranı olarak tanımlanmaktadır. Bu katsayı siyah cisimler için "1", beyaz cisimler için ise "0" kabul edilir [11-12]. Alanı  $A$  olan  $T_1$  sıcaklığındaki bir siyah yüzey,  $T_2$  sıcaklığındaki diğer bir siyah yüzeyle çevrilmişse ısınımla ısı geçişi ( $Q$ ),

$$Q = A\sigma(T_1^4 - T_2^4) \quad (8)$$

şeklinde dir. Eğer yüzeylerden birisi siyah yüzey değilse ( $\epsilon \neq 1$ )

$$Q = \epsilon A\sigma(T_1^4 - T_2^4) \quad (9)$$

bağıntısı geçerli olur.

## 2. Materyal ve Yöntem

Isı yalıtımında ideal yalıtım malzemesi kullanılmasının deneysel araştırılması projemizde Elazığ ilinde yaygın olarak kullanılan üç farklı yalıtım malzemesi (EPS, XPS, Taşyünü) arasında en uygununun deneysel tespiti yapılmıştır. Bunun için öncelikle Fırat Üniversitesi Teknoloji Fakültesi kuzey tarafında açık alan üzerine kurulmuş olan ve herhangi bir gölgeleme olmayan boş bir alana 4 türdeş deney odası kurulmuştur.



Şekil 4. Deney odalarının son halinin görünüşü

Kurulan deney odalarından biri yalıtımsız diğerleri farklı yalıtım malzemeleri ( XPS, EPS, Taşyünü) ile kaplanmıştır. Deneysel veriler temmuz-ağustos aylarında alındığından deney odası içi dış ortamdan daha düşük sıcaklığa düşürülmesi planlanmıştır. Bu şekilde bina yalıtımının soğutmaya etkisi incelenmiştir. Bunun için içlerine yerleştirilen soğutucu sistem dört türdeş deney odası için aynı soğutucu kompresör kullanılarak eşit miktarda soğutulmuştur. Daha sonra kullandığımız ısı yalıtım malzemeleri binamızın dış yüzeyine Şekil 4 'te gösterildiği gibi kaplanmıştır (mantolama). Yalıtım malzemeleri kaplama işlemi sırasıyla şu şekilde yapılmaktadır: bina dış yüzeyi yalıtım malzemesi ile kaplanmadan (mantolama) önce uygulama yapılacak yüzey, toz ve yağ gibi yapışmayı engelleyici maddelerden arındırıldı. Döküntülü ve kabarmış yüzeyler fırçalanarak temizlendi. Isı yalıtım levhalarının yapışacağı yüzey düzgün hale getirildi. Isı Yalıtım plakalarının yapıştırılacak yüzüne, tamamen kaplayacak şekilde yapıştırıcı sürüldü. Daha sonra bu yüzey taraklı mala ile tarandı. Yapıştırma harcı uygulanmış plakalar, arasında boşluk kalmayacak ve şaşırtmalı bir şekilde duvara yapıştırıldı. Muhtemel ısı köprülerinin oluşmaması için boşluk bırakılmamasına dikkat edildi. Köşelerde, rüzgâr ve su etkileri ile plakalar arasında zamanla oluşabilecek ayrılma risklerini önlemek ve düzgün bir köşe oluşturmayı kolaylaştırmak için köşe profilleri uygulandı. Yapıştırma işlemine ilave olarak, levhaların sürekliliğini ve performansını uzun ömürlü bir şekilde sürdürmesi için, ısı yalıtım plakaları bina duvarlarına dübel yardımı ile sabitlendi. Dilatasyon, damlalık ve denizlik profilleri gerekli bölgelerde kullanıldı. Isı plakalarının üzerine ilk kat sıva atıldı. İlk kat sıvayı hemen takiben donatı filesi birbirlerinin üzerine 10' ar cm geçmek şartıyla, sıvanın üzerine hafifçe gömülerek yerleştirildi. Sıva kurumadan, ikinci kat kapama sıvası yapıldı.

Yalıtım malzemeleri belirlenmeden önce Elazığ TMMOB, Elazığ Belediyesi Yapı Kontrol Müdürlüğü ve Elâzığ ilinde üretim yapılan yalıtım fabrikası müdürüyle görüşülmüş olup TS825 standartlarına uygun ve Elâzığ ilinde kullanılan 7 cm kalınlıklarındaki ısı yalıtım malzemeleri (EPS, XPS, Taş yünü) kullanılmıştır. EPS, XPS ve Taşyünü kaplanarak (mantolanarak) ısıl çiftler yardımıyla iç ortam, iç duvar yüzeyi, dış ortam, dış duvar yüzeyi, güneş ışınım şiddeti, rüzgâr hızı, nem miktarı ölçülmüştür. Deneyler sabah saat 8:30 'da başlayıp akşam saat 19:00 'da bitirilmiştir. Dört deney odası için ölçümler yarım saat aralıkları ile aynı anda alınarak kaydedilmiştir.

### 2.1. Taşyünü

Yerli olarak temin edilen inorganik hammaddelerin 1350 °C-1400 °C'de ergitilerek elyaf haline getirilmesi sonucu oluşmaktadır. Teknik özellikleri aşağıda listelenmiştir [15].

- Kullanım yeri ve amacına göre farklı boyut ve teknik özelliklerde, değişik kaplama malzemeleri ile şilte, levha, boru ve dökme şeklinde üretilebilmektedir.
- Isı yalıtımı, ses yalıtımı ve akustik düzenleme ile birlikte yangın güvenliğide sağlamaktadır.
- Isı iletkenlik beyan değeri  $0,035 \leq \lambda \leq 0,040$  W/mK 'dir.
- Su buharı difüzyon direnç faktörü  $\mu=1$  'dir. Kullanım sıcaklığı -50/+600, -50/+650 °C aralığındadır.

- Sıcaklığı ve rutubete maruz kalması halinde dahi, boyutlarında bir değişim olmaz.
- Zamanla bozulmaz, çürümez, küf tutmaz, korozyon ve paslanma yapmaz. Böcekler ve mikroorganizmalar tarafından tahrip edilemez.
- Higroskopik ve kapiler değildir.
- TS EN 13501-1'e göre "yanmaz malzemeler" olan A1 sınıfındadır.
- Saint-Gobain Isover Grönzweig+HartmannAlmanya Sillan Lisansı ile üretilmektedir.
- bVQI tarafından verilen ISO 9001 Kalite Güvence Sistemi, ISO 14001 Çevre Yönetimi Sistemi, OHSAS 18001 İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Yönetim Sistemi ve ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi Sertifikalarına sahip tesislerde üretilmektedir.
- TS EN 13162 Standardına tabi İzocam Taşyünü ürünler, Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (305/2011/AB) çerçevesinde CE işareti taşımaya haizdir.

## 2.2. XPS (Ekstrüde polistiren)

Polistiren hammaddesinden ekstrüzyon yolu ile üretilmektedir. Kullanım yeri ve amacına göre farklı boyut ve basma mukavemetinde, değişik kenar ve yüzey şekillerinde levha olarak üretilmektedir. Teknik özellikleri aşağıda listelenmiştir [15].

- Isı yalıtımı maksadıyla kullanılmaktadır. Isı iletkenlik beyan değeri  $0,030 \leq \lambda \leq 0,035$  W/mK'dir.
- Su buharı difüzyon direnç faktörü  $\mu=90-100$ 'dür.
- Kullanım sıcaklığı  $-50/+75$  °C aralığındadır.
- %100 kapalı gözenekli homojen hücre yapısına sahip olup bünyesine su almamaktadır.
- Kapiler emiciliği yoktur. Basma dayanımı çok yüksektir.
- TS EN 13501-1'e göre E sınıfındadır.
- bVQI tarafından verilen ISO 9001 Kalite Güvence Sistemi, ISO 14001 Çevre Yönetimi Sistemi, OHSAS 18001 İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Yönetim Sistemi ve ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi Sertifikalarına sahip tesislerde üretilmektedir.
- TS EN 13164 Standardına tabi İzocam Foamboard ürünler, Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (305/2011/AB) çerçevesinde CE işareti taşımaya haizdir.

## 2.3. EPS (Ekspande Polistiren)

Polistiren hammaddesinin, su buharı ile teması sonucu, hammadde granüllerinin içinde bulunan pentan gazının granülleri şişirmesi ve birbirlerine yapıştırması sonucu meydana gelmektedir. Kullanım yeri amacına göre farklı boyut ve teknik özelliklerde levha ve kalıp olarak üretilmektedir. Teknik özellikleri aşağıda listelenmiştir [15].

- Isı yalıtımı amacıyla kullanılmaktadır. Isı iletkenlik beyan değeri  $0,032 \leq \lambda \leq 0,040$  W/mK'dir.
- Su buharı difüzyon direnç faktörü  $\mu = 20-100$ 'dür.
- Kullanım sıcaklığı  $-50/+75$  °C aralığındadır.
- Kapiler emiciliği yoktur.
- Asit ve baz kimyasallara dirençli olmasına karşın, baca gazları, metan grubu gazları, benzin grubu, eter, ester ve amin grubu kimyasallara karşı hassastır.
- Güneşin mor ötesi ışınlarına karşı hassastır.
- TS EN 13501-1'e göre E sınıfındadır.
- bVQI tarafından verilen ISO 9001 Kalite Güvence Sistemi, ISO 14001 Çevre Yönetimi Sistemi, OHSAS 18001 İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Yönetim Sistemi ve ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi Sertifikalarına sahip tesislerde üretilmektedir.
- TS EN 13163 Standardına tabi İzocam EPS ürünler, Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (305/2011/AB) çerçevesinde CE işareti taşımaya haizdir.

Deneylerde kullandığımız ısı yalıtım malzemeleri kalınlık yoğunluk ve ısı iletkenlik gibi temel bilgileri Tablo 1'de gösterilmektedir.

**Tablo 1.** Isı yalıtım malzemesi özellikleri

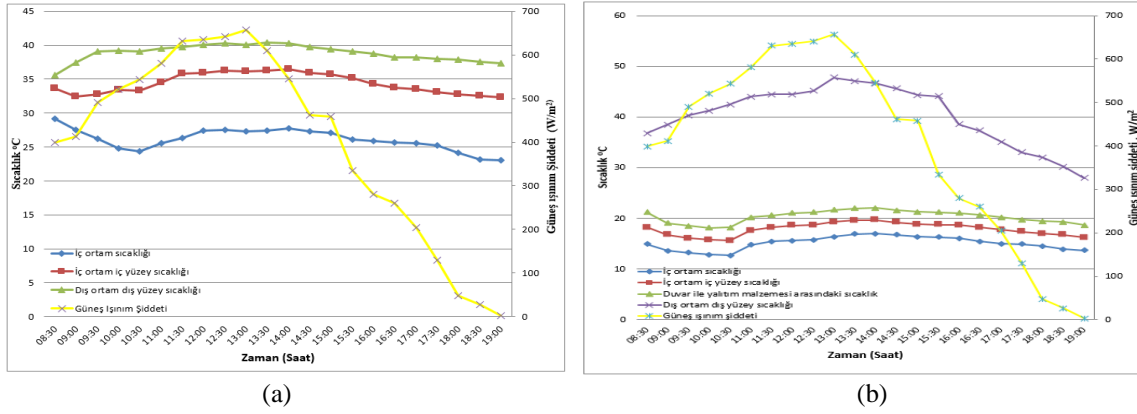
	Kalınlık (cm)	Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )	Isıl iletkenlik değerleri (W/mK)
EPS	7	16	0,039
XPS	7	30	0,036
Taşyünü	7	52	0,035

Deneylerde sabit soğutmayı sağlamak için, ısıl kontrolü oldukça hassas olan bir soğutucu sistem kullanılmıştır. Ölçümlerde K tipi ısıl çiftler kullanılmıştır. Zaman bağlı olarak istenilen anda anlık sıcaklık değeri bu şekilde okunmuştur. Deneyler esnasında ayrıca dış ortam sıcaklığı, güneş ışınım şiddeti, nem miktarı ve rüzgâr hızı ölçümleri de yapılmıştır. Deneylerde, içten dışa doğru ortam sıcaklıkları, duvar iç dış yüzey sıcaklıkları ve yalıtım malzemesi ile duvar arasındaki ara yüzey sıcaklıkları eşit zaman aralıkları ile ölçülmüştür. Deneyler sonunda bu sıcaklıklar incelenmiş grafikler halinde sunulmuştur.

Duvar sıcaklıkları incelendiğinde yalıtımsız duvarların yalıtımlı duvarlara göre daha sıcak olduğu dış ortamdaki ısı geçişinin belirgin şekilde arttığı görülmüştür. Yalıtımlı duvarlarda ise iç ortam ile dış ortam arasındaki farkın daha belirgin olduğu ve ısı geçişinin daha az olduğu görülmektedir.

### 3. Sonuçlar ve Tartışma

Yalıtımsız deney odası için ise iç duvarlarındaki yüzey sıcaklıkları 26-29 °C arasında olduğu görülmüştür. Yalıtımsız duvarlarda ısı geçişi fazla olduğundan iç ortam sıcaklığını düşürmek için kompresörün daha fazla güç sarf ettiği gözlenmiştir. Yalıtımsız deney odası için zamana bağlı sıcaklık ve güneş ışınım şiddeti değerleri Şekil 5(a)'da gösterilmektedir. Saat 19:00 da en son alınan ölçüm değerinde iç ortam sıcaklığı 23 °C olarak ölçüldüğü görülmektedir. EPS yalıtım malzemesi kullanıldığında deney odası iç ortam sıcaklığının 15-17 °C arasında değiştiği Şekil 5(b)'de gösterilmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi saat 19:00 'da alınan son ölçüm değerine göre iç ortam sıcaklığı 15 °C olarak ölçülmüştür.

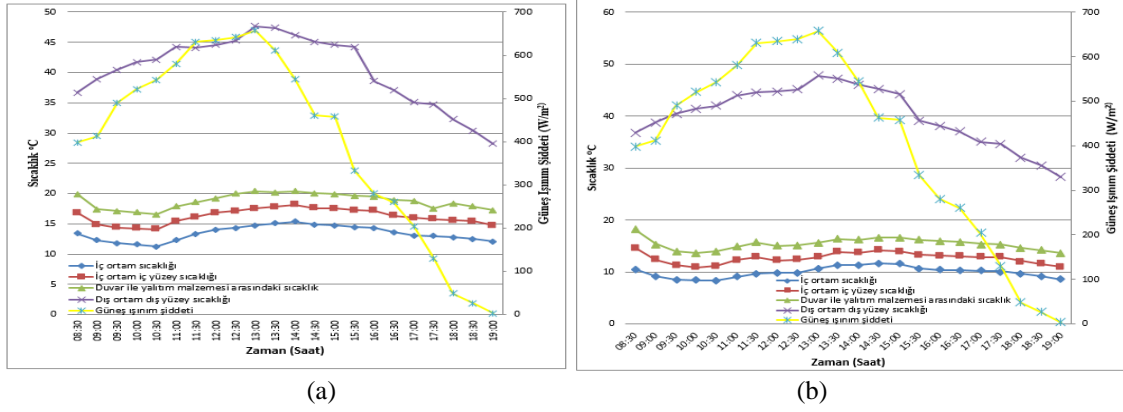


**Şekil 5.** a) Yalıtımsız deney odası için zamana bağlı sıcaklık ve güneş ışınım şiddeti, b) EPS Kaplı deney odası için zamana bağlı sıcaklık ve güneş ışınım şiddeti.

XPS Kaplı deney odası için zamana bağlı sıcaklık ve güneş ışınım şiddeti grafiği Şekil 6(a)'da görülmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi saat 19:00 'da alınan son ölçüm değerine göre iç ortam sıcaklığı 13 °C 'dir. Deneyler süresince iç ortam sıcaklığı 13-15 °C arasında değişmektedir. Taşyünü kaplı deney odası için zamana bağlı sıcaklık ve güneş ışınım şiddeti değerleri Şekil 7(b)'de gösterilmektedir. Şekilde de görüldüğü üzere iç ortam sıcaklığı 9-12 °C arasında değişmektedir. Günün sonunda saat 19:00 'da alınan son ölçüm değerinde ise iç ortam sıcaklığı 9 °C 'dir.



Isı Yalıtımında Kullanılan Eps, Xps ve Taş Yünü İzolasyon Malzemelerinin Deneysel Olarak Karşılaştırılması



Şekil 6. a) XPS Kaplı deney odası için zamana bağlı sıcaklık ve güneş ışınım şiddeti, b) Taşyünü kaplı deney odası için zamana bağlı sıcaklık ve güneş ışınım şiddeti.

Bu çalışmada, ısı kavramıyla ilgili genel bilgiler verilmiş, ısı yalıtım malzemelerinin (EPS, XPS, Taşyünü) özellikleri anlatılarak sınıflandırılmıştır. Soğutma sistemi kapatıldıktan sonra iç ortam sıcaklığı, yalıtım malzemesi kaplı deney odalarında daha uzun süre istenilen değerlerde kalmıştır. Yalıtımsız ortamda ise ısı geçişinin yüksek olmasından dolayı iç ortam sıcaklığı daha yüksek değerlerde olmaktadır. Tüm deney ölçümlerinde en iyi sonuç Taşyünü kullanımıyla elde edilmiştir. Taş yünü sırasıyla XPS ve EPS takip etmektedir.

#### Kaynaklar

- [1] 2005-2006 Türkiye Enerji Raporu, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi ISSN 1301-6318, Aralık 2007.
- [2] Sezer, F., Ş. Türkiye’de Isı Yalıtımının Gelişimi ve Konutlarda Uygulanan Dış Duvar Isı Yalıtım Sistemleri, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 10, Sayı 2, (2005).
- [3] Aşkar, M.A., 2006. *Isı Yalıtımı ve Konutlarda Enerji Verimliliği*, İzolasyon Dünyası, 55. sayı, 54–58.
- [4] Yalçın, A.H., Elazığ ilinde kullanılan Farklı duvar tipleri için optimum yalıtım kalınlığının belirlenmesi ve ekonomi analizi. Fırat Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, (2012) Elazığ.
- [5] ALTINIŞIK, K., Isı Yalıtımı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, Ağustos 2006.
- [6] TOYDEMİR, N., GÜRDAL E., TANAÇAN L., Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme, Literatür Yayınları, 2004, İstanbul.
- [7] Candan, N., Isı yalıtım sistemleri ve özelliklerinin karşılaştırılması Sakarya Üniversitesi İnşaat Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi. 2007.
- [8] Rubacı, E., 2006. Konutlarda Enerji Tasarrufu, İzolasyon Dünyası, Sayı 58, 54–55.
- [9] Altınışik, K., 2006. “Isı Yalıtımı”, Nobel Yayın Dağıtım, Yayın No:954, 1.Basım, Ağustos, Ankara.
- [10] Kocagül, M., Isı yalıtımında ideal yalıtım malzemesi kullanılması deneysel araştırılması. Fırat Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, (2013) Elazığ.
- [11] Halıcı F., Gündüz M., 1998, Örneklerle ısı geçişi, Nil Matbaacılık, Sakarya.
- [12] Yüncü H., Kakaç S., Temel ısı transferi, Bilim Kitabevi, 1999, Ankara.
- [13] Altınışik, K., Isı yalıtımı, Nobel Yayın Dağıtım, 2006
- [14] Öztürk, A., Yavuz H., Uygulamalarla ısı geçişi, Çağlayan Kitabevi, 1995, İstanbul.
- [15] <http://www.izocam.com.tr>