



## HAFİFLETİLMİŞ SİLİSYUM HARCININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Gürkan YÜCETÜRK\*<sup>1</sup>, Hasan Barış BARUT<sup>2</sup>

\*1 Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, İnşaat Teknolojisi Programı, Antalya  
gurkan\_yuceturk@yahoo.com

2 Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Yapı Denetim Programı, Antalya

### Makale Bilgisi

Geliş tarihi:15.11.2016

Kabul Tarihi:02.12.2017

Yayın tarihi:31.12.2017

### ÖZET

Günümüzde enerji kayıplarının önlenmesi için yapılan harcamalar çoğalmıştır. Bu çalışmada, yatırım maliyetini düşürecek ve sonraki kullanımda kar edilmesini sağlayacak; ısı, ses ve su yalıtımına karşı kullanılan yanmayan hafifletilmiş silisyum sıvası tanıtılacaktır.

Anahtar Kelimeler; Isı yalıtımı, Ses yalıtımı, Su yalıtımı, Silisyum sıvası

Yapı sektöründe yapı malzemesi tercih yelpazesinin içerisinde yer alan fakat pek duyulmamış olan “hafifletilmiş silisyum” yalıtım sıvası; A1 sınıfı yanmazlığa, klasik sıvanın 1/12 i kadar ağırlığa, 2 cm kalınlıkta bir uygulamada 18 desibel / 500 hertz ses yalıtımına sahip ve su itici özelliği ile de su geçirimsizliği sağlayan bir malzemedir.

## EVALUATION OF EXTENUATED SILICON PLASTER

### Article Info

Received: 15.11.2016

Accepted: 02.12.2017

Published: 31.12.2017

### ABSTRACT

Today, the expenditures for the prevention of energy loss are higher than ever. In this study, in the aim of reducing the investment cost and ensuring long term profit; the extenuated silisium plaster which is used for heat, sound, water and fire insulation will be introduced.

Keywords; Heat insulation, Sound insulation, Waterproofing, Silicium plaster

Although, it has a low awareness level in building sector; “the extenuated silisium plaster” is an insulation material, that provides A1 Class incombustibility, 18 decibel noise insulation at 2cms thickness and 500Hertz level, 1/12 weight in comparison with classic plaster and water insulation with hydrophobic feature.

### 1. Giriş

Bu çalışmada, yatırım maliyetini düşürecek ve sonraki kullanımda kar edilmesini sağlayacak; ısı, ses ve su yalıtımına karşı kullanılan yanmayan hafifletilmiş silisyum sıvası ve uygulama yapılmış olan binalarda ki termal ölçümler ile bunun neticesinde elde edilen ekonomik değerlendirmeler anlatılacaktır. Günümüz de enerji kayıplarının önlenmesi için yapılan harcamalar çoğalmıştır. Yapı sektöründe yapı malzeme yelpazesinin içerisinde yer alan fakat pek duyulmamış olan “hafifletilmiş silisyum” yalıtım sıvası:

Binalarda ısı yalıtımı sağlamak amacı ile üretilmiş ve ilave olarak yangın, ses ve suya karşı inanılmaz

dayanıklılık gösteren, bileşimi su ile karıştırılarak uygulanan ve karışımın % 99’u doğal, inorganik malzemelerden oluşan hafifletilmiş silisyum sıva harcıdır. % 75’e varan enerji tasarrufu sağlar. Piyasada kullanılan yalıtım malzemeleri ürünün içeriğine göre; ortalama 1 yıl sonra özelliğini yitirmeye başlamaktadır. Hafifletilmiş Silisyum harcı bu konuda kullanım ömrünü 100 yıla yakın bir süreye çıkarmıştır. Binaların nefes almasını sağlayan özelliğinden dolayı binalarda oluşacak nem, küf, mantar vs. oluşumlarını engelleyerek sağlıklı yaşama ortamı sağlar. Depremi yıkıcı etkinliğini azaltarak ölüm riskini düşürür.

Mantolama işleminin birçok avantajı vardır ancak mantolama işlemlerinde çeşitli malzemeler

kullanılmaktadır. Her mantolama işlemi bir değıldir bilinçsiz şekilde yapılan veya kalitesiz malzeme kullanılan mantolama işleminin faydası olmayacağı gibi zamanla zararı da olacaktır. Mantolama işlemi profesyonellik gerektiren bir iştir. Hafifletilmiş silisyum harcı bu yönde büyük katkı sağlayacak ve yapılan işten memnuniyet garantisi sağlayacaktır. Mantolama işinde dikkat edilmesi gereken piyasaya göre uygunluk değil kalitedir. Hafifletilmiş silisyum harcı kullanarak hem tasarruf yapılacağı gibi hem de ülke ekonomisine de enerji tüketimi konusunda tasarruf sağlar. Hafifletilmiş silisyum harcı hayatın insanlığa sunduğu bir hediyedir. Tüm dünya hafifletilmiş silisyum yalıtım kullanıp enerjide tasarruf sağlayabilir ve atmosferin ömrünü azda olsa uzatabiliriz (Dağsöz, 1999).

A1 sınıfı yanmazlığa, klasik sıvanın 1/12 i kadar ağırlığa, 2 cm kalınlıkta bir uygulamada 18 desibel / 500 hertz ses yalıtımına sahip ve su itici özelliği ile de su geçirimsizliği sağlayan bu malzeme bir Türk malıdır.

### 1.1. Isı yalıtımı neden gereklidir?

Yaşadığımız binalarda enerjinin en çok tüketildiği alanlardan biri de ısıtma-soğutma için kullandığımız enerjidir. Bu konu sadece ısı kayıpları ve yakıt tasarrufu ile sınırlı kalmamalıdır. Ülkemiz ikliminin genelde sıcak olduğu bilindiğinden, ısı yalıtımı çoğu kimselerce yalnız soğuğa karşı bir önlem olarak bilinmekte, sıcak yerlerde ısı yalıtımı ya gereksiz görülmekte ya da yeterince önemsenmemektedir. Gerçekte anlamda durum tam tersidir. Yaz aylarındaki bunaltıcı sıcakların çaresinin daha güç olduğu, soğutmanın ısıtmaktan daha pahalı olduğu, sağlık konusunun ise önde geldiği unutulmamalıdır.

Binalarda çok defa yapı fiziğine uygun olarak ısı yalıtımı yapılmamaktadır. Isı yalıtımı kullanımı ileri ülkelere kıyasla ya miktar olarak oldukça azdır ya da yoktur. Isı yalıtımında amaç yapının en sıcak devrede en az ısı kazanırken, en soğuk devrede de en az ısıyı kaybetmesidir. Sıcak etkisinin neden olduğu bazı problemleri incelersek; çatı plağında soğuk ve sıcak dönemlerde aynı fiziksel olaylar meydana gelir. Kabukta sıcak dönemde sıcaklık derecesi ve güneş etkisi ile dıştan içe ve dışa doğru, soğuk dönemde ise içten dışa doğru ısı ve su buharı akımları meydana gelir. Bunun sonucunda çatı kabuğu ve dolayısıyla yapı hasara uğrar (Akademi, 2014).

Teras çatının dış ortam sıcaklık farklarındaki durumunu bina fiziği açısından incelemek yerinde olur. Yurdumuzun bazı bölgelerinde yazın teras çatı yüzeyindeki sıcaklığın ~1000°C'lere kadar yükselmesi, kışın ise -300 °C'lere kadar düşmesi, senelik 1000°C ~ 1300°C'lik sıcaklık farkını, gece ile gündüz arasında ise 800°C'lik sıcaklık farklarını, hatta ani yağış halinde 200°C~300°C'lik ani sıcaklık farklarını meydana getirmektedir. Beton ve betonarmenin beher metresinde 10 °C'lik sıcaklık farkı sebebiyle meydana gelen genleşme veya büzülme 0.010 mm'dir.

25 m. boyundaki ve +100 °C de dökülen betonda 800 °C'lik senelik sıcaklık farkı olduğunda ısınmadan dolayı meydana gelen basınç 136 ton/m<sup>2</sup> olarak hesaplanır. Bu kuvvet parapet duvarlarına, kolonlara, taşıyıcı kısımlara ve ankrajlara yüklenir. Önceden bu gerilmeler, hesaba katılmazsa veya gerekli izolasyonla koruyuculuk sağlanamazsa hasarların önüne geçmek mümkün olamaz. Aynı şekilde kışın da çekme gerilmesi 59,2 ton/m<sup>2</sup> olup, tüm bağlayıcı konstrüksiyonu etkileyerek duvar, parapet çatlakları oluşur (Toksoy, 1994).

İşte bu nedenledir ki; ısı izolasyon malzemesi kullanarak betonarme çatı plağının bu deformasyondan etkilenmesi önlenmektedir. Aksi halde; meyil betonunun çatlamasına, parapet duvarlarında iç ve dış çatlamalara, su izolasyonunun yırtılmasına neden olarak; yağmur sularının iç tabakalara sızmasına, sıva ve boya dökülmesine, leke ve akıntılar meydana gelmesine sebep olur. Teras çatılarda ısı izolasyonu yapmamızın son derece önemli bir sebebi de yoğunlaşma ve terleme olayıdır. Çok defa ısı izolasyonsuz teras çatı altındaki tavanın ıslanmasına, lekelenmesine, sıva ve boyanın dökülmesine neden olan yağmur suyu değil terleme suyudur. Bilhassa iç ortamdaki relatif rutubetin yüksek olduğu banyo, mutfak gibi hacimlerde dış sıcaklığın düşük olduğu mevsimlerde bu durum mutlaka ortaya çıkar (Akademi, 2014).

Isıtma ve soğutmada kayıpları önleyerek enerji tasarrufu sağlamak, işletme maliyetlerini düşürmek için ısı izolasyonu yapmak büyük faydalar sağlayacaktır. Bu faydalar ısı yalıtımında:

- Yazın aşırı sıcaktan kışın soğuktan korunmak,
- Bina içinde ve duvar yüzeyinde homojen bir sıcaklık ve konfor elde etmek,
- Binaların dış kaplaması ve yapı elemanlarını büyük ısısal gerilimlerinden ve rutubetinden korumak

- Soğutmada ve ısıtmada kullanılan yakıt miktarını azaltarak, enerji ve işletme giderlerinden tasarruf sağlamak,
- Isı yalıtımı ile bina ısı kazancı ve kaybı azalacağından, daha küçük kapasiteli ısıtma-soğutma cihazı kullanılacağından ilk yatırım maliyetini azaltmak,
- Doğal kaynakların tüketimini azaltarak gelecek nesillere de bırakabilmek.

İç duvarlara yalıtım yapılması durumunda ise:

- Soğutma amaçlı bir cihaz kullanılması durumunda, dış duvarlarda ki ısı depolamasının az olması nedeni ile iç ortam sıcaklığının istenilen değerlere getirilmesi çok hızlı olmalıdır.

Duvarların dış yüzeyden yalıtılmaları halinde ise:

- Yaz aylarında dış duvarların güneş ışınlarından fazla etkilenmemesi için ısı depolamasını azalır.
- Bina cephesine yapılan yalıtım iç mahal hacminin küçülmesine neden olmaz.
- Kış aylarında mahal içerisinde çalıştırılan iklimlendirme cihazı, soğutma yükünün bir kısmının dış duvarlarda depolanması sağlanmakta, cihazın devre dışı bırakılması durumunda iç ortam lehine bir ısı akımı olmaktadır.
- Yoğuşma yalıtım içerisinde gerçekleştiğinden, duvar iç yüzeylerinde yoğuşma ihtimali ortadan kalkabilmektedir. Genel olarak duvar iç yüzey sıcaklıkları düşük değerlerde seyrettiğinden, havadaki bağıl nemin arttığı durumlarda bile yoğuşma tehlikesi büyük oranda azalmaktadır. Dış duvarlardaki mevsimsel sıcaklık farkları nedeniyle meydana gelen ısıl gerilmeler minimuma indiğinden; duvar bünyesindeki içyapı bozulmaları ortadan kalkabilmektedir.

Sonuç olarak, yalıtım elemanları:

- Daha hafif kütleyle sahip binalar yapmak ve bu nedenle bina ilk yatırım maliyetlerini düşürmek mümkündür.
- Daha az ısı kazançları ile doğal iklimlendirme yapma imkânı vardır.
- Daha az ısı kazancı ile daha düşük yatırım maliyeti, daha az enerji tüketimi anlamına gelir.
- Daha az enerji tüketimi ile artan enerji fiyatlarına karşı işletme maliyetlerini olumlu katkı sağlar.
- Yapılarda ısıl korunum nedeniyle daha ince duvarlar yapılarak, kullanılabilir mahal hacmi artmaktadır.

## 2. Materyal – Metot

### 2.1. Silisyum nedir?

Silisyumun ilk keşfi 1824 yılında Berzelius tarafından gerçekleştirilmiştir. Silisyum doğada silikat asidi ve tuzları halinde bulunur. Yerkabuğunun yaklaşık % 7 si bu elementten oluşur. Oksijenden sonra bileşikler halinde en fazla bulunan elementtir. Silisyumoksit ( $\text{SiO}_2$ ) doğada kum ve kuvars şeklinde şeklin de bulunur. Atom sayısı 14, atom ağırlığı 28.09, yoğunluğu 2.34 olan, 1420 °C de eriyen, koyu gri renkli katı, yarı metal, endüstride geniş ölçüde kullanılan ve doğada Oksijenden sonra en bol bulunan elementtir.

Silisyum iki tane allotropu vardır. Bunlardan birincisi saf kristal silisyumdur. Saydam olmayan koyu gri renkli, parlak sert ve kırılğan olup örgü yapısı elmasa benzer. Diğeri ise amorf silisyumdur. Koyu kahve renkli olup tane büyüklüğü nedeni ile kristal silisyumdan ayırt edilebilir. Kolay reaksiyon verir. Saf olarak silisyum, silisyum oksidin kok kömürü (grafit) ile elektrikli fırında indirgenmesi sonucunda gerçekleşir. Gerekenden daha fazla karbon kullanılırsa silisyumkarbür ( $\text{SiC}$ ) oluşur. Silisyum klorür ( $\text{SiCl}_4$ ) önce fraksiyonlu destilasyon yöntemi ile saflaştırılır. Daha sonra hidrojen ile indirgenir. Bu şekilde çok saf silisyum elde edilir. Silisyum, yeryüzünde en çok bulunan elementlerden bir tanesidir. Yarı iletken özelliğe sahip oluşu ve doğada çok bulunması, transistor, diyot ve hafızalarda kullanılabilmesinin pratik oluşu, entegre devrelerin ve bilgisayarların silisyum teknolojisi üzerine inşa edilmesini sağlamıştır. Bugün, “silikon vadisi” denilen dev endüstrinin adı bir silisyum bileşiği olan silikondan gelmektedir. Oda sıcaklığında katı haldedir. Camın ana maddesi kum olarak bilinir. Bunun sebebi camın asıl hammaddesi olan silisyumun kumda özellikle de deniz kumunda çok bulunmasıdır.

### 2.2. Silisyum nerelerde kullanılır?

Silisyum ya da silikon, kullanım alanı en geniş olan elementlerden biridir. Kum ve kil formu, beton ve tuğla yapımında kullanılır. Yüksek sıcaklıklarda çalışma koşullarına çok dayanıklı bir elementtir. Silikat formuysa mine emaye ve çanak – çömlek yapımında önemlidir. Çeliğin bileşimine de katılır. Kusursuz mekanik, optik, termal ve elektriksel özellikler taşıyan en ucuz madde olan kum halindeki silika camında esas bileşenidir. Aşırı saf silisyum, bor, galyum, fosfor ya da arsenikle

güçlendirildiğinde; transistörler, güneş gözleri ve doğrultucular gibi, elektronik endüstrisinde büyük önem taşıyan aygıtların yapımında kullanılan silikon karışımları elde edilir. Elektronik mikroçiplerin yapımında yarı iletken olarak kullanılır.

Metalürjide indirgeyici, çelik, pirinç ve bronz üretiminde alaşım olarak kullanılır. % 15 silisyum ihtiva eden çelik alaşımı, aside dayanıklı kapların imalinde kullanılır. Omurgasızların dış iskeletlerinin yapısına katılması nedeniyle de, yaşamsal önem taşımaktadır. Bu dış iskeletler, daha sonra dibe çökerek, çeşitli kayaçların yapısına katılır. Bitkilerin ve insan iskeletinin yapısında da silisyum bulunur. Silikon karpit (SiC), bilinen en sert maddelerden biridir.

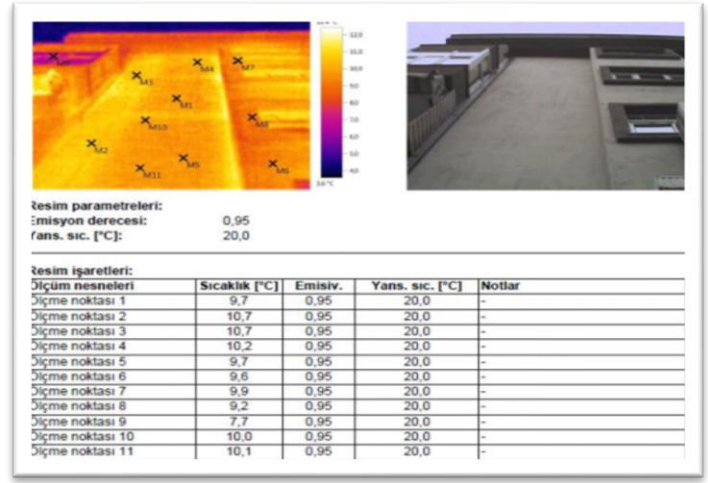
Endüstriyel öneme sahip silikonlar; silisyum, oksijen, karbon ve hidrojen sentetik olarak üretilen organ silisyum oksitlerdir. Yüksek sıcaklıklara dayanıklı ve inert olduklarından yağlayıcılarda, hidrolik sıvılarında, su geçirmeyen malzemede, vernik ve emayelerde kullanılırlar.

### 3. Araştırma Bulguları

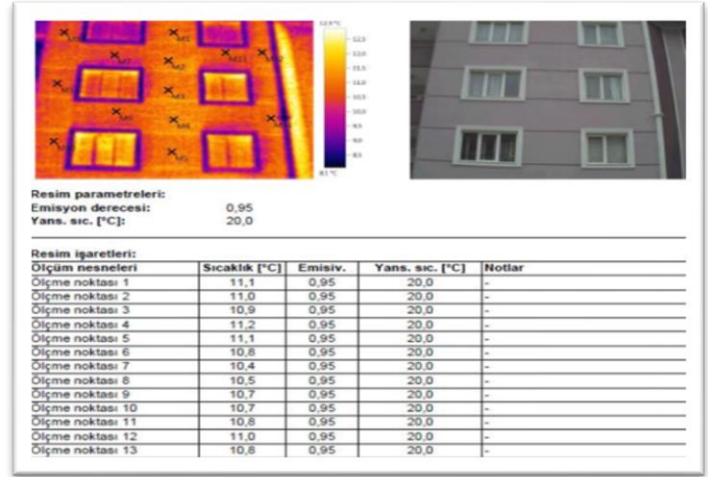
#### 3.1. EPS ile hafifletilmiş silisyum harcının karşılaştırılması

Aynı ilde, farklı kalınlıklarda uygulaması yapılmış EPS ile Hafifletilmiş silisyum harcı termal ölçümleri yapılarak elde edilen değerlerin karşılaştırmaları yapılmıştır. Farklı kalınlık ve özelliklerdeki sonuç ve ölçüm görüntüleri sırası ile: Birinde 4 cm EPS, diğerine 2 cm hafifletilmiş silisyum harcı uygulanmış iki farklı binaya ait termal görüntüler aşağıdaki gibidir. “2 cm Silisyum yalıtım harcı uygulanmış binaya ait görüntüler; 0071.BMT, 0074.BMT, 0075.BMT, 0076.BMT, 0077.BMT, 0078.BMT”

4 cm EPS (köpük/strafor) uygulanmış bina görüntüleri; 0079.BMT, 0082.BMT’dir. Dış hava sıcaklığı 10 °C, daire içi sıcaklıklar 24 °C civarındadır. Termal kamera görüntülerinden de anlaşılacağı üzere; 2 cm silisyum yalıtım harcı 4 cm EPS uygulanmış bina ile aynı davranışı göstermekte hatta daha iyi sonuçlar vermektedir. Isı kaybı kaçığının olmadığı ideal durumda, dış hava sıcaklığı ile binanın dış duvar sıcaklıkları aynı olmalıdır. Termal görüntülerin de gösterdiği gibi, bina dış yüzeyinde dış hava sıcaklığı civarında sıcaklık değerleri elde edilmiştir (Akademi, 2014).

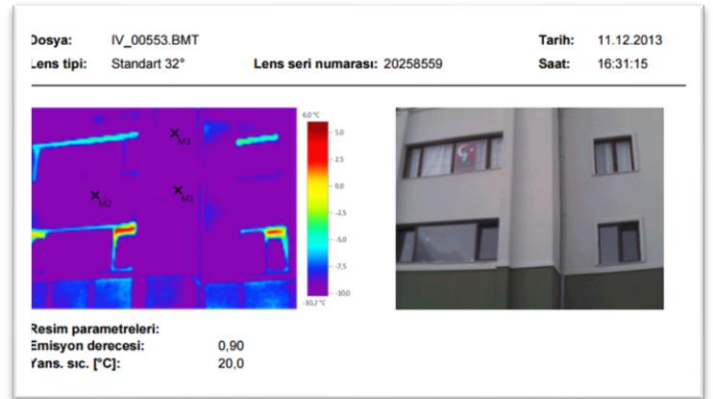


Şekil 1. 2 cm kalınlıkta silisyum harcı uygulanmış bina dış cephesi termal görüntü ve ölçüm değerleri

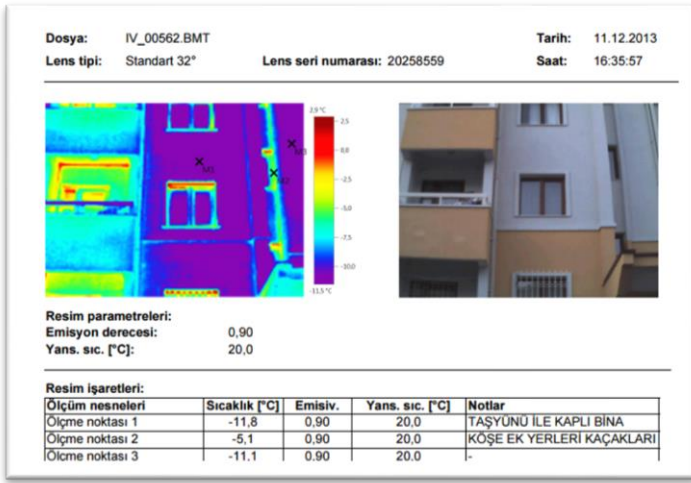


Şekil 2. 4 cm kalınlıkta eps uygulanmış bina dış cephesi termal görüntü ve ölçüm değerleri

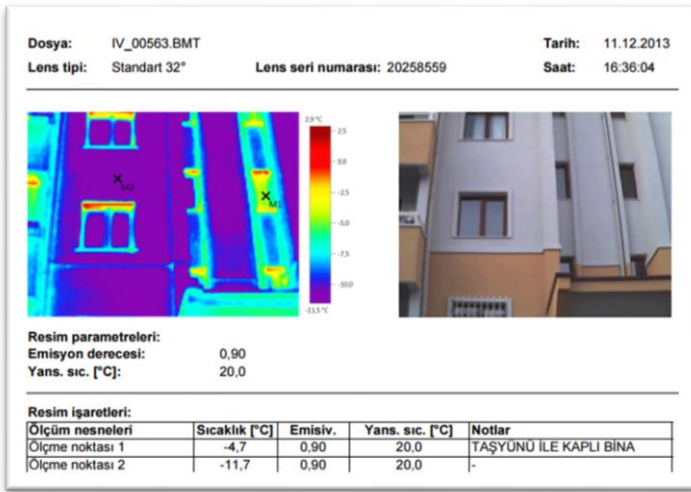
Diğer bir test ölçümünde 2 cm silisyum yalıtım harcı ve 5 cm taş yünü ölçüm değerlendirmesi ise;



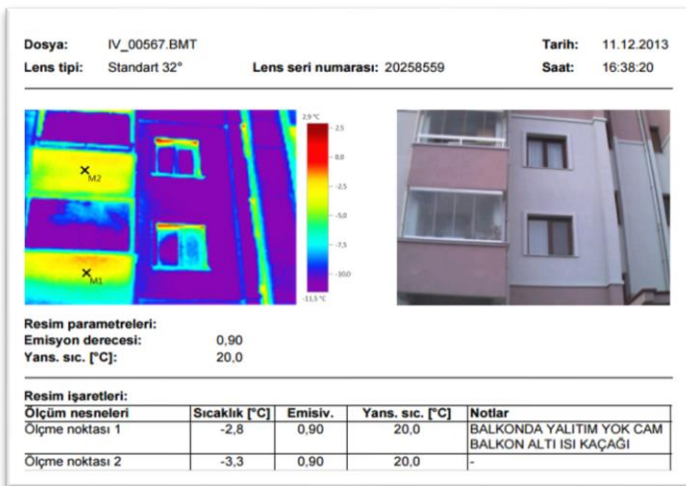
Şekil 3. 2 cm kalınlıkta silisyum harcı uygulanmış bina dış cephesi termal görüntü ve ölçüm değerleri



**Şekil 4.** 5 cm kalınlıkta taş yünü uygulanmış bina dış cephesi termal görüntü ve ölçüm değerleri



**Şekil 5.** 5 cm kalınlıkta taş yünü uygulanmış bina dış cephesi termal görüntü ve ölçüm değerleri



**Şekil 6.** 5 cm Kalınlıkta Taş Yünü Uygulanmış Bina Dış Cephesi Termal Görüntü ve Ölçüm Değerleri

2 cm silisyum yalıtım harcı ile 5 cm taş yünü aynı gün aynı saatte alınan ölçümlerle aynı değerleri vermiştir. Hatta taş yününün ek yerlerinde kısmi kaçaklar tespit edilmiştir. Silisyum yalıtım harcında

ise ek yeri olmadığı için herhangi bir kaçağa rastlanmamıştır (Oğulata, 1995).

### 3.2. Silisyum harcının sağlık açısından değerlendirilmesi

Isı yalıtımı olmayan binalarda yazın serinlemek için çok fazla klima çalıştırmak zorunda kalıyoruz. Bu da yaz griplerini tetikliyor. Klima çalışmadığı zaman da sıcaktan bunalıyoruz ve özellikle iş yerlerinde verim düşüyor. Kışın ise yalıtımsız evlerde duvarların yüzey sıcaklığı vücut sıcaklığımızın çok altında kalıyor. Vücudumuzda ısı kaybı gerçekleşiyor, üşüyor ve hastalanıyoruz. Ayrıca ısı yalıtımı, evlerde nemden kaynaklanan küf, rutubet ve mantarı önleyerek bu oluşumların astım, alerji gibi hastalıkları tetiklemesine de engel olur. Isı yalıtımsız mekânlarda, nemli ortamlar, mikro organizmaların üremesi için uygun koşulları yaratır. Bu da ortamdaki havanın solunum yolları için zararlı hale gelmesine yol açar. Nemli ortamlar ve bu ortamlardaki küf oluşumu, özellikle küçük çocukların astım hastalığına yakalanma riskini büyük ölçüde artırır. Standartlara uygun olarak yapılmış ısı yalıtımı, tüm bu sorunların oluşmasını önler (Akygün, 1999).

Çok fazla bilinmese de ısı yalıtımının sağlıkla yakından ilgili bir uygulama olduğu, ısı yalıtımının sağlık açısından iki önemli boyutu olduğunu bilinmektedir. Bunlardan biri ısıl konfor, diğeri ise çevre kirliliğinin yol açtığı sağlık problemleri. Değişken hava koşulları, mevsim normallerinin üzerindeki sıcaklık, soğukluk ve yağmurlar binaların iç sıcaklığına etki eder. Bu sıcaklık değişimleri insan anatomisini ve yaşam kalitesini etkiler. İnsanların sağlıklı bir ortamda yaşaması için gerekli olan ısıl konforun, insanın bedensel ve zihinsel sağlığını etkilediği de bilinir.

Oda içerisinde sıcaklık açısından sağlıklı bir ortamın sağlanması için ortam sıcaklığı ile iç duvar yüzey sıcaklığı arasında en fazla 2-3 °C'lik bir fark olması gerekir. Yani ortam sıcaklığı 20 °C ise iç yüzey sıcaklığının 17 °C'nin altına düşmemesi gereklidir. Ancak yalıtımsız binalarda bu fark çok daha büyük olunca içeride bir hava hareketi gerçekleşiyor. Böylece hem içeride dolaşan soğuk hava hem de hareket eden gözle görülmeyen toz parçacıkları insan sağlığını olumsuz etkiliyor.

Yalıtımın sağlık açısından bir başka boyutu da çevre kirliliğinin yol açtığı sağlık problemleri. Isı yalıtımı olmayan binalar, ısınma ve soğutma için

ortalama yüzde 50 daha fazla fosil yakıt tükettiği için sera gazı salımı hızla artıyor. Bu durum asit yağmurları, ozon tabakasının incilmesi ve hava kirliliği gibi pek çok soruna neden olarak küresel ısınmayı tetikliyor. İçme sularının da bozulmasıyla hayvan ve bitkiler zarar görüyor. Hava kirliliği ise astım, kronik bronşit gibi solunum yolu hastalıklarına ve alerjilere yol açıyor. Oysa yüzde 50 daha az çevre kirliliği anlamına gelen ısı yalıtımı, insanların daha sağlıklı bir hava teneffüs etmelerini sağlıyor, küresel ısınma ile mücadeleye katkıda bulunur.

Araştırmalar, hava kirliliğinin yoğun yaşandığı bölgelerde göğüs hastalıklarına sahip kişi sayısında belirgin oranda artış yaşandığını gösteriyor. Hava kirliliği nedeniyle nefes darlığı, astım, bronşit, üst solunum yolu enfeksiyonları ve zatürree gibi göğüs hastalıklarına yakalanma oranı doğrudan artmaktadır. Hava kirliliğinin sağlık açısından en önemli etkisi ise, uzun dönemde görülüyor. Uzmanlar, akciğer kanserinin hazırlayıcı etkenleri arasında ilk sırayı hava kirliliğine veriyor. Ayrıca, hava kirliliğinin kalp ve damar hastalıkları, mide ve bağırsak rahatsızlıklarına yol açtığı, böbrek ve beyni olumsuz etkilediği de uzmanlar tarafından sıkça vurgulanıyor.

Isı yalıtımı uygulamaları ile ısıtma ve soğutma amaçlı kullanılan enerji miktarı daha az olacağından, hava kirliliği de azalacaktır. Isı yalıtımının sağlığa ve çevreye olumlu katkılar sağlaması için doğru ürünlerle yalıtım yapılması gerekmektedir.

### 3.3. Silisyum harcı ilk yatırım ve işletme maliyeti

Isı yalıtımlı binalarda ısınma için daha az enerji tüketileceğinden, kazan büyüklüğü, radyatör sayısı vb. daha az kullanılır. Radyatör sayısının ve dilimlerinin azalması, mekânların kullanım alanlarını da rahatlatacaktır. Isı yalıtımının yaygınlaşması, bu alanda ki yatırımların artmasına ve buna paralel olarak da işsizlik azaltıcı bir sektör olacaktır. Aynı zamanda tesisatlar da yapılan ısı yalıtımı, tesisatları korozyondan koruyarak ömrünü uzatacaktır.

### 3.4. Yalıtımlı ve yalıtımsız bir yapının maliyet karşılaştırması

İnşa edilecek olan yapının yalıtılması ile işletme ve ilk yatırım maliyetinden elde edilecek maddi tasarrufu bir örnekle anlatacak olursak. Taban alanı

200 m<sup>2</sup>, her katta çift daire, 4 katlı, kat yüksekliği 3 m olan bir binanın; ~295 m<sup>2</sup>'si betonarme, ~333 m<sup>2</sup>'si tuğla duvar, ~630 m<sup>2</sup> dış duvar ve 96 m<sup>2</sup> 'si doğrama olarak hesaplanmıştır.

Yalıtımsız durumda dış duvarlar 19 cm tuğla üzerinde ~3 cm iç ve dış sıvaya sahiptir. Döşeme üzerinde ve tavanda da ısı yalıtımı bulunmamaktadır.

TS 825'e (Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı) göre yalıtım yapılması durumunda ise; döşemede 4 cm, tavanda 12 cm ve bina cepesinde 4 cm ısı yalıtım malzemesi kullanılması gerekmektedir. Binanın yalıtımsız ve TS 825'e göre yalıtım yapılması durumunda, aradaki farkı doğalgaz tasarrufu ve yalıtım maliyeti açısından karşılaştırma yapmak mümkün olmaktadır. Karşılaştırmada doğrama etkisi göz önüne alınmamıştır. Yalıtımsız ve yalıtımlı durumda bina doğramalarının 12 mm boşluklu çift cam ünitesi ve plastik doğramadan olduğu kabul edilmiştir. Binanın ısıtması ise TS 2164'e (Kalorifer Tesisatı Projelendirme Kuralları) göre hesaplanmıştır.

Yalıtımsız binada kullanılması gereken kazanın kapasitesi (düşük sıcaklı kazanlara göre hesaplanmıştır) 115 kW iken, yalıtımlı binada 60 kW 'lık bir kazanın tüm ihtiyaçları karşıladığı hesaplanmıştır. Kazan kapasitesi kazana ödenecek tutarı belirler. Yalıtımsız binada kullanılacak olan maliyeti ~4.537 \$ iken; TS 825'e uygun yalıtımlı binada kazan maliyeti ~3.158 \$'dır. Bu çalışmada ele alınan binaya yalıtım uygulanması ile kazan maliyetinden edilen tasarruf ~1.379 \$'dır. Yalıtım yapılması durumunda ısıtma yükünün azalması, ısı transferini sağlayan radyatörlerin de miktarını ve dolayısıyla da maliyetini düşürür. Yalıtımsız binada kullanılması gereken radyatör maliyeti 3.234 \$ iken TS 825'e uygun yalıtımlı binada radyatör maliyeti 1.830 \$'dır. Yalıtım uygulanan binada, radyatör maliyetinden 1.404 \$ tasarruf edilmiştir (Günay, 2000).

Yalıtımlı ve yalıtımsız bina ilk yatırım yönüyle ele alındığında; yalıtımsız binada ısıtma sistemi için 7.771 \$ yatırım gerekirken, yalıtımlı binada sadece 4.988 \$'lık bir yatırım yeterlidir. Yalıtım uygulaması ile ısıtma sisteminin kurulmasında 2.783 \$ tasarruf elde edilir. Bu gider sadece bir defaya mahsustur.

Toplam ısı kaybının düşük olmasının bir başka getirisi de ısıtma için gereken yakıt miktarının

azalması ve işletme maliyetlerinin düşmesidir. Yalıtımsız binada ısıtma için yıllık ~8.743 \$ değerinde ~24.000 m<sup>3</sup> doğalgaz gerekirken, yalıtımlı binada aynı dönem için ~3.641 \$ değerinde ~10.000 m<sup>3</sup> doğalgaz kullanılması yeterlidir. Dolayısıyla işletme maliyetleri ele alındığında; yalıtım uygulaması ile yıllık 5.102 \$ tasarruf yapılmaktadır.

Yalıtım uygulamasının belirli bir maliyetinin olması kaçınılmazdır. Bu binanın yalıtımı 16.177 \$ yalıtımsız 9.852 \$ ilk yatırım maliyetine sahiptir. Aradaki yatırım maliyet farkı 6.325 \$ dır. Isıtma sistemi ve yakıt kazancı bu yatırım maliyetinden düşüldüğü arada 1 yıl içerisinde bir fark kalmadığı görülmektedir. Binanın kullanım yılında kullanıcıya kâr ettiren bir yatırım olduğu ortaya çıkar. Bu örnek hesaplamada normal sıvaya göre silisyum harcının m<sup>2</sup> ağırlığından 1/12 'i olmasının bina statik hesabına etkisi hesaplanmamıştır.

### 3.5. Su yalıtımı

Yapıya etki edebilecek su veya neme karşı yapıyı korumak amacı ile yapı dış yüzeyine yapılan işleme su yalıtımı denir.

Yağmur, kar gibi yağışlar, toprağın nemi ve toprak tarafından emilen yağış veya kullanma suları, yapının üzerine inşa edildiği zemindeki basınçlı veya basınçsız yeraltı suları yapıyı tehdit eden sulardır. Bu sular yapılara kapilarite ve yoğunlaşma yolu ile girmektedir. Yapıya nüfuz eden su, yapının taşıyıcı sisteminde yer alan donatının korozyona uğramasına neden olur. Zaman içerisinde korozyonun ilerlemesi taşıyıcı sisteminde günden güne zayıflaması olarak karşımıza çıkar. Su yalıtımı yapının korozyondan korunmasını sağlarken buna yanı sıra bakteri ve küf oluşmasını, çatı veya teraslarda da su ve ısıya karşı yalıtım sağlanarak sağlıklı ve konforlu ortamlar sağlanır (Yalçın, 1995).

Suyun yapılara verdiği hasar, özellikle deprem tehdidinin bulunduğu bölgelerde can ve mal güvenliği açısından tehdit oluşturur. Herhangi bir yoldan yapı donatısına sızan su, donarak veya kimyasal tepkimelere girerek donatının özelliğini yitirmesine yol açar. Donatının özelliğini yitirmesi ise dayanım gücüne ve süresine olumsuz etkilerde bulunur. Suyun binalarımızın dayanıklılığına vermiş olduğu zararı genellikle gözle göremeyiz, ancak sonuçlarıyla karşılaştığımızda fark edebiliriz. Büyük bir depremde, korozyona uğramış bir

binanın ayakta kalması hemen hemen mümkün değildir. Bu nedenle özellikle Türkiye gibi deprem kuşağında bulunan ülkelerde su yalıtımının yaşamsal bir önemi vardır.

Genel olarak beton, içine gömülmüş donatı çeliğini korozyona karşı korur. Donatı betona gömülür gömülmez oluşan ince film tabakası çeliğe yapışır ve korozyona karşı dayanım oluşturur. Bu dayanım betonun yüksek alkali ortamına ve elektriksel dirence doğrudan bağlıdır. Betonun kılcal boşluklarındaki nemde bulunan iyonlar elektriksel iletkenlikle rol oynar. Yüksek elektriksel direnç de dayanıklı beton anlamına gelebilir.

Yapılardaki donatı çeliğinin korozyonuna ve bu korozyonun sürmesine neden olan 3 ana etken vardır.

- Karbondioksit veya klorun neden olduğu reaksiyonlar sonucu donatı etrafındaki koruyucu pasivasyon tabakasının bozulması
- Betonun kılcal gözenekleri içinde dağılmış olan ve elektrolit görevi gören su
- Betonun gözeneklerinden içeri giren oksijen

Beton üzerindeki film tabakasını bozarak donatı çeliğinin korozyona uğramasına neden olan şartlardan biri karbonasyondur. Atmosferdeki karbondioksit ile betondaki çimentonun kimyasal reaksiyona girmesi, betonun büzülmesine, dolayısıyla çatlakların artmasına neden olur. Aynı zamanda betonun pH değerinin düşmesi (normal bir betonun pH değeri 12.5 -13.5 arasındadır ve bu miktar korozyonun oluşmaması için yeterlidir) ara yüzeylerdeki alkaliligin düşmesine, mevcut koruma tabakasının da bozulmasına neden olur. Koruma tabakasının bozulmasının bir diğer nedeni de klor iyonlarının varlığıdır. Sonuç olarak her iki durumda da korozyonun başlaması için gerekli şartlar oluşur (pH değerinin 9'un altına düşmesi) ve süreç işlemeye başlar. Ortam şartlarının durumuna göre oluşan bir hızda, donatı yüzeyinde donatı hacminin 2.5 katı büyüklükte demir oksit oluşumları meydana gelir.

Oluşan pas, yetersiz pas payı sorunu da varsa, mevcut betonu çatlatır. Betonun dökülmesiyle beraber donatı açığa çıkar. Havayla temas nedeniyle de korozyon hızındaki artış kaçınılmaz olur.

Korozyona bağlı olarak donatı kesitinde oluşan kayıp, donatının başlangıçta tasarlanan hesap değerlerini karşılayamamasına neden olur. Bu da binanın taşıma gücü, dolayısıyla da yapı güvenliği

açısından hiç istenmeyen bir durumdur. Hesap dayanımı 365 MPa olan S420b sınıfı Ø12'lik bir donatı çeliği başlangıçta 41,3 kN yük taşıyabilirken, korozyon kaynaklı donatı kesit kaybının 0,25 mm/yıl olduğu bir kabul sonucunda 5 yılın sonunda 25,9 kN, 15 yıl sonra da 5,8 kN yük taşıyabilir. Bu koşullarda donatı 24 yılsonunda taşıma kapasitesini tamamen kaybedecektir.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Yapılarda yapı fiziğine uygun olarak ısı yalıtımı yapılmamaktadır. Isıtma ve soğutmada kayıpları önleyerek enerji tasarrufu sağlamak, işletme maliyetlerini düşürmek için yalıtım yapmak büyük faydalar sağlamaktadır. Aşırı sıcak ve soğuktan korunmak, homojen bir sıcaklık ve konfor sağlamak, yapı elemanlarını ısısal gerilme ve rutubetlerden korumak, soğutma ve ısıtma için kullanılan yakıt miktarını azaltmak, enerji ve işletme giderlerini düşürmek için yalıtım yapmak gereklidir.

Yapının dış cephesinde yalıtım yapılması durumunda; yaz aylarında dış cephede güneşten dolayı ısı depolanması azalır, yalıtımın dış cephede yapılmasından dolayı bina içi mahallerde küçülme olmaz, yoğuşmanın yalıtım içerisinde gerçekleşmesinden dolayı iç yüzeylerde yoğuşma olmaz. Isı gerilmeleri minimum olacağından duvarlarda içyapı bozulması olmaz.

Silisyum yalıtım malzemesinin birim ağırlığının klasik sıvaya göre 1/12 ağırlığında olması; daha hafif kütleyle sahip binalar yaparak bina ilk yatırım maliyetini düşürmektedir. Isı kazançları ile doğal iklimlendirme yapma imkânı, daha az enerji tüketimi ile artan enerji fiyatlarına karşı işletme maliyetlerine katkı sağlanması, doğal kaynakların tüketimini azaltarak gelecek nesillere bırakabilmek için tercih edilen malzemedir.

Yapılan ölçümler sonucu parçalı malzeme kullanıldığında ek yerlerinde kısmi kaçaklar tespit edilmiş, silisyum yalıtım harcında ise ek yeri olmadığı için herhangi bir kaçağa rastlanmamıştır.

Isı yalıtımı uygulamaları ile ısıtma ve soğutma amaçlı kullanılan enerji miktarı daha az olacağından, hava kirliliği de azalacaktır. Isı yalıtımının sağlığa ve çevreye olumlu katkılar sağlaması için doğru ürünlerle yalıtım yapılması gerekmektedir. Yalıtım uygulamasının belirli bir maliyetinin olması kaçınılmazdır. Isıtma sistemi ve yakıt kazancı bu yatırım maliyetinden

düşüldüğünde 1 yıl içerisinde bir fark kalmadığı görülmektedir. Binanın kullanım yılında kullanıcıya kâr ettiren bir yatırım olduğu da ortaya çıkmaktadır.

#### 5. Kaynaklar

Akademi A., 2014, A Akademi Enerji Verimliliği Danışmanlık Proje, s.1-3, Bursa.

Aygün Z., 1999, Toplu Konutlarda İç İklim Koşulları ve Kullanıcı Konforu, Tesisat Dergisi, Sayı 13, İzmir, s.300.

Dağsöz K. A., Işıkel K., ve Bayraktar G. K., Yapılarda Sıcak Etkisinin Getirdiği Problemlerin Isı Yalıtım İle Çözümü Ve Enerji Tasarrufu, IV. Ulusal Tesisat Müh. Kongresi, İzmir, s.329-339, 1999.

Günay H., 2000, HDG Mühendislik, Antalya.

Oğulata T., 1995, Yapılarda Isı Kayıp ve Kazançlarının İncelenmesi, Adana, s.70-75.

Şahiner K., 2013, KVC Mühendislik, Ankara, s.1-5.

Toksoy M., 1994, Isıl Konfor, Tesisat Mühendisliği Dergisi, İzmir, s.31-36.

Termojet The New Era Of Insulation, 2003, <http://termojet.com.tr>, İstanbul.

Yalçın M., 1995, Isı Yalıtımının Önemi-Isı Yalıtım Malzemeleri, İstanbul, s.25-30.

Yüctürk H., 2014, Yüctürk Yapı Malzemeleri İnşaat Taahhüt Mim-Müh. Ltd. Şti., Antalya.