

Binalarda Isı Yalıtımının Önemi ve Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığının Yalıtıma Etkisi

Importance of Thermal Insulation in Buildings and Effect of Thermal Insulation Material Thickness on Insulation

Veli BEKTAŞ¹, Ali Erdem ÇERÇEVİK², Süheyla YEREL KANDEMİR*

Özet-Enerji kaynaklarının sınırlı olduğu yeryüzünde enerji tüketimi hızla artmaktadır. Enerji ihtiyacını karşılamak pek çok ülke için ciddi bir sorun haline gelmiş ve enerjide dışa bağımlılık gittikçe artmıştır. Ülkemizde, enerji tüketiminin önemli bir kısmını konutlar oluşturmaktadır. Binaların ısı yalıtım malzemesiyle kaplanmasıyla, enerji tasarrufu sağlanmakta ve bina içi ısı konforu oluşmaktadır. Isı yalıtımı sayesinde her türlü nem ya da küf gibi olumsuz durumların olmadığı sağlıklı ve konforlu binalar oluşturulabilmektedir. Isı yalıtım malzemesi seçerken, ısı iletkenlik katsayısı ve yangına tepki sınıfı gibi bazı özellikler önemli rol oynamaktadır. Yalıtım malzemesi kalınlığının da uygun değerlerde seçilmesi istenilen verime ulaşmak için önemlidir. Bu çalışmada ısı yalıtımının önemi ve yalıtım kalınlığının ısı yalıtımı üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler-Isı yalıtımı, yalıtım kalınlığı, enerji tasarrufu

Abstract- Energy consumption is rapidly increasing on earth where energy resources are limited. Meeting the need for energy has become a serious problem for many countries, and energy dependency has increased steadily. In our country, a significant part of the energy consumption is made up of houses. By covering the buildings with thermal insulation material, energy saving is provided and thermal comfort is generated inside the building. Thanks to its thermal insulation, healthy and comfortable buildings can be formed where there are no negative conditions such as moisture or mold. Some features, such as thermal conductivity coefficient and fire response class, play an important role when choosing heat insulation material. It is important to select the thickness of the insulation material at appropriate values to achieve the desired dissolution. In this study, the importance of heat insulation and the effect of insulation thickness on heat insulation was evaluated.

Keywords- Thermal insulation, insulation thickness, energy saving

I.GİRİŞ

Enerji insan hayatı için olmazsa olmaz ihtiyaçlardan biridir. Nüfus artışı, sanayileşme ve kentleşme enerjiye olan talebi hızla artırmaktadır. Enerjiye olan ihtiyacın her geçen gün artması, enerji tüketimini de paralel olarak artırmaktadır. Enerjide dışa bağımlı olan ülkelerden birisi de Türkiye'dir. Ayrıca artan enerji tüketimi, ülke ekonomisinin yanında insan ve çevre sağlığına da ciddi anlamda zarar vermektedir. Bütün bu sebeplerden ötürü enerji tüketimini azaltmaya yönelik önemli bir uygulama olan ısı yalıtımı ortaya çıkmıştır. Isı yalıtımı uygulamaları ile binalarda ısı kayıplarının önüne geçerek israfın oluşmasını engellenebilmektedir [1].

Ülkemizde enerji tüketiminin büyük bir kısmını şehir tüketimleri adı altında konutların oluşturduğunu söyleyebiliriz. Enerji İşleri Genel Müdürlüğü'nün Nisan 2016 tarihli raporuna göre enerji tüketiminin % 55'i doğal gaz, %25'i elektrik ve %15'i motorin tüketiminden oluşmaktadır. Nisan 2016 için doğal gaz tüketiminde en yüksek paya %44 ile şehir tüketimleri sahiptir. Sanayi ve enerji santrallerinin tüketim payları ise sırasıyla %22 ve %34'tür [2].

Konutlarda enerji verimliliği için alınabilecek önlemler; yalıtım yapılması, ısı köprülerinin oluşumunun engellenmesi, pencerelerden meydana gelen kayıpların önlenmesi, iklimlendirilen ortamın dış hava ile bağlantısının kesilmesi, gölgeliklerin kullanılması, bina girişlerinde çift kapı sistemi kullanılması olarak sayılabilir [3]. Binalardaki ısı yalıtımının, enerji ve yakıt tasarrufunun yanında birçok faydası daha vardır. İnsan ve çevre sağlığı bunlardan birisidir. Çünkü ısı yalıtım uygulamaları ile tüketilen enerji miktarı azalacağından, zararlı gazların miktarı azalacak ve etkileri hafifleyecektir. Dolayısıyla daha sağlıklı ve konforlu bir ortam oluşacaktır [4]. Isı yalıtım uygulamasını etkin bir biçimde gerçekleştirmek için hava sıcaklığı, rüzgâr ve nem gibi iklimsel özellikleri, yer alınan bölgenin konumu ve deniz seviyesinden yüksekliği gibi coğrafi özellikleri ve

*Sorumlu yazar iletişim: suheyla.yerel@bilecik.edu.tr

¹ veli_bektass@hotmail.com

² erdem.cercevik@bilecik.edu.tr

*^{1,2} İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Gülümbe Yerleşkesi, Bilecik

Ayrıca bina cephesinin güneşe bağlı olarak geçirenlik ve yansıtma gibi yapı özelliklerini dikkate almamız gerekir [5].

Bu çalışmada ısı yalıtımın önemi ve yalıtım kalınlığının ısı yalıtım üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi yapılmıştır.

II. TÜRKİYE'DE ISI YALITIMININ GELİŞİM SÜRECİ

Türkiye'de yalıtım konusu resmi anlamda ilk olarak 1970 yılında yürürlüğe giren "TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" ile karşımıza çıkmaktadır. "Isı Yalıtım Yönetmeliği" ise 1981 yılında yürürlüğe girmiştir. Daha sonra "TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" standardı üzerinde revize çalışmaları yapılmaya başlanmış ve 1998 yılında onaylanarak yürürlüğe girmiştir.

Binalarda ısı yalıtımı yapılmasına dair zorunluluk 08.05.2000 tarihli ve 24043 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği" ile başlamış olup bunu 09.10.2008 tarih ve 27019 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği" ve son olarak 05.12.2008 tarih ve 27075 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği" takip etmektedir [6].

Günümüzde, ilk olarak Almanya'da Pasif Ev Standardı olarak hazırlanan ve normal yapılara göre %90 oranında enerji tasarrufu sağlayan Pasif Ev yapımına başlanmıştır. İlk ev 2013 yılında Urla (İzmir)'da yapılmıştır. Evde güneş enerjisiyle ısıtılan su binanın ısıtılmasında ve sıcak su temininde kullanılmıştır. Bu binada soba, kalorifer veya klima gibi herhangi bir ısı kaynağı yoktur [7].

III. ISI YALITIMIN FAYDALARI

Bir ülkenin kalkınması ile ülke ekonomisi arasında çok yakın bir ilişki vardır. Ülke ekonomisine doğrudan etki yapan uygulamalardan birisi de ısı yalıtım uygulamasıdır. Isı yalıtımının faydalarını kişi ve ülke bazında düşünebiliriz. Ülkeler için enerji tasarrufu ile oluşan ekonomik kalkınma ve sağlıklı bir çevre, kişiler için ise yakıt tasarrufu ile artan bir bütçe ve daha iyi konfor şartları örnek verilebilir. Isı yalıtımının başlıca faydaları şunlardır:

- Yalıtımın olmadığı yapılarda ciddi anlamda israf oluşmaktadır. Bu durum doğrudan ülke ekonomisine zarar vermektedir. Yaşadığımız bölge ve coğrafi özelliklerden dolayı enerji kaynaklarına ulaşımın kolaylığına rağmen, enerji tüketiminde israfın önlenmesi büyük bir zorunluluktur [8].
- Yapılarda ısı yalıtımı uygulamaları ile binalarda kullanılan enerji miktarları azaltılabilir, dolayısıyla enerji tasarruflu binalar üretilebilir [9].
- Doğru ısı yalıtım uygulamaları ile harcadığımız enerji miktarı her yıl azalır.
- Isı yalıtımı, binalarda meydana gelen ısı köprülerinin oluşmasını engeller [10].
- Isı yalıtımı yapılmış evlerde,ısı dengeli şekilde yayılır.Yoğuşma ve hava akımı gibi istenmeyen durumlar oluşmayacağından konforlu bir yaşam elde edilir.
- Isı yalıtımı, yapılardaki yaşam konforunu etkileyen nem ve küfgibi oluşumları engelleyerek sağlıklı bir yaşam konforu sağlar [11].
- Binalarda istenmeyen durumlardan biriside korozyondur. Isı yalıtımı sayesinde bina cephesi dış etkenlere karşı korunur ve korozyonun önüne geçilebilir.
- İklima bağlı olarak meydana gelen sıcaklık farklarının sebep olduğu olumsuz şekil değişimi ve çatlaklara karşı ısı yalıtımı ile önlem alınabilir.
- Enerji tüketiminden dolayı ortaya çıkan SO₂, CO₂ parçacıkları ve diğer emisyonlar önemli problemlere neden olmaktadır. Özellikle kış aylarında yaşanan, hava kirliliğine önemli miktarda katkı enerji tüketiminden kaynaklanmaktadır [12]. Isı yalıtımı ile birlikte daha az yakıt kullanılacağından atmosfere salınan CO₂, SO₂ gibi gazların varlığı azalır.
- Isı yalıtımı ile yıpranmış binalara estetik bir görüntü verilebilir.

IV. YALITIM MALZEMESİ SEÇİMİNDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

Bir ısı yalıtım uygulamasında, yalıtım malzemesinin seçimi son derece önemli bir adımdır.Çünkü malzeme seçimini yaparken iklim, ısı iletkenlik değeri, yangın güvenliği gibi kriterlerin göz önünde bulundurulması gerekir. Malzemesi yanlış seçilmiş yada yanlış uygulanmış bir yalıtımdanistenilen verimin alınamayacağı açıktır. Yalıtım malzemesi seçiminde dikkate alınması gereken başlıca hususlar aşağıda verilmiştir.

- Isı yalıtım malzemesi binaya bir yük kazandırmaktadır. Binanın ağırlığının artması deprem davranışı açısından iyi olmadığından, yalıtım malzemesinin hafif olması gerekir. Şekil 1’de çeşitli tipte ısı yalıtım uygulamaları görülmektedir.



Şekil 1. Çeşitli yalıtım tipleri [13-16].

- Şekil değiştirmeye, çatlamaya, basınca, çekmeye karşı dayanıklı ve uzun ömürlü olmalıdır.
- Çürümeye, küflenmeye ve korozyona karşı dirençli olmalıdır.
- Isı yalıtım malzemesi seçiminde en önemli özelliklerden biri de malzemenin ısı iletkenlik değeridir [17].
- Isı yalıtım malzemesinin su geçirmezlik ve neme karşı direnç özellikleri uygun olmalıdır.
- Isı yalıtım malzemesinin hangi yapı elemanında kullanılacağı maruz kalacağı etkiler açısından önemlidir [18].
- Su buharı difüzyon direnç katsayısı (μ) değeri düşük olan yani su buharı geçirgenliği yüksek ısı yalıtım malzemeleri tercih edilmelidir [19].
- Malzemenin tutuşması, alevi yayması, çıkardığı ısı, duman ve toksisite, “Yangın Güvenliği” açısından en önemli kriterlerdir ve bir bütün olarak ele alınmalıdır [20].
- Yukarıda bahsedilen özellikleri de göz önüne alıp ısı yalıtım malzemesi seçiminin ekonomik olması gerekir.

İstanbul Ticaret Odası’nın “ısı yalıtım sektör araştırması” üzerine yaptığı çalışmadan elde edilen verilerle düzenlenen tablo 1’de, piyasada uygulama alanı fazla olan ısı yalıtım malzemelerinin ısı iletkenliğine ve yangın sınıfına ilişkin değerler verilmektedir.

Tablo 1. Isı yalıtım malzemelerinin ısı iletkenlik katsayısı değer aralıkları ve yangına tepki sınıfları [21].

Isı Yalıtım Malzemesi	Isı İletkenlik Katsayısı (W/mK)	Yangına Tepki Sınıfı
Cam Yünü	0,04	A (DIN 4102)
Taş Yünü	0,04	A (DIN 4102)
Ekstrude Polistren Köpük (XPS)	0,028 (yüzey pürüzsüz) 0,031 (yüzey pürüzlü)	B1 (DIN 4102)
Expande Polistren Köpük (EPS)	0,04	B1-B2 (DIN 4102)
Poliüretan	0,035	B1-B2-B3 (DIN 4102)
Odun Talaşı Levhalar	0,09-0,15	Class1 (BS476)
Cam Köpüğü	0,052	Class0 (BS476)
Fenol Köpüğü	0,04	Class1 (BS476)
Mantar Levhalar	0,04-0,055	Class3 (BS476)

İzoder' in "ısı yalıtımı" üzerine yaptığı çalışmadan elde edilen verilerle düzenlenen tablo 2'de, ısı yalıtım malzemelerinin su buharı difüzyon direnç faktörlerine ilişkin değerler verilmektedir.

Tablo 2. Isı yalıtım malzemelerinin su buharı difüzyon direnç faktörleri [22].

Isı Yalıtım Malzemesi	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)
Ahşap Yünü Levhalar	2-5
Poliüretan	30-100
Reçine-Formaldehit Köpüğü	1-3
Ekstrüde Polistren Köpük (XPS)	80-250
Fenolik Sert Köpük	10-50
Cam Yünü ve Taş Yünü	1
Ekspande Polistren Köpük (EPS)	20-100
Ahşap Lifli Isı Yalıtım Levhaları	5
Mantar Yalıtım Levhaları	5-10

V. ENERJİ KİMLİK BELGESİ

Binalarda enerjinin etkin kullanılmasını, israfın önlenmesini ve insan ve çevre sağlığının korunmasını sağlamak amacıyla enerji kimlik belgesi çıkartılmıştır. Bu belge binalara ait enerji tüketimi, enerji performansı, CO₂ salınımı ve yalıtım özellikleri gibi önemli bilgiler içerir.

2007 yılında yayınlanan "Enerji Verimliliği Kanunu" ve 2008 yılında yayınlanan "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği" ile yeni yapılan binalar 1 Ocak 2011 tarihinden itibaren zorunlu olarak Enerji Kimlik Belgesi (EKB) almaya başladı [23].

5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu kapsamında çıkarılan kanuna göre yeni yapılan binaların iskân ruhsatı alabilmeleri için mutlaka enerji kimlik belgelerini almaları gerekir. Üstelik enerji kimlik belgesinde belirtilen enerji sınıfının en az C sınıfında olması ve binaların buna uyacak şekilde tasarlanması, planlarının yapılması ve inşa edilmesi gerekir. Aksi halde bu şartları taşımayan hiç bir binaya iskân ruhsatı verilmez. Hali hazırda şu an mevcut olan binalar için ise yeni binalarda olduğu gibi herhangi bir enerji sınıfı zorunluluğu bulunmamaktadır [24]. 2 Mayıs 2017'de zorunlu olacak enerji kimlik belgesi zorunluluğu 1 Ocak 2020'ye ertelenmiştir.

VI. ISI YALITIM MALZEMESİ KALINLIĞININ ISI YALITIMA ETKİSİ

Enerji kaynakları yakın gelecekte bitme noktasına gelebilir. Enerji kaynaklarının çok daha değerli hale geleceği göz ardı edilemez bir gerçektir. Türkiye enerji ihtiyacının önemli bir bölümünü ithal etmektedir. Bu durum ülkemizi enerji konusunda dışa bağımlı hale getirmiştir. Ülkemizde enerji tüketimi en çok binalarda gerçekleşmektedir. Konutlarda tüketilen enerjinin % 85' inin ısıtma amaçlı kullanıldığı görülmektedir [25]. Konutlarda, enerji tasarrufuna yönelik önlemler alınması gerekir. Enerji tasarrufu için atılması gereken en önemli adım yalıtımdır. Ülkemizde yalıtım adına önemli çalışmalar yapılmış ve yönetmeliklerle zorunlu hale getirilmiştir. Isı yalıtım uygulamaları ile enerji daha verimli kullanılabilir. Ancak bazı kriterlere bağlı olarak elde edilen verim beklenenden daha az olabilir. Yalıtım malzemesinin seçimi, binaya uygulanış evresi ve yalıtım kalınlığının belirlenmesi verimlilik açısından çok büyük önem arz eder. Uygun ısı yalıtım kalınlıkları ile enerji kullanımı sınırlandırılabilir ve hedeflenen enerji tasarrufuna rahatlıkla ulaşılabilir. Yalıtım malzemesinin kalınlığı arttıkça, ısı kaybı azalmakta, enerji verimliliği artmaktadır. Diğer bir taraftan kalınlık arttıkça maliyet de artmaktadır. Çok kalın malzemeler kullanarak maliyeti yükseltmek de istenen bir durum değildir. O halde optimum yalıtım kalınlığı hedeflenmelidir. Çeşitli hesap yöntemleriyle optimum yalıtım malzemesi kalınlığı hesabı yapılabilmektedir. Bu yöntemlere, derece-gün yöntemi ve ömür maliyet analizi yöntemi örnek verilebilir. TS 825 " Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" nda ülkemiz derece-gün sayılarına göre 4 bölgeye ayrılmıştır [26]. 1. Bölge ısıtma adına en az enerji ihtiyacının olduğu illeri kapsarken, 4. Bölge ise en fazla enerji ihtiyacının olduğu illeri kapsamaktadır. Buradan, yalıtım yapılacak bölgenin iklim şartının ve ısıtma enerjisine olan ihtiyacının, yalıtım kalınlığını belirlerken önemli olduğu sonucuna varabiliriz.

Isı yalıtım uygulaması binalara bilinçli bir şekilde yapılmalıdır. Ucuz ve yetersiz kalınlıkta yalıtım malzemeleri kullanılmamalıdır. Yalıtım malzemesi türünü seçmek, yalıtımı doğru bir şekilde uygulamak ve optimum kalınlığı belirlemek verim ve tasarruf açısından çok önemlidir. Optimum yalıtım kalınlığının belirlenmesi ve kalınlığın ısı yalıtımı üzerindeki etkisi ile alakalı yapılan çalışmalardan bazılarına yer verelim. Çomaklı ve Yüksel [27] Türkiye'nin soğuk illerinden 3 il (Erzurum, Kars, Erzincan) için optimum yalıtım kalınlıklarını belirlemiştir. Erzurum için optimum yalıtım kalınlığı (10,5 cm) uygulandığında tasarrufun yaklaşık 12 \$/m²-yıl, Kars için optimum yalıtım kalınlığı (10,7 cm) uygulandığında tasarrufun yaklaşık 12,7 \$/m²-yıl, Erzincan için optimum yalıtım kalınlığı (8,5 cm) uygulandığında ise tasarrufun yaklaşık 8 \$/m² olabileceğini hesaplamıştır. Dombaycı vd. [28] yaptıkları çalışmada, Denizli ili için 2 farklı yalıtım malzemesi (EPS ve taş yünü) ve 5 farklı yakıt türü (Doğal gaz, kömür, elektrik, lpg ve fuel-oil) ile optimum yalıtım kalınlığı, geri dönüş süresi ve enerji tasarrufunu hesaplamışlardır. Optimum yalıtım kalınlığının seçildiği takdirde geri dönüş süresinin 1,43 yıl, tasarrufun ise alan başına 14.09\$/m² olduğunu tespit etmişlerdir. Bolattürk [29] Türkiye'nin 4 farklı derece-gün bölgesinden 16 il için optimum yalıtım kalınlıklarını, enerji tasarruflarını ve geri ödeme sürelerini sırasıyla 0.02-0.17 m, %22-%79 ve 1,3-4,5 yıl değerleri arasında belirlemiştir. Bu çalışmaları göz önüne aldığımızda optimum yalıtım kalınlığını belirlemenin tasarruf açısından çok önemli olduğu sonucuna ulaşırız.

VII. SONUÇLAR

Kentleşmenin hızla gelişmesiyle tüketilen enerji de artar. Enerji kaynakları sınırlı olduğundan enerji tasarrufuna yönelik uygulamaların yapılması kaçınılmazdır. Bu uygulamalardan en önemlisi yalıtımdır. Konutlarda, enerji tasarrufu için ısı yalıtım yapılması gerekir. Isı yalıtımın enerji tasarrufunun yanında pek çok önemli faydası da vardır. Isı yalıtım uygulanması sayesinde yakıtların tüketiminden kaynaklanan zararlı gazların miktarı azalır. Küresel ısınma ve olumsuz iklim değişikliklerinin etkisi hafifler. Terleme, küflenme, korozyon gibi etkilere karşı yapıyı koruduğundan, insanların sağlıklı ve konforlu ortamda yaşamalarını sağlar. Tüm bunları göz önüne aldığımızda ısı yalıtımın ülke ekonomisi, çevre, atmosfer ve insan sağlığı için ne kadar önemli olduğunu anlamaktayız.

Yalıtımın ilgili yönetmeliklere uygun şekilde yapılması büyük önem arz eder. Hedeflenen verim ve tasarruf için yalıtım malzemesinin seçimi, binaya uygulanışı ve bu uygulamanın işinin ehli kişilerce yapılması

çok önemlidir. Yönetmelikte bölgeler ve iller için belirlenen ısı yalıtım malzemesi kalınlıklarına da dikkat edilmesi gerekir. Kalınlığın artması ile yalıtım maliyeti artar. Ancak elde edilecek tasarrufu düşündüğümüzde optimum yalıtım kalınlıklarını dikkate alarak binaların yalıtılması oldukça önemlidir.

Yalıtımın gerekliliği anlatılmalı ve bu konu üzerinde daha fazla çalışma yapılarak kullanıcılar teşvik edilmelidir. Isı yalıtımı sayesinde elde edilen tasarruf miktarı ayrıntılarıyla anlatılmalıdır. Yakıt tüketimindeki azalmanın insan sağlığı üzerindeki pozitif etkisi vurgulanmalıdır. Aksi halde ekonomi ve sağlık başta olmak üzere birçok alanda ülkelerin olumsuz durumlarla karşılaşmaları kaçınılmazdır.

KAYNAKLAR

- [1] İZODER, Isı, Su, Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği Web Sitesi. [Online]. <http://www.izoder.org.tr/sayfa/31/genel-bilgi-almak-istiyorum>, 2017
- [2] *Aylık Enerji İstatistikleri Raporu-4*, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, Nisan 2016.
- [3] Yılmazoğlu, M. Z. , “Binalarda Isı Yalıtımının Örnek İki Binada Karşılaştırılması ve Ekonomik Analizleri”, *Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Dergisi*, Sayfa:48-56, Ocak-Şubat 2011.
- [4] Şenkal Sezer, F. , “Türkiye’de Isı Yalıtımının Gelişimi ve Konutlarda Uygulanan Dış Duvar Isı Yalıtım Sistemleri”, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt:10, Sayı:2, Sayfa:79-85, 2005.
- [5] *Isı Yalıtım Uygulama Kılavuzu*, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, 2015.
- [6] BEP TR Web Sitesi. [Online]. <http://www.bep.gov.tr/BEPTRWEB/SSSDetay.aspx> , 2017
- [7] Yaman, Ö. , Şengül, Ö. , Selçuk, H. , Çalikuş, O. , Kara, İ. , Erdem, Ş. , Özgür, D. , “Binalarda Isı Yalıtımı ve Isı Yalıtım Malzemeleri” , *Türkiye Mühendislik Haberleri (TMH)*, Sayı 487, Sayfa 62-75, 2015
- [8] Bayraktar, D. , Bayraktar, E. A. , “Mevcut Binalarda Isı Yalıtım Uygulamalarının Değerlendirilmesi”, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, cilt :7, sayı: 1, sayfa :59-66 (2016)
- [9] Koçu, N. , Dereli, M. , *Dış Duvarlarda Isı Yalıtımı İle Enerji Tasarrufu Sağlanması Ve Detaylarda Karşılaşılan Sorunlar (Konya Kentinden Öneriler)*, 5. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, Dokuz Eylül Üniversitesi, İZMİR, 2010.
- [10] GNYAPI Web Sitesi. [Online]. <https://www.gnyapi.com.tr/termal-kamera-cekimi> ,2017
- [11] AEB Yapı Web Sitesi. [Online]. <http://www.aebyapi.com/tr/-isi-yalitiminin-faydalari.aspx> ,2017
- [12] Koçlar Oral, G., Manioğlu, G. , *Bina Cephelerinde Enerji Etkinliği ve Isı Yalıtımı*, Beşinci Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu, 15-16 Nisan Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Tınaztepe yerleşkesi Buca, İzmir, 2010.
- [13] [Online]. <http://picbear.com/tag/terimleri>
- [14] [Online]. <http://www.ensuperkim.com/urun/isoblok-gaz-beton-yapistirici/20>
- [15] [Online]. <http://www.ankaraisiyalitimfirmalari.com/?pnum=18&pt=XPS+Is%C4%B1+yal%C4%B1t%C4%B1m+levhalar%C4%B1>
- [16] [Online]. http://boyaservis.com/hizmet.php?seo_link=tasyunu-sandvic-panel-uygulamaları
- [17] GNYAPI Web Sitesi. [Online]. <https://www.gnyapi.com.tr/isi-yalitim-malzemeleri> ,2017
- [18] Karadayı, T. , Yüksek, İ. , “Yapılarda Isı Yalıtım Malzemeleri Seçimi Üzerine Bir Araştırma”, *Tesisat Dergisi*, Sayı 242, Şubat 2016.

- [19] İZOMERK Web Sitesi. [Online]. <http://www.izomerkyalitim.com/pages.php?id=114> , 2017
- [20] CelluBOR Web Sitesi. [Online]. <http://www.cellubor.com.tr/tr/belgeler/1-3.pdf>,2017
- [21] Kulaksızoğlu, Z. , *Isı Yalıtım Sektör Araştırması*, İstanbul Ticaret Odası, 2006.
- [22] *Bina ve Tesisatta Isı Yalıtımı*, İZODER, 2013.
- [23] GNYAPI Web Sitesi. [Online]. <https://www.gnyapi.com.tr/enerji-kimlik-belgesi> ,2017
- [24] EKB PROJE, Enerji Kimlik Belgesi Web Sitesi. [Online]. <http://www.ekbproje.com/haber/enerji-kimlik-belgesi-nedir-ve-onemi.html> ,2017
- [25] Özkan, D. B. , Onan, C. , Erdem, S. , “Effect of Insulation Material Thickness on Thermal Insulation”, *Journal of Engineering and Natural Sciences Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, Sayfa:190-196, 2009.
- [26] TS 825, *Binalarda Isı Yalıtım Kuralları*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2008.
- [27] Çomaklı, K. , Yüksel, B. , “Optimum Insulation Thickness of External Walls for Energy Saving”, *Applied Thermal Engineering*, Cilt:23, Sayfa:473-479, 2003.
- [28] Dombaycı, Ö. A. , Gölcü, M., Pancar, Y. , “Optimization of Insulation Thickness for External Walls Using Different Energy-Sources”, *Applied Energy*, Cilt:83, Sayfa:921-928, 2006.
- [29] Bolattürk, A. , “Determination of Optimum Insulation Thickness for Building Walls with Respect to Various Fuels and Climate Zone in Turkey”, *Applied Thermal Engineering*, Cilt:26, Sayfa:1301-1309, 2006.