

TUĞLA DUVARLARDA UYGULANAN SIVALARIN ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Turgut KAYA¹, Cenk KARAKURT^{2*}

¹ Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 11210, Bilecik
turgut.kaya@bilecik.edu.tr, ORCID No: <http://orcid.org/0000-0003-31029562>

² Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 11210, Bilecik
cenk.karakurt@bilecik.edu.tr, ORCID No: <http://orcid.org/0000-0002-42045341>

Makale Geliş : 02.11.2017
Makale Kabul : 07.12.2017
Araştırma Makalesi

Article Received : 02.11.2017
Article Accepted: 07.12.2017
Research Article

Tuğla Duvarlarda Uygulanan Sıvaların Enerji Verimliliğinin Değerlendirilmesi

Evaluation of the Energy Efficiency of Plasters Applied on Brick Walls

Öz

Enerji verimliliği, yaşam standardımızı, üretim kalitesini ve miktarını düşürmeden, daha az enerji kullanarak aynı orandaki işi yapabilmektir. Enerjinin verimli olarak kullanılması, enerjiyi üretmekten çok daha ucuza gelecek bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Enerji tasarrufu ülke ekonomisine kazanç sağlamakla beraber fosil kaynaklı yakıtların kullanımı sırasında oluşacak çevresel olumsuzlukları da azaltmaktadır. Bu kapsamda yapılarda kullanılan malzemelerin enerji verimli malzemeler olması yapının kullanımı sırasındaki enerji giderlerinde ciddi kazanımlar sağlayacaktır. Yapılan çalışmada tuğla duvar üzerine çimento esaslı ve alçı siva uygulanıp üretilen numunelerin -20, -15, -10 ve -5°C dış ortam sıcaklığında 24 saatlik enerji kayıpları ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar birbirileri ile karşılaştırılıp enerji verimliliği açısından değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda her iki yüzeyi de çimento esaslı siva ile kaplı olan duvar numunesinin tek yüzeyi alçı ile kaplı olan referans numunesine göre enerji verimliliği açısından % 42 daha az enerji tüketimine neden olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Enerji verimliliği, Yapılar, Tuğla duvar, Çimento esaslı siva, Alçı siva

Abstract

Energy efficiency is to make the same amount of work by using less energy without compromising the quality and quantity of products and our life. Efficient use of energy is much cheaper than producing energy as a means emerges. Energy saving gains economic benefits by reducing the harmful effects of the fossil fuels on the environment. Utilization of energy efficient materials in structures will allow gaining benefits on energy costs during the service life of the building. In this study, 24-hour energy losses of brick walls are measured which were coated by cement based plaster and gypsum plaster and subjected to -20, -15, -10 and -5 °C temperatures. The test results have been compared and evaluated in terms of energy efficiency. As a result of the study, it was determined that the wall surface covered with cement-based plaster on both surfaces caused 42% less energy consumption than the reference wall specimen in terms of energy efficiency.

Keywords: Energy efficiency, Structures, Brick wall, Cement based plaster, Gypsum plaster

1. Giriş

Türkiye’de konutlarda tüketilen enerjinin % 80’i ısıtma ve soğutma amaçlı olarak kullanılmaktadır. Türkiye gibi enerjisinin neredeyse tamamını ithal eden bir ülke için bu oran oldukça yüksektir. Mevcut enerjinin tasarrufu için yapılacak yatırımın, aynı enerjiyi üretmekten çok daha ekonomik olduğu bilinmektedir. Yapılarda

tüketilen enerjinin verimli şekilde kullanımıyla ülke ekonomisine katkı sağlanarak çevresel kirliliğe sebep olan fosil kaynaklı yakıtlara gereksinim de azalmaktadır. Günümüzde yapı sektöründe ısı yalıtım uygulamaları bir zorunluluk olarak yönetmeliklerde yerini almıştır. Teknolojideki gelişmelerin ve dünya nüfusunun artması ile artan enerji ihtiyacının karşılanması, ekonomik çevresel ve sosyal açıdan sürdürülebilirliği sağlama

* Sorumlu Yazar; Tel: 0.228. 214 15 58

arzusu yenilenebilir enerjiye olan ilgiyi günümüzde artırmıştır. Mevcut enerji kaynaklarına alternatif kaynaklarının araştırılması ve tüketilen enerjinin en verimli şekilde kullanılması önemli konulardır (Erdabak, 2011).

Bolattürk (2006), Türkiye'nin farklı iklim ve bölgelerinde en uygun yalıtım kalınlığı ve geri ödeme sürelerinin belirlendiği çalışmada; elektrik, kömür, doğalgaz, fueloil, LPG, yakıt ve mantolama malzemesi olarak EPS kullanmıştır. Çalışma sonucunda 2 ile 17 cm arasında yalıtım kalınlığı ve bunlara bağlı olarak % 22 ile % 79 arasında enerji tasarrufu sağlanabildiği belirlenmiştir. Ayrıca 1.3 - 4.5 yıl arasında geri ödeme zamanının olduğu hesaplanmıştır.

Candan (2007), örnek bir binanın mevcut enerji ihtiyacını ve özgül ısı kayıplarını belirledikten sonra XPS ve EPS malzemeleri ile üç farklı ısı yalıtım uygulaması yapıp elde edilen sonuçları karşılaştırmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda ısı yalıtım uygulamasının dış duvarlarda dıştan yapılan ısı yalıtımı ile ısı enerjisi tüketimine etkisini ortalama % 40, binanın özgül ısı kaybında ise yaklaşık % 57 azalma sağladığını belirlemiştir.

Yapılan çalışmada ülkemizdeki yapılarda yaygın olarak kullanılmakta olan tuğla duvar elemanlarının alçı ve çimento esaslı sıva ile kaplanması durumlarındaki enerji verimliliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneysel çalışmalar için deney düzeneği hazırlanmıştır. Böylece yalıtımsız sıvalı kompozit tuğla duvarların enerji verimliliği belirlenebilmiştir.

2. Malzeme ve Yöntem

2.1. Kullanılan Malzemeler

2.1.1. Sıvalar

Çalışmada, tuğla bloklar üzerine iki tip sıva uygulanmıştır. Kullanılan sıva harçları (Çimento ve Alçı esaslı sıva) üretici firmaların önerilerine göre hazırlanmıştır. Kullanılan sıvalar TS EN 13279-1 (2014)'e uygun alçı ve TS EN 998-1 (2011)'e uygun çimento esaslı sıvadır. Numune üretiminde kullanılan alçı sıvaya ait teknik özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

Numune üretiminde kullanılan diğer sıva malzemesi olan çimento esaslı hazır makina ve el sıvası iç ve dış cephelere uygulanabilen, güneş, yağmur vb. dış etkilere karşı dayanıklı, uzun ömürlü bir sıva malzemesidir. Çalışmada kullanılan ve ürün adı Flexkleber olan çimento esaslı sıva malzemesinin teknik özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Alçı Sıvaya Ait Teknik Özellikler (ABS, 2015)

Özellik	Değer
Karışım Suyu (10 kg alçıya)	6.0-6.5 lt
Piriz Sonu	150 dakika
Kullanım Süresi	60 dakika
Tek Katta Uygulama Kalınlığı	min. 5 mm
Tüketim Miktarı	10 kg/m ² /cm
Kuruma Süresi	maks. 4 gün
Su Absorbsiyonu	Kütlenin %32'si
Yüzey Sertliği	40 Shore D
Kuru Birim Hacim Kütle	1.150 kg/m ³
Eğilme Dayanımı	min. 1.0 N/mm ²
Basınç Dayanımı	min. 2.5 N/mm ²
Isıl İletkenliği	0.30 W/mK

Tablo 2. Çimento Esaslı Sıvaya Ait Teknik Özellikler (Zintaş, 2015).

Özellik	Değer
Görünüm	Toz halde
Renk	Beyaz- Gri
Karışım oranları	Su ve Kuru malzemenin %20-25
Tüketim	1 m ² için ortalama 2-3 kg
Kabuklaşma süresi	60 dakika
Tane boyutu	0-1900 µm
Erken Dayanım	48 saat
Nihai Dayanım	28 gün
Su Direnci	Su itici özelliğe sahiptir. İç ve dış şartlarda kullanılır.

2.1.2. Yatay Delikli Tuğla

Pişmiş kilden elde edilen en yaygın bölme duvar malzemesidir. Deneysel çalışmada 19×8.5×19 cm boyutların yatay delikli tuğlalar kullanılmıştır. Bu malzeme bina dış cepesinde ısı yalıtım malzemeleri ile iç-dış mantolama veya sandviç duvar uygulamalarında kullanılabilir. Tuğlaya ait teknik özellikler Tablo 3'te verilmiştir.

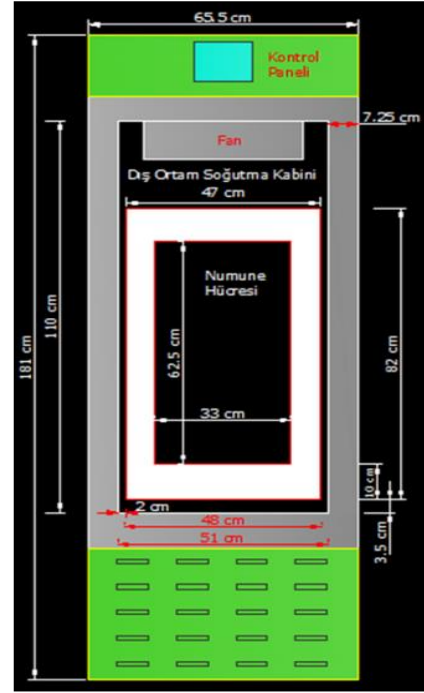
Tablo 3. Kullanılan Tuğlaya Ait Teknik Özellikler

Özellik	Değer
Standart	TS EN 771-1
Ağırlık	2 kg
Boyut	19x8.5x19 cm
Basınç Dayanımı	2.5 N/mm ²
Isı İletkenlik Hesap Değeri (λ h)	0.32 W/mK
Birim Hacim Ağırlığı	650 kg/m ³

2.2. Yöntem

Çalışmada alçı ve çimento esaslı sıva uygulamaları tek yüzlü, iki yüzlü ve kombine olacak şekilde tuğla elemanlar üzerinde planlanmıştır. Buna göre sadece iç yüzeyi alçı sıvalı (A-T) referans numunesi, sadece iç yüzeyi çimento esaslı sıvalı (Ç-T), iç yüzeyi alçı dış yüzeyi çimento esaslı sıva ile kaplanmış (A-T-Ç) ve iç-dış yüzey kaplaması çimento esaslı sıva ile yapılan (Ç-T-Ç) tuğla duvar numuneleri üretilmiştir. Duvar numunelerinde sıva kalınlığı sabit 2 cm olacak şekilde uygulanmıştır. Sıva uygulaması sonrası kompozit duvar elemanları 28 gün boyunca bekletildikten sonra deney düzeneğine yerleştirilmiştir. Çimento esaslı sıva yüzeyleri ilk 7 gün boyunca ıslatılarak kür edilmiştir. Üretilen duvar numunelerinde enerji verimliliğinin belirlenmesinde özel bir deney düzeneği hazırlanmıştır. Deney süresi olan 24 saat boyunca tüketilen enerjinin doğru ölçülmesi için numunelerin etkisinde kaldığı iç ve dış ortam sıcaklıklarının sabit kalmasına dikkat edilmiştir. Bu amaçla numunelerin etkisinde kaldığı dış ortam sıcaklığı için Şekil 1'de görülen ve donma-çözülme deneylerinde kullanılan otomatik havalandırmalı ve sıcaklık kontrollü kabin kullanılmıştır. Kompozitlerin yerleştirildiği kabin ısıtmasında yarı iletken fanlı ısıtıcı ve iç hacim sıcaklığını 18-22°C'de tutulmasını sağlamak amacıyla 0,1 °C hassasiyete sahip KT-4 markalı termostat kullanılmıştır. Deneylerde tüketilen elektrik enerjisi elektronik sayaç ile belirlenmiştir. İç ortam sıcaklıklarını kontrol etmek için kablosuz termometre kullanılmıştır.

Hazırlanan numunelerin enerji verimliliği açısından incelendiği bu çalışmada Şekil 1 (a-d)' de görülen örneklerde olduğu gibi numuneler cihaza yerleştirilip enerji kayıpları ölçülmüştür. Deney düzeneğinde kullanılan malzemeler Şekil 2'de verilmiştir (Kaya, 2016). Deneyde ısı yalıtım malzemeleri 30x60 cm ebatlarında olacak şekilde iç ortamı ısıtılan deney hücresinin ön kısmına yerleştirilerek birleşim kısımları ısı iletkenliği 0.024 W/mK olan yalıtkan poliüretan köpük ile izole edilmiştir.



(a)



(b)

(c)

Şekil 1. Deney Düzeneği (Kaya, 2016)



(a) Termostat

(b) Isıtıcı



(c) Sayaç

(d) Termometre

Şekil 2. Deney Düzeneginde Kullanılan Ekipmanlar (Kaya, 2016)

Şekil 1'de görüldüğü gibi düzenek kurulduktan sonra numunelerin etkisinde kaldığı iç-dış sıcaklıklarda istenilen süre sonunda tüketilen elektrik enerjisi sayaçtan okunup kaydedilmiştir. Tuğla ve duvar numunelerinin hazırlanışı ve sıva örnekleri Şekil 3' te görülmektedir.

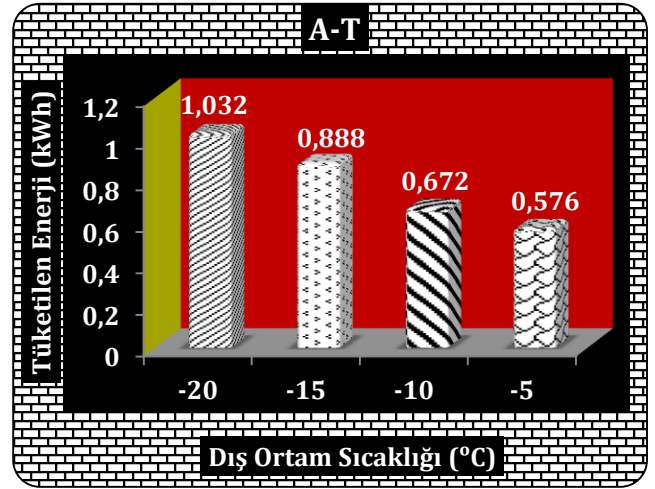


Şekil 3: Duvar İmalatı ve Sıva Uygulaması (Kaya, 2016)

4. Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

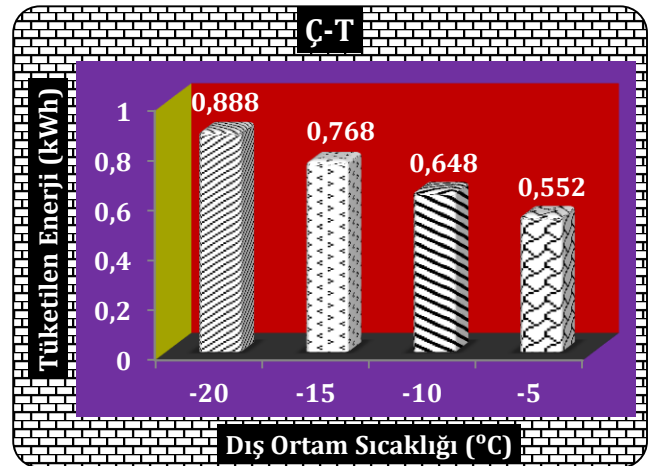
Deney düzeneğine yerleştirilen farklı sıvalı tuğla duvar elemanlarının sabit iç ortam sıcaklığını koruyabilmesi için 24 saat süresince tükettiği elektrik enerjisi miktarı düzenekte bulunan elektrik sayacı yardımıyla belirlenmiştir. Tuğla ile hazırlanan duvarın sadece iç tarafına alçı esaslı sıva uygulamasıyla üretilen numunelerin (A-T) deney sonunda elde edilen değerler Şekil 4' te görülmektedir. Grafik incelendiğinde maksimum ve minimum enerji tüketimleri sırasıyla -20 °C ve -5 °C dış ortam sıcaklıklarında 1.03 ve 0.57 kWh olarak belirlenmiştir. Tek yüzeyi alçı sıva ile kaplı duvar

elamanında enerji kayıpları düşük dış ortam sıcaklıklarında daha yüksek çıkmıştır.



Şekil 4. A-T Numunede Tüketilen Enerji Miktarı

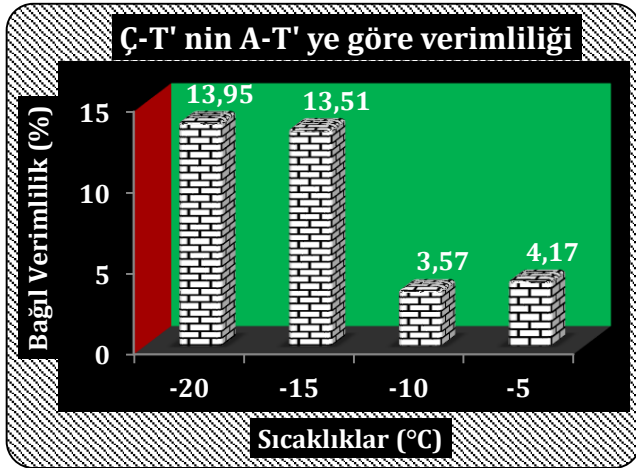
Tuğla ile hazırlanan duvarın sadece iç tarafına çimento esaslı sıva uygulamasıyla üretilen numunelerin (Ç-T) deney sonunda elde edilen enerji tüketim değerleri Şekil 5'te görülmektedir. Enerji tüketim dağılımı incelendiğinde en büyük ve en küçük enerji tüketimleri sırasıyla -20 °C ve -5 °C dış ortam sıcaklıklarında 0.88 ve 0.55 kWh olduğu görülmüştür. Tüketilen bu enerji değerleri düzenek içindeki sabit sıcaklığın korunması için gerekli olan elektrik enerjisi değerleridir.



Şekil 5. Ç-T Numunede Tüketilen Enerji miktarı

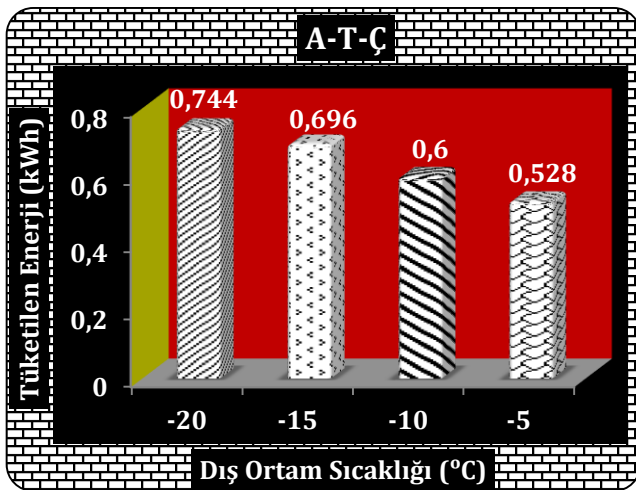
Tuğla duvar ile hazırlanan ve sadece iç sıva uygulanan numunelerdeki enerji tüketim değerleri enerji verimliliği açısından yüzde olarak değerlendirilip Şekil 6'da verilmiştir. Şekil incelendiğinde çimento esaslı sıva numunesinin alçı esaslı numuneye oranla enerji verimliliği açısından sırası ile -20, -15, -10 ve -5°C de %

13,9, % 13,5, % 3,5 ve % 4,1 daha verimli sonuçlar verdiği görülmüştür.



Şekil 6. Ç-T'nin A-T Numunesine Göre Enerji Verimliliği

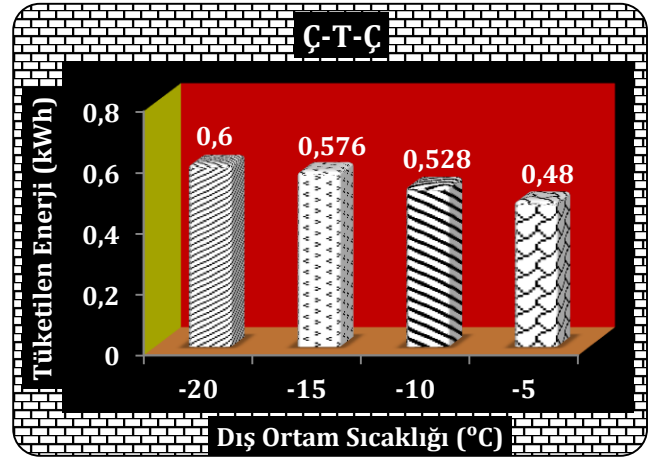
İç - dış sıvalı duvarın, dış sıvasında çimento esaslı ve iç sıva malzemesi olarak alçı kullanılan kompozitlerin (A-T-Ç) deney sonuçları Şekil 7'de görülmektedir. Grafik incelendiğinde maksimum ve minimum enerji tüketimleri sırasıyla -20°C ve -5°C dış ortam sıcaklıklarında 0,744 ve 0,528 kWh enerji tükettikleri görülmektedir. A-T kompozitinin tükettiği enerji ile karşılaştırıldığında -20°C' de dış sıva olarak çimento esaslı seçilmesi durumunda % 28, Ç-T kompoziti ile kıyaslandığında ise % 5 oranında enerji tasarruf edilebileceği görülmüştür.



Şekil 7. A-T-Ç Numunesinde Tüketilen Enerji Miktarı.

Üretilen duvar numunesinin hem iç hem de dış yüzeylerine uygulanan çimento esaslı sıva numunesinin

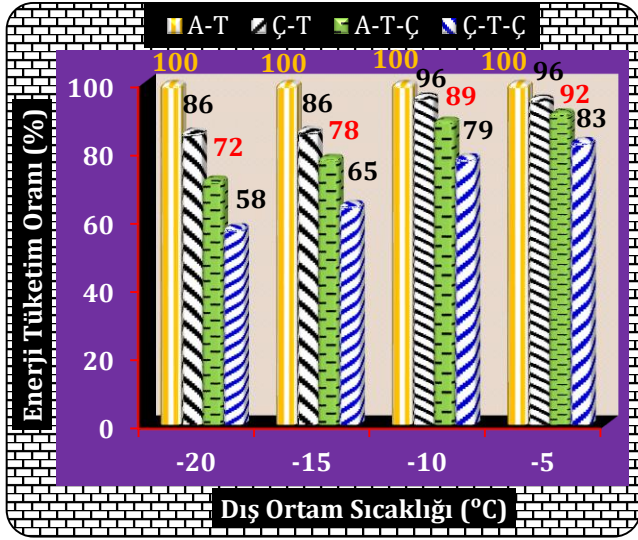
(Ç-T-Ç) deneysel sonuçları Şekil 8'de görülmektedir. Grafik değerleri incelendiğinde maksimum ve minimum enerji kayıpları sırasıyla -20 °C ve -5 °C dış ortam sıcaklıklarında sırasıyla 0,6 ve 0,48 kWh olarak tükettiği görülmüştür. A-T kompozitinin değerleriyle kıyaslandığında -20 °C de dış sıva olarak çimento esaslı uygulanması durumunda % 42, Ç-T kompozitinin değerleriyle kıyaslandığında % 32 ve A-T-Ç kompozitinin değerleriyle kıyaslandığında ise % 20 gibi enerji verimliliği sağlayacağı görülmüştür.



Şekil 8. Ç-T-Ç numunesinde tüketilen enerji miktarı.

Referans olarak A-T ile üretilen numunenin enerji kaybı % 100 alınıp diğer kompozitlerde tüketilen enerji kayıp yüzdeleri belirlenmiştir. Sonuçlar Şekil 9'da görülmektedir.

Grafik incelendiğinde dış ortam sıcaklığının -20°C olduğu durumda Ç-T-Ç kompozitinden % 42, A-T-Ç kompozitinden % 28 ve Ç-T kompozitinden ise % 14 olarak enerji verimliliği sağladığı belirlenmiştir. Numuneler arasındaki enerji tüketim farkının dış ortam sıcaklığının artması ile azaldığı görülmüştür. Numunelerin enerji verimliliği dış ortamın -5°C olması durumunda Ç-T kompozitin % 4, A-T-Ç kompozitin % 8 ve Ç-T-Ç kompozitinin % 17 enerji verimliliği sağladığı görülmüştür.



Şekil 9. Tuğla Duvar ve Sıvalardan Hazırlanan Numunelerde Tüketilen Enerji Oranları

5. Sonuçlar

Laboratuvarda hazırlanan kompozit sıvalı duvar elemanların enerji verimliliğinin deneysel olarak belirlendiği bu çalışmada aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

- Tuğla duvarda sadece iç sıva uygulaması ile kompozitlerin enerji kayıpları incelendiğinde Ç-T kompozitinin enerji verimliliği açısından -5 °C' de % 4 ve -20 °C' de % 14 daha verimli olduğu belirlenmiştir.
- -20 °C'de referans olarak alınan A-T numunesine oranla Ç-T-Ç numunesinin % 42, A-T-Ç numunesi % 28 ve Ç-T numunesinde ise % 14 gibi enerji verimliliği elde edilmiştir.
- Numunelerin maruz kaldığı dış sıcaklığın artması ile kompozitler arasındaki enerji tüketim farkının azaldığı görülmüştür.
- Dış ortam sıcaklığının -5 °C olduğu durumda Ç-T-Ç numunesinin % 17, A-T-Ç numunesinin % 8 ve Ç-T numunesinde ise % 4 gibi enerji verimliliği olduğu görülmüştür.
- Alçı ve çimento esaslı sıvanın 0°C altındaki sıcaklıklardaki performansı incelendiğinde özellikle -20°C'de oluşan alçı sıvanın ısı kayıpları daha yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni olarak düşük sıcaklıklarda alçının termal iletkenlik katsayısında oluşan değişimin daha belirgin olması ve beraberinde ısı kayıplarının özellikle bu sıcaklıklarda artmasının bu davranışta etkisi olduğu düşünülmektedir.
- Sonuç olarak; hazır çimento esaslı sıvanın enerji verimliliği açısından alçı esaslı sıvaya göre daha performanslı olduğu görülmüştür. Ayrıca yapılarda dış sıva uygulanması ile enerji tasarrufu elde edebileceği gibi özellikle betonarme elemanların karbonatlaşma

gibi olumsuz dış etkilere karşı daha kalıcı olacağı da göz önünde bulundurulmalıdır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

- Bolattürk, A. (2006). Determination of Optimum Insulation Thickness for Buildings Walls with Respect to Various Fuels and Climate Zones in Turkey. *Applied Thermal Engineering*, 26, 1301-1309.
- Candan, N. (2007). *Isı Yalıtım Sistemleri Ve Özelliklerinin Karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 145s.
- Erdabak, M. (2011). *Binalarda Isı Yalıtımındaki Eksikliklerin Enerji Tasarrufuna Olan Etkilerinin Uygulamalı Olarak Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 142s.
- http://www.absalci.com.tr/alci_esasli_urunler/yapicalari/abs-siva-alcisi, Erişim Tarihi: 02.07.2015.
- <http://www.zintascimento.com/1982.html>, Erişim Tarihi: 04.07.2015.
- Kaya, T. (2016). *Yapılarda Kullanılan Yalıtım Malzemelerinin Enerji Verimliliği Açısından İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilecik, 66s.
- TS EN 13279-1. (2014). *Yapı ve sıva alçıları - Bölüm 1: Tarifler ve gerekler*. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 22s.
- TS EN 771-1. (2011). *Kagir birimler - Özellikler - Bölüm 1: Kil kâgir birimler (tuğlalar)*. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 66s.
- TS EN 998-1. (2011). *Kagir harcı-özellikler - Bölüm 1: Kaba ve ince sıva harcı*. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 4s.