

## **EPS Kalıplı Betonarme Yapıların, Gazbeton Duvarlı Betonarme Karkas Yapılarla Isı Yalıtımı ve Maliyet Yönünden Karşılaştırılması**

**Kutluğ SAVAŞIR**<sup>1</sup>  
**Fazilet TUĞRUL**<sup>2</sup>

**Konu Başlık No: 2. Çatı ve Cephe Sistemlerinin Performansları**

### **ÖZET**

Türkiye’de çok yaygın olarak kullanılmayan ancak sürdürülebilir mimarlığın değerinin arttığı günümüzde ve gelecek günlerde daha çok uygulama imkânı bulacağı düşünülen “EPS Kalıplı Betonarme Yapılar”, konvansiyonel yapıım sistemleri içinde değerlendirilebilecek “Gazbeton Dolgulu Betonarme Karkas Yapım Sistemi” ile inşa edilen yapılara göre daha fazla ısı yalıtımı yapabilme özelliğine sahiptir.

Bildiri kapsamında, binalarda kullanılan enerji etkin tasarım yöntemlerinin bir çeşidi olan pasif sistemler içindeki 'enerjinin korunumu' ve 'daha az enerji harcanarak daha fazla fayda elde etme' konularına bir örnek olarak "EPS Kalıplı Betonarme Yapılar" tanıtılmaktadır. Ardından "EPS Kalıplı Betonarme Yapım Sistemi" ile günümüzde en sık kullanılan yapıım sistemi olan betonarme karkas yapıım sistemi maliyet ve sağladıkları ısıl performans açılarından birbiriyle karşılaştırılmaktadır. Karşılaştırmayı yapabilmek için basit bir mimari plan şeması geliştirilmiş olup bu plan şemasına uyacak biçimde, her iki yapıım sistemiyle birer adet tek katlı konut inşa edildiği varsayılmaktadır. Bu şartlar altında duvarlarda ve tavanda oluşan ısı kayıpları hesaplanmakta ve bu ısı kayıpları dikkate alınarak duvar ve tavanda alınabilecek önlemler Türkiye'nin dört derece gün bölgesine göre ayrı ayrı belirlenmektedir. Ayrıca her iki yapıım sisteminin kaba inşaat maliyetleri de hesaplanarak, iki yapıım sistemi maliyet ve yalıtım yönünden birbiriyle karşılaştırılmaktadır.

### **ANAHTAR KELİMELER**

Sürdürülebilirlik, Enerji Etkinlik, EPS Kalıplı Betonarme Yapılar, Isı Yalıtımı.

<sup>1</sup> Dr. Kutluğ SAVAŞIR, Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, Tınaztepe Kampüsü Doğuş Cad. No:209 Buca / İzmir, Tel:0.232.301.83.89, Faks:0.232.45329.86, kutlug.savasir@deu.edu.tr

<sup>2</sup> Fazilet TUĞRUL, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, Çayirova Kampüsü İstanbul Cad. 41400 Gebze/ Kocaeli, Faks:0.262.653.8495, ftugrul@gyte.edu.tr

## Giriş

Hızlı ve kontrolsüz nüfus artışı ve endüstrileşmeye bağlı olarak gelişen hızlı kentleşme ve yapılaşma, yeşil alanların giderek azalması, kişi başına düşen enerji ihtiyacının artması, doğal kaynakların sınırsızca ve bilinçsizce tüketilmesi, fosil kökenli enerji kaynaklarının yoğun kullanımı ile; bunun sonucunda oluşan ve küresel boyutta bir sorun haline dönüşen sera gazı salınımlarının artması, küresel ısınma problemi, ozon tabakasının aşınması vb. bir dizi olay ile dünyamız bugün, birçok ekolojik sorunla yüzleşmektedir [1]. İnsanoğlunun neslini devam ettirebilmesi (sürdürebilmesi) için yapması gerekenlerin tümü "sürdürülebilirlik" kapsamında yer almaktadır.

World Watch Institute tarafından yapılan bir araştırmaya göre; yapı endüstrisindeki faaliyetler sonucu dünya ormanlarının 1/4'ü, içme suyunun 1/6'sı, malzemenin 2/5'i kullanılmakta ve malzemelerin kaynaklardan çıkarılması, işlenmesi, paketlenmesi, taşınması sırasında harcanan enerji dışında yapı sektöründe kullanılan enerji miktarı, yıllık enerji tüketimi toplamının % 40'ını oluşturmaktadır [1, 2]. Cebeci'ye ve Erengözgin'e göre ise dünya genelinde üretilen enerjinin %50'si binalarda tüketilmektedir [3, 4]. Bu denli yüksek enerji tüketiminin saptandığı binaların harcayacağı enerji miktarının azaltılması ve harcanan enerjiden tasarruf edilebilmesi amacıyla yeni malzemeler ve yeni yapım sistemleri geliştirilmektedir.

Bildiri kapsamında ele alınan "EPS Kalıplı Betonarme Yapım Sistemi" sürdürülebilir mimari açılarından önemli bir gelişme olarak gözlenmektedir. Genleştirilmiş polistiren sert köpük ifadesi yerine bildiri kapsamında "EPS" (Expanded Polystyrene) kısaltması kullanımı tercih edilmiştir. Bildiride "EPS Kalıplı Betonarme Yapım Sistemi" ile inşa edilmiş tek katlı bir konutun, Türkiye'deki dört farklı derece gün bölgesine göre duvar ve tavanda hesaplanan ısı geçirgenlik katsayıları (U) ve bu konutun kaba yapım maliyeti hesaplanmıştır. Hesaplanan ısı geçirgenlik katsayıları ve kaba yapım maliyeti günümüz Türkiye'sinde çok yaygın olarak kullanılan betonarme karkas yapım sistemiyle inşa edilen aynı plan şemasına sahip konuttan elde edilen ısı geçirgenlik katsayıları ve kaba yapım maliyetleriyle karşılaştırılmaktadır.

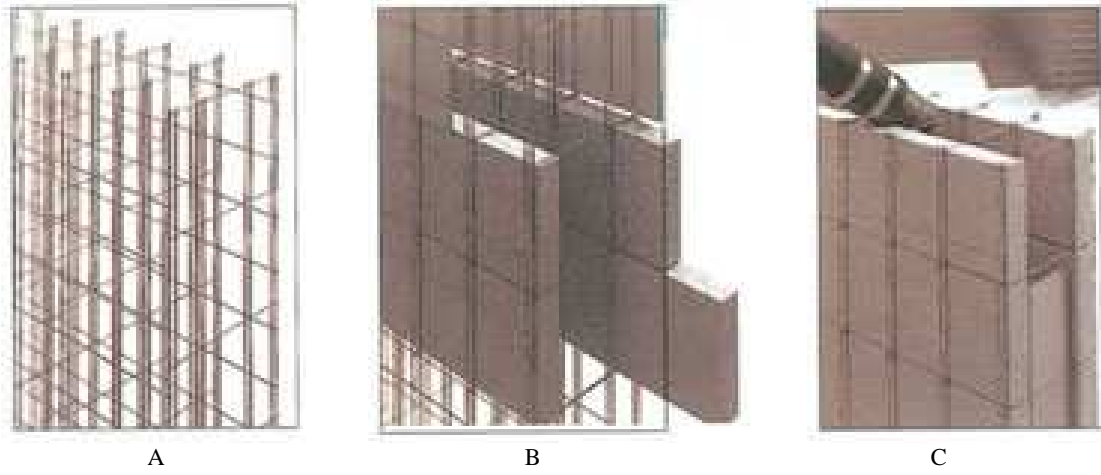
## EPS Kalıplı Betonarme Yapım Sistemi

EPS Kalıplı Betonarme Yapım Sistemi'nde kaba inşaat yapımı sürecinde; taşıyıcı duvarlar, döşemeler ve merdivenler gibi yapı elemanları kullanılmaktadır. Yapım sisteminin ilk elemanı olan duvarlar Şekil 1'de de gösterildiği üzere üç yapı bileşeninden oluşmaktadır. Duvarları oluşturan ilk ana bileşen;  $\varnothing$  2,2 mm. çapındaki galvanize çelik telden oluşan üç boyutlu kafestir (Şekil 1.A). İkinci ana bileşen ise kafesin her iki yanına yerleştirilmiş olan genleştirilmiş polistiren sert köpüklerdir (Şekil 1.B). Duvarı oluşturacak üçüncü ve son yapı bileşeni ise EPS kalıpların arasındaki boşluğa çelik donatının yerleştirilmesinin ardından dökülecek olan betondur (Şekil 1.C). Duvarı oluşturmak için kullanılan çelik tellerin iki görevi bulunmaktadır. Bu görevlerden ilki EPS'yi tutmak, ikincisi de sıvanın tutunacağı yüzeyleri oluşturmaktır. Duvar yapımında kullanılan EPS tabakaların görevi ise dökülecek olan betona kalıp olma vazifesi ve bunun yanı sıra ısı kaçışını engelleme şeklinde sıralanmaktadır.

İlk yapı elemanı olan duvarların yapımı kısaca dört aşamada gerçekleştirilmektedir.

1. Fabrikada galvanizli teller, kaynak makinesi yardımıyla kafes şekline getirip, pencere ve kapı boşlukları çıkarıldıktan sonra içlerine EPS paneller yerleştirilir.
2. Fabrikada hazırlanan EPS yerleştirilmiş galvanizli tel kafesler, şantiyede subasman seviyesine kadar inşa edilmiş, grobetonu hazırlanmış ve taşıyıcı duvarların geleceği yerlerde 60 cm uzunluğunda demir filizlerin bırakıldığı konutun mimari projesine uygun şekilde yerleştirilirler. Yan yana gelen duvar panelleri birbirlerine tellerle birleştirilir ve şakûle alınır (Şekil 2).

3. Statik hesap sonucu elde edilen çap ve uzunluktaki nervürlü demirler, fabrika aşamasında kesilerek hazırlanmakta, şantiyede ise tek sıra veya çift sıra hasır şeklinde, panellerin içine yerleştirilmektedir (Şekil 3). 25 cm'lik duvarlar için minimum donatı; 13cm aralıkla  $\varnothing 8$ 'lik veya 20 cm aralıkla  $\varnothing 10$ 'luk nervürlü demir olmaktadır.
4. Donatının yerleştirilmesinin ardından en az BS20 kalitesindeki hazır beton, panellerin arasındaki 15 cm genişliğindeki boşluğa dökülmektedir (Şekil 3). Sonuçta elde edilen duvarın genişliği sıva payı dahil olmak üzere 25 cm civarındadır.



Şekil 1 Galvanizli tellerin (A) ve EPS köpüklerin yerleştirilmesi (B), beton dökümü (C) [5]



Şekil 2. Duvar panellerinin yerleştirilmesi [5] Şekil 3. Duvarların betonlanması [5]

EPS Kalıplı Betonarme Yapım Sistemi'nin ikinci yapı elemanı döşemelerdir. Döşemelerin hazırlanmasında, duvarda kullanılan aynı üç yapı bileşeni kullanılmaktadır. Ancak duvardan farklı olarak galvanizli tel kafesler döşemenin sadece alt yüzünde bulunmaktadır. Kafeslerin içerisine EPS paneller yerleştirilmiş olup elektrik ve su tesisatı geçirilmesi için döşemede yer yer kanallar bırakılmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Betonlanmış döşeme panelinin kesiti [5]

İkinci yapı elemanı olan döşemelerin yapımı aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmektedir.

1. Döşeme paneli olarak mimari projeye göre hazırlanmış olan 15 cm kalınlığındaki galvanizli tellerden oluşan kafes ve bu kafesin içine yerleştirilen EPS paneller fabrikada birleştirilirler.
2. Döşeme panellerini uygun yerde tutabilmek için ahşap veya metal ızgara şeklinde kalıp hazırlanmalıdır. Betonarme döşemenin altında kullanılan kalıplara göre bu kalıbın yapım süresi yaklaşık %30 daha kısa olmaktadır [5].
3. Fabrikada hazırlanan ve EPS yerleştirilmiş galvanizli tel kafes şantiyedeki ızgaralı kalıpların üzerine yerleştirilir ve duvar panellerine telle birleştirilir (Şekil 5).
4. Statik hesap sonucu elde edilen çapta ve uzunluktaki döşeme donatıları uygun yerlere yerleştirilir.
5. Donatıların yerleştirilmesinden sonra yaklaşık 8 cm kalınlığında döşeme betonu dökülür (Şekil 6). Priz hızlandırıcı kimyasalların kullanılmadığı durumda, “döşeme kalıpları yaklaşık yedi gün beklendikten sonra alınıp[6]”, bölücü duvarların yapımına başlanabilir.
6. Döşeme kalıplarının alınması için geçen süre içinde duvarlara içten 2,5 cm ve dıştan 3 cm kalınlığında 350 kg. dozlu püskürtme sıva uygulanmaktadır. Tavan sıvası olarak 1 cm kalınlığında kireç çimento karışımı harçla sıva yapılmaktadır. Son olarak tavan döşemesi üzerine 2,5 cm kalınlığında 400 Kg dozlu çimentodan şap atılır. Böylece kaba inşaat bitirilmiş olur.



Şekil 5 Döşeme panellerinin hazırlanması [5]



Şekil 6. Döşemenin betonlanması [5]

“EPS Kalıplı Betonarme Yapım Sistemi”nin olumlu yönleri;

- Düşey taşıyıcıların betonarme perde duvarlar olması nedeniyle yanal rijitliğinin yüksek olması,
- EPS panellerin betonu sarıp, betona kalıp görevini yerine getirmesi nedeniyle, betondaki su kaybının azalması, böylece sıcak ve soğuk iklim koşulları altında uygulanabilmesi,
- Yapım süresinin kısalığı,
- Uzman işçi ihtiyacının düşük olması ve az sayıda işçiyle uygulanabilmesi,
- Düz işçilerin yapım sistemini kolaylıkla öğrenebileceği derecede basit olması,
- Kalıp ihtiyacının minimum düzeyde olması,
- EPS panellerin hafif olması, dolayısıyla şantiyedeki yerlerine işçiler tarafından kolayca yerleştirilebilmesi,
- Panel elemanların fabrikada üretiminin kolay ve çabuk olması,
- Fabrikada üretilen modüler yapı bileşenlerinin, kalitesinin kontrol edilebilmesi,
- Nakliye maliyetinin düşük olması,
- Üretim tesislerinin basitliği ve kolayca kurulabilmesi,
- Malzemenin depolanmasının kolay olması,
- Duvar ve döşeme içinden geçirilecek tesisatların kolayca yerleştirilebilmesi,
- Tüm ısı bölgeleri için yeterli ısı yalıtımının sağlanması,
- Yüksek ses yalıtımı ve yangın dayanımı sağlanmasıdır.

“EPS Kalıplı Betonarme Yapım Sistemi”nin olumsuz yönleri;

- Sadece çift yönde sürekli temel sistemiyle inşa edilebildiği için, temel maliyetlerinin tekil temele ve tek yönde sürekli temele göre daha fazla olması,
- Oluşturulan duvarların, diğer yapım sistemlerine göre daha ağır olması,
- Duvarda diğer yapım sistemlerine göre daha fazla miktarda betonun kullanılması,
- EPS köpük panellerin üretim maliyetinin yüksek olması,
- EPS panelleri üretecek fabrikaların ülke geneline yayılmamış olması,
- Yapım sistemi olarak Türkiye’de yaygın kullanılmaması,
- Yıllık üretim kapasitesinin çok yüksek olmaması,
- Duvar içinden geçirilecek elektrik ve su tesisatının yerleştirilme zorluğudur.

## Gazbeton Dolgulu Betonarme Karkas Yapım Sistemi

Karşılaştırmanın yapılacağı ikinci yapım sistemi olarak, Türkiye genelinde kullanımı yaygın olan ve konvansiyonel yapım sistemleri içinde sınıflandırılabilir bir yapım sistemi olarak betonarme karkas yapım sistemi seçilmiştir. Sistemin taşıyıcı elemanları betonarme malzemeli kolon, giriş ve döşemelerdir. Yapının statik analizi yapılarak, gerekli miktarda nervürlü çelik kullanılmıştır. Kolon, giriş ve döşeme betonlarını tutmak için düşeyde ve yatayda yeterli miktarda kalıp kullanılmıştır. Taşıyıcı sistemdeki beton malzeme BS20 kalitesinde hazır betondur. Tavan döşemesi üzerinde 2,5 cm kalınlığında düzeltme betonu kullanılmıştır. İç ve dış duvarlarında ısı ve ses yalıtımını artırmak amacıyla 25 cm kalınlığında gazbeton bloklardan oluşan duvarlar kullanılmıştır. Duvarların dışında 3 cm kalınlığında perlitli çimento ile izolasyon sıvası, içinde ise 2,5 cm kalınlığında 350 Kg. dozlu harçla tek kat serpmeye sıva yapıldığı öngörülmektedir. Tavanda ise 1 cm kalınlığında kireç-çimento karışımı harçla sıvası yapılacağı kabul edilmiştir.

## Isı Yalıtımı Yönünden Karşılaştırma

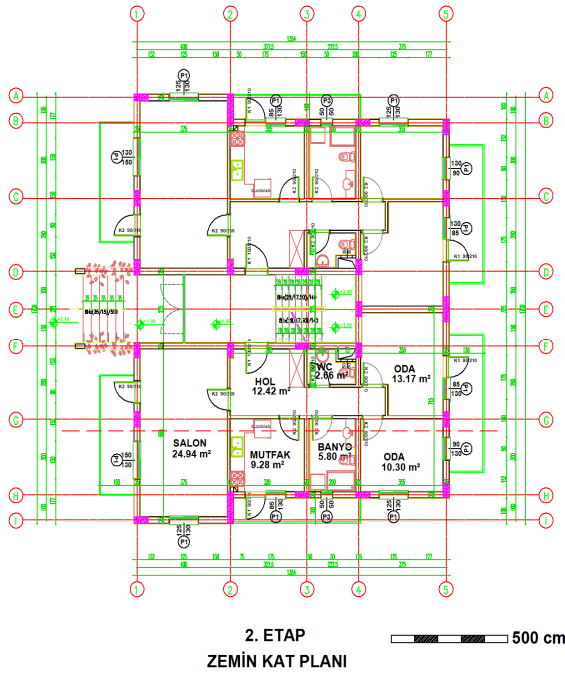
Türkiye, TS 825'e göre dört derece gün bölgesine ayrılmıştır. En sıcak bölge birinci, en soğuk bölge ise dördüncü bölgedir. Tek katlı, basit bir mimari plan şemasına sahip olan bir konutun Türkiye'nin dört farklı derece gün bölgesinde "Gazbeton Dolgulu Betonarme Karkas Yapım Sistemi (Şekil 7)"ne göre ve "EPS Kalıplı Betonarme Yapım Sistemi (Şekil 8)"ne göre inşa edildiği varsayımı altında ısı yalıtımı hesapları yapılmıştır. Duvar ve tavanda oluşan toplam ısıl geçirgenlik katsayısı olan  $U$  ( $W/m^2.K$ ) (1) numaralı formülle hesaplanmaktadır. Bu formüldeki  $R_i$  iç yüzeyin yüzeysel ısı iletim direnci ( $m^2.K/W$ ),  $R_e$  dış yüzeyin yüzeysel ısı iletim direnci ( $m^2.K/W$ ),  $d$  duvar veya tavan döşemesini oluşturan her bir katmanın metre cinsinden kalınlığı ve  $\lambda_h$  ise her bir katmanın ısı iletkenlik hesap değerleri ( $W/m.K$ )'dir [7].

$$U = \frac{1}{R_i + \frac{d_1}{\lambda_{h1}} + \frac{d_2}{\lambda_{h2}} + \Lambda + \frac{d_n}{\lambda_{hn}} + R_e} \quad (1)$$

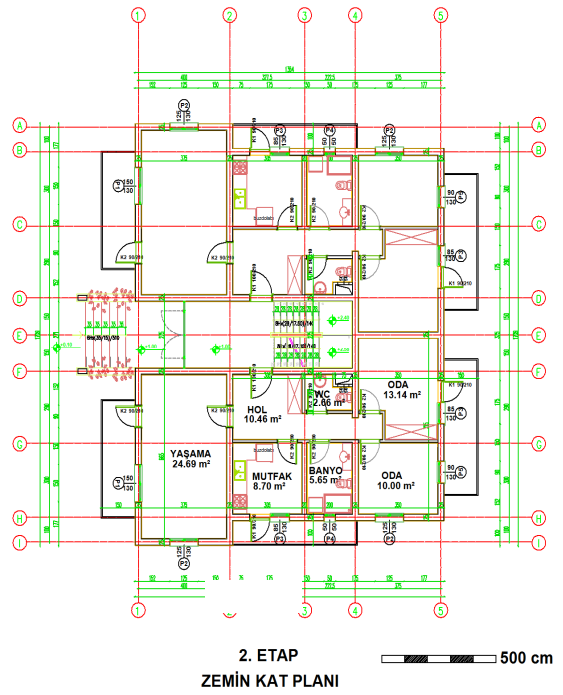
Duvar, kolon-giriş-hatıl ve tavan döşemelerinin sahip olduğu toplam ısıl geçirgenlik katsayıları ( $U$ ) hesaplanmış ve bulunan  $U$  değerleri TS 825'de belirtilen değerlerle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonrasında yeterli ısı yalıtımı yapabilen yapı bileşenlerine fazladan ısı yalıtımı yapılmazken, yetersiz bulunan yapı elemanlarına Tablo 1'de gösterilen kalınlıklarda EPS panellerle yalıtım yapılmalıdır.

Tablo 1. Gerekli ısı yalıtım malzemesi kalınlıklarının, ısı bölgelerine göre değişimi [5]

Yapım Sistemi	Derece Gün Bölgesi	Duvar [cm]	Kolon, kiriş veya hatıl [cm]	Tavan Döşemesi [cm]
Gazbeton Dolgulu Betonarme Karkas Yapım Sistemi	1. Bölge	-	3	8
	2. Bölge	-	6	10
	3. Bölge	3	6	12
	4. Bölge	6	8	16
EPS Kalıplı Betonarme Yapım Sistemi	1. Bölge	-	-	-
	2. Bölge	-	-	-
	3. Bölge	-	-	-
	4. Bölge	-	-	-



Şekil 7. Betonarme Karkas Konut Planı [5]



Şekil 8. EPS Kalıplı Betonarme Konut Planı [5]

Tablo 1 incelendiğinde, çıkarılabilecek sonuçlar şu şekilde sıralanabilir:

- Betonarme karkas yapım sistemi için 25 cm kalınlığındaki gazbeton duvar, dışta 3 cm perlitli sıva ve içte 2 cm çimento harcı sıvayla birlikte duvarda kullanıldığında; 1. ve 2. ısı bölgelerinde yeterli yalıtımı yapmaktadır.
- En kalın ısı yalıtım malzemeleri, tavan döşemelerinde kullanılmakta olup; 2,5 cm şap, 15 cm betonarme döşeme ve 1,5 cm tavan sıvası katmanlarının olduğu betonarme karkas yapım sistemiyle oluşturan tavan döşemesinin ısı yalıtım ihtiyacı, diğer yapım sistemine göre daha fazladır.
- Betonarme karkas yapım sistemi için kolon, kiriş ve hatılarda ısı yalıtımı açısından önlem alınması gerekmektedir.
- EPS kalıplı betonarme yapım sistemi ile inşa edilen konutlarda, duvar ve tavan döşemesi için ayrıca ısı yalıtımı yapılmasına gerek kalmamaktadır. Zira duvarda iki katman olarak kullanılan 3,7 cm ve tavan döşemesinde kullanılan 15 cm kalınlığındaki EPS paneller yeterli ısı yalıtımını sağlamaktadır.

## Kaba Yapım Maliyeti Yönünden Karşılaştırma

Karşılaştırması yapılan her iki yapım sistemi için, önceki bölümlerde açıklanan yapı bileşen ve malzemelerinin kullanıldığı tek katlı konutun kaba yapım maliyetleri, her yıl açıklanan birim fiyat değerlerine [8] göre ve Türkiye'deki dört derece gün bölgesi için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Elde edilen kaba yapım maliyetleri konutun toplam kullanım alanına bölünerek birim alan değerleri elde edilmiş olup bu birim alan değerleri Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2. Kaba yapım birim maliyet değerlerinin ısı bölgelerine göre değişimi [5]

Alternatifler	Gazbeton Dolgulu Betonarme Karkas Yapım Sistemi [TL/m <sup>2</sup> ]	EPS Kalıplı Betonarme Yapım Sistemi [TL/m <sup>2</sup> ]
1. Derece Gün Bölgesi	148,38	148,33
2. Derece Gün Bölgesi	154,58	149,64
3. Derece Gün Bölgesi	159,87	150,96
4. Derece Gün Bölgesi	162,64	150,96

Tablo 2 incelendiğinde, çıkarılabilecek sonuçlar şu şekilde sıralanabilir:

- 1. Derece gün bölgesi için yapılan birim maliyet analizine göre her iki yapım sisteminin de kaba yapım birim maliyetleri neredeyse eşit denilebilecek ölçüde birbirine oldukça yakın çıkmıştır.
- 2. Derece gün bölgesi için yapılan birim maliyet analizlerinde betonarme karkas yapım sistemiyle inşa edilen konutun kaba yapım birim alan maliyetinin EPS kalıplı betonarme yapım sistemine göre % 3,3 daha pahalı olduğu,
- 3. Derece gün bölgesindeki konutta aradaki farkın % 5,9'a çıktığı ve
- 4. Derece gün bölgesindeki konutta ise aradaki kaba yapım maliyet farkının % 7,7 seviyesinde olduğu gözlenmektedir.

## Sonuç

Günümüzde sürdürülebilir mimarlık adına, binalarda kullanmak için yenilenebilir ve temiz enerji elde edilmesi, su toplanmasında ve kullanımında yeni önlemler alınması ve enerji etkin tasarlamayla daha az enerji harcanması gibi pek çok yaklaşım gündemdedir. Dünya genelinde üretilen tüm enerjinin yaklaşık %50'sinin binaların tasarım, yapım ve kullanım aşaması sırasında harcandığının belirlenmesi sonucu bu alanda acil önlem alınması gündeme gelmiştir. Günümüz Türkiye'sinde yaygın olarak kullanılan konut yapım sistemi olan betonarme karkas yapım sistemi yerine, daha az enerjiye gereksinim duyan, ısı konfor açısından daha elverişli mekanların daha düşük maliyetlerle yapılabileceği alternatif yapım sistemlerinin araştırılması bildiri kapsamında irdelenmiştir. Türkiye'de çok yaygın olarak uygulanmayan ancak sürdürülebilirlik açısından konvansiyonel sistemlere nazaran daha olumlu sonuçlar ürettiği gözlenen "EPS Kalıplı Betonarme Yapım Sistemi", betonarme karkas yapım sistemine göre Türkiye'nin dört derece gün bölgesi için sağladığı ısı yalıtım değerleri açısından daha üstün ve kaba inşaat maliyeti yönünden de daha ucuz olduğu belirlenmiştir.

Bu bağlamda yapılan çalışmanın sonunda ulaşılan sonuçlar kısaca şöyle özetlenebilir:

1. EPS Kalıplı Betonarme Yapım Sistemi'yle yapılan konutun duvarlarında Türkiye'nin neresinde olursa olsun ekstra yalıtım malzemesine ihtiyaç duymamaktadır. Oysa ki 25 cm kalınlığındaki gazbeton duvarlı betonarme karkas yapım sistemiyle yapılan konut 3. ve 4. derece ısı bölgelerinde yeterli olmamaktadır.
2. Betonarme karkas yapım sistemindeki kolon, kiriş ve hatılarda meydana gelen ısı kaybı TS 825'de belirtilen değerlerin üzerinde olup derece gün bölgesindeki değişime göre 3 ila 8 cm arasındaki kalınlıklarda yalıtımı gerekli kılmaktadır.

3. EPS Kalıplı Betonarme Yapım Sistemi'yle yapılan konutun tavanında dört derece gün bölgesi için yeterli ısı yalıtımı sağlanmakta olup, betonarme karkas yapım sisteminin tavanında 8 ila 16 cm kalınlığında ısı yalıtım malzemesine ihtiyaç duyulmaktadır.
4. Konutların kaba yapım birim alan değerleri incelendiğinde, EPS kalıplı betonarme yapım sistemi'yle inşa edilen konutun gazbeton duvarlı betonarme karkas yapım sistemiyle inşa edilen konuta nazaran tüm ısı bölgeleri için daha ucuza mal edilebileceği gözlenmektedir.
5. Konutların birim alan maliyetleri arasındaki fark ülkenin soğuk bölgelerine gittikçe artmakta olup I. Derece gün bölgesinde %0; II. Derece gün bölgesinde %3,3; III. Derece gün bölgesinde %5,9 ve IV. Derece gün bölgesinde %7,7 seviyesinde gerçekleşmektedir.

## Kaynaklar

- [1] Şene1, A., (2010). *Sürdürülebilir Bina Yapım İlkelerinin ve Yeni Yaklaşımların İncelenmesi*, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, s: 10.
- [2] The World Watch Institute, (2003). *World Watch Institute Publications: State of the World*. 22 Temmuz 2009, <http://www.worldwatch.org/node/1042>
- [3] Cebeci, N. (2005). *Enerji Tasarrufu ve Mimar*, Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü 4. Yenilenebilir Enerjiler Sempozyumu ve Sanayi Sergisi Bildirisi, İzmir.
- [4] Erengözgin, Ç. (2005). *Enerji Mimarlığı*, Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü 4. Yenilenebilir Enerjiler Sempozyumu ve Sanayi Sergisi Bildiri Özetleri, 47-48.
- [5] Savaşır, K. (2008). *Afet Sonrası Uygulanacak ve Geçiciden Kalıcıya Dönüştürülecek Konut Tasarımları İçin Türkiye Koşullarına Uygun Yapım Sistemlerinin İrdelenmesi*, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, s.105.
- [6] Tezcan, S., Kaptan, K. ve Erkal, A. (2005). *Sismo Yapı Teknolojisi Değerlendirme Raporu*, Ağustos, İstanbul.
- [7] <http://www.izocam.com.tr/izocam/media/teknik-yayinlar/ts-825.pdf>
- [8] <http://www.birimfiyat.net>