

KONUTLARIN ISITMA SEZONUNDA SEÇİLEN İÇ ORTAM SICAKLIK PARAMETRESİNİN ENERJİ-MALİYET-ÇEVRE AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ

Can COŞKUN
Zuhal OKTAY
Mustafa ERTÜRK

ÖZET

Teknolojinin insan yaşantısına girmesiyle birlikte, bireyin konfor ve yaşam standartları büyük oranda yükselmiştir. Sürekli yaşam alanları düşünüldüğünde en önemli konfor unsurlarının başında ısı konforu gelmektedir. Bireyden bireye farklılık göstermekle birlikte ısıtma sezonu için ısı konfor şartı; %50 bağıl nem ve 20 ile 25°C arasında değişen iç ortam sıcaklığı olarak kabul görmektedir. Balıkesir ili ısıtma ihtiyacının karşılanmasında en yaygın biçimde kullanılan üç tip yakıt tipi göz önüne alınarak biri yalıtımlı diğeri yalıtımsız olmak üzere iki bina incelemeye tabi tutulmuştur. Model binalar için konfor sıcaklığının; enerji gereksinimi, ekonomi ve çevre üzerinde ne gibi etkiler yarattığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Kapsamlı analizler ile model binalarda 18 ile 25°C arasında değişen iç ortam sıcaklıklarında gerekli olan ısıtma yükü hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler daha anlaşılır olarak ortaya konması için detaylı olarak grafiklerle sunulmuştur. Tespit edilen ısıtma enerji taleplerinin belirtilen üç yakıt için hangi düzeyde bir maliyetle karşılanabileceği hesaplanmış ve grafiklerle görsel bir biçimde sunulmuştur. Hiç yatırım yapmadan sadece iç ortam sıcaklığındaki alışkanlıklarımızı değiştirerek büyük oranda tasarruf sağlanabileceği ortaya konulmaya çalışılmıştır. Buna en basit bir örnek olarak; iç ortam sıcaklığının 22°C'den 21°C'ye düşürülmesi ile toplamda enerji, maliyet ve emisyon açısından %7'lik bir azalma sağlanabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: İç ortam konfor sıcaklığı, enerji tasarrufu, bina ısıtma enerji maliyetleri, emisyonlar, çevresel faydalar.

ABSTRACT

One of the most important benefits of technology is to help increasing the comfort and living standard of the human beings. Thermal comfort is one of the most important comfort requirements for living place. Ideal thermal comfort condition varies from person to person, but generally it is accepted as 50% for relative humidity and 20-25 °C for indoor temperature. In this study, heating energy requirement, total fuel cost and greenhouse gas emissions are calculated for three common fuels utilized for two model buildings. Effect of thermal comfort temperature on heating energy requirement, total fuel cost and environment is investigated as a detailed shape. Heating loads are determined for various indoor temperatures, from 18 to 25 °C, by using comprehensive analyses and then is demonstrated with graphs. Fuel cost analyses are presented with graphs for natural gas, import and domestic lignite coal to supply determined heating loads. Analysis result show that energy saving can be increased by changing thermal comfort habits without any investment. For instant, total energy requirement, fuel cost and greenhouse gas can be reduced as 7% when the indoor temperature is decreased from 22 C to 21 °C.

Key Words: Indoor comfort temperature, energy saving, building heating energy cost, emission, environmental benefit.

1. GİRİŞ

Artan nüfus ve gelişen teknolojinin etkisiyle enerjiye olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Enerji kaynaklarının sınırlı düzeyde olması, artan bu enerji tüketiminin karşılanmasında büyük güçlükler ortaya çıkarmaktadır. Gelecek dönemlerde fosil enerji kaynaklarının kapasitesinin artırılması konusunda büyük gelişmelerin sağlanamayacağı açıktır. Bu bağlamda iki pratik çözüm üzerinde yoğunlaşılmaktadır. Bunlardan birincisi yenilenebilir enerjinin kullanımının yaygınlaştırılması diğeri ise konfor şartlarından çok büyük oranda vazgeçmeden enerji tüketiminin azaltılmasıdır. Bu çalışmada iç ortam konfor sıcaklıklarındaki değişimin, binalardaki ısıtma enerji tüketiminin üzerine etkisi incelenmiştir. Türkiye için sanayinin ardından konutlardaki enerji tüketimi ikinci sırada yer almaktadır. Konutlarda enerji tasarruf potansiyelindeki geliştirilebilirlik yüksek oranlara ulaşmaktadır. Konutlarda enerjinin etkili ve verimli kullanılması enerji ve ekserji etkin yapıların oluşturulmasıyla sağlanabilir. Binalarda enerji verimliliğinin tek bir disiplinle sağlanamayacağı da açıktır. Binanın tasarlanmasından yapımına kadar olan süreçte yer alan mimarlar, inşaat mühendisleri, makina mühendisleri, elektrik-elektronik mühendisleri ve çevre mühendislerinin bu konuda bilgili ve tecrübeli olmaları şarttır. Ayrıca tasarım aşamasından sonraki süreçte konusunda deneyimli ve sertifikalı teknisyenlere de büyük ihtiyaç duyulmaktadır. Projede yer alan tüm detayın düzgün ve doğru bir biçimde oluşturulması için binanın yapımı sırasında çalışacak olan işçilerin dahi bu duyarlılığa sahip olmaları zorunluluk arz etmektedir. Muhteşem bir projenin, dikkatsiz işçilik ve yanlış bir tesisatla istenen amaçlara ulaşması olanaksızdır. Tüm bu disiplinlerin koordineli çalışmasıyla enerji ve ekserji etkin binalara kavuşulabilir. Yeni tasarlanan enerji ve ekserji etkin yapıların oluşturulma süreci uzun bir emek ve zaman gerektirmektedir. Günümüzde yeni bir bina tasarımından çok mevcut binaların bu bakış açısında iyileştirilmesi daha pratik bir uygulama alanına sahiptir.

Binalarda enerjinin etkin kullanılması bağlamında ilk oluşturulan standart ve yönetmeliklerde ısı kayıpları en düşük düzeye çekilmeye çalışılmıştır. Daha sonrasındaki süreçte HAVAK sistemlerinin verimliliği üzerinde yoğunlaşmıştır. 2000'li yılların başından itibaren mevcut kaynakların gelecek nesillere yetmeyeceği fark edilerek 'sürdürülebilirlik' kavramıyla fosil yakıt kullanımının olabildiğince azaltımı sağlanmaya çalışılmıştır. Bu süreçte sürdürülebilirlik kavramıyla yenilenebilir enerjinin binalarda kullanımı sağlanmaya çalışılmaktadır [1].

Yukarıda bahsedilen süreçle birlikte değerlendirildiğinde binalardaki enerji tüketiminin azaltılması dört başlık altında değerlendirilebilir. (i) Isıtma ve soğutma yüklerinin azaltılması: hem alışkanlıkların değiştirilmesi hem de yalıtım yapılması (ii) Daha verimli ısıtma ve soğutma sistemleri kullanımı; havalandırma ve iklimlendirme tesisatının iyileştirilmesi ve otomasyon sistemlerin kullanılması. (iii) Elektrik tüketiminin azaltılması için daha verimli cihazlar kullanılması. (iv) Binalarda yenilenebilir enerji kullanımının artırılması. Bu çalışmada birinci maddede belirtilen ısıtma yüklerinin azaltılması bağlamında yalıtım yapılmasının ve iç ortam sıcaklığındaki değişimin etkisi kapsamlı bir şekilde incelenmiştir.

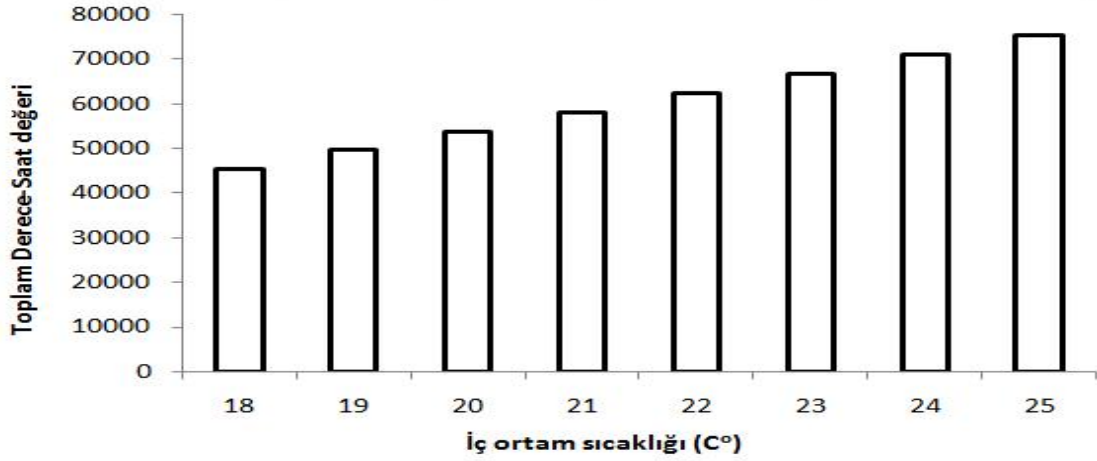
2. ANALİZ

2.1. Derece-saat Değerinin Hesaplanması

Isıtma dönemi toplam ısıtma derece-saat (DS) değeri Eşitlik 1'de verildiği biçimde hesaplanabilir:

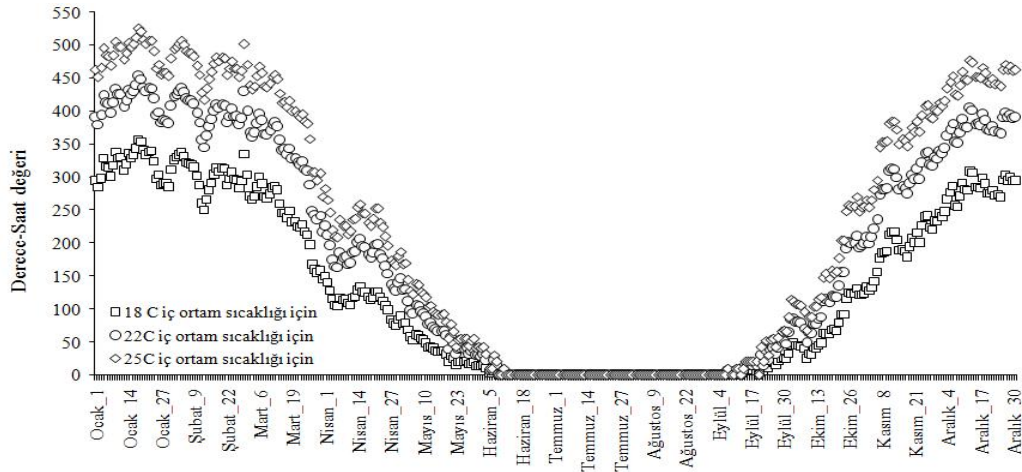
$$DS = \sum_{j=1}^N (T_b - T_o)_j \quad \text{için } (T_b \leq T_o)_j \quad (^\circ\text{C-saat}) \quad (1)$$

Formülde T_o ve T_b sırasıyla dış sıcaklığı ve ısıtma için temel alınan sıcaklığı, N ise temel alınan ısıtma sıcaklığının altındaki saat sayısını ifade etmektedir. Dış sıcaklık ısıtma için temel alınan sıcaklığın altına düştüğünde ısıtma gereksinimi ortaya çıkmaktadır [2]. Bu çalışmada ısıtmanın 15°C ' nin altında başladığı düşünülmüştür. Meteorolojiden alınan 23 senelik dış sıcaklık verilerinin ortalaması alınarak günlük ve saatlik ortalama sıcaklıklar belirlenmiştir. Daha sonra 18 ile 25°C arasındaki iç ortam konfor sıcaklıklarının her biri için ısıtma DS (derece-saat) değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler Şekil 1'de ayrıntılı olarak görülmektedir.



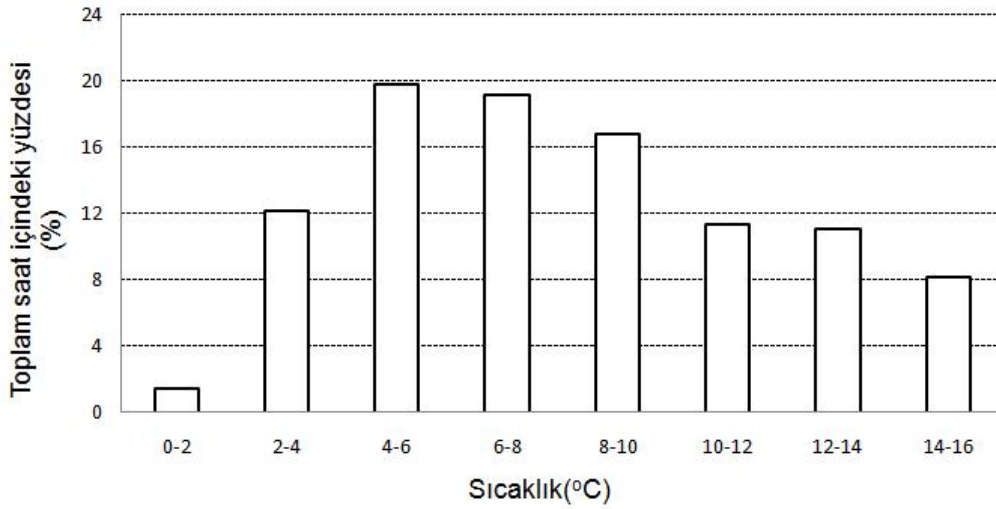
Şekil 1. Farklı İç Konfor Sıcaklıkları İçin Toplam Isıtma DS Değerleri.

Ayrıca, 18 ile 25°C arasındaki iç ortam konfor sıcaklıkları için ısıtma DS (derece-saat) değerlerinin değişimi Şekil 2'de ayrıntılı olarak gösterilmektedir. Şekil 2'den de görüldüğü üzere en soğuk dönem için 18 ile 25°C arasındaki iç ortam konfor sıcaklığında, derece-saat değerleri 350 ile 530 arasında değişiklik göstermektedir.



Şekil 2. Farklı İç Konfor Sıcaklıkları İçin Isıtma DS Değerlerinin Günlük Değişimi.

Balıkesir ili ısıtma döneminde sıcaklıklara bağlı olarak hangi oranda bir değişim olduğu hesaplanarak Şekil 3'de verilmiştir. Şekil 3'den de anlaşılacağı gibi ısıtma döneminde en fazla süreyle görülen sıcaklık aralığı 4-6°C'dir. Bu sıcaklık aralığının, ısıtma dönemi toplam saat içindeki oranı %20'yi bulmaktadır.



Şekil 3. Farklı Dış Sıcaklık Aralıkları İçin Görülme Saati Oranları.

2.2. Güneşten Kaynaklanan Isı Kazancı

Her yönde eşit ve 6 m² pencere alanı olmak üzere toplamda 24 m² pencere alanı için ısıtma döneminde güneş enerjisinden 1902 kWh'lik bir kazanç sağlanabilmektedir. Bu değerler belirlenen bölge için oluşturulmuş veriler doğrultusunda hesaplanmıştır.

2.3. Model Binalar

Çalışmada 100 m² taban alanına sahip biri yalıtımlı diğeri yalıtımsız olmak üzere iki bina model olarak değerlendirilmeye alınmıştır. Model binalar için bileşen yapı özellikleri ve toplam ısı transfer katsayısı Tablo 1'de açık bir şekilde verilmiştir.

Tablo 1. Model Binalar İçin Yapı Özellikleri.

| Eleman Tipleri | Alan (m ²) | U (W/m ² °C) | UA (W/ °C) |
|--|------------------------|-------------------------|------------|
| <i>Dış duvar</i> | | | |
| • 2cm iç sıva + 20 cm Delikli tuğla + 3 cm Polystyrene izolasyon + 3 cm Dış sıva | 96 | 0.65 | 62 |
| <i>Çift camlı pencere</i> | 24 | 3.46 | 83 |
| <i>Çatı</i> | | | |
| • 5 cm Fiberglass izolasyon +15 cm beton + 3 cm sıva | 100 | 0.63 | 63 |
| <i>Taban (10 cm izolasyon)</i> | 100 | 0.40 | 40 |
| | | Toplam UA (W/ °C) | 248 |
| <i>Dış duvar</i> | | | |
| • 2cm iç sıva + 20 cm Delikli tuğla + 3 cm Dış sıva | 96 | 1.50 | 144 |
| <i>Çift camlı pencere</i> | 24 | 3.46 | 83 |
| <i>Çatı</i> | | | |
| • 15 cm beton + 3 cm sıva | 100 | 3.58 | 358 |
| <i>Taban</i> | 100 | 2.10 | 210 |
| | | Toplam UA (W/ °C) | 795 |

2.4. Toplam Yıllık Isıtma Talebi

Model binalar için toplam ısı transfer katsayısı (L) Eşitlik 2 yardımı ile hesaplanmıştır [3].

$$L = \sum_{i=1}^M UA + I(\rho c_p)_{hava} \frac{V}{3600} \quad (W/^\circ C) \quad (2)$$

M terimi, ısının dışarıya kaybedildiği alanları göstermektedir. Bunlar pencereler, dış duvar, tavan ve çatı alanlarıdır. Formüldeki diğer bir kavram olan I ise saatlik hava değişim oranını ifade etmektedir. En genel olarak hava değişim oranı 0.5 ile 2 arasında değişmektedir [4]. Bu çalışmada hava değişim oranı 1 olarak kabul edilmiştir ve havanın hacimsel ısı kapasitesi ($\rho \cdot C_p$) $1200 \text{ Jm}^{-3} \text{ K}^{-1}$ olarak alınmıştır [5]. Tablo 2'de görüleceği üzere L değeri birinci model bina için $348 \text{ W/}^\circ\text{C}$, ikinci bina için ise $895 \text{ W/}^\circ\text{C}$ olarak bulunmuştur.

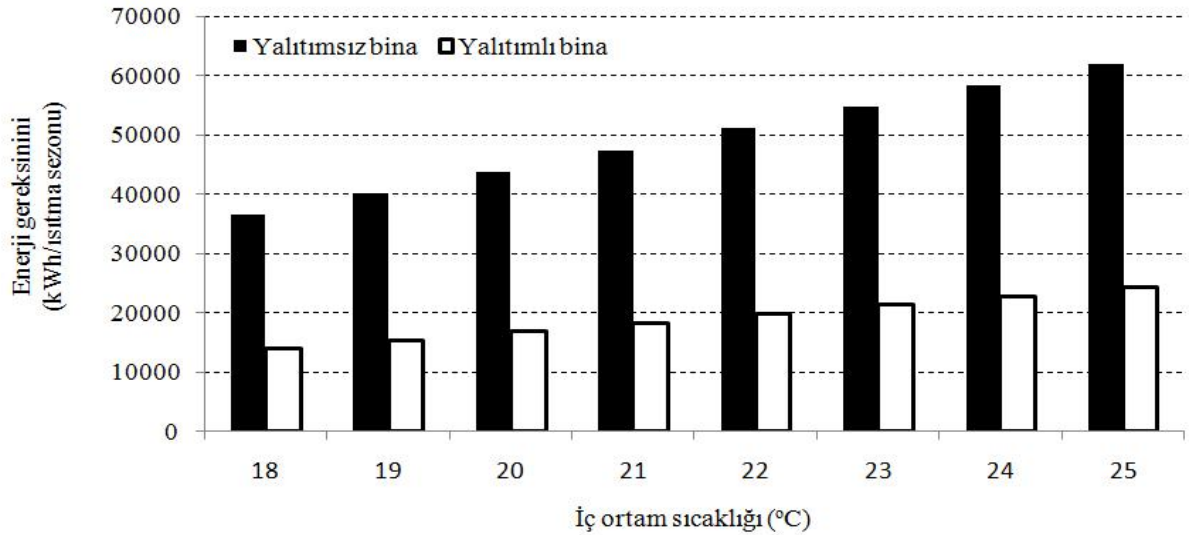
Tablo 2. Model Binalar İçin Toplam Isı Transfer Katsayıları.

| Model binalar | İletimle ısı kaybı katsayısı $\sum_{i=1}^M UA$ ($W/^\circ C$) | Sızıntı ile ısı kaybı katsayısı $I(q c_p)_{hava} \frac{V}{3600}$ ($W/^\circ C$) | Toplam ısı transfer katsayısı L ($W/^\circ C$) |
|---------------|---|---|--|
| Model Bina-I | 248 | 100 | 348 |
| Model Bina-II | 795 | 100 | 895 |

Yıllık enerji talebi Eşitlik 3 yardımı ile hesaplanmıştır:

$$Q_{ısıtma} = L \cdot DS - Q_{güneş} \quad (\text{kWh}) \quad (3)$$

Farklı iç konfor sıcaklıkları için yıllık enerji ihtiyacı Şekil 4'de verilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere ısıtma enerji talebi ısıtma sezonunda yalıtımsız model bina için 35000 kWh ile 60000 kWh arasında, yalıtımlı bina içinse 15000 kWh ile 25000 kWh arasında değişmektedir.



Şekil 4. Yalıtımlı ve Yalıtımsız Bina İçin Farklı İç Konfor Sıcaklıklarında Isıtma Talebinin Değişimi.

2.5. Ekonomik Değerlendirme

Spesifik yakıt tüketimi (f_s) Eşitlik 4 ile bulunabilir [6,7]:

$$f_s = \frac{1}{LHV \cdot \eta} \quad (\text{kg-yakıt / kWh}) \quad (4)$$

Spesifik enerji maliyeti (SEM) Eşitlik 5 ile bulunmuştur:

$$SEM = \frac{BYM}{LHV \cdot \eta} \quad (\text{TL/kWh}) \quad (5)$$

Bu çalışmada değerlendirmeye alınan linyit kömürü, ithal kömür ve doğal gaz için spesifik enerji maliyetleri Tablo 3'de verilmiştir. Isıtma sisteminin veriminin ve yakıtın alt ısıl değerinin sabit olduğu düşünülürse, yakıt birim enerji maliyetinin spesifik enerji maliyeti üzerinde doğrudan bir etkisi bulunmaktadır.

Tablo 3. Yakıt Türlerine Bağlı Olarak Spesifik Enerji Maliyetleri.

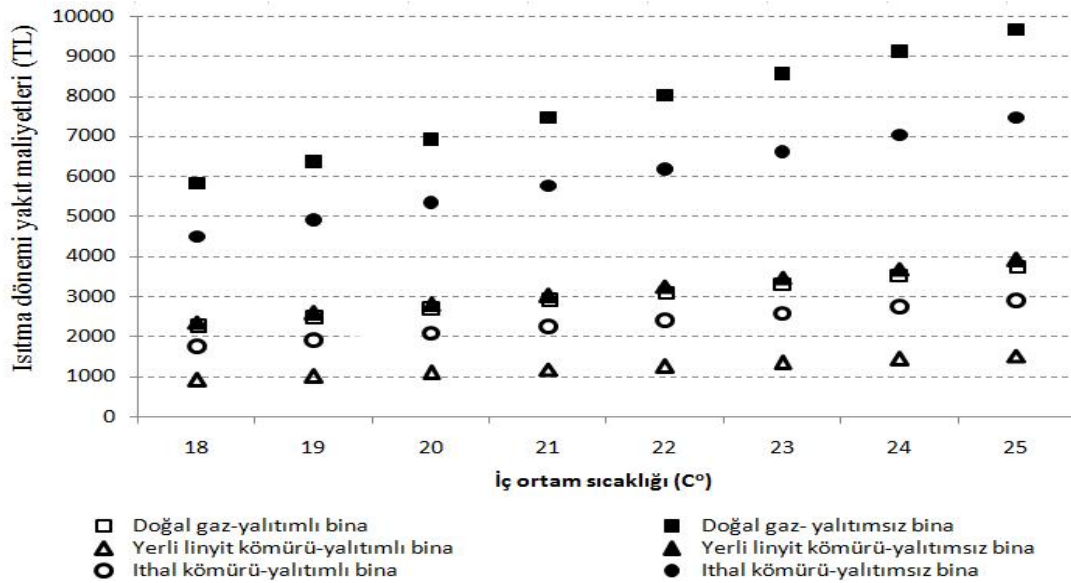
| Yakıt | Birim yakıt maliyeti (BYM) (TL/ kg) | Alt ısıl değer (LHV) (kWh/ kg) | Verim | Spesifik enerji maliyeti (SEM) (TL/kWh) |
|--------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------|---|
| Soma linyit kömürü | 0.2030 | 5.39 | 0.65 | 5.79×10^{-2} |
| İthal kömür | 0.5847 | 8.14 | 0.65 | 11.05×10^{-2} |
| Doğal gaz | 1.2786 | 9.59 | 0.93 | 14.33×10^{-2} |

Yıllık toplam yakıt tüketimi (F) ve ısıtma sezonu yakıt maliyetleri Eşitlik 6-7 yardımı ile bulunmuştur.

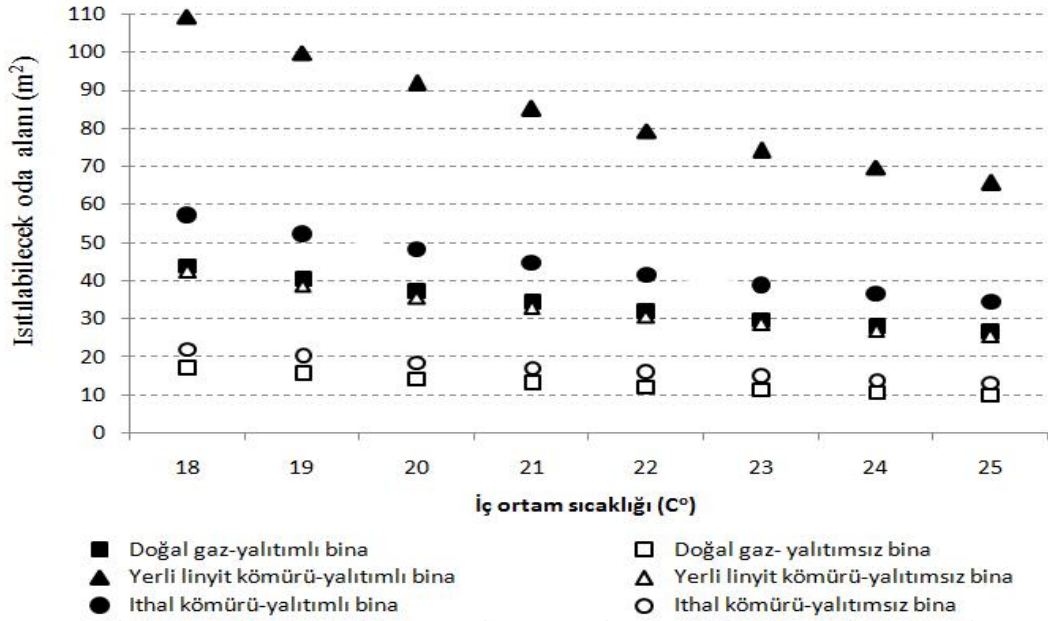
$$F = \frac{Q_{ısıtma}}{\eta \cdot LHV} = f_s \cdot Q_{ısıtma} \quad (\text{kg-yakıt/ısıtma sezonu}) \quad (6)$$

$$IYM = F \cdot BYM = Q_{ısıtma} \cdot SEM \quad (\text{TL/ısıtma sezonu}) \quad (7)$$

Eşitlik 7'deki BYM; birim yakıt maliyetini ifade etmektedir.



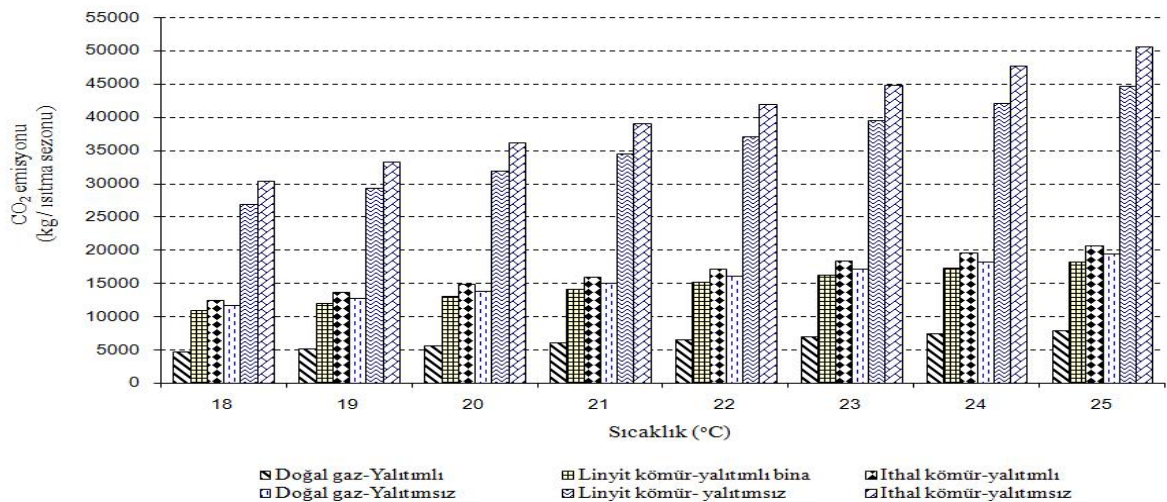
Şekil 5. Model Binalar İçin Farklı Yakıtlarla Kış Dönemi Isıtma Maliyeti.



Şekil 6. 1000 TL İle Farklı Yakıtlarla Isıtılabilecek Oda Alanı.

3. ÇEVRESEL ETKİLER

1991'de Rio'da, 1997'de Kyoto'da ve 2001'de Johannesburg'taki Birleşmiş Milletler Konferansı esnasında tanımlanan kurallara uymak çevre korunmasında bize düşen en önemli görevlerden biri haline gelmiştir. Enerjinin; üretimi, dönüşümü, taşınması, değişimi ve tüketilmesi çevrede bazı olumsuzluklara neden olmakla ve bu durum çevreye negatif olarak yansımaktadır. Yakma sistemlerinde yanma sonrası çevreye zararlı emisyonlar oluşmaktadır. Bu emisyonlardan sera gazı oluşumuna en fazla etkisi olanı CO₂ gazıdır. Zararlı emisyonlar linyit kömürü için yüksek düzeyde olurken doğal gaz da ise nispeten daha düşük düzeydedir. Çalışmada göze alınan üç yakıt türü için iki model binanın ısıtılmasıyla çevreye bırakılacak olan CO₂ miktarı bulunmuş ve belirlenen CO₂ emisyon değerleri Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Farklı İç Konfor Sıcaklıkları ve Yakıt Türlerine Bağlı Olarak Emisyonların Değişimi.

SONUÇ

25-18°C sıcaklık aralığında ortalama olarak her 1°C'lik sıcaklık değişiminde yakıt maliyetlerinde ve çevreye bırakılan CO₂ emisyonlarında yaklaşık %7'lik bir değişim olmaktadır. Belirtilen sıcaklık aralığında oluşan kesin değişimler Tablo 3'de kolay anlaşılır bir şekilde ortaya konmaya çalışılmıştır. Tablo 3'de değişimin negatif değerde olması ele alınan değerde azalma, pozitif değerde olması artma olduğunu göstermektedir. Balıkesir iklim koşulları düşünüldüğünde dış ortam sıcaklıkları 0°C'nin altına çoğunlukla düşmemektedir. Bu nedenle iç ortam sıcaklıklarındaki 1-2°C fark bile büyük etkiler oluşturabilmektedir. Bu etkinin nisbeten daha soğuk bölgeler için düşük olması olasıdır.

Konfor ortamını bozmadan iç ortam sıcaklığını yaşam alışkanlıklarımızda yapacağımız ufak düzenlemelerle; aile bütçesine, ülke ekonomisine, ülkenin enerji bağımlılığının azaltılmasına ve çevre-hava kirliliğinden dolayı oluşan küresel ısınmanın azaltılmasına katkıda bulunabiliriz. Ufak gibi görünen ve pek fazla önemsenmeyen bu tedbirler sonuçta büyük etkiler oluşturacaktır.

Tablo 3. İç Ortam Sıcaklığındaki Değişime Bağlı Olarak Enerji Gereksinimi, Yakıt Maliyeti ve CO₂ Emisyonundaki Değişimin Yüzde Miktarları.

| Değişim (%) [*] | Mevcut iç ortam sıcaklığı | | | | | | | |
|--------------------------|---------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 18°C | 19°C | 20°C | 21°C | 22°C | 23°C | 24°C | 25°C |
| 18°C | | -8,6 | -15,9 | -22,1 | -27,4 | -32,1 | -36,2 | -39,8 |
| 19°C | 9,5 | | -8,0 | -14,7 | -20,6 | -25,7 | -30,2 | -34,1 |
| 20°C | 18,9 | 8,6 | | -7,4 | -13,7 | -19,3 | -24,1 | -28,4 |
| 21°C | 28,4 | 17,3 | 8,0 | | -6,9 | -12,8 | -18,1 | -22,8 |
| 22°C | 37,8 | 25,9 | 15,9 | 7,4 | | -6,4 | -12,1 | -17,1 |
| 23°C | 47,3 | 34,6 | 23,9 | 14,7 | 6,9 | | -6,0 | -11,4 |
| 24°C | 56,7 | 43,2 | 31,8 | 22,1 | 13,7 | 6,4 | | -5,7 |
| 25°C | 66,2 | 51,8 | 39,8 | 29,5 | 20,6 | 12,8 | 6,0 | |

^{*}Değişimin negatif değerde olması ele alınan değerde azalma, pozitif değerde olması artma olduğunu gösterir.

SEMBOLLER

| | |
|------------------------|---|
| <i>BYM</i> | Birim yakıt maliyeti (TL/kg-yakıt) |
| <i>DS</i> | Derece-saat |
| <i>F</i> | Isıtma sezonu toplam yakıt tüketimi (kg-yakıt/ısıtma sezonu) |
| <i>f_s</i> | Spesifik yakıt tüketimi (kg-yakıt/kWh) |
| <i>L</i> | Toplam ısı transfer katsayısı (W/°C) |
| <i>LHV</i> | Yakıtın alt ısı değeri (kWh/kg-yakıt) |
| <i>SEM</i> | Spesifik enerji maliyeti (TL/kWh) |
| <i>IYM</i> | Isıtma sezonu yakıt maliyeti (TL/ısıtma sezonu) |
| <i>T_o</i> | Dış ortam sıcaklığı (°C) |
| <i>T_b</i> | Isıtma için temel alınan sıcaklık (°C) |
| <i>N</i> | Temel ısıtma sıcaklığının altındaki toplam saat süresi (saat) |
| <i>U</i> | Isıl iletkenlik (W/m ² °C) |
| <i>A</i> | Isı transferi alanı (m ²) |
| <i>ρ</i> | Özgül ağırlık (kg/m ³) |
| <i>C_p</i> | Özgül ısı kapasitesi (J/kg K) |
| <i>ρ.C_p</i> | Havanın hacimsel ısı kapasitesi (J/m ³ K) |

| | |
|--------------|---|
| V | Isıtılacak mekan hacmi (m ³) |
| M | Isı kaybının olduğu alan (m ²) |
| I | Saatlik hava değişim oranı (hava değişimi/saat) |
| $Q_{ısıtma}$ | Isıtma yükü (kWh) |
| $Q_{güneş}$ | Güneşten kaynaklanan ısı kazancı (kWh) |
| η | Yakma sisteminin verimi |

KAYNAKLAR

- [1] ARISOY, A., “Yenilenebilir Enerjinin Binalarda Kullanımı”, TTMD Eskişehir çalıştay, Şubat 2009.
- [2] BUYUKALACA, O., BULUT, H. ve YILMAZ, T., “Analysis of variable-base heating and cooling degree-days for Turkey”. *Appl Energy* 69: 269–83, 2001.
- [3] KAYNAKLI, O., “A study on residential heating energy requirement and optimum insulation thickness”. *Renewable Energy* 33: 1164–1172, 2008.
- [4] DURMAYAZ, A., KADIOGLU, M.ve SEN, Z., “An application of the degree-hours method to estimate the residential heating energy requirement and fuel consumption in Istanbul”. *Energy* 25:1245–1256, 2000.
- [5] ASHRAE handbook fundamentals. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc., 1997.
- [6] DAGDAS, A., “A heat exchanger optimization for geothermal district heating systems fuel saving approach”, *Renewable Energy* 32: 1020–1032, 2007.
- [7] ZHU, J. ve ZHANG, W., “Optimization design of plate heat exchangers (PHE) for geothermal district heating systems”, *Geothermics* 33: 337–347, 2004.

ÖZGEÇMİŞ

Can COŞKUN

1982 yılı Erzincan doğumludur. 2005 yılında Çukurova Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Balıkesir Üniversitesinden 2007 yılında Yüksek Mühendis unvanını almıştır. 2009 yılı itibariyle Balıkesir Üniversitesinde doktora eğitimine devam etmektedir. Aynı üniversitede 2006 yılından bu yana Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır. Yenilenebilir enerji ve ısı transferi konularında çalışmaktadır. Özel ilgi alanları arasında ekstrem sporlar da bulunmaktadır.

Zuhal OKTAY

1970 yılı Ankara doğumludur. 1991 yılında Balıkesir Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünü dönem birincisi olarak bitirmiştir. Aynı üniversiteden 1994 yılında Yüksek Mühendis ve 1999 yılında Doktor unvanını almıştır. 1994-1999 yılları arasında Balıkesir Üniversitesinde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmıştır. 2000-2006 yılları arasında Balıkesir Üniversitesinde Yrd. Doç. Dr. olarak görev yapmıştır. 2006 yılından bu yana aynı üniversitede Doçent olarak görev yapmaktadır. 2002 yılından bu yana EİE tarafından verilen Sertifikalı Enerji Yöneticisi olarak çalışmaktadır. Isıl sistemlerin enerjetik ve ekserjetik analizi konusunda yurtdışında birçok projede görev almıştır. Yenilenebilir enerji, yakma sistemleri, enerji-ekserji analizi ve kurutma konularında çalışmaktadır.

Mustafa ERTÜRK

1965 Afyon doğumludur.1987 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makina Eğitimi Tesisat Ana Bilim Dalından mezun olmuştur. 1998 yılında Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi Bölümünden yüksek lisans derecesini aldı. 6 Nisan 1998'de Balıkesir Meslek Yüksekokulu İklimlendirme ve Soğutma Programında öğretim görevlisi olarak çalışmaya başladı. 2002 yılından bu güne ek görev olarak Teknik Programlar Bölüm Başkan Yardımcılığını da yürütmektedir. Soğutma, Havalandırma, İklimlendirme, Isıtma, Güneş enerjisi, Doğal gaz, uzaktan e-öğretim ve Lisans-Ön lisans düzeyinde soğutma, iklimlendirme, tesisat alanlarına yönelik eğitim cihazlarının tasarımı, projelendirilmesi ve imalatı konuların da çalışmaktadır. 2007 yılında makine mühendisliği enerji anabilim dalında doktora eğitimine başlamıştır. 7 adet uluslararası sempozyum bildirisi, 8 adet ulusal sempozyum bildirisi, 3 adet poster bildiri, 2 adet ulusal hakemli dergilerde makale, 2 adet hakemsiz dergilerde, 5 adet kendi alanıyla ilgili seminer sunumu, 6 adet proje tasarımı ile uluslararası fuara katılma, 6 adet basılmamış ders notu bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji alanında çalışmaktadır. İngilizce bilmektedir.