

DENİZLİ'DE BİR BİNANIN FARKLI YAKIT TÜRLERİNE GÖRE YAKIT MALİYETİ VE CO₂ EMİSYON MİKTARININ BELİRLENMESİ

Hilmi Yazıcı *, Mehmet Akçay, Salih Özer

ÖZET

Bina ısıtmasında kullanılacak olan yakıtın hem ucuz hem de çevreye en az emisyon yayan bir yakıt olması istenir. Bu çalışmada, Denizli İli Merkez İlçesi Karaman Mahallesi konut ve iş yeri olarak inşa edilen bir binanın dış ortam sıcaklığı -6 °C alınarak yıllık ısı ihtiyacını karşılayacak doğalgaz, kömür, motorin ve fuel oil miktarları belirlenmiş, yakıt cinsine göre belirlenen yakıt miktarları kullanılarak yıllık yakıt maliyeti ve karbon dioksit (CO₂) emisyon miktarı hesaplanmıştır. Çalışma sonunda, binanın yıllık ısı ihtiyacını karşılamak için kullanılacak olan en uygun yakıtın doğalgaz olduğu görülmüştür. Doğalgaza göre kömür, motorin ve fuel oil yıllık yakıt maliyetlerindeki değişim oranı sırası ile; % 10.5, % 447 ve % 273.8 artış olarak hesaplanmıştır. Doğalgazın yıllık CO₂ emisyon miktarının, kömür, motorin ve fuel oil emisyon miktarlarına göre sırası ile; % 51.6, 26.7 ve 36.4 daha az olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Merkezi ısıtma, fosil yakıtlar, yakıt maliyeti, CO₂ emisyonu

FUEL COST AND CO₂ EMISSION QUANTITY DETERMINATION WITH DIFFERENT FUEL TYPES FOR A BUILDING IN DENİZLİ

ABSTRACT

It wants a fuel of both cheap and least emissions emitting to the environment for used to the residence heating. In this study, for a building, which is built as residential and workplace in Karaman District of Central County in Denizli City, natural gas, coal, diesel and fuel oil quantities of corresponding of annual heating requirement as ambient temperature is estimated -6 °C, were determined. As used to fuel quantities determined according to the type of fuel, annual fuel cost and carbon dioxide (CO₂) emissions quantities are calculated. At the end of study, for annual heating requirement of building, it was saw that natural gas is the most appropriate fuel. According to natural gas, change rate of annual fuel cost of coal, diesel and fuel oil are calculated 10.5%, 273.8%, and 447% increase, respectively. The amount of the annual CO₂ emissions of natural gas, as coal, diesel and fuel oil, were determined to be less 51.6% 26.7 and 36.4, respectively

Keywords : Central heating, fossil fuels, fuel cost, CO₂ emission

* Pamukkale Üniversitesi, E-posta: hyazici@pau.edu.tr

1. Giriş

Şehirleşmenin ve hızlı nüfus artışının yoğun olarak yaşandığı günümüzde, konutlarda toplu olarak yaşayan birey sayısı da artmıştır. Konutlarda yaşayan insanların hayatlarını rahat bir şekilde sürdürebilmeleri için temel ihtiyaçlara gereksinim duyulmaktadır. Özellikle soğuk ve kış aylarında ısınma en önemli ihtiyaçlardan biridir. Konutlardaki ısınma ihtiyaçlarını karşılama biçimleri bireysel veya merkezi ısıtma şeklinde olabilir. Bir konuttaki bütün dairelerin tek bir merkezden ısıtılmasına merkezi ısıtma denilmektedir.

Yaklaşık on yıl öncesine kadar İstanbul ve Ankara gibi büyük şehirlerin dışındaki şehirlerde merkezi ısıtmada çoğunlukla kullanılan yakıt; kömür, fuel-oil ve motorindi. Günümüzde ise, doğalgaz hatlarının döşenmesi ile birçok ilimizde merkezi ısıtmada doğalgaz kullanımı tercih edilmektedir. 2007 yılsonu itibari ile Denizli ili de doğalgaz kullanan iller arasına katılmıştır. Günümüzde, Denizli il merkezinde ısınma amacı ile doğalgazın yanı sıra diğer yakıtlar da kullanılmaktadır.

Bina ısıtmasında kullanılacak olan yakıtın hem ucuz hem de çevreye en az emisyon yayan bir yakıt olması istenir. Konutlarda ya ısıtma sistemine göre yakıt seçilmektedir ya da yakıt çeşidine göre ısıtma sistemi tasarlanmaktadır. Bireysel ısıtma sistemlerinde katı yakıt, doğalgaz ve fuel oil kullanılmaktadır. Bireysel sistemden bölgesel sisteme gittikçe katı yakıt kullanımı durumunda yatırım ve genel giderlerde azalma ortaya çıkmaktadır. Isıtma sistemlerinin seçimi, kullanılan yakıt ve bina tipleri dikkate alınarak yapılır (Karakoç, 2001). Bir ısıtma sisteminde yakıt tercihi yaparken yakıtın maliyeti ve emisyon değerleri göz önüne alınmalıdır. Yakıt maliyeti ve çevreye salınan emisyonlar açısından merkezi ısıtma sisteminde kullanılan yakıtın cinsi de önemlidir.

Song (2000), yaptığı çalışmada, ısıtma sistemlerini toplam enerji sistemi açısından incelemiş ve gerçek yakıt maliyetlerini hesaplamıştır. Ayrıca bu sistemleri, çevreye yaydıkları zararlı emisyon açısından da incelemiştir. Psomopoulos vd. (2010) yapı sektöründeki enerji tasarrufu ve CO₂ emisyonu azatılımı ile ilgili hesaplamada şebeke kayıplarının ne kadar önemli olduğu hakkında bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda, CO₂ emisyon hesabında düşük ve orta voltajdaki elektrik şebekesi göz önünde bulundurulduğunda bina bağlantı tiplerinin kayıpları etkilemeyeceğini ifade etmişlerdir.

Eşiyok (2006), yapmış olduğu çalışmada Türkiye'deki tipik binaların enerji tüketimini ve enerji performanslarını incelemiştir. Yapılan çalışmada, farklı bölgelerden üç şehirde dört farklı bina tipi seçilmiş, TRNSYS simülasyon programı kullanarak bu binaların enerji tüketimi ve ısı konforlarını analiz etmiştir. Çalışma sonunda, Türkiye'de mevcut sistemlerin iyileştirilmesi ve yeni enerji stratejilerinin uygulanması ile ısıtma ve soğutmada %50-80 arasında tasarruf sağlanabileceğini belirtmiştir.

Tthyholt ve Hestnes (2008), bölgesel ısıtma alanlarındaki düşük ısıtma enerjisine ihtiyaç duyan binalar için CO₂ emisyon ve elektrik arz güvenliği analizi yapmışlardır ve Norveç bölgesel ısıtma sistemleri için modeller sunmuşlardır. Ayrıca yaptıkları çalışmada CO₂ emisyonları ile ilgili hesaplamalar yapmışlardır. Yapılan hesaplamalarda, bölgesel ısıtmadan kaynaklanan CO₂ emisyonlarının düşük ısıtma enerjili ve elektrikle ısıtılan binalardan kaynaklanan CO₂ miktarından daha az olduğunu saptamışlardır.

Bina ısı ihtiyacı ve yakıt tüketimi tahminlerinden yararlanarak bir ısıtma mevsimi süresince İstanbul'da ortaya çıkan CO₂ emisyonları hesaplanmıştır. Çalışma esnasında en iyi (çift cam

PAY % 20, I=0.5 HDS) ve en kötü (tek cam PAY % 50, I=2 HDS) olarak isimlendirilen iki farklı inşaat koşulları için elde edilen sonuçların karşılaştırılması yapılmıştır. Isıtma amacıyla sadece doğalgaz kullanılması halinde farklı inşaat ve kullanım koşullarında İstanbul'da yıllık CO₂ emisyonlarının 3.5-19.1 Mt (milyon ton) aralığında değişen bir değerde olduğu saptanmıştır. Ayrıca, en kötü diye nitelendirilen inşaat koşullarında CO₂ emisyonlarının diğerinin yaklaşık olarak üç katı olduğu belirlenmiştir (Kadioğlu ve Durmayaz, 2002).

Yakıt miktarı binanın yıllık ısı ihtiyacına göre belirlenir. Binanın TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları'na (1999) göre yıllık ısı ihtiyacı; binanın bulunduğu ilin coğrafi konumuna, ısıtma sezonundaki dış ortam sıcaklığına, bina yapı bileşenlerine, binanın yüksekliğine ve konumuna bağlıdır. Denizli ili 2. iklim bölgesinde bulunmaktadır (Karakoç, 2001). Bu çalışmada, 2. iklim bölgesinde bulunan Denizli İli Merkez İlçesi Karaman Mahallesi konut ve iş yeri olarak inşa edilen bir binanın dış ortam sıcaklığı -6 °C alınarak TS 825'e göre hesaplanmış yıllık ısı ihtiyacını karşılayacak doğalgaz, kömür, motorin ve fuel oil miktarları belirlenmiştir. Yakıt cinsine göre belirlenen yakıt miktarları kullanılarak yıllık yakıt maliyeti ve CO₂ emisyon miktarı hesaplanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, Denizli ilinde yapımı henüz tamamlanmış olan bir bina incelenmiştir. İnşaatı tamamlanan binada henüz oturulmamaktadır. Seçilen bina örneği Denizli ilinde son zamanlarda gaz beton kullanılarak yapılan binalar için tipik bir örnektir. Son zamanlarda gaz betonun kullanım amacı; bu yapı bileşeninin ısı iletim katsayısının (0.19 W/mK) geleneksel olarak kullanılan tuğladan (0.45 W/mK) (Gürel ve Cingiz, 2011) daha düşük oluşudur. Bu nedenle, ısı kaybını azaltmak için gaz beton kullanımı tercih edilmiştir.

2.1. Binanın Özellikleri

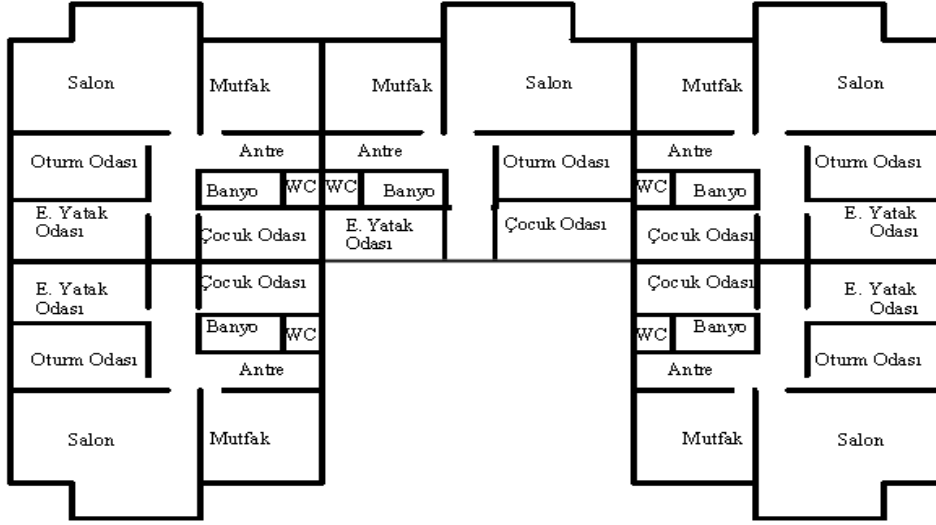
TS 825'e göre dış ortam sıcaklığı -6 °C alınarak ısı yükü hesaplanmış binanın dış görünümü Şekil 1'de verilmiştir. Binanın uzunlamasına kuzey-güney yönündedir ve ön cephesi güneye bakmaktadır. Bina Denizli İli Merkez İlçesi Karaman Mahallesi konut ve iş yeri olarak inşa edilmiştir.



Şekil 1. Isı yükü hesaplanmış binanın dış görünümü

Denizli ilinde faaliyet gösteren Yılmaz Mühendislik ve Müşavirlik Şirketi tarafından TS 825'e göre ısı kaybı hesaplanan binada 20 daire, 1 işyeri ve 2 hobi salonu bulunmaktadır. Hobi

salonları bodrum katta, iş yeri ise zemin katta bulunmaktadır. İş yerinin büyük bir kısmı cam ile kaplıdır. Isı kaybı hesabı yapılan binanın normal kat planı Şekil 2’de verilmiştir.

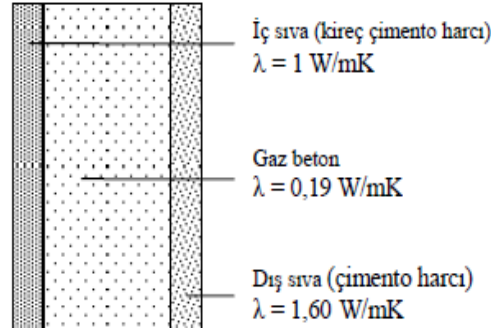


Şekil 2. Binanın normal kat planı

Tablo 1. Bina Bilgileri

<i>Durum</i>	<i>Özellik</i>
İl	Denizli
Binanın ısı bölgesi	2. Bölge
Hesaba alınacak dış sıcaklık	-6 °C
Bina durumu	Ayrık nizam
Bina kullanım amacı	Konut + İşyeri
Kat adedi	5 (1 bodrum, 1 zemin ve 3 normal kat)
Binanın statik yapısı	Betonarme karkas
Bina eni	25.90 m
Bina boyu	27.85 m
Bina yüksekliği	16.00 m
Kat yüksekliği	2.80 m
Pencereler	Plastik doğrama çift camlı
Dış kapılar	Metal ısı yalıtımlı
Çatı durumu	Üzeri kullanılmayan çatı

Bina dış kabuğunda yalıtım malzemesi kullanılmamıştır ve en dışta sıva bulunmaktadır. Dış duvarlar 20 cm kalınlığında gaz beton ile yapılmış, gaz betonun iç yüzeyi kireç çimento harcı ile sıvanmış ve gaz betonun dış yüzeyi ise 2 cm kalınlığında sadece çimento harçlı sıva ile sıvanmıştır. Bina dış duvarlarının kesiti Şekil 3’te gösterilmiştir. Şekil 3’te gösterilen gaz beton duvarın bileşenlerinin ısı iletim katsayıları; iç sıva 1 W/mK, gaz beton 0.19 W/mK ve dış sıva 1.6 W/mK’dir. Gaz beton duvarda, iç yüzey sıcaklıkları uygun olduğundan küf oluşturma riski yoktur ve yoğunlaşma görülmemiştir. Yapı bileşeni TS 825’e uygundur.



Şekil 3. Bina dış duvarlarının kesiti

Binanın bodrum katı dış duvarlarının bir kısmı toprak ile temas etmektedir. Binanın ısı kaybeden alanları Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'deki bütün değerlerin birimi m², yalnızca toplam bina hacminin birimi m³'tür.

Tablo 2. Binanın ısı kaybeden alanları

<i>Isı Kaybeden Alanlar</i>		<i>m²</i>
Dış Havaya Açık Duvar Alanı	Dolgu duvar	950
	Kolon	80
	Kiriş	215
Toprağa Temas Eden Duvar Alanı	Dolgu duvar	50
	Betonarme (kolon-kiriş)	
Isıtılmayan İç Ortama Bitişik Duvar Alanı	Dolgu duvar	102
	Kolon	13
	Kiriş	20
Tavan Alanı	Üzeri Açık	-
	Çatılı	393.18
Taban Alanı	Toprağa temas eden	165.7
	İç ortama bitişik (zemin kat)	143.76
	Açık geçit üzeri	61.72
Pencere Alanı	Toplam	195.45
Kapı Alanı	Toplam	130.07
Alan	Toplam	2541.88
Hacim (m ³)	Toplam	6150

Bu çalışmadaki analizlerde kullanılacak olan, TS 825'e göre hesaplanan yıllık gerçek ısı ihtiyacı $Q_{yıl} = 1\ 982\ 539\ 800$ kJ'dür. Yıllık ısı ihtiyacına bağlı olarak doğalgaz, kömür, motorin ve fuel-oil kullanılması durumlarında yıllık yakıt miktarı hesaplanmıştır. Hesaplanan yakıt miktarları göz önünde bulundurularak her yakıt için yıllık yakıt maliyeti ve CO₂ emisyon değerleri hesaplanmıştır. Hesaplama sonuçları tablo ve grafikler halinde verilmiştir.

2.2. Yıllık Yakıt Tüketimi ve Maliyet Hesabı

Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı, ısıtma sezonu boyunca binanın sürekli rejimde (19 °C iç ortam sıcaklığında) olduğu haldeki enerji ihtiyacıdır. Binaların düşük kapasitede kullanıldığı ve hiç kullanılmadığı zamanlarda ısıtma sisteminin kontrollü çalıştırılmasıyla da önemli bir enerji tasarrufu sağlanır. Binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacına göre yıllık yakıt tüketimi (1) nolu eşitlikten hesaplanır (Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları, 1992).

$$B_y = \frac{Q_{yıl}}{H_u \cdot \eta_k} \quad [1]$$

(1) nolu eşitlikte H_u terimi kullanılan yakıtın alt ısı değerini ifade etmektedir, η_k ise kazan verimini göstermektedir. Bu çalışmada yakıt olarak; doğalgaz, linyit kömürü (kısırakdere), motorin ve fuel-oil (kalorifer yakıtı) kullanılmıştır. Tablo 3'te bazı yakıt türlerinin alt ısı değerleri, birim fiyatları ve kalorifer kazanı verim değerleri verilmiştir.

Tablo 3. Bazı yakıt türlerinin alt ısı değerleri, birim fiyatları ve kalorifer kazanı verimleri

<i>Yakıt Türü</i>	<i>Yakıtın Alt Isıl Değeri</i>	<i>Kazan Verimi</i>	<i>Birim Fiyatı</i>
Doğalgaz	34526.2 kJ/m ³	0.92	0.61 ¹ m ³ /TL
Linyit kömürü (Kısırakdere)	19451.8 kJ/kg	0.85	0.34 ² kg/TL
Motorin	42921.3 kJ/kg	0.90	3.93 ³ kg/TL
Fuel oil	40594.5 kJ/kg	0.90	2.54 ⁴ kg/TL

¹: Denizli kentgaz 2011 fiyatları

²: Denizli kömür ofisi 2011 fiyatları

^{3,4}: Denizli opet istasyonu 2011 fiyatları

Kazan verimi tayin edilirken anma kapasitesi ve kazanın tam yükte çalışması belirleyici bir kriterdir. Yıllık yakıt sarfiyatını hesaplariken ısıtma sisteminin verimi olarak kabul edilen ortalama kazan verimi bir miktar hata payı içerir. Çalışmada bu hata payı ihmal edilmiştir.

Isıtma sistemlerinde de maliyet analizi çok önemlidir. Çünkü özellikle soğuk iklimlerde ısınma için ciddi bir bütçe ayrılmaktadır. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacına göre yıllık yakıt maliyeti aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır;

$$M_y = B_y \times C_{fyak} \quad [2]$$

Bu eşitlikte, M_y : Yıllık yakıt maliyeti B_y : Yıllık yakıt miktarı (m³) ve C_{fyak} : Yakıt birim fiyatı, doğalgaz için TL/m³, kömür, motorin ve fuel-oil için ise TL/kg'dır.

2.3. Emisyon Hesabı

Isıtma tesisatında kullanılan yakıtların yanması sonucu açığa çıkan atık gazların % 85'ini CO₂, % 15'lik kısmını ise kükürtdioksit (SO₂), karbonmonoksit (CO) partikül madde (PM₁₀ ve PM_{2.5}), azot oksit bileşikleri (NO_x) gibi emisyonlar oluşturmaktadır. Ancak, CO₂ harici diğer emisyon değerlerinin yüzdelik oranları küçük olduğu için hesaplamalarda genel yaklaşım olarak CO₂ emisyonu dikkate alınmaktadır. 5 Aralık 2008 tarihinde ve 27075 sayılı Resmi

Gazetede yayınlanan Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğinde, binaların yıllık CO₂ emisyonunu sınırlandırılmış ve kullanılan enerji kaynağına (yakıt türüne) bağlı olarak, nihai enerji tüketimi sonucu açığa çıkan CO₂ miktarının belirlenmesi için dönüşüm katsayıları (FSEG) verilmiştir. Binanın net enerji tüketimine bağlı olarak kullanılan yakıt cinsine göre yıllık CO₂ emisyon miktarı yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacına göre (3) nolu eşitlikten hesaplanır (Gökçen, 2008; Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, 2008).

$$SEGM_y = 0,278 \times 10^3 \times B_y \times H_u \times FSEG \quad [3]$$

Burada,

SEGM_y: Yıllık CO₂ emisyon miktarı (kg eşd.CO₂), FSEG: Yakıt cinsine göre CO₂ emisyonu dönüşüm katsayısıdır (kg eşd.CO₂ /kWh). Hesaplamalarda kullanılan yakıt türlerinin FSEG (CO₂) dönüşüm katsayıları Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Hesaplamalarda kullanılan yakıt türlerinin FSEG (CO₂) dönüşüm katsayıları (Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, 2008).

<i>Yakıt Türü</i>	<i>FSEG (CO₂) Dönüşüm Katsayısı (kg Eşd.CO₂/kWh)</i>
Doğalgaz	0.234
Linyit kömürü	0.433
Fuel-oil	0.330
Diğer fosil yakıtlar (motorin)	0.320

3. Bulgular

Ülkemizde binalar, farklı ısı kaynakları kullanılarak ısıtılmaktadır. Isıtma amacı ile kullanılan başlıca yakıtlar; doğalgaz, kömür, motorin ve fuel-oil olarak sıralanabilir. Bu çalışmada, Bu çalışmada, Denizli İli Merkez İlçesi Karaman Mahallesi konut ve iş yeri olarak inşa edilen bir binanın dış ortam sıcaklığı -6 °C alınarak yıllık ısı ihtiyacını karşılayacak doğalgaz, kömür, motorin ve fuel-oil miktarları belirlenmiş, yakıt cinsine göre belirlenen yakıt miktarları kullanılarak yıllık yakıt maliyeti ve karbon dioksit (CO₂) emisyon miktarı hesaplanmıştır.

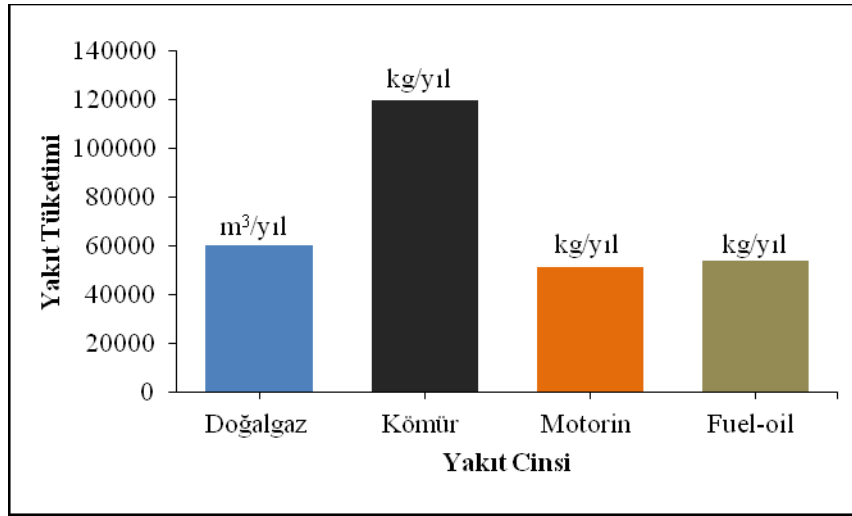
Yıllık maliyet hesabında kullanılan yakıtların alt ısıl değerleri ve kazan verimleri Tablo 3’ten alınmıştır. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacına göre maliyet hesaplamaları yapılmıştır. Yakıt cinsine göre yıllık yakıt tüketimi ve yakıt maliyeti Tablo 5’te verilmiştir. Yakıt cinsine göre yıllık yakıt tüketim miktarı grafiksel olarak Şekil 4’te, yakıt maliyeti ise Şekil 5’te verilmiştir.

Tablo 5’e göre, göre yıllık yakıt tüketimi kg bazında en yüksek, kömür kullanılması durumunda 119906.6 kg, en düşük yakıt tüketimi ise motorin kullanılması durumunda 51322.4 kg hesaplanmıştır. Binanın yıllık ısıtılması için en fazla tüketilen yakıtın kömür olduğu görülmüştür. Kömürün en fazla tüketilen yakıt olmasının nedeni, kömürün alt ısıl değerinin diğer üç yakıt çeşidinden daha düşük olmasıdır.

Tablo 5. Yıllık yakıt tüketimi ve yakıt maliyeti

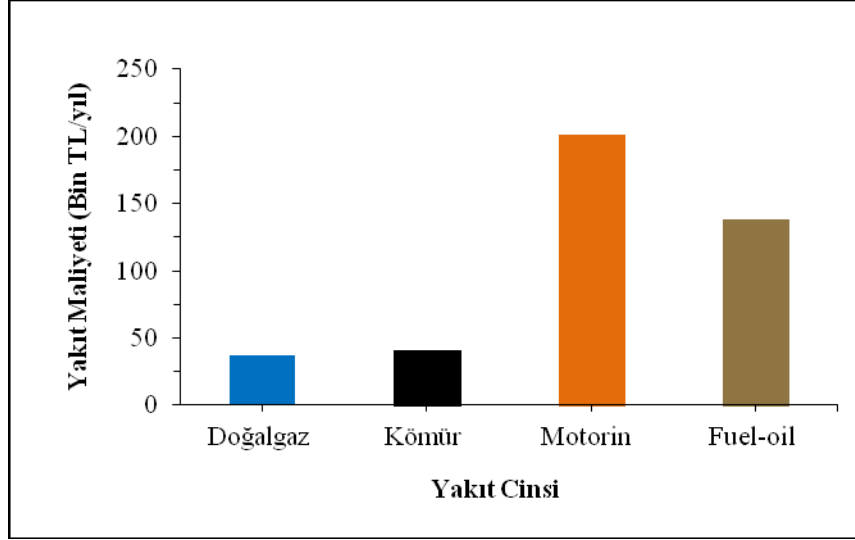
<i>Yakıt Cinsi</i>	<i>Yakıt tüketimi</i>	<i>Maliyet (TL)</i>
Doğalgaz	60443.5 m ³	36870.5
Kömür	119906.6 kg	40768.3
Motorin	51322.4 kg	201696.8
Fuel-oil	54264.1 kg	137830.7

Binanın yıllık gerçek ısı ihtiyacı göz önünde bulundurulduğunda kg bazında yıllık yakıt tüketiminin en az motorinde çıkmasının nedeni, motorinin alt ısı değerinin diğer yakıtlara göre yüksek olmasıdır.



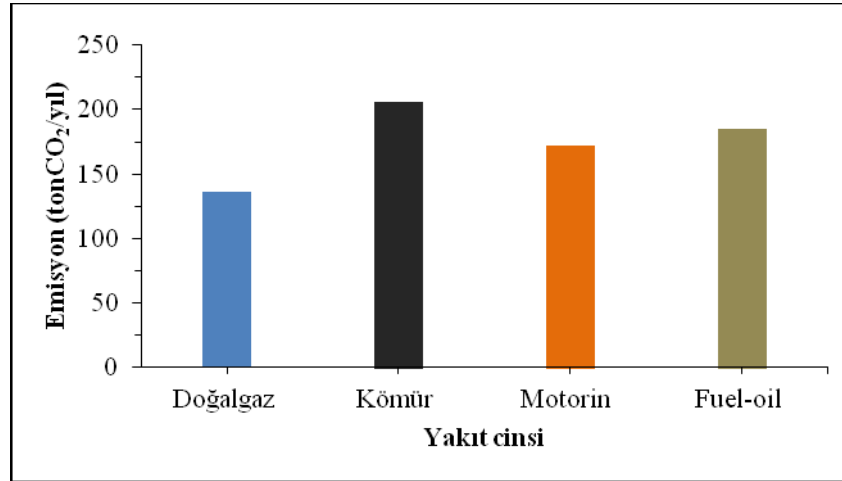
Şekil 4. Yıllık yakıt tüketim miktarının yakıt cinsine göre değişimi

Yıllık yakıt maliyetleri incelendiğinde Şekil 5'e göre en az yıllık yakıt maliyeti doğalgazda 36870.5 TL, en yüksek yıllık yakıt maliyeti ise motorinde 201696.8 TL olduğu görülmüştür. Motorinin en yüksek çıkmasının nedeni kg fiyatının en yüksek olmasıdır. Doğalgaza göre diğer yakıtların yıllık yakıt maliyetinde değişim; kömürde % 10.5 artış, motorinde % 447 artış, fuel-oil de ise % 273.8' dir. Motorin ve fuel oil fiyatlarındaki aşırı artış, bu yakıtların birim fiyatlarının fazla olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 5. Yıllık yakıt maliyetinin yakıt cinsine göre değişimi

Dört farklı yakıt (doğalgaz, kömür, motorin, fuel-oil) için hesaplanan yıllık CO₂ emisyonu Şekil 6’da verilmiştir. Şekil 6’ya göre en yüksek CO₂ salınım değeri kömür yakılması durumunda 280760.3 kg eşdeğerinde CO₂, en düşük CO₂ salınım değeri ise doğalgazda 135756 kg eşdeğerinde CO₂ olarak hesaplanmıştır. Yakıt olarak doğalgaz kullanılması durumunda CO₂ emisyonundaki azalma; motorine göre % 26.7 fuel oile göre % 36.4 ve kömüre göre ise % 51.6’ dır.



Şekil 6. Yakıt cinsine bağlı olarak yıllık emisyon miktarları

4. Sonuç

Her konuda paranın, rekabetin önemli olduğu dünyamızda enerji tüketiminde dikkat etmemiz gereken en önemli nokta; kullanılan enerji kaynağının çevreye olan etkisidir. Yanma sonucunda atmosfere verilen gazların zaman içerisinde atmosferdeki yoğunluğunun artması nedeniyle, sera gazı etkisi olarak da bilinen ve dünyanın ısınmasına, su kaynaklarının yok olmasına, en önemlisi bitiyor diye endişelendiğimiz ve yerine yenilerini aradığımız enerji kaynaklarının bitmesini dahi göremeyecek kadar dünya yaşamını kısıltacak olmasıdır.

Enerji ihtiyacının büyük bir kısmını ithal eden ülkemizin öncelikli politikası birim enerji tüketimini azalmak olmalıdır. Bu itibarla enerji tüketiminde dışa bağımlılığı azaltacak ve çevreyi daha az kirletecek çözüm metotlarının geliştirilmesi zorunludur. Bu çalışmada seçilen örnek binanın dört farklı yakıt kullanılması sonucu yakıt tüketimi, CO₂ emisyonu ve maliyetler irdelenmiştir.

Yaptığımız çalışmada en ekonomik yakıt doğalgaz ikinci ekonomik yakıt ise linyit kömürü'dür. Linyit kömürü maliyeti ile doğalgaz maliyeti birbirine yakın değerler olurken, fuel-oil ve motorin kullanılması durumunda yakıt maliyeti iki kattan daha fazla artmaktadır.

Yapılan çalışma sonucu, incelenen bina için yıllık yakıt tüketim miktarı; 60443.5 m³ doğalgaz, 119906.9 kg kömür, 51322.4 kg motorin ve 54264.1 kg fuel oil'dir. Yakma sisteminin verimleri de göz önünde bulundurularak binanın yıllık gerçek ısı ihtiyacını karşılamak için en düşük yıllık yakıt miktarı motorin kullanılması durumunda gerçekleşmiştir. Yıllık yakıt maliyetleri hesaplandığında en düşük yakıt maliyeti doğalgazda olduğu görülmüştür. Bunun nedeni doğalgazın birim fiyatının diğer yakıtların birim fiyatından çok düşük olmasıdır. CO₂ emisyonları incelendiğinde ise en düşük emisyon doğalgaz yakılması durumunda, en yüksek emisyon ise kömür yakılması durumunda gerçekleşmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda, doğalgazın bina ısı ihtiyacını karşılamak amacıyla kullanımının kömür, motorin ve fuel oil'e göre en ucuz olduğu, ayrıca diğer üç yakıtta çevreye en az emisyon yayan yakıt olduğu görülmüştür. Bu sebeple bina ısıtmasında doğalgaz kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Buna bağlı olarak doğalgaz fiyatlarında aşırı artışa gidilmemeli ve doğalgaz kullanımının maliyet açısından tercih edilir bir yakıt olması sağlanmalıdır.

Literatürdeki çalışmalarda genel olarak emisyon miktarları yalıtım kalınlığına göre hesaplanmıştır (Dombaycı, 2007; Çakmanus, 2007). Ancak, mevcut binaların büyük çoğunluğu literatürde belirtilen yalıtım kalınlıklarına göre yapılmadığı görülmüştür. Yalıtım kalınlığı her coğrafi bölgeye göre ve duvar çeşidine göre (sandviç veya gaz beton) değişmektedir. Gölcü vd (2006), Denizlideki binalarda ısıtma için farklı enerji kaynakları (ithal kömür ve fuel oil) kullanıldığında, sandviç tipi dış duvar için optimum yalıtım kalınlıkları, enerji tasarrufları ile geri ödeme sürelerini hesaplamışlardır. Enerji kaynağı olarak kömür kullanıldığında; optimum yalıtım kalınlığını ve yıllık tasarruf miktarlarını sırası ile 0.048 m ve % 42 olarak hesaplamışlardır. Dış duvar alanı için (yalıtım malzemesi olarak taş yünü kullanılmıştır) yıllık ısıtma maliyetini 16.15 TL/m² olarak saptamışlardır.

Yapılan çalışma, denizli ilinde bulunan tipik gaz beton duvarlı binalar için farklı yakıt türlerine göre yıllık ısıtma maliyeti hakkında bilgilendirici ve yol gösterici olabilecektir. Ayrıca, bulunan sonuçlar göz önüne alınarak Denizli için gaz beton kullanımı durumunda optimum yalıtım kalınlığı hesaplamasına yardımcı olabilir.

Teşekkür

Çalışmaya katkılarından dolayı Yılmaz Mühendislik ve Müşavirlik Şirketi'ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, Resmi Gazete, 2008

Çakmanus I., (2007) “Renovation of existing office buildings in regard to energy economy:An example from Ankara, Turkey”, Building and Environment 42:1348–1357

Dombaycı Ö.A., (2007) “The environmental impact of optimum insulation thickness for external walls of buildings”, Building and Environment 42:3855–3859

Eşiyok U., (2006). “Energy Consumption and Thermal Performance of Typical Residential Buildings in Turkey, Faculty of Building” (Civil Engineering and Architecture) University of Dortmund, Doctorate Thesis, Dortmund, Germany

Gökçen G., Yaman M.C., Akın S., Aytaş B., Poyraz M., Kala M.E., Toksoy M., (2008). “Konutlarda enerji performansı standart değerlendirme metodu (Kep-sdm) için geliştirilen enerji sertifikalandırma yazılımı”, 9. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 411–422, İstanbul

Gölcü M., Dombaycı M., Abalı M., “Denizli için optimum kalınlığının enerji tasarrufuna etkisi ve sonuçları”, Gazi Ünv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 21, No 4, 639-644, 2006

Gürel A.E., Cingiz Z., “Farklı Dış Duvar yapıları için optimum ısı yalıtım kalınlığı tespitinin ekonomik analizi”, SAÜ. Fen Bilimleri Dergisi, 15. Cilt, 1. Sayı, s.75-81, 2011

Kadıoğlu M., Durmayaz A., “İstanbul'da Binalardaki Isınma Amaçlı Yakıt Tüketiminden Kaynaklanan Karbon Dioksit Emisyonları”, Tesisat Mühendisliği, Sayı:6Z sayfa:34-43, 2002

Karakoç H., “Kalorifer Tesisatı Hesabı”, Demirdöküm Teknik Yayınları No: 1, Genişletilmiş 3. Baskı, Bursa, 2001

Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları, Makine Mühendisleri Odası, 44:127, 1992

Psomopoulos C.S., Skoula I., Karras C., Chatzimpiros A., Chionidis M., (2010). “Electricity Savings And CO₂ Emissions Reduction In Buildings Sector: How Important The Network Losses Are in The Calculation?”, Energy 35:485-490

Song Z.P., (2000). “Total Energy Systems Analysis of Heating”, Energy, 25:807-822

Thyholt M., Hestnes A.G., (2008). “Heat Supply to Low-Energy Buildings in District Heating Areas Analyses of CO₂ Emissions and Electricity Supply Security”, Energy and Buildings 40 131–139

TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, 14 Haziran 1999 Tarih ve 23725 Sayılı Resmi Gazete geliştirilen sistem içerisinde yer alan video kayıt