

**GİRESUN İLİNDE KULLANILAN YAKITLARIN TÜRLERİNE GÖRE
ÇEVREYE OLAN ETKİLERİNİN VE MALİYETLERİNİN ANALİZİ**

Cem Yaşar İPİN

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Makine Eğitimi Anabilim Dalında

Yüksek Lisans Tezi

Olarak Hazırlanmıştır

**KARABÜK
Ocak 2009**

KABUL:

Cem Yaşar İPİN tarafından hazırlanan "GİRESUN İLİNDE KULLANILAN YAKITLARIN TÜRLERİNE GÖRE ÇEVREYE OLAN ETKİLERİNİN VE MALİYETLERİNİN ANALİZİ" başlıklı bu tezin Yüksek Lisans/Doktora tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Ünvanı, Adı ve Soyadı

Yrd. Doç.Dr. Metin KAYA

Tez Danışmanı, Makine Eğitimi Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Makine Eğitimi Anabilim Dalında. Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 30 / 01 / 2009

Unvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

Başkan: Prof. Dr. Etem Sait ÖZ (KBÜ)

Üye : Doç Dr. Mustafa BOZ (KBÜ)

Üye : Y. Doç. Dr. Metin KAYA (KBÜ)

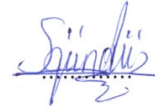
İmzası



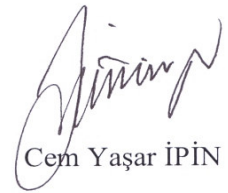
Tarih 30 / 01 /2009

Bu tez ile KBÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır

Doç. Dr. Süleyman GÜNDÜZ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”


Cem Yaşar İPİN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

GİRESUN İLİNDE KULLANILAN YAKITLARIN TÜRLERİNE GÖRE ÇEVREYE OLAN ETKİLERİNİN VE MALİYETLERİNİN ANALİZİ

Cem Yaşar İPİN

**Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Eğitimi Anabilim Dalı**

Tez Danışmanı:

Yrd. Doç. Dr. Metin KAYA

Ocak 2009, 56 sayfa

Bu çalışmada; çok yakında doğalgaz kullanımına geçecek olan Giresun ilinde, ısıtmada kullanılan yakıtların çevresel etkilerinin yarattığı sonuçlar irdelenmiş, maliyetler açısından avantaj ve dezavantajları doğalgaz ile karşılaştırılmıştır. Meteoroloji il müdürlüğünden alınan 1975–2005 yıllarına ait meteorolojik olaylar raporu, ilin coğrafi konumu dikkate alınarak incelenmiş, hangi aylarda, ortalama sıcaklığa, rüzgâr hızına ve rüzgâr yönüne bağlı olarak hava kirliliğinin yoğunlaştığı tespit edilerek yorumlanmıştır. Çalışmada ayrıca ilde faaliyet gösteren yetkili kömür ithalatı yapan işletmelerden bahsi geçen yakıtların kimyevi özellikleri alınmış, işletme tarafından birim fiyatları tespit edilmiştir. Yapılan hesaplamalarda, mesken mahaller için yakıt olarak doğalgaz seçildiğinde hava kirliliğinin minimum seviyelerde olduğu, ayrıca mesken mahal sahiplerine ekonomik yönden daha avantajlı olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hava kirliliği, doğalgaz, yakıt, enerji tasarrufu

Bilim Kodu : 626.11.01

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

ANALYSE OF THE COSTS AND EFFECTS TO THE ENVIRONMENT ACCORDING TO THE TYPES OF FUEL USED IN GİRESUN

Cem Yaşar İPİN

**Karabük University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mechanical Education**

Thesis Adviser:

Asst.Prof.Dr. Metin KAYA

January 2009, 56 pages

With this work; effects to the environment of the fuel used in Giresun city, which is going to begin using natural gas soon, taken in hand, compared with natural gas in terms of advantages and disadvantages of costs. The Meteorology report, which was taken from the City Meteorology Office about the activities between 1975 to 2005 years, analysed by noticing the geographical position of the city, air pollution's density was detected and interpreted monthly according to the average temperature, the speed and direction of wind. Also in this work fuels chemical properties were taken from responsible importer companies and unit prices were detected by these companies. With the calculations it is seen that, when natural gas is chosen as fuel in for built-up areas, the air pollution is going to be in minimum levels, also has more advantages for the owners economically.

Key Words : Air pollution,natural gas, fuel, energy saving

Science Code : 626.11.01

TEŞEKKÜR

Çalıőmamda her türlü desteği veren ve danıőmanlıęımı üstlenen sayın hocam Yrd. Doç.Dr. Metin KAYA'ya, araştırma sırasında yardımlarını esirgemeyen, Giresun Meteoroloji Müdürlüğü ve Giresun İl Çevre Müdürlüğü çalıőanlarına, tezimin düzenlenmesinde yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Arő. Gör. Engin GEDİK ile Ahmet ve Neőe KARA çiftine, kaynak temini konusunda yardımcı olan TMMOB Basın Danışmanı Sayın İlhan Turan'a, teşekkür ederim.

Ayrıca bugünlere gelmemde maddi ve manevi desteklerini üzerimden çekmeyen aileme ve eőim Canan İPİN'e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2. GİRESUN İLİNİN TANITILMASI.....	2
2.1. GİRESUN İLİNİN COĞRAFI ÖZELLİKLERİ.....	3
2.1.1 İklimsel Özellikleri.....	3
2.1.2. Ortalama Sıcaklık Değerleri.....	4
2.1.3. Ortalama Nem Değerleri.....	5
2.1.4. Ortalama Rüzgâr Hızları Ve Şiddetleri	6
2.2. GİRESUN İLİNDE KULLANILAN YAKITLAR VE ÖZELLİKLERİ.....	9
2.2.1. Katı yakıtlar.....	9
2.2.1.1. Yerli Kömürler.....	9
2.2.1.2. Briket Kömürler.....	11
2.2.1.3. İthal Kömürler.....	11
2.2.1.4. Biokütle (Fındıkkabuğu).....	13
2.2.2. Sıvı Yakıtlar.....	14

2.2.3. Gaz Yakıtlar.....	14
2.2.3.1. Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (LPG).....	15
2.2.3.2. Sıvılaştırılmış Doğal Gaz (LNG)	16
2.3. GİRESUN İLİNDE SAPTANAN EMİSYON KAYNAKLARI.....	16
2.3.1. Havayı Kirletici Gazlar ve Kaynakları.....	17
2.3.2. Endüstriyel Emisyonlar.....	18
2.3.3. Trafikten Kaynaklanan Emisyonlar.....	19
2.3.4. Kükürt dioksit (SO ₂) Konsantrasyonu ve Duman.....	19
2.3.5. Azot Oksitler (NO _x).....	21
2.3.5.1. Kömürlerin yanma.....	22
2.3.5.2. Sıvı yakıtların yanması.....	22
2.3.5.3. Gaz yakıtların yanması.....	23
BÖLÜM 3. GİRESUN İLİNDE KULLANILAN YAKITLARIN MALİYET	
ANALİZLERİ VE KARŞILAŞTIRILMALARI.....	24
3.1. ÖRNEK MESKENLERE AİT ALIM VE İŞLETME MALİYETLERİ.....	25
3.1.1. Katı Yakıtlarda Alım Ve İşletme maliyetleri.....	25
3.1.2. Sıvı Yakıtlarda Alım Ve İşletme maliyetleri.....	27
3.1.3. Gaz Yakıtlarda Alım Ve İşletme maliyetleri.....	29
3.2. İLDE KULLANILAN YAKITLARIN ISI VERİMLERİNİN VE BACA	
GAZLARININ HESAPLANMASI.....	31
3.2.1. İthal Kömür İçin Baca Gazı değerleri.....	35
3.2.2. Fueloil İçin Baca Gazı değerleri.....	37
3.2.3. Doğal Gaz İçin Baca Gazı değerleri.....	39
BÖLÜM 4. DOĞALGAZ	42
4.1. TANIMI.....	42
4.2. DOĞALGAZIN ÖZELLİKLERİ VE AVANTAJLARI.....	42
4.3. GİRESUN İLİNDE KULLANILAN YAKITLARIN DOĞALGAZ	
İLE KARŞILAŞTIRILMASI.....	45

Sayfa

BÖLÜM 5. SONUÇ VE ÖNERİLER	51
KAYNAKLAR.....	53
EKLER DİZİNİ.....	55
ÖZGEÇMİŞ.....	56

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Giresun'un Türkiye ve bölgesindeki yeri	2
Şekil 2.2. Giresun ili rüzgârgülü şeması.....	6
Şekil 2.3. EK-II'e göre rüzgârın esme sayısının aylara ve yönlere göre durumu....	8
Şekil 3.1. İlde kullanılmakta olan yakıtların günlük maliyet grafiği.....	31
Şekil 4.1. İlde Kullanılan Yakıtların Günlük Maliyet Analizleri	47
Şekil 4.2. İlde Kullanılan Yakıtların Yıllık Maliyet Analizleri	48

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1. Görülen en düşük, en yüksek sıcaklık değerleri (1923–2007).....	4
Çizelge 2.2. 1975–2007 Yılları aylara göre ortalama sıcaklık değerleri	4
Çizelge 2.3. 1975–2007 Yılları aylara göre ortalama bağıl nem değerleri.....	5
Çizelge 2.4. 1975–2007 yılları aylara göre en hızlı esen rüzgârın yönü ve hız değerleri.....	7
Çizelge 2.5 Sınır değerlerinin aşılmadığı il ve ilçelerde kullanılacak yerli kömürlerin özellikleri	10
Çizelge 2.6. Sınır değerlerinin aşılmadığı il ve ilçelerde kullanılacak kömür briketlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri	11
Çizelge 2.7. Isınma amaçlı ithal taş ve linyit kömürü özellikleri ve sınırları	12
Çizelge 2.8. Sanayi amaçlı ithal taş ve linyit kömürü özellikleri ve sınırlar.....	12
Çizelge 2.9. Biyokütle briketlerinin özellikleri (kuru bazda) ve sınırları.....	14
Çizelge 2.10. Yakma ısı gücü 100’MW in altındaki tesisler için baca gazı emisyonlarının sınır değerleri	15
Çizelge 2.11. Yakma ısı gücü ≥ 100 ’MW olan tesisler için baca gazı emisyonlarının sınır değerleri	16
Çizelge 2.12. Giresun ili türlerine göre araç sayıları.....	19
Çizelge 2.13. SO ₂ hava kirleticisinin uzun ve kısa vadeli sınır değerleri	20
Çizelge 2.14. Bacalardan atmosfere atılan partiküllerin konsantrasyonlarına göre yarattığı etkiler	21
Çizelge 2.15. Giresun ili yıllara göre SO ₂ ve partikül madde (PM) ortalamaları.	21
Çizelge 3.1. Giresun ili Eylül 2007 tarihli yakıtların satış fiyatlarıdır	25
Çizelge 3.2. 110 m ² ’lik sobalı müstakil meskene ait maliyet çizelgesi	26
Çizelge 3.3. 110 m ² ’lik kat kaloriferli müstakil meskene ait maliyet çizelgesi...	26
Çizelge 3.4. 10 dairelik ve her dairesi 110 m ² olan kalorifer kazanlı bir apartmana ait maliyet çizelgesi.....	27

Çizelge 3.5. 110 m ² 'lik kat kaloriferli müstakil meskene ait maliyet çizelgesi.....	28
Çizelge 3.6. 10 dairelik ve her dairesi 110 m ² olan kalorifer kazanlı bir apartmana ait maliyet çizelgesi	28
Çizelge 3.7. Villa tipi (dubleks 220 m ²) konutlarda kullanılan yakıtın maliyet çizelgesi	29
Çizelge 3.8. Villa tipi (dubleks 220 m ²) kat kaloriferli müstakil meskene ait maliyet çizelgesi.....	30
Çizelge 3.9. İlde kullanılan yakıtların günlük bazda alım ve işletme maliyetlerinin karşılaştırılması.....	30
Çizelge 3.10. İlde kullanılan yakıtların alt ısı değerleri	32
Çizelge 3.11. Gerekli olan oksijen miktarı çizelgesi	35
Çizelge 3.12. Satışa sunulan fuel oil'ler içindeki kükürt oranları	37
Çizelge 3.13. Çeşitli yakacak bileşenleri için yanma reaksiyonları.....	39
Çizelge 3.14. Kullanılan yakıt türlerinin baca gazı emisyonlarının karşılaştırılması.....	40
Çizelge 4.1. Tek daireli doğalgaz kombili müstakil meskene ait maliyet çizelgesi.....	45
Çizelge 4.2. Tek daireli doğalgazlı kat kaloriferli müstakil meskene ait maliyet çizelgesi.....	45
Çizelge 4.3. 10 dairelik ve her dairesi 110 m ² olan gaz yakıtlı kalorifer kazanlı bir apartmana ait maliyet çizelgesi.....	46
Çizelge 4.4. İlde kullanılan yakıtların günlük bazda alım ve işletme maliyetlerinin doğalgaz ile karşılaştırılması.....	47
Çizelge 4.5. İlde kullanılan yakıtların yıllık bazda alım ve işletme maliyetlerinin doğalgaz ile karşılaştırılması.....	47
Çizelge 4.6. Kullanılan yakıt türlerinin günlük bazda baca gazı emisyonlarının karşılaştırılması.....	50

BÖLÜM I

GİRİŞ

Isınma, insanoğlunun en temel ihtiyaçlarından birisidir. Ateşin icadıyla birlikte zaman içerisinde önce ihtiyaçlar değişiklik göstermiş sonrada birbirlerine bağımlı olarak da yaşam şekilleri. Ve her değişim, insanları temel ihtiyaçları karşılamada daha ileri ve bir öncesine nazaran daha konforlu olmaya yöneltmiştir.

İnsan nüfusunun sürekli artması ve gelişen teknolojiyle birlikte endüstrinin de gelişmesi var olan doğa dengesini bozmaya başlamıştır. Tabii ki bu bozulmanın temelinde her alanda bilinçsiz tüketim vardır. Isınma probleminin çözümünde kullanılan yöntemler önce temel ısınma probleminin çözümüne yönelikti. Ancak bu problemin çözümü beraberinde hava kirliliği, ısınma maliyeti ve sağlığın tehlikeye girmesi gibi problemleri de yanında getirmiştir. Süreç içerisinde tüm bu problemlerin en asgari şekilde çözümüne gidilmiş ve gidilmektedir.

Bu tezdeki amaç, doğalgaz kullanımına geçmek üzere olan Giresun ilinde, ısınma ve üretim amaçlı kullanılan yakıtların hava kirliliğine olan etkilerinin ve getirdiği maliyet yükünün irdelenmesidir.

BÖLÜM II

GİRESUN İLİNİN TANITILMASI

Giresun ili, 1920 yılına kadar Trabzon iline bağlı kalmış, bu tarihte müstakil mutasarrıflık, 1923 yılında il olmuştur. 1923 yılında Giresun ili; Merkez, Tirebolu ve Görele ilçeleri ile bunlara bağlı Bulancak, Keşap ve Espiye bucaklarından ibarettir. 1933 yılında Şebinkarahisar ilinin kaldırılması sonucunda, Şebinkarahisar merkezi ve Alucra ilçeleri Giresun iline bağlanmıştır. 1934 yılında Bulancak, 1945 yılında Keşap, 1957 yılında Espiye, 1958 yılında Dereli, 1960 yılında Eynesil, 1987 yılında Piraziz ve Yağlıdere, 1990 yılında Çanakçı, Güce, Doğankent ve Çamoluk ilçelerinin kurulması ile ilçe sayısı 15 olmuştur.



Şekil 2.1. Giresun'un Türkiye ve bölgesindeki yeri [1].

Giresun Şekil 2.1'de görüldüğü gibi Anadolu'nun kuzeydoğusunda yer almaktadır. Şehir denize doğru uzanan yarımadanın üzerinde yer almaktadır. Yarımadanın karşısında Karadeniz'in tek adası olan Giresun adası (Aretias), durmaktadır. Giresun ismi şehrin eski adı olan "Kerasus" kelimesine dayanmaktadır. İsmi kaynağı hakkında iki rivayet vardır. Bu rivayetlerden birincisi Kerasus'da bol miktarda

yetişen kirazdan geldiği, ikincisi de yarımadanın denize doğru bir boynuz gibi uzaması sebebiyle eski Yunancada “boynuz” anlamına gelen Kerastan’dan türetildiğidir. Şehir, Türk hâkimiyeti döneminde bugünkü söylenişle anılmaya başlamıştır [1].

2.1. GİRESUN İLİNİN COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ

Karadeniz Bölgesi’nin Doğu Karadeniz Bölümü’nde yer alan Giresun ili, 37° 50' ve 39° 12' doğu boylamları ile 40° 07' ve 41° 08' kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. İl, doğusunda Trabzon ve Gümüşhane, batısında Ordu, güneyinde Sivas ve Erzincan, güneybatısında yine Sivas illeriyle komşu olup, kuzeyi Karadeniz ile kuşatılmıştır.

Giresun ilinin, yüzölçümü 6.934 km²'dir. 22 Ekim 2000'de yapılan nüfus sayım sonuçlarına göre, il nüfusu 471.876 olup km²'ye 72 kişi düşmektedir. Nüfus yoğunluğu, kıyı şeridinde il ortalamasının üzerinde iken, bu oran, kıyı şeridinden iç kesimlere doğru gidildikçe il ortalamasının altına düşmektedir.

İl merkezi, Aksu ve Batlama vadileri arasında denize doğru uzanan bir yarımada üzerinde kurulmuş olup, bu yarımadanın doğusunda ve 2 km açığında Doğu Karadeniz'in tek adası olan Giresun Adası (Aretias) bulunmaktadır [1].

2.1.1. İklimsel Özellikleri

Giresun Dağlarının kıyıya paralel olarak uzanışı, il toprakları üzerinde iki farklı iklim bölgesi oluşmasına neden olmuştur. Giresun İl Merkezi ve İlin kıyı kesimlerinde ılık ve yağışlı bir iklim hüküm sürer.

Giresun'da yıl boyunca mevsimlerin yıl içindeki dağılımına şu şekildedir.

1. Kış % 29
2. İlkbahar %18,5
3. Yaz %18,5

4. Sonbahar %34'dir [1].

2.1.2. Ortalama Sıcaklık Değerleri

Yapılan ölçümlere göre Giresun ili merkezde yıllık sıcaklık ortalaması 14.2 °C 'dir. Görülen en düşük, en yüksek sıcaklık değerleri ve tarihleri aylara göre Çizelge 2.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Görülen en düşük, en yüksek sıcaklık değerleri (1923–2007) [2].

Aylar	En Düşük Sıcaklık (°C) Ve Tarihi	En Yüksek Sıcaklık (°C) Ve Tarihi
Ocak	-6,2 °C (16.01.1950)	24,9 °C (04.01.1953)
Şubat	-9,8 °C (06.02.1960)	29,5 °C (18.02.1973)
Mart	-5,8 °C (18.03.1929)	34,9 °C (23.03.1962)
Nisan	-1,4 °C (04.04.1965)	36,0 °C (13.04.1998)
Mayıs	4,0 °C (01.05.1956)	35,4 °C (02.05.1998)
Haziran	6,8 °C (29.06.2002)	36,2 °C (04.06.1969)
Temmuz	6,7 °C (08.07.2003)	35,3 °C (25.07.1973)
Ağustos	12,1 °C (25.08.1960)	35,2 °C (23.08.1977)
Eylül	4,8 °C (01.09.2002)	32,8 °C (06.09.1996)
Ekim	4,2 °C (27.10.1946)	37,3 °C (04.10.1952)
Kasım	-4,7 °C (28.11.1953)	32,8 °C (02.11.1966)
Aralık	-2,4 °C (23.12.1967)	33,0 °C (03.12.1928)

Çizelge 2.2. 1975–2006 Yılları aylara göre ortalama sıcaklık değerleri [2].

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ort.Sic. °C	7,3	7,3	8,1	11,5	15,3	20,0	22,9	23,3	20,1	16,3	12,3	9,2

Çizelge 2.1'i incelediğimizde şimdiye kadar Giresun'da kaydedilen en düşük sıcaklık, 6 Şubat 1960'da $-9,8^{\circ}C$, en yüksek sıcaklık ise 4 Ekim 1952'de $37,3^{\circ}C$ olarak ölçülmüştür. Çizelge 2.2'de ise en soğuk ay (Şubat) ortalama sıcaklığı $7,3^{\circ}C$, en sıcak ay (Ağustos) ortalaması ise $23,3^{\circ}C$ dir.

2.1.3. Ortalama Nem Değerleri

Nem kısaca havadaki su buharı miktarı olarak tanımlanabilir. Giresun ili deniz seviyesinde konumlandırıldığı için nem ve bağıl nem oranı iç kesimlere göre yüksektir.

Bağıl nem, belli bir sıcaklıkta havadaki buharlaşma ve yoğunlaşma dengesine denir. Örneğin, bağıl nem %100 olduğunda su, buharıyla dinamik dengede demektir. Bağıl nem %100'den küçük bir değerdeyse buharlaşma, büyük bir değerdeyse yoğunlaşma daha fazladır. Giresun ilinde bağıl nem değerleri %100 değere hiç ulaşmadığından dolayı buharlaşma oranı yüksektir.

1975–2006 yılları arasındaki meteorolojik verilerine göre hazırlanan EK I'e göre ortalama bağıl nemin ve ortalama en düşük bağıl nemin aylara göre dağılımını gösteren Çizelge 2.3'de oluşturulmuştur.

Nem oranı aylara göre farklılık göstermekle birlikte bağıl nem oranının en yüksek olduğu zaman Çizelge 2.3'den okunduğu gibi Mayıs, en düşük olduğu zaman Şubat ayıdır.

Çizelge 2.3. 1975–2006 Yılları aylara göre ortalama bağıl nem değerleri [2].

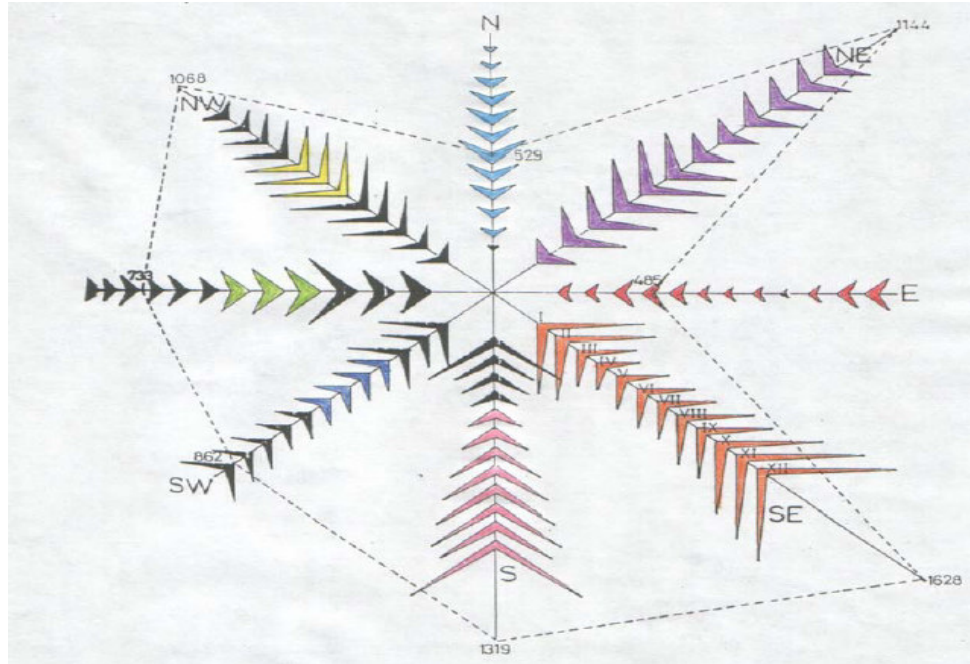
Aylar	Ortalama Bağıl Nem (%)	En Düşük Bağıl Nem(%)
Ocak	69	18
Şubat	70	12
Mart	73	20
Nisan	76	20

Çizelge 2.3. (devam ediyor).

Mayıs	80	24
Haziran	76	31
Temmuz	76	37
Ağustos	76	41
Eylül	76	37
Ekim	75	24
Kasım	70	16
Aralık	68	16

2.1.4. Ortalama Rüzgâr Hızları Ve Şiddetleri

Giresun İlinin hâkim rüzgâr yönü Güney güneybatı (SSW) 'dır. Yıllık ortalama rüzgâr hızı 1975–2007 verilerine göre 1,2 m/s' dir. Giresun ili rüzgârgülü şeması Şekil 2.2' de ve en hızlı esen rüzgârın yönü ve hızı Çizelge 2.4' de verilmiştir.



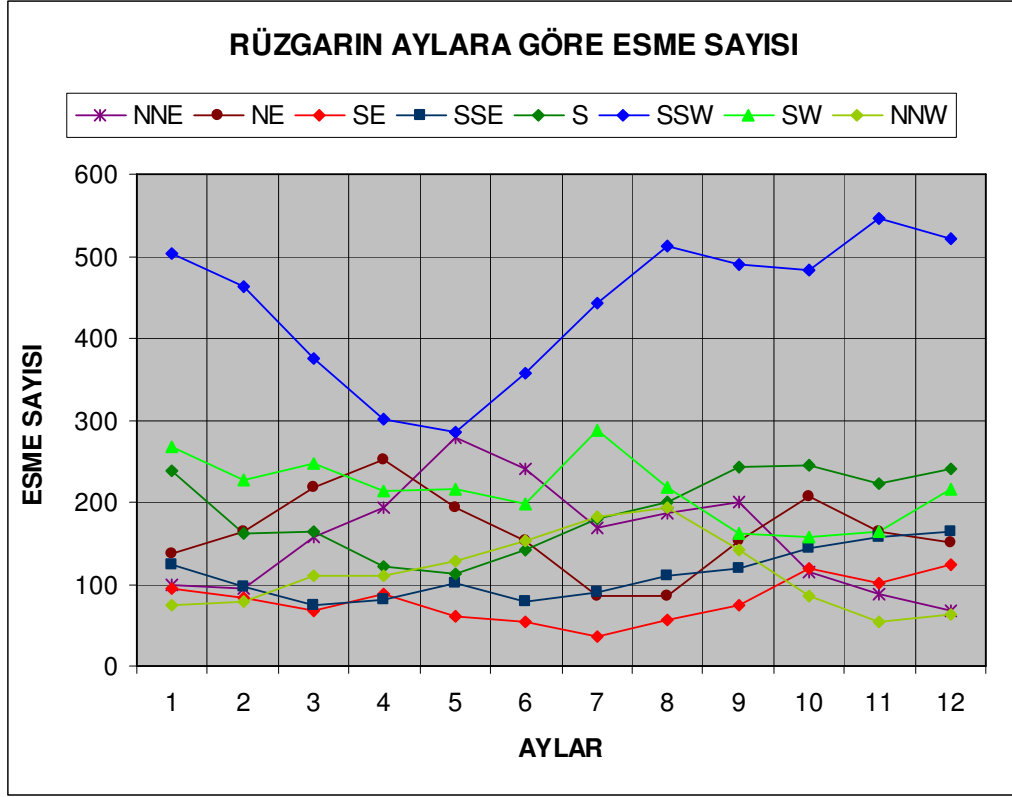
Şekil 2.2. Giresun ili rüzgârgülü şeması [1].

Çizelge 2.4. 1975–2007 yılları aylara göre en hızlı esen rüzgârın yönü ve hız değerleri [2].

Aylar	Hızı m/s	Yönü
Ocak	30,2	(SSW)
Şubat	25,2	(SSW)
Mart	25,0	(SSE)
Nisan	25,0	(W)
Mayıs	17,7	(SSW)
Haziran	18,1	(WNW)
Temmuz	20,3	(SW)
Ağustos	16,5	(WSW)
Eylül	19,2	(WNW)
Ekim	21,2	(SW)
Kasım	28,3	(SW)
Aralık	24,6	(SSW)

S: Güney, N: Kuzey, E: Doğu, W: Batı SSW: Güney-Güneybatı, SSE: Güney-Güneydoğu, SW: Güneybatı, WSW: Batı-Güneybatı, WNW: Batı- Kuzeybatı,

Giresun ilinin sahil şeridinden içe doğru hemen hemen 1–2 km sonrasında denize paralel sıradağlar mevcuttur. Coğrafi özelliğinden kaynaklanan bu durumdan dolayı iç kesimden gelen hâkim rüzgâr, sahil şeridine tam olarak etki edememekte ve özellikle kış aylarında kullanılan yakıtlardan çıkan baca gazlarından dolayı çevresel yönden ve sağlıklı yaşam açısından etkilemektedir. Bu durum daha iç kesimlerde görülmemektedir.



Şekil 2.3. EK-II'e göre rüzgârın esme sayısının aylara ve yönlere göre durumu.

Çizelge 2.1'den yararlanarak, ilde yaşanan en düşük sıcaklıkların tespit edildiği aylardaki sıcaklık değerlerini de dikkate alıp ve EK II'de verilen yönlere ve aylara göre rüzgârın toplam esme sayıları çizelgesinden Şekil. 2.3' oluşturulmuştur.

En düşük sıcaklıklarda, kentin sahil nüfusu ile mesken mahallerin daha çok yakıt kullanımını da göz önüne alınırsa; Kış aylarında deniz yönünden (kuzey, kuzeybatı, kuzeydoğu) gelen rüzgâr hızı ve ölçülen esme sayılarının iç kesimlerden gelen rüzgâr hızı ve esme sayılarından çok daha düşük olduğu görülür. EK-II'den yola çıkarak özellikle sıcaklığın düşük ve ısınma ihtiyacının olduğu aylarda coğrafi konumu itibariyle bulunan sıradağlardan sahil kesimindeki yerleşim yerlerine rüzgâr tam olarak etki edememekle beraber yanma sonucu çıkan baca gazlarını temizleyebilmektedir. Bunun sonucu olarak da kentte hava kirliliği sorunlarıyla birlikte çeşitli solunum yolu enfeksiyonları yaşanmaktadır.

2.2. GİRESUN İLİNDE KULLANILAN YAKITLAR VE ÖZELLİKLERİ

Yapısında C ve H bileşikleri olan, oksitlendiklerinde ısı ve ışık veren, bunun sonucunda büyük enerji kazandıran maddelere genel olarak yakıt adı verilmektedir.

Giresun il merkezinde, konut ve işyerlerinin ısıtılmasında yakıt olarak: ithal kömür, yerli kömür, odun, fındıkkabuğu, motorin, fuel-oil ve bazı konutlarda lpg kullanılmaktadır.

İl, Türkiye genelinde hava kirliliği görülen iller arasında, üçüncü derecede iller kapsamında yer almaktadır. Buna rağmen kalitesiz ve ucuz yolla elde edilen yakıtlar havayı kirletmektedir. Bunu önlemek il çevre müdürlüğü Hava Kalitesinin Kontrol Yönetmeliği, Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliği Yönetmeliği ve Endüstriyel Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği çerçevesinde çalışmalar yapmakla birlikte her yıl Mahalli Çevre Kurulu Kararı ile il sınırları içerisinde kullanılacak katı ve sıvı yakıtlarla ilgili standartlar belirlenmektedir [1].

2.2.1. Katı Yakıtlar

Kömür yanabilen sendimanter organik bir kayadır. Kömür başlıca C, H ve O gibi elementlerin bileşiminden oluşmuş olup, diğer kaya tabakalarının arasında damar haline uzunca bir süre (milyonlarca yıl) ısı, basınç ve mikrobiyolojik etkilerin sonucunda meydana gelen katı bir yakıttır.

2007–2008 yılı kış sezonunda Giresun ilinde, İl Mahalli Çevre Kurulu kararı gereği kullanıma izin verilen ısınma amaçlı yakıtlarda aranan özellikler şöyle belirtilmektedir [1].

2.2.1.1. Yerli Kömürler

Çevre ve Orman Bakanlığının 2007/8 nolu genelgelerinde, Hava Kalitesi Kontrolü Yönetmeliğininin 28. maddesi doğrultusunda yapılan değerlendirme ile İllerin hava kalitesi bakımından kirlilik dereceleri belirlenmiştir. Buna göre, iki grup olarak

yapılan derecelendirme de, Giresun ili ve tüm ilçeleri “ Sınır Değerlerin Aşılmadığı İl ve İlçelerin yer aldığı II. Grup Kirli İller ve İlçeler arasında” mütalaa edilmiştir.

Çizelge 2.5. Sınır değerlerinin aşılmadığı il ve ilçelerde kullanılacak yerli kömürlerin özellikleri [1].

Özellikleri	Sınırlar
Toplam Kükürt (kuru bazda)	max. % 2.3
Alt Isıl Değer (orijinalde)**	min. 3500 Kcal/kg (-200 tolerans)
Toplam Nem (satışa sunulan)	max. %30
Kül (kuru bazda)	max. %30
Boyut *	18–150 mm (18 mm altı max. %10 tolerans, 150 mm üstü max.% 10 tolerans

*Mekanik beslemeli yakma tesisleri için kömür boyutu 10–18 mm olabilir.

**Alt Isıl Değeri (orijinalde) en az 5000 kcal/kg yanabilir kükürt (kuru bazda) oranı en çok yüzde bir buçuk (%1,5) ve diğer özellikleri bu çizelgede belirtilen özellikleri sağlayan yerli kömürler mevcut soba ve kazanlarda yakıldığında bacadan atılan kükürt dioksit konsantrasyonu, bu çizelgede özellikleri belirlenen kömürün mevcut soba ve kazanlarda yakılmasında bacadan atılan kükürt dioksit konsantrasyonu eşdeğerini aşmadığı akredite olmuş veya bakanlıkça uygun görülen laboratuvarlar tarafından belgelenmesi halinde bu yönetmeliğin 28 inci maddesine göre sınır değerlerin aşılmadığı (II.Grup) il ve ilçelerde ısınma amacıyla kullanılabilir.

Stokerli sistemlerde piyasada fındık kömür tabir edilen 10–18 mm boyutlarındaki yıkanmış ve elenmiş kömür kullanılabilir. Torba üzerinde sadece stokerli yakma sisteminde kullanılacağı yazılı olarak belirtilmelidir.

Yerli kömürlerin 2005–2006 kış sezonundan itibaren açıkta satışı yasaklanmış olup, torbalanarak satılması gerekmektedir. Torbalamanın kömürün çıkarıldığı yerde yapılması, torba üzerinde kömürü üreten ve satışa sunan firmanın ismi ve haberleşme adresi, telefon ve faks numarası ile e-mail adresi, kömürün hava kirliliği açısından kaçınıcı derece illerde kullanılacağı, kömürün menşei, cinsi, kömürün fiziksel ve kimyasal özelliği, uygunluk belgesini veren Valiliğin yazısının sayısının bulunması, ile giriş yapılan kömürleri pazarlayan ve/veya kişiler tarafından kömürün uygunluk belgesi ile Valiliğe başvuru yapılarak izin belgesi alması gerekmektedir.

Yerli kömür üreticileri ürettikleri kömürlerin ilk aşamasından başlayarak nihai tüketim aşamasına kadar sorumludurlar. Pazarlamacıların üreticiden torbalı kömür satın almaları, kömürün üretildiği yerde üreticilerin pazarlamacı ve vatandaşa torbalı

kömür satmaları gerekmektedir [1].

2.2.1.2. Briket Kömürler

Briket kömürlerde TS 12055 “Kömür Briketi Isınmada Kullanılan Standardına” uyulması gerekmektedir. Briket kömür torbası üzerinde; üretici ve satışa sunan firmanın ismi, torbalayan firmanın haberleşme adresi, telefon ve faks numarası ile e-mail adresi, TSE Uygunluk Belgesi tarih ve sayısı, briket kömüre izin belgesi veren yetkili mercii, briket kömürün özellikleri, kullanılacağı yakma sistemleri bulunması gerekmektedir. [1].

Çizelge 2.6. Sınır değerlerinin aşılmadığı il ve ilçelerde kullanılacak kömür briketlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri [1].

ÖZELLİK		SINIF 1	SINIF 2
Alt Isı Değeri (*) (Kcal/kg) en az		5000	4000
Baca gazına geçen kükürt oranı (%), m/m, en fazla		0,8	1,0
Düşme Sağlamlığı (%) m/m, en az		90	80
Aşınma Sağlamlığı (%) m/m, en az		75	65
Kırılma Sağlamlığı	Yastık veya Yumurta Şeklindeki Briketlerde (Kgf), en az	80	60
	Tabanı Düzgün Geometrik Şekilli Briketlerde (Kg/cm ²), en az	130	100
Suya Dayanım (**) (%) en az		70	70
Isıl Verimi (%) en az		75	75
Duman Emisyon Oranı (g/kg), en fazla		8	12

* Bu özellik, orijinal (satışa sunulan) briket bazındadır.

** Su geçirmeyen torbalar içerisinde satılan briketlerde bu özellik aranmaz

2.2.1.3. İthal Kömürler

Hava kirliliğinin azaltılması amacı ile ithal edilen kömürler Çevre ve Orman Bakanlığından alınan Kontrol Belgesi çerçevesinde ithal edilmektedir. Alınan Kontrol Belgesinin, Uygunluk Belgesi yerine kabul edilerek tekrar Uygunluk Belgesi düzenlenmemesi, ithalatçılar/pazarlamacılar/satıcıların bu Kontrol Belgesi ile Valiliğimize başvurarak Satış İzin Belgesi alması gerekmektedir. İlimizde, 2004-

2005 kış sezonundan başlayarak ithal edilen kömürlerin açıkta satışı yasaklanmış olup, ithal kömürlerin mutlaka torbalanarak satışa sunulması, ithal kömür torbası üzerinde; kömürü ithal eden ve satışa sunan firmanın ismi ve haberleşme adresi, telefon ve faks numarası ile e-mail adresi, Çevre ve Orman Bakanlığı'ndan alınmış kontrol belgesinin sayısı, kömürün menşei, cinsi, kömürün fiziksel ve kimyasal özelliğinin bulunması gerekmektedir [1].

Pazarlamacıların, ithalatçıdan torbalı kömür satın almaları ve ithalatçıların da pazarlamacı ve vatandaşa torbalı kömür satmaları gerekmektedir. İthalatçı firmalar ithalatın ilk aşamasından başlayarak nihai tüketim aşamasına kadar sorumludurlar[1].

Kullanım alanlarına göre ithal taş ve linyit kömürlerinde olması gereken özellikler Çizelge 2.7 ve Çizelge 2.8'de verilmiştir.

Çizelge 2.7. Isınma amaçlı ithal taş ve linyit kömürü özellikleri ve sınırları [3].

Özellikler	Sınırlar
Toplam Kükürt (kuru bazda)	% 0,9 (max.)
Alt Isıl Değer (orijinalde)	6200 kcal/kg (min.)
Uçucu Madde (kuru bazda)	% 12-28 (+1 tolerans)
Toplam Nem (orijinalde)	% 10 (max.)
Kül (kuru bazda)	%14 (max.) (+1 tolerans)
Şişme İndeksi	1 (max.)
Boyut*	18-150 mm (18 mm altı ve 150 mm üstü için max. %10 tolerans)

Çizelge 2.8. Sanayi amaçlı ithal taş ve linyit kömürü özellikleri ve sınırları [3].

Özellikler	Sınırlar
Alt Isıl Değeri (orijinalde)	min 6000 kcal/kg (-500 kcal/kg tolerans)
Toplam Kükürt (kuru bazda)	max. % 1 (kuru bazda) (+% 0,1 tolerans)
Uçucu Madde (kuru bazda)	max. %36 (kuru bazda) (+% 0,1 tolerans)
Boyut	0-50 mm arası (+ % 10 tolerans)

Ayrıca 2007 yılı Giresun iline toplam 42 gemi ile 153 370,504 ton ithal kömür gelmiş olup bunun 7 605,279 tonu sanayi amaçlı ithal kömürdür [1].

2.2.1.4. Biokütle (Fındikkabuğu)

Fosil yakıtlarla karşılaştırıldığında biokütle yakıtlar düşük yoğunluklarıyla karakterize edilir. Biyokütle kaynakları küçük, dağınık, apayrı ve mevsimseldir. Örneğin biyokütle yakıtları geniş bir coğrafi alanı kapsayan çiftliklerden tek tek toplanabilir. Fosil yakıt çıkaran sanayilerle karşılaştırıldığında kaynaklar, muhtemelen daha büyük olan kağıt hamuru ve kağıt veya odun işleyen birimler hariç olmak üzere, nispeten çok küçüktür. Bu konuların her biri yakıt giderlerinin- lojistik, sözleşme, nakliye, yakıt hazırlama, depolama vb alanlarda-yükselmesine neden olmaktadır [4].

Biyokütle kullanılması, NO_x ve SO_x emisyonları da dâhil olmak üzere, çevre açısından daha az olumsuz etkilere neden olur. Bununla birlikte, uygun ve modern teknoloji kullanılması önemlidir. Odunun yakılması sonucunda daha düşük SO_x emisyonları oluşur [5].

Ülkemizde Biyokütle kaynakları olarak;

1. Odun (enerji ormanlar, çeşitli ağaçlar),
2. Yağlı tohum bitkileri (kolza, ayçiçeği, soya v.b.)
3. Karbon-hidrat bitkileri (patates, buğday, mısır, pancar v.b.)
4. Elyaf bitkileri (keten, kenevir, sorgum, v.b.)
5. Protein bitkileri (bezelye, fasulye, buğday v.b.)
6. Bitkisel artıklar (dal, sap, saman, kök atıklar, fındık kabuğu, v.b.)
7. Hayvansal atıklar varlık göstermektedir [5].

Ancak Türkiye’de toplam Biyokütle enerjisinden yararlanma oranı sadece %4,3 tür Giresun ilinde özellikle tarımsal ürün olarak kullanılan fındikkabuğu aynı zamanda meskenlerde ısınma ihtiyacının karşılanması dışında sanayilerde de Biyoyakıt olarak kullanılmaktadır.

Çizelge 2.9. Biyokütle briketlerinin özellikleri (kuru bazda) ve sınırları [3].

Özellikleri	Sınırlar
Alt Isıl Değer	3700 Kcal/kg (min.)
Nem (orjinalde)	%15 (max.)
Yağ	%1,5 (max.)
Sodyum (Na)	300 ppm
Boyut	6 mm (min.) (6mm'den küçük ağırlıkça %5'i geçemez)

2.2.2. Sıvı Yakıtlar

İlde çeşitli kamu kuruluşu ve özel sektörde sıvı yakıt olarak fuel-oil kullanılmaktadır. Fuel-oil koyu renkte, az akışkan bir petrol ürünüdür. Elektrik, ısı ya da buhar sistemlerinde kullanılabilir. İçeriğinde bulunan Hidrojen sülfür (H_2S), son derece zehirli ve çok yanıcı bir gazdır ve diğer yanıcı hafif hidrokarbonlar ürünün depolandığı yerlerde buhar boşluklarında toplanabilmektedir. Mutlaka, ateş kaynaklarından ve ısıdan uzak ve havalandırılmış yerlerde depolayarak dağıtım ve tüketimi yapılmalıdır.

İlde hava kirliliğine neden olan emisyonlar arasında yer alan kükürt dioksit (S_2O) emisyonunun azaltılması için yaklaşık %3,5 kükürt içeren 6' nolu fuel-oil'in ısınma ve sanayide ısınma ve üretim amaçlı kullanılması yasaklanmıştır. Isınma amaçlı sıvı yakıt olarak TÜPRAŞ tarafından üretilen en fazla %1,5 kükürt içeren TÜPRAŞ 615 kalorifer yakıtının kullanılması, özellikle okullar ile resmi binalarda ve belediye sınırları içerisinde (mücadir alan dahil) bulunan konutlarda, küçük ve orta ölçekli sanayi tesislerinde % 1,5 Kükürt içeren TÜPRAŞ 615 kalorifer yakıtının kullanımının yaygınlaştırılması sağlanmalıdır [1].

2.2.3. Gaz Yakıtlar

İl genelinde gaz yakıt olarak LPG kullanılmaktadır. Bu kullanım ise yalnızca 10'ar dairelik iki apartmanda gerçekleşmektedir.

2.2.3.1. Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (LPG)

LPG, İngilizce "Liquefied Petroleum Gas" (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı) teriminin kısaltılmasıdır. Ekonomik ve güvenli bir enerji kaynağı görevi gören gaz karışımıdır. Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG); propan, propilen, bütan, izobütan ve bu gazların oluşturduğu hidrokarbon karışımlarıdır. Bu gazlar petrol kuyularında ve doğal gaz yataklarında bulunur, birbirlerine karıştırılarak LPG üretimi petrol rafinerisinde yapılır. Bu karışım doğal durumunda iken gaz halindedir. LPG çevre dostu bir yakıttır, çünkü ne kurşun ne de benzin içermemektedir.

Oda sıcaklığı ve 1 atmosfer basınçta gaz halinde bulunur, basınç uygulandığında sıvılaşır. Sıvı halinde taşınan, depolanan ve ölçülen LPG, basınç kaldırıldığında çevreden ısı alarak yeniden buharlaşır ve gaz olarak kullanılır.

LPG, ham petrolün rafinerilerde arıtılması ile veya doğalgazdan olmak üzere iki ana kaynaktan elde edilmektedir. Ham petrolün damıtılması ile elde edilen LPG, sudan arıtılır ve içerdiği kükürt miktarı standartlara uygun bir sınıra indirilir. Aslında kokusuz olan LPG, olası bir tehlikeyi önlemek amacıyla etil merkaptan ile kokulandırdıktan sonra kullanıma sunulur. Ülkemizde kullanıma sunulan miks LPG, %70 bütan - %30 propan'dan oluşur [6].

İlde bazı fabrikalarda kullanılan LPG, kullanımı yaygın olmadığından dolayı ancak birkaç site de kullanılmaktadır. Ayrıca Çevre ve Orman bakanlığınca düzenlenen ETKHKK Yönetmelinde, ısı güçlerine göre üretim yapan tesislerin, LPG kullanmaları halinde, yanma sonucu ortaya çıkacak emisyon değerlerini Çizelge 2.10 ve Çizelge 2.11'deki değerlere göz önünde tutmaları istenmiştir.

Çizelge 2.10. Yakma ısı gücü 100 MW'ın altındaki tesisler için baca gazı emisyonlarının sınır değerleri.

Yakıtlar	SO ₂ mg/m ³	CO mg/m ³	NO ₂ mg/m ³	Toz mg/m ³
LPG	100	100	800	10

Çizelge 2.11. Yakma ısıl gücü ≥ 100 MW olan tesisler için baca gazı emisyonlarının sınır değerleri [7].

Yakıtlar	SO ₂ mg/m ³	CO mg/m ³	NO ₂ mg/m ³	Toz mg/m ³	Aldehitler (Formaldehit olarak)
LPG	60	100	500	10	20

*Baca gazlarındaki hacimsel oksijen miktarı %3 esas alınır [7].

2.2.3.2. Sıvılaştırılmış Doğal Gaz (LNG)

Doğal gaz atmosferik basınçta yaklaşık olarak -125°C sıcaklığına kadar soğutulduğunda sıvı hale geçer ve sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) olarak adlandırılır. Bir birim hacim LNG buharlaştırıldığında yaklaşık olarak 600 birim hacim doğal gaz elde edilir. LNG su yoğunluğunun yarısından daha düşük bir yoğunluğa sahiptir. LNG doğal haliyle kokusuz, renksiz, korozif olmayan ve zehirleyici bir özelliği bulunmayan bir sıvıdır. Buharlaştırıldıktan sonra kolayca fark edilmesi için içerisine kokulandırıcılar eklenerek kullanıma sunulur. Ancak ilde LGN kullanılmamaktadır. [1].

2.3. GİRESUN İLİNDE SAPTANAN EMİSYON KAYNAKLARI

Yanma ile ilgili ve çok önemli bir konu olan hava kirliliğinin iki kaynağı vardır. Birincisi, gerek motorlu taşıtların büyük sayılara erişmiş olması ve gerekse şehirlerin büyümesi ile dar bir bölgede kalorifer kazanlarının çoğalmasındır. İkincisi, endüstriyeldir.

Birinci tip teknik sistemler, şehir havalarının tahammül edilebilir sınırların üzerinde kirlenmesi sonucunu doğurmuştur. Özellikle şehir merkezlerindeki kirlenmenin %50'si ev bacalarından ve araçların egzozlarından çıkan gazlardan oluşmaktadır.

Şehirlerdeki kalorifer kazanlarında ve sobalarda kullanılan kalitesiz yakıtlar, şehirleri kirlilik bulutuna gömüyor, soluk alınamaz hale getiriyor Özellikle sabah ve akşam saatleri gözleri ve genzi yakmaya başlayan kirli hava insan sağlığını tehdit ediyor. Bu

güne kadar yapılmış araştırmalar kükürt dioksitin, özellikle nem oranına bağlı olarak, solunum ve dolaşım sistemi hastalıklarına neden olduğunu göstermektedir.

Hava kirliliği yalnız insan sağlığını değil, doğal yaşamı da tehdit ediyor. şehirlerde ısı ve enerji üretiminde kullanılan yakıtların yanması sonucu oluşan kükürtdioksit ve ozotoksitleri atmosferde değişime uğrayarak, asit olarak yağmurlara karışıp yeryüzüne dönüyor. Bunun sonucunda bitkiler kuruyor, suların özellikleri bozuluyor, toprak verimsizleşiyor ve bazı canlılar yok olmaktadır.

İkincisi, Termik santrallerde ve büyük sanayi kuruluşlarında kömürün yakılması sonucunda oluşan baca gazlarındaki katı parçacıklar ve kükürtdioksit yüksek bacalardan atmosfere atılmakta ve böylece hava kirliliği meydana gelmektedir. Çok küçük katı parçacıklar ve kükürt dioksit uzun süre havada kalır ve yeniden yer seviyesine inmeden önce sülfat iyonlarına dönüşür. Sülfirik asit ve sülfat iyonları içeren sis kükürtdioksite nazaran çok daha fazla sağlığa zarar vericidir [8].

Emisyon; Kimyasal reaksiyonlar ve yakma prosesleri esnasında ortam havasına karışan tüm gaz ve partiküllere emisyon denir (örneğin: bacadan veya bir aracın egzozundan çıkan gazlar).

İmisyon; Atmosferde bulunan, ölçülen veya teneffüs edilen tüm gaz ve partiküllere imisyon denir [9].

2.3.1. Havayı Kirletici Gazlar ve Kaynakları

Havanın doğal bileşiminde, %78,084 Azot, %20,946 Oksijen, %0,934 Argon, %0,0033 CO₂ ve eser miktarlarda Neon, Helyum, Metan, Kripton, Hidrojen, Ksenon, Azot dioksit (N₂O), ve Ozon bulunmaktadır. İşte Hava kirliliği; havanın bu doğal bileşimine, dış etkilerle katı, sıvı ve gaz şeklindeki yabancı maddelerin girerek doğal bileşimindeki konsantrasyonunun artırması sonucu, solunan havanın insan sağlığına, canlı hayatına ve ekolojik dengeye zararlı olabilecek derişime çıkmasıdır. Hava kirliliği iki kaynaktan yayılır. Birincisi, Antropojen yani insan kaynaklı, ikincisi doğal kaynakların faaliyetleri. Antropojen yani insan kaynaklı olan faaliyetlerin en

önemlileri, ısınma ve endüstriyel amaçlı fosil yakıtların kullanımı, araç kullanımından doğan egzoz emisyonlarıdır. Doğal kaynaklı hava kirleticiler ise Volkanik hareketler ve orman yangınlarıdır. Bu iki kaynağın faaliyetleri sonucunda normal hava bileşimine Kükürt Oksitler (SO_x), Azot Oksitler (NO_x), Hidrokarbonlar (HC), Karbon monoksit (CO), Partikül maddeler(Toz), v.b. gibi konvansiyonel kirleticilerin yanı sıra, Anilin, Aseton, Klor gazı, Flor gazı, Benzopiren gibi kanserojen etkileri olan özellikli kirletici emisyonlarda atmosfere verilir [1].

Havada bulunan kirletici maddeler, değişik kaynaklarda değişik şekillerde gruplandırılabilir.

1. Tanecik veya gaz
2. Organik veya inorganik
3. Görülebilir veya görülemez
4. Mikroskobik altı, mikroskobik veya makroskopik
5. Zehirli veya zehirsiz
6. Kararlı veya kararsız [10].

Havadaki kirleticilerin buldukları katı, sıvı veya gaz gibi faza ve oluşum yöntemlerine göre sınıflaması ise şu şekilde yapılabilir.

1. Tozlar, metal buharı dumanları ve katı maddelerden oluşan dumanlar (duman içinde genellikle sıvı tanecikler bulunur),
2. Buğular, sisler ve sıvı maddelerden oluşan dumanlar,
3. Buharlar ve gazlar [10].

2.3.2. Endüstriyel Emisyonlar

Yayınlanan son çevre durumu raporunda, ilde endüstriyel emisyon kirliliği yapan kuruluşların sayılarının az olması ve sanayi tesislerinin şehir merkezi dışında bulunmalarından dolayı kirlilik etkisinin az olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca mevcut endüstrilerden kaynaklanan emisyonların, kullanılan yakıt türüne bağlı olduğu da belirtilmiştir [1].

2.3.3. Trafikten Kaynaklanan Emisyonlar

Motorlu taşıtlardan kaynaklanan emisyonlar hava kirliliğinde önemli yer tutmaktadır. Ulaşım araçlarının sebep olduğu en önemli kirleticiler egzoz gazlarıdır. Egzozlarından yayılan CO (% 70-90), NO (% 40-70), Hidrokarbonların (%50) ve Pb (% 100) emisyonlarından hava kirliliğinin % 40'ı oluşmaktadır. Bir taşıt 10 dakikada, bir insanın ihtiyacı olan ortalama 15m³lük havayı kullanılmaz hale getirmektedir. İl trafik müdürlüğünün verilerine göre Giresun'daki toplam taşıt sayısı Çizelge 2.12'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.12. Giresun ili türlerine göre araç sayıları [1].

Taşıt Cinsi	Resmi Araç	Ticari Araç	Hususi Araç	Toplam
Otomobil	284	688	13913	14885
Otobüs	60	91	47	198
Minibüs	96	3090	2225	5411
Kamyon	285	1575	1575	3435
Kamyonet	182	257	7800	8239
Motosiklet	13	1	766	780
Traktör	50	5	2119	2174
Çekici	6	68	8	82
Özel Amaçlı Taşıt	141	2	14	157
Tanker	3	39	32	74
Arazi Taşıtı	49	12	533	594
Genel Toplam	1169	5828	29032	36029

Çizelge 2.12 incelendiğinde yaklaşık 20207 aracın (Otobüs, Minibüs, Kamyon, Kamyonet, Traktör, Çekici, Tanker, Arazi Taşıtı) yakıt olarak motorin, geriye kalan araç sayısının yaklaşık 10000'i LPG, geriye kalanında benzin kullandığı görülmektedir. Ayrıca bu rakama, ilin, transit geçiş güzergâhında olmasın-dan dolayı gün içerisinde 1000'e yakın aracın çıkardığı egzoz gazına da maruz kalmaktadır. Buna bağlı olarak da Trafikten kaynaklanan emisyon değerleri artmaktadır.

2.3.4. Kükürt dioksit (SO₂) Konsantrasyonu ve Duman

Kükürt dioksit (SO₂), suda ve dolayısıyla vücut ısısında (kanda) büyük ölçüde çözülebilen bir gazdır. Kükürt dioksit (SO₂), atmosferde hızlı bir şekilde oksitlenmeye kükürt dioksit ve sülfatlara dönüşür. Kükürt dioksit'in etkileri tüm

hava kirleticilerinde olduğu gibi birinci (Direkt) ve ikincil (Endirekt) etkiler olarak ele almak gerekir. Kükürt dioksit'in solunumu ile ortaya çıkan birincil etkisi, kronik olmaktan ziyade akut olarak meydana gelmektedir. Aynı zamanda solunum sisteminin koruyucusu olan tüycüklere de zarar vermektedir. İkincil etkileri ise; SO₂ nin atmosfere ulaşımı sonunda oluşan kimyasal tepkimeler ile gerçekleşir. Bu etkilerden en önemlisi asit yağmurlarıdır. SO₂ sülfürik asit anhidri olup; yağmur ve yoğumuş nem damlalarıyla birlikte havada bu asidin oluşmasına neden olur.

Oluşan bu asit yağmurunun pH'nı düşürerek, yağmur suları ile yeryüzüne inerek birçok etkilere neden olmaktadır. İlde hava kirliliği ölçümleri İl Sağlık Müdürlüğü tarafından günlük olarak 2002 yılına kadar bir sabit noktadan yapılmış, cihaz bu tarihten sonra kullanılamayacak durumda olduğundan ölçüm yapılamamıştır. İlde tüm aylarda kısa vadeli sınır değerlerin aşılmadığı görülmektedir [1].

Ülkemiz standartlarına göre SO₂ hava kirleticisinin uzun ve kısa vadeli sınır değerleri Çizelge 2.13'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.13. SO₂ hava kirleticisinin uzun ve kısa vadeli sınır değerleri [7].

STANDART DEĞERLER	SO ₂ (mg / m ³)	PM
Kısa Vadeli	400	300
Uzun Vadeli	150	150

Çizelge 2.14'de verilen değerlere göre Giresun ilinde Ocak–1997 ve Aralık–2005 arasında hava kalitesi ölçümlerinde, ölçüm yapılan tüm aylarda ortalama kükürt dioksit konsantrasyonunun kısa vadeli sınır değeri aşmadığı saptanmıştır.

Ortalama gaz molekül büyüklüğü 0,0002 µm'den daha büyük olan ve bir süre havada askıda kalabilen katı veya sıvı her türlü madde partikül sınıfına girer [11].

0,3 mikron partiküller solunabilen, çoğunlukla akciğerlerde biriken ve özellikle çocuklarda solunum yolu enfeksiyonlarına neden olan partiküllerdir [12].

Çizelge 2.14. Bacalardan atmosfere atılan partiküllerin konsantrasyonlarına göre yarattığı etkiler [11].

Derişim ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Etkiler	Düşünceler
60-180 (yıllık ortalama)	Çelik ve diğer metalik malzemelerde paslanma	Yıllık ortalama değerlerdir
150	Görüş mesafesi 9 km'nin altına düşer	Bağıl nemin %70'den aşağı olduğu hallerde
100-150	Doğrudan gelen güneş ışınları 1/3 oranında azalır	
100-130	Çocuklarda solunum yolları rahatsızlıklarının başlaması	SO ₂ 'nin 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ten büyük olduğu durumlarda
300 (günlük ortalama)	Kronik bronşitli hastalarda krizlerin ciddileşmesi	SO ₂ 'nin 630 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ten fazla olduğu durumlarda
750 (günlük ortalama)	Ölüm olaylarında artış ve hastalanmalar	SO ₂ 'nin 715 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ten fazla olduğu durumlarda

Çizelge 2.15. Giresun ili yıllara göre SO₂ ve partikül madde (PM) ortalamaları [1].

KİRLLETİCİ (mg / m ³)	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
SO ₂	48	50	51	45	41	48	-----	-----	-----
PM	41	42	43	35	32	35	-----	-----	-----

2.3.5. Azot Oksitler (NO_x)

Yanma sürecinde azot oksit oluşumunun önlenmesi, öncelikle azot veya azotlu bileşik içermeyen yakıtların kullanımı, NO_x'in baca gazlarından uzaklaştırılması ya da yanma sırasında NO_x oluşumunu önleyici yöntemlerin uygulanması ile yapılmaktadır. Yanma bölgesinde pik alev sıcaklığını düşürmek, yakıtın bu sıcaklıkla kalma zamanını azaltmak, yakma havasındaki oksijenin derişimini düşürmek ya da kademeli yanına sağlamak sıklıkla uygulanan yöntemlerdendir. Kuşkusuz en başta

kullanılan yakıt türü olmak üzere; yöntemin uygulanma kolaylığı ve verimi, uygulama ile diğer kirletici emisyonlarda olabilecek değişiklikler seçimde belirleyici olacaktır [13].

2.3.5.1. Kömürlerin Yanması

Kömürlerin yanması ile oluşan NO_x 'in büyük bir kısmı NO, çok az bir kısmı da NO_2 şeklinde olup ısı-NO ve yakıt-NO kaynaklıdır. Taşkömürü ve linyitlerde genelde % 0,2 oranında aromatik halkaya bağlı olarak bulunan yakıt azotunun % 20–60 kadarı yanına sırasında NO'a dönüşmekte ve toplam NO_x emisyonu içinde bu yakıt kökenli NO'nun payı % 80'e ulaşmaktadır.

NO_x emisyonunu azaltmak amacı ile yapılan çalışmaların başında az hava fazlası ile yakma gelir. Bu yöntem, eski yeni her büyüklükteki yakma sistemlerine uygulanabilmesi açısından en çok kullanılan denetim şeklidir. Yüksek alev sıcaklığı nedeniyle NO_x oluşumu artacağından bu yöntem pulvarize yakma sistemleri ve mazgal yakıcılarda ancak % 20 ve % 30 hava fazlasının üstünde etkin olmaktadır.

Ayrıca stokyometrik olmayan kademeli yakma, yanma gazlarının geri dolaşımı, su buharı veya su püskürtülmesi, pahalı olmasına karşın NH_3 püskürtülmesi bu amaç için kullanılan etkin yöntemlerdendir. Bu yöntemlerin herhangi biri ya da bir kaç vasıtasıyla yapılacak NO_x miktarını düşürmek işi, büyük ölçüde yakıcının tipi, kömürün özellikleri ve mevcut işletme deneyimi ile değişmektedir. Ayrıca NO_x 'in denetimi için yapılan tüm bu kısıtlı yakmalar yanma gazlarında uçucu organik maddelerin ve CO emisyonunun miktarını arttırabilir. Bu nedenle NO_x denetimi, atık gazlardaki CO miktarı max. 200 ppm üst sınırını geçmeyecek şekilde yapılır. Yanmayı sağlayan diğer yöntemlerde CO sınırlaması yoktur [13].

2.3.5.2. Sıvı Yakıtların Yanması

Sıvı yakıt yanması sonucu ortaya çıkan NO_x 'de yakıt azotunun ve yakma havasındaki azotun oksidasyonu ile oluşur. Yakıt kökenli NO_x , yakıtın azot içeriğinin ve yakma havasındaki oksijenin bir fonksiyonudur. Yakıt azotu % 20–70 arasında NO_x 'e

dönüşürse de ortalama olarak % 45 kabul edilir. Isıl-NO_x ise; büyük ölçüde pik alev sıcaklığının ve yakıcı boyutuna, yakma konfigürasyonuna ve işletme pratiğine bağlı olan ortamdaki oksijenin bir fonksiyonudur [13].

2.3.5.3. Gaz Yakıtların Yanması

"Temiz enerji" olarak tanımlanan doğalgazın yanmasında bile yanma tepkimesi sonucu bazı kirletici emisyonlar meydana gelebilir. Örneğin kötü karışma, yetersiz hava gibi uygun olmayan işletme koşulları, büyük miktarlarda is, CO ve yanmamış hidrokarbon emisyonlarının nedenidir. Ancak doğalgazın yanmasında asıl kirletici emisyon azotoksitlerdir ve bunların miktarı yanma odasının sıcaklığı ve yanma ürünlerinin soğuma hızı ile değişir. Emisyon düzeyi ise yanma odasının sıcaklığı ve yanma ürünlerinin soğuma hızı ile değişir. Emisyon düzeyi ise yakma ünitesi büyüklüğüne ve işletme koşullarına bağlıdır. Kimi büyük ölçekli yakma sistemlerinde NO_x kontrol için bir kısım işletme değişikliklerine gidilir. Örneğin stokiometrik olmayan yakma ve/veya iki kademeli yanma ile emisyon oranları % 5–50 oranına düşürülmüştür. Stokiometrik olmayan yanmada yakıcıların bir kısmı zengin yakıtla, bir kısmı fakir yakıtla çalıştırılırken, bir kısmı da sadece hava temini için çalıştırılır. İki kademeli yakıcılarda ise birinci basamakta yakıcılar, stokiometrik havanın sadece % 70–90 oranında hava olacak şekilde yakıtça zengin çalıştırılır, ikinci basamakta alev bölgesine hava püskürtülerek yanma tamamlanır. Bu şekilde yakma işleminde yanma yakıtça zengin koşullarda gerçekleştirildiğinden NO_x oluşumu azalmaktadır. Az hava fazlası ile yakma ve atıkgaz geri dolanımı da bir başka NO_x azaltım yöntemleridir. Birincisinde yakma işlemi; CO, uçucu organikler ve is gibi kirletici emisyon oluşumuna neden olmayacak kadar az hava fazlası ile yapılır. Bu yöntemle ortamda oksijen yetersizliğinden dolayı NO_x emisyonları % 5–35 oranında düşürülür. İkincisinde ise; birincil yanma bölgesinde atık gazların dolanımı ile , bu gazların görece soğuk olmaları ve oksijen içermeleri nedeniyle NO_x oluşumu dolaştırılan gaz miktarına bağlı olarak % 4–85 oranında düşürülmektedir. Sıralanan tüm bu yöntemlerin bir ya da birkaçının birlikte uygulanması ile doğalgaz yakan sistemlerde NO_x oluşumu % 70–90 oranında aşağı çekilir [13].

BÖLÜM III

GİRESUN İLİNDE KULLANILAN YAKITLARIN MALİYET ANALİZLERİ VE KARŞILAŞTIRILMALARI

Giresun ilinde faaliyet gösteren katı yakıt satış noktalarından ve TPOA Samsun işletmesinden alınan bilgilerle maliyet analizleri yapılmış olup, bu alınan bilgiler çerçevesinde karşılaştırmalar yapılmıştır.

Hesaplamalara geçmeden enerji tasarrufunu sağlayan birkaç önemli noktaya değinelim

Yapılarda yıllık enerji ihtiyacının bilinmesi tasarım açısından son derece önemlidir. Yıllık enerji gideri ve ilk yatırım maliyeti arasında yapılacak ekonomik optimizasyon ömür maliyeti en düşük sistemi belirlemeyi sağlar. Uygun sistem seçimi yanı sıra en uygun bina komponentlerinin ve bina oryantasyonunun belirlenmesi de yıllık enerji maliyeti ile ilgilidir. Sistem işletme stratejisinin belirlenmesinde de yıllık enerji ihtiyacı kritik bir değerdir. Bir yıl boyunca kullanılacak enerji miktarı minimum olacak ancak istenen konforun sağlanmasına da olanak tanıyan strateji seçilmelidir.

Günümüzde iyice önem kazanan çevre problemleri, yapı standartların belirlenmesi, enerji giderlerinin paylaşılması gibi insanlar arası bir takım hukuksal meseleler yine yıllık enerji ihtiyacı ile ilintili diğer konulardır [14].

Bina enerji ihtiyacı çok sayıda etkene bağlıdır. Bunlar sırasıyla:

- 1- Mekanik sistem özellikleri,
- 2- Binanın mimari yapısı,
- 3- Bina komponentlerinin özellikleri,
- 4- İklim yapısı,
- 5- İşletme rejimi,
- 6- Konfor şartları,

7- Yakıt tipi,

8- Bakım ve servis özellikleri [14].

3.1. ÖRNEK MESKENLERE AİT ALIM VE İŞLETME MALİYETLERİ

İlde kullanılan yakıtların Eylül 2007 tarihli satış fiyatları Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Giresun ili Eylül 2007 tarihli yakıtların satış fiyatlarıdır.

Kömür (ytl/ton)	Fueloil (kalyak) (ytl/lt)	Biokütle Fındıkkabuğu (ytl/kg)	Lpg (ytl/kg)
440	1,45	0,3	3,291

İlde çevre müdürlüğünün almış olduğu karar gereği il sınırları içerisinde kullanılan yakıtların standartlarını belirlemekle birlikte, kömür şirketleri kömürü 25 kg’lık paketler halinde satışa sunmaktadır.

2007 Eylül ayı itibariyle 25 kg’lık bir paket kömürün satış fiyatı 11 ytl’dir. Bunun yanı sıra müstakil meskenlerde kullanılan katı yakıtlı ısıtma sistemlerinde (soba, kat kaloriferi), daha çok tutuşturmak amaçlı olmak üzere, bölgenin geçim kaynağı olan fındıklardan elde edilen fındıkkabuğu kullanılmaktadır. Genellikle çuvallarda satışa sunulan ve biokütle olarak kullanılan bu yakıt, mesken sahiplerine, yörenin geçim kaynağı olmasına rağmen hiçte azımsanmayacak bir fiyatla satışa sunulmaktadır. Çuvallar genelde 40–50 kg’lık olmakla beraber kilosu 30 ykr’a satılmaktadır. Yani 40 kg’lık bir çuval fındıkkabuğu 12 ytl’e satılmaktadır. Yöre halkı geçimlerini fındık bahçelerinden sağlamakta ancak yetiştirilen fındıklar fabrikalara satılmaktadır. Fındık üreticisi ihtiyacı olan fındık yağı yahut proses işlemlerden sonra arta kalan fındıkkabuğunu yine cebinden yada vermiş olduğu fındık karşılığında geri almaktadır. Buda ısınma maliyeleri açısından yeni bir kalem demektir.

3.1.1. Katı Yakıtlarda Alım Ve İşletme Maliyetleri

İlin kış şartları göz önüne alındığında, ortalama soğuk gün sayısı 150 dir. Müstakil 110 m² lik bir meskenin sadece ısınma amaçlı 150 günlük kömür ihtiyacı yaklaşık

2.5 tondur. Buda günlük 16,6 kg demektir. Eylül 2007 itibariyle bu meskenin günlük kömür maliyeti 7,33 ytl dir. Bu maliyete ilk kurulum masrafı olan soba ihtiyacı katıldığında ve sobanın 15 yıl boyunca kullanıldığı düşünülürse;

Çizelge 3.2. 110 m² lik sobalı müstakil meskene ait maliyet çizelgesi.

110 m ² lik Sobalı Müstakil Meskene Ait Maliyet Kalemleri	
Kömür (ithal Sibiryaya)	7,3 ytl/gün
Soba	0,2 ytl/gün
Tutuşturucu madde (findikkabuğu)	0,6 ytl/gün
Günlük Toplam	8,1 ytl/gün

Çizelge 3.2’de günlük maliyet 8,1 ytl olarak tespit edilmiştir. Kış günü sayısı yaklaşık 150 olarak aldığımızda yıllık maliyetin 1215 ytl olduğu görülecektir. Burada 15 yıl süreli kullanımı varsayılarak, sobanın bedeli 450 ytl olarak tespit edilmiş ve 15 yıl boyunca 2250 gün başına düşen masraf hesaplanmıştır. Tutuşturucu olarak kullanılan findikkabuğunun ise günde 2 kg kullanıldığı değerlendirilmeye alınmıştır. Dikkat edilirse sadece ısınma amaçlı olan bu maliyet içinde başka herhangi bir ihtiyaç karşılanamamaktadır. Aynı hesabı kat kaloriferli kullanan müstakil bir mesken için yaptığımızda ise;

Çizelge 3.3. 110 m² lik kat kaloriferli müstakil meskene ait maliyet çizelgesi.

110 m ² lik Kat Kaloriferli Müstakil Meskene Ait Maliyet Kalemleri	
Kömür (ithal Sibiryaya)	7,3 ytl/gün
Kat kaloriferli sistemi	0,48 ytl/gün
Tutuşturucu madde (findikkabuğu)	1,8 ytl/gün
Elektrik giderleri	0,1 ytl/gün
Günlük Toplam	9,68 ytl/gün

Çizelge 3.3 incelendiğinde günlük maliyet 9,68 ytl olarak tespit edilmiştir. Kış günü sayısı yaklaşık 150 olarak aldığımızda yıllık maliyetin 1452 ytl olduğu görülecektir. Burada 25 yıl süreli kullanımı varsayılarak, kat kaloriferli bedeli 1850 ytl olarak tespit edilmiş ve 25 yıl boyunca 3750 güne düşen masraf hesaplanmıştır. Tutuşturucu

olarak kullanılan fındikkabuğu ise 6 kg kullanılmıştır. Çizelge 3.1’de fındikkabuğunun satış fiyatı 0,3 ytl dir. Burada kat kaloriferi kullanımının getirdiği bir avantaj ise sıcak su ihtiyacının da karşılaması olacaktır. Tabi buda ayrıca bir masraf olarak yerini alacaktır. Burada kazan temizliği mesken sahipleri tarafından yapılacağı için ayrıca kaloriferli maliyeti oluşmamaktadır. Yine bu hesaplamalardan yola çıkarak 10 dairelik bir apartmanın kalorifer kazanı kullanması durumunda durumun da ortaya çıkacak olan maliyeti hesaplarsak;

Çizelge 3.4. 10 dairelik ve her dairesi 110 m² olan kalorifer kazanlı bir apartmana ait maliyet çizelgesi.

Kömür (ithal Sibirya)	7,3 ytl/gün
Kalorifer kazanı	0,1 ytl/gün
Tutuşturucu madde (fındikkabuğu ve odun)	1,8 ytl/gün
Kaloriferli hizmetleri	0,66 ytl/gün
Baca temizleme hizmetleri	0,11 ytl/gün
Kalorifer bakım onarım hizmetleri	0,13 ytl/gün
Kazan elektrik giderleri	0,2 ytl/gün
Daire başı günlük Toplam maliyet	10,3 ytl/gün

Çizelge 3.4 incelendiğinde daire günlük maliyet 10,3 ytl olarak tespit edilmiştir. Kış günü sayısı yaklaşık 150 olarak aldığımızda yıllık maliyetin 1545 ytl olduğu görülecektir. Burada 30 yıl süreli kullanımı varsayılarak, kalorifer kazanı bedeli 4500 ytl olarak tespit edilmiş ve 30 yıl boyunca 4500 güne düşen masraf hesaplanmıştır. Tutuşturucu olarak kullanılan fındikkabuğu ise 6 kg kullanılmıştır. Burada kalorifer kazanı kullanımının getirdiği bir avantaj ise sıcak su ihtiyacının da karşılaması olacaktır. Tabi buda ayrıca bir masraf olarak yerini alacaktır.

3.1.2. Sıvı Yakıtlarda Alım Ve İşletme Maliyetleri

İlde sıvı yakıt olarak genelde fueloil no:4 kalorifer yakıtı kullanılmaktadır. Hava kirliliğine neden olan emisyonlar arasında yer alan kükürt dioksit (SO₂) emisyonunun azaltılması için yaklaşık %3,5 kükürt içeren 6 nolu fuel-oil’in ısınma

ve sanayide ısınma ve üretim amaçlı kullanılması yasaklanmıştır [1]. Tüketimin çoğunu resmi kurumlar olan okul, hastane, askeri kışla gibi tesisler gerçekleştirmektedir. İl fueloil ihtiyacını samsunda bulunan petrol ofisi işletmelerinden sağlamaktadır. Eylül 2007 tarihi itibarıyla satışa sunulan fueloilin litre fiyatı 1.45 ytl'dir. Müstakil bir mesken sahibi yaklaşık olarak günde 12–15 litre fueloil kullanılmaktadır. Resmi kurumlarda bu miktar günlük 150–185 litre olarak değişiklik göstermektedir.

Çizelge 3.5. 110 m² lik kat kaloriferli müstakil meskene ait maliyet çizelgesi.

Fuel-oil no:4 kalorifer yakıtı	18,85 ytl/gün
Kat Kalorifer sistemi(brülörlü ve ön ısıtıcılı)	0,62 ytl/gün
Elektrik tüketimi	0,15 ytl/gün
Günlük Toplam maliyet	19,62 ytl/gün

Araştırma sonuçları Çizelge 3.5'de gösterilmiştir. Çizelge incelendiğinde günlük maliyet 19,62 ytl olarak tespit edilmiştir. Kış günü sayısı yaklaşık 150 olarak aldığımızda yıllık maliyetin 2943 ytl olduğu görülecektir. Burada 25 yıl süreli kullanımı varsayarak, kat kalorifer kazanı bedeli brülör fiyatı da eklenerek 2350 ytl olarak tespit edilmiş ve 25 yıl boyunca 3750 güne düşen masraf hesaplanmıştır. Burada kat kalorifer kazanı kullanımının getirdiği bir avantaj ise sıcak su ihtiyacının da karşılaması olacaktır. Tabi buda ayrıca bir masraf olarak yerini alacaktır.

Yine bu hesaplamalardan yola çıkarak 10 dairelik bir apartmanın kalorifer kazanı ile birlikte sıvı yakıt olarak fueloil kullanması durumunda ortaya çıkacak olan maliyeti hesaplırsak;

Çizelge 3.6. 10 dairelik ve her dairesi 110 m² olan kaloriferli kazanlı bir apartmana ait maliyet çizelgesi.

Fuel-oil no:4 kalorifer yakıtı	14,50 ytl/gün
Kalorifer kazanı sistemi	1,16 ytl/gün
Kaloriferli hizmetleri	0,66 ytl/gün

Çizelge 3.6. (devam ediyor).

Baca temizleme hizmetleri	0,11 ytl/gün
Kalorifer bakım onarım hizmetleri	0,13 ytl/gün
Kazan elektrik giderleri	0,20 ytl/gün
Daire başı günlük Toplam maliyet	16,76 ytl/gün

Çizelge 3.6 incelendiğinde daire günlük maliyet 16,76 ytl olarak tespit edilmiştir. Kış günü sayısı yaklaşık 150 olarak aldığımızda yıllık maliyetin 2514 ytl olduğu görülecektir. Burada 30 yıl süreli kullanımı varsayılarak, kalorifer kazanı bedeli brülör fiyatı da eklenerek 5250 ytl olarak tespit edilmiş ve 30 yıl boyunca 4500 güne düşen masraf hesaplanmıştır. Burada kalorifer kazanı kullanımının getirdiği bir avantaj ise sıcak su ihtiyacının da karşılaması olacaktır. Tabi buda ayrıca bir masraf olarak yerini alacaktır.

3.1.3. Gaz Yakıtlarda Alım Ve İşletme Maliyetleri

İlde LPG kullanan müstakil yapı sayısı az olmakla birlikte sahil kesiminde yer alan villa tipli dairelerin dışında il içerisinde sadece 10 katlı lüks bir apartman ısınma amaçlı olarak LPG kullanmaktadır. Sistem merkezi olmakla birlikte tüketim sonunda gaz satan şirketler tarafından dolun yapılmaktadır.

Villalarda ise mesken sahipleri maliyet gibi sorunları ilk basamak olarak görmedikleri için 12 kg lık ev tüpü kullanmaktadırlar. Bir aylık süreç içerisinde 8 adet 12 kg'lık tüketim gerçekleştirmektedirler. Eylül 2007 tarihi itibarıyla 12 kg'lık tüpün satış fiyatı 39,5 ytl dir.

Çizelge 3.7. Villa tipi (dubleks 220 m²) konutlarda kullanılan yakıtın maliyet çizelgesi.

LPG 12 kg'lık ev tüpü (ısınma amaçlı kullanımda)	10,53 ytl/gün
Günlük toplam	10,53 ytl/gün

Kış şartlarını tüm hesaplamalarımızda 150 gün aldığımızdan mesken sahibi toplamda sadece ısınma amaçlı 1579,5 ytl lik yakıt kullanımı gerçekleştirecektir. Bu maliyete sıcak su maliyeti dâhil edildiğinde ise günlük maliyeti 12,5 ytl ye ulaşacak bu da bir kış döneminde toplam 1875 ytl'ye ulaşacaktır. Yine bu tür villalarda görülen diğer bir sistem ise sıvı yakıtlı kat kaloriferli sistemlerdir.

Çizelge 3.8. Villa tipi (dubleks 220 m²) kat kaloriferli müstakil meskene ait maliyet çizelgesi.

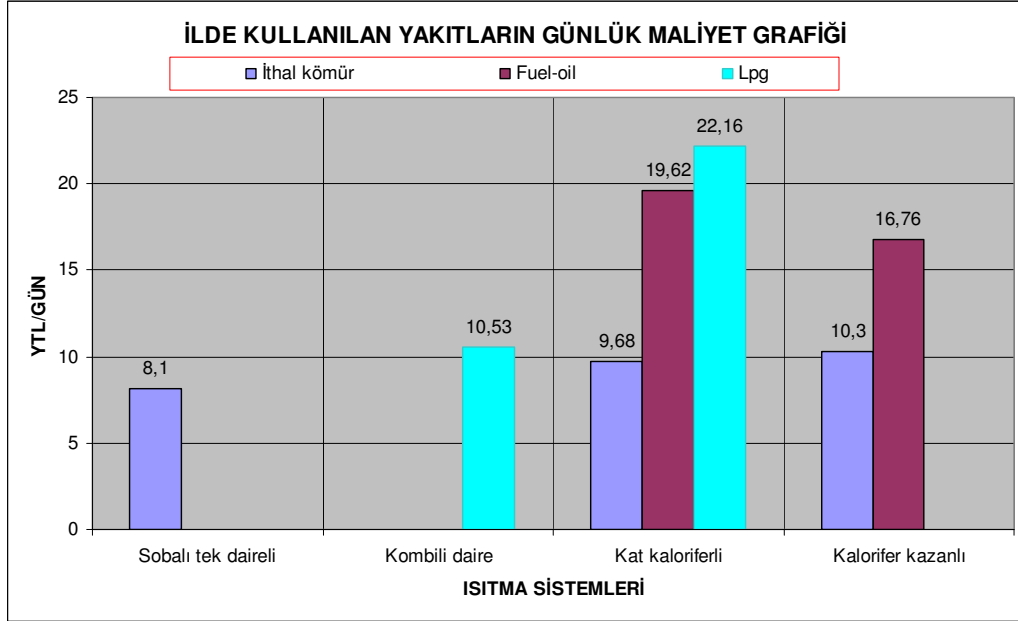
Fuel-oil no:4 kalorifer yakıtı	20,3 ytl/gün
Kalorifer kazanı sistemi	1,16 ytl/gün
Baca temizleme hizmetleri (yılda bir defa 75 ytl)	0,5 ytl/gün
Kazan elektrik giderleri	0,20 ytl/gün
Günlük Toplam maliyet	22,16 ytl/gün

Araştırma sonuçları Çizelge 3.8'de gösterilmiştir. Çizelge incelendiğinde günlük maliyet 22,16 ytl olarak tespit edilmiştir. Kış günü sayısı yaklaşık 150 olarak aldığımızda yıllık maliyetin 3324 ytl olduğu görülecektir. Burada 25 yıl süreli kullanımı varsayılarak, kat kalorifer kazanı bedeli brülör fiyatı da eklenerek 2350 ytl olarak tespit edilmiş ve 25 yıl boyunca 3750 güne düşen masraf hesaplanmıştır.

Şimdi yapılan tüm araştırma ve hesaplama sonuçlarını Çizelge 3.9'da inceleyelim.

Çizelge 3.9. İlde kullanılan yakıtların günlük bazda alım ve işletme maliyetlerinin karşılaştırılması.

Kullanılan yakıt türü	Sobalı tek daireli ytl/gün	Kombili daire ytl/gün	Kat kaloriferli ytl/gün	Kalorifer kazanlı ytl/gün
İthal kömür	8,1	—	9,68	10,3
Fuel-oil	—	—	19,62	16,76
Lpg	—	10,53	22,16	—



Şekil 3.1. İlde kullanılmakta olan yakıtların günlük maliyet grafiği.

3.2. İLDE KULLANILAN YAKITLARIN ISI VERİMLERİNİN VE BACA GAZLARININ HESAPLANMASI

Yeryüzünde kullanılan yakıtlar tercih edilirken önceleri ısıl değerlerinin yüksek olmasıydı. Ancak çevresel etkilerinin özellikle hava kalitesinin bozulmasıyla birlikte yanma sonucu açığa çıkan baca gazı miktarları da göz önüne alınmaya başlanmıştır. Özellikle enerji ve çevre bakanlıklarının devlet nezdinde çıkarmış olduğu kanun ve yönetmeliklerle birlikte bu durum önem arz etmiştir. Çevresel açıdan incelendiğinde yanma sonucu açığa çıkan baca gazları büyük önem taşımaktadır.

Türkiye'de hava kirliliği, özellikle kış aylarında ve düşük kaliteli yakıtların ısınma amaçlı kullanımları sonucunda yaşamı tehdit eder boyutlara ulaşmıştır. Bu şekilde oluşan hava kirliliği ile ilgili emisyon limiti vb. yaptırımlar olmadığından dolayı (konfor düzeyi düşürülmeksizin) hava kirliliğinin kontrolü için başlıca üç yöntem seçilebilir. Bunlar;

1. Yakıt değiştirme,
2. Yakma sistemlerinin iyileştirilmesi (yüksek verimli yanıcılar, merkezi ısıtma, vb.)
3. Isı yalıtımının iyileştirilmesi [15].

Binalarda farklı ısı yalıtımı seçeneklerinin enerji tüketimi ve hava kirliliği üzerindeki etkilerinin belirlenebilmesi için aşağıdaki bilgilerin derlenmesi gerekmektedir;

1. Binaların ve yapı elemanlarının ısıl özelliklerinin ölçüm sonuçları ile belirlenmesi,
2. Binaların yalıtım düzeylerinin enerji tüketimine ve yakıt kullanımına etkilerinin belirlenmesi,
3. Mevcut durumdaki hava kirliliği seviyelerinin belirlenmesi [15].

Duman gazı olarak nitelendirdiğimiz kapsamı, yanma süreci esnasında, yakma havası ile verilen ve yanmayan azot dahil oluşan bütün yanma ürünleri oluşturmaktadır. Yanma gazlarını kuru ve yaş diye iki ayırt edilir. Yaş duman gazları yanma sonunda oluşan su buharını ve yakıtın bünyesinde bulunan nemi barındırır. Kuru duman gazı oda sıcaklığında soğur ve bu esnada su buharı yoğuşur [16].

Bu bölümde ilde kullanılan yakıtların yanma sonucu açığa çıkardıkları baca gazlarının analizleri yer almaktadır. Sırası ile kullanılan yakıtların baca gazı analizleri hesaplamalar ile tespit edilmiş olup kuru ve yaş baca gazları bir bütün olarak hesaplamalarda kullanılmıştır.

Çizelge 3.10. İlde kullanılan yakıtların alt ısıl değerleri [16].

YAKIT TÜRLERİ	ALT ISIL DEğERLERİ (HA)
İthal kömür	7000 kcal/kg
Yerli kömür (linyit)	4640 kcal/kg
Fueloil	9875 kcal/kg
Lpg	11100 kcal/kg
Doğalgaz	8250 kcal/m ³

Yanma gaz fazında gerçekteşen bir reaksiyondur [17]. Yanma reaksiyona giren oksijen (O) miktarına bağlı olarak;

- 1-Tam yanma,
- 2-Eksik yanma olarak ikiye ayrılır.

Tam yanma da baca gazı yani dumanda yanıcı gaz ve yakıt parçacıkları hiç kalmaz. Eksik yanma da ise baca gazı yani dumanda, yanan gaz ve yakıt parçacıkları bulunup ısı enerjisi tam olarak açığa çıkmamıştır [18].

Hava fazlalık katsayısı: tam yanma için gerekli olan minimum hava miktarı uygulamada tam yanma için yetersizdir. Uygulamada bu miktar ile tam yanma sağlanamadığından, bütün yakıt moleküllerine gerekli hava verilmediği için hesapla bulunandan bir miktar daha fazla yanma havası gerekmektedir. Gerekinden fazla verilen hava miktarı sebebiyle hava fazlalık katsayısı (λ) tarif edilir. Hava fazlalık katsayısı uygulamada $\lambda = 1,15-1,2$ civarında alınır [18].

İlde kullanılan yakıtların sırasıyla 1kg'nın, tek daire kullanımında ve ilde tüm dairelerin aynı yakıtı kullanması durumunda havaya verilen baca gazı miktarını bulalım.

Bilindiği üzere kömür karbon bazlı bir yakıt türüdür. Bunun yanı sıra bünyesinde hidrojen (H) ve kükürt (S) de bulunmaktadır. Ayrıca alüminyum silisyum v.b gibi elementlerde bulunmakla beraber yanma sonucu çevresel kirliliğe göz ardı edilecek şekilde etki ettiğinde hesaplamamızda sadece C, H ve S'i kullanacağız.

Hesaplamalara başlamadan önce hava içerisindeki O_2 ve N miktarının kütle ve hacimsel oranını kullanarak hesaplamalarda gerekli olan O_2 miktarını m^3 ve kg cinsinden bulalım;

<u>Hava</u>	<u>% Oksijen (O_2)</u>	<u>% Azot (N)</u>
Hacimsel	21	74
Kütleli	23,2	76,8

1 m³ O₂'nin reaksiyona girmesi için gerekli hava hacmi; 1/0.21= 4,76 m³hava

1 kg O₂'nin reaksiyona girmesi için gerekli hava kütlesi; 1/0.232= 4,31 kg hava

O₂'nin özgül ağırlığı ρ_o = 1,428 kg/ m³'dir.

1 kg Hidrojen' nin (H₂) yanabilmesi için gerekli olan O₂ miktarı;

8 kg/1.428 O₂ = 5,602 m³ O₂'dir

1kg Karbon'un (C) yanabilmesi için gerekli olan O₂ miktarı;

2,666 kg/1,428 kg/m³ O₂ = 1,866 m³ O₂'dir

1 kg Kükürt'ün (S) yanabilmesi için gerekli olan O₂ miktarı;

1 kg S+ 1 kg/1,428 O₂ = 0,700 m³ O₂'dir.

1 Kg yakıt başına gerekli olan Oksijen miktarı;

$$Q_{\min} = 1,866 \times \%C + 5,602 \times H + 0,700 \times \%S \text{ m}^3/\text{kgyakıt} \quad (3-1)$$

Yanma için gerekli olan Teorik hava miktarı;

$$H_{\text{TEORİK}} = Q_{\min} \times 4,76 \text{ m}^3/\text{kgyakıt} \quad (3-2)$$

Uygulamalı yanma için gerekli olan hava miktarı;

$$H_{\text{GERÇEK}} = \lambda \times H_{\text{TEORİK}} \text{ m}^3/\text{kgyakıt} \quad (3-3)$$

VCO₂ (Yanma sonucu açığa çıkan Karbondioksit) miktarı;



VHO₂ (Yanma sonucu açığa çıkan Su) miktarı;



VSO₂ (Yanma sonucu açığa çıkan Kükürt dioksit) miktarı;



VN₂ (Yanma sonucu açığa çıkan Azot) miktarı;

$$VN_2 = H_{\text{GERÇEK}} \times 0,768$$

$$VN_2 = \lambda \times H_{\text{TEORİK}} \times 0,768$$

$$VN_2 = \lambda \times (Q_{\min} * 4,76) \times 0,768 \quad (3-7)$$

VO_2 (Yanmadan çıkan Oksijen) miktarı;

$$VO_2 = [(\lambda - 1) \times Q_{\min}] \times 1,428 \quad (3-8)$$

$V_{T\text{BG}}$ (toplam baca gazı) miktarı;

$$V_{T\text{BG}} = V_{CO_2} + V_{HO_2} + V_{SO_2} + V_{N_2} + VO_2 \quad (3-9)$$

Çizelge 3.11’de hesaplamalarda kullanılan oksijen miktarları verilmektedir.

Çizelge 3.11. Gerekli olan oksijen miktarı çizelgesi.

	Simge	Kg O ₂ ihtiyacı	m ³ O ₂ ihtiyacı
Hidrojen	H	8/1,428	5,602
Karbon	C	2,66/1,428	1,866
Kükürt	S	1/1,428	0,700

3.2.1. İthal Kömür İçin Baca Gazı Değerleri

1 kg ithal kömürün kimyasal içeriği;

% 89 C, %9,5 H ve % 1,5 S’dir.

1 kg ithal kömürün yanması için gerekli olan oksijen miktarı eşitlik 3-1’den,

$$Q_{\min} = 1,866 \times 0,89 + 5,602 \times 0,095 + 0,700 \times \%0,015$$

$$Q_{\min} = 1,660 + 0,532 + 0,010$$

$$Q_{\min} = 2,202 \text{ m}^3/\text{kgyakıt}$$

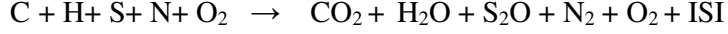
Yanma için gerekli olan Teorik hava miktarı eşitlik 3-2’den;

$$H_{\text{TEORİK}} = 2,202 \times 4,76 = 10,481 \text{ m}^3/\text{kgyakıt}$$

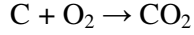
Uygulamalı yanma için gerekli olan hava miktarı eşitlik 3-3’den,

$$H_{\text{GERÇEK}} = 1,2 \times 10,481 = 12,577 \text{ m}^3/\text{kgyakıt’dir.}$$

Bu şartlarda yanması gerçekleşen ithal kömürün yanma sonucu açığa çıkan CO₂, H₂O, S₂O ve N₂, emisyonlarını hesaplırsak;

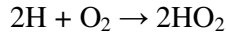


VCO₂ (Yanma sonucu açığa çıkan Karbondioksit, miktarı eşitlik 3-4'den;



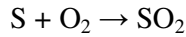
$$VCO_2 = 1,866 \times \% C = 1,866 \times 0,890 = 1,660 \text{ m}^3 \text{ CO}_2/\text{kgyakıt}$$

VHO₂ (Yanma sonucu açığa çıkan Su), miktarı eşitlik 3-5'den ;



$$VHO_2 = 5,602 \times \% H = 9 \times 0,095 = 0,532 \text{ m}^3 \text{ HO}_2/\text{kgyakıt}$$

VSO₂ (Yanma sonucu açığa çıkan Kükürt dioksit), miktarı eşitlik 3-6'dan;



$$VSO_2 = 0,700 \times \% S = 2 \times 0,015 = 0,0105 \text{ m}^3 \text{ SO}_2/\text{kgyakıt}$$

VN₂ (Yanma sonucu açığa çıkan Azot), miktarı eşitlik 3-7'den;

$$VN_2 = H_{GERÇEK} \times 0,768$$

$$VN_2 = \lambda * H_{TEORİK} \times 0,768$$

$$VN_2 = \lambda \times (Q_{\min} \times 4,76) \times 0,768$$

$$VN_2 = 1,2 \times (2,202 \times 4,76) \times 0,768 = 9,659 \text{ m}^3 \text{ N}_2/\text{kgyakıt}$$

VO₂ (Yanmadan çıkan Oksijen) miktarı eşitlik 3-8'den;

$$VO_2 = [(\lambda - 1) \times Q_{\min}] \times 1,428$$

$$VO_2 = [(1,2 - 1) \times 2,202] \times 1,428$$

$$VO_2 = 0,628 \text{ m}^3 \text{ O}_2/\text{kgyakıt}$$

V_{TBG} (toplam baca gazı) miktarı eşitlik 3-9'dan;

$$V_{TBG} = VCO_2 + VHO_2 + VSO_2 + VN_2 + VO_2$$

$$V_{TBG} = 1,660 + 0,532 + 0,0105 + 9,659 + 0,628$$

$$V_{T\text{BG}} = 11,861 \text{ m}^3/\text{kg yakıt}$$

Yanma sonucu açığa çıkan gazlar dışında yaklaşık % 5–8 arasında kül oranı da söz konusudur. Ayrıca uçucu partiküller de çevreye oldukça etki etmektedir.

3.2.2. Fueloil İçin Baca Gazı Değerleri

İlde 4 nolu fuel-oil'in kullanımına izin verilmekte olup Çizelge 3.12'de tüm fuel-oil çeşitlerinin içerisinde bulundukları kükürt (S) oranları verilmiştir.

Çizelge 3.12. Satışa sunulan fuel oil'ler içindeki kükürt oranları [19].

No		1	2	4	5(hafif)	5(ağır)	6
Yakacak örnek sayısı		123	158	13	15	16	19
Kükürt oranı (% kütleli)	min	0,002	0,03	0,46	0,90	0,57	0,32
	max	0,380	0,64	1,44	3,50	2,92	4,00

Çizelge 3.12'de verilen 4 nolu fuel-oil deki kükürt (S) oranının max. 1,44 olduğu görülmektedir. Buna göre;

1 kg fueloilin içeriği;

% 85,2 C, % 11,4 H ve % 1,44 S'dir.

1 kg fueloilin yanması için gerekli olan oksijen miktarı eşitlik 3-1'den,

$$Q_{\text{min}} = 1,866 \times 0,852 + 5,602 \times 0,114 + 0,700 \times \%0,144 \text{ m}^3/\text{kg yakıt}$$

$$Q_{\text{min}} = 1,589 + 0,638 + 0,100 \text{ m}^3/\text{kg yakıt}$$

$$Q_{\text{min}} = 2,327 \text{ m}^3/\text{kg yakıt}$$

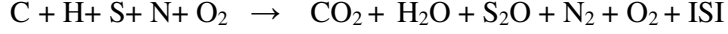
Yanma için gerekli olan Teorik hava miktarı eşitlik 3-2'den;

$$H_{\text{TEORİK}} = 2,327 \times 4,76 = 11,076 \text{ m}^3/\text{kg yakıt}$$

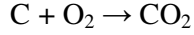
Uygulamalı yanma için gerekli olan hava miktarı eşitlik 3-3'den,

$$H_{\text{GERÇEK}} = 1,2 \times 11,076 = 13,291 \text{ m}^3/\text{kg yakıt'dır.}$$

Bu şartlarda yanması gerçekleşen ithal kömürün yanma sonucu açığa çıkan CO₂, H₂O, S₂O ve N₂, emisyonlarını hesaplırsak;

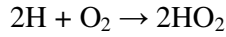


VCO₂ (Yanma sonucu açığa çıkan Karbondioksit, miktarı eşitlik 3-4' den;



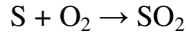
$$VCO_2 = 1,866 \times \% C = 1,866 \times 0,852 = 1,589 \text{ m}^3 \text{ CO}_2/\text{kgyakıt}$$

VHO₂ (Yanma sonucu açığa çıkan Su), miktarı eşitlik 3-5' den ;



$$VHO_2 = 5,602 \times \% H = 5,602 \times 0,114 = 0,638 \text{ m}^3 \text{ HO}_2/\text{kgyakıt}$$

VSO₂ (Yanma sonucu açığa çıkan Kükürtdioksit, miktarı eşitlik 3-6' dan;



$$VSO_2 = 0,700 \times \% S = 0,700 \times 0,0144 = 0,0100 \text{ m}^3 \text{ SO}_2/\text{kgyakıt}$$

VN₂ (Yanma sonucu açığa çıkan Azot), miktarı eşitlik 3-7' den;

$$VN_2 = H_{GERÇEK} \times 0,768$$

$$VN_2 = \square \times H_{TEORİK} \times 0,768$$

$$VN_2 = \square \times (Q_{\min} \times 4,76) \times 0,768$$

$$VN_2 = 1,2 \times (2,327 \times 4,76) \times 0,768 = 10,208 \text{ m}^3 \text{ N}_2/\text{kgyakıt}$$

VO₂(Yanmadan çıkan Oksijen) miktarı eşitlik 3-8' den;

$$VO_2 = [(\lambda - 1) \times Q_{\min}] \times 1,428$$

$$VO_2 = [(1,2 - 1) \times 2,327] \times 1,428$$

$$VO_2 = 0,644 \text{ m}^3 \text{ O}_2/\text{kgyakıt}$$

V_{TBG} (toplam baca gazı) miktarı eşitlik 3-9' dan;

$$V_{TBG} = VCO_2 + VHO_2 + VSO_2 + VN_2 + VO_2$$

$$V_{TBG} = 1,589 + 0,638 + 0,010 + 10,208 + 0,644$$

$$V_{T\text{BG}} = 13,089 \text{ m}^3/\text{kg yakıt}$$

3.2.3. Doğal Gaz İçin Baca Gazı Değerleri

Doğal gazın esası metan gazıdır ve dünya rezervlerindeki değerler ise birbirinden farklılık göstermektedir.

Çizelge 3.13. Çeşitli yakacak bileşenleri için yanma reaksiyonları [20].

			Stokiyometrik oksijen ve hava	
Bileşen	Sembol	Yanma reaksiyonu	m^3 / m^3	$\text{m}^3 \text{H} / \text{m}^3 \text{Y}$
Metan	CH_4	$\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$	2,00	9,57
Etan	C_2H_6	$\text{C}_2\text{H}_6 + 3,5 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$	3,50	16,75
Propan	C_3H_8	$\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$	5,00	23,95
Bütan	C_4H_{10}	$\text{C}_4\text{H}_{10} + 6,5 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{CO}_2 + 5 \text{H}_2\text{O}$	6,50	31,14

1 m^3 doğal gazın içeriği;

% 90 CH_4 , % 5 C_2H_6 , % 1,3 C_3H_8 , % 0,6 C_4H_{10} [18].

Yanma için gerekli olan teorik hava miktarı, Çizelge 3.13 yardımıyla

$$H_{\text{TEORİK}} = (9,57 \times \text{CH}_4) + (16,75 \times \text{C}_2\text{H}_6) + (23,95 \times \text{C}_3\text{H}_8) + (31,14 \times \text{C}_4\text{H}_{10})$$

$$H_{\text{TEORİK}} = (9,57 \times 0,90) + (16,75 \times 0,05) + (23,95 \times 0,013) + (31,14 \times 0,006)$$

$$H_{\text{TEORİK}} = 9,947 \text{ m}^3 \text{ hava} / \text{m}^3 \text{ doğal gaz}$$

VCO_2 (Yanma sonucu açığa çıkan Karbon dioksit, miktarı çizelge 3.13'den;

$$\text{Metandan} \quad (0,9 \times \text{CH}_4) \times (1,0) = 0,90$$

$$\text{Etandan} \quad (0,05 \times \text{C}_2\text{H}_6) \times (2,0) = 0,10$$

$$\text{Propandan} \quad (0,013 \times \text{C}_3\text{H}_8) \times (3,0) = 0,039$$

$$\text{Bütandan} \quad (0,006 \times \text{C}_4\text{H}_{10}) \times (4,0) = 0,024$$

$$\text{Toplam karbon dioksit (VCO}_2) = 1,063 \text{ m}^3 \text{ CO}_2 / \text{m}^3 \text{ doğal gaz}$$

VN_2 (Yanma sonucu açığa çıkan Azot) miktarı eşitlik çizelge 3.13'den;

$$\text{Metandan} \quad (0,9 \text{ CH}_4) \times (9,57 - 2,0) = 6,813$$

$$\begin{aligned}
\text{Etandan} & (0,05 \text{ C}_2\text{H}_6) \times (16,75 - 3,5) = 0,662 \\
\text{Propandan} & (0,013 \text{ C}_3\text{H}_8) \times (23,95 - 5,0) = 0,246 \\
\text{Bütandan} & (0,006 \text{ C}_4\text{H}_{10}) \times (31,14 - 6,50) = 0,147 \\
\text{Yakacaktaki azot} & = 0,110 \\
\text{Fazla havadan} & (0,791 \times 0,157 \times 9,947) = 1,235 \\
\text{Toplam Azot (VN}_2\text{)} & = 9,213 \text{ m}^3 \text{ N}_2 / \text{ m}^3 \text{ doğal gaz}
\end{aligned}$$

VO₂ (Yanmadan açığa çıkan Oksijen) miktarı çizelge 3.13'den;

$$\text{Fazla havadan } 0,209 \times 0,157 \times 9,947 = 0,326 \text{ m}^3 \text{ O}_2 / \text{ m}^3 \text{ doğal gaz}$$

VHO₂ (Yanma sonucu açığa çıkan Su) miktarı çizelge 3.13'den;

$$\begin{aligned}
\text{Metandan} & (0,9 \times \text{CH}_4) \times (2,0) = 1,800 \\
\text{Etandan} & (0,05 \times \text{C}_2\text{H}_6) \times (3,0) = 0,150 \\
\text{Propandan} & (0,013 \times \text{C}_3\text{H}_8) \times (4,0) = 0,052 \\
\text{Bütandan} & (0,006 \times \text{C}_4\text{H}_{10}) \times (5,0) = 0,030 \\
\text{Toplam karbon dioksit (VCO}_2\text{)} & = 2,032 \text{ m}^3 \text{ O}_2 / \text{ m}^3 \text{ doğal gaz}
\end{aligned}$$

V_{TBG} (toplam baca gazı) miktarı eşitlik 3-9'dan;

$$V_{\text{TBG}} = V_{\text{CO}_2} + V_{\text{HO}_2} + V_{\text{N}_2} + V_{\text{O}_2}$$

$$V_{\text{TBG}} = 1,063 + 2,032 + 9,213 + 0,326$$

$$V_{\text{TBG}} = 12,634 \text{ m}^3 / \text{ m}^3 \text{ doğal gaz}$$

Çizelge 3.14. Kullanılan yakıt türlerinin baca gazı emisyonlarının karşılaştırılması.

YAKIT TÜRÜ	EMİSYONLAR VE İMİSYON DEĞERLERİ				
	VCO ₂	VSO ₂	VHO ₂	VO ₂	VN ₂
İthal kömür	1,660	0,0105	0,532	0,628	9,659
Fueloil	1,589	0,0100	0,638	0,644	10,208
Doğalgaz	1,063	-----	2,032	0,326	9,213

Çizelge 3.14’de baca gazı emisyonları ve emisyon değerleri hesaplamalar sonucu oluşturulmuştur. Çizelge 3.14.incelediğinde, CO₂ miktarının en düşük olduğu yakıt türünün doğalgaz olduğu görülmektedir. Ayrıca doğal içerisinde kükürt (S) olmamasından dolayı kükürt dioksit emisyonu görülmemiştir. Bu durumun doğal bir sonucu olarak, SO₂’siz baca gazı emisyonları hava kalitesini artırmaktadır.

BÖLÜM IV

DOĞALGAZ

4.1. TANIMI

Hidrokarbon gazlarının hepsi yanıcı olup, parafin serisinin üyeleridir. Genel formülü “ C_nH_{2n+2} ” olarak gösterilebilir. Bunlardan en hafifi olan metan, pratik olarak, genel basınç ve ısı şartlarında gaz halinde olup, ya serbest halde ya da petrolde çözünmüş olarak bulunur. Metan aynı zamanda tabiatta birçok yerlerde, organik maddelerin bozuşmasından, petrole bağımlı olmayan diğer gaz akümülyasyonlarına kadar çeşitli yerlerde en çok rastlanılan bir gaz türüdür.

Doğalgaz başlıca metan (CH_4), etan (C_2H_6) ve az miktarlarda propan (C_3H_8) ve bütan (C_4H_{10})’dan teşekkül eder. Doğalgaz içinde ayrıca hidrokarbon türünden olmayan nitrojen, hidrojen sülfür, karbondioksit, helyum ve su buharı bulunabilir [21].

4.2. DOĞALGAZIN ÖZELLİKLERİ VE AVANTAJLARI

Günümüzde çevreye zarar vermemesi ve ekonomik bir yakıt tipi olması nedeniyle doğalgaza büyük ölçüde yönelme vardır.

Doğal gaz zehirsizdir: Doğal gazın en önemli özelliklerinden birisi zehirsiz olmasıdır. Doğal gazın solunması halinde zehirleyici ve öldürücü etkisi yoktur. Ancak ortamda çok fazla birikmişse teneffüs edilecek oksijen azaldığından dolayı boğulma tehlikesi vardır. Bu yüzden şehre dağıtmadan önce gaza yetkili gaz dağıtım şirketi tarafından koku verilmektedir. Böylece ortamda gazın varlığını hissetmek mümkün olmaktadır. Doğal gazın patlama özelliği: Doğal gazın en önemli tehlikesi diğer gaz yakıtlarda da olduğu gibi belirli oranlarda hava ile karışması halinde patlayıcı olmasıdır. Bu nedenle gaz sızıntılarının olmaması, olacak kaçakların hemen

belirlenmesi ve gaz sızabilecek yerlerin iyi havalandırılmış olması emniyet açısından çok önemlidir.

Doğal gaz havadan hafiftir: Doğal gazın diğer önemli bir özelliği havadan hafif olmasıdır. Dolayısı ile hava içinde yükselme eğilimindedir. Gaz kaçaqları hava ile karışmadan önce yükseklerde toplanır. Bu yüzden havalandırma bacalarından kolaylıkla dışarı atılabilirler.

Doğal gaz kuru bir gazdır: Bu özelliği dolayısıyla dişli bağlantılarda kurumayan sızdırmazlık malzemeleri kullanılmalıdır. **Doğal gazın ısı değeri:** Doğal gazın ısı değeri hava gazına göre daha fazla, tüp gaza göre daha düşüktür. Bu sebeple hava gazından doğal gaza dönüşen ocaklarda yemekler daha çabuk pişebilecektir.

Doğal gaz çevreyi kirletmeyen yakıttır: Çevreyi kirleten üç ana faktör doğal gaz dumanı içerisinde bulunmamaktadır. Bunlardan birincisi kükürt oksitlerdir. Bu madde duman gazındaki ve havadaki nemle, sülfürik aside dönüşür. Böylece hem kazan borularını, hem de asit yağmurları ile çevreyi aşındırır ve tahrip eder. Ayrıca solunması halinde insanlar için zehirleyici etkisi vardır. İkincisi is ve uçan kül parçacıklarıdır. Özellikle kömür yakılması halinde çevreye yayılan bu katı parçacıklar temizlik ve insan sağlığı açısından son derece zararlıdır. Ayrıca kazan yüzeylerini kaplayarak verimi ve ısı kapasiteyi düşürürler. Üçüncü faktör ise yanmamış gazlardır. Bunlar içinde özellikle karbon monoksit belirli dozlara ulaştığında öldürücü etkisi olan son derece zararlı bir maddedir. Her üç zararlı da doğal gaz yanma ürünlerinde bulunmamaktadır. Yanma ürünleri içinde bulunan ve çevreye zarar veren bir başka bileşen de Azot oksitlerdir (NO_x). Azot oksitler fiziksel rahatsızlıklara, gözlerde yanmaya ve yüksek dozda bulunduğu boğulma hissine neden olur. Yanma ürünleri içinde NO_x oluşumunun ana nedenlerinden biri yanma sıcaklığının yüksek olmasıdır. Doğal gaz ocak sıcaklıkları yüksek olup, NO_x emisyonu da, eğer önlem alınmazsa, diğer yakıtlara göre daha az olmakla birlikte yine de önemli mertebededir.

Doğal gaz temiz bir yakıttır: Doğal gazın temiz bir yakıt olması kazan bakım ve işletmesi açısından önemli bir avantaj sağlar Fueloil veya kömür yakılması halinde

kalorifer kazanı ısıtma yüzeyleri üzerinde biriken kül ve kurum tabakası hem yüzeyleri aşındırır hem de ısı geçişini engelleyerek kazan verimini düşürür. Bu yüzden kazan boruları haftada en az bir kere temizlenmek zorundadır. Hâlbuki doğal gaz kullanımında böyle bir sorun yoktur.

Doğal gazın yakılması için ön hazırlama ve depolama gerekmez: Doğal gaz kullanılması halinde yakıt hazırlama ve kül atma işlemlerine gerek kalmaz. Hem fueloil, hem de kömür depolanmak zorundadır. Bu nedenle kazan dairelerinde yakıt tankı veya kömürlük hacimleri oluşturulmaktadır. Hâlbuki doğal gazda buna gerek yoktur. Yakıt doğrudan şebekeden kazana boru ile bağlanmaktadır. Özellikle yakıt depolama zorunluluğu dolayısı ile katı ve sıvı yakıtlarda kazan dairesi bodruma yapıldığı halde, doğal gaz için kazan daireleri çatı katında oluşturulabilir. Böylece değerli inşaat alanlarından önemli ölçüde tasarruf yapılabilir. Yakılmadan önce fueloil ısıtılmak, filtrelenmek ve basınçlandırılmak zorundadır. Kömür ise kırılmak, taşınmak ve kurutulmak gibi işlemlere gerek gösterir. Ayrıca mekanik olarak ocağa beslenmesi istendiğinde pahalı sistemler gerekir. Hâlbuki doğal gazda böyle bir ön hazırlamaya gerek yoktur.

Otomatik kontrole uygundur: Doğal gaz yakıcıları tamamen otomatik kontrole, insana gerek duymadan ve emniyetli bir şekilde çalışırlar. Devreye çabuk girip, devreden çabuk çıkabilirler.

Doğal gaz kazanları yüksek verimlidir: Doğal gazlı kazanlarda ısı verim de yüksektir. Bir kazanın ısı veriminin yüksek olması, kazanı terk eden duman gazlarının sıcaklığının düşük olmasına bağlıdır. Fueloil veya kömür yakılması halinde, daha önce sözü edilen, kükürt oksitlere bağlı asit korozyonu nedeniyle duman sıcaklıkları fazla düşürülmez. Hâlbuki doğal gazda böyle bir sorun olmadığından daha verimli kazanlar yapmak mümkündür.

Doğal gaz ekonomiktir: Bütün bu temizlik, depolama, yakıt hazırlama ve kül atma maliyetleri göz önüne alınırsa, doğal gaz yakılmasının gerek yatırım, gerekse işletme maliyetlerinde önemli kazançlar sağladığı söylenebilir. Böylece diğer yakıtlara göre en az %10 mertebesinde ilave işletme ekonomisi sağladığı söylenebilir [21].

4.3. GİRESUN İLİNDE KULLANILAN YAKITLARIN DOĞALGAZ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

İlde kullanılan yakıtların maliyet analizlerini bölüm 3’de detaylı bir şekilde incelemiştik. Doğalgazın diğer yakıtlara göre üstünlüğünü ve getirdiği avantajlarını kısaca anlattıktan sonra şimdide doğalgaz konut sahiplerine getirdiği maliyet avantajlarını ispatlayalım.

Bölüm 3’de 110 m² lik dairelerde kullanılan yakıtların günlük maliyetlerini kalemlere göre hesaplamıştık. Aynı şekilde kabullerimizden yola çıkarak 110 m²’lik 10 daireye sahip apartmanın önce her dairenin kendi ısıtmasını sağlaması yönünden, sonrada merkezi ısıtma sistemi ile ısınması yönünden inceleyelim.

Çizelge 4.1. Tek daireli doğalgaz kombili müstakil meskene ait maliyet çizelgesi.

Doğalgaz (sadece ısıtma)	6 ytl/gün
Kombi bedeli ve bakım (20 yıl ömürlü)	0,56ytl/gün
Günlük Toplam maliyet	6,56ytl/gün

Çizelge 4.1 incelendiğinde günlük maliyet 6,56 ytl olarak tespit edilmiştir. Kış günü sayısını yaklaşık 150 olarak aldığımızda yıllık maliyetin 984 ytl olduğu görülecektir. Burada 20 yıl süreli kullanımı varsayılarak, kombi bedeli 1100 ytl ve her yıl yapılacak olan bakım bedeli yıl başına 30 ytl olarak tespit edilmiş ve 20 yıl boyunca 3000 güne düşen masraf hesaplanmıştır.

Çizelge 4.2. Tek daireli doğalgazlı kat kaloriferli müstakil meskene ait maliyet çizelgesi.

Doğalgaz	6 ytl/gün
Kalorifer kazanı sistemi	0,62 ytl/gün
Baca temizleme hizmetleri (yılda bir defa 75 ytl)	0,20 ytl/gün
Kazan elektrik giderleri	0,20 ytl/gün
Günlük Toplam maliyet	7,02 ytl/gün

Çizelge 4.2 incelendiğinde günlük maliyet 7,02 ytl olarak tespit edilmiştir. Kış günü sayısı yaklaşık 150 olarak aldığımızda yıllık maliyetin 1053 ytl olduğu görülecektir. Burada 25 yıl süreli kullanımı varsayılarak, kat kalorifer kazanı bedeli brülör fiyatı da eklenerek 2350 ytl olarak tespit edilmiş ve 25 yıl boyunca 3750 güne düşen masraf hesaplanmıştır.

Aynı yolla merkezi sistem kullanan 10 dairelik apartmanın maliyetinin bulunması ise;

Çizelge 4.3. 10 dairelik ve her dairesi 110 m² olan gaz yakıtlı kalorifer kazanlı bir apartmana ait maliyet çizelgesi.

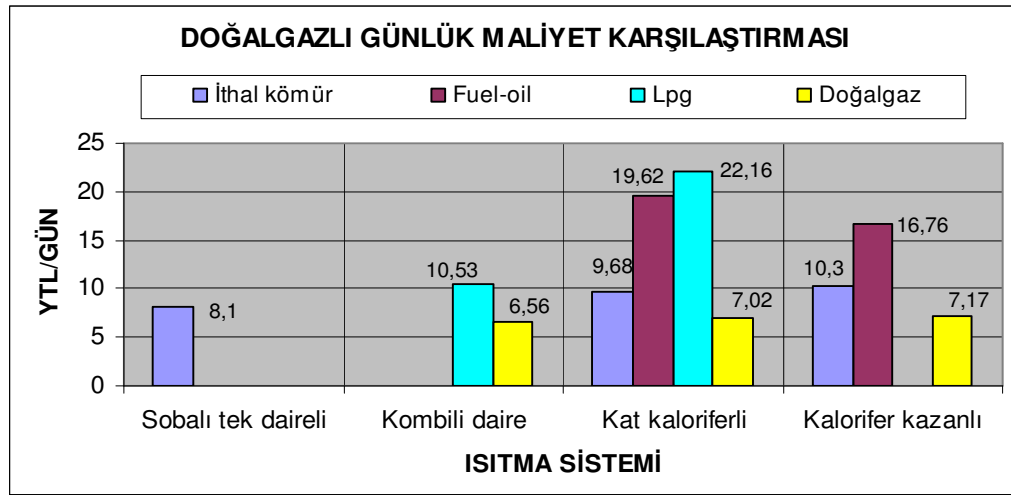
Doğalgaz daire başı günlük maliyet	6 ytl/gün
Kalorifer kazanı	0,1 ytl/gün
Tutuşturucu madde (fındikkabuğu ve odun)	yok
Kaloriferci hizmetleri	0,66 ytl/gün
Baca temizleme hizmetleri	0,08 ytl/gün
Kalorifer bakım onarım hizmetleri	0,13 ytl/gün
Kazan elektrik giderleri	0,2 ytl/gün
Daire başı günlük Toplam maliyet	7,17 ytl/gün

Çizelge incelendiğinde daire günlük maliyet 7,17 ytl olarak tespit edilmiştir. Kış günü sayısı yaklaşık 150 olarak aldığımızda yıllık maliyetin 1075,5 ytl olduğu görülecektir. Burada 30 yıl süreli kullanımı varsayılarak, kalorifer kazanı bedeli 4500 ytl olarak tespit edilmiş ve 30 yıl boyunca 4500 güne düşen masraf hesaplanmıştır. Diğer kalemlerde daire sayısına ve kış günü sayısına bölünerek bulunmuştur.

Tüm bu hesaplamalardan yola çıkarak kullanılan yakıtların maliyet çizelgesini yeniden oluşturduğumuzda;

Çizelge 4.4. İlde kullanılan yakıtların günlük bazda alım ve işletme maliyetlerinin doğalgaz ile karşılaştırılması.

Kullanılan yakıt türü	Sobalı tek daireli ytl/gün	Kombili daire ytl/gün	Kat kaloriferli ytl/gün	Kalorifer kazanlı ytl/gün
İthal kömür	8,1	—	9,68	10,3
Fuel-oil	—	—	19,62	16,76
Lpg	—	10,53	22,16	—
Doğalgaz	—	6,56	7,02	7,17

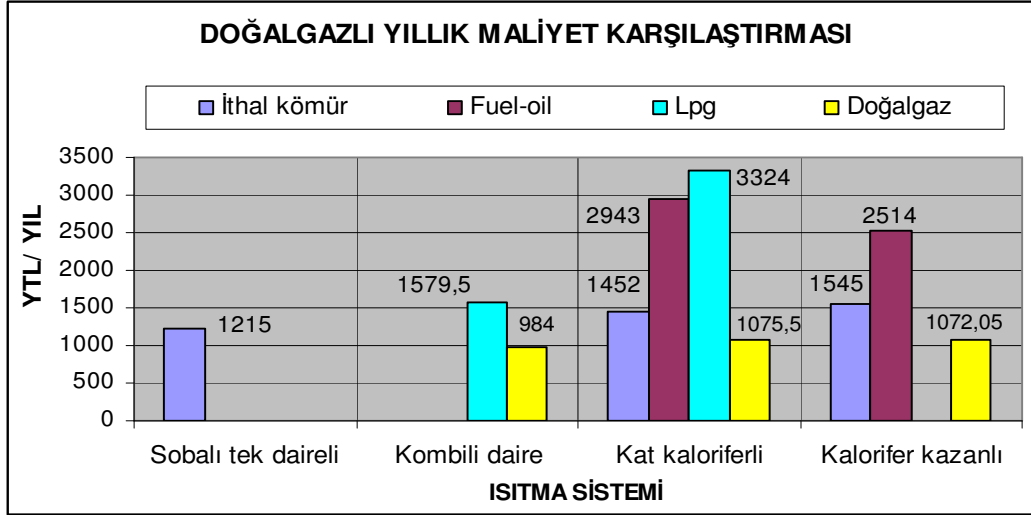


Şekil 4.1. İlde kullanılan yakıtların günlük maliyet analizleri.

Çizelge 4.5. İlde kullanılan yakıtların yıllık bazda alım ve işletme maliyetlerinin doğalgaz ile karşılaştırılması.

Kullanılan yakıt türü	Sobalı tek daireli ytl/yıl	Kombili daire ytl/yıl	Kat kaloriferli ytl/yıl	Kalorifer kazanlı ytl/yıl
İthal kömür	1215	—	1452	1545
Fuel-oil	—	—	2943	2514
Lpg	—	1579,5	3324	—
Doğalgaz	—	984	1075,5	1072,05

Şekil 3.1'deki veriler incelendiğinde ilde mevcut kullanılan yakıtlarda maliyet açısından en uygunu; tek daireli ve kat kaloriferli ısıtmalarda ithal kömür, çok katlı ve kalorifer kazanlı apartmanlarda yine ithal kömürdür. Ancak Giresun iline doğalgaz geldiğinde durum değişecek ve Şekil 4.1'de günlük bazda, Şekil 4.2'de de yıllık bazda görüleceği üzere en uygun maliyetli yakıt durumuna gelecektir.



Şekil 4.2. İlde kullanılan yakıtların yıllık maliyet analizleri.

Doğal gaz kullanımı ile birlikte yakıtlar arasındaki karlılık oranlarını Şekil 4.2'ye göre hesapladığımız zaman;

Sobalı tek daireli meskenlerde ithal kömür yerine doğal gaz tüketildiğinde; % 23,47,

Kombili tek daireli meskenlerde lpg yerine doğal gaz tüketildiğinde; % 60,5,

Kat kaloriferli tek daireli meskenlerde fueloil yerine doğal gaz tüketildiğinde; % 173,64,

Kat kaloriferli tek daireli meskenlerde ithal kömür yerine doğal gaz tüketildiğinde; % 35,00

Villa tipi kat kaloriferli meskenlerde Lpg yerine doğal gaz tüketildiğinde; %54,53,

(burada ki karlılık hesaplamasında, doğal gaz tüketimi villa tipli evlerde kullanılması durumunda 2 kat olarak (1075,5 x 2) düşünülmüştür.)

10 dairesel ve kalorifer kazanlı apartmanlarda ithal kömür yerine doğal gaz tüketildiğinde; % 44,05,

10 dairesel ve kalorifer kazanlı apartmanlarda fueloil yerine doğalgaz % 134,40 oranında daha az maliyet elde edileceği görülmektedir.

Aşağıda, Doğal Gaz araştırma dergisinin Giresun ilinde yapmış olduğu sayaç miktarı sonuçlarından yola çıkarak tüm ilde kömür kullanılması, fuel oil ve doğal gaz kullanılması durumunda havaya etki edecek olan emisyonları ve bunlara bağlı imisyon değerleri hesaplanarak Çizelge 4.6 oluşturulmuştur.

Doğal gaz araştırma dergisinin yaptığı araştırmaya göre Giresun ilinde potansiyel doğalgaz sayaç miktarı 31 087 olarak tespit edilmiştir [EK III]. Bu durumdan yola çıkarak; 31 087 daire ve bu dairelerin hepsinde kömür kullanıldığı düşünüldüğünde ve Bölüm 3.1.1'den daire başına kullanılan kömür miktarının da 16,6 kg olduğu göz önünde alınır;

$$31\ 087 \times 16,6 = 516\ 044 \text{ kg/gün bulunacaktır.}$$

Bölüm 3.2.1'de bulunan 1 kg kömür başına ortaya çıkan emisyon değerini günlük yakıt miktarı ile çarptığımızda;

$$VCO_2 \text{ için; } 1,660 \times 516\ 044 = 856\ 663 \text{ m}^3$$

$$VSO_2 \text{ için; } 0,0105 \times 516\ 044 = 5418 \text{ m}^3$$

$$VN_2 \text{ için; } 9,659 \times 516\ 044 = 4\ 984\ 468 \text{ m}^3 \text{ baca gazı emisyonuna ulaşılacaktır.}$$

Aynı şekilde Fuel-oil için hesaplama yaptığımızda;

$$VCO_2 \text{ için; } 1,589 \times 516\ 044 = 819\ 993 \text{ m}^3$$

$$VSO_2 \text{ için; } 0,010 \times 516\ 044 = 5160 \text{ m}^3$$

V_{N_2} için; $10,659 \times 516\,044 = 5\,500\,512\text{ m}^3$ baca gazı emisyonuna ulaşılabacaktır.

Burada asıl dikkat çeken nokta sağlık problemlerine neden olan Kükürtdioksit (SO_2) gazının miktarıdır. Çevresel görüntünün göz ardı edilme durumuna rağmen toplum sağlığı açısından bu durum ertenelemez bir hal almaktadır. Aynı hesabı doğal gaz için yaptığımızda ise;

V_{CO_2} için; $1,063 \times 516\,044 = 548\,554\text{ m}^3$

V_{SO_2} için; $0 \times 516\,044 = 0\text{ m}^3$

V_{N_2} için; $9,213 \times 516\,044 = 4\,754\,313\text{ m}^3$ baca gazı emisyonuna ulaşılabacaktır.

Çizelge 4.6. Kullanılan yakıt türlerinin günlük bazda baca gazı emisyonlarının karşılaştırılması.

YAKIT TÜRÜ	TOPLAM EMİSYONLAR VE İMİSYON DEĞERLERİ (m^3)		
	V_{CO_2}	V_{SO_2}	V_{N_2}
İthal kömür	856 663	5418	4 984 468
Fueloil	819 993	5160	5 500 512
Doğalgaz	548 554	-----	4 754 313

Çizelge 4.6'da da görüldüğü üzere doğal gaz yakıtının içerisinde kükürtlü herhangi bir bileşik olmamakla birlikte, baca gazı emisyonlarında doğal olarak olmayacaktır. Ayrıca açığa çıkan karbondioksit (CO_2) gazının az olması, tam yanma olayının gerçekleşmesinden kaynaklanmaktadır. Buda hem maliyet açısından hem de çevresel açıdan olumlu olacaktır.

BÖLÜM V

SONUÇ VE ÖNERİLER.

Hava kirliliğine neden olan en önemli kaynakların başında; kullanılan yakıt türü, yakma sistemleri ve uygulayıcı elemanlardır. Bu konuda yapılan çalışmaların başında, Giresun İl Mahalli Çevre Kurulunca alınan kararlarla belirlenen kalitede fosil yakıtların kullanımı sağlanmaya çalışılmaktadır. Kaloriferlerin bakım ve onarımları yaptırılarak hava kirliliği önemli ölçüde azaltılmaya çalışılmaktadır. Kalorifer yakma belgesi olanların dışında yakma işlemine izin verilmemektedir. Kömür ticareti yapan işyerlerine İl Çevre Müdürlüğü tarafından satış izin belgesi düzenlenerek, denetim çalışmaları yapılmaktadır. Taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliğinin tespiti ve önlenmesi amacıyla da İl Emniyet Müdürlüğü ile işbirliği içinde egzoz gazı ölçüm denetimleri yapılmaktadır.

Yapılan tüm hesaplamalarda doğalgazın Giresun ilinde kullanılmaya başlanması ile hava sirkülasyonunun problem yaratmadığı kış günlerinde, il, oldukça temiz bir hava kalitesine sahip olacaktır. Ancak hakim rüzgar yönünün SSW olması ve Giresun dağlarının kentin sahiline paralel uzanması, ilde hangi yakıt türünün kullanıldığına bakılmaksızın hava kirliliği yaratmaktadır. Yakıt türleri içerisinde baca gazı emisyon değerleri olarak Çizelge 4.6'da gösterildiği üzere doğalgaz diğer yakıt türlerine oranla daha zararsızdır. Baca gazı değerlerinde CO₂ miktarı fazla olmasına rağmen yapısında kükürt (S) olmadığından, kükürt oksit türevli emisyon çıkarmayacaktır. Buda solunum yolu rahatsızlıklarının azalması yönünde etki gösterecektir.

Varılan bir diğer sonuç ise kullanılan yakıtların türü ne olursa olsun uygun yalıtım yapılması ile meydana gelen ısı kayıplarının en aza indirilmesidir. Binalara uygun yalıtım yapıldığında hem yakıt tasarrufu sağlanmış olacak hem de açığa çıkan baca gazı emisyon miktarları azalmış olacaktır.

Doğal gazın çevresel etkilerinin oldukça az olmasına rağmen CO₂ oranın %12'yi geçmesi, (CO₂ imisyonun fazla olması) sebebiyle emisyon olarak kabul edilmektedir. Bunun yanı sıra ülkemizin doğal gaz da dışa bağımlılığı, doğal gazın dünya ekonomilerini etkileyecek bir stratejik konumuna sahip olması, doğalgazın birim fiyatını etkilediği bir gerçektir.

KAYNAKLAR

1. TC Giresun Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, “Giresun İl Çevre Durum Raporu”, *GVIÇOM*, Giresun, 6- 182 (2005).
2. Giresun İl Meteoroloji Müdürlüğü, “Giresun İli Meteoroloji Raporu”, *GİMM*, 1-13 (2006).
3. “Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” *Resmi Gazete*, 25699 (2005).
4. İnternet: “Türkiye’de tarımsal atıkların değerlendirilmesi sonuç raporu Ek-5” <http://agrowasteturkiye.org/documents/Strateji%20gelistirme.pdf>, (2007).
5. Karaosmanoğlu, F., “Enerji ve kalkınma için yenilenebilir bir kaynak olarak biyoyakıtlar”, *ACCC*, 14–34 (2004).
6. “LPG Tesisatı, Konutlarda ve Sanayide Dökmegaz Tesisi” *Makine Mühendisleri Odası Yayınları*, İstanbul, 299: 8-56 (2002).
7. “Endüstri tesislerinden kaynaklanan hava kirliliği kontrolü yönetmeliği”, *Resmi Gazete*, 26236 (2006).
8. Can, A., “Hava kirliliği ve önlemleri”, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 14: 24-29 (1994).
9. İnternet: Çevre ve Orman Bakanlığı, <http://www.havakalitesi.cevreorman.gov.tr.turkish/fag/fag.htm-3k-> (2006).
10. Genceli O., “Endüstriyel gaz temizlenmesi ve hava kirliliğinin kontrolü”, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 45: 31-37 (1994).
11. “Baca gazı emisyon ölçümü” *Makine Mühendisleri Odası Yayınları*, Ankara, 233: 4- 88 (1999).
12. Yıldırım, İ., “ Hava temizleyiciler hakkında genel tanımlar”, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 28: 12-14 (1996).
13. Arayıcı, S., “Doğalgaz yanmalarında No_x oluşumu”, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 32: 23-27 (1996).
14. Büyükyıldız, S., “Konutlarda yıllık ısıtma ihtiyacının modellenmesi”, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 46: 33-38 (1998).

15. Tırıs, M., “Farklı ısı yalıtım seçeneklerinin evsel yakıt tüketimi ve hava kirliliğine etkisi”, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 34: 27-33 (1996).
16. Hızıroğlu, T., “Yanma ve bacalar” *Makine Mühendisleri Odası Yayınları*, Ankara, 445: 1- 56 (2007).
17. Küçükçalı, R.,“Doğal Gaz ve Lpg Tesisatı ve Bacalar” *Isısan Çalışmaları* İstanbul, 345: 3- 44 (2003).
18. Dağsöz, A., "Sıcak Sulu Kalorifer Tesisatı” *Demirdöküm Teknik Yayınları*, İstanbul, 6: 11- 39 (2002).
19. Dağsöz, A., "Doğal Gaz ve Lpg” *Demirdöküm Teknik Yayınları*, İstanbul, 3: 8- 27 (2002).
20. Genceli, O., “Yakacaklar Ve Yanma”, ASHRAE Temel El Kitabı, 2, *Tesisat Mühendisleri Derneği Yayınları*, Ankara, 151–159 (1998).
21. İnternet: Doğalgaz Araştırma Dergisi, <http://www.dogalgaz.com.tr> (2007).

EKLER DİZİNİ
(Aşağıdaki ekler arka kapaktaki ceptedir)

- EK I. 1975–2006 Yılları arası aylara göre Giresun ili meteorolojik durumlar raporu
- EK II. 1975–2006 Yılları aylara göre en hızlı esen rüzgârın yönü ve hız değerleri
- EK III. 2006 Yılı Ocak ve Şubat ayı içinde doğal gaz alt yapım projesi ihalesi Resmi Gazete’de ilan edilen projelerin şehir merkezlerindeki mevcut binalarda doğal gazlı bireysel ısıtma ve merkezi ısıtma cihazları ile sayaçların potansiyel kullanım miktarları tablosu

ÖZGEÇMİŞ

Cem Yaşar İPİN 1981'de Kars Sarıkamış'ta doğdu; babasının memuriyetinden dolayı ilkokulu Afyon Şuhut Karaadilli ilkokulunda, Ortaokulu Eskişehir Osmangazi Ortaokulunda tamamladı. Kütahya Teknik Lisesi Elektronik bölümünden mezun olduktan sonra 2000 yılında ZKÜ Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü Tesisat Öğretmenliği Programına girdi; 2004'de "iyi" derece ile mezun olduktan sonra iki yıl özel sektörde proje sorumlusu olarak çalıştı. 2006 yılında girdiği KPSS'de başarılı olarak Giresun Bulancak Endüstri Meslek Lisesine, Tesisat Teknolojisi ve İklimlendirme Alan Öğretmeni olarak atandı. İki yıl burada eğitim öğretim hizmetini fiilen sürdürdükten sonra Ankara Sincan Saraycık İMKB Endüstri Meslek Lisesine ataması yapıldı. Halen; 2005 yılında ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi Anabilim Dalı'nda başlamış olduğu yüksek lisans programını, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi Anabilim Dalı altında sürdürmektedir

ADRES BİLGİLERİ

Adres: Saraycık İMKB Endüstri Meslek Lisesi
Saraycık Mahallesi Çakmaklı Burun Mevki
06930 SİNCAN/ANKARA

Tel: (312) 264 8057
Faks: (312) 234 4546
E-posta: cem_ipin@mynet.com