



TMMOB
Maden Mühendisleri Odası
İstanbul Şubesi

Çalışma Raporu, No: 4

DOĞAL GAZ VE KONUTLARDA ENERJİ TASARRUFU

Dünya rezervleri, dinamik kullanım süreleri, ısı ekonomisi bakımından yerli kömürlerimizle kullanım maliyetinin karşılaştırılması, genel enerji politikaları bakımından irdelenmesi, konutlarda enerji tasarrufu-kazan-soba-ısı verimlerinin iyileştirilmesi-ısı yalıtımının önemi.

Hazırlayanlar

Prof. Dr. Müh. Ergin ARIOĞLU
TMMOB Maden Mühendisleri Odası
İstanbul Şubesi Başkanı ve
İTÜ Maden Müh. Bölümü
Öğretim Üyesi

Y. Müh. Ali Osman YILMAZ
Karadeniz Teknik Üniversitesi
Maden Mühendisliği Bölümü

Temmuz-1997
İSTANBUL

TMMOB
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI
İSTANBUL ŞUBESİ GENEL KURULU

Başkan : Ergin ARIOĞLU
Yazman : Tayfun MATER
Sayman : Muammer ÇINAR
Üye : Ekrem YÜCE
Üye : Ferit GÜNEŞ
Yedek Üyeler :
1. Alim GÜL
2. K.Erkin KARAÖZBEK
3. A.Ümit İZİBELLİ
4. Hüseyin ZANBAK
5. Nuray TOKGÖZ

© **Copyright** *Tüm hakları saklıdır. TMMOB Maden Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesinin yazılı izni olmaksızın bu çalışma raporunun tamamı ya da bir kısmı herhangi bir biçimde yayınlanamaz (Temmuz-1997, İSTANBUL)*

DİZİN

	<u>Sayfa No:</u>
DİZİN	i
1. GİRİŞ	1
2. ÜLKEMİZ ENERJİ TÜKETİMİNE GENEL BAKIŞ VE KISA DEĞERLENDİRİLMESİ	2
3. DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE DOĞAL GAZ	9
3.1 Dünya Ölçeğinde Doğal Gaza Kısa Bakış.....	9
3.2 Türkiye’de Doğal Gaz Kullanımına Genel Bakış.....	14
3.2.1 Doğal Gaz Üretimi, Tüketimi, Kullanım Alanları ve Fiyatlar.....	16
4. ISI EKONOMİSİ AÇISINDAN YAKITLARIN KARŞILAŞTIRILMASI	21
4.1 Genel	21
4.2 Kazan Isıl Verimi.....	21
4.3 Ankara’da Konutlarda Yapılan-Yerinde Kazan Isıl Verim Deney Sonuçlarının Kısa Değerlendirilmesi	24
4.4 Yerli Kömürlerimizin Kullanım Maliyeti Yönünden Doğal Gaz ile Karşılaştırılması.....	24
5. KONUT SEKTÖRÜNDE ENERJİ KAZANIM POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ	27
5.1 Genel	27
5.2 Tek Katlı Bağımsız Ev ve Çok Katlı Blok Yapı Bazında Yakıt Giderlerinin Formüle Edilmesi-Isı Yalıtımı ile Gerçekleştirilebilecek Enerji Kazanımları.....	29
6. ÖNERİLER	33
7. KAYNAKÇA ve BİBLOGRAFYA	35
8. TANIMLAR	38
9. EKLER	40
I Yakıt Türüne Göre Isı Ekonomisinin İrdelenmesi.....	40
II -Tipik Bir Çok katlı Blok Yapı Bazında İklim Bölgelerine Göre Isı Kayıpları Ve Yakıt Tüketimleri.....	42
- Tek Katlı Bağımsız Ev Bazında İklim Bölgelerine Göre Isı Kayıpları Ve Yakıt Tüketimleri.....	43

Eleştiriden korkarsan, bi şey söyleme,
bir şey yapma, bir şey olma

1. GİRİŞ

2010 yılı için öngörülen doğal gaz dış alımları ve sektörel kullanım payları yakından bakıldığında şu büyüklükler sırasıyla ortaya çıkmaktadır:

- 58.6 milyar m³/yıl
- Elektrik santrallerinde %60
- Sanayi %20
- Konut %15.4

Bu sayısal göstergeler genel enerji politikasının artan oranda “dışa bağımlı” hale getirdiğini açıkça ifade etmektedir. İlk petrol krizinde enerji dış alım oranı %36 düzeyindeyken 2010 yılında anılan büyüklük % 60’ların üzerine çıkmaktadır. Bu gelişme ulusal ekonomimiz açısından olağan-üstü “ürkütücü” ve “akıl dışı”dır. Enerji temini için ödenen toplam gider istenen performans düzeyinin çok altında seyreden dış satım gelirinin %15’idir. Ayrıca; ülkemizde gereken ilgi ve dikkati görmemiş 8.6 milyar ton linyit rezervinin varlığı burada vurgulanırsa, izlenmekte olan enerji politikasının yanlışlığı daha net biçimde algılanabilecektir.

Özellikle dünya ölçeğinde artan doğal gaz istemi karşısında doğal gazın birim fiyatı 2000’li yıllarda çok önemli artışlara sahne olacaktır. “Döviz üretme performansı” olağanüstü düşük, “rekabet gücü” eksik ve “tasarruf hacmi” düşük olan ekonomimiz için bu durumun bedeli çok ağır olacaktır. Kuşkusuz ülkemizin uzun dönemde kendi kaynaklarına dayalı enerji politikalarının oluşturulması ve geliştirilmesi yaşamsal bir zorunluluk taşımaktadır

Bu çalışma raporunda, ülkemizde 1987 yılından itibaren artan boyutlarda kullanılmaya başlanan “doğal gaz” enerji kaynağının çeşitli yönleri (dünya rezervleri-dinamik kullanım süreleri-ülkemizdeki uygulamaları-ısı ekonomisi bakımından yerli kömürlerimizle kullanım maliyetlerinin karşılaştırılması-genel enerji politikaları açısından irdelenmesi) incelenmiştir. Ele alınan konunun bütünselliğini sağlamak için 1950-1990 dönemine ait enerji büyüklükleri makro ekonomik göstergeler ile verilmiştir.

Enerji politikaları içinde üretilen enerjinin en etkin ve verimli kullanılması ayrı bir öneme sahiptir. Özellikle ilk petrol krizinden sonra batılı ülkelerde inatla uygulanan enerji kazanım politikaları sonucunda toplam enerji kullanımında %30-40’lara varan “kazanımlar” gerçekleştirilmiştir. Ülkemiz açısından taşıdığı önem nedeni ile bu çalışmanın çerçevesinde “ısı yalıtımı” ile elde edilebilecek kazanımların düzeyi analitik şekilde belirli bir ayrıntı içinde belirtilmiştir.

2. ÜLKEMİZİN ENERJİ TÜKETİMİNE GENEL BAKIŞ VE KISA DEĞERLENDİRİLMESİ

Çizelge 2.1’de ülkemizin 1950-1990 dönemini kapsayan enerji tüketimi büyüklükleri makro ekonomik göstergeleri ile birlikte gösterilmiştir. Çizelge ve izleyen sayfalarda sunulan diğer sayısal değerlendirmeler* yakından incelendiğinde şu belirgin sonuçlar ortaya koyulabilir:

- Ülkemizde enerji tüketimi 40 yıl zarfında 785 kat artmıştır. Aynı dönem içinde nüfus artışı %272 olduğu dikkate alınırsa enerji tüketimi artış endeksi nüfus endeksinin kabaca 3 katı olmaktadır. Dikkat çekicidir ki kişi başına enerji tüketimi endeksi (%285) hemen hemen nüfus endeksi kadar (%272) bir gelişme gösterebilmiştir. Başka bir deyişle kişi başına enerji tüketimi performansı ancak nüfus artışına cevap verebilecek düzeyde bir gelişme sergilemiştir.

- Ülkemizin birincil enerji gereksinimi yurt içi üretimle karşılanamamıştır (Çizelge 2.2, Çizelge 2.3). Çizelgelerden de tesbit edileceği gibi fert başına ve toplam birincil enerji üretimi-tüketimi arasındaki fark her geçen yıl artmaktadır. 1970’li yılların başında enerji ithal oranı %36 düzeyinde iken 1990 yılında %50’e yükselmiştir (artış hızı %38 mertebesindedir)(Çizelge 2.4). Bu oran 2000’li yıllarda doğal gaz kullanımının artması ile %60’lar seviyesine çıkacağı öngörülmektedir (Çizelge 2.5). 1990 yılında toplam enerji ithali için harcanan döviz miktarı 4.1 milyar dolar ($0.364 \cdot 10^9$ \$ kömür, $0.293 \cdot 10^9$ \$ doğal gaz, $3.44 \cdot 10^9$ \$ ham petrol) iken aşırı ölçüde dışa bağımlı enerji politikaları sonucunda 2000 yılında $9.1 \cdot 10^9$ \$/yıl, 2010 yılında ise $16.1 \cdot 10^9$ \$/yıl boyutunda kestirilmektedir. 2000 yılında sadece doğal gaz dış alımının bedeli ise $1.258 \cdot 10^9$ \$/yıl olarak hesaplanmaktadır ki bu büyüklük 1995 yılı toplam ihracat gelirinin $1.258/21.975 \cdot 100 = \%5.7$ ‘ni oluşturmaktadır. 2010 yılı için aynı oran %17’e tırmanmaktadır. (İhracat değeri 1995 yılına ait olmak üzere) ihracatın ithalatı karşılama oranı %65-55 olan bir ülkede enerjiyi artan oranda dışa bağımlı hale getirmek olağanüstü yanlış bir politikadır.

- Ülkemizin 1990 yılı itibarı ile kişi başına “ticari enerji tüketimi” 727 KEP dünya ortalamasının (1352 KEP) çok altındadır. Kişi başına elektrik tüketimi ise 835 kwh olup aynı yıla ait AT ortalamasının ancak %15’idir. 1000\$ katma değer başına tüketilen elektrik enerjisi açısından bakıldığında ülkemizde genelde ve endüstride ciddi anlamda enerji tasarrufu uygulamalarından yoksun bulunduğu ortaya çıkmaktadır. Endüstride 1000\$’lık bir katma değer üretiminde tüketilen elektrik enerjisi ülkemizde 905 kwh iken aynı gösterge örneğin İspanya’da 352 kwh düzeyindedir. Aradaki bu fark “ enerji tasarrufu” yönünden ülkemizde çok şeylerin yapılacağını sayısal biçimde işaret etmektedir. Çizelge 2.6’da ülkelerin fert başına GSYH ile fert başına birincil enerji-elektrik enerjisi tüketimleri değişimleri gösterilmiştir. Ülkemizin bu gösterimde en son sıralarda yer almış olması çok düşündürücüdür (çizelgelerle ilgili ham veriler enerji raporu,1993 kaynağından alınmıştır)

- Konutlarda kişi başına elektrik tüketimi-şehir konutlarında-yönünden incelendiğinde ülkemizde 210 kwh değeri, Akdeniz ülkelerine ait (600-920 kwh) tüketim değerinin altında kaldığı gözükcektir. Kısaca %2.2’lik bu nüfus artış hızı elektrik enerjisinin yaşam kalitesini daha yükseltici yönde kullanımını azaltmaktadır.

* Enerji politikaları ve ilgili istatistiksel büyüklükler (Kuleli, 1991, Şahin, 1994, Arıoğlu 1994 TMMOB-1996 GEMAD, 1997 , 1995 Enerji raporu) kaynaklarından ayrıntılı şekilde temin edilebilir.

Çizelge 2.1 Ülkemizin Enerji Tüketimi ve Makro Ekonomik Büyüklükleri

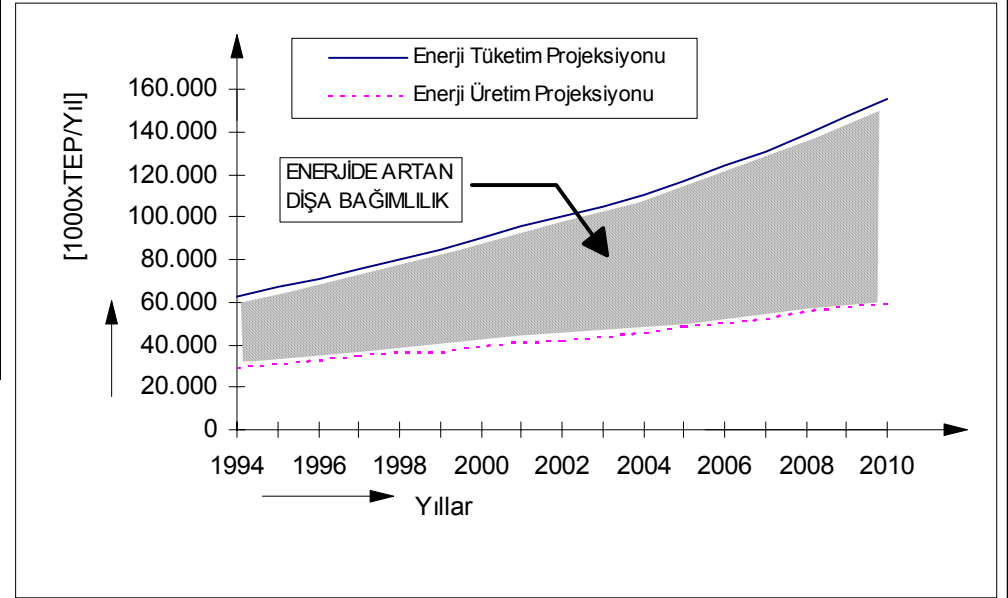
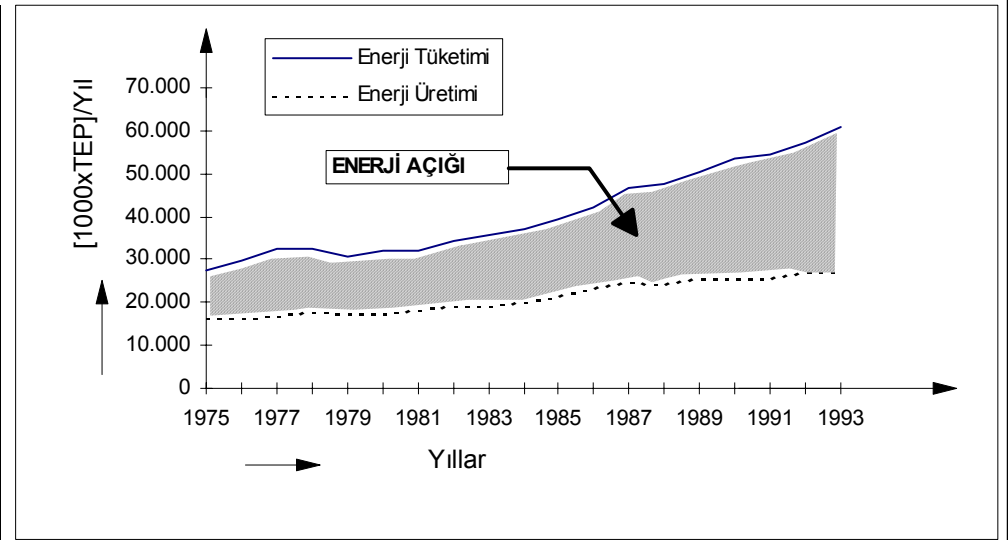
Yıllar	Nüfus [x10 ⁶]	GSMH [\$/fert]	Enerji Tüketimi [10 ⁹ KEP]	Kişi Başına Enerji Tüketimi [KEP/fert]	Dış Satım [x10 ⁹ \$/yıl]	Dış Alım [x10 ⁹ \$/yıl]	Dış Satım/Dış Alım	Kişi Başına Dış Ticaret Açığı [\$/fert]
1950	20.95	166	6.922	333	0.263	0.286	0.92	1.1
1960	27.76	335	11.208	404	0.321	0.468	0.68	5.3
1970	35.60	366	19.266	545	0.588	0.948	0.62	10.1
1980	44.74	1345	31.913	718	2.910	7.909	0.37	112
1990	56.97	1970	53.334	951	12.960	22.356	0.58	167

Bazı karşılaştırma büyüklükleri :

- Dünya ortalama kişi başına “ticari (kömür+ham petrol+doğal gaz+jeotermal+elektrik dış alımı) enerji tüketimi” 1352 KEP (kilogram eşdeğer petrol) -1990 yılı : Yunanistan 2130 KEP/fert, Türkiye 727 KEP/fert -1990
- Kişi başına net elektrik tüketimi Türkiye: 835 kwh/fert, AT ortalaması : 5463 kwh/fert
- Elektrik yoğunluğu “1000\$ katma değer üretimi” başına tüketilen elektrik enerjisi genelde Türkiye 425 kwh, AT ortalaması 300 kwh-1990. Endüstri bazında Türkiye: 905 kwh - İspanya : 352 kwh .

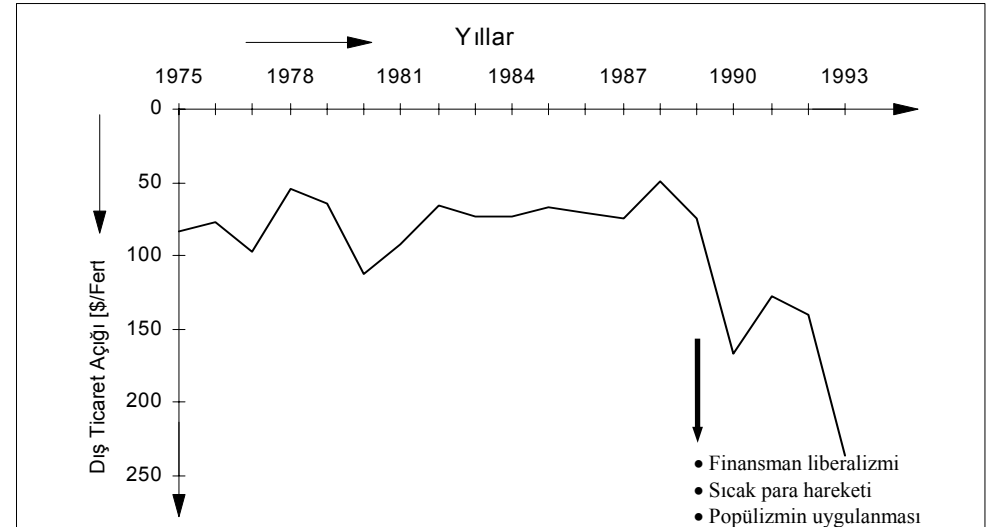
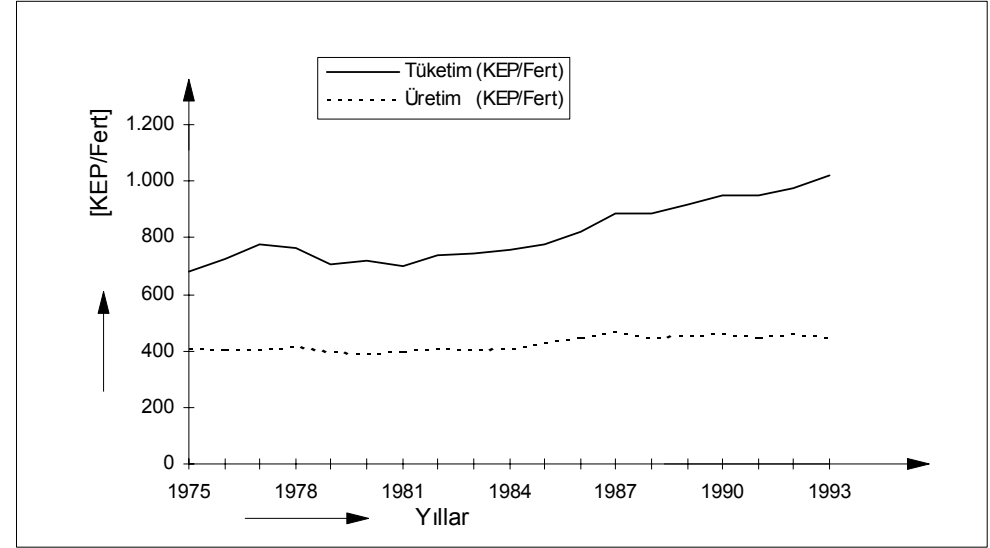
Çizelge 2.2 Yıllar İtibarı ile Birincil Enerji Üretimi, Tüketimi, Gerçekleşen ve Projeksiyon.

Enerji [1000TEP/Yıl](Gerçekleşen)			Enerji [1000TEP/Yıl](Projeksiyon)		
Yıllar	Tüketim	Üretimi	Yıllar	Tüketim	Üretimi
1975	27.381	16.417	1994	62.970	29.569
1976	29.637	16.430	1995	67.007	31.106
1977	32.396	16.835	1996	71.103	33.203
1978	32.511	17.778	1997	75.258	34.537
1979	30.648	17.261	1998	80.201	36.333
1980	31.913	17.298	1999	85.009	37.069
1981	31.891	18.239	2000	90.083	39.498
1982	34.307	19.104	2001	95.272	41.636
1983	35.597	19.213	2002	100.141	42.734
1984	37.247	20.144	2003	105.270	44.448
1985	39.167	21.703	2004	110.197	46.020
1986	42.181	23.247	2005	116.922	48.847
1987	46.601	24.795	2006	123.690	50.452
1988	47.657	24.354	2007	130.912	52.349
1989	50.440	25.490	2008	139.098	55.720
1990	53.334	25.824	2009	147.003	57.917
1991	54.624	25.847	2010	155.586	59.867
1992	57.022	27.132			
1993	61.018	26.863			

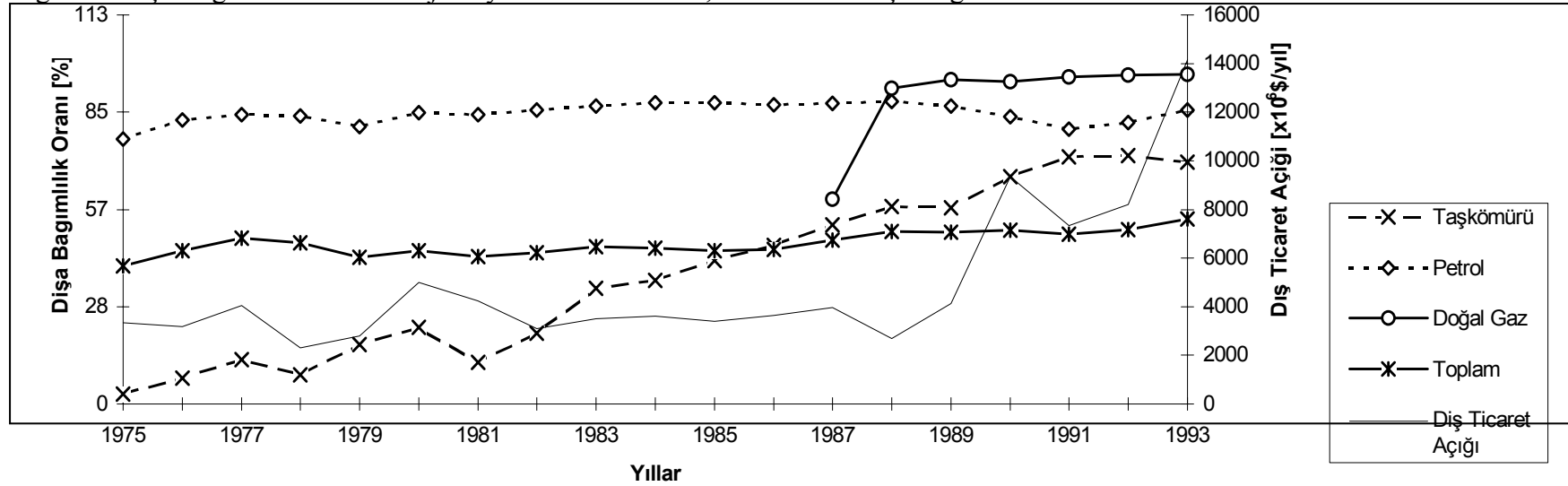


Çizelge 2.3 Yıllar İtibarıyla Fert Başına, Enerji Tüketimi-Üretimi ve Dış Ticaret Açığı

Yıllar	Enerji Tüketimi [KEP/Fert]	Enerji Üretimi [KEP/Fert]	Dış Ticaret Açığı [\$/fert]
1975	683	410	83
1976	724	402	77
1977	776	403	97
1978	762	417	54
1979	704	397	65
1980	718	389	112
1981	702	401	93
1982	735	409	66
1983	744	401	73
1984	759	411	74
1985	779	431	67
1986	820	451	71
1987	887	469	75
1988	887	450	49
1989	919	459	74
1990	951	460	167
1991	953	451	128
1992	973	463	140
1993	1.019	449	236



Çizelge 2.4 Dışa Bağımlı Birincil Enerji Kaynaklarının Üretim, Tüketim ve Dışa Bağımlılık Oranları.

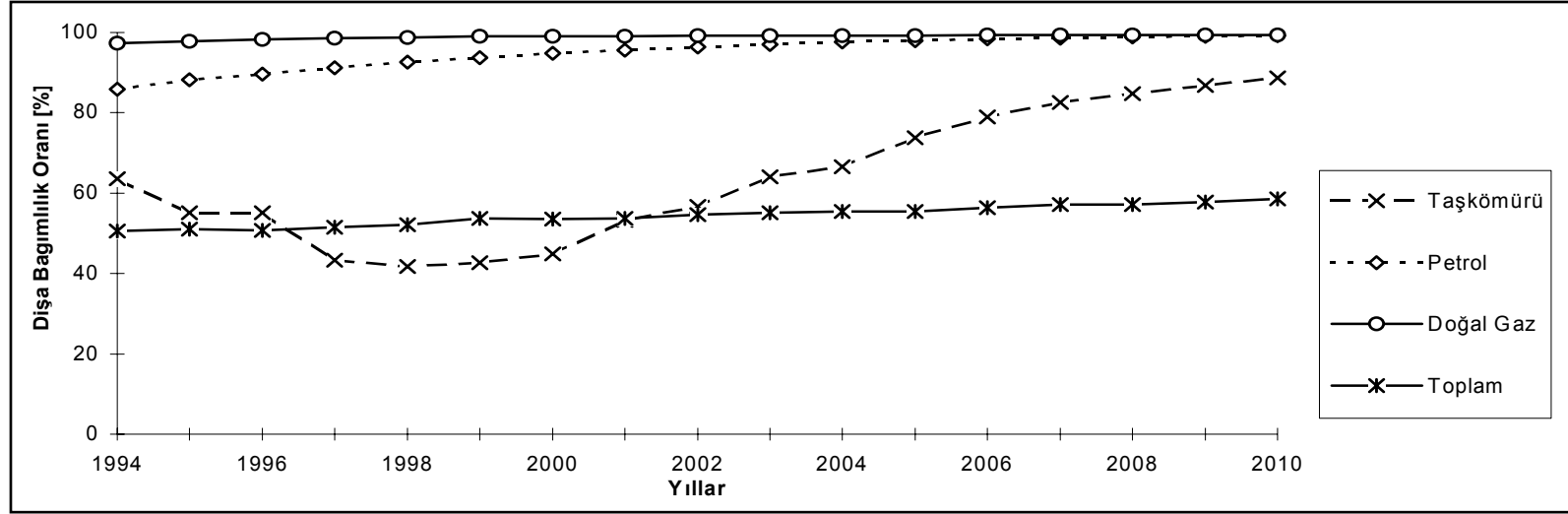


Yıllar	Dış Ticaret Açığı [x10 ⁶ \$/yıl]	Dışa Bağımlı Birincil Enerji Kaynakları [x1000 TEP/YIL]											Dışa Bağımlılık Oranları (%)			
		Taşkömürü			Petrol			Doğal Gaz			Toplam		Taşkömürü	Petrol	Doğal Gaz	Toplam
		Üretim [1]	Tüketim [2]	Açık [2-1] [3]	Üretim [4]	Tüketim [5]	Açık [5-4] [6]	Üretim [7]	Tüketim [8]	Açık [8-7] [9]	Açık [3+6+9] [10]	Tüketim [*] [11]				
1975	3338	2.936	3.025	89	3.250	14.178	10.928				11.017	27.381	2,94	77,08		40,24
1976	3169	2.826	3.053	227	2.725	15.724	12.999	14	14		13.226	29.637	7,44	82,67		44,63
1977	4043	2.687	3.085	398	2.849	18.092	15.243	16	16		15.641	32.396	12,90	84,25		48,28
1978	2311	2.620	2.865	245	2.873	17.861	14.988	20	20		15.233	32.511	8,55	83,91		46,85
1979	2808	2.471	2.988	517	2.973	15.536	12.563	31	31		13.080	30.648	17,30	80,86		42,68
1980	4999	2.195	2.824	629	2.447	16.074	13.627	21	21		14.256	31.913	22,27	84,78		44,67
1981	4230	2.422	2.758	336	2.481	15.845	13.364	15	15		13.700	31.891	12,18	84,34		42,96
1982	3097	2.445	3.077	632	2.450	16.933	14.483	41	41		15.115	34.307	20,54	85,53		44,06
1983	3507	2.159	3.255	1.096	2.313	17.540	15.227	7	7		16.323	35.597	33,67	86,81		45,85
1984	3623	2.216	3.464	1.248	2.191	17.840	15.649	36	36		16.897	37.247	36,03	87,72		45,36
1985	3385	2.199	3.775	1.576	2.216	18.134	15.918	62	62		17.494	39.167	41,75	87,78		44,67
1986	3648	2.151	3.992	1.841	2.514	19.622	17.108	416	416		18.949	42.181	46,12	87,19		44,92
1987	3968	2.111	4.404	2.293	2.762	22.301	19.539	270	669	399	22.231	46.601	52,07	87,61	59,64	47,70
1988	2676	2.212	5.204	2.992	2.692	22.590	19.898	90	1.115	1.025	23.915	47.657	57,49	88,08	91,93	50,18
1989	4136	2.027	4.722	2.695	3.020	22.865	19.845	158	2.877	2.719	25.259	50.440	57,07	86,79	94,51	50,08
1990	9342	2.080	6.150	4.070	3.903	23.901	19.998	193	3.110	2.917	26.985	53.334	66,18	83,67	93,79	50,60
1991	7340	1.827	6.501	4.674	4.674	23.315	18.641	185	3.827	3.642	26.957	54.624	71,90	79,95	95,17	49,35
1992	8191	1.727	6.243	4.516	4.495	24.865	20.370	180	4.197	4.017	28.903	57.022	72,34	81,92	95,71	50,69

1993	14162	1.722	5.834	4.112	4.087	28.412	24.325	182	4.630	4.448	32.885	61.018	70,48	85,62	96,07	53,89
------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	-----	-------	-------	--------	--------	-------	-------	--------------	--------------

*Yıllık toplam birincil enerji tüketimini ifade etmektedir.

Çizelge 2.5 Dışa Bağımlı Birincil Enerji Kaynaklarının Üretim, Tüketim ve Dışa Bağımlılık Oranları Projeksiyonu



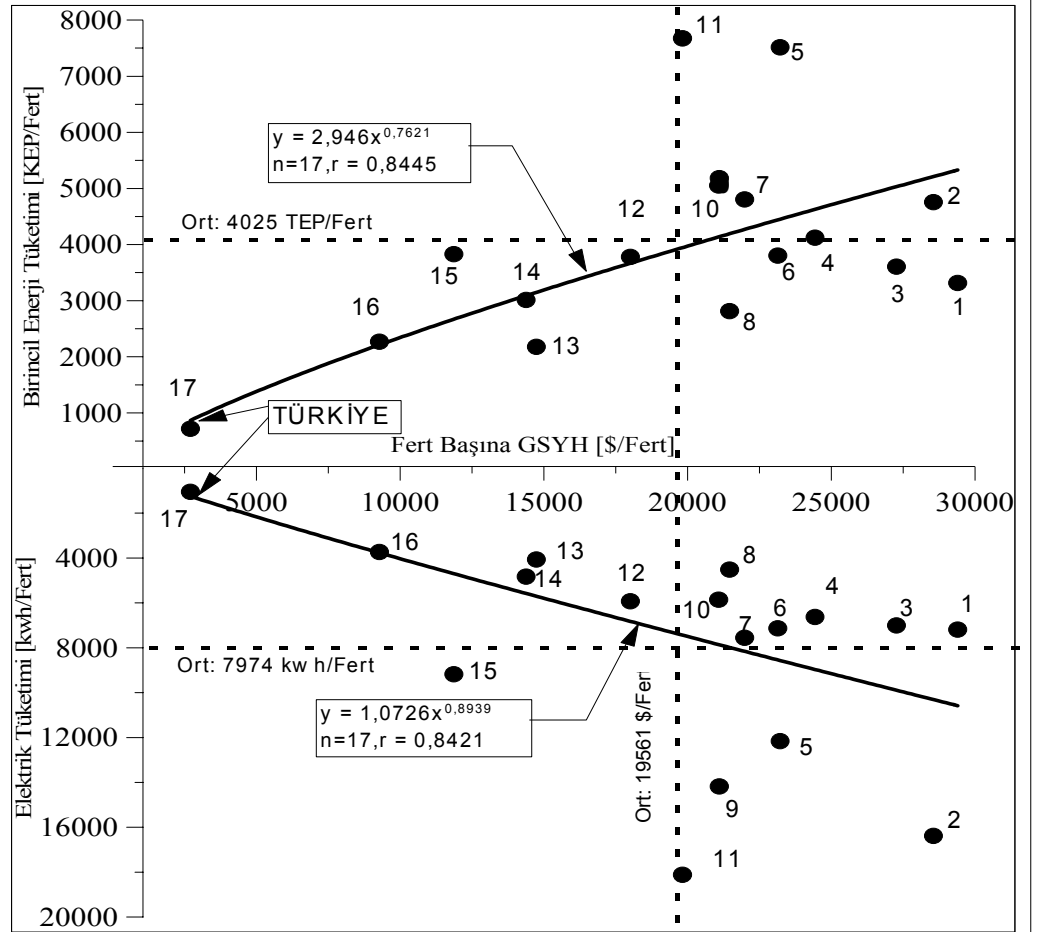
Yıllar	Dışa Bağımlı Birincil Enerji Kaynakları [x1000 TEP/YIL]											Dışa Bağımlılık Oranları (%)			
	Taşkömürü			Petrol			Doğal Gaz			Toplam		Taşkömürü	Petrol	Doğal Gaz	Toplam
	Üretim [1]	Tüketim [2]	Açık [2-1] [3]	Üretim [4]	Tüketim [5]	Açık [5-4] [6]	Üretim [7]	Tüketim [8]	Açık [8-7] [9]	Açık [3+6+9] [10]	Tüketim [*] [11]				
1994	2014	5524	3510	3701	26269	22568	160	5897	5736	31814	62970	63,54	85,91	97,28	50,52
1995	2557	5690	3132	3183	27034	23851	160	7368	7207	34191	67007	55,05	88,23	97,82	51,03
1996	2588	5754	3167	2811	26949	24138	160	8950	8790	36095	71103	55,03	89,57	98,21	50,76
1997	3241	5726	2485	2447	27792	25345	160	11112	10952	38782	75258	43,41	91,20	98,56	51,53
1998	3241	5564	2323	2100	28317	26217	160	13399	13238	41779	80201	41,76	92,58	98,80	52,09
1999	3241	5648	2407	1809	29091	27282	160	16128	15967	45657	85009	42,62	93,78	99,01	53,71
2000	3241	5877	2637	1555	29931	28376	160	17323	17163	48176	90083	44,87	94,80	99,07	53,48
2001	3241	6920	3679	1339	30622	29283	160	18281	18120	51082	95272	53,17	95,63	99,12	53,62
2002	3241	7487	4247	1134	31474	30340	160	20247	20087	54673	100141	56,72	96,40	99,21	54,60
2003	3241	9009	5768	951	32314	31363	160	20954	20794	57925	105270	64,03	97,06	99,23	55,03
2004	3241	9691	6450	807	33181	32374	160	22457	22297	61121	110197	66,56	97,57	99,29	55,47
2005	3241	12333	9092	684	34157	33473	160	22428	22268	64834	116922	73,72	98,00	99,29	55,45
2006	3241	15434	12193	576	35166	34590	160	23127	22967	69750	123690	79,00	98,36	99,31	56,39
2007	3241	18565	15325	494	36275	35781	160	23876	23715	74821	130912	82,55	98,64	99,33	57,15
2008	3241	21276	18035	416	37406	36990	160	24544	24384	79409	139098	84,77	98,89	99,35	57,09

2009	3241	24467	21226	354	38612	38258	160	25520	25360	84844	147003	86,76	99,08	99,37	57,72
2010	3241	28535	25294	299	39811	39512	160	26515	26354	91161	155586	88,64	99,25	99,40	58,59

*Yıllık toplam birincil enerji tüketimini ifade etmektedir.

Çizelge 2.6 Seçilmiş Bazı Ülkelerde Fert Başına GSYH-Elektrik Enerjisi Tüketimi-Ticari Enerji Tüketimi Arasındaki İlişkiler-1992.

	Ülkeler	Fert Başına GSYH [\$/Fert]	Enerji Tüketimi [KEP/fert]	Elektrik Tüketimi [kwh/fert]
1	Japonya	29406	3314	7192
2	İsveç	28560	4756	16382
3	Danimarka	27273	3605	7008
4	Almanya	24436	4123	6627
5	ABD	23228	7516	12160
6	Fransa	23143	3803	7140
7	Belçika	21991	4803	7561
8	İtalya	21468	2813	4525
9	Finlandiya	21110	5180	14182
10	Hollanda	21089	5052	5861
11	Kanada	19823	7675	18117
12	İngiltere	18013	3780	5933
13	İspanya	14745	2176	4071
14	İrlanda	14385	3014	4833
15	Yeni Zelanda	11874	3827	9180
16	Yunanistan	9289	2269	3734
17	Türkiye	2708	717	1060
	Ortalama	19561	4025	7974



Değerlendirme:

Bazı seçilmiş ülkelerin nominal GSYH (\$/fert) ile elektrik tüketimi (kwh/fert) ve birincil enerji tüketimi (KEP/fert) karakteristikleri arasında yapılan regresyon analizine göre, artan GSYH ile birincil enerji tüketim büyüklüğü ve elektrik enerjisi tüketim büyüklüğü artmaktadır. Ülkemizi ait bu büyüklükler aynı şekil üzerinde değerlendirildiğinde, ortalama “büyüklüklerin” çok altında kaldığı gözlenmiştir. Kısaca ülkemiz enerji büyüklüklerini etkin ve uzun erimli politikalarla olması gereken düzeye çıkartmak zorundadır.

3. DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE DOĞAL GAZ

3.1. Dünya Ölçeğinde Doğal Gaza Kısa Bakış

Çizelge 3.1 Dünya Doğal Gaz Kimliği

• Dünya ispatlanmış doğal gaz rezervi	: $139.7 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$ -1995
• Dünya dağılımı	: K. Amerika %6.1, G. ve Orta Amerika %4.1, Avrupa %4, Eski SSCB %40, Orta Doğu % 32.4, Afrika %6.7, Asya Avustralya %6.7
• En büyük rezerve sahip ülkeler ve dünya payları	: $48.1 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$ ile Rusya Federasyonu,- %34.5- 2.sırada $21.0 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$ ile İran %15, 3.sırada $7.1 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$ ile Katar %5.1
• 1995 yılı itibarıyla dünya üretimi-üretim artış hızı	: $2119 \cdot 10^9 \text{ m}^3/\text{yıl}$ - %1.5
• Dünya dağılım miktarları	: K. Amerika: $713.3 \cdot 10^9$, G. ve Orta Amerika $78 \cdot 10^9$ Avrupa $243.1 \cdot 10^9$, Eski SSCB $659.7 \cdot 10^9$, Orta Doğu $138.3 \cdot 10^9$, Afrika $84.4 \cdot 10^9$, Asya ve Avustralya $203 \cdot 10^9$ ton'dur.
• Doğal gazın kullanım (dinamik) ömrü	: %1.5 üretim artış hızı ile 46 yıl %2.5 üretim artış hızı ile 40 yıl %4.0 üretim artış hızı ile 33 yıl
• Tüketim Büyüklükleri-1995-	: K. Amerika : 1.7 ton ham petrol eşdeğeri/fert Avrupa : 0.6 ton/fert, Eski SSCB : 1.6 ton/fert Dünya : ~0.3 ton/fert
• 1995 yılı itibarı ile boru ile ihraç edilen gaz	: $295.9 \cdot 10^9 \text{ m}^3/\text{yıl}$
• 1995 yılı itibarıyla sıvılaştırılmış doğal gaz ihracatı	: $2.5 \cdot 10^9 \text{ m}^3/\text{yıl}$, Endonezya %36, Cezayir %20, Malezya %14, Avustralya %11.
• Toplam ihraç edilen doğal gaz ve üretime oranı	: $388.4 \cdot 10^9 \text{ m}^3/\text{yıl}$, ~%18

Çizelgede 3.1’ de dünya ölçeğinde doğal gaz ile ilintili belli başlı büyüklükler verilmiştir. Çizelge yakından incelendiğinde şu çarpıcı sonuçlar çıkartılmaktadır.

- 1995 yılı itibarı ile doğal gazın -ispatlanmış ekonomik rezervi- $139.7.10^{12} \text{ m}^3$ ’ dür. Bu rezervin coğrafi bazda dağılımı aynı petrolde olduğu gibi “eşitsiz” bir karakter sergilemektedir. Burada vurgulanması gereken bir özellik de siyasi-ekonomik çalkantıların en belirgin olduğu bölgelerde dünya rezervinin yaklaşık % 73’ü bulunmaktadır (eski SSCB %40, Orta Doğu %32.4). Bu durum doğal gazın “arz güvenilirliği” yönünden ciddi bir sorun oluşturma potansiyeli taşımaktadır. (Ülkemiz açısından irdelendiğinde daha girift bir görüntü ortaya çıkmaktadır: Sürekli ve ekonomik arz güvenirlğine ek olarak halen doğal gazın verildiği şebeke çeşitli ülkelerden geçtiği için transit ücretleri yüksek düzeyde tahakkuk etmekte ve bu ülkelerin kimi zaman yaptıkları çok yüksek doğal gaz çekişleri nedeniyle verilen gaz debisi azalmaktadır).

- En belirgin sonuç ise - bugün için bilinen rezervlere önemli bir ilave yapılmadığı sürece- %1.5, %2.5 ve %4 üretim artış hızları için doğal gazın “dinamik ömrü” sırasıyla 46, 40 ve 33 yıldır (Şekil 3.1). Diğer kelimelerle kömürle mukayese edilmeyecek ölçüde çok kısa ömürlü bir ya-kıttır. Belli başlı doğal gaz üreten ülkelerle ilgili rezerv, üretim ve rezerv kullanım (üretim/rezerv) oranları Çizelge’3.2’de sunulmuştur. Çizelgeden de görüleceği gibi maksimum rezerv kullanım (üretim/rezerv) oranına ABD (%11.1), Kanada (%6) ve Hollanda (%3.4) sahip olurken, önemli rezerve sahip olan İran ise en düşük rezerv kullanım oranı (%0.14) ile yataklarını işletmektedir. Dünya ölçeğinde ortalama rezerv kullanım oranı %1.44 düzeyinde hesaplanmıştır.

- Doğal gaz rezervlerinin miktar bazında dağılımındaki “eşitsizlik” ortaya “tekelci aşırı kar” olgusunu çıkarmaktadır. Rusya tekelci konumun yarattığı bu “rantı” ilerde çok iyi bir şekilde kullanacaktır. Nitekim, Rusya (Gazprom firması) sattığı gazla yetinmeyip dağıtım tesisleri+elektrik santrallerinin kurulup işletilmesine ortak olma niyetlerini sık sık gündeme getirmektedir.

- Doğal gazın gerek kullanım miktarını gerekse fiyatını kontrol edebilecek diğer bir faktör de ulaştırma sektöründe taşıtlarda petrolden doğal gaza geçiştir. Sıvılaştırılmış doğal gazın taşıtlarda kullanımında ilerki yıllarda dikkat çekici ölçüde artışlar beklenmektedir (ABD, Eski SSCB’de sıvı doğal gaz ile çalışan taşıt sayısı artmaktadır) (Yayla,1996). Dolayısıyla tüm bu değerlendirmeler dikkate alındığında 1980-90’lı yıllara ait doğal gaz fiyatları 21. yüzyılın ilk çeyreğinde dünya ölçeğinde artan talep normal piyasa koşullarında önemli fiyat artışlarına neden olacaktır.

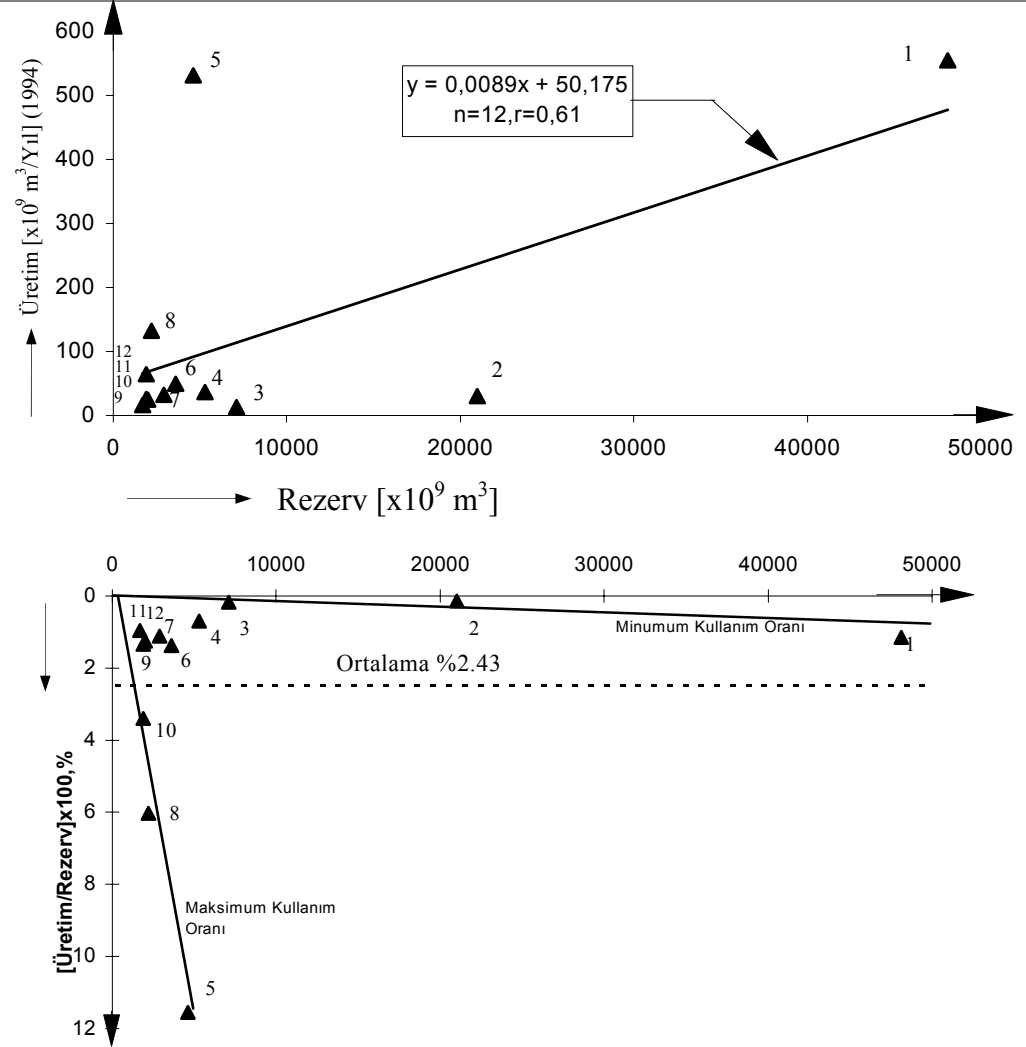
- Dünya doğal gaz ticaretine (1995) çok genel bakıldığında şu değerlendirmeler yapılabilir-mektedir: Boru hattı + sıvılaştırılmış doğal gaz olarak sırası ile $295.9.10^9$ m³/yıl + $92.5.10^9$ m³/yıl = $388.4.10^9$ m³/yıl doğal gaz satılmıştır. Bu değer toplam üretimin (1995) yaklaşık $388.4.10^9/2119.6.10^9 \times 100 = \%18.3$ 'üdür. Uluslararası doğal gaz ticaretinde boru hattı ile yapılan satışlarda eski SSCB %39.6, Kanada %26.7, Hollanda %13.8, Cezayir %6.5 ile ilk dört sırayı oluşturur iken, sıvılaştırılmış doğal gaz ticaretinde ise Endonezya %36, Cezayir %19.7 ve Avustralya %10.6 paylarla sıralamada yerlerini almışlardır. 1986 yılında uluslararası ticarete payı %32.8 olan eski SSCB 1995 yılında bu payını kabaca %40'a çıkarmıştır. Kısaca, uluslararası doğal gaz ticaretinde eski SSCB'in konumu uzun yıllar rakipsiz gözükmektedir.(Buna karşın eski Sovyetler Birliği'nde doğal gaz endüstrisi eski teknoloji ile çalışmakta olup boru hattı kompresör ünitelerinin eskiliği nedeni ile taşınıp dağıtılan toplam gazın yaklaşık %10'u kayıp edilmektedir. Yılda ortalama 1300 km ana gaz borusu yenilenmektedir. Ayrıca dünyanın en büyük gaz tüketicisi konumunda olan (1993- $593.7.10^9$ m³/yıl) eski SSCB'de tüketim alanlarında özellikle endüstride kullanım verimlerinin çok düşük olduğu, yılda 30.10^9 m³/yıl gibi çok önemli miktarda doğal gazın heba edildiği, rapor edilmektedir (Yücel,1992)) .

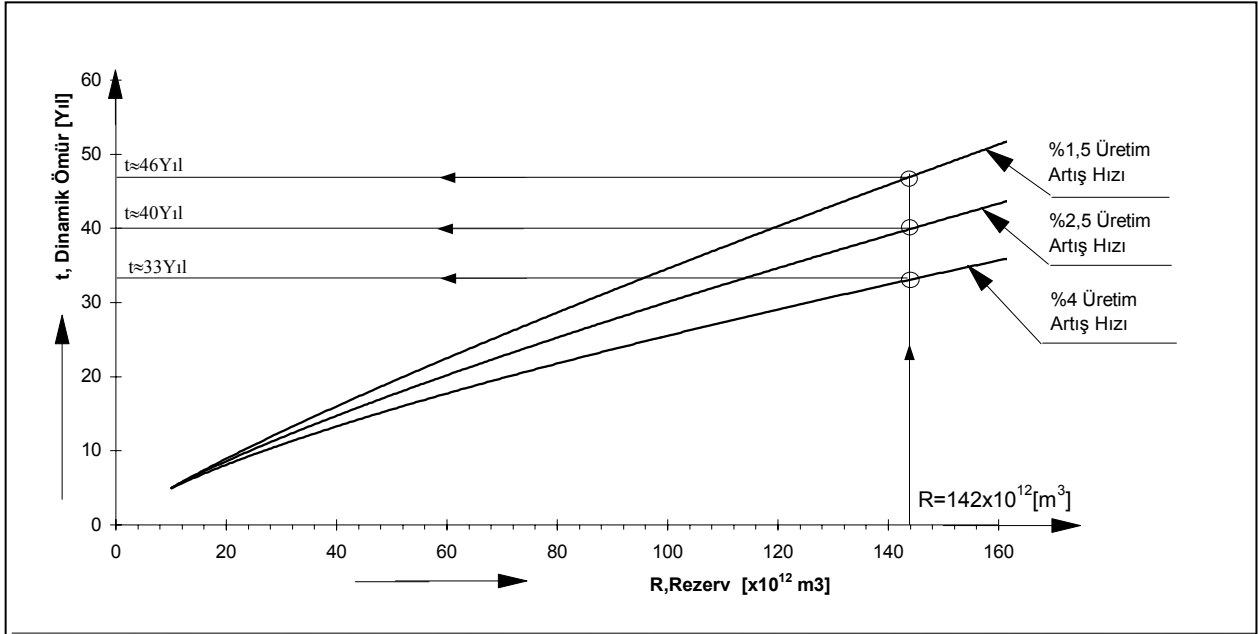
- Uluslararası doğal gaz ticaretinde dikkat çekici bir diğer nokta da dışalım ülke konumunda bulunan tüm ülkeler-Türkiye hariç-(Japonya,Fransa,Almanya, İtalya, İngiltere, Belçika, İspanya, Avusturya, Yunanistan vb) ekonomik yönden güçlü, ayrıca uzun erimli gaz temini açısından da dengeli-düzgün dış politika stratejileri varolan ülkelerdir. Daha açık bir deyişle, şu anda piyasa koşullarını fiyat yönünden yönlendiren alıcı durumunda olan güçlü ülkelerdir. Eski SSCB, yukarda kısaca belirtilen dar boğazları aştığı zaman, özellikle sürekli doğal gaz dış alımı konumunda bulunan ülkemize karşı doğal gazı çeşitli nedenlerden (Azerbaycan ve Orta Asya petrollerinin boğazlar yolu ile taşınması, eski Sovyet Cumhuriyetlerini bir araya getirme istekleri, Rusya, Yunanistan ve Sırbistan arasında Ortodoks işbirliğinin kurulma çabaları) dolayı bir "dış politika yaptırım aracı" olarak kullanılabilir. Bu hassas ve şu anda çözüme ulaştırılmamış dış politika sorunları bir kenara bırakıldığında da ülkemiz doğal gaz ticaretinde ekonomik yapısı nedeni ile ne yazık ki güçlü bir alıcı ülke konumunda bulunmamaktadır.

Çizelge 3.2 Önemli Doğal Gaz Üreticisi Ülkelerin “Rezerv”, “Üretim” ve “Rezerv Kullanım(Üretim/Rezerv)” Büyüklükleri ve Bunların Değerlendirilmesi -1994

	Ülkeler	Rezerv [x10 ⁹ m ³]	Üretim [x10 ⁹ m ³ /yıl]	[Üretim/Rezerv]x100 %
1	Rusya	48100	555	1,15
2	İran	21000	30	0,14
3	Katar	7100	13	0,18
4	S. Arabistan	5300	37	0,70
5	ABD	4600	531	11,55
6	Mısır	3600	49	1,37
7	Türkmenistan	2900	33	1,12
8	Kanada	2200	133	6,02
9	Meksika	2000	25	1,25
10	Hollanda	1900	65	3,40
11	Malezya	1900	25	1,34
12	Çin	1700	16	0,95
	Diğerleri	39700	529	1,33
	TOPLAM	142000	2040	1,44

- Üretim değerleri British Petroleum,1995 kaynağında verilen milyon ton eşdeğerinden çevrilerek bulunmuştur. Bu çevrimde doğal gazın ısıl değeri 8250 kcal/m³ kabul edilmiştir. Bu nedenle üretim değerlerinde çok küçük mertebelerde farklılık olabilir.





- **Dinamik Ömür:**

- $t = \frac{1}{a} \cdot \ln \left[\frac{a \cdot R}{\dot{U}_0} + 1 \right]$ formülü ile belirlenmektedir

- Analizde Yapılan Kabuller

- Toplam rezerv $R=142 \times 10^{12} \text{ m}^3$ (Enerji raporu, 1993)

- Rezerv kullanım (üretim/rezerv) oranı $a=\%1,5$

- t_0 anında olması gereken üretim $\dot{U}_0 = 0,015 \cdot 142 \times 10^{12} = 2,13 \times 10^{12} \text{ m}^3$

- Ortalama üretim artış hızı $\%2,53$ (1984-1994)

$a=\%1,5$ Üretim Artış Hızı İçin Dinamik Ömür :

$$t = \frac{1}{0,015} \cdot \ln \left[\frac{0,015 \cdot 142 \cdot 10^{12}}{2,13 \cdot 10^{12}} + 1 \right] \cong 46 \text{ yıl}$$

$a=\%2,5$ Üretim Artış Hızı İçin Dinamik Ömür :

$$t = \frac{1}{0,025} \cdot \ln \left[\frac{0,025 \cdot 142 \cdot 10^{12}}{2,13 \cdot 10^{12}} + 1 \right] \cong 40 \text{ yıl}$$

$a=\%4$ Üretim Artış Hızı İçin Dinamik Ömür :

$$t = \frac{1}{0,04} \cdot \ln \left[\frac{0,04 \cdot 142 \cdot 10^{12}}{2,13 \cdot 10^{12}} + 1 \right] \cong 33 \text{ yıl} \text{ olarak hesaplanabilir}$$

Şekil 3.1 Dünya Doğal Gaz Rezervlerinin Dinamik Ömrünün Belirlenmesi.

3.2 Türkiye’de Doğal Gaz Kullanımına Genel bakış

Çizelge 3.3 Ülkemizin Doğal Gaz Kimliği

• Tarihçe	: Türkiye ile eski SSCB arasında 1984 yılında “çerçeve” ve 1986 yılında “ticari anlaşma” imzalanmıştır.
• İlk kullanım	: 1987- Hamitabat santrali 513.10 ⁶ m ³ /yıl 1988- Ambarlı kombine çevrim santrali Elektrik santrallerinde 1.017.10 ⁹ m ³ /yıl Gübrede 0.149. 10 ⁹ m ³ /yıl
• Konutlarda Doğal Gaz Kullanımı	: 1990 yılında Ankara’da 0.218.10 ⁶ m ³ /yıl
• 1997-Mayıs itibarı ile Doğal Gaz kullanan iller	: Ankara, İstanbul, Bursa, Eskişehir, İzmit
• 1995 yılı için BOTAS’ın illere -konut sektörü- verdiği D. Gaz	: İstanbul 0.678.10 ⁶ - Ankara : 0.480.10 ⁶ , Bursa 83. 10 ³ m ³ /yıl
• 2000 yılı için BOTAS’ın konut sektörüne vereceği doğal gaz	: İstanbul 1.50.10 ⁶ - Ankara : 0.750.10 ⁶ ,Bursa 0.220.10 ⁶ Eskişehir 0.125.10 ⁶ ,İzmit 0.120.10 ⁶ m ³ /yıl
• 1996 yılı itibarı ile doğal gaz kullanımı ve dağılım payları	: Toplam 7.7.10 ⁹ m ³ /yıl, Elektrik %52.5, Sanayi %17.7, Konut %19.2, Gübre :~ %10
• 2000 yılı için öngörülen tüketim ve sektörel dağılım payları	: Toplam : 26.49.10 ⁹ m ³ /yıl, Elektrik %52.8, Sanayi %21.4, Konut %22.6, Gübre :~ %3.2
• 2010 yılı için öngörülen tüketim	: Toplam 58.6.10 ⁹ m ³ /yıl
• 1987 yılı itibarı ile doğal gaz alımı: Rusya Federasyonu	0.432.10 ⁹ m ³ /yıl
• 1996 yılı itibarıyla doğal gaz alımı: Rusya Federasyonu	5.524.10 ⁹ m ³ /yıl, Cezayir 2.429.10 ⁹ m ³ /yıl (sıvılaştırılmış doğal gaz)
• 2000 yılı itibarıyla doğal gaz alımı: Rusya Federasyonu	6.0.10 ⁹ m ³ /yıl, Cezayir 4.0.10 ⁹ m ³ /yıl İran 3.10 ⁹ m ³ /yıl, Nijerya 0.690.10 ⁹ m ³ /yıl, Rusya (batı) 4.5.10 ⁹ m ³ /yıl, görüşülen bağlantılar Rusya (doğu) 3.0.10 ⁹ m ³ /yıl, Katar 1.0.10 ⁹ m ³ /yıl
• 1995 yılı itibarı ile doğal gaz dış alım tutarı	: Sıvılaştırılmış doğal gaz : 0.127 10 ⁹ \$/yıl : Doğal gaz : 0.522 10 ⁹ \$/yıl : Toplam : ~ 0.650 10⁹ \$/yıl

Çizelge 3.3 devamı

• 1995 yılı itibarı ile dış ticaret dengesi-doğal gaz dış alımına oranı	: 13.212.10 ⁹ \$/yıl-%5
• Ham petrol+doğal gaz +dış alım kömür+kok+LPG-tutarı-1995-ve aynı yıllık dış ticaret dengesine oranı	: 4.30.10 ⁹ \$/yıl - %32.5
• Doğal gaz konut İstanbul fiyatı	: 1991 100 alınırsa 1997/ Mayısın da 4633, Haziranda 1997 34398 TL/m ³ (0.2457 \$/m ³) (~ 6 yıl içinde)

Ülkemizin doğal gaz kullanımına ilişkin sayısal bilgiler Çizelge 3.3’de toplu halde sunulmuştur. Çizelge yakından incelendiğinde ülkemizin doğal gaz kullanımı ile su sonuçlar ortaya çıkmaktadır:

- Ülkemizde doğal gaz kullanımına yönelik ilk çalışmalar 1986 yılında Eski SSCB ile yapılan “ticari anlaşma” ile gündeme gelmiştir. İlk kullanım alanları elektrik üretimine yönelik olan doğal gaz, 1990 yılından itibaren-konut sektörü- büyük şehirlerimizde (1990 yılında Ankara’da 0.218.10⁶ m³/yıl) yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. 1997 yılı itibarıyla 5 ilde (İstanbul, Ankara, Bursa, Eskişehir, İzmit) doğal gaz kullanılmaktadır. 1995 yılında en fazla doğal gaz kullanan-konut sektörü- ilimiz İstanbul (0.678.10⁶ m³/yıl) olurken bunu Ankara (0.480.10⁶ m³/yıl), Bursa (83.10³ m³/yıl) illerimiz takip etmiştir. Doğal gaz tüketiminin iller bazında 2000 yılı için öngörülen tüketimleri ise İstanbul ;1.50.10⁶ m³/yıl, Ankara; 0.750.10⁶ m³/yıl, Bursa ; 0.220.10⁶ m³/yıl, Eskişehir; 0.125.10⁶ m³/yıl ve İzmit ; 0.120.10⁶ m³/yıl’dır.

- 1996 yılı itibarıyla doğal gaz kullanımının sektörel dağılımına baktığımızda, toplam 7.7.10⁹ m³/yıl olan tüketimin sektörlere dağılım şöyledir; elektrik %52.5, sanayi %17.7, konut %19.2 ve gübre ~%10’dur. Görüldüğü gibi kullanılan doğal gazın %50’den fazlası elektrik üretiminde kullanılmaktadır. 2000 yılı için tüketilmesi öngörülen doğal gaz miktarı 26.49.10⁹ m³/yıl olurken bunun sektörel dağılımı ise şöyledir; elektrik %52.8, sanayi %21.4, konut %22.6 ve gübre ~%3.2’dir. 2000 yılında elektrik üretiminde kullanılan doğal gaz oranı aynı kalırken, sanayide ve konut sektöründe kullanılan doğal gazın artacağı öngörülmektedir. 2010 yılı için planlanan doğal gaz tüketimi 58.6.10⁹ m³/yıl olarak verilmektedir.

3.2.1. Doğal Gaz Üretimi, Tüketimi, Kullanım Alanları ve Fiyatlar

- 1975-1993 dönemi itibarı ile birincil enerji kaynakları içindeki doğal gaz üretim ve tüketim oranları sırası ile Şekil 3.2 ve Şekil 3.3’de verilmiştir. Toplam birincil enerji kaynakları içinde yok denecek ölçüde (~%1) doğal gaz üretimi söz konusu iken 1987 yılında başlayan doğal gaz tüketimi 1993 yılı itibarı ile %8 gibi paya yükselmiştir.

- 2000’li yıllara yönelik yapılan projeksiyonlarda da doğal gazın üretimdeki payı değişmezken tüketimdeki oranı sürekli biçimde artmaktadır. Öyleki 2000 yılında öngörülen doğal gaz talebi kabaca 20.10^9 m³/yıl olup 1996 yılı dış alım doğal gaz miktarının ($7.95.10^9$ m³/yıl) 2.5 katıdır (artış oranı ~%150 mertebesinde). 2010 yılında doğal gaz tüketimi (dış alım doğal gaz) ise $30.59.10^9$ m³/yıl olarak öngörülmektedir* .

- Sektörel olarak doğal gaz kullanımı incelendiğinde 1988 yılında hemen hemen %100’ü elektrik santrallerinde tüketilen doğal gaz 1996 yılı itibarıyla elektrik santrallerinde: %52.5, sanayi %17.7, konut %19.2 ve gübre %10.6 oranlarında kullanılmıştır. Kullanım oranlarındaki bu motif 2000’li yıllar içinde geçerliliğini koruyacaktır.

- 1996 yılı itibarıyla $7.953.10^9$ m³/yıl doğal gaz kullanılmıştır. Bu dış alımın %69.5 Rusya federasyonundan, %30.5 Cezayir’den, sıvılaştırılmış doğal gaz olarak gerçekleştirilmiştir (anılan yıl içinde $0.214.10^9$ m³/yıl miktarındaki Avustralya’dan ithal edilen doğal gaz (LPG) Cezayir değerine dahil edilmiştir). 2000 yılında kontrata bağlanmış miktarın ülkeler bazında dağılımları şöyledir: Rusya federasyonu 6.10^9 m³/yıl, Cezayir 4.10^9 m³/yıl, Nijerya $0.690.10^9$ m³/yıl, İran 3.10^9 m³/yıl, Rusya (Batı) $4.5.10^9$ m³/yıl. Botaş’a göre toplam talep $26.49.10^9$ m³/yıl olduğu dikkate alınır ise henüz görüşmeleri sürdürülen doğal gaz dış alımı ise 4.10^9 m³/yıl olarak hesaplanmaktadır (toplam talebin %15’i).

- 1995 yılı itibarıyla doğal gaz dış alımının bedeli $0.650.10^9$ \$/yıl’dır (dış ticaret açığının yaklaşık %5’ini oluşturmaktadır). 2000 ve 2010 yılında sırasıyla normal büyüme senaryosuna karşı gelen öngörülen doğal gazın dış alım bedeli $1.370.10^9$ ve $4.685.10^9$ milyar-1990 ABD \$- düzeyinde hesaplanmaktadır (Şahin,1994) . Bu bedeller ise 1990 yılının dış satım gelirinin %9.45’ini ve %36’sını teşkil etmektedir.

* Enerji -1993 raporu kaynağında öngörülen doğal gaz miktarları ile Botaş tarafından ileriye dönük projeksiyonlar arasında çok önemli farklılıklar söz konusudur. (Murathan, 1997) kaynağında 2000 yılı ve 2005 ve 2010 yılı için öngörülen doğal gaz miktarları sırası ile 26.5, 53.6, ve $58.6.10^9$ m³/yılıdır. Enerji,1993 raporunda ise aynı sırada 20, 25.8 ve $30.6.10^9$ m³/yıl değerleri rapor edilmiştir.

• Çizelge 3.5’de 1984-1993 dönemine ait doğal gaz tüketimleri ve bu tüketimlerin eşdeğer linyit karşılıklarının değişimleri birlikte gösterilmiştir. Aynı şekilde fert başına tüketim büyüklüklerinin değişimleri çizilmiştir. 8.4 milyar ton linyit rezervine sahip ülkemizde bugünkü doğal gaz tüketiminin “linyit eşdeğeri” 13-15.10⁶ ton/yıl olmaktadır. Başka bir anlatımla, 15.10⁶ ton/yıl linyit üretim artışı ile çeşitli yönleri ile eksik ve tartışılabilir sorunlar içeren “dış alım doğal gaz projesi” rahatlıkla ikame edilebilir. Çalışmanın öneriler bölümünde bu konuya tekrar dönülecektir.

• Doğal gaz dergisi tarafından hazırlanan çalışmaya göre 1991 yılı ocak fiyatları 100 kabul edildiğinde-konut-doğal gazın birim fiyatları İstanbul ve Ankara için 1997 mayısta sırası ile 4633 ve 4783 değerlerine tırmanmıştır (doğal gaz dergisi, sayı:50,1997). İstanbul ve Ankara Nisan 1997 doğal gaz-konut-birim fiyatları sırasıyla 0.270 ve 0.265 \$/m³ olarak hesaplanmıştır. Bu konu ilerde yakıt kullanım maliyetleri yönünden geniş şekilde ve tartışmaya açılacaktır

• İstanbul’da doğal gaz uygulamaları ve değerlendirmesi Çizelge 3.4’de sunulmuştur. Hemen fark edileceği üzere İstanbul’da doğal gaz kullanan nüfus kabaca 3.3.10⁶ fert olup, toplam nüfusun ancak %30’unu oluşturmaktadır. Daha açık bir deyişle, İstanbul’un ısınma gereksinmesinin planlanmasında yerli kömürlerimizin kullanımı hem “ekonomik” hem de “arz güvenirliliği” yönünden vazgeçilmez ögesi durumundadır.

Çizelge 3.4 İstanbul’da Doğal Gaz Uygulamaları ve Değerlendirilmesi(1996 Kasım/Aralık İtibarıyla)

•Kullanan abone sayısı , evsel (a+b+c) + ticari	: 675271 adet
• Merkezi ısıtmada kullanan abone sayısı (a)	: 323124 adet
• Bireysel amaçla kullanım (b)	: 142454 adet
• Konutta ısıtma, sıcak su, ocak kullanımı (c)	: 209683 adet
• Toplam abone adeti, evsel+ticari	: 821125 adet
Değerlendirme: Toplam abone adeti dikkate alındığında;	
• Doğal gaz kullanan nüfus	$821125^{[adet]} \times 4^{[fert/adet]} = 3.285.10^6$ fert
• İstanbul nüfusuna oranı	$\frac{3.285.10^6}{11.10^6} \cong 0.30$ %30
Ancak doğal gaz İstanbul’un % 30 nüfusuna cevap verebilmektedir. Bu nedenle İstanbul’un enerji planlanmasında yerli kömürlerimizin kullanılması hem “ekonomi” hem de “arz güvenirliliği” yönünden yaşamsal önem taşımaktadır.	

Değerlendirme:

- 1975 yılında birincil enerji kaynakları arasında odun %27, hayvan ve bitki artıklar %15 paya sahip olurken bu iki enerji kaynağını payı 1993 yılında sırası ile %20 ve %9'a düşmüştür .
- Birincil enerji üretiminde 1975 yılında %17 paya sahip olan linyit, 1993 yılında bu payını %37'ye çıkarmıştır. Dönem boyunca petrol üretiminin toplam kaynaklar içindeki payında %5'lik bir azalma olmuştur.

Şekil 3.2 1975-1993 Yılları Arasında Birincil Enerji Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı

Değerlendirme :

- 1975-1993 döneminde enerji tüketim kaynakları arasında, 1980'li yılların sonunda yerini alan doğal gaz her yıl kullanım oranını arttırarak, 1990 yılında toplam enerji tüketimindeki payı %6 iken 1993 yılında %8'e çıkmıştır.

Şekil 3.3 1975-1993 Yıllar Arasında Birincil Enerji Tüketiminin Kaynaklara Göre Dağılımı

Çizelge 3.5 :Yıllar İtibarıyla Doğal Gaz Tüketimi İle Eşdeğer Linyit Tüketimi

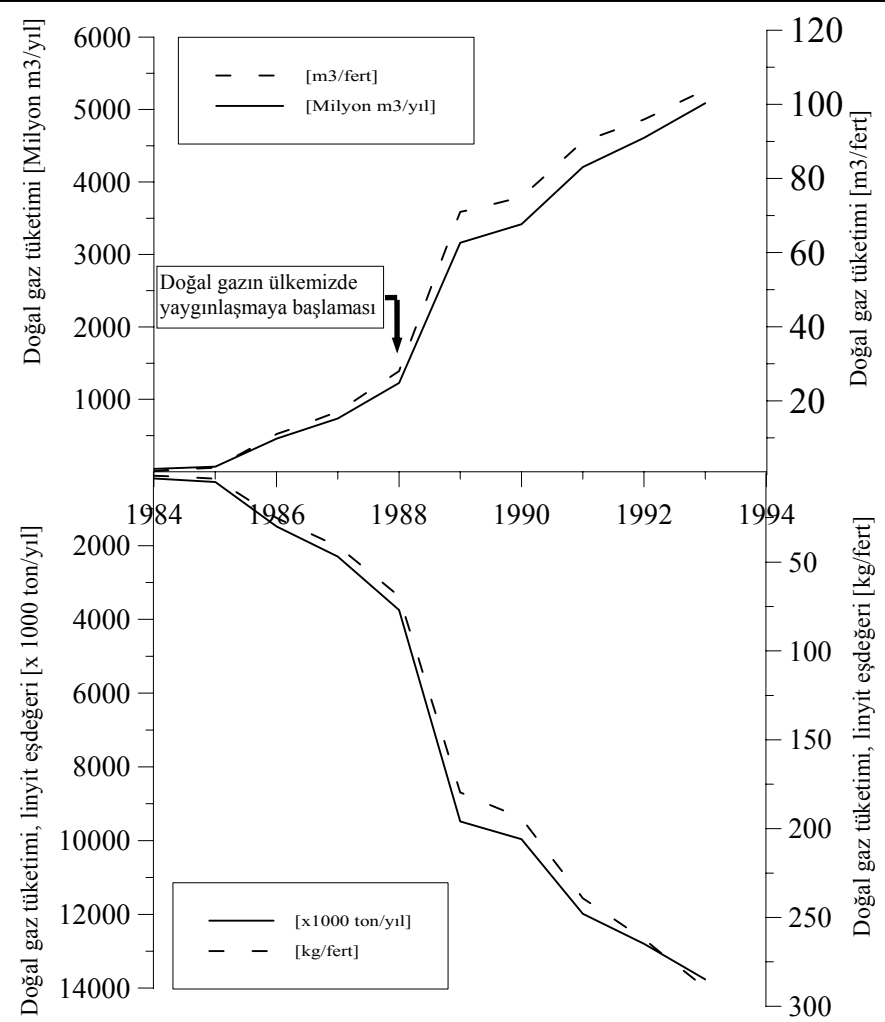
Yıllar	Doğal Gaz Tüketimi		Linyit Eşdeğeri Doğal Gaz Tüketimi	
	[milyon m ³ /yıl]	[m ³ /fert]	[x10 ³ ton/yıl]	[kg/fert]
1984	40*	1,00	110	3
1985	68	1,66	187	5
1986	457	10,94	1257	30
1987	735	17,24	2021	47
1988	1225	28,14	3369	77
1989	3162	71,16	8696	196
1990	3418	75,05	9400	206
1991	4205	90,07	11564	248
1992	4612	96,36	12683	265
1993	5088	103,69	13992	285

*Kabuller:

Doğal gaz ısıl değeri : 8250 kcal/m³
 Linyit ısıl değeri : 3000 kcal/kg
 Doğal gaz tüketimi : 40.10⁶ m³/yıl-1984

$$\text{Linyit eşdeğeri doğal gaz tüketimi} = \frac{40.10^6 [\text{m}^3/\text{yıl}] \cdot 8250 [\text{kcal}/\text{kg}]}{3000 [\text{kcal}/\text{kg}]}$$

$$= \underline{\underline{110.10^3 \text{ ton/yıl-1984}}}$$



4. ISI EKONOMİSİ AÇISINDAN YAKITLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

4.1 Genel

Bu bölümde yakıtların kullanım maliyeti açısından karşılaştırılması ele alınmıştır. Ek 1- Çizelge 1’ de verilen genel ifade tekrar göz önüne getirilirse aynı yapı geometrisi, konumu ve ısı yalıtımı daha değişik anlatımla aynı ısı kayıpları şartları için geçerli olduğu kabul edilirse, birim kalori başına yakıt gideri :

$$m_y = \frac{M_y}{Q_{alt,y} \cdot \eta_k} \cdot f$$

bağıntısından hesaplanabilir (Arıoğlu, 1994 - Arıoğlu, 1996)

M_y = Yakıtın birim fiyatı, \$/kg, \$/m³ veya Tl/kg, Tl/m³

m_y = Yakıt kullanım gideri, [\$/kcal] veya [Tl/kcal]

$Q_{alt,y}$ = Yakıtın alt ısı değeri, kcal/kg, kcal /m³

η_k = Kazan ısı verimi

f = Doların gerçek maliyetini dikkate alan farktır. Eğer yakıt dış alım yolu ile temin ediliyorsa, örneğin doğal gaz veya dış alım kömürü ise çizelgede açıklanan gerekçeler nedeniyle $f > 1$ ’dir. Yerli kömür kullanımında $f \approx 1$ ’dir. Dış alım yakıtlarında en iyimser tahminle $f = 1.15$ ’dir.

Kullanım maliyetinin en hassas parametresi “ η_k ” kazan ısı verimidir. Ülkemizde bu konuda gerçek işletme koşulları (baca şartları, çeşitli kazan türleri ve ısı kapasitesi, kazan ısı yalıtımı, kullanıcı eğitim düzeyi vb) altında “yapılmış ısı verim deneyleri”ni rapor eden yayın sayısı çok azdır. Bu nedenle kazan ısı verimi ile ilintili tüm bilgiler fevkalade limitlidir. Teknik literatürümüzde bu bilgi eksikliği bir gerçek iken özellikle doğal gazın kullanım maliyetini daha aşağıya çekmek için kazan verimleri $\eta_k = \%90$ olarak kamuoyuna açıklanmaktadır. Doğal olarak gerçek işletme koşullarını hiç bir zaman yansıtmayan yüksek kazan verimi ($\eta_k = \%90$) alındığında doğal gaz kullanım gideri daha düşük çıkacaktır. Kuşkusuz gerçek dışı hesaplama dayandırılan “doğal gaz gideri” de gerçek maliyeti ifade etmeyecektir. Kamuoyunda sürekli şekilde yapılan bu “yanıltıcı yaklaşımları” sona erdirmek bakımından izleyen bölümde kazanlarımızın gerçek ısı verimleri konusunda yerinde deneysel çalışmalara dayandırılan, daha açık deyişle “ölçülmüş kazan verimleri” belirli bir ayrıntı içinde incelenecektir. Tekrar vurgulanmalıdır ki amacımız burada anılan parametreleri bilimselliğin ölçüleri içinde gerçek büyüklükleri ile kamuoyuna aktarmak ve bilgilendirmektir.

4.2. Kazan Isıl Verimi

Kazan ısı verimi en genel şekli ile

$$\eta_k = 100 - \left[\sum \eta \right], \% \quad \sum \eta = \eta_{baca} + \eta_{diğer} = \left(\frac{t_{bh} - t_{gh}}{CO_2} \right) \cdot \alpha + \eta_{diğer}$$

$$\text{Eski kazan} \quad \eta_k = 100 - \left[\left(\frac{t_{bh} - t_{gh}}{CO_2} \right) \cdot \alpha + \%4 \right], \%$$

$$\text{Yeni kazan} \quad \eta_k = 100 - \left[\left(\frac{t_{bh} - t_{gh}}{CO_2} \right) \cdot \alpha + \%1.5 \right], \%$$

formüllerinden hesaplanabilir (Dağsöz, 1993).

Burada:

η_k = Kazan ısı verimi, %

η_{baca} = Baca gazı kaybı, %

$\eta_{diğer}$ = Kazandan ortama iletim, ısınım, taşınım yolu ile oluşan ısı kaybı (yalıtım kaybı)

+ bacadan atılan yanmamış hidrokarbonların (C_mH_n) neden olduğu kayıp + kazan altına geçen “ızgara kaybı” + is kaybı.

t_{bh} = Baca gazının ortalama sıcaklığı, °C

t_{gh} = Yanma havasının (giriş havası) sıcaklığı, °C

CO_2 = Baca gazındaki “ CO_2 ” in yüzdesi, %

α = Yakıt türü ile ilgili faktör. Doğal gaz için ortalama $\alpha = 0.46$ kömür için $\cong 0.6$ kabul edilir.

Yukarıdaki formüllerde sadece “kazan yalıtımı”, $\eta_{diğer}$ “diğer kayıplar” içinde dikkate alınmıştır. Diğer bir deyişle, C_mH_n , is kaybı, ızgara kaybı gibi kayıplar “ $\eta_{diğer}$ ” içinde dikkate alınmamıştır. Bu kayıplar da dahil edildiğinde kazan türüne göre verilmiş “ $\eta_{diğer}$ ” büyüklüğü (%4 ve %1.5) daha büyük olacaktır.

Yukarıdaki formüllerde görüleceği gibi kazan ısı verimi çok hassas biçimde

- Duman gazının sıcaklığına
- Baca gazı içindeki CO_2 yüzdesine, dolayısıyla hava fazlalık katsayısına “ λ ” ve kullanılan yakıtın türüne bağlı olan maksimum “ CO_2 ” değeri ile yakından ilintilidir.

1977-1980 kazan teknolojisinde kazan çıkış suyu (75 °C - 90°C) aralığında olup baca gazı sıcaklığı ise yaklaşık (300 °C - 150°C) aralığında bulunmaktadır.

Örneğin dönüştürülmüş bir doğal gaz kazanı alındığında şu ortalama büyüklükler kabul edilsin :

t_{bh} = 250 °C (eski kazan teknolojisi)

t_{gh} \cong 10 °C

α = 0.46 (doğal gaz)

CO_2 = %11 (oldukça iyi yanma koşullarına karşı gelmektedir)

Kazan ısı verimi:

$$\eta_k = 100 - \left[\left(\frac{250 - 10}{11} \right) \cdot 0.46 + \%4 \right]$$

$\eta_k = 100 - 14 = \%86$ olarak bulunur.

Daha yeni bir teknoloji (1980) ile üretilmiş bir doğal gaz kazanı için iyi bir işletme koşulları

altında şu büyüklükler geçerli olacaktır:

$$t_{bh} = 150 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (modern düşük sıcaklık kazanı-kazan çıkış suyu sıcaklığı ortalama } 50 \text{ }^{\circ}\text{C)}$$

$$t_{gh} \cong 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\alpha = 0.46$$

$$\text{CO}_2 = \%12 \text{ (çok iyi yanma koşulu sağlanmıştır)}$$

Kazan ısı verimi :

$$\eta_k = 100 - \left[\left(\frac{150 - 10}{12} \right) \cdot 0.46 + \%1.5 \right] = \%93$$

olarak hesaplanır

Kuşkusuz bu değerden yanmamış hidrokarbon kaybı + is kaybı gibi kayıplar çıkarıldığında yeni doğal gaz kazanının ısı verimi en iyi yanma koşulları ($\text{CO}_2 = \%12$) altında $\%90$ 'a düşmektedir. Tekrar vurgulanmalıdır ki hesaplanan $\eta_k = \%90$ çok iyi yanma koşuluna karşılık gelmektedir. İlerleyen bölümde gerçek işletme koşulları altında gerçekleştirilen “ısı verim deneyleri”nin sonuçları kazan türü bazında verilecektir. Bu bölümde de anılan konu tekrar tartışmaya açılacaktır.

Bugün kazan teknolojisi (kondensasyon teknolojisi) duman gazları içindeki su buharının yoğunlaştırılması ile yakıtın “üst ısı değeri”nden yararlanılması ilkesine dayanmaktadır. 2000’li yıllarda bu tür kazanlar tüm kazanların büyük ölçüde yerini alacağı kestirilmektedir. Kondensasyon kazanlarının ısı verimleri büyük ölçüde “kazan yükü”ne bağlı şekilde değişim gösterir. Örneğin “kazan yükü”nün $\%20$ olduğu durumda (dış hava sıcaklığı $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$) ısı verim yaklaşık $\%106$ düzeyindedir. Kazan yükünü $\%60-70$ değerlerinde (dış hava sıcaklığı $\sim -7.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$) kazan ısı verimi $\sim \%98$ değerine inmektedir. (Aynı kazan yükünde sabit sıcaklık kazanlarında ısı verim ancak $\%82$ 'e ulaşmaktadır) (Çelik, 1997). Kondensasyon kazanlarının en çarpıcı özelliği bu yüksek ısı verimleri nedeniyle modern düşük sıcaklık kazanlarına (gidiş suyu sıcaklığı $30-75 \text{ }^{\circ}\text{C}$) kıyasla $\%10-15$ düzeylerinde, klasik sabit sıcaklık kazanlarına (gidiş suyu sıcaklığı $70-90 \text{ }^{\circ}\text{C}$) oranla ortalama $\%25-30$ yakıt kazanımı gerçekleştirilmektedir.

Burada altı çizilmelidir ki ülkemizde üst ısı değeri-kondensasyon (yoğunlaşmalı) kazan kullanımını yaygın değildir.

Dağsöz,1995 kaynağında doğal gaz kullanılan kazanlar için şu ısı verimler rapor edilmektedir:

- Dönüştürülmüş - eski kazanlar $\eta_k = \%55 - 70$
- Yeni kazanlar $\eta_k = \% 85 - 90$
- Kondensasyon (yoğunlaşmalı) kazanlar $\eta_k = \%95 - 106$

Özetlenirse, yoğunlaşmalı kazanların ülkemizde uygulama alanını çok sınırlı olduğu göz önünde tutulursa, piyasadaki kazanların ısı verim değerlerinin alt değeri $\%55$ üst değeri ise $\%90$ olmaktadır.

4.3. Ankara’da Konutlarda Yapılan-Yerinde Kazan Isıl Verim Deney Sonuçlarının Kısa Değerlendirilmesi

Gazi Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü tarafından Ankara’da konutlarda kullanılan ısıtma sistemlerinin ısı verimleri ve emisyon faktörleri konusunda kapsamlı bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de sırası ile yakıt türüne göre ortalama kazan verimleri ve elde edilen maksimum, minimum ısı verimleri ve ortalama kayıpların dağılım yüzdeleri görülmektedir (Durmaz ve Arkadaşları, 1993). Şekiller yakından incelendiğinde şu çarpıcı sonuçlar ön plana çıkmaktadır:

- Doğal gaz kazanlarına ait ısı verimlerin ortalaması %85 ölçülen maksimum ve minimum ısı verimler ise sırası ile %93 ve %50 mertebesindedir. Kömür kazanlarında ölçülen ortalama, maksimum ve minimum ısı verimler sırası ile %62, %79 ve % 35 değerlerindedir.

- Kayıplar açısından irdelendiğinde kömür yakan kazanlarda ızgara altı kaybı (yanmamış kömür kaybı) ve bacadan atılan yanmamış hidrokarbonların (C_mH_n) oluşturduğu kayıplar (%9.12, %11.23) önemli düzeydedir. Kısaca, kazan tasarımı kömürün teknolojik özelliklerine (tane dağılımı, uçucu madde içeriği) uygun değildir.

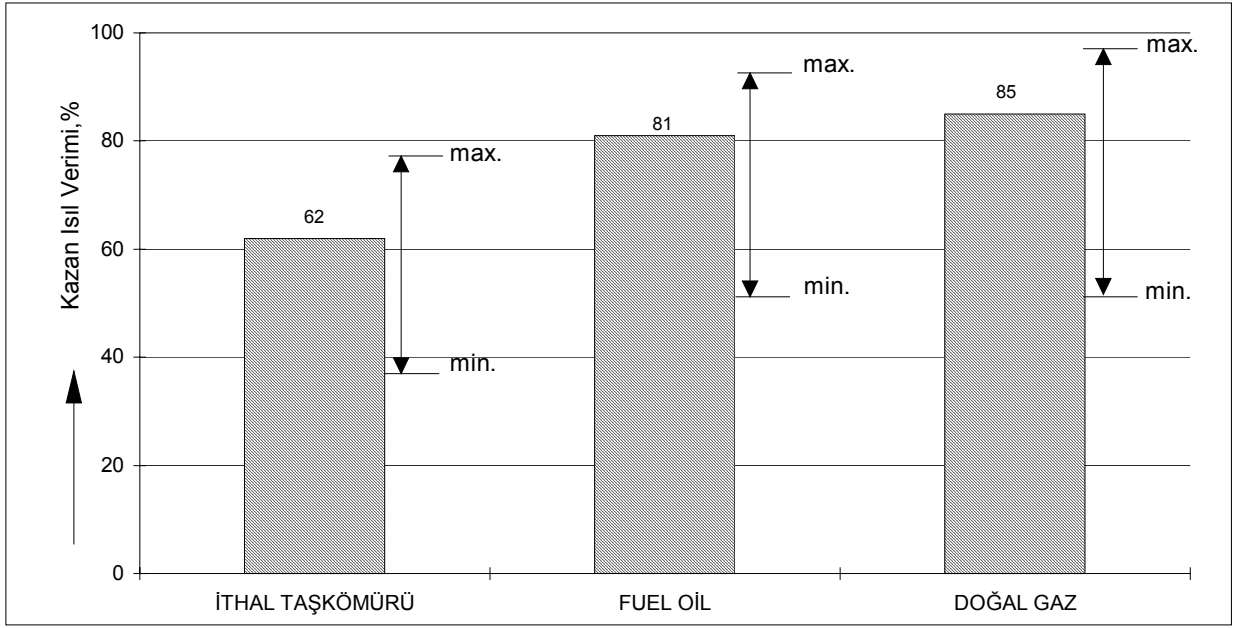
- Dikkat çekicidir ki kömür kazanı ile doğal gaz kazanı “baca gazı kaybı” yönünden önemli bir fark yoktur. Nitekim kullanılan kömürün kimyasal yapısına uygun tasarlanmış kazanlarda, örneğin dumansız kazanlarda ısı verim %85’in üzerinde olmaktadır. Bu sonuç gerek ısı ekonomisinin temini gerekse hava kirliliğinin azaltılması açısından önemlidir.

- Fueloil yakan kazanların ortalama verimi %81’dir. Bu kazanlarda da yanmamış hidrokarbonlardan kaynaklanan kayıp belirgin düzeyde (%4.25) yüksektir. Bu bulgu atomisasyonun genelde iyi oluşturulmaması ve yanma olayının aşırı hava fazlalığında (aşırı hava verilmesi) gerçekleştirilmesinden kaynaklanmaktadır.

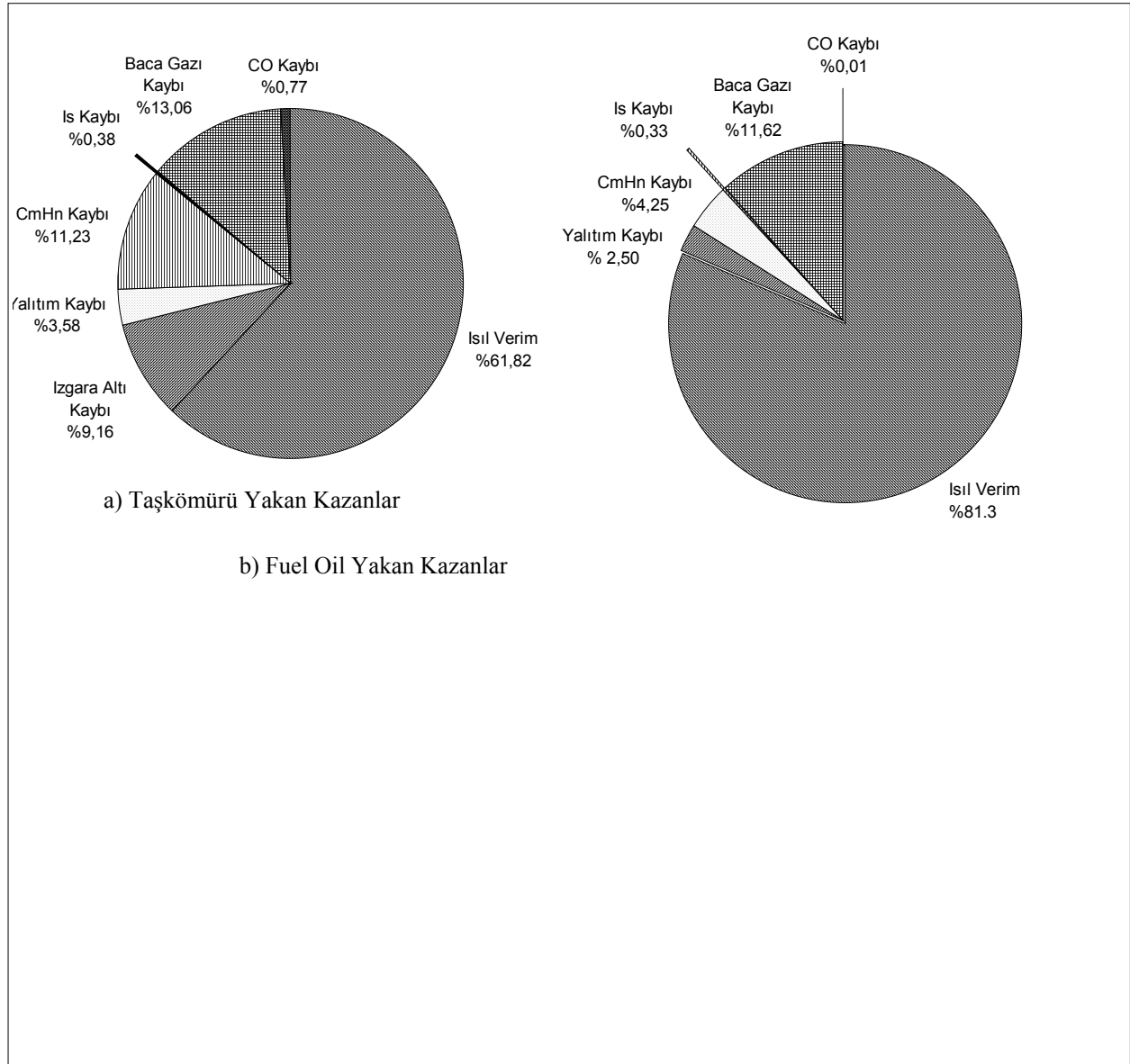
4.4.Yerli Kömürlerimizin Kullanım Maliyeti Yönünden Doğal Gaz ile Karşılaştırılması

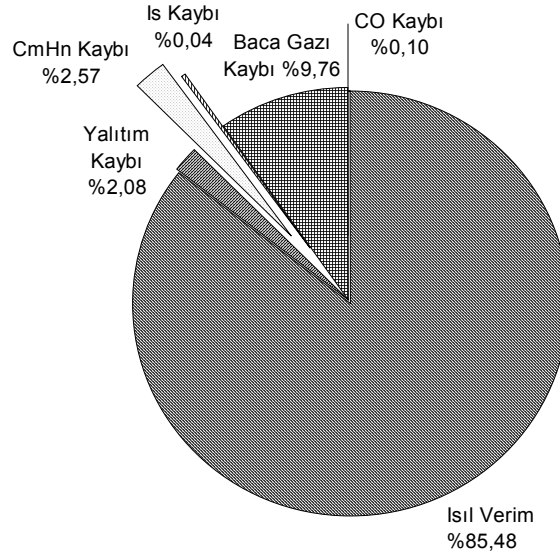
Kazan ısı verimlerinin işletme şartlarında Ankara’daki konutlarda ölçüldüğünden kullanım maliyeti karşılaştırılması sadece Ankara ili için burada yapılmıştır. Karşılaştırma analizinde alınan temel büyüklükler ise şöyledir:

- Soma Kömürü- kış sezonu-1996 itibarıyla (Kdv dahil)
 - Yerinde fiyat 6.900.000 TL/ton
 - Soma-Ankara nakliye 2.100.000 TL/ton
 - Ankara içi nakliye + 1.000.000 TL/ton
- Toplam $M_k = \dots\dots\dots 10.000.000$ TL/ton [114 \$/ton]



Şekil 4.1 Yakıt Türüne Göre Kazan Ortalama Isıl Verimleri ve En Fazla-En Az Kazan Isıl Verimleri.





c) Doğal Gaz Yakan Kazanlar

Şekil 4.2 Kullanılan Yakıt Türüne göre Ortalama Isı Kayıpları ve Kazan Isıl verimleri

- Soma Kömürü Teknik Özellikleri:

- Yıkanmış kömür
- Alt ısı değeri 5.000 kcal/kg

- Doğal gaz- Aralık 1996:

- Konut-Ankara 22675 Tl/m³
- Isıl değeri 8250 kcal/ m³

- Yerli kömür kullanım maliyeti $m_k = \frac{10.000.000 \text{ Tl/ton}}{0.60 \cdot 5000 \text{ kcal/kg} \cdot 1000 \text{ kg/ton}} = 3.333 \text{ Tl / kcal}$

$$\eta_k = 0.60 \quad (\text{Ankara'da ortalama kömür yakan kazanların ısı verimi})$$

- Doğal gaz kullanım maliyeti $m_d = \frac{22.675 \text{ Tl/m}^3}{0.85 \cdot 8250 \text{ kcal/m}^3} \cdot f$

$$\eta_k = 0.85 \quad (\text{Ankara'da ortalama doğal gaz yakan kazanların ısı verimi (Şekil 4.1)})$$

$$f=1 \text{ kabulü için } m_d = 3.233 \text{ Tl/kcal}$$

$f=1.15$ değeri kabul edilirse, diğer bir anlatımla doların gerçek bedeli analizde dikkate alınırsa kullanım maliyeti $m_d = 3.718 \text{ Tl/kcal}$ olarak hesaplanabilir.

Daha önce de belirtildiği gibi piyasada kullanılan kazanların büyük çoğunluğu yerli kömürlerimizin teknolojik özelliklerine uygun tasarımda üretilmemişlerdir. Bu nedenle ısı

verimleri düşüktür. Kazanların “iyileştirilmesi” durumunda anılan verim çok rahatlıkla $\eta_k = \%60$ 'dan $\eta_k = 0.75$ 'e yükseltilebilir. Isıl verimin iyileştirilmesi yerli kömüre ait kullanım maliyeti :

$$m_k = \frac{10.000.000 \text{ Tl/ton}}{0.75.5000_{\text{kcal/kg}}.1000_{\text{kg/ton}}} = 2.666 \text{ Tl / kcal}$$

değerinde bulunur.

Yukarıda verilen değerlerden görüleceği gibi, -gerçek dolar dikkate alınması durumunda- doğal gaz yaklaşık %11.5 daha pahalı olmaktadır. Ortalama işletme koşulları (kömür için $\eta_k = \%60$ doğal gaz için $\eta_k = \%85$) ve $f=1$ için iki yakıtın kullanım maliyeti-incelenen zaman aralığında- pratik olarak aynıdır

5. KONUT SEKTÖRÜNDE ENERJİ KAZANIM POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

5.1 Genel

Ek-1’de ayrıntılı şekilde verilen çizelgeden de anlaşılacağı gibi bir yapının ısınma sezonu boyunca yıllık “ısı kaybı”

- Yapının ortalama ısı geçiş katsayısına, diğer bir deyişle yapıda uygulanan “ısı yalıtımın”ın cinsine ve geometrik büyüklüklerine
- Yapının bulunduğu iklim bölgesine (dış ortam sıcaklığının $t \leq 12^\circ\text{C}$ olduğu gün sayısı)
- Isı tesisatının çalışma süresine bu büyüklükte yapıda kullanılan malzemelerin soğuma sürelerine (soğuma süresi büyük malzemelerin kullanıldığı durumda kazan - sobaların çalışma süreleri daha az olacağı açıktır.)
- Yapının ısı tesisatında kullanılan kazanın ısıl verimine bağlıdır. Şekil 5.1’de yakıt miktarının yapı ısı kaybı ve kazan ısıl verimi ile değişimleri gösterilmiştir.
- Verilen kazan ısıl veriminde artan ısı kaybı ile ısınma sezonunda tüketilen yakıt miktarı artmaktadır. Kısaca;yakıt miktarını denetleyen en önemli faktör, yapıda uygulanan ısı yalıtımının cinsi ve yoğunluğu olmaktadır.
- Aynı ısı kaybında ise “yakıt tüketimi” artan kazan ısıl verimi ile azalmaktadır.
- Ülke ekonomisi yönünden en ideal durum, başka bir deyişle tüketilen yakıtın en aza indirildiği çalışma koşulu

Yüksek kazan verimi + iyi ısı yalıtımı

’nın birlikte gerçekleştirilmesidir.

Aşağıda konut sektöründe enerji kazanımının boyutu merteye yakınlığı içinde hesaplanmıştır.

- Konutlarda kullanılan enerji tüketimi-1993 (ton petrol eşdeğeri)
17.498.000 TEP/yıl
- Isıtma+sıcak su temini amacı ile tüketilen enerji (%90 kabulü ile)

15.750.000 TEP/yıl

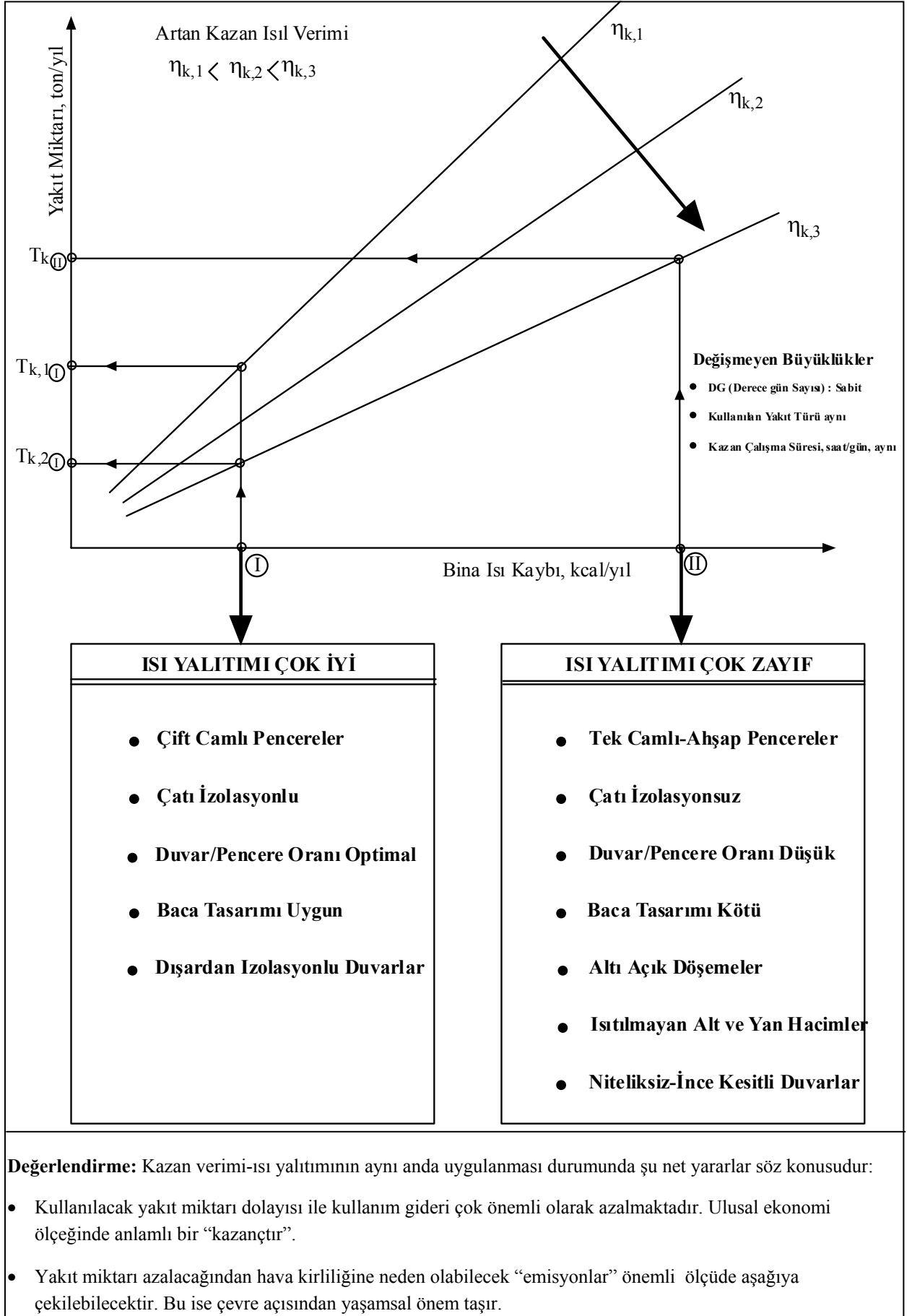
- Kazan verimlerinin iyileştirilmesi + ısı yalıtımının yeterli düzeyde uygulanması sonunda kazanılabilecek enerji miktarı (en iyimser kestirimle)

$$\begin{array}{c} \text{Kazanım oranı} \qquad \qquad \text{Uygulanabilme potansiyeli} \\ \swarrow \qquad \searrow \\ 0.50 \times 0.60 \times 15.750.000 \text{ TEP/yıl} \cong 5.000.000 \text{ TEP/yıl} \end{array}$$

- Doğal gaz olarak “kazanılan enerjinin“ eşdeğeri :

$$\frac{5.10^9 \text{ kg/yıl} \cdot 10500 \text{ kcal/kg}}{8250 \text{ kcal/m}^3} = 6.36.10^9 \text{ m}^3 / \text{yıl}$$

Bu mertebedeki kazanım ise ülkemizin 1995’de dışarıdan aldığı doğal gaz miktarına kabaca eşit olmaktadır. Kuşkusuz bu boyuttaki “kazanım” enerji kazanım politikasının ülkemiz açısından taşıdığı önemi çok açık ve net biçimde ortaya koymaktadır.



Şekil 5.1 Belirli Bir Bina Geometrisi İçin Yakıt Miktarı-Bina Isı Kaybı-Kazan Isıl Verimi Arasındaki İlişkiler ve Isı Yalıtım-Kazan Verimi İyileştirmelerinin Sonuçları

İzleyen bölümde konut sektöründe enerji kazanımının tek katlı bağımsız ev ve çok katlı blok yapı bazında gerçekleştirilebilecek “kazanımların” boyutu analitik şekilde konu edilecektir. Bu bölümde kullanılan ısı yalıtımına ilişkin kavramların tanımları belirli bir ayrıntı içinde raporun sonunda “tanımlar” bölümünde belirtilmiştir.

5.2 Tek Katlı Bağımsız Ev ve Çok Katlı Blok Yapı Bazında Yakıt Giderlerinin Formüle Edilmesi-Isı Yalıtımı ile Gerçekleştirilebilecek Enerji Kazanımları

Yakıt giderlerinin yapı bazında analitik ifadeleri Ek-2’deki Çizelge-1 ve Çizelge-2’de gerekli açıklamaları ile birlikte verilmiştir. Burada anılan konular tekrar işlenmeyecektir.

Şekil-5.2, Şekil 5.3 ve Şekil 5.4’de sırası ile çok katlı blok yapıda ısı kayıpları*, doğal gaz tüketimleri, kömür tüketimleri ve 100 m² tek katlı bağımsız konut için ısı kaybı-kömür tüketim değerlerinin değişimleri kazan ısı verimi cinsinden iklim bölgelerine bağlı olarak çizilmiştir. [Tüm değişimlerde pencere ahşap-tek camlı ısı geçiş katsayısı $K_p=5.23 \text{ W/m}^2\text{K}$ kabulü yapılmıştır.]

Şekiller yakından incelendiğinde 5.1 bölümünde belirtilen pratik sonuçların bir kez daha ön plana çıktığı anlaşılacaktır.

Verilen abakların çalıştırılmasına örnek olarak aşağıdaki sayısal uygulama yapılmıştır.

Veriler:

- Yapı şekli : Çok katlı blok yapı
- İklim bölgesi : II bölge İstanbul
- Pencere-ahşap-tek camlı $K_p=5.23 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Kazan ısı verimi (dönüştürülmüş) $\eta_k=0\%70$

İstenenler:

- Yapının İzin verilen en fazla ısı geçiş katsayılarına karşı gelen ısı kaybı
121.6.10⁶ kcal/yıl
- Doğal gaz tüketimi ($Q_{alt}=8250 \text{ kcal/m}^3$) için
14.70.10³ m³/yıl

olarak kestirilebilir. Abağın nasıl çalıştırılacağı Şekil 5.2 üzerinde koyu hat ile gösterilmiştir.

Aynı örnek ısı yalıtım düzeyinin iyileştirilmesi (duvarların, çatının gerekli kalınlıkta yalıtımının yapılması ve pencerelerin doğrama+derzlerinde yalıtıma özen gösterilmesi) durumu için ele alınırsa “ısı kaybı” en kötümser kestirimle (%40 kazanım ile)

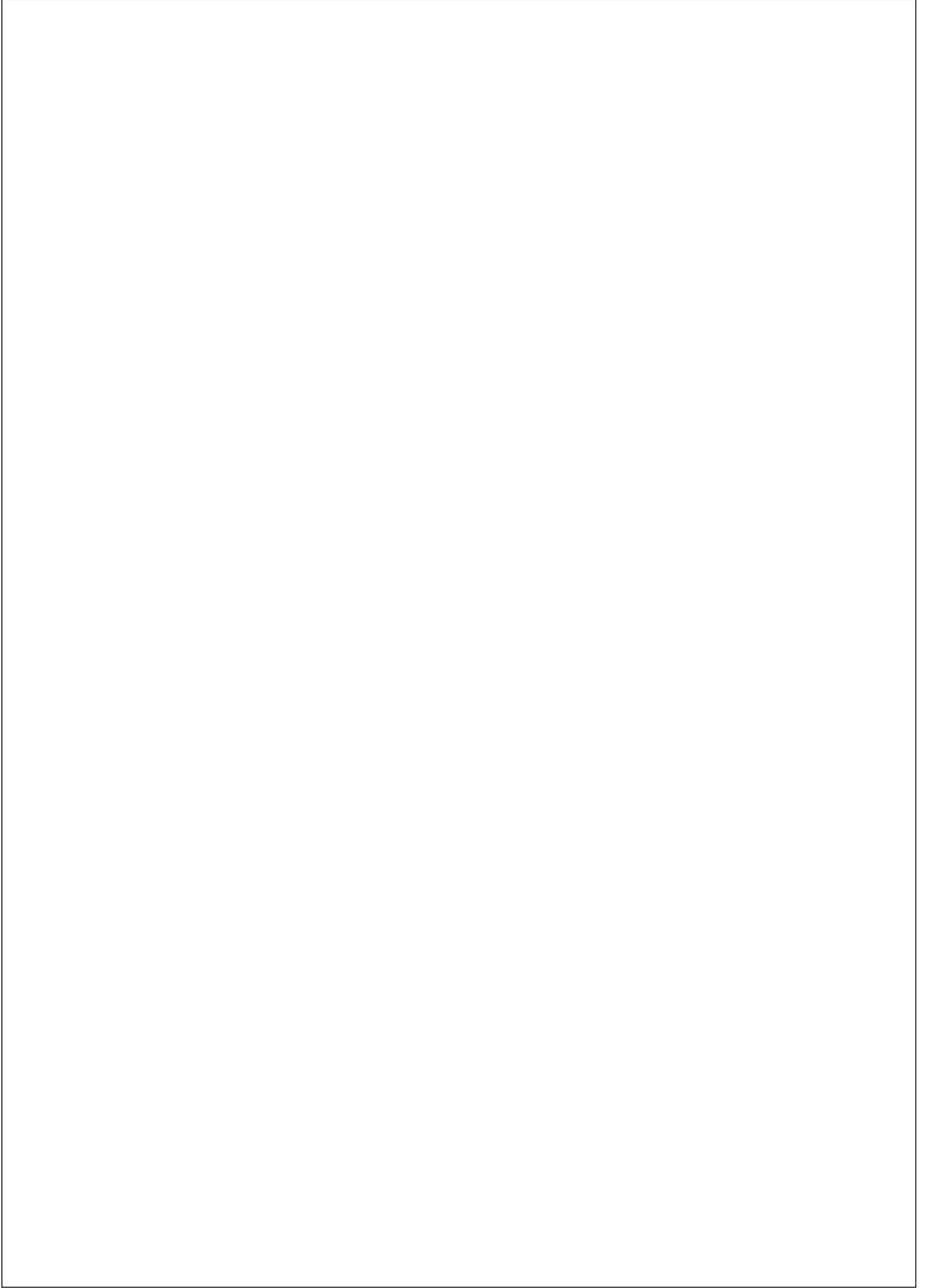
$$0.60 \times 121.6.10^6 \text{ Kcal/yıl} \cong 73.10^6 \text{ kcal/yıl}$$

hesaplanmaktadır.

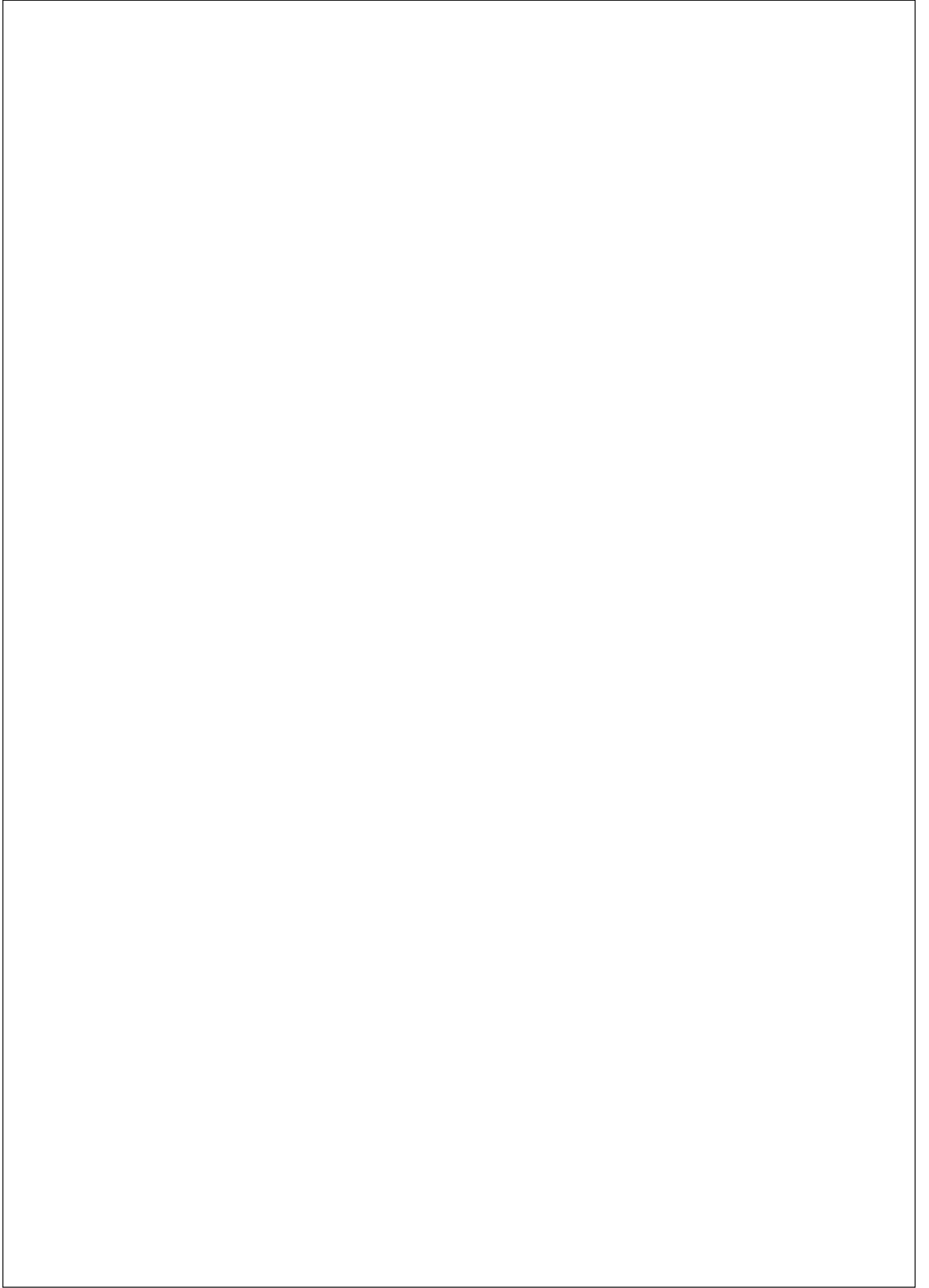
Yalıtım projesinin yapı maliyetine oranı %2-4, tesisat azalmasının yapı maliyetine oranı %3 yapıda gerçekleştirilen yalıtım projesinin “geri ödeme süresi”nin aralığı ise 2-4 ısıtma sezonu olarak verilebilir. Diğer bir deyişle ısı yalıtımı için yapılan yatırım kendisini en kötümser koşullar-da 2 yıl içinde amorti edecektir. Ayrıca yakıt kazanımı ile;

- Ulusal ekonomide tasarruf hacminin artırılması, ve
- Daha az yakıt kullanımı nedeni ile kirletici emisyonların azaltılması “ hava kirliliği”nde gerçek anlamda iyileştirmelerin sağlanması mümkün olabilecektir. Burada tekrar vurgulanmalıdır ki; “enerji kazanımı” uygulamaları ulusal enerji politikamızın ana omurgasını oluşturmalıdır.

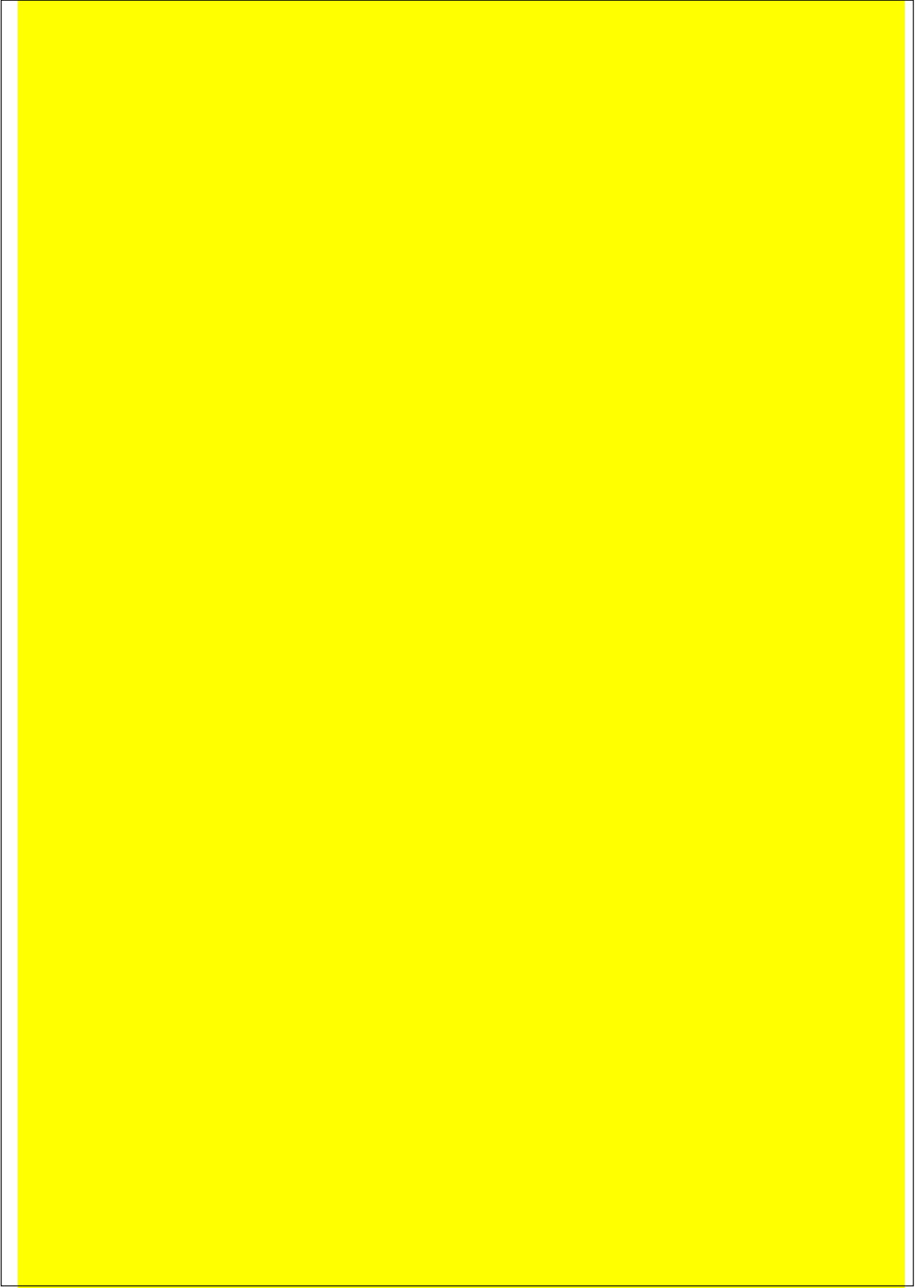
* Yapının izin verilen en fazla ısı geçiş katsayılarına karşı gelen “ısı kaybını” ifade eder.



Şekil 5.2 Tipik Bir Çok Katlı Blok Yapıda İklim Bölgelerine Göre Isı Kayıpları ve Doğal Gaz Tüketimleri Değişimleri [Pencere: Ahşap-Tek Camlı $K_p=5.23 \text{ W/m}^2\text{K}$]



Şekil 5.3 Tipik Bir Çok Katlı Blok Yapıda İklim Bölgelerine Göre Isı Kayıpları ve Kömür Tüketimleri Değişimleri [Pencere:Ahşap-Tek Camlı $K_p=5.23 \text{ W/m}^2\text{K}$]



Şekil 5.4 İzmir-İstanbul-Ankara İllerinde Bağımsız Ev (100 m²) İçin Isı Kaybı-Soba Isıl Verimi-Kömür Tüketim Değerlerinin Değişimleri [Pencere: Ahşap-Tek Camlı $K_p=5.23$ W/m²K]

6.ÖNERİLER

Bu çalışma çerçevesinde doğal gaz projesi ile ilintili olarak gözlemlenen temel eksiklikler ve giderilmesi için alınması gereken önlemler aşağıda özetlenmiştir

Doğal Gaz Projesinin Ana Eksiklikleri Ve Öneriler

- Sadece “çevre dostu” özelliği ile tek boyutlu ve radikal bir biçimde kamuoyu gündeminde tutulan doğal gaz projesi, tüm boyutları ile (azot oksit emisyonu, arz güvenilirliği, dünya doğal gaz rezervinin dinamik ömrünün çok kısa olması (40-50 yıl gibi) (Şekil 3.1), gerçek kullanım maliyeti, sistemin bir bütün olarak depreme karşı emniyeti) ve ulusal ekonomimizin yararı doğrultusunda tartışmaya açılmalıdır.
- Arz-talep dengesini kullanım boyunca ekonomik ve emniyetli şekilde gerçekleştirebilecek bir depolama (rezervuar) hacimleri mevcut değildir. (Depo hacmi en az $1.5-2.10^9$ m³/yıl kapasitesinde olmalıdır. Tüketim merkezlerine göre ülke bazında en az iki lokasyonda olması yararlıdır.
- Arz emniyeti tam sağlanmamıştır. Dış alım büyük ölçüde Rusya ve Cezayir’den temin edilmektedir. Bunun sağlanması yönünden Fransa’daki gibi dış alım en az 4 ülkeden yapılmalıdır. (Cezayir+Hollanda+Rusya+Norveç,Fransa’nın ayrıca $3.8.10^9$ m³/yıl iç üretimi mevcut-1985) (Almanya örneğinde de dış alım 4 ülkeden yapılmaktadır. Almanya’nın doğal gaz üretimi ise 17.10^9 m³/yıl. Ülkemizin üretimi önemsizdir. Silivri : $0.3\sim0.7.10^9$ m³/yıl)
- Ülke içinde doğal gazın ağırlıklı kullanımı elektrik santrallerindedir (%50-52). Ülkemizin 8.4 milyar ton linyit rezervi dikkate alındığında, bu şekilde doğal gazın kullanımı “akıl dışı”dır. Özellikle elektrik enerjisinin artan oranda dışa bağımlılığı telafisi mümkün olmayan bir “yaklaşım hatası”dır. Ülkemizin varolan ekonomik yapısı (artan bütçe açıkları, aşırı ölçüde artan dış borç stoğu, kronikleşmiş enflasyon ile sürekli bozulan gelir dağılımı, gereken vergi/GSMH oranının düşük olması, ekonominin yeraltılaşması, artış hızı kestirilemeyen transfer ödemeleri (artan iç borç stoğu), istenen ölçülerde dış rekabete açık olmayan dış satım ve sonucunda artan dış ticaret açığı, toplam dış satım teşviklerinin dış satım gelirindeki yüksek payı vb) son derece özenle değerlendirilmeli ve “dış alım enerji faturası”nın bedeli ise bu koşullar altında tekrar tekrar irdelenmelidir.
- Ülkemizde doğal gaz dış alımından kullanıma kadar görev üstlenen kuruluşlar arasında ciddi ölçülerde koordinasyon eksiklikleri söz konusudur. Bu eksiklikler ulusal ekonomi açısından önemli olumsuzluklar yaratmaktadır (Örneğin 1996/1997 kış sezonunda BOTAŞ ile İGDAŞ arasında yaşanan çelişkiler).
- Doğal gaz tesisatının (kazan-üfleli kazan+kombiler- borular, sayaç, çeşitli cihazlar vb.) büyük bölümü dış alımla sağlanmaktadır. 1996-1997 kış sezonu itibarıyla satın alınan doğal gaz cihazlarının toplamı en az 500 milyon dolar mertebesinde. Yerli sanayinin üretim payı kesinlikle arttırılmalıdır. Para ve zaman ekonomisi yönünden doğal gaz tesisat projelerinde kullanılan teknik şartnameler arasında tam bir uyum sağlanması gerekmektedir.

- Geçmiş uygulamalara geniş açıdan bakıldığında, ülkemizin enerji politikaları günöbirlik yaklaşımlarla halledilmeye çalışılmıştır. Özellikle doğal gaz dış alımlarının dış politika ilişkileri itibarıyla fevkalade duyarlı ölkelerden sağlandığı göz önünde tutulursa dış işleri bakanlığında “enerji birimi”nin açılması uygun bir idari yaklaşım olacaktır. Ayrıca 21. yüzyılda dış ölkelerden atmosferik yolla gelen “çevre kirlilikleri” artacaktır. Bu yönden de dış işleri bakanlığında enerji bölümü ile birlikte çalışacak “çevre birimi”nin şimdiden oluşturulması gerekmektedir.
- Doğal gaz alım ve satım fiyatları, kazan ısı verimleri ve kullanım maliyetine ilişkin tüm bilgiler açık, anlaşılır ve doğru olmalıdır. Bu konuda kamuoyuna iletilen “kullanım maliyetleri” nin doğruluğu gerçek işletme koşulları altında tartışılmaya açık bir konudur (Özellikle dönüştürölmüş kazan uygulamalarında ısı verimin düşük olduğu, bu nedenle kullanım maliyetinin açıklanan değerlerin çok üzerinde olacağı hatırdak tutulmalıdır).
- İstanbul özelinde bakıldığında, doğal gaz projesi ancak nüfusun %30-35’ne yanıt verebilecek durumdadır. Bu nedenle İstanbul, Trakya ve Batı Anadolu’daki kömür havzalarının geliştirilerek ısınma-enerji sektöründe değerlendirilmesi en akılcı ve ekonomik politika olacaktır.
- Doğal gazın 3-5 yıl içinde arzında gözlenecek daralmalar karşısında dökme LPG yakıt olarak konut sektöründe yaygın şekilde kullanılmaya başlanılacaktır. Piyasada gözlenen gelişmeler bu yöndedir. (Dökme LPG’nin kullanım maliyeti doğal gaza yaklaştığı zaman dökme LPG uygulamaları artacaktır). Kuşkusuz dökme LPG uygulaması da ölkemiz ekonomisi açısından pahalılığı nedeniyle uygun değildir.
- Ekonomik yapıımızı reel ekonomiye başka bir deyişle üretken ekonomiye dönüştürmek için tasarruf hacminin milli gelire oranı kesinlikle %35 değerinin üstüne çıkarılmalıdır. Bunun için yapılabileceklerin başında enerji üretiminde(üretim kayıplarının azaltılması, ürün kalitesinin yükseltilmesi ve çeşitlendirilmesi, yeni kalite kontrol tekniklerinin uygulamaya sokulması vb) ve kullanımında (soba-kazan ısı verimlerinin yükseltilmesi, yapılarda özellikle duvar + pencerelerde yalıtım uygulamalarının özenle gerçekleştirilmesi, ısı yalıtım yönetmeliğinin ölkemiz gerçekleri yönünden gözden geçirilmesi vs) tasarrufa önem veren politikaların geliştirilip gündelik yaşama geçirilmesi gelmektedir.
- Konut-sanayide doğal gaz kullanım güvenliğinin temini için sigorta kavramı kurumlaştırılmalı ve kamuoyu bu yönde bilinçlendirilmelidir.

Bu raporda belirtilen görüş ve yorumlar yalnızca yazarlarına aittir. Hiç bir kişi ve kuruluşu bağlamaz.

7. KAYNAKÇA ve BİBLOGRAFYA

- ARIOĞLU, E.** : Çevre Dostu Doğal Gaz, Cumhuriyet Gazetesi Tartışma Köşesi, 28 Ekim 1993
- ARIOĞLU, E.** : İstanbul İçin Çeşitli Yakıtların Kullanım Maliyetlerinin Belirlenmesi ve Sonuçlarının İrdelenmesi, Yapıda Isısal Sorunlar ve Isıtıcılar, Yapı-Endüstri Merkezi, İstanbul, 29 Aralık 1994.
- ARIOĞLU, E.** : Hava Kirliliği ve Kömür Konusunda Gerçekler, Dizayn Kostrüksiyon Dergisi, İstanbul, 1995, s 77-80.
- ARIOĞLU, E.** : Linyit ve Enerji Sektörüne Genel Bakış, İ.T.Ü Vakıf Dergisi, Kış Sayısı 18, İstanbul, 1996, s 28-31
- ARIOĞLU, E.** : 1983-1993 Döneminde Linyit Sektörümüz, Forum, Yıl 4- Sayı 3 TOBB, Ankara, Mart 1997.
- ARIOĞLU, E.** : 1983-1993 Döneminde Linyit Sektörümüzün Kısa İstatistiksel Değerlendir- **YILMAZ, A.O.** mesi, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Çalışma Raporu No:2, İstanbul, Ocak, 1997.
- ARIOĞLU, N.** : Yapıda Isı Konumunun Enerji Tasarrufu Açısından Önemi ve Hava Kirliliğine Etkisi, Hava Kirliliği ve Kömür Gerçeği, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, (Editör E. ARIOĞLU), İstanbul, Mayıs, 1995.
- ARPAD, A.** : Uygulamalı Yapı Tesisatı Sıhhi Isıtma ve Havalandırma, Birsen Kitapeve Yayınları, İstanbul.
- BAYDAR, E.** : Doğal gaz Fiyatları, Ders Notları. Karadeniz Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, Trabzon, 1996
- BORHAN, B.** : Isı Yalıtımında Ytong, Türk Ytong Sanayi A.Ş., Teknik Yayın No: 3, İstanbul, Kasım 1989.
- ÇELİK, C.** : Kazanlarda Kondensasyon Teknolojisi, Doğal Gaz Dergisi, Sayı 50, Mayıs-Haziran 1997, s 201-204.
- DAĞSÖZ, A.K.** : Bacalar, Alp Teknik Kitapları, İstanbul, 1993.
- DAĞSÖZ, A.K.** : Türkiye’de Derece-Gün Sayıları, Ulusal Enerji Tasarruf Politikası, Yapılarda Isı Yalıtımı, Alp Teknik Yapıları, İstanbul, 1995.
- DAĞSÖZ, A.K.** : Doğal Gaz Dönüşüm El Kitabı, Alp Teknik Kitapları, İstanbul, 1995.

- DAĞSÖZ, A.K.** : İstanbul'da 40 trilyonluk kazan-kombi pazarı, Enerji, yıl1 sayı 2
İstanbul, Şubat 1996. S19
- DURMAZ.A. ve Ark.** : Ankara'da Kullanılan Isıtma Sistemlerinin Isıl Verimleri ve Emisyon Faktörleri, Yanma ve Hava kirliliği Kontrolü II. Ulusal Sempozyumu, Eskişehir, Eylül 1993, s 353-370
- KESKİNEL, F.** : Pencerelerin Enerji Tasarrufundaki Önemine Bir Bakış, Türk-İnşa, Sayı : 130,131, Mart, Nisan 1993.
- KÖKTÜRK, U.** : Kalorifer Tesisatı El Kitabı, Cilt 1, Isı Yalıtımı Proje Hesapları , Kendi Yayını, İstanbul,1996.
- KULELİ, Ö.** : Türkiye Enerji Politikası, Türkiye Ekonomik Siyasal Araştırmalar Vakfı, Ankara, 1991.
- KUMBARACI, I.** : Kışın Nasıl Temiz Isınalım, Kendi Yayını, İstanbul, 1980.
- MURATHAN, M.** : Türkiye'de Doğal Gaz, Doğal Gaz, No 48, Ocak-Şubat 1997, s 60-71.
- MURATHAN, M.** : Doğal Gaz Sektörünün 10 yıllık gelişimi ve İleriye Dönük projeksiyonlar, Doğal Gaz Dergisi, Sayı 50, Mayıs-Haziran 1997, s 69-75
- ORHON, I.** : Toplu Konut İşletmesi Projesi Planlama-Tasarım El Kitabı, TÜBİTAK Yapı Araştırma Enstitüsü-Toplu Konut ve Kamu Ortaklığı İdaresi- Yayın No : 9, Ankara, Mart, 1988
- ÖZGÜÇ, A.F.** : Isı Yalıtım Kurallarının Belirlenmesi, Kent Planlamada Enerji Koruma Semineri, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, Taşkışla, Nisan 1991, s 117-124.
- ÖZKAN, E.** : Yapı Elemanlarında Isı Yalıtım Ekonomisi ve Malzeme Kalınlığının Isı Geçirgenliğine Marjinal Etkisi, İTÜ Dergisi, Cilt 52, Sayı 1-2, 1994, s 91-105.
- PAKDEMİRLİ, E.** : Ekonominin Sayısal Görünümü, 1923'ten Günümüze, Milliyet Yayınları 3 Baskı, İstanbul, Ocak 1995.
- ŞENGÜL, F.** : "1997 Yılı Yatırımlar Yılı Olarak İlan Ediyoruz" Doğal Gaz "Dergisi, Sayı: 47, Kasım-Aralık 1996, s: 86-91.
- ŞAHİN, V.** : Enerji Sektöründe Geleceğe Bakış, Yayın No Tusiad-T/94. 11-168, İstanbul, 1994.
- TÜRKYILMAZ, O.** : Türkiye'nin Doğal Gaz Temin ve Tüketim Politikalarına Kısa Bir Bakış, Doğal Gaz Dergisi, Sayı 48, Ocak-Şubat 1997, s 161-171

- TÜZEMEN, T.** :Yapı Bileşenlerinin Isıtma Giderleri Yönünden Yapım-Kullanma Maliyet-lerine Bağlı Olarak Seçimi ve Boyutlandırılması,TÜBİTAK Yapı Araştırma Enstitüsü, Yayın N0 : 2, Ankara , Eylül 1972.
- YILMAZ, E.M.** : 2000'e Doğru Doğal Gaz, Enerji, yıl 1, sayı 2, Şubat 1996, Sayfa 12-18
- YÜCEL, F.B** : Enerji Ekonomisi, EBL Limitet Şirketi, 1. Basım İstanbul, 1994.
- British Petroleum** : BP Statistical Review of World Energy 1996, The British Petroleum Company p.i.c.. England, 1996.
- Genç Mad. İşl.Der** : 21'nci Yüzyılım Enerjisi Kömür, Genç Maden İşletmecileri Derneği, Yayın No :1, İstanbul, Nisan 1997.
- İzocam Ülke** : Ülkemizde Eksik Bina İzolasyonunun Şehirlerimizin Hava Kirliliği ve Ekonomisi Üzerine Etkileri, İzocam, A.Ş, İstanbul, Kasım 1990
- İzocam** : Isı+Ses+Teknik İzolasyon Kitabı, İzocam, A.Ş, İstanbul.
- TKİ Ege Lin. İşl.** : Isıtmada Kullanılan Soma Kömür ile İthal Kömürün Karşılaştırılması,T.K.İ Ege Linyitleri İşletmesi, Ağustos Soma, 1993.
- TMMOB Elk. Müh.** : Türkiye Enerji Sempozyumu, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası-Maden Mühendisleri Odası, Ankara, Kasım 1996.
- TMMOB Mad. Müh.:** 2000'li Yıllara Doğru Linyit Sektörümüz Sempozyumu, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Ankara, Kasım 1994
- TMMOB Mak.Müh.** : Kazan ve Baca, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Yayın No:155, Eylül 1993.
- TMMOB Mak.Müh.** : Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, 10. Baskı, Yayın No:84, İstanbul, 1993.
- Türkiye Mad.İş.Sen.** : Dünyada ve Türkiye'de Özelleştirme , Türkiye Maden İşçileri Sendikası (Editör: Ergin ARIOĞLU), Ankara, Nisan 1994.
- Türkiye Met. San.Sen.:** Dünyada ve Türkiye'de Rekabet , Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası, Yayın No: 250, İstanbul , Mayıs 1997.
- Türk Milli Komitesi** : 1993 Enerji Raporu ,Türk Milli Komitesi, Ankara, Aralık 1994.

8. TANIMLAR

TANIMLAR

- Isı İletkenliği (λ)

Kararlı halde bulunan homojen bir malzemenin birbirine paralel iki yüzeyi arasında 1°C sıcaklık farkı olduğunda 1 m^2 alan ve bu alana dik 1 m kalınlıktan geçen ısı miktarına “**ısı iletkenliği**” olarak ifade edilir. Birimi $\text{kcal}/\text{msaat}^{\circ}\text{C}$ 'dir.

- **Isı Geçirgenliği (Λ)**

d (m) kalınlığındaki bir cismin, birbirine paralel iki yüzeyinin arasındaki sıcaklık farkı 1°C olduğunda, 1 saatte 1 m^2 alandan yüzeylere dik yönde kararlı hal şartlarında, geçen ısı miktarına “**ısı geçirgenliği**” denir. Isı geçirgenliğinin birimi $\text{kcal}/\text{m}^2\text{saat}^{\circ}\text{C}$ 'dir

Isı iletkenlik hesap değeri λ_h olan bir yapı malzemesi için :

$$\Lambda = \frac{\lambda_h}{d}$$

birden fazla malzeme katmanından oluşan bir yapı elemanı için :

$$\Lambda = \frac{\lambda_{h1}}{d_1} + \frac{\lambda_{h2}}{d_2} + \dots + \frac{\lambda_{hn}}{d_n} \text{ şeklinde ifade edilir.}$$

- **Isı Geçirgenlik Direnci ($1/\Lambda$)**

Isı geçirgenlik değerinin aritmetik tersi olan “**ısı geçirgenlik direnci**” nin birimi $\text{m}^2\text{saat}^{\circ}\text{C}/\text{kcal}$ 'dir. Isı geçirgenlik direnci tek malzemeden oluşan yapı elemanları için :

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{d}{\lambda_h}$$

birden fazla katmandan oluşan elemanlar için :

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{d_1}{\lambda_{h1}} + \frac{d_2}{\lambda_{h2}} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_{hn}} \text{ şeklinde yazılabilir.}$$

- **Isı Geçirme Katsayısı (k)**

“**Isı geçirme katsayısı**” d (m) kalınlığındaki bir yapı elemanının iki tarafındaki hava sıcaklıkları farkı 1°C olduğunda, 1 m^2 alandan, 1 saatte geçen ısı miktarıdır [$\text{kcal}/\text{m}^2\text{saat}^{\circ}\text{C}$].

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{iç}} + \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{dış}}} \text{ bağıntısından hesaplanır.}$$

- **Isı Geçirme Direnci ($1/k$)**

Isı geçirme katsayısının aritmetik tersi “**ısı geçirgenlik direnci**” ni tanımlar [$\text{m}^2\text{saat}^{\circ}\text{C}/\text{kcal}$].

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_{iç}} + \frac{d}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_{dış}}$$

- **Kazanın Isıl Kapasitesi :**

Kazanın 1 saatte verebileceği en fazla ısı miktarıdır [kcal/saat]

- **Kazanın Isıl Verimi :**

Yakıtın 1 kg'nın veya 1m³'ünün ürettiği ısı miktarı “Q_{yakıt}” ile baca gazları ile havaya ve kazandan ısının, taşınım, iletim gibi yollarla dış ortamda kaybedilen kazan ısılarının toplamının “ $\sum Q_{kayıp}$ ” farkının, yakıtın ürettiği ısı miktarına oranı olarak tanımlanır. Kısaca;

$$\eta_k = \frac{Q_{yakıt} - \sum Q_{kayıp}}{Q_{yakıt}} \times 100 < \%100$$

$\sum Q_{kayıp}$ = Baca kaybı + kazanın ısınım, taşınım, iletim kayıpları .

- **Yakıtın Alt Isıl (Kalorifik) Değeri :**

Yakıtın tam yanması ile oluşan suyun “buhar fazın”da bulunması durumunda elde edilen ısı miktarıdır. Birimi [kcal/kg]'dir.

- **Yüzeysel Isı İletim Direnci (1/α)**

Yüzeysel ısı iletim katsayısının aritmetik tersi “**yüzeysel ısı iletim direnci**” olarak tanımlanır [m²saat°C/kcal]

- **Yüzeysel Isı İletim Katsayısı (α)**

Aradaki sıcaklık farkının 1°C olması halinde yapı elemanının 1m² alana sahip yüzeyinden havaya veya havadan eleman yüzeyine bir saatte geçen ısı miktarına “**yüzeysel ısı iletim katsayısı**” denir [kcal/m²saat°C].

9. EKLER

EK 1

Çizelge 1 Yakıt Türüne Göre Isı Ekonomisinin İrdelenmesi

Yapının ısıtma sezonu boyunca ortalama ısı kaybı (yapı yön ve durumu-hava kaçakları boru ısı kayıpları) dikkate alınmadan

$$Q = n_{\zeta} \cdot K_{or} \cdot 0,86 \cdot F \cdot DG \quad [Kcal / yıl]$$

$$K_{or} = \frac{K_d \cdot F_d + K_p \cdot F_p + K_{\zeta} \cdot F_{\zeta} + K_{do} \cdot F_{do}}{F} \quad \text{veya,}$$

$$V \cong F_{\zeta} \cdot H \cong F_{dö} \cdot H \quad [m^3]$$

$$F = F_d + F_p + F_{\zeta} + F_{dö} \quad [m^2]$$

$$DG = \sum (t_i - t_d) \cdot n_i \quad [^{\circ}C \cdot gün]$$

$t_i \cong 20 \quad ^{\circ}C$	Ankara'da	$DG = 2757 \quad (^{\circ}C \cdot gün)$
$t_d \cong 12 \quad ^{\circ}C$	İstanbul'da	$DG = 2043 \quad (^{\circ}C \cdot gün)$
	Erzurum'da	$DG = 4649 \quad (^{\circ}C \cdot gün)$
	İzmir'de	$DG = 1301 \quad (^{\circ}C \cdot gün)$

Isıtma tesisatının verimi “ η_k ” dikkate alındığında, ısıtma sezonu süresince yıllık ısı kaybı ;

$$Q = \frac{n_{\zeta} \cdot K_{or} \cdot 0,86 \cdot F \cdot DG}{\eta_k} \quad [Kcal / yıl]$$

- Yıllık yakıt tüketimi ve masrafı;

Kömür miktarı :

$$T_k = \frac{n_{\zeta} \cdot K_{or} \cdot 0,86 \cdot F \cdot DG}{\eta_{k_k} \cdot Q_{alt_k}} \quad [Kg / yıl]$$

Yerli kömür gideri :

$$M_k = T_k \cdot m_{k_y} \cdot f \quad [$/yıl]$$

Dışalım kömür kullanımında ulusal ekonomiye “gerçek maliyeti” :

$$M_k = T_k \cdot m_{k_d} \cdot f \quad [$/yıl]$$

Doğal gaz hacmi:

$$V_d = \frac{n_{\zeta} \cdot K_{or} \cdot 0,86 \cdot F \cdot DG}{\eta_{k_d} \cdot Q_{alt_d}} \quad [m^3 / yıl]$$

Çizelge 1 Devamı

Doğal gaz gideri:

$$M_d = V_d \cdot m_d \cdot f \quad [$/yıl]$$

- Aynı ısı kaybına sahip yapılarda “ısı ekonomisi” yönünden farklı yakıtların karşılaştırılması.;

$$\frac{m_k}{\eta_{k_k} Q_{alt_k}} > ? < \frac{m_d}{\eta_{k_d} Q_{alt_d}}$$

Yukarıdaki karşılaştırma sonucuna göre ekonomik yakıt türü belirlenebilir.

Burada kullanılan notasyonların anlamları şöyledir:

Q	= Bir yapının ısınma sezonu süresince ısı kaybı, kcal/yıl
n_{ϕ}	= Isıtma tesisatının (kazan-soba) çalışma süresi, saat/gün
K_{or}	= Verilen bir yapının ortalama ısı geçiş (iletim) katsayısı, W/m ² K Bu değer, 0.86 ile çarpıldığında [Kcal/m ² .saat.°C] olarak ifade edilmektedir.
F	= Yapının ısı kaybeden tüm alanları, m ²
F_d	= Dış duvar alanı, m ²
F_p	= Pencere alanı, m ²
F_{ϕ}	= Çatı alanı, m ²
F_d	= Döşeme alanı, m ²
V	= Isıtılan yapı hacmi, m ³
H	= Yapı yüksekliği, m
DG	= Derece gün sayısı
t_i	= İç ortam (hava) sıcaklığı, °C. ($t_i = 20$ °C kabul edilir)
t_d	= Dış ortam (hava) sıcaklığı, °C.
n_1	= Isınma sezonunun süresi, gün, kısaca $t_d < 12$ °C olan günlerin sayısı
η_k	= Kazanın ısı verimi
η_{k_k}	= Kömür kazanının ısı verimi
η_{k_d}	= Doğal gaz kazanının ısı verimi
Q_{alt_k}	= Kömürün alt ısı değeri, kcal/kg
Q_{alt_d}	= Doğal gazın alt ısı değeri, kcal/m ³
m_{k_y}	= Yerli kömürün satış fiyatı, \$/kg
m_{k_d}	= Dışalım kömürün satış fiyatı, \$/kg
m_d	= Doğal gazın satış fiyatı, \$/m ³
f	= Yüksek enflasyonist ortamlarda “iç borçlanma”yı temin etmek açısından dolar fiyatlarının sürekli biçimde baskı altında tutulması durumunda, doların gerçek fiyatını yansıtmak açısından alınan düzeltme faktörü. Ülke koşullarında bu faktör en iyimser değerlendirme ile $f = 1.15$ alınabilir. Dışsattımın çeşitli yollarla teşvik edilmesi durumunda da içerde “teşvik miktarları”nın ödenmesi nedeni ile doların gerçek maliyeti söz konusudur, (kısaca $f > 1$ ’dir).

EK II

Çizelge 1 Tipik Bir Çok katlı Blok Yapı Bazında İklim Bölgelerine Göre Isı Kayıpları Ve Yakıt Tüketimleri

--

Yapı Elemanlarında İzin Verilen En fazla Isı Geçiş (iletim) "K" (W/m².K)

• Kabuller:		<u>I. Bölge</u>	<u>II. Bölge</u>	<u>III. Bölge</u>
• Döşeme alanı	$F_{d\ddot{o}}=630 \text{ m}^2$	0.704	0.516	0.422
• Çatı alanı	$F_{\check{c}}=630 \text{ m}^2$	0.686	0.448	0.364
• Dış duvar	$F_d=970 \text{ m}^2$	1.754	1.302	1.044
• Pencere (Basit ahşap tek camlı pencere-dış kapı)	$F_p=569 \text{ m}^2$	← $K_p=5.23$ →		

• Isıtmanın yapıldığı süre $n_i=10$ saat /gün

- Yapının kış sezonu süresince izin verilen en fazla ısı geçiş katsayılarına karşı gelen ısı kaybı :

$$Q = \frac{\eta_i \cdot 0.86 \cdot K_{or} \cdot DG \cdot F}{\eta_k} \quad [\text{Kcal} / \text{yıl}]$$

- Ortalama ısı geçiş katsayısı

$$K_{or} = \frac{F_{d\ddot{o}} \cdot K_{d\ddot{o}} + F_{\check{c}} \cdot K_{\check{c}} + F_d \cdot K_d + F_p \cdot K_p}{F_{d\ddot{o}} + F_{\check{c}} + F_d + F_p} = \frac{630 \cdot K_{d\ddot{o}} + 630 \cdot K_{\check{c}} + 970 \cdot K_d + 569 \cdot K_p}{2799} \quad [\text{W} / \text{m}^2 \text{K}]$$

$$K_p=5.23 \quad [\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$$

- Tipik derece-gün sayıları

İzmir $DG = 1301$ ($t_i = 20^\circ\text{C} - t_d = +12^\circ\text{C}$) derece gün :1. Bölge

İstanbul $DG = 2043$ ($t_i = 20^\circ\text{C} - t_d = +12^\circ\text{C}$) derece gün :2. Bölge

Ankara $DG = 2757$ ($t_i = 20^\circ\text{C} - t_d = +12^\circ\text{C}$) derece gün :3. Bölge

$Q = f(\eta_k)$ Isı kaybı-kazan-soba ısı verimi değişimleri iklim bölgeleri (İzmir-İstanbul-Ankara) bazında Şekil 5.2 ve 5.3 'de gösterilmiştir. Ayrıca ortalama alt ısı değer

$Q_{alt_k} = 5000$ (Kcal / Kg) için kömür ve doğal gaz $Q_{alt_k} = 8250$ (Kcal / m³) tüketim

büyüklikleri " $T_k = \frac{Q}{Q_{alt_k}}$ (kg / yıl) ve $T_d = \frac{Q}{Q_{alt_d}}$ (m³/yıl) çizilmiştir.

Çizelge 2 Tek Katlı Bağımsız Ev Bazında İklim Bölgelerine Göre Isı Kayıpları Ve Yakıt Tüketimleri

		Yapı Elemanlarında İzin Verilen En fazla Isı Geçiş (iletim) "K" (W/m ² .K)		
		<u>I. Bölge</u>	<u>II. Bölge</u>	<u>III. Bölge</u>
• Kabuller:				
• Döşeme alanı	$F_{d\ddot{o}}=100 \text{ m}^2$	0.704	0.516	0.422
• Çatı alanı	$F_{\check{c}}=100 \text{ m}^2$	0.686	0.448	0.364
• Dış duvar	$F_d=82 \text{ m}^2$	1.754	1.302	1.044
• Pencere (Basit ahşap tek camlı pencere-dış kapı)	$F_p=26 \text{ m}^2$	← $K_p=5.23$ →		
• Isıtmanın yapıldığı süre	$n_i=10$ saat /gün			
• Yapının kış sezonu süresince izin verilen en fazla ısı geçiş katsayılarına karşı gelen ısı kaybı :				
	$Q = \frac{\eta_i \cdot 0.86 \cdot K_{or} \cdot DG \cdot F}{\eta_k}$ [Kcal / yıl]			
• Ortalama ısı geçiş katsayısı				
	$K_{or} = \frac{F_{d\ddot{o}} \cdot K_{d\ddot{o}} + F_{\check{c}} \cdot K_{\check{c}} + F_d \cdot K_d + F_p \cdot K_p}{F_{d\ddot{o}} + F_{\check{c}} + F_d + F_p} = \frac{100 \cdot K_{d\ddot{o}} + 100 \cdot K_{\check{c}} + 82 \cdot K_d + 26 \cdot K_p}{308}$ [W / m ² K]			
	$K_p=5.23$ [W/m ² .K]			
• Tipik derece-gün sayıları				
İzmir	DG = 1301 (ti = 20°C - td = +12°C) derece gün	:1. Bölge		
İstanbul	DG = 2043 (ti = 20°C - td = +12°C) derece gün	:2. Bölge		
Ankara	DG = 2757 (ti = 20°C - td = +12°C) derece gün	:3. Bölge		
	$Q = f(\eta_k)$ (Isı kaybı-kazan-soba ısıl verimi) değişimleri iklim bölgeleri (İzmir-İstanbul-Ankara) bazında Şekil 5.4'de gösterilmiştir. Ayrıca ortalama alt ısıl değer			
	$Q_{alt_k} = 5000 - 6000$ (Kcal / Kg) değerleri için aynı iklim bölgeleri bazında kömür tüketim			
	büyüklikleri = $f(\eta_k)$ değişimleri $T_k = \frac{Q}{Q_{alt_k}}$ (Kg/Yıl) çizilmiştir.			