

**TERMİK SANTRALLERDE KÖMÜR  
FİYATLARININ ANALİZİ ve  
FİYATLANDIRMA MODELLERİNİN  
GELİŞTİRİLMESİ**

**Sermin ELEVLİ  
DOKTORA TEZİ  
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
Şubat-2003**

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TERMİK SANTRALLERDE KÖMÜR FİYATLARININ ANALİZİ ve  
FİYATLANDIRMA MODELLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Sermin ELEVLI

DOKTORA TEZİ

139001

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM BAKANLIĞI  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

TERMİK SANTRALLERDE KÖMÜR FİYATLARININ ANALİZİ ve  
FİYATLANDIRMA MODELLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Sermin ELEVLİ

DOKTORA TEZİ

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

*Bu tez Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı  
tarafından M-179 nolu Doktora Tez Projesi ile desteklenmiştir.*

Danışman: Prof. Dr. Ahmet DEMİRCİ, C.Ü. Maden Mühendisliği Bölümü

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Bu çalışma, jürimiz tarafından, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Mesut ANIL

Üye: Prof. Dr. Adnan KONUK

Üye: Prof. Dr. Ahmet GÖKÇE

Üye: Prof. Dr. Atilla CEYLANOĞLU

Üye: Prof. Dr. Ahmet DEMİRCİ

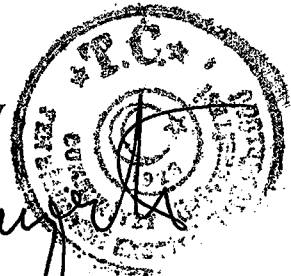
ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

26.12/2003

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Prof. Dr. Rauf AMİROV



Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosunun 05.01.1984 tarihli toplantısında kabul edilen ve daha sonra 30.12.1993 tarihinde C.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğünce hazırlanan ve yayınlanan “Yüksek Lisans ve Doktora Tez Yazım Klavuzu” adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

## ÖZET

Doktora Tezi

TERMİK SANTRALLERDE KÖMÜR FİYATLARININ ANALİZİ ve  
FİYATLANDIRMA MODELLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Sermin ELEVLI

Cumhuriyet Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet DEMİRCİ

Bu çalışmada, Türkiye’de kömür fiyatlandırması hususunda mevcut olan yasal boşluğa binaen, bir kömür fiyatlandırma modelinin oluşturulması amaçlanmıştır. Bunun için ülkemizin bazı termik santrallerine ait veriler incelemeye alınmış olup, fiyatlandırma hususunda belirli bir sistematik olup olmadığı analiz edilmiştir. Analiz sonuçları, termik santrallerin münferit bazda ele alınması durumunda, fiyat ile ilgili olması beklenen parametreler (elektrik fiyatı, doğalgaz fiyatı, motorin fiyatı, nem içeriği, kül içeriği, kükürt içeriği, kalorifik değer ve tüketim miktarı) arasında elektrik fiyatı dışında anlamlı ilişkilerin ortaya çıkmadığını göstermiştir. Buna rağmen, termik santrallerin tümünü ele alan paçal bir yaklaşım sonucunda, kömür fiyatı ile elektrik fiyatı, kül içeriği ve kalorifik değer arasında beklenen yönde ilişkileri ortaya koyan bir hedonic fiyatlandırma modeli elde edilmiştir. Ancak mevcut verilere dayanan böyle bir modelin düşük kömür fiyatlarından ötürü kömür madenciliğinin gelişmesine beklenen katkıyı yapamayacağı gerçeğine binaen, yeni bir fiyatlandırma modeli oluşturulmaya çalışılmıştır. Oluşturulan modelde; kalorifik değer, elektrik fiyatı ve cezaları (kül ve kükürt içeriği kaynaklı maliyetler, kömür hazırlama maliyeti vs.) dahil eden bir yaklaşım söz konusudur. Ortaya çıkan model, kömür madencileri ve termik

santraller arasında yapılan sözleşmelerde rahatlıkla kullanılacak bir nitelik taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kömür Fiyatları, Elektrik Fiyatları, Termik Santraller, Fiyatlandırma Yöntemleri, Hedonic Fiyatlandırma Yöntemi



**ABSTRACT**

Ph. D. Thesis

**ANALYSIS of COAL PRICES in THERMAL PLANTS and  
DEVELOPMENT of PRICING MODELS**

Sermin ELEVLI

Cumhuriyet University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Mining Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet DEMİRCİ

The aim of this study is to develop a coal-pricing model since there is no accepted model to determine coal price in Turkey. In order to reach at this aim, coal related data of the thermal power plants have been gathered and whether coal price of these plants is determined systematically or not has been analyzed. Two approaches were utilized to analyze these data. The first approach was to analyze each plant individually and the second approach was to mix all data and consider all the plants as one plant. The results of first approach have shown that there is no meaningful relation between coal price and parameters (electricity price, natural gas price, diesel price, ash content of coal, sulphur content of coal, calorific value and coal consumption) which are expected to have relation with coal price. A hedonic pricing model, which indicates a relation between coal price and electricity price, calorific value and ash content, is found as a result of the second approach. However it is clear that this model will not contribute to expansion of coal mining industry since it is based on the current low coal prices. Therefore, a new coal pricing model is proposed. The proposed model takes into account calorific value, electricity price and related penalties (additional cost due



---

to ash and sulphur content, coal preparation cost, etc.). This model may be used to determine coal price during the negotiations between coal producer and buyers.

**Key Words:** Coal price, electricity price, thermal power plants, pricing methods, hedonic pricing model



## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her aşamasında ilgi ve desteğini gördüğüm, bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, yapıcı eleştirileri ile beni yönlendiren değerli hocam Prof. Dr. Ahmet DEMİRCİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Olumlu katkı ve yönlendirici eleştirileri nedeni ile tez izleme komite üyelerim olan Prof. Dr. Ahmet GÖKÇE ve Prof. Dr. Atilla CEYLANOĞLU'na teşekkürü bir borç bilirim.

Değerli fikir ve yorumlarından dolayı Griffith Üniversitesi'nden Dr. Richard J. Koerner, CSIRO Exploration and Mining'den Dr. Hakan KAHRAMAN ve C.Ü. Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı'ndan Yrd. Doç. Dr. Ziynet ÇINAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Gerekli verileri temin etmemdeki yardımlarından ötürü TKİ ve EÜAŞ yetkililerine teşekkür ederim.

Tezin son halini almasında yapıcı eleştiri ve önerileri nedeniyle katkıda bulunan tez jüri üyelerim Çukurova Üniversitesi'nden Prof. Dr. Mesut ANIL ve Osmangazi Üniversitesi'nden Prof. Dr. Adnan KONUK'a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, çalışmalarım sırasında ilgi ve desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen eşim Prof. Dr. Birol ELEVLİ'ye teşekkürü bir borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	ii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Genel Hususlar	1
1.2. Problemin Durumu	3
1.3. Tezin Amacı	3
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	5
2.1. Kömür ve Kömürün Enerjideki Yeri	5
2.1.1. Kömürün Tanımı ve Oluşumu	5
2.1.2. Kömürün Sınıflandırılması	7
2.1.3. Kömürün Enerjideki Yeri	10
2.1.3.1. Enerjinin Tanımı ve Türleri	10
2.1.3.2. Enerji Tüketimi ve Ekonomik Gelişmişlik Arasındaki İlişki	13
2.1.3.3. Fosil Yakıtların Enerji Üretimindeki Yeri ve Kömürün Önemi	17
2.1.4. Kömürü Tanımlayan Parametreler	19
2.1.5. Kömürün Tüketim Alanları	25
2.1.5.1. Genel	25
2.1.5.2. Termik Santraller	26
2.1.6. Kömür Ticareti	30
2.1.7. Türkiye’de Kömür	35
2.1.7.1. Türkiye Kömür Madenciliğinin Tarihçesi	35
2.1.7.2. Kömür Rezervleri ve Jeolojisi	36
2.1.7.3. Arama Çalışmaları	38
2.1.7.4. Türkiye’de Kömür Üretimi ve Tüketimi	39
2.1.7.5. Türkiye’de Yerli Kömürlerin Pazarlanması	41
2.1.7.6. Türkiye’de Elektrik Üretiminde Kullanılan Kömür ve Diğer Enerji	42
Hammaddelerinin Durumu	
2.2. Fiyatlandırma	48
2.2.1. Fiyatlandırmanın Tanımı ve Önemi	48
2.2.2. Kar Maksimizasyonunu Esas Alan Fiyatlandırma	52

2.2.3. Amoroso- Robinson İlişkisinde Fiyatlandırma	53
2.2.4. Kar- Sıfır Analizi Bazında Fiyatlandırma	55
2.2.5. Maliyet Esaslı Fiyatlandırma	58
2.2.6. Metal Borsaları Bazında Fiyatlandırma	58
2.2.7. Sözleşme Esaslı Fiyatlandırma	60
2.2.8. Çeşitli Bültenler Tarafından Yayınlanan Fiyatlar Bazında Fiyatlandırma	62
2.2.9. Endekslere Bağlı Fiyatlandırma	63
2.2.10. Hedonic Fiyatlandırma	63
2.2.10.1. Genel Hususlar	63
2.2.10.2. Çoklu Regresyon Analizi	64
2.2.10.3. Hedonic Fiyatlandırma Yönteminin Kömür Madenciliğindeki Uygulamaları	71
3. KÖMÜR FİYATLARI ANALİZLERİ	78
3.1. Kömür Fiyatlarının Oluşumu ve Seyri	78
3.1.1. Dünya Piyasalarındaki Arz- Talep Durumu	78
3.1.2. Kömürün Üretim Maliyeti	80
3.1.3. Kömürün Nakliye Maliyeti	80
3.1.4. Kömürün Özellikleri	82
3.1.5. İkame Ürünlerin Fiyatları	83
3.1.6. Diğer Faktörler	84
3.2. Türkiye’de Kömür Fiyatlarının Gelişimi	84
3.2.1. İthal Kömür	84
3.2.2. Yerli Kömürler	92
3.3. Türkiye’de Termik Santral Kömürleri Fiyatları ile Etkili Parametrelerin Detay Analizleri	96
3.3.1. Genel Hususlar	96
3.3.2. Afşin- Elbistan Termik Santrali Kapsamında Fiyat- Parametre Analizleri	99
3.3.3. Kangal Termik Santrali Kapsamında Fiyat- Parametre Analizleri	105
3.3.4. Orhaneli Termik Santrali Kapsamında Fiyat- Parametre Analizleri	109
3.3.5. Seyitömer Termik Santrali Kapsamında Fiyat- Parametre Analizleri	113
3.3.6. Soma Termik Santrali Kapsamında Fiyat- Parametre Analizleri	118
3.3.6.1. Soma Termik Santrali (1-4. ünite)	118
3.3.6.2. Soma Termik Santrali (5-6. ünite)	123
3.3.6.3. Soma Termik Santrali (7-8. ünite)	127
3.3.7. Tunçbilek Termik Santrali Kapsamında Fiyat- Parametre Analizleri	131
3.3.8. Yatağan Termik Santrali Kapsamında Fiyat- Parametre Analizleri	135
3.3.9. Yeniköy Termik Santrali Kapsamında Fiyat- Parametre Analizleri	139
3.3.10. Değerlendirmeye Alınan Santrallerin Ortak Fiyat- Parametre Analizleri	143

4. KÖMÜR FİYATLANDIRMASINA DÖNÜK MODEL ÖNERİSİ	152
4.1. Genel Hususlar	152
4.2. Kömür Fiyatlandırma Modeli İçin Genel Bir Yaklaşım	154
4.2.1. Model Parametreleri ve Parametrelerin Büyüklükleri	156
4.2.2. Model Katsayılarının Tespitine Yaklaşımlar	158
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	167
KAYNAKLAR	171
Ek 1. Afşin- Elbistan Termik Santrali Verileri	175
Ek 2. Kangal Termik Santrali Verileri	176
Ek 3. Kangal Termik Santrali Tüketim Miktarına Göre Kademe Grafikleri	177
Ek 4. Orhaneli Termik Santrali Verileri	184
Ek 5. Seyitömer Termik Santrali Verileri	185
Ek 6. Soma Termik Santrali (1-4. ünite) Verileri	186
Ek 7. Soma Termik Santrali (5-6. ünite) Verileri	187
Ek 8. Soma Termik Santrali (7-8. ünite) Verileri	188
Ek 9. Tunçbilek Termik Santrali Verileri	189
Ek 10. Yatağan Termik Santrali Verileri	190
Ek 11. Yeniköy Termik Santrali Verileri	191
Ek 12. Termik Santrallerde “kalorixelektrik fiyatı” ile Kömür Fiyatları Arasındaki İlişki	192
Ek 13. TEAŞ Santrallerinin Kaynaklarına Göre Verimleri (%)	194
Özgeçmiş	195

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
	No
Şekil 1.1. Bazı Coğrafyalarda Kişi Başına Elektrik Tüketimi (IEA, 1999)	2
Şekil 2.1. Kömürün Oluşumu (University of Kentucky, 2002)	6
Şekil 2.2. Olgunlaşma Derecesine Göre Kömürlerin İsimlendirilmesi (University of Kentucky, 2002)	6
Şekil 2.3. Kömürün Çeşitli Bazlardaki Durumu (Waterhouse, )	7
Şekil 2.4. Dünya Kömür Enstitüsü Kömür Sınıflandırması (WCI, 2000)	8
Şekil 2.5. Karbonlaşma Düzeyine Göre Sınıflandırma (The Coal Association of Canada, 2000)	9
Şekil 2.6. Enerji Tüketimine Yol Açan İhtiyaçlar (Yücel, 1994)	11
Şekil 2.7. Dünya Birincil Enerji Tüketimi (BP, 1980-1990-2000)	13
Şekil 2.8. 1997 Yılı Verileri İle Kişi Başına Enerji Kullanımı (Worldbank, 2000)	14
Şekil 2.9. 1997 Yılı Verileri İle Kişi Başına Elektrik Tüketimi (Worldbank, 2000)	14
Şekil 2.10. Bazı Ülkelere Ait Enerji Şiddeti Değerleri (Worldbank, 2000)	15
Şekil 2.11. Kömürle Çalışan Termik Santrallerin Genel İşleyişi (University of Kentucky, 2001)	27
Şekil 2.12. Termik Santrallerde Elektrik Üretimi Akım Şeması (TKİ, 2002)	28
Şekil 2.13. Ülkemiz Linyitlerinin Kalorifik Değere Göre Ayrım Yüzdeleri (Ünver, 2000)	38
Şekil 2.14. Ülkemiz Linyitlerinin Kül İçeriğine Göre Ayrım Yüzdeleri (Ünver, 2000)	38
Şekil 2.15. MTA Tarafından Yapılan Arama Çalışmaları (Narin, 1996)	39
Şekil 2.16. Türkiye’de Yıllar Bazında Kömür Üretim ve Tüketimi (BP, 2000)	40
Şekil 2.17. Arz ve Talep Kanunu (Boone and Kurtz, 1992)	50
Şekil 2.18. Kar- Sıfır Analizi (Boone and Kurtz, 1992)	55
Şekil 2.19. Talep Analizi ile Geliştirilmiş Kar- Sıfır Analizi (Boone and Kurtz, 1992)	57
Şekil 2.20. Güven Aralığı ve Anlamlılık Düzeyi (Alpar, 1997)	68
Şekil 3.1. Kömür, Petrol ve Doğalgazın Fiyat Trendleri (BP, 2000; IEA, 1999)	84
Şekil 3.2. Erdemir Koklaşabilir Taşkömürü İthalatı Fiyat- Kömür Özellikleri (DİE, )	88
Şekil 3.3. Sivas İli İthal Kömür Fiyatları ve Kalite Parametreleri Arasındaki İlişki (Sivas Kömür Tevzi, 2002)	93
Şekil 3.4. Kcal Başına Linyit, Taşkömürü ve Elektrik Fiyatları (TEAŞ, 1999)	94
Şekil 3.5. Taşkömürü Fiyatları ile Isıl Değer Arasındaki İlişki (TEAŞ, 1999)	95
Şekil 3.6. Linyit Fiyatları ile Isıl Değer Arasındaki İlişki (TEAŞ, 1999)	96
Şekil 3.7. AETS Enerji Birimi Başına Kömür Fiyatlarının Seyri	99
Şekil 3.8. AETS Fiyat- Parametre Grafikleri	101

Şekil 3.9. KTS Enerji Birimi Başına Kömür Fiyatlarının Seyri	106
Şekil 3.10. KTS Fiyat- Parametre Grafikleri	107
Şekil 3.11. OTS Enerji Birimi Başına Kömür Fiyatlarının Seyri	110
Şekil 3.12. OTS Fiyat- Parametre Grafikleri	111
Şekil 3.13. STS Enerji Birimi Başına Kömür Fiyatlarının Seyri	113
Şekil 3.14. STS Fiyat- Parametre Grafikleri	115
Şekil 3.15. SomaTS (1-4) Enerji Birimi Başına Kömür Fiyatlarının Seyri	119
Şekil 3.16. SomaTS (1-4) Fiyat- Parametre Grafikleri	120
Şekil 3.17. SomaTS (5-6) Enerji Birimi Başına Kömür Fiyatlarının Seyri	123
Şekil 3.18. SomaTS (5-6) Fiyat- Parametre Grafikleri	124
Şekil 3.19. SomaTS (7-8) Enerji Birimi Başına Kömür Fiyatlarının Seyri	127
Şekil 3.20. SomaTS (7-8) Fiyat- Parametre Grafikleri	128
Şekil 3.21. TTS Enerji Birimi Başına Kömür Fiyatlarının Seyri	131
Şekil 3.22. TTS Fiyat- Parametre Grafikleri	133
Şekil 3.23. YatTS Enerji Birimi Başına Kömür Fiyatlarının Seyri	136
Şekil 3.24. YatTS Fiyat- Parametre Grafikleri	137
Şekil 3.25. YenTS Enerji Birimi Başına Kömür Fiyatlarının Seyri	140
Şekil 3.26. YenTS Fiyat- Parametre Grafikleri	141
Şekil 3.27. Tüm Termik Santrallerin Fiyat- Parametre Grafikleri	146
Şekil 3.28. Hedonic Fiyatlandırma Modelinin Her Bir Termik Santral Bazında Sonuçları	150
Şekil 4.1. Çeşitli Ülkelerde Enerji Kömürü Fiyatlarının Seyri (IEA, 2000)	153
Şekil 4.2. “KalorixElektrik Fiyatı” Parametresi İle Kömür Fiyatı Arasındaki İlişki	155
Şekil 4.3. TEAŞ Termik Santralleri Linyit Alım Fiyatları	159
Şekil 4.4. Gerçek ve Hesaplanan Fiyatların Birbiri İle Olan İlişkisi	159
Şekil 4.5. Gerçek ve Hesaplanan Fiyatların Isıl Değer İle İlişkisi	160
Şekil 4.6. Gerçek ve Hesaplanan Fiyatların Seyri	162
Şekil 4.7. Gerçek ve Hesaplanan Fiyatların Isıl Değer İle İlişkisi ( $\eta=0,35$ ; $\alpha=0,45$ )	162
Şekil 4.8. $\eta=0,32$ İçin Değişen $\alpha$ Oranlarına Bağlı Linyit Fiyatları	164
Şekil 4.9. $\eta=0,35$ İçin Değişen $\alpha$ Oranlarına Bağlı Linyit Fiyatları	164
Şekil 4.10. $\eta=0,40$ İçin Değişen $\alpha$ Oranlarına Bağlı Linyit Fiyatları	165
Şekil 4.11. $\eta=0,40$ İçin Değişen $\alpha$ Oranlarına Bağlı Taşkömürü Fiyatları	165
Şekil 4.12. $\eta=0,40$ İçin Değişen $\alpha$ Oranlarına Bağlı İthal Kömür Fiyatları	166

## TABLOLAR DİZİNİ

	Sayfa
	No
Tablo 2.1. Uluslararası Genel Kömür Sınıflaması (DPT, 1996)	8
Tablo 2.2. Çeşitli Ranklardaki Kömürlerin Özellikleri (DPT, 1996)	9
Tablo 2.3. Kişi Başına Birincil Enerji Üretimleri (IEA, 1999)	17
Tablo 2.4. Birincil Enerji Üretiminin Enerji Kaynakları Bazında Dağılımı (BP, 2001, 1990, 1980)	17
Tablo 2.5. Dünya Fosil Yakıt Rezervleri ve Ömrü (BP, 2001)	18
Tablo 2.6. Fosil Yakıt Rezervlerinin Dünyadaki Dağılımı (BP, 2000)	18
Tablo 2.7. Kömür Tüketiminin (%) Dağılımı (Crowson, 1998- 1999)	26
Tablo 2.8. Yıllar Bazında Kömür Ticareti (WCI, 1999)	31
Tablo 2.9. Zonguldak Taşkömürü Havzasının Rezerv Dağılımı (Ünver, 1997)	36
Tablo 2.10. Türkiye Linyit Rezervi Dağılımı (DPT, 1996)	37
Tablo 2.11. Kömür İthalatının Sektör Bazında Dağılımı (Oral, 1997)	41
Tablo 2.12. TEAŞ Santrallerinin Birincil Enerji Kaynaklarına Göre Net Birim Üretim Maliyetleri (TEAŞ, 1999)	45
Tablo 2.13. TEAŞ Santrallerinin Termik Kaynaklara Göre Maliyetleri (TEAŞ, 1999)	46
Tablo 2.14. TEAŞ Termik Santrallerinde Yakıt Maliyetlerinin Elektrik Satış Fiyatları İçerisindeki Oranı (TEAŞ, 1999)	47
Tablo 2.15. Geliştirilmiş Kar- Sıfır Analizi (Boone and Kurtz, 1992)	57
Tablo 3.1. Enerji Kömürünün (6000 kcal/kg) Dünya Pazarlarındaki (1996-1998) Gösterge Maliyetleri ve Fiyatları (Yıldırım ve Göllü, 1998)	81
Tablo 3.2. Bazı Termik Santrallerin Kömür İşletmeleri İle Yapılan Protokol Değerleri (Aslan, 1996)	83
Tablo 3.3. Ereğli Demir- Çelik Fabrikası Koklaşabilir Taşkömürü İthalatı Miktar, Analiz ve Fiyat Verileri (DİE, )	87
Tablo 3.4. İthal Enerji Kömürünün (0-50 mm) Türkiye Pazarındaki (1996-1998) Gösterge Maliyetleri ve Fiyatları (Yıldırım ve Göllü, 1998)	90
Tablo 3.5. Enerji Kömürünün Bazı Ülkelerdeki Fiyatları (IEA, 2000)	90
Tablo 3.6. Sivas İli Kömür Tevzi Müessesesi İthal Kömür Satış Fiyatları (Sivas Kömür Tevzi, 2002)	91
Tablo 3.7. Enerji Birimi Başına Reel Fiyatlar (TEAŞ, 1999)	94
Tablo 3.8. Türkiye'de Linyite Dayalı Termik Santraller (TEAŞ, 1999)	97
Tablo 3.9. AETS Fiyat Analizinde Kullanılan Verilerin Özet İstatistikleri	102
Tablo 3.10. AETS Verilerinin Korelasyon Katsayıları	102
Tablo 3.11. AETS Regresyon Analiz Sonuçları	104



Tablo 3.12. KTS Fiyat Analizinde Kullanılan Verilerin Özet İstatistikleri	108
Tablo 3.13. KTS Verilerinin Korelasyon Katsayıları	108
Tablo 3.14. KTS Regresyon Analiz Sonuçları	109
Tablo 3.15. OTS Fiyat Analizinde Kullanılan Verilerin Özet İstatistikleri	112
Tablo 3.16. OTS Verilerinin Korelasyon Katsayıları	112
Tablo 3.17. OTS Regresyon Analiz Sonuçları	113
Tablo 3.18. STS Fiyat Analizinde Kullanılan Verilerin Özet İstatistikleri	116
Tablo 3.19. STS Verilerinin Korelasyon Katsayıları	116
Tablo 3.20. STS Regresyon Analiz Sonuçları	117
Tablo 3.21. SomaTS (1-4) Fiyat Analizinde Kullanılan Verilerin Özet İstatistikleri	121
Tablo 3.22. SomaTS (1-4) Verilerinin Korelasyon Katsayıları	121
Tablo 3.23. SomaTS (1-4) Regresyon Analiz Sonuçları	122
Tablo 3.24. SomaTS (5-6) Fiyat Analizinde Kullanılan Verilerin Özet İstatistikleri	125
Tablo 3.25. SomaTS (5-6) Verilerinin Korelasyon Katsayıları	125
Tablo 3.26. SomaTS (5-6) Regresyon Analiz Sonuçları	126
Tablo 3.27. SomaTS (7-8) Fiyat Analizinde Kullanılan Verilerin Özet İstatistikleri	129
Tablo 3.28. SomaTS (7-8) Verilerinin Korelasyon Katsayıları	129
Tablo 3.29. SomaTS (7-8) Regresyon Analiz Sonuçları	131
Tablo 3.30. TTS Fiyat Analizinde Kullanılan Verilerin Özet İstatistikleri	133
Tablo 3.31. TTS Verilerinin Korelasyon Katsayıları	134
Tablo 3.32. TTS Regresyon Analiz Sonuçları	135
Tablo 3.33. YatTS Fiyat Analizinde Kullanılan Verilerin Özet İstatistikleri	138
Tablo 3.34. YatTS Verilerinin Korelasyon Katsayıları	138
Tablo 3.35. YatTS Regresyon Analiz Sonuçları	139
Tablo 3.36. YenTS Fiyat Analizinde Kullanılan Verilerin Özet İstatistikleri	142
Tablo 3.37. YenTS Verilerinin Korelasyon Katsayıları	142
Tablo 3.38. YenTS Regresyon Analiz Sonuçları	143
Tablo 3.39. Fiyat- Parametre Analiz Sonuçları	144
Tablo 3.40. Fiyatlandırma Modelinde Yer Alan Değişkenlerin Durumu	144
Tablo 3.41. Tüm Termik Santrallerin Fiyat Analizinde Kullanılan Verilerin Özet İstatistikleri	147
Tablo 3.42. Tüm Termik Santral Verilerinin Korelasyon Katsayıları	147
Tablo 3.43. Tüm Termik Santral Verilerinin Regresyon Analizi Sonuçları	149
Tablo 4.1. Türkiye’de Elektrik Satış Fiyatlarının Oluşumu (TEAŞ, 1999)	154
Tablo 4.2. Parametrelerin Aldığı Değerlere Göre Eşitliklerin Durumu	161

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Genel Hususlar

Global ölçekte bakıldığında, günümüz insanı yılda 1,69 tep (ton eşdeğer petrol) mertebesinde birincil enerji ve 2258 kwh mertebesinde ise elektrik enerjisi tüketmektedir. Bu enerji taleplerinin karşılanmasında fosil yakıtlar olarak adlandırılan kömür, petrol ve doğalgazın payları sırasıyla %79,6 ve %63 düzeyinde olup, söz konusu yakıtlarla ilgili aşağıdaki hususlar ön plana çıkmaktadır.

- Mevcut koşullar altında değerlendirildiğinde yaklaşık olarak kömürün 227, doğalgazın 65 ve petrolün 43 yıllık bir rezerv ömrü bulunmaktadır.
- Petrol ve doğalgaz rezervleri dünyanın belirli bölgelerinde yoğunlaşmış olup, bu özellikleri nedeni ile zaman zaman çeşitli politik ve ekonomik istikrarsızlıklara sebebiyet vermektedirler.
- Diğer fosil yakıtlara göre rezerv ömrü daha fazla olan kömür, aynı zamanda geniş bir coğrafyaya da yayılmış bulunmaktadır.

Fosil yakıtlarla ilgili büyük önem arz eden yukarıdaki hususlara binaen, ülkelerin enerji politikalarının şekillenmesinde aşağıdaki kriterlerin nazarı dikkate alınması gerekmektedir (Kasapoğlu, 2002).

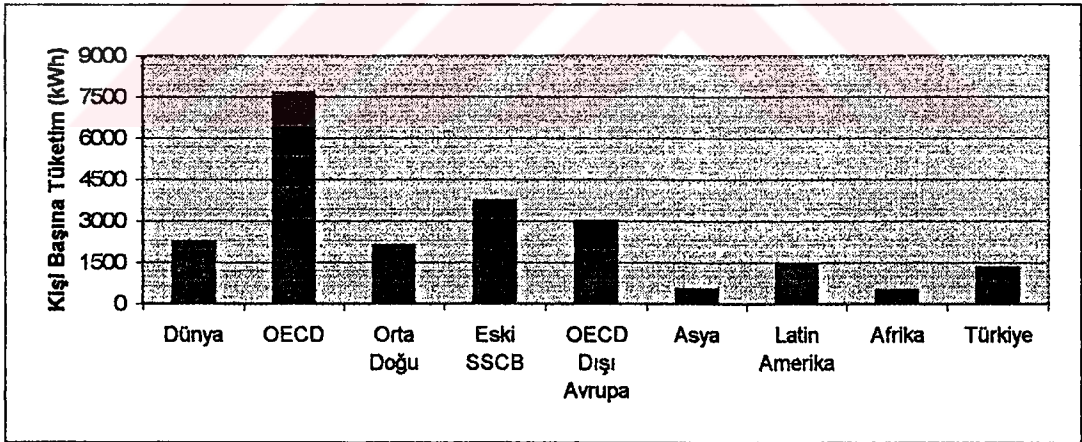
- Yerli kaynaklara dayalı bir üretim
- Yerli kaynakların yeterli olmadığı zorunlu hallerde dışarıdan temin edilebilecek enerjinin güvenliği, sürekliliği ve fiyatlarında azami istikrarın sağlanmış olması

Bu kapsamda özellikle ülkemiz açısından arz güvenliği en üst düzeyde enerji kaynağı olan kömür, büyük bir öneme sahip bulunmaktadır. Nitekim ülkemiz kömür rezervi 1,126 milyar tonu taşkömürü ve 8,474 milyar tonu linyit olmak üzere toplam 9,5 milyar ton mertebesinde. Bilinen kömür yataklarının yanı sıra, neojen sahalarının henüz %60'a yakın bir bölümü ile ilgili aramaların yapılmadığı dikkate alındığı takdirde, mevcut kömür potansiyelinin 50 milyar ton civarında olduğu tahmin edilmektedir (Önal, 1990, 1997). Öte yandan, ülkemiz petrol rezervleri 45 milyar ton (1995 ve 1996 yılı petrol ithalatlarının toplamına

denk) ve doğalgaz rezervleri ise 9 milyar m<sup>3</sup> (1999 yılı doğalgaz ithalatının %70'ine denk)' lük bir büyüklük arz etmektedir.

## 1.2. Problemin Durumu

Dünyada ve ülkemizde elektrik şeklinde tüketilen enerjinin toplam enerji içerisindeki payı her geçen gün artmaktadır. Günümüz dünyasında kişi başına elektrik tüketimi, ülkelerin gelişmişliğini değerlendirmek açısından önemli ipuçları verebilmektedir. Nitekim Şekil 1.1'de görüldüğü üzere, Türkiye'nin kişi başına elektrik enerjisi tüketiminin Dünya ve OECD Ülkeleri ortalamalarının bir hayli gerisinde kalmaktadır. Bu husus gelişmiş ve müreffeh bir ülke olabilmek için daha fazla elektrik enerjisi tüketme gerekliliğini beraberinde getirmektedir. Dolayısıyla Türkiye'nin bu amaca ulaşabilmek için önümüzdeki yıllarda daha fazla elektrik enerjisi tüketeceği rahatlıkla öngörülebilir.



Şekil 1.1. Bazı Coğrafyalarda Kişi Başına Elektrik Tüketimi (IEA, 1999)

Türkiye'nin gittikçe artan enerji talebinin güvenilir ve mümkün olduğunca dışa bağımlılık oranı azaltılacak şekilde karşılanmasında, kömürün oldukça önemli bir yeri bulunmaktadır. Nitekim, bu kaynakların değerlendirilmesi neticesinde ülke ekonomisine aşağıdaki konularda olumlu katkılar sağlanacaktır (Önal, 1997; Özdağ, 2002).

- Döviz tasarrufu
- Dış ticaret açığının azaltılması
- İlave istihdam
- GSMH'ın artması

Bununla birlikte ABD (%56), Polonya (%96), Güney Afrika (%88) ve Avustralya (%86) gibi bir çok ülkede elektrik üretiminde bariz bir ağırlığa sahip olan kömürün, Türkiye elektrik üretimindeki payı her geçen gün azalmaktadır. Bu sonuçta bilhassa son yıllarda Yap-İşlet-Devret(YİD), Yap-İşlet(Yİ) ve Otoprodüktör modelleri çerçevesinde geliştirilen doğalgaz projelerinin etkisi büyük olmuştur. Enerji sektöründe yapılan bağlantılar ve yatırımlar dikkate alındığında, önümüzdeki yıllarda elektrik üretiminde bu sürecin devam ederek, ithal yakıt (özellikle doğalgaz) lehine gelişmelerin yaşanacağı öngörülmektedir. Geleneksel bu noktada, aşağıdaki hususların kömür madenciliğimiz ve kömüre dayalı elektrik enerjisi sektörünün gelişmesine karşı önemli birer engel teşkil ettiği düşünülmektedir.

- Mevcut kömür rezervlerinin büyük bir bölümü kamu tekelindedir. Dolayısıyla özel sektörün bu alandaki faaliyetleri oldukça sınırlı bulunmaktadır.
- Özellikle 90'lı yıllardan itibaren kömür kaynaklarını arama çalışmaları neredeyse durma noktasına gelmiştir.
- Kömürle çalışan termik santraller özellikle işletmecilik kaynaklı kayıplardan ötürü oldukça düşük verimle çalışmakta olup, bu durum parasal kaynakların israfına yol açmaktadır.
- Kömüre dayalı elektrik üretimi değerlendirmelerinde, kriter olarak devletin maliyetlerinin esas alınması, bu sektör aleyhine hatalı sonuçlara varılmasına neden olabilmektedir (Kasapoğlu, 2002).
- Kamu tarafından zaman zaman gerçekleştirilen maliyetin altında veya maliyetine kömür satışları, özel sektörün bu alanda rekabet edebilmesini çok zor hale getirmektedir (Kasapoğlu, 1990, 2000).
- Enerjide liberalleşmeye geçiş çalışmaları ile birlikte elektrik ve doğalgaz piyasası kanunları çıkmış olup, petrol yasası ise meclis gündeminde bulunmaktadır. Buna rağmen, kömür ile ilgili herhangi bir yasal çalışma bulunmamaktadır.

Bilhassa kömür fiyatlandırması hususunda Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından ne bağlayıcı ne de yönlendirici sarif bir yaklaşımın sunulmamış olması, kömür üreticileri açısından üretim miktarı, kapasite artışı ve arama- geliştirme gibi konularda önemli belirsizlikleri beraberinde getirmektedir. Netice itibariyle, mevcut koşullar hem kömür madenciliğinin hem de genelde madenciliğin gelişmesini engellemekte ve makro tercihlerin ülkemizin menfaatleriyle çelişir yönde kullanılabilmesine yol açabilmektedir.

### 1.3. Tezin Amacı

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın ilgili kanunla kendisine verilmiş olan "Yeraltı ve yerüstü enerji ve tabii kaynaklar ile ürünlerinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketim, fiyatlandırma politikasını tayin ve gerektiğinde *fiyatlarını tespit etmek*" görevini kömür hammaddeleri için ifa edememesi ve ayrıca üretime konu ruhsatların devletin tekelinde olmasından dolayı bu hammaddeler için serbest rekabet koşullarının oluşmaması, bir yandan devlet dışındaki münferit üreticilerin pazardan çekilmesine, diğer yandan ulusal ekonomiye katkısı diğer sektörlerin katkısıymış gibi tezahür etmesinden dolayı makro tercihlerin çelişir şekilde verilmesine sebep olmaktadır. Bunun sonucu olarak, madencilik sektörü gelişmemekte, maden aramalarına kaynak aktarılamamakta, makro tercihlerin amaca uygun yapıldığı algılanamamakta ve özellikle özel sektör madencileri faaliyetlerine devam edememektedirler.

Bu tez kapsamında yukarıda değinilen hususlara binaen, madencilik sektörüne hizmet verecek bir kömür fiyatlandırma modelinin kurulmasına yönelik bir araştırma yapılması amaçlanmıştır. Bu amaca dönük olarak, kömür fiyatları ile etkili olması beklenen parametreler arasındaki ilişkinin varlığının ve derecesinin ortaya konulması çalışmanın önemli bir adımını oluşturacaktır. Müteakip çalışmalar söz konusu ilişkileri nazarı dikkate alacak ve sektör ihtiyaçlarını gözetererek sözleşmelere zemin teşkil edebilecek bir fiyatlandırma modelinin oluşturulması üzerine olacaktır.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

### 2.1. Kömür ve Kömürün Enerjideki Yeri

#### 2.1.1. Kömürün tanımı ve oluşumu

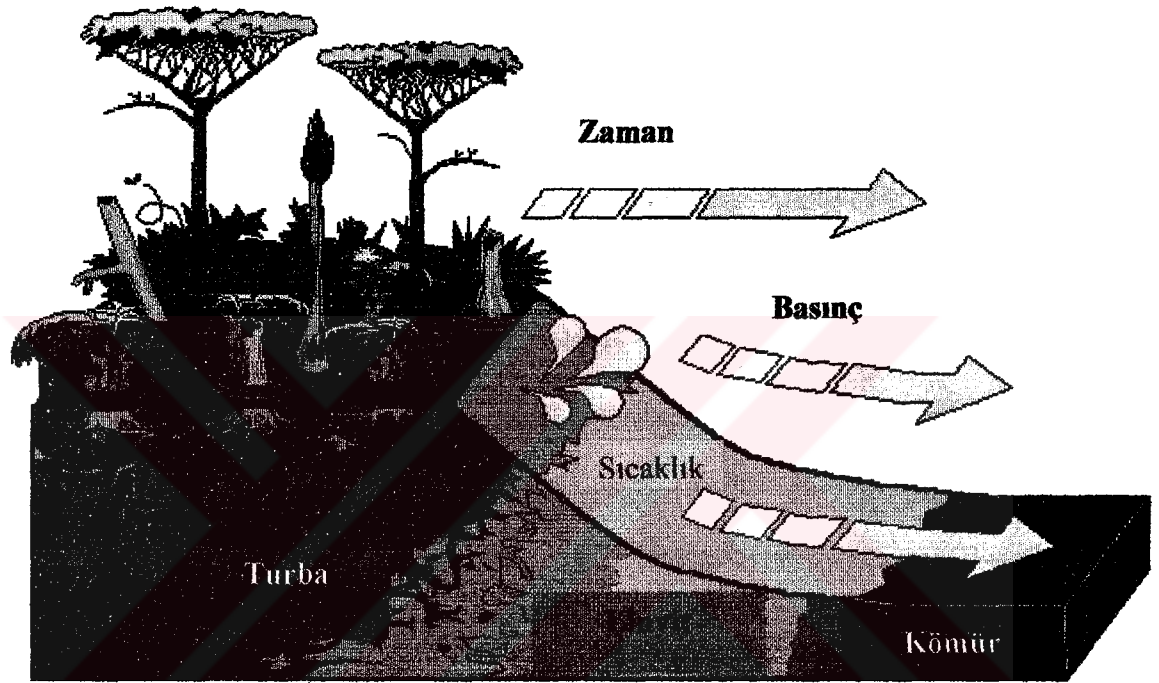
Kömür, çoğunlukla bitki parçalarından oluşmuş, yanabilir bir katı, organoklastik ve sedimanter bir kayaç olarak tanımlanmaktadır (Karayığit ve Köksoy, 1998). Diğer bir tarife göre ise; çoğunlukla karbon, hidrojen ve oksijenden oluşan, az miktarda kükürt ve nitrojen içeren kimyasal ve fiziksel olarak farklı yapılara sahip olan maden veya kayaçtır (DPT, 1996). Her bir kömürün bileşimi ve karakteri, onu oluşturan organik ve inorganik bileşenlerin doğasıyla ve geçirdiği diyajenezin derecesiyle tanımlanmaktadır.

Doğada aşağıdaki özellikleri nedeni ile yapı, doku, bileşenler ve köken açısından birbiriyle tam anlamda özdeş iki kömür oluşumuna rastlamak hemen hemen olanaksızdır.

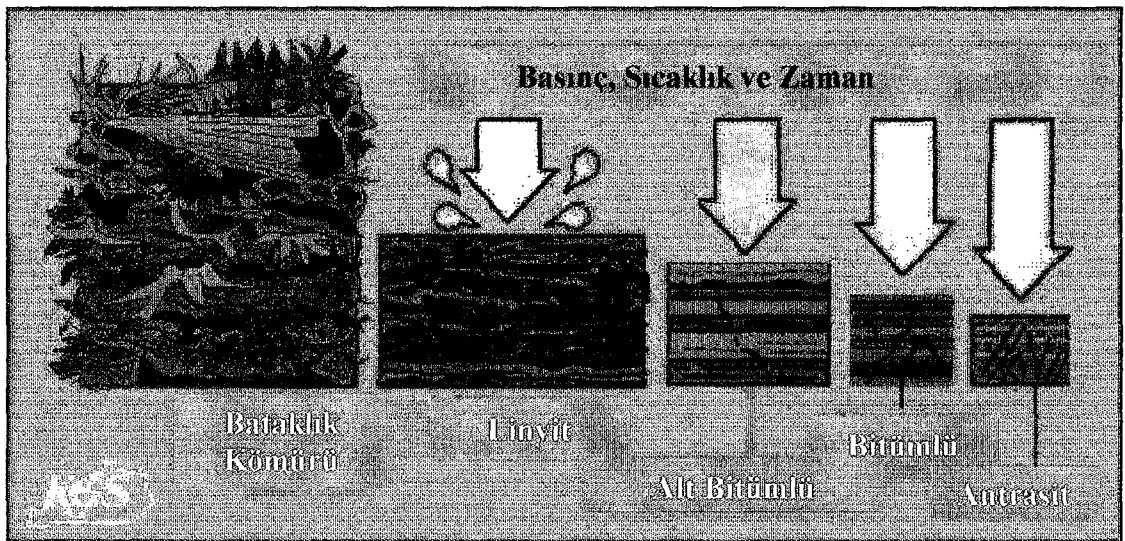
- Kömürleşme süreci
- Nem içeriği
- Kül ve uçucu madde içeriği
- Sabit karbon miktarı
- Kükürt ve mineral madde içerikleri
- Jeolojik, petrografik, fiziksel, kimyasal ve termik özellikler

Kömür, bataklıklarda veya zaman zaman çökelmelere uğrayan geniş nehir deltalarında yetişen bitkilerin ayrışması sonucu oluşur. Bitki ve ağaçların ayrışmasından ortaya çıkan malzeme, bakterilerin etkisi ile turba(bataklık kömürü) dönüşür. Yerkabuğunun hareketi sonucu turba katmanı daha derinlere gömülerek ısı ve biyokimyasal reaksiyonlar etkisiyle çeşitli tipte kömür ve linyitlere dönüşür (Şekil 2.1). Kömürleşme sürecinde oksijen ve hidrojenin atılması, kömürün karbon içeriğini artırır. Bu sırada metan oluşur. Bu gaz ise, ya atmosfere kaçar ya da petrol oluşumuna benzer bir şekilde jeolojik kapanlarda geçirgen olmayan katmanlar arasında doğalgaz rezervuarları oluşturur.

Düşük ısı ve basınç altında meydana gelen kömürler, düşük kaliteli linyiti oluşturmuşlardır (Şekil 2.2). Yüksek sıcaklık ve basınç altında alt bitümlü ve bitümlü kömürler, çok yüksek sıcaklık ve basınç altında ise en yüksek kaliteli kömürler (antrasitler) ortaya çıkmışlardır. (Yücel,1994)



Şekil 2.1. Kömürün Oluşumu (University of Kentucky, 2002)



Şekil 2.2. Farklı Kömürleşme Süreçlerine Göre Kömür Türleri

(University of Kentucky, 2002)

### 2.1.2. Kömürün sınıflandırılması

Kömürün Bölüm 2.1.1.' de değinilen değışkenlik gösteren özellikleri nedeni ile birbirine benzer özellikler ve yakın değerler temelinde sınıflandırılması zorunlu olmuştur. Özellikle kömürün kullanım alanlarının gelişmesi ve uluslararası ticaret hacminin büyümesi bu zorunluluğu artırmıştır.

Kömür sınıflandırmasına geçmeden önce, özellikle literatürde sıkça atıfta bulunulmasından ötürü, kömürün farklı bazlarda nasıl ifade edildiğini belirtmekte fayda mülhaza edilmektedir. Bilindiği üzere kömür genel bir yaklaşımla; sabit karbon, uçucu madde, kül ve toplam nemden ibarettir. Özellikle kömür analizlerinde bu yaklaşım esas alınmakta olup, Şekil 2.3'de bu yaklaşıma göre değışik kömür bazları kısaca ifade edilmektedir (Waterhouse, ).

Toplam Nem				
Yüzey Nemi <i>Free Moisture</i>	Havada Kuru Nem <i>Air dried moisture</i>	Kül <i>Ash</i>	Uçucu Madde <i>Volatile Matter</i>	Sabit Karbon <i>Fixed Carbon</i>
			Kuru, Külsüz	
			Kuru	
			Havada Kuru	
			Orijinal	

Şekil 2.3. Kömürün Çeşitli Bazlardaki Durumu (Waterhouse, )

Kömürleri tanımlamak ve özelliklerini belirlemek amacıyla çeşitli organizasyonlar tarafından çeşitli sınıflandırma sistemleri ortaya konulmuş olup, genel bir sınıflandırma 1957 yılında Uluslararası Kömür Kurulu'nca yapılmıştır (Tablo 2.1). Bu sınıflandırmada kalorifik değer, uçucu madde içeriği, sabit karbon miktarı, koklaşma ve kekleşme özellikleri temel alınarak kömür, *Hardcoal* (Sert Kömür, Taşkömürü) ve *Brown Coal* (Kahverengi Kömür, Linyit) olarak sınıflandırılmıştır.

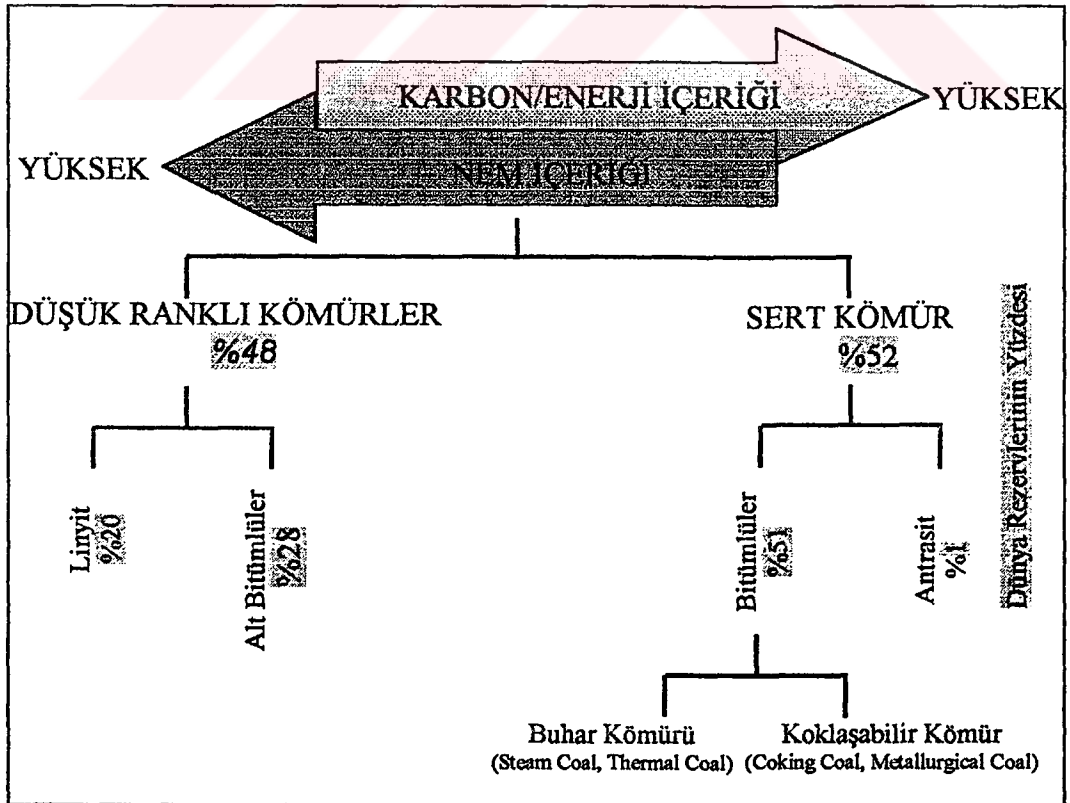


Tablo 2.1. Uluslararası Genel Kömür Sınıflaması (DPT, 1996)

A. Sert Kömür	B. Kahverengi Kömür
1.Koklaşabilir Kömürler ( <i>Coking Coals</i> )	1.Alt (Az) Bitümlü Kömürler ( <i>Subbituminous Coals</i> )
2.Koklaşmayan Kömürler ( <i>Non-coking Coals</i> )	2. Linyit ( <i>Lignite</i> )
a)Bitümlü Kömürler ( <i>Bituminous Coals</i> )	
b) Antrasit	

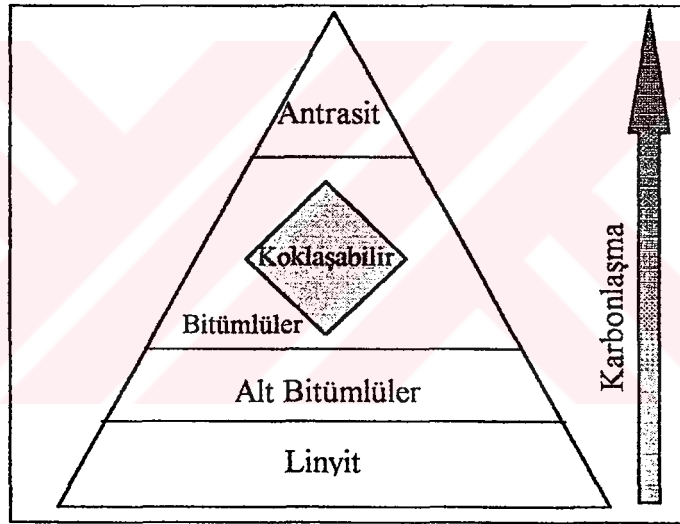
Genel bir yaklaşımla, bu sınıflandırmada yer alan *Sert Kömür* ısı değeri 24 MJ/kg (yaklaşık 5700 kCal/kg) düzeyi üzerinde, *Kahverengi Kömür* ise 24 MJ/kg düzeyi altında olan kömürler için kullanılmaktadır.

Kömürün karbon ve nem içeriği ile koklaşma özelliğini esas alan diğer bir genel sınıflandırma ise Dünya Kömür Enstitüsü'nce (WCI) önerilmektedir. Şekil 2.4'de verilen sınıflandırmada *düşük ranklı kömürler* Uluslararası Kömür Sınıflandırmasında yer alan *kahverengi kömürlerle* örtüşmektedir.



Şekil 2.4. Dünya Kömür Enstitüsü Kömür Sınıflandırması (WCI, 2000)

Uluslararası kömür sınıflandırmasında kabul edilen diğer bir sınıflandırma şekli ise Kömür Rank Sınıflandırmasıdır. Bilindiği üzere karbonlaşma düzeyi ya da rank, kömürün karbonlaşma yönünden ulaştığı aşamadır (Enerji Terminolojisi, 1991). En az değişikliğe uğrayan maddeler karbonlaşma düzeyi düşük katı yakıtlar ve en çok değişikliğe uğrayanlar ise karbonlaşma düzeyi yüksek katı yakıtlardır. Şekil 2.5'de karbonlaşma düzeyi esas alınarak kömürlerin sınıflandırması biçimsel olarak verilmektedir. Şekilde görülen çeşitli ranklardaki kömürlere ait özellikler ise Tablo 2.2'de ayrıntılarıyla sunulmaktadır.



Şekil 2.5. Karbonlaşma Düzeyine Göre Sınıflandırma

(The Coal Association of Canada, 2000)

Tablo 2.2. Çeşitli Ranklardaki Kömürlerin Özellikleri (DPT, 1996)

RANK	UÇUCU MADDE İÇERİĞİ %Ağırlık, Islak- Külsüz	KARBON İÇERİĞİ % Ağırlık, Islak- Külsüz	KALORİFİK DEĞER Btu/Lb, Mineral maddesiz	NEM İÇERİĞİ % Ağırlık
1. LİNYİT	69-44	76-62	8300-6300	52-30
2. ALT BİTÜMLÜ	52-40	80-71	11500-8300	30-12
3. BİTÜMLÜ				
a)Yüksek Uçucu-B	50-29	86-76	13000-10500	15-2
b)Yüksek Uçucu-C				
c)Yüksek Uçucu-A	49-31	88-78	14000	5-1
d)Orta Uçuculu	31-22	91-86	14000	5-1
e)Düşük Uçuculu	22-14	91-86	14000	5-1
4. ANTRASİT	14-2	99-91	14000	5-1

Bu ve benzeri sınıflandırmaların tümünde parametre önceliğine ve dahil edilen özelliklere göre çeşitli farklılıklar söz konusudur. Ancak uluslararası literatürde yaygın olarak “taşkömürü (hardcoal) ” antrasit (anthracite) ve bitümlü kömürü (bituminous coal); “kahverengi kömür (brown coal) ” ise alt bitümlü kömür (subbituminous coal) ve linyiti (lignite) kapsayacak şekilde kullanılmaktadır (Enerji Terminolojisi, 1991; Crowson, 1998-1999; EIA, 1999). Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde bu yaklaşım esas alınmaktadır.

### 2.1.3. Kömürün enerjideki yeri

#### 2.1.3.1. Enerjinin tanımı ve türleri

Enerji, bir sistemin kendisi dışında etkinlik üretme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Enerji Terminolojisi, 1991). Isınmak, yer değiştirmek, aydınlanmak veya bazı ev cihazlarından yararlanmak isteyenler için bir *son tüketim malı* niteliği taşıırken, mal ve hizmet üretmek için üretim prosesi boyunca kullanıldığında *ara tüketim malı* olmaktadır.

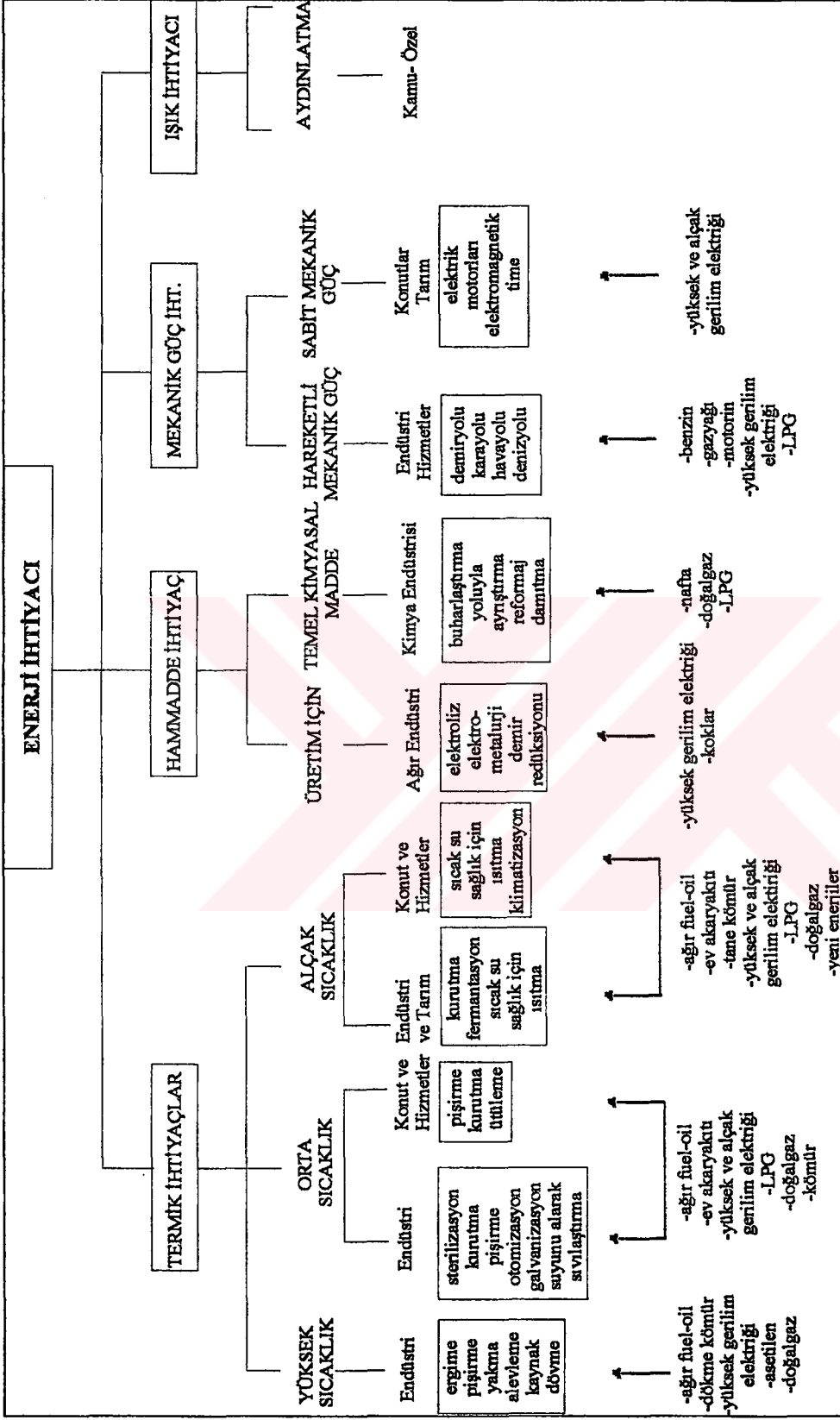
Şekil 2.6’ da görüleceği üzere enerji; termik, mekanik güç, hammadde ve aydınlanma ihtiyaçlarının karşılanması için bir araç görevini üstlenmekte olup, söz konusu ihtiyaçlar konut ve sanayi sektörünün hemen her adımında geçerlidir.

Enerji, farklı ölçütlere göre çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda verilmektedir.

#### ➤ Değişim ve dönüşüme uğraması bazında

- o Birincil (primer) enerji: Doğadan alınan serbest enerji miktarı olup, enerjinin herhangi bir değişmeye uğramamış ya da dönüşüm uygulanmamış olan biçimidir (kömür, petrol, doğalgaz, su, rüzgar, odun, bitki artıkları gibi).
- o İkincil (sekonder) enerji: Birincil enerjinin bir veya birkaç kez dönüşüme uğramış şeklidir (elektrik, ısı gibi).

#### ➤ Ticari faaliyetlere konu olması bazında



Şekil 2.6. Enerji Tüketimine Yol Açan İhtiyaçlar (Yücel, 1994)

- o Ticari enerji: Bir ticari işlem çerçevesinde satın alınması ya da satılması söz konusu olan enerjidir.
- o Ticari olmayan enerji: Ticari alışveriş konusu olmayan enerjidir (genellikle bitkilerden, hayvanlardan, bazen de tarımsal ya da ormansal, hatta endüstriyel faaliyetlerin ikincil ürünleri olarak elde edilirler)

➤ İhtiyacı karşılması bazında

- o Yararlanılan enerji: Enerjinin ihtiyacı karşılayan şekli olup, son enerjinin dönüştürme cihazındaki kayıplar dikkate alındığında ihtiyacı karşılayan miktardır.
- o Yararlanılamayan enerji: Aşamalar boyunca meydana gelen tüm kayıpları belirtir.

➤ Yenilenebilmesi bazında

- o Tükenebilir Enerji Kaynakları: Doğal olarak hiçbir surette yeniden oluşamayacak enerji kaynaklarıdır(petrol, kömür vs.)
- o Yenilenebilir Enerji Kaynakları: Sürekli, kısa dönemlerde veya bir ya da birkaç kuşak içinde yenilenebilir enerji kaynaklarıdır (güneş ener., hidrolik ener., jeotermal ener., rüzgar ener.).

Doğrudan, değiştirme (belli biçimdeki enerjinin, fiziksel durumu değişmeden üretimi ya da yeniden elde edilmesi) ya da dönüştürme (belli biçimdeki enerjinin, fiziksel durumu değişerek üretimi ya da yeniden elde edilmesi) yoluyla yararlı enerji üreten tüm kaynaklar *enerji kaynakları* olup aşağıdaki gibi sıralanmaktadır.

➤ Katı Yakıtlar

➤ Gaz Yakıtlar

➤ Nükleer Enerji

➤ Güneş Enerjisi

➤ Rüzgar Enerjisi

➤ Jeotermal Enerji

➤ Sıvı Yakıtlar

➤ Hidrolik Enerji

➤ Elektrik enerjisi

➤ Biyomas Enerjisi

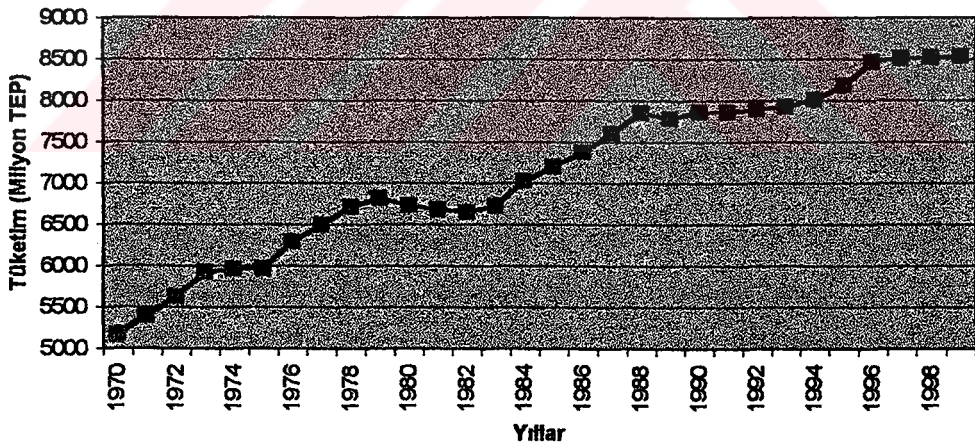
➤ Dalga Enerjisi

➤ Nükleer Füzyon Enerjisi

Burada, fiziksel ve/veya kimyasal işlemlerle doğadan elde edilebilen ya da kazanılabilen, enerji üretebilecek mineral ve fosil kökenli enerji hammaddeleri *Mineral ve Fosil Yakıtlar* olarak adlandırılmakta olup tüm katı, sıvı, gaz ve nükleer yakıtları kapsamaktadır. Bu çalışma kapsamında Mineral ve Fosil Yakıtlar özel bir önem arz etmekte olup, bundan sonraki bölümlerde petrol, kömür ve doğalgaz Fosil Yakıtlar olarak adlandırılacaktır.

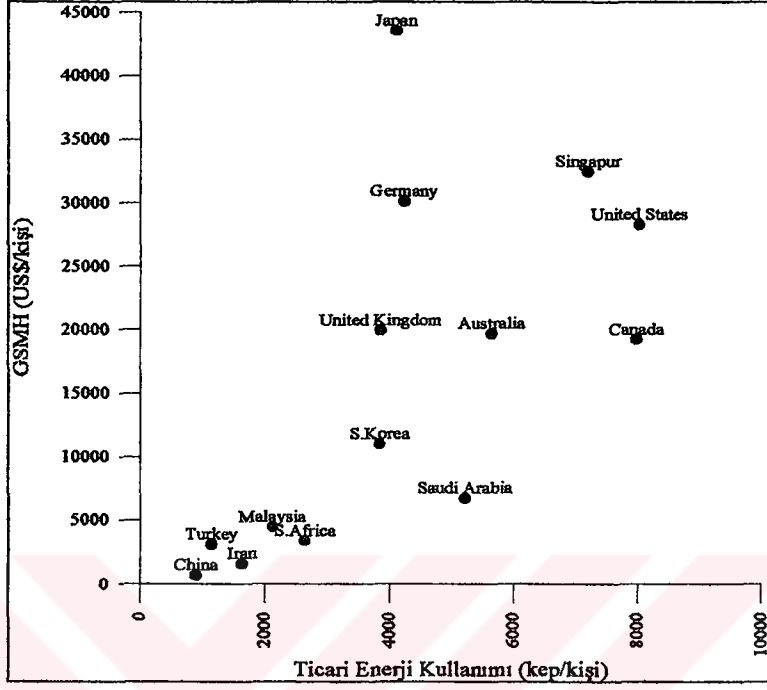
### 2.1.3.2. Enerji tüketimi ve ekonomik gelişmişlik arasındaki ilişki

Gerek nüfus artışı, gerekse teknolojik gelişmeler neticesinde dünya birincil enerji tüketimi sürekli olarak artmaktadır. Yıllar bazında özellikle enerji fiyatlarının etkisi ile dalgalı bir yapı arz eden bu artış, British Petroleum'un 1980, 1990 ve 2000 yılı istatistikleri kullanılarak elde edilen Şekil 2.7'de açıkça görülmektedir.

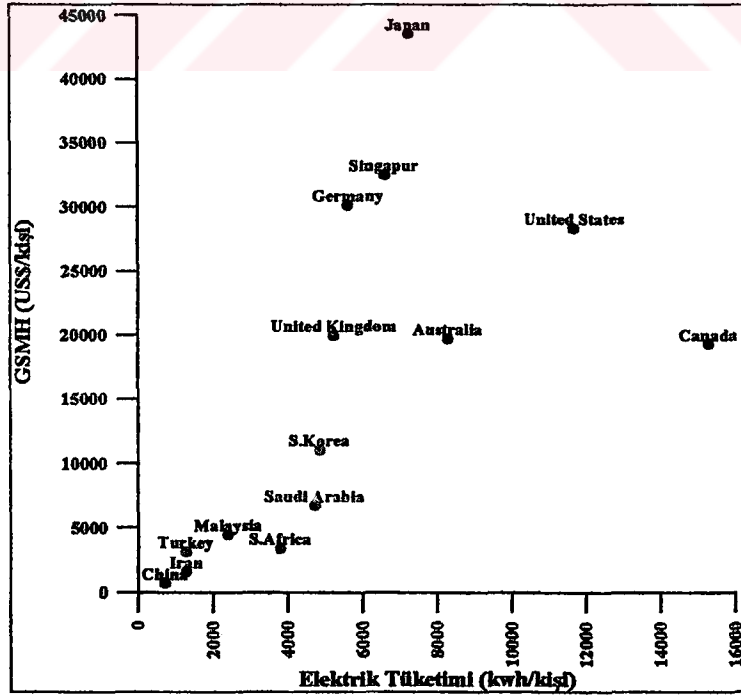


Şekil 2.7. Dünya Birincil Enerji Tüketimi (BP, 1980-1990-2000)

Gelişmenin ve toplumsal refahın en önemli ölçütlerinden birisi enerji tüketimidir. Söz konusu ilişki Dünya Bankasının 2000 yılında yayınladığı raporlardan derlenen veriler yardımıyla oluşturulan Şekil 2.8 ve Şekil 2.9'te



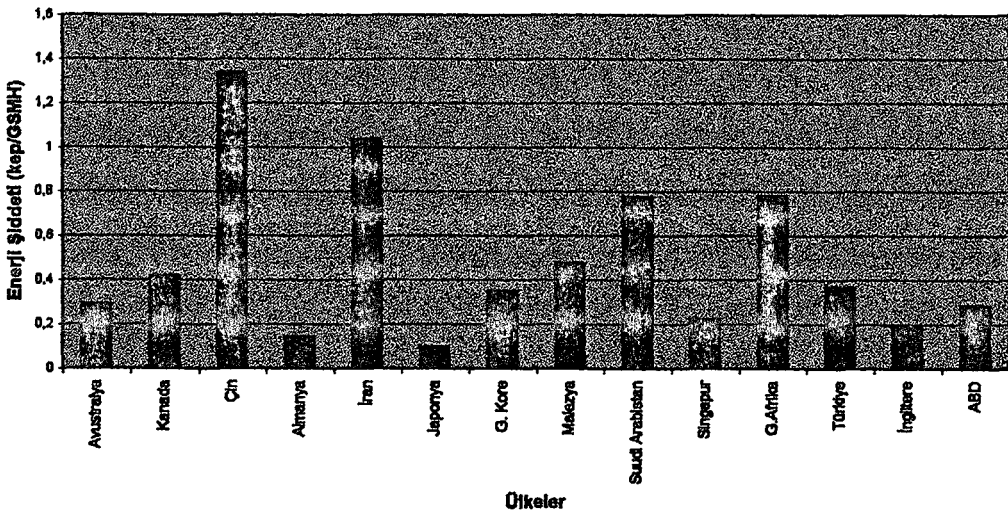
Şekil 2.8. 1997 Verileri İle Kişi Başına Enerji Kullanımı (Worldbank, 2000)



Şekil 2.9. 1997 Verileri İle Kişi Başına Elektrik Tüketimi (Worldbank, 2000)

açıkça ortaya çıkmaktadır (World Bank, 2000). 1997 yılı verileri ile farklı gelire ve farklı tüketime sahip ülkelerin kıyaslandığı şekillerde, hem kilogram eşdeğer petrol cinsinden verilen ticari enerji kullanımı, hem de kwh cinsinden verilen elektrik tüketiminin ülkelerin reel bazda verilen (1995=100) kişi başına Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH) değerleriyle orantılı bir ilişki içerisinde olduğu görülmektedir.

Belirli bir anda, belirli bir ülkede genellikle tep (ton eşdeğer petrol) cinsinden hesaplanan toplam enerji tüketiminin para cinsinden ifade edilen GSMH' a oranı, ekonomik faaliyette enerjinin rolü hakkında fikir vermektedir (Yücel, 1994). Genel olarak *enerji şiddeti* olarak adlandırılan bu oran, Dünya Bankası verileri kullanılarak geliştirilen Şekil 2.10'dan görüleceği üzere, gelişme düzeyleri farklı ülkelere göre farklılık arz etmektedir (1997 yılı verileri esas alınmış olup, fiyatlar 1995 yılı bazında reelleştirilmiştir). Ekonomik gelişmişlik düzeyinin yanı sıra teknolojik yenilikler, iklim, zaman, nüfus yoğunluğu ve şehirleşme oranı da enerji şiddeti üzerinde etkili parametreler arasında yer almaktadır. Ayrıca enerji fiyatlarının seviyesi de enerji şiddeti üzerinde diğer önemli bir etkidir. Aralarında ters bir ilişki mevcut olup, düşük fiyatlar enerji şiddetinin artmasına neden olmaktadır (WEC, 2000).



Şekil 2.10. Bazı Ülkelere Ait Enerji Şiddeti Değerleri (WEC, 2000)



Sabit para cinsinden hesaplanan bir dolar tutarında GSMH üretmek için gerekli tep miktarını gösteren enerji şiddeti, endüstrileşmiş ülkelerde üç karakteristik dönem göstermektedir (Yücel, 1994).

- Devamlı Artış Gösterdiği Dönem: Enerji şiddetinin artması büyük enerji tüketicisi olan bazı ağır endüstrilerde (demir- çelik, metalurji gibi) yaşanan gelişme ile açıklanabilmektedir. Örnek olarak ABD’de 1 \$ GSMH üretmek için 1920’de, 1850’ye göre yaklaşık 8 kat daha fazla enerji gerekmiştir.
- Düşme Gösterdiği Dönem: Bazı teknolojik faktörlerin etkisiyle, özellikle enerji zinciri boyunca verimlerin artması; fazla enerji tüketen endüstrilerin ağırlığının hafif endüstrilerin yararına azalması ve hizmet faaliyetlerinin çoğalması; katma değeri yüksek faaliyetlerin (hastane, okul, ticarethane vs.) artması ve petrolün kömürün yerine geçmesi nedeniyle enerji verimlerinde oldukça önemli bir iyileşmenin meydana gelmesi gibi faktörler enerji şiddetinin düşmesine neden olmaktadır.
- Kararlı Hale Geldiği Dönem: Marjinal ilerlemeler gittikçe daha pahalı olduğundan ve ancak çok yüksek enerji fiyatları döneminde bir anlam ifade edeceğinden enerji verimleri düzeyinde görülen ilerlemelerdeki yavaşlamalar ve birincil enerjinin ikincil enerjilere dönüştürülmesi yönteminin yoğunlaşması gibi etkenler söz konusu dönemde hakimdir.

Neredeyse tüm sanayileşmiş ülkelerde bir birim GSMH üretmek için tüketilen toplam enerji miktarı 1970’ ten (birçok ülkede daha önce) sonra düzenli olarak azalmıştır (WEC, 1995). Bu azalmanın arkasındaki ana etken yukarıda sayılanlara ilaveten ikinci petrol şokunun sonucu olarak ortaya çıkan enerji fiyatlarındaki artıştır. Enerji şiddetinin, 1960- 1975 yılları arasında ABD, İngiltere, Almanya ve Fransa’da belirli bir oranda sabit durması ise düşme

eğiliminin tam anlamıyla durduğunu göstermemekle beraber, o ana kadarki sürekli düşmede yaşanan bir “ara” yı oluşturmaktadır.

### 2.1.3.3. Fosil yakıtların enerji üretimindeki yeri ve kömürün önemi

1997 yılı itibari ile dünya birincil enerji üretimi 9584,56 milyon tep mertebesinde olup, Tablo 2.3’de önemli coğrafyalara ait kişi başına birincil enerji üretimi (BEÜ) değerleri verilmektedir. Dünya ortalaması 1,69 ton eşdeğer petrol (TEP) mertebesinde olup, en yüksek değer OECD Ülkelerine ve en düşük değerler ise sırasıyla Afrika ve Asya gibi geri kalmış bölgelere aittir. Bu rakamlar gelişmişlik düzeyi ile enerji tüketiminin yanı sıra enerji üretimi arasında da orantılı bir ilişkinin olduğuna dair ipuçları vermektedir

Tablo 2.3. Kişi Başına Birincil Enerji Üretimleri (IEA, 1999)

BÖLGE/ ÜLKE	BEÜ /Kişi (TEP)
Dünya	1,69
OECD Ülkeleri	4,63
Orta Doğu	2,27
Eski SSCB	3,09
OECD Dışı Avrupa	1,98
Çin	0,90
Asya	0,57
Latin Amerika	1,11
Afrika	0,64

Dünya birincil enerji üretiminin enerji kaynakları bazında çeşitli yıllardaki dağılımı Tablo 2.4’de verildiği gibi gerçekleşmiştir. Petrol, doğal gaz ve kömürün üretimdeki payları %90 dolayında seyretmiştir. Bu husus insanoğlunun fosil yakıtlara ciddi bir şekilde bağımlı olduğunu açıkça gösterir niteliktedir.

Tablo 2.4. Birincil Enerji Üretiminin Enerji Kaynakları Bazında Dağılımı (BP, 2001, 1990, 1980)

Yıllar	Petrol	Doğal Gaz	Kömür	Nükleer	Hidroelektrik	Toplam
1970	44,1	18,0	31,6	0,4	5,9	100
1980	43,6	18,6	29,4	2,4	6,0	100
1989	38,7	21,3	27,8	5,6	6,6	100
2000	40,0	24,7	25,0	7,6	2,6	100

Ancak özellikle petrol ve doğalgaz için büyük önem arz eden iki önemli nitelik, bunların kullanımlarıyla ilgili çeşitli sınırlamalar getirmekte ve günümüzde uluslararası birçok politik istikrarsızlıkların temelini oluşturmaktadır.

- Tükendir ve yenilenemez enerji kaynaklarıdır (Tablo 2.5.).
- Oluşmaları ve yer kabuğunda ekonomik olarak işletilebilecek rezerv ve derecede birikimleri belirli jeolojik koşulların yerine geldiği bölgelerde gerçekleşmektedir. Bu nedenle dağılımları düzensiz olup, dünyanın her tarafında eşit olarak bulunmamaktadırlar (Tablo 2.6.).

Tablo 2.5. Dünya Fosil Yakıt Rezervleri ve Ömrü (BP, 2001)

	Rezerv	Ömrü (Yıl)
Petrol (Milyar ton)	142,1	43
Doğal Gaz (Trilyon m <sup>3</sup> )	150,19	65
Taşkömürü ve Linyit (Milyon ton)	984211	227

Tablo 2.6. Fosil Yakıt Rezervlerinin Dünyadaki Dağılımı (BP, 2000)

Kömür		Petrol		Doğal Gaz	
Bölge	%	Bölge	%	Bölge	%
Kuzey Amerika	26,1	OPEC Dışı	22,40	OECD Ülkeleri	9,1
Avrupa	12,4	OECD Ülkeleri	8,3	Orta Doğu	33,8
Eski SSCB	23,4	Eski SSCB	6,3	Eski SSCB	38,7
Asya-Pasifik	29,7	Diğer OPEC Dışı	7,8	Diğer	18,4
Diğer Dünya	8,4	OPEC	77,6		
		İran	8,7		
		Irak	10,9		
		Kuveyt	9,3		
		Suudi Arabistan	25,5		
		Birleşik Arap Emirlik.	9,4		
		Diğer OPEC	13,8		

Dünyada en bol miktarda bulunan fosil yakıt olan kömür, aynı zamanda geniş bir coğrafik alana yayılmıştır. Öte yandan petrol ve doğalgaz hem belirli bölgelerde yoğunlaşmış, hem de yaklaşık olarak yarım yüzyıllık bir ömürleri

kalmıştır. Dolayısı ile bugünkü şartlar devam ettiği müddetçe insanoğlu hayatını idame ettirebilmek amacıyla daha uzun yıllar kömüre bağımlı kalmaya devam edecektir.

#### 2.1.4. Kömürü tanımlayan parametreler

Kömürün özellikleri; bileşimine, kömürleşme derecesine ve oluşum şartlarına bağlı olarak değişmektedir. Söz konusu özellikler kömürün çeşitli alanlardaki kullanımını belirlemekte olup, alıcı ve satıcı arasındaki uzun vadeli ilişkilerin kurulmasında ve fiyatlandırmada esas teşkil etmektedir. Müteakip paragraflarda kömürün önemli bazı temel özelliklerine değinilmektedir.

- 1) **Azot İçeriği:** Kömürdeki azotun kaynağı, bitkisel ve/veya hayvansal proteinler, azotça zengin bakteriler, bitki alkaloidleri ve klorofildir. Kömürün azot içeriği yaşıyla düzgün bir değişim göstermemekte olup; aynı yaştan, aynı bölgeden ve hatta aynı damarın kesitinden alınan kömür örneklerinin azot içerikleri geniş aralıklarda değişebilmektedir. Kömürün yakıt olarak kullanılması sonucu yayılan azot oksitleri, kükürt oksitlerden sonra kömürden kaynaklanan ikinci önemli hava kirleticidir.
- 2) **Elektrik İletkenliği:** Elektrik özdirenci, birim uzunluktaki ve birim kesit alanına sahip bir cismin direncidir. Elektrik iletkenliği ise elektrik özdirencinin tersidir. Kömür özdirenci genel olarak  $1-10^{14}$  ( $\Omega m$ ) arasında değişen bir yarı iletkenidir. Kömürün özdirenci yaşı arttıkça artar. Bu artış, %87 ve üzerindeki karbon içeriklerinde hızlıdır. Çünkü kömürün grafitimsi özellikleri bu aralıkta artar.
- 3) **Gözeneklilik:** Kömürler oldukça gözenekli maddeler olup, üretimi, hazırlanması ve kullanımı sırasındaki davranışlarına bu özelliğinin büyük etkileri söz konusudur. Karbon içeriği %75'in altında olan kömürlerin gözenekliliği makro gözeneklerin (Çapı  $>200 \text{ \AA}$ ), karbon içeriği %75-84 olan kömürlerin gözenekliliği makro ve geçiş

gözeneklerinin (Çapı  $>200 \text{ A}^\circ$ ,  $20 < \text{Çap} < 200 \text{ A}^\circ$ ) ve karbon içeriği %85-91 olan kömürlerin gözenekliliği ise mikrogözeneklerin (Çapı  $<20 \text{ A}^\circ$ ) varlığından kaynaklanmaktadır.

- 4) **Isıl Değer:** Kömür yandığı zaman ısının açığa çıkması, içerdiği karbon ve hidrojen bileşiklerinin oksitlenmesi sonucudur. Katı bir yakıtın ısıl değeri, birim ağırlıktaki yakıtın tamamen yanması sonucu açığa çıkan ısı biriminin sayısıdır. Bir kömürün ısıl değeri, türüne ve organik yapısına karışmış olan yanmayan maddelerin miktarına bağlıdır. Genç kömürlerin ısıl değeri oksijen ve rutubet içeriklerinin fazla olması nedeni ile düşüktür. Isıl değer kömürün yaşıyla beraber sistematik olarak değişmekte ve yaşı arttıkça artmaktadır.
- 5) **Isıl İletkenlik:** Bir maddenin ısıl iletkenliği, ısı enerjisini sıcak bir bölgeden daha soğuk bir bölgeye iletme özelliğidir ve birim alandan, birim zamanda, birim kalınlıktaki bir derecelik sıcaklık farkı nedeniyle iletilen ısı birimini gösteren bir katsayı ile ifade edilir. Uçucu maddesi, rutubet içeriği ve yoğunluğunun artmasıyla kömürün ısıl iletkenliği artmaktadır. Sıcaklığın yükselmesi de ısıl iletkenliğin artmasına neden olmaktadır.
- 6) **Kömürün Kendiliğinden Yanması:** Üretilen kömürlerin yeryüzünde depolanması ve nakliyatı sırasında oluşan yangınlar sonucu önemli parasal kayıplar meydana gelmektedir. Turbadan antrasit oluşumuna kadar devam eden kömürleşme sürecindeki değişimler kömürün kendiliğinden yanma özelliğini etkilemektedir. Kömürün rankı arttıkça oksijen adsorplayabilme yeteneği azalmaktadır. Örneğin, linyitler kendiliğinden yanmaya çok eğilimli oldukları halde bu olay antrasitte nadiren görülür. Bunun başlıca nedenleri, düşük ranklı kömürlerde daha fazla oksijen bulunması ve gözeneklerin genişlemesi sonucu oksidasyon için daha elverişli şartların oluşmasıdır.

- 7) **Kükürt İçeriği:** Kükürt kömürde anorganik ve organik olmak üzere iki türde bulunmaktadır. Kükürt yanabilen bir madde olduğundan kömürün ısı değerini azaltıcı bir etki yapmaz. Ancak, çevre kirliliğine neden olması ve yakma sistemlerine korozif etkisi nedeni ile kömürden uzaklaştırılması gerekmektedir.
- 8) **Kül İçeriği:** Kömür yandığı zaman içerdiği mineral maddelerin değişikliklere uğraması sonucu kül oluşur. Külün kökeni kömürün içerdiği mineral maddeler olduğundan, özellikleri mineral maddenin bileşimine ve oksidasyonun gerçekleştirildiği şartlara bağlıdır. Kömürde yüksek kül miktarı, ısı değeri azalttığı için kullanıcılar tarafından istenmez.
- 9) **Külün Erime Özellikleri:** Kömür külünün yakma ünitesindeki davranışının en önemli göstergesi erime özelliğidir. Kömürün külü yüksek sıcaklıklara ısıtılırsa yumuşar ve akışkanlaşır. Farklı kömürlerin küllerinin erime özellikleri de farklı olabilir. Yakıldığı zaman kül miktarı az fakat erime sıcaklığı düşük olan kömür, daha fazla kül bırakan ancak külünün erime sıcaklığı daha yüksek olan diğer bir kömürden daha düşük verimle yakılabilir.
- 10) **Maksimum Akıcılık:** Koklaşabilen kömürlerin temel özelliği, ısı altında yumuşaması ve daha sonraki ısılarda yeniden katılaşmasıdır. Kömürün yumuşama derecesi, kömürün akıcılığı olarak bilinmekte olup, koklaştırma prosesinde bu özellik, güçlü bir koku oluşturmak için eriyerek birleşmeden önce kömür parçalarının yakın temas etmesini sağlar.
- 11) **Manyetik Duyarlık:** Bir maddenin manyetik duyarlığı, birim hacimdeki manyetik momentin, alan şiddeti ile yoğunluğun çarpımlarına oranı olarak tarif edilir. Manyetik duyarlılığı küçük ve negatif işaretli olan maddeler diamanyetik, küçük ve pozitif işaretli olanlar paramanyeti, büyük ve pozitif işaretli olanlar ise

ferromanyetik olarak tanımlanmaktadır. Organik bileşiklerin çoğu diamanyetiktir. Bu nedenle, kömürün organik kısmı da diamanyetiktir. Kömürün içerdiği anorganik maddeler ise paramanyetik ve ferromanyetik olabilir. Ancak, kömürdeki mineral maddelerin çoğunun paramanyetik olduğu saptanmıştır. Kömürün organik ve anorganik kısımlarının manyetik duyarlılıklarının ölçülmesi, oluşumu ve yapısı hakkında bilgi edinmek amacıyla kullanılabilir. Pirit ve diğer mineral maddelerin kömürden giderilmesi amacıyla uygulanan fiziksel yöntemlerin bazılarında da bu özellikten faydalanılmaktadır.

- 12) **Nem İçeriği:** Yüzey nemi, kömürle birlikte tabii olarak oluşmayan, kömürün kırık- çatlak yüzeylerinde bulunan ve havada kurutmayla kolaylıkla ayrılabilen nem türüdür. Havada kurutma, herhangi bir kömür analizinin ilk adımını oluşturur ve bu kurutma sonucu kömürde kalan nem, havada kuru nem olarak bilinir. Orijinal nem, kömürün örneklendiği, satın alındığı veya laboratuara getirildiği durumdaki toplam nem miktarını gösterir. Kömürün nem içeriği kömürleşme derecesi arttıkça azalmaktadır. Kömürde yüksek nem, linyitlerin ısıl değerini ve koklaşabilir kömürlerin karbon miktarını azalttığı, taşıma ve zenginleştirme işlemleri sırasında problemler yarattığı için istenmez. Ayrıca, yüksek nemli kahverengi kömürlerin havada kuruma ile nem içeriklerini kısmen kaybetmeleri sonucu, özellikle depolanan kömürde parçalanma- ufalanma artmaktadır.
- 13) **Oksijen İçeriği:** Oksijen, kömürün içerdiği minerallerde anorganik, organik yapı içinde ise organik bileşikler halinde ve ayrıca da rutubet içerisinde bulunmaktadır.
- 14) **Özgül Isı:** Birim kütle için termal kapasitesi olarak tanımlanan kömürün özgül ısısının en çok kullanıldığı yer koklaştırma prosesi için gereken ısının hesaplanmasıdır. Özgül ısı kömürün özelliklerine

bağlı olarak genellikle 0,2-0,4 kcal/kg°C arasında değişir. Özgöl ısı kömürün karbonizasyon derecesi artarken azalmakta, rutubet içeriğinin artması durumunda ise artmaktadır.

- 15) **Sabit Karbon İçeriği:** Rutubetsiz (kuru) kömürün sabit karbon içeriği, uçucu madde ve kül yüzdelerinin toplamının 100 den çıkarılmasıyla bulunur. Kömürün karbonizasyonu sonucu oluşan kok, sabit karbon ile külden ibarettir.
- 16) **Sağlamlık:** Metalurjik kullanım için kokun sağlamlığı çok önemlidir. Kok dayanıklılığı yüksek fırın içindeki hareketinin yaratacağı zor koşullara uygun olmalıdır. Aşırı kırılma, daha az geçirgen fırın ortamı ve dolayısıyla az gaz akışı ile sonuçlanacağı gibi, çok ince tozların atık gazlar ile taşınmasına yol açacaktır.
- 17) **Serbest Şişme Sayısı:** Serbest şişme sayısı, kömürün koklaşma özelliğinin tespitinde kullanılır ve standart bir ısı altında kömürün hacimce genişleme kapasitesini ifade eder. 0-9 aralığında bulunan bu sayı arttıkça kok kalitesi de artmaktadır. Yani bir kömürün serbest şişme sayısı eğer 9 ise, söz konusu kömür çok iyi koklaşabilir özelliğe sahiptir.
- 18) **Uçucu Madde İçeriği:** Kömür oksijensiz ortamda ısıtıldığında kimyasal olarak değişikliğe uğrar ve çoğunluğu hidrojen, karbonmonoksit, metan ve diğer hidrokarbonlar gibi yanıcı gazlardan oluşan katran buharları ve karbondioksit ile su buharı gibi yanmayan gazları da içeren “uçucu madde” çıkışı olur. Değişik yaşıardaki kömürlerin uçucu maddelerinin bileşimleri ve miktarları önemli farklılıklar göstermekte olup, kömürün yaşı arttıkça içerdiği uçucu maddenin miktarı ve uçucu madde içerisindeki yanmayan gaz miktarı azalır. Kömürün koklaşabilirliği ile karbonizasyon sırasındaki gaz ve katı ürünlerinin miktarları konusunda bilgi



verdiğinden kömürün uçucu madde içeriğinin tespit edilmesi oldukça önem taşımaktadır.

19) **Yansıtma:** Yansıtma, parlatılmış bir yüzeye dik olarak gelen ışığın yansıtılan yüzdesi olarak ifade edilmektedir. Kömürün yaşı, çeşitli petrografik bileşenlerinin miktarları ve karbonizasyon sıcaklığı hakkındaki bilgiler bu özelliğinden türetilir. Kömürün yaşı arttıkça yansıtması da aromatik bileşenlerinde meydana gelen değişiklikler nedeni ile artmaktadır.

20) **Yoğunluk:** Kömürün gerçek yoğunluğu, yaşına bağlı olarak değişmektedir. Saf kömürdeki vitrinit ve inertinitin gerçek yoğunluğu, kömürde karbon içeriği %82-88 arasında olduğunda en düşük değerini (yaklaşık  $1,3 \text{ gr/cm}^3$ ) almakta ve kömürün yaşı arttıkça hızla yükselerek antrasitlerde  $1,8- 1,85 \text{ gr/cm}^3$  'e ulaşmaktadır. Kömürleşme derecesinin düşmesiyle yani karbon içeriğinin %82'nin altına inmesiyle beraber ise tekrar artmaktadır. Kömürleşme derecesi aynı olan kömürlerin yoğunlukları arasındaki farkın nedeni, içerdikleri mineral madde miktar ve türlerindeki farklılıklardır. Yoğunluk, kömür hazırlama işlemlerinin gerçekleştirildiği yıkama tesislerinin tasarımında önemli bir parametredir.

21) **Yüzey Alanı:** Adsorpsiyon ve reaktivite gibi bazı önemli özellikleri yüzey alanından etkilenen kömürün bu özelliği kömürleşme derecesiyle değişmekte ve koklaşabilir taşkömürlerinde en düşük seviyesine inmektedir. Linyitlere doğru artan yüzey alanı, antrasitlerde koklaşabilir taşkömürlerine oranla biraz daha yüksektir.

## 2.1.5. Kömürün tüketim alanları

### 2.1.5.1. Genel

Kömürün birçok önemli kullanım alanı olup, bunlardan en önemlileri arasında elektrik üretimi, çelik ve çimento yapımı ile endüstriyel proseslerde ısıtmayı saymak mümkündür. Genel bir yaklaşımla; dünya birincil enerji tüketiminin %26' sı, elektrik tüketiminin %38' i ve çelik üretiminin %70'i kömüre bağlıdır (WCI, 1999). Söz konusu tüketim alanlarında ikame olanakları mevcut olmasına rağmen, kömür önemini korumaya devam etmektedir. Özellikle elektrik üretiminde birçok ülke ağır bir şekilde kömüre bağımlıdır. Bu ülkeler arasında Polonya (%96), Güney Afrika (%90), Avustralya (%86), Çin (%81), Hindistan (%75), Çek Cumhuriyeti (%74), Yunanistan (%70), Danimarka (%59) ve ABD (%56)' yi saymak mümkündür(WCI, 2000).

Tablo 2.7' de 1996 yılı itibari ile OECD Ülkelerindeki kömürün tüketim alanları verilmektedir. Buradan anlaşılacağı üzere enerji kömürü ve linyitin büyük bir bölümü elektrik üretimi ve ısıtma amaçlı kullanılırken, koklaşabilir kömürden ise kok fırınlarında faydalanılmaktadır.

Günümüz teknolojiyle çelik üretiminin büyük bir bölümü Temel Oksijen Fırınlarında (Basic Oxygen Furnaces) gerçekleştirilmekte olup, bu proseste 1 ton çelik üretmek için 630 kg kömür kullanılmaktadır(WCI, 1999). Üretimin yaklaşık olarak %30'luk kalan bölümü ise Elektrik Ark Fırınlarında (Electric Arc Furnaces) gerçekleştirilmekte ve bu proseste kullanılan elektriğin yine önemli bir bölümü kömürle çalışan termik santrallerden temin edilmektedir. Bu husus insanoğlunun kömüre olan vazgeçilmez bağımlılığını daha açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

Tablo 2.7. Kömür Tüketiminin (%) Dağılımı (Crowson, 1998-1999)

	Enerji Kömürü (Steam Coal)	Koklaşabilir Kömür (Coking Coal)	Linyit (Lignite)
Elektrik ve Isı Tesisleri	89	8	92
Kok Fırını	-	85	-
Yüksek Fırın	1	4	-
Briketler	-	-	4
Sanayi	8		
Diğer	2	3	4

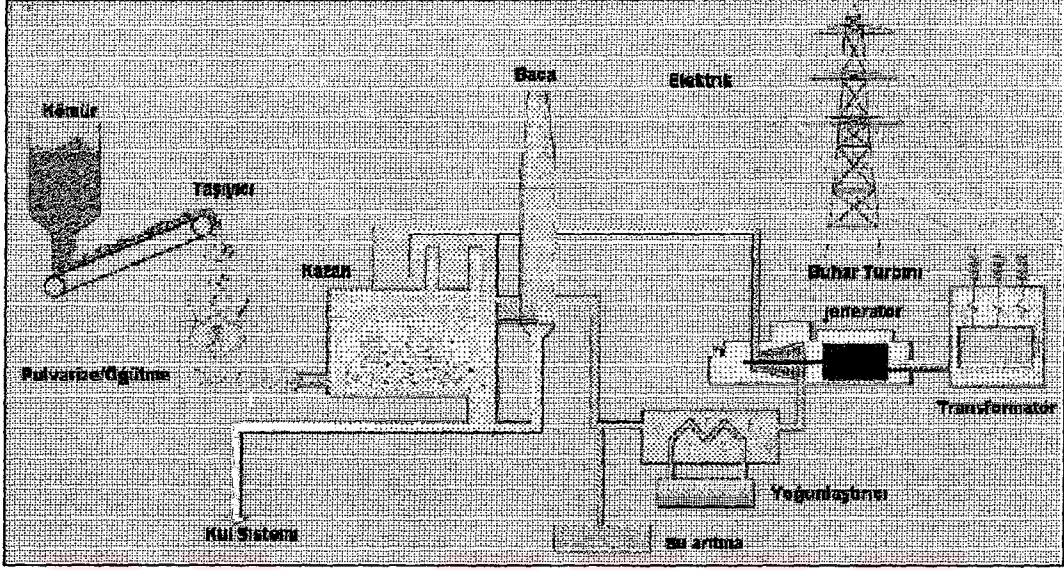
### 2.1.5.2. Termik santraller

Elektrik santralleri kullanılan enerji tipine bağlı olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır:

- Termik Santraller: Katı, sıvı ya da gaz halindeki fosil yakıtların kimyasal enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürüldüğü elektrik santralleridir.
- Hidroelektrik Santraller: Suyun yerçekimine bağlı potansiyel enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürüldüğü elektrik santralleridir.
- Nükleer Santraller: Nükleer füzyondan elde edilen ısı enerjisi kullanılarak elektrik üretilen elektrik santralleridir.

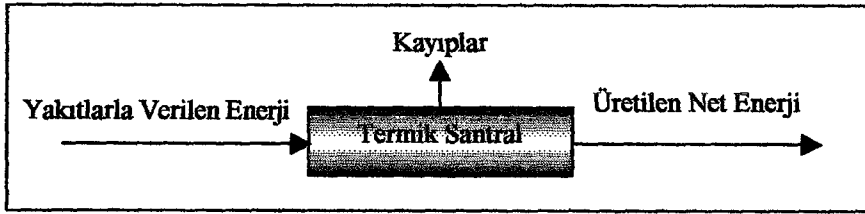
1997 yılı itibari ile dünya toplam elektrik enerjisi üretiminin yaklaşık olarak %63'ü termik, %18,4'ü hidroelektrik ve %17,2'si ise nükleer santraller kökenlidir (IEA, 1999). Yakıt türüne göre termik santrallerdeki en büyük payı ise %38,3 ile kömür almaktadır. Bu değeri %15,5 ile doğal gaz ve %9,2 ile petrol takip etmektedir.

Kömürün bir termik santralde değerlendirilme aşamaları genel anlamda Şekil 2.11'de görüldüğü gibi gerçekleşmektedir. Öncelikle maden işletmelerinde üretilen kömür; kamyon, tren, konveyör vs. gibi nakliye birimleri ile taşınarak termik santrallere getirilmektedir (1, 2, 3). Nakledilen kömür, termik santrallerde elektrik üretimine olanak sağlayan buharı üretmek üzere yakılmaktadır (4, 5). Üretilen elektrik ise güç hatları ile tüketim alanlarına iletilir (6).



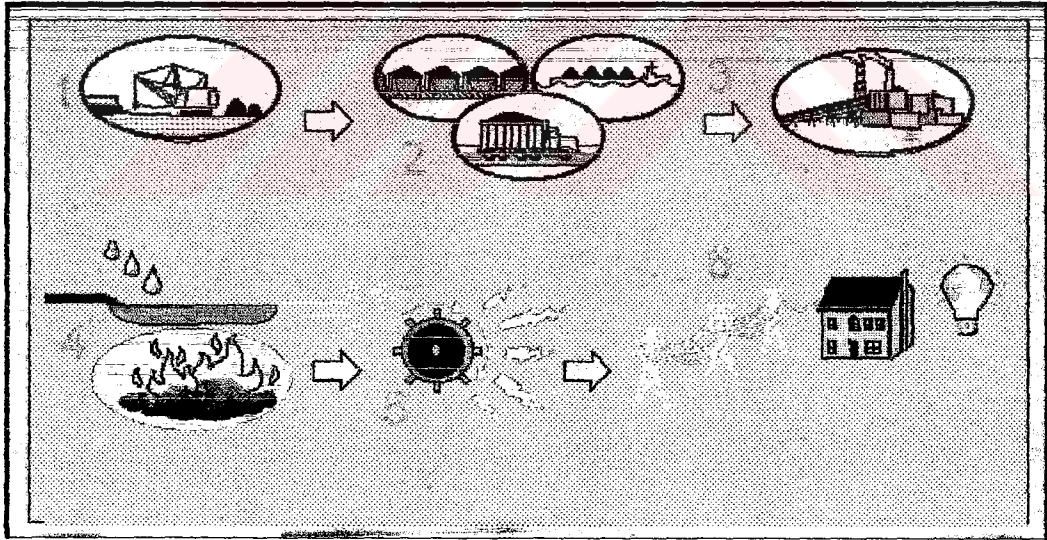
Şekil 2.12. Termik Santrallerde Elektrik Üretimi Akım Şeması (TKİ, 2002)

Termik santrallerde genel olarak verim ( $\eta$ ), belirli bir zaman dilimi içerisinde santralde net olarak üretilen enerjinin, yine bu zaman dilimi içerisinde santrale verilen enerjiye oranı olarak tanımlanmaktadır. Aşağıda şematik olarak ifade edilmeye çalışılan verim, en iyi işletme şartlarında bile %40'ın altında kalmaktadır.



Bir termik santralde verim düşüklüğüne yol açan en büyük kayıp, elektrik üretim teknolojisinden kaynaklanmaktadır ve yaklaşık olarak %61 civarındadır. Başka bir deyişle, üretilen her 1 kwh elektrik karşılığında yaklaşık olarak 1,6 kwh elektrik enerjisi karşılığı ısı çeşitli yollarla çevrimde harcanarak boşa verilmektedir (Aslan, 1996). Nispeten kontrol edilebilir bir parametre olan işletmecilik kökenli kayıplar arasında ise *Yönetim, Eğitim, Kontrol ve Testler*,

Şekil 2.11’de yer alan 4., 5. ve 6. aşamalar, Şekil 2.12’deki akım şemasında detaylandırılmıştır. Termik santrale gelen kömür öncelikle ince boyuta öğütülerek yüzey alanı artırılır. Böylece tam yanma kolaylaştırılmış olmaktadır. Öğütülmüş kömür buhar kazanının yanma odasına hava ile üflenerek yanması sağlanır. Yanma sonucu yaklaşık olarak 1400 °C ısı elde edilmektedir. Kazanın cidarında bulunan borulardan geçen su, sıcak gazlar ve ısı radyasyonu ile buhara dönüşür. Yüksek basınçlı buhar, bir buhar türbininden geçirilerek ısı enerjisi mekanik enerjiye dönüştürülür ve kuvvetli bir manyetik alan içerisinde elektrik enerjisi elde edilir. Elde edilen elektrik enerjisi uzun mesafelere ekonomik olarak iletilebilmesi için yüksek voltajlara yükseltilerek (300.000 volt gibi) nakledilmektedir. Elektrik tüketim alanlarında ise, voltaj daha güvenilir sınırlara transformatörler ile düşürülerek (220 volt) kullanıma sunulur.



Şekil 2.11. Kömürle Çalışan Termik Santrallerin Genel İşleyişi  
(University of Kentucky, 2001)

*Malzeme Özellikleri, Bakım ve Revizyonlar ile Kullanılan Yakıt Özelliklerini* saymak mümkündür. Bu kapsamda sıralanan kayıpların modern termik santral işletmeciliğinde %2'yi geçmemesi beklenir (Aslan, 1996).

Kömürle çalışan termik santrallerde ana hammadde girdisi kömür olduğundan, kazanda yakılacak olan kömürün fiziksel ve kimyasal özelliklerinin kazanın dizayn edildiği değerlere uygun olması gerekir. Ancak bu durumda santralden daha yüksek verim elde edilebilmektedir.

Kömürün santral işletmeciliğini etkileyen en önemli özellikleri arasında kül içeriği, nem içeriği, ısı değeri ve kükürt içeriğini saymak mümkündür.

- *Kül İçeriği*: Kömürdeki kül oranının artması, kömür hazırlama ve taşıma tesislerinde çeşitli sorunlara (taşıma bantlarında hasarların olması, kırma-emele- öğütme tesislerinde büyük çapta malzeme aşınmaları ve sistem tıkanmaları gibi) yol açmaktadır. Ayrıca birim enerji başına (kwh) daha fazla kömür tüketimine neden olmaktadır. Bunlara ilaveten elektrofiltrelerde kül yükünün artmasına, külün kazandan atılmasının aksamasına ve dolayısıyla üniteye yük düşümüne veya ünitenin devre dışı kalmasına sebebiyet vermektedir.
- *Nem İçeriği*: Kömürün nem içeriğinin artması, sistemde tıkanmalara, sıvanmalara ve kazan yanma odasında sıcaklık düşmesine neden olmaktadır. Nem içeriğinin değişmesi, baca gazının hacimsel debisinin ve sıcaklığının değişmesine yol açmakta ve bu değişikliklerde elektrofiltre ve baca gazı desülfürizasyon tesislerinin verimini etkilemektedir.
- *Isıl Değer*: Kömürün ısı değeri düşükçe, yakma sistemine verilen kömür miktarının artırılması gerekir. Bu durum sistemden atılması gereken kül miktarının artmasına neden olur. Düşük ısı değere göre dizayn edilen kazanda daha yüksek ısı değere sahip kömürlerin yakılması durumunda ise, kazan içerisinde yüksek sıcaklıklar meydana gelecek ve bu durum kazanda büyük cürufanmalara neden olacaktır. Böyle cürufanmalar

nedeni ile ünitelerin devre dışı kalması olasıdır. Aynı şekilde kazan yanma odasındaki yüksek sıcaklık nedeniyle buhar sıcaklık kontrolünün yapılması zorlaşacak ve neticede santralde yük düşümüne gidilecektir.

- Kömürün Kükürt İçeriği: Kömürün kükürt içeriğinin artması, baca gazı kükürt arındırma tesislerinin kurulmuş olması halinde bile, bu tesislerin kükürt oksit yükünün dolayısıyla temiz gazdaki kükürt oksit konsantrasyonunun artmasına yol açmaktadır.

### 2.1.6. Kömür ticareti

Isıl değeri 6000- 14000 btu/lb, kül içeriği %4-30, sülfür içeriği %0,1-6 ve uçucu içeriği %18-30 arasında değişmekte olan kömürü diğer enerji kaynaklarından ayıran en büyük özelliği heterojen olmasıdır (Jones, 1986). Bu heterojenliğin bir sonucu olarak kömür ticareti için LME (London Metal Exchange) ve COMEX (Commodity Exchange) gibi uluslar arası terminal bir piyasa mümkün olmamakta ve fiyatlar hakkında güncel bilgiler bulunmamaktadır. Kömür fiyatları genellikle kömürün spesifikasyonlarına bağlı olarak ithalatçı ve ihracatçı arasındaki pazarlıklar sonucunda belli olmaktadır.

Nispeten düşük ısıl değere sahip olması ve nakliye- depolama' da yaşanan problemlerden dolayı dünya çapında linyitin ticareti sınırlı olup, daha çok yerel kullanıcılar tarafından tüketilmesi söz konusudur (EIA, 1999). Uluslararası ticareti yaygın olan taşkömürünün ise iki ayrı pazarı mevcuttur:

- Enerji Kömürü (Termik Santral Kömürü)(Steam Coal) Pazarı
- Koklaşabilir Kömür (Coking Coal) Pazarı

Uluslararası kömür ticareti, dünya kömür üretiminin yaklaşık olarak %13'üne karşılık gelmekte olup, petrol piyasasına kıyasla nispeten daha küçük kapsamlıdır (IEA,1997). Değişik yıllarda yapılmış olan taşkömürü ticaretinin dökümü Tablo 2.8' de verilmektedir (WCI, 1999). Bu ticaret içerisinde

Avustralya, ABD ve Güney Afrika ihracatın; OECD Ülkeleri ile Japonya ise ithalatın yaklaşık olarak %60'ını ellerinde bulundurmaktadırlar. Buna rağmen, kömür üretimi dünyanın birçok bölgesinde yapılmasından ve bu üretim tüm ülkelerde kullanım alanı bulmasından dolayı kömür piyasası rekabet piyasasına benzer özellikler taşımaktadır.

Tablo 2.8. Yıllar Bazında Kömür Ticareti (WCI, 1999)

Yıllar	Enerji Kömürü (Steam Coal)	Koklaşabilir Kömür (Coking Coal)
1980	112 Mt	130 Mt
1988	190 Mt	168 Mt
1998	334 Mt	189 Mt

Özelliklerini sürekli koruyabilen kömürü satın alabilmek ve kömür akışında devamlılığı sağlayabilmek amacıyla kömür ticaretinin önemli bir bölümü kısa, orta ve uzun vadeli sözleşmelerle/ kontratlarla yapılmaktadır. Genel anlamda bir kömür satış sözleşmesinin ana hatları aşağıdaki gibidir (Kükner ve Yıldırım, 1998).

#### Ön Bilgiler

- Alıcı ve satıcının adresleri
- Alıcının alma taahhüdü
- Teslim yeri

#### Sözleşme Süresi

- Esas süre( senelik, orta ve uzun dönem sözleşme)
- Süre uzatım koşulları

#### Miktar ve Sevkiyat

- Miktar (orta ya da uzun dönem sözleşme ise yıllara isabet edecek miktarlar ayrıca belirtilir)
- Sevkiyat ya da teslimat programı

#### Kalite

- Öngörülen kalite ve sınırları
- Öngörülen sınırların aşılması halinde uygulanacak cezalar



- Öngörülen kaliteden daha iyi bir kalitede kömür sevk edilmesi halinde uygulanacak primler
- Ret sınırları

#### Fiyat

- Sözleşme, FOB Stowed and Trimmed bazında yapılmış ise, satıcı, kömürün gemiye yüklenip ambarlarda istiflenmesine kadar gerekli bütün işlemleri yaptıracaktır. Alıcı da, geminin tutulması, zamanında yükleme limanına varması ve kömürün yüklenmesinden sonraki tüm masraf ve riskleri üstlenecektir.
- Sözleşme CIF bazında yapılıyor ise satıcı, kömürün boşaltma limanına kadar riskleri üstlenmektedir. Bu durumda, kömürün FOB, navlun ve sigorta masrafı ya ayrı ayrı ya da tamamını kapsayacak şekilde tek bir CIF fiyatı olarak yazılır.
- Şayet, takip eden dönem fiyatları, eskalasyon uygulaması ile tespit edilecek ise, buna temel oluşturacak maddeler belirtilmelidir(üretim maliyetlerindeki ve/veya navlun fiyatlarındaki ya da petrol fiyatlarındaki artış ya da düşüşler gibi).

#### Miktar Tespiti

- Sevk edilen kömür miktarının nerelerde tespit edileceği ve hangisinin nihai ve bağlayıcı olacağı (Yükleme ve boşaltma limanı)
- Kimin tarafından tespit edileceği (bağımsız bir kuruluş tarafından ise kuruluşun adı)
- Nasıl tespit edileceği

#### Kalite Tespiti

- Numune alma ve analiz esasları
- Numune alacak ve analizleri yapacak bağımsız laboratuvarların tespiti
- Nereden ve hangi şekilde alınacak olan numunelerin ve analizlerin, nihai ve taraflar için bağlayıcı olacağı
- Analizlere itirazın ne şekilde olacağı ve ne şekilde sonuçlandırılacağı

### Limn Şartları

- Sözleşme, FOB esaslarında yapılmış ise yükleme limanı; C+F ya da CIF esaslarında yapılmış ise, boşlatma limanı ve şartlarının belirtilmesi

### Ödeme

- Ödeme şeklinin (peşin akreditif, vadeli akreditif, mal karşılığı, belge karşılığı gibi) tespiti
- Ödemenin hangi belgeler karşılığında yapılacağı
- Analiz neticesinde, varsa ceza ya da prim hesaplanarak tanzim edilmiş ticari fatura
- Kömürün yüklendiğini gösterir gemi konşimentosu
- Kömürün kökenini gösterir köken belgesi (menşei şahadetnamesi)
- Bağımsız bir kuruluş tarafından tanzim edilen miktar sertifikası ve
- Bağımsız bir laboratuvar tarafından tanzim edilen kalite belgesi

### Sigorta

- FOB ve C+F anlaşmalarda, sigorta işleminin alıcı tarafından yapılması gerektiğinden, satıcının, yüklemeyi takiben, alıcının sigortayı vakit kaybetmeksizin yapmasını sağlamak için ne şekilde bilgi verileceğinin belirtilmesi

### Zorlayıcı Sebepler

- Hangi hallerde satıcı ve/veya alıcının mukaveleden sorumlu tutulacağını belirtir.

### Anlaşmazlıkların Çözümü

- Herhangi bir ihtilaf halinde, ne şekilde neticelendirileceğinin, hangi ülke mahkemelerine başvurulacağını belirtmesi

### Diğer maddeler

- Gerekli görülen diğer maddeler (teminat mektubu talebi, mukavele şartlarında gerektiğinde ne şekilde değişiklik yapılacağı gibi).

Uluslararası kömür ticaretinde sözleşmeler dışında, rekabet yolu ile uygun fiyatların oluşmasını sağlamak ve güncel fiyatları kontrol edebilmek amacıyla spot piyasadan da faydalanılmaktadır (Kükner ve Papazyan , 1991).

ABD' de özellikle petrol krizlerine bağlı olarak 1970'li yıllarda sabit fiyatlı uzun vadeli kontratlar imzalanmış ve bunların çoğu piyasa gelişmelerine bağlı ortaya çıkan değişiklikleri hesaba katmak için yeniden müzakere edilmemiştir (Crowson, 1998). Ancak özellikle bir ikame ürün olarak doğal gazın ortaya çıkması, 1986' dan sonra ham petrol fiyatlarının azalması, daha önceki tahminlere göre elektrik talebinde görülen daha yavaş artış ve talebin ötesinde kömür madenleri kapasitelerinin kurulması neticesinde kömür fiyatları düşmüştür. Bu husus alıcıların daha kısa vadeli kontratlara yönelmelerine neden olmuştur.

Günümüzde alıcılar ve satıcılar arasında yapılan kontratlarda başlangıç fiyatları sıkı bir şekilde müzakere edilmektedir. Fiyatlarda boyut, kül ve sülfür içeriği gibi parametreler etki etmekle beraber diğer fosil yakıtların fiyatları da ağırlıklı önem taşımaktadır (Mitchell, 1978; WEC, 2000). Ayrıca özellikle deniz aşırı ticarete nakliye ve teslim koşulları etkili parametreler olarak ortaya çıkmaktadırlar. Bu fiyatlar her yıl maliyetler ve ulusal enflasyon hesaba katılarak yeniden belirlenmektedir. Böylece kontratlar aşağı yukarı aynı zamanlarda sonuçlansa bile iki benzer kömür madenine ödenen fiyatlar oldukça farklı olabilmektedir.

Kömür kontratları, bilhassa son yıllarda elektrik piyasalarından oldukça etkilenmektedir. Özellikle rekabete açık hale gelen elektrik piyasalarında, termik santraller elektrik satış kontratlarına uyumlu olması bakımından daha kısa vadeli yakıt kontratlarına yönelmektedirler (Rousaki, 1999; Austen, 1998). Termik santral faaliyetlerinde kısa vadeli kontratlarla sağlanan bu esneklik, şartların çabucak değiştiği rekabete dayalı piyasalarda bir avantaj sağlamaktadır.

Kömür ticareti ile ilgili değinilmesi gereken diğer önemli bir husus ise, kömürün diğer fosil yakıtlara göre kolayca stoklanabilir olmasıdır. Kömür stokları güç üretiminde bir arz emniyeti sağlamaktadır. Buna karşılık doğal gazın

stoklanması daha karmaşık ve pahalı bir iştir ve belirli miktarlarla sınırlıdır. Öte yandan, ticari bazda kömür anlaşmaları doğal gazla göre daha esneklerdir. Uzun vadeli anlaşmalarda gaz tüketilmese dahi, tüketilmeyen miktarında bedeli ödenmektedir. Başka bir deyişle, kömürde piyasa şartlarını tüketici belirlemesine karşılık, doğal gazda piyasa şartlarına üretici hakimdir (Ünver,1997).

### 2.1.7. Türkiye' de kömür

#### 2.1.7.1. Türkiye kömür madenciliğinin tarihçesi

Cumhuriyetin kuruluşuyla birlikte ilk ciddi kömür üretim politikası, Ereğli kömür havzasına el konulup işletmeye alınmasıyla başlar. Ordunun, demiryolları ve sanayi kuruluşlarının ihtiyacının karşılanmasına yönelik olarak havzada kömür üretimi için düzenlemeler yapılır. Daha sonra 1940 yılında taşkömürü üretimi için *Ereğli Kömürleri İşletmesi Müessesesi* ve linyit üretimi için *Garp Linyitleri İşletmesi Müessesesi* ile 1941 yılında üretilen kömürlerin ülke çapında dağıtım ve satışını yürütmekle görevli *Kömür Satış- Tevzi Müessesesi* kurularak Etibank' a bağlanır. Bu sayede kömür madenciliğimiz kurumsallaşmada ilk adımını atmıştır.

1 Eylül 1957' de yürürlüğe giren 6974 sayılı kanunla Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) Kurumu kurulmuş olup, kömür madenciliğimiz tek bir kuruluş bünyesinde toplanmıştır. TKİ; devletin genel enerji ve yakıt politikasına uygun olarak taşkömürü, linyit, turba, bitümlü şist ve asfaltitleri değerlendirmek, ülkenin genel yakıt ihtiyacını karşılayarak ulusal ekonomiye azami katkı koymak, plan-program yapmak ve uygulama stratejileri geliştirmeyi amaçlamıştır (Ünver, 2000). 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizleri sonucu enerji sektöründe kömürün önem kazanmasına bağlı olarak, enerji hammaddelerinin devlet eliyle işletilmesi politikası gündeme gelmiş olup, 1978 yılında tüm kömür sahaları devletleştirilmiş ve ruhsatları da TKİ Kurumuna devredilmiştir. Elektrik üretimi için linyite dayalı termik santraller kurulması politikası, linyit madenciliğimizi de zorunlu olarak geliştirmiştir. Kısa süre içerisinde maden işletme ve termik santral yatırımları peş

peşe devreye girmiş ve TKİ kurumuna bağlı müessese sayısı 2'den 13'e çıkmıştır. 1983 yılında taşkömürü üretimi ise TTK Genel Müdürlüğü bünyesine alınmıştır.

Günümüzde ülkemiz linyit rezervinin %26' sı özel sektör, %74'ü ise (%34 TKİ, %40 TEAŞ) kamu kuruluşları ruhsatları altında bulunmaktadır(Ünver, 2000).

### 2.1.7.2. Kömür rezervleri ve jeolojisi

#### A. Taşkömürü

Türkiye'nin taşkömürü rezervi Kuzeybatı Anadolu Karbonifer Havzasında yoğunlaşmıştır. Bu havza, batıda Karadeniz Ereğli'sinden başlayarak, doğuda Kastamonu-Azdavay'a kadar uzanan yaklaşık 200 km uzunluğunda, 8 ila 20 km arasında değişen genişlikte bir alanı kapsamaktadır.

Taşkömürü havzasında kömür, Karbonifer yaşlı kaya birimleri arasında yer almaktadır. Havza, Hersiniyen ve Alpin dağ oluşumu hareketlerinin etkisi ile kıvrılmış, kırılmış ve çok karmaşık bir yapı kazanmıştır. Nitekim havzanın batısındaki kömürlü seviyeler korunurken doğudakiler aşınarak yeni bir havzaya taşınmıştır. Havzanın batısında kömürün tabanını teşkil eden Namuriyen yaşlı kaya birimleri mostra verirken, doğusunda ise kömürün üstünde yer alan daha genç Permiyen ve Kretase yaşlı kalın bir örtü yer almaktadır.

Zonguldak havzasında çok sayıda kömür damarı bulunmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda 428 milyon tonu görünür kategorisinde olmak üzere 1,126 milyar ton taşkömürü rezervi bulunmaktadır (Tablo 2.9).

Tablo 2.9. Zonguldak Taşkömürü Havzasının Rezerv Dağılımı (bin ton)  
(Ünver, 1997)

Üretim Bölgeleri	Görünür	Muhtemel	Mümkün	TOPLAM
Armutçuk	19615	11509	10185	41309
Kozlu	63400	55926	47795	167301
Üzülmöz	161135	94342	74020	329497
Karadon	151442	153752	117144	422338
Amasra	32799	133304	-	166103
TOPLAM	428391	448833	249324	1126548

### B. Linyit

Türkiye'nin hemen her bölgesinde linyit oluşumuna rastlamak mümkündür. Bu özellik Anadolu'nun jeolojik evriminin linyit kömürü oluşumuna uygun olmasından kaynaklanmaktadır.

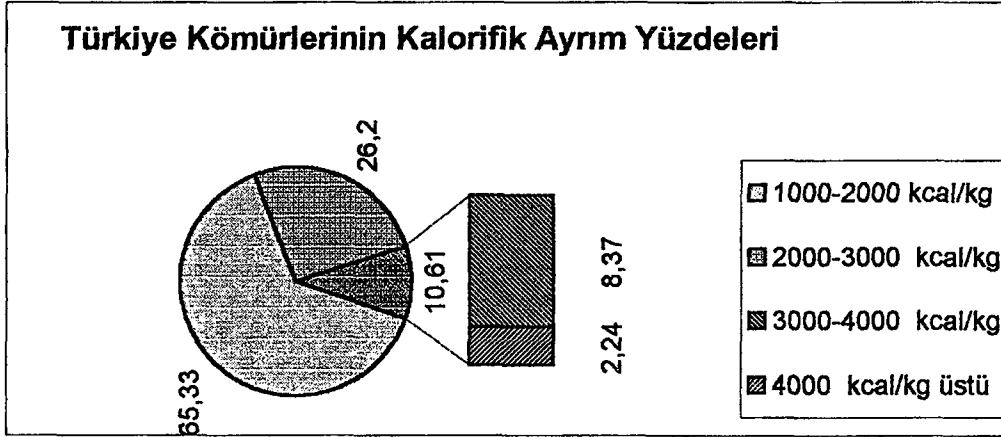
Ülkemizdeki linyit yatakları, genellikle Alpin dağ hareketlerinin etkisi sonucu oluşmuş, dağ silsileleri arasındaki çöküntü havuzlarında gelişmiştir. Anadolu'daki oluşumlar lagüner karakterdedir. Trakya'daki linyit yataklarının bazıları denizle irtibatlı özellik gösterirler. Türkiye'de linyitler genellikle Paleozoik ve Mesozoik yaşlı kayaçların oluşturduğu, Tersiyer yaşlı çökeltiler içinde yer almaktadır.

Türkiye'de 117 linyit sahasında toplam olarak 8,4 milyar ton dolayında rezerv vardır. Bu rezervlerin bölgesel bazda ve kalorifik değerlere göre dağılımı Tablo 2.10'da verilmektedir.

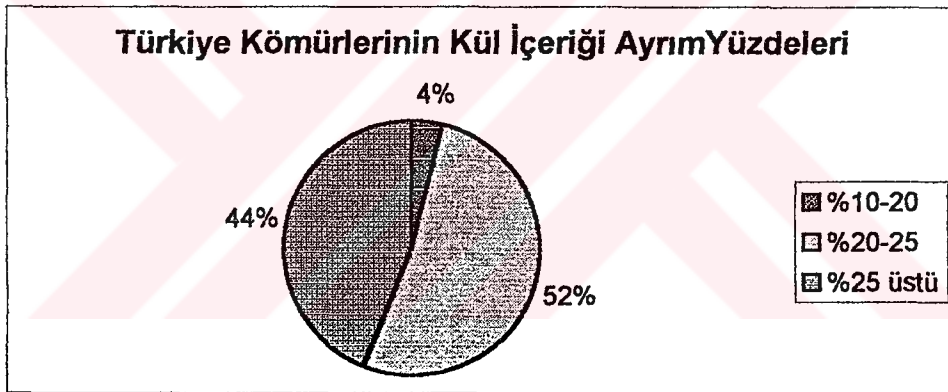
Tablo 2.10. Türkiye Linyit Rezervi Dağılımı (bin ton) (DPT, 1996)

BÖLGELER	1000- 2000 kcal/kg		2000-3000 kcal/kg		3000-4000 kcal/kg		4000 kcal/kg üstü		TOPLAM
	Miktar (ton)	%	Miktar (ton)	%	Miktar(ton)	%	Miktar(ton)	%	
Trakya- Marmara	120,247	11,78	565,620	55,43	208,669	20,45	125,773	13,33	1,020,309
Ege	311,302	20,09	801,571	51,75	432,673	27,94	3,257	0,7	1,548,803
İç Anadolu	1,030,410	53,50	798,541	41,46	52,169	2,71	44,927	2,33	1,926,047
Doğu Anadolu	147,075	65,01	54,965	24,30	11,482	5,07	12,689	5,61	226,211
Güneydoğu Anadolu	3,747,915	99,80	-	-	4,458	0,12	2,907	0,09	3,755,280
TOPLAM	5,356,949	65,33	2,220,697	26,20	709,451	8,37	189,553	2,24	8,474,393

Söz konusu rezervin önemli bir bölümü düşük ısıl değere (Şekil 2.13) sahip olup; yüksek oranda kül (Şekil 2.14), su ve kükürt içermektedir. Sanayi ve teshin için kullanılabilir linyit kömürünün alt ısıl değerinin ocak çıkışı 3000 kcal/kg'dan yukarı olması gerekmektedir (Nakoman, 1996). Bu durumda, toplam linyit rezervinin yaklaşık olarak %90'ından fazlasından ancak termik santral yakıtı olarak yararlanmak mümkündür.



Şekil 2.13. Ülkemiz Linyitlerinin Kalorifik Değere Göre Ayrım Yüzdeleri (Ünver, 2000)



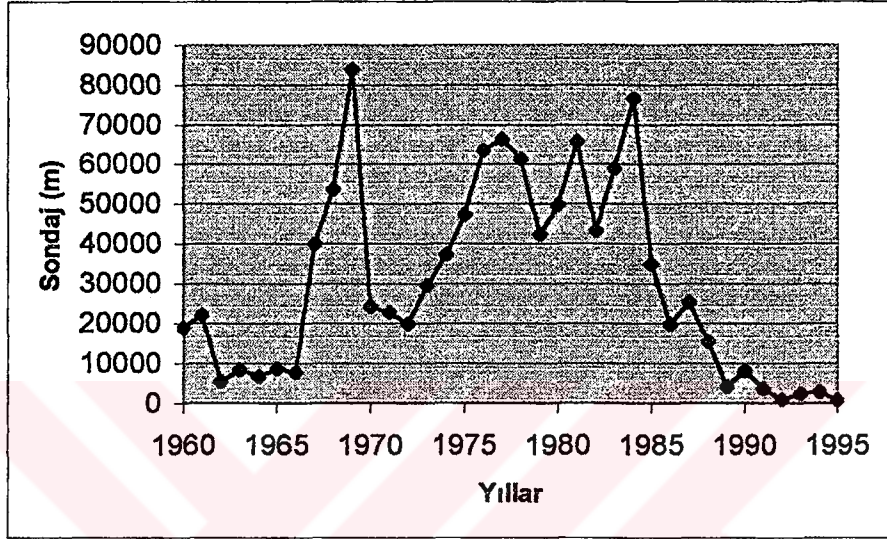
Şekil 2.14 Ülkemiz Linyitlerinin Kül İçeriğine Göre Ayrım Yüzdeleri (Ünver, 2000)

### 2.1.7.3. Arama çalışmaları

Türkiye’ de kömür potansiyelinin belirlenmesi, yeni kömür sahalarının araştırılıp bulunması, bulunan yatakların rezerv ve ekonomik özelliklerinin saptanması MTA Genel Müdürlüğü tarafınca yapılmaktadır. Özel sektörün aramalardaki payı çok azdır.

Türkiye’de, linyit içermesi jeolojik yönden mümkün olabilecek formasyonların yer aldığı sahaların yüzölçümü 100.000 km<sup>2</sup>’den fazla olmasına rağmen bu alanların ancak kabaca yarısından az bir kesiminin (39885 km<sup>2</sup>) etüdü

tamamlanabilmiştir. Ayrıca yeni linyit kaynaklarının bulunması açısından son yıllarda kayda değer bir çalışma yapılmamıştır (Şekil 2.15).



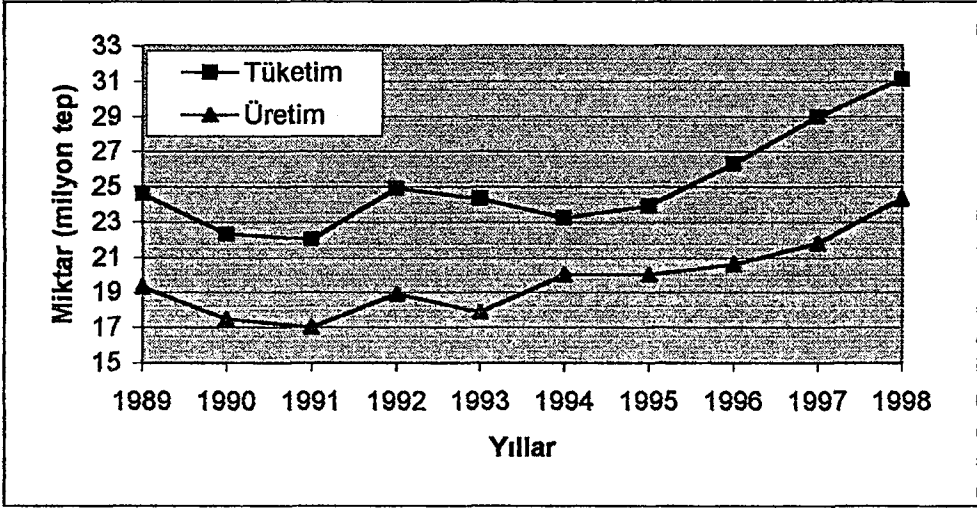
Şekil 2.15 MTA Tarafından Yapılan Arama Çalışmaları (Narin, 1996)

Arama çalışmalarının durmasının yanı sıra, günümüzde bilinen ve hatta aktif olarak maden işletmeciliğine konu olan bir çok kömür yatağının yayılım sınırı da kesin bir şekilde çizilememiştir. Dolayısıyla ülkemiz linyit rezervleri güvenilir rakamlarla ifade edilebilecek şekilde belirlenememiştir.

#### 2.1.7.4. Türkiye’de kömür üretimi ve tüketimi

Yıllar bazında ülkemiz kömür üretim ve tüketimi incelendiğinde, mevcut üretimin tüketimi karşılayamadığı ve ortaya çıkan açığın ithalattan karşılandığı açıkça görülecektir (Şekil 2.16). 2000 yılı değerleriyle Türkiye, dünya kömür üretiminde %1,2 ve dünya kömür tüketiminde %1,3’lük bir pay almaktadır (BP, 2001).





Şekil 2.16. Türkiye’ de Yıllar Bazında Kömür Üretim ve Tüketimi (BP, 2000)

Kömür rezervlerimiz yeterli düzeyde olmasına rağmen, aşağıda sayılan kalite özellikleri bakımından büyük çoğunluğu ancak termik santrallerde kullanılabilir niteliktedir:

- Kükürt oranının fazlalığı
- Nem oranının fazlalığı
- Uçucu miktarın fazlalığı
- Kül miktarının fazlalığı
- Düşük kalorili olması

Öte yandan kalite bakımından linyite göre üstün özellikler taşıyan taşkömürünün üretimi ise ancak yıllık 2,5 milyon ton civarında gerçekleşmekte olup, toplam kömür üretiminden oldukça küçük bir pay almaktadır. Bu nedenle Türkiye demir- çelik sanayi yoğun bir şekilde koklaşabilir kömür ithalatına bağımlıdır.

Kömür ithalatının sektörel bazda dağılımı Tablo 2.11’ de verilmektedir. Bu ithalatın büyük bir bölümü ABD, Avustralya, Rusya ve Güney Afrika’dan yapılmaktadır. Özellikle son yıllarda yürürlüğe giren çevre ve hava kirliliği

yönetmelikleri nedeniyle konut ısıtmada kullanmak üzere yapılan parça kömür ithalatında büyük bir artış yaşanmıştır.

Tablo 2.11. Kömür İthalatının Sektör Bazında Dağılımı (Oral, 1997)

Kullanılan Sektör	Kömür Türü	Miktar
Çelik Sektörü	Koklaşabilir Kömür	4 milyon ton
Çimento Sektörü	Kömür ve Petrokok	3 milyon ton
Konut Isıtma	Ebatlı Kömür	3,5 milyon ton

Kömür ithalatı ülkedeki kömür talebi ve arzı arasındaki açığı kapatmakla kalmamakta, çevresel nedenlerle kullanılamaz durumdaki yerel rezervlerin ithal kömür ile harmanlanarak temiz bir şekilde tüketilmesini mümkün kılmakta ve sınırlı ölçüdeki yüksek kaliteli yerel kömürlerin ömrü de artırılmış olmaktadır.

#### 2.1.7.5. Türkiye’de yerli kömürün pazarlanması

TKİ, 1970’li yılların sonuna kadar gerçekleştirdiği üretimle, ülkenin kömür talebini karşılayamamakta ve üretilen kömürler hiçbir pazarlama ve ürün geliştirme çabasına gerek duyulmadan pazar tarafından tüketilmekte idi. Bu nedenle satış yönetiminin oluşmasında pazarın talebi ve üretim kapasitesi belirleyici parametreler idi. Ürün kalitesi ve çeşitliliği, kredili- vadeli veya kampanyalı satışlar, dağıtım- satın alma- kullanım kolaylığı sağlayıcı ambalajlama/torbalama hizmetleri, ürünün avantajları ve yakma teknikleri konusunda bilgilendirme, müşteri memnuniyeti vs. gibi pazarlama strateji ve uygulamaları o dönemde bulunmamaktadır (Ünver, 2000).

Üretim planlaması ise, tamamıyla piyasa taleplerinin tespit edilmesi esasına göre hazırlanıyordu. Böylece üretim bölgeleri, tüketim yerlerinin önceden bildirilen yıllık ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik üretimleri gerçekleştirebiliyordu. Bu uygulama, Tahsisli Satış diye adlandırılan bir satış yöntemini zorunlu olarak geliştirmiştir. Söz konusu yöntemde göre, Kömür Satış ve Tevzi (KST) müessesesi ülke genelinde termik santraller, sanayi kuruluşları ve kamu kuruluşlarının taleplerini yıllık olarak belirlemekte, üretim bölgelerinin üretim programlarına uygun şekilde tüketim yerlerinin talep miktarlarını karşılamak üzere belirli

aylarda ve miktarlarda dağıtım ve satış faaliyetlerini sürdürmekte idi. Böylece, müşterilerin talep ettiği miktarda ve kalitede kömürü istediği yerden ve istediği zamanda alma şansı yoktu.

1980'li yıllarda kalitesiz kömür kullanımından kaynaklanan hava kirliliği nedeni ile, yüksek kalori ve düşük kükürt ve uçucu madde içerikli kömür ithaline hükümetçe izin verilmiştir. Böylece, kademeli olarak yerli kömürlerin kullanımına yasaklar ve sınırlamalar getirilmiştir. Teshin ve sanayi sektörlerinde ithal kömür kullanımının artması ile beraber TKİ üretimi linyitlerin bu sektörlere satışlarında önemli bir oranda düşme gerçekleşmiştir.

Uygulamadaki tahsisli satış yönteminde tüketicileri bezdiren bürokratik zorlukların ve kısıtlamaların kaldırılmasıyla satış hacminin artırılacağı düşünülmüş ve 1991 yılında Serbest Satış Yöntemi uygulamaya konulmuştur. 1992 yılında ise KST müessesesinin faaliyetine son verilmiştir.

TKİ Kurumu, son yıllarda teshin ve sanayi sektörlerinde kaybettiği Pazar payını artırabilmek için bazı işletmelerinde piyasaya kaliteli kömür arz edecek kömür yıkama tesisleri ile taşıma- satın alma- kullanım kolaylığı sağlayacak torbalama tesislerini faaliyete sokmuştur.

#### **2.1.7.6. Türkiye'de elektrik üretiminde kullanılan kömür ve diğer enerji hammaddelerinin durumu**

Elektrik enerjisi; günlük hayattaki yaygınlığı, kullanım kolaylığı ve istenildiği anda diğer enerji türlerine dönüştürülebilmesi özelliği ile çağımızın en önemli enerji kaynaklarından biri haline gelmiştir. Kullanım alanı sürekli gelişmekte olan bu enerji türünün, genel enerji tüketimi içerisindeki payı da her geçen gün artmaktadır.

Ülkemizde artan nüfusun ve gelişen ekonominin elektrik enerjisi ihtiyaçlarının sürekli ve kesintisiz bir şekilde karşılanabilmesi amacıyla Cumhuriyetin kuruluşundan bu yana yapılan yatırımlar neticesinde 31669,6 MW mertebesinde bir kurulu güce ulaşılmıştır. Bu gücün üretici kuruluşlar bazında dağılımı aşağıdaki gibidir (EÜAŞ, 2002).

<b>Türkiye’de Kurulu</b>	<i>Termik</i>	: 19421 MW
<b>Güç Dağılımı</b>	<i>Hidrolik</i>	: 12229,7
	<i>Rüzgar</i>	: 18,9
	<i>Toplam</i>	: 31669,6
<b>Elektrik Üretim A.Ş.</b>	<i>Termik</i>	: 10949,6
	<i>Hidrolik</i>	: 10108,7
	<i>Toplam</i>	: 21058,3
<b>Otoprodüktörler</b>	<i>Termik</i>	: 3548,3
	<i>Hidrolik</i>	: 99,8
	<i>Rüzgar</i>	: 1,5
	<i>Toplam</i>	: 3649,6
<b>İşletme Hakkı Devri</b>	<i>Termik</i>	: 620
	<i>Hidrolik</i>	: 30,1
	<i>Toplam</i>	: 650,1
<b>Üretim Şirketleri</b>	<i>Termik</i>	: 3759,6
	<i>Hidrolik</i>	: 870,8
	<i>Rüzgar</i>	: 17,4
	<i>Toplam</i>	: 4647,8
<b>Ayrıcalıklı Şirketler</b>	<i>Hidrolik</i>	: 1120,3
<b>Mobil Santraller</b>	<i>Termik</i>	: 543,5

Yukarıda verilen rakamlardan anlaşılacağı üzere, Türkiye toplam kurulu gücünün 19421 MW’ı termik (linyit, doğalgaz, taşkömürü, fuel-oil, motorin, ithal kömür), 12229,7 MW’ı hidrolik ve 18,9 MW’ı ise rüzgar santralleri kapsamında mütala bulmaktadır. Ayrıca bu gücün 21058,3 MW’lık bölümü kamu, 10611,3 MW’lık bölümü ise özel sektör kuruluşları denetimi altındadır.

Kaynakları bakımından değerlendirildiği takdirde, termik santraller içerisinde kurulu güç bakımından en büyük payı 11249,6 MW ile doğalgaz almaktadır. Doğalgazı 6412 MW ile linyit takip etmektedir.

Türkiye kurulu gücü, arz güvenliği ve maliyet boyutu ile değerlendirildiğinde, aşağıdaki hususlar ön plana çıkmaktadır.

➤ Türkiye kurulu gücünü oluşturan kaynaklardan linyit, taşkömürünün büyük bir bölümü ve su yerli kaynaklar olup, diğerleri çeşitli ülkelerden ithalat yolu ile karşılanmaktadır. Dolayısıyla yıllık elektrik üretiminin %40'ına yakın bir bölümü dışa bağımlı bulunmaktadır. Öte yandan, toplam üretimin yaklaşık %38'lik bölümüne tekabül eden hidrolik kaynaklı elektrik üretimi ise, büyük oranda yağışlara bağımlıdır. Bu nedenle, süreklilik ve güvenilirlik kıstasları açısından değerlendirildiği takdirde, ülkemizde linyite dayalı termik santrallerin özel bir önem ihtiva ettiği açıkça ortaya çıkmaktadır.

➤ Petrol ve doğalgaz kaynaklı termik santral yatırım bedeli sırasıyla 700.000 ve 600.000 \$/MW mertebesinde iken, bu değerler linyit kaynaklı termik santral için 1.400.000 \$/MW ve hidroelektrik santral için 1.100.000 \$/MW civarında seyretmektedir (Esmer, 1996). Dolayısı ile birim yatırım bedeli bazında değerlendirildiğinde, ithal yakıtı dayalı termik santrallerin belirgin bir avantaja sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Bununla birlikte, santral işletmeciliğinin tek başına yatırım maliyeti bazında değerlendirilmesi, hatalı sonuçlara ve tercihlere yol açabilmektedir. Bu nedenle, hem anlaşılır olması hem de mukayese kolaylığı sağlaması bakımından, birim elektrik üretim maliyetlerinin ayrıca incelenmesi gerekliliği söz konusudur.

Bilindiği üzere elektrik satış fiyatı; başlıca üretim- iletim ve dağıtım maliyetleri ile kar kalemlerinden oluşmaktadır. Satış fiyatında önemli bir yer tutan elektrik üretim maliyeti ise TEAŞ hesaplamaları baz alındığı takdirde aşağıda verilen fonksiyonel ilişki çerçevesinde ifade edilmektedir.

$$\text{Elektrik Üretim Maliyeti} = f\{\text{Yakıt, İşçilik, Malzeme, Amortismanlar, Vergiler, Diğer Giderler}\}$$

Türkiye'de kaynaklarına göre birim elektrik üretim maliyetlerinin yıllar bazında gelişimi Tablo 2.12'de verilmektedir. En alt satırda yer alan ortalama değerlere (nominal bazda) göre, 1970-1999 yılları arasında en düşük üretim maliyeti hidrolik kaynaklı elektrik üretimine tekabül etmektedir. Öte yandan

termik kökenli üretimde; en düşük maliyet 2,738 cent/kwh ile linyitte, en yüksek maliyet ise 13,926 cent/kwh ile motorinde gerçekleşmiştir.

Tablo 2.12. TEAŞ Santrallerinin Birincil Enerji Kaynaklarına Göre Net Birim Üretim Maliyetleri (cent/kwh) (TEAŞ, 1999)

	Termik Üretim Maliyeti						Hidrolik Üretim Maliyeti		
	Katı Yakıtlar		Sıvı Yakıtlar		Diğer		Baraj	Tabi Göl	Akarsu
	Taşkömürü	Linyit	Fuel-oil	Motorin	Jeotermal	Doğalgaz			
1970	0,832	0,598	0,918	*	*	*	0,323	0,442	1,199
1971	0,887	0,543	0,957	*	*	*	0,331	0,273	0,637
1972	1,251	0,782	0,945	3,472	*	*	0,329	0,211	0,534
1973	1,391	0,869	1,165	4,428	*	*	0,760	0,257	0,695
1974	1,512	0,968	2,684	7,695	*	*	1,276	0,492	1,169
1975	1,777	1,178	2,801	8,525	*	*	0,971	0,955	1,14
1976	1,816	1,342	2,609	7,939	*	*	0,848	1,493	1,198
1977	2,544	1,563	2,871	12,868	*	*	1,039	1,528	1,368
1978	3,887	2,810	2,651	8,853	*	*	0,721	1,518	1,475
1979	4,048	2,137	4,077	10,05	*	*	0,427	0,865	1,172
1980	6,661	2,845	5,470	15,566	*	*	0,262	0,703	0,862
1981	6,636	2,854	6,397	18,821	*	*	0,167	0,468	0,962
1982	6,130	2,741	6,161	16,469	*	*	0,142	0,415	0,571
1983	5,130	2,852	5,688	14,197	*	*	0,188	0,357	0,607
1984	4,491	1,989	4,818	10,964	*	*	0,132	0,315	0,466
1985	4,183	2,411	4,815	22,871	*	*	2,226	0,392	0,450
1986	5,561	3,883	3,777	21,638	9,62	4,436	2,229	0,381	0,390
1987	4,947	4,419	3,249	17,512	8,047	5,398	1,881	0,488	0,488
1988	4,512	6,567	4,191	33,003	5,994	6,129	1,912	0,363	0,370
1989	6,684	4,421	4,465	*	8,183	3,430	2,066	0,748	0,705
1990	5,123	4,105	6,571	*	2,498	3,321	2,525	1,684	1,217
1991	4,624	3,853	10,513	*	3,052	2,839	2,702	2,969	2,116
1992	4,077	3,653	5,009	*	3,158	3,011	3,091	2,670	1,602
1993	4,186	4,026	3,712	*	3,090	3,182	2,696	2,062	1,614
1994	3,205	2,930	3,289	*	2,156	3,035	1,458	1,687	0,849
1995	4,165	3,563	4,646	12,678	1,975	3,485	0,107	1,577	0,669
1996	4,341	3,244	4,766	15,304	3,751	3,751	0,091	1,384	0,789
1997	4,233	3,219	4,234	14,212	1,928	4,281	0,100	0,962	0,513
1998	4,702	2,809	3,046	13,075	1,973	3,889	0,103	0,874	0,666
1999	4,367	2,987	3,137	16,239	2,460	3,853	0,141	1,114	0,682
ORT.	3,930	2,738	3,987	13,926	4,134	3,860	1,041	0,988	0,905

Termik kaynaklara göre birim yakıt maliyetleri, Tablo 2.13' de ayrıca verilmektedir. Tablo 2.12 ve Tablo 2.13' de yer alan veriler birlikte değerlendirildiği takdirde, aynı dönem için yakıt maliyetlerinin elektrik üretim maliyetleri içerisindeki paylarının ortalama bir yaklaşımla aşağıda sıralandığı gibi olduğu görülecektir.

\*Taşkömürü: %66,66

\*Motorin: %75,54

\*Fuel-oil: %80,51

\*Linyit: %48,94

\*Doğalgaz: %77,72

Tablo 2.13. TEAŞ Santrallerinin Termik Kaynaklara Göre Yakıt Maliyetleri (cent/kwh) (TEAŞ, 1999)

Yıllar	Taşkömürü		Linyit		Fuel-oil		Motorin		Doğalgaz	
	TL/kwh	cent/kwh	TL/kwh	cent/kwh	TL/kwh	cent/kwh	TL/kwh	cent/kwh	TL/kwh	cent/kwh
1970	0,06	0,55	0,04	0,36	0,06	0,55	*	*	*	*
1971	0,09	0,60	0,05	0,33	0,11	0,73	*	*	*	*
1972	0,13	0,93	0,07	0,50	0,1	0,71	0,3	2,14	*	*
1973	0,14	1,00	0,07	0,50	0,12	0,86	0,58	4,14	*	*
1974	0,14	1,00	0,1	0,71	0,31	2,21	1,06	7,57	*	*
1975	0,15	1,07	0,11	0,79	0,31	2,21	1,08	7,71	*	*
1976	0,16	1,00	0,08	0,50	0,31	1,94	1,06	6,63	*	*
1977	0,3	1,67	0,11	0,61	0,4	2,22	1,32	7,33	*	*
1978	0,71	2,96	0,27	1,13	0,62	2,58	2,11	8,79	*	*
1979	1,04	2,74	0,45	1,18	1,21	3,18	3,36	8,84	*	*
1980	3,8	5,00	1,3	1,71	3,65	4,80	11,16	14,68	*	*
1981	5,53	5,03	2,06	1,87	6,36	5,78	18,81	17,10	*	*
1982	7,58	4,71	3,25	2,02	9,11	5,66	24,02	14,92	*	*
1983	8,64	3,86	4,24	1,89	11,73	5,24	30,39	13,57	*	*
1984	13	3,56	5	1,37	16	4,38	36	9,86	*	*
1985	17	3,28	8	1,54	25	4,83	51	9,85	21	4,05
1986	31	4,63	14	2,09	25	3,74	69	10,31	23	3,44
1987	33	3,86	13	1,52	23	2,69	69	8,06	26	3,04
1988	43	3,03	18	1,27	34	2,39	124	8,73	49	3,45
1989	90	4,24	27	1,27	75	3,54	223	10,51	53	2,50
1990	79	3,03	39	1,50	109	4,18	455	17,45	63	2,42
1991	109	2,61	74	1,77	162	3,88	694	16,64	95	2,28
1992	134	1,95	116	1,69	280	4,08	598	8,71	160	2,33
1993	223	2,03	207	1,88	328	2,99	1316	11,98	260	2,37
1994	508	1,71	408	1,37	847	2,85	*	*	726	2,44
1995	970	2,12	917	2,01	1941	4,25	4984	10,90	1345	2,94
1996	2037	2,51	1482	1,83	3576	4,41	10832	13,35	2723	3,36
1997	4137	2,73	2662	1,76	5885	3,89	18600	12,28	5279	3,49
1998	6160	2,37	4232	1,63	7155	2,75	19161	7,37	9019	3,47
1999	11539	2,76	7165	1,72	11413	2,73	61912	14,83	14460	3,46
ORT.		2,62		1,34		3,21		10,52		3,00

Yukarıdaki değerlere göre, elektrik üretim maliyeti içerisindeki en düşük payı linyit, en yüksek payı ise motorin almaktadır. Yakıt maliyetlerinin elektrik satış fiyatı içerisindeki payları da benzer ilişkiler içermektedir (Tablo 2.14). *Yakıt Maliyeti/Elektrik Satış Fiyatı* oranı 1970-1999 yılları arasında ortalama bir yaklaşımla linyit için %30,20 ve motorin için %233,95 mertebesinde

gerçekleşmiştir. Motorin fiyatlarının bu denli yüksek olmasına rağmen elektrik üretimine devam edilmesinin arka planında, ülkenin yakıt çeşitliliği politikasının etkili olduğu düşünülmektedir.

Tablo 2.14. TEAŞ Termik Santrallerinde Yakıt Maliyetlerinin Elektrik Satış Fiyatları İçerisindeki Oranı (TEAŞ, 1999)

Yıllar	Elk. Fiyatı (cent/kwh)	Taşkömürü (cent/kwh)	Oran (%)	Linyit (cent/kwh)	Oran (%)	Fuel-oil (cent/kwh)	Oran (%)	Motorin (cent/kwh)	Oran (%)	Doğalgaz (cent/kwh)	Oran (%)
	(1)	(2)	(2)/(1)	(3)	(3)/(1)	(4)	(4)/(1)	(5)	(5)/(1)	(6)	(6)/(1)
1970	1,36	0,55	40,11	0,36	26,74	0,55	40,11	*	*	*	*
1971	1,27	0,60	47,24	0,33	26,25	0,73	57,74	*	*	*	*
1972	1,64	0,93	56,62	0,50	30,49	0,71	43,55	2,14	130,66	*	*
1973	1,86	1,00	53,76	0,50	26,88	0,86	46,08	4,14	222,73	*	*
1974	2,79	1,00	35,84	0,71	25,60	2,21	79,37	7,57	271,38	*	*
1975	2,86	1,07	37,46	0,79	27,47	2,21	77,42	7,71	269,73	*	*
1976	2,81	1,00	35,59	0,50	17,79	1,94	68,95	6,63	235,77	*	*
1977	3,39	1,67	49,16	0,61	18,03	2,22	65,55	7,33	216,32	*	*
1978	3,79	2,96	78,06	1,13	29,68	2,58	68,16	8,79	231,97	*	*
1979	3,29	2,74	83,19	1,18	35,99	3,18	96,78	8,84	268,76	*	*
1980	3,88	5,00	128,87	1,71	44,09	4,80	123,78	14,68	378,46	*	*
1981	4,02	5,03	125,06	1,87	46,59	5,78	143,83	17,10	425,37	*	*
1982	3,79	4,71	124,22	2,02	53,26	5,66	149,30	14,92	393,65	*	*
1983	3,37	3,86	114,46	1,89	56,17	5,24	155,39	13,57	402,58	*	*
1984	3,78	3,56	94,22	1,37	36,24	4,38	115,97	9,86	260,93	*	*
1985	5,45	3,28	60,22	1,54	28,34	4,83	88,56	9,85	180,65	4,05	74,39
1986	5,46	4,63	84,87	2,09	38,33	3,74	68,44	10,31	188,90	3,44	62,97
1987	5,23	3,86	73,71	1,52	29,04	2,69	51,38	8,06	154,13	3,04	58,08
1988	5,12	3,03	59,10	1,27	24,74	2,39	46,73	8,73	170,43	3,45	67,35
1989	5,38	4,24	78,87	1,27	23,66	3,54	65,73	10,51	195,43	2,50	46,45
1990	6,46	3,03	46,89	1,50	23,15	4,18	64,70	17,45	270,07	2,42	37,39
1991	6,46	2,61	40,46	1,77	27,47	3,88	60,14	16,64	257,63	2,28	35,27
1992	7,36	1,95	26,51	1,69	22,94	4,08	55,38	8,71	118,29	2,33	31,65
1993	7,62	2,03	26,64	1,88	24,73	2,99	39,18	11,98	157,20	2,37	31,06
1994	6,19	1,71	27,62	1,37	22,18	2,85	46,05	*	*	2,44	39,47
1995	6,13	2,12	34,59	2,01	32,70	4,25	69,23	10,90	177,75	2,94	47,97
1996	7,00	2,51	35,88	1,83	26,10	4,41	62,98	13,35	190,78	3,36	47,96
1997	6,27	2,73	43,57	1,76	28,03	3,89	61,98	12,28	195,88	3,49	55,59
1998	6,09	2,37	38,91	1,63	26,73	2,75	45,20	7,37	121,04	3,47	56,97
1999	6,44	2,76	42,88	1,72	26,63	2,73	42,41	14,83	230,07	3,46	53,73
ORT.			60,82		30,20		73,34		233,95		49,75

Yukarıda değinilen hususlara binaen, hem güvenilirlik ve süreklilik kıstasları açısından, hem de maliyet boyutuyla ele alındığında, ülkemizde linyite dayalı termik santrallerin özel bir önem ihtiva ettiği anlaşılmaktadır.



## 2.2. Fiyatlandırma

### 2.2.1. Fiyatlandırmanın tanımı ve önemi

Bir işletmenin yapısı, genel anlamda birbirine bağlı tedarik, üretim ve pazarlama fonksiyonlarından meydana gelmektedir (Müftüoğlu, 1994). Bu fonksiyonlar birbirleri ile seri bağlı olup, içerikleri aşağıda özetle verilmektedir.

- *Tedarik Fonksiyonu:* İşletmelerde mal ve hizmet üretiminde bulunulurken, önce tedarik piyasalarından çeşitli üretim girdilerinin tedarik edilmesi ve işletmede hazır bulundurulması gerekmektedir. Bu üretim girdileri hammadde, yardımcı malzeme ve işletme malzemesi gibi malzeme çeşitlerinden; arsa, bina, makineler gibi sabit yatırım mallarından; vasıflı ve düz işçi, ustabaşı, mühendis gibi çeşitli niteliklere sahip personelden oluşmaktadır. Üretim sürecini gerçekleştirmek üzere bu üretim girdilerinin tedarik piyasalarından temin edilerek işletmede hazır bulundurulması için gerekli tüm faaliyetler işletmenin tedarik fonksiyonunu oluşturmaktadır.
- *Üretim Fonksiyonu:* Tedarik piyasalarından temin edilen üretim faktörleri daha sonra işletmenin üretim sürecinde bir araya getirilmekte ve iktisadi mal/ürün ve hizmetlere dönüştürülmektedir. Bu dönüşümü sağlamak üzere üretim sürecinde gerçekleştirilmesi gereken tüm faaliyetler, işletmenin üretim fonksiyonunu meydana getirmektedir.
- *Pazarlama Fonksiyonu:* Üretim süreci neticesinde elde edilen mal/ürün ve hizmetler belirli bir bedel karşılığında ihtiyaç sahiplerine sunulmaktadır. Üretilen mal ve hizmetlerin işletmeden ihtiyaç sahiplerine (müşterilere) ulaştırılincaya kadar yapılması gereken faaliyetler işletmenin pazarlama fonksiyonu içinde mütalaa edilmektedir.

İşletmenin başarısı açısından ağırlıklı bir öneme sahip hususlardan biri pazarlama fonksiyonudur. Üretilen mal ve hizmetlerin piyasalarda uygun bir fiyatta satılamaması halinde tedarik ve üretim fonksiyonlarında gerçekleştirilen

tüm başarılar geçersiz kalmaktadır. Burada elde edilecek sonuç, işletme faaliyetlerinin sürekliliği açısından belirleyici olmaktadır.

Genel bir yaklaşımla fiyat kavramı altında, bir malın/ ürünün teslimi veya bir hizmetin yerine getirilmesi için bir alıcının bir satıcıya ödediği para miktarı anlaşılmaktadır. Söz konusu ürün veya hizmetin fiyatının, üretim ve pazarlanmadan kaynaklanan maliyetleri karşıladığı gibi, makul bir karı sağlması gerekmektedir. Aksi takdirde ilgili üretim/ hizmet birimi faaliyetlerine devam edemeyecektir.

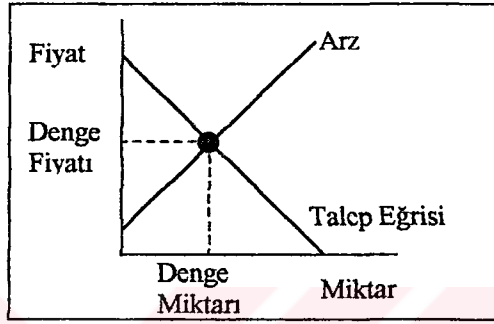
Ekonomi teorisinde fiyat, değer ve fayda kavramları arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Fayda, bir ürünün/malın ihtiyaç tatmin etmeye muktedir niteliğidir. Değer ise, bir ürünün diğer ürünlerle alışverişini cezbeden değerinin nicel miktarıdır (Örneğin 1 ton kömürün değerinin 10 gram altına eşit olması gibi). Değerin en yaygın ölçütü para olup, fiyat ise ilgili ürünün parasal değerini tanımlamada kullanılmaktadır. Bir başka ifade ile; fayda değer yaratmakta ve fiyat olarak ölçülmektedir.

Fiyatlandırma yöntemlerine geçmeden önce bazı temel kavramların açıklanmasında fayda mülahaza edilmektedir.

### *1) Arz ve Talep:*

Talep, tüketicilerin belirli bir zaman diliminde çeşitli fiyatlar üzerinden satın almaya hazır oldukları bir ürünün/ malın miktarıdır. Arz ise, satıcıların belirli bir fiyatta satmak istedikleri ürün/mal miktarı olarak ifade edilmektedir. Bir ürün/ mal için olan talep, ilgili ürün bedava olduğu takdirde çok miktarda olacaktır. Daha sonraki artan her bir fiyatta alıcılar daha az miktarda üründen talep ederek, ihtiyaçlarını karşılamanın daha ucuz yollarını araştıracaklardır. Böylece fiyat belirli bir düzeye yükseldiğinde, artık hiçbir alıcı söz konusu üründen talep etmeyecektir. Talebin fiyata bağlı olan bu davranışı, arz tarafında tam tersidir. Arz edilen miktar fiyat arttıkça artmaktadır. Yani belirli bir ürün için fiyatın artması, daha fazla kaynağın ilgili ürününün üretimi için kullanılmasına ve dolayısıyla

daha fazla ürününün satışa sunulmasına sebep olur. Şekil 2.17'de görüleceği üzere düşük fiyatlarda talep edilen miktar arz edilen miktarı geçmekte ve yüksek fiyatlarda arz edilen miktar talep edilen miktarı geçmektedir. Ortada bir noktadaki fiyatta arz ve talep edilen miktar eşittir. Diğer bir ifade ile arz ve talebin birbirine eşit olduğu bir fiyat vardır. Bu fiyat, denge fiyatı olarak ifade edilmektedir.



Şekil 2.17. Arz ve Talep Kanunu (Boone and Kurtz, 1992)

### 2) Fiyat Esnekliği:

Fiyat esnekliği, fiyat değişimlerine alıcıların ve satıcıların tepkisinin bir ölçüsüdür. Talebin fiyat esnekliği, talep edilen miktardaki yüzde değişimin fiyattaki yüzde değişmeye oranı olarak tanımlanmaktadır. Arzın fiyat esnekliği ise, arz edilen miktardaki yüzde değişimin fiyattaki yüzde değişmeye oranıdır. Fiyat ve talep edilen miktar arasındaki ters ilişki gereği talep esnekliği her zaman negatif iken, arz esnekliği ise doğru orantıdan dolayı pozitiftir. Fiyattaki %1'lik bir değişim, arz veya talep edilen miktarda %1'den daha fazla bir değişmeye yol açarsa, esneklik 1'den büyük çıkar. Bu husus arz veya talebin esnek olduğu anlamına gelir. Fiyattaki %1'lik değişim, arz veya talep edilen miktarda %1'den küçük bir değişimle sonuçlanırsa, esneklik %1'den küçük olur. Bu durumda arz veya talebin esnek olmadığı anlaşılır. Değişim oranının miktar ve fiyat için eşit olması durumunda ise birim esneklik söz konusudur.

### 3) Maliyetler :

Maliyet kavramı altında, herhangi bir üretimi gerçekleştirmek üzere kullanılan girdilerin mal olma bedeli veya yapılmış olan harcamaların tutarı

anlaşılmaktadır. Diğer bir ifade ile bir amaca ulaşmak için katlanılan külfetlerin (ekonomik fedakarlıkların) tümüne maliyet denilmektedir. Üretim seviyesi ile olan ilişkisine göre maliyetler Sabit ve Değişken olmak üzere iki guruba ayrılmaktadırlar. Genellikle üretim seviyesindeki değişiklikten bağımsız olan maliyetler sabit maliyetler( $C_f$ ), üretim seviyesine bağlı olarak değişken maliyetler ise değişken maliyetler ( $c_v$ ) olarak adlandırılmaktadır. Q miktarı vermek üzere, bu iki maliyetin toplamı toplam maliyeti ( $C_t = C_f + c_v \cdot Q$ ) vermektedir. Üretimin ilave bir birim artırılması durumunda toplam maliyette meydana gelen artışa ise marjinal maliyet denilmektedir.

#### 4) Satış Geliri:

Satış geliri (R), satılan mal miktarı (Q) ile mal fiyatının (P) çarpımına eşittir. Marjinal gelir ise, bir birim ilave ürün satmaktan kaynaklanan toplam satış geliri değişimidir. Satılan ilave ürünün sonucu olarak satış geliri artıyorsa marjinal gelir pozitif, aksi halde negatif değerlidir. Satılan ilave ürün satış gelirini değiştirmiyorsa, marjinal gelir sıfıra eşittir.

Fiyatlandırma işlemi, işletmelerin varolabilirliğinin temel fonksiyonlarından birisi olup, genellikle aşağıdaki fiyatlandırma yöntemlerinden bahsetmek mümkündür.

- Kar maksimizasyonunu esas alan fiyatlandırma
- Amoroso- Robinson ilişkisinde fiyatlandırma
- Kar- sıfır analizi bazında fiyatlandırma
- Maliyet esaslı fiyatlandırma
- Metal borsaları bazında fiyatlandırma
- Sözleşme esaslı fiyatlandırma
- Çeşitli bültenler tarafından yayınlanan fiyatlar bazında fiyatlandırma
- Hedonic fiyatlandırma

Yukarda sayılan fiyatlandırma yaklaşımları müteakip paragraflarda ele alınmıştır.

### 2.2.2. Kar maksimizasyonunu esas alan fiyatlandırma

Bu modelde aşağıdaki varsayımların geçerli olduğu kabul edilmektedir.

- Firma/ işletme, söz konusu mal veya ürün için talep ve maliyet fonksiyonları hakkında tam bilgiye sahiptir.
- Firma/ işletme, karını maksimize etmeye çalışmaktadır.

Bu fiyatlandırma modelini bir örnek üzerinde açıklamak anlaşılması bakımından faydalı olacaktır. Bir firmanın talep denklemi  $Q=1000-4P$  ( $P$ =fiyat ve  $Q$ =miktar) ve maliyet denklemi  $C=6000+50Q$  ( $C$ =maliyet) olsun. Bilindiği üzere Toplam Gelir,  $R=PQ$  ve Toplam Kar,  $Z=R-C$  eşitlikleri ile ifade edilmektedir.

Buradan;

$$Z=PQ-C$$

$$Z=PQ-(6000+50Q)$$

Talep eşitliği dikkate alındığında,

$$Z=P(1000-4P)-6000-50(1000-4P)$$

$$Z=56000+1200P-4P^2$$

Karını maksimize edecek fiyatı bulmak üzere eşitliğin türevi alınıp sıfıra eşitlenir.

$$Z' = 1200 - 8P = 0$$

$$P = 150 \$$$

Bu işlemler neticesinde elde edilen 150 \$'lık fiyat, karını maksimize edecek olan fiyattır. Aynı problem için söz konusu fiyat, marjinal maliyet ve marjinal gelir yaklaşımıyla da bulunabilir. Marjinal maliyetin marjinal gelire eşit olduğu noktada birim kar maksimizasyonu söz konusudur.

$$R=PQ$$

$$R=[(1000-Q)/4]xQ$$

$$R=(1000Q-Q^2)/4$$

$$dR/dQ= -(1/2)Q+250 \text{ (Marjinal Gelir)}$$

$$C=6000+50Q$$

$$dC/dQ=50 \text{ (Marjinal Maliyet)}$$

$$dR/dQ= dC/dQ$$

$$-(1/2)Q+250=50$$

$$Q=400$$

Marjinal maliyetin marjinal gelire eşit olduğu noktadaki üretim 400 birim kadardır. Bu değer talep eşitliğinde yerine konulduğunda fiyat 150 \$ olarak ortaya çıkmaktadır.

$$Q=1000-4P$$

$$P=150\$$$

### 2.2.3. Amoroso- Robinson ilişkisinde fiyatlandırma

Daha öncede ifade edildiği üzere satış geliri “ $R= P \times Q$ ” şeklinde ifade edilmektedir. Fiyatta  $\Delta P$  ve miktarda  $\Delta Q$  kadar bir değişim olduğu takdirde, yeni satış geliri ( $R'$ ) aşağıdaki gibi ortaya çıkacaktır.

$$R' = (P + \Delta P)(Q + \Delta Q) = PQ + P\Delta Q + Q\Delta P + \Delta P\Delta Q$$

Başlangıçtaki satış gelirinden ikinci durumdaki satış geliri çıkarıldığı takdirde;  $\Delta R = P\Delta Q + Q\Delta P + \Delta P\Delta Q$  eşitliği elde edilir. Burada  $\Delta P$  ve  $\Delta Q$  küçük değerlere sahip olduğundan  $(\Delta P.\Delta Q)$  ihmal edilebilir. Bu durumda  $\Delta R = P\Delta Q + Q\Delta P$  olur. Bunun anlamı gelirdeki değişikliğin, orijinal fiyat ve

miktardaki değişimin çarpım değeri ile orijinal miktar ve fiyattaki değişimin çarpım değerinin toplamına eşit olduğudur.

Eğer eşitliğin her iki tarafı da  $\Delta Q$  ile bölünecek olursa Marjinal Gelir elde edilir.

$$\frac{\Delta R}{\Delta Q} = P + Q \frac{\Delta P}{\Delta Q} \Rightarrow MG = P \left( 1 + \frac{Q \Delta P}{P \Delta Q} \right)$$

Yukarıdaki eşitlikte görüleceği üzere  $\frac{Q \Delta P}{P \Delta Q}$  ifadesi  $\frac{1}{e}$ 'ye eşit olmaktadır.

Talep kanunu göz önüne alınarak esnekliğin başına (-) işareti getirildiği takdirde yukarıdaki eşitlik Amoroso-Robinson ilişkisi olarak anılan  $MG = P \left( 1 - \frac{1}{e} \right)$  şekline

gelir. Bu eşitlikte gerekli düzenlemeler yapılarak fiyat  $P = \frac{MG}{\left( 1 - \frac{1}{e} \right)}$  eşitliği ile

rahatlıkla tespit edilebilir.

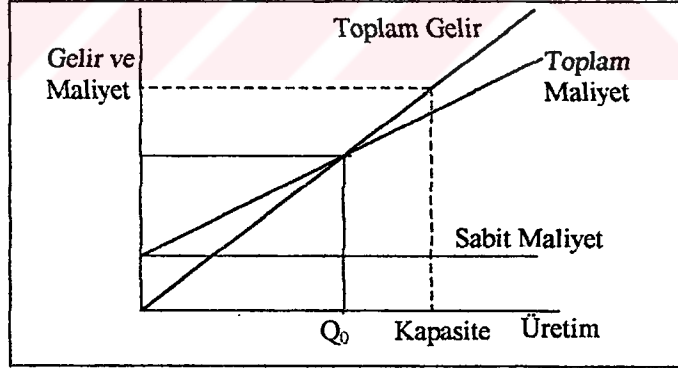
Amoroso- Robinson ilişkisinde; satış fiyatı, marjinal gelir ve esneklik arasındaki ilişkiler aşığıdaki gibi kısaca verilebilir (Müftüoğlu, 1994):

- Satış fiyatının düşürölme oranına göre satış miktarındaki artış oranı daha yüksek ise, işletmenin satış geliri artar. Bu durumda marjinal satış geliri pozitif değerler alır. Fiyat esnekliği  $1 < e < \infty$  arasında değişir.
- Yukarıdaki durumun aksine satış fiyatının düşürölme oranına göre satış miktarındaki artış oranı daha düşük ise işletmenin satış geliri azalır. Bu durumda marjinal satış geliri negatif değerler alır. Fiyat esnekliği birim esneklik ile sıfır değerleri arasında değişir. ( $0 < e < 1$ )
- Satış fiyatının düşürölme oranı ile satış miktarındaki artış oranı birbirine eşit ise işletmenin satış geliri sabit kalır. Bu durumda marjinal satış geliri sıfırdır ve birim esneklik söz konusudur. ( $e=1$ )

- Farklı satış fiyatlarında satış miktarı değişmiyor ise teorik olarak işletme en yüksek fiyatı koyarak üretim seviyesini kapasite sınırına kadar çıkarabileceğinden marjinal satış geliri belirsizdir. Fiyat esnekliği sıfır değerini alır. ( $e=0$ )
- İşletme sabit bir satış fiyatı üzerinden istediği kadar satış yapabiliyorsa, marjinal satış geliri her yerde sabittir ve satış fiyatına eşittir. Fiyat esnekliği de talep fonksiyonunun her yerinde aynı olup, sonsuz değerini almaktadır. ( $e=\infty$ )

#### 2.2.4. Kar- sıfır analizi bazında fiyatlandırma:

Kar- Sıfır veya başabaş analizi, tüm maliyetleri karşılamak için belirli fiyatta satılması gereken ürün ya da hizmetlerin miktarını belirlemekte faydalanan bir analizdir. Şekil 2.18' de görüleceği üzere Sabit ve Değişken Maliyet parçalarından oluşan Toplam Maliyet eğrisi ile Toplam Gelir eğrisinin kesiştiği nokta kar- sıfır noktası (kapasitesi) olup, bu noktada gelir maliyete eşittir.



Şekil 2.18. Kar Sıfır Analizi (Boone and Kurtz, 1992)

Birim bazında başabaş kapasite grafiksel yöntem dışında ayrıca aşağıdaki eşitlik yardımıyla da hesaplanabilir.

$$R = C_T \Rightarrow P \cdot Q_0 = C_f + c_v \cdot Q_0 \Rightarrow Q_0 = \frac{C_f}{P - c_v}$$

Bir başka ifade ile,



$$\text{Başabaş Nokta} = \frac{\text{Toplam Sabit Maliyet}}{\text{Birim Satış Fiyatı} - \text{Birim Değişken Maliyet}}$$

Paydada yer alan satış fiyatı ve değişken maliyet arasındaki farka marjinal katkı adı verilmektedir. Sabit maliyetler karşılandıktan sonra, ilave her bir birimin satışından kaynaklanan kar miktarı marjinal katkı kadar olacaktır.

Yukarda verilen eşitlik yardımı ile karı sıfır yapacak olan fiyat aşağıdaki eşitlikte verildiği gibi tespit edilebilir.

$$\text{Birim Satış Fiyatı} = \frac{\text{Toplam Sabit Maliyet}}{\text{Başabaş Nokta}} + \text{Birim Değişken Maliyet}$$

Belirli bir kar hedefine ulaşmak istenmesi durumunda başabaş nokta eşitliği aşağıdaki hale dönüşür.

$$\text{Başabaş Nokta} = \frac{\text{Toplam Sabit Maliyet} + \text{Kar}}{\text{Birim Satış Fiyatı} - \text{Birim Değişken Maliyet}}$$

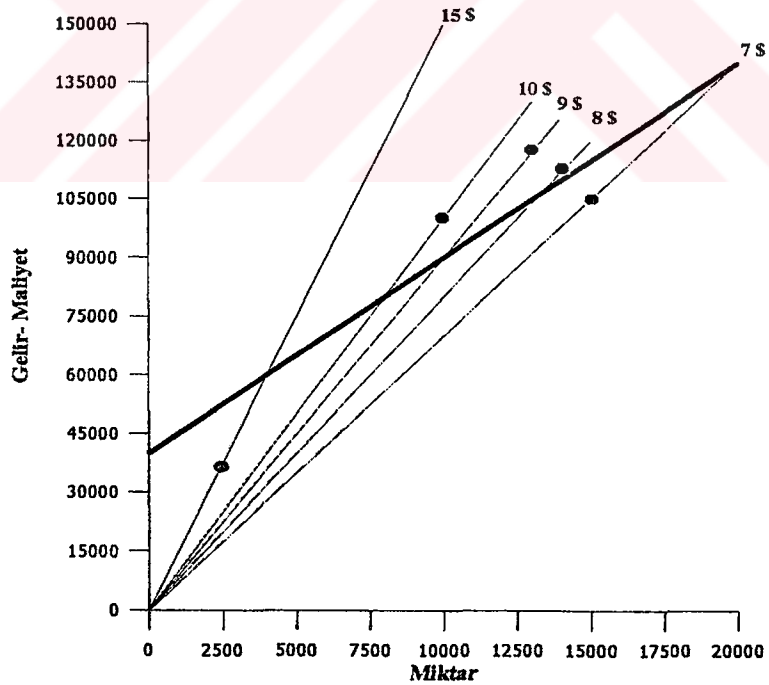
Kar- sıfır analizi, maliyetleri karşılamak ve belirli bir kar seviyesine ulaşmak için gerekli satış miktarını belirlemede etkili bir araçtır. Kolay anlaşılır bir analiz olup, belirli bir fiyat için gerekli satış seviyelerinin gerçekçi hedefler olup olmadığına karar verilmesinde yardımcı olur. Ancak maliyet esaslı bir model olduğundan, tüketicilerin belirlenen fiyatta ve miktarda ürünü satın alıp almayacakları sorusuna cevap vermez. Bu nedenle kar-sıfır (başabaş) analizinin, talep analizini ihtiva edecek şekilde geliştirilmesi gerekmektedir.

Tablo 2.15’de alternatif fiyatlar için maliyetler ve gelirler özetlenmektedir. Farklı miktarlar için toplam maliyet, 40000\$’lık sabit maliyet ve 5\$’lık değişken maliyet esas alınarak hesaplanmıştır. Tablonun ilk iki kolonunda yer alan veriler bir talep programını göstermektedir. Her bir fiyat için geçerli olan talepler Şekil 2.19’ da ki ilgili eğriler üzerinde işaretlenmiştir.

Şekil 2.19'da Tablo 2.15'deki hesaplamalar ile uyumlu olarak karlı fiyat aralığının 8-10 \$ arasında olduğu gözlenmektedir. Bu durumda söz konusu fiyatlar arasındaki tercih, en yüksek karı sağlayandan (9\$) yana olacaktır.

Tablo 2.15. Geliştirilmiş Kar-sıfır Analizi (Boone and Kurtz, 1992)

Gelirler			Maliyetler			Başbaş Nokta	Toplam Kar (Zarar)
Fiyat	Talep Edilen Miktar	Toplam Gelir	Toplam Sabit Maliyet	Toplam Değişken Maliyet	Toplam Maliyet		
\$15	2500	\$37500	\$40000	\$12500	\$52500	4000	\$(15000)
10	10000	100000	\$40000	50000	90000	8000	10000
9	13000	117000	\$40000	65000	105000	10000	12000
8	14000	112000	\$40000	70000	110000	13334	2000
7	15000	105000	\$40000	75000	115000	20000	(10000)



Şekil 2.19. Talep Analizi ile Geliştirilmiş Kar-sıfır Analizi

(Boone and Kurtz, 1992)

### 2.2.5. Maliyet esaslı fiyatlandırma

Fiyat belirlenmesinde, maliyetleri esas alan üç adet yöntem olup, bu yöntemler aşağıda kısaca açıklanmaktadır.

- *Maliyet Artı Fiyatlandırma:* Bu yöntemde, toplam maliyete genellikle bu maliyetin bir yüzdesi olarak belirlenen “kar payı” eklenmek suretiyle ilgili ürünün satış fiyatı saptanmaktadır.

$$\text{Fiyat} = \text{Maliyet} + (\text{Kar Oranı} \times \text{Maliyet})$$

- *Marjin Fiyatlandırma:* Fiyatın belirlenmesi maliyet ve kar arasındaki ilişkiye dayandığı için Maliyet Artı Fiyatlandırmaya benzemektedir. Bu yöntemde, maliyet belirli bir kar marjı sağlayacak fiyatın tespiti için kullanılır.

$$\text{Fiyat} = \frac{\text{Maliyet}}{1 - \text{Marjin Oranı}}$$

- *Yatırım Karlılığı Esasına Göre (Rate of Return) Fiyatlandırma:* Bu yöntemde kar, ilgili ürünü üretmek üzere ihtiyaç duyulan yatırım miktarına dayalı olarak hesaplanmaktadır. Fiyat ise Maliyet Artı Fiyatlandırma Yöntemine benzer şekilde maliyete hesaplanan karın eklenmesi ile tespit edilmektedir.

$$\text{Fiyat} = \text{Maliyet} + \frac{\text{YatirimMiktari} \times \text{GeriDonusOrani}}{\text{SatisMiktari}}$$

### 2.2.6. Metal borsaları bazında fiyatlandırma

Madencilik sektöründe ürünlerin fiyatlandırılmasında, başta LME (London Metal Exchange) ve COMEX (Commodity Exchange) olmak üzere çeşitli

borsalardan yararlanılmaktadır. Bu borsaların işleyişlerinin benzer olması ve sektörde yaygın olarak faydalanılması münasebetiyle bu bölümde Londra Metal Borsası'nın işleyişine ve fiyatların oluşumuna değinilecektir.

Genel bir yaklaşımla LME, işleme konu olan emtianın öngörülemeyen fiyat değişiklikleri riskine karşı ilgili çevrelerin kendilerini korumalarına olanak sağlayan bir piyasa türüdür (Saygı ve Gözen, 2000). 120 yıllık geçmişi bulunan bu borsada, bir yandan demir dışı baz metaller için referans fiyatlar tespit edilirken, diğer yandan risk paylaşım ve/veya aktarmaya olanak tanınmaktadır.

LME'nin günlük işlem hacmi 10 milyar dolar civarında olup, demir dışı baz metallerde dünya ticaretinin %90'ından fazlası bu borsa üzerinden gerçekleştirilmektedir. LME'de metal arz ve talebindeki değişiklikler fiyatlara yansıtılmakta ve katılımcılar için güvenilir ve referans kabul edilecek bir piyasa oluşturulmaktadır.

LME'de halen gümüş, alüminyum alaşımı, kalay, alüminyum, bakır, kurşun, çinko ve nikel işlem görmekte olup, bu metaller için aranan minimum özellikler vardır. Bu özellikler LME'de alım yapanların güvenebilecekleri asgari standartları garanti etmek amacıyla konulmuştur. Bu özellikleri taşımayan metallerin LME'de ticareti olanaklı değildir.

LME'de hem spot (peşin), hem de vadeli (3 aylık, 15 aylık, 27 aylık) işlemler yapılmaktadır. Seanslar, her metal ve her vade için beş dakika sürmekte olup, fiyatlar bu beş dakika içerisinde yapılan tekliflerle belirlenmektedir. Kota komitesinin bu fiyatları onaylaması ile fiyatlar panoda gösterilmekte ve 5 dakikalık seansların kapanmasından sonraki 10 dakika içerisinde seans dealer'larından herhangi bir itirazın gelmediğinden emin olduktan sonra, fiyatlar resmi fiyat olarak sistemde kayda geçirilmektedir (Seçer, 1998). Ardından sekreteryaya görevlilerince bu fiyatlar birçok haber ajansına anında iletilmektedir.

### 2.2.7. Sözleşme esaslı fiyatlandırma

Özellikle madencilik sektöründe sıkça kullanım alanı bulan bu fiyatlandırma yönteminin esası, ilgili tarafların alım- satım konu olan ürünün/malın fiyatı konusunda belirli kurallar çerçevesinde mutabık kalmalarıdır. Genellikle bir fiyatlandırma modelinin ortaya çıkması ile sonuçlanan pazarlıklarda, baz fiyatlar (LME fiyatı gibi), önemli kalite parametreleri ve maliyet gibi diğer etkili parametreler nazarı dikkate alınır.

Madencilikte bazı metal konsantrilerine dönük oluşturulmuş olan ve yaygın bir şekilde kullanılan fiyatlandırma modelleri bu kapsamda mütalaa edilmektedir. Bu modeller incelenirken metal konsantreleri ile ilgili aşağıdaki hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir (Apostolides, 1983).

- Çeşitli metalik elementler içerirler. Bunlardan bazıları için (Pb, Zn, Cu, Ag, Au, Cd, Ge) ödeme yapılırken, bazıları (As, Sb, Bi) için ise ceza uygulaması söz konusudur.
- Çeşitli konsantre ve izabe türleri mevcuttur. Örneğin;
  1. %60-65 Pb içeren kurşun konsantreleri kurşun izabeleri tarafından işlenir.
  2. %50-55 Zn içeren çinko konsantreleri çinko izabeleri tarafından işlenir.
  3. %20-25 Pb ve %30-35 Zn içeren bulk konsantreler Imperial Smelting Process tarafından işlenir.
  4. %15-20 Cu içeren bakır konsantreleri bakır izabeleri tarafından işlenir.
- İzabeler; her bir konsantre türü için, metalurjik kayıpları bertaraf etmek üzere brüt değer (İçerilen Metal Birimi\*Mevcut Metal Fiyatı) bir bölümü/parçası olan içerilen metal için ödeme yaparlar. Bu parça; ya brüt değer bir yüzdesinin (Pb için %95 Zn için %85) alınması ile ya da

ödemeden önce tenörde bir azaltma yapılarak (%Pb-3, %Zn-6,5) elde edilir.

- Metal fiyatlarındaki dalgalanmaları hesaba katmak üzere bir baz fiyat alınır.
- Son olarak izabe ve rafinasyon şarjı hesaba katılır.

Metal konsantrelerine dönük bazı modeller aşağıda sıralanmaktadır.

### 1. Bakır Konsantresi Satış Fiyatı Modeli

$$F_{Cu} = LME \cdot \frac{t-1}{100} - Sm - R + (Ag - \alpha) \cdot f_1 + (Au - \beta) \cdot f_2 - \gamma$$

F= Bakır konsantresi satış fiyatı

LME= A- grade bakırın LME (London Metal Exchange) fiyatı

t= Satışa arz edilen konsantrenin tenörü (%Cu)

Sm= İzabe şarjı (ekseriyetle 80-90 \$/ton konsantre)

R= Rafine şarjı (7-8 cent/lb ödenen bakır bazında)

Ag= Konsantrenin gümüş içeriği (gr/t)

$\alpha$ = Gümüş içeriği azaltımı (ekseriyetle 30 gr)

$f_1$ = LME gümüş fiyatı

$f_2$ = LME altın fiyatı

Au= Konsantrenin altın içeriği (gr/t)

$\beta$ = Altın içeriği azaltımı (ekseriyetle 1 gr)

$\gamma$ = Hg, As, Zn, Sb gibi istenmeyen empürütelerin ceza limitlerinin üst değ.

### 2. Wolfram Konsantresi Satış Fiyatı Modeli

$$F = \frac{L_{\text{ünite}}}{7,93} \cdot (t - \%2) - S_m$$

$L_{\text{ünite}}$ = Konsantre içinde  $WO_3$  ünite fiyatı

t= Konsantrenin tenörü (% $WO_3$ )

W/  $WO_3$ = %79,23

Sm= İzabe şarjı (1-1,5 \$/kg)

### 3. Kurşun Konsantresi Modeli

$$F_{Pb} = \left[ \alpha_1 \cdot \frac{\%Pb}{100} - \beta_1 \right] \cdot Pb_{LME} + \alpha_2 \cdot \left[ \frac{\%Cu - \beta_2}{100} \right] \cdot Cu_{LME} + \alpha_3 \cdot (Ag - \beta_3) \cdot Ag_{LME} + (Au - \beta_4) \cdot Au_{LME} - \gamma$$

$F_{Pb}$  = Pb konsantresi satış fiyatı

$\alpha_1$  = Ödenebilir oran (yaklaşık 0,95)

$\beta_1$  = İzabe ve rafine giderlerine ayrılan pay (yaklaşık 0,21)

$Pb_{LME}$  = Kurşunun LME satış fiyatı

$\alpha_2$  = Kurşun konsantresinde bakır için ödenebilir oran yaklaşık 0,80  
(bu oran izabe ve rafine şarjlarını içerir)

$\beta_2$  = Bakır içeriği azaltımı

$\alpha_3$  = Cu tenöründe ödeme yapılmayan limit tenör (yaklaşık 0,3)

$\beta_3$  = Gümüş içeriği azaltımı

$Ag$  = Konsantrenin gümüş içeriği (gr/t)

$\beta_4$  = Altın içeriği azaltımı

$Au$  = Konsantrenin altın içeriği (gr/t)

$Ag_{LME}$  = LME gümüş fiyatı

$Au_{LME}$  = LME altın fiyatı

$\gamma$  = İstenmeyen empürütelerin ceza limitlerinin üst değerleri

Bu gibi yaklaşımlara dayandırılan sözleşmeler fiyatların yanı sıra genellikle miktar, sözleşme süresi, teslim limanı, ödeme koşulları, yasal prosedürler ve kontrol işlemleri gibi hususları içerirler.

#### 2.2.8. Çeşitli bültenler tarafından yayınlanan fiyatlar bazında fiyatlandırma

Metals Week ve Metal Bulletin gibi dergiler, madencilik sektörü tarafından kabul görmüş bağımsız birer fiyat otoritesi olarak hizmet vermekte olup, yayınladıkları fiyatlar endüstri tarafından sözleşme fiyatlandırmasında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Bu bültenlerde yayınlanan fiyatlar kaynağına göre genellikle aşağıdaki gibi gruplandırılır.

- **Borsa Fiyatları:** LME (London Metal Exchange) veya COMEX (Commodity Exchange) gibi borsaların ilan ettiği fiyatlar olup, bu fiyatlar elde edilen kaynağın sorumluluğu altında yayınlanmaktadır.
- **Üretici ve Tüketici Fiyatları:** Belirli bir ürünün piyasasında üretici veya tüketicilerin hakim olmaları durumunda, onların belirlediği fiyatlar tüm piyasa için referans fiyat olur.
- **Üretici, Tüketici ve Tüccarların Bildirdiği Fiyatlar:** Genellikle yapılan anketler neticesinde ilgililerin görüşlerinin alınması suretiyle belirlenen fiyatlardır.
- **Bültenlerin Kendilerinin Değerlendiği Fiyatlar**
- **Uzman Gruplarca Önerilen Fiyatlar**
- **Belirli Bir Formüle Göre Tespit Edilen Fiyatlar**

### 2.2.9. Endekslere bağlı fiyatlandırma

Bu fiyatlandırma yöntemi, geçmişte söz konusu olan bir fiyatın güncelleştirilmesi esasına dayanmaktadır. Güncelleme işlemi endeksler kullanılarak aşağıdaki eşitlikte ifade edildiği gibi gerçekleştirilir.

$$Fiyat_{yeni} = Fiyat_{eski} \times \frac{Yeni\ Endeks}{Eski\ Endeks}$$

Eşitlikte kullanılan fiyat endeksleri, belirli bir zaman periyodundan diğer bir periyoda nisbi fiyat değişimlerinin ölçer. Fiyat endekslerinin, tek bir ya da birden fazla ürün, mal veya hizmet için fiyat değişimlerini esas alan türleri mevcuttur.

### 2.2.10. Hedonic fiyatlandırma

#### 2.2.10.1. Genel hususlar

Temel olarak, çoklu regresyon analizinin bir uygulaması olan bu yöntem aracılığı ile, kömür gibi homojen olmayan ürünlerin kalite parametreleri ile fiyatları arasındaki ilişki modellenmeye çalışılmaktadır. Bir başka ifade ile,



fiyatlar her biri söz konusu ürünün önemli bir kalite göstergesi olan çeşitli sayıda açıklayıcı değişkene karşı regrese edilmektedir.

Bir hedonic fiyatlandırma modeli (1) nolu eşitlikte verildiği gibi ifade edilebilmektedir.

$$P=f(x_1, x_2, \dots, x_n)+e \dots \dots \dots (1)$$

P= Fiyat                      e= Hata terimi

$x_n$ = n. gözlenen kalite değişkenlerinin bir vektörü

Her bir özellik için kesin fiyat ise, oluşturulan fiyat eşitliğinin ilgili özelliğe göre kısmi türevinin alınmasıyla elde edilmektedir( Eşitlik 2).

$$P_{x_i} = \frac{\partial P}{\partial x_i} \dots \dots \dots (2)$$

Aynı piyasada ve aynı zamanda satılan heterojen ürünlerin fiyatlarındaki farklılıkların, ürünlerin özelliklerinden kaynaklandığı esasına dayanan Hedonic fiyatlandırma yöntemi, geçtiğimiz yüzyıl içerisinde tarım, otomobil ve bilgisayar gibi ürün/ mal özelliklerinin çeşitlilik arz ettiği sektörlerde oldukça yoğun bir kullanım alanı bulmuştur. Çeşitli uygulamalara ilişkin örnekler Berndt (1991) tarafından verilmektedir.

Aşağıdaki bölümlerde, hedonic fiyatlandırmanın dayandığı çoklu regresyon analizi ve bu yaklaşımın kömür madenciliğinde uygulanmasına ilişkin örnekler verilmiştir.

#### 2.2.10.2. Çoklu regresyon analizi

Regresyon analizi, iki yada daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi araştırmak ve modellemekte kullanılan istatistiksel bir teknik olarak tanımlanmaktadır. Bir başka ifade ile, mevcut verileri kullanarak “bağımlı değişken” olarak adlandırılan değişken ile, “açıklayıcı değişken veya değişkenler” olarak adlandırılan bağımsız değişken veya değişkenler arasındaki fonksiyonel

ilişkiyi ele almaktadır.  $Y$  tahmin edilecek bağımlı değişken ve  $X_1, \dots, X_n$  bağımsız değişkenler olmak üzere bir regresyon analizindeki fonksiyonel ilişkinin genel ifadesi aşağıdaki gibidir.

$$Y = f(X_1, \dots, X_n) \dots \dots \dots (3)$$

Yukarıda sözü edilen fonksiyonel ilişkiler doğrusal veya doğrusal olmayan şekillerde olabilmektedir. En çok tanınan regresyon ilişkisi doğrusal regresyon şeklinde olanıdır.

Regresyon analizi bir değişkenin diğerleriyle olan ilişkisini ortaya koyarken, bu değişkenler arasındaki herhangi bir neden- sonuç ilişkisini ortaya koymaz. Yani istatistiki ilişki kendiliğinden mantıksal bir neden- sonuç ilişkisi göstermez.

Şayet bağımlı değişkenin tek bir açıklayıcı değişken ile ilişkisi ele alınıyorsa iki değişkenli veya basit regresyon analizi, birden çok açıklayıcı değişken ile ele alınıyorsa çoklu regresyon analizinden bahsedilir.

Bir üç değişkenli regresyon denkleminin genel ifadesi (4) nolu eşitlikte verildiği gibidir.

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + u_i \dots \dots \dots (4)$$

Burada  $Y_i$  bağımlı değişkeni ve  $X_{2i}$  ve  $X_{3i}$  ise bağımsız değişkenleri ifade etmektedir. Kısmi regresyon katsayıları olarak adlandırılan  $\beta_2$  ve  $\beta_3$  ise, bağımsız değişkenlerden biri sabit tutulmak üzere (ör.  $X_{3i}$ ), diğerinin ( $X_{2i}$ ) bağımlı değişken ( $Y_i$ ) üzerindeki marjinal etkisini göstermektedir.

Hata terimi veya bozucu terim olarak adlandırılan  $u_i$  değeri tahmin hatalarından kaynaklanmaktadır. Gözlenen  $Y_i$  değerinden, analiz sonucu tahmin edilen  $\hat{Y}_i$  ( $E(Y_i) = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i}$ ) değerinin farkının alınması ile elde edilir. Hata teriminin varlığının en büyük nedenleri arasında  $Y$ ' nin yalnızca iki değişkene bağlı olmaması ve yeterli verilerin elde edilememesi gösterilebilir.

(4) nolu eşitlikte yer alan  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  ve  $\beta_3$ ' ü hesaplayabilmek için hata terimlerinin karelerinin toplamının her bir regresyon katsayısına göre kısmi türevlerinin sıfıra eşitlenmesi gerekmektedir. En Küçük Kareler Yöntemi olarak bilinen prosedür neticesinde regresyon katsayıları aşağıdaki eşitliklerin çözümü ile hesaplanır.

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum Y_i}{n}$$

$$\sum x_{2i} Y_i = \hat{\beta}_2 \sum x_{2i}^2 + \hat{\beta}_3 \sum x_{2i} x_{3i}$$

$$\sum x_{3i} Y_i = \hat{\beta}_2 \sum x_{2i} x_{3i} + \hat{\beta}_3 \sum x_{3i}^2$$

### A. Korelasyon

Korelasyon, iki veya daha fazla sayıda bağımsız değişkenin bağımlı değişkenle olan ilişkisini gösterir. İlişkinin derecesi oransal bir ölçü olan korelasyon katsayısı (R) ile belirtilir. Ancak bunun karesi olan belirlilik katsayısı ( $R^2$ ) (determinasyon katsayısı) yorum yapma açısından daha elverişli olduğundan tercih edilir.

Korelasyon katsayısı,  $-1 \leq R \leq 1$  aralığında yer almaktadır. ‘‘Pozitif işaretli korelasyon katsayısı’’ değişkenlerden birinin değeri artarken (azalırken) diğerinin değerinin de arttığını (azaldığını), negatif işaretli korelasyon katsayısı ise değişkenlerden birinin değeri artarken (azalırken) diğerinin değerinin azaldığını (arttığını) gösterir.  $R=0$  olduğunda değişkenler arasında doğrusal bir ilişki bulunmadığı söylenir.  $R$ 'nin  $+1$ 'e eşit olması pozitif tam doğrusal bir ilişkinin,  $-1$ 'e eşit olması negatif tam doğrusal bir ilişkinin varlığına işaret eder. Değişkenler arasındaki ilişki kuvvetlendikçe  $\pm 1$ , zayıfladıkça 0'a yaklaşan bir korelasyon katsayısı elde edilir.

Bağımlı değişkendeki değişmelerin yüzde kaçının bağımsız değişkenlerdeki değişmelerle açıklanabileceğini gösteren çoklu belirlilik katsayısı, sadece iki

bağımsız değişkenin varlığı durumunda aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanabilmektedir.

$$R^2 = \frac{\hat{\beta}_2 \sum x_{2i} y_i + \hat{\beta}_3 \sum x_{3i} y_i}{\sum y_i^2} \dots\dots\dots(5)$$

Çoklu regresyon modelinde yer alan bağımsız değişkenlerin sayısının artması, yukarıdaki eşitlikteki yer alan paya yeni terimlerin ( $\hat{\beta}_4 \sum x_{4i} y_i$  gibi) eklenmesine yol açacaktır. Bağımsız değişkenlerin sayısı artarken, serbestlik derecesinin azalacağı açıktır. Dolayısıyla, serbestlik derecesini de hesaba katmak amacıyla belirlilik katsayısını düzeltmek gerekir. Düzeltilmiş Çoklu Belirlilik Katsayısı olarak bilinen bu değer aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanabilmektedir.

$$\bar{R}^2 = \left( 1 - (1 - R^2) \cdot \frac{n-1}{n-k} \right) \dots\dots\dots(6)$$

n= Gözlem sayısı

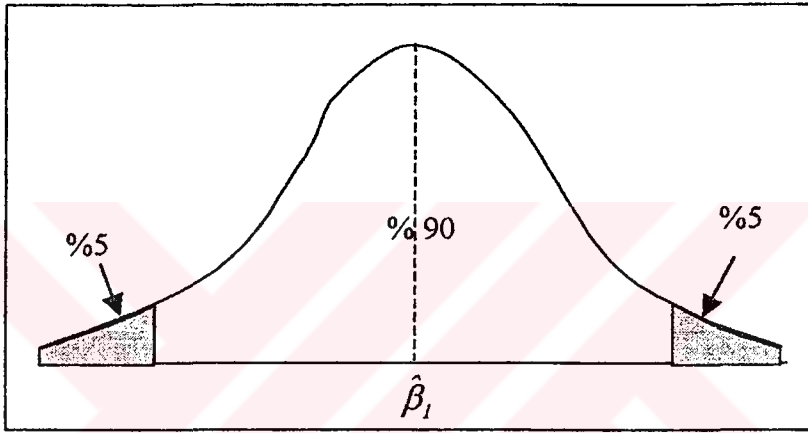
k= Tahmin edilen parametre sayısı

Bağımsız değişken sayısının artması  $\bar{R}^2$ 'yi azaltıcı bir etkiye sahiptir. Diğer bir ifade ile bir çoklu regresyon denkleminde yeni bir bağımsız değişken eklendiğinde  $R^2$  artsa da  $\bar{R}^2$  azalabilir. Bu nedenle, yeni bir serbest değişkenin eklenmesiyle regresyonun açıklayıcı gücünün artıp artmadığını ortaya koymak amacıyla  $\bar{R}^2$  tercih edilir. Nitekim yeni eklenen değişken  $\bar{R}^2$ 'nin artmasını sağlıyorsa modele dahil edilir, aksi halde model dışı bırakılır.

### *B. Parametreler İçin Güven Aralığı*

Bir regresyon analizinde tahmin edilen parametrelerin ( $\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \hat{\beta}_3$ ) gerçek değerlerine ( $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ ) ne kadar yakın olduğunu saptamak amacıyla güven

aralığından faydalanılır. Güven aralığı, bir regresyon eşitliğinde tahmin edilen parametreyi içermesi muhtemel olan aralığı ifade etmekte kullanılmaktadır. Benzer şekilde anlamlılık düzeyi ise, tahmin edilen parametreyi içermesi muhtemel aralığın dışındaki alandır. Güven aralığının saptanmasında t-testi kullanılmakta olup, Şekil 2.21’de bir t dağılımında %90 güven aralığının nereye tekabül ettiği gösterilmektedir.



Şekil 2.20. Güven Aralığı ve Anlamlılık Düzeyi (Alpar, 1997)

Güven aralığının tespitinde her bir parametre için hesaplanan t değerinin,  $\alpha/2$  ve n-k serbestlik derecesinde (üç değişkenli regresyon modelinde k=3) elde edilen  $\pm t_{\alpha/2}$  (kritik t değeri) değerlerinin arasında yer alması gerekmektedir. Bu husus eşitlik (5)’ de gösterildiği gibi ifade edilebilir.

$$P(-t_{\alpha/2} \leq t \leq t_{\alpha/2}) = 1 - \alpha \dots\dots\dots(7)$$

t değeri ise her bir parametre için aşağıdaki eşitliklerde verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$\beta_1 \text{ için } t = \frac{\hat{\beta}_1 - \beta_1}{sh(\beta_1)} \dots\dots\dots(8)$$

$$\beta_2 \text{ için } t = \frac{\hat{\beta}_2 - \beta_2}{sh(\beta_2)} \dots\dots\dots(9)$$

$$\beta_3 \text{ için } t = \frac{\hat{\beta}_3 - \beta_3}{sh(\beta_3)} \dots\dots\dots(10)$$

Böylece  $\beta_1$  için güven aralığı, (7) ve (8) nolu eşitlikler yardımı ile aşağıdaki eşitlikte verildiği gibi hesaplanabilmektedir.

$$P(\hat{\beta}_1 - t_{(\alpha/2, sd)} sh(\hat{\beta}_1) \leq \beta_1 \leq \hat{\beta}_1 + t_{(\alpha/2, sd)} sh(\hat{\beta}_1)) = 1 - \alpha \dots\dots\dots(11)$$

$$\beta_1 : \hat{\beta}_1 \pm t_{(\alpha/2, sd)} sh(\hat{\beta}_1)$$

$\alpha$ = Anlamlılık Düzeyi (significance level)     $1-\alpha$ = Güven Aralığı (confidence level)  
 $n$ =Gözlem sayısı     $sd$  (Serbestlik Derecesi)=  $n-k-1$   
 $k$ = Değişken sayısı

Benzer mantıkla diğer parametreler için de güven aralığı tespit edilebilmektedir. Yukarıdaki eşitlikten anlaşılacağı üzere standart hata ne kadar büyük ise, güven aralığı o kadar geniştir.

### C. Çoklu Doğrusal Regresyon Modelinde Değişken Seçimi

Çoklu doğrusal regresyon modelinde, modeli oluşturan bağımsız değişkenlerden bazılarının modele katkısı önemsiz olabilir. Bu nedenle, bağımlı değişkeni en uygun şekilde açıklayacak bağımsız değişkenlerin belirlenmesi ve önemsiz değişkenlerin modelden çıkartılması gerekir. Bir başka ifadeyle, modele yalnızca baz alınan bir anlamlılık düzeyinde katkı yapan değişkenlerin dahil edilmesi söz konusudur. Değişken seçimi olarak adlandırılan bu sürecin ana avantajı oluşturulan modelin ilerdeki uygulamaları için daha az veriye ihtiyaç duymasıdır.

Bağımsız değişken sayısının azaltılması İleriye Doğru Seçim, Geriye Doğru Çıkarma ve Adım- Adım Çıkarma yöntemlerinden biri kullanılarak

gerçekleştirilmektedir (Alpar, 1997). Adımsal yöntemler olarak adlandırılan bu yöntemlere aşağıda kısaca değinilmektedir. Burada dikkat edilecek olan husus, en çok bilinen ve kullanılan yöntem olan Adım-Adım Regresyon Yöntemi (Stepwise Regression)' nin diğer iki seçim yönteminin bir birleşimi olmasıdır.

- o *İleriye Doğru Seçim Yöntemi:* Bu yöntemde, değişken seçme işlemine modelde sadece sabit terimin bulunduğu bir denklemle başlanır ve değişkenler modele teker teker eklenir. Modele alınması düşünülen ilk bağımsız değişken, bağımlı değişken ile en yüksek negatif ya da pozitif korelasyona ve F istatistiğine sahip değişkendir. Seçilen bir anlamlılık düzeyinde, hesapla bulunan F istatistiği anlamlı ise, bu değişken modele alınır ve ileriye doğru seçim işlemi devam eder. Aksi durumda ise, seçim süreci sona erer. İlk değişkenin modele alınması durumunda modele girecek diğer değişken, bağımlı değişkenle en yüksek kısmi F değerine ve korelasyon katsayısına sahip olan değişkendir.
- o *Geriye Doğru Çıkarma Yöntemi:* Geriye doğru çıkarma yönteminde ise, işlemlere tüm bağımsız değişkenlerin bulunduğu model ile başlanır ve “önemsiz” olan bağımsız değişkenler teker teker modelden çıkartılır. Bu yöntemde, değişkenlerin modele girmesine ilişkin seçim kriteri yerine, değişkenlerin modelden çıkartılmasına yönelik seçim kriterleri (kısmi F istatistiği en küçük olan ya da anlamlılık düzeyi belirlenen bir düzeyden büyük olanlar arasında ilk sırada yer alan değişken) söz konusudur.
- o *Adım- Adım Regresyon Yöntemi (Stepwise Regression Method):* Geriye doğru çıkarma ve ileriye doğru seçim yöntemlerinin bir birleşimi olan bu yöntemde, modele girecek olan ilk değişken ileriye doğru seçim yöntemindeki gibi belirlenir. Eğer değişken modele alınmazsa, işlem sonlanır. Değişken modele alınır ise,

modele girecek ikinci değişken, bağımlı değişken ile en yüksek kısmi korelasyon katsayısına sahip olan değişkendir. Bu değişkende gerekli girme koşullarını sağlarsa modele alınır. İlk değişken modele girdikten sonra, adım- adım regresyon yöntemi, ileriye doğru seçim yöntemine göre bazı farklılıklar gösterir. Modele giren ilk değişken geriye doğru seçim yönteminde olduğu gibi önceden belirlenen modelden çıkarma kriterine göre ayrıca incelenir. Bir sonraki adımda, modelde olmayan değişkenler modele alınmak amacıyla incelenir. Her adım sonrasında, modelde olan değişkenlerin tümü modelden çıkma kriterine göre incelenir. Değişken seçimi, girme- çıkma kriterlerini sağlayan herhangi bir değişken kalmadığında sonlanacaktır. Aynı değişkenin sürekli olarak modele girme ve modelden çıkma döngüsüne girmesini önlemek için, modele girme kriteri modelden çıkma kriterinden küçük olmalıdır.

### **2.2.10.3. Hedonic fiyatlandırma yönteminin kömür madenciliğindeki uygulamaları**

Hedonic fiyatlandırma yöntemi (HFY), madencilik sektöründe geçtiğimiz 10-15 yıl içerisinde koklaşabilir kömür ticareti alanında yoğun bir şekilde kullanılmıştır. Bilindiği üzere Japonya koklaşabilir kömür ithalatında %26' lık bir pay ile dünyada birinci sırada yer almakta olup, söz konusu ithalatın büyük bir kısmını Avustralya, ABD ve Kanada'dan karşılamaktadır. %31'lik bir pay ile dünyanın en büyük ihracatçısı konumunda olan Avustralya' nun ise en büyük ihraç pazarı Japonya'dır (yaklaşık %51). Avustralya'nın bu ticaretten maksimum faydayı elde etmeye çalışması doğaldır. Bu husus Avustralya' lı araştırmacıların Japonya'nın adil ve tarafsız bir fiyatlandırma sistemi uygulayıp uygulamadığını, bir başka ifade ile ihracatçı ülkelere ödediği fiyatlar arasında bir ayırım yapıp yapmadığını sorgulamasına neden olmuştur.



Sözü edilen çalışmaların genelinde, koklaşabilir kömür özelliklerinin ve diğer bazı etkenlerin fiyatların ana belirleyicisi olduğu varsayılmıştır. Japonya'nın ithal ettiği kömürlerin özellikleri ve fiyatları analize tabi tutulduktan sonra, elde edilen modele göre fiyatlar yeniden tahmin edilmiştir. Tahmin edilen ve fiili fiyatlar bazında kıyaslamalar yapılmış ve son olarak ithalatçı ülkelerin almış olduğu fiyatlar karşılaştırılmıştır. Bu çalışmalardan bazılarına aşağıda kısaca değinilmektedir:

1. *The Effects of Coal Quality on Japanese Coking Coal Contract Prices* (Porter and Gooday, 1990): Bu çalışmada, 1985-1988 yılları arasında Kanada, ABD, Güney Afrika, Avustralya ve Çin' in Japonya'ya yapmış oldukları koklaşabilir kömür ithalatına dönük toplam 212 adet kalite-fiyat verisi kullanılmıştır. Çalışmanın başında fiyatın; bazı kömür özellikleri (Sabit Karbon, Serbest Şişme Derecesi, Parça Büyüklüğü ve Sülfür İçeriği), nakliye maliyeti ve yıllar ile fonksiyonel bir ilişki içerisinde olduğu varsayılmıştır. Ancak %5 ve %1 anlamlılık seviyesinde F testi sonuçlarına göre bunlardan yalnızca Yıl, Serbest Şişme Derecesi, Sabit Karbon ve Parça Büyüklüğü önemli değişkenler olarak bulunmuştur. Tüm veriler dikkate alındığında, fiili fiyatların ağırlıklı ortalaması 47.85 \$/ton iken model aracılığı ile tahmin edilen fiyat 46.02 \$/ton olarak bulunmuştur. Kanada dışında ülke bazında yapılan tahminler oldukça yakın sonuçlar vermiştir. Kanada kömürleri için kalite parametrelerine dayalı hesaplanan fiyat 46.84 \$/ton iken Japonya' nın ödemiş olduğu ortalama fiyat 58.24 \$/ton mertebesindedir. Çalışmanın son aşamasında bu önemli farklılığın nedeni olarak Japonya' nın arz kaynağını çeşitlendirme politikası gösterilmiştir.
2. *The Behaviour of Pacific Metallurgical Coal Markets* (Koerner , 1993): Koerner' in bu çalışmadaki amacı, Japonya piyasasında ticareti yapılan koklaşabilir kömürlerin (hard coking coals) CIF fiyatları üzerindeki

Japonya' nın kazanç (acquisition) stratejisinin etkisini incelemektir. Çalışmaya Sabit Karbon, Kül, Sülfür ve Gieseler Plastikliği gibi koklaşabilir kömür özellikleri ile Kontrat Süresi ve Geldiği Kaynak/ Ülke (yapay değişken olarak) değişkenleri dahil edilmiştir. Avustralya, Kanada ve ABD' nin Japonya' ya ithalatını kapsayan 1973 yılına ait 19, 1977 yılına ait 22 adet ve 1988 yılına ait 29 adet fiyat- kalite verileri ayrı ayrı analize tabi tutulmuş ve Geldiği Ülke (country of origin) değişkeni dışındaki parametreler anlamlı çıkmamıştır (%5 anlamlılık düzeyinde). Bu durum ise sözü edilen yıllarda Japonya' nın kömür kalite özelliklerini dikkate almadan yalnızca ithalatçı ülke bazında farklı fiyat uygulamaları yaptığını göstermektedir.

3. *Examining Hard Coking Coal Price Differentials: A Hedonic Pricing Approach* (Chang, 1995): Bu çalışmada 22 adeti Avustralya ve 12 adeti Kanada kömürlerine ait 1993 ve 1994 yıllarını kapsayan toplam 34 adet fiyat(FOB bazda)- kalite verisi kullanılmıştır. Yıl ve Kaynak Ülke' nin yapay değişkenler olarak kullanıldığı analizde, kömür kalite özelliklerinden Sülfür ve Uçucu Madde İçeriği, Serbest Şişme Derecesi ile Maksimum Akıcılık (maximum fluidity) dahil edilmiştir. Kalite özelliklerindeki değişmelerin fiyatlardaki değişmelerin %89' unu açıkladığı modelde, toplam sülfür içeriği dışındaki tüm değişkenler %1 seviyesinde anlamlı çıkmıştır. Kalite farklılıkları ayarlandıktan sonra Kanada kömürlerinin Avustralya kömürlerine göre 1.3 \$/ton daha fazla fiyatlandırıldığı tespit edilmiştir. Ancak çalışmanın son bölümünde; arz çeşitlendirme politikası, pazarlık gücü ve alıcı- satıcı arasındaki sözleşmeye dönük düzenlemeler gibi bir takım faktörlerin etkisi analizde göz önünde bulundurulmadığından, Kanada ve Avustralya kömürlerinin fiyatlandırılmasında tam bir ayırımın olduğunun iddia edilemeyeceği belirtilmiştir.

4. *Behaviour of Pacific Energy Markets: the Case of the Coking Coal Trade with Japan* (Koerner,1996): 1992 ve 1994 yılları için ABD, Kanada ve Avustralya' nın Japonya' ya yaptıkları koklaşabilir taşkömürü ithalatı verilerini içeren bu çalışmada, kömürün Maksimum Vitrit Nit Yansıtması, Kül İçeriği, Kükürt İçeriği ve Gieseler Plastikliği özellikleri esas alınmıştır. Avustralya dışı Kaynak Ülke yapay değişkenlerinin pozitif ve sıfırdan önemli derecede farklı çıktığı (sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık düzeyinde) analiz, Kanada ve ABD kökenli kömürlerin benzer kalitedeki Avustralya kökenli kömürlere göre daha yüksek fiyatlandırılmış olduğunu göstermektedir.
5. *Technical Factors Determining the Comparative Coking Coal Prices in the Japanese Market* (Kahraman, Coin and Reinfenstein, 1997): Yalnızca Avustralya kömürlerinin çeşitli kömür özellikleri ile FOB fiyatları arasındaki ilişkilerin ele alındığı bu çalışma 1995 ve 1996 yıllarını kapsamaktadır. 41 adet verinin kullanıldığı 1995 yılı için fiyata etki eden parametreler Uçucu Madde Miktarı, Gieseler Akıcılığı, Serbest Şişme Derecesi ve Fosfor İçeriği olup, determinasyon katsayısı 0,86'dır. 1996 yılı için yapılan analizde ise 17 adet veri kullanılmış ve önemli parametreler Kok Dayanımı (Coke Strength After Reaction), Gieseler Akıcılığı ve Kül Miktarı olarak tespit edilmiştir. Söz konusu yıl için determinasyon katsayısı 0,96'dır.
6. *The Influence of sogo shosha companies on contract bargaining in the Pacific metallurgical coal trade* (Koerner,1998): Bu çalışmada, 1994 yılı için Avustralya, Kanada ve ABD' nin Japonya'ya ithal ettiği koklaşabilir kömürlere ait veriler (43 adeti sert[*hard*] ve yumuşak [*soft*], 15 adeti daha kötü kaliteli [*weaker*]) kullanılmıştır. CIF fiyatların esas alındığı analizde, t testi sonuçlarına göre Uçucu Madde İçeriği, Gieseler Plastikliği ve Kaynak Ülke ile yüksek fiyat ödenmiş üreticileri/madenleri ayırmakta kullanılan yapay değişkenler %10 düzeyinde anlamlı çıkmıştır.

Eşitliğin determinasyon katsayısı ise 0,9550 mertebesindedir. Uçucu Madde İçeriği ve Gieseler Plastikliği modelin açıklayıcı gücüne çok az katkı yapmıştır. Söz konusu parametrelerin dahil edilmemiş hali ile determinasyon katsayısı 0,9449' dur.

7. *Pricing of Australia's Coking Coal Exports: A Regional Hedonic Analysis* (Hogan, Thorpe, Swan and Middleton, 1999): Bu çalışmada, Japonya'nın Avustralya' dan ithal ettiği koklaşabilir kömür için, Avustralya' nun diğer ana ihraç pazarlarına kıyasla daha düşük bir fiyat verip vermediği araştırılmıştır. Yani yukarıda bahsedilen diğer çalışmaların aksine bir fiyat ayırımının olası varlığı, Japonya' ya yapılan ithalatların incelenmesi yerine Avustralya'nın çeşitli ülkelere yapmış olduğu ihracatların incelenmesi ile tespit edilmeye çalışılmıştır. Veri seti Avustralya'nın 1988 ve 1996 yılları arasında Japonya, Kuzey Asya, Batı Asya, Avrupa- Afrika- Orta Doğu ile Amerika'ya yapmış olduğu toplam 1255 ihraç yükünü kapsamaktadır. Analizde kontrat (vadeli kontrat veya spot satış) ve kömür türü (sert[*hard*], yumuşak [*soft*] ve yarı yumuşak [*semisoft*]) ayrıca dikkate alınmıştır. Verilerin alınmış olduğu kaynakta bulunan kömür özellikleri (Uçucu Madde İçeriği, Toplam Nem, Doğal[inherent] Nem, Kül İçeriği, Sülfür İçeriği ve Serbest Şişme Derecesi) doğrudan analize dahil edilmiştir. Modelin determinasyon katsayısı 0,96' dır. Ekonometrik sonuçlar, verilen bir kömür kalitesi için Japonya'nın diğer ihraç pazarlarına nispeten önemli ölçüde daha düşük fiyatlar ödediği hipotezini desteklememiştir.

8. *Determination of Japanese Buyer Valuation of Metallurgical Coal Characteristics by Hedonic Modelling* (Koerner, 2002): 1994 ve 1995 yılı için hard ve soft coking coal ile semi-soft coking coal kömür çeşitlerinden oluşan toplam 128 adet verinin kullanıldığı bu çalışmada determinasyon katsayıları söz konusu yıllar için sırası ile 0,9627 ve 0,9372 olarak belirlenmiştir. Önceden tahmin edilenin aksine kül ve

kükürt yüzdelerinin önemli kalite faktörleri olarak ortaya çıkmadığı analizde, rank ve gieseler plastikliği ile yüksek prim alan madenleri, kömür türlerini ve ülkeleri birbirinden ayırmakta kullanılan yapay değişkenler %5 düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Bu husus Japon Çelik Sanayisi üyelerinin kömür fiyatının tespitinde küldeki her bir % artış için 1,5\$ ve kükürtteki her bir % artış için 6,3\$ ceza uygulaması gerçeği ile uyumlu çıkmamıştır.

Bitümlü kömürlerdeki sülfürün kesin fiyatının tespitine dönük diğer bir HFY uygulamasına ise aşağıda kısaca değinilmektedir.

1. *The Implicit Price of Sulphur in Bituminous Coal* (Stanton, Whitehead, 1995): Bilindiği üzere 1970 Temiz Hava Hareketi (The 1970 Clean Air Act) ve bu hareketin 1990 yılı düzenlemesi (The 1990 Amendment to the Clean Air Act), 2000 yılı itibari ile ABD' de faaliyet gösteren termik santrallerin yıllık SO<sub>2</sub> emisyonlarını 1980 yılındaki seviyelerinden 10 milyon ton aşağı çekmelerini zorunlu kılmıştır. Her bir termik santral bıraktığı birim ton emisyon başına bir izin(permit) almak zorundadır. Bu izinlerin ticareti (alım- satım) yapılabilirdiğinden, termik santrallerin emisyonlarını önceden belirtilen seviyenin altına indirmek ya da gerekenden daha aşağı indirmiş olan diğer tesislerden bu izinleri satın almak arasında tercih yapmaları gerekmektedir. Bu çalışmada, elektrik üretiminde kullanılan bitümlü kömürlerin fiyatları üzerindeki sülfür içeriğinin etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Böyle bir bilgi SO<sub>2</sub> emisyonları izinleri için fiyatların önceden tahmin edilmesine imkan tanıyacaktır. Analizde bitümlü kömürün; sülfür içeriği, kül içeriği, kaynak yeri (2 adet) ve teslim yeri (3 adet) ile ilişkili olduğu varsayılmıştır. Ayrıca, emisyon standartları kuruluş tarihi gibi çeşitli termik santral özelliklerine göre değiştiği için, SO<sub>2</sub>-Teslim Bölgesi etkileşim değişkenleri de analizde dahil edilmiştir. Sülfür ve Kül

İçeriğinin her ikisi de negatif işaretli olup, %1 seviyesinde anlamlı çıkmıştır. Sülfür için  $-0,1376$  katsayısının anlamı,  $SO_2$  içeriğindeki her bir lb'lık artışın kömürün fiyatında  $3,3\$/ton$ 'luk bir azalmaya neden olduğudur. Bu sonuç  $SO_2$  uzaklaştırma maliyetinin kömürün fiyatında tutulduğunu ve sülfür uzaklaştırmak için kesin bir piyasanın oluştuğunu göstermektedir. Kaynak bölge yapay değişkenlerinden yalnızca birisi, teslim bölgesi yapay değişkenlerinin ise tümü istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Etkileşim terimlerinin tümü pozitif ve %1 ve %5 mertebesinde anlamlı çıkmıştır. Bu husus,  $SO_2$  uzaklaştırma maliyetlerinde bölgesel bir farklılık bulunduğu hipotezi ile uyumlu çıkmıştır. Çalışmanın son bölümünde, merkez ve güney bölgelerdeki termik santrallerin  $SO_2$  emisyonlarını düşürmeyi, doğu ve batıdakilerin ise izinleri satın almayı tercih etmeleri gerektiği hususu belirtilmiştir.

### **3. KÖMÜR FİYATLARI ANALİZLERİ**

#### **3.1. Kömür Fiyatlarının Oluşumu ve Seyri**

Uluslararası piyasada kömür fiyatının oluşumunu belirleyen çeşitli parametreler söz konusu olup, bu parametreler aşağıda sıralanmaktadır.

- Dünya piyasalarındaki arz ve talep durumu
- Kömürün üretim maliyeti
- Kömürün nakliye maliyeti
- Kömürün özellikleri
- İkame ürünlerin fiyatları
- Diğer faktörler

Yukarıda sıralanan parametreler; ticareti söz konusu olan kömür tipine ve coğrafik konuma bağlı olarak değişen oranlarda kömür fiyatlarını etkilemektedir. Bu husus, benzer özelliklere sahip olan kömürlerin neden piyasaya farklı fiyatlarla arz edilebildiğini açıklayıcı bir nitelik taşımaktadır. Müteakip bölümlerde yukarıda sıralanan etkili parametreler ele alınmış olup, kömür fiyatları üzerindeki etkileri tartışılmıştır.

##### **3.1.1. Dünya piyasalarındaki arz ve talep durumu**

Daha önceki bölümlerde belirtildiği üzere kömürün, enerji/termik santral kömürü ve metalurjik/koklaşabilir kömür olmak üzere özellikle uluslararası ticari faaliyetlere konu olan iki temel çeşidi söz konusudur. Özellikleri ve kullanım alanları nedeni ile bu iki kömür türünün dünya çapındaki pazar eğilimleri birbirine göre farklılıklar arz etmektedir.

Metallurjik kömür, enerji kömürüne göre daha küçük ve dar bir alana yayılmış olmasının yanı sıra, kullanımını için alternatiflerde oldukça sınırlıdır. Bu nedenle daha yüksek fiyatlarda satılmakta ve ayrıca dünya çapında bir pazar olma

eğilimi göstermektedir (Yıldırım ve Göllü, 1998). Metalurjik kömüre olan talep büyük oranda demir-çelik sanayiindeki gelişmelere bağlıdır.

Öte yandan, rekabet edebilecek önemli ikame ürünlerin varlığı, kaynakların geniş alanlara yayılmış olması, üretim kapasitesine göre talebin düşük olması ve taşıma maliyetlerinin yüksekliği gibi hususlar enerji kömürü pazarının belirgin özellikleri arasında yer almaktadır (IEA, 1997; Yıldırım ve Göllü, 1998). Enerji kömürü pazarındaki rekabet, taşıma ve kullanım maliyetleri, kalite özellikleri ve kömür fiyatından etkilenmektedir.

Bilindiği üzere fiyat esnekliği, fiyat değişimlerine alıcıların ve satıcıların tepkisinin bir ölçüsüdür. Bu kapsamda talebin fiyat esnekliği, talep edilen miktardaki yüzde değişimin fiyattaki yüzde değişmeye oranı olarak tanımlanmaktadır.

Kısa vadede demir-çelik sanayiinin metalurjik kömüre olan talebi, metalurjik kömür fiyatlarındaki değişimlere nispeten duyarsızdır (IEA, 1997). Ancak orta ya da uzun vadede, aşağıdaki nedenlerden ötürü metalurjik kömüre olan talebin fiyat esnekliği daha esnek olmaya meyyleder.

- Yüksek fiyatlı kömür yerine başka bir üreticiden daha düşük fiyatlı kömürün temini
- Bir ikame ürün olarak enerji kömürünü kullanan Toz Kömür Püskürtme (Pulverised Coal Injection) gibi teknolojik yeniliklerin uygulaması

Enerji kömürü içinde benzer bir yaklaşım söz konusudur. Kısa vadede mevcut termik santrallerin kömür talebi, özellikle fiyat artışlarından etkilenmeyecektir. Ancak uzun vadede, elektrik üretiminde kullanılan diğer fosil yakıtların fiyatlarında ortaya çıkacak gelişmeler, enerji kömürünün elektrik üretiminde alacağı payın bir başka ifade ile enerji kömürüne olan talebin belirlenmesinde önemli olacaktır.

Her iki kömür çeşidi içinde kısa vadede talebin fiyat esnekliği 1'den küçük olduğundan, muhtemel fiyat artışlarından en az etkilenecek şekilde alıcıların tedbir almaları gerekmektedir. Bu nedenle, uluslararası kömür piyasasında kömür



bağlantılarının ancak %30 kadarını bir ülkeden karşılamak ve bir üretici ile talebin en çok %25'i oranında bağlantı yapmak temel bir prensip olarak ortaya çıkmaktadır (Kükner ve Yıldırım, 1998). Ayrıca elektrik üretiminde fosil yakıt (kömür, doğalgaz, petrol) arzını çeşitlendirmekte, ülkeler açısından bir başka önemli gereksinimdir. Nitekim 70'li yıllarda ortaya çıkan petrol krizleri sonucunda tek bir enerji kaynağına bağlı kalmanın sorunları fazlasıyla yaşanmıştır.

### **3.1.2. Kömürün üretim maliyeti**

Kömür üretimi, açık veya yeraltı maden işletme yöntemlerinden birinin uygulanması sonucu gerçekleştirilmektedir. Kömürün üretim maliyeti; sermaye, malzeme, makine-teçhizat ve işçilik maliyetleri ile fonksiyonel bir ilişki içerisinde olup, uygulanan üretim yöntemine göre farklılıklar arz etmektedir (Yıldırım ve Göllü, 1998). Belirli bir derinliğe kadar açık maden işletmelerindeki üretim maliyetleri, yeraltı maden işletmelerindeki üretim maliyetlerine göre genellikle daha düşüktür. Ayrıca açık maden işletmelerinde, yeraltı maden işletmelerine göre her bir işçi başına olan verim daha yüksektir. Tablo 3.1'de açık/ yeraltı maden işletmecilik yöntemleri ile üretilmiş olan kömürlerin çeşitli ülkelere çıkış fiyatları, nakliye maliyetleri ile teslim fiyatları verilmektedir. Burada dikkat edilecek olan husus, yeraltı ve açık maden işletmecilik yöntemleri ile üretilen kömürler arasında üretim maliyeti nedeniyle yaklaşık olarak 5-10 \$/ton' luk bir fiyat farkının varlığıdır.

### **3.1.3. Kömürün nakliye maliyeti**

Kömür, ağırlığına oranla düşük değerli bir hammadde olup, nakliye masrafları teslim maliyetlerinin yaklaşık olarak %15-30'una karşılık gelmektedir (Chang, 1996). Kara ve deniz yoluyla taşıma maliyetleri, kömürün coğrafi pazarlarının belirlenmesinde ve diğer yakıtlarla rekabetinde önemli rol oynar. 1996 yılı verilerine göre uluslararası kömür ticaretinin %93'ü deniz taşımacılığı ile yapılmaktadır (IEA, 1997). Dolayısı ile nakliye maliyetleri denildiği takdirde; madenden ihraç limanına taşıma maliyeti, liman yükleme maliyeti, gemi navlun

maliyeti, liman boşaltma maliyeti ve tüketim alanına taşıma maliyeti kalemlerinin toplamı anlaşılmaktadır. Tablo 3.1'de nakliye maliyetinin kömür fiyatı üzerine etkisi açık bir şekilde görülmektedir.

Tablo 3.1. Enerji Kömürünün (6000 kcal/kg) Dünya Pazarlarındaki (1996-1998) Gösterge Maliyetleri ve Fiyatları (Yıldırım ve Göllü, 1998)

Geliş Yeri	Gösterge Maliyetleri (\$/ton)									
	FOB Maden Fiyatı	Limana Taşıma Ücreti	Liman Yükleme Maliyeti	FOB Liman Fiyatı	Varış Yeri					
					Kuzeybatı Avrupa			Japonya		
Gemi Navlun Ücreti	Liman Boşaltma Maliyeti	Kömür Fiyatı	Gemi Navlun Ücreti	Liman Boşaltma Maliyet	Kömür Fiyatı					
ABD										
Doğu-Yeraltı	20-35	10-15	1-2	31-47	6-10	2	39-59	10-15	1-2	42-64
Batı- Açık	10-20	10-20	1-2	21-37	8-11	2	31-50	7-12	1-2	29-51
Kanada										
Batı- Açık	15-25	10-20	1-2	26-37	8-12	2	36-51	7-8	1-2	34-47
Avustralya										
Yeraltı	15-25	5-10	2	22-32	8-13	2	32-47	6-8	1-2	29-42
Açık	12-20	5-10	2	20-27	8-13	2	30-42	6-8	1-2	27-35
G. Afrika C.										
Yeraltı	15-20	5-8	2	22-30	8-10	2	32-42	8-10	1-2	31-42
Polonya										
Yeraltı	20-25	7-10	2-3	29-38	4-6	2	35-46	10-13	1-2	40-53
Rusya										
Açık	15-20	15-18	2-4	32-39	5-7	2	39-48	5-7	1-2	38-48

Kömürün nakliye maliyetleri, kömürün uluslararası pazardaki fiyatlarından hem etkilenen hem de bizzat bu fiyatları etkileyen önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Şöyle ki; ABD'de kömür üretim maliyetleri, diğer ülkelere göre düşük olmasına karşın, iç hat taşıma maliyetleri yüksektir. Bu durum kömür ihraç fiyatlarının yüksek olmasına neden olmaktadır. ABD'nin kömür üretim potansiyeli, kömür ihracatına göre yüksek olduğundan, bu özellik ülkeye dünya kömür pazarındaki talebe yanıt verebilecek, canlı ve hareketli bir satıcı ülke konumu kazandırmaktadır (Yıldırım ve Göllü, 1998). Kömür talebi artışı ve buna bağlı olarak ihraç limanına varış maliyetlerini kapsayacak ölçüde gerçekleşen fiyatlardaki yükselme, Amerikan kömür üreticilerini üretime teşvik etmekte ve üreticiler çok çabuk ekstra talebe yanıt verebilmektedirler. Öte yandan, kömür fiyatları maliyetlerin altına düştüğünde, Amerikan üreticileri iç pazara yönelmekte veya kömür madenlerini kapatarak ihraç pazarından çekilmektedirler.

### 3.1.4. Kömürün özellikleri

Bir enerji kaynağı oluşu nedeni ile her ne kadar kömürün kalitesi denince akla ısı değeri geliyorsa da, kullanım alanlarına göre kömürün diğer özellikleri de fiyatlandırmada büyük önem taşımaktadır. Hatta bu özellikler zaman zaman ısı değerden daha çok önemsenmektedir. Örneğin, hava kirliliği ile mücadelede kömürün uçucu madde ve kükürt içeriği, demir- çelik endüstrisinde ise koklaşabilirliğini belirleyen özellikler büyük bir önem arz etmektedir. Aşağıda sıralanan ve Bölüm 2.1.4.3.'de açıklanan bu özellikler, kömür satış sözleşmelerinde genellikle prim/ ceza uygulamasına yol açmaktadırlar.

- |                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| ➤ Sabit Karbon İçeriği      | ➤ Kül İçeriği         |
| ➤ Parça Büyüklüğü           | ➤ Kükürt İçeriği      |
| ➤ Serbest Şişme Derecesi    | ➤ Uçucu Madde İçeriği |
| ➤ Maksimum Akıcılık         | ➤ Nem İçeriği         |
| ➤ Maksimum Vitrit Yansıması | ➤ Isıl Değer          |

Bu kapsamda termik santraller ve kömür işletmeleri arasında yapılan protokoller iyi bir örnek niteliği taşımaktadır. Bilindiği üzere termik santrallerde yakıt olarak değerlendirilen kömürlerin kalitesini belirleyen fiziksel ve kimyasal özellikler, kömür üreticileri ile tüketicileri arasında yapılan protokoller ile belirlenmektedir. Tablo 3.2' de ülkemizdeki bazı termik santrallerin linyit kömürü satın alımına dönük protokol değerleri verilmektedir. Bu parametreler eksik belirlendiği takdirde, santral işletmeciliğinde ve çevresel koşullarda çeşitli olumsuzluklarla karşılaşmaktadır. Dolayısı ile protokolde belirtilen limitler dışındaki özelliklere sahip kömürler ya kabul edilmemekte ya da ceza uygulamasına gidilerek fiyat indirimi yapılmaktadır.

Tablo 3.2. Bazı Termik Santrallerin Kömür İşletmeleri İle Yapılan Protokol Değerleri (Aslan, 1996)

Santral Adı	Kalorifik Değer (kcal/kg)	Nem (%)	Kül (%)	Tane Büyüklüğü (mm)
Kangal	1300±100	52	19,2	0-1000
Orhaneli	2350±100	32	23,8	0-1000
Seyitömer 1-3	1750±100	40	35	
Seyitömer 4	1600±100	40	45	
Soma 5-6	1550±100	18,8	52	
Yatağan I- II	2000±100	36	20	0-200
Yatağan III	1750±100	34	29	1-1000
Yeniköy	1700±100	33±1	29±1	

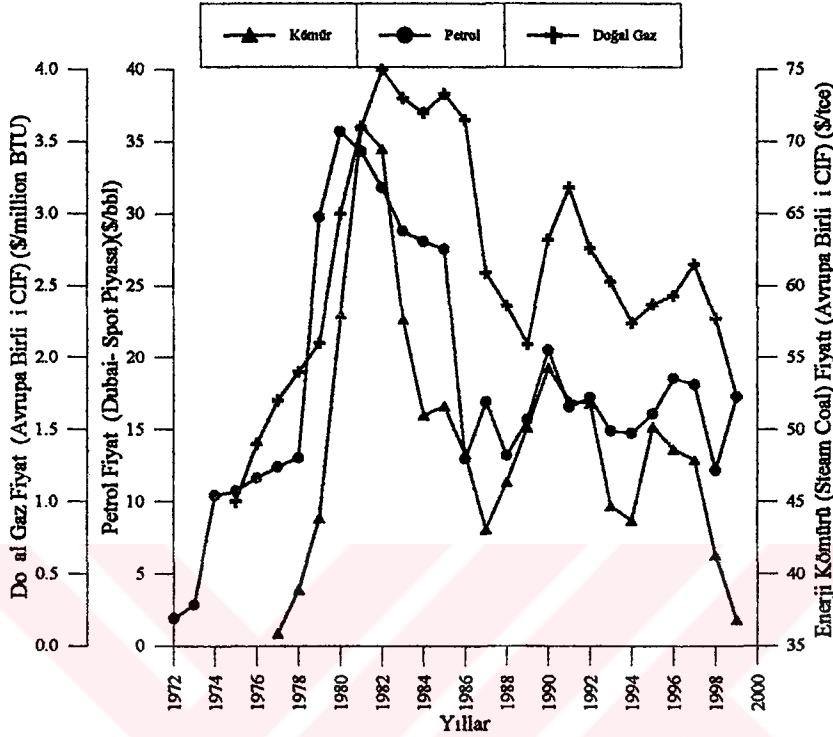
### 3.1.5. İkame ürünlerin fiyatları

Bilindiği üzere ikame ürün, tüketicinin aynı gereksinimini karşılamakta kullanılan ürün olarak tanımlanmaktadır. Genel bir yaklaşımla, bir ikame ürünün fiyatında ortaya çıkan artış, diğer ürüne olan talebi canlandırmaktadır.

Özellikle termik kökenli elektrik üretiminde tüketilen petrol ve doğalgaz, kömürle ciddi bir rekabet içerisinde olup, ikame ürün niteliği taşımaktadırlar. Bu üç fosil yakıtın fiyat eğilimleri incelendiğinde, (BP, 2000) ve (IEA, 1999) verileri bazında yaklaşık olarak uyum içerisinde hareket ettikleri anlaşılmaktadır (Şekil 3.1). 1970'li yıllarda petrol fiyatlarının OPEC tarafından suni bir şekilde artırılmış olması, kömür ve doğalgaz fiyatlarını da tetiklemiştir. Petrol fiyat artışı aşağıdaki nedenlerden ötürü kömür fiyatlarının artmasına neden olmuştur.

- Talebin canlanması ve akabinde bu talebe cevap verebilecek yeterli kömür üretim kapasitesinin bulunmaması nedeni ile
- Taşıma maliyetlerinde artışa neden olarak

Ancak özellikle 1980'li yıllardan itibaren, dalgalı bir yapı arz etmekle beraber petrol ve doğalgazla birlikte kömür fiyatları da düşmüştür. Kömür fiyatlarının düşmesindeki ana etken, fiyatların arttığı dönemde talebin hep bu şekilde canlı kalacağı hesabı ile kömür üretim kapasitelerinin artırılmış olmasıdır. Ancak özellikle petrol fiyatlarının 80'li yılların ortalarından itibaren düşmesine bağlı olarak, kömüre olan talep azalmış, kömür üreticileri bir arz fazlasıyla karşı karşıya kalmış ve fiyatlar doğal olarak bir iniş eğilimine geçmiştir.



Şekil 3.1. Kömür, Petrol ve Doğalgazın Fiyat Trendleri (BP, 2000;IEA, 1999)

### 3.1.6. Diğer faktörler

Vergiler, kanunlar, sübvansiyonlar, grevler, sosyo-ekonomik gelişmeler ve savaşlar gibi faktörler de fiyat oluşumlarını büyük oranda etkilemektedir. Ayrıca arama çalışmaları sonucu oluşan rezerv artışları ve yeni teknolojik gelişmelere bağlı olarak üretim maliyetlerindeki azalmalar bu kapsamda mütala bulunmaktadır.

## 3.2. Türkiye’de Kömür Fiyatlarının Seyri ve Fiyat-Parametre Analizleri

### 3.2.1. İthal kömürler

Türkiye demir- çelik endüstrisi hemen hemen bütünüyle ithal koklaşabilir taşkömürüne bağlı olup, her yıl 3-5 milyon tonluk temin, uluslararası düzeydeki ihalelerle gerçekleştirilmektedir. Fiyatların oluşumunda; coğrafi konum, miktar ve demir- çelik sektöründeki arz- talep dengesi etkindir. Koklaşabilir taşkömürü ithalatı genellikle Avustralya, ABD ve Kanada’dan yapılmakta olup, fiyatlar ilgili

firmalar arasında gizlilik esasına göre müzakere edilmektedir. Tablo 3.2'de Erdemir'in 1997- 1999 yılları arasında yapmış olduğu ithalata dönük bilgiler yer almaktadır. Ülke bazında ithal kömür miktarları ve kimyasal analizlerin verildiği bu tablonun son bölümünde yer alan fiyatlarla ilgili bilgiler, Devlet İstatistik Enstitüsü Kömür İthalatı İstatistik Bilgilerinden derlenmiştir.

Tablo 3.3.'de yer alan veriler yardımıyla oluşturulan ve kömür fiyatı ile kömür özellikleri arasındaki ilişkileri ortaya koymaya dönük grafikler Şekil 3.2.'de görülmektedir. Şekildeki grafiklerin incelenmesi neticesinde, aşağıdaki yorumların yapılması mümkündür.

- Türkiye' ye yapılan koklaşabilir kömür ithalatında, kömür fiyatı ile serbest şişme derecesi ve karbon içeriği arasında beklenilenin aksine doğrusal bir ilişki gözlenmemektedir.
- Nem ve uçucu madde içeriği ile fiyat arasında beklendiği gibi ters orantılı bir ilişki söz konusudur. Bu husus özellikle nem içeriğinde daha belirgin bir eğilim arz etmektedir.
- Kül içeriği-fiyat grafiğinde, bu iki parametre arasındaki ters ilişkiyi doğrulayacak bir ilişki tespit edilememiştir.

Ancak bir taraftan veri sayısının az olması ( $n=10$ ), diğer taraftan kurumsal verilere ulaşamamasına binaen fiyat verilerinin DİE verilerinden yapılan yaklaşımla derlenmiş olması nedeni ile, bu şekillerden yola çıkarak ülkemiz koklaşabilir taşkömürü ticareti ile ilgili kesin yargılara varmak mümkün değildir.

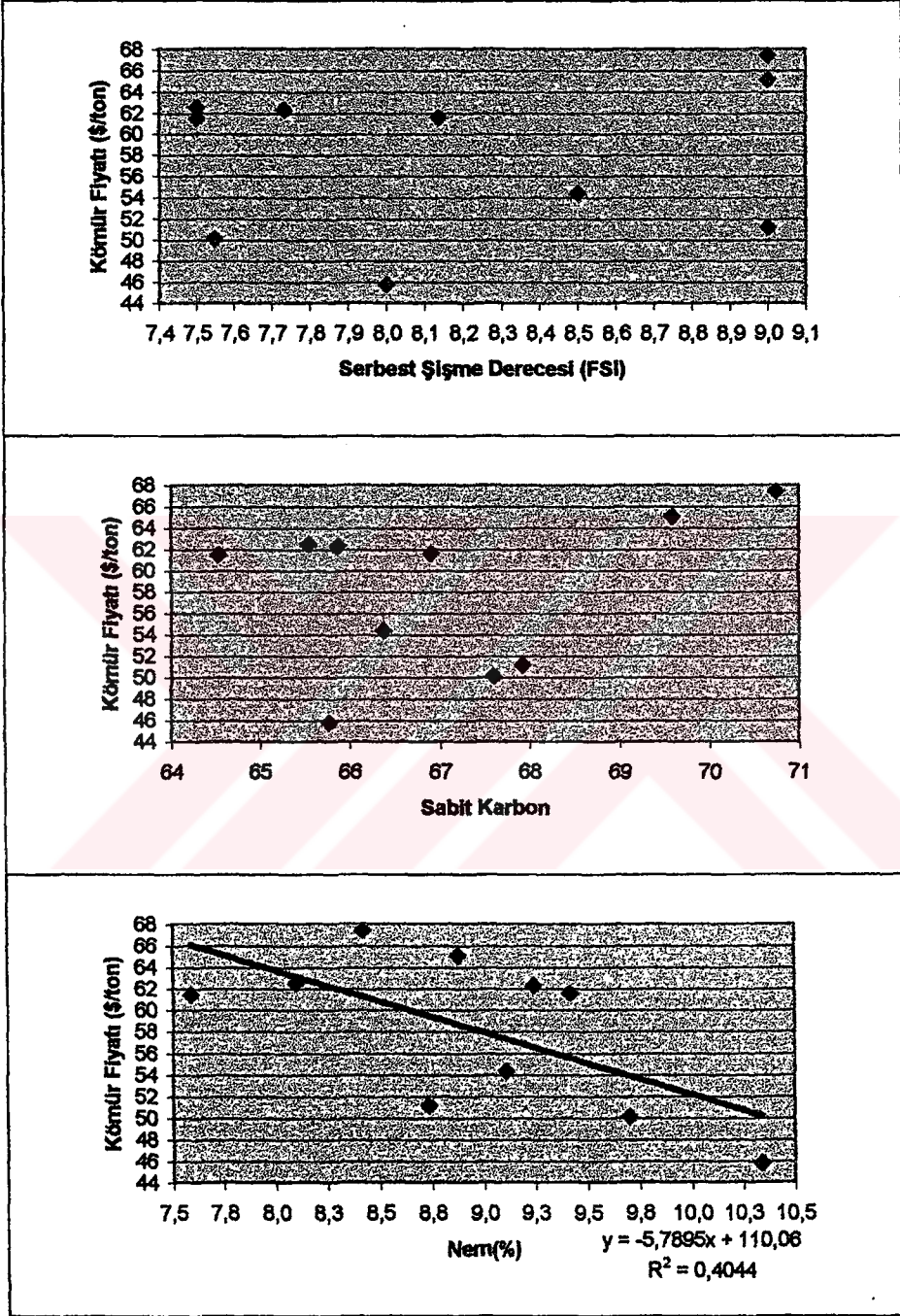
Tablo 3.3. Ereğli Demir-Çelik Fabrikası Koklaşabilir Taşkömürü İthalatı Miktar, Analiz ve Fiyat Verileri (DİE, )

Yıl	Ülke	Kuru Ton	Nem	Kül	Uçuş Madde	Sabit Karbon	Kükürt	Kalori	FSI	Karadeniz Ereğli Gümrük Miktar	Tutar (\$)	Şifon
1997	Avustralya(D.U.)	260432,23	8,99	9,73	20,54	69,73	0,59	7518	9,00			
	Avustralya(Y.U.)	450332,53	9,39	7,23	29,14	63,64	0,47	7489	7,00	664847,33*	41443642*	62,34*
	TOPLAM ve ORTALAMA	710764,76	9,24	8,15	25,99	65,87	0,51	7500	7,73			
	ABD(D.U.)	277204,18	8,68	8,16	20,42	71,42	0,62	7718	9,00			
	ABD(Y.U.)	126148,74	9,32	8,80	25,65	65,55	0,87	7667	9,00	474215,66*	30888333*	65,14*
TOPLAM ve ORTALAMA	Kanada(Y.U.)	403352,92	8,88	8,36	22,06	69,58	0,70	7702	9,00			
	Kanada(Y.U.)	48053,61	7,59	7,92	27,54	64,54	0,65	7579	7,50	90396,80*	5560595*	61,51*
TOPLAM ve ORTALAMA	48053,61	7,59	7,92	27,54	64,54	0,65	7579	7,50				
GENEL TOPLAM VE ORTALAMA	1162171,28	9,05	8,21	24,69	67,10	0,58	7573	8,16				
1998	Avustralya(D.U.)	318921,26	8,84	9,37	20,63	69,99	0,58	7561	9,00			
	Avustralya(Y.U.)	434098,81	9,84	7,88	27,49	64,63	0,50	7521	7,50	577054,20*	35557857*	61,62*
	TOPLAM ve ORTALAMA	753020,07	9,42	8,51	24,58	66,90	0,53	7538	8,14			
	ABD(D.U.)	129595,33	8,13	8,38	20,33	71,29	0,55	7664	9,00			
	ABD(Y.U.)	21262,34	10,20	8,57	23,99	67,44	0,83	7619	9,00	155782,38*	10510745*	67,47*
TOPLAM ve ORTALAMA	150857,66	8,42	8,41	20,85	70,75	0,59	7658	9,00				
TOPLAM ve ORTALAMA	Kanada(Y.U.)	194710,42	8,10	8,50	25,95	65,55	0,61	7560	7,50	52092,67*	3258761*	62,56*
	Kanada(Y.U.)	194710,42	8,10	8,50	25,95	65,55	0,61	7560	7,50			
GENEL TOPLAM VE ORTALAMA	1098588,15	9,05	8,49	24,31	67,19	0,56	7558	8,14				
1999	Avustralya(D.U.)	393221,00	10,15	8,85	21,01	70,13	0,47	*	7,79			
	Avustralya(O.U.)	143833,00	9,80	8,43	25,01	66,56	0,63	*	8,50			
	Avustralya(Y.U.)	222136,00	8,84	6,44	29,76	63,78	0,44	*	6,50			
	TOPLAM ve ORTALAMA	759190,00	9,70	8,07	24,33	67,60	0,49	*	7,55	660087,27*	33093615*	50,14*
	ABD(D.U.)	27739,00	7,39	7,70	20,74	71,56	0,68	*	9,00			
TOPLAM ve ORTALAMA	ABD(O.U.)	202893,00	8,92	8,26	24,32	67,42	0,76	*	9,00	139750,74*	7152936*	51,18*
	ABD(O.U.)	230632,00	8,74	8,19	23,89	67,92	0,75	*	9,00			
TOPLAM ve ORTALAMA	Kanada(O.U.)	62948,00	10,34	8,67	25,56	65,77	0,65	*	8,00	230013,50*	10538373*	45,82*
	Kanada(O.U.)	62948,00	10,34	8,67	25,56	65,77	0,65	*	8,00			
TOPLAM ve ORTALAMA	Polonya(Y.U.)	198019,00	9,11	6,12	27,51	66,37	0,71	*	8,50	167497,17*	9113874*	54,41*
	Polonya(Y.U.)	198019,00	9,11	6,12	27,51	66,37	0,71	*	8,50			
TOPLAM ve ORTALAMA	198019,00	9,11	6,12	27,51	66,37	0,71	*	8,50				
GENEL TOPLAM VE ORTALAMA	1250789,00	9,46	7,81	24,81	67,37	0,58	*	7,99				

\*DİE verilerinden derlenmiştir

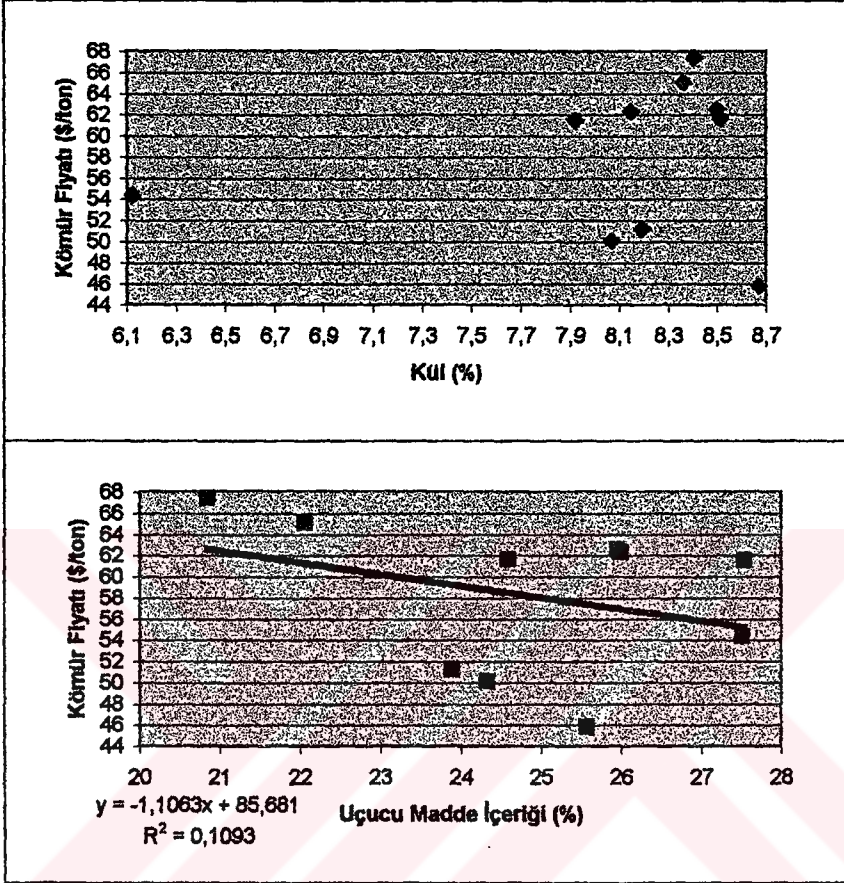
DİE istatistiklerinde GTİP: 270112100000 Kokluk Taşkömürü- Bitirilmeli esas alınmıştır

D.U. : Dışıldk Uçuculu, O.U.: Orta Uçuculu, Y.U.: Yüksek Uçuculu, F.S.I.: Free Swelling Index (Serbest Şişme Derecesi)



Şekil 3.2. Erdemir Koklaşabilir Taşkömürü İthalatı Fiyat- Kömür Özellikleri





Şekil 3.2.(Devam) Erdemir Koklaşabilir Taşkömürü İthalatı Fiyat- Kömür Özellikleri

Türkiye enerji kömürü ithalatının büyük bir kısmını Rusya ve Güney Afrika'dan karşılamaktadır. 1996 ve 1998 yılları arasında Rusya ve Güney Afrika'dan yapılan enerji kömürü ithalatının gösterge maliyetleri ve fiyatları Tablo 3.4'de verilmektedir. Ülkemiz linyitlerine göre kalorifik değeri oldukça yüksek olan bu kömürler (steam coal), çoğunlukla otoprodüktörlerde elektrik üretimi amacıyla tüketilmektedir. Tablo 3.5'te enerji kömürlerinin bazı ülkelerdeki kömür eşdeğeri cinsinden (1 ton kömür eşdeğeri= 0,7 ton petrol eşdeğeri=  $7 \times 10^6$  kcal) fiyatları yıllar bazında verilmektedir.

Tablo 3.4. İthal Enerji Kömürünün (0-50 mm) Türkiye Pazarındaki (1996-1998) Gösterge Maliyetleri ve Fiyatları (Yıldırım ve Göllü, 1998)

Varış- Geliş Yerleri	Gösterge Maliyetleri (\$/ton)						Kömür Fiyatı \$/ton
	FOB Maden Fiyatı	Limana Taşıma Ücreti	Liman Yükleme Maliyeti	FOB Liman Fiyatı	Gemi Navlun Ücreti	Liman Boşaltma Maliyeti	
* 6000 kcal/kg ısı değerli kömür							
Geliş Yeri: Rusya							
Varış Yeri: Türkiye							
Trabzon	15-22	12-16	3-4	33-40	6-10	5-6	44-56
Samsun	15-22	12-16	3-4	33-40	7-10	5-6	45-56
Ereğli	15-22	12-16	3-4	33-40	8-11	4-5	45-56
Gebze	15-22	12-16	3-4	33-40	8-11	4-5	45-56
İzmir	15-22	12-16	3-4	33-40	10-13	4-5	47-58
İskenderun	15-22	12-16	3-4	33-40	11-15	3-4	47-59
* 5700 kcal/kg ısı değerli kömür							
Geliş Yeri: G.Afrika							
Varış Yeri: Türkiye							
İskenderun	15-20	5-8	2	22-30	11-15	3-4	36-49
İzmir	15-20	5-8	2	22-30	13-16	4-5	39-51
Gebze	15-20	5-8	2	22-30	13-17	4-5	39-52

Tablo 3.5. Enerji Kömürünün Bazı Ülkelerdeki Fiyatları (\$/ton eşdeğer kömür) (IEA, 2000)

Yıllar	Avustralya	Kanada	Almanya	Japonya	Polonya	Türkiye	İngiltere	ABD
1978	10,82	32,38	92,88	88,54	*	*	52,22	32,9
1980	14,48	41,58	110,71	88,19	3,33	52,5	91,69	39,96
1983	21,47	50,51	100,02	87,67	19,11	46,16	79,72	48,59
1984	23,02	49,93	90,32	83,86	18,15	41,4	70,51	48,77
1985	19,1	*	91,19	76,1	16,94	33,68	72,74	47,95
1986	20,54	*	117	92,83	17,58	45,78	83,94	46,25
1987	22,33	*	134,87	99,33	16,05	35,39	88,54	44,21
1988	25,36	*	138,02	109,13	18,33	32,89	103,93	42,55
1989	26,82	*	133,74	106,17	9,34	33,42	92,84	41,83
1990	30,35	52,18	156,98	102,72	*	31,97	96,27	42,29
1991	*	53,44	151,09	99,47	25,81	39,79	94,93	42,04
1992	*	52,29	167	93,37	25,65	46,59	99,58	40,92
1993	*	*	155,5	92,95	31,15	56,56	78,91	39,93
1994	*	*	158,58	87,38	41,21	46	68,93	39,07
1995	*	*	181,25	91,39	43,52	62,66	68,57	37,97
1996	*	*	62,51	87,44	41,71	61,53	68,04	37,14
1997	*	*	54,9	77,11	40,84	54,78	68,38	36,67
1998	*	*	52,85	*	44,61	55,69	61,85	36,09
1999	*	*	*	*	39,8	53,98	58,21	35,18
2000	*	*	50,15	*	*	*	57,83	*

Türkiye’de evsel ısıtma amacıyla kullanılan parça kömürü pazarı, her geçen gün büyümekte ve cazip bir pazar halini almaktadır. Türkiye çoğunlukla Rusya ve Güney Afrika Cumhuriyeti’nden parça kömürü ithal etmektedir. 1993’ten beri yürürlükte olan çevre ve hava kirliliği yönetmelikleri parça kömür pazarını yoğun bir şekilde etkilemekte olup, alınan önlem ve getirilen kısıtlamalar hem yerli kömürün hem de ithal kömürün maliyet ve fiyatlarına doğrudan etki yapmaktadır(Yıldırım ve Göllü, 1998). Yerli kömür üreticileri kömür kalitesini artırmak için yatırımlar yapmakta ve bu durum beraberinde maliyet ve fiyat artışlarını getirmektedir. Kalite artışı ile birlikte kömür üretiminde önemli azalmalar ortaya çıkarak arz- talep dengesi bozulmuştur. Bazı yerli kömür üreticileri ise, kaliteyi artırabilmek için ürettikleri kömürü ithal kömürle harmanlayıp zenginleştirerek piyasaya sunmaktadır. Son yıllarda meydana gelen maliyet artışları, düşük kaliteli kömür üretimi ve yapılan fiyat zamları nedeni ile enflasyonun yüksek olduğu ülkemizde ithal kömürü daha avantajlı duruma gelmiştir. Tablo 3.6’da Sivas İli Kömür Tevzi Müessesesi’nin değişik tarihlerde ithal ettiği Rus menşeli kömürlerin Sivas piyasasında satış fiyatları (reel bazda, 1982-1984=100) ile bazı kalite parametreleri verilmektedir.

Tablo 3.6. Sivas İli Kömür Tevzi Müessesesi İthal Kömür Satış Fiyatları  
(Sivas Kömür Tevzi, 2002)

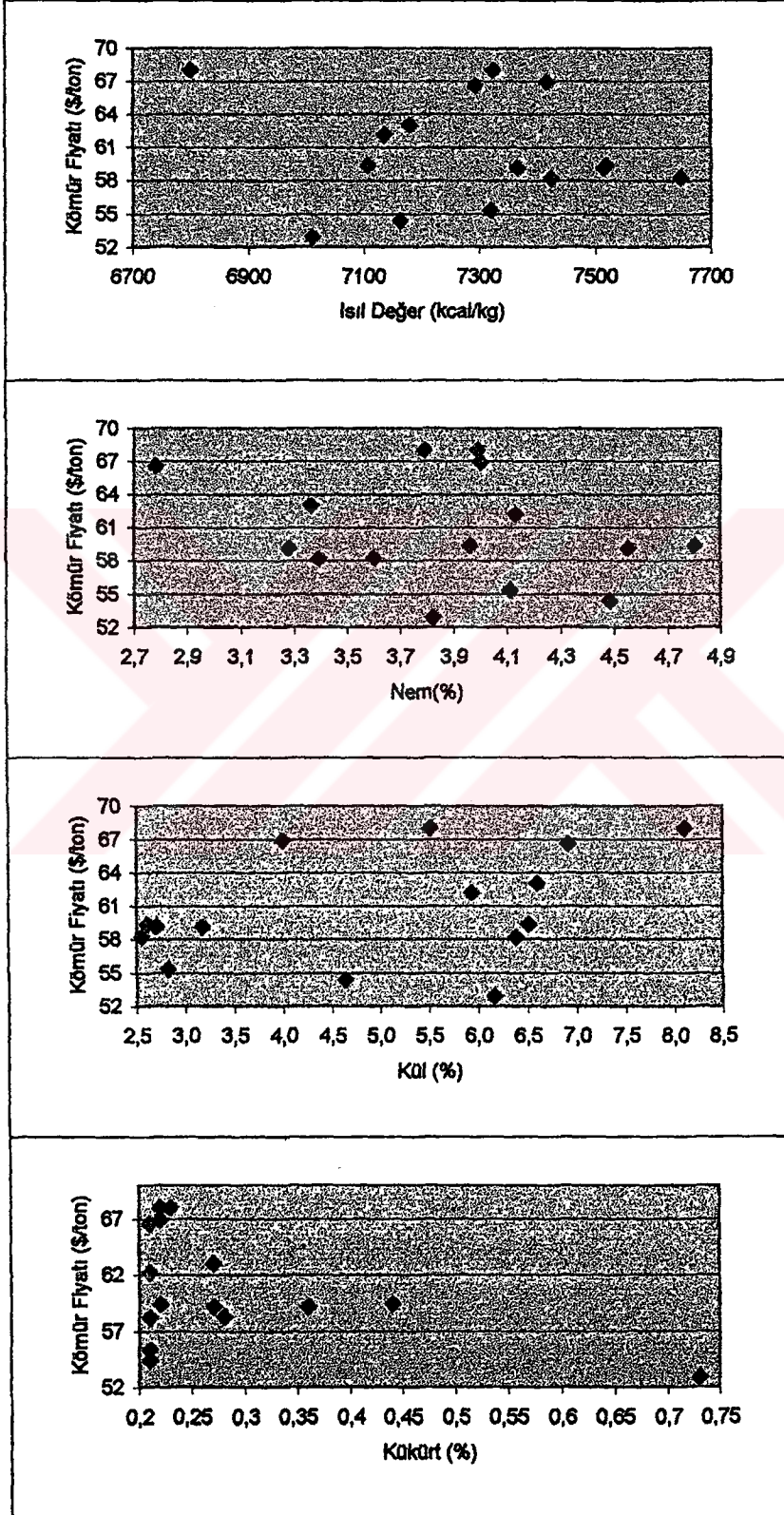
Tarih	Reel Fiyat \$/ton	Nem (%)	Kül (%)	Kükürt (%)	Alt Isıl Değer (kcal/kg)
05.02.1999	62,22	4,13	5,93	0,21	7135
11.03.1999	58,23	3,39	6,38	0,21	7423
12.05.1999	52,90	3,82	6,16	0,73	7009
15.07.1999	48,09	13,9	16,54	1,17	5072
15.07.1999	54,37	4,48	4,63	0,21	7162
16.09.1999	55,34	4,11	2,82	0,21	7319
03.11.1999	58,26	3,6	2,55	0,28	7647
07.04.2000	66,61	2,78	6,91	0,21	7292
22.05.2000	63,08	3,36	6,6	0,27	7179
13.10.2000	68,03	3,79	8,1	0,23	6799
17.11.2000	66,96	4	3,99	0,22	7416
23.12.2000	68,07	3,99	5,51	0,22	7324
11.01.2001	59,39	3,96	6,51	0,22	7105
24.01.2001	59,39	4,8	2,61	0,44	7517
01.02.2001	59,16	4,55	3,17	0,27	7364
21.02.2001	59,16	3,28	2,7	0,36	7513

Tablo 3.6'da yer alan veriler kullanılarak oluşturulan grafikler Şekil 3.3'te verilmiştir. Beklenilenin aksine kömür fiyatı ile ısı değer arasında doğru; nem, kül ve kükürt içeriği arasında ise ters orantılı bir ilişki gözlenmemektedir. Söz konusu özellikler ithal kömürde aranan limitler içerisinde kaldığından, bu özelliklerde meydana gelen değişiklikler fiyatları anlamlı bir şekilde etkilememektedir. Fiyatlarda meydana gelen değişikliklerden daha çok piyasadaki arz- talep dengesizliği sorumlu olmaktadır. Diğer taraftan, tüketicinin bilinç düzeyi ve arz edenlerin sayısındaki azlıkta fiyat- parametre ilişkilerinin beklenildiği şekilde gelişmemesinde etkili olabileceği izlenimini vermektedir.

### 3.2.2. Yerli kömürler

Daha önceki bölümlerde de belirtildiği üzere, Türkiye linyitlerinin %90'ına yakın bir bölümü, yalnızca termik santrallerde elektrik üretimi amacıyla tüketilmektedir. Dolayısı ile bu anlamda en büyük kömür müşterisi Elektrik Üretim A.Ş.'dir. Sadece tek bir termik santralde (Çatalağzı) değerlendirilmesine rağmen taşkömüründen de elektrik üretimi söz konusudur. Eski adı ile Türkiye Elektrik Üretim- İletim Anonim Şirketi (TEAŞ)'nin bu kömürlere ödemiş olduğu fiyatlar ile elektrik satış fiyatları, kolay karşılaştırılabilmesi için enerji birimi bazında dönüştürülerek Tablo 3.7'de verilmiştir. Fiyatlar ABD tüketici fiyat endeksi (1982-1984=100) kullanılmak suretiyle reel bazda sunulmuştur.

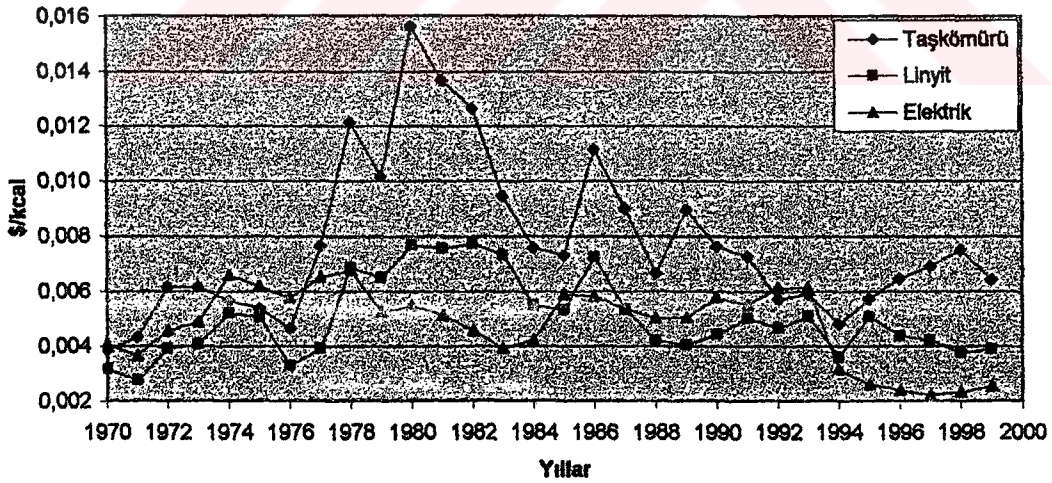
Tablo 3.7'deki veriler ayrıca Şekil 3.4'te grafiksel olarak sunulmaktadır. Burada görüldüğü gibi; elektrik fiyatları (ortalama= 0,0048 \$/kcal) ile linyit fiyatları (ortalama= 0,0050 \$/kcal) yaklaşık olarak birbirine yakın değerlerde seyretmektedirler. Öte yandan taşkömürü fiyatlarında (ortalama= 0,0078 \$/kcal) %60 oranında bir fiyat fazlalığı söz konusudur. Ancak özellikle 80'li yılların ortalarından itibaren taşkömürü fiyatlarında önemli ölçüde azalmalar meydana gelerek, elektrik ve linyit fiyatlarına yakın değerlerde seyretme eğilimi hakim olmaya başlamıştır.



Şekil 3.3. Sivas İli İthal Kömür Fiyatları ve Kalite Parametreleri Arasındaki İlişki (Sivas Kömür Tevzi, 2002)

Tablo 3.7. Enerji Birimi Başına Reel Fiyatlar (\$/kcal) (TEAŞ, 1999)

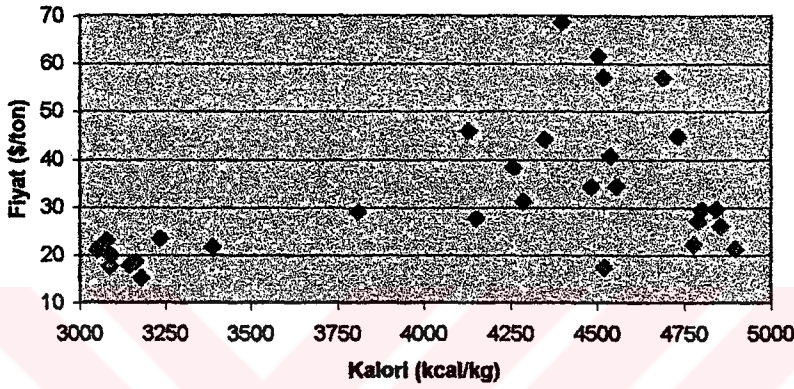
Yıllar	Elektrik	Taşkömürü	Linyit	Yıllar	Elektrik	Taşkömürü	Linyit
1970	0,0041	0,0039	0,0032	1985	0,0059	0,0073	0,0053
1971	0,0036	0,0043	0,0028	1986	0,0058	0,0111	0,0073
1972	0,0046	0,0062	0,0039	1987s	0,0054	0,0090	0,0054
1973	0,0049	0,0061	0,0041	1988	0,0050	0,0067	0,0042
1974	0,0066	0,0057	0,0052	1989	0,0050	0,0090	0,0040
1975	0,0062	0,0054	0,0051	1990	0,0057	0,0076	0,0044
1976	0,0057	0,0047	0,0033	1991	0,0055	0,0073	0,0050
1977	0,0065	0,0077	0,0039	1992	0,0061	0,0057	0,0046
1978	0,0068	0,0122	0,0068	1993	0,0061	0,0059	0,0051
1979	0,0053	0,0102	0,0065	1994	0,0031	0,0048	0,0036
1980	0,0055	0,0157	0,0077	1995	0,0026	0,0057	0,0051
1981	0,0051	0,0137	0,0076	1996	0,0024	0,0065	0,0044
1982	0,0046	0,0126	0,0077	1997	0,0022	0,0069	0,0042
1983	0,0039	0,0095	0,0073	1998	0,0023	0,0075	0,0038
1984	0,0042	0,0076	0,0055	1999	0,0025	0,0064	0,0039
ORTALAMA					0,0048	0,0078	0,0050



Şekil 3.4. Kcal Başına Linyit, Taşkömürü ve Elektrik Fiyatları (TEAŞ, 1999)

Termik santrale beslenen taşkömürünün fiyatları ile ısıl değerleri arasında bir ilişki olup olmadığını tespit edebilmek amacıyla, 1970-1999 yıllarını kapsayan ve TEAŞ tan temin edilen veriler değerlendirmeye alınmıştır. Şekil 3.5 te grafiksel olarak sunulan bu verilere göre, reel bazda ifade edilen fiyatlarla (1982-

1984=100) ısı değer arasında fonksiyonel bir ilişkiyi algılamak mümkün gözükmemektedir. Düşük ve yüksek kalorilerde bir öbeklenme söz konusu olmakla birlikte, genel anlamda yüksek ısı değerlerde fiyatların geniş bir aralığa yayıldığı gözlenmektedir.



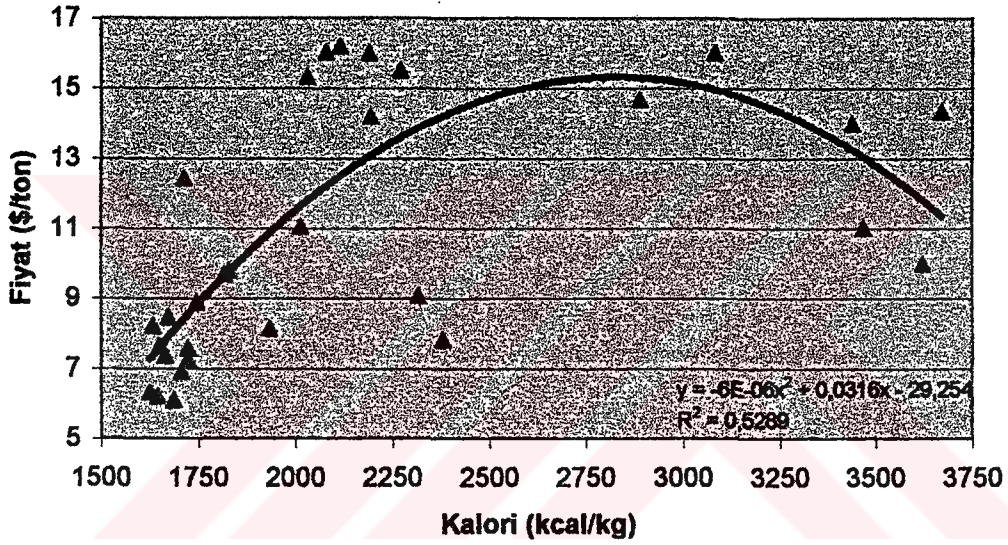
Şekil 3.5. Taşkömürü Fiyatları İle Isıl Değer Arasındaki İlişki (TEAŞ, 1999)

Grafikte görülen bu gelişimin sebepleri muhtemelen pazarın özelliklerinden ziyade yüksek düzeyde seyreden kömür maliyetlerine uygulanan sübvansiyonlar, istihdam kaygıları, müessesenin (Türkiye Taşkömürü Kurumu) iç politikaları ve siyasi iradenin müdahalesinden kaynaklanmaktadır. Aksi takdirde 3000 ve 5000 kcal/kg ısı değerine sahip kömürlerin aynı fiyatlarla satılması kolay anlaşılabilir bir husus değildir.

Diğer yandan ülkemiz linyitlerinin fiyatları ise genel olarak ana üretici konumundaki Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu(TKİ)'nce belirlenmektedir (Kasapoğlu, 1990). TKİ Kurumu; fiyatlarını, işletme karlılığından ziyade, daha çok kurum karlılığını esas alacak şekilde ayarlamaktadır. Havuz sistemi olarak adlandırılan bu sistemde, her bir kömür işletmesinin birim maliyetlerinin ortalaması alınmakta ve bu ortalamanın üzerine belirli bir kar payı konulması suretiyle fiyatlar belirlenmektedir (Mucuk, 2000). Böylece esasen bir işletme zarar ediyor gibi gözükse de, kurum genelinde karlılık hedefine ulaşılmaktadır.

Ancak kömür fiyatlarının yukarıda ifade edildiği üzere belirlenmesi, kömüre özgü önemli parametrelerle kömür fiyatları arasında beklenen ilişkilerin tezahür etmemesine neden olabilmektedir.

Şekil 3.6'da görüldüğü üzere TEAŞ' tan alınan veriler ışığında kömür fiyatı-ısıl değer grafiği oluşturulmuştur. Grafikte 1500-2000 kcal/kg ısıl değerli kömürlerin fiyatı 5-9 \$/ton mertebesinde öbekenirken, daha yüksek kalorili linyitlerin 11-17 \$/ton mertebesinde seyrettiği gözlenmektedir. Genel bir yaklaşımla fiyat ve ısıl değer arasında doğrusaldan ziyade polinomal bir ilişki tezahür etmiştir.



Şekil 3.6. Linyit Fiyatları İle Isıl Değer Arasındaki İlişki (TEAŞ, 1999)

### 3.3. Yerli Termik Santral Kömürleri Bazında Fiyat-Parametre Analizleri

#### 3.3.1. Genel hususlar

Bölüm 2' de işaret edildiği gibi linyit kömürü, ülkemiz için vazgeçilmez bir enerji kaynağı olup, mevcut rezervlere yönelik üretimlerin %90'ı termik santral kömürü olarak tüketilmektedir. Hem kamu sektörü hem de özel sektör tarafından üretilen söz konusu kömürlerin fiyatlandırılması özel bir öneme haizdir.

Nitekim bu fiyatlandırma hususu kanunla Enerji Bakanlığına verilmiş olmasına rağmen, bugüne kadar konu ile ilgili yasal bir düzenleme getirilememiştir (Enerji Bakanlığı, 2002). TKİ' ye bağlı veya özel kömür işletmelerinin Türkiye Elektrik Üretim ve İletim A.Ş. (TEAŞ) ile yapmış oldukları



kömür alım-satım sözleşmelerindeki fiyatlandırmalarda belirgin farklılıklar olduğu gibi, fiyatların kalite parametreleriyle ilgisizliği de söz konusudur. Şekil 3.6' da görüldüğü gibi en azından fiyat- ısıl değer arasında bile anlamlı bir ilişki gözlenememektedir. Bu husus özellikle küçük kömür madencilerinin piyasadan çekilmeleri gibi sorunları da beraberinde getirmektedir.

Yukarıdaki hususlara binaen bu çalışma kapsamında; öncelikle mevcut kömür işletmeleri ile termik santral işletmeleri arasındaki kömür fiyatlarının incelenmesinde ve bu fiyatların parametrelerle ilişkilerinin analizinde fayda mülhaza edilmektedir. Bilindiği üzere TEAŞ, 20.02.2001 tarih ve 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu uyarınca Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ), Türkiye Elektrik İletim A.Ş. ve Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş. olmak üzere üç şirkete bölünmüştür. Elektrik Üretim A.Ş., bağlı ortaklıklar ve üretim şirketleri kapsamında yer alan linyite dayalı termik santraller 1999 yılı sonu itibarı ile Tablo 3.8'de sıralanmakta olup, bunlardan *Çayırhan*, *TunçbilekA* ve *Kemerköy* Santrallerine ait verilere ulaşılamadığından analizlere dahil edilmemiştir .

Tablo 3.8. Türkiye' de Linyite Dayalı Termik Santraller

<i>Santralin Adı</i>	<i>Bulunduğu İl</i>	<i>Ünite Adet ve Güçleri</i>	<i>Toplam Kurulu Güç (MW)</i>
<i>Afşin-Elbistan A</i>	<i>Kahramanmaraş</i>	<i>4x340</i>	<i>1360</i>
<i>Çayırhan 1,2,3,4</i>	<i>Ankara</i>	<i>2x150+2x160</i>	<i>620</i>
<i>Orhaneli</i>	<i>Bursa</i>	<i>1x210</i>	<i>210</i>
<i>Seyitömer</i>	<i>Kütahya</i>	<i>4x150</i>	<i>600</i>
<i>Tunçbilek A</i>	<i>Kütahya</i>	<i>2x32+1x65</i>	<i>129</i>
<i>Tunçbilek B</i>	<i>Kütahya</i>	<i>2x150</i>	<i>300</i>
<i>Yatağan</i>	<i>Muğla</i>	<i>3x210</i>	<i>630</i>
<i>Kangal</i>	<i>Sivas</i>	<i>2x150</i>	<i>300</i>
<i>Kemerköy 1,2,3,4</i>	<i>Muğla</i>	<i>3x210</i>	<i>630</i>
<i>Soma A</i>	<i>Manisa</i>	<i>2x22</i>	<i>44</i>
<i>Soma B</i>	<i>Manisa</i>	<i>6x165</i>	<i>990</i>
<i>Yeniköy</i>	<i>Muğla</i>	<i>2x210</i>	<i>420</i>

Çeşitli kalite parametreleri ile tarif edilen ve heterojen bir ürün olan kömüre özgü fiyatlar, genellikle bu parametrelerin yanı sıra ikame ve nihai ürünlerin arz miktarlarına ve fiyatlarına bağlı olarak değişmektedir. Bütün bu parametrelerin çoklu regresyon analizinden faydalanan hedonic bir fiyatlandırma yaklaşımında bir araya getirilmesi mümkün gözükmemektedir. Bölüm 2.2.9' da ayrıntılı bir şekilde bahsedilen hedonic fiyatlandırma yönteminin, özellikle koklaşabilir taşkömürü

fiyatlandırmasında başarıya ulaşmış çeşitli uygulamaları mevcuttur. Bu anlamda linyit kömürlerinin fiyatlandırmasında da bu yöntemden faydalanmanın uygun bir yaklaşım olduğu düşünülmektedir.

Hedonic fiyatlandırma yöntemine esas olmak üzere, linyit kömürüne özgü bir fiyatlandırma yaklaşımının aşağıdaki model bazında ele alınması söz konusu olabilmektedir.

$$\text{Linyit Kömürü Fiyatı} = f \left\{ \begin{array}{l} \text{Isıl Değer} \\ \text{Kül İçeriği} \\ \text{Nem İçeriği} \\ \text{Kükürt İçeriği} \\ \text{Miktar} \\ \text{Tane Büyüklüğü Dağılımı} \\ \text{İkame Ürünlerin Fiyatları} \\ \text{İkame Ürünlerin Miktarları} \\ \text{Nihai Ürünlerin Fiyatları} \\ \text{Nihai Ürünlerin Miktarları} \\ \text{Coğrafik Konum} \end{array} \right.$$

Yukarıdaki yaklaşım kapsamında kömür fiyatları; ısıl değer, ikame ve nihai ürünlerin fiyatlarına bağlı olarak bir artış trendi gösterebilmelidir. Bunun yanı sıra özellikle kül, nem ve kükürt içeriğine bağlı olarak bir fiyat azalması söz konusu olma durumundadır. Benzer ilişkiler diğer faktörler içinde söz konusudur.

Yukarıdaki ilişkiler ışığında ülkemizdeki termik santrallere temin edilen kömürlerin fiyatlarının analizi, fiyatlandırmanın nasıl yapılacağı hususuna bir çıkış yolu verebilir yaklaşımıyla müteakip araştırmalar yürütülmüştür. Nominal fiyatlar (cari fiyatlar), o günkü kurdan Amerikan Dolarına çevrilmiş ve daha sonra ABD Tüketici Fiyat İndeksi (US CPI)(1982-1984=100) kullanılmak suretiyle reelleştirilmiştir.

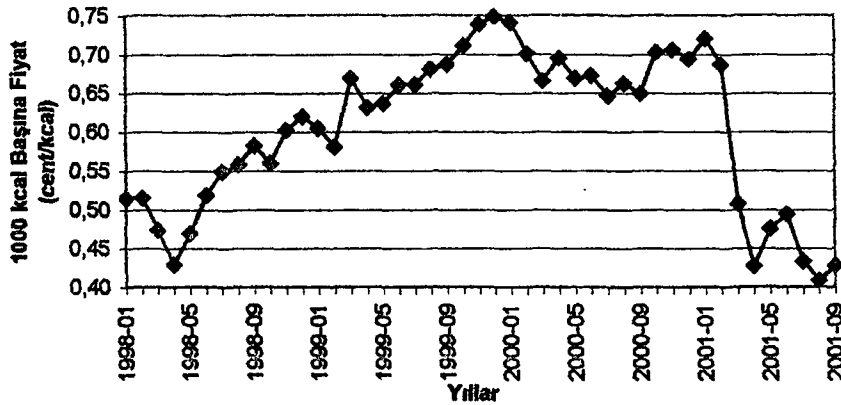
İkame ürün kapsamında, Ambarlı Fuel Oil- Doğal Gaz Kombine Çevrim Santralinden elde edilen doğal gaz ve motorin fiyatları kullanılmıştır. Bu şekilde hem kömürün hem de doğal gaz ve motorinin tüketim amacının ortak olması gözlemlenmiştir. Modelde sayılan diğer parametreler , rezerv/ santral bağımlılığından dolayı nazarı dikkate alınmamıştır.

Regresyon analizlerinde bir istatistiksel paket program olan *SPSS for Windows*'un 8.0 numaralı versiyonu kullanılmıştır.

### 3.3.2. Afşin elbistan termik santrali kapsamında fiyat- parametre analizleri

Afşin-Elbistan Termik Santrali(AETS), ülkemizin en büyük linyit rezervinin yanı başında kurulmuş olup, 1360 MW gücünde bir kurulu kapasite arz etmektedir. Bu santralde her yıl ortalama 17130000 ton linyit kömürü tüketilmekte ve 7689,7 GWh elektrik enerjisi üretilmektedir(TEAŞ, 1999). AETS, söz konusu özellikleri nedeni ile ülkemiz termik santralleri arasında elektrik üretiminde birinci sırada yer almaktadır.

AETS'nin sözleşmeler bazında satın aldığı kömürlere Ocak-1998 ve Eylül-2001 tarihleri arasında aylık olarak ödemiş olduğu fiyatlar, Şekil 3.7'de reel bazda grafiksel olarak sunulmuştur. Enerji birimi bazında sunulan fiyatlar, dalgalı bir eğilim izlemekle beraber 2000 yılına kadar artmış ve 2000 yılı süresince yaklaşık yatay bir seyir izlemiştir. Bununla birlikte ülkenin içinde bulunduğu ekonomik koşulların bir sonucu olarak 2001 yılında ani bir düşüş kaydetmiştir. Düşüşün asıl sebebi de Türk Lira'sının Amerikan Doları karşısında yüzde yüzlere varan değer kaybıdır.

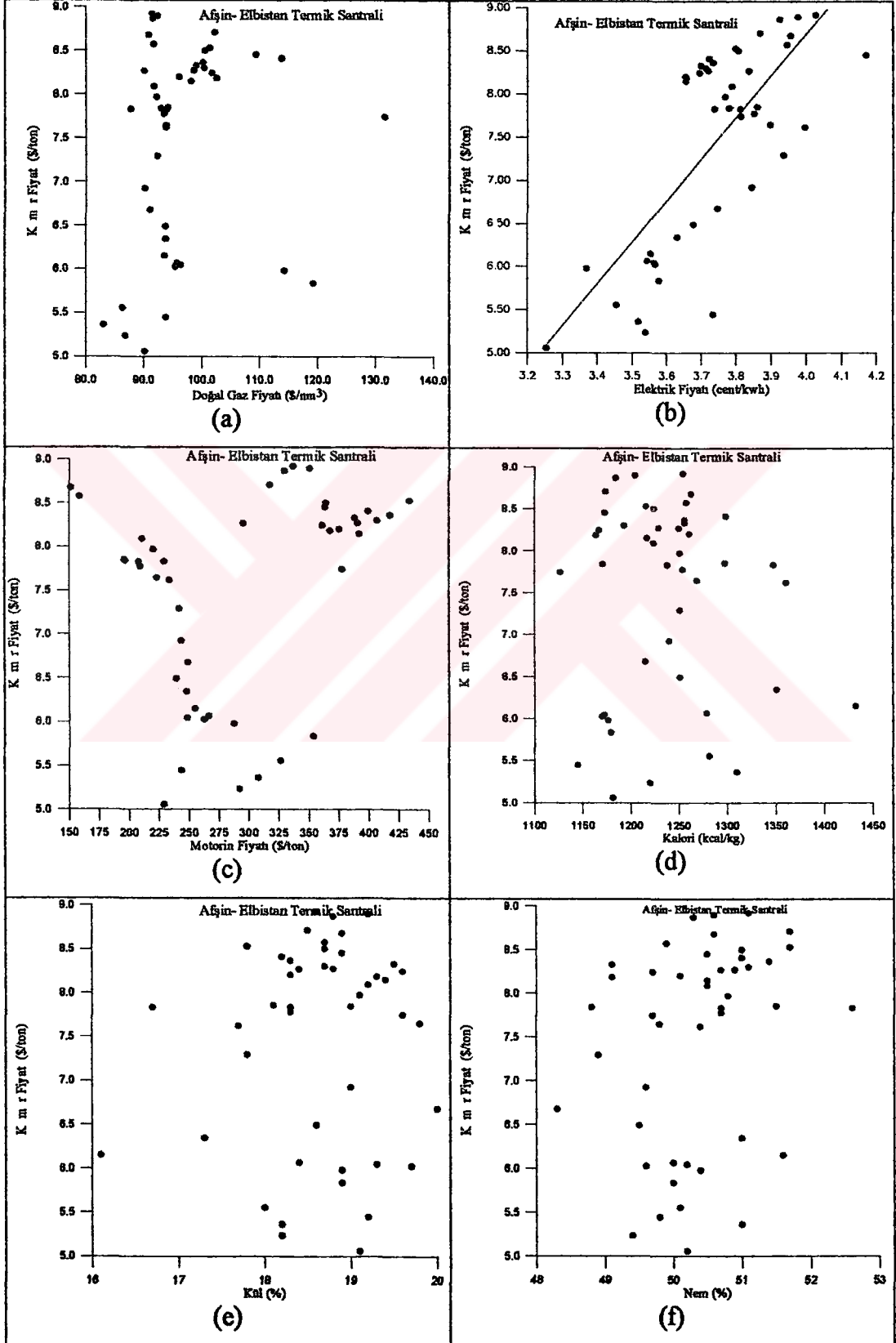


Şekil 3.7. AETS Enerji Birimi Başına Kömür Fiyatlarının Seyri

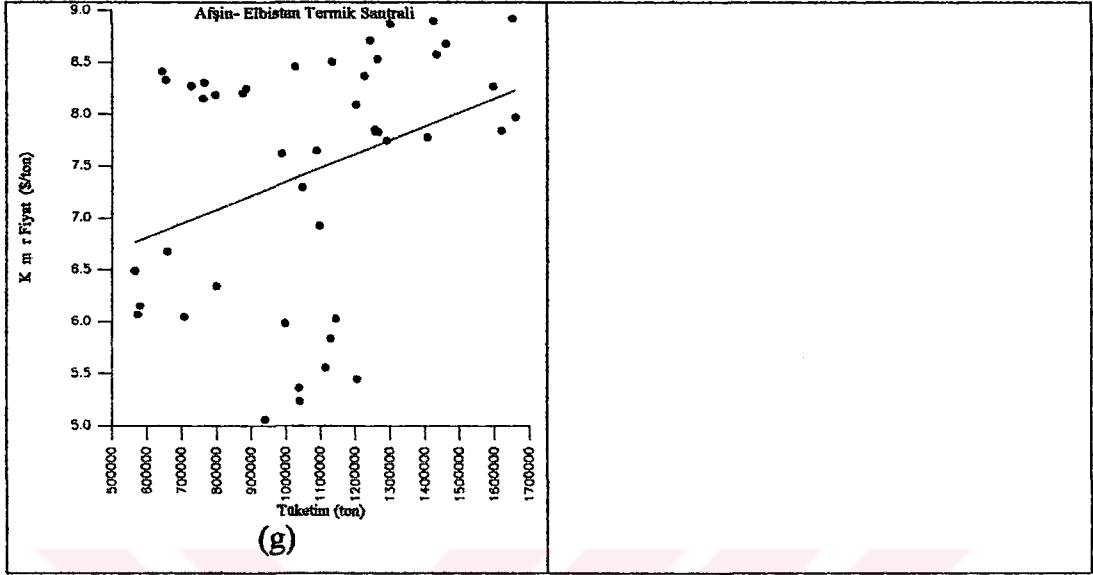
Şekil 3.7'de verilen fiyatların gelişimi ve oluşumunda hangi parametrelerin etkin olduğu ve fiyat pazarlıklarında bu parametrelerden hangi ölçüde faydalanılabileceği hususları fevkalade büyük bir önem arz etmektedir.

Şekil 3.8’de, kömür fiyatları ile *doğalgaz fiyatı, elektrik fiyatı, motorin fiyatı, ısıl değer, kül içeriği ve nem içeriği* arasındaki ilişkiler, AETS’den elde edilen veriler bazında grafiksel olarak sunulmuştur. Verilere ilişkin özet istatistikler Tablo 3.9’da ve olası bir ilişkinin varlığını araştırmada rehber niteliği taşıyan korelasyon katsayıları ise Tablo 3.10’da ayrıca verilmiştir. Bu grafiklerin incelenmesi ve Tablo 3.10’daki korelasyon katsayılarının desteği neticesinde aşağıdaki yorumlara ulaşılmıştır.

- Doğalgazın fiyatlarının yaklaşık olarak sabit kaldığı bir aralıkta, kömür fiyatları en düşük (5,06 \$/ton) ve en yüksek (8,92 \$/ton) değerler arasında değişmektedir (Şekil 3.8-a). Bu durum kömür fiyatlarının, elektrik üretiminde önemli bir ikame ürün niteliği taşıyan doğalgazın fiyatlarından etkilenmediğine işaret etmektedir. Ayrıca bu gözlemi korelasyon katsayılarını veren Tablo 3.10’daki değerlerde doğrulamaktadır. Kömür ve doğalgaz fiyatları arasında %5 veya %1 düzeyinde istatistiksel bakımdan anlamlı bir ilişkisi mevcut değildir. Bu durum ikame ürünlerin fiyat gelişimlerinin birbirleri ile benzer eğilimler gösterdiği Şekil 3.1’deki grafikte çelişmektedir. Ancak ilgili tarihlerde (Ocak-1999 ve Eylül- 2001) doğalgaz pazarının devlet tekelinde olması ve spesifik sözleşme şartlarının varlığının bu uyumsuzlukta etkili olduğu düşünülmektedir.
- Bir nihai ürün olması nedeni ile elektriğin fiyatları ile kömür fiyatları arasında doğrusal bir ilişkinin olması beklenir. Nitekim bu beklentiyi, linyit ve elektrik fiyatlarının yıllık gelişimini gösteren Şekil 3.4’teki grafik doğrulamaktadır. Şekil 3.8-b’de görüleceği üzere elektrik fiyatları ile AETS’nin kömüre ödemiş olduğu fiyatlar arasında pozitif doğrusal bir ilişki söz konusudur. %1 anlamlılık düzeyinde 0,739 mertebesinde hesaplanan korelasyon katsayısı da bu yaklaşımı desteklemektedir. Dolayısı ile kömür fiyatları ile elektrik fiyatlarının önemli ölçüde etkileşim içerisinde olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 3.8. AETS Fiyat- Parametre Grafikleri



Şekil 3.8. (Devam) AETS Fiyat- Parametre Grafikleri

Tablo 3.9. AETS Fiyat Analizinde Kullanılan Verilerin Özet İstatistikleri\*

	D.GAZ	MOT.	ELEKT.	TUK.	KAL.	NEM	KUL	KOM.
	F <sub>D,GAZ</sub>	F <sub>MOT</sub>	F <sub>ELK</sub>	TUK <sub>KOM</sub>	KAL <sub>KOM</sub>	N <sub>KOM</sub>	K <sub>KOM</sub>	F <sub>KOM</sub>
N	45	45	45	45	45	45	45	45
Ortalama	96,74	293,40	3,74	1078607	1236,38	50,36	18,65	7,45
Minimum	83,04	151,53	3,25	565806,00	1127,00	48,30	16,10	5,06
Maximum	131,60	434,22	4,17	1659918,00	1432,00	52,60	20,00	8,92
Std. Sapma	9,02	76,08	,18	305180,29	62,19	,87	,78	1,17
Varyans	81,39	5788,37	3,25E-02	9,3E+10	3867,42	,76	,60	1,37

\* Veriler EK 1'de listelenmiştir. DOĞALGAZ= Doğalgaz Fiyatı (\$/mm<sup>3</sup>), MOTORIN= Motorin Fiyatı (\$/ton), ELEKTRİK= Elektrik Fiyatı (cent/kwh), TUKETİM= Kömür Tüketimi (ton), KALORİ= Isıl değer (kcal/kg), NEM= Nem İçeriği (%), KUL= Kül İçeriği (%), KOMUR= Kömür Fiyatı (\$/ton)

Tablo 3.10. AETS Verilerinin Korelasyon Katsayıları

	KOM.	KUL	NEM	KAL.	TUK.	ELEKT.	MOT.	D.GAZ
KOMUR Pearson Korelasyonu	1,000	,093	,272	-,054	,349*	,739**	,283	,153
Anlamlılık Düzeyi	,	,546	,071	,722	,019	,000	,059	,315

\*0.05 seviyesinde korelasyon anlamlı (2-tailed).

\*\* 0.01 seviyesinde korelasyon anlamlı (2-tailed).

- Şekil 3.8-c 'de görüleceği üzere, elektrik üretiminde kömürü ikame edebilen diğer bir ürün olan motorinin fiyatları ile kömür fiyatları arasında anlamlı bir ilişki gözlenememiştir. Bu durum yine Şekil 3.1'de verilen ilişki ile çelişmektedir. Ancak gerek motorinin bir petrol ürünü olması ve fiyatlarının ham petrol fiyatları ile eş zamanlı değişmemesi,

gerekse ülkemizde motorin kaynaklı elektrik üretiminin linyit kaynaklı elektrik üretimini yeterince ikame edememesinin bu fiyatlar arasında bir ilişki tespit edilememesinde etkili olduğu düşünülmektedir.

- Termik santrallerde, santrale beslenen kömürün ısı değeri düştükçe yakma sistemine verilen kömür miktarının artırılması gerekir. Bu durum sistemden atılması gereken kül miktarının artmasına neden olur. Dolayısı ile yüksek kalorili kömürlere yüksek fiyatlar, düşük kalorili kömürlere ise düşük fiyatlar ödenmesi beklenir. Ancak Şekil 3.8-d' de görüleceği üzere AETS' nde kömür fiyatı ile kalorifik değer arasında beklenilen aksine doğru orantılı bir ilişki tezahür etmemiştir. Bu gözlemi Tablo 3.10' da verilen korelasyon katsayıları da desteklemektedir.
- Kömürdeki kül oranının artması, kömür hazırlama ve taşıma tesislerinde önemli sorunlara yol açmasının yanı sıra daha fazla kömür tüketimine neden olmaktadır. Bundan dolayı termik santral işletmeciliğinde istenmeyen bir parametre olup, kül oranının artması ile birlikte kömür fiyatının da düşmesi beklenir. Ancak Şekil 3.8-e' de görüleceği üzere, AETS' nde kül içeriği %18-20 aralığında iken kömür fiyatları daha geniş bir aralıkta (5-9 \$/ton) değişmekte ve umulanın aksine bu iki değer arasında ters orantılı bir ilişki bulunmamaktadır.
- Kömürün nem içeriğinin artması, termik santrallerde tıkanmalara, sıvanmalara ve nemdeki suyun ısınması zaruretine binaen kazan yanma odasında sıcaklık düşmesine neden olmaktadır. Bu nedenle nem içeriği ile kömür fiyatı arasında ters orantılı bir ilişki olması gerekmektedir. Ancak Şekil 3.8-f' de görüleceği üzere, nem içeriği %49- 52 aralığında iken fiyatlar 5-6 \$/ton ve 7,5-9 \$/ton değerleri arasında öbeklenmiştir. Ayrıca herhangi bir ilişki tespit edilemeyen bu gözlemi korelasyon katsayısı da doğrulamaktadır.
- Serbest piyasa şartlarında, fiyat ve talep edilen miktar arasında ters orantılı bir ilişki söz konusudur. Ancak çoğunlukla zorunlu olarak tek bir alıcı ve tek bir satıcının mevcut olduğu termik santral işletmeciliğinde bu durum oldukça farklıdır. Nitekim termik santraller çoğunlukla yeterli

rezervi bulunan kömür sahalarının yakınında tesis edilirler. Termik santralin kömür talebi, yeni üniteler devreye sokulmadığı sürece santral kapasitesi ile sınırlıdır. Ancak yıllık fiyat ayarlamalarında artan tüketim miktarına bağlı olacak şekilde kademeli olarak fiyat düşürülmesi kömür alım sözleşmelerinde zaman zaman yapılan bir uygulamadır. Bu şekilde bir bakıma talep yasasına uyulmaktadır. Ancak AETS’nde kömür fiyatı ile santralin kömür tüketimi arasında belirgin bir ilişkiyi algılamak mümkün olmamıştır(Şekil 3.8-g). Ancak Tablo 3.10’da verilen korelasyon katsayıları dikkate alındığında, düşük bir değere sahip olmasına rağmen (0,349), kömür fiyatı ile tüketim arasında %5 anlamlılık düzeyinde pozitif bir korelasyon ilişkisinin mevcut olduğu görülmektedir.

Yukarıdaki verilerin ışığında, AETS’na özgü bir kömür fiyatlandırma modeli elde edilmesi için çoklu regresyon analizinden faydalanılmıştır. Bilindiği üzere regresyon analizi iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi araştırmak ve modellemekte kullanılan istatistiksel bir yöntem olup, bu konu ile ilgili ayrıntılar Bölüm 2.2.10.2’de verilmiştir. Regresyon analizinde, SPSS bilgisayar programı kullanılmış ve “Adım Adım Regresyon Modeli” esas alınmıştır. Bu regresyon modelinde, bağımlı değişkeni (kömür fiyatı) en uygun şekilde açıklayacak bağımsız değişkenler (elektrik fiyatı, kalori vs.) belirlenmekte ve önemsiz değişkenler modelden çıkarılmaktadır.

Analiz neticesinde gerekli istatistiksel koşulları sağlayan iki model elde edilmiş ve bu modellerle ilgili parametreler Tablo 3.11’de özetlenmiştir. Bu modellerden determinasyon(belirlilik) katsayısı en yüksek olan 2. model geçerli model olmaktadır.

Tablo 3.11. AETS Regresyon Analizi Sonuçları

Model	R	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş Açıklayıcı R <sup>2</sup>	Değişkenler	Katsayılar	T İstatistiği	Anlamlılık Düzeyi
1	,739 <sup>a</sup>	,547	,536	SABİT	-10,535	-4,213	,000
				ELEKTRİK	4,807	7,203	,000
2	,813 <sup>b</sup>	,660	,644	SABİT	-12,647	-5,592	,000
				ELEKTRİK	4,964	8,468	,000
				MOTORİN	5,202E-03	3,747	,001



(2) nolu modele göre; kömür fiyatı, elektrik ve motorin fiyatlarının bir fonksiyonu olarak aşağıdaki eşitlikteki gibi ifade edilmektedir.

$$F_{KOM} = -12,647 + 4,964.F_{ELK} + 5,22.10^{-3}.F_{MOT} \dots\dots\dots(1)$$

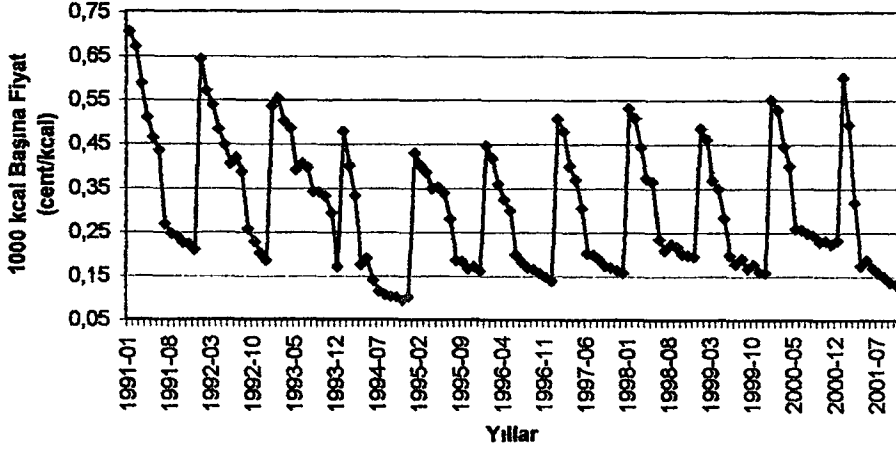
Açıklayıcı (Bağımsız) değişkenlerin t istatistiği bazında anlamlılık düzeyleri %5'den küçük olup, eşitliğin düzeltilmiş determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) 0,644 mertebesindedir (Tablo 3.11). Bu değer, elektrik ve motorin fiyatlarının kömür fiyatlarındaki değişimlerden %64,4 oranında sorumlu olduğuna işaret etmektedir.

### 3.3.3. Kangal termik santrali kapsamında fiyat- parametre analizleri

Sivas İli Kangal İlçesi sınırları içerisinde bulunan Kangal Termik Santrali (KTS), 300 MW'lık kurulu bir güce sahip olup, her yıl yaklaşık olarak 3544654 ton linyit kömürü tüketmektedir (TEAŞ, 1999). Santralin elektrik enerjisi üretimi 1656,6 GWh mertebesindedir.

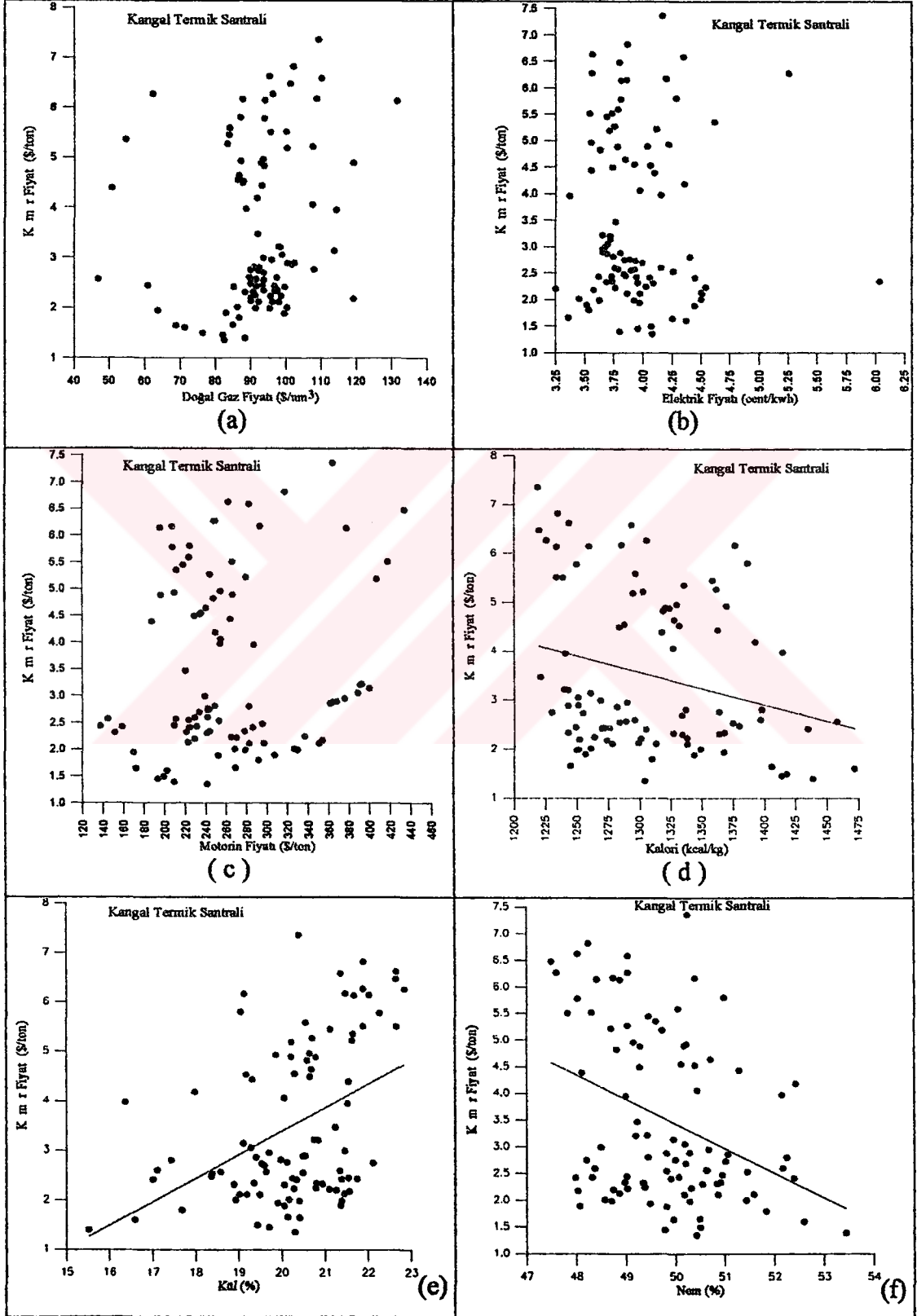
KTS'ye kömür temini, özel bir kömür işletmesi ile yapılan sözleşmeler bazında gerçekleştirilmekte olup, fiyat ayarlamalarındaki başlıca etken tüketilen kömür miktarıdır. Bu kapsamda, tüketim miktarı  $0 < \text{Miktar} < 750000$  ton,  $750000$  ton  $< \text{Miktar} < 1500000$  ton ve  $1500000$  ton  $< \text{Miktar}$  olmak üzere üç bölüme ayrılmakta ve baz fiyatlar bu değerlere bağlı olarak azalan oranlarda ayarlanmaktadır. Bir başka ifade ile, bir yıllık zaman diliminde üç farklı fiyat söz konusu olmakta ve en düşük fiyat 1,5 milyon ton'dan sonraki kömür tüketimi için söz konusu olmaktadır. Bunun sonucunda, aylık enerji birimi başına fiyatlar Şekil 3.9'da görüldüğü gibi seyretmektedir.

Kömür fiyatları üzerinde hangi parametrelerin etkili olduğunu belirlemeye dönük çizilen grafikler Şekil 3.10'da verilmektedir. Tablo 3.12'de özet istatistikler ve Tablo 3.13'de korelasyon katsayıları ayrıca sunulmaktadır. Söz konusu şekil ve tablolar baz alınarak müteakip yorumların yapılması mümkündür.

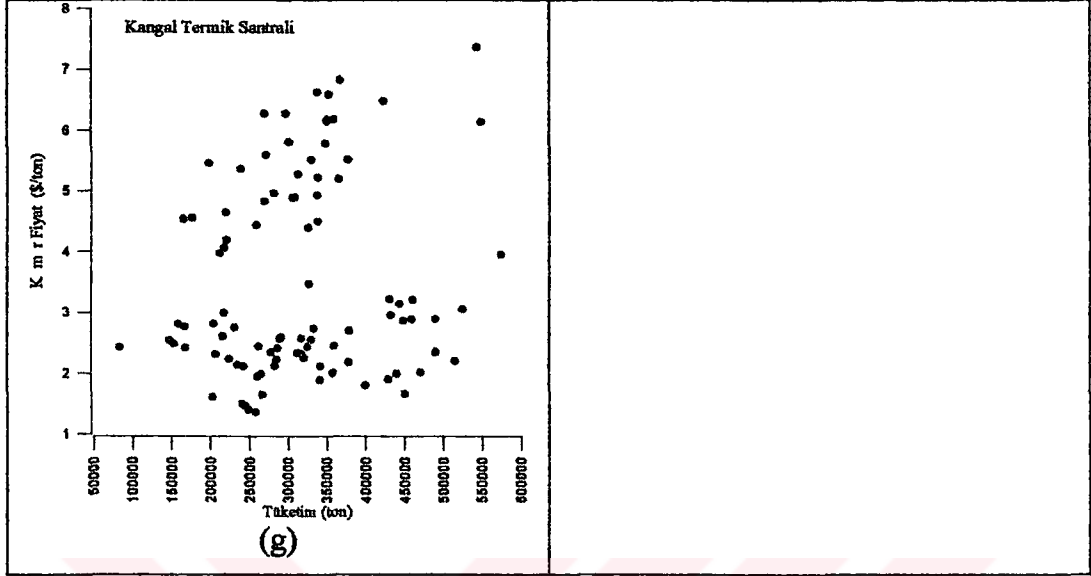


Şekil 3.9. KTS Enerji Birimi Başına Kömür Fiyatlarının Seyri

- Doğalgaz, elektrik ve motorin fiyatları ile kömür fiyatları arasında Şekil 3.1'deki yaklaşımı doğrular bir ilişki gözlemlemek mümkün olmamıştır (Şekil 3.10-a, -b, -c). Nitekim doğalgaz fiyatları 80-120 \$/nm<sup>3</sup> ve elektrik fiyatı 3,5-4,5 cent/kwh aralığında iken, kömür fiyatları 1-8 \$/ton aralığında düşey bir dağılım göstermektedir. Ayrıca daha geniş bir aralıkta değişen motorin fiyatlarına karşılık, kömür fiyatları düzensiz bir dağılım sergilemektedir. Dolayısı ile kömür fiyatlarının ikame ve nihai ürünlerin fiyatlarından etkilenmediğini rahatça ifade edilebilir. Nitekim bu hususu Tablo 3.13'de verilen korelasyon katsayıları da desteklemektedir.
- Kömür fiyatı ile kalorifik değer arasında negatif ve kül içeriği arasında pozitif yönde bir ilişki gözlenmektedir (Şekil 3.10-d,-e). Bu ilişkiler Tablo 3.13'deki veriler dikkate alındığında fazla yüksek korelasyon katsayılarına sahip olmamakla beraber, sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Ancak bu durum kömür fiyatlarının ısı değerle artması ve kül içeriği ile azalması gerekliliği ile ters düşmektedir.
- Öte yandan kömür fiyatı ile nem miktarı arasında beklenildiği üzere ters orantılı bir ilişki söz konusudur(Şekil 3.10-f). Bu ilişki %5 düzeyinde istatistiksel olarak ta anlamlı gözükmemektedir.



Şekil 3.10. KTS Fiyat- Parametre Grafikleri



Şekil 3.10. (Devam) KTS Fiyat- Parametre Grafikleri

Tablo 3.12. KTS Fiyat Analizinde Kullanılan Verilerin Özet İstatistikleri\*

	D.GAZ F <sub>D,GAZ</sub>	MOT F <sub>MOT</sub>	ELEKT. F <sub>BLK</sub>	TUK. TUK <sub>KOM</sub>	KAL. KAL <sub>KOM</sub>	NEM N <sub>KOM</sub>	KUL K <sub>KOM</sub>	KOM. F <sub>KOM</sub>
N	94	94	94	94	94	94	94	94
Ortalama	92,21	264,28	3,94	316263,32	1309,06	49,82	20,25	3,51
Minimum	46,89	137,38	3,25	83335	1219	47,49	15,52	1,35
Maximum	131,60	434,22	6,04	574150	1472	53,44	22,85	7,35
Std. Sapma	13,43	65,10	0,39	101005,94	60,73	1,26	1,45	1,62
Varyans	180,45	4238,32	0,15	10202199403	3688,25	1,59	2,09	2,61

\* Veriler Ek 2'de listelenmiştir. DOĞALGAZ= Doğalgaz Fiyatı (\$/nm<sup>3</sup>), MOTORIN= Motorin Fiyatı (\$/ton), ELEKTRİK= Elektrik Fiyatı (cent/kwh), TÜKETİM= Kömür Tüketimi (ton), KALORİ= Isıl değer (kcal/kg), NEM= Nem İçeriği (%), KUL= Kül İçeriği (%), KOMUR= Kömür Fiyatı (\$/ton)

Tablo 3.13. KTS Verilerinin Korelasyon Katsayıları

		KOM.	KUL	NEM	KAL.	TUK.	ELEKT.	MOT.	D.GAZ
KOMUR	Pearson	1,000	,425**	-,358**	-,250*	,142	,006	,148	,188
	Korelasyonu Anlamlılık Düzeyi		,000	,000	,015	,172	,954	,154	,070

\*0.05 seviyesinde korelasyon anlamlı (2-tailed).

\*\* 0.01 seviyesinde korelasyon anlamlı (2-tailed).

- Kömür tüketim miktarı ve kömür fiyatı arasındaki ilişkiyi gösteren Şekil 3.10-g'daki grafikte, negatif veya pozitif yönde doğrusal bir ilişki algılanmamakla beraber, 1-3 \$/ton ve 4-7 \$/ton aralığında belirgin bir yoğunlaşma göze çarpmaktadır. Bu durum KTS'de uygulanan kademeli fiyatlandırma uygulaması ile uyumlu gözükmektedir.

KTS verileri ayrıca tüketim miktarı bazında gruplandırılmak suretiyle ele alınmıştır. Ancak Ek 3’de verilen fiyat- parametre grafiklerinden de anlaşılacağı üzere, verilerin tümünün birden ele alındığı Şekil 3.10’a göre çok daha anlamlı ilişkiler elde edilememiştir. Bu nedenle bu verilerle ilgili detay analizler yapılmamıştır.

KTS verileri bazında bir kömür fiyatlandırma eşitliği kurmaya dönük gerçekleştirilmiş olan regresyon analizi sonuçları Tablo 3.142’de özetlenmektedir. Tek bir modelin ortaya çıktığı analizde, düzeltilmiş determinasyon katsayısı oldukça düşük olup 0,172 mertebesindedir.

Tablo 3.14. KTS Regresyon Analizi Sonuçları

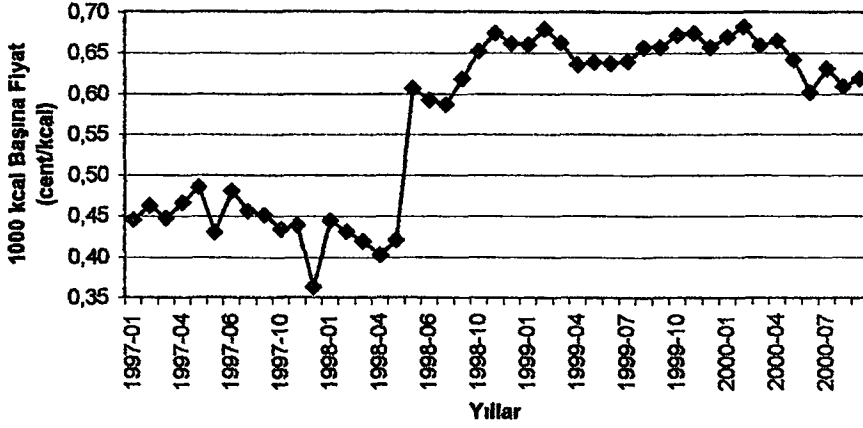
Model	R	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş Açıklayıcı R <sup>2</sup>	Değişkenler	Katsayılar	T İstatistiği	Anlamlılık Düzeyi
1	,425	,181	,172	SABİT KUL	-6,112 0,475	-2,856 4,507	,005 ,000

(2) nolu eşitlikte ifade edilen modeldeki tek değişken, pozitif bir katsayıya sahip olan *kül içeriği*’dir. Bu değişken t istatistiği bazında %1 mertebesinde anlamlı çıkmıştır.

$$F_{KOM} = -6,112 + 0,475.K_{KOM} \dots\dots\dots(2)$$

### 3.3.4. Orhaneli termik santrali kapsamında fiyat-parametre analizleri

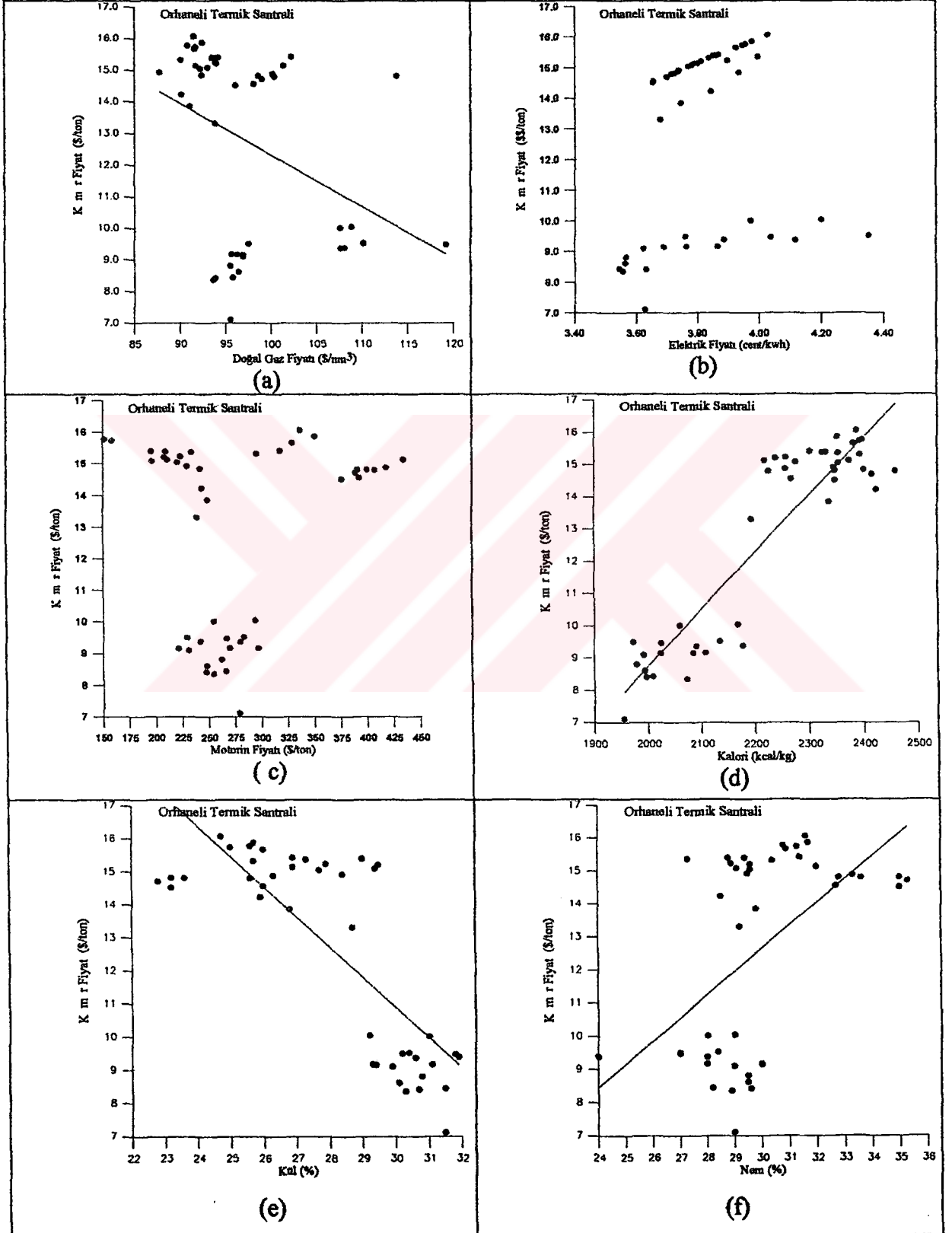
Orhaneli Termik Santrali (OTS), 210 MW’lık bir kurulu güç arz etmekte olup, yıllık elektrik üretimi 1418,2 GWh mertebesindedir(TEAŞ, 1999). Her yıl yaklaşık olarak 1342305 ton linyit kömürü tüketen OTS’nde kömür fiyatlarının enerji birimi başına seyri Şekil 3.11’de verilmektedir. Burada özellikle 1998 yılının ortalarında ortaya çıkan ani fiyat artışı ilgi çekicidir. Ne kömürün kalite özelliklerinde ne de döviz kurlarında bu fiyat artışını destekleyecek ölçüde gözle görülür bir farklılık tespit edilememiştir. Fiyatların daha ziyade üretim maliyetlerindeki olası bir artıştan etkilenmiş olabileceği düşünülmektedir.



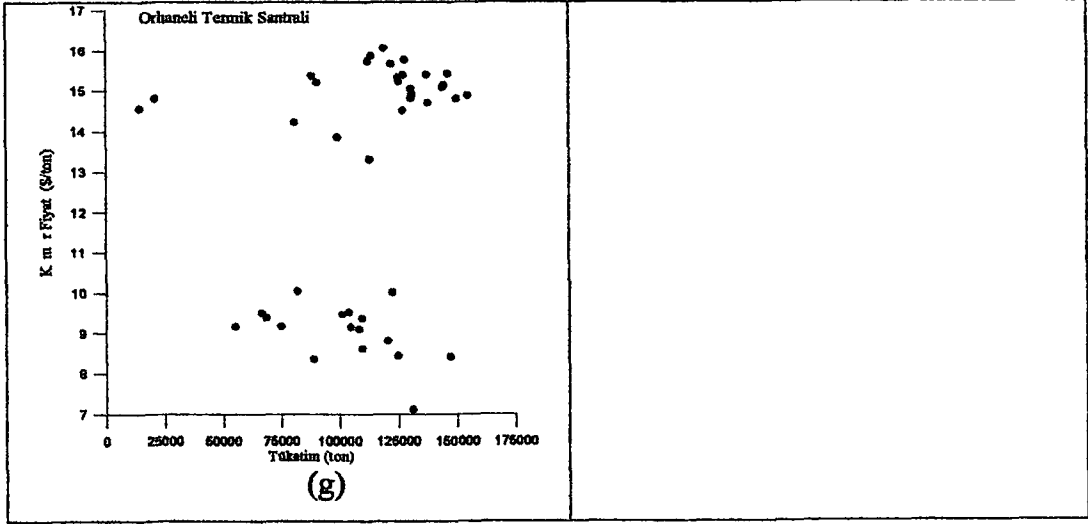
Şekil 3.11. OTS Enerji Birimi Başına Kömür Fiyatlarının Seyri

Kömür fiyatları ve ilgili parametreler arasındaki ilişkileri aydınlatmaya dönük çizilen grafikler ise Şekil 3.12’de verilmektedir. Fiyat- parametre grafikleri ile verilerin özet istatistikleri (Tablo 3.15) ve korelasyon katsayıları (Tablo 3.16) birlikte dikkate alındığında, OTS için müteakip yorumların yapılması mümkündür.

- OTS’de 1998 yılının ortalarından itibaren kömür fiyatlarında ortaya çıkan ani artış, grafiklerin tümünün iki bölümden oluşmasına neden olmuştur. Bir başka ifade ile grafiklerin tümünde 7-10 \$/ton ve 13-17 \$/ton fiyat aralıklarında bir öbeklenme söz konusudur.
- Kömür fiyatları ile doğal gaz fiyatları (Şekil 3.12-a) arasında düşük bir korelasyon katsayısına sahip olmasına rağmen negatif bir yönde ilişki söz konusudur. Öte yandan kömür fiyatları ile elektrik ve motorin fiyatları (Şekil 3.12-b-c) arasında bir ilişki tespit edilememiştir. Bu durum kömür fiyatlarının ikame ürünlerin ve nihai ürün fiyatlarıyla paralellik göstermesi gerekliliği ile çelişmektedir.
- Ortalaması 2218 kcal/kg mertebesinde seyreden ısı değer ile kömür fiyatı arasında beklendiği üzere pozitif yönde güçlü bir ilişki mevcuttur (Şekil 3.12-d). Söz konusu ilişki %5 mertebesinde istatistiksel olarak



Şekil 3.12. OTS Fiyat- Parametre Grafikleri



Şekil 3.12.(Devam) OTS Fiyat- Parametre Grafikleri

Tablo 3.15. OTS Fiyat Analizinde Kullanılan Verilerin Özet İstatistikleri\*

	D.GAZ	MOT.	ELEKT.	TUK.	KAL.	NEM	KUL	KOM.
	F <sub>D,GAZ</sub>	F <sub>MOT</sub>	F <sub>ELK</sub>	TUK <sub>KOM</sub>	KAL <sub>KOM</sub>	N <sub>KOM</sub>	K <sub>KOM</sub>	F <sub>KOM</sub>
N	45	45	45	43	43	43	43	45
Ortalama	97,204	277,19	3,82	109967,23	2218,91	30,01	28,06	12,77
Minimum	87,72	151,53	3,54	14386,00	1955,00	24,00	22,80	7,10
Maximum	119,22	434,22	4,35	154602,00	2459,00	35,30	31,90	16,06
Std. Sapma	6,84	71,19	,17	31654,80	154,63	2,30	2,60	3,01
Varyans	46,74	5068,01	3,03E-02	1002026264	23910,09	5,31	6,78	9,07

\* Veriler Ek 4'te listelenmiştir. DOĞALGAZ= Doğalgaz Fiyatı (\$/nm<sup>3</sup>), MOTORİN= Motorin Fiyatı (\$/ton), ELEKTRİK= Elektrik Fiyatı (cent/kwh), TÜKETİM= Kömür Tüketimi (ton), KALORİ= Isıl değer (kcal/kg), NEM= Nem İçeriği (%), KUL= Kül İçeriği (%), KOMUR= Kömür Fiyatı (\$/ton)

Tablo 3.16. OTS Verilerinin Korelasyon Katsayıları

	KOM.	KUL	NEM	KAL.	TUK.	ELEKT.	MOT.	D.GAZ
KOMUR Pearson Korelasyonu	1,000	-,781**	,530**	,914*	,223	,172	,162	-,370*
Anlamlılık Düzeyi		,000	,000	,015	,150	,258	,287	,012

\*0.05 seviyesinde korelasyon anlamlı (2-tailed).

\*\* 0.01 seviyesinde korelasyon anlamlı (2-tailed).

anlamlıdır. Bu durum OTS'de kömür fiyatlarının önemli ölçüde ısıl değerden etkilendiğine işaret etmektedir.

➤ Kül içeriği ile kömür fiyatı arasında negatif yönde bir ilişki söz konusu olup, korelasyon katsayısı (-0,781) mertebesindedir(Şekil 3.12-e). Bu



husus, kömür fiyatı ile kül içeriği arasında ters orantılı bir ilişki olması gerekliliğinin gözetilmiş olduğuna işaret etmektedir.

- Nem içeriği ve kömür tüketim miktarındaki artışa bağlı olarak kömür fiyatlarında bir artış gözlenmektedir(Şekil 3.12-f-g). Nem içeriği için bu korelasyon ilişkisi %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Ancak nem içeriğinin artması ile birlikte termik santral işletmeciliğinde çeşitli sorunlar yaşandığından, bu ilişki beklendiği gibi çıkmamıştır.

OTS verileri bazında gerçekleştirilen regresyon analizi sonucunda, kömür fiyatlarının kalorifik değer ve tüketim miktarıyla fonksiyonel bir ilişki içerisinde olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 3.17). Her iki parametrenin de pozitif katsayılarla ifade edildiği Model (2)'de, düzeltilmiş determinasyon katsayısı (0,857) mertebesindedir.

Tablo 3.17. OTS Regresyon Analizi Sonuçları

Model	R	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş Açıklayıcı R <sup>2</sup>	Açıklayıcı Değişkenler	Katsayılar	T İstatistiği	Anlamlılık Düzeyi
1	,914 <sup>a</sup>	,835	,831	SABİT	-27,226	-9,801	,000
				KALORİ	1,798E-02	14,394	,000
2	,929 <sup>b</sup>	,864	,857	SABİT	-28,588	-11,007	,000
				KALORİ	1,778E-02	15,452	,000
				TÜKETİM	1,636E-05	2,910	,006

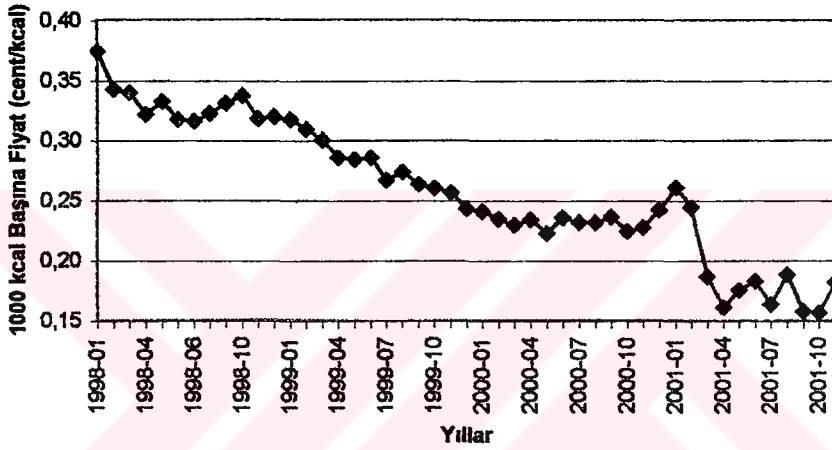
Kalorifik değer ve tüketim miktarının %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı çıktığı modelin genel ifadesi aşağıdaki (3) nolu eşitlikte verilmektedir.

$$F_{KOM} = -28,588 + 1,778.10^{-2}.KAL_{KOM} + 1,636.10^{-5}.TUK_{KOM} \dots\dots\dots(3)$$

### 3.3.5. Seyitömer termik santrali kapsamında fiyat-parametre analizleri

Seyitömer Termik Santrali(AETS), dört adet ünitelerden oluşmakta olup, 600 MW gücünde bir kurulu kapasite arz etmektedir. Bu santralde her yıl ortalama 6419719 ton linyit kömürü tüketilmekte ve 4031,9 GWh elektrik enerjisi üretilmektedir(TEAŞ, 1999).

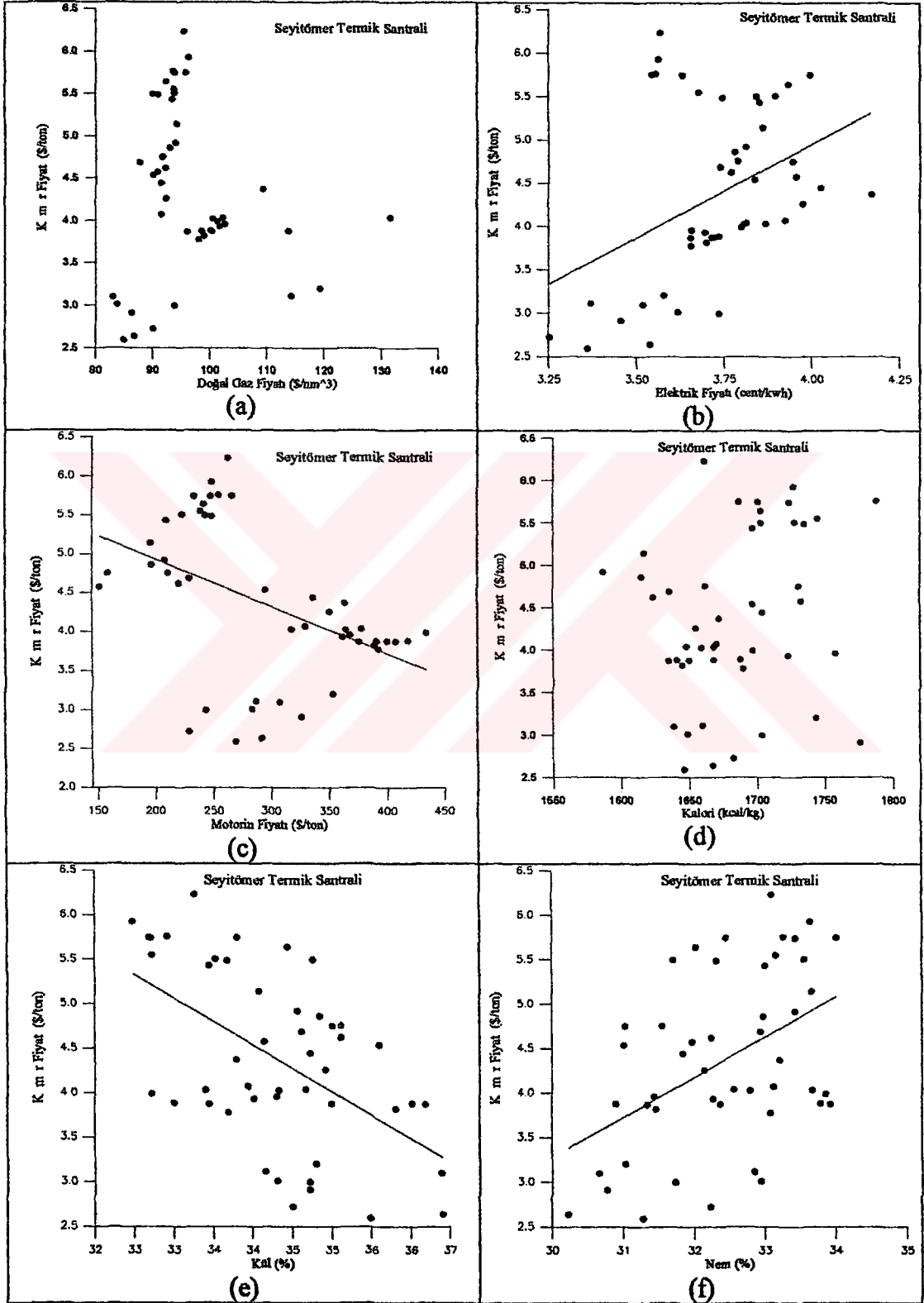
STS'nın satın aldığı kömürlere Ocak-1998 ve Kasım-2001 tarihleri arasında aylık olarak ödemiş olduğu fiyatlar, Şekil 3.13'de reel bazda grafiksel olarak sunulmuştur. Enerji birimi bazında sunulan fiyatlar, dalgalı bir yapı arz etmekte birlikte, genel anlamda azalan bir trende sahiptir. 2001 yılında ülkenin içine girdiği ekonomik koşulların bir sonucu olarak fiyatların önemli bir oranda düşüş kaydettiği gözlenmektedir.



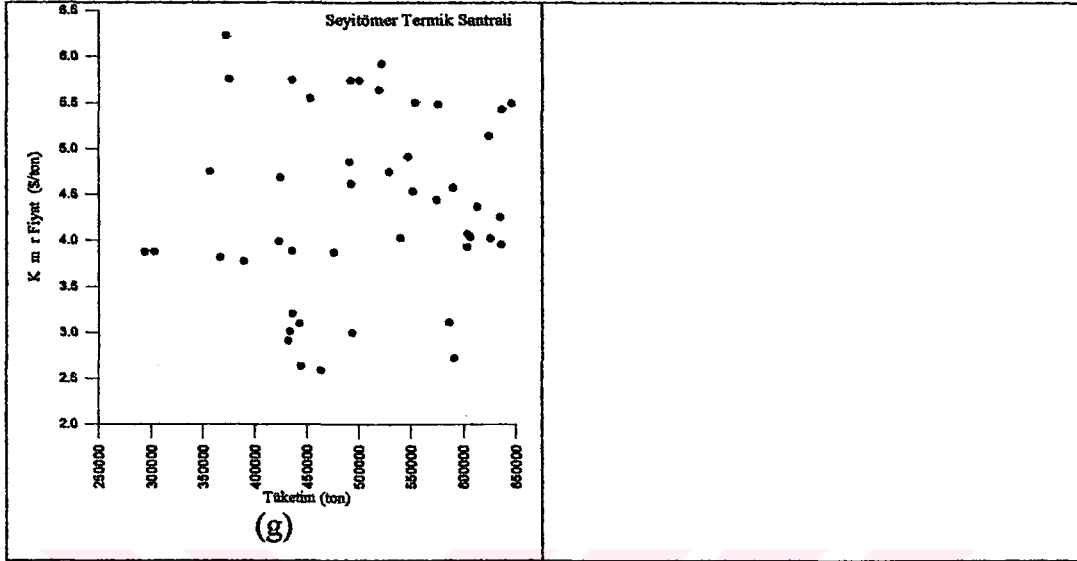
Şekil 3.13. STS Enerji Birimi Başına Kömür Fiyatlarının Seyri

Söz konusu fiyat gelişiminde hangi parametrelerin etkili olduğunu belirlemeye dönük kömür fiyatı- parametre grafikleri çizilmiş ve Şekil 3.14'de sunulmuştur. Söz konusu grafikler ile verilerin özet istatistiklerini veren Tablo 3.18 ve korelasyon katsayılarını veren Tablo 3.19 birlikte değerlendirildiği takdirde aşağıdaki yorumların yapılması mümkündür.

- Kömür fiyatları ile doğal gaz fiyatları arasında herhangi bir anlamlı ilişki gözlenmemektedir(Şekil 3.14-a). Buna rağmen, motorin fiyatları ile negatif yönde %1 anlamlılık düzeyinde bir korelasyon ilişkisi mevcuttur (Şekil 3.14-c). Bu ilişkilerin büyük oranda devletin doğalgaz ve motorin fiyatları üzerindeki etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 3.14. STS Fiyat- Parametre Grafikleri



Şekil 3.14.(Devam) STS Fiyat- Parametre Grafikleri

Tablo 3.18. STS Fiyat Analizinde Kullanılan Verilerin Özet İstatistikleri\*

	DOGALGAZ F <sub>D,GAZ</sub>	MOTORIN F <sub>MOT</sub>	ELEKTRİK F <sub>ELK</sub>	TUKETİM TUK <sub>KOM</sub>	KALORI KAL <sub>KOM</sub>	NEM N <sub>KOM</sub>	KUL K <sub>KOM</sub>	KOMUR F <sub>KOM</sub>
N	47	47	47	47	47	47	47	47
Ortalama	96,21	292,678	3,73	498450,62	1683,83	32,43	34,32	4,37
Minimum	83,04	151,53	3,25	293840,00	1587,00	30,23	32,48	2,59
Maximum	131,60	434,22	4,17	645595,00	1788,00	34,01	36,41	6,23
Std. Sapma	9,18	74,51	,19	98817,89	44,29	1,01	1,02	,99
Varyans	84,19	5551,04	3,445E-02	9764976268,98	1961,98	1,03	1,03	,98

\* Veriler Ek 5'te listelenmiştir. DOGALGAZ= Doğalgaz Fiyatı (\$/mm<sup>3</sup>), MOTORIN= Motorin Fiyatı (\$/ton), ELEKTRİK= Elektrik Fiyatı (cent/kwh), TUKETİM= Kömür Tüketimi (ton), KALORİ= Isıl değer (kcal/kg), NEM= Nem İçeriği (%), KUL= Kül İçeriği (%), KOMUR= Kömür Fiyatı (\$/ton)

Tablo 3.19. STS Verilerinin Korelasyon Katsayıları

	KOM	KUL	NEM	KAL.	TUK.	ELEKT.	MOT.	D.GAZ
KOMUR	Pearson	1,000	-,540**	,461**	,205	,121	,400**	-,096
	Korelasyonu							
	Anlamlılık	,	,000	,001	,168	,417	,005	,001
	Düzeyi							,519

\*0.05 seviyesinde korelasyon anlamlı (2-tailed).

\*\* 0.01 seviyesinde korelasyon anlamlı (2-tailed).

- Satın alınan kömürün kalorisi ile fiyatı arasında, beklenilen aksine herhangi bir ilişki tespit edilememiştir (Şekil 3.14-d). Bu hususu Tablo 3.19'deki değerlerde doğrulamaktadır.

- Kömür fiyatlarının kül içeriği ile negatif ve nem içeriği ile pozitif yönde bir ilişki içerisinde olduğu görülmektedir(Şekil 3.14-e-f). Söz konusu ilişki her iki parametre içinde %1 düzeyinde istatistiksel bakımdan anlamlı çıkmıştır.
- Kömür fiyatları ile tüketim miktarı arasında anlamlı bir ilişkiden söz etmek mümkün gözükmemektedir (Şekil 3.14-g). Nitekim değişen kömür tüketimlerine bağlı olarak, kömür fiyatları geniş bir aralıkta dağılmıştır.

STS verileri bazında gerçekleştirilen regresyon analizi sonucunda 3 model elde edilmiş ve bunlar arasında determinasyon katsayısı en yüksek olan bir başka ifade ile en son yer alan model esas alınmıştır(Tablo 3.20). Bundan önceki bölümlerde irdelenen termik santrallerin aksine, STS için kömür fiyatlandırma eşitliği, 3 adet parametreden oluşmaktadır. Bu parametrelerden kül içeriği ve motorin fiyatı negatif yönde, elektrik fiyatı ise pozitif yönde etkilidir. Parametrelerin tümü %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır.

Tablo 3.20. STS Regresyon Analizi Sonuçları

Model	R	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş Açıklayıcı R <sup>2</sup>	Değişkenler	Katsayılar	T İstatistiği	Anlamlılık Düzeyi
1	,540	,291	,276	SABİT	22,437	5,340	,000
				KÜL	-,526	-4,302	,000
2	,680	,463	,438	SABİT	22,999	6,212	,000
				KÜL	-,496	-4,587	,000
				MOTORİN	-5,528E-03	-3,748	,001
3	,764	,583	,554	SABİT	15,299	3,864	,000
				KÜL	-,475	-4,924	,000
				MOTORİN	-5,310E-03	-4,035	,000
				ELEKTRİK	1,858	3,520	,001

STS için Tablo 3.20'de önerilen model (4) nolu eşitlikte verilmektedir. Modelin düzeltilmiş determinasyon katsayısı 0,554 mertebesinde olup, bu rakam bağımsız değişkenlerin (kül içeriği, motorin fiyatı ve elektrik fiyatı) kömür fiyatındaki değişimlerden %55,4 oranında sorumlu olduğunu göstermektedir.

$$F_{KÖM} = 15,299 + -0,475.K_{KÖM} - 5,31.10^{-3}.F_{MOT} + 1,858.F_{ELK} \dots\dots(4)$$

### 3.3.6. Soma termik santrali kapsamında fiyat-parametre analizleri

Soma Termik Santrali , her biri 22 MW gücündeki 2 üniteden oluşan *Soma A* ve 165 MW gücündeki 6 adet üniteden oluşan *Soma B Termik Santrali* olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Söz konusu ünitelerde yılda 8168000 ton kömür yakılarak, 6721 GWh elektrik enerjisi üretebilmektedir.

Santralin 2x22 MW gücündeki 7-8 no'lu üniteleri 3500 kcal/kg, 5-6 no'lu üniteleri 1550 kcal/kg ve 1-4 no'lu üniteleri 2200 kcal/kg kalorili kömürlere göre dizayn edilmişlerdir. Kömür alım sözleşmelerinde, bu değerler baz kalorifik değer olarak alınmakta olup, kömürün satış fiyatı aşağıdaki formülle tespit edilmektedir.

$$\text{Kömürün Satış Fiyatı} = \frac{\text{Fiili Kalorifik Değer}}{\text{Baz Kalorifik Değer}} \times \text{Baz Kalorifik Değer Fiyatı}$$

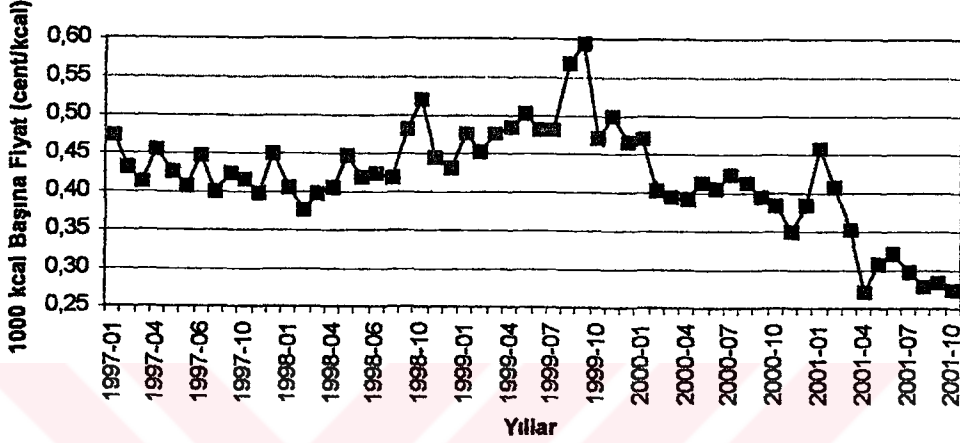
Bu formüle göre 10'ar günlük dilimlerde herhangi bir günden itibaren 3 gün ardarda gelen kömürün kalorifik değerinin ağırlıklı ortalaması 1-4 no'lu üniteler için 1700 kcal/kg, 5-6 no'lu üniteler için 1200 kcal/kg ve 7-8 no'lu üniteler için 2800 kcal/kg'ın altına düşmesi durumunda cezai işlem uygulanmaktadır. Bu ceza, o günler için gelen kömürün satış fiyat formülünden elde edilen rakamın %60'ının ödenmesi şeklinde gerçekleşmektedir.

#### 3.3.6.1. Soma termik santrali (1-4. ünite)

Soma Termik Santrali 1-4. ünitelerinde Ocak-1997 ve Ekim-2001 tarihleri arasında enerji birimi başına kömür fiyatlarının aylık bazda gelişimi Şekil 3.15'te görülmektedir. Dalgalı bir yapı arz eden fiyatlar özellikle 1999 yılının sonlarından itibaren düşme eğilimine girmiştir. Bundan önceki bölümlerde değinilen santrallere benzer olarak, 2001 yılının ilk dört ayındaki düşüş belirgindir.

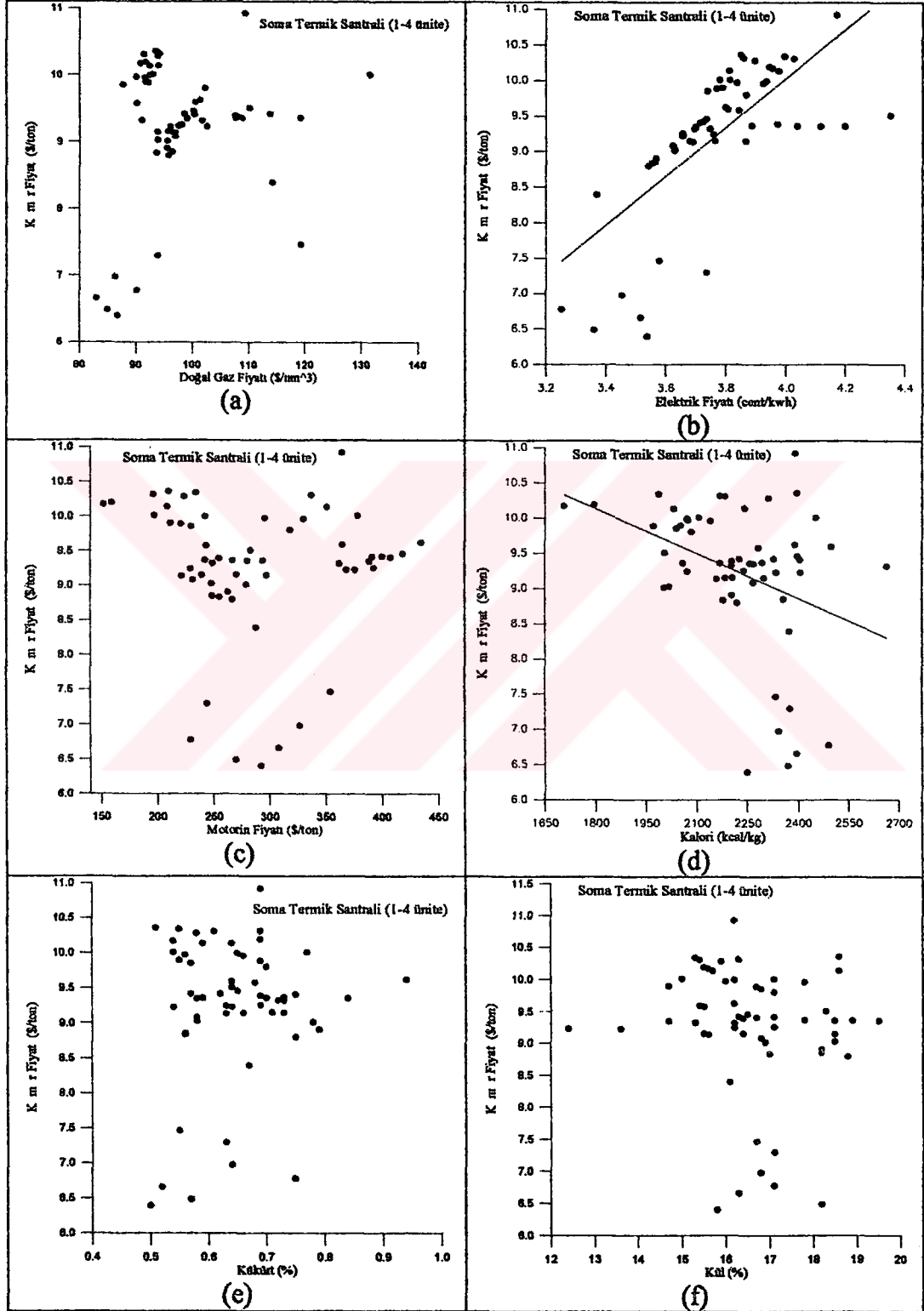
Söz konusu fiyatların gelişiminde hangi parametrelerin etkili olduğu ve bir kömür fiyatlandırma yaklaşımında bu parametrelerden ne ölçüde faydalanılabileceği hususu büyük bir önem arz etmektedir. Bu nedenle mevcut veriler bazında fiyat- parametre grafikleri çizilmiş ve Şekil 3.16'da sunulmuştur. Burada dikkat edilecek olan husus, önceki bölümlerde dahil edilen parametrelere

ek olarak kükürt içeriğinin de ele alınmış olmasıdır. Tablo 3.21’de verilen özet istatistikler ve Tablo 3.22’de verilen korelasyon katsayıları da dikkate alındığı takdirde aşağıdaki yorumların yapılması mümkündür.



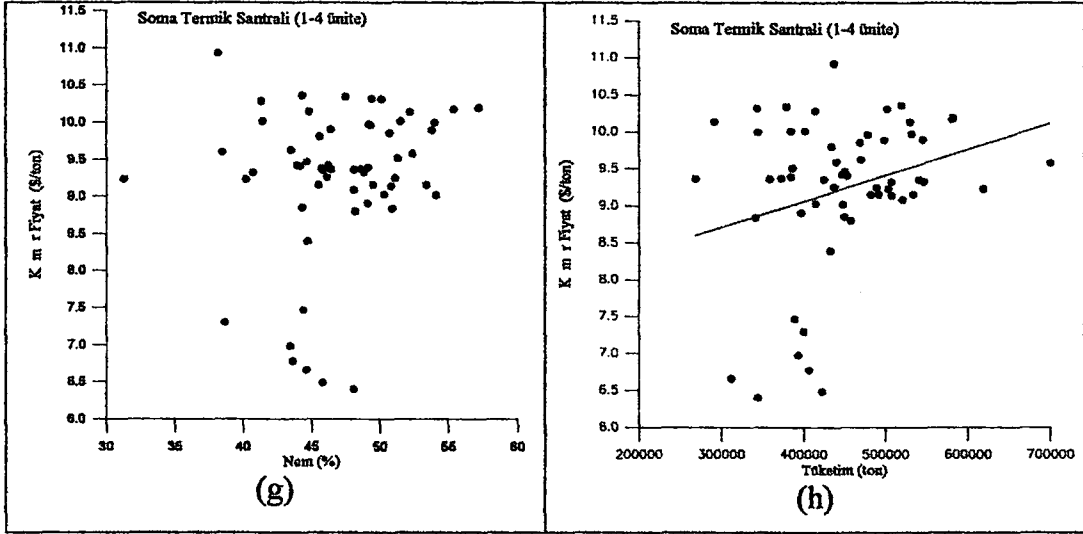
Şekil 3.15. SomaTS (1-4) Enerji Birimi Başına Kömür Fiyatlarının Seyri

- Doğalgaz fiyatları ile kömür fiyatları arasında belirgin bir ilişki söz konusu olmamakla beraber, verilerin özellikle 8,5- 10,5 \$/ton fiyat aralığında öbeklendiği gözlenmektedir(Şekil 3.16-a). Her iki fiyat arasında pozitif bir korelasyon mevcut olmasına rağmen, bu ilişki %5 ve %1 seviyelerinde anlamlı çıkmamıştır. Bu duruma doğalgaz piyasasının monopol özelliğinin sebep olduğu düşünülmektedir.
- Kömür fiyatları ile bir nihai ürün niteliği taşıyan elektrik fiyatları arasında güçlü bir korelasyon(0,699) ilişkisi mevcut olup, bu ilişki %1 mertebesinde anlamlı çıkmıştır(Şekil 3.16-b). Bu durum kömür fiyatlarının büyük bir oranda elektrik fiyatlarındaki değişikliklere bağlı olduğunu göstermektedir.
- Şekil 3.16-c’de görüldüğü üzere, motorin fiyatları geniş bir aralıkta dağılırken kömür fiyatları 8,5-10,5 \$/ton fiyat aralığında kümelenmektedir. Bir başka ifade ile kömür fiyatları motorin fiyatlarına bağlı olarak belirgin bir artma veya azalma eğilimi göstermemektedir.
- Ortalaması 2222 kcal/kg civarında seyreden kalorifik değer ve kömür fiyatı arasında beklenenin aksine ters orantılı bir ilişki göze çarpmaktadır



Şekil 3.16. SomaTS(1-4) Fiyat- Parametre Grafikleri





Şekil 3.16.(Devam) SomaTS(1-4) Fiyat- Parametre Grafikleri

Tablo 3.21. SomaTS(1-4) Fiyat Analizinde Kullanılan Verilerin Özet İstatistikleri\*

	D.GAZ F <sub>D.GAZ</sub>	MOT. F <sub>MOT</sub>	ELEK. F <sub>ELK</sub>	TUKETİM TUK <sub>KOM</sub>	KAL. KAL <sub>KOM</sub>	NEM N <sub>KOM</sub>	KUL K <sub>KOM</sub>	KÜK	KOM. F <sub>KOM</sub>
N	58	58	58	58	58	58	58	58	58
Ortalama	97,91	286,53	3,77	449692,59	2222,2	47,00	16,61	,657	9,23
Minimum	83,04	151,53	3,25	268970,00	1706,0	31,30	12,40	,50	6,39
Maximum	131,60	434,22	4,35	699942,00	2663,0	57,20	19,50	,94	10,92
Std. Sapma	9,21	69,04	0,21	81518,34	174,2	4,78	1,36	8,83E-02	1,02
Varyans	84,88	4766,88	4,32E-02	6645239661	30344,4	22,85	1,84	7,79E-03	1,04

\* Veriler Ek 6'da listelenmiştir. DOĞALGAZ= Doğalgaz Fiyatı (\$/mm<sup>3</sup>), MOTORIN= Motorin Fiyatı (\$/ton), ELEKTRİK= Elektrik Fiyatı (cent/kwh), TUKETİM= Kömür Tüketimi (ton), KALORİ= Isıl değer (kcal/kg), NEM= Nem İçeriği (%), KUL= Kül İçeriği (%), KOMUR= Kömür Fiyatı (\$/ton)

Tablo 3.22. SomaTS(1-4) Verilerinin Korelasyon Katsayıları

	KÖM	KÜK	KUL	NEM	KAL	TUK	ELEK	MOT.	D.GAZ
KOMUR Pearson	1,000	,111	-,139	,194	-,364**	,281*	,699**	-,067	,182
Korelasyonu									
Anlamlılık		,408	,296	,145	,005	,033	,000	,618	,171
Düzeyi									

\*0.05 seviyesinde korelasyon anlamlı (2-tailed).

\*\* 0.01 seviyesinde korelasyon anlamlı (2-tailed).

(Şekil 3.16-d). Bu ilişkinin korelasyon katsayısı (-0,364) mertebesinde olup, %5 düzeyinde istatistiksel bakımdan anlamlıdır.

➤ Bilindiği üzere kömürün kükürt içeriğinin artması havadaki kükürt oksit konsantrasyonunun artmasına yol açmaktadır. Bu nedenle artan çevresel

baskıların etkisiyle termik santral işletmeciliğinde arzu edilmeyen bir parametre olan kükürt içeriği ile kömür fiyatı arasında ters orantılı bir ilişki olması beklenmektedir. Ancak Şekil 3.16-e’de görüleceği üzere belirgin bir ters orantılı ilişki algılamak mümkün olmamıştır. Bu duruma SomaTS(1-4)’nin kullandığı kömürlerin, nispeten düşük kükürt içeriğine sahip olmasının neden olduğu düşünülmektedir.

- Kül içeriği %14-20 aralığında değişirken, kömür fiyatları 8,5-10,5 \$/ton aralığında yatay bir seyir izlemektedir (Şekil 3.16-f). Nem içeriği ve kömür fiyatı arasında da benzer bir ilişki göze çarpmaktadır(Şekil 3.16-g). Bu grafiklerden yola çıkarak SomaTS(1-4)’te fiyatların kül ve nem içeriğindeki değişimlere duyarsız kaldığı yorumu rahatlıkla yapılabilir.

Yukarda sözü edilen parametreleri esas alacak şekilde bir kömür fiyatlandırma eşitliği kurmak için mevcut veriler regresyon analizinde değerlendirilmiştir. Sonuçları Tablo 3.23’de özetlenen analiz neticesinde gerekli istatistiksel koşulları sağlayan iki model elde edilmiştir. Determinasyon katsayısı en yüksek olan model (2)’ye göre, kömür fiyatları elektrik fiyatları ile tüketim miktarının bir fonksiyonu şeklinde ifade edilebilmektedir.

Tablo 3.23. SomaTS(1-4) Regresyon Analizi Sonuçları

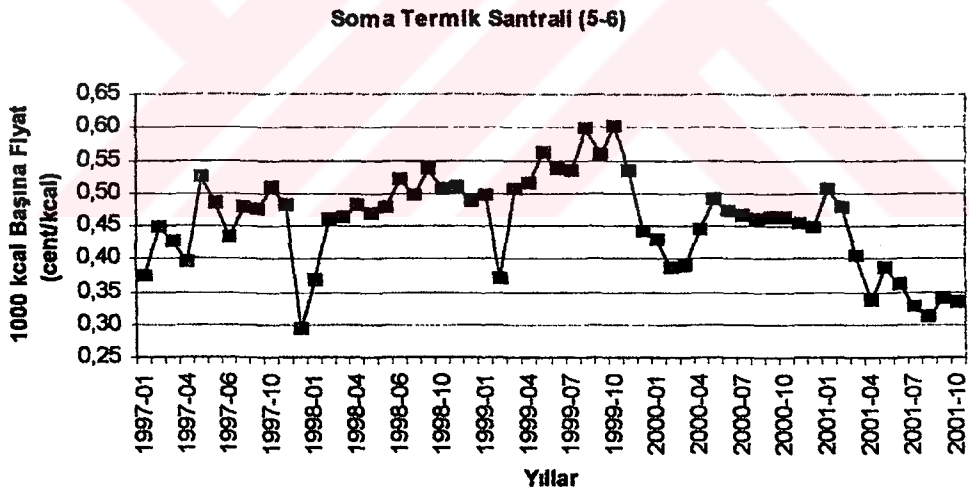
Model	R	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş Açıklayıcı R <sup>2</sup>	Değişkenler	Katsayılar	T İstatistiği	Anlamlılık Düzeyi
1	,699 <sup>a</sup>	,489	,480	Sabit	-3,678	-2,081	,042
				Elektrik	3,425	7,316	,000
2	,751 <sup>b</sup>	,564	,548	Sabit	-5,169	-3,011	,004
				Elektrik	3,412	7,820	,000
				Tükctim	3,426E-06	3,080	,003

(5) nolu eşitlikte kısaca ifade edilen denklemde yer alan değişkenlerin tümü %1 düzeyinde istatistiksel bakımdan anlamlı çıkmıştır. Düzeltilmiş determinasyon katsayısı 0,548 mertebesinde olup, bu değer söz konusu bağımsız değişkenlerin kömür fiyatlarındaki değişimlerden %54,8 oranında sorumlu olduğuna işaret etmektedir.

$$F_{KOM} = -5,169 + 3,412.F_{ELK} + 3,426.10^{-6}.TUK_{KOM} \dots\dots\dots(5)$$

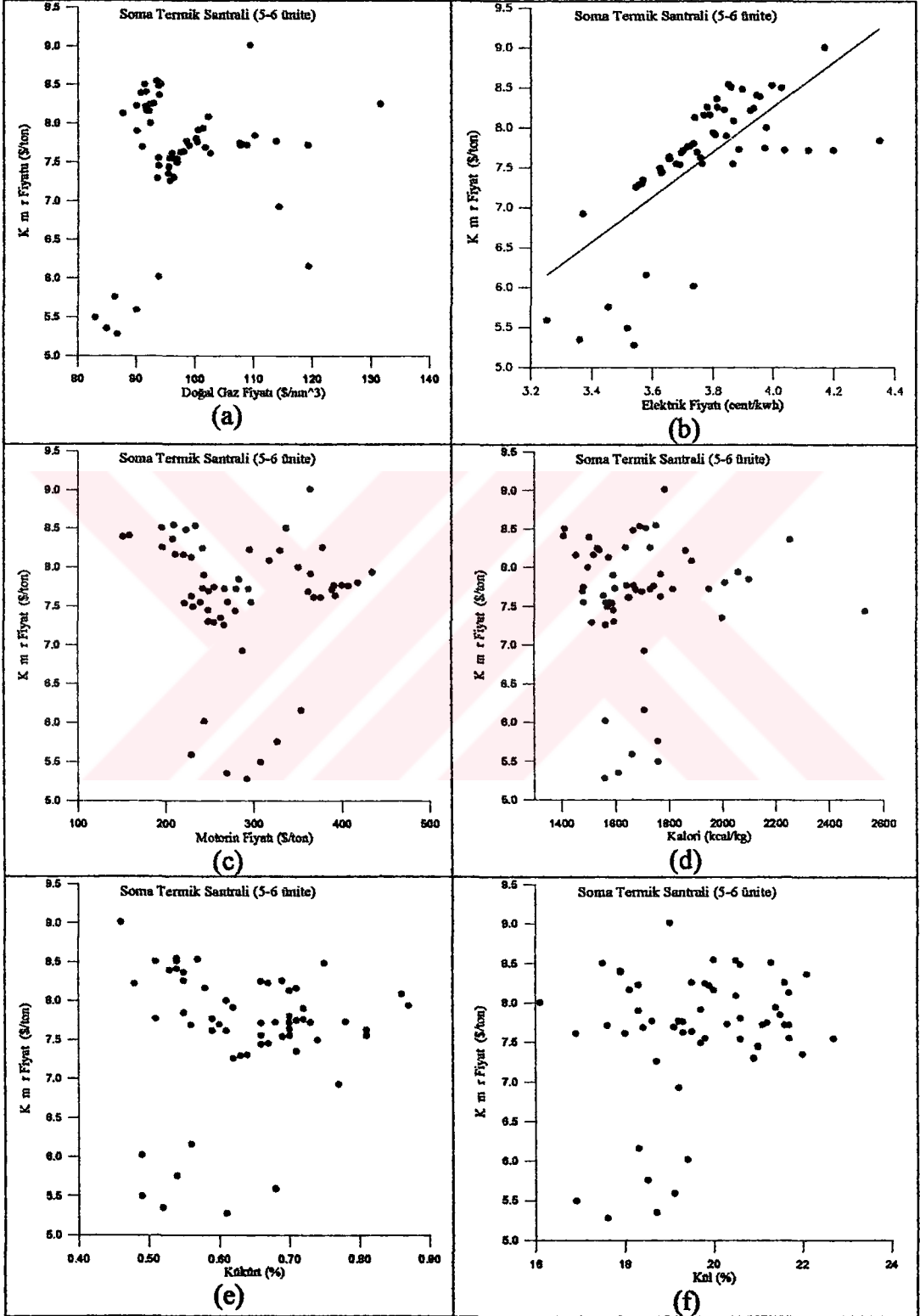
### 3.3.6.2. Soma termik santrali (5-6. ünite)

Soma Termik Santrali 5-6. ünitelerde enerji birimi başına reel fiyatların seyri Şekil 3.17’de verilmektedir. Ocak-1997 ve Ekim-2001 tarihleri arasında belirli bir trende sahip olmayan fiyatlar, özellikle 1999 yılının sonları ve 2001 yılının başlarında önemli düşüşler kaydetmiştir. SomaTS(5-6)’da satın alınan kömüre 0,46 cent/kcal ortalama ile SomaTS(1-4)’e göre yaklaşık olarak 0,04 cent daha fazla fiyat ödenmekle beraber, ortalamadan önemli ölçüde uzaklaşan fiyatlar söz konusudur.

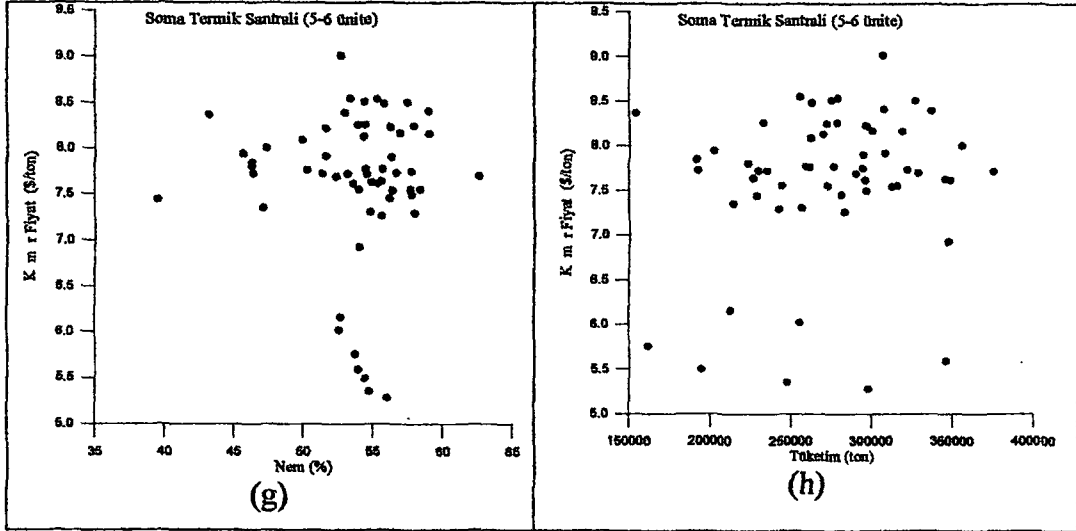


Şekil 3.17. SomaTS(5-6) Enerji Birimi Başına Kömür Fiyatlarının Seyri

Şekil 3.17’de verilen fiyatların gelişiminde hangi parametrelerin etkili olduğunun belirlenmesine dönük oluşturulan fiyat- parametre grafikleri Şekil 3.18’de verilmektedir. Verilerin özet istatistikleri (Tablo 3.24) ve korelasyon katsayıları da (Tablo 3.25) birlikte değerlendirildiği takdirde aşağıdaki yorumların yapılması mümkündür.



Şekil 3.18. SomaTS(5-6) Fiyat- Parametre Grafikleri



Şekil 3.18. (Devam) SomaTS(5-6) Fiyat- Parametre Grafikleri

Tablo 3.24. SomaTS(5-6) Fiyat Analizinde Kullanılan Verilerin Özet İstatistikleri\*

	D.GAZ	MOT.	ELEK.	TUKETİM	KAL.	NEM	KUL	KÜK	KOM.
	F <sub>D.GAZ</sub>	F <sub>MOT</sub>	F <sub>ELK</sub>	TUK <sub>KOM</sub>	KAL <sub>KOM</sub>	N <sub>KOM</sub>	K <sub>KOM</sub>		F <sub>KOM</sub>
N	58	58	58	58	58	58	58	58	58
Ortalama	97,91	286,53	3,77	274177,86	1688,98	53,69	19,69	,64	7,62
Minimum	83,04	151,53	3,25	154300,00	1408,00	39,50	16,10	,46	5,28
Maximum	131,60	434,22	4,35	375781,00	2532,00	62,60	22,70	,87	9,01
Std. Sapma	9,21	69,04	0,21	49469,41	206,32	4,20	1,52	9,75E-02	,84
Varyans	84,88	4766,88	4,32E-02	2447222124	42568,1	17,67	2,31	9,51E-03	,70

\* Veriler Ek 7'de listelenmiştir. DOĞALGAZ= Doğalgaz Fiyatı (\$/mm<sup>3</sup>), MOTORIN= Motorin Fiyatı (\$/ton), ELEKTRİK= Elektrik Fiyatı (cent/kwh), TUKETİM= Kömür Tüketimi (ton), KALORİ= Isıl değer (kcal/kg), NEM= Nem İçeriği (%), KUL= Kül İçeriği (%), KOMUR= Kömür Fiyatı (\$/ton)

Tablo 3.25. SomaTS(5-6) Verilerinin Korelasyon Katsayıları

		KÖM	KUK	KUL	NEM	KAL	TUK	ELEK	MOT.	D.GAZ
KOMUR	Pearson	1,000	,081	,242	-,030	,030	,180	,694**	-,074	,188
	Korelasyonu									
	Anlamlılık		,544	,067	,824	,825	,177	,000	,583	,157
	Düzeği									

\*0.05 seviyesinde korelasyon anlamlı (2-tailed).

\*\* 0.01 seviyesinde korelasyon anlamlı (2-tailed).

- Grafiklerin tümünde 7-9 \$/ton fiyat aralığında bir yoğunlaşma söz konusudur.
- Kömür fiyatları ile elektrik fiyatları arasında doğru orantılı bir ilişki gözlenmektedir (Şekil 3.18-b). İlişkinin korelasyon katsayısı 0,694 mertebesinde olup, %1 düzeyinde istatistiksel bakımdan anlamlıdır. Bu

husus SomaTS(5-6)'da kömür fiyatlarının önemli bir ölçüde elektrik fiyatlarından etkilendiğine işaret etmektedir.

- Kömür fiyatları ile elektrik fiyatları dışındaki parametreler arasında belirgin bir ilişkiyi algılamak mümkün olmamıştır. Nitekim bu gözlemi iki değişken arasındaki ilişkiyi oransal bir ölçü ile gösteren korelasyon katsayıları da doğrulamaktadır (Tablo 3.25). Bu husus, SomaTS(5-6)'da kömür fiyatlandırmasında söz konusu parametreleri göz önüne alacak bir yaklaşımın benimsenmediğine işaret etmektedir. Öte yandan SomaTS(1-4)'te ilgili grafikler ve korelasyon katsayıları birlikte değerlendirildiğinde kömür fiyatları elektrik fiyatlarının yanı sıra ısı değer ve tüketim miktarı ile de ilişkili çıkmıştı. Bu noktada Soma Termik Santrali'nde her bir ünitenin kendi koşulları bazında değerlendirildiği yorumu yapılabilir.

SomaTS(5-6) verileri bazında gerçekleştirilen çoklu regresyon analizi sonuçları Tablo 3.26'da verilmektedir. Kömür fiyatını en uygun şekilde açıklayacak bağımsız değişkenlerin belirlenmesi ve önemsiz değişkenlerin bertaraf edilmesini amacıyla uygulanan adım adım regresyon yöntemi sonucunda düzeltilmiş determinasyon katsayısı 0,546 mertebesinde olan (6) nolu eşitlik elde edilmiştir.

$$F_{KOM} = -6,448 + 2,605.F_{ELK} + 5,532.10^{-6}.TUK_{KOM} + 0,138.K_{KOM} \dots\dots\dots(6)$$

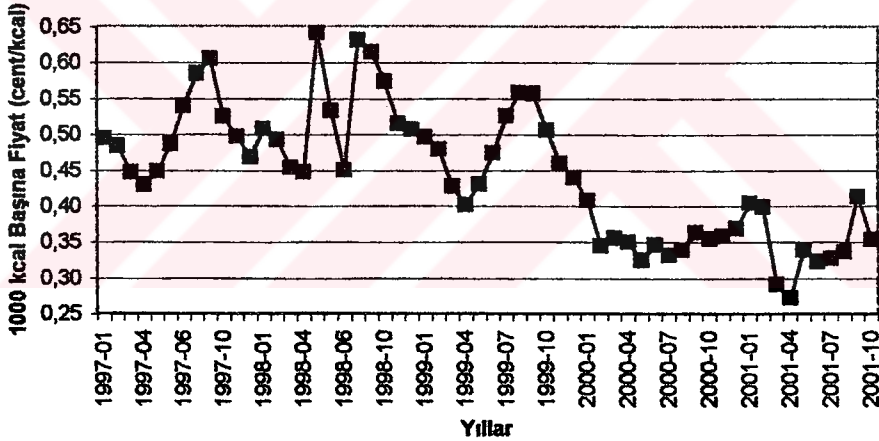
Tablo 3.26. SomaTS(5-6) Regresyon Analizi Sonuçları

Model	R	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş Açıklayıcı R <sup>2</sup>	Açıklayıcı Değişkenler	Katsayılar	T İstatistiği	Anlamlılık Düzeyi
1	,694 <sup>a</sup>	,482	,473	SABİT	-2,907	-1,992	,051
				Elektrik	2,791	7,222	,000
2	,724 <sup>b</sup>	,525	,507	SABİT	-3,980	-2,669	,010
				Elektrik	2,823	7,548	,000
				Tüketim	3,482E-06	2,217	,031
3	,755 <sup>c</sup>	,570	,546	SABİT	-6,448	-3,646	,001
				Elektrik	2,605	7,032	,000
				Tüketim	5,532E-06	3,185	,002
				Kül	,138	2,379	,021

İlgili eşitlikte sabit terimin yanı sıra üç adet bağımsız değişken yer almakta olup, bu değişkenlerin tümü pozitif katsayılarla ifade edilmektedir. T istatistiği bazında değerlendirildiğinde, elektrik fiyatı ve tüketim miktarı %1, kül içeriği ise %5 düzeyinde anlamlı çıkmıştır.

### 3.3.6.3. Soma termik santrali (7-8. ünite)

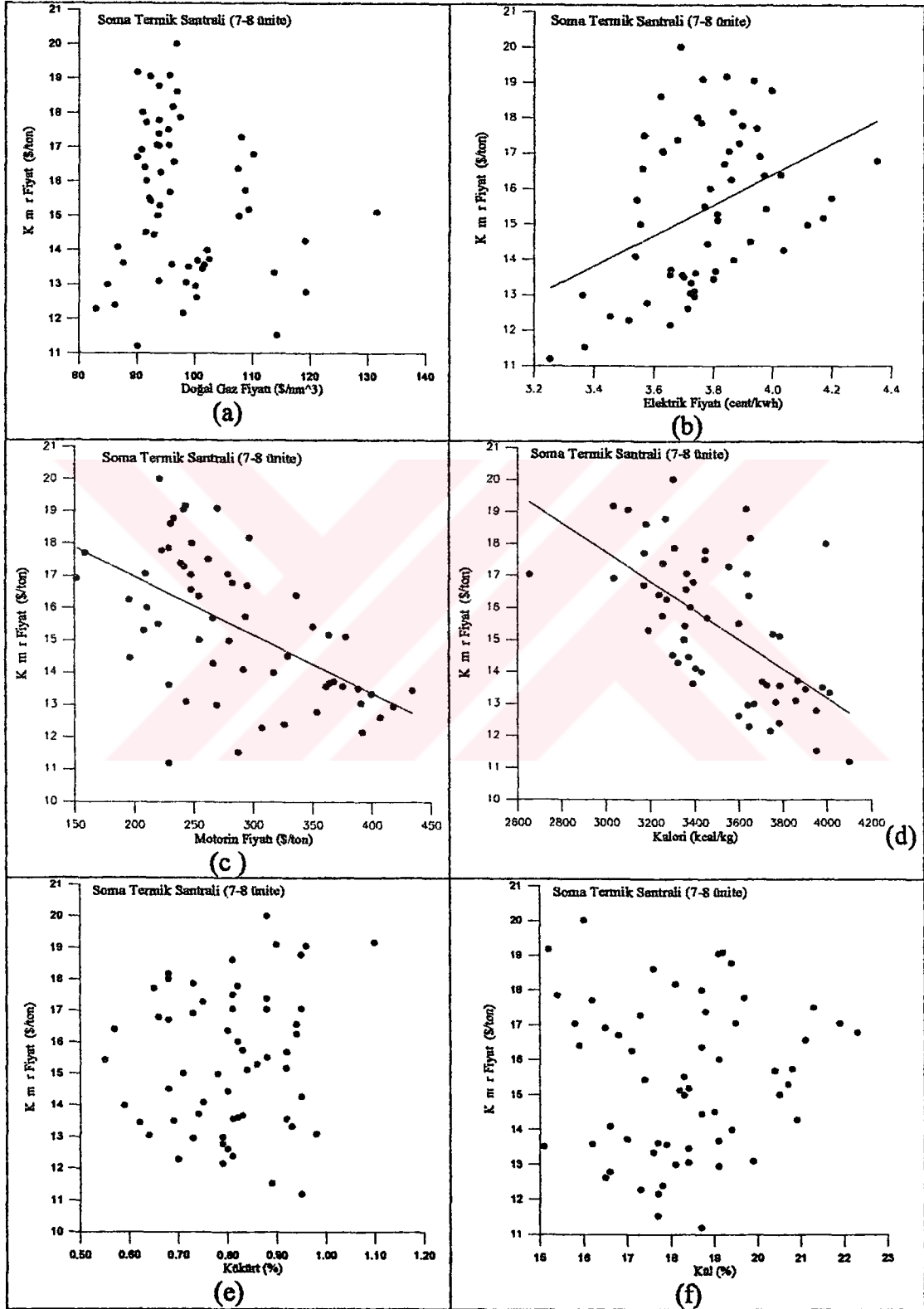
SomaTS(7-8)'de sözleşmeler bazında satın alınan ortalama 3500 kcal/kg ısıl değere sahip kömürlere ödenen reel fiyatlar Şekil 3.19'da grafiksel olarak sunulmaktadır. 1999 yılının sonlarından itibaren belirgin olmak üzere genel anlamda azalan bir trende sahip fiyatların ortalaması 0,45 cent mertebesindedir.



Şekil 3.19. SomaTS(7-8) Enerji Birimi Başına Kömür Fiyatlarının Seyri

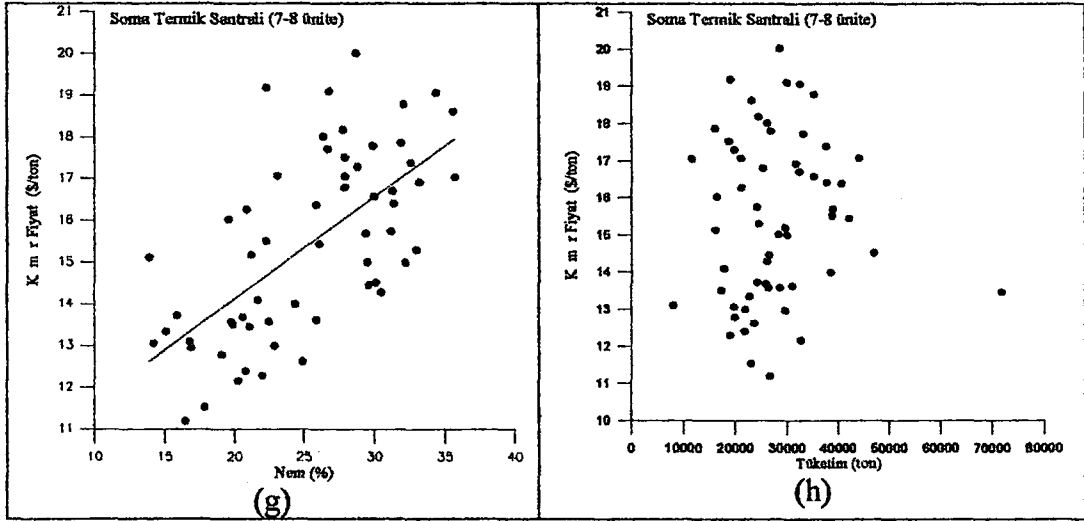
SomaTS(7-8)'de kömür fiyatları ve ilgili parametreler arasındaki ilişkileri aydınlatmaya dönük oluşturulan grafikler Şekil 3.19'da verilmektedir. Fiyat-parametre grafikleri ile verilerin özet istatistikleri (Tablo 3.27) ve korelasyon katsayıları (Tablo 3.28) birlikte dikkate alındığı takdirde, SomaTS(7-8) için müteakip yorumların yapılması mümkündür.

- Doğalgaz fiyatlarının özellikle 90-100 \$/nm<sup>3</sup> olduğu bir aralıkta, kömür fiyatları 11-21 \$/ton arasında dikey bir dağılım göstermektedir(Şekil 3.20-a). Bu durum, kömür fiyatlarının doğalgaz fiyatlarından



Şekil 3.20. SomaTS(7-8) Fiyat-Parametre Grafikleri





Şekil 3.20.(Devam) SomaTS(7-8) Fiyat- Parametre Grafikleri

Tablo 3.27. SomaTS(7-8) Fiyat Analizinde Kullanılan Verilerin Özet İstatistikleri\*

	D.GAZ F <sub>D,GAZ</sub>	MOT. F <sub>MOT</sub>	ELEK. F <sub>ELK</sub>	TUKETİM TUK <sub>KOM</sub>	KAL. KAL <sub>KOM</sub>	NEM N <sub>KOM</sub>	KUL K <sub>KOM</sub>	KÜK	KOM. F <sub>KOM</sub>
N	58	58	58	58	58	58	58	58	58
Ortalama	97,91	286,53	3,77	27798,10	3508,97	25,29	18,29	,81	15,41
Minimum	83,04	151,53	3,25	8091,00	2654,00	13,90	15,10	,55	11,19
Maximum	131,60	434,22	4,35	71912,00	4101,00	35,70	22,30	1,10	20,00
Std. Sapma	9,21	69,04	,21	10042,99	295,75	5,86	1,70	,12	2,22
Varyans	84,88	4766,88	4,32E-02	100861714	87470,66	34,28	2,88	1,33E-02	4,91

\* Veriler Ek 8'de listelenmiştir. DOĞALGAZ= Doğalgaz Fiyatı (\$/nm<sup>3</sup>), MOTORİN= Motorin Fiyatı (\$/ton), ELEKTRİK= Elektrik Fiyatı (cent/kwh), TUKETİM= Kömür Tüketimi (ton), KALORİ= Isıl değer (kcal/kg), NEM= Nem İçeriği (%), KUL= Kül İçeriği (%), KOMUR= Kömür Fiyatı (\$/ton)

Tablo 3.28. SomaTS(7-8) Verilerinin Korelasyon Katsayıları

	KÖM	KÜK	KUL	NEM	KAL	TUK	ELEK	MOT.	D.GAZ	
KOMUR	Pearson	1,000	,130	,048	,646**	-,607**	,059	-,404**	-,563**	-,159
	Korelasyonu									
	Anlamlılık		,331	,721	,000	,000	,662	,002	,000	,233
	Düzeyi									

\*0.05 seviyesinde korelasyon anlamlı (2-tailed).

\*\* 0.01 seviyesinde korelasyon anlamlı (2-tailed).

etkilenmediğini göstermektedir. Nitekim korelasyon katsayısı da bu gözlemi doğrulamaktadır.

► Kömür fiyatları ve nihai ürün kapsamında ele alınan elektrik fiyatları arasında fazla güçlü olmamakla beraber pozitif yönde bir ilişki söz

konusudur (Şekil 3.20-b). Bu durum, Şekil 3.4'deki ilişkiyi doğrular niteliktedir.

- Kömür fiyatları ile motorin fiyatları ve ısı değer arasında ters orantılı bir ilişki gözlenmekte olup, bu gözlemi Tablo 3.28'da verilen korelasyon katsayıları da desteklemektedir (Şekil 3.20-c, -d). Ancak kömür fiyatları ile sözü edilen parametreler arasında bu gözlemin aksine daha önce de değinildiği üzere doğru orantılı bir ilişki olması beklenmektedir.
- Kükürt ve kül içerikleri ile kömür fiyatları arasında belirgin bir ilişki algılamak mümkün olmamıştır (Şekil 3.20-e, -f). Her iki grafikte de değerler düzensiz bir dağılım göstermektedir.
- Termik santral işletmeciliğinde önemli sorunlara neden olduğu bilinen nem içeriği ve kömür fiyatları arasında beklenin aksine doğru orantılı bir ilişki tezahür etmiştir (Şekil 3.20-g). Bu ilişkinin korelasyon katsayısı 0,646 mertebesinde olup, %1 düzeyinde istatistiksel bakımdan anlamlıdır.
- Tüketim miktarının 15000- 45000 ton aralığında yoğunlaştığı Şekil 3.20-g'de kömür fiyatları dikey bir dağılım göstermektedir. Dolayısı ile fiyatların tüketim miktarından etkilenmesi söz konusu değildir.

SomaTS(7-8) verileri bazında gerçekleştirilen regresyon analizi sonucunda, kömür fiyatlarının nem içeriği, motorin fiyatı ve elektrik fiyatı ile fonksiyonel bir ilişki içerisinde olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 3.29). Bu ilişki çerçevesinde nem içeriği ve elektrik fiyatı pozitif, motorin fiyatı ise negatif katsayılarla ifade edilmektedir. (7) nolu eşitlikte verilen modelin düzeltilmiş determinasyon katsayısı 0,516 mertebesinde dir. Bir başka ifade ile ilgili parametreler kömür fiyatındaki değişikliklerden %51,6 oranında sorumludur.

$$F_{KOM} = 4,7 + 0,141.N_{KOM} - 1,123.10^{-2}.F_{MOT} + 2,747.F_{ELK} \dots\dots\dots(7)$$

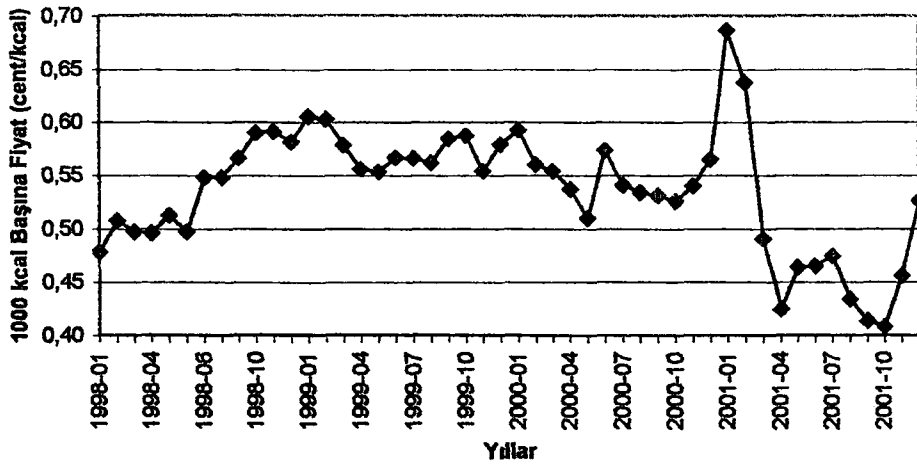
Tablo 3.29. SomaTS(7-8) Regresyon Analizi Sonuçları

Model	R	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Açıklayıcı Değişkenler	Katsayılar	T İstatistiği	Anlamlılık Düzeyi
1	,646	,418	,407	SABİT	9,225	9,208	,000
				NEM	,245	6,336	,000
2	,696	,484	,466	SABİT	13,592	7,190	,000
				NEM	,183	4,231	,000
				MOTORİN	-9,809E-03	-2,673	,010
3	,736	,542	,516	SABİT	4,700	1,216	,229
				NEM	,141	3,194	,002
				MOTORİN	-1,123E-02	-3,177	,002
				ELEKTRİK	2,747	2,600	,012

### 3.3.7. Tunçbilek termik santrali kapsamında fiyat-parametre analizleri

Tunçbilek Termik Santrali (TTS) 300 MW'lık bir kurulu güç arz etmekte olup, yıllık elektrik üretimi 1954,5 GWh mertebesindedir(TEAŞ, 1999). A ve B üniteleri olmak üzere iki bölümden oluşan TTS'de, her yıl yaklaşık olarak 1769560 ton linyit tüketilmektedir. Bu tüketimden TTS-B %85'lik bir pay almaktadır.

Ocak-1998 ve Aralık-2001 tarihleri arasında TTS-B'de kömür fiyatlarının enerji birimi başına seyri Şekil 3.21'de verilmektedir. 2000 yılı sonlarına kadar yataya yakın bir seyir izleyen reel fiyatlar, daha sonra düşme eğilimine girmiştir. Bu düşüşteki ana etken, ülkenin içine girdiği ekonomik krizdir.

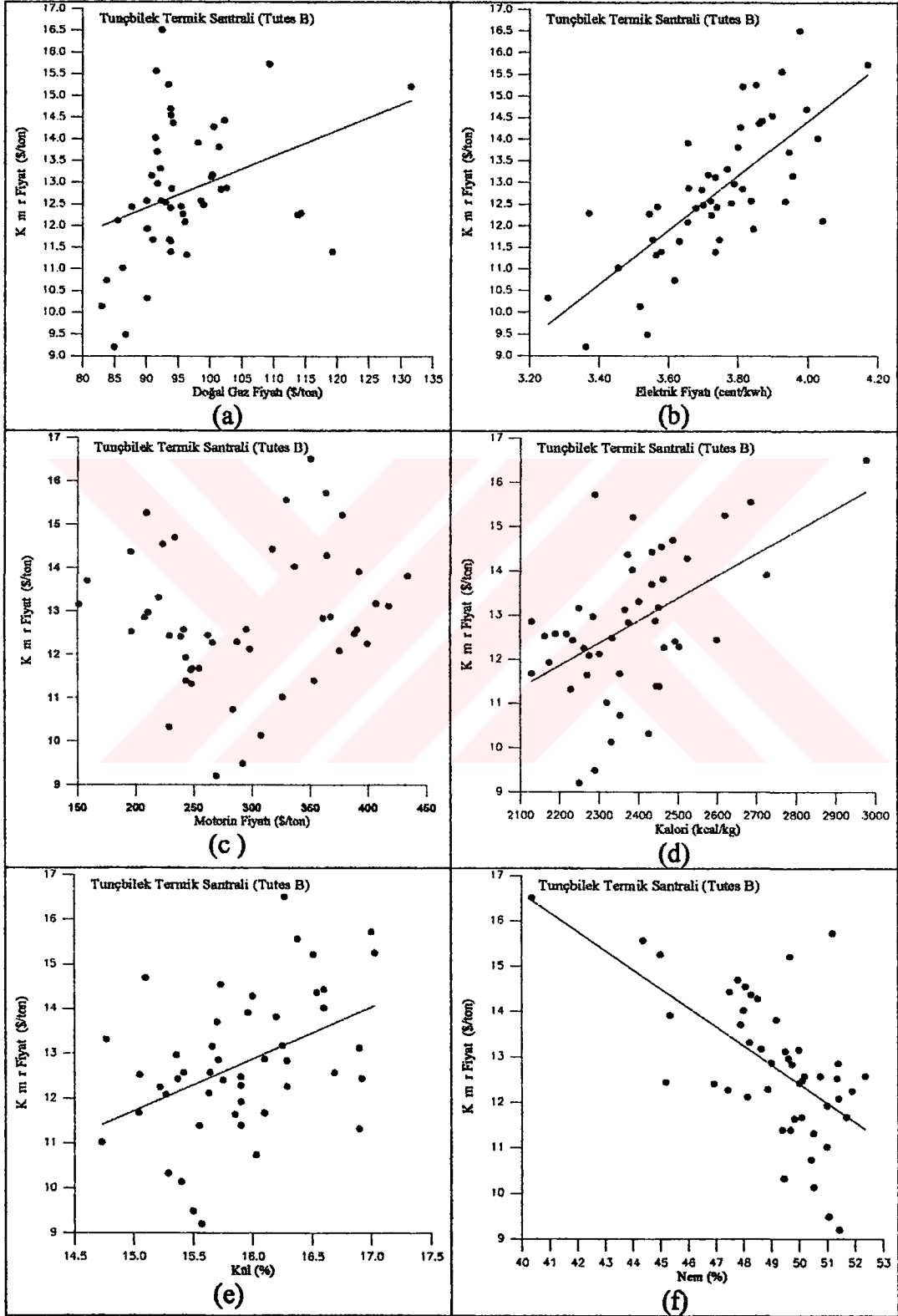


Şekil 3.21. TTS Enerji Birimi Başına Kömür Fiyatlarının Seyri

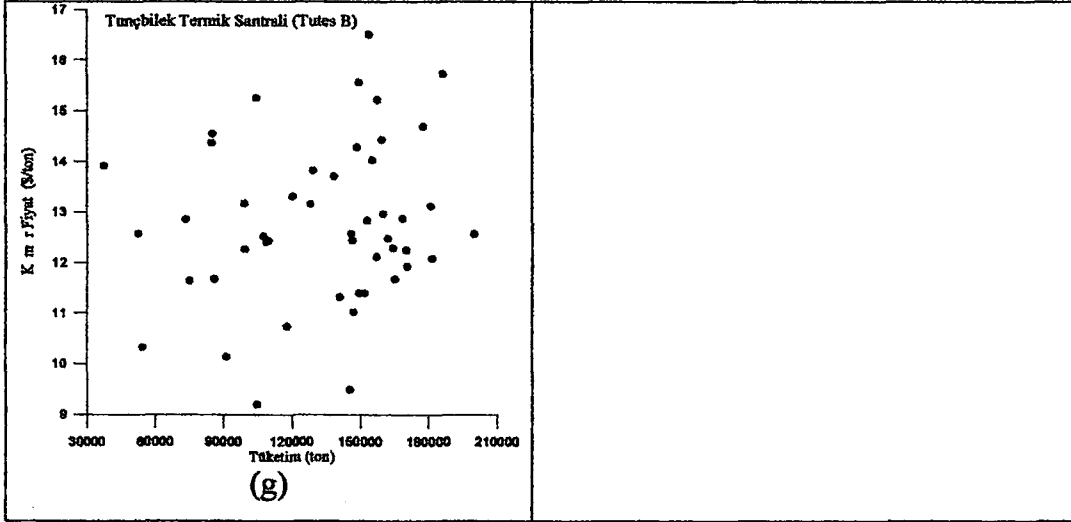
Şekil 3.21'de grafiksel olarak sunulan fiyatların gelişiminde hangi parametrelerin etkin olduğunun belirlenmesi, TTS-B'de kömür fiyatlandırmasına

dönük bir model oluşturulmasında esas olacaktır. Bu nedenle fiyat- parametre grafikleri oluşturulmuş ve Şekil 3.22’de sunulmuştur. İlgili grafikler, verilerin özet istatistikleri (Tablo 3.30) ve korelasyon katsayıları (Tablo 3.31) birlikte değerlendirildiği takdirde aşağıdaki yorumlara ulaşılması mümkündür.

- Kömür fiyatları ile ikame ürün kapsamında değerlendirilen doğalgaz fiyatları arasında fazla güçlü olmamakla beraber, doğru orantılı bir ilişki gözlenmektedir (Şekil 3.22-a). İkame ürünlerin fiyat gelişimlerinin birbiri ile benzer eğilimler gösterdiği Şekil 3.1’deki grafikte uyumlu çıkan bu ilişkinin korelasyon katsayısı 0,345 mertebesindedir.
- Şekil 3.22-b’de elektrik fiyatları ve kömür fiyatları arasında beklendiği üzere doğru orantılı bir ilişki söz konusudur. Korelasyon katsayısı 0,745 mertebesinde olup, %1 düzeyinde istatistiksel bakımdan anlamlıdır.
- Motorin fiyatları ile kömür fiyatları arasında belirgin bir ilişki gözlenememiştir (Şekil 3.22-c). Düzensiz bir şekilde dağılan veriler arasındaki korelasyon katsayısı da bu gözlemi doğrulayacak şekilde oldukça düşüktür.
- Kömür fiyatı ve kalorifik değer arasında doğru orantılı bir ilişki mevcuttur (Şekil 3.22-d). Bu husus, yüksek kalorili kömürlere yüksek fiyatlar, düşük kalorili kömürlere düşük fiyatlar ödenmesi beklentisi ile uyumlu çıkmıştır. İlişkinin korelasyon katsayısı 0,519 mertebesindedir.
- Kül içeriği- fiyat grafiğinde, değişkenlerin birbirine bağlı olarak artan bir ilişki içerisinde olduğu gözlenmektedir (Şekil 3.22-e). Beklenenin aksine çıkan bu ilişkinin korelasyon katsayısı 0,434 mertebesindedir.
- Kömür fiyatı ve nem içeriği arasında belirgin bir ters orantılı ilişki çıkmıştır (Şekil 3.22-f). Bu husus TTS-B’de kömür fiyatlarının nem içeriğindeki artışa bağlı olarak önemli ölçüde azaldığına işaret etmektedir.



Şekil 3.22. TTS Fiyat- Parametre Grafikleri



Şekil 3.22. (Devam) TTS Fiyat- Parametre Grafikleri

Tablo 3.30. TTS Fiyat Analizinde Kullanılan Verilerin Özet İstatistikleri\*

	D.GAZ F <sub>D.GAZ</sub>	MOTORIN ELEKTRİK F <sub>MOT</sub> F <sub>ELK</sub>	TUKETİM TUK <sub>KOM</sub>	KALORI KAL <sub>KOM</sub>	NEM N <sub>KOM</sub>	KUL K <sub>KOM</sub>	KOMUR F <sub>KOM</sub>
N	48	48	48	48	48	48	48
Ortalama	95,99	292,79	3,74	132440,90	2379,65	49,12	15,91
Minimum	83,04	151,53	3,25	37482,00	2129,00	40,37	14,73
Maximum	131,60	434,22	4,17	199778,00	2977,00	52,37	17,03
Std. Sapma	9,21	73,71	,19	38637,11	162,77	2,26	,60
Varyans	84,78	5433,58	3,57E-02	1492825864,56	26493,21	5,12	,35

\* Veriler Ek 9'da listelenmiştir. DOĞALGAZ= Doğalgaz Fiyatı (\$/nm<sup>3</sup>), MOTORIN= Motorin Fiyatı (\$/ton), ELEKTRİK= Elektrik Fiyatı (cent/kwh), TUKETİM= Kömür Tüketimi (ton), KALORI= Isıl değer (kcal/kg), NEM= Nem İçeriği (%), KUL= Kül İçeriği (%), KOMUR= Kömür Fiyatı (\$/ton)

Tablo 3.31. TTS Verilerinin Korelasyon Katsayıları

	KOM.	KUL	NEM	KAL.	TUK.	ELEKT.	MOT.	D.GAZ
KOMUR	Pearson Korelasyonu	1,000	,434**	-,596**	,519**	,167	,745**	,144
	Anlamlılık Düzeyi	,	,002	,000	,000	,257	,000	,328
								,345*

\*0.05 seviyesinde korelasyon anlamlı (2-tailed).

\*\* 0.01 seviyesinde korelasyon anlamlı (2-tailed).

➤ Şekil 3.22-g'de görüldüğü üzere linyit tüketim miktarı ve fiyatlar arasında belirgin bir ilişkiyi algılamak mümkün olmamıştır. Veriler düzensiz bir dağılım göstermekte olup, korelasyon katsayısı oldukça düşüktür.

TTS-B verileri esas alınarak gerçekleştirilen regresyon analizi sonuçları Tablo 3.32'da özetlenmektedir. Kömür fiyatını en uygun şekilde açıklayacak parametrelerin belirlenmesi ve önemsiz olanların modelden çıkarılması amacı ile diğer santrallerde olduğu gibi adım adım regresyon yöntemi uygulanmıştır. Dört adımda sonuçlanan bu yöntem sonucunda kömür fiyatının elektrik ve doğalgaz fiyatları ile kalori ve tüketim miktarı ile fonksiyonel bir ilişki içerisinde olduğu ortaya çıkmıştır.

Tablo 3.32. TTS-B Regresyon Analizi Sonuçları

Model	R	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Açıklayıcı Değişkenler	Katsayılar	T İstatistiği	Anlamlılık Düzeyi
1	,745	,554	,545	SABİT	-10,668	-3,439	,001
				ELEKTRİK	6,270	7,565	,000
2	,881	,776	,767	SABİT	-20,684	-7,720	,000
				ELEKTRİK	6,011	10,106	,000
				KALORİ	4,616E-03	6,685	,000
3	,920	,846	,835	SABİT	-24,092	-10,130	,000
				ELEKTRİK	5,967	11,938	,000
				KALORİ	4,265E-03	7,285	,000
				DOĞALGAZ	4,591E-02	4,444	,000
4	,930	,864	,852	SABİT	-25,186	-10,954	,000
				ELEKTRİK	6,412	12,624	,000
				KALORİ	4,093E-03	7,312	,000
				DOĞALGAZ	5,293E-02	5,183	,000
				TÜKETİM	-6,284E-06	-2,437	,019

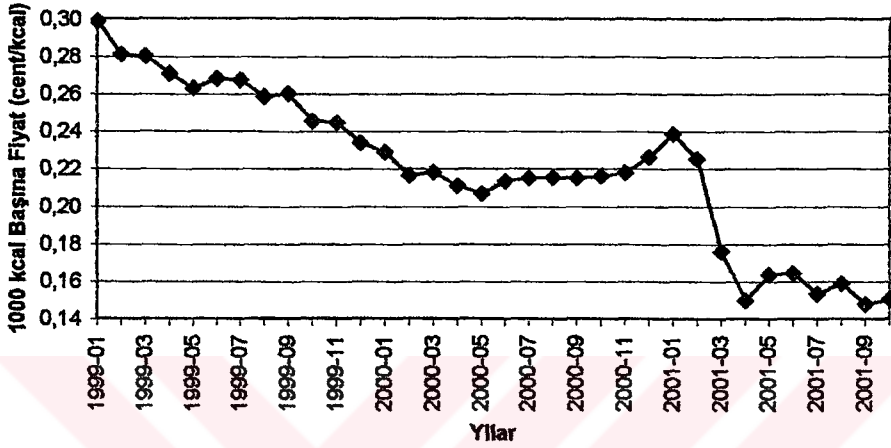
(8) nolu eşitlikte verilen modelin determinasyon katsayısı 0,852 mertebesindedir. Tüketim miktarı %5 ve diğer değişkenler %1 düzeyinde istatistiksel bakımdan anlamlı çıkmıştır.

$$F_{KOM} = -25,186 + 6,412.F_{ELK} + 4,093.10^{-3}.KAL_{KOM} + 5,293.10^{-2}.F_{DGAZ} - 6,284.10^{-6}.TUK_{KOM} \quad (8)$$

### 3.3.8. Yatağan termik santrali kapsamında fiyat-parametre analizleri

Yatağan Termik Santrali (YatTS), her biri 210 MW gücünde olan üç adet üniteden oluşmakta olup, 630 MW'lık bir kurulu güç arz etmektedir. Yıllık elektrik üretimi 2902 GWh mertebesindedir. Bu üretimi sağlamak üzere her yıl ortalama 3909469 ton linyit tüketimi söz konusudur.

YatTS’de Ocak- 1999 ve Ekim- 2001 tarihleri arasında enerji birimi başına reel fiyatların gelişimi Şekil 3.23’de görülmektedir. Genel anlamda düşme eğiliminde olan fiyatlar, 2001 yılı sonlarında 0,15 cent’e ulaşmıştır.

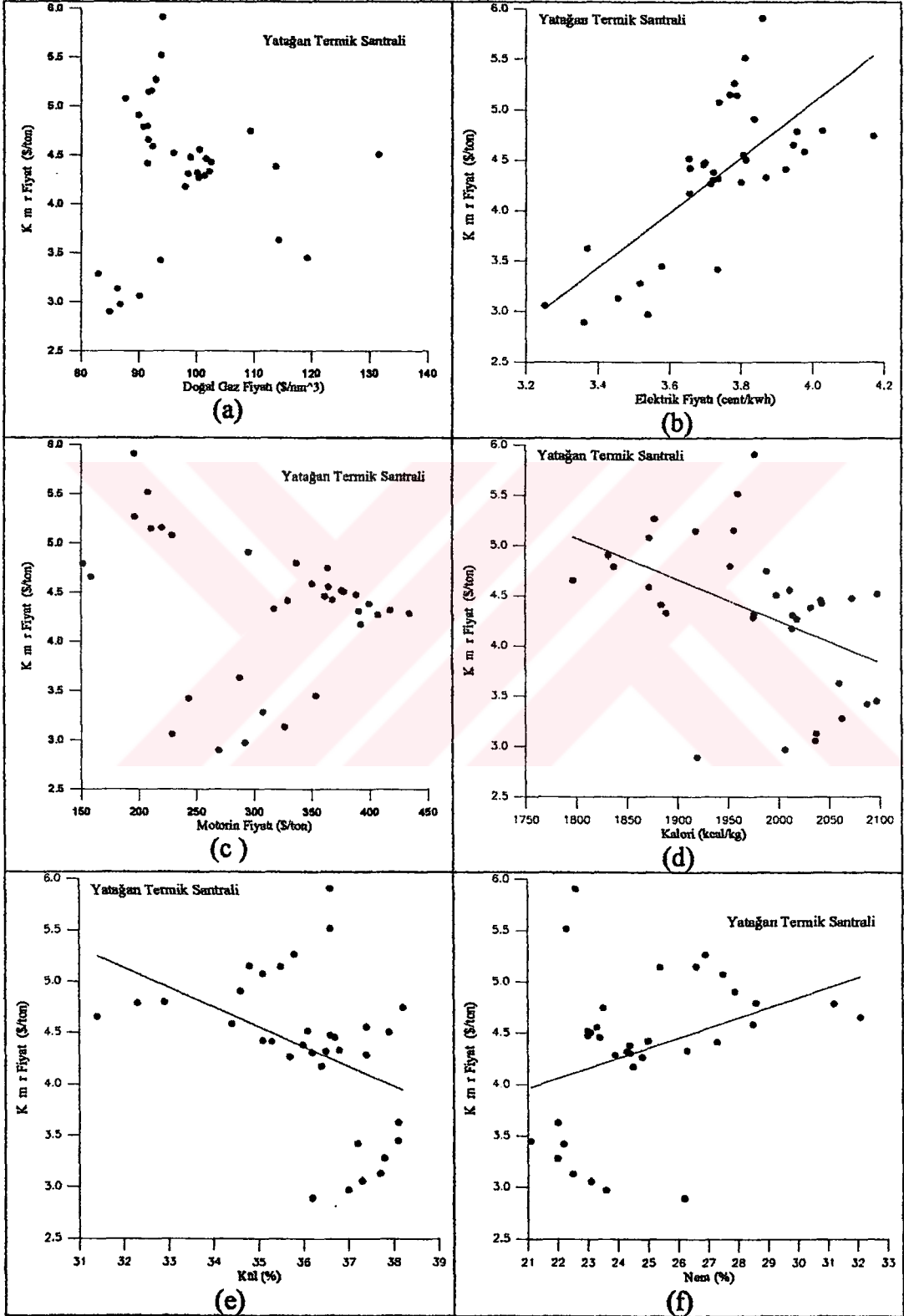


Şekil 3.23. YatTS Enerji Birimi Başına Kömür Fiyatlarının Seyri

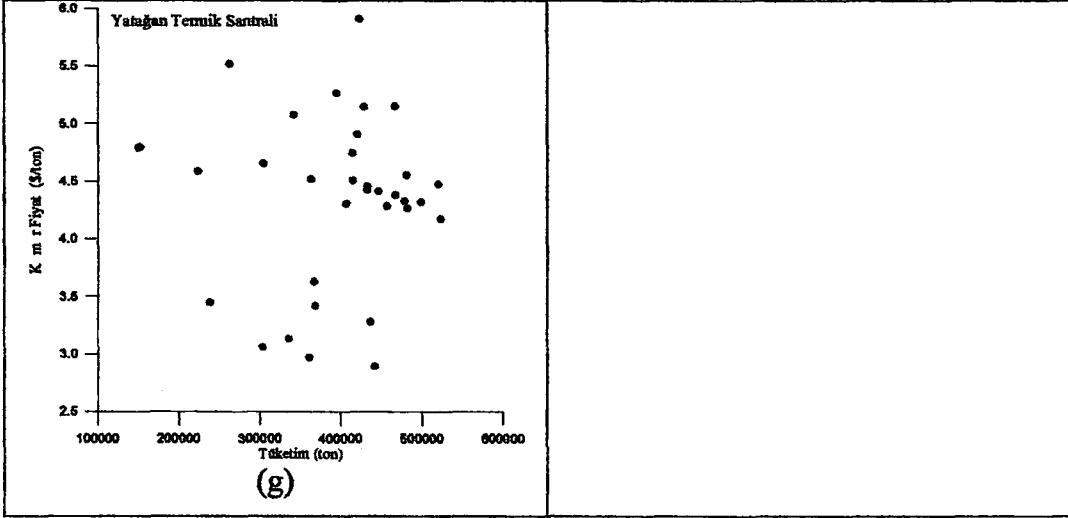
Söz konusu fiyat gelişiminde hangi parametrelerin etkili olduğunun belirlenmesine dönük çizilen fiyat- parametre grafikleri Şekil 3.24’te verilmiştir. İlgili grafikler, verilerin özet istatistikleri (Tablo 3.33) ve korelasyon katsayıları (Tablo 3.34) birlikte dikkate alındığında müteakip yorumların yapılması mümkündür.

- Doğalgaz fiyatları ile kömür fiyatları arasında belirgin bir ilişki gözlenememektedir (Şekil 3.24-a). Kömür fiyatları daha çok doğalgaz fiyatlarının 90-100 \$/nm<sup>3</sup> olduğu aralıkta dikey yönde bir dağılım arz etmektedir.
- Şekil 3.24-b’de görüldüğü üzere elektrik fiyatları ve kömür fiyatları birbiri ile yakın bir ilişki içerisindedir. Bu iki değişken arasındaki korelasyon katsayısı 0,716 mertebesinde olması da bu gözlemi doğrular niteliktedir.
- Kömür fiyatları ile motorin fiyatları arasında beklenin aksine herhangi bir ilişkiyi algılamak mümkün olmamıştır (Şekil 3.24-c). Bunun yerine veriler düzensiz bir dağılım sergilemektedir.





Şekil 3.24. YatTS Fiyat- Parametre Grafikleri



Şekil 3.24. (Devam) YatTS Fiyat- Parametre Grafikleri

Tablo 3.33. YatTS Fiyat Analizinde Kullanılan Verilerin Özet İstatistikleri\*

	D.GAZ F <sub>D.GAZ</sub>	MOTORIN F <sub>MOT</sub>	ELEKTRİK F <sub>ELK</sub>	TUKETİM TUK <sub>KOM</sub>	KALORI KAL <sub>KOM</sub>	NEM N <sub>KOM</sub>	KUL K <sub>KOM</sub>	KOMUR F <sub>KOM</sub>
N	34	34	34	34	34	34	34	34
Ortalama	97,50	310,41	3,73	389016,03	1976,74	24,90	36,11	4,34
Minimum	83,04	151,53	3,25	149746,00	1797,00	21,10	31,40	2,89
Maximum	131,60	434,22	4,17	522704,00	2098,00	32,10	38,20	5,91
Std. Sapma	10,37	80,23	0,20	96571,51	81,67	2,65	1,62	0,74
Varyans	107,44	6437,24	3,83E-02	9326057135	6670,50	7,00	2,63	0,55

\* Veriler Ek 10'da listelenmiştir. DOĞALGAZ= Doğalgaz Fiyatı (\$/mm<sup>3</sup>), MOTORIN= Motorin Fiyatı (\$/ton), ELEKTRİK= Elektrik Fiyatı (cent/kwh), TUKETİM= Kömür Tüketimi (ton), KALORİ= Isıl değer (kcal/kg), NEM= Nem İçeriği (%), KUL= Kül İçeriği (%), KOMUR= Kömür Fiyatı (\$/ton)

Tablo 3.34. YatTS Verilerinin Korelasyon Katsayıları

	KOM.	KUL	NEM	KAL.	TUK.	ELEKT.	MOT.	D.GAZ
KOMUR Pearson Korelasyonu	1,000	-,420*	,350*	-,454**	-,006	,716**	-,236	,047
Anlamlılık Düzeyi		,013	,042	,007	,972	,000	,179	,791

\*0.05 seviyesinde korelasyon anlamlı (2-tailed).

\*\* 0.01 seviyesinde korelasyon anlamlı (2-tailed).

- Kalorifik değer ve kömür fiyatı arasında beklenenin aksine negatif yönde bir ilişki görülmektedir (Şekil 3.24-d). Bir başka ifade ile kömürün kalorifik değeri arttıkça, ödenen fiyat azalmıştır. Bu durum yüksek kalorifik değere yüksek fiyat ödenmesi gerekliliği ile çelişmektedir.

- Kömür fiyatı ile kül içeriği arasında çok güçlü olmamakla beraber ters orantılı bir ilişki gözlenmektedir (Şekil 3.24-e). Ancak benzer ilişki nem içeriğinde ortaya çıkmamıştır(Şekil 3.24-f).
- YatTS'de kömür fiyatı ile santralin kömür tüketimi arasında belirgin bir ilişkiyi algılamak mümkün olmamıştır(Şekil 3.24-g). Bu durum kömür satış sözleşmesinde artan tüketim miktarına bağlı olarak herhangi bir fiyat indirimi yapılmamış olduğuna işaret etmektedir.

YatTS verileri bazında gerçekleştirilen regresyon analizi sonuçları Tablo 3.35'te özetlenmektedir. Tek bir adımdan ibaret olan analiz sonucunda, kömür fiyatlarının elektrik fiyatlarına bağlı olarak belirlendiği ortaya çıkmıştır.

Tablo 3.35. YatTS Regresyon Analizi Sonuçları

Model	R	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş Açıklayıcı R <sup>2</sup>	Değişkenler	Katsayılar	T İstatistiği	Anlamlılık Düzeyi
1	,716	,513	,498	SABİT ELEKTRİK	-5,777 2,710	-3,310 5,807	,002 ,000

Düzeltilmiş determinasyon katsayısı 0,498 mertebesinde olan model (9) nolu eşitlikte formülize edilmiştir. Pozitif bir katsayıya sahip olan elektrik fiyatları, aynı zamanda t istatistiğine göre %1 düzeyinde anlamlı çıkmıştır.

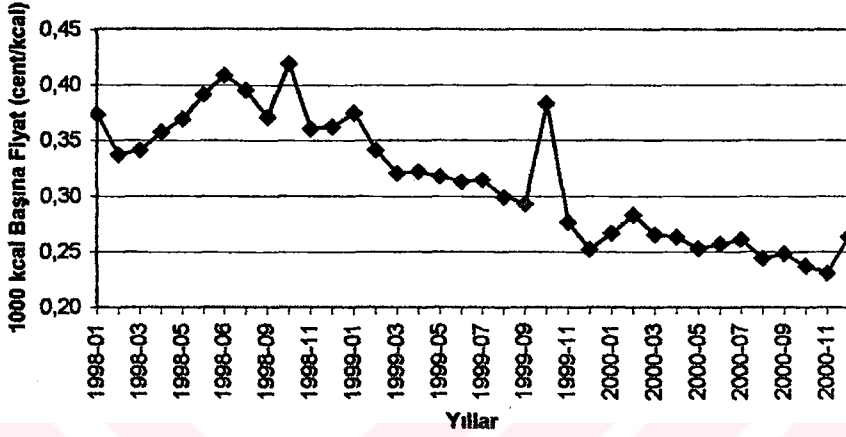
$$F_{KOM} = -5,777 + 2,710.F_{ELK} \dots\dots\dots(10)$$

### 3.3.9. Yeniköy termik santrali kapsamında fiyat-parametre analizleri

Yeniköy Termik Santrali (YenTS), 420 MW gücünde bir kurulu kapasite arz etmekte olup, her yıl ortalama 1228,7 GWh elektrik enerjisi üretmektedir(TEAŞ, 1999). Bu üretimi gerçekleştirebilmesi için her yıl ortalama 3463319 ton mertebesinde linyit tüketimi söz konusudur.

YenTS'de enerji birimi başına reel fiyatların seyri Şekil 3.25'de grafiksel olarak sunulmaktadır. Ocak-1998 ve Aralık-2000 tarihleri arasında sözleşmeler

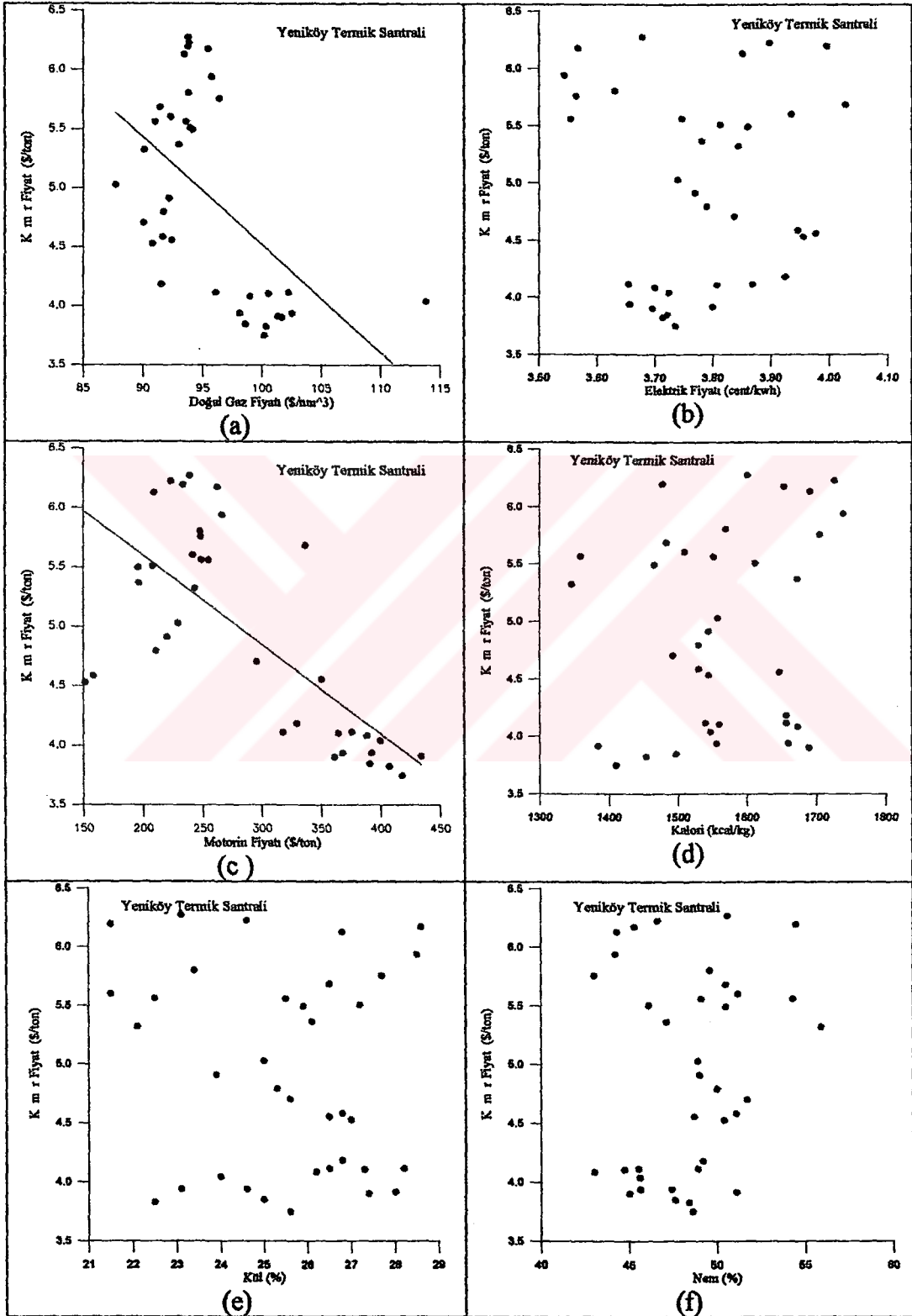
bazında satın alınan kömürlerin fiyatı, bu periyot içerisinde bir iki sapma dışında kararlı bir şekilde azalmıştır.



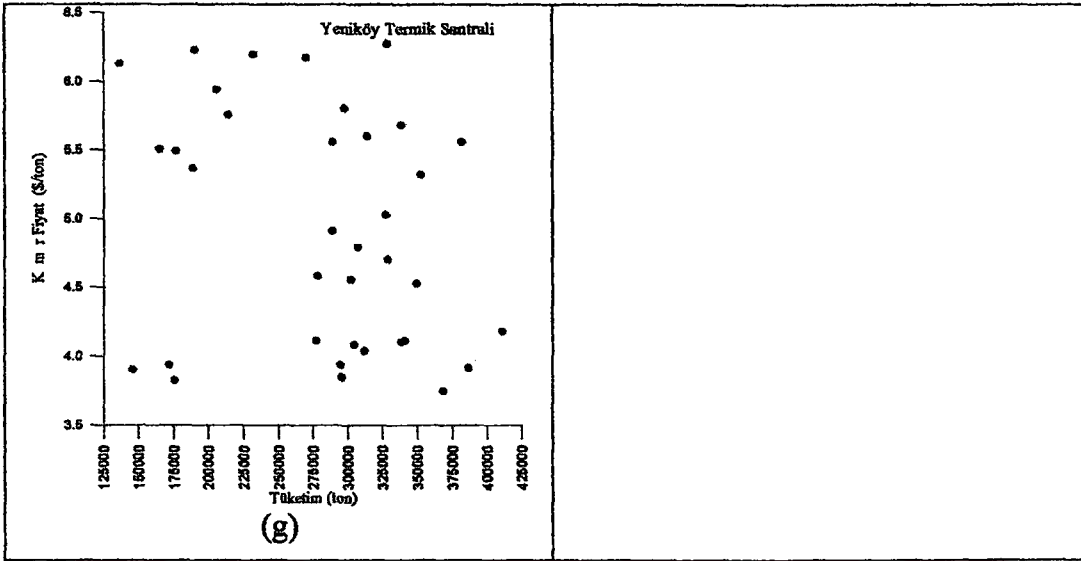
Şekil 3.25. YenTS Enerji Birimi Başına Kömür Fiyatlarının Seyri

YenTS'nin aylık ortalama 4,93 \$/ton'a satın aldığı kömürlere ödemiş olduğu fiyatların gelişimi ve oluşumunda hangi parametrelerin etkin olduğunu anlamaya dönük çizilen fiyat- parametre grafikleri Şekil 3.26'da verilmektedir. Verilerin özet istatistikleri ve korelasyon katsayıları ayrıca Tablo 3.36 ve Tablo 3.37'de sunulmuştur. İlgili grafikler ve tablolarda sunulan verilerin ışığında aşağıdaki yorumlar yapılabilir.

- Kömür fiyatları ile ikame ürün kapsamında değerlendirilen motorin ve doğalgaz fiyatları arasında negatif yönde ilişki tespit edilmiştir(Şekil 3.26-a, -c). Söz konusu ilişkilerin korelasyon katsayıları sırasıyla -0,534 ve -0,710 mertebesindedir. Bu durum kömür ve ikame ürünlerin fiyat gelişimlerinin birbirleri ile benzer eğilimler gösterdiği Şekil 3.1'deki grafikte çelişmektedir.
- Kömür fiyatları ile ortalaması 1563 kcal/kg mertebesinde olan kalorifik değer arasında belirgin bir ilişki gözlenmemektedir (Şekil 3.26-b). Doğru orantılı bir ilişki beklentisine karşılık, veriler düzensiz bir dağılım sergilemektedir.



Şekil 3.26. YenTS Fiyat- Parametre Grafikleri



Şekil 3.26. (Devam) YenTS Fiyat- Parametre Grafikleri

Tablo 3.36. YenTS Fiyat Analizinde Kullanılan Verilerin Özet İstatistikleri\*

	D.GAZ $F_{D.GAZ}$	MOTORIN $F_{MOT}$	ELEKTRİK $F_{ELK}$	TUKETİM $TUK_{KOM}$	KALORI $KAL_{KOM}$	NEM $N_{KOM}$	KUL $K_{KOM}$	KOMUR $F_{KOM}$
N	36	36	36	36	36	36	36	36
Ortalama	95,52	289,47	3,78	280257,06	1563,81	48,42	25,47	4,93
Minimum	87,72	151,53	3,54	136843,00	1346,00	43,00	21,50	3,75
Maximum	113,83	434,22	4,03	411040,00	1739,00	55,90	28,60	6,27
Std. Sapma	5,03	81,13	,13	74263,84	103,57	3,16	2,02	0,86
Varyans	25,33	6582,66	1,76E-02	5515118431,02	10725,93	9,97	4,07	0,74

\* Veriler Ek 11'de listelenmiştir. DOĞALGAZ= Doğalgaz Fiyatı (\$/nm<sup>3</sup>), MOTORIN= Motorin Fiyatı (\$/ton), ELEKTRİK= Elektrik Fiyatı (cent/kwh), TUKETİM= Kömür Tüketimi (ton), KALORI= Isıl değer (kcal/kg), NEM= Nem İçeriği (%), KUL= Kül İçeriği (%), KOMUR= Kömür Fiyatı (\$/ton)

Tablo 3.37. YenTS Verilerinin Korelasyon Katsayıları

	KOMUR	KUL	NEM	KALORI	TUKETİM	ELEKTRİK	MOTORIN	D.GAZ
Pearson Korelasyonu	1,000	-,138	,165	,182	-,261	,020	-,710**	-,534**
Anlamlılık Düzeyi		,421	,337	,288	,124	,910	,000	,001

\*\* 0.01 seviyesinde korelasyon anlamlı (2-tailed).

- Kömür fiyatları ile doğalgaz ve motorin fiyatları dışındaki değişkenler arasında belirgin bir ilişkiyi algılamak mümkün olmamıştır. Bu durum kömür fiyatlarının kalite özelliklerinden bağımsız belirlendiğine işaret etmektedir.

YenTS verileri bazında gerçekleştirilen çoklu regresyon analizi sonuçları Tablo 3.38'da özetlenmektedir. Tek bir adımda sonuçlanan adım adım regresyon yöntemine göre, kömür fiyatları motorin fiyatlarının bir fonksiyonu şeklinde ifade edilmektedir.

Tablo 3.38. YenTS Regresyon Analizi Sonuçları

Model	R	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş Açıklayıcı R <sup>2</sup>	Değişkenler	Katsayılar	T İstatistiği	Anlamlılık Düzeyi
1	,710	,504	,489	SABİT	7,098	18,510	,000
				MOTORİN	-7,500E-03	-5,874	,000

Düzeltilmiş determinasyon katsayısı 0,489 mertebesinde olan kömür fiyatlandırma modelinin genel ifadesi (10) nolu eşitlikte verilmektedir.

$$F_{KOM} = 7,098 - 7,500.10^{-3}.F_{MOT} \dots\dots\dots(10)$$

### 3.3.10. Değerlendirmeye alınan santrallerin ortak fiyat- parametre analizleri

Bölüm 3.3.2- 3.3.9 arasında ülkemizde faaliyet gösteren bazı termik santrallerle ilgili fiyat- parametre analizleri yapılmıştır. Bu analizler neticesinde her bir termik santralde kömür fiyatlarını etkileyen parametrelerin ve bunların etkileme oranlarının farklılıklar arz ettiği anlaşılmaktadır. Nitekim Tablo 3.39'da özetlenen fiyat- parametre analizi sonuçlarına bakıldığında determinasyon katsayılarının 0,172- 0,857 aralığında değiştiği gözlenmektedir. Bir başka ifade ile, kömür fiyatlandırma eşitliğinde yer alan değişkenler, kömür fiyatı üzerinde %17,2- %85,7 mertebesinde etki göstermiştir .

Tablo 3.40'da, Tablo 3.39'da verilen eşitliklerde yer alan değişken katsayılarının eğim yönüne (+/-) ve değişken sayısına yer verilmiştir. Bu tabloda en son kolonda görüldüğü gibi Tunçbilek Termik Santrali'nde kömür fiyatları en fazla değişkenle ilişkilendirilebilmiştir. Bu ilişkilendirme diğer santrallerde sırasıyla 3, 2 ve 1 düzeyinde gerçekleşmiştir. En az değişkenle ilişkilendirilmiş olan Kangal, Yatağan ve Yeniköy Termik Santrallerine ait fiyatlandırma eşitliklerinde determinasyon katsayıları 0,5 mertebesinden daha düşük çıkmıştır.

Buradan tek değişkenle ifade edilen kömür fiyatlandırma eşitliklerinde, bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni ifade etme gücünün nispeten daha zayıf çıktığına ilişkin bir yorum yapılması mümkün gözükmemektedir.

Tablo 3.39. Fiyat- Parametre Analiz Sonuçları

Santral Adı	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Eşitlik
Afşin- Elbistan	0,644	$F_{KOM} = -12,647 + 4,964.F_{ELK} + 5,22.10^{-3}.F_{MOT}$
Kangal	0,172	$F_{KOM} = -6,112 + 0,475.K_{KOM}$
Orhaneli	0,857	$F_{KOM} = -28,588 + 1,778.10^{-2}.KAL_{KOM} + 1,636.10^{-5}.TUK_{KOM}$
Seyitömer	0,554	$F_{KOM} = 15,299 + -0,475.K_{KOM} - 5,31.10^{-3}.F_{MOT} + 1,858.F_{ELK}$
Soma (1-4)	0,548	$F_{KOM} = -5,169 + 3,412.F_{ELK} + 3,426.10^{-6}.TUK_{KOM}$
Soma (5-6)	0,546	$F_{KOM} = -6,448 + 2,605.F_{ELK} + 5,532.10^{-6}.TUK_{KOM} + 0,138.K_{KOM}$
Soma (7-8)	0,516	$F_{KOM} = 4,7 + 0,141.N_{KOM} - 1,123.10^{-2}.F_{MOT} + 2,747.F_{ELK}$
Tunçbilek	0,852	$F_{KOM} = -25,186 + 6,412.F_{ELK} + 4,093.10^{-3}.KAL_{KOM} + 5,293.10^{-2}.F_{DGAZ} - 6,284.10^{-6}.TUK_{KOM}$
Yatağan	0,498	$F_{KOM} = -5,777 + 2,710.F_{ELK}$
Yeniköy	0,489	$F_{KOM} = 7,098 - 7,500.10^{-3}.F_{MOT}$

Tablo 3.40. Fiyatlandırma Modelinde Yer Alan Değişkenlerin Durumu

Santral Adı	D.Gaz	Elektrik	Motorin	Kalori	Nem	Kül	Kükürt*	Tüketim	TOPLAM
Afşin- Elbistan		+	+						2
Kangal						+			1
Orhaneli				+				+	2
Seyitömer		+	-			-			3
Soma (1-4)		+						+	2
Soma (5-6)		+				+		+	3
Soma (7-8)		+	-		+				3
Tunçbilek	+	+		+				-	4
Yatağan		+							1
Yeniköy			-						1
İNTENSİTE**	1	7	4	2	1	3	0	4	

\* Bu değişken yalnızca Soma Termik Santrali ünitelerinde yer almıştır.\*\* Kullanım sıklığı

Tablo 3.40'da göze çarpan diğer bir husus ise en alt satırda bulunan değişkenlerin eşitliklerde kullanım sıklığı veya intensitedir. Buna göre elektrik fiyatları maksimum intensiteye sahiptir. Kömürün kalorisi ile nem ve kül içeriği gibi önemli parametrelerin ise beklenen intensiteyi göstermediği anlaşılmaktadır. Elektrik fiyatları maksimum intensiteye sahip olmasının yanı sıra, modellerin tümünde kömür fiyatları ile pozitif eğimli bir ilişki içerisinde çıkmıştır.

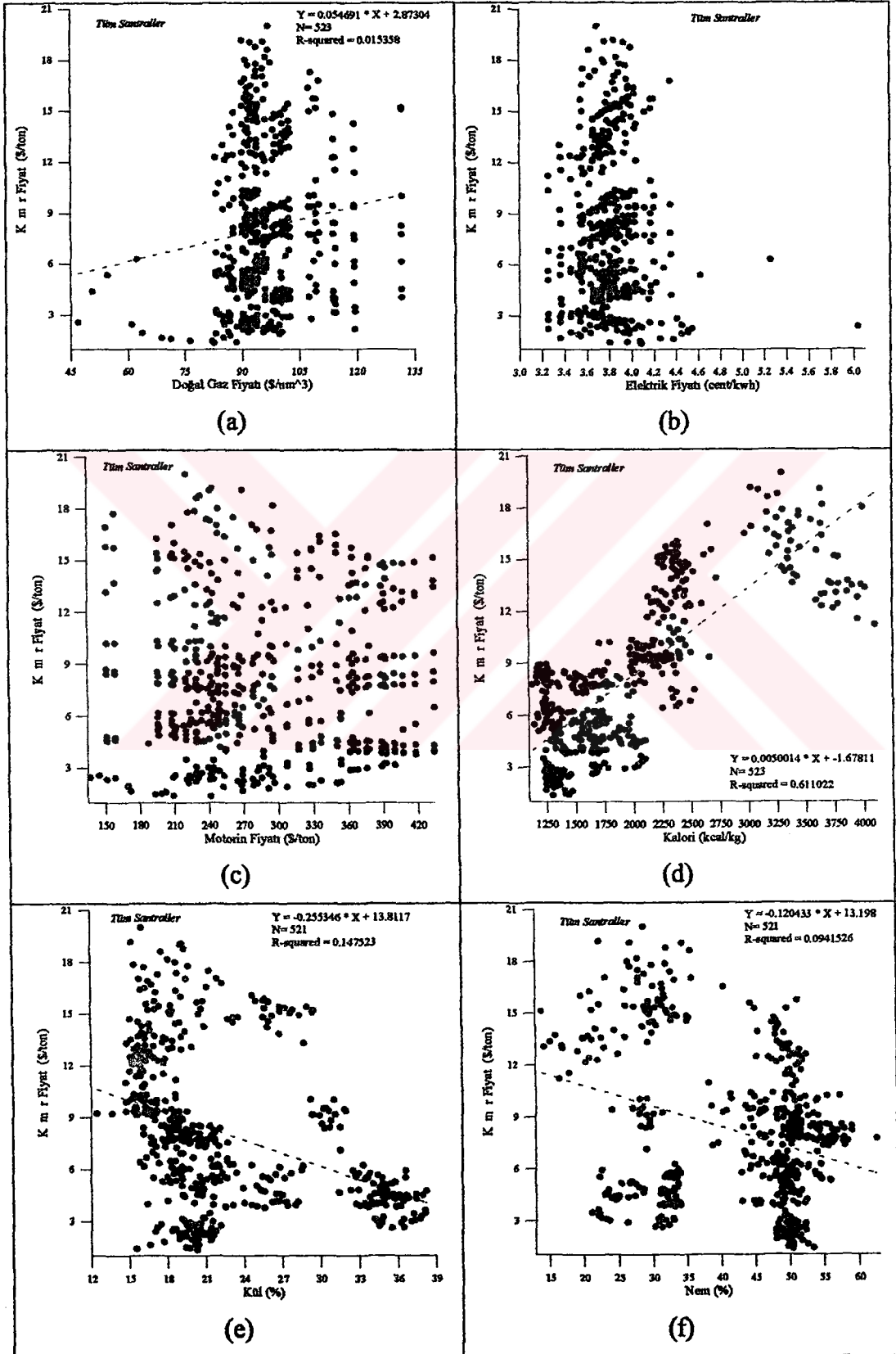


Yukarıdaki tablolardan elde edilen sonuçlar, termik santrallere özgü tespit edilen fiyatlandırma modellerinin aşağıdaki nedenlerden ötürü fazla bağlayıcı olamayacaklarını göstermiştir.

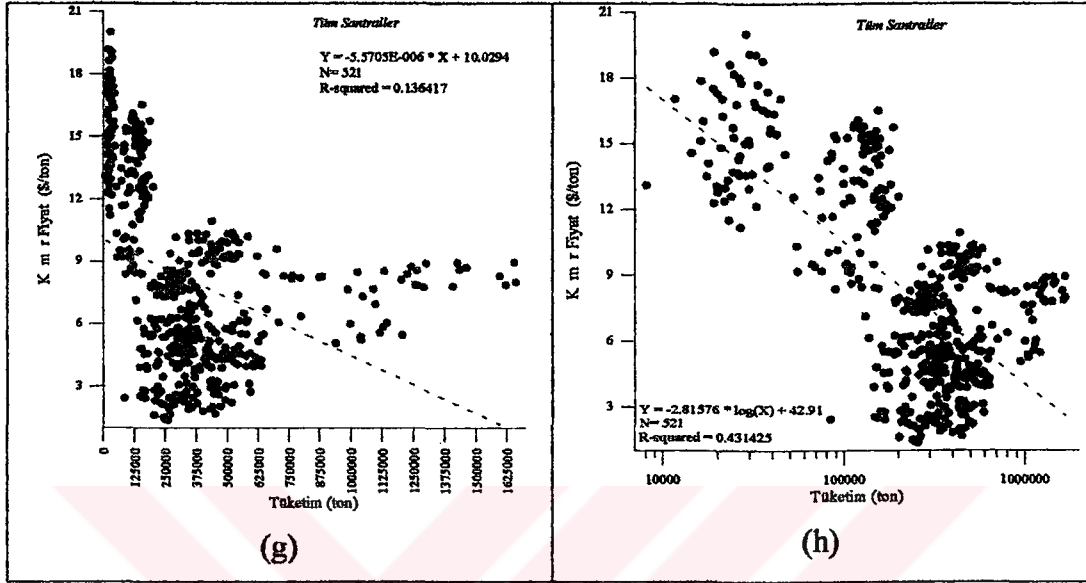
- Determinasyon katsayılarının tatmin edici düzeyde olmaması
- Parametrelerin bazı modellerde beklenin aksi yönde etki etmesi

Yukarıdaki hususlara binaen, kurumların paçal fiyatlandırma politikasının var olup olmadığını incelemek üzere, analiz edilen santraller için ortak bir değerlendirme yapılmasına karar verilmiştir. Bu şekilde daha anlamlı ilişkiler içeren ve daha yüksek determinasyon katsayısına sahip olan bir kömür fiyatlandırma eşitliğine ulaşılması amaçlanmaktadır. Bu analizle ilgili grafikler Şekil 3.27'de verilmektedir. Verilerin özet istatistikleri Tablo 3.41'de, korelasyon katsayıları ise Tablo 3.42'da ayrıca sunulmuştur. İstatistiksel bakımdan anlamlı bir korelasyon ilişkisi arz eden değişkenlerin grafikleri üzerinde ayrıca tek değişkenli regresyon analizi sonuçları özetlenmiştir. İlgili grafikler ve tablolar ışığında aşağıdaki yorumların yapılması mümkündür.

- Genelde ele alındığında doğalgaz fiyatları 80- 100 \$/nm<sup>3</sup> aralığında yaklaşık olarak sabit kalırken kömür fiyatlarının daha geniş bir aralıkta (1,35- 20 \$/ton) değiştiği gözlenmektedir (Şekil 3.27-a). Biçimsel olarak kömür fiyatları ve doğalgaz fiyatları arasında belirgin bir ilişkiyi algılamak mümkün olmamakla beraber, Tablo 3.42'de yer alan değerler, çok düşükte olsa pozitif yönde bir korelasyon ilişkisinin varlığına işaret etmektedir.
- Santrallerin büyük çoğunluğunda kömür fiyatları ile elektrik fiyatları arasında pozitif eğim yönünde fonksiyonel bir ilişki mevcut olmasına rağmen, santrallerin tümü dikkate alındığında bu fonksiyonel ilişki görülmemiştir. Elektrik fiyatları 3,2- 4,6 cent/kwh aralığında seyrederken, kömür fiyatları dikey yönde dağılım göstermektedir (Şekil 3.27-b). Bu haliyle Şekil 3.27-a'da verilen doğalgaz ilişkisine benzer bir ilişki söz konusu olmaktadır.



Şekil 3.27. Tü m Termik Santrallerin Fiyat- Parametre Grafikleri



Şekil 3.27. (Devam) Tüm Termik Santrallerin Fiyat- Parametre Analizleri

Tablo 3.41. Tüm Termik Santrallerin Fiyat Analizinde Kullanılan Verilerin

## Özet İstatistikleri

	D.GAZ F <sub>DGAZ</sub>	MOTORİN F <sub>MOT</sub>	ELEKTRİK F <sub>ELK</sub>	TUKETİM LogTUK <sub>KOM</sub>	KALORI KAL <sub>KOM</sub>	NEM N <sub>KOM</sub>	KUL K <sub>KOM</sub>	KOMUR F <sub>KOM</sub>
N	523	523	523	521	523	521	521	523
Ortalama	96,2030	285,2006	3,7943	5,3677	1961,97	42,26	22,3386	8,1344
Minimum	46,89	137,38	3,25	3,91	1127	13,90	12,40	1,35
Maximum	131,60	434,22	6,04	6,22	4101	62,60	38,20	20,00
Std. Sapma	9,9194	72,1262	,2486	,4422	684,1541	11,122	6,5656	4,3772
Varyans	98,395	5202,188	6,182E-02	,196	468066,7	123,70	43,107	19,160

DOGALGAZ= Doğalgaz Fiyatı (\$/nm<sup>3</sup>), MOTORİN= Motorin Fiyatı (\$/ton), ELEKTRİK= Elektrik Fiyatı (cent/kwh), TUKETİM= Kömür Tüketimi (ton), KALORI= Isıl değer (kcal/kg), NEM= Nem İçeriği (%), KUL= Kül İçeriği (%), KOMUR= Kömür Fiyatı (\$/ton)

Tablo 3.42. Tüm Termik Santral Verilerinin Korelasyon Katsayıları

	KOMUR	KUL	NEM	KALORI	LogTUK	ELEKTRİK	MOTORİN	D.GAZ
KOMUR Pearson Korelasyonu	1,000	-,384**	-,307**	,782**	-,657**	-,012	,001	,124**
Anlamlılık Düzeyi	,	,000	,000	,000	,000	,787	,984	,005

\*0.05 seviyesinde korelasyon anlamlı (2-tailed).

\*\* 0.01 seviyesinde korelasyon anlamlı (2-tailed).

➤ Şekil 3.27-c 'de görüldüğü gibi motorin fiyatı ile kömür fiyatı arasında önemli sayılabilecek bir ilişki algılanamamaktadır. Nitekim Tablo

3.42'deki değerler de, herhangi bir ilişkinin varlığına işaret etmemektedir.

- Şekil 3.27-d'de görüldüğü gibi kömür fiyatı ile ısıl değer arasında belirgin bir ilişki göze çarpmaktadır. İlişkinin korelasyon katsayısı 0,782 mertebesindedir. Böyle bir ilişki, bireysel santral modelleri ile mukayese edildiğinde, paçal bir fiyatlandırma modelinin benimsenmiş olabileceğine dönük ip uçları vermektedir. Korelasyon katsayısı tatmin edici bir büyüklük arz etmemesine rağmen, kömür fiyatlandırmasında ısıl değer önemli bir parametre olarak ortaya çıkmıştır.
- Şekil 3.27-e'den anlaşıldığı üzere, çok güçlü olmamakla beraber, kl içeriği ve kömür fiyatı arasında beklendiği üzere ters istikamette bir ilişki çıkmıştır. Benzer bir ilişki nem içeriği- kömür fiyatı ikilisi için de geçerlidir (Şekil 3.27-f).
- Şekil 3.27-g ve Şekil 3.27-h'da kömür fiyatı- tüketim miktarı arasındaki ilişkiyi analiz etmeye dönük iki adet grafik oluşturulmuştur. Bu grafiklerden ilkinde (x) ekseninde yer alan tüketim miktarı orijinal değer, ikincisinde ise logaritmik değer bazındadır. Her iki grafikte de talep yasasına uygun olarak negatif yönde bir ilişki mevcuttur. Şekil 3.27-h'da verilmiş olan logaritmik ilişki daha yüksek bir korelasyon katsayısı arz etmektedir. Bu haliyle müteakip değerlendirmeler için logaritmik ilişki tercih edilecektir.

İlgili grafikler ve verilere göre elektrik ve motorin fiyatları dışındaki değişkenlerle kömür fiyatları arasındaki korelasyon ilişkileri %1 düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Ayrıca söz konusu ilişkilerin eğimleri beklenen yöndedir. Dolayısıyla bu veriler baz alınarak gerçekleştirilen bir çoklu regresyon analizinin daha doğru sonuçlar vermesi beklenmektedir.

Tablo 3.43'de paçal bir kömür fiyatlandırma eşitliği kurulmasına dönük yapılan çoklu regresyon analizi sonuçları özetlenmiştir. Kömür fiyatını en uygun Şekilde açıklayacak olan değişkenlerin belirlenmesi ve diğerlerinin modelden çıkarılması amacı ile adım adım regresyon yöntemi uygulanmıştır. Dört adımda

sonuçlanan bu yöntem sonucunda kömür fiyatının kalorifik değer, kül içeriği, elektrik fiyatı ve nem içeriği ile fonksiyonel bir ilişki içerisinde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.43. Tüm Termik Santral Verilerinin Regresyon Analizi Sonuçları

Model	R	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Açıklayıcı Değişkenler	Katsayılar	T İstatistiği	Anlamlılık Düzeyi
1	,782	,612	,611	SABİT	-1,664	-4,598	,000
				KALORI	4,985E-03	28,604	,000
2	,820	,672	,671	SABİT	2,617	4,755	,000
				KALORI	4,694E-03	28,792	,000
				KUL	-,166	-9,766	,000
3	,822	,676	,674	SABİT	-1,486	-,807	,420
				KALORI	4,745E-03	28,970	,000
				KUL	-,163	-9,568	,000
				ELEKTRİK	1,035	2,332	,020
4	,824	,679	,676	SABİT	-7,150	-2,315	,021
				KALORI	5,478E-03	15,193	,000
				KUL	-9,302E-02	-2,664	,008
				ELEKTRİK	1,076	2,433	,015
				NEM	5,948E-02	2,281	,023

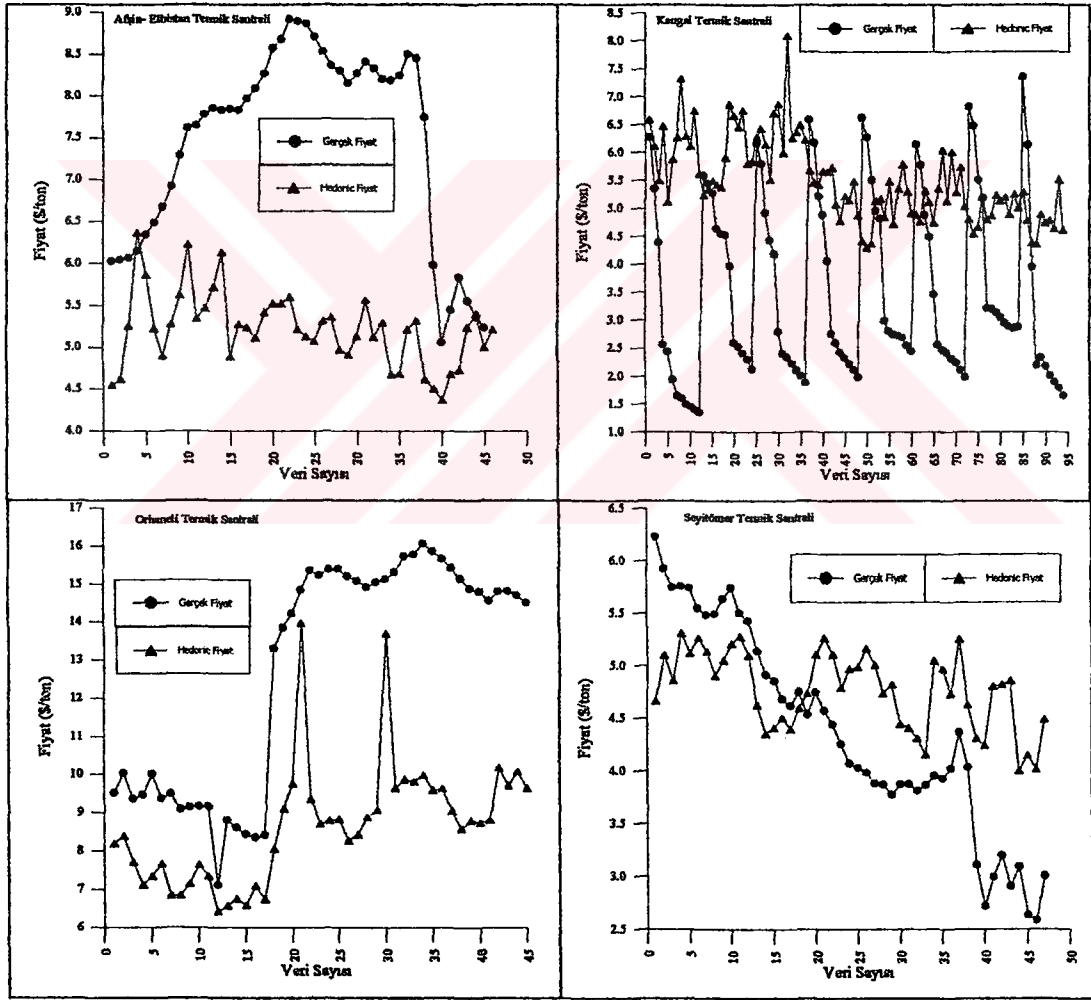
(4) nolu modelde gözükten analiz sonuçlarına göre kömür fiyatları ile kalorifik değer, kül içeriği ve elektrik fiyatı arasında beklenen yönde bir ilişki tespit edilmiştir. Bununla birlikte nem içeriği ile ilgili ilişki beklenenin aksi yönde gelişmiştir. Bu vesile ile ilişkinin (3) nolu model bazında değerlendirmeye alınması daha anlamlı gözükmektedir. Bu modelin seçilmesi, determinasyon katsayısı üzerinde önemli bir azalmaya neden olmamaktadır.

Ülkemiz bazı termik santrallerinin kömürlerinin “ortak fiyatlandırma modeli” olarak ortaya çıkan (3) nolu model (11) nolu eşitlikte verildiği üzere formülize edilebilir. Bu modelde t- testi sonuçlarına göre, kalori ve kül içeriği %1, elektrik fiyatı ise %5 düzeyinde istatistiksel bakımdan anlamlı çıkmıştır.

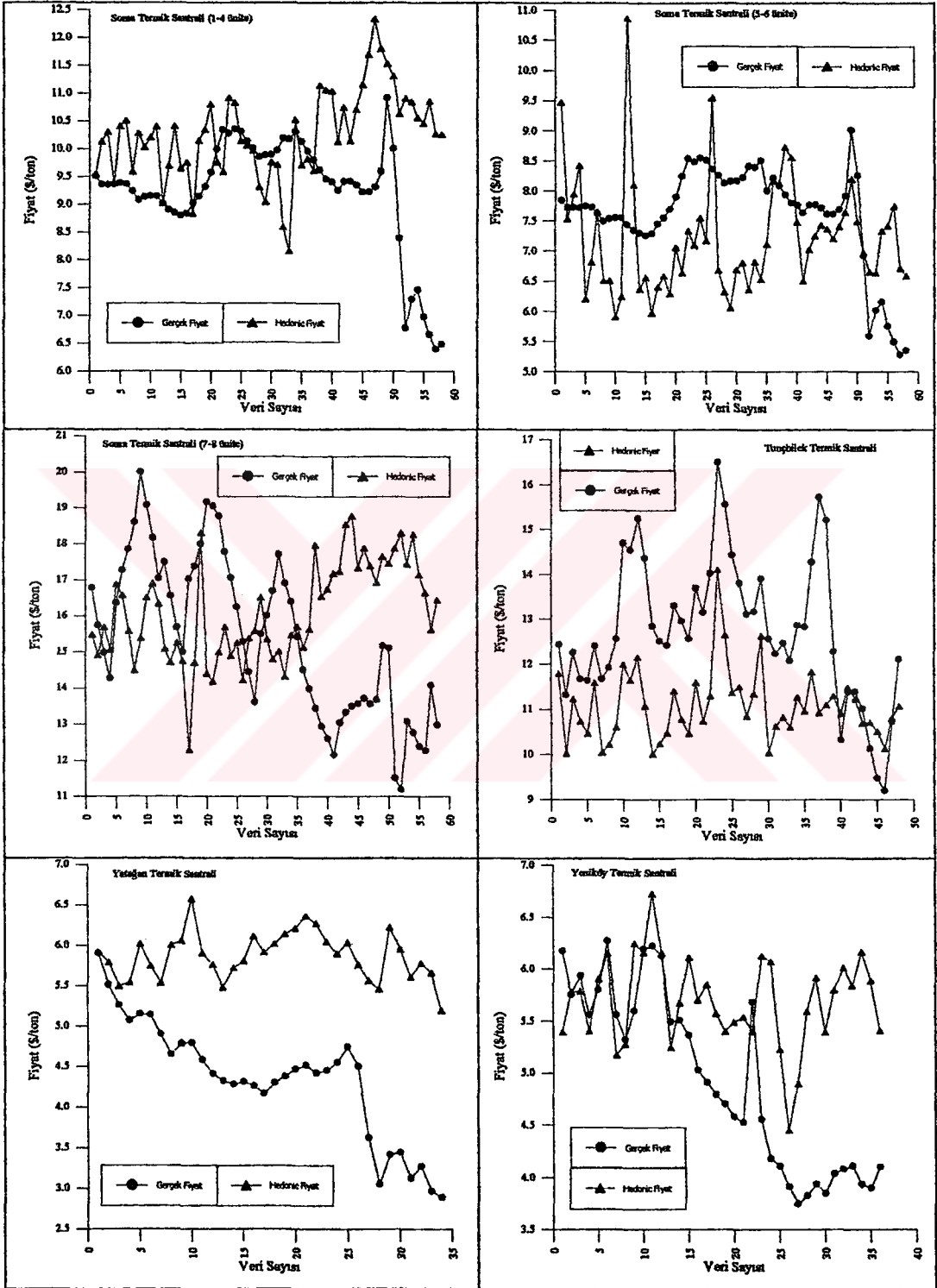
$$F_{KÖM} = -1,486 + 4,745 \cdot 10^{-3} KAL_{KÖM} - 0,163 K_{KÖM} + 1,035 F_{ELK} \dots (11)$$

Modelin determinasyon katsayısı 0,674 mertebesindedir. Bu değer kalorifik değer, kül içeriği ve elektrik fiyatlarının kömür fiyatlarındaki değişimlerden %67,4 oranında sorumlu olduğuna işaret etmektedir. Modelin sonuçlarının fiili

değerlerle mukayesesi Şekil 3.28’de verilmiştir. Münferit santraller bazında ele alındığında kömürün, Afşin- Elbistan ve Orhaneli Termik Santralleri’nde modele göre belirgin bir şekilde daha yüksek, Yatağan Termik Santrali’nde ise belirgin bir şekilde daha düşük fiyattan satıldığı gözlenmektedir. Diğer santrallerde ise gerçek fiyatlar ile model (hedonic) fiyatlar arasında zaman zaman paralel, zaman zaman uyumlu olmayan ilişkiler göze çarpmaktadır.



Şekil 3.28. Hedonic Fiyatlandırma Modelinin Her Bir Termik Santral Bazında Sonuçları



Şekil 3.28.(Devam) Hedonic Fiyatlandırma Modelinin Her Bir Termik Santral Bazında Sonuçları

## 4. KÖMÜR FİYATLANDIRMASINA DÖNÜK MODEL ÖNERİSİ

### 4.1. Genel Hususlar

Yukarıdaki bölümlerde, ülkemizdeki bazı termik santrallerin verilerine dayalı fiyat- parametre analizleri yapılmış ve bu analizlerden hareketle kömürlerin fiyatlandırması için farklı hedonic modeller oluşturulmuştur. Münferit santraller için elde edilen bu modeller, elektrik fiyatı dışındaki parametrelerle kömür fiyatları arasında tatmin edici düzeyde bir ilişki olmadığını göstermiştir.

Bilahare, ele alınan santraller ortak bir değerlendirmeye tabi tutularak determinasyon katsayısı 0,674 mertebesinde olan aşağıdaki model elde edilmiştir:

$$F_{KÖM} = -1,486 + 4,745 \cdot 10^{-3} \cdot KAL_{KÖM} - 0,163 \cdot K_{KÖM} + 1,035 \cdot F_{ELK} \dots (1)$$

Münferit santrallere göre daha iyi ve anlamlı sonuçlar veren bu modelde kalorifik değer katkısı özel bir önem arz etmektedir. Nitekim kül içeriği ve elektrik fiyatı parametrelerinin modelin açıklayıcı gücüne katkısı %6 düzeyinde kalırken, bu oran kalorifik değer için %61 mertebesinde (Tablo 3.40).

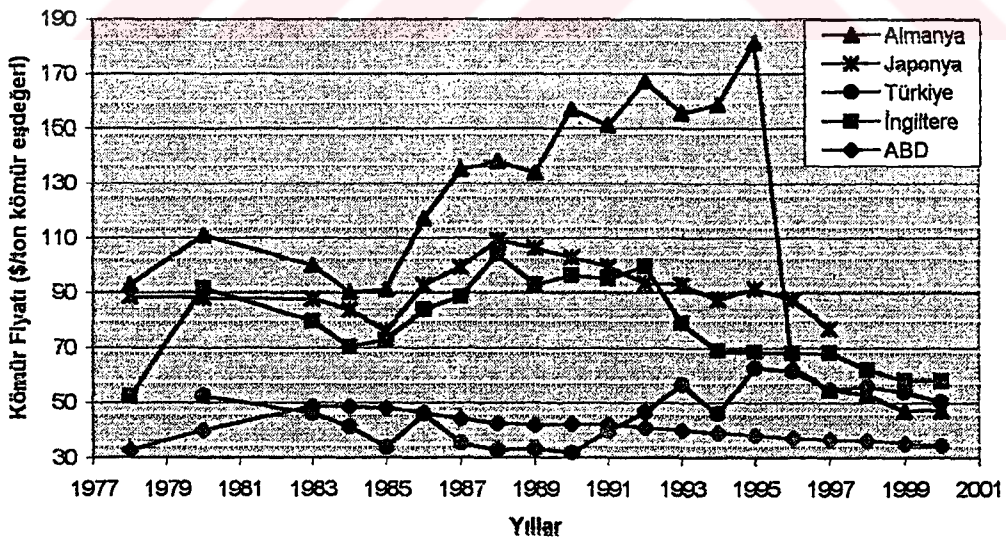
Ancak (1) nolu eşitlikte verilen modelin determinasyon katsayısı tatmin edici bir büyüklük arz etmemektedir. Bunun yanı sıra, aşağıdaki nedenlerden ötürü gerçek fiyat verilerine dayalı böyle bir modelin fiyatlandırmaya esas alınmasının, madencilik sektörüne fayda sağlamayacağı düşünülmektedir.

- Şekil 4.1’de bazı ülkelerde elektrik enerjisi üretiminde kullanılan enerji kömürünün fiyatlarının yıllar bazında gelişimi, grafiksel olarak sunulmaktadır. Grafiğin oluşturulmasında Tablo 3.5’deki veriler esas alınmış olup, son yıllarda tüm ülkelerde fiyatların düşme eğilimi içerisinde olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte özellikle 90’lı yılların ortalarına kadar Türkiye’de kömür fiyatlarının Almanya, Japonya ve İngiltere’deki kömür fiyatlarına göre daha düşük kaldığı, ABD kömür fiyatlarına göre ise biraz yüksek seyrettiği gözlenmektedir. Türkiye’de



kömür sahalarının ve üretiminin ağırlıklı olarak devlet tarafından yapılması ve fiyatların yine devlet tarafından nispeten düşük düzeyde belirlenmesi, kömür üretim sektöründeki rekabete olumsuz yansımaktadır. Bu itibarla fiyatların düşüklüğüne binaen özel sektöre bağlı bazı sahalar ekonomik olarak işletilebilir özelliğini yitirmektedir.

- Tablo 4.1’de 1987- 1993 yılları arasında elektrik satış fiyatının ve bu fiyatı oluşturan parasal büyüklüklerin gelişimi verilmektedir. Yakıt temin maliyetini de içeren üretim maliyetinin elektrik satış fiyatı içerisindeki payının azalması ilgi çekicidir. Buna karşılık dağıtım maliyeti ve karın elektrik fiyatı içerisindeki katkıları gittikçe artmaktadır. Elektrik satış fiyatlarının OECD ortalamalarının oldukça üzerinde olduğu ülkemizde bu durum, kömüre dayalı madencilik sektörünün GSMH’ a katkısının daha az görünmesine sebep olmaktadır. Dolayısı ile parasal kaynakların madencilik sektörü yerine enerji sektörüne kaymasına yönelik tercihler kaçınılmaz olmaktadır.



Şekil 4.1. Çeşitli Ülkelerde Enerji Kömürü Fiyatlarının Seyri (IEA, 2000)

Yukarıda değinilen hususlara binaen, kömür fiyatlandırmasının mevcut veriler bazında yapılması, madencilik sektörünün lehine bir gelişmeye yol

açmayacağını düşündürmektedir. Bu nedenle, farklı yaklaşımlarla yeni bir fiyatlandırma modelinin oluşturulmasında fayda mülahaza edilmektedir.

Tablo 4.1. Türkiye’de Elektrik Satış Fiyatlarının Oluşumu (TEAŞ, 1999)

Yıllar	Elektrik Fiyatı (cent/kwh)	Ort. Üretim Maliyeti (cent/kwh)	İletim Maliyeti (cent/kwh)	Dağıtım Maliyeti (cent/kwh)	Toplam Maliyet (cent/kwh)	Kar (cent/kwh)
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)=(b)+(c)+(d)	(f)=(a)-(e)
1987	5,23	3,28	0,37	1,17	4,82	0,41
%		62,66	7,09	22,35	92,12	7,88
1988	5,12	3,30	0,37	1,09	4,76	0,36
%		64,45	7,21	21,31	92,97	7,03
1989	5,38	3,32	0,37	1,49	5,19	0,20
%		61,71	6,93	27,71	96,38	3,62
1990	6,46	3,28	0,45	1,86	5,59	0,87
%		50,79	6,95	28,72	86,47	13,53
1991	6,46	3,20	0,41	2,15	5,76	0,71
%		49,47	6,38	33,24	89,09	10,91
1992	7,36	3,35	0,44	2,30	6,14	1,22
%		45,49	5,96	31,25	83,38	16,62
1993	7,62	3,23	0,48	2,36	6,06	1,56
%		42,36	6,25	30,96	79,57	20,43

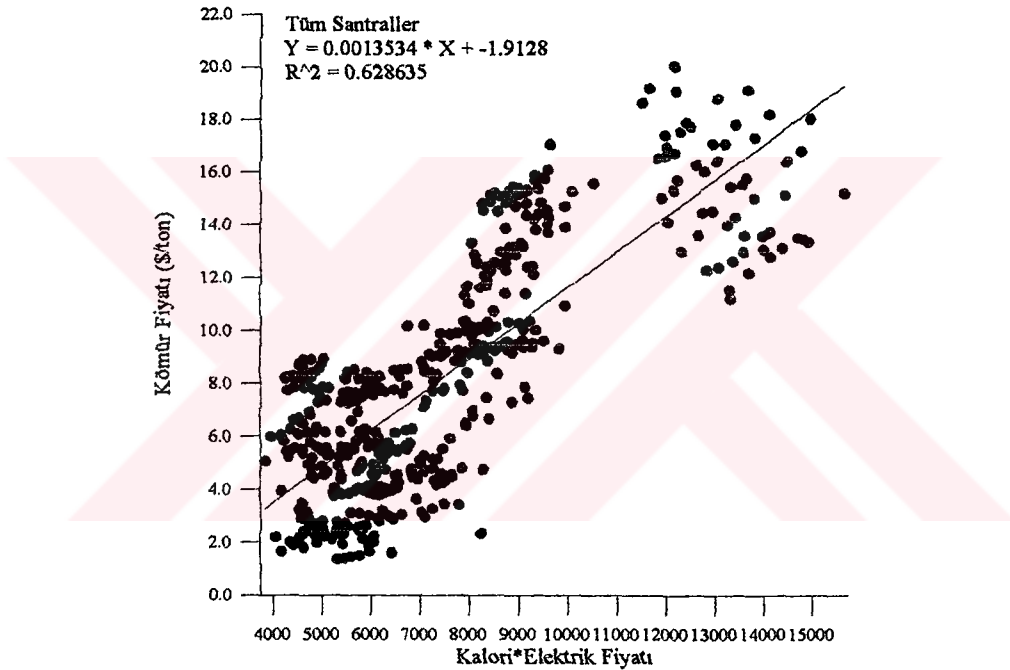
#### 4.2. Kömür Fiyatlandırma Modeli İçin Genel Bir Yaklaşım

Kömür üreticilerinin beklentilerine karşılık verecek ve bu sektörün milli gelire olan gerçek katkısını yansıtacak bir modelin hareket noktası, diğer bazı önemli maden hammaddelerinin fiyatlandırma modelleri ile benzer bir yaklaşım içerisinde olabilir gözükmektedir.

Bilindiği üzere Cu, Zn, Pb ve Fe gibi maden hammaddelerinin fiyatları, uç ürün veya ana ürünler için oluşan bir baz fiyattan geriye doğru hesaplamalara dayanmaktadır. Hesaplamalara esas alınan baz fiyatlar, LME veya diğer metal borsalarında oluşan fiyatlar olabildiği gibi, dünya ölçeğinde ağırlıklı olan satış sözleşmelerindeki fiyatlar da olabilmektedir.

Bölüm 3.3’ te verilen fiyat- parametre analizleri sonuçları böyle bir yaklaşımda elektrik fiyatının esas alınabileceğine dönük ip uçları vermektedir. Nitekim bilindiği üzere elektrik, kömürün nihai/uç ürünü olma özelliğine sahiptir. Bu değer, metalik cevherlerdeki tenörün yerini alan kömürün kalorifik/ısı

değeri ile çarpımı, kömür fiyatlarının oluşumunda ana etken olacaktır. Şekil 4.2’de görüldüğü gibi, mevcut termik santral verileri bazında ele alındığında, paçal bir yaklaşımda “kalori x elektrik enerjisi” parametresi ile kömür fiyatları arasında kabul edilebilir bir doğrusal ilişkinin varlığı, bu yaklaşımı desteklemektedir. Bununla beraber santraller tek tek ele alındığında, aynı parametreler için daha zayıf ilişkiler göze çarpmaktadır (Ek 12).



Şekil 4.2. “Kalori\*Elektrik Fiyatı“ Parametresi ile Kömür Fiyatı Arasındaki İlişki

Yukarıdaki açıklamalara binaen bir kömür fiyatlandırma modelinin genel yaklaşımının, aşağıda verildiği gibi olması gerektiği düşünülmektedir.

$$\text{Kömürün Satış Fiyatı} = \frac{\text{Kömürün Kalorisi}}{\text{Referans Birim Enerji Satış Fiyatı}} \times \text{Cezalar ve Dönüşüm Maliyetleri}$$

Böyle bir model için referans enerji fiyatı; elektriğin yanı sıra petrol ve doğal gaz fiyatlarından biri de olabilir gözükmemektedir. Cezalar ise, kömürde doğal olarak bulunan ve üretim maliyetinde artış ile çevresel kirlilik gibi olumsuzlukları beraberinde getiren kül, kükürt içeriği vs. gibi özelliklerden kaynaklanmaktadır.

Dönüşüm maliyetleri kapsamında ise, yakıt hariç üretim, iletim ve dağıtım giderleri anlaşılmaktadır.

#### 4.2.1. Model parametreleri ve parametrelerin büyüklükleri

Gerekli dönüşümler ve katsayılar dahil edildiği takdirde Bölüm 4.2’de önerilen modelin ifadesi (2) nolu eşitlikte verildiği gibidir.

$$F_{KÖM} = \frac{KAL_{KÖM} \cdot \eta}{860} \cdot \left[ \frac{F_{ELK}}{100} - \frac{M_{ELK}}{100} \right] - \beta \dots\dots\dots(2)$$

$F_{KÖM}$ = Kömürün Satış Fiyatı <sup>1</sup> (\$/ton)	$\eta$ = Termik Santral Verimi
$KAL_{KÖM}$ = Kömürün Alt Isıl Değeri <sup>2</sup> (kcal/ton)	$\beta$ = Kül atım ve çevre yükü (\$/ton-kömür)
$F_{ELK}$ = Elektrik Satış Fiyatı <sup>3</sup> (cent/kwh)	1 kwh= 860 kcal, 1 \$= 100 cent
$M_{ELK}$ = Termik Santral Şarjı (cent/kwh)	

(2) nolu eşitlikle ifade edilen modelin ilk bölümü 1 ton kömürden ne kadar elektrik enerjisi üretilebileceğini göstermektedir. Burada yer alan termik santral verimi, ülkemiz linyite dayalı termik santrallerinin verimlerinin yıllık ortalamasına göre yaklaşık %32,53 mertebesindedir(Ek 13). Bu değer, günümüz teknolojilerine göre düşük kalmakla beraber, yaklaşık olarak “0,32” mertebesinde seyretmektedir.

Eşitliğin ikinci bölümünde yer alan termik santral şarjı ise, 1 kwh elektrik satış fiyatı içerisindeki, yakıt dışı maliyet (üretim, iletim ve dağıtım maliyetleri) ve kar kalemlerinin toplamından ibarettir. Termik santral şarjı (3) nolu eşitlikte verildiği gibi ifade edilebilmektedir.

$$M_{ELK} = F_{ELK} - M_Y \dots\dots\dots(3)$$

<sup>1</sup> Tüketicinin talep ettiği noktadaki teslim fiyatıdır.

<sup>2</sup> Kömürün üst ısıl değerinin verilmesi durumunda aşağıdaki dönüşümün yapılması gerekmektedir.

$A.I.D. = \bar{U}.I.D. - 5,85 \cdot (9 \cdot H + N)$ , H= Hidrojen ( $H = 0,055 \cdot [100 - (N + K)]$ ), N=Nem, K=Kül

<sup>3</sup> Tüketim noktasındaki satış fiyatıdır.

$M_{ELK}$ = Termik Santral Şarjı (cent/kwh)  $F_{ELK}$ = Elektrik Satış Fiyatı (cent/kwh)  
 $M_Y$ = Yakıt Maliyeti (cent/kwh)

(3) nolu eşitliğin her iki tarafının  $F_{ELK}$ 'e bölünmesi suretiyle  $\alpha$  ve  $\beta$  katsayılarına bağlı olarak  $\mu = 1 - \alpha$  ilişkisi rahatlıkla elde edilecektir<sup>1</sup>.

Kül atım ve çevre yükü maliyeti, kömür kaynaklı çevre kirliliğine engel olmak üzere gerçekleştirilen her türlü işlemlerin maliyetlerini kapsamak üzere eşitliğe eklenmiştir.  $\beta$  ile ifade edilen bu maliyeti oluşturan kalemler (4) nolu eşitlikte verilmektedir. Bu eşitliğin kömürde istenmeyen diğer elemanları içerecek şekilde daha da geliştirilmesi mümkündür.

$$\beta = M_{KÜL} \cdot K_{KÖM} + M_{KÜK} \cdot KÜK_{KÖM} \dots\dots\dots(4)$$

$\beta$ = Kül Atım ve Çevre Yükü Maliyeti (\$/ton)

$M_{KÜL}$ = Kül uzaklaştırma maliyeti

$K_{KÖM}$ = Kül Yüzdesi

$M_{KÜK}$ = Kükürt uzaklaştırma maliyeti

$KÜK_{KÖM}$ = Kükürt Yüzdesi

Yukarıda verilen ilişkilerin ışığında, (2) nolu eşitliğin

$$F_{KÖM} = \frac{KAL_{KÖM} \cdot \eta}{860} \cdot \left[ \frac{F_{ELK}}{100} - \frac{\mu \cdot F_{ELK}}{100} \right] - (M_{KÜL} \cdot K_{KÖM} + M_{KÜK} \cdot KÜK_{KÖM}) \text{ şeklinde}$$

revize edilmesi mümkündür. Bu noktadan hareket edildiği takdirde, (2) nolu eşitliğin genelleştirilmiş hali, (5) ve (6) nolu eşitliklerde verildiği gibi olacaktır.

$$F_{KÖM} = \frac{KAL_{KÖM} \cdot \eta}{86000} \cdot F_{ELK} \cdot (1 - \mu) - \beta \dots\dots\dots(5)$$

$$F_{KÖM} = \frac{KAL_{KÖM} \cdot \eta}{86000} \cdot F_{ELK} \cdot \alpha - \beta \dots\dots\dots(6)$$

<sup>1</sup>  $\frac{M_{ELK}}{F_{ELK}} = \frac{F_{ELK}}{F_{ELK}} - \frac{M_Y}{F_{ELK}}$  eşitliğinde  $\mu = \frac{M_{ELK}}{F_{ELK}}$  ve  $\alpha = \frac{M_Y}{F_{ELK}}$  olarak kabul

edilmiştir.

(6) nolu eşitlikte yer alan  $\alpha$  ve  $\beta$ 'nin değerinin bilinmesi durumunda, kömür fiyatı rahatlıkla tespit edilecektir. Aşağıdaki bölümlerde bu değişkenlerin alacağı değerlerin tespitine dönük yaklaşımlara yer verilmektedir.

#### 4.2.2. Model katsayılarının tespitine yaklaşımlar

(6) nolu eşitlikte  $\alpha$  ve  $\beta$  dışındaki bilinen parametreler (kömürün kalorisi, elektrik fiyatı ve termik santral verimi) yerine konularak mevcut verilere dayalı kömür fiyatlarına eşitlendiği takdirde, (7) nolu eşitlikte verildiği üzere iki bilinmeyenli n sayıda eşitlikler ortaya çıkacaktır.

$$F_n = a_n \cdot \alpha - \beta \dots\dots\dots(7)$$

Bu şekilde oluşturulan n sayıda iki bilinmeyenli denklemin, matris formunda çözümü sonucunda,  $\alpha$  ve  $\beta$  parametreleri sırasıyla 0,36 ve 1,91 olarak elde edilmiştir<sup>1</sup>. Bu değerler kullanılmak suretiyle (6) nolu eşitliğin

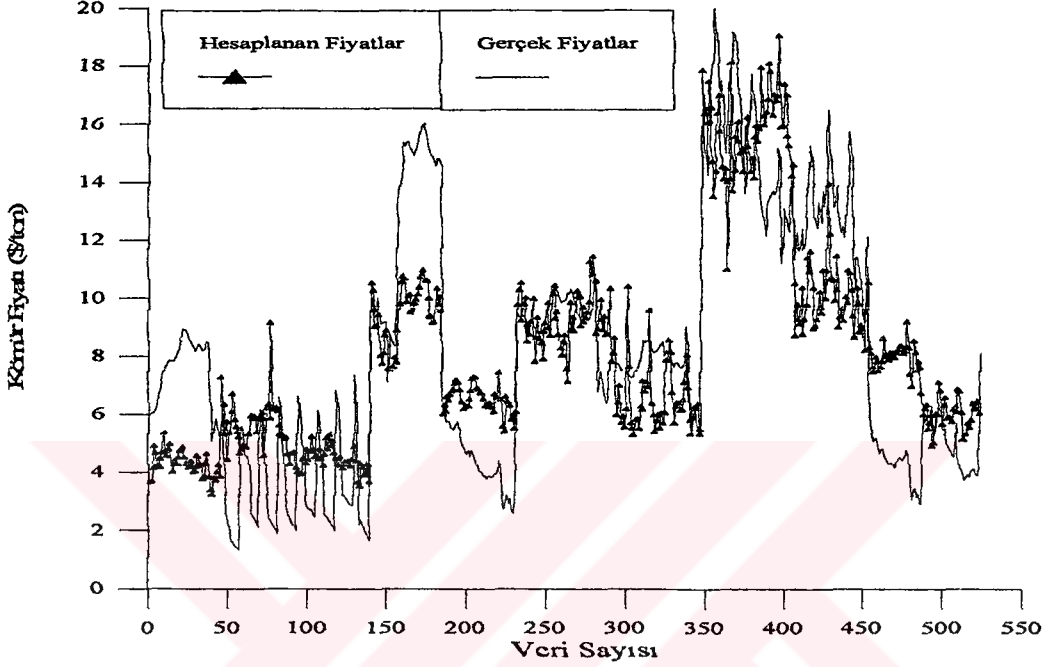
$F_{KÖM} = \frac{KAL_{KÖM} \cdot \eta}{86000} \cdot F_{ELK} \cdot 0,36 - 1,91$  şeklinde yeniden düzenlenmesi mümkün olmaktadır.

$\eta=0,32$  olması durumunda bu eşitliğin mevcut termik santral verileri bazındaki uygulama sonuçları Şekil 4.3'te grafiksel olarak gösterilmektedir. Bu grafikten, model sonucunda elde edilen fiyatların(hesaplanan fiyatlar) seyri, termik santrallerin ödemiş olduğu fiyatların(gerçek fiyatlar) seyri ile kabul edilebilir bir uyum içerisinde olduğu anlaşılmaktadır. Gerçek fiyatların x-ekseninde, hesaplanan fiyatların ise y-ekseninde gösterildiği Şekil 4.4'te verilen

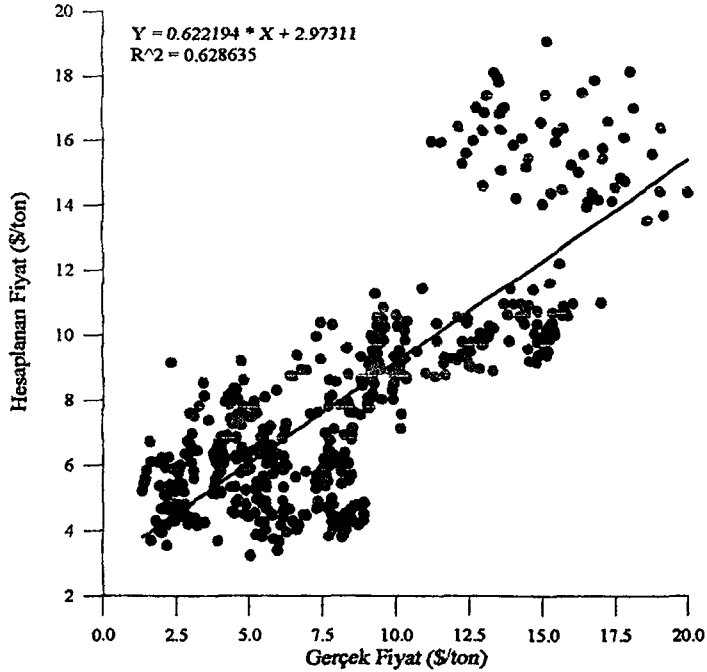
<sup>1</sup> En Küçük Kareler Yöntemini esas alan bu çözümde  $A = \begin{bmatrix} a_1 b_1 \\ a_2 b_2 \\ \dots \\ a_n b_n \end{bmatrix}_{n \times 2}$ ,  $B = \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ \dots \\ F_n \end{bmatrix}_{n \times 1}$  ve  $X = \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix}_{2 \times 1}$  matrisleri

oluşturulduktan sonra,  $A^T \cdot A \cdot X = A^T \cdot B$  yaklaşımından hareketle  $\alpha$  ve  $\beta$  parametreleri hesaplanmaktadır.

grafikten de görüleceği üzere, bu fiyatlar arasında determinasyon katsayısı 0,62 mertebesinde olan pozitif eğim yönünde doğrusal bir ilişki tespit edilmiştir.

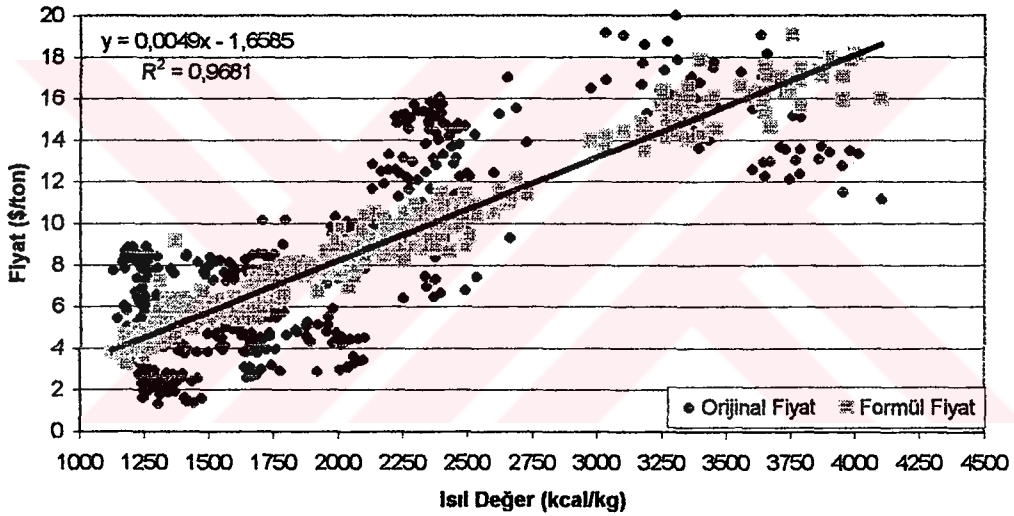


Şekil 4.3. TEAŞ Termik Santralleri Linyit Alım Fiyatları



Şekil 4.4. Gerçek ve Hesaplanan Fiyatların Birbiri İle Olan İlişkisi

Gerçek ve hesaplanan fiyatların ısı değer ile ilişkisini ortaya koymaya dönük çizilen grafik ise Şekil 4.5'te verilmektedir. Bu grafikten, hem gerçek hem de hesaplanan fiyatların ısı değer ile pozitif eğim yönünde doğrusal bir ilişki arz ettiği anlaşılmaktadır. Ancak hesaplanan fiyatlar gerçek fiyatlardan farklı olarak, bir regresyon çizgisi etrafında daha dar bir aralıkta değişim göstermektedir. Bir başka ifade ile, gerçek fiyatların ısı değer ile olan ilişkisinin determinasyon katsayısı 0,611 düzeyinde kalırken (Tablo 3.43), hesaplanan fiyatlar için bu değer 0,96 mertebesinde çıkmıştır.



Şekil 4.5. Gerçek ve Hesaplanan Fiyatların Isıl Değer İle İlişkisi

Oluşturulan model aracılığı ile hesaplanan fiyatlar, gerçek fiyatlarla ve ısı değer ile kabul edilebilir bir ilişki arz etmekle beraber, modelin bu hali ile kullanılması kömür madenciliği sektörüne beklenen katkıyı sağlayamayacaktır. Nitekim hakkaniyetli bir tutum yakalama amacıyla daha yüksek fiyat beklentisini dikkate alacak şekilde kömür üreticilerinin lehine bir takım düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda, modelde yer alan parametrelerden  $\eta$  ve  $\alpha$ 'nın birinin ya da her ikisinin değerinin artırılması neticesinde daha yüksek kömür fiyatların elde edilebilmesi söz konusudur. Netice itibarıyla, Şekil 4.5'te verilen regresyon doğrusunun hem eğim hem de pozisyon bakımından yukarıya doğru hareketi söz konusu olacaktır.  $\eta$  ve  $\alpha$  parametrelerinin alacağı farklı

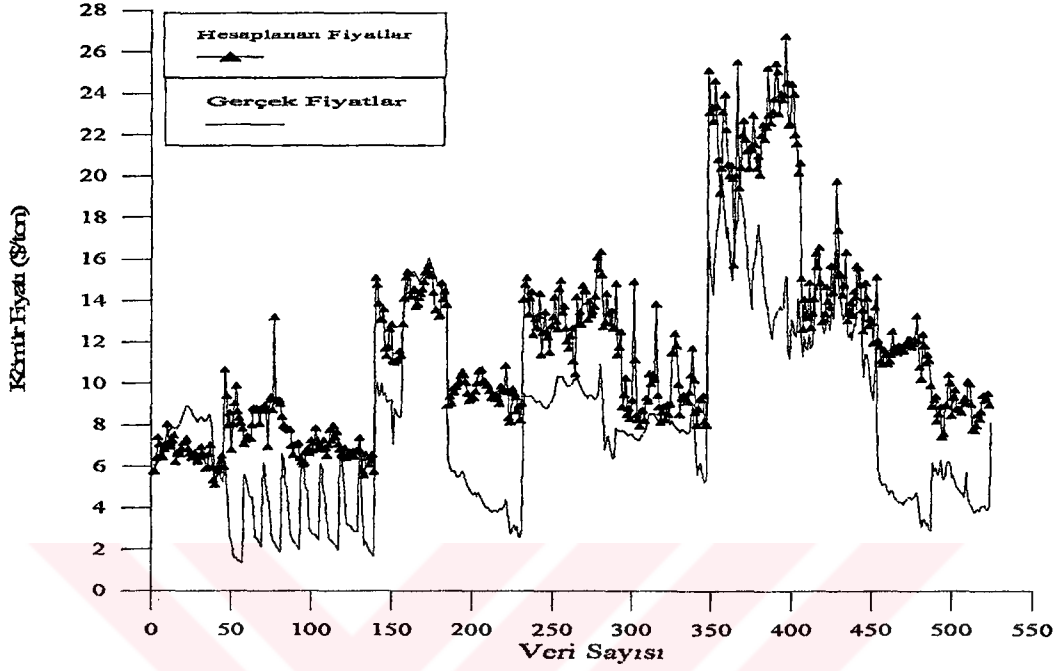


değerlere göre elde edilen kömür fiyatlandırma eşitlikleri Tablo 4.2' de verilmektedir.

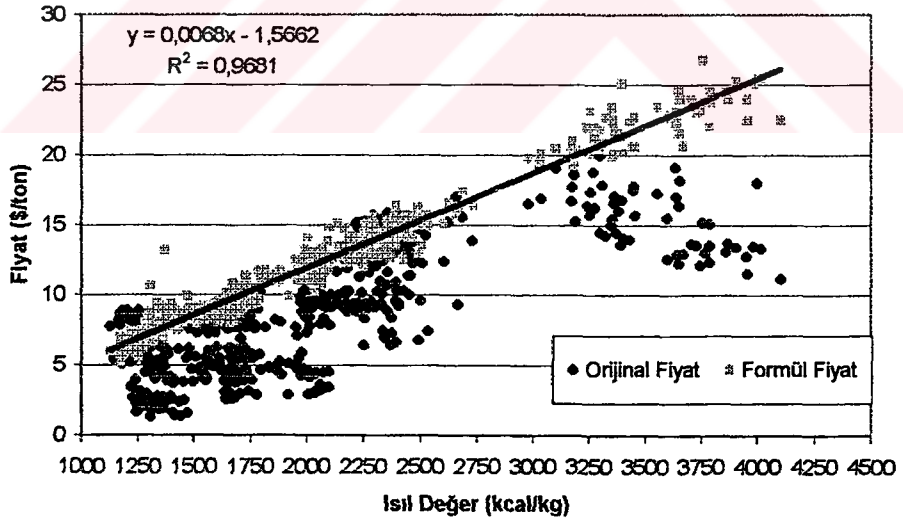
Tablo 4.2. Parametrelerin Aldığı Değerlere Göre Eşitliklerin Durumu

$\eta$	$\alpha$	Eşitlik
0,32	0,36	$F_{KÖM} = \frac{KAL_{KÖM} \cdot F_{ELK}}{86000} \cdot 0,115 - 1,91$
	0,40	$F_{KÖM} = \frac{KAL_{KÖM} \cdot F_{ELK}}{86000} \cdot 0,128 - 1,91$
	0,45	$F_{KÖM} = \frac{KAL_{KÖM} \cdot F_{ELK}}{86000} \cdot 0,144 - 1,91$
0,35	0,36	$F_{KÖM} = \frac{KAL_{KÖM} \cdot F_{ELK}}{86000} \cdot 0,126 - 1,91$
	0,40	$F_{KÖM} = \frac{KAL_{KÖM} \cdot F_{ELK}}{86000} \cdot 0,140 - 1,91$
	0,45	$F_{KÖM} = \frac{KAL_{KÖM} \cdot F_{ELK}}{86000} \cdot 0,158 - 1,91$
0,40	0,36	$F_{KÖM} = \frac{KAL_{KÖM} \cdot F_{ELK}}{86000} \cdot 0,144 - 1,91$
	0,40	$F_{KÖM} = \frac{KAL_{KÖM} \cdot F_{ELK}}{86000} \cdot 0,160 - 1,91$
	0,45	$F_{KÖM} = \frac{KAL_{KÖM} \cdot F_{ELK}}{86000} \cdot 0,18 - 1,91$

Yukarıda verilen eşitliklerden  $\eta=0,35$  ve  $\alpha=0,45$  olarak alınması durumunda, gerçek ve hesaplanan fiyatların seyri Şekil 4.6'da ve bu fiyatların ısı değer ile olan ilişkisi Şekil 4.7'de verilmiştir. Bu yaklaşıma göre kömür fiyatlarının ortalaması 3,65 \$/ton mertebesinde ilave bir artış göstermektedir. Bu haliyle doğrunun eğimi ve pozisyonu daha hakkaniyetli bir konuma yükselmiştir.



Şekil 4.6. Gerçek ve Hesaplanan Fiyatların Seyiri



Şekil 4.7. Gerçek ve Hesaplanan Fiyatların Isıl Değer İle İlişkisi

$$(\eta=0,35; \alpha=0,45)$$

Tablo 4.2'de verilen eşitlikler, TEAŞ'ın 1970-1999 yılları arasında satın almış olduğu linyitlere ödediği yıllık ortalama fiyatlarla mukayese edebilmek

bakımından ayrıca tek tek denemiştir<sup>1</sup>. Deneme sonuçları Şekil 4.8- 4.10'da grafiksel olarak sunulmaktadır. Grafikler incelendiği takdirde aşağıdaki yorumların yapılması mümkündür.

- 70'li yılların ikinci yarısında başlayıp, 80'li yılların ortalarına kadar süren yaklaşık on yıllık bir zaman dilimin dışında, grafiklerin tümünde gerçek ve hesaplanan fiyatlar birbirine benzer bir trend takip etmektedirler.
- Termik santral verimliliği %32 ve  $\alpha$  oranı 0,36 mertebesinde iken, hesaplanan ve gerçek fiyatlar birbirine en yakın değerleri almışlardır. Nitekim gerçek fiyatların ortalaması 10,74 \$/ton ve hesaplanan fiyatların ortalaması ise 11 \$/ton mertebesindedir. Bu uygulama ithal kömür fiyatları ve yerli kömür fiyatların eşdeğer kalori bazından mukayesesine binaen, kömür madenciliğinin aleyhine sonuçlanmıştır.
- Daha yüksek fiyatlar elde edilebilmesi için  $\eta$  ve/ veya  $\alpha$  değerlerinden herhangi birisinin yeterli ölçüde artırılması gerekmektedir. Nitekim  $\alpha=0,40$  alınmak üzere, termik santral veriminin %32' den %35'e çıkması, fiyatların ortalama 1,35 \$/ton artmasına yol açmaktadır. Bu itibarla yeterli bir artışın özgün sözleşmelerde ayrı ayrı ele alınması zaruri gözükmemektedir.

Tablo 4.2'de verilen eşitliklerin taşkömürü fiyatları bazındaki uygulama sonuçları ise Şekil 4.11'de grafiksel olarak sunulmaktadır. Fiyat trendinde gözlenen uyumsuzluklara rağmen,  $\eta=0,40$  ve  $\alpha=0,40$  kabulleri altında hesaplanan fiyatlar, gerçek fiyatlara en yakın sonuçları vermiştir. Nitekim hesaplanan fiyatların ortalaması 32,20 \$/ton ve gerçek fiyatların ortalaması 32,26 \$/ton mertebesindedir.

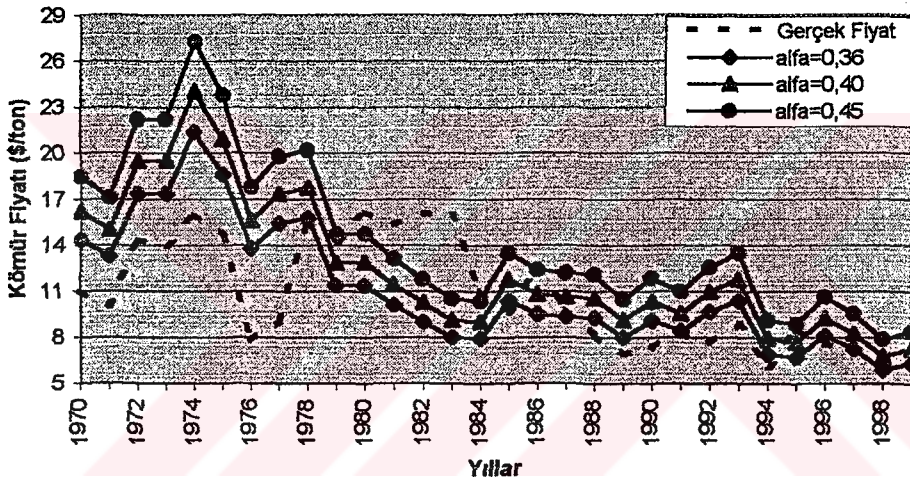
Sivas Kömür Tevzii'nin ithal ettiği kömürlerin fiyatları ile ilgili eşitlikler bazında hesaplanan fiyatların mukayesesini sonucunda ise, gerçek fiyatlara en yakın değerlerin  $\eta=0,40$  ve  $\alpha=0,45$  olması durumunda elde edildiği anlaşılmaktadır

---

<sup>1</sup> Tüm kömür ve elektrik fiyatları reel bazda ifade edilmiştir.

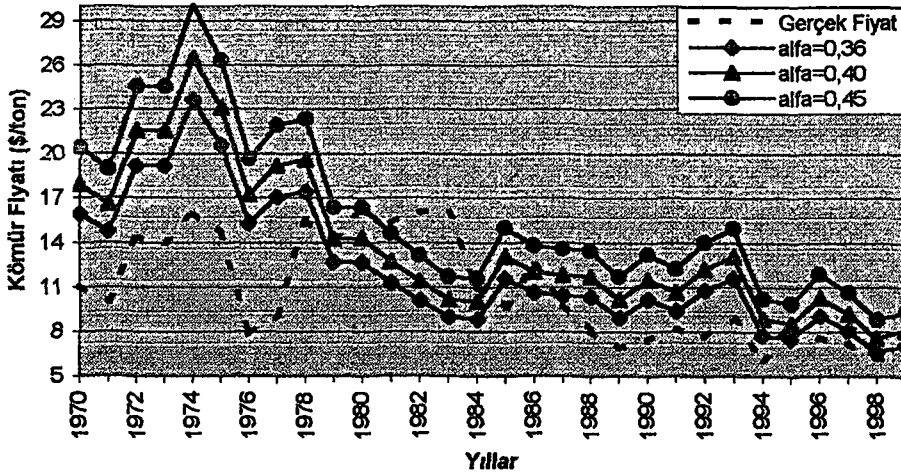
(Şekil 4.12). Buna rağmen hesaplanan fiyatların gerçek fiyatların bir hayli altında kaldığı gözlenmektedir. Bununla birlikte veri sayısının yetersizliğinden ötürü ithal kömür fiyatı ve model fiyat ilişkisi üzerine kesin bir yargıya varmak mümkün gözükmemektedir. Bu kapsamda özellikle  $\eta=0,45$  ve  $\alpha$ =değişken alınmak koşuluyla ithal kömürlerin fiyatları ayarlanabilir gözükmemektedir. Bu husus, ithal kömür fiyatlarının gereksiz yere şişirilmesini engellemeye yardımcı olacaktır.

TEAŞ Yıllık Ortalama Linyit Alım Fiyatları (verim=0,32)



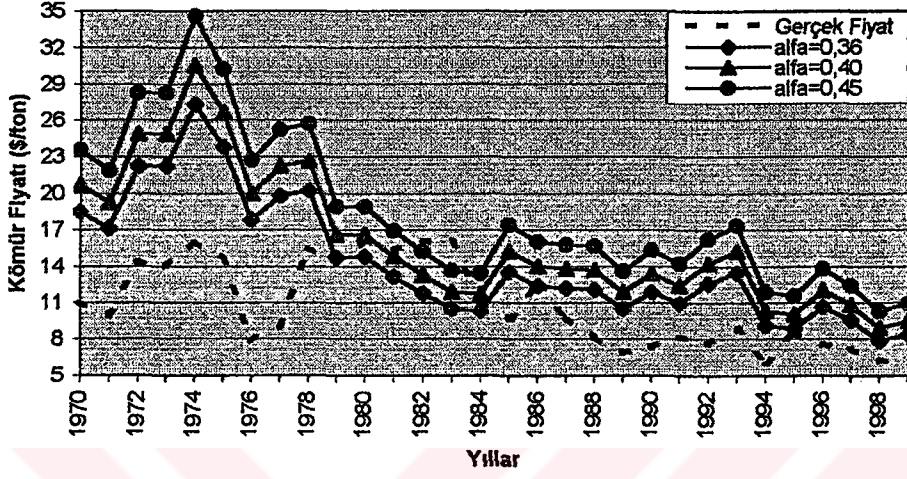
Şekil 4.8.  $\eta=0,32$  İçin Değişen  $\alpha$  Oranlarına Bağlı Linyit Fiyatları

TEAŞ Yıllık Ortalama Linyit Alım Fiyatları (verim=0,35)

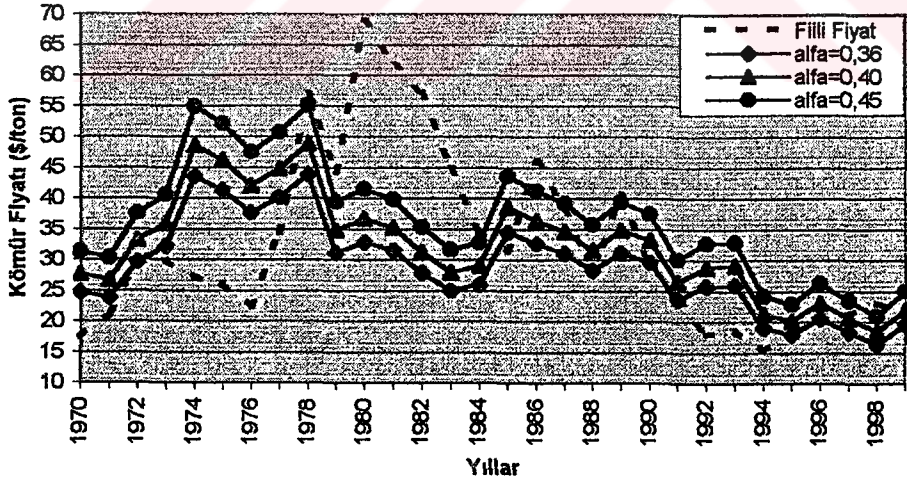


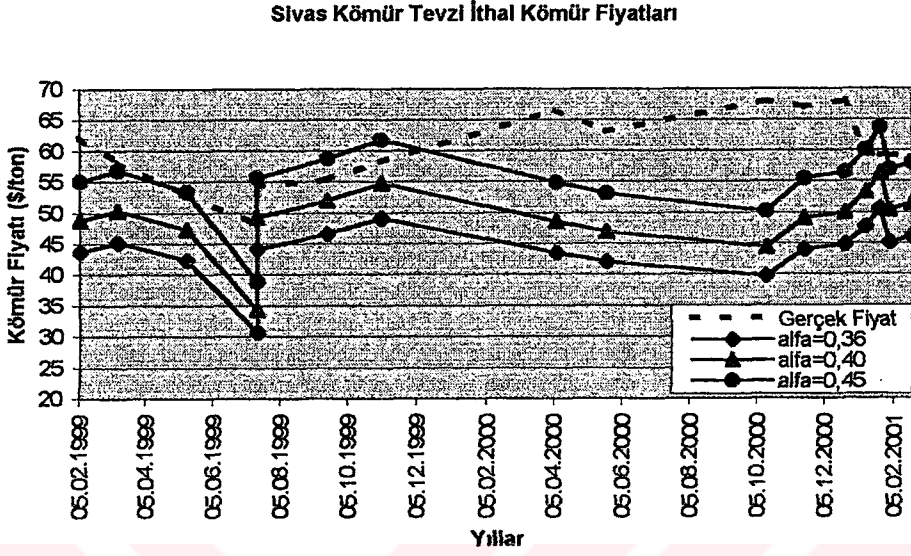
Şekil 4.9.  $\eta=0,35$  İçin Değişen  $\alpha$  Oranlarına Bağlı Linyit Fiyatları

TEAŞ Yıllık Ortalama Linyit Alım Fiyatları (verim=0,40)

Şekil 4.10.  $\eta=0,40$  İçin Değişen  $\alpha$  Oranlarına Bağlı Linyit Fiyatları

TEAŞ Yıllık Ortalama Taşkömürü Alım Fiyatları (verim=0,40)

Şekil 4.11.  $\eta=0,40$  İçin Değişen  $\alpha$  Oranlarına Bağlı Taşkömürü Fiyatları



Şekil 4.12.  $\eta=0,40$  İçin Değişen  $\alpha$  Oranlarına Bağlı İthal Kömür Fiyatları

## 5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bilindiği üzere 9,5 milyar ton mertebesinde rezervi ile ülkemizin yegane güvenilir enerji kaynağı olma durumunda bulunan kömürün, büyük bir bölümünden ancak termik santral yakıtı olarak faydalanılmaktadır. Bu nedenle bilhassa ülkemiz elektrik enerjisi talebinin ucuz ve güvenilir bir şekilde karşılanabilmesi açısından kömür varlığımız büyük bir önem arz etmektedir. Bununla birlikte kömürün gerek elektrik enerjisi üretimindeki gerekse parça kömür pazarındaki payı yeterli bir büyüklük arz etmediği gibi, her geçen gün azalan bir eğilim göstermektedir. Söz konusu gelişmenin arka planında aşağıdaki unsurların ağırlıklı olarak yer aldığı düşünülmektedir.

- Kömür ruhsatları ve üretimi ağırlıklı olarak devletin uhdesindedir. Bu nedenle kömür madenciliği alanında serbest rekabet koşulları tam manasıyla oluşturulamamıştır.
- Kömür fiyatlandırmasına dönük olarak Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın ne bağlayıcı ne de yönlendirici bir yaklaşımı bulunmamaktadır. Bu nedenle kömür alım- satım sözleşmelerindeki fiyatlandırmalarda belirgin farklılıklar göze çarpmaktadır.
- Kömür fiyatları OECD Ülkeleri ortalamalarının altında seyretmektedir. Bu durum bilhassa özel sektöre bağlı bir çok kömür sahasının ekonomik olarak işletilebilir özelliğini olumsuz yönde etkilemektedir.
- Elektrik fiyatlarının yüksek olmasına rağmen bu fiyatların yanında kömür fiyatlarının düşük kalması hususu, kömür madenciliğinin milli gelire olan katkısının daha az görünmesine ve dolayısıyla makro tercihlerde kömür madenciliği sektörü yerine enerji sektörünün ön plan çıkmasına sebep olmaktadır.

Yukarıdaki açıklamalara binaen, yerli kömürlerimizin belirli bir sistematik çerçevesinde ve tatmin edici bir düzeyde fiyatlandırılması, bir taraftan özel sektör kömür madenciliğinin gelişmesine bağlı olarak kömür arzının artmasına, diğer taraftan daha fazla kaynağın yeni rezervlerin araştırılması ve kömür

zenginleştirme çalışmalarına aktarılmasına yol açacaktır. Artan kömür üretimi ve kalitesine bağlı olarak kömürün ithal yakıtlar karşısındaki rekabet gücünde artacaktır. Bu şekilde, istihdam ve milli gelir artışı gibi olumlu katkıların yanı sıra, enerji sektöründeki dışa bağımlılık ve kaynakların dışarıya aktarılmasından kaynaklanan ekonomik olumsuzluklar da önemli ölçüde azaltılabilecektir. Bu nedenle ilgili sektörler tarafından kullanılmak üzere bir kömür fiyatlandırma modelinin oluşturulması belirgin bir önem arz etmektedir.

Bilindiği üzere çeşitli kalite parametreleri ile tarif edilen ve heterojen bir ürün olan kömüre özgü fiyatlar, genellikle bu parametrelerin yanı sıra ikame ve nihai ürün pazarındaki gelişmelerden de önemli ölçüde etkilenmektedir. Bu kapsamda, ülkemizde faaliyet gösteren bazı termik santrallere ait fiyat ve ilgili parametrelerin (ısı değer, kül içeriği, nem içeriği, tüketim miktarı, elektrik fiyatı, doğalgaz fiyatı, motorin fiyatı) verileri çoklu regresyon analizinden faydalanan bir hedonic fiyatlandırma yaklaşımında dikkate alınmıştır. Münferit santraller bazında yapılan analizlerin sonuçları aşağıda özetlenmektedir.

- Her bir termik santral için elde edilen kömür fiyatlandırma modellerinde belirgin farklılıklar göze çarpmaktadır.
- Kömür kalitesine ilişkin önemli parametreler beklenen intensiteyi göstermediği gibi, yer aldığı modellerde beklenenin aksi yönde etkileri söz konusu olmuştur.
- Bir nihai ürün niteliği taşıyan elektriğin fiyatları, maksimum intensiteye sahip çıkmasının yanı sıra, modellerin tümünde kömür fiyatları ile pozitif eğimli bir ilişki içerisinde çıkmıştır.
- Modellerin determinasyon katsayıları geniş bir aralıkta değişmekte olup, bir çoğunda tatmin edici büyüklükler söz konusu olmamıştır.

Münferit termik santraller bazında yapılan analizler neticesinde elde edilen modellerde, gerek kömür fiyatlarını etkileyen parametrelerin gerekse bunların etki derecelerinin belirgin bir şekilde farklı çıkmasından ötürü, ortak bir değerlendirme yapılması ihtiyacı hasıl olmuştur. Bu ihtiyacın karşılanmasına dönük olarak



termik santrallerin verileri bir bütün olarak ele alınarak aynı yöntemle analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, kömür fiyatları kalorifik değer, kül içeriği ve elektrik fiyatları ile beklenen yönde bir ilişki içerisinde çıkmıştır. Determinasyon katsayısı 0,674 mertebesinde olan bu model, paçal bir fiyatlandırma politikasının izlenmiş olabileceği izlenimini vermiştir.

Paçal fiyatlandırma modeli, münferit santraller için elde edilen modellere göre daha iyi ve anlamlı sonuçlar vermekle beraber, gerek modelin determinasyon katsayısının tatmin edici bir büyüklük arz etmemesi, gerekse gerçek fiyat verilerine dayalı böyle bir modelin bugüne kadar olduğu gibi bundan sonra da kömür madenciliği lehine bir gelişmeye yol açamayacağı düşüncesinden ötürü, farklı yaklaşımlarla yeni bir fiyatlandırma modelinin oluşturulması gerekliliği söz konusu olmuştur.

Bu kapsamda diğer bazı önemli maden hammaddelerinin fiyatlandırma modellerine benzer bir yaklaşım esas alınmıştır. Hedonic fiyatlandırma analizinde ortaya çıkan ilişkilerden de faydalanmak suretiyle oluşturulan modelin genelleştirilmiş hali (1) nolu eşitlikte sunulmaktadır.

$$F_{KÖM} = \frac{KAL_{KÖM} \cdot \eta}{860} \cdot \left[ \frac{F_{ELK}}{100} - \frac{M_{ELK}}{100} \right] - \beta \dots\dots\dots(1)$$

$F_{KÖM}$ = Kömürün Satış Fiyatı (\$/ton)

$M_{ELK}$ = Termik Santral Şarjı (cent/kwh)

$KAL_{KÖM}$ = Kömürün Alt Isıl Değeri (kcal/ton)  $\eta$ = Termik Santral Verimi

$F_{ELK}$ = Elektrik Satış Fiyatı (cent/kwh)

$\beta$ = Kül atım ve çevre yükü maliyeti (\$/ton-kömür)

Bu eşitlikle ilgili aşağıdaki hususlar ön plana çıkmaktadır.

- Kömürün ısıl değerinin artması neticesinde kömür fiyatı da orantılı olarak artacaktır.
- 1 kwh elektrik satış fiyatı içerisindeki yakıt dışı maliyet ve kar kalemlerinin toplamından ibaret olan termik santral şarjı azaldığı zaman kömür fiyatı artacaktır. Bu durum üretim, iletim ve dağıtım

maliyetlerinde yapılacak iyileştirmeler ve/veya kar payının azaltılması neticesinde gerçekleşecektir.

- Santral işletmeciliğindeki verim artışlarına paralel olarak, kömür fiyatlarının da artması söz konusu olacaktır.
- Kül atım ve çevre yükü maliyetlerinin artması neticesinde kömür fiyatları azalacaktır.

(1) nolu eşitlikte  $F_{ELK}-M_{ELK}$  farkının, elektrik fiyatının belirli bir oranı ( $\alpha$ ) olarak ifade edilmesi durumunda, fiyatlandırma eşitliğinin aşağıdaki gibi revize edilmesi mümkün olmuştur.

$$F_{KÖM} = \frac{KAL_{KÖM} \cdot \eta}{86000} \cdot F_{ELK} \cdot \alpha - \beta \dots\dots\dots(2)$$

Bu eşitlikte  $\alpha=0,36$  ve  $\eta= 0,32$  alındığında mevcut termik santrallerin paçal fiyatları doğrultusunda bir örtüşme vermektedir. Bu haliyle kömür madenciliğini hakkaniyetli ölçüler dahilinde korumak ve oluşan karları bu ölçülerde paylaşmak için  $\eta$  ve  $\alpha$  katsayılarının yapılacak sözleşmelerde makul ölçüde artırılması gerekmektedir. Ülkemize ithal edilen kömür fiyatları ile yerli kömürlerin eşdeğer kalori bazında mukayese edildiğinde  $\eta \geq 0,35$  ve  $\alpha \geq 0,45$  olması durumu, daha hakkaniyetli kömür satış fiyatları oluşturacaktır.

**KAYNAKLAR**

- 1) Alpar R.; Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlere Giriş-I, Bağırhan Yayınevi, 1997
- 2) Apostolides G.A.; "Development of Equations for Determination of Approximate Value of Base-Metal Ores and Their Use in Planning Exploration Projects", The Institution of Mining and Metallurgy, vol. 92, 1983
- 3) Aslan H.; "Kömüre Dayalı Termik Elektrik Santrallerinde Verim ve Kapasite Kullanım Oranı Düşüklüğünün Nedenleri ve Bunların Yükseltmeleri İçin Alınması Gerekli Tedbirler", Türkiye Enerji Sempozyumu, 1996
- 4) Austen D.;" Trends in Coal Contracting and Pricing, and Likely Consequences For Coal Price Volatility, Coal Use and Coal Supply", The Future Role of Coal, IEA, 1998
- 5) Berndt E.R.; The Practice of Econometrics: Classic and Contemporary, Addison Weley, 1991
- 6) Boone L.E. and Kurtz D.L.; Contemporary Marketing, The Dryden Press, 1992
- 7) BP Amoco; Statistical Review of World Energy, 1980
- 8) BP Amoco; Statistical Review of World Energy, 1990
- 9) BP Amoco; Statistical Review of World Energy, 2000
- 10)BP Amoco; Statistical Review of World Energy, 2001
- 11)Chang H.S.; "Examining Hard Coking Coal Price Differentials", Resources Policy, vol. 21, 1996
- 12) Crowson P.; Inside Mining, Mining Journal Books Ltd., 1998
- 13) Crowson P.; Minerals Hanbook 1998-1999, Mining Journal Books Ltd.
- 14)DİE; Kömür İthalatı İstatistik Bilgileri
- 15)DPT; Kömür, Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 1996
- 16)EIA (Energy Information Administration); Annual Energy Review, 1999

- 17) Enerji Bakanlığı, [www.enerji.gov.tr](http://www.enerji.gov.tr), 2002
- 18) Enerji Terminolojisi, Febel Ltd. Şti., 1991
- 19) Esmer O.; “Enerji Politikaları”, Türkiye Enerji Sempozyumu, 1996
- 20) Hogan L., Thorpe S., Swan A., Middleton S.; “Pricing of Australia’s Coking Coal Exports: A Regional Hedonic Analysis”, Resources Policy, vol. 25, 1999
- 21) IEA (International Energy Agency); Key World Energy Statistics, 1999
- 22) IEA; Annual Energy Review, 1999
- 23) IEA, Coal Information, 2000
- 24) IEA; International Coal Trade, 1997
- 25) Jones M.E.; “Internationally Traded Coals: Competitiveness”, Economics of Int. Traded Minerals, Bush W.R. ed., SME, 1986
- 26) Kahraman H., Charles C., Reinfenstein A.; “Technical Factors Determining the Comparative Coking Coal Prices in the Japanese Market”, Proceedings of the National Agricultural and Resources Outlook Conference, vol.3, 1997
- 27) Karayığit A.İ. ve Köksoy M.; “Kömürün Oluşumu ve Sınıflandırılması”, Kömür, Kural O. Ed., 1998
- 28) Kasapoğlu İ.; “Liberalleşen Enerji Piyasalarında Madencilik”, Enerji Sektöründe Karar Vericiler Çalıştayı, 2002
- 29) Kasapoğlu İ.; Kişisel Görüşmeler, 2000
- 30) Kasapoğlu İ.; “Ulusal Madencilik Politikası ve Yasal Düzenlemeler”, 1. Madencilik Şurası, 1990
- 31) Koerner R.J.; “Determination of Japanese Buyer Valuation of Metallurgical Coal Characteristics by Hedonic Modelling”, Resources Policy, vol. 28, 2002
- 32) Koerner R.J.; “The Influence of Sogo Shosha Companies on Contract Bargaining in the Pacific Metallurgical Coal Trade”, Resources Policy, vol. 24, 1998
- 33) Koerner R. J.; “Behaviour of Pacific Energy Markets: the Case of the Coking Coal Trade with Japan”, Pacific Economic Papers, No.252, 1996

- 34) Koerner R.J.; "The Behaviour of Pacific Metallurgical Coal Markets, Resources Policy, vol. 1, 1993
- 35) Kükner A. ve Papazyan K.; "Kömür Ticareti, Taşımacılığı ve Limanları", Kömür, Kural O. Ed., 1991
- 36) Kükner A. ve Yıldırım Y.; "Kömür Ticareti, Deniz Yolu ile Kömür Taşımacılığı ve Kömür Limanları", Kömür, Kural O. Ed., 1998
- 37) Mitchell J.; Price Determination and Prices Policy, George Allen & Unwin Ltd., 1978
- 38) Mucuk K.; Kişisel Görüşmeler, TKİ İşletmeler Daire Başkanlığı, 2000
- 39) Müftüoğlu M.T.; İşletme İktisadı, Turhan Kitabevi, 1994
- 40) Nakoman E.; "Türkiye Kömür Arama Stratejilerine Genel Bir Bakış ve Beklenen Gelişmeler", Türkiye Kömür Arama Hedeflerinin Belirlenmesi ve Arama Yöntemlerinin Saptanması, YMGV, 1996
- 41) Narin R.; "Türkiye'deki Kömür Aramacılığında MTA'nın Yeri", Türkiye Kömür Arama Hedeflerinin Belirlenmesi ve Arama Yöntemlerinin Saptanması, YMGV, 1996
- 42) Oral S.; "Türkiye'nin Kömür İthalatı", Kömür Teknolojisi ve Kullanımı Semineri IV, 1997
- 43) Önal G.; "Madencilik Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Değerlendirilmesi", 1. Madencilik Şurası, 1990
- 44) Önal G.; " Ülke Kalkınmasında Madencilğin Önemi", Madencilik ve Çevre Toplantısı, 1997
- 45) Özdağ Y.; "Türkiye Enerji Sektöründe Kömürün Yeri", Enerji Sektöründe Karar Vericiler Çalıştayı, 2002
- 46) Porter D., Gooday P.; "The Effects of Coal Quality on Japanese Coking Coal Contract Prices", Conference of Economists, 1990
- 47) Rousaki K.; "Liberalization of Electricity Markets and Coal Use", Energia, Vol.10 No.5, 1999
- 48) Saygı N. ve Gözen M.; "Londra Metal Borsası", Doğadan Ekonomiye, Sayı:2, 2000
- 49) Seçer G.B.; "Londra Metal Borsası", Metal Maden, Sayı: 43, 1998

- 50) Sivas Kömür Tevzi, Kişisel Görüşmeler, 2002
- 51) Stanton T. J., Whitehead J. C.; “The Implicit Price of Sulphur in Bituminous Coal”, Applied Economics, vol. 27, 1995
- 52) TEAŞ; Türkiye Elektrik Üretim-İletim İstatistikleri, 1999
- 53) The Coal Association of Canada; Types of Coal, 2000  
(<http://www.coal.ca/coaltype.htm> )
- 54) TKİ, [www.tki.gov.tr](http://www.tki.gov.tr), 2002
- 55) University of Kentucky;  
(<http://www.uky.edu/KGS/coal/webcoal/images/peatcoal.gif>), 2002
- 56) University of Kentucky;  
(<http://www.uky.edu/KGS/coal/webcoal/pages/coalkinds.html>), 2002
- 57) University of Kentucky;  
(<http://www.uky.edu/KGS/coal/webcoal/images/electric.gif>), 2002
- 58) Ünver Ö.; “Dünya’da ve Türkiye’de Kömür”, Türkiye’nin Enerji Politikaları, YMGV, 1997
- 59) Ünver T.; “Kömürde Satış ve Fiyatlandırma Yöntemleri”, Stratejik Pazarlama Yönetimi, Modern Pazarlama Teknikleri ve Maden Pazarlaması Eğitim Semineri, YMGV, 2000
- 60) Waterhouse G.; GWC Coal Handbook, GWC Ltd.
- 61) WCI (World Coal Institute); Coal: Power for Progress, 2000
- 62) WCI, Coal Facts, 1999
- 63) WEC, Energy Efficiency Policies, 1995
- 64) WEC, Energy for Tomorrow’s World, 2000
- 65) World Bank, World Development Indicators, 2000
- 66) Yıldırım Y. ve Göllü E.; “Kömürün Pazarlanması ve Geleceği”, Kömür, Kural O. Ed., 1998
- 67) Yücel F.B.; Enerji Ekonomisi, Febel Ltd. Şti., 1994

## EK 1 Afşin- Elbistan Termik Santrali Verileri

Yıllar	Doğal Gaz Reel Fiyat (\$/m <sup>3</sup> )	Motorin Reel Fiyat (\$/ton)	Reel Fiyat (cent/kwh)	Tüketim (ton)	Kalori (kcal/kg)	Nem (%)	Kül (%)	Reel Fiyat (\$/ton) (1982-1984=100)
1998-01	95,47	262,32	3,57	1144001	1170	49,6	20	6,02
1998-02	96,39	248,25	3,56	707470	1172	30,2	19	6,04
1998-03	95,74	266,17	3,54	573779	1279	50	18	6,06
1998-04	93,60	254,61	3,55	580253	1432	51,6	16	6,15
1998-05	93,83	247,77	3,63	798953	1351	51	17	6,34
1998-06	93,79	239,14	3,68	565806	1251	49,5	19	6,49
1998-07	91,03	248,72	3,75	658335	1215	48,3	20	6,67
1998-08	90,12	243,29	3,84	1097553	1240	49,6	19	6,92
1998-09	92,33	241,78	3,94	1047413	1251	48,9	18	7,29
1998-10	93,81	233,59	4,00	987096	1361	50,4	18	7,62
1998-11	93,85	223,26	3,90	1089038	1269	49,8	20	7,64
1998-12	93,48	209,34	3,85	1406822	1254	50,7	18	7,77
1999-01	94,17	195,85	3,86	1256316	1298	51,5	18	7,85
1999-02	93,97	208,06	3,81	1265234	1348	52,6	17	7,83
1999-03	93,00	196,58	3,78	1619774	1171	48,8	19	7,84
1999-04	87,72	229,31	3,74	1257888	1238	50,7	18	7,83
1999-05	92,19	220,21	3,77	1659918	1251	50,8	19	7,97
1999-06	91,72	210,89	3,79	1202017	1224	50,5	19	8,09
1999-07	90,06	295,46	3,84	1595652	1250	50,7	18	8,27
1999-08	91,68	158,69	3,95	1433307	1258	49,9	19	8,57
1999-09	90,81	151,53	3,96	1460204	1263	50,6	19	8,68
1999-10	91,43	336,71	4,03	1653634	1254	51,1	19	8,92
1999-11	92,41	350,51	3,98	1425398	1204	50,6	19	8,90
1999-12	91,54	329,62	3,93	1300657	1184	50,3	19	8,87
2000-01	102,25	317,74	3,87	1242064	1174	51,7	19	8,71
2000-02	101,35	434,22	3,80	1263437	1216	51,7	18	8,53
2000-03	100,18	418,05	3,73	1226128	1256	51,4	18	8,36
2000-04	100,35	407,24	3,71	763841	1193	51,1	19	8,30
2000-05	98,10	392,45	3,66	760863	1217	50,5	19	8,15
2000-06	98,59	391,02	3,72	727739	1229	50,9	19	8,27
2000-07	113,83	399,84	3,72	643694	1299	51	18	8,41
2000-08	98,99	388,75	3,70	654193	1256	49,1	20	8,33
2000-09	96,08	375,76	3,65	874872	1261	50,1	18	8,20
2000-10	102,56	368,10	3,66	795524	1164	49,1	19	8,18
2000-11	101,70	361,60	3,70	884310	1167	49,7	20	8,24
2000-12	100,55	364,59	3,81	1133502	1224	51	19	8,50
2001-01	109,36	363,94	4,17	1026533	1173	50,5	19	8,45
2001-02	131,60	378,04	3,81	1289985	1127	49,7	20	7,74
2001-03	114,29	287,33	3,37	997539	1176	50,4	19	5,98
2001-04	90,14	229,05	3,25	939486	1181	50,2	19	5,06
2001-05	93,83	243,59	3,73	1205073	1145	49,8	19	5,44
2001-06	119,30	353,70	3,58	1129286	1179	50	19	5,83
2001-07	86,29	326,52	3,45	1114831	1282	50,1	18	5,55
2001-08	83,04	307,77	3,52	1037858	1310	51	18	5,36
2001-09	86,79	292,02	3,54	1040028	1220	49,4	18	5,23

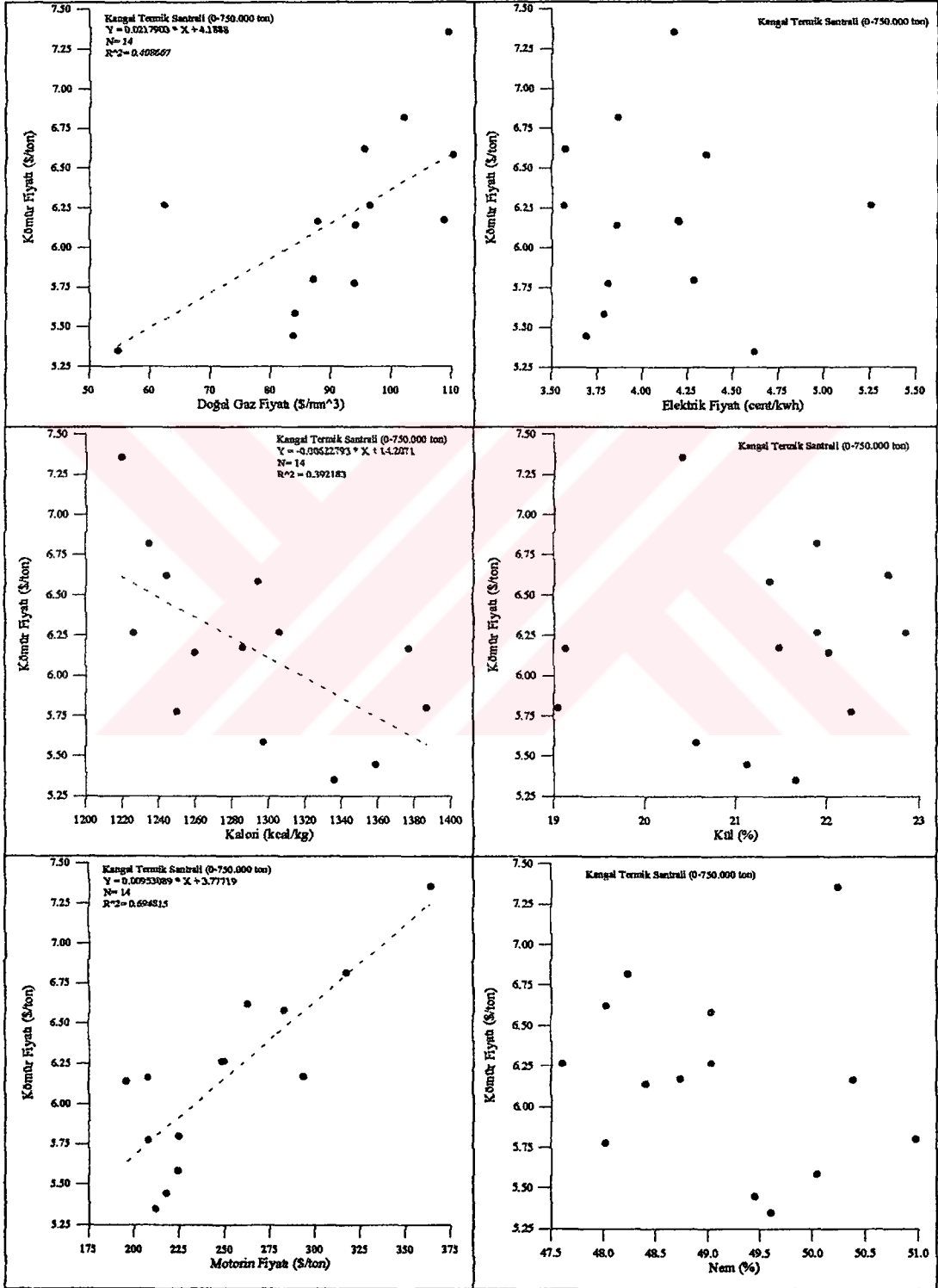
## EK 2 Kangal Termik Santrali Verileri

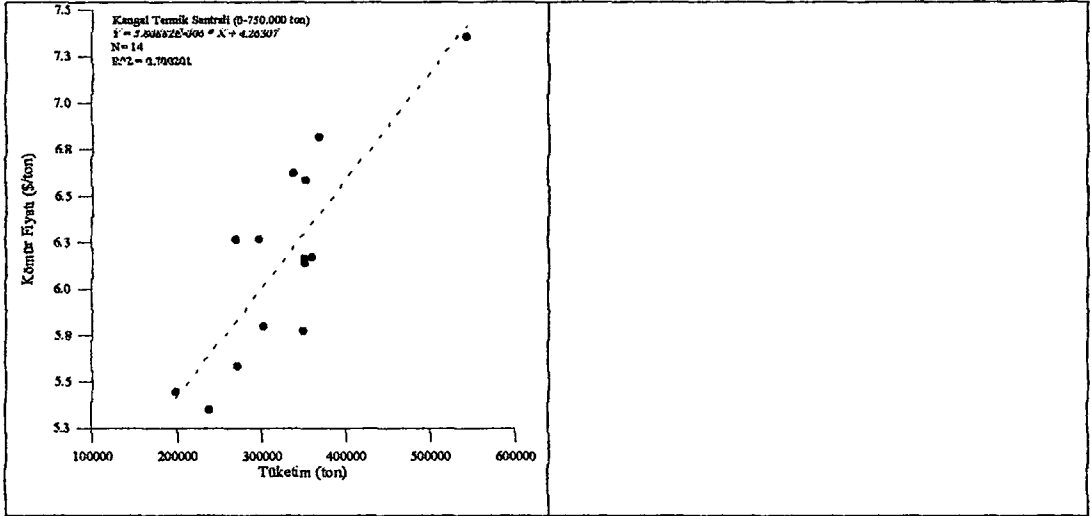
Yıllar	Doğal Gaz Reel Fiyat (\$/mm <sup>3</sup> )	Motorin Reel Fiyat (\$/ton)	Reel Fiyat (cent/kwh)	Tüketim (ton)	Kalori (kcal/kg)	Nem (%)	Kül (%)	Reel Fiyat(\$/ton) (1982-1984=100)
1994-01	62,27	249,48	5,26	297.214	1306	49	22	6,27
1994-02	54,65	211,78	4,62	238.709	1336	49,6	22	5,35
1994-03	50,65	187,54	4,10	325.734	1318	48,1	22	4,39
1994-04	46,89	144,64	3,93	289.153	1458	50,6	19	2,56
1994-05	60,98	137,38	3,73	262.068	1272	50,1	20	2,43
1994-06	63,74	169,85	3,97	260.793	1368	49,5	20	1,93
1994-07	68,91	172,21	4,26	266.391	1406	50	20	1,64
1994-08	71,31	202,56	4,37	202.379	1472	52,6	17	1,60
1994-09	76,38	199,22	4,07	240.646	1418	50,5	19	1,49
1994-10	82,11	193,58	3,96	244.853	1414	49,8	20	1,44
1994-11	88,46	209,38	3,80	248.491	1439	53,4	16	1,39
1994-12	82,55	241,33	4,08	257.939	1304	50,4	20	1,35
1995-01	84,02	223,88	3,79	271.175	1297	50	21	5,58
1995-02	83,83	218,27	3,69	197.767	1359	49,5	21	5,44
1995-03	83,34	244,32	3,76	312.556	1362	49	21	5,27
1995-04	86,72	240,38	3,85	219.567	1328	50,7	21	4,64
1995-05	86,22	235,67	3,92	176.362	1288	50,1	20	4,55
1995-06	87,86	234,56	4,06	165.168	1332	50,4	19	4,52
1995-07	88,68	254,08	4,15	211.700	1415	52,2	16	3,97
1995-08	89,76	241,68	4,16	216.002	1397	52,2	17	2,60
1995-09	91,24	252,93	4,26	147.328	1375	51,5	18	2,53
1995-10	85,23	224,16	4,06	167.492	1435	52,4	17	2,41
1995-11	88,53	240,94	4,09	206.760	1334	50,5	20	2,30
1995-12	90,18	222,64	4,50	234.824	1299	48,9	21	2,13
1996-01	87,80	207,74	4,20	350.676	1377	50,4	19	6,16
1996-02	87,15	224,82	4,29	301.577	1387	51	19	5,80
1996-03	87,21	209,83	4,22	337.294	1370	50,2	20	4,92
1996-04	93,20	264,39	3,55	258.988	1363	51,3	19	4,43
1996-05	91,87	249,50	4,36	220.333	1393	52,4	18	4,18
1996-06	92,61	282,40	4,41	158.910	1398	52,3	17	2,80
1996-07	99,78	286,11	4,45	286.279	1305	49,9	20	2,40
1996-08	97,72	278,15	6,04	277.970	1368	50,9	19	2,34
1996-09	98,78	264,97	4,54	224.104	1338	50,3	20	2,22
1996-10	98,13	282,50	4,51	242.657	1338	50,2	19	2,10
1996-11	100,44	268,34	4,50	358.098	1349	51,4	19	2,00
1996-12	99,69	252,39	4,45	341.699	1344	49,8	20	1,88
1997-01	110,16	282,90	4,35	353.064	1294	49	21	6,58
1997-02	108,78	293,77	4,20	358.944	1286	48,7	21	6,17
1997-03	107,66	279,73	4,12	337.946	1303	48,7	22	5,21
1997-04	119,22	266,48	4,04	308.153	1321	50,2	20	4,89
1997-05	107,56	254,61	3,97	217.412	1327	50,4	20	4,05
1997-06	108,09	241,97	3,89	166.789	1364	50	20	2,76
1997-07	97,53	229,15	3,76	291.084	1296	48,4	21	2,59
1997-08	96,93	231,00	3,62	324.948	1276	48,3	22	2,42
1997-09	96,91	221,26	3,69	311.693	1327	49,3	21	2,32
1997-10	95,68	270,01	3,76	284.906	1301	49	21	2,21
1997-11	96,29	297,04	3,87	282.801	1278	51,6	19	2,11
1997-12	95,54	278,77	3,63	265.201	1250	50,3	20	1,98
1998-01	95,47	262,32	3,57	338.114	1244	48	23	6,62
1998-02	96,39	248,25	3,56	269.650	1226	47,6	23	6,26
1998-03	95,74	266,17	3,54	329.747	1239	47,8	23	5,50
1998-04	93,60	254,61	3,55	281.455	1330	49,2	21	4,95
1998-05	93,83	247,77	3,63	269.242	1319	48,8	21	4,82
1998-06	93,79	239,14	3,68	217.325	1269	48,5	21	2,99
1998-07	91,03	248,72	3,75	204.057	1337	49,4	20	2,80
1998-08	90,12	243,29	3,84	231.009	1230	48,2	22	2,74
1998-09	92,33	241,78	3,94	333.354	1255	51	20	2,73

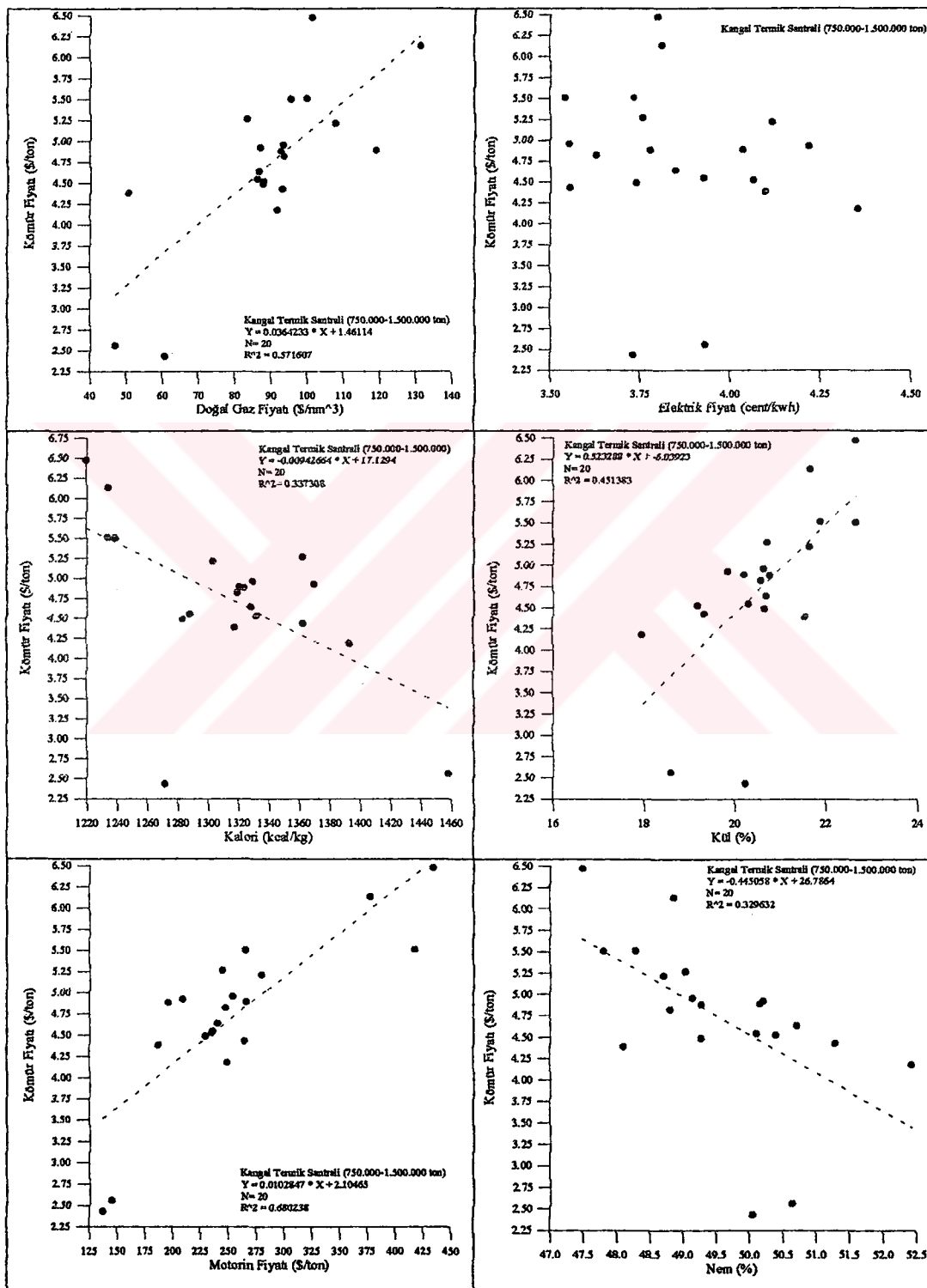


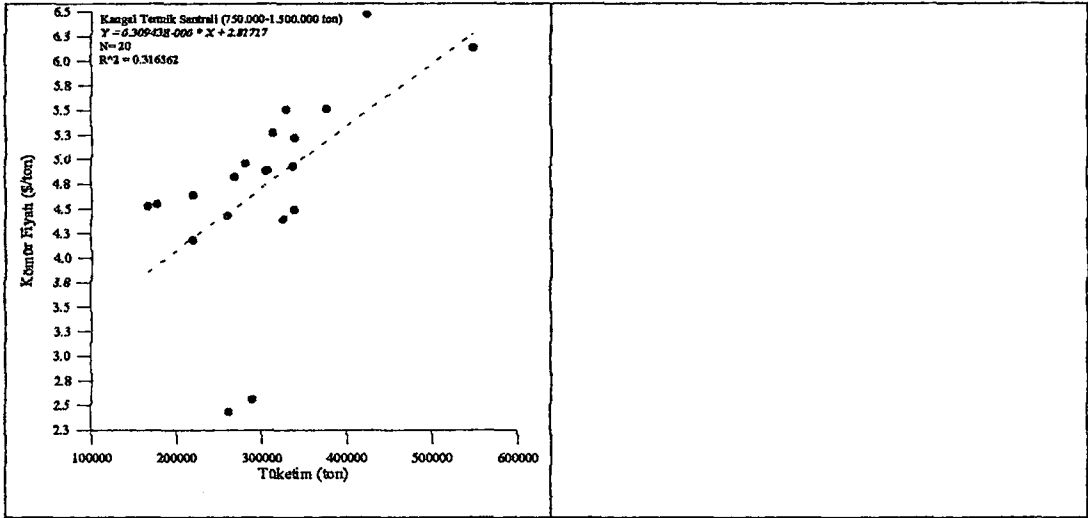
1998-10	93,81	233,59	4,00	378.723	1334	50,2	20	2,69
1998-11	93,85	223,26	3,90	329.944	1284	49,8	20	2,54
1998-12	93,48	209,34	3,85	359.693	1249	49	22	2,44
1999-01	94,17	195,85	3,86	350.247	1260	48,4	22	6,14
1999-02	93,97	208,06	3,81	348.727	1250	48	22	5,77
1999-03	93,00	196,58	3,78	305.554	1324	49,3	21	4,88
1999-04	87,72	229,31	3,74	338.066	1284	49,3	21	4,49
1999-05	92,19	220,21	3,77	326.826	1221	49,2	21	3,46
1999-06	91,72	210,89	3,79	316.930	1289	50,6	20	2,56
1999-07	90,06	295,46	3,84	152.839	1380	51	18	2,47
1999-08	91,68	158,69	3,95	83.335	1270	48	21	2,42
1999-09	90,81	151,53	3,96	317.755	1364	50,8	19	2,31
1999-10	91,43	336,71	4,03	320.315	1264	49,4	21	2,24
1999-11	92,41	350,51	3,98	341.879	1313	50,9	19	2,11
1999-12	91,54	329,62	3,93	439.890	1251	48,7	21	1,98
2000-01	102,25	317,74	3,87	367.350	1235	48,2	22	6,82
2000-02	101,35	434,22	3,80	423.137	1220	47,5	23	6,47
2000-03	100,18	418,05	3,73	377.025	1234	48,3	22	5,51
2000-04	100,35	407,24	3,71	365.273	1295	49,7	20	5,18
2000-05	98,10	392,45	3,66	430.982	1240	49,4	21	3,21
2000-06	98,59	391,02	3,72	460.421	1243	49,2	21	3,20
2000-07	113,83	399,84	3,72	443.505	1261	50	19	3,13
2000-08	98,99	388,75	3,70	524.762	1251	50,2	19	3,05
2000-09	96,08	375,76	3,65	432.494	1290	50,7	20	2,95
2000-10	102,56	368,10	3,66	489.810	1251	50,3	21	2,89
2000-11	101,70	361,60	3,70	448.471	1282	51,1	19	2,85
2000-12	100,55	364,59	3,81	459.011	1243	49,8	20	2,88
2001-01	109,36	363,94	4,17	542.849	1219	50,2	20	7,35
2001-02	131,60	378,04	3,81	548.375	1234	48,9	22	6,13
2001-03	114,29	287,33	3,37	574.150	1241	49	22	3,95
2001-04	90,14	229,05	3,25	515.150	1252	48,7	21	2,19
2001-05	93,83	243,59	3,73	490.120	1243	49	21	2,33
2001-06	119,30	353,70	3,58	378.214	1274	48	22	2,17
2001-07	86,29	326,52	3,45	470.908	1261	48,6	20	2,00
2001-08	83,04	307,77	3,52	429.272	1257	48,1	21	1,89
2001-09	86,79	292,02	3,54	400.220	1310	51,8	18	1,79
2001-10	84,98	269,15	3,36	449.980	1245	50,5	20	1,65

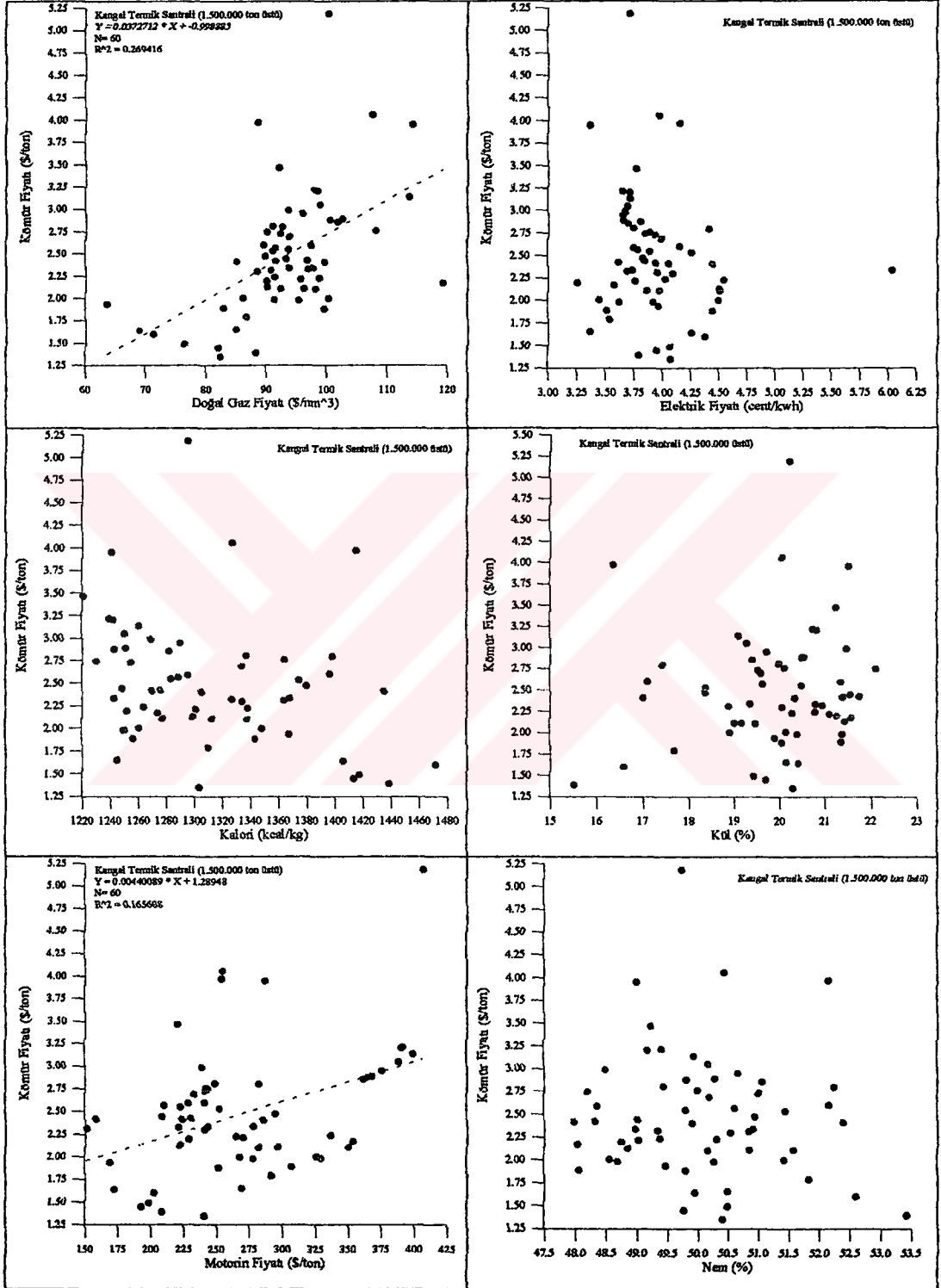
### EK 3 Kangal Termik Santrali Tüketim Miktarına Göre Kademe Grafikleri

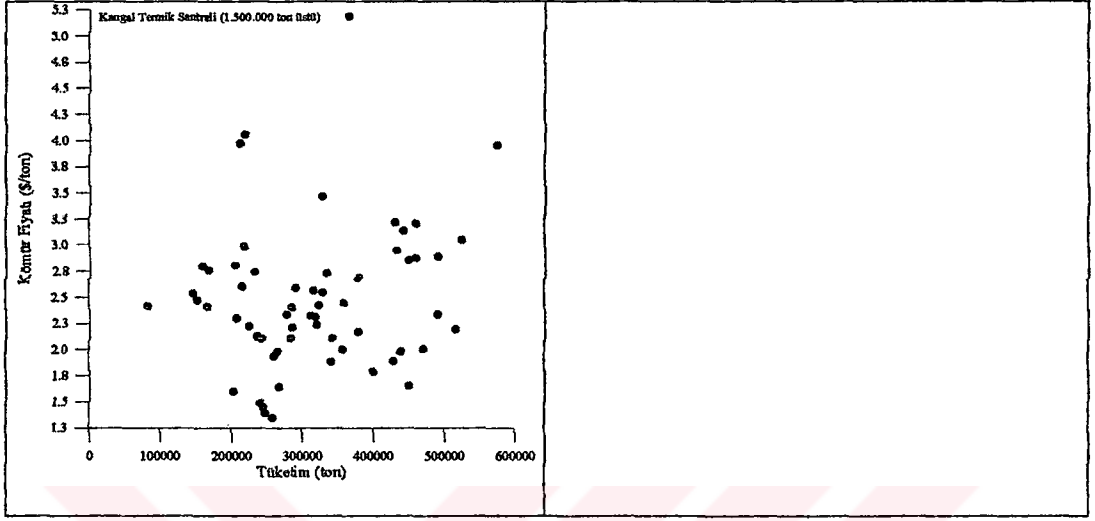












## EK 4 Orhaneli Termik Santrali Verileri

Yıllar	Doğal Gaz Reel Fiyat (\$/nm <sup>3</sup> )	Motorin Reel Fiyat (\$/ton)	Reel Fiyat (cent/kwh)	Tüketim (ton)	Kalori (kcal/kg)	Nem (%)	Kül (%)	Reel Fiyat(\$/ton) (1982-1984=100)
1997-01	110,16	282,90	4,35	103791	2135	28,4	30	9,52
1997-02	108,78	293,77	4,20	81700	2168	29	29	10,04
1997-03	107,66	279,73	4,12	109341	2091	28	31	9,36
1997-04	119,22	266,48	4,04	101016	2025	27	32	9,46
1997-05	107,56	254,61	3,97	122162	2059	28	31	10,01
1997-06	108,09	241,97	3,89	68352	2178	24	32	9,38
1997-07	97,53	229,15	3,76	66299	1973	27	30	9,49
1997-08	96,93	231,00	3,62	108202	1992	29	30	9,09
1997-09	96,91	221,26	3,69	104710	2024	30	29	9,14
1997-10	95,68	270,01	3,76	74702	2108	30	29	9,16
1997-11	96,29	297,04	3,87	55073	2085	28	31	9,16
1997-12	95,54	278,77	3,63	130994	1955	29	32	7,10
1998-01	95,47	262,32	3,57	120454	1979	29,5	31	8,80
1998-02	96,39	248,25	3,56	109563	1994	29,5	30	8,61
1998-03	95,74	266,17	3,54	124808	2009	28,2	32	8,43
1998-04	93,60	254,61	3,55	89025	2073	28,9	30	8,35
1998-05	93,83	247,77	3,63	147079	1997	29,6	31	8,41
1998-06	93,79	239,14	3,68	112784	2194	29,2	29	13,30
1998-07	91,03	248,72	3,75	99386	2336	29,8	27	13,85
1998-08	90,12	243,29	3,84	80876	2423	28,5	26	14,22
1998-09	92,33	241,78	3,94		2400			14,84
1998-10	93,81	233,59	4,00	88307	2353	27,3	27	15,36
1998-11	93,85	223,26	3,90	125163	2257	28,9	28	15,23
1998-12	93,48	209,34	3,85	127166	2324	28,8	29	15,38
1999-01	94,17	195,85	3,86	137154	2330	29,4	29	15,39
1999-02	93,97	208,06	3,81	90465	2238	29,6	30	15,20
1999-03	93,00	196,58	3,78	143844	2275	29,1	29	15,08
1999-04	87,72	229,31	3,74	130958	2345	29,5	28	14,92
1999-05	92,19	220,21	3,77	130568	2353	29,6	28	15,04
1999-06	91,72	210,89	3,79		2373			15,13
1999-07	90,06	295,46	3,84	124974	2393	30,4	26	15,31
1999-08	91,68	158,69	3,95	112144	2393	31,3	25	15,73
1999-09	90,81	151,53	3,96	127783	2398	30,8	26	15,77
1999-10	91,43	336,71	4,03	118935	2387	31,6	25	16,06
1999-11	92,41	350,51	3,98	113455	2352	31,7	26	15,86
1999-12	91,54	329,62	3,93	122025	2382	30,9	26	15,66
2000-01	102,25	317,74	3,87	146098	2301	31,4	27	15,42
2000-02	101,35	434,22	3,80	144419	2218	32	27	15,13
2000-03	100,18	418,05	3,73	154602	2256	33,3	26	14,88
2000-04	100,35	407,24	3,71	149798	2225	33,6	26	14,80
2000-05	98,10	392,45	3,66	14386	2267	32,7	26	14,56
2000-06	98,59	391,02	3,72	20869	2459	32,8	24	14,81
2000-07	113,83	399,84	3,72	130419	2347	35	23	14,81
2000-08	98,99	388,75	3,70	137701	2415	35,3	23	14,70
2000-09	96,08	375,76	3,65	127041	2347	35	23	14,51



## EK 5 Seyitömer Termik Santrali Verileri

Yıllar	Doğal Gaz Reel Fiyat (\$/nm <sup>3</sup> )	Motorin Reel Fiyat (\$/ton)	Reel Fiyat (cent/kwh)	Tüketim (ton)	Kalori (kcal/kg)	Nem (%)	Kül (%)	Reel Fiyat(\$/ton) (1982-1984=100)
1998-01	95,47	262,32	3,57	372000	1661	33,1	33,3	6,23
1998-02	96,39	248,25	3,56	521795	1727	33,64	32,5	5,92
1998-03	95,74	266,17	3,54	435590	1687	34,01	32,7	5,75
1998-04	93,60	254,61	3,55	374985	1788	33,26	32,9	5,76
1998-05	93,83	247,77	3,63	491920	1724	33,43	32,7	5,74
1998-06	93,79	239,14	3,68	453170	1745	33,16	32,7	5,55
1998-07	91,03	248,72	3,75	575365	1735	32,32	33,7	5,48
1998-08	90,12	243,29	3,84	645595	1703	31,71	34,8	5,49
1998-09	92,33	241,78	3,94	519340	1703	32,03	34,5	5,64
1998-10	93,81	233,59	4,00	500185	1701	32,45	33,8	5,74
1998-11	93,85	223,26	3,90	553670	1728	33,56	33,5	5,50
1998-12	93,48	209,34	3,85	636340	1697	33,01	33,5	5,43
1999-01	94,17	195,85	3,86	624279	1617	33,66	34,1	5,14
1999-02	93,97	208,06	3,81	547370	1587	33,43	34,6	4,91
1999-03	93,00	196,58	3,78	491080	1615	32,98	34,9	4,86
1999-04	87,72	229,31	3,74	424120	1636	32,94	34,6	4,68
1999-05	92,19	220,21	3,77	492500	1624	32,24	35,1	4,62
1999-06	91,72	210,89	3,79	356915	1662	31,55	35,1	4,75
1999-07	90,06	295,46	3,84	551690	1697	31,01	35,6	4,53
1999-08	91,68	158,69	3,95	529100	1731	31,03	35	4,75
1999-09	90,81	151,53	3,96	590165	1733	31,97	34,2	4,57
1999-10	91,43	336,71	4,03	574380	1704	31,84	34,7	4,44
1999-11	92,41	350,51	3,98	634650	1655	32,14	34,9	4,25
1999-12	91,54	329,62	3,93	603470	1670	33,12	33,9	4,07
2000-01	102,25	317,74	3,87	539860	1668	33,67	33,4	4,03
2000-02	101,35	434,22	3,80	422710	1697	33,86	32,7	3,99
2000-03	100,18	418,05	3,73	435580	1688	33,79	33	3,88
2000-04	100,35	407,24	3,71	294045	1650	33,93	33,5	3,87
2000-05	98,10	392,45	3,66	389090	1690	33,08	33,7	3,77
2000-06	98,59	391,02	3,72	293840	1641	32,37	35	3,87
2000-07	113,83	399,84	3,72	302760	1668	30,9	36	3,88
2000-08	98,99	388,75	3,70	366490	1645	31,46	35,8	3,82
2000-09	96,08	375,76	3,65	476075	1635	31,34	36,2	3,87
2000-10	102,56	368,10	3,66	635700	1758	31,44	34,3	3,96
2000-11	101,70	361,60	3,70	603250	1723	32,27	34	3,93
2000-12	100,55	364,59	3,81	625340	1659	32,79	34,3	4,02
2001-01	109,36	363,94	4,17	613130	1672	33,21	33,8	4,37
2001-02	131,60	378,04	3,81	606210	1648	32,56	34,7	4,04
2001-03	114,29	287,33	3,37	586040	1660	32,85	34,2	3,11
2001-04	90,14	229,05	3,25	590990	1683	32,23	34,5	2,72
2001-05	93,83	243,59	3,73	493560	1704	31,73	34,7	2,99
2001-06	119,30	353,70	3,58	436000	1744	31,03	34,8	3,20
2001-07	86,29	326,52	3,45	431745	1776	30,77	34,7	2,91
2001-08	83,04	307,77	3,52	442670	1639	30,66	36,4	3,09
2001-09	86,79	292,02	3,54	444780	1667	30,23	36,4	2,63
2001-10	84,98	269,15	3,36	464010	1646	31,28	35,5	2,59
2001-11	83,80	283,60	3,62	433630	1649	32,94	34,3	3,01

## EK 6 Soma Termik Santrali (1-4. ünite) Verileri

Yıllar	Doğal Gaz Reel Fiyat (\$/nm <sup>3</sup> )	Motorin Reel Fiyat (\$/ton)	Reel Fiyat (cent/kwh)	Tüketim (ton)	Kalori (kcal/kg)	Nem (%)	Kül (%)	Kükürt (%)	Reel Fiyat (\$/ton) (1982-1984=100)
1997-01	110,16	282,90	4,35	386155	2005	51,3	18,3	0,64	9,50
1997-02	108,78	293,77	4,20	358877	2169	48,1	18,5	0,59	9,36
1997-03	107,66	279,73	4,12	424695	2257	46,4	19,5	0,84	9,35
1997-04	119,22	266,48	4,04	268970	2058	48,6	18,9	0,7	9,36
1997-05	107,56	254,61	3,97	384344	2204	49,1	16,4	0,69	9,39
1997-06	108,09	241,97	3,89	372814	2293	45,7	17,8	0,73	9,36
1997-07	97,53	229,15	3,76	489762	2071	51,1	16,2	0,63	9,24
1997-08	96,93	231,00	3,62	521324	2267	48,1	16,8	0,58	9,08
1997-09	96,91	221,26	3,69	508002	2158	50,8	15,6	0,63	9,13
1997-10	95,68	270,01	3,76	534308	2205	49,5	16,4	0,71	9,15
1997-11	96,29	297,04	3,87	482590	2298	45,5	18,5	0,73	9,15
1997-12	95,54	278,77	3,63	448361	2003	54,1	16,9	0,78	9,01
1998-01	95,47	262,32	3,57	397375	2203	49,1	18,2	0,79	8,90
1998-02	96,39	248,25	3,56	450145	2355	44,3	18,2	0,56	8,85
1998-03	95,74	266,17	3,54	458016	2219	48,2	18,8	0,75	8,79
1998-04	93,60	254,61	3,55	341828	2177	50,9	17	0,56	8,83
1998-05	93,83	247,77	3,63	414907	2017	50,3	18,5	0,58	9,02
1998-06	93,79	239,14	3,68	491904	2183	53,4	15,5	0,66	9,15
1998-07	91,03	248,72	3,75	547079	2202	48,8	15,3	0,72	9,32
1998-08	90,12	243,29	3,84	699942	2283	52,4	15,5	0,68	9,57
1998-09	92,33	241,78	3,94	345188	2069	54	16,2	0,65	9,99
1998-10	93,81	233,59	4,00	379314	1987	47,5	15,3	0,55	10,34
1998-11	93,85	223,26	3,90	414578	2311	41,3	15,9	0,58	10,28
1998-12	93,48	209,34	3,85	520131	2395	44,3	18,6	0,51	10,35
1999-01	94,17	195,85	3,86	343961	2168	49,4	16,3	0,69	10,31
1999-02	93,97	208,06	3,81	291956	2241	44,8	18,6	0,64	10,13
1999-03	93,00	196,58	3,78	402202	2105	51,5	15	0,54	10,01
1999-04	87,72	229,31	3,74	469626	2038	50,7	16,8	0,57	9,85
1999-05	92,19	220,21	3,77	499308	1971	53,8	16,7	0,69	9,89
1999-06	91,72	210,89	3,79	546149	2050	46,4	14,7	0,55	9,89
1999-07	90,06	295,46	3,84	532564	2072	49,2	16	0,56	9,97
1999-08	91,68	158,69	3,95	582348	1795	57,2	15,5	0,69	10,19
1999-09	90,81	151,53	3,96	581520	1706	55,4	15,6	0,54	10,17
1999-10	91,43	336,71	4,03	502922	2182	50,1	15,4	0,61	10,30
1999-11	92,41	350,51	3,98	530600	2031	52,2	15,7	0,59	10,13
1999-12	91,54	329,62	3,93	478942	2139	49,3	17,8	0,66	9,96
2000-01	102,25	317,74	3,87	434812	2082	45,6	17,1	0,7	9,80
2000-02	101,35	434,22	3,80	469978	2390	43,5	16,2	0,94	9,62
2000-03	100,18	418,05	3,73	450529	2397	44,6	16,5	0,65	9,46
2000-04	100,35	407,24	3,71	453476	2405	44,1	16,7	0,75	9,40
2000-05	98,10	392,45	3,66	437354	2239	46,1	17,1	0,69	9,25
2000-06	98,59	391,02	3,72	448810	2327	43,9	16,3	0,57	9,41
2000-07	113,83	399,84	3,72	447001	2226	46,2	17,1	0,62	9,41
2000-08	98,99	388,75	3,70	541092	2268	45,8	14,7	0,58	9,35
2000-09	96,08	375,76	3,65	503986	2334	40,2	13,6	0,54	9,22
2000-10	102,56	368,10	3,66	619145	2406	31,3	12,4	0,64	9,22
2000-11	101,70	361,60	3,70	507736	2663	40,7	16,2	0,73	9,31
2000-12	100,55	364,59	3,81	439929	2499	38,5	15,4	0,64	9,59
2001-01	109,36	363,94	4,17	437865	2390	38,2	16,2	0,69	10,92
2001-02	131,60	378,04	3,81	385018	2452	41,4	17,1	0,77	10,00
2001-03	114,29	287,33	3,37	432422	2372	44,7	16,1	0,67	8,39
2001-04	90,14	229,05	3,25	406772	2490	43,6	17,1	0,75	6,77
2001-05	93,83	243,59	3,73	400333	2374	38,7	17,1	0,63	7,29
2001-06	119,30	353,70	3,58	389455	2333	44,4	16,7	0,55	7,46
2001-07	86,29	326,52	3,45	393300	2341	43,4	16,8	0,64	6,97
2001-08	83,04	307,77	3,52	312625	2394	44,6	16,3	0,52	6,66
2001-09	86,79	292,02	3,54	344915	2248	48,1	15,8	0,5	6,39
2001-10	84,98	269,15	3,36	422910	2368	45,8	18,2	0,57	6,48

## EK 7 Soma Termik Santrali (5-6. ünite) Verileri

Yıllar	Doğal Gaz Reel Fiyat (\$/nm <sup>3</sup> )	Motorin Reel Fiyat (\$/ton)	Reel Fiyat (cent/kwh)	Tilketim (ton)	Kalori (kcal/kg)	Nem (%)	Kül (%)	Kükürlü (%)	Reel Fiyat(\$/ton) (1982-1984=100)
1997-01	110,16	282,90	4,35	191369	2099	46,3	22	0,55	7,84
1997-02	108,78	293,77	4,20	229728	1730	53,2	22	0,73	7,72
1997-03	107,66	279,73	4,12	235087	1814	51,4	21	0,7	7,72
1997-04	119,22	266,48	4,04	192483	1949	46,4	22	0,68	7,72
1997-05	107,56	254,61	3,97	294710	1482	57,8	21	0,71	7,74
1997-06	108,09	241,97	3,89	322421	1598	56,7	20	0,78	7,73
1997-07	97,53	229,15	3,76	345697	1769	54,9	19	0,81	7,62
1997-08	96,93	231,00	3,62	296905	1570	57,8	20	0,74	7,49
1997-09	96,91	221,26	3,69	312946	1588	56,4	21	0,69	7,54
1997-10	95,68	270,01	3,76	244093	1482	58,4	22	0,66	7,55
1997-11	96,29	297,04	3,87	272700	1565	54	23	0,81	7,55
1997-12	95,54	278,77	3,63	228736	2532	39,5	21	0,66	7,44
1998-01	95,47	262,32	3,57	214106	1998	47,1	22	0,71	7,35
1998-02	96,39	248,25	3,56	256509	1595	54,8	21	0,64	7,30
1998-03	95,74	266,17	3,54	283182	1565	55,6	19	0,62	7,26
1998-04	93,60	254,61	3,55	242358	1514	58	21	0,63	7,29
1998-05	93,83	247,77	3,63	281186	1592	56,2	21	0,67	7,45
1998-06	93,79	239,14	3,68	316025	1579	57,7	20	0,7	7,55
1998-07	91,03	248,72	3,75	329120	1478	62,6	19	0,6	7,69
1998-08	90,12	243,29	3,84	294479	1592	56,3	18	0,72	7,90
1998-09	92,33	241,78	3,94	271728	1534	57,9	20	0,66	8,24
1998-10	93,81	233,59	4,00	279069	1692	55,3	21	0,57	8,53
1998-11	93,85	223,26	3,90	262800	1667	55,8	21	0,75	8,48
1998-12	93,48	209,34	3,85	255600	1751	53,4	20	0,54	8,54
1999-01	94,17	195,85	3,86	275150	1714	54,4	21	0,54	8,51
1999-02	93,97	208,06	3,81	154300	2253	43,2	22	0,55	8,36
1999-03	93,00	196,58	3,78	232413	1638	54,4	22	0,69	8,26
1999-04	87,72	229,31	3,74	269464	1575	54,3	22	0,7	8,13
1999-05	92,19	220,21	3,77	318797	1454	59	20	0,71	8,16
1999-06	91,72	210,89	3,79	300115	1519	56,9	18	0,58	8,16
1999-07	90,06	295,46	3,84	296023	1540	56,2	18	0,67	8,22
1999-08	91,68	158,69	3,95	307857	1408	59	18	0,54	8,41
1999-09	90,81	151,53	3,96	337205	1503	53	18	0,53	8,39
1999-10	91,43	336,71	4,03	327359	1412	57,5	18	0,51	8,50
1999-11	92,41	350,51	3,98	355610	1498	47,3	16	0,61	8,00
1999-12	91,54	329,62	3,93	297212	1862	51,6	20	0,48	8,22
2000-01	102,25	317,74	3,87	261718	1885	49,9	21	0,86	8,09
2000-02	101,35	434,22	3,80	201900	2059	45,6	21	0,87	7,94
2000-03	100,18	418,05	3,73	223460	2009	46,3	21	0,7	7,80
2000-04	100,35	407,24	3,71	261509	1743	50,3	19	0,72	7,76
2000-05	98,10	392,45	3,66	226588	1556	55,6	20	0,7	7,64
2000-06	98,59	391,02	3,72	259450	1642	55,7	19	0,51	7,77
2000-07	113,83	399,84	3,72	276777	1668	54,5	19	0,59	7,77
2000-08	98,99	388,75	3,70	375781	1676	54,6	18	0,66	7,71
2000-09	96,08	375,76	3,65	348941	1648	55,3	17	0,61	7,61
2000-10	102,56	368,10	3,66	296048	1652	53,6	18	0,59	7,61
2000-11	101,70	361,60	3,70	290450	1699	52,4	18	0,56	7,69
2000-12	100,55	364,59	3,81	307950	1769	51,6	20	0,62	7,91
2001-01	109,36	363,94	4,17	307050	1784	52,7	19	0,46	9,01
2001-02	131,60	378,04	3,81	278150	1730	53,9	20	0,55	8,26
2001-03	114,29	287,33	3,37	347100	1709	54	19	0,77	6,92
2001-04	90,14	229,05	3,25	345800	1662	53,9	19	0,68	5,59
2001-05	93,83	243,59	3,73	255350	1563	52,6	19	0,49	6,02
2001-06	119,30	353,70	3,58	212602	1708	52,7	18	0,56	6,16
2001-07	86,29	326,52	3,45	161450	1758	53,7	19	0,54	5,75
2001-08	83,04	307,77	3,52	194200	1759	54,4	17	0,49	5,49
2001-09	86,79	292,02	3,54	298050	1560	56	18	0,61	5,28
2001-10	84,98	269,15	3,36	247450	1611	54,7	19	0,52	5,35

## EK 8 Soma Termik Santrali (7-8. ünite) Verileri

Yıllar	Doğal Gaz Reel Fiyat (\$/nm <sup>3</sup> )	Motorin Reel Fiyat (\$/ton)	Reel Fiyat (cent/kwh)	Tüketim (ton)	Kalori (kcal/kg)	Nem (%)	Kül (%)	Kükürt (%)	Reel Fiyat(\$/ton) (1982-1984=100)
1997-01	110,16	282,90	4,35	25312	3394	27,9	22,3	0,66	16,78
1997-02	108,78	293,77	4,20	24219	3254	31,2	20,8	0,83	15,73
1997-03	107,66	279,73	4,12	29939	3351	32,2	18,3	0,78	14,98
1997-04	119,22	266,48	4,04	26132	3324	30,5	20,9	0,95	14,27
1997-05	107,56	254,61	3,97	40610	3647	25,9	18,7	0,8	16,36
1997-06	108,09	241,97	3,89	19839	3554	28,8	17,3	0,75	17,28
1997-07	97,53	229,15	3,76	16143	3307	31,9	15,4	0,73	17,85
1997-08	96,93	231,00	3,62	23308	3181	35,6	17,6	0,81	18,61
1997-09	96,91	221,26	3,69	28595	3301	28,7	16	0,88	20,00
1997-10	95,68	270,01	3,76	29928	3633	26,8	19,2	0,9	19,08
1997-11	96,29	297,04	3,87	24526	3654	27,8	18,1	0,68	18,17
1997-12	95,54	278,77	3,63	21089	3637	27,9	19,5	0,81	17,05
1998-01	95,47	262,32	3,57	18815	3446	27,9	21,3	0,81	17,50
1998-02	96,39	248,25	3,56	35151	3361	30	21,1	0,94	16,56
1998-03	95,74	266,17	3,54	39003	3456	29,4	20,4	0,92	15,68
1998-04	93,60	254,61	3,55	28321	3350	29,5	20,5	0,71	15,00
1998-05	93,83	247,77	3,63	11600	2654	35,7	15,8	0,88	17,03
1998-06	93,79	239,14	3,68	37663	3256	32,6	18,8	0,88	17,37
1998-07	91,03	248,72	3,75	26205	3997	26,4	18,7	0,68	18,00
1998-08	90,12	243,29	3,84	19079	3032	22,3	15,2	1,1	19,17
1998-09	92,33	241,78	3,94	32444	3100	34,4	19,1	0,96	19,05
1998-10	93,81	233,59	4,00	35296	3268	32,1	19,4	0,95	18,78
1998-11	93,85	223,26	3,90	26870	3448	29,9	19,7	0,82	17,78
1998-12	93,48	209,34	3,85	44109	3362	23,1	21,9	0,95	17,06
1999-01	94,17	195,85	3,86	21192	3274	20,9	17,1	0,94	16,25
1999-02	93,97	208,06	3,81	24557	3190	33	20,7	0,86	15,29
1999-03	93,00	196,58	3,78	26520	3373	29,6	18,7	0,8	14,44
1999-04	87,72	229,31	3,74	31024	3391	25,9	17,7	0,82	13,61
1999-05	92,19	220,21	3,77	38850	3600	22,3	18,3	0,88	15,50
1999-06	91,72	210,89	3,79	16554	3380	19,6	19,1	0,82	16,01
1999-07	90,06	295,46	3,84	32352	3171	31,3	16,8	0,68	16,69
1999-08	91,68	158,69	3,95	33146	3172	26,7	16,2	0,65	17,70
1999-09	90,81	151,53	3,96	31706	3035	33,2	16,5	0,73	16,90
1999-10	91,43	336,71	4,03	37690	3240	31,4	15,9	0,57	16,39
1999-11	92,41	350,51	3,98	42148	3354	26,1	17,4	0,55	15,43
1999-12	91,54	329,62	3,93	47054	3300	30,1	19	0,68	14,51
2000-01	102,25	317,74	3,87	38477	3430	24,4	19,4	0,59	13,98
2000-02	101,35	434,22	3,80	71912	3903	21,1	18,4	0,62	13,44
2000-03	100,18	418,05	3,73	29640	3641	16,9	19,1	0,73	12,94
2000-04	100,35	407,24	3,71	23646	3599	24,9	16,5	0,8	12,61
2000-05	98,10	392,45	3,66	32603	3744	20,3	17,7	0,79	12,15
2000-06	98,59	391,02	3,72	19781	3767	14,2	18,4	0,64	13,04
2000-07	113,83	399,84	3,72	22762	4013	15,1	17,6	0,93	13,33
2000-08	98,99	388,75	3,70	17400	3981	19,9	15,1	0,69	13,50
2000-09	96,08	375,76	3,65	28577	3727	22,5	16,2	0,81	13,57
2000-10	102,56	368,10	3,66	24235	3868	15,9	17	0,74	13,71
2000-11	101,70	361,60	3,70	26429	3786	19,8	17,9	0,92	13,56
2000-12	100,55	364,59	3,81	25868	3707	20,6	19,1	0,83	13,67
2001-01	109,36	363,94	4,17	29598	3755	21,2	18,4	0,92	15,17
2001-02	131,60	378,04	3,81	16194	3785	13,9	18,2	0,84	15,11
2001-03	114,29	287,33	3,37	23019	3953	17,9	17,7	0,89	11,52
2001-04	90,14	229,05	3,25	26623	4101	16,5	18,7	0,95	11,19
2001-05	93,83	243,59	3,73	8091	3858	16,8	19,9	0,98	13,09
2001-06	119,30	353,70	3,58	19909	3951	19,1	16,6	0,79	12,77
2001-07	86,29	326,52	3,45	21814	3784	20,8	17,8	0,81	12,39
2001-08	83,04	307,77	3,52	19014	3648	22	17,3	0,7	12,28
2001-09	86,79	292,02	3,54	17786	3404	21,7	16,6	0,75	14,08
2001-10	84,98	269,15	3,36	21923	3668	22,9	18,1	0,79	12,98

## EK 9 Tunçbilek Termik Santrali Verileri

Yıllar	Doğal Gaz Reel Fiyat (\$/nm <sup>3</sup> )	Motorin Reel Fiyat (\$/ton)	Reel Fiyat (cent/kwh)	Tüketim (ton)	Kalori (kcal/kg)	Nem (%)	Kül (%)	Reel Fiyat(\$/ton) (1982-1984=100)
1998-01	95,47	262,32	3,57	146.479	2600	45,19	16,9	12,43
1998-02	96,39	248,25	3,56	141.136	2228	50,51	16,9	11,31
1998-03	95,74	266,17	3,54	99.269	2466	47,44	16,3	12,26
1998-04	93,60	254,61	3,55	86.052	2353	50,08	16,1	11,67
1998-05	93,83	247,77	3,63	75.074	2270	49,82	15,9	11,63
1998-06	93,79	239,14	3,68	108.581	2494	46,93	15,8	12,40
1998-07	91,03	248,72	3,75	165.199	2129	51,7	15	11,67
1998-08	90,12	243,29	3,84	170.620	2174	51	15,9	11,92
1998-09	92,33	241,78	3,94	199.778	2218	50,76	15,4	12,56
1998-10	93,81	233,59	4,00	177.666	2487	47,8	15,1	14,69
1998-11	93,85	223,26	3,90	85.185	2458	48,07	15,7	14,54
1998-12	93,48	209,34	3,85	104.248	2620	44,99	17	15,25
1999-01	94,17	195,85	3,86	84.858	2372	48,27	16,5	14,36
1999-02	93,97	208,06	3,81	73.545	2130	51,4	15,7	12,85
1999-03	93,00	196,58	3,78	107.329	2163	51,36	15,1	12,52
1999-04	87,72	229,31	3,74	109.466	2233	50	15,4	12,42
1999-05	92,19	220,21	3,77	120.420	2402	48,21	14,8	13,30
1999-06	91,72	210,89	3,79	160.130	2285	49,61	15,4	12,96
1999-07	90,06	295,46	3,84	145.944	2218	50,18	15,6	12,57
1999-08	91,68	158,69	3,95	138.540	2435	47,9	15,7	13,70
1999-09	90,81	151,53	3,96	128.242	2249	49,98	15,7	13,15
1999-10	91,43	336,71	4,03	155.353	2384	48	16,6	14,02
1999-11	92,41	350,51	3,98	153.916	2977	40,37	16,3	16,50
1999-12	91,54	329,62	3,93	149.256	2685	44,37	16,4	15,56
2000-01	102,25	317,74	3,87	159.525	2434	47,5	16,6	14,42
2000-02	101,35	434,22	3,80	129287	2464	49,17	16,2	13,81
2000-03	100,18	418,05	3,73	181.190	2366	49,5	16,9	13,11
2000-04	100,35	407,24	3,71	99.202	2452	48,63	16,3	13,17
2000-05	98,10	392,45	3,66	37.482	2726	45,34	16	13,90
2000-06	98,59	391,02	3,72	52.412	2190	52,37	16,7	12,57
2000-07	113,83	399,84	3,72	170.061	2262	51,9	15,2	12,24
2000-08	98,99	388,75	3,70	162.135	2334	50,1	15,9	12,47
2000-09	96,08	375,76	3,65	181.609	2275	51,41	15,3	12,08
2000-10	102,56	368,10	3,66	168.776	2444	49	16,1	12,87
2000-11	101,70	361,60	3,70	153.147	2375	49,73	16,3	12,83
2000-12	100,55	364,59	3,81	148.548	2524	48,5	16	14,27
2001-01	109,36	363,94	4,17	186.275	2289	51,2	17	15,72
2001-02	131,60	378,04	3,81	157.476	2386	49,66	16,5	15,21
2001-03	114,29	287,33	3,37	164.377	2504	48,87	15,9	12,28
2001-04	90,14	229,05	3,25	54.475	2426	49,45	15,3	10,32
2001-05	93,83	243,59	3,73	149.487	2453	49,67	15,6	11,38
2001-06	119,30	353,70	3,58	151.841	2446	49,38	15,9	11,39
2001-07	86,29	326,52	3,45	147.087	2320	50,99	14,7	11,01
2001-08	83,04	307,77	3,52	91.431	2331	50,52	15,4	10,13
2001-09	86,79	292,02	3,54	145.460	2289	51,06	15,5	9,48
2001-10	84,98	269,15	3,36	104.596	2249	51,44	15,6	9,19
2001-11	83,80	283,60	3,62	117.770	2353	50,43	16	10,73
2001-12	85,52	298,25	4,04	157.228	2301	48,14	15,6	12,11

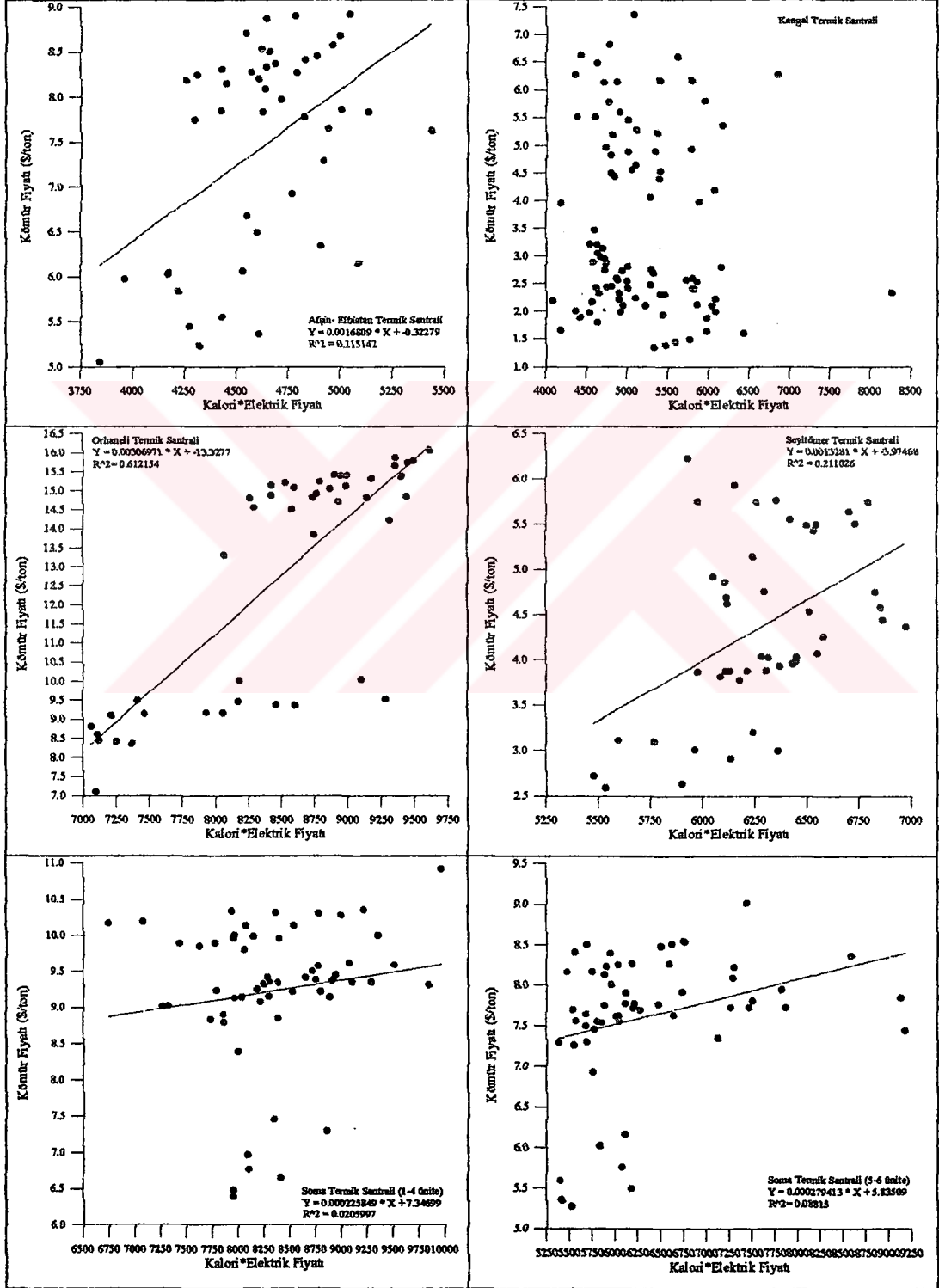
## EK 10 Yatağan Termik Santrali Verileri

Yıllar	Doğal Gaz Reel Fiyat (\$/mm <sup>3</sup> )	Motorin Reel Fiyat (\$/ton)	Reel Fiyat (cent/kwh)	Tüketim (ton)	Kalori (kcal/kg)	Nem (%)	Kül (%)	Reel Fiyat(\$/ton) (1982-1984=100)
1999-01	94,17	195,85	3,86	422622	1976	22,6	36,6	5,91
1999-02	93,97	208,06	3,81	261927	1960	22,3	36,6	5,51
1999-03	93,00	196,58	3,78	394595	1877	26,9	35,8	5,26
1999-04	87,72	229,31	3,74	341520	1872	27,5	35,1	5,07
1999-05	92,19	220,21	3,77	466172	1956	26,6	34,8	5,15
1999-06	91,72	210,89	3,79	428275	1918	25,4	35,5	5,14
1999-07	90,06	295,46	3,84	420503	1832	27,9	34,6	4,90
1999-08	91,68	158,69	3,95	303460	1797	32,1	31,4	4,65
1999-09	90,81	151,53	3,96	149746	1837	31,2	32,3	4,79
1999-10	91,43	336,71	4,03	151600	1952	28,6	32,9	4,79
1999-11	92,41	350,51	3,98	223282	1872	28,5	34,4	4,58
1999-12	91,54	329,62	3,93	445767	1884	27,3	35,3	4,41
2000-01	102,25	317,74	3,87	477920	1889	26,3	36,8	4,33
2000-02	101,35	434,22	3,80	456413	1975	23,9	37,4	4,28
2000-03	100,18	418,05	3,73	498339	1976	24,3	36,5	4,32
2000-04	100,35	407,24	3,71	481782	2018	24,8	35,7	4,26
2000-05	98,10	392,45	3,66	522704	2013	24,5	36,4	4,17
2000-06	98,59	391,02	3,72	406761	2014	24,4	36,2	4,30
2000-07	113,83	399,84	3,72	466657	2032	24,4	36	4,38
2000-08	98,99	388,75	3,70	520075	2073	23	36,6	4,47
2000-09	96,08	375,76	3,65	362875	2098	23	36,1	4,52
2000-10	102,56	368,10	3,66	432158	2043	25	35,1	4,42
2000-11	101,70	361,60	3,70	432215	2042	23,4	36,7	4,45
2000-12	100,55	364,59	3,81	480380	2011	23,3	37,4	4,55
2001-01	109,36	363,94	4,17	413762	1988	23,5	38,2	4,74
2001-02	131,60	378,04	3,81	414515	1998	23,1	37,9	4,50
2001-03	114,29	287,33	3,37	366869	2060	22	38,1	3,63
2001-04	90,14	229,05	3,25	302674	2036	23,1	37,3	3,05
2001-05	93,83	243,59	3,73	368488	2088	22,2	37,2	3,42
2001-06	119,30	353,70	3,58	238301	2097	21,1	38,1	3,45
2001-07	86,29	326,52	3,45	335929	2037	22,5	37,7	3,13
2001-08	83,04	307,77	3,52	436275	2063	22	37,8	3,28
2001-09	86,79	292,02	3,54	360711	2006	23,6	37	2,97
2001-10	84,98	269,15	3,36	441273	1919	26,2	36,2	2,89

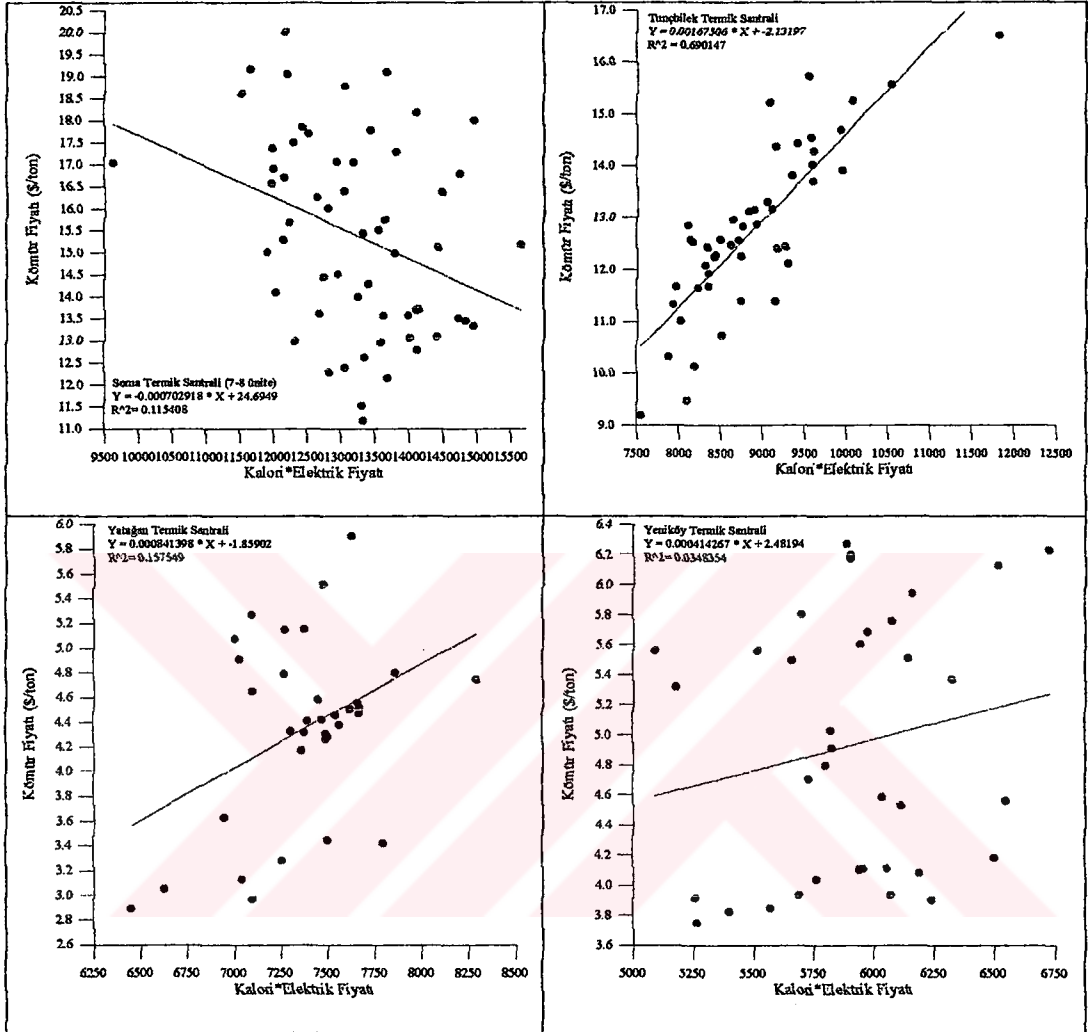
## EK 11 Yeniköy Termik Santrali Verileri

Yıllar	Doğal Gaz Reel Fiyat (\$/mm <sup>3</sup> )	Motorin Reel Fiyat (\$/ton)	Reel Fiyat (cent/kwh)	Tüketim (ton)	Kalori (kcal/kg)	Nem (%)	Kül (%)	Reel Fiyat(\$/ton) (1982-1984=100)
1998-01	95,47	262,32	3,57	270063	1654	45,3	28,6	6,17
1998-02	96,39	248,25	3,56	214496	1705	43	27,7	5,75
1998-03	95,74	266,17	3,54	206005	1739	44,2	28,5	5,94
1998-04	93,60	254,61	3,55	289214	1552	49,1	25,5	5,56
1998-05	93,83	247,77	3,63	297623	1570	49,6	23,4	5,80
1998-06	93,79	239,14	3,68	328442	1601	50,6	23,1	6,27
1998-07	91,03	248,72	3,75	381895	1359	54,3	22,5	5,56
1998-08	90,12	243,29	3,84	352718	1346	55,9	22,1	5,32
1998-09	92,33	241,78	3,94	314107	1510	51,2	21,5	5,60
1998-10	93,81	233,59	4,00	231962	1478	54,5	21,5	6,19
1998-11	93,85	223,26	3,90	190062	1726	46,6	24,6	6,22
1998-12	93,48	209,34	3,85	136843	1691	44,3	26,8	6,13
1999-01	94,17	195,85	3,86	176476	1466	50,5	25,9	5,49
1999-02	93,97	208,06	3,81	164844	1612	46,1	27,2	5,51
1999-03	93,00	196,58	3,78	189076	1673	47,1	26,1	5,36
1999-04	87,72	229,31	3,74	327541	1558	48,9	25	5,03
1999-05	92,19	220,21	3,77	289077	1545	49	23,9	4,91
1999-06	91,72	210,89	3,79	307275	1530	50	25,3	4,79
1999-07	90,06	295,46	3,84	328951	1493	51,7	25,6	4,70
1999-08	91,68	158,69	3,95	278303	1530	51,1	26,8	4,58
1999-09	90,81	151,53	3,96	349560	1545	50,4	27	4,53
1999-10	91,43	336,71	4,03	338746	1483	50,5	26,5	5,68
1999-11	92,41	350,51	3,98	302430	1647	48,7	26,5	4,56
1999-12	91,54	329,62	3,93	411040	1657	49,2	26,8	4,18
2000-01	102,25	317,74	3,87	340951	1540	48,9	28,2	4,11
2000-02	101,35	434,22	3,80	386678	1384	51,1	28	3,91
2000-03	100,18	418,05	3,73	368595	1410	48,6	25,6	3,75
2000-04	100,35	407,24	3,71	175558	1454	48,4	22,5	3,82
2000-05	98,10	392,45	3,66	295077	1556	45,6	23,1	3,94
2000-06	98,59	391,02	3,72	295830	1497	47,6	25	3,85
2000-07	113,83	399,84	3,72	311827	1547	45,6	24	4,04
2000-08	98,99	388,75	3,70	304476	1673	43	26,2	4,08
2000-09	96,08	375,76	3,65	277289	1657	45,5	26,5	4,11
2000-10	102,56	368,10	3,66	171915	1660	47,4	24,6	3,94
2000-11	101,70	361,60	3,70	145955	1689	45	27,4	3,90
2000-12	100,55	364,59	3,81	338354	1560	44,7	27,3	4,10

## EK 12 Termik Santrallerde “Kalori x Elektrik Fiyatı” İle Kömür Fiyatları Arasındaki İlişki







## EK 13.TEAŞ Santrallerinin Kaynaklarına Göre Verimleri (%)

Yıllar	Taşkömürü		Linyit		Fuel-oil		Motorin		Doğalgaz	
	kcal/kwh	Verim	kcal/kwh	Verim	kcal/kwh	Verim	kcal/kwh	Verim	kcal/kwh	Verim
1970	3364,5	25,56	2745,6	31,32	2261,9	38,02	*	*	*	*
1971	3520,8	24,43	2814,9	30,55	2199	39,11	*	*	*	*
1972	3531,7	24,35	2878,1	29,88	2205,8	38,99	3595,7	23,92	*	*
1973	3597,2	23,91	2916,6	29,49	2242,9	38,34	3973,2	21,65	*	*
1974	3543,1	24,27	2747,2	31,30	2254,3	38,15	4033,6	21,32	*	*
1975	3718,6	23,13	2780,3	30,93	2252,4	38,18	4043,2	21,27	*	*
1976	3784	22,73	2767,3	31,08	2275,2	37,80	3935	21,86	*	*
1977	3584,2	23,99	2527,2	34,03	2282,1	37,68	3825	22,48	*	*
1978	3717,9	23,13	2559,4	33,60	2285,1	37,64	4007,6	21,46	*	*
1979	3702,6	23,23	2517,8	34,16	2295,1	37,47	4080,8	21,07	*	*
1980	3869,4	22,23	2712,9	31,70	2302	37,36	4084,2	21,06	*	*
1981	4036,5	21,31	2719,1	31,63	2302,3	37,35	3931,9	21,87	*	*
1982	3860,5	22,28	2711,2	31,72	2359,9	36,44	3839,7	22,40	*	*
1983	4092,4	21,01	2598,2	33,10	2380,9	36,12	3788,9	22,70	*	*
1984	4362,9	19,71	2553,5	33,68	2278,1	37,75	3551,9	24,21	*	*
1985	4095,3	21,00	2537,9	33,89	2301,2	37,37	3274,6	26,26	2631	32,69
1986	3756,6	22,89	2595,9	33,13	2267,6	37,93	3344,5	25,71	2786	30,87
1987	3782,4	22,74	2562,9	33,56	2289,7	37,56	3455,7	24,89	2215	38,83
1988	3837,9	22,41	2585,9	33,26	2495,6	34,46	3696,4	23,27	2529	34,01
1989	3906,4	22,02	2543,2	33,82	2330,4	36,90	4213,5	20,41	2295	37,47
1990	3021,4	28,46	2571,9	33,44	2320,4	37,06	4659	18,46	2034	42,28
1991	2631,2	32,68	2597,3	33,11	2368,6	36,31	4234	20,31	1842	46,69
1992	2436,3	35,30	2592,3	33,18	2279,6	37,73	3588,6	23,96	1949,7	44,11
1993	2386	36,04	2570,5	33,46	2320,7	37,06	4035,3	21,31	1974,5	43,56
1994	2402,5	35,80	2575,1	33,40	2343,9	36,69	*	*	1780,3	48,31
1995	2439,8	35,25	2604,5	33,02	2342	36,72	2763	31,13	1769,8	48,59
1996	2478,6	34,70	2655,3	32,39	2302,6	37,35	2654,8	32,39	1765,2	48,72
1997	2459,3	34,97	2598,7	33,09	2319,2	37,08	2428,8	35,41	1755,7	48,98
1998	2567,9	33,49	2647,8	32,48	2355,6	36,51	2538,6	33,88	1806,2	47,61
1999	2585,6	33,26	2652,1	32,43	2348,2	36,62	2464,4	34,90	1813,5	47,42
<b>ORT.</b>		<b>26,54</b>		<b>32,53</b>		<b>37,33</b>		<b>24,42</b>		<b>42,68</b>

## ÖZGEÇMİŞ

1973 yılında Hollanda'da doğan Sermin ELEVLI, ilk ve orta öğrenimini Sivas'ta tamamlamıştır. 1994 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü'nden mezun olmuş ve aynı yıl C.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başlamıştır. 2002 yılından itibaren kurum değişikliği yapmış olup, halen DSİ XIX. Bölge Müdürlüğü'nde Maden Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

Evli ve bir çocuk annesi olan Sermin ELEVLI, İngilizce bilmektedir.

