

**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
EKONOMİK KALKINMA VE BÜYÜME BİLİM DALI**

**1980-2007 YILLARI ARASINDA TÜRKİYE’DE
SANAYİ ÜRETİMİ İLE ENERJİ TÜKETİMİ İLİŞKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hazırlayan
Hasan ALMA**

**Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Ömer Tanju DURUSOY**

Ankara-2009

ONAY

Hasan ALMA tarafından hazırlanan “1980-2007 Yılları Arasında Türkiye’de Sanayi Üretimi İle Enerji Tüketimi İlişkisi” başlıklı bu çalışma, 16/03/2009 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından İktisat Anabilim Dalı, Ekonomik Kalkınma ve Büyüme Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Nezir KÖSE (Başkan)

Yrd. Doç. Dr. Ömer Tanju DURUSOY

Yrd. Doç. Dr. Metin SARAÇOĞLU

ÖNSÖZ

Günümüz ekonomilerinde görülen enerjiye hem arz hem de talep tarafında yüksek bağımlılık olgusu, enerji kaynaklarının yer yüzünde sınırlı miktarlarda ve heterojen bir dağılım içerisinde bulunması, enerji fiyatlarında görülen dalgalanmalar ve enerji arz güvenliğinin sağlanması için ülkelerin kendi içlerinde ve birbirleri ile olan ilişkilerinde gösterdikleri siyasi, ekonomik ve hukuki çabalar, enerjinin sürekli olarak gündemde olmasına ve araştırmalara konu edilmesine neden olmaktadır.

Türkiye, dünya petrol ve doğal gaz rezervlerinin yüksek oranda bulunduğu bölgeler ile bu kaynakları ithal eden büyük pazarlar arasında köprü durumunda bir ülkedir. Bu stratejik konumuna karşın Türkiye'nin enerji kaynaklarının temininde yüksek oranda ithalata bağımlı olması, bu kaynakların fiyatlarında görülen dalgalanmaların iç piyasadaki fiyatlara ve ödemeler dengesine önemli etkiler yapmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla, sürdürülebilir kalkınma için enerji konusunda ülkemizde alternatif arayışlara önem verilmesi ve arz-talep dengesini sürdürecekt önlemlerin alınması son derece kritik bir konudur.

Bu tez çalışmasında, literatürde özellikle 1978 yılından bugüne üzerinde çok sayıda çalışma yapıldığı gözlenen ekonomik aktivite ile enerji tüketimi ilişkisi araştırmalarına, örneğine literatürde fazlaca rastlanmayan “sanayi üretimi” ve “enerji tüketimi” ilişkisi yönünden Türkiye özelinde ve 1980-2007 dönemi için bir katkı yapmak amaçlanmaktadır.

Bu vesile ile, yapıcı ve anlayışlı tavırlarıyla desteğini esirgemeyen danışmanım Yrd. Doç. Dr. Ömer Tanju DURUSOY'a, yardımları için Doç. Dr. Nezir KÖSE'ye, Dr. Murat GİDİŞ'e, Murat ERTUĞRUL'a ve tezimi yazarken gösterdikleri sabırla beni motive eden eşim ve kızıma teşekkürlerimi sunmak isterim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR	iv
TABLolar	vi
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

GENEL OLARAK ENERJİ VE ENERJİ KAYNAKLARININ SINIFLANDIRILMASI

1.1 ENERJİ	5
1.2 ENERJİ KAYNAKLARI	5
1.2.1 Fosil Kaynaklar	6
1.2.1.1 Petrol	6
1.2.1.2 Doğal Gaz	10
1.2.1.3 Kömür	12
1.2.1.4 Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG)	13
1.2.2 Nükleer Enerji	16
1.2.3.1 Güneş	20
1.2.3.2 Rüzgar	21
1.2.3.3 Hidrolik	24
1.2.3.4 Diğer	25
1.2.4 Elektrik	28
1.3 DÜNYADA BİRİNCİL ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANIMI	31

İKİNCİ BÖLÜM

SANAYİ ÜRETİMİ VE ENERJİ TÜKETİMİ İLİŞKİSİ

2.1 ENERJİ-ÜRETİM İLİŞKİSİ	36
2.1.1 Enerji ve Sermaye İlişkisi: İkame veya Tamamlayıcılık İlişkisi	38
2.1.2 Enerji Kalitesi ve Enerji Girdi Kompozisyonundaki Kaymalar	39
2.1.3 Çıktı Kompozisyonunun Değişmesi	40
2.2 ENERJİ VERİMLİLİĞİ	40
2.3 ENERJİ YOĞUNLUĞU	43
2.4 TÜRKİYE'DE SANAYİ SEKTÖRÜ VE ENERJİ TÜKETİMİ	46
2.5 LİTERATÜRDEKİ UYGULAMALAR	50

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

METODOLOJİ VE UYGULAMA

3.1 VERİLER VE MODEL	59
3.2 METODOLOJİ	60
3.2.1 Durağanlık Analizi	60
3.2.1.1 Dickey Fuller ve Augmented Dickey Fuller Testleri	60
3.2.1.2 Philips-Peron Testi (PP)	63
3.2.2 Eşbütünleşme Analizi	64
3.2.2.1 Engle-Granger Eşbütünleşme Analizi	64
3.2.2.2 Vektör Oto Regresif Model Analizi ve Johansen Eşbütünleşme Testi	66
3.2.3 Nedensellik Analizi	70

3.2.1.1 Granger Nedensellik Testi	70
3.3 UYGULAMA.....	75
3.3.1 ADF Test Sonuçları.....	75
3.3.2 Johansen Eşbütünleşme Testi Sonuçları	76
3.3.3 Granger Nedensellik Testi Sonuçları	78
SONUÇ.....	80
KAYNAKÇA	84
EKLER.....	92
ÖZET	101
ABSTRACT	102

SİMGELER VE KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ADF Testi	: Genişletilmiş Dickey-Fuller Testi
AR-GE	: Araştırma ve Geliştirme
cal	: Kalori
CH₄	: Metan
CO₂	: Karbondioksit
cm²	: Santimetrekare
DF Testi	: Dickey-Fuller Testi
ECM	: Hata Düzeltme Modeli
EİE	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
C₂H₆	: Etan
C₃H₁₀	: Propan
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
GSMH	: Gayri Safi Milli Hasıla
GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
GW	: Gigavat
GWh	: Gigavat saat
HES	: Hidroelektrik Santrali
H₂	: Hidrojen
H₂S	: Hidrojen Sülfür
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
Kcal	: Kilokalori
KPSS Testi	: Kwiatkowski-Philips-Schmidt-Shin Testi
kW	: Kilovat
kWh	: Kilovat saat
LNG	: Sıvılaştırılmış Doğal Gaz
LPG	: Sıvılaştırılmış Petrol Gazları
MW	: Megavat
MWh	: Megavat saat
MWt	: Megavat termal
m²	: Metrekare
m³	: Metreküp
N₂	: Azot
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
OPEC	: Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü
O₂	: Oksijen

PP Testi	: Philips-Peron Testi
R²	: Açıklama katsayısı
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
TFV	: Toplam Faktör Verimliliği
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
VAR Modeli	: Vektör Oto Regresif Model
°C	: Santigrad derece

TABLOLAR

Tablo 1: Ülkelere Göre Dünya Petrol Tüketimi (Bin Varil/Gün)	7
Tablo 2: Dünya Petrol Ticareti.....	8
Tablo 3:Dünya Kanıtlanmış Petrol Rezervleri (2007 Sonu İtibariyle)	9
Tablo 4: 2007 Sonu İtibariyle Türkiye'nin Petrol Rezervi.....	9
Tablo 5: Dünya Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervleri (2007 Sonu İtibariyle)...	10
Tablo 6: 2007 Sonu İtibariyle Türkiye'nin Doğal Gaz Rezervi	11
Tablo 7: Doğal Gaz Alım Anlaşmaları	11
Tablo 8: Dünyada Kanıtlanmış Kömür Rezervleri (2007 Sonu İtibariyle)	12
Tablo 9:Dünya Kömür Üretimi (2007)	13
Tablo 10: 2006 ve 2007 Yıllarında LPG Satış Miktarları	14
Tablo 11: 2006 Yılında Dünya LPG Tüketimi	14
Tablo 12: 2006 Yılında Dünyada Ulaşım Sektörü LPG Tüketimi.....	15
Tablo 13: Dünyada Nükleer Enerji Tüketimi (TWh).....	17
Tablo 14: Dünyada İşletmedeki Nükleer Santral Sayısı	18
Tablo 15: Ülkelerin Elektrik Üretiminde Nükleer Enerjinin Payı.....	19
Tablo 16: Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli.....	20
Tablo 17: Türkiye'de Bölgelerin Güneş Enerjisi Potansiyeli	21
Tablo 18: Türkiye'nin Rüzgar Enerjisi Potansiyeli	22
Tablo 19: Bölgeler Bazında Türkiye'nin Rüzgar Potansiyeli.....	23
Tablo 20: Dünya, Avrupa ve Türkiye'de Hidroelektrik Potansiyeli	24
Tablo 21: Dünyada Jeotermal Elektrik Üretim Kapasitesi	25
Tablo 22: Dünyada Doğrudan Jeotermal Enerji Kullanımı	26
Tablo 23: Türkiye'nin Hayvansal Atık Potansiyeline Karşılık Gelen Üretililecek Biyogaz Miktarı ve Taşkömürü Eşdeğeri	27
Tablo 24: Türkiye Elektrik Kurulu Gücü (MW)	28
Tablo 25: Elektrik Üretiminde Kullanılan Kaynakların Oranı (%).....	29
Tablo 26: 1996-2006 Yıllarında Türkiye Puant Güç ve Enerji Talebi.....	29
Tablo 27: Elektrik Talep Tahmini (GWh)	30
Tablo 28: Dünya Birincil Enerji Tüketiminde Yakıt Payları (%).....	31
Tablo 29: 2007 Yılında Dünyada Birincil Enerji Tüketiminin Kaynaklarına Göre Payı.....	32
Tablo 30: Enerji Açısından Dünyada Tarihi Dönemler	38
Tablo 31: 2005 Yılı Dünya Seçilmiş Göstergeler.....	43
Tablo 32: Sanayi Sektöründe Enerji Tüketimi	47
Tablo 33: GSYİH İçerisinde Ana Sektörlerin Payı	47
Tablo 34: Beş Yıllık Kalkınma Dönemleri İtibariyle Büyüme, Enerji Üretim ve Tüketimi	49
Tablo 35: Ekonomik Büyüme ve Enerji	57
Tablo 36: ADF Test Sonuçları.....	75
Tablo 37: VAR modeli için uygun gecikme sayısı	76
Tablo 38: Johansen Eşbütünleşme Testi Sonuçları	77
Tablo 39: Granger Nedensellik Testi Sonuçları	79
Tablo 40: Sanayi Üretimi İle Enerji Tüketimi İlişkisi	79

GRAFİKLER

Grafik 1: Seçilmiş Ülkelerde Kişi Başına Enerji Tüketimi-Enerji Yoğunluğu . 45

GİRİŞ

Enerjinin ekonomik hayatta vazgeçilemez bir yere sahip olduğu, tartışmasız ve izah gerektirmeyen bir gerçektir. Üretim (arz) tarafında ikame edilmesi oldukça zor hatta çoğu kere olanaksız bir girdi olan enerji, tüketim (talep) tarafında da toplumların refahını doğrudan etkileyen ve bir ülkedeki kişi başına kullanım miktarı başlı başına bir refah göstergesi sayılan son derece önemli bir nihai ürün konumundadır. Özellikle enerjinin sanayinin girdisi olarak değerlendirildiğinde, gerekli olduğu zamanda ve miktarda, kaliteli ve uygun fiyattan sağlanmasının, dünyadaki bütün ülkeler açısından çok önemli bir hedef olduğu açıktır. Bu hedef doğrultusunda, enerji arz güvenliğinin sağlanabilmesi için enerji piyasalarında kurumsal ve mevzuat düzeyinde yeniden yapılandırma çabalarının sürekli gündemde olduğu görölmektedir.

Sanayileşmiş ülkelerin hepsinin enerji kaynakları rezervi bakımından zengin ülkeler olmadıkları, bunun yanında enerji kaynaklarını dünyaya ihraç edecek kadar bol miktarda elinde bulunduran bütün ülkelerin de birer sanayileşmiş ülke olmadıkları bilinen bir gerçektir. Bu durum, enerjinin sanayileşme ve kalkınma ile olan ilişkilerinin çok boyutlu, karmaşık ve özenle incelenmesi gereken ilişkiler olduğunu ortaya koymaktadır.

Özellikle 1990'lardan bugüne; çevresel kaygıların da, arz güvenliği kadar üzerinde durulan başka bir konu olduğu görölmektedir. Sürdürülebilir kalkınma için, yaşadığımız ekosistemin dengesi üzerinde bozucu etkileri olan faaliyetlerin mümkün olduğu seviyede azaltılması ve doğa ile dost alternatiflerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Enerji söz konusu olduğunda; çevreyle dost yenilenebilir enerji kaynaklarının daha fazla kullanılması, fosil yakıtların daha az kullanılması, enerji kaynaklarının daha verimli tüketilmesi, enerji sakıngan teknolojilerin teşvik edilmesi gibi önlemler, tüm dünyada

genel kabul görmüş ve önümüzdeki dönemin politika hedefleri arasında yer almışlardır.

Ekonomilerin büyümesi ile enerji tüketimleri arasında ne tür bir ilişki olduğu sorusu, özellikle 1970'lerdeki petrol krizlerinden sonra ve ekonometrik bilgisayar programlarının sağladığı kolaylık sayesinde cevabı çokça araştırılan bir soru haline gelmiştir. Bu konuda elde edilecek bulgular; politika yapıcılara, düzenleyici kurumlara ve yatırımcılara büyük resmi daha net görebilmeleri için önemli bilgiler ve açıklamalar sağlayacaktır. Böylelikle, enerji yoğunluğunun düşürülmesi, enerji verimliliğinin yükseltilmesi, enerji tasarruf programlarının uygulanması, enerji yatırımlarının planlanması, yenilenebilir enerji kaynaklarının teşviki ile arz ve talep projeksiyonları yapılması gibi konularda, konunun taraflarına doğru tercihler yapılabilmesi ve tercihlerinin geçerliliğini çok yönlü olarak test edilebilmeleri için önemli veriler sağlanmış olacaktır.

Son 30 yılda, bir çok ülke için, farklı dönemler, farklı yöntemler, farklı enerji bileşenleri kullanılarak bu ilişki üzerine çok sayıda çalışma yapılmış olduğu görülmektedir. Bu çalışmalarda üretim düzeyi ile - Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH), Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH), sanayi üretimi gibi - enerji tüketimi arasındaki nedenselliğin yönü araştırılmaktadır. Çünkü, enerji bir taraftan üretimin girdisi, diğer taraftan artan üretim seviyesi ile elde edilen gelirin yarattığı taleple tüketimi artan bir nihai ürün olduğu için, nedenselliğin yönü ampirik analizlere başvurulmadıkça kesin olarak bilinmemektedir.

GSYİH ile enerji tüketimi ilişkisi üzerine, uygulamalı olarak Türkiye ve bir çok ülke için yapılmış çok sayıda çalışma incelenirken, sektörel enerji tüketimi ile sektörel üretim arasındaki ilişkiler üzerine çalışmalarda literatürde eksiklik bulunduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmalara bir katkı olmak üzere; büyüme, istihdam ve yatırım açısından önemi, toplam enerji tüketimindeki payı ve bu payın artış oranı gözetilerek Türkiye'de sanayi üretimi ile enerji tüketimi ilişkisi 1980-2007 dönemi için bu tezde incelenmektedir.

Sanayi üretiminden enerji tüketimine veya enerji tüketiminden sanayi tüketimine doğru bulunacak nedensellik, alt yapı yatırımlarının arz kesintilerine mahal vermeyecek şekilde yapılmasının ülke üretimi açısından ne ölçüde kritik olduğunun anlaşılmasına yardımcı olacaktır. Bu bilginin, enerji fiyatlarının onaylanmasına ilişkin süreçlerin dizaynında da dikkate alınabileceği değerlendirilmektedir.

Gerek GSYİH ve gerekse sanayi üretimi gibi büyüklüklerin enerji tüketimi ile arasındaki nedensellik ilişkisinde, bu değişkenlerin birbirine klasik anlamda ve yalın şekilde “neden” olmasından ziyade, ekonomik konjonktürün ilerleyişinde bunlardan hangisinin daha önce gerçekleştiğinin söylenebileceği anlaşılmaktadır. Bu bağlamda, bulunan sonucun ekonomik daralma ve genişleme dönemlerine ilişkin öncü göstergelerin tespitinde de yararlı olabileceği değerlendirilmektedir.

Tezde, veri bulunmasındaki avantajı ve toplam sanayi içerisindeki payının yüksekliği dikkate alınarak sanayi üretimi olarak imalat sanayi üretimi alınmaktadır. Ayrıca, böylelikle sanayi üretimi içerisindeki enerji ve madencilik sektörleri kapsam dışında tutulmuş olmakta ve tez konusu açısından daha tutarlı analiz olanağı elde edilmektedir.

Tezin birinci bölümünde; enerji kavramının tanımı ve enerji kaynaklarının sınıflandırılması yapılmış, bu çerçevede içerisinde Türkiye’nin ve dünyanın sahip olduğu enerji kaynakları rezervi ve gerçekleşen tüketimleri fosil kaynaklar, yenilenebilir kaynaklar, nükleer enerji ve elektrik enerjisi şeklinde ayrı ayrı ele alınmıştır.

Tezin ikinci bölümünde; sanayi üretimi ile enerji tüketimi ilişkisinin teorik çerçevesi ve uygulamalı çalışmaların ulaştıkları sonuçlar sergilenmektedir. Bu çerçevede sanayi üretiminde enerjinin rolü, enerji tüketimi ile ilişkisi üzerine teorik literatür ve çoğu GSYİH ile enerji tüketimi

ilişkisi üzerine olmak üzere bu konuda yapılmış uygulamalı çalışmalara yer verilmiştir.

Tezin üçüncü bölümünde, tezde tahmin edilen ekonometrik model çerçevesinde kullanılan testler tanıtılmış ve yapılan uygulamanın sonuçlarına yer verilmiştir.

Sonuç bölümünde elde edilen sonuçlara ve yapılan değerlendirmelere yer verilmektedir.

BİRİNCİ BÖLÜM

GENEL OLARAK ENERJİ VE ENERJİ KAYNAKLARININ SINIFLANDIRILMASI

1.1 ENERJİ

Enerji, Yunanca er (içinde) ve ergon (iş) sözcüklerinden türetilmiştir (Pala, 2001: 21). En basit tanımıyla enerji, iş yapabilme yeteneğidir. Burada “iş”, fiziksel bir kavram olup cisme etki eden kuvvetin hareket yönündeki bileşeni tarafından yapılmaktadır. Birim zamanda yapılan “iş”, “güç” olarak tanımlanmaktadır (<http://tr.wikipedia.org/wiki/Enerji>, Erişim Tarihi: 10/05/2008).

Canlı varlıklar, hayatlarının devamı için enerji kullanmak zorundadır. Yeşil bitkilerin güneş enerjisini canlıların kullanabileceği forma dönüştürdükleri fotosentez mekanizması, karbondioksiti (CO_2) de oksijene (O_2) dönüştürmektedir. Oksijenli solunum yapan canlıların atmosfere bıraktığı CO_2 de, bu mekanizma ile O_2 'ye çevrilmekte ve böylece yeryüzünde doğal denge devam etmektedir.

Günlük hayatta motorlu araçların hareketi, fabrikaların çalışması, şehirlerin aydınlatılması, konutların ısıtılması gibi sayısız iş için enerji kullanılmaktadır. İnsanlığın ulaştığı refah seviyesinde, enerjinin daha fazla çeşidinin çok çeşitli şekillerde kullanılmasının büyük payı olduğu gibi, bu seviyenin sürdürülebilmesi için de, çevresel kısıtlar saklı olmak üzere, enerji kullanımına bağımlılık sürecektir.

1.2 ENERJİ KAYNAKLARI

Enerjinin elde edilmesinde kullanılan kaynakların çok çeşitli olması, bunların sınıflandırılmasını gerektirmiştir. Sınıflandırma yapılırken farklı yöntemler kullanılabilmektedir.

Enerji kaynaklarına ilişkin en basit sınıflandırma; kömür, doğal gaz, petrol gibi olduğu gibi tüketilmekte olan birincil enerji kaynakları ve birincil enerji kaynaklarından elde edilerek kullanılan elektrik ve hava gazı gibi ikincil enerji kaynakları şeklinde yapılan sınıflandırmadır. Enerji kaynaklarının bir diğer sınıflandırılma yöntemi de, yenilenebilir ve yenilenebilir olmayan enerji kaynakları şeklinde yapılmaktadır.

Tezde, enerji kaynaklarının fosil kaynaklar ve yenilenebilir enerji kaynakları ile nükleer enerji ve elektrik enerjisi şeklindeki sınıflandırılması esas alınmaktadır.

1.2.1 Fosil Kaynaklar

Çevresel açıdan sakıncaları olan ve dünyada sınırlı rezervleri bulunan fosil yakıtlar, bitki ve hayvan fosillerinin milyonlarca yıllık dönüşümüyle ortaya çıkmış olan petrol, kömür, doğal gaz gibi kaynaklardır (Ataman, 2007: 7). Günümüz ekonomileri, hem arz hem de talep tarafından fosil kaynakların birincil kaynak olarak ve elektrik üretimi amaçlı olarak kullanımına yüksek derecede bağımlı durumdadır. Çevresel zararları nedeniyle alternatif arayışı sürekli olarak gündemde olsa da, yakın gelecekte fosil kaynaklara olan bağımlılığın yükselişinin devam edeceği öngörülmektedir. Diğer taraftan, fosil yakıt rezervlerinin yenilenebilir özellikte olmadığı, yani belirli bir süre sonunda tükeneceği de bir gerçektir.

1.2.1.1 Petrol

Yunanca petra (kaya) ve oleo (yağ) sözcüklerinden oluşan ve kaya yağı anlamına gelen petrol, hidrojen ve karbon içeren bileşiklerden oluşmaktadır. Yirminci yüzyılın başından beri yapılan bilimsel araştırmalar, organik maddelerin milyonlarca yıllık dönüşümleri ile petrolün oluştuğunu ortaya koymaktadır (http://www.petrol.itu.edu.tr/question/faq_t.html#5, Erişim Tarihi: 13/03/2008).

Ham haldeki petrol, yer altından çıkarılmakta ve rafinerilerde günlük hayatta kullanılan formlara dönüştürülmektedir. Yeryüzünde keşfedilmiş petrol yataklarının yanında keşfedilmeyi bekleyen alanlar da bulunmaktadır. Belli bir kuyunun fizibilitesi, çıkarılacak petrolün fiyatına bağlıdır. Dolayısıyla, yatırımları karşılayacak miktarda petrol içermediği için terk edilen kuyuların, petrol fiyatlarının yükselmesi ile ekonomik hale gelmeleri mümkündür.

Aşağıdaki tabloda, son 5 yılda petrol tüketen başlıca ülkelerin günlük petrol tüketim değerleri sergilenmektedir. Tablodan; tek başına Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD), tüm dünya tüketiminin dörtte biri kadar günlük petrol tüketiminin gerçekleştirildiği görülmektedir.

Tablo 1: Ükelere Göre Dünya Petrol Tüketimi (Bin Varil/Gün)

Ülke Adı	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ABD	19.761	20.033	20.731	20.802	20.687	20.698
Çin	5.288	5.803	6.772	6.984	7.530	7.855
Japonya	5.359	5.455	5.281	5.358	5.224	5.051
Hindistan	2.374	2.420	2.573	2.569	2.580	2.748
Rusya	2.606	2.622	2.619	2.601	2.709	2.699
Almanya	2.714	2.664	2.634	2.605	2.624	2.393
Güney Kore	2.282	2.300	2.283	2.308	2.318	2.371
Kanada	2.067	2.132	2.248	2.247	2.246	2.303
Brezilya	2.063	1.985	1.999	2.048	2.064	2.192
Suudi Arabistan	1.572	1.684	1.805	1.891	2.005	2.154
Meksika	1.837	1.885	1.918	1.974	1.970	2.024
Fransa	1.967	1.965	1.978	1.960	1.953	1.919
İtalya	1.943	1.927	1.873	1.819	1.812	1.745
İngiltere	1.693	1.717	1.764	1.802	1.785	1.696
İran	1.413	1.498	1.558	1.578	1.625	1.621
İspanya	1.526	1.559	1.593	1.619	1.602	1.615
Endonezya	1.137	1.142	1.225	1.232	1.139	1.157
Tayvan	999	1.069	1.084	1.090	1.097	1.123
Hollanda	952	962	1.003	1.070	1.043	1.044
Avustralya	846	851	856	886	918	935
Singapur	699	668	748	794	853	917
Tayland	766	836	925	929	918	911
Belçika & Luksemburg	691	748	785	815	839	839

Türkiye	656	668	688	650	655	666
Liste Toplamı	63.211	64.592	66.942	67.630	68.196	68.674
Dünya	77.829	79.296	82.111	83.317	84.230	85.220
Avrupa Birliği	14.795	14.865	15.030	15.201	15.233	14.861
OECD	47.687	48.294	49.104	49.497	49.319	48.934

Kaynak: BP Statistical Review Of World Energy Report 2008, <http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=70446>, (Erişim Tarihi: 15/03/2008), s.11.

Aşağıdaki tabloda, son 5 yılda dünyada günlük ortalama ihracat ve ithalat miktarları ülkeler bazında sergilenmektedir. Tablodan, Orta Doğu ülkelerinin dünyanın en büyük petrol ihracatçıları, ABD, Avrupa ve Japonya'nın en büyük petrol ithalatçıları olduğu görülmektedir.

Tablo 2: Dünya Petrol Ticareti

1000 Varil/Gün	2002	2003	2004	2005	2006	2007
İthalat						
ABD	11.357	12.254	12.898	13.525	13.612	13.632
Avrupa	11.895	11.993	12.538	13.261	13.461	13.953
Japonya	5.070	5.314	5.203	5.225	5.201	5.032
Diğer	16.291	17.191	18.651	19.172	20.287	22.207
DÜNYA TOPLAMI	44.613	46.752	49.290	51.182	52.561	54.824
İhracat						
ABD	904	921	991	1.129	1.317	1.439
Kanada	1.959	2.096	2.148	2.201	2.330	2.457
Meksika	1.966	2.115	2.070	2.065	2.102	1.975
Güney & Orta Amerika	2.965	2.942	3.233	3.528	3.681	3.570
Avrupa	2.234	2.066	1.993	2.149	2.173	2.273
Eski Sovyetler Birliği	5.370	6.003	6.440	7.076	7.155	8.334
Orta Doğu	18.062	18.943	19.630	19.821	20.204	19.680
Kuzey Afrika	2.620	2.715	2.917	3.070	3.225	3.336
Batı Afrika	3.134	3.612	4.048	4.358	4.704	4.830
Asya-Pasifik	3.848	3.978	4.189	4.243	4.312	5.274
Diğer	1.551	1.361	1.631	1.542	1.359	1.656
DÜNYA	44.613	46.752	49.290	51.182	52.561	54.824

Kaynak: BP Statistical Review Of World Energy Report 2008, <http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=70446>, (Erişim Tarihi: 15/03/2008), s.20.

Dünya petrol rezervleri ise, aşağıdaki tabloda miktar ve pay olarak sergilenmektedir. Rezervler açısından da Orta Doğu bölgesinin dünyanın en zengin petrol yataklarına sahip olduğu dikkat çekmektedir.

Tablo 3:Dünya Kanıtlanmış Petrol Rezervleri (2007 Sonu İtibariyle)

Bölge	Rezerv (Milyar Varil)	Pay (%)
Kuzey Amerika	69,3	5,60
Orta ve Güney Amerika	111,2	8,98
Avrupa ve Avrasya	143,7	11,61
Orta Doğu	755,3	61,02
Afrika	117,5	9,49
Asya Pasifik	40,8	3,30
DÜNYA TOPLAMI	1237,9	100

Kaynak: BP Statistical Review Of World Energy Report 2008, <http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=70446>, (Erişim Tarihi: 15/03/2008), s.6.

Türkiye'nin görünür ve muhtemel toplam petrol rezervleri ise, aşağıdaki tabloda gösterildiği gibi 38,74 milyon ton ile dünya rezervlerinin çok küçük bir bölümünü teşkil etmektedir.

Tablo 4: 2007 Sonu İtibariyle Türkiye'nin Petrol Rezervi

Üretilebilir Petrol (Milyon Ton)	Kümülatif Üretim (Milyon Ton)	Kalan Üretilebilir Petrol (Milyon Ton)
167,25	128,51	38,74

Kaynak:http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=y_istatistik&bn=244&hn=244&id=398, (Erişim Tarihi: 12/02/2008).

Türkiye'nin petrol tüketimi 2006 yılında 31,395 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Yerli üretim ise 2,176 milyon ton seviyesinde gerçekleşmiştir. Petrol, Türkiye'nin ithalatına bağımlı olduğu en önemli enerji kaynaklarından birisidir

(http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=y_istatistik&bn=244&hn=244&id=398, Erişim Tarihi: 31/10/2008).

1.2.1.2 Doğal Gaz

Doğal gaz; metan (CH_4), etan (C_2H_6) ve propan (C_3H_{10}) gibi hafif hidrokarbonların karışımından oluşmaktadır. Yeraltında serbest veya petrolle birlikte (örneğin petrolde çözünmüş olarak) bulunabilmektedir. Yüzeyde içerisindeki ağır hidrokarbonlar ayrıştırılmaktadır. Doğal gazın yanmasından CO_2 , su ve azot oksitler açığa çıkmaktadır (http://www.petrol.itu.edu.tr/question/faq_t.html#5, Erişim Tarihi: 13/03/2008).

Aşağıdaki tabloda dünya doğal gaz rezervlerinin miktar ve pay olarak dağılımı sergilenmektedir. Tablodan, Orta Doğu ve Avrupa-Avrasya bölgesinin dünya kanıtlanmış doğal gaz rezervleri açısından en zengin kaynaklarına sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 5: Dünya Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervleri (2007 Sonu İtibariyle)

	Trilyon m ³	Pay (%)
Kuzey Amerika	7,98	4,50
Orta ve Güney Amerika	7,73	4,36
Avrupa & Avrasya	59,41	33,49
Orta Doğu	73,21	41,28
Afrika	14,58	8,22
Asya Pasifik	14,46	8,15
DÜNYA TOPLAMI	177,36	100,00

Kaynak: BP Statistical Review Of World Energy Report 2008, <http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=70446>, (Erişim Tarihi: 15/03/2008), s.22.

Aşağıdaki tabloda da gösterildiği üzere, Türkiye'nin görünür ve muhtemel toplam doğal gaz rezervi 7,37 milyar m³ ile dünya rezervlerinin sadece %0,00001'i kadar bir paya sahiptir.

Tablo 6: 2007 Sonu İtibariyle Türkiye'nin Doğal Gaz Rezervi

Üretilabilir Gaz (Milyar m ³)	Kümülatif Üretim (Milyar m ³)	Kalan Üretilabilir Gaz (Milyar m ³)
16,93	9,56	7,37

Kaynak: http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=y_istatistik&bn=244&hn=244&id=398, (Erişim Tarihi: 22/09/2008).

Petrolde olduğu gibi doğal gazda da, Türkiye'nin rezerv olarak dünyada çok küçük miktarda bir paya sahip olduğu görülmektedir. 2006 yılında toplam doğal gaz tüketimi 31.313 milyon m³ olan Türkiye'de, 30.742 milyon m³ ithalat yapılmıştır. Doğal gaz tüketiminin 17.041 milyon m³'lük miktarı çevrim ve enerji sektöründe kullanılmıştır. Türkiye'nin doğal gazda ithalata olan yüksek bağımlılığı, mevcut elektrik üretiminde kullanılan kaynak bileşimi nedeniyle, elektrik üretiminde de yüksek seviyede ithalata bağımlı olması anlamına gelmektedir. Aşağıdaki tabloda, Türkiye'nin doğal gaz temini amacıyla yapmış olduğu sözleşmeler sergilenmektedir.

Tablo 7: Doğal Gaz Alım Anlaşmaları

Mevcut Anlaşmalar	Miktar-Plato* (Milyar m ³ /yıl)	İmzalanma Tarihi	Süre (Yıl)	Durumu
Rusya (Batı)	6	14 Şubat 1986	25	Devrede
Cezayir (LNG)	4	14 Nisan 1988	20	Devrede
Nijerya (LNG)	1,2	9 Kasım 1995	22	Devrede
İran	10	8 Ağustos 1996	25	Devrede
Rusya (Karadeniz)	16	15 Aralık 1997	25	Devrede

Rusya (Batı)	8	18 Şubat 1998	23	Devrede
Türkmenistan	16	21 Mayıs 1999	30	Askıda
Azerbaycan	6,6	12 Mart 2001	15	Devrede

*Yıllık en üst alım miktarı

Kaynak: http://www.botas.gov.tr/icerik/tur/faaliyetler/dogalgaz/boruhatti/dg_alim_anlasma.asp, (Erişim Tarihi: 17/05/2008).

1.2.1.3 Kömür

Kömür yanabilen organik bir kaya olup, karbon, oksijen ve hidrojen gibi maddelerin bileşiminden meydana gelmektedir. Karbon oranı, kömürün kalitesini belirlemektedir. Kömürler organik olgunluklarına göre linyit, altbitümlü kömür, bitümlü kömür ve antrasit olarak sınıflandırılmaktadır. Petrol ve doğal gazdan daha yaygın olan kömür, dünyadaki elliden fazla ülkede üretilmektedir. Dünya elektrik üretiminde yaklaşık %40 payı olan kömürün en önemli dezavantajı olan çevresel etkileri, yeni teknolojiler ile bertaraf edilebilmektedir (http://www.tki.gov.tr/tki_hakkinda/komur_nedir.htm, Erişim Tarihi: 13/03/2008). Aşağıdaki tabloda dünya kanıtlanmış kömür rezervleri sergilenmektedir.

Tablo 8: Dünyada Kanıtlanmış Kömür Rezervleri (2007 Sonu İtibariyle)

Ülke	Antrasit ve bitümlü (milyon ton)	Alt bitümlü ve linyit (milyon ton)	Toplam (milyon ton)	Pay (%)
Kuzey Amerika	116.592	133.918	250.510	29,56
Orta ve Güney Amerika	7.229	9.047	16.276	1,92
Avrupa ve Avrasya	102.042	170.204	272.246	32,12
Afrika ve Orta Doğu	50.817	174	50.991	6,02
Asya Pasifik	154.216	103.249	257.465	30,38
DÜNYA	430.896	416.592	847.488	100

Kaynak: BP Statistical Review Of World Energy Report 2008, <http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=70446>, (Erişim Tarihi: 15/03/2008), s.32.

Aşağıdaki tabloda da, dünya kömür üretimi ve toplam içerisindeki pay dağılımları sergilenmektedir.

Tablo 9:Dünya Kömür Üretimi (2007)

	Milyon Ton	Pay (%)
Kuzey Amerika Toplam	1.120,83	20,09
Orta ve Güney Amerika Toplam	86,61	1,76
Avrupa ve Avrasya Toplam	1.214,20	14,21
Orta Doğu Toplam	0,77	0,00
Afrika Toplam	273,22	4,92
Asya Pasifik Toplam	3.699,92	59,01
DÜNYA	6.395,55	100

Kaynak: BP Statistical Review Of World Energy Report 2008, <http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=70446>, (Erişim Tarihi: 15/03/2008), s.34.

Kömür, fosil yakıtlar arasında Türkiye açısından görece daha fazla güvenilir bir enerji kaynağı durumundadır. Türkiye’de 2006 yılında 22,798 milyon ton taşkömürü tüketiminin 2,319 milyon tonu yerli üretimden karşılanırken, 60,184 milyon tonluk linyit tüketiminin hemen hemen tamamı yerli kaynaklardan karşılanmıştır (http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=y_istatistik&bn=244&hn=244&id=398, Erişim Tarihi: 31/10/2008).

1.2.1.4 Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG)

Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) çoğunlukla 3 ve 4 karbonlu hidrokarbonları içeren ve düşük basınçlarda sıvılaşabilen gazları ifade eder. Doğal haliyle LPG renksiz, kokusuz, toksik özelliği bulunmayan bir madde iken, ticari kullanıma sunulurken, kaçak oluşması durumunda kolayca fark edilmesi için içerisine kokulandırıcılar eklenmektedir. LPG havadan daha yoğundur, doğal gazın tersine kaçak durumunda yere doğru çökmektedir. LPG, basınç altında sıvı halde depolanır ve bu şekilde

kullanıma sunulur (http://www.petroil.itu.edu.tr/question/faq_t.html#5, Erişim Tarihi: 13/03/2008).

Aşağıdaki tabloda, 2006 ve 2007 yıllarında satılan toplam LPG miktarı sergilenmektedir.

Tablo 10: 2006 ve 2007 Yıllarında LPG Satış Miktarları

Yıl		Ürün			
		Tüplü	Dökme	Otogaz	Toplam
2006	Satış (ton)	1.491.580	475.454	1.550.605	3.517.639
	Oran (%)	42,4	13,52	44,08	100
2007	Satış (ton)	1.302.434	216.470	2.006.263	3.525.167
	Oran (%)	36,95	6,14	56,91	100

Kaynak: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2007 LPG Sektör Raporu, 2008, s.3

2006 yılında dünyada LPG tüketim miktarları aşağıdaki tabloda sergilenmektedir.

Tablo 11: 2006 Yılında Dünya LPG Tüketimi

SIRALAMA	ÜLKE	2006 YILI TOPLAM TÜKETİM (Bin Ton)
1	ABD	48.540
2	Çin	20.900
3	Japonya	18.204
4	Hindistan	10.532
5	Meksika	9.805
6	Güney Kore	8.147
7	Rusya	7.610

8	Brezilya	6.440
9	Kanada	6.175
10	Suudi Arabistan	6.100
11	İngiltere	4.147
12	Fransa	3.695
13	Türkiye	3.580
14	Mısır	3.550
15	İtalya	3.501
16	Tayland	3.401
17	İran	2.990
18	Venezüella	2.905
19	Almanya	2.774
20	Polonya	2.520
21	Malezya	2.360
22	Tayvan	2.074
23	İspanya	2.066
24	Avustralya	1.870
25	Cezayir	1.867

Kaynak: World Lpg Association Statistical Review of Global LP Gas 2007, <http://www.worldlpgas.com/what-is-lp-gas/global-lp-gas-statistics>, (Erişim Tarihi: 22/11/2008), s.6.

Ulaşım sektöründe kullanılan LPG miktarında bakıldığında, Türkiye'nin Güney Kore ve Polonya'nın ardından 3 üncü sırada yer almaktadır. Aşağıdaki tabloda ulaşımda LPG tüketimine göre ilk 10 ülkeye yer verilmektedir.

Tablo 12: 2006 Yılında Dünyada Ulaşım Sektörü LPG Tüketimi

SIRA	ÜLKE	2006 YILI ULAŞIM SEKTÖRÜ LPG TÜKETİMİ (Bin Ton)
1	Güney Kore	4.018
2	Polonya	1.810
3	Türkiye	1.607
4	Japonya	1.555
5	Meksika	1.208
6	Avustralya	1.150

7	İtalya	990
8	Rusya	810
9	ABD	765
10	Tayland	459

Kaynak: World Lpg Association Statistical Review of Global LP Gas 2007, <http://www.worldlpgas.com/what-is-lp-gas/global-lp-gas-statistics>, (Erişim Tarihi: 22/11/2008), s.21.

1.2.2 Nükleer Enerji

Nükleer enerji, fisyon (bölünme) ve füzyon (birleşme) reaksiyonları sonucunda ortaya çıkmakta olup çevresel açıdan bir kısım riskleri içerisinde barındırmaktadır.

Fisyon reaksiyonu yapabilen doğada mevcut tek element uranyumun 235 atom ağırlıklı izotopudur. Bu element nötron bombardımanına tabi tutulduğunda, atomunun çekirdeği fisyonu uğrar yani bölünür. Bu bölünme sonucunda nükleer enerji meydana gelir. Uygun şekilde tasarlanan bir sistemde reaksiyon sonucu açığa çıkan nötronlar da kullanılarak parçalanma tepkimesinin sürekliliğinin sağlanması ile, zincirleme reaksiyon elde edilir. Bu zincirleme reaksiyon sayesinde büyük miktarda enerji elde edilir. Oluşan ısı enerjisi türbin sisteminde kinetik enerjiye ve ardından jeneratör sisteminde elektrik enerjisine dönüştürülür (Hayaloğlu, 2007:5).

Hafif atom çekirdeklerinin birleşme reaksiyonları da (füzyon) büyük bir enerjinin açığa çıkmasına sebep olmaktadır. Çok yüksek sıcaklıkta yüksek enerjiye ulaşan atom çekirdeklerinin çarpışması ile füzyon gerçekleşmektedir (Hayaloğlu, 2007:5,6).

Aşağıdaki tabloda, dünya nükleer enerji tüketim miktarları ülke ve bölge bazında sergilenmektedir.

Tablo 13: Dünyada Nükleer Enerji Tüketimi (TWh)

Ülke	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ABD	809,3	821,1	803,9	830,0	823,1	828,7	848,9
Kanada	76,7	75,5	74,9	90,4	92,0	97,3	93,3
Meksika	8,7	9,7	10,6	9,2	10,9	10,9	10,4
Kuzey Amerika Toplam	894,7	906,4	889,4	929,6	926,0	936,8	952,7
Arjantin	7,1	5,8	7,6	7,9	6,9	7,5	7,1
Brezilya	14,3	13,8	13,4	11,6	9,9	13,8	12,4
Orta ve Güney Amerika Toplam	21,3	19,7	20,9	19,5	16,7	21,3	19,4
Belçika & Lüksemburg	46,3	47,4	47,4	47,3	47,6	46,6	48,2
Bulgaristan	19,6	20,2	20,0	19,4	18,5	19,5	14,6
Çek Cumhuriyeti	14,8	18,7	25,9	26,3	24,7	26,0	26,1
Finlandiya	22,8	23,8	24,2	24,2	24,1	23,9	23,9
Fransa	421,1	436,8	441,2	449,4	452,6	451,3	440,4
Almanya	171,3	164,8	165,1	167,1	163,0	167,4	140,5
Macaristan	14,1	14,0	11,0	11,9	13,8	13,5	14,7
Litvanya	11,4	14,1	15,5	15,1	10,3	8,7	9,8
Hollanda	4,0	3,9	4,0	3,8	4,0	3,5	4,2
Romanya	5,4	5,5	4,9	5,5	5,6	5,6	7,0
Rusya	136,9	141,7	148,6	144,7	147,6	156,5	159,8
Slovakya	17,1	18,0	17,9	17,0	17,7	18,0	15,3
İspanya	63,7	63,0	61,9	63,6	57,5	60,2	55,0
İsveç	72,1	68,1	67,4	76,7	72,4	67,0	67,4
İsviçre	26,7	27,1	27,3	26,8	23,2	27,6	27,8
Ukrayna	76,2	78,0	81,5	87,0	88,8	90,2	92,5
Birleşik Krallık	90,1	87,8	88,7	80,0	81,6	75,5	62,4
Diğer	7,2	8,0	7,2	7,9	8,6	8,2	8,2
Avrupa ve Avrasya Toplam	1.220,9	1.241,0	1.259,7	1.273,8	1.261,7	1.269,1	1.218,1
Güney Afrika	11,3	12,6	13,3	15,0	12,9	10,6	13,2
Afrika Toplam	11,3	12,6	13,3	15,0	12,9	10,6	13,2
Çin	17,5	25,1	43,3	50,5	53,1	54,8	62,9
Hindistan	18,9	19,4	18,1	16,8	17,8	17,6	17,8
Japonya	321,1	314,9	230,4	285,9	293,0	304,3	279,0
Pakistan	2,1	1,9	1,9	2,4	2,6	2,7	2,4
Güney Kore	112,2	119,1	129,7	130,7	146,9	148,7	142,9
Tayvan	35,5	39,6	38,9	39,5	40,0	39,9	40,6
Asya Pasifik Toplam	507,2	520,0	462,4	525,8	553,4	568,1	545,6
DÜNYA TOPLAM	2.655,5	2.699,7	2.645,7	2.763,7	2.770,8	2.805,9	2.748,9

Kaynak: BP Statistical Review Of World Energy Report 2008,
<http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=70446>,
(Erişim Tarihi: 15/03/2008), s.36.

Türkiye'nin tablodan görüldüğü gibi nükleer tüketimi bulunmamaktadır. Nükleer enerjiden yararlanmak amacıyla bazı girişimler

olmuşsa da, şu anda Türkiye’de işletmede veya inşa halinde nükleer enerji santrali yoktur. Nükleer santral inşa etmeye yönelik çalışmalar devam etmektedir. Aşağıdaki tabloda dünyada işletmedeki nükleer santral sayıları ülkelere göre sergilenmektedir.

Tablo 14: Dünyada İşletmedeki Nükleer Santral Sayısı

Ülke	İşletmedeki Nükleer Santral Sayısı
ABD	104
Fransa	59
Japonya	55
Rusya	31
Kore	20
İngiltere	19
Kanada	18
Çin	17
Almanya	17
Hindistan	17
Ukrayna	15
İsveç	10
İspanya	8
Belçika	7
Çek Cumhuriyeti	6
Slovakya	5
İsviçre	5
Finlandiya	4
Macaristan	4
Arjantin	2
Brezilya	2
Bulgaristan	2
Meksika	2
Pakistan	2
Romanya	2
Güney Afrika Cumhuriyeti	2
Ermenistan	1
Litvanya	1
Hollanda	1
Slovenya	1
TOPLAM	439

Kaynak: www.nei.org/resourceandstats/nuclear_statistics, (Erişim Tarihi: 02/01/2008).

Dünyada, 2007 yılı toplam elektrik üretiminin ortalama %14'ü nükleer enerjiden sağlanmıştır. 2007 yılında toplam elektrik üretiminin en az %25'ini nükleerden karşılayan 16 ülke bulunmaktadır. Aşağıdaki tabloda, 2007 yılında elektrik üretiminde en fazla pay nükleer enerjiden elde edilen elektrik olan 12 ülkenin nükleerden yararlanma yüzdelerine yer verilmektedir.

Tablo 15: Ülkelerin Elektrik Üretiminde Nükleer Enerjinin Payı

Ülke	Elektrik Üretiminde Nükleer Enerjinin Payı (%)
Fransa	76,8
Litvanya	64,4
Slovakya	54,3
Belçika	54,0
Ukrayna	48,1
İsveç	46,1
Ermenistan	43,5
Slovenya	41,6
İsviçre	40,0
Macaristan	36,8
Güney Kore	35,3
Bulgaristan	32,1

Kaynak: www.nei.org/resourceandstats/nuclear_statistics, (Erişim Tarihi: 02/01/2008).

1.2.3 Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Rüzgar, güneş, jeotermal, hidrolik gibi yenilenebilir enerji kaynakları; hidrolik dışında süreksiz olmaları sebebiyle ekonomik olarak işletilmelerinde sorun yaşanan, fakat çevresel açıdan hemen hemen sorunsuz enerji kaynaklarıdır (Ataman, 2007:13). Doğal olarak tekrarlanan süreçler, yenilenebilir enerjinin kaynağını oluşturmaktadır. Yeryüzündeki hayatın en önemli kaynağı olan güneş, bu kaynakların başında gelmektedir. Rüzgar, jeotermal, dalga, biyogaz, biyokütle ve hidrolik diğer

başlıca yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Dünyanın giderek artan enerji talebi ve fosil yakıtların yarattığı çevre sorunları sebebiyle, yenilenebilir kaynakların kullanımının artırılması dünya çapında gündemde olan bir konudur.

1.2.3.1 Güneş

Güneş enerjisi, ısı ve ışık kaynağı olması ve fotosentez mekanizmasındaki rolü ile yeryüzündeki hayatın sürdürülmesi için olmazsa olmaz bir enerji kaynağıdır.

Güneşin insan eliyle ısı ve elektrik üretimi için kullanıldığı görülmektedir. Ancak, güneşe dayalı elektrik üretimi şu an için oldukça maliyetli bir yöntem durumundadır. Bu konuda gelişen teknoloji ile güneşten daha ekonomik olarak yararlanılabileceği değerlendirilmektedir.

Aşağıdaki tabloda, aylar itibariyle Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli gösterilmektedir. Tablodan görüldüğü gibi, en fazla güneş alınan aylar Haziran, Temmuz ve Ağustos iken en az güneş alınan aylar Aralık ve Ocak aylarıdır. Ortalama günlük güneş alınan süre ise 7,2 saattir.

Tablo 16: Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli

AYLAR	AYLIK TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ		GÜNEŞLENME SÜRESİ
	(Kcal/cm ² -ay)	(kWh/m ² -ay)	
OCAK	4,45	51,75	103
ŞUBAT	5,44	63,27	115
MART	8,31	96,65	165
NİSAN	10,51	122,23	197
MAYIS	13,23	153,86	273
HAZİRAN	14,51	168,75	325
TEMMUZ	15,08	175,38	365
AĞUSTOS	13,62	158,4	343
EYLÜL	10,6	123,28	280

EKİM	7,73	89,9	214
KASIM	5,23	60,82	157
ARALIK	4,03	46,87	103
TOPLAM	112,74	1311	2640
ORTALAMA	308,0 cal/cm ² -gün	3,6 kWh/m ² -gün	7,2 saat/gün

Kaynak:<http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/tgunes.html>, (Erişim Tarihi: 16/02/2008).

Türkiye’de bölgelere göre bakıldığında, aşağıdaki tablodan da görüldüğü gibi Güneydoğu Anadolu, Akdeniz, Ege, Doğu Anadolu ve İç Anadolu bölgeleri en yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahip bölgeler iken, Marmara ve Karadeniz bölgeleri görece daha düşük potansiyele sahiptirler.

Tablo 17: Türkiye’de Bölgelerin Güneş Enerjisi Potansiyeli

BÖLGE	TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ (kWh/m ² -yıl)	GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat/yıl)
GÜNEYDOĞU ANADOLU	1460	2993
AKDENİZ	1390	2956
DOĞU ANADOLU	1365	2664
İÇ ANADOLU	1314	2628
EGE	1304	2738
MARMARA	1168	2409
KARADENİZ	1120	1971

Kaynak:<http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/tgunes.html>, (Erişim Tarihi: 16/02/2008).

1.2.3.2 Rüzgar

En basit anlamıyla hareket eden hava olan rüzgar, yüzyıllar öncesinde yel değirmenleri yelkenli deniz araçları gibi yollarla insanlar tarafından kullanılmıştır. Teorik olarak, dünyada esen rüzgarın sadece %1’i bile dünyanın tüm enerji ihtiyacını karşılayabilir. İşletme giderlerinin görece

düşük olması, hammadde gerektirmemesi ve çevre dostu oluşu, rüzgar enerjisinin öne çıkan olumlu yönleridir (Durak ve Özer, 2008:1).

Ancak, rüzgarın istenen zamanda devreye alınıp istenen zamanda devreden çıkarılabilen bir kaynak olmaması, elektrik şebekelerinin teknik kısıtları gibi sorunlar, rüzgar enerjisinin uygulamada teorik ölçülerde olduğu kadar ekonomik bir kaynak olmasını engellemektedir.

Aşağıdaki tabloda, Türkiye'nin rüzgar potansiyeli gösterilmektedir. Bu tablodan, 20.000 Megavat (MW) karasal ve 15.000 MW denizsel rüzgar potansiyelinin kullanılabilir olduğu görülmektedir. Diğer yandan, ulusal elektrik şebekesinin kısıtları ile birlikte Türkiye'de 10.000 ile 20.000 MW arasında rüzgar enerjisine dayalı kurulu güç tesis edilebileceği değerlendirilmektedir.

Halihazırda Türkiye'de 200 MW rüzgara dayalı tesis işletmede olup yaklaşık 2.500 MW kurulu gücünde proje için de Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'ndan (EPDK) lisans alınmıştır. EPDK'ya 80.000 MW'ın üzerinde rüzgar enerjisine dayalı elektrik üretim tesisi kurmak üzere lisans başvuru yapılmış olup bu başvuruların inceleme ve değerlendirmesi sürmektedir. Başvuru miktarı yüksek olmakla birlikte, sözü edilen teknik kısıtlar ve başvuruların gerek türbin yerleştirilecek saha ve gerekse bağlantı yağılacak trafo merkezi bazında çakışıyor olmaları nedeniyle, bu başvuruların tamamının olumlu sonuçlanması mümkün değildir. Tahminen, 10.000 MW seviyesinde kurulu güç için lisans verilebileceği değerlendirilmektedir.

Tablo 18: Türkiye'nin Rüzgar Enerjisi Potansiyeli

Karasal alanda			
Karakteristik	Brüt	Teknik	Kullanılabilir
Güç (MW)	220.000	55.000	20.000
Enerji(GWh/yıl)	400.000	110.000	50.000

Denizsel alanda			
Karakteristik	Brüt	Teknik	Kullanılabilir
Güç (MW)	-	60.000	15.000
Enerji(GWh/yıl)		180.000	45.000

Kaynak: <http://www.ressiad.org.tr/makaleler.php?ID=21>, (Erişim Tarihi: 11/11/2008).

Aşağıdaki tabloda, Türkiye'nin bölgeleri bazında ortalama rüzgar hızları gösterilmektedir.

Tablo 19: Bölgeler Bazında Türkiye'nin Rüzgar Potansiyeli

BÖLGELER	HIZ (m/sn)	Sınıf Orta Noktası (m/sn)
Karadeniz	0,6–4,6	2,6
Doğu Anadolu	0,6–2,8	1,7
Akdeniz	1,0–4,8	2,9
Ege	1,1–3,5	2,3
Güneydoğu Anadolu	1,4–2,9	2,15
Marmara	1,6–5,1	3,35
Orta Anadolu	1,7–3,3	2,5

Kaynak: Merzifonluoğlu, Ümit, “Elektrik Sektöründen Kaynaklanan Sera Gazları Salımının Kontrolü ve Düzenleme Kurumları Açısından İncelenmesi”, Yayınlanmamış Uzmanlık Tezi, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Ankara, 2007, s.25.

Bir bölgenin rüzgar enerjisi potansiyeline ilişkin değerlendirme yapılırken, rüzgar hızının yanı sıra arazi koşullarına da bakılması gerekmektedir. Rüzgar hızları yüksek ve arazi koşulları uygun olan Marmara Bölgesi'nde Çanakkale, Ege Bölgesi'nde İzmir ve Akdeniz Bölgesi'nde Hatay yöreleri, Türkiye'nin rüzgar potansiyeli yüksek yerleri durumundadır.

1.2.3.3 Hidrolik

Su gücü olan hidrolik, elektrik üretiminde kullanılan en güvenilir yenilenebilir kaynaktır. Aynı zamanda yerli bir kaynak olarak Türkiye gibi ithalata bağımlı bir ülke için çok önemli bir alternatiftir. Bunun yanında, hidroelektrik santrallerin (HES), ani talep değişimlerinde devreye alınabilen, 200 yıl gibi uzun ömre sahip, %90 seviyesinde verimli, işletme gideri düşük, yatırım geri ödeme süresi düşük ve yakıt gideri olmayan santraller olmaları, enerji arz güvenliği açısından tercih edilir santraller olmalarını sağlamaktadır (<http://www.dsi.gov.tr/hizmet/enerji.htm>, Erişim Tarihi: 05/10/2008). HES'lerin en önemli dezavantajları ise, yağış rejimine bağımlı olmaları ve inşa edilmeleri ile ilişkili olumsuz çevresel etkilerinin bulunmasıdır.

Aşağıdaki tabloda; Dünya, Avrupa ve Türkiye'deki HES potansiyeli gösterilmektedir.

Tablo 20: Dünya, Avrupa ve Türkiye'de Hidroelektrik Potansiyeli

	Brüt HES Potansiyeli (GWh/yıl)	Teknik HES Potansiyeli (GWh/yıl)	Ekonomik HES Potansiyeli (GWh/yıl)
Dünya	40.150.000	14.060.000	8.905.000
Avrupa	3.150.000	1.225.000	800.000
Türkiye	433.000	216.000	130.000

Kaynak: <http://www.dsi.gov.tr/hizmet/enerji.htm>, (Erişim Tarihi: 21/03/2008).

ABD'de hidroelektrik potansiyelin %86'sı, Japonya'da %78'i, Norveç'te %68'i, Kanada'da %56'sı Türkiye'de ise % 36'sı kullanılmaktadır (TÜSİAD, 2008:91). Bu oranlar, Türkiye'nin arz güvenliği açısından yerli ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olan hidrolikteki kullanılabilir potansiyelinin ümit verici olduğunu göstermektedir. Bu çerçevede, elektrik üretim yatırımlarının özel sektör finansmanı ile sağlanması hedefi doğrultusunda,

yatırımcıların HES projelerinin lisanslandırılması işlemleri EPDK tarafından sürdürülmektedir.

1.2.3.4 Diğer

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında jeotermal, biyogaz, gel-git, dalga gibi kaynaklar da bulunmaktadır.

Jeotermal enerji, yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu kimyasallar içeren sıcak su, buhar ve diğer gazların enerjisidir. Dünyada jeotermal elektrik üretiminde ilk 5 ülke sıralaması, ABD, Filipinler, Meksika, Endonezya ve İtalya şeklinde iken jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarındaki ilk 5 ülke sıralaması ise; ABD, İsveç, Çin, İzlanda ve Türkiye şeklindedir (<http://www.jeotermaldernegi.org.tr>, Erişim Tarihi: 23/04/2008).

Tablo 21: Dünyada Jeotermal Elektrik Üretim Kapasitesi

Ülke	Kurulu Güç (MWt)
ABD	2228
Filipinler	1909
İtalya	785
Meksika	755
Endonezya	589
Japonya	547
Yeni Zelanda	437
İzlanda	170
El Salvador	161
Kosta Rika	142
Nikaragua	70
Kenya	45
Çin	29
Guatemala	33
Rusya	23
Türkiye	20
Portekiz	16
Etiyopya	8,5

Fransa	4
Tayland	0,3
Avustralya	0,17
TOPLAM	7971,97

Kaynak: Akkaya, Sibel, “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Açısından Önemi ve Bir Rüzgar Enerjisi Uygulaması”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2007, s.25

Jeotermal enerjinin, dünya çapında ısıtma gibi doğrudan amaçlarla kullanılmasına ilişkin veriler de aşağıdaki tabloda sunulmaktadır.

Tablo 22: Dünyada Doğrudan Jeotermal Enerji Kullanımı

Ülke	Kurulu Güç (MW)	Üretim (GWh/Yıl)
Çin	2.282	10.531
Japonya	1.167	7.482
ABD	3.766	5.640
İzlanda	1.469	5.603
Türkiye	820	4.377
Yeni Zelanda	308	1.967
Gürcistan	250	1.752
Rusya	308	1.707
Fransa	326	1.360

Kaynak: AKKAYA, Sibel, “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Açısından Önemi ve Bir Rüzgar Enerjisi Uygulaması”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2007, s.27.

Türkiye’nin jeotermal enerjinin doğrudan kullanılmasında dünyanın önde gelen ülkelerinden birisi olduğu tablodan görülmektedir. Diğer taraftan, Türkiye’de 5 adet jeotermal saha, elektrik üretimine elverişlidir. Bunlar: Denizli-Kızıldere (242 °C), Aydın-Germencik (230 °C), Çanakkale-Tuzla (173 °C), Aydın-Salavatlı (171 °C), Kütahya-Simav (162 °C)’dır. Bunlar arasında bugün için 1984 yılında kurulan, 20,4 MW kapasiteye sahip Denizli-Kızıldere jeotermal sahasında elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Ülkemizde, jeotermal kaynaklardan enerji üretim

hedefi 2010 yılı için 500 MW ve 2020 yılı için ise 1.000 MW olarak öngörülmektedir (DPT, 2001:35).

Organik atıklardan (biyokütle) elde edilen biyogaz da, bir başka yenilenebilir ve yerli enerji kaynağıdır. Hayvansal ve bitkisel atıkların oksijensiz ortamda ayrışması sonucu ortaya çıkan bir gaz karışımı olan biyogazın bileşiminde % 60-70 metan (CH₄), % 30-40 CO₂, % 0-2 hidrojen sülfür (H₂S) ile çok az miktarda azot (N₂) ve hidrojen (H₂) bulunmaktadır (<http://www.khgm.gov.tr/kutuphane/biyogaz/bigaz.htm>, Erişim Tarihi: 26/10/2008). Aşağıdaki tabloda, Türkiye'nin hayvansal atık potansiyeline ilişkin veriler sergilenmektedir.

Tablo 23: Türkiye'nin Hayvansal Atık Potansiyeline Karşılık Gelen Üretilebilecek Biyogaz Miktarı ve Taşkömürü Eşdeğeri

Hayvan Cinsi	Hayvan Sayısı (adet)	Yaş Gübre Miktarı (ton/yıl)	Biyogaz Miktarı (m ³ /yıl)	Taşkömürü Eşdeğeri (ton/yıl)
Sığır	11.054.000	39.794.400	1.313.215.200	1.181.894
Koyun-Keçi	38.030.000	26.621.000	1.544.018.000	1.389.616
Tavuk-Hindi	243.510.453	5.357.230	417.863.937	376.078
Toplam	292.594.453	71.772.630	3.275.097.137	2.947.587

Kaynak: http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/biyoenerji/01-biyogaz/bg_Turkiye.html, Erişim Tarihi: 16/02/2008).

Denize dayalı yenilenebilir enerji kaynakları içinde Türkiye için en önemlisi dalga enerjisidir. Türkiye'nin Marmara denizi haricinde açık deniz kıyıları 8.210 kilometreyi bulmaktadır. Türkiye kıyılarının deniz trafiği, turizm, balıkçılık, kıyı tesisleri dışında kullanıma uygun olan 1/5'lik bölümünden yaklaşık 18,5 milyar kWh/yıl enerji elde edilebileceği hesaplanmıştır (Akkaya, 2005:45).

Okyanus akıntısı veya gel-git nedeniyle yer değiştiren su kütlelerinin enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi bir başka yenilenebilir enerji

kaynağını teşkil etmektedir. Gel-git enerjisini elektriğe dönüştürmede, uygun bulunan koyların ağzının bir barajla kapatılarak, gelen suyun tutulması, çekilme sonrasında da yükseklik farkından yararlanılarak türbinler aracılığı ile elektrik üretilmesi yöntemi en yaygın yöntemdir. Verimli bir kaynak olmakla birlikte, ülkemiz konumu itibarıyla, gel-git enerjisi açısından uygun bir ülke değildir (Merzifonluoğlu, 2007:28).

1.2.4 Elektrik

Birincil enerji kaynaklarının dönüşümünde elde edilen elektrik enerjisi, hem üretim hem de tüketim tarafında vazgeçilmez bir unsur durumundadır. Elektrik, farklı birincil enerji kaynaklarından, farklı yöntemlerle elde edilmekte ve mevcut teknoloji düzeyinde ekonomik olarak depolanamadığı için arzının ve talebinin anlık olarak dengelenmesi gerekmektedir.

Aşağıdaki tabloda, 1997 yılında itibaren Türkiye toplam elektrik kurulu gücü ve kurulu gücün dayalı olduğu kaynak türüne göre dağılımı sergilenmektedir.

Tablo 24: Türkiye Elektrik Kurulu Gücü (MW)

YILLAR	TERMİK	HİDROLİK	JEOTERMAL & RÜZGAR	TOPLAM
1997	11.771,8	10.102,6	17,5	21.891,9
1998	13.021,3	10.306,5	26,2	23.354,0
1999	15.555,9	10.537,2	26,2	26.119,3
2000	16.052,5	11.175,2	36,4	27.264,1
2001	16.623,1	11.672,9	36,4	28.332,4
2002	19.568,5	12.240,9	36,4	31.845,8
2003	22.974,4	12.578,7	33,9	35.587,0
2004	24.144,7	12.645,4	33,9	36.824,0
2005	25.902,3	12.906,1	35,1	38.843,5
2006	27.420,2	13.062,7	81,9	40.564,8
2007*	27.212,3	13.394,9	170,1	40.777,3

* 2007 verileri geçicidir.

Kaynak: http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=y_istatistik&bn=244&hn=244&id=398, Erişim Tarihi: 22/12/2008).

Aşağıdaki tabloda, 2000 yılından itibaren Türkiye’de elektrik üretiminde kullanılan birincil kaynakların oranı sergilenmektedir. Tablodan, doğal gaza dayalı santrallerin, tüm elektrik üretiminin yaklaşık %50’sini gerçekleştirdiği görülmektedir. Doğal gazın, ithal bir kaynak olduğu düşünüldüğünde elektrik üretiminde yüksek seviyede ithalata bağımlılığın söz konusu olduğu ve bunun arz güvenliği açısından arzu edilmeyecek bir durum olduğu değerlendirilmektedir.

Tablo 25: Elektrik Üretiminde Kullanılan Kaynakların Oranı (%)

Yıllar	taş kömürü +ithal kömür	Linyit	Fuel oil	Nafta	Doğal gaz	Yenilenebilir+ atık	Hidrolik	Jeotermal +rüzgar
2000	3,06	27,51	5,97	0,44	37,00	0,18	24,72	0,09
2001	3,30	28,01	7,18	0,39	40,37	0,19	19,56	0,12
2002	3,16	21,68	7,35	0,72	40,57	0,13	26,03	0,12
2003	6,16	16,78	5,80	0,74	45,20	0,08	25,13	0,11
2004	7,96	14,90	4,44	0,62	41,30	0,07	30,58	0,10
2005	8,18	18,49	3,16	0,20	45,35	0,08	24,43	0,09
2006	8,06	18,40	2,40	0,03	45,77	0,09	25,10	0,13
2007*	7,81	20,05	3,99	0,31	48,51	0,09	18,72	0,27

* 2007 verileri geçicidir.

Kaynak: http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=y_istatistik&bn=244&hn=244&id=398, Erişim Tarihi: 22/12/2008).

1996-2006 yıllarında Türkiye’de puant (en yüksek) güç ve enerji talebinin gösterildiği aşağıdaki tablodan, kriz yılı olan 2001 yılı hariç olmak üzere her yıl elektrik güç ve enerjisi puant talebinin artmış olduğu görülmektedir.

Tablo 26: 1996-2006 Yıllarında Türkiye Puant Güç ve Enerji Talebi

	Puant Güç Talebi (MW)	Artış (%)	Enerji Talebi (GWh)	Artış (%)
1997	16.926	11,1	105.517	11,3
1998	17.799	5,2	114.023	8,1

1999	18.938	6,4	118.485	3,9
2000	19.390	2,4	128.276	8,3
2001	19.612	1,1	126.871	-1,1
2002	21.006	7,1	132.553	4,5
2003	21.729	3,4	141.151	6,5
2004	23.485	8,1	150.018	6,3
2005	25.174	7,2	160.794	7,2
2006	27.594	9,6	174.230	8,3

Kaynak: www.teias.gov.tr/projeksiyon/Kapasite%20projeksiyonu%202007.pdf, Erişim Tarihi: 05/12/2008).

Arz güvenliğinin sağlanması ve izlenmesi amacıyla, elektrik talebinin tahmin edilmesi ve elektrik üretim kapasitesinin projeksiyonunun yapılması gerekmektedir. Bu çerçevede, Türkiye için yapılmış olan 2020 yılına kadarki talep tahmini aşağıdaki tabloda sergilenmektedir. Tabloya göre; 2016 yılında, talebin bugünkü seviyesinin 2 katına çıkması, 2020 yılı itibariyle de 500 GWh seviyesine ulaşması öngörülmektedir.

Tablo 27: Elektrik Talep Tahmini (GWh)

YILLAR	BRÜT TALEP	NET TALEP	SANAYİ*	KONUT	ULAŞTIRMA	TARIM
2008	206.400	168.600	83.558	79.050	1.377	4.615
2009	223.500	184.400	91.823	86.250	1.507	4.820
2010	242.020	201.652	100.882	94.093	1.651	5.026
2011	262.000	220.600	110.665	102.900	1.810	5.225
2012	283.500	240.700	120.786	112.500	1.982	5.432
2013	306.100	262.000	131.682	122.500	2.168	5.650
2014	330.300	284.100	142.853	133.000	2.372	5.875
2015	356.200	307.071	154.940	143.430	2.593	6.108
2016	383.000	330.900	168.110	153.600	2.835	6.356
2017	410.700	355.600	182.087	163.800	3.100	6.613
2018	439.600	381.700	197.431	174.000	3.388	6.881
2019	469.500	408.000	212.438	184.700	3.703	7.159
2020	499.490	434.565	227.767	195.302	4.047	7.449

(*) Rafineri talebi dahil

Kaynak: http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=y_istatistik&bn=244&hn=244&id=398, (Erişim Tarihi: 22/12/2008).

1.3 DÜNYADA BİRİNCİL ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANIMI

Dünya enerji tüketimi içerisinde yüksek oranda payı bulunan fosil yakıtların belli bir zaman sonunda tükenecek olması ve bu kaynakların çevresel açıdan sürdürülebilirliklerinin bulunmayışı, tüm dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı tüketim yapısına geçilmesi hedefini gündemde tutmaktadır.

Aşağıdaki tabloda; 1973, 2005 gerçekleşme ve 2010, 2020 tahmini olarak dünya birincil enerji kaynakları tüketiminde kaynakların oranına yer verilmektedir. Bu tablodaki tahminlerin yenilenebilir enerji kaynaklarından oransal olarak daha fazla yararlanılması şeklinde değiştirilmesi arzu edilir bir gelişme olacaktır.

Tablo 28: Dünya Birincil Enerji Tüketiminde Yakıt Payları (%)

	1973	2005	2010	2020
Petrol	53	36,4	39	38
Kömür	18	27,8	28	29
Doğal gaz	16	23,4	24	25
Fosil Yakıtlar	87	87,6	91	92
Nükleer	1	5,9	6	4
Hidroenerji	2	6,3	3	3
Diğer Yenilenebilirler*	10	0,2	1	1

* Hidrolik hariç, güneş, rüzgar, gel-git, jeotermal, geleneksel ve modern biyolojik yakıtlar.

Kaynak: PALA, Cenk, "AB'nin Arz Güvenliğinde Türkiye'nin Önemi", Makine Mühendisleri Odası Uluslararası Doğal Gaz Kongresi ve Sergisi, Ankara, 2007, s.11.

Aşağıdaki tabloda, 2007 yılında petrol, doğal gaz, kömür, nükleer ve hidrolik kaynakların tüketilme oranlarına yer verilmektedir. Petrol, doğal gaz ve kömürün bu kaynaklar arasında toplam %87,9 paya sahip oldukları, nükleerin %5,6 ve hidrolik kaynakların %6,3 paya sahip olduğu dikkat çekmektedir.

Tablo 29: 2007 Yılında Dünyada Birincil Enerji Tüketiminin Kaynaklarına Göre Payı

	Petrol	Doğal Gaz	Kömür	Nükleer	Hidrolik	Toplam
Miktar (mtep)	3952,8	2637,7	3177,5	622	709,2	11099,3
Pay (%)	35,6	23,7	28,6	5,6	6,3	99,8

Kaynak: BP Statistical Review Of World Energy Report 2008, <http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=70446>, (Erişim Tarihi: 15/03/2008), s.41.

2006 yılı Türkiye enerji dengesine bakıldığında, petrol, kömür ve doğal gaz tüketiminin tüm enerji tüketiminin %87,7'sine tekabül ettiği görülmektedir. Bu kaynaklardaki yüksek ithalat bağımlılığı ve çevresel açıdan fosil yakıtların etkileri değerlendirildiğinde, Türkiye'nin önümüzdeki dönem enerji politikasının yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji kaynakları içerisindeki payının yükseltilmesine odaklanması gerektiği görülmektedir.

İKİNCİ BÖLÜM

SANAYİ ÜRETİMİ VE ENERJİ TÜKETİMİ İLİŞKİSİ

Mal ve hizmet üretiminde enerjinin bir girdi olarak kullanılmasının yanı sıra diğer üretim faktörleri ile içinde bulunduğu ilişkilerin karmaşık oluşu, üretim düzeyini ifade eden ekonomik büyüklükler (GSYİH, GSMH, sanayi üretimi gibi) ile enerji arasındaki ilişkilerin araştırılmasına kaynaklık etmiştir.

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme (veya GSYİH, GSMH, sanayi üretimi vs.) ilişkisi, bu değişkenler arasındaki karmaşık bağlantıların anlaşılabilmesi için araştırmalara konu edilmektedir. Elde edilecek bulgular, güvenilir ve etkin bir piyasa yapısı tasarımı için düzenleyici kurumlara ve yatırımcılara bir temel teşkil edecektir (Ciarreta ve Zarraga, 2007:2). Daha önce de belirtildiği üzere, enerji bir taraftan üretimin girdisi, diğer taraftan artan üretim seviyesi ile elde edilen gelirin yarattığı taleple tüketimi artan bir nihai ürün olup bu nedenle üretim düzeyi ile enerji tüketimi arasındaki nedenselliğin varlığı ve var ise yönü ampirik analizlere başvurulmadıkça kesin olarak bilinmemektedir.

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme (veya sanayi üretimi) arasındaki nedenselliğin yönünün, yani ekonomik büyüme için enerjinin bir ön koşul mu, yoksa bir sonuç mu olduğu sorusunun iki nedenle araştırmacıların ilgisini çekmiş olduğu görülmektedir. Birincisi; kalkınmakta olan ülkelerin, kalkınmış ülkelere göre daha fazla CO₂ salınımı yapmalarına izin verilmesi istekleridir ki bu yaklaşım, ekonomik büyüme için enerji kullanımının bir ön koşul olduğunu varsaymaktadır. İkinci olarak, ekonometrik analiz yöntemlerinin kolaylaşması ve çeşitlenmesi nedeniyle, bu ilişkinin araştırılmasına olan ilgi de artmıştır (Guttormsen, 2004:3).

Politika yapıcılarının, literatürdeki bu tarz çalışmaları nasıl kullandığına bir örnek olarak, 1986 yılında ABD Enerji Bakanlığı'nın kalkınma programlarının tasarımı ve özel sektöre uygun teşvikler verilmesinde kullanılmak üzere ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi arasındaki ilişkiye ilişkin olarak istediği rapor gösterilebilir (Ciarreta ve Zarraga, 2007:18). Türkiye'nin Kyoto protokolü çerçevesinde yükümlenmesi söz konusu olabilecek sorumluluklar açısından da bu araştırmaların önemli olduğu değerlendirilmektedir.

Ülkelerin kalkınma süreçlerinde görülen “sanayisizleşme” olgusu da, konu ile yakından ilgilidir. Kalkınma düzeyi artan ülkelerde, GSYİH içinde hizmet sektörünün payı da artmaktadır (Kaynak, 2005:136). Bu durumdan dolayı, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki (ve enerji tüketimi ile sanayi üretimi arasındaki) nedensellik ilişkisinin kalkınmış ve kalkınmakta olan ülkelerde birbirinden farklı mahiyette olabileceği değerlendirilmektedir.

Ampirik çalışmalarda cevap aranan temel soru; ekonomik büyümenin enerji kullanımının nedeni mi olduğu, yoksa enerji kullanımının efektif toplam talep, beşeri sermaye, artan verimlilik ve teknolojik ilerleme ile olan dolaylı bağlantıları ile ekonomik büyümeyi teşvik mi ettiği sorusudur (Guttormsen, 2004:5).

Türkiye açısından, sürdürülebilir yüksek bir büyüme oranının gerçekleştirilebilmesi için sanayi sektörünün sürükleyici bir rol oynaması gerekmektedir (Terzi ve Oltulular, 2004:221). Ekonomik büyümede sanayi sektörünün öneminden dolayı, büyüme-enerji ilişkileri bağlamında sanayi üretimi ile enerji tüketimi ilişkisinin incelenmesinin faydalı olduğu değerlendirilmektedir.

Ampirik çalışmalarda ekonomik büyümede enerjinin rolü tartışmalardan uzak değildir, çünkü enerji sermaye, emek ve diğer üretim faktörlerinin verimliliğini yükseltmektedir (Hatemi ve Irandoust, 2005:91).

Büyüme ve enerji ilişkisinin anlaşılabilmesi için, öncelikle üretimde enerjinin yerinin anlaşılması gerekmektedir. Ardından, ekonomik aktivite ile enerji tüketimi arasındaki ilişkilerin düzeyini belirleyecek faktörler üzerinde durulabilecektir. Bu faktörler; veri teknoloji düzeyinde enerji ile diğer girdiler arasındaki ikame, teknolojik değişim, enerji girdisinin bileşimindeki değişimler ve ekonomik çıktının bileşimindeki değişimler olarak sayılabilir (Stern ve Cleveland, 2004:3).

Sanayi üretimi ile sanayi sektöründeki enerji tüketimi ilişkisi, ilk anda düşünülebileceği kadar basit ve yalın bir ilişki değildir. Hızla küreselleşen dünya ekonomisi, tüketici talebinde ve davranışında gerçekleşen dönüşüm ve değişimler, teknolojik ilerleme, enerji fiyatlarındaki dalgalanmalar gibi faktörler, enerjinin üretim ile olan ilişkilerini de dinamik hale getirmektedir. Ülkeden ülkeye ve dönemden döneme değişen ekonomik ilişkiler ağı, konuyu ampirik bir düzleme taşımaktadır.

Sonuç olarak bir ekonomide sanayi sektörü üretimi ile enerji tüketimini arasındaki ilişkileri belirleyen başlıca faktörlerin;

- Üretim düzeyi,
- Kullanılan teknolojinin düzeyi ve niteliği,
- Enerji ile diğer üretim faktörleri arasındaki ikame ve/veya tamamlayıcılık ilişkileri,
- Enerjinin diğer üretim faktörlerinin verimliliği üzerinde yaptığı etki,
- Enerji verimliliği,
- Enerji yoğunluğu,
- Enerji fiyatları ve
- Söz konusu ülkedeki sanayi üretiminin yapısal özelliklerinin (emek-yoğun, sermaye-yoğun olması vs.)

olduğu değerlendirilmektedir. Bu faktörlerin de bağlı oldukları çok sayıda başka değişken ve belirleyici koşul bulunduğu düşünüldüğünde, nihai sonucun karmaşık ilişkiler ağı tarafından belirlendiği anlaşılmaktadır.

Genel olarak GSYİH, GSMH veya özel olarak sanayi üretimi ile enerji tüketimi arasındaki ilişkinin karmaşıklaşmasına neden olan bu faktörler nedeniyle, ilişkinin yönünü tespit etmek için uygulamalı çalışmalar yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

2.1 ENERJİ-ÜRETİM İLİŞKİSİ

Üretim faktörlerinin bir araya getirilerek ihtiyaçların karşılanması için mal ve hizmetlerin elde edilmesi ya da miktarlarının artırılması üretim olarak adlandırılmaktadır. İktisat teorisinde klasik üretim faktörleri emek, sermaye, doğal kaynaklar (genellikle toprak) ve girişim olarak belirtilmektedir (Dinler, 1998:15-17). Bu klasik sınıflandırma içerisinde enerji, doğal kaynaklar kategorisinde ele alınmaktadır. 1973 petrol krizinin ardından, enerjinin ayrı bir üretim faktörü olduğu kabul edilmeye başlanmıştır (Fidan, 2006:31).

Enerjinin işçiyle, makineyle, malzeme ile birleştirilerek üretime girmesi, onun biyofiziksel bir üretim faktörü olarak görülmesine neden olmuştur. Termodinamik ikameye sınırlar koyduğu için, bilgi birikimi ve enerjiyi bünyesinde gömülü olarak bulunduran sermaye stoklarının gerçek ikame seviyesi, ampirik bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (Cleveland ve Stern, 2004:7).

Enerji kaynakları bazen üretim hammaddesi, bazen üretimde kullanılıp tüketilen bir ara malı, bazen de çıktının kendisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bir hammadde olarak, özellikle petrol işlenerek günlük hayatta çok çeşitli ürünlerin üretilmesine kaynaklık etmektedir. Enerji maliyeti ülkeden ülkeye değiştiği için, ucuz enerji alabilen ülke sektörleri dünyadaki rakiplerine karşı çok önemli bir avantaja sahip olmaktadır. Enerjiyi tasarruflu kullanmak, birim çıktı başına enerji tüketimini (enerji yoğunluğunu) düşürmek günümüz ekonomilerinin rekabet avantajı elde etmek için ulaşmak istedikleri hedefler arasındadır.

Tarihsel olarak bakıldığında; nüfus artışı, makineleşme, ulaşımda yaşanan ilerlemeler gibi gelişmelerin enerjiye yüksek bağımlılık meydana getirdiği görülmektedir. Sanayileşme sürecinde, ülkelerin enerjiye yüksek bağımlı, enerji yoğunluğu yüksek üretim tipine yönelmeleri, petrol krizlerinde kendisini krizler şeklinde ortaya koyan bir olgu olmuştur. Günümüz teknolojisinin daha ziyade enerji bağımlılığını azaltma amacıyla kullanılmasının arkasında da bu risk yatmaktadır. Sanayileşme bağlamında bakıldığında, dünyada sanayileşmiş ama enerji kaynağı fakiri ülkeler olduğu gibi, enerji kaynaklarını ihraç eden fakat sanayileşmemiş ülkelerin de varlığı söz konusudur (Pala, 2001: iv).

Teknolojik gelişme, enerjinin üretimdeki yeri açısından belirleyici bir olgudur. Tarihi süreç içerisinde, hangi enerji kaynağının daha yaygın şekilde girdi/nihai ürün olarak kullanıldığı teknoloji tarafından belirlenmiştir. Su, rüzgar, buhar, kömür, petrol ve elektrik yüzyıllar içerisinde insanlığın gözde enerji kaynakları olmuştur. Bu süreçte en dikkat çekici değişim Sanayi Devrimi ile başlamış ve son yüzyılda toplumların refahı açısından enerji kaynaklarının önemi doruğa ulaşmıştır.

Teknolojik gelişmenin yanı sıra, üretim sistemi de enerji kaynaklarının kullanımı üzerinde etkilidir. Birbirini besler şekilde, enerji kaynaklarının form değişikliğine dair bilgi birikiminin artışı ve bu kaynaklara daha kolay ve ucuz ulaşılması da üretim sistemini etkilemiştir. Kuşkusuz ucuz enerji, zamanla değişen bir kavramdır.

Aşağıdaki tabloda, ucuz ve pahalı petrol dönemleri görülmektedir. Bir ekonominin bağımlı olduğu enerji türünü süratle değiştirmesi mümkün olmadığı için, fiyat artışı ve dalgalanmaları yaşandığında, enerji krizleri kaçınılmaz olmaktadır.

Tablo 30: Enerji Açısından Dünyada Tarihi Dönemler

1700-1760: Tarımsal Avrupa
1760-1820: İngiliz Sanayi Devrimi+Endüstriyel Avrupa+İngiltere’de Su Yoluyla Taşınan Kömür+Buhar Gücünün Devreye Girişi
1820-1850: Endüstriyel Avrupa+ İngiltere ve Belçika’da Su Yoluyla Taşınan Kömür+Buhar Gücü Kullanımında Artış
1850-1913: Demiryoluyla Taşınan Kömür+Buhar Enerjisinin Yaygınlaşması+Elektrik+Petrol (ABD’de)+ABD Toprak Miktarında Artış
1913-1950: Demiryoluyla Taşınan Kömür+Elektrik+Petrol
1950-1973: Ucuz Orta Doğu Petrolü+Nükleer Enerjinin Devreye Girişi
1973-1985: Pahalı Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü (OPEC)-Orta Doğu Petrolü+Nükleer Enerji+Alternatif Enerji Kaynaklarının Geliştirilmesi+Enerji Yoğunluğunun Azaltılması
1985-2000: Petrolün Öneminde Nispi Azalış+Doğal Gaz ve Kömüre Yöneliş+ Enerji Yoğunluğunun Azaltılması

Kaynak: PALA, Cenk, “Sanayileşme Sürecinde Enerjinin Yeri ve Önemi”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilgiler Enstitüsü, Ankara, 2001, s.60.

Tarım toplumu olarak nitelenebilecek olan Feodal Üretim Sistemi, su ve yel değirmenine dayalıdır. Kömür ve buna bağlı olarak buhar, İlk Sanayi Devriminin motoru olmuştur. Devam eden süreçte sanayi toplumunu ortaya çıkaran İkinci Sanayi Devrimi ya da Fordist Üretim Sistemi ise “gücünü” petrol ve elektrikten almıştır. Sanayi ötesi toplumu meydana getiren elektriğin nükleer enerjiden üretilmesi, bilgisayar teknolojisinin hızla ilerlemesi gibi gelişmelerle ortaya çıkan elektriğin hakimiyet kurduğu Esnek Üretim Sistemleri de çağımızın üretim sistemidir (Pala, 2001:iii).

2.1.1 Enerji ve Sermaye İlişkisi: İkame veya Tamamlayıcılık İlişkisi

Üretimde girdi olarak kullanılan sermaye ve enerjinin birbirlerini tamamlayıcı mı yoksa ikame edici mi oldukları konusunda yapılan araştırmaların farklı sonuçları bulunmaktadır. Apostolakis, yaptığı ekonometrik çalışma ile, sermaye ve enerjinin kısa dönemde tamamlayıcı, uzun dönemde ise ikame gibi davrandıkları sonucuna ulaşmıştır

(Apostolakis, 1990:48). Frondel ve Schmidt ise, sadece enerji maliyetinin düşük olduğu durumlar için enerji ve sermaye arasındaki ilişkinin tamamlayıcılık ilişkisi olduğunu bulmuşlardır (Frondel ve Schmidt, 2002: 53). Stern tarafından, ABD için enerji ve sermaye arasında tamamlayıcılık veya ikame ilişkisi bulunmadığı tespit edilmiştir (Stern, 1993:137).

Sanayi üretimi veya GSYİH'ye neden olan enerji tüketiminin, diğer üretim faktörleri ile ikame ilişkisine sahip olabileceği düşünülebilir. Ancak bu konuda kesin olarak üzerinde uzlaşmış bir sonuç bulunmamaktadır. Üretim faktörleri arasında çok çeşitli ikame yolları ve dolayısıyla da çok çeşitli ikame kısıtları bulunmaktadır. Ayrıca enerji kaynaklarının da kendi aralarında birbirini ikame ettiği görülmektedir.

Belirtilmesi gereken önemli bir nokta da şudur ki; mikro düzey (belirli bir üretim süreci veya firma gibi) ile makro düzey (tüm ekonomi gibi) arasında ikame açısından farklılık görülebilir veya belirli bir ülkede mümkün olan ikame küresel ölçekte mümkün olmayabilir (Stern and Celeveland, 2004:14).

2.1.2 Enerji Kalitesi ve Enerji Girdi Kompozisyonundaki Kaymalar

Enerji kalitesi, farklı yakıtların ve elektriğin ısı eşdeğeri birimi başına göreceli ekonomik faydası olarak tanımlanmaktadır. Enerji kalitesi, söz konusu enerji kaynağından ilave bir ısı birimi kullanılması ile elde edilecek marjinal ürün miktarını bularak ölçülebilir. Bazı yakıtlar, çok sayıda ekonomik aktivitede kullanılabilir olmalarına rağmen bazı ekonomik aktivitelerde kullanılamazlar. Örneğin kömürün birçok kullanım alanı vardır ama bir bilgisayar doğrudan kömür ile çalıştırılmaz. Bir yakıtın marjinal ürününü belirleyen faktörler arasında; fiziksel kıtlığı, enerji yoğunluğu, temizliği, depolama kolaylığı, güvenilirliği, kullanma esnekliği, dönüşüm maliyeti gibi faktörler bulunmaktadır. Yakıtın hangi ekonomik aktivitede ve ne kadar emek ne kadar sermaye ile birlikte kullanıldığı da önemli olduğu için enerji kalitesi zaman içinde sabit değildir. Genel olarak elektriğin en kaliteli enerji olduğu

onu sırasıyla doğal gaz, petrol, kömür, biyoyakıtların takip ettiği kabul edilir (Stern ve Cleveland, 2004: 23).

Cleveland'a göre, ABD'de enerji yoğunluğundaki azalmanın sebebi ekonomideki yapısal değişmelerle düşük kaliteli yakıtlardan yüksek kaliteli yakıtlara dönülmesidir (Cleveland v.d., 1984:890). Kaufmann ise, ABD için enerji/GSYİH oranı, hane halkı enerji harcamaları, enerji tüketimi ve enerji fiyatlarından oluşan bir Vektör Oto Regresif Model (VAR modeli) tahmin etmiş, sonuçta kömür kullanımından petrol kullanımına geçilmesinin enerji yoğunluğunu azalttığını bulmuştur (Kaufmann, 2004: 63).

2.1.3 Çıktı Kompozisyonunun Değişmesi

Üretim sürecinde girdiler sabit kalmadığı gibi, çıktılar da değişebilmektedir. Örneğin kalkınmanın farklı dönemlerinde çıktının kompozisyonu değişebilir. Kalkınma sürecinin ilk aşamalarında tarım sektöründen sanayi sektörüne doğru bir dönüşüm olmuş iken, ilerleyen aşamalarda ise kaynak kullanımının yoğun olduğu sanayi sektöründen daha az kaynak kullanımı olan hizmetler sektörüne doğru bir geçiş olmuştur. Daha önce de belirtildiği gibi bu dönüşüme sanayisizleşme adı verilmektedir. Böylece, enerji yoğunluğu kalkınma sürecinin erken aşamalarında artar iken kalkınma sürecinin ilerleyen aşamalarında azalmaktadır (Stern ve Cleveland, 2004: 24).

2.2 ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Enerji-üretim ilişkileri bağlamında anılması gereken kavramlardan birisi de hiç kuşkusuz enerji verimliliği kavramıdır. Enerji verimliliği kavramı, günlük hayatta sıkça kullanılan bir kavram haline gelmiştir. Özellikle enerji kaynaklarının arzının, talebini karşılamakta zorluk çekilmesi, bu kavramın

popülerliğini arttırmıştır. Enerji verimliliği farklı şekillerde tanımlanabilir. Ayrıca, hem üretim hem de tüketimde enerji verimliliğinden söz edilebilir.

Teknik anlamda enerji verimliliği açıklamak için, termodinamik kanunlarından faydalanılması gerekmektedir. Özellikle hesaplama yöntemlerinin görece kolay oluşu ve yüksek kalitedeki yakıtlarda termodinamiğin ikinci kanuna göre yapılan hesaplamalardan çok farklı değerler vermemesi, verimlilik hesaplarının genellikle termodinamiğin birinci kanununa göre yapılmasına neden olmuştur. Bundan dolayı da, termodinamiğin birinci kanununa göre hesaplanan verimlilik değerine “enerji verimliliği” adı verilirken, ikinci kanununa göre hesaplanan verimlilik için “ekserji verimliliği” terimi kullanılmaktadır. Termodinamiğin birinci kanununa (enerjinin korunumu kanunu) göre enerji yok olmaz, form değiştirir. Bu kanuna göre enerji verimliliği faydalı ürünlerin enerjisinin girdi enerjisine bölünmesi suretiyle bulunur. Örneğin fosil yakıtlardan elektrik üretiminin enerji verimliliği, faydalı ürün olan elektriğin girdi enerjisi konumundaki yakıt enerjisine bölünmesi suretiyle bulunmaktadır. Termodinamiğin ikinci kanunu, iki ortamın sıcaklık farkından dolayı yüksek sıcaklıktaki ortamdaki gelen enerjiden daha az miktarda iş elde edilebileceğini, her zaman girdi enerjisinin bir kısmının atık enerji olarak düşük sıcaklıktaki ortama verilmesi gerektiğini ve bu nedenle ısı enerjisinden elektrik üretilirken hiçbir zaman ısıya tamamen elektriğe dönüştürülemeyeceğini ifade etmektedir. Buna göre, verimlilik faydalı ürünlerin enerjisinin girdi enerjisinden elde edilebilecek maksimum faydalı ürüne bölünmesi suretiyle bulunmakta olup böylelikle elde edilebilecek maksimum faydaya göre ne kadar gelişmeye ihtiyaç olduğu belirlenebilmektedir (Acar, 2008:25,26).

Tüketim tarafındaki enerji verimliliği, öncelikle konutlardaki enerji tüketiminin aynı çıktı düzeyinin daha düşük enerji tüketimi ile elde edilebilmesine yönelik çabaları gerektirmektedir. Ulaştırma sektöründeki enerji verimliliği, tüketim tarafındaki bir diğer verimlilik sorununu teşkil etmektedir. Sanayi sektöründeki enerji verimliliği ise, zaten rekabet olgusu

tarafından sürüklenen bir sonuç olarak düşünülebilir. Ancak, tüm dünyada ve Türkiye’de, sanayi ve genel anlamda tüm sektörlerdeki enerji verimliliği piyasanın içsel güçlerinin sürüklemesi yanında devlet tarafından da teşvik edilmektedir. Sanayide enerji verimliliğinin boyutları arasında proses iyileştirmesi ve bu çerçevede bu konuda yapılacak araştırma ve geliştirme (AR-GE) çalışmaları da yer almaktadır. Elektrik üretiminde ortaya çıkan kullanışlı atık ısıdan faydalanılması (kojenerasyon) gibi alternatifler de teşvik edilen verimlilik uygulamaları arasında bulunmaktadır.

Gelişmekte olan ülkelerde enerji yatırımları için ayrılabilen finans kaynaklarının sınırlı olması, bir yandan da enerji talebinin hızla büyümekte oluşu, enerji verimliliği stratejilerinin bu ülkelerde daha da önemli olmasına neden olmaktadır. Enerji verimliliği programlarının bir diğer önemli özelliği de, sürdürülebilir kalkınmanın vazgeçilmez bir ögesi olan çevresel öncelikleri dikkate alan modeller içermeleridir. Bu programların çevresel faydaları son derece belirgindir, çünkü en az kirlilik yaratan enerji hiç üretilmemiş olan enerjidir. Enerji tüketiminin azaltılması, kirletici emisyonların da azaltılması anlamına gelmektedir. Enerji verimliliği önlemleri, maliyetlerin azaltılması ve çevrenin korunmasına yönelik ilave maliyet gerektirmediklerinden dolayı, çevreyi korumanın en ucuz yolu durumundadır (Kavak, 2005:10).

Sanayi sektöründe enerji verimliliğinin yükseltilmesi, aynı miktar enerji ile daha fazla çıktının elde edilmesi, bir başka ifadeyle aynı miktar çıktının daha az miktarda enerji tüketimi ile elde edilmesi anlamına gelmektedir. Dolayısıyla, belirli bir yıldaki veya dönemdeki veri enerji verimliliği değerinden ziyade, enerji verimliliğindeki değişimler, üretim ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiler açısından daha belirleyici ve anlamlıdır. Üretim seviyesi ile o üretim seviyesi için tüketilmesi gereken enerji tüketimi arasındaki oransal ilişki enerji yoğunluğu kavramı ile ifade edilmektedir.

2.3 ENERJİ YOĞUNLUĞU

Enerji yoğunluğu, GSYİH başına tüketilen toplam birincil enerji miktarıdır. Dolayısıyla, enerji yoğunluğunun düşürülmesi birim çıktı için daha az enerji tüketilmesinin, bir başka deyişle aynı miktar enerji ile daha fazla çıktı elde edilmesinin sağlanması anlamına gelmektedir ki bu da enerji verimliliğini yükseltmesi ile aynı anlamdadır. Enerji yoğunluğu, enerji verimliliğinin önemli göstergelerinden birisidir (Kavak, 2005:10).

Bir ülkede enerji yoğunluğunun belirleyicileri; ekonomideki teknolojik değişim, artan sanayileşme, enerji kullanımında verimlilik, enerji tasarrufu, enerji fiyatları, ekonomik kalkınmanın aşamaları, enerji tüketiminin yapısı, iklim koşulları, enerji arzı, politik yapı, ticari ve ticari olmayan yakıtlar arasında enerji ikamesi, ulaşımda enerji kullanımı için güçlü talep, enerji dönüşüm sektörlerinin genişlemesi, şehirleşme düzeyi, sermaye oluşum düzeyi, ekonomideki yapısal değişimler, doğrudan yabancı yatırımlar, AR-GE harcamaları ve işletmelerde mülkiyet yapısı olarak sayılabilir (Chima ve Hills, 2007:21).

Aşağıdaki tabloda bazı ülkelere ait 2005 yılına ilişkin göstergelere yer verilmektedir.

Tablo 31: 2005 Yılı Dünya Seçilmiş Göstergeler

	Nüfus (Milyon)	GSYİH (Milyar ABD Doları)	GSYİH (Satın alma gücüne göre-Milyar ABD Doları)	ENERJİ YOĞUNLUĞU (TEP*/1000 ABD Doları)
DÜNYA	6.432	36.281	54.618	0,32
OECD	1.172	28.394	30.321	0,2
Türkiye	72	246	568	0,35
Danimarka	5	171	164	0,11
Fransa	63	1.430	1.695	0,19

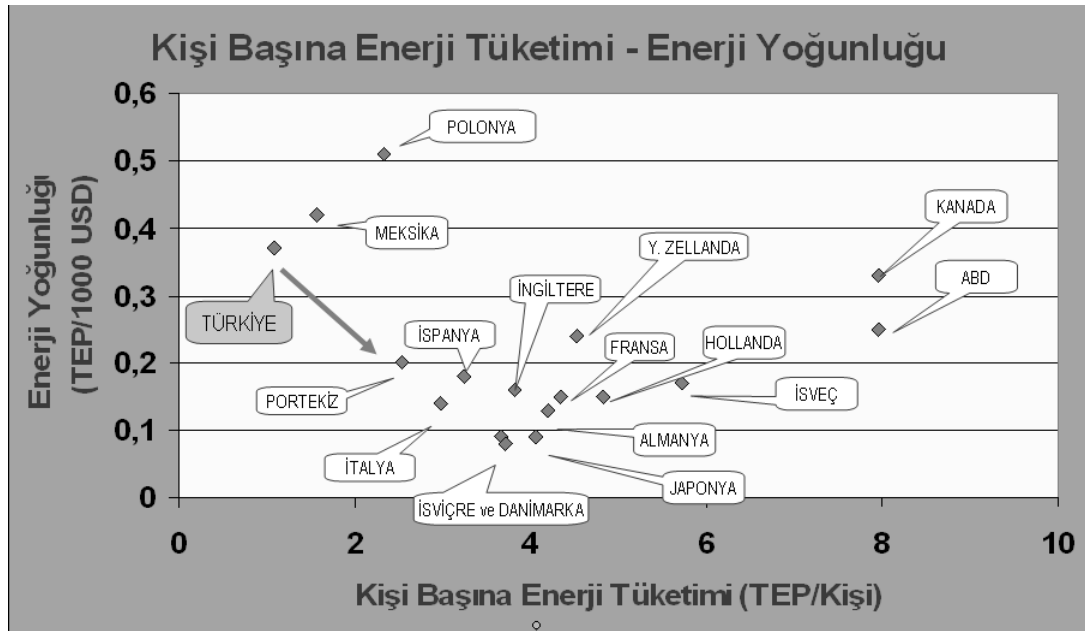
İtalya	59	59	1.521	0,16
Yunanistan	11	11	282	0,17
İran	68	68	484	1,23
Bulgaristan	8	16	62	1,25
Romanya	22	49	174	0,78
İngiltere	60	1.626	1.699	0,14
ABD	297	10.997	10.997	0,21
Çin	1.304	1.890	7.842	0,91
Almanya	82	1.962	2.169	0,18
Japonya	128	4.994	3.474	0,11

Kaynak: www.eie.gov.tr/duyurular/EV/EV_etkinlik/2008_bildiriler/03-oturum,
(Erişim Tarihi: 17/10/2008).

Türkiye'nin enerji yoğunluğu dünya ortalamasının üzerinde olup Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) üyesi ülkelerin yoğunluk ortalamasının ise yaklaşık iki katı kadardır. Türkiye'nin enerji yoğunluğunun, Japonya'nın enerji yoğunluğunun üç katından fazla olduğu görülmektedir.

Enerji yoğunluğu, kişi başına enerji tüketimi ile birlikte gelişmişlik düzeyini gösteren temel bir göstergedir. Kişi başına enerji tüketimi ekonomik faaliyetlerin yoğunluğunu ve tüketim açısından refahı temsil eder. Düşük enerji yoğunluğu ise, aynı miktarda enerji tüketilerek daha fazla çıktı elde edilebildiğini göstermektedir. Kalkınmış ülke olma hedefi, verimli kullanılan yüksek kişi başına enerji tüketimi ile düşük enerji yoğunluğu olarak açıklanabilir (Kavak, 2005:12).

Aşağıdaki grafik, 2002 yılı itibariyle bazı ülkelerin enerji yoğunluğu değerlerinin kişi başına enerji tüketimlerine göre dağılımı verilmektedir (Çağlar, 2008:10). Kalkınma düzeyi yüksek ülkelerde enerji yoğunluğunun görece düşük ve kişi başına enerji tüketimlerinin görece yüksek olduğu bu grafikte açıkça görülmektedir. Türkiye'de ise; kişi başına enerji tüketiminin verimlilik gerekleri saklı olmak üzere arttırılması, enerji yoğunluğunun ise azaltılması gerektiği söylenebilir.



Grafik 1: Seçilmiş Ülkelerde Kişi Başına Enerji Tüketimi-Enerji Yoğunluğu

Yukarıda belirtildiği üzere, enerji yoğunluğunu düşürmek bir kalkınma hedefi olup 1973 – 2002 yılları arasındaki kararlı uygulamaları ile, enerji yoğunluğunda OECD ülkeleri 0,28’den 0,18’e, ABD 0,43’den 0,25’e, İngiltere 0,3’den 0,17’ye ve Kanada 0,5’den 0,33’e düşüş sağlamıştır. Türkiye ise, 0,38 dolayında enerji yoğunluğuna sahiptir.

Enerji yoğunluğunun Sanayi Devrimi sonrası dönemde farklı gelişmeler izlediği görülmektedir. Başlangıçta ağır sanayi ile paralel olarak enerji yoğunluğu sürekli artış içerisinde olmuştur. Daha sonra hafif sanayinin gelişmesi, verimlilik artışları ve elektriğin yaygınlaşması gibi faktörlerle enerji yoğunluğu azalmıştır. Son dönemde, enerji yoğunluğunun düşüşü, verimlilik artışlarının yavaşlaması ve hizmet sektörünü enerji yoğunluğunun yükselmesi gibi nedenlerle yavaşlamıştır (Pala, 2001:214-215).

Bir kalkınma göstergesi olan enerji yoğunluğu, 1950'den bu yana bir çok sanayileşmiş ülkede düşürülmüştür. Bu düşüşün yorumlanmasında ise farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Bir çok ekonomist ve enerji analisti bu düşüşün enerji kullanımı ile ekonomik aktivite arasındaki ilişkinin zayıflığını gösterdiğini ileri sürmektedir. Bir çok biyofiziksel ekonomist bu yoruma karşı çıkmaktadır. Onlara göre enerji kullanımı/GSYİH oranındaki düşüş enerji kullanımı ve ekonomik aktivite ilişkisinin anlaşılma olanağını yükseltmektedir, çünkü bu orana ilişkin bir çok analiz enerji kalitesindeki değişimleri göz ardı etmektedir (Cleveland, Kaufmann ve Stern, 2000:312).

Enerji yoğunluğunun artan enerji verimliliği, enerji girdisinin bileşimindeki değişimler ve ekonomideki yapısal değişimlerle düşmesi, enerji ile çıktının birlikte hareket etmeyecekleri anlamına gelmektedir (Stern ve Cleveland, 2004:27).

Bir ülkede ekonomik yapı ve enerji yoğunluğu sabit iken, enerji talebi ile GSYİH arasında sabit bir ilişki bulunduğu anlaşılmaktadır. Enerji yoğunluğunda enerji verimliliği yoluyla veya üretim süreçlerinde ve ürünlerde görülen değişim nedeniyle düşüş yaşandığında ya da enerji kullanan sektörlerin GSYİH'e üzerindeki katkısı değiştiğinde, bu birebir ilişkinin de değiştiği görülmektedir (Pala, 2001:214).

2.4 TÜRKİYE'DE SANAYİ SEKTÖRÜ VE ENERJİ TÜKETİMİ

Türkiye'de sanayi sektörünün enerji tüketimi, ekonomik kriz dönemleri dışında sürekli artış içerisinde olmuştur. Gelişmekte olan ülkelerin genel trendine benzer şekilde, Türkiye de enerji yoğun üretim tiplerinde sanayileşme çabasını sürdürmektedir. Bilgi yoğun ve enerji açısından yoğun olmayan sektörlerinin gelişmesi Türkiye'nin en önemli kalkınma seçeneklerinden birisini oluşturmaktadır.

Aşağıdaki tabloda, 1990-2007 döneminde enerji ve çevrim sektörü hariç tutulmuş olarak Türkiye sanayi sektörünün enerji tüketim değerleri sunulmaktadır.

Tablo 32: Sanayi Sektöründe Enerji Tüketimi

YILLAR	TAŞ KÖMÜRÜ (Bin Ton)	LİNYİT (Bin Ton)	KOK (Bin Ton)	PETRO KOK (Bin Ton)	PETROL* (Bin Ton)	DOĞAL GAZ (10 ⁶ m ³)	ELEKTRİK * (GWh)	ISI (Bin Tep)	TOPLAM (Bin Tep)
1990	1459	8470	3104	354	5321	813	28062		14542
1991	1865	8797	3312	341	5314	1150	27056		15181
1992	1630	7382	3051	607	5456	1637	30015		15454
1993	1507	6870	3031	981	5772	2005	32589		16333
1994	1651	5024	3012	1078	5453	1645	32468		15272
1995	1803	6013	3096	954	6217	2341	36337		17372
1996	4224	5990	3666	1690	5983	2433	38963		20050
1997	4948	6885	3681	1898	6011	3040	41515		21790
1998	6005	6494	3539	1241	5980	2497	44020		21555
1999	4879	5198	3258	1592	5448	2353	44623		19873
2000	8529	6144	3546	1517	5415	1923	46686	1916	24501
2001	4548	4871	3187	1327	5111	2498	45364	2023	21324
2002	7352	5754	3121	1744	5441	2944	48642	2065	24782
2003	8763	6208	3264	1715	5585	4660	54081	1746	27777
2004	9061	5409	3257	1866	5877	4725	58042	2151	29358
2005	8970	3202	3359	2168	4281	5664	58721	2227	28084
2006	11671	4896	3612	1981	3928	7072	67172	958	30996

*Rafinerilerin tüketimleri hariç.

Kaynak: http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=y_istatistik&bn=244&hn=244&id=398, (Erişim Tarihi: 22/12/2008).

Türkiye’de GSYİH içerisinde ana iktisadi faaliyet kollarının payının gelişimi aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 33: GSYİH İçerisinde Ana Sektörlerin Payı

Yıl	Tarım (%)	Sanayi (%)	Hizmetler (%)
2006	10,99	29,08	59,93
2005	11,33	28,69	59,99
2004	11,51	28,89	59,60
2003	12,29	28,77	58,94

2002	13,33	28,25	58,43
2001	13,39	27,96	58,65
2000	13,17	27,92	58,91
1999	13,61	28,24	58,14
1998	13,74	28,35	57,91
1997	12,92	28,71	58,37
1996	14,20	28,01	57,79
1995	14,54	28,07	57,39
1994	15,38	26,76	57,87
1993	14,63	26,81	58,56
1992	15,94	26,75	57,32
1991	16,20	26,68	57,12
1990	16,45	26,17	57,38
1989	16,79	26,15	57,05
1988	18,23	25,00	56,77
1987	17,24	25,00	57,76
1986	18,81	25,06	56,14
1985	19,44	23,70	56,86
1984	20,33	23,19	56,48
1983	21,56	22,39	56,05
1982	22,82	22,03	55,15
1981	22,88	21,72	55,40
1980	24,43	20,73	54,84
1979	23,54	20,98	55,48
1978	23,43	21,94	54,63
1977	23,16	21,60	55,24
1976	24,48	20,95	54,57
1975	25,29	21,26	53,45
1974	26,31	20,89	52,80
1973	26,16	20,61	53,23
1972	29,38	19,00	51,62
1971	31,24	18,45	50,31
1970	31,38	17,89	50,73
1969	31,52	18,56	49,92
1968	33,26	17,25	49,49

Kaynak: http://www.tuik.gov.tr/PrelstatistikTablo.do?istab_id=992, (Erişim Tarihi: 29/12/2008).

Tablodan, Türkiye’de tarımın GSYİH içerisindeki payının %10 seviyesine indiği, hizmetler sektörünün %60 seviyesinde paya ulaştığı ve

sanayi sektörünün %30 civarında paya sahip olduğu görülmektedir. Buradan, Türkiye'nin sanayileşmesini sürdürdüğü görülmektedir.

Aşağıdaki tabloda, dönemsel olarak GSMH artışı ile birincil enerji üretim ve tüketim değişimleri sunulmaktadır.

Tablo 34: Beş Yıllık Kalkınma Dönemleri İtibariyle Büyüme, Enerji Üretim ve Tüketimi

DÖNEMLER	GSMH Artışı (%)	Birincil Enerji Üretim Artışı (%)	Birincil Enerji Tüketim Artışı (%)
1. Plan Dönemi (1963–1967)	6,6	6,9	5,5
2. Plan Dönemi (1968–1972)	6,3	1,9	7,4
3. Plan Dönemi (1973–1977)	5,2	1,9	7,3
4. Plan Dönemi (1973–1977)	1,7	2,7	3,8
5. Plan Dönemi (1979–1983)	4,7	4	6,5
6. Plan Dönemi (1985–1989)	3,5	0,9	4,4
7. Plan Dönemi (1996–2000)	3,5	1,3	4,5
8. Plan Dönemi (2001–2005)	6,7	1,2	6,1

Kaynak: http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=y_istatistik&bn=244&hn=244&id=398, (Erişim Tarihi: 22/12/2008).

Türkiye’de Cumhuriyetin kuruluşundan günümüzde kadarki dönemde enerjiye olan talep artan bir eğilim göstermiştir. 1971–2001 yılları arası yıllık ortalama enerji tüketimi artış hızı % 2 iken, yıllık ortalama GSYİH artış hızı % 3,83 olarak gerçekleşmiştir. 1988 yılından sonra, 1999 yılında yaşanan deprem ile 1994 ve 2001 yıllarındaki ekonomik krizlerin de etkisiyle enerji

tüketimi ve GSYİH artış hızlarında düşüşler yaşanmıştır. 1991–1996 yılları arasında yıllık ortalama enerji talep artış hızı % 3,8 ve yıllık ortalama GSYİH artış hızı % 4,43 iken, 1996–2001 yılları arasında bu oranlar sırasıyla % 3,2 ve % 0,98 düzeylerine gerilemiştir. 2001–2006 döneminde GSYİH artış hızı % 7,2 iken, enerji tüketiminde artış % 7 düzeyinde gerçekleşmiştir.

2.5 LİTERATÜRDEKİ UYGULAMALAR

Literatürde, GSYİH veya GSMH ile enerji tüketimi arasındaki nedenselliği araştıran çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bunlar arasında toplam enerji tüketiminin yanı sıra, elektrik, doğal gaz, petrol gibi enerjinin alt bileşenlerine göre nedenselliği araştıranlar da vardır. Bu çalışmalarda üzerinde uzlaşılmış sonuçlar yoktur, ülkelere ve dönemlere göre farklı sonuçlara ulaşılmaktadır. Sanayi üretimi ile enerji tüketimi arasındaki nedenselliği araştıran çalışmalar ise oldukça az sayıdadır.

Literatürdeki çalışmalar farklı yönde nedensellik bulsalar da, enerji maliyetinin GSYİH içinde görece düşük bir paya sahip olduğu için büyüme üzerinde enerjinin etkisiz olduğunu savunan etkisizlik hipotezinin genel olarak zıddına sonuçlar vermektedir (Guttormsen, 2004:18).

Bu alandaki öncü ve klasik makale, Kraft ve Kraft (1978:403)'ın ABD için 1947-1974 yıllarına ait verileri kullanarak GSMH-enerji tüketimi ilişkisini Sims Nedensellik testi ile araştıran makaledir. Bu makalede, GSMH'dan enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik, yani GSMH'nın enerji tüketiminin nedeni olduğu tespit edilmiştir.

Akarca ve Long (1980:329), ABD için 1949-1974 dönemi verilerini kullanarak GSMH ile enerji tüketimi arasında Sims nedensellik testine göre nedensellik bulunmadığı sonucuna varmıştır.

Diğer klasik bir makale de, Erol ve Yu (1987:120)'nın Almanya, İtalya, İngiltere, Kanada, Fransa ve Japonya için 1952-1982 dönemi verilerini kullanarak yaptıkları GSYİH-enerji tüketimi arasındaki Granger nedensellik testi kullanılarak yapılan nedensellik araştırmasıdır. Bu makalede, Fransa ve İngiltere için nedensellik bulunmadığı sonucunda, Almanya ve İtalya için GSYİH'den enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik bulunduğu sonucuna, Kanada için enerji tüketiminden GSYİH'ye doğru tek yönlü nedensellik bulunduğu sonucuna, Japonya için de çift yönlü nedensellik bulunduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Çok değişkenli eşbütünleşme modeli kullanan Stern (1993:148) enerji tüketimi ve GSYİH ilişkisini incelemiştir. Emek ve sermayeden oluşan üretim fonksiyonuna enerjinin de eklenmesi ile elde ettiği modelde Stern, 1947-1990 yılları arasında ABD için Granger nedensellik testini kullanarak yaptığı çalışmada; toplam enerji tüketimi ile GSYİH arasında nedensellik bulunmadığı sonucuna varmıştır. Enerjinin alt bileşenleri için ise GSYİH'ye doğru tek yönlü nedensellik bulmuştur.

Glasure ve Lee (1997:22), Güney Kore ve Singapur için 1961-1990 dönemi verileri ile Granger nedensellik testi kullanarak yaptıkları çalışmada, Güney Kore için enerji tüketimi ile GSYİH arasında nedensellik ilişkisi bulunmadığı, Singapur için ise GSYİH'den enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik bulunduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Cheng ve Lai (1997:442), Tayvan için 1955-1993 dönemi verilerini kullanarak yaptıkları Granger nedensellik testi ile, GSYİH'den enerji tüketiminde doğru tek yönlü nedensellik tespit etmişlerdir.

Masih ve Masih (1997:438), Güney Kore için 1955-1991 dönemi ve Tayvan için 1952-1992 dönemi verileri ile enerji tüketimi, reel gelir ve enerji fiyatları serilerini kullanarak yaptıkları Granger nedensellik testi ile hem

Güney Kore hem de Tayvan için enerji tüketimi ile GSYİH arasında çift yönlü nedensellik bulunduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Yang (2000:315), Tayvan için 1954-1997 dönemi verilerini kullanarak yaptığı Granger nedensellik testi ile, GSYİH ile enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik bulunduğu sonucuna ulaşmıştır.

Stern (2000:280), ABD için 1948-1994 dönemi verilerini kullanarak çok değişkenli bir modelle Granger nedensellik testi yaparak enerji tüketiminden GSYİH'ye doğru tek yönlü nedensellik bulunduğu sonucuna ulaşmıştır.

Asafu (2000:623), Hindistan ve Endonezya için 1973-1995 dönemi verilerini, Tayland ve Filipinler için 1971-1995 dönemi verilerini kullanarak Granger nedensellik testi uygulamış ve reel gelir, enerji tüketimi ve enerji fiyatlarını kullanarak Hindistan ve Endonezya'da enerji tüketiminden reel gelire doğru tek yönlü nedensellik, Tayland ve Filipinlerde çift yönlü nedensellik tespit etmiştir.

Soytaş ve Sarı (2001:842), 1960-1995 dönemi verilerini kullanarak Granger nedensellik testi uygulamış ve Türkiye için enerji tüketiminden GSYİH'ye doğru tek yönlü nedensellik bulmuşlardır.

Ghosh (2002:127), 1950-1997 dönemi verilerini kullanarak Hindistan için ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunduğu sonucuna ulaşmıştır.

Soytaş ve Sarı (2003:35), G-7 ülkeleri (ABD, Almanya, Fransa, İngiltere, İtalya, Kanada ve Japonya) ve 10 gelişmekte olan ülke için 1950-1992 dönemi verilerini kullanarak Granger nedensellik testi uygulamış ve enerji tüketimi ile GSYİH arasında Arjantin'de iki yönlü nedensellik, İtalya ve Kore'de GSYİH'den enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik, Türkiye,

Fransa Almanya ve Japonya da ise enerji tüketiminden GSYİH'ye doğru tek yönlü nedensellik bulmuşlardır.

Jumbe (2004:67), Malavi için 1970-1999 dönemi verilerini kullanarak Granger nedensellik testi uygulamış ve GSYİH ile elektrik tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulmuş olup tarım dışı GSYİH ile elektrik tüketimi ilişkisi arasında ise tarım dışı GSYİH'den enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulmuştur.

Shiu ve Lam (2004:52), Çin için 1971-2000 dönemi verilerini kullanarak elektrik tüketimi-GSYİH arasında Granger nedensellik testi uygulamış ve elektrik tüketiminden GSYİH'ye doğru tek yönlü nedensellik bulunduğu sonucuna varmışlardır.

Hatemi ve Irandoust (2005:101), İsveç için 1965-2000 dönemi verilerini kullanarak Granger nedensellik testi uygulamış ve GSYİH'den enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunduğu sonucuna varmışlardır.

Karagöl, Erbaykal ve Ertuğrul (2007:79), Türkiye için 1974-2004 dönemi verilerini kullanarak sınır testi yaklaşımı ile ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi arasında kısa dönemde elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif ve uzun dönemde negatif ilişki tespit edilmiştir.

Paul ve Bhattacharya (2004:981), Hindistan için 1950-1996 dönemi verilerini kullanarak enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedenselliği Granger nedensellik testi ile araştırmışlar, Hindistan için enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik bulunduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Lee (2005:425), 18 gelişmekte olan ülke için 1975-2001 dönemi verilerini kullanarak panel veri çalışması yapmış ve enerji tüketiminden GSYİH'ye doğru tek yönlü nedensellik bulunduğu sonucuna ulaşmıştır.

Altınay ve Karagl (2005:854), Türkiye için 1950-2000 dönemi verilerini kullanarak Granger nedensellik testi uygulamış ve elektrik tüketiminden GSYİH'ye doğru tek yönlü nedensellik bulunduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Al-İriani (2006:3348), 6 Körfez İşbirliği Konsey'ine ye ülke için 1971-2002 verilerini kullanarak panel eşbütünleşme ve nedensellik teknikleri uygulamış ve GSYİH'den enerji tüketime doğru tek yönlü nedensellik bulunduğu sonucuna ulaşmıştır.

Rufael (2006:901), 17 Afrika lkesi için 1971-2001 dönemi verilerini kullanarak Granger nedensellik testi uygulamış, 6 ülke için GSYİH'den elektrik tüketime doğru tek yönlü, 3 ülke için elektrik tüketiminden GSYİH'ye doğru tek yönlü ve 3 ülke için çift yönlü nedensellik bulunduğu, diğer ülkelerde nedensellik ilişkisi bulunmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Mozumder ve Marathe (2007:400), Bangladeş için 1971-1999 dönemi verilerini kullanarak Granger nedensellik testi uygulamış ve kişi başına GSYİH'den kişi başına elektrik tüketime doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Oh ve Lee (2004:980), Kore için 1981-2000 dönemi verilerini kullanarak Granger nedensellik testi uygulamış ve kısa dönemde enerji tüketimi ile GSYİH arasında nedensellik ilişkisi bulunmadığı ve uzun dönemde GSYİH'den enerji tüketime doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunduğu sonucuna varmışlardır.

Aqeel ve Butt (2001:109), Pakistan için 1955-1996 dönemi verilerini kullanarak Granger nedensellik testi kullanarak, ekonomik büyümeden petrol ve toplam enerji tüketimine doğru tek yönlü, elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik bulunduğu ve doğal gaz tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi bulunmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Yuan, Zhao, Yu ve Hu (2006: 1190), Çin için 1978-2004 dönemi verilerini kullanarak Granger nedensellik testi uygulamış ve elektrik tüketiminden GSYİH'ye doğru tek yönlü nedensellik bulunduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Fidan (2006:115), Granger nedensellik testi uygulayarak Türkiye için elektrik tüketimi ile GSYİH arasında 1987-2005 dönemi verilerini kullanarak çift yönlü, 1970-2004 dönemi verilerini kullanarak ekonomik büyümeden petrol ve birincil enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik tespit etmiş olup 1993-2005 dönemi verilerini kullanarak doğal gaz ve kömür tüketimi ile GSYİH arasında nedensellik bulunmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Yoo (2005:1630), Kore için 1970-2002 dönemi verilerini kullanarak Granger nedensellik testi uygulamış ve elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunduğu sonucuna ulaşmıştır.

Şengül ve Tuncer (2006:79), Türkiye için 1960-2000 dönemi verilerini kullanarak Toda ve Yamamoto çalışmasına dayalı gecikmesi artırılmış VAR yöntemini uygulayarak ticari enerji kullanımından GSYİH'ye doğru işleyen tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulmuşlardır.

Chang ve Lee (2005:870), Kore için 1954-2003 dönemi verilerini kullanarak Granger nedensellik testi uygulamış ve enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik bulmuşlardır.

Rufael (2005:901), 19 Afrika ülkesi için 1971-2001 dönemi verilerini kullanarak Granger nedensellik testi uygulamış ve GSYİH serileri için ülkelerin 8 tanesinde eşbütünleşme ilişkisi bulunurken, 10 tane ülkede nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Sanayi üretimi ile enerji tüketimi arasındaki nedenselliğe dair yapılan çalışmalardan Ulusoy (2006:153), Türkiye’de sanayi üretiminden petrol, elektrik ve toplam enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunduğu sonucuna varırken, doğal gaz ve kömür üretimi ile sanayi üretimi arasında nedensellik ilişkisi bulunmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Gökce (2007:89), Türkiye için 1970-2005 dönemi verilerini kullanarak Granger nedensellik testi uygulamış ve enerji tüketiminden sanayi katma değerine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunduğu sonucuna varmıştır.

Zamani (2006:1138), İran için 1967-2003 dönemi verilerini kullanarak vektör hata düzeltme yöntemini uygulamış, GSYİH’den toplam enerji tüketimine doğru uzun dönemde tek yönlü, GSYİH ile doğal gaz ve petrol ürünleri tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunduğu, sanayi üretiminden toplam enerji, elektrik ve petrol ürünleri tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ve sanayi üretimi ile doğal gaz tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunduğu sonucuna ulaşmıştır.

Ertuğrul (2006:78), Türkiye için 1963-2004 dönemi verilerini kullanarak Granger nedensellik testi uygulamış ve enerji tüketiminden sanayi üretimine doğru uzun dönemde tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunduğu, kısa dönemde nedensellik ilişkisi bulunmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Uluslararası Enerji Ajansı’nın (IEA) 2004 yılında yaptığı çalışmada, neoklasik üretim fonksiyonu bağlamında büyüme; emek, sermaye ve teknoloji artışı ile açıklanmaktadır. A ile gösterilen Toplam Faktör Verimliliği (TFV) teknolojinin göstergesidir ve emek ile sermayenin açıklamadığı

büyümeyi açıklamaktadır. IEA'nın 2004 yılında yayımlanan çalışmasında, enerji üretim fonksiyonuna ilave edilerek $Y_t = A_t \cdot (K_t)^\alpha (L_t)^{1-\beta} (E_t)^{1-\alpha-\beta}$ denklemi üzerinden hesaplama yapılmıştır. Modelde K sermaye, L emek ve E de enerjiyi göstermektedir. Sonuçlar aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 35: Ekonomik Büyüme ve Enerji

Ülkeler	Yıllık GSYİH büyüme oranı (%)	Üretim faktörlerinin ve toplam faktör verimliliğinin GSYİH büyümesine katkıları			
		(E)	(L)	(K)	TFV
Brezilya	2,4	77	20	11	-8
Çin	9,6	13	7	26	54
Hindistan	5,6	15	22	19	43
Endonezya	5,1	19	34	12	35
Kore	7,2	50	11	16	23
Meksika	2,2	30	60	6	4
Türkiye	3,7	71	17	15	-3
A.B.D	3,2	11	24	18	47

Kaynak: IEA, World Energy Outlook 2004, s.333.

IEA'nın çalışmasına göre, Çin dışındaki seçilen ülkelerde emek, sermaye ve enerji GSYİH'ye toplam faktör verimliliği artışından daha çok katkı yapmıştır. Enerji seçilen tüm ülkelerde ekonomik büyümeye anlamlı biçimde katkıda bulunurken, özellikle Brezilya, Kore ve Türkiye'de ekonomik büyümenin sürükleyicisi olmuştur. Enerjinin büyümeye katkısı tablodan da görülebileceği gibi Hindistan, Çin ve ABD'de görece daha küçüktür. Çalışma ile, ekonomik kalkınmanın ara aşamasında olan ülkelerde ekonomik büyümeye katkısı görece daha fazla olduğu için, enerjinin daha fazla rol oynadığı sonucuna varılmıştır. Bu ülkelerde imalat sanayi enerji yoğunluğu diğer ülkelerden daha fazladır. Ekonomik kalkınmanın ileri aşamalarında ise enerji verimliliği arttıran teknolojilerin dahil edilmesi ile ve sanayiden hizmetler

sektörüne kayma olması sebebiyle enerji yoğunluğunun azalacağı sonucuna ulaşılmıştır (IEA, 2004:333).

Bu tez konusuna benzer olarak, Türkiye için sanayi üretimi ile sanayi sektörünün enerji tüketimi ilişkisine ilişkin olarak yapılan çalışmalarda birbiri ile çelişen sonuçlarına ulaşılmış olduğu görülmektedir. Bir sonraki bölümde, 1980-2007 dönemine ilişkin olarak yapılacak ekonometrik testlerle, nedensellik ilişkisinin mevcut olup olmadığı ve mevcut ise yönünün ne olduğu araştırılarak sonuçların göstereceği politika önerileri değerlendirilecektir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

METODOLOJİ VE UYGULAMA

3.1 VERİLER VE MODEL

Bu bölümde, 1980-2007 yılları arasında Türkiye için enerji tüketimi ile sanayi üretimi ilişkisi incelenirken kullanılan model ve uygulanan metodoloji tanıtılmaktadır.

Metodolojik olarak, serilerin durağanlıklarını incelemek için ADF (Augmented Dickey Fuller) testi, Philips-Peron (PP) testi ve KPSS (Kwiatkowski-Philips-Schmidt-Shin) testi yaygın olarak kullanılmaktadır. Eşbütünleşme analizi ve nedensellik analizi de, durağanlık test edildikten sonraki aşamalarda kullanılabilmektedir.

Modelin tasarlanması aşamasında, üretim fonksiyonu yaklaşımı seçilerek, sanayi üretiminin sanayi sektöründeki sabit sermaye stoku, sanayi sektöründe çalışanların sayısı ve enerji tüketimi ile açıklanacağı çok değişkenli bir model kurulması hedeflenmiş olmakla birlikte, sanayi sektörüne özel sabit sermaye stoku verisine ulaşılamadığından bu model çalıştırılamamıştır.

Kurulan iki değişkenli modelde, sanayi üretimi sanayide tüketilen toplam enerji miktarı ile açıklanmaktadır. Sanayi üretimi verileri Türkiye İstatistik Kurumu'ndan (TÜİK), sanayi sektörünün enerji tüketimi verisi de Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'ndan (ETKB) temin edilmiştir. Ekonometrik analizlerde E-wievs 5.0 paket programından faydalanılmıştır.

3.2 METODOLOJİ

3.2.1 Durağanlık Analizi

Zaman serisinin kurulacak bir model çerçevesinde analiz edilebilmesi için serinin durağan olması gerekmektedir. Ortalaması ve varyansı zaman içinde değişmeyen, iki dönem arasındaki fark zamanın kendisinden değil iki dönem arasındaki zaman aralığından kaynaklanan zaman serisi için durağan zaman serisi denir (Kutlar, 2005:252). Eğer bir zaman serisi durağansa; ortalaması, varyansı ve ortak varyansı, ne zaman ölçülürse ölçülsün değişmez (Gujarati, 2004:798).

Durağan serilerde, seri uzun dönemde dalgalanmalar olsa bile, aynı ortalamayı korumaktadır. Zamana bağlı olarak değişmeyen sonlu bir varyansa sahip olan durağan serilerde, gecikme zamanı uzadıkça korelogram gittikçe sifıra yaklaşmakta ve sıfır olmaktadır. Durağan olmayan serilerin, uzun sürede döneceği bir ortalama yoktur. Zaman sonsuza yaklaşırken, varyansın da zamana bağlı olduğundan sonsuza yaklaştığı durağan olmayan zaman serilerinde teorik korelogram hemen bitmeyip yavaş yavaş azalmaktadır (Kutlar, 2005:308).

Zaman serilerinin ortak trend nedeniyle birlikte hareket etmeleri, ikisi arasında anlamlı bir ilişki olmasa bile yüksek bir açıklama katsayısı (R^2) değeri elde edilmesine neden olabilmektedir. Bu duruma sahte regresyon sorunu denilir (Kutlar, 2005:309,310).

3.2.1.1 Dickey Fuller ve Augmented Dickey Fuller Testleri

Birim kök testleri, zaman serilerinde durağanlığın test edilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Serinin birim kökü var ise, durağan değildir. Birim kök testi için, Y_t olarak gösterilen şu şekilde bir zaman serisi ele alınsın:

$$y_t = \rho y_{t-1} + u_t \quad (1)$$

Burada u_t , klasik varsayımları sağlayan, yani varyansı sabit, ortalaması sıfır, birbirinden bağımsız aynı dağılımlı, rassal hata terimidir. Böyle bir hata terimi beyaz gürültü hata terimi olarak nitelendirilmektedir (Gujarati, 2004:800). y_{t-1} teriminin katsayısı 1 ise, birim kök sorunu yani durağan olmama durumu söz konusudur. Birim kökü olan bir zaman serisi için rassal yürüyüşe sahiptir denilir. (1) numaralı denklemin her iki yanından da y_{t-1} çıkarılırsa $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ olmak üzere,

$$\Delta y_t = (\rho - 1)y_{t-1} + u_t \quad (2)$$

denklemini elde edilecektir. $(\rho - 1) = \lambda$ olarak kabul edilirse (2) numaralı denklem

$$\Delta y_t = \lambda y_{t-1} + u_t \quad (3)$$

halini alır. Dickey-Fuller testi, λ nın sıfıra eşit olup olmadığını test eder. Yani yokluk hipotezi (H_0 hipotezi) $\lambda = 0$ biçiminde kurulur. Dolayısıyla $\lambda = 0$ olması, serinin birim köke sahip olması anlamına gelir, yokluk hipotezi reddedilemezse seri durağan değildir demektir. $\lambda = 0$ ise $\Delta y_t = u_t$ olur. u_t klasik varsayımları sağlayan hata terimi olduğundan, y_t 'nin düzey olarak durağan olmadığı fakat birinci farkı alındığında durağan hale geldiği söylenebilir. Bu şekilde, birinci farkları alınarak durağan hale getirilen serilere, "birinci dereceden bütünleşik seriler" adı verilir ve $I(1)$ şeklinde gösterilir. Eğer söz konusu seri, n sefer farkı alınarak durağanlaştırılabilirse, n 'inci dereceden bütünleşik bir seridir denir ve $I(n)$ olarak gösterilir.

Dickey ve Fuller testinde alternatif hipotez, λ 'nın sıfırdan küçük olması olarak kurulmaktadır. Eğer alternatif hipotez kabul edilir ise, seri durağandır ve bu seri $I(0)$ olarak gösterilir. Bu ifadeden, serinin düzey halde durağan olduğu anlaşılmaktadır. Dickey-Fuller birim kök testini yaparken karar kriteri olarak (3) numaralı denklemdeki y_{t-1} değişkeninin katsayısının sıfıra eşit olduğu durum için hesaplanan t istatistik değeri, belirli bir anlamlılık seviyesiyle Dickey Fuller tablo değerlerinden uygun olan tablo değerleri ile karşılaştırılmakta, eğer t istatistiğinin mutlak değeri Dickey ve Fuller mutlak eşik t değerinden büyük ise, H_0 hipotezi reddedilerek ilgili zaman serisinin durağan olduğuna karar verilmektedir. Öte yandan t istatistiği eşik değerin altında ise zaman serisinin durağan olmadığı anlaşılmaktadır (Gujarati, 2004:816).

Dickey Fuller testi yapılırken kullanılan regresyon denklemleri şunlardır:

$$\Delta Y_t = \lambda Y_{t-1} + \mu_t \quad (4)$$

$$\Delta Y_t = \partial + \lambda Y_{t-1} + \mu_t \quad (5)$$

$$\Delta Y_t = \partial + \beta T + \lambda Y_{t-1} + \mu_t \quad (6)$$

(5) numaralı denklemde sabit terim (6) numaralı denklemde ise hem sabit terim hem de zaman trendi ($T=1,2,\dots,n$) bulunmaktadır. Dickey ve Fuller yaptıkları Monte Carlo çalışması ile (4), (5) ve (6) nolu denklemler için eşik değerlerini tablolaştırmışlardır (Dickey ve Fuller, 1979:430).

Hata teriminde oto korelasyon varsa, DF testi etkin bir test olma özelliğini kaybetmektedir (Şahbaz, 2007:18). Bu soruna karşı ADF (Augmented Dickey Fuller – Genişletilmiş Dickey Fuller) testi kullanılmaktadır. Buna göre, (4), (5) ve (6) numaralı denklemlerde sağ tarafa

bağımlı değişkenin gecikmeli değerleri eklenerek aşağıdaki denklemlere ulaşılır:

$$\Delta Y_t = \lambda Y_{t-1} + \sum_{i=1}^n \theta_i \Delta Y_{t-i} + \mu_t \quad (7)$$

$$\Delta Y_t = \partial + \lambda Y_{t-1} + \sum_{i=1}^n \theta_i \Delta Y_{t-i} + \mu_t \quad (8)$$

$$\Delta Y_t = \partial + \beta_T + \lambda Y_{t-1} + \sum_{i=1}^n \theta_i \Delta Y_{t-i} + \mu_t \quad (9)$$

Uygun gecikme uzunluğu seçiminde temel amaç oto korelasyonu ortadan kaldıracak minimum gecikme uzunluğunu bulmaktır. Gecikme uzunluğunun tespitinde en çok kullanılan kriterler Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Schwarz Bilgi Kriteri (SC) , Hannan-Quinn (HQ) bilgi kriteri ve Akaike'nin Final Prediction Error (FPE) kriterleridir.

ADF testindeki karar verme süreci, DF testindeki ile aynıdır.

3.2.1.2 Philips-Peron Testi (PP)

Durağanlık analizinde kullanılan testlerden bir diğeri olan Philips-Peron testinde, Dickey-Fuller testlerindeki hata terimlerinin bağımsız, normal dağılıma ve sabit varyansa sahip oldukları yönündeki varsayım biraz yumuşatılmaktadır (Kutlar, 2005:321). PP testinde, hata terimlerinin serisel korelasyon ilişkisi içinde olmaması veya homojen olmaları için bir zorunluluk bulunmamakta, DF testinin tersine bozucu terimler arasında zayıf bağımlılığa ve heterojenliğe izin verilmektedir.

$$Y_t = m_0 + m_1 y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (10)$$

$$Y_t = m_0^* + m_1^* y_{t-1} + m_2^* (t - T/2) + \varepsilon_t \quad (11)$$

denklemlerinde PP testinde, $Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t$ süreci şeklinde üretilen veriler için m ve m^* ile m_i katsayılarına karşı sıfır hipotezi test edilmektedir (Kutlar, 2005:321).

3.2.2 Eşbütünleşme Analizi

Eğer iki veya daha fazla zaman serisinin kendileri durağan değilken bunların doğrusal bileşimi olan regresyonun hata terimleri durağan ise, bu serilerin eşbütünleşik oldukları söylenebilmektedir (Şahbaz, 2007:28-29). Johansen'in geliştirdiği yaklaşım sayesinde, tüm değişkenlerin içsel kabul edildikleri VAR modeli ile değişkenler arasında kaç tane eşbütünleşik vektörün bulunduğu test edilebilmektedir. Bu da, Engle ve Granger tarafından geliştirilen yöntemdeki tek bir eşbütünleşik vektör sınırlandırması olmadan daha gerçekçi bir test yapılmasına olanak vermektedir (Erbaykal, 2007:55). Bu çalışmada da Johansen'in eşbütünleşme testi kullanılmaktadır.

3.2.2.1 Engle-Granger Eşbütünleşme Analizi

Ampirik çalışmalar ile, iktisadi zaman serilerinin çoğunluğunun durağan olmayan seriler olduğu gösterilmiştir. Engle ve Granger'ın geliştirdikleri eşbütünleşme analizi ile, durağan olmayan zaman serileri arasındaki sahte regresyon sorunu ortadan kaldırılmıştır. Artık durağan olmayan, $I(1)$, yani birinci farkı durağan olan zaman serileri düzey halleri ile

modellenebilmekte ve böylece uzun dönem bilgi kaybı ortadan kalkmaktadır (Kutlar, 2005:357).

Engle ve Granger yönteminde; örneğin her ikisi de $I(d)$ olan X ve Y gibi iki değişkenin birbirleri üzerine regresyonu hesaplandığında, regresyondan elde edilen hata terimi daha düşük dereceden bütünüleşikse (örneğin, $b < d$ iken hata terimi $I(b)$ ise), Engle ve Granger bu iki serinin de eşbütünüleşik olduğunu söylemektedir (Harris ve Solis, 2003: 79).

X ve Y değişkenlerinin ikisi de birinci dereceden durağan iseler, eğer bu değişkenlerin regresyonundan elde edilen hata terimi düzey durumda durağan ise, “ X ve Y değişkenleri eşbütünüleşiktir” denilir. Seriler $I(1)$ olduğu halde bu regresyonun sonuçları güvenilirdir, sahte regresyon yoktur. Seriler arasında uzun dönemli ilişki vardır.

$$Y_t = \alpha + \beta X_t + \varepsilon_t \quad (12)$$

X ve Y serileri trendi ve yığılımı olmayan ve $I(1)$ (birinci farkları alındığında durağanlaşan) seriler olsun. Eğer bu iki serinin regresyonundan elde edilen ε_t hata terimi

$$\varepsilon_t = Y_t - \alpha - \beta X_t \quad (13)$$

$I(0)$ (düzey durumda durağan) ise, bu serilerin eşbütünüleşik olduğu anlamına gelmektedir. Bu da, seriler arasında uzun dönem denge ilişkisi bulunduğunu göstermektedir. Model çok değişkenli, örneğin iki açıklayıcı değişkenli duruma uyarlandığında ise (12) numaralı denklem şu şekli alacaktır:

$$Y_t = \alpha + \beta X_t + \theta Z_t + \varepsilon_t \quad (14)$$

Burada üç değişkenli durum ele alınmaktadır. Buna göre; Engle-Granger yöntemi, değişkenler arasındaki tek eşbütünleşme vektörünün (14) numaralı denklemdeki gibi olduğunu, önsel olarak varsayarak testi buna göre sürdürmektedir.

Engle-Granger eşbütünleşme testi, iki aşamalı olup ilk aşamada bir yanlışlık yapılır ise bu ikinci aşamaya da yansımaktadır. Ayrıca birden fazla eşbütünleşik vektör olması durumunda, Engle-Granger yöntemi geçersiz olmaktadır. Johansen metodunda ise, tüm değişkenlerin dışsal olarak kabul edildikleri VAR modelinden hareketle, değişkenler arasında kaç tane eşbütünleşik vektör olduğu test edilmektedir. Dolayısıyla, Engle-Granger metodunda olduğu gibi, test tek bir eşbütünleşik vektör beklentisiyle sınırlandırılmaksızın, daha gerçekçi bir şekilde gerçekleştirilmektedir (Kutlar, 2005:368).

3.2.2.2 Vektör Oto Regresif Model Analizi ve Johansen Eşbütünleşme Testi

VAR modeli, seçilen bütün değişkenleri birlikte ele almakta ve bir sistem bütünlüğü içinde incelemektedir. Kesin bir içsel değişken-dışsal değişken ayrımı yoktur. Ekonometrik modelin kurulması aşamasında, belirli bir modelin oluşumuna etki eden katı bir iktisadi teorinin varlığı kabul edilmez. Böylece iktisadi teorinin öne sürdüğü kısıtlamaların ve varsayımların, model tanımını bozmasına izin verilmez (Özgen ve Güloğlu, 2004:95).

VAR modelleri, öncelikli olarak makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkilerin ve rassal şokların değişkenler sistemine olan dinamik etkisinin incelenmesinde kullanılmaktadır. Granger nedensellik analizi, etki tepki

analizi ve varyans ayrıştırma analizinde VAR modelinden yararlanılmaktadır (Enders, 2004: 264).

X ve Y gibi iki değişkenin ikisinin de birbirini etkilediği, yani hangi değişkenin bağımlı hangi değişkenin bağımsız olduğunun tam olarak ayırt edilemediği, Y_t değişkeninin Z_t değişkeninin şimdiki ve geçmiş değerlerinden etkilendiği ve Z_t 'nin de Y_t değişkeninin şimdiki ve geçmiş değerleri tarafından belirlendiği iki denklemlili bir model oluşturulsun. İki değişkenli ve gecikme uzunluğu 1 olan VAR modeli aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$y_t = \mu_y + \gamma_{11}y_{t-1} + \gamma_{12}z_{t-1} + \varepsilon_{yt} \quad (15)$$

$$z_t = \mu_z + \gamma_{21}y_{t-1} + \gamma_{22}z_{t-1} + \varepsilon_{zt}$$

Burada Z_t ve Y_t 'nin durağan oldukları varsayılmaktadır. Ayrıca ε_{yt} ve ε_{zt} sıfır ortalama ve sabit varyansla dağılan ve ortak varyansları sıfır olan hata terimleridir.

(15) numaralı denklem sistemi, bir VAR sistemidir. Bir VAR modelinin iki boyutu bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, gecikmenin uzunluğudur. VAR modelindeki gecikmenin uzunluğu, o modelin kaçınıcı düzeyden bir VAR olduğunu gösterir. O halde gecikme t-p'ye kadar uzamışsa, söz konusu VAR p inci dereceden VAR olarak adlandırılır. VAR modelinde optimal gecikme uzunlukları Akaike, Schwarz, Hannan-Quinn gibi kriterlerle belirlenir (Patterson, 2000: 600). VAR'ın diğer boyutu ise modeldeki değişken sayısıdır (k). (15) numaralı denklem sisteminde p=1 ve k=2' dir.

VAR modelinin kurulmasının ardından, değişkenler arasında kaç tane eşbütünleşik vektör olduğu Johansen eşbütünleşme analizi ile araştırılabilir. Johansen eşbütünleşme analizi maksimum olabilirlik yöntemine dayanan bir testtir (Enders, 2004:362).

Örneğin, n sayıda içsel değişkenin yer aldığı bir VAR modelinde X_t (nx1) boyutunda bir vektörü göstermek üzere,

$$X_t = \Pi_1 X_{t-1} + \Pi_2 X_{t-2} + \dots + \Pi_k X_{t-k} + u_t \quad (16)$$

Burada Π_i , (i=1,2,3,...,t için) modeldeki parametreleri gösteren (nxn) boyutundaki matrisi, u_t ise (nx1) boyutundaki vektörün gösterdiği hata terimini ifade etmektedir. X_t de, I(1) değişkenlerin oluşturduğu (nx1) boyutundaki vektörü göstermektedir.

L gecikme operatörü olmak üzere $\Delta=(I-L)$ olarak tanımlanır ise, yukarıdaki denklem hata düzeltme modeli (ECM) şeklinde yeniden yazılabilir.

$$\Delta X_t = \sum_{i=1}^{k-1} \Gamma_i \Delta X_{t-i} + \Pi X_{t-k} + u_t \quad (17)$$

Burada ΔX_t , I(0) olan bir vektördür. Ayrıca I, (nxn) boyutundaki birim matrisi göstermek üzere;

$$\Gamma_i = \sum_{i=1}^{k-1} \Pi_i - I, \quad i=1, 2, 3, \dots, k-1$$

ve

$$\Pi = \sum_{j=1}^k \Pi_j - I \quad \text{'dir.}$$

(17) numaralı denklem vektör hata düzeltme modelini göstermektedir. Bu denklemde Π matrisinin, her biri $(n \times r)$ boyutundaki α ve β gibi iki matrise bölünmesi mümkündür. Burada r , her bir matristeki bağımsız vektör sayısını yani söz konusu vektörlerin rankını vermektedir. Buna göre, $\Pi = \alpha' \beta$ (α' : α matrisinin devriği) olacaktır. Bu matristen α matrisi sütun sayısı kadar yani r adet eşbütünleşik vektör içermektedir. Diğer taraftan, β ise denge matrisidir ve uzun dönem denge katsayılarını göstermektedir (Patterson, 2000: 611). Bu durumda (17) numaralı denklem şu şekilde de yazılabilir;

$$\Delta X_t = \sum_{i=1}^{k-1} \Gamma_i \Delta X_{t-i} + \alpha' \beta X_{t-k} + u_t \quad (18)$$

Johansen'in en yüksek olabilirlik yaklaşımı, X_t matrisinin elementleri arasında r adet eşbütünleşik ilişki olduğunu öne süren sıfır hipotezinin test edilmesini sağlamaktadır. Bu durumda, $H_0: \Pi = \alpha' \beta$ olarak ifade edilmektedir. Eğer, değişkenler arasında eşbütünleşik ilişki yok ise yani $r=0$ ise, $\Pi=0$ olacaktır. Bu nedenle, eşbütünleşme testi, Π katsayı matrisinin, sıfırdan anlamlı derecede farklı, Eigen değerlerinin (özdeğer) olup olmadığını test etmektedir. Bu yaklaşım ile aynı zamanda sıfır ile n arasında ($0 \leq r \leq n$) kaç adet eşbütünleşme ilişkisi olduğu da test edilmektedir (Karagöl ve Serel, 2005:1034).

3.2.3 Nedensellik Analizi

Nedensellik tanımı, 1969 yılında Granger'ın yaptığı iki varsayıma dayanmaktadır: Bunlardan birincisine göre gelecek geçmişin nedeni olamaz, geçmiş şimdiki zamana veya geleceğe neden olabilir. İkinci varsayım ise, nedenselliğin sadece bir grup stokastik süreç için belirlenebileceği, deterministik süreçler arasında nedenselliğin belirlenemeyeceği şeklindedir (Şahbaz, 2007:53). Bu çalışmada, literatürde yaygın şekilde karşılaşılan Granger nedensellik testi uygulanmaktadır.

Regresyon analizinde değişkenlerden birinin diğer değişkenlere olan bağımlılığı ile ilgilenilmektedir. Bu ise nedensellik ilişkisinin varlığı için yeterli bir kanıt değildir. Bir A olayı B olayından önce gerçekleşiyor ise, A olayı B olayının nedeni olabilir, ancak B olayı A olayının nedeni olamaz. İşte Granger Nedensellik Testinin arkasındaki düşünce kabaca budur. Ancak, nedensellik konusunun felsefi bir sorun olduğu ve çok çeşitli ihtilafları bünyesinde barındırdığı açıktır. Bir uçta her şeyin her şeye neden olduğu düşüncesindeki insanlar varken, diğer uçta nedenselliği toptan reddeden insanlar bulunmaktadır. Ekonometrici Edward Leamer, nedensellik yerine önce gelme tabirini yeğlerken, Francis Diebold da tahmini nedensellik tabirini kullanmaktadır (Gujarati, 2004:696).

3.2.1.1 Granger Nedensellik Testi

Engle ve Granger (1987) ve Granger (1988), iki değişken arasında uzun dönemde eşbütünleşme ilişkisi olması halinde, bu değişkenler arasında tek veya iki yönlü nedensellik ilişkisi olması gerektiğini göstermişlerdir. Nedensellik analizi, bir değişkenin gecikmeli değerlerinin başka bir değişkeni açıklamada kullanılıp kullanılamayacağının analiz edilmesine dayanmaktadır. Eğer, X değişkeninin gecikmeli değerleri Y değişkeni üzerinde anlamlı bir etkide bulunuyorsa X için, Y'nin "Granger nedenidir" denilir.

Granger nedensellik testi yapmak için ilk önce değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi incelenmektedir. Bu sebeple de, serilerin durağanlıkları incelenmelidir. Seriler $I(1)$ çıkar ise eşbütünleşme ilişkisine bakılmaktadır. Eşbütünleşme ilişkisi varsa, uzun dönem dengeden kısa süreli sapmaları ortadan kaldırmak için ECM kurulur. Modeldeki hata düzeltme katsayısı, kısa dönem dengesizliklerin ne kadarının her dönemde giderildiğini göstermektedir.

Granger nedensellik testi, serilerin durağanlık düzeylerine ve aralarında eşbütünleşme ilişkisinin mevcudiyetine göre farklı yöntemlerle yapılmaktadır.

1) Eğer seriler düzey durumda durağan iseler, Granger nedensellik testi şu şekilde yapılmaktadır:

$$X_t = \alpha_x + \sum_{i=1}^k \beta_{xi} X_{t-i} + \sum_{i=1}^k \gamma_{xi} Y_{t-i} + \varepsilon_{xt} \quad (19)$$

$$Y_t = \alpha_y + \sum_{i=1}^k \beta_{yi} Y_{t-i} + \sum_{i=1}^k \gamma_{yi} X_{t-i} + \varepsilon_{yt} \quad (20)$$

Bu durumda, seriler durağan olduklarından dolayı düzey halde modellenmektedir. Yukarıdaki denklemlerde:

X_t ve Y_t : değişkenlerin cari değerleri,

X_{t-i} ve Y_{t-i} : değişkenlerin gecikmeli değerleri,

i : gecikme sayısı,

α_x ve α_y : sabit terimi,

β ve γ : gecikmeli değerlerin katsayıları,

ε_{xt} ve ε_{yt} : sıfır ortalamalı sabit varyanslı ve otokorelasyonun olmadığı beyaz gürültü hata terimlerini göstermektedir.

Burada X değişkeni kendi ve Y değişkeninin gecikmeli değerleri ile açıklanmaktadır. Gecikme sayısının belirlenmesi için Akaike, Schwarz ve Final Prediction Error kriterleri kullanılabilir. Gecikme değeri, bu kriterleri minimum yapan gecikme değeridir.

(19) numaralı denklemde, Y_{t-i} değişkenlerinin katsayılarına F testi yapılmakta olup yokluk hipotezi

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \dots = \gamma_k = 0$$

şeklindedir.

Buna göre, Y_{t-i} değişkeninin gecikmeli değerlerinin X değişkeni üzerinde etkisi bulunmaz.

Alternatif hipotez ise, “ γ_j lerden en az biri sıfırdan farklıdır”

şeklindedir. Bu hipotez, Y_t değişkeninin gecikmeli değerlerinden en az bir tanesinin sıfırdan farklı olduğu, yani Y_t değişkeninin gecikmeli değerlerinin X_t değişkenini etkilediği anlamına gelmektedir. Yokluk hipotezinin kabulü halinde “ Y_t değişkeni X_t değişkeninin Granger nedeni değildir”, alternatif hipotezin kabulü halinde ise “ Y_t değişkeni X_t değişkeninin Granger nedenidir” denilir.

(20) numaralı denklemde de yine F testi yapılır. Buradaki hipotezler de aynıdır. Eğer γ katsayılarının sıfıra eşit olduğu yönündeki yokluk hipotezi kabul edilirse “X değişkeni Y değişkeninin Granger nedeni değildir”, γ katsayılarının en az birinin sıfırdan farklı olacağı şeklindeki alternatif hipotez kabul edilirse “X değişkeni Y değişkeninin Granger nedenidir” denilir.

2) Değişkenler birinci mertebeden durağan iseler ve aralarında eşbütünleşme ilişkisi yoksa bu durumda nedensellik testi şu şekilde yapılmaktadır:

$$\Delta X_t = \alpha_x + \sum_{i=1}^k \beta_{xi} \Delta X_{t-i} + \sum_{i=1}^k \gamma_{xi} \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_{xt} \quad (21)$$

$$\Delta Y_t = \alpha_y + \sum_{i=1}^k \beta_{yi} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^k \gamma_{yi} \Delta X_{t-i} + \varepsilon_{yt} \quad (22)$$

Bu durumda, değişkenler birinci farkları alınarak durağan hale getirilmeye çalışılır. Her iki denklem için γ katsayılarının birlikte anlamlılığına bakılır ve yukarıda izahı bulunan ilk durumdaki gibi karar verilir.

3) Değişkenler birinci mertebeden durağan ve aralarında eşbütünleşme ilişkisi varsa nedensellik testine hata düzeltme faktörü de eklenerek şu şekilde yapılmaktadır:

$$\Delta X_t = \alpha_x + \sum_{i=1}^k \beta_{xi} \Delta X_{t-i} + \sum_{i=1}^k \gamma_{xi} \Delta Y_{t-i} + \theta_x ECT_{xt-i} + \varepsilon_{xt} \quad (23)$$

$$\Delta Y_t = \alpha_y + \sum_{i=1}^k \beta_{yi} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^k \gamma_{yi} \Delta X_{t-i} + \theta_y ECT_{yt-i} + \varepsilon_{yt} \quad (24)$$

Engle-Granger (1987) ve Granger (1988)'e göre, seriler eşbütünleşik iseler aralarında tek yönlü veya iki yönlü nedensellik ilişkisi olması gerekmektedir. Bu durumda, (23) ve (24) numaralı denklemler için γ katsayılarının sıfıra eşit olup olmadığı test edilmektedir. Bu aşamada yapılan teste, zayıf Granger nedensellik testi denilmektedir.

Kısa dönem nedensellik için yokluk hipotezi

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \dots = \gamma_k = 0$$

alternatif hipotez ise

“ γ_j lerden en az biri sıfırdan farklıdır” şeklindedir.

Değişkenlerin birlikte anlamlılığını test etmek için yine F testi yapılır. Yokluk hipotezinin kabulü halinde kısa dönemde Granger nedensellik olmadığı, alternatif hipotezin kabulü halinde ise kısa dönemde Granger nedensellik bulunduğu söylenir. Hata düzeltme modelinin katsayısı, uzun dönem dengeden sapmanın ne kadarının düzeltildiğini göstermekte olup hata düzeltme modelinin katsayısı da ilave edilirse güçlü Granger nedensellik elde edilmektedir. Bu da, uzun dönem Granger nedensellik testi olarak değerlendirilmektedir.

Bu durumda (23) numaralı denklem için uzun dönem nedensellik incelenmek istenir ise, yokluk hipotezi

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \dots = \gamma_k = \theta_x = 0$$

şeklinde hata düzeltme terimi de eklenmiş olarak kurulur. Alternatif hipotez ise

“ γ_j lerden en az biri sıfırdan farklıdır ve θ_x sıfırdan farklıdır” şeklindedir.

Yokluk hipotezinin kabulü “uzun dönemde Y değişkeni X değişkeninin Granger nedeni değildir”, alternatif hipotezin kabulü ise “uzun dönemde Y değişkeni X değişkeninin Granger nedenidir” şeklinde yorumlanmaktadır. Benzer şekilde (24) numaralı denklem için de uzun dönem nedenselliğin yönü belirlenmektedir (Ertuğrul, 2006:63-65).

3.3 UYGULAMA

Uygulamada, Türkiye için, sanayi üretimi ile enerji tüketimi arasındaki ilişki 1980-2007 dönemleri arasındaki yıllık veriler kullanılarak incelenmiştir. Kurulan modelde sanayi üretimi ve sanayide toplam enerji tüketimi verileri kullanılmıştır. Veriler logaritmaları alınarak modellenmiş olup sanayi üretimi LY olarak ve sanayide enerji tüketimi LE olarak ifade edilmiştir. Aşağıdaki alt bölümlerde, yapılan uygulamanın sonuçlarına yer verilmektedir.

3.3.1 ADF Test Sonuçları

Aşağıdaki tabloda, LY ve LE serileri için yapılan ADF testi sonuçları sergilenmektedir. Buna göre, LY ve LE serilerinin durağan olmadığı, 1 inci farkları alınarak üretilen DLY ve DLE serilerinin ise durağan olduğu görülmektedir. LY ve LE serileri birinci dereceden durağan serilerdir. Yani bu seriler ADF test sonuçlarına göre $I(1)$ serilerdir.

Tablo 36: ADF Test Sonuçları

ADF Test Sonuçları			
Düzey Seri		İlk Farklar	
LY	-2,69	DLY	-2,85***
LE	-2,34	DLE	-3,28**
ADF kritik değerleri %1=-4,39 %5=-3,61 %10=-3,24		ADF kritik değerleri %1=-3,75 %5=-2.99 %10=-2,64 * %1 anlamlılık düzeyi ** %5 anlamlılık düzeyi *** %10 anlamlılık düzeyi	

3.3.2 Johansen Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Serilerin birinci mertebeden durağan oldukları tespit edildikten sonra, eşbütünleşme analizine geçilmiştir. Burada, öncelikle VAR modeli tahmin edilmektedir. Bu aşamada en önemli konulardan biri, VAR modeli kurulurken gecikme sayısının belirlenmesidir. Gecikme uzunluğunu belirlemek için AIC (Akaike Bilgi Kriteri), SBC (Schwarz Bilgi Kriteri), FPE (Final Prediction Error) gibi kriterlerden faydalanılmaktadır.

Tablo 37: VAR modeli için uygun gecikme sayısı

Lag	FPE	AIC	SC	HQ
0	0.000380	-2.198820	-2.101310	-2.171775
1	7.41e-06*	-6.139024*	-5.846494*	-6.057889*
2	8.09e-06	-6.059655	-5.572105	-5.924429
3	8.36e-06	-6.047027	-5.364456	-5.857711

Yıllık verilerle çalışılırken gecikme, genellikle, en fazla iki olarak alınmaktadır (Asteriou ve Agiomiganakis, 2001: 486). Tablo 38'den, kullanılan farklı kriterlerle en uygun gecikme uzunluğunun 1 olarak belirlendiği görülmektedir. Gecikme uzunluğu belirlenip VAR modeli tahmin edildikten sonra tahmin edilen VAR modelinde kaç tane eşbütünleşik vektör olduğu (başka bir deyişle r'nin kaç olduğu) Johansen'in en yüksek olabilirlik oranı testi (Maximum Likelihood Ratio Test, LR trace test) ile belirlenecektir (Dritsakis, 2004: 115).

$$\lambda_{trace}(q, n) = -T \sum_{i=q+1}^k \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (25)$$

Eğer modelde k adet değişken var ise, eşbütünleşik vektör sayısı k-1 kadar olacağından, $r = 0, 1, 2, \dots, k-1$ yani $0 \leq r \leq n$ olacaktır. burada T tahmin için kullanılan gözlem sayısını ve $\hat{\lambda}$ ise i inci, tahmin edilmiş en büyük eigen değeri (özdeğer) vermektedir (Dritsakis, 2004: 115). Trace (iz) istatistiği χ^2 dağılımına sahip değildir. Trace (iz) testinde yokluk hipotezi k veya daha az sayıda eşbütünleşik vektör bulunduğu şeklinde kurulmaktadır (Şıklar, 1998: 31).

Johansen yaklaşımında eşbütünleşik vektör sayısını bulmak için kullanılan diğer bir yaklaşım da Maximum Eigenvalue (Maksimum Özdeğer) testi yaklaşımıdır. Yokluk hipotezi, “r adet eşbütünleşme vardır” biçiminde kurulurken, alternatif hipotez “r+1 eşbütünleşik vektör vardır” biçiminde kurulmaktadır (Şıklar, 1998: 32). Maksimum Eigenvalue Test istatistiği aşağıdaki gibidir:

$$\lambda_{\max} = -T \log(1 - \hat{\lambda}_{r+1}) \quad (26)$$

Maksimum Eigenvalue istatistiği de χ^2 dağılımına sahip değildir. Bu nedenle karar kuralı için kritik değerler Johansen (1988) tarafından üretilmiştir. Johansen eşbütünleşme testinin sonuçları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 38: Johansen Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Eşbütünleşme Rankı	İz İstatistiği	%5	Max-Eigen (Özdeğer) İstatistiği	%5
$r \leq 0$	14,85*	12,32	14,85*	11,22
$r \leq 1$	0,003	4,13	0,003	4,13

* %5 anlamlılık düzeyinde

Tablodan görülebileceği gibi gerek iz istatistiği, gerekse Maksimum Eigenvalue (özdeğer) istatistiği tek bir eşbütünleşik vektör göstermektedir.

İz istatistiği için yokluk hipotezi $r=0$ yani eşbütünleşik vektör olmadığı şeklinde alternatif hipotez ise $r \leq 1$ şeklinde kurulur. Hesaplanan değer, kritik değerden %5 anlamlılık derecesinde büyük olduğu için yokluk hipotezi reddedilir. İkinci aşamada ise, yokluk hipotezi $r \leq 1$ şeklinde kurulurken alternatif hipotez $r \leq 2$ şeklinde kurulur. Hesaplanan değer kritik değerden küçük olduğu için yokluk hipotezi kabul edilir. Yani bir tane eşbütünleşik vektör vardır.

Maksimum Eigen istatistiği için yokluk hipotezi $r=0$ yani eşbütünleşik vektör olmadığı şeklinde alternatif hipotez ise $r=1$ şeklinde kurulur. Hesaplanan değer, kritik değerden %5 anlamlılık derecesinde büyük olduğu için yokluk hipotezi reddedilir. İkinci aşamada ise yokluk hipotezi $r=1$ şeklinde kurulurken alternatif hipotez $r=2$ şeklinde kurulur. Hesaplanan değer kritik değerden küçük olduğu için yokluk hipotezi kabul edilir. Yani Maksimum Eigen istatistiği ile de bir tane eşbütünleşik vektör bulunmuştur.

Seriler arasında eşbütünleşme bulunduğu için, nedensellik analizi ve nedenselliğin yönünün incelenmesine geçilmektedir.

3.3.3 Granger Nedensellik Testi Sonuçları

İki değişken arasında uzun dönemde eş bütünleşme ilişkisi olması durumunda, bu değişkenler arasında tek yönlü veya iki yönlü Granger nedensellik ilişkisi olması gerektiği daha önce belirtilmişti. Seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunduğu göre, sıra nedensellik ilişkisini araştırmaya gelmiştir. Aşağıdaki tabloda, yapılan Granger nedensellik testinin sonuçları sergilenmektedir.

Tablo 39: Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken	Nedenselliğin Kaynağı (Bağımsız Değişken)				
	Kısa Dönem Nedensellik		Uzun Dönem Nedensellik		
	DLY	DLE	ECT	ECT/ DLY	ECT / DLE
DLY	-----	2,69	-0,03	-----	1,35
DLE	3,69***	-----	-1,78	3,96**	-----
Uygun gecikme uzunluğu AIC ve SC kriterlerinden faydalananarak belirlenmiştir. * %1 anlamlılık düzeyini gösterir ** %5 anlamlılık düzeyini gösterir ***%10 anlamlılık düzeyini gösterir					

Granger nedensellik testi sonuçları,Türkiye’de inceleme dönemi için enerji tüketiminden sanayi üretimine doğru ne kısa dönemde ne de uzun dönemde bir nedensellik ilişkisi bulunmadığını göstermektedir.

Sanayi üretiminden enerji tüketimine doğru ise, kısa dönemde %5 anlamlılık düzeyinde bir nedensellik ilişkisi bulunmadığı, buna karşın %10 anlamlılık düzeyinde nedensellik bulunduğu, uzun dönemde ise sanayi üretiminden enerji tüketimine doğru %5 anlamlılık düzeyinde tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin bulunduğu anlaşılmaktadır. Aşağıdaki tabloda bulunan sonuç özetlenmektedir.

Tablo 40: Sanayi Üretimi İle Enerji Tüketimi İlişkisi

İlişkinin Yönü	Kısa Dönem	Uzun Dönem
Sanayi Üretiminden Enerji Tüketimine Doğru Tek Yönlü Nedensellik	Var*	Var**
Enerji Tüketiminden Sanayi Üretimine Doğru Tek Yönlü Nedensellik	Yok	Yok

*% 10 Anlamlılık Düzeyinde

**% 5 Anlamlılık Düzeyinde

SONUÇ

1970’li yıllardaki petrol krizleri ile birlikte enerji, büyüme teorilerine bir üretim faktörü olarak girmeye başlamış, uygulamalı ekonometri alanındaki gelişmeler de, enerji tüketimi ile üretim seviyesi ilişkisinin ampirik olarak daha kolay test edilebilmesine olanak sağlamıştır.

Yapılan çalışmalarda ülkelere, dönemlere ve uygulanan yöntemlere göre farklı sonuçlara ulaşılmış ve bu sonuçlar da farklı yorumlara neden olmuştur. Ülkelerin farklı üretim ve tüketim yapılarına ve enerji kaynaklarına sahip oluşu, kalkınmanın farklı aşamalarında yer almaları bunun nedenleri arasındadır.

Sanayi üretimi ile sanayi sektörünün enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisi ise, örneğine daha az rastlanır bir konu durumundadır. Bu tez çalışmasında bu alana ilişkin olarak Türkiye örneğinde ampirik bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

Literatürde, “enerji maliyetinin GSYİH içinde görece düşük bir paya sahip olduğu için büyüme üzerinde enerjinin etkisiz olduğunu” savunan etkisizlik hipotezinin genel olarak doğrulanmadığı görülmektedir. Konuya ilişkin olarak yapılmış bazı çalışmalarda enerji tüketiminden üretim düzeyine, bazı çalışmalarda üretim düzeyinden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik bulunduğu sonucuna ulaşılrken bazı çalışmalarda da her iki yönde de nedensellik bulunduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Nedensellik ilişkisinin bulunmadığını tespit eden çalışmalar ise sayıca pek azdır.

Enerji politikalarının ülkelerin ekonomik kalkınma hedeflerine ulaşmalarında kritik önemde olduğu, özellikle de enerji kaynakları itibariyle ithalata bağımlı ülkeler için bu önemin daha da yüksek olduğu açıktır. Yapılan bu tarz çalışmalar ile; politika yapıcılara, yatırımcılara, düzenleyicilere ve diğer taraflara bir temel yaratılmaktadır.

Ülkelerin ana faaliyet kolları arasında enerji tüketimi açısından sanayi sektörünün hızlı enerji tüketimi büyümesi dikkat çekicidir. Sanayi sektörü ile sanayi sektörü enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisinin incelenmesi, literatürdeki örneklerle göre eksik kalan bir yönün araştırılmasını sağlamıştır.

Türkiye için 1980-2007 yılları arasında, sanayi üretimi ile enerji tüketimi eşbütünleşme modeli ile incelenmiştir. Yapılan durağanlık analizleri ile, serilerin birinci mertebeden durağan yani $I(1)$ oldukları anlaşılmıştır. Bunun üzerine seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi incelenmiş ve seriler arasında uzun dönemli ilişki bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Son olarak, sanayi üretimi ile enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisi test edilerek ampirik çalışma tamamlanmıştır.

Buna göre, Türkiye için inceleme dönemi için enerji tüketiminden sanayi üretimine doğru ne kısa dönemde ne de uzun dönemde bir nedensellik ilişkisi bulunmadığı, sanayi üretiminden enerji tüketimine doğru ise, kısa dönemde %5 anlamlılık düzeyinde bir nedensellik ilişkisi bulunmadığı, %10 anlamlılık düzeyinde tek yönlü nedensellik bulunduğu, uzun dönemde ise sanayi üretiminden enerji tüketimine doğru %5 anlamlılık düzeyinde tek yönlü bir nedensellik bulunduğunu anlaşılmaktadır.

Elde edilen sonuç, öncelikle enerji tasarrufuna yönelik politikaların üretim seviyesini etkilemeksizin uygulanabileceğini göstermektedir. Tersine bir bulguya ulaşılsa idi, sanayi üretiminin seviyesinde enerji tüketiminin belirleyici bir role sahip olduğu, dolayısıyla da sürekli büyüme için enerji tüketiminin sürekli artışına ihtiyaç olduğu değerlendirilebilecekti. Bu sonuca göre, enerji girdisindeki herhangi bir azalmanın, sanayi üretiminde düşüşe neden olmayabileceği söylenebilir. Diğer üretim faktörlerindeki artışla birlikte, üretim düzeyinin artması da mümkündür. Bu durum, emek ve sermaye ile enerji arasındaki ilişkilere, özellikle ikame ve tamamlayıcılık ilişkilerine bağlı bulunmaktadır. Sanayi üretiminden enerji tüketimine doğru bulunan

nedensellik, enerji tüketiminin daha ziyade üretimin sonucu olarak değerlendirilebileceğini de göstermektedir.

İthalata yüksek oranda bağımlı olan, ekonomisi cari açık sorunu ile baş etmeye çalışan bir ülke olarak, Türkiye için enerji tasarrufu son derece önemlidir. Bu nedenle, sanayi üretiminden enerji tüketiminde doğru bulunan nedensellik, yani üretim seviyesinin enerji tüketimi artışına gecikmeli olarak neden olacağını bulgusu, enerji tasarrufu politikalarının daha kolaylıkla uygulanabileceği anlamına gelmektedir. Enerji tasarruf eden teknolojilerin kullanılması ve genel anlamda enerji yoğunluğunun düşürülmesi de bu çerçevede içerisinde değerlendirilebilir. Enerji tasarrufunun çevresel açıdan fosil kaynakların etkilerini hafifleten bir etkiye neden olacağı da ayrıca göz ardı edilmemelidir. Enerji tasarrufuna ilişkin olarak, bunun en iyi yolunun enerji sakıngan teknolojilere ilişkin AR-GE çalışmaları yapılması olduğu, ancak bunun da uzun vadeli bir mesele olduğu da unutulmamalıdır.

Bulunan sonucun değerlendirilmesi gereken bir başka yönü de, ekonomik büyüme öngörülerinin enerji talep tahminleri yapılırken bir veri olarak göz önünde bulundurulması gerektiğidir. Çünkü, bulunan nedenselliğin yönünden, dönemsel olarak üretim düzeyindeki bir yükselişin enerji tüketim seviyesinde de bir yükseliş tarafından takip edileceği anlaşılmaktadır. Özellikle enerji sektörünün tarifeler yoluyla düzenlenmesi yapılırken, gerek enerji tasarrufunun teşviki ve gerekse büyüme-enerji tüketimi ilişkileri dikkate alınabilecek bir bilgi durumundadır.

Belirtilmesinde yarar görülen bir diğer husus da, hızlı büyüme dönemlerinin planlanandan daha fazla enerji talebine neden olacağıdır. Sanayi sektörü üretimi, enerji talebi yaratacağından ve enerji kaynakları çoğunlukla ithalata bağımlı olarak edinildiğinden üretimin bir enerji kısıtı ile karşılaşmaması için depolama, yedek rezerv, acil durumlarda kullanılabilecek anlaşmalar ve benzeri her türlü yedek kapasitenin hazırda tutulmasının son derece önemli olduğu, konunun diğer boyutlarına ilaveten bu çalışma sonucu

bağlamında da vurgulanmalıdır. Örnek vermek gerekirse, doğal gaz depolama tesislerinin kurulması, doğal gazın sıvılaştırılmış ve sıkıştırılmış formlarda ithaline yönelik hazırlıkların önceden tamamlanmış olması, üretimin enerjiye olacak herhangi yüksek düzeydeki talebinin rahatlıkla karşılanmasını sağlayacaktır.

Çevresel açıdan bakılırsa, büyüme dönemlerinde veya küçülmeyi takip eden düzelme dönemlerinde CO₂ salınımlarının yükselmesi beklenebilir. Türkiye tarafından henüz taraf olunmamış olmakla birlikte, beklenildiği şekilde Kyoto Protokolünün imzalanması halinde CO₂ salınım kısıtlamalarının gerçekleştirilmesine ilişkin plan ve programlarda, bulunan nedensellik çerçevesinde hareket edilmesi mümkün olabilecektir.

Veri yokluğu nedeniyle göz ardı edilen diğer üretim faktörlerinin de dahil edilebildiği modeller kurulması ve görece daha yakın dönemlere ilişkin altışar aylık, üçer aylık veya aylık verilerin sağlanması halinde, verilerin toplulaştırılmasından ve bir kısım değişkenlerin göz ardı edilmesinden kaynaklanan bilgi kaybı en aza indirilmiş olacaktır. Bütün bu çalışmalarda, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin araştırılmasına önemli katkılarının yapılmış olduğu görülmektedir. Ancak bu ilişkinin dinamiklerine ilişkin yeterince açıklama bulunmamaktadır. Bu nedenle söz konusu ilişkinin daha iyi analiz edilebilmesi için farklı sektörleri ve farklı enerji kaynaklarını nüfus artışı, sermaye yoğunluğu ve sektörel üretim gibi ekonomik göstergelerle birlikte ele alan çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Araştırmacıların bu konuda ilave çalışmalar yaparak literatürü zenginleştirebilecekleri değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

ACAR, Berkan, "Elektrik Üretiminde Enerji Verimliliğinin Arz Güvenliğine Etkisinin ve Düzenleyici Faaliyetlerle İlişkisinin İncelenmesi", **Yayımlanmamış Uzmanlık Tezi**, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Ankara, 2008.

ALTINAY, Galip, KARAGÖL, Erdal, "Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence From Turkey", **Energy Economics**, Sayı 27, 2005, s. 849-856.

AL-IRIANI, Mahmoud A., "Energy-GDP Relationship Revisited: An Example From GCC Countries Using Panel Causality", **Energy Policy**, Sayı 34, 2006, s. 3342-3350.

AKARCA, A.T., LONG T.V., "On The Relationship Between Energy and GNP: A Reexamination", **Journal Of Energy And Development**, Cilt 5, 1980, s. 326-331.

AKKAYA, Sibel, "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Açısından Önemi ve Bir Rüzgar Enerjisi Uygulaması", **Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi**, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2007.

APOSTOLAKIS, Bobby E., "Energy Capital Substitutability/Complementarity Dichotomy", **Energy Economics**, Sayı 12, 1990, s. 48-58.

AQEEL, Anjum, BUTT, Mohammad Sabihuddin, "The Relationship Between Energy Consumption and Economic Growth In Pakistan", **Asia-Pasific Development Journal**, Cilt 8, Sayı 2, 2001, s. 101-110

ASAFU-ADJAYE, John, "The Relationship Between Energy Consumption, Energy Prices and Economic Growth: Time Series Evidence From Asian Developing Countries", **Energy Economics**, Sayı 22, 2000, s. 615-625

ASLAN, İ. Yılmaz v.d., **Enerji Hukuku**, Bursa, Ekin Basım Yayın Dağıtım, 2007.

ASTERIOU, Dimitrios., AGIOMIRGIANAKIS, George Myron, Human Capital and Economic Growth, Time Series Evidence from Greece, **Journal of Policy Modelling**, Cilt 23, Sayı 5, Temmuz 2001, s. 481-489.

ATAMAN, Ayşe Rüya, "Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Arz Güvenliği Açısından İncelenmesi", **Yayımlanmamış Uzmanlık Tezi**, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Ankara, 2007.

BAŞ, Fulya Canan, ÜLGEN, Nedim Seçkin; **Elektrik Piyasasının Serbestleşmesi ve Arz Güvenliğinin Sağlanması İçin Öneriler**, İstanbul, TÜSİAD, 2008.

BP Statistical Review Of World Energy Report 2008, <http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=70446>, (Erişim Tarihi: 15/03/2008).

CHENG, Benjamin S., LAI, Tin Wei, "An Investigation of Co-Integration and Causality Between Energy Consumption and Economic Activity in Taiwan", **Energy Economics**, Sayı 19, 1997, s. 435-444.

CLEVELAND, Cutler J., COSTANZA, Robert, HALL, Charles A.S., KAUFMANN, Robert, "Energy and the U.S. Economy: A Biophysical Perspective", **Science**, No: 225, Ağustos 1984, s. 890-897.

CLEVELAND, Cutler J., KAUFMANN, Robert K., STERN, David I., "Aggregation and The Role of Energy In The Economy", **Ecological Economics**, Sayı 32, 2000, s. 301-317

CHIMA, Christopher M., HILLS, Dominguez, "Intensity Of Energy Use In The U.S.A.: 1949-2003", **Journal of Business & Economic Research**, Cilt 5, Sayı 11, 2007, s. 17-30.

CIERRATA, Aitor, ZARRAGA, Ainhoa; "Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence From Spain", "**Universidad del País Vasco - Departamento de Economía Aplicada III (Econometría y Estadística)**", 2007, s. 1-36.

ÇAĞLAR, Mehmet, "Enerji Verimliliği", Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİEİ) sunumu, Türkiye Teknik Elemanlar Vakfı Enerji Verimliliği ve Tasarrufu Paneli.

Devlet Planlama Teşkilatı, "Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu", DPT: 2569 – ÖİK: 585, Ankara, 2001.

DICKEY, David A., FULLER, Wayne .A., "Distribution Of The Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root", **Journal Of American Statistical Association**, Cilt 74, 1979, s. 427-431.

DİNLER, Zeynel, **İktisada Giriş**, Bursa, Ekin Kitabevi, 4. Basım, 1998.

DURAK, Murat, ÖZER, Sera, **Rüzgar Enerjisi: Teori ve Uygulama**, Ankara, Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği, 2008.

ENDERS, Walter, **Applied Econometrics Time Series**, John Wiley & Sons, New York, 2004.

DRITSAKIS, Nikolas, "Cointegration Analysis of German and British Tourism Demand for Greece", **Tourism Management**, Cilt 25, Sayı 1, Şubat 2004, s. 111-119.

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, **Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Sektör Raporu 2007**, Ankara, 2008.

ERBAYKAL, Erman, "Türkiye'de Savunma Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi", **Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi**, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir, 2007.

EROL, U., YU, E.S.H., "On The Relationship Between Energy and Income For Industrialized Countries", **Journal Of Energy And Employment**, Sayı 13, 1987, s. 113-122.

ERTUĞRUL, Hasan Murat, "Türkiye'de Sanayi Katma Değeri ve Enerji Tüketimi İlişkisi", **Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi**, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir, 2006.

FİDAN, Abdulvahit, "Türkiye'de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi", **Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi**, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2006.

FRONDEL, Manuel, SCHMIDT, Bobby E., "The Capital Energy Conquest: An Artifact of Cost Shares?", **The Energy Journal**, Sayı 23, 2002, s.53-79.

GHOSH, Sajal, "Electricity Consumption And Economic Growth in India", **Energy Policy**, Sayı 30, 2002, s. 125-129.

GLASURE Yong U., LEE, Aie-Rie, "Cointegration, error-correction, and the relationship between GDP and energy: The case of South Korea and Singapore", **Resource And Energy Economics**, Sayı 20, 1997, s. 17-25

GRANGER, Clive W.J., "Some Recent Developments in a Concept of Causality", **Journal of Econometrics**, Sayı 39, 1988, s. 199-211.

GRANGER, Clive W.J., ENGLE, Robert F., "Co-integration and Error Correction Representation, Estimation and Testing", **Econometrica**, Cilt 55, Sayı 2, 1987, s. 251-276.

GUTTORMSEN, Atle G., "Causality Between Energy Consumption and Economic Growth", **The Journal of Energy and Development**, 2004, s. 1-31.

GÖKCE, Cem, “Ekonomik Büyüme Sürecinde Enerjinin Değişen Rolü: Türkiye Örneği”, **Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi**, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar, 2007.

GUJARATI, Damodar N., **Basic Econometrics**, New York, McGraw-Hill, 4. Baskı, 2004.

HARRIS, Richard, SOLLIS Robert, **Applied Time Series, Modelling and Forecasting**, Chichester, John Wiley & Sons, 2003.

HATEMI-J, Abdalnasser, IRANDOUST, Manuchehr, “Energy Consumption and Economic Growth in Sweden: A Leveraged Bootstrap Approach, (1965-2000)”, **International Journal Of Applied Econometrics and Quantitative Studies**, Cilt 2-4, 2005, s. 91-102

HAYALOĞLU, Bülent, “Arz Güvenliği ve Serbest Piyasa Çerçevesinde Nükleer Enerji ve Türkiye Uygulaması”, **Yayımlanmamış Uzmanlık Tezi**, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Ankara, 2007.

International Energy Agency (IEA), **World Energy Outlook**, Paris, 2004.

JOHANSEN, Soren, “Statistical Analysis of Cointegration Vectors”, **Journal of Economic Dynamics and Control**, 1988, Sayı 12, s.231-254.

JUMBE, Charles B.L., "Cointegration and Causality Between Electricity Consumption And GDP: Empirical Evidence From Malawi", **Energy Economics** , 2004, 26, s. 61-68.

KAUFMANN, Robert K., “The Mechanisms for Autonomous Energy Efficiency Increases: A Cointegration Analysis of the US Energy/GDP Ratio”, **The Energy Journal**, Cilt 25, Sayı 1, 2004, s. 63-86.

KARAGÖL, Erdal, ERBAYKAL, Erman, ERTUĞRUL, Murat H., “Türkiye’de Ekonomik Büyüme İle Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı”, **Doğuş Üniversitesi Dergisi**, Cilt 8, Sayı 1, 2007, s. 72-80.

KARAGÖL, Erdal, SEREL, Alpaslan, “Türkiye’de İhracat ve GSMH Arasındaki İlişkinin Kointegrasyon Yöntemiyle İncelenmesi”, **İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi**, Cilt 50, 2005, s. 1029-1040.

KAVAK, Kubilay, “Dünyada ve Türkiye’de Enerji Verimliliği ve Türk Sanayiinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi”, **Uzmanlık Tezi**, Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara, Yayın No: 2689, 2005.

KAYNAK, Muhteşem, **Kalkınma İktisadı**, Ankara, Gazi Kitabevi, 1. Baskı, 2005.

KRAFT, J. A., KRAFT, A., "On The Relationship Between Energy And GNP", **Journal Of Energy And Development**, Cilt 3, 1978, s. 401-403.

KUTLAR, Aziz, **Uygulamalı Ekonometri**, Ankara, Nobel Kitabevi, 2005.

LEE, Chien Chiang, "Energy Consumption and GDP in Developing Countries: A Cointegrated Panel Analysis", **Energy Economics**, Cilt 27, Sayı3, 2005, s. 415-427.

LEE, Chien Chiang, CHANG, Chun Ping, "Structural Breaks, Energy Consumption, and Economic Growth Revisited: Evidence From Taiwan", **Energy Economics**, Sayı 27, 2005, s. 857-872.

MASIH, Abul M.M., MASIH, Rumi, "On the Temporal Causal Relationship Between Energy Consumption, Real Income and Prices: Some Evidence From Asian-Energy Dependent NICs Based on A Multivariate Cointegration/Vector Error Correction Approach", **Journal of Policy Modelling**, Sayı 19, 1997, s. 417-440.

MERZİFONLUOĞLU, Ümit, "Elektrik Sektöründen Kaynaklanan Sera Gazları Salımının Kontrolü ve Düzenleme Kurumları Açısından İncelenmesi", **Yayımlanmamış Uzmanlık Tezi**, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Ankara, 2007.

MOZUMDER, Pallab, MARATHE, Achla, "Causality Relationship Between Electricity Consumption And GDP In Bangladesh", **Energy Policy**, Sayı 35, 2007, s. 395-402.

OH, Wankeun, LEE, Kihoon, "Energy Consumption and Economic Growth in Korea: Testing The Causality Relation", **Journal Of Policy Modelling**, Sayı 26, 2004, s. 973-981.

ÖZGEN, F. Başkan, GÜLOĞLU, Bülent, "Türkiye'de İç Borçların İktisadi Etkilerinin VAR Tekniği İle Analizi", **ODTÜ Gelişme Dergisi**, Sayı 31, Haziran 2004, s. 93-114.

PALA, Cenk, "Sanayileşme Sürecinde Enerjinin Yeri ve Önemi", **Yayımlanmamış Doktora Tezi**, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilgiler Enstitüsü, Ankara, 2001.

PALA, Cenk, "AB'nin Arz Güvenliğinde Türkiye'nin Önemi", Makine Mühendisleri Odası Uluslararası Doğal Gaz Kongresi ve Sergisi, Ankara, 2007.

PATTERSON, Kerry, **An Introduction to Applied Econometrics: A Time Series Approach**, New York: St. Martin's Pres., 2000.

PAUL, Shyamal, BHATTACARYA, Rabindra N., "Causality Between Energy Consumption and Economic Growth in India: A Note On Conflicting Results", **Energy Economics**, Sayı 26, 2004, s. 977-983.

RUFAEL, Yemane-Wolde, "Energy Demand and Economic Growth: The African Experience", **Journal of Policy Modelling**, Sayı 27, 2005, s. 891-903.

RUFAEL, Yemane-Wolde, "Electricity Consumption And Economic Growth : A Time Series Experience For 17 African Countries", **Energy Policy**, Sayı 34, 2006, s. 1106-1114.

SHIU, Alice, LAM, Pun-Lee, "Electricity Consumption And Economic Growth in China", **Energy Policy**, Sayı 32, 2004, s. 47-54.

SOYTAŞ, Uğur, SARI, Ramazan, ÖZDEMİR, Özlem, "Energy Consumption and GNP Relation In Turkey: A Cointegration and Vector Error Correction Analysis", **Global Business and Technology Association**, 2001, s. 838-844.

SOYTAŞ, Uğur, SARI, Ramazan, "Energy Consumption and GDP: A Causality Relationship In G-7 Countries and Emerging Markets", **Energy Economics**, Sayı 25, 2003, s. 33-37.

STERN, David I., CLEVELAND Cutler J., "Energy And Economic Growth", **Rensselaer Working Papers in Economics**, No: 0410, 2004, s. 1-42.

STERN, David I., "Energy And Economic Growth in The USA: A Multivariate Approach", **Energy Economics**, Sayı 15, 1993, s. 137-150.

STERN, David I., "Multivariate Cointegration Analysis Of The Role Of Energy in The U.S. Macroeconomy", **Energy Economics**, Cilt 22, 2000, s. 267–283.

ŞAHBAZ, Ümit, "Zaman Serilerinde Nedensellik Analizi (Türkiye’de Ekonomik Büyüme ve Turizm Gelirleri Arasındaki İlişkinin Nedensellik Analizi)", **Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi**, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 2007.

ŞENGÜL, Seda, TUNCER, İsmail, "Energy consumption and economic growth in Turkey: 1960-2000", **İşletme İktisat ve Finans Dergisi**, Cilt 21, Sayı 242, 2006, s. 69-80.

ŞIKLAR, Emel, **Eşbütünleşme Analizi ve Türkiye’de Para Talebi**, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Eskişehir Fen Fakültesi Yayınları, 1998.

TERZİ, Harun, OLTULULAR, Sabiha, "Türkiye’de Sanayileşme ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensel İlişki", **Doğuş Üniversitesi Dergisi**, 2004, s. 219-226.

ULUSOY, Veyssel, "Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi: Ekonometrik Bir Uygulama", **Türkiye’de Enerji ve Kalkınma Sempozyumu**, Tasam Yayınları, No:24, 2006, s. 147-154.

World Lpg Association Statistical Review of Global LP Gas 2007, <http://www.worldlpgas.com/what-is-lp-gas/global-lp-gas-statistics>, (Erişim Tarihi: 22/11/2008).

YANG, Hao Yen, (2000), "A Note on The Causal Relationship Between Energy and GDP in Taiwan", **Energy Economics**, Sayı 22, 2000, s. 309-317.

YOO, Seung-Hoon, "Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence From South Korea", **Energy Policy**, Sayı 33, 2005, s. 1627-1632.

YUAN, Jiahai, ZHAO, Cahnghong, YU, Shunkun, HU, Zhaoguang, "Electricity Consumption and Economic Growth In China: Cointegration and Co-feature Analysis", **Energy Economics**, Cilt 29, Sayı 6, 2006, s. 1179-1191.

ZAMANI, Mehrzad, "Energy Consumption and Economic Activities in Iran", **Energy Economics**, 2006, Cilt 29, Sayı 6, s. 1135-1140.

Elektronik Kaynaklar

http://www.botas.gov.tr/icerik/tur/faaliyetler/dogalgaz/boruhatti/dg_alim_anlasm_a.asp, (Erişim Tarihi: 17/05/2008).

<http://tr.wikipedia.org/wiki/Enerji>, (Erişim Tarihi: 10/05/2008).

<http://www.dsi.gov.tr/hizmet/enerji.htm>, (Erişim Tarihi: 05/10/2008).

<http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/tgunes.html>, (Erişim Tarihi: 16/02/2008).

http://www.eie.gov.tr/duyurular/ev/ev_etkinlik/2008_bildiriler/03-oturum, (Erişim Tarihi: 17/10/2008).

http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/biyoenerji/01-biyogaz/bg_Turkiye.html, (Erişim Tarihi: 16/02/2008).

http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=y_istatistik&bn=244&hn=244&id=398, (Erişim Tarihi: 22/12/2008).

http://www.nei.org/resourceandstats/nuclear_statistics, (Erişim Tarihi:02/01/2008).

<http://www.jeotermaldernegi.org.tr>, (Erişim Tarihi:23/04/2008).

http://www.petrol.itu.edu.tr/question/faq_t.html#5, (Erişim Tarihi:13/03/2008).

<http://www.ressiad.org.tr/makaleler.php?ID=21>, (Erişim Tarihi:11/11/2008).

www.teias.gov.tr/projeksiyon/Kapasite%20projeksiyonu%202007.pdf, (Erişim Tarihi: 05/12/2008).

[http:// www. tki .gov .tr/ tki _ hakkında / komur _ nedir. htm](http://www.tki.gov.tr/tki_hakkinda/komur_nedir.htm), (Erişim Tarihi:13/03/2008).

http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=992, (Erişim Tarihi:29/12/2008).

EKLER**EK-1**

YIL	Sanayi Üretimi (1987 Sabit Fiyatları İle-TL)	Sanayi Sektörü Enerji Tüketimi (Bin TEP)
1980	10424177,60	7954,77
1981	11453641,00	7987,07
1982	12032940,30	8513,95
1983	12837432,90	8519,38
1984	14187936,70	9388,82
1985	15116140,80	9779,32
1986	17099707,30	10145,62
1987	18679588,80	12037,98
1988	19073839,70	12582,72
1989	20007946,10	13218,99
1990	21872602,60	14542,49
1991	22504221,00	15180,93
1992	23910621,90	15454,37
1993	25897717,80	16333,05
1994	24432971,00	15271,66
1995	27475756,00	17372,25
1996	29335160,00	20049,85
1997	32336972,00	21789,93
1998	32922163,00	21554,59
1999	31247893,00	19873,45
2000	33170615,00	24500,99
2001	30721579,00	21324,29
2002	33502214,00	24781,60
2003	36100528,00	27776,90
2004	39488535,80	29357,72
2005	42107627,00	28083,87
2006	45289495,40	30995,79
2007	47441408,56	32603,00

EK-2**E-views Çıktıları****1-Durağanlık Testleri**

Null Hypothesis: LY has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 3 (Fixed)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.693901	0.2473
Test critical values: 1% level	-4.394309	
5% level	-3.612199	
10% level	-3.243079	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(LY)
 Method: Least Squares
 Date: 12/02/08 Time: 20:07
 Sample (adjusted): 1984 2007
 Included observations: 24 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LY(-1)	-0.439701	0.163221	-2.693901	0.0148
D(LY(-1))	0.010587	0.207604	0.050994	0.9599
D(LY(-2))	0.245997	0.210363	1.169398	0.2575
D(LY(-3))	0.109039	0.208593	0.522734	0.6075
C	7.216683	2.648774	2.724537	0.0139
@TREND(1980)	0.020522	0.008303	2.471779	0.0237
R-squared	0.337148	Mean dependent var		0.054464
Adjusted R-squared	0.153022	S.D. dependent var		0.052552
S.E. of regression	0.048365	Akaike info criterion		-3.007773
Sum squared resid	0.042105	Schwarz criterion		-2.713260
Log likelihood	42.09328	F-statistic		1.831076
Durbin-Watson stat	2.006852	Prob(F-statistic)		0.157401

Null Hypothesis: LE has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 3 (Fixed)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.339122	0.3991
Test critical values: 1% level	-4.394309	
5% level	-3.612199	
10% level	-3.243079	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LE)

Method: Least Squares

Date: 12/02/08 Time: 20:09

Sample (adjusted): 1984 2007

Included observations: 24 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LE(-1)	-0.926680	0.396166	-2.339122	0.0311
D(LE(-1))	0.082480	0.347679	0.237229	0.8152
D(LE(-2))	0.109427	0.299247	0.365674	0.7189
D(LE(-3))	0.074513	0.232080	0.321066	0.7519
C	8.323205	3.496420	2.380493	0.0285
@TREND(1980)	0.048515	0.021608	2.245260	0.0376
R-squared	0.450411	Mean dependent var		0.055919
Adjusted R-squared	0.297747	S.D. dependent var		0.082543
S.E. of regression	0.069172	Akaike info criterion		-2.292133
Sum squared resid	0.086125	Schwarz criterion		-1.997620
Log likelihood	33.50560	F-statistic		2.950347
Durbin-Watson stat	2.081349	Prob(F-statistic)		0.040684

Null Hypothesis: D(LY) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 3 (Fixed)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.853437	0.0666
Test critical values: 1% level	-3.752946	
5% level	-2.998064	
10% level	-2.638752	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LY,2)

Method: Least Squares

Date: 12/02/08 Time: 20:08

Sample (adjusted): 1985 2007

Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LY(-1))	-1.272486	0.445949	-2.853437	0.0106
D(LY(-1),2)	0.160494	0.394830	0.406489	0.6892
D(LY(-2),2)	0.346272	0.332703	1.040786	0.3118
D(LY(-3),2)	0.299461	0.220459	1.358356	0.1911
C	0.067196	0.026728	2.514043	0.0217
R-squared	0.625769	Mean dependent var	-0.002331	
Adjusted R-squared	0.542606	S.D. dependent var	0.080492	
S.E. of regression	0.054438	Akaike info criterion	-2.793866	
Sum squared resid	0.053342	Schwarz criterion	-2.547019	
Log likelihood	37.12946	F-statistic	7.524647	
Durbin-Watson stat	2.006320	Prob(F-statistic)	0.000955	

Null Hypothesis: D(LE) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 3 (Fixed)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.282868	0.0278
Test critical values: 1% level	-3.752946	
5% level	-2.998064	
10% level	-2.638752	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LE,2)

Method: Least Squares

Date: 12/02/08 Time: 20:10

Sample (adjusted): 1985 2007

Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LE(-1))	-2.429962	0.740195	-3.282868	0.0041

D(LE(-1),2)	0.832567	0.609888	1.365115	0.1890
D(LE(-2),2)	0.440160	0.438952	1.002754	0.3293
D(LE(-3),2)	0.159651	0.236313	0.675593	0.5079
C	0.132589	0.043736	3.031569	0.0072
R-squared	0.744171	Mean dependent var	-0.002027	
Adjusted R-squared	0.687320	S.D. dependent var	0.141729	
S.E. of regression	0.079251	Akaike info criterion	-2.042722	
Sum squared resid	0.113054	Schwarz criterion	-1.795876	
Log likelihood	28.49131	F-statistic	13.08989	
Durbin-Watson stat	2.078914	Prob(F-statistic)	0.000036	

2-Eşbütünleşme Testleri

Date: 12/02/08 Time: 20:18
Sample (adjusted): 1982 2007
Included observations: 26 after adjustments
Trend assumption: No deterministic trend
Series: LY LE
Lags interval (in first differences): 1 to 1

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.435085	14.85177	12.32090	0.0185
At most 1	0.000143	0.003709	4.129906	0.9596

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.435085	14.84806	11.22480	0.0111
At most 1	0.000143	0.003709	4.129906	0.9596

Max-eigenvalue test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Unrestricted Cointegrating Coefficients (normalized by b'S11*b=I):

LY	LE
-0.808225	1.260143
3.040857	-5.345037

Unrestricted Adjustment Coefficients (alpha):

D(LY)	-0.039872	-8.73E-05
D(LE)	-0.048692	0.000509

1 Cointegrating Equation(s): Log likelihood 83.68133

Normalized LY	LE
1.000000	-1.559149 (0.04560)

Adjustment coefficients (standard error in parentheses)

D(LY)	0.032226 (0.00776)
D(LE)	0.039354 (0.01179)

3-Nedensellik Testleri

Wald Test:
Equation: EQ03

Test Statistic	Value	df	Probability
F-statistic	3.689950	(1, 23)	0.0672
Chi-square	3.689950	1	0.0547

Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
C(2)	0.765947	0.398739

Restrictions are linear in coefficients.

Wald Test:
Equation: EQ03

Test Statistic	Value	df	Probability
F-statistic	3.959827	(2, 23)	0.0333
Chi-square	7.919654	2	0.0191

Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
C(2)	0.765947	0.398739
C(3)	-0.430655	0.322441

Restrictions are linear in coefficients.

Wald Test:

Equation: GRANGERENKLEM

Test Statistic	Value	df	Probability
F-statistic	2.695070	(1, 22)	0.1149
Chi-square	2.695070	1	0.1007

Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
C(3)	-0.306197	0.186516

Restrictions are linear in coefficients.

Wald Test:

Equation: GRANGERENKLEM

Test Statistic	Value	df	Probability
F-statistic	1.347587	(2, 22)	0.2805
Chi-square	2.695175	2	0.2599

Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
C(3)	-0.306197	0.186516
C(4)	-0.111164	0.195909

Restrictions are linear in coefficients.

Wald Test:

Equation: GRANGERENKLEM

Test Statistic	Value	df	Probability
F-statistic	0.003542	(1, 23)	0.9531
Chi-square	0.003542	1	0.9525

Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
C(3)	-0.014891	0.250201

Restrictions are linear in coefficients.

Wald Test:

Equation: EQ03

Test Statistic	Value	df	Probability
F-statistic	1.783845	(1, 23)	0.1947
Chi-square	1.783845	1	0.1817

Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
C(3)	-0.430655	0.322441

Restrictions are linear in coefficients.

VAR Lag Order Selection Criteria

Endogenous variables: LY LE

Exogenous variables: C

Date: 12/02/08 Time: 20:14

Sample: 1980 2007

Included observations: 25

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	29.48525	NA	0.000380	-2.198820	-2.101310	-2.171775
1	82.73780	93.72450*	7.41e-06*	-6.139024*	-5.846494*	-6.057889*

2	85.74569	4.812618	8.09e-06	-6.059655	-5.572105	-5.924429
3	89.58783	5.532687	8.36e-06	-6.047027	-5.364456	-5.857711

* indicates lag order selected by the criterion

LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)

FPE: Final prediction error

AIC: Akaike information criterion

SC: Schwarz information criterion

HQ: Hannan-Quinn information criterion

ÖZET

ALMA, Hasan. 1980-2007 Yılları Arasında Türkiye’de Sanayi Üretimi İle Enerji Tüketimi İlişkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2009.

Enerjinin üretim ve tüketim tarafındaki önemi izah gerektirmeyen bir gerçektir. Özellikle 1970’lerde yaşanan petrol krizleri ile birlikte enerji bir üretim faktörü olarak değerlendirilmeye başlanmış ve ekonometrik testlerde yaşanan gelişmeler ile, üretim düzeyi ile enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisi araştırmalara konu olmaya başlamıştır. Genellikle GSYİH ile enerji tüketimi ilişkisini araştıran çalışmalarda, ülkelere, dönemlere ve yöntemlere göre değişen sonuçlara ulaşılmıştır. Enerjinin alt türlerine göre ve GSYİH yerine sanayi üretimi gibi değişkenlerin kullanıldığı çalışmalara da son yıllarda rastlanılmaktadır. Bu tez çalışmasında 1980-2007 döneminde Türkiye için sanayi üretimi ile sanayi sektöründeki enerji tüketimi arasındaki nedensel ilişki incelenmiştir. Tez kapsamında yapılan ekonometrik çalışma ile sanayi üretiminde enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuş olup bu çerçevede politika önerilerine yer verilmektedir.

Anahtar Sözcükler

1. Enerji
2. Enerji Tüketimi
3. Sanayi Üretimi
4. Enerji ve Kalkınma
5. Türkiye İmalat Sanayi Sektörü

ABSTRACT

ALMA, Hasan. Relationship Between Industrial Output And Energy Consumption In Turkey During The Period Of 1980-2007, Master's Thesis, Ankara, 2009.

Importance of energy both on production and consumption sides is a clear reality which does not require explanation. Especially after oil crises of 1970s, energy has been evaluated as a production factor and with developments in the area of econometric tests, causality between output level and energy consumption has started to be researched. In these researches, the relationship between output level (usually GDP) and energy consumption explored and different results have been achieved for different countries, periods and methodologies. Some researches with disaggregate energy consumption and industrial output instead of GDP had also appeared in the recent literature. In this thesis, causality between industrial output and energy consumption in Turkey is explored for the period of 1980-2007. Unidirectional causality running from industrial output to energy consumption has been found using the econometrical methodology defined in the thesis and policy implications has been noted in the context of these findings.

Key Words

- 1. Energy**
- 2. Energy Consumption**
- 3. Industrial Output**
- 4. Energy and Development**
- 5. Turkish Manufacturing Sector**