

T.C
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT TEORİSİ BİLİM DALI

TÜRKİYE’DE ENERJİ TÜKETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜME
İLİŞKİSİ

MASTER TEZİ

Hazırlayan
Abdolvahit FİDAN

Tez Danışmanı
Doç.Dr. Nejat COŞKUN

Ankara–2006

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Abdlvahit Fidan'a ait Türkiye'de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi
adlı çalışma, jürimiz tarafından İktisat Teorisi Bilim Dalında YÜKSEK
LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

(imza)

Başkan Doç.Dr.M.Nejat COŞKUN
Akademik nvanı, Adı Soyadı (Danışman)

(imza)

ye Yrd.Doç.Dr.Affan Hakan ÇERMİKLİ
Akademik nvanı, Adı Soyadı

(imza)

ye Yrd.Doç.Dr.Funda YURDAKUL
Akademik nvanı, Adı Soyadı

ÖNSÖZ

Enerji sanayileşmenin, sosyal ve ekonomik gelişmenin en önemli temel girdilerinden birisidir. Bu nedenle sanayileşen ve gelişmekte olan ülkelerin enerji ihtiyaçları da sürekli olarak artmaktadır.

Öneminden dolayı enerji, daima plan ve programlara stratejik bir girdi olarak dahil edilir. Ekonomik ve sosyal kalkınmayla uyumlu bir plan yapabilmek için, enerji arz-talep dengesi dikkate alınmalıdır. Dahası, enerji güvenilir, etkin ve maliyet açısından kabul edilebilir bir düzeyde olmalıdır.

Türkiye'nin enerji politikası; ülke enerji ihtiyacının amaçlanan ekonomik büyümeyi gerçekleştirecek sosyal kalkınma hamlelerini destekleyecek ve yönlendirecek biçimde zamanında, yeterli, güvenilir, ekonomik koşullarda ve çevresel etki de göz önüne alınarak karşılanmasını sağlayacak şekilde dizayn edilmelidir.

Bu tez çalışmasının amacı, ülkemizde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ve ilişkideki nedenselliğin yönünü araştırmak ve nedenselliğin yönü doğrultusunda uygulanan enerji politikalarının çerçevesini belirlemektir.

Tez çalışması boyunca sergilediği eğitici, yönlendirici ve yetiştirici yaklaşımı, sabırlı ve anlayışlı tutumuyla bu tezin oluşmasında büyük rolü bulunan değerli hocam Doç. Dr. M. Nejat COŞKUN'a, ekonometri konusundaki engin bilgisini benimle paylaşan değerli hocam Yrd. Doc. Dr. Zeynel Abidin ÖZDEMİR'e, ayrıca tez çalışmam sırasında, yorulduğum ve ümitsizliğe düştüğüm anlarda beni teşvik ederek destek olan aileme teşekkürü bir borç biliyorum.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ	.i
İÇİNDEKİLER	.ii
KISALTMALAR CETVELİ	.vi
TABLO VE ŞEKİLLER CETVELİ	.vii
 GİRİŞ	 1
 I.BÖLÜM: DÜNYADA ENERJİ KAYNAKLARI VE KULLANIMI	 5
1.1. Dünyada Enerji Kaynakları ve Rezerv Miktarları	5
1.1.1. Fosil Kaynaklar	6
1.1.1.1. Petrol	7
1.1.1.2.Kömür	11
1.1.1.3.Doğalgaz	13
1.1.1.4.Biyokütle	16
1.1.2. Hidrolik Enerji	17
1.1.3. Jeotermal Enerji	20
1.1.4. Rüzgar Enerjisi	22
1.1.5. Güneş Enerjisi	23
1.1.6. Nükleer Enerji	24
1.1.7. Elektrik Enerjisi	26
1.2. Dünya Enerji Üretim Tüketim Değerlendirmesi	28
1.3 Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji Kullanımı	31
 II. BÖLÜM: TÜRKİYE'DE ENERJİ KAYNAKLARI VE KULLANIMI	 33
2.1.Türkiye'de Enerji Kaynakları ve Rezerv Miktarları	34
2.1.1. Fosil Kaynaklar	34

2.1.1.1. Petrol	35
2.1.1.2. Kömür	35
2.1.1.3. Doğalgaz	37
2.1.1.4. Biyokütle	38
2.1.2. Hidrolik Enerji	39
2.1.3. Jeotermal Enerji	40
2.1.4. Rüzgâr Enerjisi	41
2.1.5. Güneş Enerjisi	42
2.1.6. Nükleer Enerji	42
2.1.7. Elektrik Enerjisi	43
2.2. Türkiye'nin Enerji Üretim Tüketim Değerlendirmesi	46
2.3. Türkiye'de Enerji Politikası	48
 III. BÖLÜM: EKONOMİK BÜYÜME VE ENERJİ KULLANIMI	 54
3.1. Ekonomik Büyüme ve Kalkınma Kavramları	55
3.2. Kalkınma Stratejileri ve Enerji	56
3.2.1. İthal İkame Stratejisi ve Enerji	56
3.2.2. Dışa Açık Kalkınma Stratejisi ve Enerji	57
3.2.3. Yeşil Devrim Stratejisi ve Enerji	57
3.2.4. Temel İnsan İhtiyaçları Stratejisi ve Enerji	57
3.3. Enerji Ekonomisi	58
3.4. Üretimde Enerji: Fiziksel Teori	59
3.5. Enerji –GSYİH ilişkisi	61
3.5.1. Enerji Verimliliği	62
3.5.2. Enerji Yoğunluğu	65
3.6. Enerji Tüketimine Etki Eden Faktörler	69
3.6.1. Enerji Tüketiminde Nüfus Artışının Rolü	70
3.6.2. Enerji Tüketiminde Fiyatlandırmanın Rolü	70
3.6.3. Enerji Tüketiminde Teknolojinin Rolü	75
3.7. Enerji ve Ekonomik Büyüme	76
3.7.1. Enerjinin Ekonomik Büyümedeki Rolü	78

3.7.2. Enerji ve Büyüme Arasındaki Bağlantıyı Etkileyen Faktörler	78
3.7.2.1. Enerji ve Sermaye: İkame ve Tamamlayıcılık	85
3.7.2.2. Teknolojik Yenilikler	86
3.7.2.3. Enerji Kalitesi ve Enerji Girdisi Kompozisyonundaki Değişiklikler	87
3.7.2.4. Çıktı Kompozisyonundaki Değişiklikler	89

IV. BÖLÜM: ZAMAN SERİLERİ VE NEDENSELLİK TESTLERİNİN TEORİK ÇERÇEVESİ

91

4.1. Zaman Serisi Analizine Kısaca Bakış	91
4.1.1. Zaman Serilerinde Durağanlık	94
4.1.1.1. Durağanlık İçin Otokorelasyon Testi	95
4.1.1.2. Birim Kök Testi	96
4.2. Nedenselliğin Tanımı	97
4.2.1. Tek Yönlü Nedensellik	98
4.2.2. İki Yönlü Nedensellik	99
4.2.3. Anlık Nedensellik	99
4.2.4. Nedenselliğin Yapısı	99
4.3 . Granger Nedensellik Testi	100
4.4. Sahte Regresyon ve Eşbütünleme Analizi	101
4.4.1. Eşbütünleme Testleri	103

V.BÖLÜM: TÜRKİYE’DE ENERJİ TÜKETİMİ İLE BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİNİN GRANGER NEDENSELLİK TESTİ İLE ARAŞTIRILMASI

104

5.1. Veri	104
5.2. Yöntem	105

5.2.1. Birim Kök Testi	105
5.2.2. Koentegrasyon (Eşbütünleme) Testi	108
5.2.3. Granger Nedensellik Testi	113
SONUÇ	115
KAYNAKÇA	120
EKLER	136
ÖZET	144
ABSTRACT	145

KISALTMALAR CETVELİ

BDT	: Bağımsız Devletler Topluluğu
BOTAŞ	: Boru Hatları İle Petrol Taşıma A.Ş.
DEK	: Dünya Enerji Konseyi
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
EİE	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü
DEKTMK	: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi
DSİ	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
GSYİH	: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
GW	: Gigawatt
GWh	: Gigawattsaat
HES	: Hidro Elektrik Santral
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
İKV	: İktisadi Kalkınma Vakfı
KEP	: Kilogram Eşdeğer Petrol
KWh	: Kilowattsaat
MW	: Megawatt
MTEP	: Milyon Ton Eşdeğer Petrol
OECD	: Avrupa Ekonomik ve İşbirliği Teşkilatı
OPEC	: Petrol İhraç Eden Ülkeler Birliği
TBET	: Toplam Birincil Enerji Tüketimi
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
TWh	: Terrawattsaat

Sayfa**TABLolar ve ŞEKİLLER CETVELİ**

Tablo 1: Dünya Fosil Yakıt Rezervleri	7
Tablo 2: Dünya Fosil Yakıt Rezervlerinin Kullanabilme Süreleri	7
Tablo 3: Dünya Petrol Rezervi	9
Tablo 4: Dünya Petrol Üretimi	10
Tablo 5: Dünya Petrol Tüketimi	10
Tablo 6: Dünya Kömür Rezervi	12
Tablo 7: Dünya Kömür Üretimi	13
Tablo 8: Dünya Kömür Tüketimi	13
Tablo 9: Dünya Doğalgaz Rezervi	15
Tablo 10: Dünya Doğalgaz Üretimi	15
Tablo 11: Dünya Doğalgaz Tüketimi	16
Tablo 12: 2003 Yılında Dünya’da En Yüksek Hidroelektrik Üretimi Sağlayan İlk 10 Ülke	19
Tablo 13: Dünya Hidroelektrik Potansiyeli	19
Tablo 14: Dünya Hidroelektrik Tüketimi	20
Tablo 15: Dünya Jeotermal Durumu	22
Tablo 16: Dünya Nükleer Enerji Tüketimi Durumu	25
Tablo 17: Bazı Ülkelerin Elektrik Üretim Kaynakları	27
Tablo 18: Dünya Birincil Enerji Tüketimi	29
Tablo 19: Türkiye’nin Petrol Üretimi	35
Tablo 20: Türkiye’nin Petrol Tüketimi	35
Tablo 21: Türkiye’nin 2004 Yılı Taşkömürü Rezervi	36
Tablo 22: Türkiye’nin Kömür Rezervi	37
Tablo 23: Türkiye’nin Kömür Üretimi	37
Tablo 24: Türkiye’nin Kömür Tüketimi	37
Tablo 25: Türkiye’nin Doğalgaz Tüketimi	38
Tablo 26: Türkiye’nin Biomas Enerji Potansiyeli	39
Tablo 27: Türkiye Hidroelektrik Enerji Potansiyeli	40
Tablo 28: Türkiye Hidroelektrik Enerji Tüketimi	40

Tablo 29: Türkiye Jeotermal Enerjisi Kullanımı	41
Tablo 30: Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli	42
Tablo 31: Türkiye'nin Kurulu Gücünün ve Ulusal Üretiminin Yıllar İtibariyle Gelişimi	44
Tablo 32: Türkiye Elektrik Enerjisi Kurulu Güç Kapasitesi Gelişimi	45
Tablo 33: Türkiye Elektrik Enerjisi Üretimi Gelişimi	45
Tablo 34: Türkiye'nin Birincil Enerji Tüketimi	47
Tablo 35: Türkiye'nin Birincil Enerji Üretim ve Tüketimi ve İthal Bağımlılığı	47
Tablo36: Çeşitli Ülkelerin Enerji Şiddeti (Yoğunluğu)	67
Tablo 37: Dünyanın Çeşitli Bölgelerindeki Enerji Yoğunlukları (TEP/Bin \$)	68
Tablo 38: Bazı Ülkelerde Fuel Oil Fiyatları	72
Tablo 39: Bazı Ülkelerde Linyit Fiyatları	72
Tablo 40: Bazı Ülkelerde Elektrik Fiyatları	72
Tablo 41: Bazı Ülkelerde Elektrik Fiyatları	73
Tablo 42: Bazı Ülkelerde Doğalgaz Fiyatları	73
Tablo 43: Bazı Ülkelerde Doğalgaz Fiyatları	73
Tablo 44: GSYİH Artış Oranı ve Üretim Faktörlerinin Etkisi (1980-2001)	79
Tablo 45: GSYİH Büyüme Oranları (%)	80
Tablo 46: Nüfus Büyüme Oranları (%)	80
Tablo 47: 1987:01- 2005:03 Dönemi İçin GSYİH-Elektrik Tüketimi Serisinin Birim Kök Testi Sonucu	106
Tablo 48: 1993:01–2005:03 Dönemi İçin GSYİH -Doğalgaz Tüketimi Serisinin Birim Kök Testi Sonucu	106
Tablo 49: 1970- 2004 Dönemi İçin GSYİH -Birincil Enerji Tüketimi Serisinin Birim Kök Testi Sonucu	107
Tablo 50: 1970- 2004 Dönemi İçin GSYİH -Kömür Tüketimi Serisinin Birim Kök Testi Sonucu	107
Tablo 51: 1970- 2004 Dönemi İçin GSYİH -Petrol Tüketimi Serisinin Birim Kök Testi Sonucu	108

Tablo 52: GSYİH -Elektrik Tüketimi Serisinin Johansen-Juselius Ko-Entegrasyon Test Sonucu	109
Tablo 53: GSYİH -Doğalgaz Tüketimi Serisinin Johansen-Juselius Ko-Entegrasyon Test Sonucu	109
Tablo 54: GSYİH -Birincil Enerji Tüketimi Serisinin Johansen-Juselius Ko-Entegrasyon Test Sonucu	109
Tablo 55: GSYİH -Kömür Tüketimi Serisinin Johansen-Juselius Ko-Entegrasyon Test Sonucu	108
Tablo 56: GSYİH -Petrol Tüketimi Serisinin Johansen-Juselius Ko-Entegrasyon Test Sonucu	110
Tablo 57: $Y_t = \beta_0 + \beta_1 * X_t + \varepsilon_t$ denkleminin Johansen En çok Olabilirlik Tahmin sonuçları (Bağımlı değişken GDP ve bağımsız değişken Elektrik serileridir)	110
Tablo 58: $Y_t = \beta_0 + \beta_1 * X_t + \varepsilon_t$ denkleminin Johansen En çok Olabilirlik Tahmin sonuçları (Bağımlı değişken GDP ve bağımsız değişken Petrol serileridir)	111
Tablo 59: $Y_t = \beta_0 + \beta_1 * X_t + \varepsilon_t$ denkleminin Johansen En çok Olabilirlik Tahmin sonuçları (Bağımlı değişken GDP ve bağımsız değişken Doğalgaz serileridir)	111
Tablo 60: $Y_t = \beta_0 + \beta_1 * X_t + \varepsilon_t$ denkleminin Johansen En çok Olabilirlik Tahmin sonuçları (Bağımlı değişken GDP ve bağımsız değişken Kömür serileridir)	112
Tablo 61: $Y_t = \beta_0 + \beta_1 * X_t + \varepsilon_t$ denkleminin Johansen En çok Olabilirlik Tahmin sonuçları (Bağımlı değişken GDP ve bağımsız değişken Birincil Enerji serileridir)	112
Tablo 62: GSYİH -Nedensellik Testi Sonuçları	114

Şekil 1. ABD GSYİH – Düzeltilmemiş Birincil Enerji Kullanımı

64

GİRİŞ

Enerji, üretim işlemlerinde kullanılması zorunlu bir girdi ve toplumların refah düzeylerinin yükseltilmesi için gerekli bir hizmet aracı olarak, ekonomik ve sosyal kalkınmanın temel taşlarından birisidir. Geleneksel enerji kaynaklarının tükenme eğilimine girdiği, enerji fiyatlarının artış göstermesinin beklendiği, enerji kullanımından kaynaklanan çevre sorunlarının büyüdüğü bir dönemde enerji planlaması, özellikle enerji kaynakları kıt, ithal kaynaklara bağımlı, yetersiz döviz kaynaklarına sahip ülkeler için yararlı ve zorunlu bir araç olarak görülmektedir. Enerji, ekonomik kalkınma ve modern yaşam için zorunlu bir girdidir. Aynı zamanda teminindeki güçlükler, ihtiyaç gösterdiği doğal ve finansal kaynaklar ve yarattığı çevre sorunlarıyla kalkınmayı engelleyici bir etken de olabilmektedir.

Enerji güvenliği, ekonomik güvenliğin ve giderek ulusal güvenliğin ayrılmaz bir unsuru olmuştur. Ayrıca, enerji özellikle geride bıraktığımız yüzyılın başlarından itibaren ülkelerin rekabet üstünlüğü sağlamada istifade ettikleri en önemli unsurlardan biri olmuştur. İçine girdiğimiz yeni çağda ise, dünyadaki teknolojik yenilikler, uluslararası sınırların geçirgenliğinin artması, en azından sermaye hareketleri için sınırların hemen hemen kalkmış bulunması ve iletişim alanındaki akıl almaz gelişmeler hem dünyadaki enerji kullanımının miktar ve hızını artırmış, hem de enerjiyi üzerinde durulması gereken en önemli sorunlardan biri haline getirmiştir.

Sanayileşmenin kazandığı yeni boyutlara göre merkez ve çevre ülkeler arasındaki yoğunlaşma ve uzmanlaşma farklılık göstermektedir. Kimi görüşlere göre merkez ülkeler, küreselleşmeyle, değişen toplumsal koşullara bağlı olarak çevresel ve ekonomik alanlarda büyük toplumsal maliyetler yüklemeye başlayan büyük ölçekli sanayileri çevre ülkelere taşımakta, böylece bir yandan kendilerinin üstlenmeleri gereken yükten kurtulmakta, öte yandan çevre ülkelerde dış ticaret ve kendi ulusal/uluslararası şirketlerin

Üretim ve üretim sonrası aşamalarda söz sahibi olması gibi yöntemlerle kendi ekonomik gereksinimlerini karşılamaktadır.

Ulusal ekonominin gelişiminde belirleyici bir faktör olan enerjinin tüketim miktarı, ülkelerin gelişmişlik düzeyi ile doğru orantılıdır. Ancak, dünyada yer altı ve yerüstü enerji kaynaklarının miktarı sınırlıdır ve enerji ihtiyaçı, dünyada yaşanan teknolojik gelişmeler nedeniyle artmaktadır. Hemen her gelişim, enerjiye dayalı bir süreci ifade etmektedir. Değişen tüketim alışkanlıkları, kentleşme oranları, artan nüfus, bilimsel teknolojik gelişmelere her geçen gün bir yenisinin eklenmesi, bazı enerji türlerinin eskisi kadar kullanımını engellerken, üretim ve tüketimde formlar değişerek yeni enerji türleri ortaya çıkmaktadır. Dünyadaki fosil kaynakları, rezervlerinin sınırlı olması, tüm atmosferi etkileyen evre problemlerine neden olmaları ve dünya ülkelerine eşit payda dağılmamaları nedeniyle sürdürülebilir bir enerji sistemi, dolayısıyla sürdürülebilir bir gelecek vaad etmemektedirler.

Enerji ülkelerin kalkınmasında, vazgeçilmez girdilerin en önemlileri arasındadır. Uzun yıllar kişi başına enerji tüketimi kalkınmışlığın ölçütü olarak kullanılmış olup, önemini devam ettirmektedir. Ancak içinde bulunduğumuz 21. yüzyılda enerji verimliliği ve daha az enerji tüketimiyle çok daha fazla iş üretimi (enerji yoğunluğunun azaltılması) yeni göstergeler olarak gündeme gelmektedir.

Enerji planlamalarının genel olarak kalkınma planları içine dahil edilmiş ve kalkınma parametrelerinden ayrı düşünülemeyecek faaliyetler olduğu bilinmektedir. Enerji arz sisteminin sürekli değişmesi, yeni teknolojilerin geliştirilmekte oluşu, enerji materyallerinin fiyatlarının kısa periyotlar içinde dramatik değişiklikler sergilemesi, özellikle dünyadaki stratejik dengeleri zaman zaman yerinden oynatan petrolün fiyat istikrarının bulunmayışı, bütün bunlara karşın enerjinin gündelik hayatımızdaki kullanım oranının ve vazgeçilmezliğinin son yıllarda ciddi miktarda artmış olması enerji

sistemlerinde stratejik planlamayı zorunlu hale getirmektedir. Stratejik bir enerji planı ilgili ülkenin sınai kalkınmışlığı, sosyo kültürel yapısı ve tüketim seviyesinin durumuna bağlı olarak çeşitli amaçları ve geniş hedefleri barındırmalıdır.

Türkiye ürettiğinden daha fazla enerji tüketen bir ülkedir. Özellikle petrol ve doğal gazda son derece dışa bağımlıdır. Ülkemizde çeşitli enerji kaynakları mevcut olmakla beraber, linyit ve hidrolik enerji kaynağının dışındaki birincil enerji kaynakları gereksinimlerimizi karşılayabilecek durumda bulunmamaktadır. Güvenli ve yedek kapasitesi fazla olan bir sisteme ulaşılmadan planlamaya stratejik boyut kazandırmanın güçlüğü ortadadır. Türkiye gibi ekonomik kaynakları kısıtlı ülkelerde son derece pahalı olan enerji yatırımları için kaynak bulmak kolay değildir. Bütün bu zorluklara rağmen enerjiyle ilgili öngörülerin stratejik planlama dahilinde gerçekleştirilmesi bugünkü şartlar itibariyle artık bir zorunluluk haline gelmiştir.

Bu görüş enerji sektörüne uyarlandığında, yüksek enerji tüketimi gereken ağır sanayi, zaten gelişmek için öncelikli hedef olarak hızlı sanayileşmeyi benimseyen çevre ülkelerde yaygınlaştırılmakta ve ağır sanayi için gereken yoğun enerji girdisi, kurulacak büyük çaplı santrallardan sağlanmaktadır. Böylece merkez ülkelerinin hakimiyetindeki pazarlarda elde edilen enerji, tüm dünyayı kuşatan birbiriyle bağlantılı sistemler aracılığıyla yine merkez ülkelere taşınabilecektir. Sonuçta merkez ülkeler büyük sermaye birikimi gerektiren büyük ölçekli yatırımları yapmadan yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelebilecek, firmaları aracılığıyla çevre ülkelerden enerji talebini karşılayabilecektir.

Bu çalışmanın amacı, yukarıda kısaca özetlenen ekonomik ortam içerisinde dünyada ve Türkiye’de enerji sektörünün üretim, tüketim ve rezerv olmak üzere genel yapısını inceleyerek, ülkemizde enerji tüketimi ve

ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemektir. Bu amaçla birinci bölümde dünyada enerji sektöründeki birincil ve ikincil enerji kaynaklarındaki gelişmeler ile rezervleri, üretimleri ve tüketimleri; ikinci bölümde Türkiye’de enerji sektöründeki birincil ve ikincil enerji kaynaklarındaki gelişmeleri, rezervleri, üretimleri, tüketimleri ve uygulanan enerji politikaları ele alınmıştır. Tezin ağırlıklı konusunu oluşturan üçüncü bölümde, üretimde enerji tüketiminin yeri, enerji-GSYİH ilişkisi ve enerji tüketimine etki eden faktörler incelenmiştir. Tezin dördüncü bölümünde ise zaman serileri analiz ve nedensellik testleri incelenmiş olup, beşinci ve son bölümde ise enerji tüketimi ile büyüme arasındaki ilişkinin Granger nedensellik testi ile ampirik uygulaması yapılmıştır.

1.BÖLÜM: DÜNYADA ENERJİ KAYNAKLARI VE KULLANIMI

Enerjiyi üretebilmek için kullanılan kaynaklar, en genel tanımı ile fosil kaynaklar (petrol, doğalgaz ve kömür), yenilenebilir kaynaklar (hidrolik, güneş, rüzgar, jeotermal vb.) ve nükleer kaynaklar (uranyum, toryum, hidrojen) olarak sınıflandırılır.

Dünya enerji tüketimi; nüfus artışına, sanayileşmeye ve teknolojik gelişmelere paralel olarak baş döndürücü bir hızla artmakta ve 21. yüzyıla girerken adeta enerji soğuran bir toplum ortaya çıkmaktadır. Günümüzde, dünya enerji gereksiniminin %84'ü kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtlarca, geri kalan %16'sı da başta hidrolik ve nükleer enerji olmak üzere, hayvan, bitki artıkları, rüzgar, güneş, jeotermal gibi kaynaklardan karşılanmaktadır. Fosil yakıtların dünyada bilinen rezerv dağılımları petro eşdeğeri olarak %68 kömür, %18 petrol, %14 doğalgaz olarak hesaplanmaktadır (Önal,2003)

Halihazırda dünya enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü karşılamakta olan fosil yakıtların rezervleri hızla tükenmektedir. Bu yüzyılın ikinci yarısında petrol ve doğalgaz gibi bazı fosil yakıtların rezervlerinin sonuna gelineceği tahmin edilmektedir.

Bu bölümde dünya'da enerji kaynaklarının üretim, tüketim ve rezerv miktarları ayrıntılı olarak incelenecektir.

1.1. Dünya'da Enerji Kaynakları ve Rezerv Miktarları

Dünya enerji talebinin hızlı artışı kömür, doğal gaz ve petrol üretimlerinde büyük rakamlara ulaşılacağı, bu alanda önemli yatırımların gerekeceği ve

enerji taşımacılığında ve alt yapısında önemli bir artış olacağı anlamına gelmektedir.

Fosil yakıtların başlıcaları petrol, kömür ve doğal gazdır. Dünyanın bugünkü enerji tüketiminde petrol % 37'lik pay ile ilk sırayı alırken, kömür % 27'lik, doğalgaz ise % 24'lük pay ile petrolün arkasından gelmektedir. Günümüzde petrol ve doğalgazın teminine yönelik stratejiler, ülkelerin gelişimleri ve dış politikalarında büyük rol oynamaktadır. (BP,2005)

Alternatif enerji kaynaklarının aranması ve enerji alanında kullanılan teknolojilerin geliştirilmesi konusunda harcanan tüm çabalara karşın, önümüzdeki dönemde de enerji talebinde görülecek artışların çoğunun petrol ve doğalgaz ile karşılanması beklenmektedir.

1.1.1. Fosil Yakıtlar:

Bugün için dünya enerji gereksiniminin yaklaşık %84'ü fosil kaynaklardan karşılanmaktadır (Ateşok,2004). En azından önümüzdeki 20 yıllık süreçte yeni teknolojiler alanında çok köklü değişikliklerin olmaması halinde, fosil kaynaklar toplam payları olan %90'ı koruyacaklardır. 2004 yılında dünyada birincil enerji tüketimi % 4,3 oranında artmıştır. En fazla artış Asya-Pasifik ülkelerinde % 8,9 ile olmuştur. Kuzey Amerika'da %1,6 ile en düşük artış gerçekleşmiştir. Dünya birincil enerji tüketiminde fosil yakıtlar tüketimi 2004 yılında; kömür tüketiminde % 6,3 oranında, petrol tüketiminde % 3,4 oranında, doğal gaz tüketiminde ise %3,3 oranında artış göstermiştir. Petrol tüketimi % 3,4 ile 1986 yılından itibaren en yüksek artışı gerçekleştirmiştir (BP,2005). Tablo 1 ve Tablo 2'de 2004 yılı sonu itibariyle dünya fosil yakıt rezervleri, ortalama üretim miktarı ile mevcut rezervlerin kullanabilme süreleri verilmektedir.

Tablo 1 : Dünya Fosil Yakıt Rezervleri

Bölge	Petrol (Milyar Ton)	Doğalgaz (Trilyon m ³)	Kömür (Milyar Ton)	
			Antresit	Linyit
Kuzey Amerika	8	7.32	115.7	138.8
Orta ve Güney Amerika	14.4	7.10	7.7	
Avrupa ve Avrasya	19	64.02	112.3	174.8
Ortadoğu	100	72.83	0.4	-
Afrika	14.9	14.06	50.1	0.17
Asya ve Pasifik	5.5	14.21	192.6	104.3
Toplam Dünya	161.9	179.53	478.8	430.3
OECD	10.9	2.75	172.36	200.86
OPEC	121.5	-	-	-
Eski SSCB	16.5	58.51	94.5	132.74

Kaynak: Bp Statistical Review of World Energy, Haziran 2005

Tablo 2 : Dünya Fosil Yakıt Rezervlerinin Kullanılabilir Süreleri

(Yıl)

Bölge	Petrol	Doğalgaz	Kömür (Milyar Ton)
Kuzey Amerika	11.8	9.6	235
Orta ve Güney Amerika	40.9	55	290
Avrupa ve Avrasya	21.6	60.9	242
Ortadoğu	81.6	-	399
Afrika	33.1	96.9	204
Asya ve Pasifik	14.2	43.9	101
Toplam Dünya	40.5	66.7	164
OECD	10.9	12.8	180
OPEC	73.9	-	-
Eski SSCB	28.9	78.9	102

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, Haziran 2005

1.1.1.1. Petrol

Dünya fosil enerji kaynakları toplam rezerv olarak yaklaşık 900 milyar TEP civarındadır. Bu değerin %75'ini kömürler oluşturmakta, geri kalanı petrol ve doğalgaz tarafından paylaşılmaktadır (Şahin,1994:19). Fosil kaynaklar

arasında petrol, gerek diğer kaynaklara oranla çok daha fazla kullanımı ve gerekse yalnızca enerji hammaddesi değil, aynı zamanda yaşamsal bir sanayi hammaddesi olması nedeniyle ülkelerin ekonomik gelişmeleri açısından önemli bir rol oynamaktadır. Bir ülke ya da bölgede petrol potansiyelinin ortaya konabilmesi için çok yoğun ve pahalı jeolojik-jeofizik etütlerin yapılması, arama sondajlarının gerçekleştirilmesi, ileri teknoloji, süre, nitelikli ve yetişmiş insan gücü kullanılması temel koşullardır.

1860 yılında dünyada üretilen 70 bin ton petrolün 68 bin tonu ABD’de çıkarılmıştır. 10 yıl sonra 10 katına çıkarak 790 bin tona ulaşan petrol üretiminde de ABD’nin payı 720 bin tondur. İkinci Dünya Savaşı petrol piyasalarında talepten fiyatlandırmaya kadar önemli değişikliklere yol açmış, Meksika ve Venezüella petrollerinden sonra 1950’li yıllarda zengin Ortadoğu rezervlerinin kullanıma sokulmasının etkisiyle 1970 yılında dünya toplam enerji tüketiminin yarısı petrolden karşılanmaya başlamıştır (Pala, 1996:23).

1994 yılında 135,3 milyar ton (1017,5 milyar varil)¹ olarak saptanan dünya petrol rezervi 1997 yılında çok az bir artışla 140,9 milyar tona, 2004 yılında da 161,9 milyar tona yükselmiştir. En fazla artış, Avrupa ve Avrasya’da (%73) olmuş, bunu sırasıyla Afrika (%72) ve Ortadoğu (%11) takip etmiştir. Rezerv düşüşü ise en fazla Kuzey Amerika’da (%32) olmuştur. Ortadoğu bölgesi ülkeleri %62 ile dünya petrol rezervleri açısından en büyük orana sahiptir. Avrupa ve Avrasya toplam %12 ile ikinci sırayı almaktadır. Petrol rezervlerine ülke bazında bakıldığında Suudi Arabistan % 22,1 ile birinci sırada yer almakta olup, bunu İran (%11), Irak (%9,7), Birleşik Arap Emirlikleri (%8,2), Kuveyt (%8,3), ve Venezüella (%6,5) takip etmektedir (BP, 2005).

2004 yılında Dünya toplam petrol üretiminde %4,5 oranında bir artış kaydedilmiş ve üretim 80.260 milyon varil olarak gerçekleşmiştir. Petrol üretiminde ilk sırayı 24.571 milyon varil ve %37 pay ile Ortadoğu ülkeleri

¹ Petrolün yoğunluğuna göre değişmekle birlikte, pratikte bir TEP 7,3 varil kabul edilmektedir.

almıştır. Suudi Arabistan 10.584 milyon varil üretimle (%13,1) birinci, Rusya Federasyonu 9.285 milyon varil (%11,9), ABD 7241 milyon varil (% 8,9) üretimle ikinci ve üçüncü sıralarda yer almıştır. 2004 yılında Kuzey Amerika bölgesi dışında bütün bölgelerde petrol üretimi artmıştır. Bölgeler arasında en yüksek artış % 10,1 ile Afrika ülkelerinde olmuş, bunu %6,4 ile Ortadoğu ülkeleri takip etmiştir. (BP, 2005)

Tablo 3, 4 ve 5'de sırayla Dünya petrol rezervi, üretim ve tüketim miktarları verilmiştir.

Tablo 3: Dünya Petrol Rezervi

(milyar varil)

	1984	1994	2003	2004	%
Kuzey Amerika	101.9	89.8	62.2	61	5.1
Güney ve Orta Amerika	36.3	81.5	100.3	101.2	8.5
Avrupa ve Avrasya	96.7	80.3	138.6	139.2	11.7
Ortadoğu	430.8	661.7	733.9	733.9	61.7
Afrika	57.8	65	111.8	112.2	9.4
Asya Pasifik	38.1	39.2	41.6	41.1	3.5
Toplam Dünya	761.6	1017.5	1188.3	1188.6	100

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, Haziran 2005

Tablo 4: Dünya Petrol Üretimi

(milyon ton)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Kuzey Amerika	648.3	646	660.1	670.4	666.7	638.8	650.8	651.9	660.2	669.8	668
Güney ve Orta Amerika	271.2	292.8	312.9	329.1	351.4	344.5	349.6	344.8	351	322	342
Avrupa ve Avrasya	662.6	669.5	680.1	689	686.4	699.7	724.8	746.6	786.1	819.1	850.7
Ortadoğu	974.8	981.4	1002.7	1048.4	1107.9	1066.3	1132.8	1099.5	1017.2	1115.3	1186.6
Afrika	333.9	339.3	355.9	370.3	363.8	361.4	373.6	376.3	381.4	400.6	441.1
Asya Pasifik	346.3	352.9	365.1	370.1	369.8	366.4	382.6	378.6	379.3	376.1	379.5
Toplam Dünya	3237.1	3282	3376.9	3477.3	3546	3477.1	3614	3597.7	3575.2	3702.9	3876.9
OECD	966.5	974.6	1006.6	1019.7	1011.4	989	1011.2	999.6	1005.5	995.8	976.7
OPEC	1327.5	1340.8	1381.7	1445.5	1506.9	1438.5	1519	1476.5	1387.8	1474.9	1588.2
NON-OPEC	1545.9	1582.8	1641.8	1669.8	1676.6	1668.8	1707	1696.7	1721.2	1714.5	1720.8
ÖNCEKİ SOVYETLER BİRLİĞİ	363.7	358.4	353.3	362.	362.5	369.9	393.3	424.5	466.2	513.6	558.9

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, Haziran 2005

Tablo 5: Dünya Petrol Tüketimi

(milyon ton)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Kuzey Amerika	967.9	960.8	994.3	1012.3	1033.3	1058.4	1071.4	1071.6	1071.1	1091.8	1122.4
Güney ve Orta Amerika	186.4	193.7	201.8	212.7	219.6	218.9	218.1	221.5	218.8	213.7	221.7
Avrupa ve Avrasya	946.6	939.1	930.9	936.1	942.7	937.9	929.5	934.6	931.4	940.8	957.3
Ortadoğu	193.7	199.3	204.8	208.7	210.6	214.5	220.	223.8	233.6	238.4	250.9
Afrika	100.5	103.7	106.2	109.2	113	115.8	116.5	116.4	117.5	120.2	124.3
Asya Pasifik	809.2	854.5	891.3	926.6	906.6	948.3	983.2	984.2	1008.2	1036.8	1090.5
Toplam Dünya	3204.4	3251	3329.4	3405.5	3425.9	3493.9	3538.7	3552.2	3580.5	3641.8	3767.1
OECD	2043.1	2055.1	2114.3	2146.3	2151.9	2189.1	2200.1	2198	2190.7	2222.8	2252.3
Avrupa Birliği	644	651.5	666.6	671.5	686.5	686.7	682.8	688.5	684.2	688.1	694.5
ÖNCEKİ SOVYETLER BİRLİĞİ	235.5	215.8	188.7	186.7	181.7	179	172.8	171.2	171.8	176.9	186

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, Haziran 2005

Dünya’da Petrol tüketimi 2004 yılında 2,5 milyon varil/gün (% 3,4) ile 1976’dan itibaren en yüksek miktarda artarak tüm bölgelerde son 10 yılın en yüksek düzeyine ulaşmıştır. Çin’in petrol tüketim artışı ise yaklaşık 900.000 varil/gün ile %16 olmuştur. Petrol üretimi 2004 yılında ilk kez 80 milyon varil/gün miktarını aşmıştır. OPEC ülkelerinin petrol üretimi % 7,7 artarak 32,9 milyon varil/gün ‘e ulaşmış olup, Suudi Arabistan’ın üretimi ise rekor bir artışla 10,6 milyon varil/gün olmuştur. 2004 yılında petrol üretiminde ise en büyük düşüş 230.000 varil/gün ile İngiltere’de, İran Kasırgasından dolayı ABD’de ise 160.000 varil/gün dolayında olmuştur.(BP,2005)

1.1.1.2. Kömür

İlk kullanımı binlerce yıl öncesine kadar uzanan kömür, sanayileşmenin ortaya çıktığı koşullar içinde değerlendirildiğinde 1300’lü yıllardan itibaren enerji kaynağı olarak yaygınlaşmaya başlamıştır. 1800’lerde 20 milyon ton olan dünya kömür üretimi, 1900 yılında büyük bir artışla 700 milyon tona ulaşmıştır.

Dünyanın kömür rezervi diğer enerji kaynakları rezervlerine oranla daha yüksek miktarda bulunmaktadır. Dünya 2004 yılı itibariyle Tablo 1’den de görülebileceği üzere 478,78 milyar ton bitümlü kömür ve 430,3 milyar ton linyit rezervlerine sahiptir. Kömür dünya enerji tüketiminde %26’lık bir paya sahiptir. Kömürün gerek dünya ve gerekse Avrupa’da elektrik üretimindeki katkısı yaklaşık %40 dolayındadır.

1997 yılı içinde dünyanın taşkömürü ve linyit rezerv miktarlarında herhangi bir değişiklik olmamıştır. 2004 yılında ise Tablo 6’da görüldüğü gibi bitümlü kömür rezervi 478,8 milyar ton, linyit rezervi de 430,3 milyar ton olmuştur. Rezervler üç sene öncesine göre bitümlü kömürde % 8 oranında, linyit de ise % 7,5 oranında azalmıştır. Bu rezervlerde ilk sırayı % 27,1 ile ilk sırayı ABD, % 17,3 ‘lük pay ile Rusya Federasyonu ikinci sırayı almakta, Çin % 12,6 ile

Hindistan % 10,2 ile Avustralya % 8,6 payla bu ülkeleri takip etmektedir. Türkiye'nin toplam kömür rezervi ise bu rezervler içinde % 0,5 pay almaktadır.

Tablo 6: Dünya Kömür Rezervi

(Milyon Ton)

	Bitümlü Kömür	Linyit	Toplam	%
Kuzey Amerika	115669	138763	254432	28
Orta ve Güney Amerika	7701	12192	19893	2.2
Afrika	50162	174	50336	5.6
Ortadoğu	419		419	
Asya Pasifik	192564	104325	296889	32.7
Avrupa ve Avrasya	112256	174839	287095	31.6
Toplam Dünya	478771	430293	909064	100

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, Haziran 2005

Dünya kömür tüketimindeki dağılımda öne çıkan en önemli nokta, bu enerji kaynağının artık gelişmiş ülkeler tarafından değil az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler tarafından yoğun olarak talep edilmesidir. Üretim alanlarının derinleşmesi, artan işletme ve işçilik giderleri yanında çevre kirliliğine yol açması nedeniyle başta Almanya, İngiltere, Fransa gibi Avrupa ülkeleri olmak üzere gelişmiş ülkelerde kömür üretim ve tüketiminde önemli azalmalar yaşanmaktadır.

Dünya kömür tüketimi 2004 yılında % 6,3 oranında artarak, 2.778 MTEP'e ulaşmıştır. Dünya toplam kömür tüketiminin % 34,4'nü (957 MTEP) Çin tüketmektedir. Kömür tüketiminde, yüksek kömür fiyatlarından dolayı kömürün yerini doğal gazın almaya başlaması ile Avrupa'da (% 0,6) hafif bir düşme olmuştur. Kuzey Amerika'da ise tüketim miktarı sabit kalmıştır. Asya Pasifik bölgesinde 2004 yılında kömür tüketimi % 11,9 artarak 1506,6 MTEP'e ulaşmış olup, bu değer dünya toplam kömür tüketiminin % 54,2'ine eşdeğerdir (BP,2005).

Tablo 7: Dünya Kömür Üretimi

(Milyon TEP)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Kuzey Amerika	530.7	536.5	560.7	573	579.7	578.7	604.6	591.1	590.6	601.7	603.8
Orta ve Güney Amerika	18	18.3	19.4	20.4	19.7	19.6	20.6	19.4	17.7	18.4	18.7
Afrika	116	121.9	121.5	129.2	132	130.1	130.7	130.1	128.1	137.1	140.3
Ortadoğu	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	0.6	0.5	0.4	0.6	0.6
Asya Pasifik	930.2	980.5	1040.5	1035.1	993.7	913.5	910.5	992.1	1169	1350.4	1506.3
Avrupa ve Avrasya	513.3	496.4	480.4	469.2	437	424.3	428.7	437.3	422.4	435	434.4
Toplam Dünya	2178.1	2218.2	2281.9	2290	2236.5	2121.1	2112.4	2227	2359.2	2548.7	2731.1

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, Haziran 2005

Tablo 8: Dünya Kömür Tüketimi

(Milyon TEP)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Kuzey Amerika	530.7	536.5	560.7	573	579.7	578.7	604.6	591.1	590.6	601.7	603.8
Orta ve Güney Amerika	18	18.3	19.4	20.4	19.7	19.6	20.6	19.4	17.7	18.4	18.7
Afrika	81.6	85.3	89.8	92.3	91.7	90	89.5	89.2	92	97.3	102.8
Ortadoğu	5.1	5.5	6.1	6.3	6.8	6.7	7.3	8.3	8.7	9	9.1
Asya Pasifik	949.4	1033	1064.7	1081.5	1010.7	904.3	898.7	982.8	1184	1346.6	1506.3
Avrupa ve Avrasya	600.8	580.3	564.9	545.8	530.8	509.6	527.5	526.7	520	540.5	537.2
Toplam Dünya	2178.1	2218.2	2281.9	2290	2236.5	2121.1	2112.4	2227	2359.2	2548.7	2731.1

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, Haziran 2005

1.1.1.3. Doğalgaz

İkinci Dünya Savaşı'nın başlarında, Dünya doğalgaz üretiminin % 93'ünün tek başına ABD tarafından yapılması nedeniyle, doğalgaz bölgesel düzeyde ve ABD egemenliğindeki karakterini korumuştur. Kıtalar arası ilk boru hattının döşenmesi, dünyanın çeşitli bölgelerinde çok sayıda önemli doğal gaz yataklarının bulunması, sıvılaştırılmış doğal gazın deniz aşırı taşınmasına olanak sağlayan tekniklerin geliştirilmiş olması, doğal gaz piyasasını hızla geliştirerek, bu yakıtı kömürle hatta petrol ile yarışabilir bir düzeye getirmiştir.

Doğalgaz, bugünkü üretim düzeyinde kullanılması halinde bilinen kaynaklar 60–65 yıl daha yetebilecek kapasitede görülmektedir. 2004 yılında dünya doğalgaz rezervi 179,53 trilyon m³ seviyesine ulaşmıştır. Kuzey Amerika'da 1984 yılına göre rezerv azalmaları olurken, Orta ve Güney Amerika, Afrika, Asya Pasifik, Avrupa ve Ortadoğu'daki rezerv artışları olmuştur. Dünya toplamı içerisinde Rusya Federasyonu % 26,7'lik pay ile ülkeler arasında birinci sıradaki yerini korurken, Ortadoğu Ülkeleri de %39'luk pay ile bölgeler arasındaki ilk sırasını korumaktadır. Rusya Federasyonu'nun toplam gaz rezervi 48 trilyon m³ olup, bunu 27,8 trilyon m³ ve %15,3 pay ile İran takip etmektedir. Dünya doğal gaz rezervlerinin kullanılabilme süresi bir önceki yıla göre % 2,6 azalma ile 66,7 yıla düşmüştür (IEA,2004).

2004 yılında dünya doğal gaz üretimi 2.691 milyar m³ olarak gerçekleşmiş olup, 2.617 milyar m³ olan 2003 yılı üretimine nazaran %2,74 lük bir artış kaydedilmiştir. 2004 yılında doğal gaz üretiminde 589,1 milyar m³ üretim ve dünya toplamı içinde %21,9 pay ile Rusya Federasyonu en büyük üretici olmuş ve Rusya Federasyonu'nun etkisi ile Avrupa ve Avrasya bölgesi 1051,5 milyar m³ ve %39,1 pay ile en büyük üretici bölge konumuna gelmiştir. Rusya Federasyonu'nu 542,9 milyar m³ ile Amerika Birleşik Devletleri takip etmiş ve bölge toplamı 762,8 milyar m³'e ulaşarak %28,3 pay ile dünya sıralamasında ikinci bölge olmuştur. Doğalgaz üretiminde ABD ve

Rusya'nın ardından Kanada 182,8 milyar m³ ve % 6,8 ile üçüncü sırayı almaktadır.

Tablo 9: Dünya Doğalgaz Rezervi

(Trilyon m³)

	1984	1994	2004	%	R/P
Kuzey Amerika	10.51	8.42	7.32	4.1	9.6
Orta ve Güney Amerika	3.23	5.83	7.10	4	55
Afrika	6.22	9.13	14.06	7.8	96.9
Ortadoğu	27.40	45.56	72.83	40.6	-
Asya Pasifik	7.02	10.07	14.21	7.9	43.9
Avrupa ve Avrasya	42.02	63.87	64.02	35.7	60.9
Toplam Dünya	96.39	142.89	179.53	100	66.7

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, Haziran 2005

2004 yılında dünya doğal gaz tüketimi 2003 yılına göre % 3,3 oranında artarak 2.689,3 milyar m³'e ulaşmıştır. ABD dünyanın en büyük doğal gaz tüketicisidir (% 24–646,7 milyar m³)

Tablo 10: Dünya Doğalgaz Üretimi

(Milyar m³)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Kuzey Amerika	716.7	719.6	733.3	740.6	754.8	756.2	769.6	787.9	767.4	768.7	762.8
Orta ve Güney Amerika	67.4	73.2	81.4	82.5	88.5	90	97.9	102.6	104.4	115	129.1
Afrika	75.3	83.3	88.9	99.4	104.8	116.9	126.6	126.8	130.9	141.5	145.1
Ortadoğu	134.8	148.9	158	175.4	184	193.8	206.8	224.8	244.7	259.9	279.9
Asya Pasifik	199.4	212.4	228.4	241.8	241.6	260	272.9	281.1	294.2	307.7	323.2
Avrupa ve Avrasya	907.7	904.2	945.4	899.1	915.5	934.9	959.5	967.7	989.4	1024.3	1051.5
Toplam Dünya	2101.3	2141.7	2235.5	2238.9	2289	2351	2433	2490	2531.1	2617.1	2691.6

Kaynak: Bp Statistical Review of World Energy, Haziran 2005

Tablo 11: Dünya Doğalgaz Tüketimi(Milyar m³)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Kuzey Amerika	717.4	746.3	763.4	769.3	762.6	764.8	791.2	763.2	789.9	783.3	784.3
Orta ve Güney Amerika	67.1	73.1	81.4	82.9	89.1	88.5	94	99.1	100.7	105.8	117.9
Afrika	41.9	44.8	47.2	46.1	47.7	50.9	55.2	59.1	61.7	66.7	68.6
Ortadoğu	130.6	141.8	150.7	164.9	173.7	180.1	185.4	199.4	215.1	226.1	242.2
Asya Pasifik	205.3	218.1	239.6	250.2	255.6	275.3	299.7	319	327.1	346.8	367.7
Avrupa ve Avrasya	923	929.4	977.5	936.1	959.9	981.3	1012.9	1025.7	1041	1074.9	1108.5
Toplam Dünya	2085.2	2153.6	2259.9	2249.5	2288.6	2340	2438.3	2465.5	2536	2603.5	2689

Kaynak: Bp Statistical Review of World Energy, Haziran 2005

1.1.1.4 Biyokütle

Biyomas enerjinin kökeninde fotosentezle kazanılan enerji yatmaktadır. Biyomas enerjinin materyalleri bitkisel ve hayvansal ürünlerdir. Ancak hayvansal üretim bitkisel üretimin yoğunlaştırılmasıyla elde edilmektedir. Bu nedenle, 1 J değerindeki hayvansal üretim için 7 J değerinde bitkisel üretime gerek vardır (Ültanır,1998). Yakın bir geçmişe kadar az gelişmiş ülkelerin enerji tüketiminde büyük paya sahip olan ve genellikle direkt yanma sonucu elde edilen biyokütle enerjisi, günümüzde gelişmiş ülkelerin modern teknolojileri kullanarak elde ettikleri ve enerji tüketimlerindeki kullanım payını artırmaya çalıştıkları alternatif bir enerji kaynağıdır.

Ana bileşenleri karbo-hidrat bileşikler olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm maddeler "Biyokütle Enerji Kaynağı", bu kaynaklardan üretilen enerji ise "Biyokütle Enerjisi" olarak tanımlanmaktadır. Biyokütle kısa sürede (aylar ve yıllar mertebesinde) kendini yenileyebilen ve güneş enerjisinin depolandığı, ülkelerin enerji ihtiyacının ulusal kaynaklardan karşılandığı, büyük üretim potansiyeline sahip, sürekli üretimin mümkün olduğu yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. (DEKTMK,2004)

Biyokütle, 100 yıllık periyottan daha kısa sürede yenilenebilen, karada ve suda yetişen bitkiler, hayvan artıkları, besin endüstrisi ve orman ürünleri ile kentsel atıkları içeren tüm organik maddeler olarak da tanımlanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynağı olan biokütlenin toplam enerji eşdeğeri 2.880 EJ (65.376 MTEP) olup bu değer 2004 birincil enerji tüketiminin yaklaşık 6.5 katına eşittir (Ültanır, Acaroğlu,2000:162).

Endüstrileşme ile birlikte doğal kaynakların azalmaya başlaması biomasın değerlendirilmesi ön plana çıkartmıştır. Genelde Konvansiyonel ormanlardan elde edilen odun, bitki ve hayvan artıklarına klasik biomas, enerji ormancılığı ürünleri ile orman ve ağaç endüstrisi atıkları, enerji tarımı ürünleri, tarım kesiminin bitkisel artıkları ve hayvansal artıklarından oluşmaktadır. Klasik biomas enerji kullanımının temel karakteri ilkelden gelişmişine dek çeşitli yakma araçları ile biomas materyalden enerjinin direkt yanma tekniği ile elde edilmesidir.

Dünya'da biyokütleden elde edilebilecek yıllık enerji, 1120000 MW samandan, 500.000 MW hayvan atıklarından, 1.360.000 MW'ı orman atıklarından, 2.400.000 MW çöplerden ve 17.700.000 MW şeker kamışı, odunsu bitkiler gibi enerji tarlalarından olmak üzere yaklaşık toplam 23.100.000 MW gibi büyük bir potansiyele sahiptir. Biyokütle elde etmek için harcanan enerji ve %20 dolayında bir çevrim göz önüne alındığında, yılda net 3000 MW gibi bir enerji elde edilebileceği açıkça görülmektedir.²

1.1.2. Hidrolik Enerji

Dünyada su enerjisinin hidroelektrik üretim olarak kullanılması 1880 yılında, Amerika'nın Wisconsin kentinde küçük bir doğru akım santralının yapımı ile başlamıştır. Su kaynaklarından elde edilen enerjinin uzak

² www.youthforhab.org.tr/tr/yayinlar/enerji/biyokutle/Dunyada.html

mesafelere götürülememesi sebebiyle, dünya üzerinde hidrolik enerjinin yaygınlaşması 1900'ların başına kadar uzamış, özellikle büyük kapasiteli baraj ve HES'in devreye alınması son 50 yılda olmuştur. (Altınbilek,1997)

Dünya'daki toplam su miktarı 1.400 milyon km^3 'tür. Bu suyun %97,5'i denizlerde ve okyanuslardaki tuzlu sulardan oluşmaktadır. Geriye kalan %2,5'luk pay, yani 35 milyon km^3 , tatlı su kaynağı olup, çeşitli amaçlar için kullanılabilir olduğu belirtilmiştir. Ancak tatlı su miktarının %68,7'si kutuplarda buzul kütle, %0,8'i yeraltında fosil, %30,1'i yeraltı suyu ve %0,4'ü yerüstü suyu ve atmosferik buharlardan oluşmaktadır.

Dünya yüzeyine yağışla düşen su miktarı yılda ortalama 800 mm ya da yaklaşık 119.000 km^3 olup, bunun 72.000 km^3 'ü buharlaşarak atmosfere geri dönmekte ve 47.000 km^3 'ü akışa geçerek nehirler vasıtasıyla denizlere ve kapalı havzalardaki göllere ulaşmaktadır. Bu miktarın ancak 9000 km^3 'ü teknik ve ekonomik olarak kullanılabilir durumdadır.

Dünyanın teorik hidrolik potansiyeli yaklaşık olarak 40.000 TWh/yıl, teknik yapılabilir hidroelektrik potansiyeli, yaklaşık 14.000 TWh/yıl, ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyeli ise yaklaşık olarak 8.000 TWh/yıl dır. Bu potansiyelin 2003 yılı itibariyle 728,5 GW(2743 TWh/yıl) kurulu gücü işletmede, 100,7 GW'ı inşa aşamasındadır. Gelecekte yapım için planlanan toplam kapasite ise 337,9 GW'dır. Bugün için hidroelektrik, dünyada üretilen toplam elektrik enerjisinin yaklaşık % 20'sini sağlamaktadır. AB ülkeleri içinde, hidroelektriğin ulusal elektrik üretiminde % 50'den fazla paya sahip olan ülkeler olarak Avusturya (% 70), Letonya (% 70), İsveç (% 50), bunları takiben Portekiz (% 35), Romanya (% 35) ve Slovenya (% 27) gelmektedir. Finlandiya, İspanya ve İtalya üretimlerinin % 20'sini hidroelektrikle sağlamaktadır. AB üyesi olmayan Norveç 120.984 GWh/yıl ve İsviçre 35.019 Gwh/yıl hidroelektrik üretimleriyle sırasıyla % 99,2 ve % 60 paya sahiptir (DEKTMK,2004:2.18).

Tablo 12: 2003 Yılında Dünya’da En Yüksek Hidroelektrik Üretimi Sağlayan İlk 10 Ülke

	Kurulu Güç (MW)	Üretim (GWh)
Kanada	67121	353302
ABD	76000	300000
Brezilya	64000	300000
Çin	82700	257500
Rusya	44700	173849
Norveç	27596	120984
Japonya	27348	94250
Fransa	25200	79300
Hindistan	25751	73954
İsveç	16200	65000
Kaynak: DEKTMK, Hidrolik Kaynaklar Çalışma Grubu Raporu		

Tablo 13: Dünya Hidroelektrik Potansiyeli

	BRÜT TEORİK HİDROELEKTRİK POTANSİYEL (GWh/yıl)	TEKNİK YAPILABİLİR HİDROELEKTRİK POTANSİYEL (GWh/yıl)	EKONOMİK YAPILABİLİR HİDROELEKTRİK POTANSİYEL (GWh/yıl)	İŞLETMEDE		İNŞA HALİNDE	PLANLANAN
				KURULU GÜÇ (MW)	ORTALAMA ÜRETİM (GWh/yıl)		
AFRİKA	4.000.000	1.750.000	1.100.000	20.921	83.360	3.024	77.530
ASYA	19.400.000	6.800.000	3.600.000	244.819	800.605	72.748	175.022
AVUSTRALYA	594.000	200.000	90.000	13.274	43.336	177	647
AVRUPA	3.200.000	1.035.000	791.000	177.397	568.726	2.270	10.008
KUZEY VE ORTA AMERİKA	6.312.000	1.663.000	1.000.000	157.681	693.719	5.790	15.196
GÜNEY AMERİKA	6.200.000	2.700.000	1.600.000	114.433	553.876	16.749	59.490
TOPLAM	40.000.000	14.148.000	8.181.000	728.525	2.743.622	100.758	337.893

Kaynak: DEKTMK, Hidrolik Kaynaklar Çalışma Grubu Raporu

Tablo 14: Dünya Hidroelektrik Tüketimi

(Milyon TEP)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Kuzey Amerika	717.4	746.3	763.4	769.3	762.6	764.8	791.2	763.2	789.9	783.3	784.3
Orta ve Güney Amerika	67.1	73.1	81.4	82.9	89.1	88.5	94	99.1	100.7	105.8	117.9
Afrika	41.9	44.8	47.2	46.1	47.7	50.9	55.2	59.1	61.7	66.7	68.6
Ortadoğu	130.6	141.8	150.7	164.9	173.7	180.1	185.4	199.4	215.1	226.1	242.2
Asya Pasifik	205.3	218.1	239.6	250.2	255.6	275.3	299.7	319	327.1	346.8	367.7
Avrupa ve Avrasya	923	929.4	977.5	936.1	959.9	981.3	1012.9	1025.7	1041.5	1074.9	1108.5
Toplam Dünya	2085.2	2153.6	2259	2249.5	2288.6	2340.8	2438.3	2465.5	2536	2603.5	2689.3

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, Haziran 2005

1.1.3 Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji yer kabuğunun derinliklerinden gelen ısınn doğal olarak yeraltındaki sulara aktarılması ve ısınan suyun yeryüzüne ulaşması sonucu ortaya çıkan bir enerji türüdür. Yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş basınç altındaki sıcak su, buhar ve gazın yer üstünde enerjiye dönüştürülmesi işlemi jeotermal enerjidir. Yeryüzü kabuğunun üst 5 km.'sindeki jeotermal enerjinin dünyadaki ham petrol ve doğal gaz potansiyelinin yaklaşık 40 milyon katı olduğu bulunmuştur. Jeotermal Enerjinin çeşitli sıcaklıklardaki kullanım yerleri şunlardır (Arı,1997:333):

180 C° - Yüksek konsantrasyon solüsyonunun buharlaşması, Amonyum absorpsiyonu ile soğutma

170 C° - Hid170 C° - Hidrojen sülfid yoluyla ağır su eldesi Diatomitlerin kurutulması

160 C° - Kereste kurutulması, balık kurutulması

150 C° - Bayers yoluyla alüminyum eldesi

140 C° - Tarımsal ürünlerin kurutulması

130 C° - Şeker endüstrisi, tuz eldesi

120 C° - Temiz su eldesi, tuzluluk oranının arttırılması

110 C° - Çimento kurutulması

- 100 C° - Organik maddelerin kurutulması
- 90 C° - Balık kurutma
- 80 C° - Ev, sera ısıtılması
- 60 C° - Sera, kümes ve ahır ısıtma
- 50 C° - Mantar yetiştirme
- 40 C° - Toprak ısıtma, kent ısıtma(alt sınır)
- 30 C° - Yüzme havuzları, sağlık tesisleri
- 20 C° - Balık çiftlikleri

Jeotermal olarak adlandırılan yer derinliklerinden gelen ısı akımı dünya enerji sektöründe %0,2'lik bir pay almaktadır. Jeotermal enerji yeni bir kaynaktır. 1950'den bu yana jeotermal santralleri kurulu kapasitelerinde yıllık %8,5 oranında bir artış gözlenmiştir (Kılıç,1998:76). Jeotermal enerji, kullanımı dünyada 1973–1974 enerji krizinin etkisi ile yoğunlaşmaya başlamıştır. 1974 yılına kadar jeotermal enerjiden elektrik üretimi amacına yönelik toplam kurulu kapasite sadece 770 MW iken bu miktar 1994 yılında 5.984 MW, 1999 yılında ise 7.704 MW, 2005 yılı itibariyle ise 8.912 MW ulaşmış olup, 72,6 milyar kwh/yıl elektrik üretilmektedir. Jeotermalin elektrik dışı kullanımı ise 27.824 MW termal olup, 4,9 milyon konut ısıtma eşdeğeridir.³

Dünyada bugünkü mevcut enerji tüketimine göre 1.000 yıllık bir rezerv mevcuttur. Günümüz itibariyle 1970 yılının baz olarak alınması durumunda kurulu kapasitedeki artış hızı %12,2, geliştirilen yeni sahalar için %10 ve jeotermal araştırmalara yeni giren ülkeler için %8 olmuştur.

³ <http://www.eng.deu.edu.tr/jenarum/turkish/istatistikler.htm>

Tablo 15: Dünya Jeotermal Durumu

1999 Yılı

Ülkeler	Kurulu Güç	
	Elektrik(MWe)	Isı(MWt)
A.B.D	2228	5366
Japonya	547	258
Filipinler	1863	1
İtalya	621	680
Meksika	750	164
İzlanda	170	1469
Macaristan	-	328
Rusya Federasyonu	23	307
Yeni Zelanda	410	308
Fransa	-	326
Çin	29	2814
El Salvador	161	-
Endonezya	590	7
Nikaragua	70	-
Türkiye	20	820
Romanya	-	110
Kenya	45	1
Bulgaristan	-	107
Hırvatistan	-	114
Cezayir	-	100
Tunus	-	20
Guetamaala	115	3
Gürcistan	33	250
Avusturya	-	255
Finlandiya	-	81
İsveç	-	377
İsviçre	-	547
Ürdün	-	153
Diğer	29	900
Toplam	7704	16649

Kaynak: 9.Enerji Kongresi Enerji İstatistikleri

1.1.4. Rüzgâr Enerjisi:

Alternatif enerji kaynaklarından biri olan rüzgâr enerjisi, hava hareketlerinin etkin olduğu yörelerde önemli bir enerji kaynağıdır. Rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi gibi hava koşullarına ve topoğrafik şartlara göre değişim göstermektedir. Rüzgâr enerjisi, yatay ve düşey eksenli rüzgâr türbinleri ile mekanik enerjiye dönüştürülmekte, su pompalama veya elektrik üretimi amacıyla da bu mekanik enerjiden yararlanılmaktadır.

Rüzgâr santralleri birden fazla türbin içeren rüzgâr tarlaları biçimindedir. 1993 yılında Kaliforniya'nın rüzgar çiftliklerinden 3 milyar kwh elektrik üretilmiş ve bununla Kaliforniya'nın tüketiminin %1,2'si karşılanmıştır. 1990 yılında dünyada kurulu rüzgâr gücü 2.160 MW iken, bu değer 1997 sonunda 7.500 MW'ı aşmıştır. Avrupa'nın Kurulu rüzgâr kapasitesi 1997 yılında 4.425 MW olmuştur. (Ültanır,1998:36-37).

Günümüzde dünya çapında kullanımı en hızlı artan enerji kaynağı ve teknolojisi rüzgâr enerjisi dönüşüm sistemleridir. 1990'dan 1997 sonuna kadar toplam kurulu güç kapasitesi %250 artmıştır. "Rüzgar türbinlerinin ekonomik olarak hizmet ömrü 15 veya 20 yıl olarak hesaplanmıştır."(Akyüz, Tolun,1997:85)

Rüzgâr enerjisi, güneş enerjisinin bir şekli olup, yeryüzündeki farklı güneş enerjisi dağılımının neden olduğu basınç ve sıcaklık farklarının dengelenmesiyle oluşan hava akımlarıdır. 2004 yılı itibariyle dünyada rüzgâr enerjisi kurulu gücü 40.530 MW olup, Avrupa %74 pay (29.956 MW) ile en büyük kullanıcısıdır. Bunu % 6,4 pay (6.352 MW) ile Amerika izlemektedir. Avrupa'daki en büyük rüzgâr enerjisi kullanıcısı 15.162 MW Kurulu güç ile Almanya olup bu değer Avrupa'nın Kurulu gücünün yaklaşık % 51'i, dünya kurulu gücünün yaklaşık %37'sine karşılık gelmektedir (DEKTMK, 2004: 5–19).

1.1.5. Güneş Enerjisi

Güneşten sürekli olarak yayılan enerjinin kaynağı güneşin çekirdeğinde $1,4 \cdot 10^7$ K sıcaklıkta meydana gelen termik reaksiyonlardır. Hidrojen atomlarının helyuma dönüştüğü füzyon sürecinde çok büyük enerji açığa çıkar. Güneş enerjisinin yeryüzündeki dağılımı dünyanın şekli nedeniyle büyük farklılıklar göstermektedir. Güneş enerjisinin atmosfer dışındaki değeri 1375 W/m^2 değerindedir.

Dünyadaki güneş pili kurulu gücü 1.311.737 Kw olup en büyük pay % 48.6 ile Japonya'ya (636.842 Kw) aittir. Bunu % 21 ile Almanya (277.300 Kw) ve % 16 ile Amerika (212.200) izlemektedir. En fazla güneş kolektörü olan ülke 15 milyon m² ile Japonya ve Türkiye izlemektedir. Avustralya 4 milyon m² ile önemli güneş kolektörü kullanıcıları arasında yer almaktadır. Kişi başına düşen güneş kolektörü olarak dünyada en çok kullanım 0.85 m²/kişi ile Kıbrıs, bunu 0.55 m²/kişi ile Yunanistan izlemektedir. Ülkemizdeki durum ise 0.15 m²/kişi ile bunların gerisindedir. ABD, Japonya ve Almanya gibi ülkeler de bu açıdan Türkiye ile aynı durumdadır (DEKTMK,2004).

1.1.6. Nükleer Enerji

Nükleer kaynaklı elektrik enerjisi üretimi 1950'li yıllarda başlayıp, 1951'de ABD'de, 1954'de BDT ve 1955'de İngiltere'de ilk kez kuruldu. 70'li yılların başından itibaren, nükleer enerjinin maliyet fiyatının azalması ve petrol fiyatlarının yükselmesi ile nükleer enerjinin kullanımı arttı.

Dünyada elektrik üretim amaçlı nükleer santrallerin kurulu gücü 1966 yılındaki 7 GW'dan, 1970 yılında 17 GW'a, 1980 yılında 135 GW'a, 1986 yılında 281 GW'a ve 1996 yılında 351 GW'a yükselmiş bulunmaktadır. 2001 yılı sonu itibariyle işlemekte olan 438 ünitenin kurulu güçleri toplamı 351.327 MW'a ulaşmıştır. Bu güçle 2.635,35 TWh elektrik üretilmiştir. Bu miktar dünya elektrik üretiminin %16'sına eşdeğerdir. Halen 32 ülke nükleer güç santrallerine sahiptir. Dünya nükleer enerji üretiminin yaklaşık %84,36'sı OECD ülkeleri tarafından gerçekleştirilmektedir. OECD'ye üye ülkeler arasında yer alan Fransa'nın elektrik üretimindeki nükleer enerjinin payı % 77,8, Belçika'nın % 55,9, Japonya'nın % 22,9 ve ABD'nin ise % 19,3 oranındadır. İşletmedeki nükleer santrallere bakıldığında; ABD 104 ünite ve 97.411 MW kurulu güç ile en fazla nükleer santrale sahip ülkedir, bunu 59 adet ünite ve 63.073 MW kurulu güç ile Fransa takip etmektedir. Japonya ise

53 adet ünite ve 43.491 MW Kurulu güç ile üçüncü ülke durumundadır. 2001 yılı itibariyle çeşitli ülkelerde 31 adet santral inşa halindedir.⁴

Nükleer enerji tüketimi 2004 yılında tüm dünya'da % 4,4 oranında artarak 624,3 MTEP'e ulaşmıştır. Japonya 2003 yılında 2002 yılına göre % 25 azaltarak 52,1 MTEP nükleer enerji tüketmiş olmasına rağmen 2004 yılında % 25'lik bir artışla 64,8 MTEP nükleer enerji kullanmıştır. 2004 yılı nükleer enerji tüketiminin % 30,1'ini ABD (187,9 MTEP), % 16,2'sini Fransa (101,4 MTEP), % 6,1'ini Almanya (37,8 MTEP), % 10,4 'nü Japonya (64,8 MTEP) ve % 5,2'sini Rusya Federasyonu (32,4 MTEP) tüketmiştir. Bu beş ülke toplam nükleer enerji tüketiminin % 68'ini tüketmektedir (BP,2005).

Dünya 1999 yılı verilerine göre toplam uranyum rezervi 3,3 milyon tondur. Reaktörden elde olunan ısı enerjisi ile buhar elde olunmakta, herhangi bir termik santralde olduğu gibi buhar türbini ve jeneratör ikilisinden elektrik üretilmektedir. 1 kg uranyum ile üretilen elektrik 16,6 ton taşkömürü ya da 11,1 ton petrolle üretilen elektriğe eşdeğerdur. 1 kg. uranyumdan 50.000 kwh enerji üretilir.

Tablo 16: Dünya Nükleer Enerji Tüketimi Durumu

(Milyon TEP)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Kuzey Amerika	177.9	184.5	183.5	170.8	178.8	192.4	197.9	202.5	205.1	201.2	210.4
Güney ve Orta Amerika	1.9	2.2	2.2	2.5	2.4	2.5	2.8	4.8	4.4	4.7	4.4
Avrupa ve Avrasya	237.6	243.7	258.6	260.8	257.5	263.2	267.4	276.3	280.9	284.5	287.2
Ortadoğu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Afrika	2.3	2.7	2.8	3	3.2	3.1	3.1	2.6	2.9	3	3.4
Asya Pasifik	84.3	93	97.8	104.1	108.8	110.2	113.3	114.8	117.7	104.8	118.9
Toplam Dünya	504	526.1	545	541.3	550.5	571.3	584.5	600.9	611	598.2	624.3
AB	190.8	195.6	205.3	206.9	205.4	208.8	208.6	215.9	218.7	220.8	223.4
OECD	443.5	462.3	474.4	469.9	480.2	496.8	506.5	518.7	523.7	505.	529.6
ÖNCEKİ SOVYETLER BİRLİĞİ	39.6	41.2	46.4	45.6	44	46.2	49.4	51.2	53.4	56	56

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, Haziran 2005

⁴ www.iea.org

1.1.7. Elektrik Enerjisi

Elektrik enerjisi, birincil enerji kaynaklarından elde edilen ikincil bir enerji olup, çevreye zarar vermemesi ve kullanım kolaylığı gibi nedenlerle en yaygın kullanılan ve talebi gittikçe artmakta olan bir enerji türüdür. Gelişen teknoloji ile birlikte daha uzun mesafelere daha yüksek güçlerin taşınabilmesi ve ünite güçlerinin giderek büyümesi sayesinde elektrik enerjisi ucuzlamış ve daha fazla kullanılır hale gelmiştir.

Elektrik enerjisi tüketicinin kullanımına çok elverişli şekilde sunulan bir enerji türüdür. Diğer enerji kaynakları elektrik ile ısıtma alanında rekabet etseler bile aydınlatma, güç temini ve haberleşme fonksiyonları göz önüne alındığında elektriği ikame edecek bir enerji kaynağının bulunmadığı söylenebilir.

Dünya'da son otuz yılda elektrik üretiminde kullanılan birincil enerji kaynaklarının bileşimi önemli ölçüde değişmiştir. Kömür en fazla kullanılan kaynak olarak kalmıştır. Ancak, önce 1970'lerden 1980'lerin ortalarına kadar nükleer enerjiden elektrik üretiminde hızlı bir artış yaşanmış, daha sonra 1980 ve 1990'larda doğal gazı dayalı elektrik üretimi hızla yükselmiştir.

Dünya elektrik enerjisini 1870 yılında kullanmaya başlamıştır. Dünya elektrik üretimin bu gün en çok kullanılan birincil kaynak % 39 ile kömürdür. Bunu %19,3 ile doğalgaz, %16,3 ile su, %15,7 ile nükleer ve % 6,8 ile petrol izlemektedir (IEA,2003).

Dünya elektrik enerjisi üretiminin % 27,8'i Kuzey Amerika, %20,16'sı Asya, %20,23'ü Avrupa, %3,0'ü Afrika ve % 3,30'u ise Ortadoğu ülkeleri tarafından üretilmiştir. Üretilen bu elektrik enerjisinin % 29,12'si Kuzey Amerika, % 21'i Avrupa, % 19,12'si Asya, %3,24'ü Ortadoğu ve % 2,87'si ise Afrika ülkeleri tarafından tüketilmiştir. ABD 4.081.468 GWh ile dünya toplam

Üretiminin % 24,4 'ünü üretmektedir. ABD'yi %11,8 ile Çin, % 6.25 ile Japonya, % 5.47 ile Rusya Federasyonu ve % 3.78 ile Hindistan takip etmektedir. OECD ülkelerinde 2003 yılında elektrik enerjisi üretimi 2002 yılına göre % 0,7 artarak 9.822 TWh olmuştur. Tablo 16'da bazı ülkelerin 1993 ve 2003 yıllarında toplam elektrik enerjisinin çeşitli ülkeler tarafından üretim miktarları verilmiştir.

Tablo 17: Bazı Ülkelerin Elektrik Üretim Kaynakları

	Fransa				Almanya				Japonya				İngiltere			
	TWh	%	TWh	%	TWh	%	TWh	%	TWh	%	TWh	%	TWh	%	TWh	%
	1993		2003		1993		2003		1993		2003		1993		2003	
Kömür	25	5	30	5	300	57	308	52	148	17	295	27	171	53	140	36
Petrol	6	1	5	1	10	2	5	1	212	24	147	14	21	7	6	2
Doğal gaz	3	1	24	4	35	7	58	10	172	19	248	23	34	11	145	37
Nükleer	368	78	441	78	153	29	165	28	249	28	250	23	89	28	89	23
Hidrolik	65	14	59	11	18	3	21	4	96	11	105	10	4	1	5	1
Yenilenebilir	2	0	4	1	7	1	33	6	19	2	29	3	2	0	8	2
Toplam	470	100	563	100	522	100	591	100	897	100	1074	100	322	100	392	100

Kaynak: IEA,2004

1.2. Dünya Enerji Üretim Tüketim Değerlendirilmesi

Toplum hayatının devam ettirilmesi için en önemli faktörlerden biri olan enerji, dünya dengeleri açısından ideolojiler kadar önem kazanmıştır. Ülkelerin sanayileşmesinde, kalkınmasında ve gelişmişlik düzeylerinin artmasında enerjinin etkisi tartışılmazdır (Çetin,1999:27). Enerji dünyasına bakıldığında, kişi başına düşen yıllık birincil enerji tüketiminin, dünya ortalamasının 1.643 kep/kişi.yıl, OECD ortalamasının 4.684 kep/kişi.yıl, ve Türkiye ortalamasının 1.056 kep/kişi.yıl olduğu görülmektedir. Son 30 yılda, dünyanın enerji ihtiyacı önemli miktarda artmıştır. 1973 yılında dünya 6.034

Mtep enerji kullanmışken bu oran 2004 yılında % 75'lik bir artışla 10.224 Mtep'e ulaşmıştır (IEA, 2005).

2003 yılı verileri ile fosil yakıtlar dünya birincil enerji üretiminin % 90'nını sağlamıştır. Bu oranda kömürün payı 2.582 Mtep ile % 24.4, petrolün payı 3.639 Mtep ile % 34.4, nükleer enerjinin payı 687 Mtep ile % 6.5, hidrolik enerjinin payı 232 Mtep ile % 2.2, doğal gazın payı 2.243 Mtep ile % 21.4 ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payı ise 1.142 Mtep ile % 10.8'dir.

Dünya'daki fosil yakıt üretiminin ağırlıklı bölümü 2004 yılında ABD, Çin, Rusya Federasyonu, Suudi Arabistan, Kanada gibi az sayıda ülke tarafından gerçekleştirilirken, enerji tüketimi seviyeleri ülkenin büyüklüğü ve sanayileşme seviyesine göre değişmektedir. Amerika, Rusya, Çin, Japonya ve Almanya en büyük enerji tüketicisi konumundaki ilk 5 ülkedir.

Tablo 17'de bölgesel bazda verilen Dünya birincil enerji üretim-tüketim oranları incelendiğinde Kuzey Amerika, Avrupa, Asya ve Pasifik bölgelerinin, üretimlerinin üzerinde enerji tükettikleri görülmektedir. Kuzey Amerika' nın 1996 yılında olduğu gibi, 1997 yılında da üretimde % 25.1, tüketimde ise % 29.1 pay ile ilk sırayı aldığı, Asya-Pasifik bölgesinin üretimde % 21.2, tüketimde % 28.9 ile ikinci sırayı aldığı, Avrupa'nın ise üretimde %11 ile 5'inci, sırada yer alırken, tüketimde %19.4 ile 3'üncü sırada bulunduğu görülmektedir. Buna karşı üretimde %15.4 pay ile 3'üncü sırada yer alan Ortadoğu ülkelerinin tüketimdeki payı %4.6 ile sıralamada 5'inci, aynı şekilde Afrika bölgesinin üretimdeki %7.4 payı ile 6'ncı sırada yer alırken, tüketimde ancak %3.2 pay ile sıralamada sonuncu olmaktadır.

Tablo 18: Dünya Birincil Enerji Tüketimi

(MTEP)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Kuzey Amerika	2459.6	2506	2591.6	2614.4	2631.8	2674.7	2736.3	2681.5	2721.1	2741.3	2784.4
Güney ve Orta Amerika	368.3	385.1	406.9	425.8	439.4	438.8	450.7	452	454.4	460.2	483.1
Avrupa ve Avrasya	2796.6	2782.3	2808.2	2763.4	2779.9	2782.5	2830.4	2855.5	2851.5	2908	2964.4
Ortadoğu	319	335.1	349.5	365.8	376.6	385.2	395.8	413.2	438.7	454.2	481.9
Afrika	235.8	246.2	256.1	261.5	267.1	272.6	276.8	280	287.2	300.1	312.1
Asya Pasifik	2130.9	2288.6	2379.4	2445.8	2374.8	2329.8	2389.7	2497	2734.9	2937	3198.8
Toplam Dünya	8310.1	8543.3	8791.7	8876.7	8869.5	8883.6	9079.8	9179.3	9487.9	9800.8	10224.4
AB	1534.9	1565.8	1618.8	1611.6	1632.4	1635.4	1655.1	1680.9	1666.7	1697.5	1718.8
OECD	4825.4	4937.1	5106.3	5152.1	5176	5249.1	5359.4	5327.4	5360	5414.5	5503.3
ÖNCEKİ SOVYETLER BİRLİĞİ	10528	996.3	961.1	920	916.6	923.6	940.8	947.2	953	977.3	1004.3

Kaynak: Bp Statistical Review of World Energy, Haziran 2005

1.3 Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji Kullanımı

Çok farklı sosyal ve ekonomik yapılara sahip az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerin hepsini aynı potada değerlendirmek mümkün olmadığı gibi, bu ülkelerin uluslararası planda karşılaştıkları sorunlarında önemli ayrılıklar gösterdiği görülmektedir. Dünya Bankası az gelişmiş ülkeleri kişi başına düşen milli gelirin büyüklüğüne göre sınıflandırmaktadır. Buna göre kişi başına geliri 400 doların altında olan az gelişmiş ülkeler düşük gelir grubuna, 400 ile 1500 dolar arasında olanlar düşük orta gelir grubuna, 1500–6000 dolar olanlarsa yüksek orta gelir grubuna dahil edilmiştir. Gerçekte az gelişmişlik birçok ekonomik ve sosyal boyutu olan bir olgudur (Biro1,1997:1). Bu boyutlar sanayileşme düzeyini, işgücünün verimliliğini, nüfusun ekonomik faaliyet alanlarına göre dağılımını, eğitim, sağlık, ulaşım ve haberleşme gibi hizmetlerin toplum hayatında varlığı düzeyi içermektedir.

Gelişmiş ülkeler, dünya ekonomik üretiminin % 77'sini karşılamakta ve dünya enerji kaynaklarının % 6'sına sahip iken, dünya enerji tüketiminin

%48'ine hükmetmektedir. Bu rakamlara göre, enerji kaynaklarına sahip olan az gelişmiş ülkeler, dünya ekonomik üretiminde pay sahibi olmak ve gelişmek için enerji tüketimlerini artırmak zorundadırlar. Başka bir deyişle, sanayileşmiş ülkelerde yaşayan 1 milyar civarındaki nüfus (toplam dünya nüfusunun yaklaşık % 20'si) kullanılan toplam enerjinin yaklaşık % 60'ını tüketirken, gelişmekte olan ülkelerde yaşayan yaklaşık 4 milyar civarındaki nüfus % 40'ını tüketmektedir. 2 milyar en fakir (kişi başına milli gelir 1000 ABD doları veya altında) nüfus ise kişi başına yılda sadece 0.2 TEP enerji tüketirken, en zengin nüfus (kişi başına milli gelir 22000 ABD doları veya üzerinde) yaklaşık 25 kat daha fazla (kişi başına yılda 5 TEP) enerji tüketmektedir (Kaya,2000).

Bugün kalkınma sorunu çözümünün, kişi başına milli gelir artışının ötesinde, toplumun sosyal ve ekonomik yapısını değiştiren ve ilkel üretim metotları yerine, modern teknolojinin imkânlarından yararlanan bir sanayileşmeye bağlı olduğu bir gerçektir. Sınaî maddelerinin tümünü dışardan temin eden ve kendisi tamamen tarımsal üretimde bulunan bir ekonomi hiçbir zaman kalkınmış ülkeler düzeyine gelemeyecektir. Çünkü yüksek verim arz eden bir tarımsal yapı mevcut işgücü arzının ancak küçük bir kısmını istihdam edebilir. Kalkınmakta olan ülkeler güçlü bir enerji artışına ihtiyaç duyarlar. Bunun temelinde üç unsur bulunmaktadır. Hızlı ekonomik büyüme ve endüstriyel gelişme, yüksek nüfus artışı, kentleşme ve geleneksel ticari olmayan yakıtların ticari enerji ile ikame edilmesi (Birol,1997:2).

1973 yılından itibaren başlayan enerji fiyatlarının alışıageldiğinin dışında değişmesinden önce enerji ile ekonomi arasındaki ilişki pek önemsenmiyordu.1973'den sonra enerjinin ekonomik mal ve hizmet üretimi üzerindeki olumsuz tesirlerinin görülmesi ile enerji ile ekonomi arasında modeller geliştirilmeye başlandı (Akdeniz,1991:190).

Çok yakın zamanlara kadar enerjinin rolü iktisadi büyüme modellerinde önemsenmemiştir. Klasik büyüme modellerinde enerji üretim faktörleri içinde bile yer almamış olup sermaye, emek, toprak ve daha sonraları hammadde, üretimin temel girdileri içinde sayılıyordu. Adam Smith, Malthus ve Ricardo zamanlarında enerji kavramı ortaya çıkmamıştır. O zamanların temel uğraşı tarım olduğundan, emek ve toprak kısıt olarak kabul edilirken enerji hava gibi kısıt olarak görülmemiştir. Enerjinin önemi onun kullanımının artmasıyla başlamış ve şehirleşme ve sanayileşme enerji talebinde önemli artışa neden olmuştur.

Dünya ekonomisi 1973 petrol krizinden sonra enerjinin emek ve sermayeden ayrı bir üretim faktörü olduğunu kabul etmiştir. Enerjinin diğer üretim faktörleri ve ikame veya tamamlayıcılığı ile enerji fiyatlarının büyüme oranları üzerindeki etkilerini araştıran çalışmalar sonucunda, enerji sektörünün toplam ekonomi içindeki payının düşük olması ve enerji fiyatlarındaki artışın başka girdilerle ikame etme yelpazesinin geniş olmasından dolayı, gelişmiş ülkelerin uzun dönem büyüme oranları üzerinde enerji fiyatlarındaki değişimin bir etki yaratmadığı anlaşılmıştır. Enerji fiyatlarındaki artış sermaye ve emek ile ikame edilerek, yani daha emek yoğun veya teknolojiye bir değişmeye giderek daha az enerji yoğun üretime geçerek büyüme oranlarını çok az derecede etkilemektedir. Gelişmekte olan ülkelerde ise; teorik olarak gelişmekte olan ülkelerde enerji maliyetlerindeki aynı değişim büyüme oranları üzerinde büyük etki yaratmaktadır. Özellikle enerji kaynaklarının çoğunluğu ithal ediliyorsa ve ithal edilen enerji kaynakları döviz ile ödenmesi gerekiyorsa büyüme oranlarını büyük ölçüde negatif yönde etkilemektedir. Gelişmekte olan ülkeler sermaye ve dövizli büyüme için öncelikli olan makine ve ara malların ithali için gerekli olduğu için enerji fiyatlarındaki artış büyük bir kısmı yaratmaktadır. Büyüme oranlarındaki düşüş gelişmiş ülkelere daha ağır şekilde etkilemektedir, çünkü daha yüksek nüfus artışı kişi başına gelir ve hayat standartlarının daha da kötüleştiği anlama gelmektedir (İsmailov,2005).

Enerji ve sanayi sektörleri arasındaki karşılıklı etkileşim, enerji ithal ederek sanayileşme sürecine girmiş olan gelişmekte olan ülkeler için hassas bir denge ortaya çıkartmaktadır. Bu dengenin sanayi sektöründe enerjinin verimli tüketimi sonucu üretim maliyetlerinin aşağıya çekilebilmesi, enerji ödemelerinin azaltılarak sektörün veriminin artırılması yoluyla sağlanabileceği açıktır. Enerjinin üretimden tüketimine kadar her aşamada rasyonel kullanılmasının, özellikle toplam enerji gereksiniminin çoğunu ithal yoluyla temin eden ülkeler için önemi büyüktür Dünya enerji krizi sonrasında, enerji üretim-tüketim zincirinde boşa harcanan enerjiyi en aza indirebilmek için pek çok gelişmiş ve gelişmekte olan ülke tarafından alınan önlemler etkin sonuçlar vermiştir (Abut,Çakır,1997:35). Sanayileşme süreci ile çok yakın bağlantılı olarak çocuk ölümlerinde düşüş, ortalama yaşam ömrünün uzaması, sağlık hizmetlerinde iyileşmeler ve buna bağlı olarak nüfus artışı gerçekleşmiştir. Daha önceden sanayileşmiş ülkelerde bile evlerde geleneksel yakıt yakılmasından meydana gelen sağlık sorunları, beygir gücüyle çalışan araçların yetersizliği ve pislik, düşük dönüşüm verimliliği ve eski teknolojilerden ortaya çıkan yüksek oranlı kirlilik yaygındı. Bu sorunlar günümüzde gelişmekte olan ülkelerin çoğunda hala devam etmekte ve giderek yoğunlaşmaktadır. Son 30 yılda, dünyanın enerji ihtiyacı önemli miktarda artmıştır (Garih,1997:71).

1973 yılından itibaren yapılan OPEC zamlarının gelişmiş ülke ekonomileri üzerindeki olumsuz etkileri nispeten sınırlı olmuş ve bu ülkelerin kendi sanayi mamullerine yüksek oranlı zamlar yaparak ihracat gelirlerini artırıp, petrol harcamalarındaki artışı bir bakıma finanse etmişlerdir. Gelişmiş ülkelerin petrol şoklarının etkisinden kurtulabilmek için başvurdukları ikinci yol ise alternatif enerji kaynaklarını geliştirerek, uzun vadede petrolü ikame etmek olmuştur. Kısa vadedeki tedbir ise petrol tüketimini kısmak olmuştur. Bu gibi tedbirler gelişmiş ülkelerin petrol şoklarının etkisinden kısa sürede kurtulmasını sağlamıştır.

2. BÖLÜM: TÜRKİYE'DE ENERJİ KAYNAKLARI VE KULLANIMI

Ülkemiz birincil enerji kaynakları, dünya rezervleri ile kıyaslandığında miktar ve kalite itibarıyla çok düşük seviyededir. Buna karşın, hidrolik enerji ve linyit kömürleri, ülkemizde mevcut kaynaklar içinde büyük bir potansiyele sahiptir. Türkiye'de mevcut enerji kaynakları içinde hidrolik enerji potansiyelinin %28'ine karşılık gelen (9.920 MW) kısmı kullanılırken toplam linyit potansiyelinin ise % 34'lük kısmı kullanılmaktadır. Ülkemiz birincil enerji kaynakları potansiyelinin yarısından oldukça az bir miktarını kullanmaktadır. Çünkü linyit kömürü kaynakları coğrafi olarak dağınık, düşük kaliteli ve yüksek maliyetli iken, hidroelektrik kaynaklarda doğrudan yağışlara bağımlı olması nedeniyle güvenilirliği düşüktür.

Türkiye'nin enerji tüketimi ve ithalatı, ekonomisinde de olduğu gibi hızlı bir artış içerisinde. Türkiye'deki enerji üretimi çoğunlukla kamuya aittir. Ülkemizde mevcut enerji kullanımına yönelik olarak en önemli yerli kaynak linyit ve hidrolik enerji dışında, petrol, doğal gaz, kömür, asfaltit, rüzgar, jeotermal, güneş, biyokütle ve biyogazdan yararlanılarak elektrik enerjisi, kok, briket gibi enerji kaynakları üretilmekte ve tüketime sunulmaktadır. Mevcut kaynaklarımızın yanı sıra uzun zamandan beri ülkemiz gündeminde yer alan nükleer enerji santralının devreye alınması amacıyla çalışmalar hızlandırılmıştır.

Ülkemizde 1976 yılına kadar taşkömürü, linyit, asfaltit, petrol ve hidrolik ile odun, hayvan ve bitki artıkları gibi ticari olmayan birincil enerji kaynaklarına ilave olarak, 1976 yılında doğalgaz, 1984 yılında güneş ve jeotermal elektrik, 1989 yılında da jeotermal ısı üretimine ve tüketimine başlanmıştır.

Ülkemizde 1970 yılına kadar enerji kaynağı olarak sadece ham petrol ve petrol ürünleri ithal edilmekte iken, 1973 yılından itibaren taşkömürü, 1987 yılından itibaren de doğalgaz, ithal edilmeye başlamıştır.

Bu bölümde ülkemizin enerji kaynaklarının üretim, tüketim ve rezerv miktarları ayrıntılı olarak incelenecektir.

2.1 Türkiye’de Enerji Kaynakları ve Rezerv Miktarları

Türkiye ürettiğinden daha fazla enerji tüketen bir ülkedir. Özellikle, petrol ve doğalgazda son derece dışa bağımlıdır. Ülkemizde çeşitli enerji kaynakları mevcut olmakla beraber, linyit ve hidrolik enerji kaynağının dışındaki birincil enerji kaynakları ihtiyaçlarımızı karşılayabilecek durumda bulunmamaktadır

2.1.1. Fosil Kaynaklar

Fosil yakıtlar, yanma yoluyla enerji sağlayan farklı çeşitlerdeki katı ve sıvı materyaller olarak tanımlanmaktadır. Düşük kaliteli olmasına rağmen Türkiye’de çıkan linyitler, ülkenin en ümit verici kaynaklarından bir tanesi olup kaynağın üretimi devlet tarafından desteklenmektedir. Türkiye’nin resmi verilerine göre 8,4 milyar ton linyit, 1,1 milyar ton taşkömürü, 1,1 milyar ton bitümlü şist ve 82 milyon ton asfaltit rezervi bulunmaktadır. 150 MW’tan büyük kömür santralleri esas alındığında, 16.000–17.000 MW kurulu güce tekabül eden linyit potansiyelinin henüz yalnızca % 37’si değerlendirilmiştir. Yerli taşkömürü üretimi ise, ülkenin talebini karşılayamamakta olup ithalatı her yıl giderek artmaktadır. Türkiye, petrol ve doğalgazda ise her yıl artan üretim ve tüketim değerlerine rağmen kısıtlı rezervlere sahiptir. Ancak, Orta Asya ülkelerindeki zengin petrol ve doğalgaz kaynaklarını batı pazarlarına taşınmasında “Enerji koridoru” olmaya aday önemli bir konumdadır (Taflan,2003).

2.1.1.1 Petrol

Türkiye’de petrol arama ve üretim faaliyetleri 07.03.1954 tarihinde kabul edilen ve sonradan üzerinde çeşitli değişiklikler yapılan 6326 sayılı petrol kanunu hükümlerine göre ve her biri üç milyon hektardan aşağı olmayan 18 adet petrol bölgesinde yürütülmektedir. Türkiye’de 2004 yılı itibarıyla 162 milyon ton petrol rezervi bulunmaktadır. (DEKTMK,2004)

Dünya’da olduğu gibi, Türkiye’de de 2004 yılında, birincil enerji tüketiminde petrol %37 gibi bir oranla birinci sırada yer almaktadır. Türkiye’de üretilen petrol, toplam petrol arzının %9’una yaklaşık bir kısmını karşılamaktadır. 2004 yılında ülkemizde yaklaşık 2,64 milyon ton ham petrol üretilmiş iken, 26,5 milyon ton ham petrol rafinelerde işlenmiştir. Tablo 16 ve 17’de Türkiye’nin petrol üretimi ve tüketimi görülmektedir.

Tablo 19: Türkiye’nin Petrol Üretimi

(MTep)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Türkiye	3.687	3.516	3.500	3.457	3.224	2.940	2.749	2.552	2.442	2.375	2.64

Kaynak: ETKB, Enerji İstatistikleri,2006

Tablo 20: Türkiye’nin Petrol Tüketimi

(MTep)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Türkiye	25.8	28.4	29.8	30	29.6	29.5	31.1	29.9	30.6	31.2	32

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, Haziran 2005

2.1.1.2 Kömür

Türkiye’de kömür olarak taşkömürü, linyit ve asfaltit üretilerek tüketilmektedir. Bu kaynaklardan taşkömürü, toplam 1,3 milyar ton rezervi ile Batı Karadeniz Bölgesi’nde yoğunlaşırken, toplam 8,3 milyar ton linyit rezervi

ise ülkemizin hemen hemen tüm coğrafi bölgelerine yayılmıştır. Asfaltit ise 80 milyon ton ile Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde bulunmaktadır. Toplam taşkömürü rezervinin 550,8 milyon ton'u, linyit rezervinin ise 6,88 milyar tonu görünür rezerv kategorisindedir (Ersoy,2004:1.9). Bugünkü linyit kaynaklarımızın büyük bir bölümü 1970–1990 dönemindeki arama faaliyetleri sonucunda bulunmuştur. Ülke linyit rezervi 9,356 milyar ton olup, bu yıla kadar gerek termik santral, gerek ısınma ve sanayi sektörünün talebini karşılayabilmek için 1.148 milyar tonu tüketilmiştir.

1980'li yılların başından itibaren linyit üretimi artarak devam etmesine rağmen taşkömürü üretiminde bazı teknik ve ekonomik zorluklar nedeniyle düşüşler yaşanmıştır. Taşkömürüne olan talebin yerli üretimle karşılanamaması ve bazı çevresel önlemler nedeniyle 1970'li yıllardan bu yana taşkömürü ithalatına başlanmış olup 2003 yılında 16,2 milyon ton taşkömürü ithal edilmiştir (Ersoy,2004:1.16).

Türkiye'de toplam linyit kaynağımızın 1000–1500 kcal/kg alt ısı değere sahip linyitlerimizin oranı %56, 1500 ile 2000 kcal/kg arasının ise %12'lik paya sahiptir. Buna göre linyitlerimizin %68'i düşük alt ısı değere sahip olup, en büyük bölümü 3,2 milyar ton ile Elbistan havzasında bulunmaktadır. Türkiye elektrik üretiminde kömürün payı, 1986 yılında %48 iken, son yıllarda doğalgaz kullanımının artışına bağlı olarak %17'lere gerilemiştir (Tügiad,2003).

Tablo 21: Türkiye'nin 2004 Yılı Taşkömürü Rezervi Rezervi

(Milyon Ton)

Görünür Rezerv	Muhtemel Rezerv	Mümkün	Toplam
550.8	425	368.3	1344.1

Kaynak: DEKTMK,2004

Tablo 22: Türkiye'nin Kömür Rezervi

(Milyon Ton)

2004 Türkiye Kömür Rezervi			
	Antrasit ve Bitümlü	Linyit	Toplam
Türkiye	278	3908	4186

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, Haziran 2005

Tablo 23: Türkiye'nin Kömür Üretimi

(MTep)

Kömür Üretimi											
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Türkiye	12.1	12.1	12.3	13.1	13.9	13.3	13.9	14.2	11.5	10.5	10.2

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, Haziran 2005

Tablo 24: Türkiye'nin Kömür Tüketimi

(MTep)

Kömür Tüketimi											
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Türkiye	17.6	17.5	20.7	22.3	24	22.6	25.5	21.8	21.2	21.8	23

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, Haziran 2005

2.1.1.3. Doğalgaz

Ülkemizde doğalgazın birincil enerji kaynağı olarak kullanımı 1970 yılından sonra başlamıştır. 1994 yılında 5,9 milyon TEP olan tüketim miktarı 2004 yılında 19,9 milyon TEP'e ulaşmıştır. Halen, ülkemizin enerji üretimindeki doğalgazın payı, dünya ortalamasının oldukça üstündedir. Dünya ortalamasında, elektrik enerjisi üretiminde doğalgazın payı %17 civarında iken Türkiye'de bu oran %42'dir. 2003 yılında toplam doğalgaz tüketiminin %64.52'si ile elektrik enerjisi üretilmiştir (DEKTMK,2004).

1987 yılında 0.5 milyar m³ ile başlayan tüketim miktarı 2003 yılında 21 milyar m³'e ulaşmıştır. Mevcut talep projeksiyonları söz konusu tüketimin 2005 yılında 24.3 milyar m³, 2006'da 30, 2007'de 33.8, 2008'de 36.7,

2009'da 39,1 ve nihayet 2010'da 41,5 milyar m³'e ulaşılabilceğini göstermiştir.

Ülkemizde üretilebilir doğal gaz rezervi toplam 2003 yılı sonu itibariyle 14,1 milyar m³ olarak belirlenmiştir. Türkiye'de üretilen doğal gaz, toplam doğal gaz arzının yaklaşık % 3'ünü karşılamaktadır. 2003 yılında 561 milyon m³ doğal gaz üretilmesine karşılık 21,4 milyar m³ doğal gaz tüketilmiştir (DEKTMK, 2004).

Tablo 25: Türkiye'nin Doğalgaz Tüketimi

(MTep)

Doğal Gaz Tüketimi											
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Türkiye	5.9	6.2	8.1	8.5	8.9	10.8	12.7	14.4	15.6	18.8	19.9

Kaynak: Bp Statistical Review of World Energy, Haziran 2005

2.1.1.4. Biyokütle

Biyokütle kaynakları içerisinde yer alan odun, hayvan ve bitki artıkları, ülkemizde uzun yıllardan beri özellikle ısıtma, yemek pişirme alanlarında etkin bir şekilde tüketilmektedir. Ülkemizde önemli bir biyokütle enerji kaynağını da tarımsal ürünler oluşturmaktadır. Bitkisel, hayvansal atık ve çöp toplamında, Türkiye'nin yıllık biyokütle enerji potansiyeli toplam 32796 Mtep 'dir.

Türkiye 2002 yılı itibariyle odun, bitki ve hayvan atıklarından oluşan biyokütle enerjisi olarak 4813 bin TEP enerji tüketmiştir. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarından tükettiği toplam 10013 bin TEP enerjinin %59,7'sini biyokütle enerji olarak tüketmektedir. Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları arasında biyokütle önemli bir yer tutmakla birlikte, kaynak çoğunlukla doğrudan yakılarak verimsiz bir şekilde tüketilmektedir. Modern

biyokütle teknikleri yaygın olarak kullanılmamaktadır. Odunun yanı sıra, özellikle hayvancılığın geliştiği yörelerde hayvan gübresi, tezek yapılmak suretiyle yakacak ihtiyacını gidermek için kullanılmaktadır. Hayvansal gübrenin oksijensiz ortamda fermentasyonu ile üretilen biyogazın, tezeği ikamede kullanılması dünyada çok yaygın bir uygulamadır. Ülkemizde toplam biyogaz potansiyeli 3,9 milyar m³ olarak tespit edilmiştir. Bu değer 2 milyon Tep'e eşittir (Güney,2000).

Tablo 26: Türkiye'nin Biomas Enerji Potansiyeli

(MTep)

Kaynak	Tahmini Potansiyeli	Teorik olarak teknik açıdan mümkün	Kullanılan miktar	Toplam Enerji Kullanımı İçindeki Payı(%)
Biyokütle	135	65	7.9	13

Kaynak: 8.Enerji Kongresi,2000

2.1.2. Hidrolik Enerji

Ülkemizin brüt hidroelektrik enerji potansiyeli 433 TWh/yıl olup, teknik yönden değerlendirilebilir potansiyelimiz 216 TWh/yıl civarındadır. 2004 yılı itibariyle tespit edilen teknik ve ekonomik hidroelektrik enerji potansiyelimiz ise 127.3 TWh/yıl'dır. Bugün için 127.3 milyar Kwh olan ekonomik hidroelektrik potansiyelimizin %35'i (44555 Gwh) kullanılmakta, %9'u (11457 Gwh) inşa halinde ve %56'sı (71288 Gwh) ise çeşitli aşamalardan oluşan proje (ilk etüt, ön inceleme, master plan, planlama ve kesin proje) düzeyindedir. Bu potansiyelin içinde kurulu gücü 10 MW'tan küçük olan HES'lerin payı yaklaşık %2–3 civarındadır (DEKTMK,2004).

Ekonomik potansiyelimizin tümünün elektrik üretimine dönüştürülebilmesi için kurulu gücü toplamı 36 232 MW olan 673 adet HES projesinin yapımı öngörülmüştür. Dünya teknik yapılabilir hidroelektrik potansiyelinde % 1.53 paya sahip ülkemizin bugünkü koşullarda ekonomik yapılabilir hidroelektrik

potansiyeli, Rusya Federasyonu ve Türkiye dışında, Avrupa ekonomik potansiyelinin %16.1'ine, 27 AB ülkesinin ise %28.3'üne eşittir. Hidroelektrik üretimimiz Avrupa ülkelerinden Norveç, Fransa, İsveç ve İtalya'nın altında olmakla beraber, ekonomik potansiyel açısından Norveç'ten sonra ikinci sırada gelmektedir. Ülkemizde 2003 yılında gerçekleşen 140.580 GWh'lık toplam elektrik üretiminin %25.1'i hidrolik santrallerden sağlamıştır. Günümüzde toplam ortalama üretim kapasitesi 44 TWh/yıl üretecek 100 kadar tesis inşa halinde, 40 TWh/yıl üretecek 300 kadar hidroelektrik santral planlama ve proje aşamasında bulunmaktadır.

Tablo 27: Türkiye Hidroelektrik Enerji Potansiyeli

(MTep)

Brüt Teorik Hidroelektrik Potansiyel (GWh/yıl)	Teknik Yapılabilir Hidroelektrik Potansiyel(GWh/yıl)	Ekonomik Yapılabilir Hidroelektrik Potansiyel (GWh/yıl)
433000	216000	127345

Kaynak: DSI,Haziran 2004

Tablo 28: Türkiye Hidroelektrik Enerji Tüketimi

(MTep)

	Hidroelektrik										
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Türkiye	6.9	8	9.2	8.8	9.6	7.8	7	5.4	7.6	8.8	10.4

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, Haziran 2005

2.1.3 Jeotermal

Türkiye jeotermal açısından dünyanın yedinci ülkesidir. Türkiye'de yüzey sıcaklığı 40 C'nin üzerinde olan 140 adet jeotermal saha vardır ve bu sahalar merkezi ısıtmaya, sera ısıtmasına, endüstriyel ısı kullanımına ve kaplıca

kullanımına uygundur. Şu anda Türkiye’de 20 MWt elektrik üretimi ve 51.600 konut eşdeğeri (493 MW termal) jeotermal ısıtma yapılmaktadır. Türkiye’nin jeotermal ısı potansiyeli 31.500 MW (termal), bunun karşılığı 5 milyon konut ısınmasıdır. Bu da yılda 30 milyar m³ doğalgaz eşdeğeridir. Tüm jeotermal kaynaklarımız değerlendirildiğinde ekonomiye yılda 20 milyar \$’lık net katkı sağlayacaktır.Şu anda jeotermal potansiyelimizin %2’si değerlendirilmektedir (DEKTMK,2004).

Yurdumuzda elektrik santrallerinde doğrudan kullanılacak jeotermal kaynaklar çok azdır. 1984 yılında Denizli- Sarayköy’de kurulan 20 MWt elektrik gücünde bulunan jeotermal santrali ülkemizin tek jeotermal elektrik santralidir.

Tablo 29: Türkiye Jeotermal Enerjisi Kullanımı

Kurulu Güç		
	Elektrik (MWe)	Isı (MWt)
Türkiye	20	820

Kaynak: ETKB, 2003 İstatistik

2.1.4 Rüzgar Enerjisi

Türkiye’de rüzgar enerjisi konusunda ilk tesis, Alaçatı’da otoprodüktör statüsünde 1,5 MW kapasiteli sistem olup, bunu 7,2 MW kapasiteli Yap İşlet Devret (YİD) modeli çerçevesinde Alaçatı Rüzgar Enerji Santrali (ARES) izlemiştir (Çalışkan, 2000).

Türkiye’de halen şebeke bağlantılı dört adet kurulu rüzgar santrali vardır. Bu santrallerin toplam kurulu gücü 20,1 MW olup, santrallerden ikisi otoprodüktör, ikisi ise YİD modeline göre gerçekleştirilmiştir. Yer seviyesinden 50 metre yükseklikteki rüzgar potansiyelleri incelendiğinde Ege, Marmara ve Doğu Akdeniz bölgelerinin yüksek potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Türkiye’nin bugünkü teknik koşullarda rüzgâr enerjisi teknik

potansiyeli 88.000 MW, ekonomik potansiyelinin 10.000 MW civarında olduğu tahmin edilmektedir (EİE&DMİ, 2002).

2.1.5 Güneş Enerjisi

Türkiye'ye gelen güneş enerjisi yaklaşık 10^{15} kwh/yıl olup, ürettiğimiz toplam elektrik enerjisinin yaklaşık 10.000 katıdır. Güneş enerjisi yaygın olarak güneş kolektörleri ile evlerin sıcak su ihtiyacının karşılanmasında kullanılmaktadır. Türkiye'de kurulu olan güneş kolektörü miktarının yaklaşık 11 milyon m² olduğu tahmin edilmektedir.

Tablo 30: Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli

Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi Akısı (kcal/m ² -Ay) (kwh/m ² -ay)		Güneşlenme Süresi (Saat/ay)
Ocak	4.45	51.75	103
Şubat	5.44	63.27	115
Mart	8.31	96.65	165
Nisan	10.51	122.23	197
Mayıs	13.23	153.86	273
Haziran	14.51	168.75	325
Temmuz	15.08	175.38	365
Ağustos	13.62	158.40	343
Eylül	10.6	123.28	280
Ekim	7.73	89.90	214
Kasım	5.23	60.82	157
Aralık	4.03	46.87	103
Toplam	112.74	1311	2640
Ortalama	308	3.6	7.2

Kaynak: EİE Genel Müdürlüğü,2003

2.1.6 Nükleer Enerji

Türkiye'de elektrik üretimi amacıyla nükleer santral kurulmasına yönelik çalışmalar 1967 yılında başlamıştır (Ege,2004:139). Türkiye, ABD ile "Nükleer enerjinin barışçıl amaçlarla kullanılmasına dair işbirliği anlaşmasını"

imzalayan ilk ülkedir. Ancak, Türkiye’de nükleer enerji konusunda 45 yılı aşkın bir süredir faaliyetler sürdürülmesine karşın ülkemizin bu teknolojiye girmesi mümkün olmamıştır.

Türkiye’de sürdürülen tartışmalar sonucunda Akkuyu yöresinde kurulmak istenen 1000 MW’lık nükleer santralin yapımından vazgeçilmiştir (Ateşok,2003:19). AB ülkelerinde nükleer enerji kullanımı oldukça hızlı artmıştır. 1973 yılında nükleer enerji, toplam enerji üretimi içinde % 5.1’lik bir paya sahipken, bu oran günümüzde % 30’lara çıkmıştır. AB ülkelerinde üretilen nükleer enerjinin tamamı elektrik üretiminde kullanılmaktadır. AB üyesi ülkelerin nükleer enerji üretim ve tüketimi konusundaki yaklaşımları farklılık göstermektedir. Sektörün üye ülkelerdeki durumunun ülkeden ülkeye değişiklik göstermesinin sebebi ülkelerdeki farklı siyasi atmosfere bağlıdır. AB’de sadece sekiz üye ülkede nükleer enerji üretilmektedir. Bunlardan beş tanesi (Almanya, Belçika, Hollanda, İspanya ve İsveç) yeni nükleer santral kurmama niyetinde olmasına rağmen, Finlandiya, Fransa ve İngiltere’de bu doğrultuda bir karar yoktur (Ege, 2004). AB’nin nükleer enerji alanındaki politikası dikkate alındığında, Türkiye’nin bu politikaya uyumunun nükleer santral kurmamak ve nükleer enerji üretmemek şeklinde olması gerekmektedir.

2.1.7 Elektrik Enerjisi

Enerji sektöründe elektrik enerjisinin kritik bir önemi bulunmaktadır. Elektrik enerjisi, enerjiye doymuş gelişmiş ülkelerde bile talebi artan bir enerjidir. 1923 yılında kurulan Türkiye Cumhuriyetinin devraldığı santral kurulu gücü 33 MW (45 Gwh/yıl) dır. Bu tarihte nüfusu 12,36 milyon olan Türkiye’nin elektrik tüketimi 41,3 Gwh, kişi başına net tüketimi ise 3,3 Kwh dolayındaydı. 1970’e gelindiğinde Türkiye Kurulu gücü 2.235 MW, üretimi 8.623 GWh/yıl’a, 1993 yılında Türkiye kurulu gücü 20.338 MW’a üretimi

73.808 GWh/yıl'a, 2000 yılına ise gelindiğinde Türkiye kurulu gücü 27.264 MW'a üretimi 124.922 Gwh/yıl' a ulaşmıştır. 2003 yılında kurulu gücümüz 32,8 MW'tan 1.085 kat artarak 35.587 MW'a ulusal üretimimiz 44,5 milyon kwh'tan 3.159 kat artarak 140,58 Milyar kwh'a ulaşmıştır. Türkiye elektrik sisteminde bugün itibariyle yaklaşık 36000 MW Kurulu gücü, 42.000 km iletim hattı, 65.000 MVA trafo kapasitesi ve yine yaklaşık 800.000 km dağıtım hattı mevcuttur. Bu fiziksel yapı içerisinde kişi başına tüketilen elektrik enerjisi ise yaklaşık 2.000 kwh'dir.

Tablo 27'i incelendiğinde 2003 sonu itibariyle Türkiye Kurulu gücü 35.587 MW'a ulaşırken, bunun 22.974 MW'ını (%64,6) termik, 12.579 MW'ını (%35,3) hidrolik, yaklaşık 34 MW'ını (%0,1) ise jeotermal ve rüzgar santralleri oluşturmaktadır.

Tablo 31: Türkiye'nin Kurulu Gücünün ve Ulusal Üretiminin Yıllar İtibariyle Gelişimi

YIL	Kurulu- Güç(MW)				Ulusal Üretim (GWh)			
	Termik	Hidrolik	Jeo-Rüz	Toplam	Termik	Hidrolik	Jeo-Rüz	Toplam
1913	17.2	0.1	-	17.3	-	-	-	-
1923	32.7	0.1	-	32.8	44.3	0.2	-	44.5
1930	74.8	3.2	-	78	10.4	1.9	-	106.3
1940	209.2	7.8	-	217	383.1	13.8	-	396.9
1950	389.9	17.9	-	407.8	759.4	30.1	-	789.5
1960	860.5	411.9	-	1272.4	1813.7	1001.4	-	2815.1
1970	1059.5	725.4	-	2234.9	5590.2	3032.8	-	8623
1980	2987.9	2130.8	-	5118.7	11927.2	11348.2	-	23275.4
1990	9535.8	6764.3	17.5	16317.6	34315.3	23147.6	80.1	57543
2000	16052.5	11175.2	36.4	27264.1	93934.2	30878.5	108.9	124921.6
2001	16623	11673	36.4	28332	98563	24010	152	122725
2002	19568	12241	36.4	31846	95563	33684	153	129400
2003	22974.4	12578.7	33.9	35587	105101	35329	150	140580

Kaynak: TEAŞ-EÜAŞ Genel Müdürlüğü,2006

Tablo 32: Türkiye Elektrik Enerjisi Kurulu Güç Kapasitesi Gelişimi
(MW)

Kaynak Türü	1990	1991	1995	1998	1999	2000	2001	2002
Taş Kömürü	332	353	326	335	335	480	480	480
Linyit	4874	5041	6048	6214	6352	6509	6511	6503
Petrol	1748	1737	1353	1532	1542	1586	2000	2400
Doğalgaz	2210	2555	2884	4047	4959	4905	4851	7247
Diğer	372	392	463	893	2368	2574	2781	2938
Toplam Termik	9536	10078	11073	13021	15556	16052	16623	19538
Jeotermal + Rüzgar	18	18	18	26	26	36	36	36
Hidrolik	6764	7113	9863	10307	10537	11175	11673	12241
Genel Toplam	16318	17209	20954	23354	26119	27264	28332	31846

Kaynak: TEAŞ-EÜAŞ Genel Müdürlüğü,2006

Tablo 33: Türkiye Elektrik Enerjisi Üretimi Gelişimi

(GWh)

Kaynak Türü	1990	1991	1995	1998	1999	2000	2001	2002
Taş Kömürü	621	998	2232	2981	3123	3819	4046	4092
Linyit	19561	20563	25815	32707	33908	34367	34372	28056
Petrol	3942	3293	5772	7923	8079	9311	10366	10744
Doğalgaz	10192	12587	16579	24838	36346	46217	49549	52497
Diğer	-	38	222	255	205	220	230	174
Toplam Termik	34315	37482	50621	68703	81661	93934	98563	95563
Jeotermal + Rüzgar	80	81	86	90	102	109	152	153
Hidrolik	23148	22863	35541	42229	34678	30879	24010	33684
Genel Toplam	57543	60246	86247	111022	116440	124922	122725	129400

Kaynak: TEAŞ-EÜAŞ Genel Müdürlüğü,2006

Elektrik enerjisi üretiminin kaynaklar bazında dağılımı Tablo 25 incelendiğinde, 2003 yılında gerçekleşen 140,580 Gwh'lık toplam üretimin 105,101 GWh'ı (% 74,8) termik, 35,329 GWh'ı (%25,1) hidrolik ve 150 GWh'ı (% 0,1) jeotermal ve rüzgar santrallerinden sağlanmıştır. 2003 yılı ithalata dayalı doğal gaz santralleri elektrik enerjisi üretiminde % 42'lik pay alırken,

yerli kaynaklarımız linyit ve hidrolik santrallerin payı sırasıyla 516,8 ve %25,1 dolayında kalmıştır.

2.2. Türkiye'nin Enerji Üretim Tüketim Değerlendirmesi

1960'ların başlarında, henüz sanayileşme çabalarının da başlarında olan Türkiye'nin, enerji üretimi de tüketimi de oldukça düşüktür. Birincil enerji tüketiminin yaklaşık yarısı yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. Bunların içinde hidrolik enerjinin payı çok düşük olup büyük çoğunluğu itibariyle odun, hayvan ve bitki atıklarından oluşmaktadır. Tüketimin geriye kalan diğer yarısına ise, daha ağırlıklı olmak üzere katı yakıtlar ve daha sonra gelmek üzere de petrol kaynaklık etmektedir. Elektrik üretiminin yüzde 61'i katı yakıtlar, yüzde 32'si de hidrolik kaynaklar kullanılarak sağlanmaktadır; petrolün payı ise yüzde 8'in altındadır. Birincil enerji itibariyle üretim tüketimin yüzde 80'ini karşılamaktadır. 1973 dünya petrol krizinin arifesine gelindiğinde, birincil enerji üretimi, yılda ortalama yüzde 4,3 artarak, 1960'ların başındaki değerin bir buçuk katına çıkmış, tüketim de yılda ortalama yüzde 6,4 artarak aynı dönem itibariyle yüzde 90'a yakın bir artış göstermiştir. Bu dönemde birincil enerji itibariyle üretim tüketimin yüzde 65,5'ini karşılamaktadır (Ege,2004:28). Birincil enerji tüketimi kaynaklarında durum ise petrolün yüzde 51,4, yenilenebilir kaynakların yüzde 27,2 ve katı yakıtlar ise yüzde 21,4. dir. 1983 yılına gelindiğinde birincil enerji tüketiminin kaynakları içinde petrol yüzde 49,1, yenilenebilir kaynakların yüzde 26,5 ve katı yakıtlar ise yüzde 20,6. olmuştur. Ülkemizde 1990 yılında 944 kgpe olan kişi başına genel enerji tüketimi, 2004 yılında 1.190 Mtep olarak gerçekleşmiştir. Kişi başına brüt elektrik enerjisi tüketimi ise 1990 yılında 1.012 kwh iken, 2004 yılında 2.090 kwh olarak gerçekleşmiştir. Kişi başına elektrik enerjisi tüketimi OECD ülkelerinde ortalama 8.607 kwh olarak gerçekleşmiştir.

Enerji üretim artışının talepten daha düşük olması nedeniyle 1990–2002 yılları arasında net ithalatta yıllık ortalama %5,5'lik bir artış gerçekleşmiş ve net ithalat yaklaşık 2 kat artarak 1990 yılındaki 28,5 Mtep seviyesinden 2003 yılında petrol başta olmak üzere doğalgaz, kömür ve elektrik enerjisi ithalatı yapılmıştır. 2003 yılında gerçekleşen ithalat sonucu, 1990 yılında %48,1 olan talebin yerli üretimle karşılanma oranı 2003 yılında %28,3 olmuştur (DEKTMK,2004).

Tablo 34: Türkiye'nin Birincil Enerji Tüketimi
(MTep)

	Birincil Enerji Tüketimi										
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Türkiye	56.2	60.1	67.7	69.6	72.1	70.7	76.3	71.5	75.1	80.7	85.3

Kaynak: Bp Statistical Review of World Energy, Haziran 2005

Tablo 35: Türkiye'nin Birincil Enerji Üretim ve Tüketimi ve İthal Bağımlılığı

	Üretim (Bin Tep)	Tüketim (Bin Tep)	Üretim/Tüketim (%)
1962	9998	12490	80
1972	15178	23174	65.5
1983	19213	37165	51.7
1990	28219	55131	51.2
1995	26320	63148	41.7
2002	24884	78051	31.9
2003	23800	84000	28.3

Kaynak: ETKB,2006

2003 yılı Türkiye birincil enerji arzı 84 milyon ton petrol eşdeğeri (MTEP) olup, bunun ancak 23,8 MTEP (% 28,3) kadarı yerli üretim ile karşılanmıştır. Tablo 31'de görüldüğü üzere enerji arzının yerli üretimle karşılanma oranı 1962 yılında % 80, 1972 yılında %65,5, 1995 yılında %41,7 iken bu oran 2003 yılında % 28,3'e gerilemiştir. Türkiye birinci enerji arzında; kömür (linyit+taşkömürü) % 25'lik pay ile petrolden sonra en çok tüketilen birincil enerji kaynağıdır. Taşkömürü ve linyit dışındaki diğer katı yakıtlardan

petrokok 2003 yılı toplam enerji arzında 1,3 milyon TEP, ikincil kömür 0,4 milyon TEP, odun 4,5 milyon TEP ve hayvansal ve bitki atıkları 1,2 milyon TEP olarak sıralanmaktadır. Toplam olarak 2004 yılında 28,4 milyon TEP katı yakıt tüketilmiştir. Türkiye birincil enerji arzında en büyük pay, önceki yıllarda olduğu gibi, %37 ile 2003 yılında da petrole aittir. Petrolden sonra en çok tüketilen birincil enerji kaynağı %25 payla kömürdür. Üçüncü sırada ise %23 ile doğal gaz gelmektedir (DEKTMK,2004).

Aynı yıl, toplam enerji arzı içinde %37 paya sahip olan petrolü yerli üretim içindeki payı %7,3, toplam enerji arzı içindeki payı %23 olan doğal gazın yerli üretim içindeki payı ise sadece %2,7'dir. Kömürün ise, yaklaşık yarısı dışarıdan karşılanmıştır.

2.3. Türkiye’de Enerji Politikası

Planlı dönem öncesi gelişmeler: bu dönemde ticari enerji kullanımı düşük düzeylerde kalmış, enerji gereksinimi daha çok hayvan gübresi, odun gibi ticari olmayan enerji türleri ile giderilmiştir. 1923–1930 dönemi arasında elektrik santrallerinin kurulu güçlerindeki değişim izlendiğinde yatırımlarda ağırlığın taş kömürü, mangal kömürü ve fuel oil ile çalışan santrallerle verildiği ve bugünkü durumun tam aksine enerji üretiminde hidrolik potansiyelinden çok küçük oranlarda faydalandığı görülmektedir. 1923 yılında İzmir İktisat Kongresinde Osmanlı döneminden miras alınan yabancı firmaların sektördeki hâkimiyetinin azaltılması için yurtiçi gereksinimin, acele yerli kaynaklarla karşılanması benimsenmiştir. Cumhuriyet döneminde ekonomik ve teknik olanaksızlar nedeniyle ayrıcalıklı ortaklıkların çıkarlarına dokunulmadan, bunların Osmanlı döneminden gelen çalışmalarını sürdürmelerine izin verilmiştir.

Planlı Dönemde ayrıcalıklı ortaklıklar, ayrıcalıklı sözleşmeleri ile elektrik satış tarifelerini kendileri açısından sağlam temellere dayandırmışlar, paranın değerinin düşmesi, mal ve işçilik maliyetlerinin giderek artması karşısında tarifeleri altın esasına göre düzenlemişlerdir. Yabancı ortaklıkların işletmeye açtıkları, büyük kısmı motorin ve taşkömürü ile çalışan termik santrallerin de ülkenin içinde bulunduğu ekonomik koşullara uygun olmadığı ve bu yüzden elektrik fiyatlarının yüksek artışlara uğradığı görülmeye başlamıştır.

I ve II. Beş Yıllık Sanayi Planlarında, gerek yabancı firmaların imtiyazları kaldırılarak enerji sektöründeki egemenliğine son verilmesine gerek enerji gereksiniminin yurt içi kaynaklarla ve devletin kendi olanaklarıyla karşılanmasına özel bir vurgu yapılmasının ardında yabancı kuruluşlardan duyulan hoşnutsuzlukların büyük payı vardır.

I ve II. Beş Yıllık Sanayi Planları:

1933–1938 ve 1938–1942 yıllarını kapsayan I ve II Beş Yıllık Sanayi planlarında enerji talebi ve talebin artması durumunda talebin hangi kaynaklardan karşılanabileceği konusu ele alınmış, bu sektörde örgütlenme önem kazanmıştır. Enerji konusunda çok yönlü yeraltı-yerüstü kaynakların araştırılması, işletilmesi ve üretimde bulunması için araştırmacı kuruluşlar kurulmasına önem verilmiş, bu dönemde ana amaç, enerji üretimini arttırıp dışa bağımlılığı azaltarak döviz tasarrufu sağlamak biçiminde belirlenmiştir.

1950–1960 dönemi:

1950–1960 döneminde liberal anlayışın tüm ekonomide hâkim olmaya başlamasından enerji sektörü de payını almış, hem tarım hem sanayinin birlikte kalkınması amaçlanan bu dönemde, enerji sektörünün ekonomik yaşam içerisindeki önemi giderek artmıştır. İktidar değişikliği ile birlikte 2.

Dünya Savaşı sonrası özel sektör elindeki sermayenin yatırıma dönüştürülmesi, yabancı sermayenin ve uluslar arası kuruluşların yatırımlarının Türkiye'ye çekilebilmesi amacıyla özel sektör ağırlıklı bir karma ekonomi politikası benimsenmiştir.

10 yıllık dönemde üretim, 1950'li yıllarda 790 milyon KWh'den 1960'da 2 milyar 185 milyon KWh'e çıkmıştır. 1950 yılı başında 35 -40 kWh olan kişi başı elektrik enerjisi tüketimi 1960 yılına gelindiğinde 100 kwh'a ulaşmış, dönem başında yüzde 23 olan elektrikten faydalanan nüfusun oranı dönem sonunda % 31,6'ya varmıştır. (Atlas,1996:171)

I.Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi:

Tüm kalkınma planlarında, enerji konusunda temel amaç ve hedefler, "Kısa, orta ve uzun vadede enerji arzının kesintisiz, emniyetli, ekonomik ve sosyal kalkınmayı destekleyecek biçimde talebe zamanında ve yeterli derecede cevap verebilmek" şeklinde tanımlanmıştır. 1963–1967 yıllarını içeren I.Plan döneminde, enerji talebinin karşılanmasında başta su gücü ve kömür olmak üzere birincil enerji kaynaklarından en fazla yararlanmanın yolları aranmıştır. Bu dönemde başta petrol olmak üzere birincil enerji kaynaklarının kapasitesini ölçmek için yeraltı kaynak araştırmalarına başlanmış ve Türkiye'nin jeolojik haritası çıkarılmıştır. Sanayileşme adımları ile artan petrol talebinin yurtiçi kaynaklardan karşılanması, madencilikte kapasitenin düşürülmemesi için sektöre düzenli yatırım yapılması öngörülmüştür. Ülkenin geniş, kullanılabilir hidrolik potansiyelinin üzerinde kurulacak yeni baraj ve hidroelektrik santrallerinde üretilen elektrik enerjisi, sulama ve aydınlatmada daha ekonomik kullanılması ve özellikle düzenli yağış rejiminin sürdüğü koşullarda enerji gereksiniminin büyük ölçüde su kaynaklarından karşılanması ana hedef olarak konulmuştur.

II. Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi:

Bu dönem 1968–1972 yıllarını kapsar. Enerji sektörüyle ilgili hedefler birinci plandakiyle hemen hemen aynıdır. Elektrik enerjisi talebinin karşılanması sırasında darboğaz yaşamamak için üretim, iletim ve dağıtım imkânlarının talep seviyesinin üzerinde olacak biçimde geliştirilmesi ve enerji ihtiyacının karşılanmasında da önceliğin su kaynaklarına verilmesi plan döneminde alınacak tedbirler olarak sıralanmıştır. II. Planda nükleer enerji kaynaklarından yararlanma düşüncesi, ilk olarak gündeme gelmiş, Türkiye'nin enerji ihtiyacının karşılanması için nükleer santrallerin kurulması yolunda çalışmaların başlatılması gerektiği belirtilmiştir.

III. Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi:

Enerji sektörünün daha detaylı incelendiği 1973–1977 arasını kapsayan bu dönemde özellikle madencilik ve petrol sanayinin kamunun öncülüğünde geliştirilmesi amaçlanmış, ülkenin ihtiyacı olan elektrik enerjisi üretiminin sağlanması için çalışmalara hız verilmesi, enterkonnekte sistem geliştirilerek köylerin elektriklenmesi ve nükleer teknoloji kullanımı için çalışmalar yapılması planlanmıştır. III. Plan Dönemi, dünya akaryakıt fiyatlarının hızla yükseldiği bir dönem olup dönem içinde, akaryakıtın elektrik üretimindeki yüzde 47'lik payı nedeniyle, fiyat artışlarının enerji üretimine çok büyük etkisi olmuştur. Yatırımların istenen düzeyde yapılamadığı, bu dönemde ortalama birincil enerji üretim ve tüketim artışları arasındaki fark planlı dönemler içerisinde en yüksek seviyesine ulaşmış, üretim artışı yüzde 2.1 olurken tüketim artışı yüzde 7.7 düzeyine varmıştır. Bu yüzden ulusal enerji sistemi Bulgaristan şebekesine bağlanarak bu ülkeden 1975 yılında 96 Gwh elektrik enerjisi ithalatına başlanmıştır.

IV. Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi:

1979–1983 arası dönemde enerji sektörü Türkiye'nin içinde bulunduğu siyasi ve ekonomik istikrarsızlıktan payına düşeni almıştır. Plan döneminin ilk yıllarında dış finansman bulunamaması nedeniyle sürmekte olan yatırımların bitiriliş tarihi gecikmiş, yüksek enflasyon koşullarında, ihtiyacı karşılayamayan enerji pahalı ve kesintili bir şekilde temin edilmiştir. 5 yıllık dönemde birincil enerji üretimi yüzde 1.6, tüketimi ise yüzde 1.8 artarak planlı dönemler içerisindeki en düşük oranlı artışlar yaşanmıştır.

V.Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi:

Yerli ve yabancı özel sermayenin enerji sektöründeki payının artırılması planlanan bu dönemde, artık önemli sıkıntıların yaşanmaması için ciddi yatırımlara başlanması amaçlanmıştır. 1985–1989 yıllarını kapsayan bu dönemin sonunda önemli bir güç ve üretim yedeği oluşturulmuş köy elektrifikasyonu konusunda da önemli gelişmeler meydana gelmiş ve nüfusun yaklaşık yüzde 99'una elektrik ulaştırılmıştır. Dönem başında 563 kWh olan kişi başı net elektrik üretimi 1989 yılının sonunda 771 kWh'a yükselmiştir.

VI. Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi:

1990–1994 yılları arasını kapsayan Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminde başta hidrolik enerjisi olmak üzere, güneş enerjisi ve jeotermal enerjiden daha çok faydalanılması ve nükleer enerjiden yararlanmak için gerekli çalışmaların sonuçlandırılması, tekrarlanan hedefler arasında yer almış, ayrıca enerji tasarrufuna ilişkin projelerin desteklenmesi, teşvik edilmesi ve enerji-çevre dengesinin korunması gereği üzerinde durularak sektörde özelleştirme çalışmalarına devam edilebileceği ve kamu ve özel kesimin beraber faaliyet göstereceği yeni bir yapının oluşturulacağı da belirtilmiştir. VI. Plan döneminde bir önceki dönemde yüzde 30 gibi önemli bir yedek kapasiteye ulaşıldığı düşünülerek, kurulu gücün geliştirilmesinde düşük bir

yatırım artışı planlanmıştır. Ticari enerji kaynakları kullanımının yüzde 90 düzeyine çıkarılması, buna karşılık ticari olmayan enerji kaynakları oranının da düşürülmesiyle doğal gaz tüketiminin yaygınlaştırılması planlanan bu dönemde, kapasite artımını hedefleyen yatırımlardan çok iletimin ve dağıtımın iyileştirilmesine yönelik yatırımlara ağırlık verilmesi üzerinde durulmuştur.

VII. Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi:

1996–2000 yılları arasını kapsayan VII. Plan döneminde hızla artan talebin karşılanması için büyük kapasiteli yeni santral projelerine başlanması, yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması ve dağıtım sırasında meydana gelen kayıpların en aza indirilmesi için şebeke yatırımlarına ağırlık verilmesi gerekliliği üzerinde durulmuş, nükleer enerjinin ülkeye transferini gerçekleştirmek üzere çalışmalar yapılacağı belirtilmiştir.

VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı Dönemi:

2001–2005 dönemini kapsayan sekizinci beş yıllık kalkınma planında, Türkiye'deki ve dünyadaki gelişmeler karşısında, enerji politikasının da sürdürülebilir bir kalkınma yaklaşımı ile ele alınması ve ekonomik ve sosyal gelişimi destekleyecek, çevreyi en az düzeyde tahrip edecek, asgari miktar ve maliyette enerji tüketimi ve dolayısıyla arzının hedeflenmesi gerektiği ifade edilmektedir.

3.BÖLÜM: EKONOMİK BÜYÜME VE ENERJİ KULLANIMI

Ülkelerin ekonomik kalkınmışlığının bir ölçütüde ürettikleri ve kullandıkları enerji miktarıdır. Yaklaşık 6 milyar nüfusa sahip dünyada sanayileşmiş ülkelerde yaşayan 1 milyar nüfus kullanılan toplam enerjinin %60'ını tüketirken, gelişmekte olan ülkelerde yaşayan 5 milyar nüfus sadece %40'ını tüketmektedir. Artan dünya nüfusu oranının da üzerinde enerji talebi gelişmektedir. Enerji talebindeki artış dünya nüfusunun artış oranından daha fazladır. Uygarlık ve teknolojinin gelişmesi ile başlayan enerji ihtiyacı, teknolojik yeniliklerin artmasına paralel olarak artmaya devam etmektedir. İnsanlar yaşamının her aşamasında enerji kullanmak zorunda kalmaktadır. İnsanlığın yaratılışından itibaren enerji tüketimi hızla ve katlanarak artmış, hiçbir zaman azalmamıştır. Bunun en önemli nedenlerinden biri, insanların hayatlarını daha kaliteli bir yaşam için gösterdikleri çabadır. Dünyaya gelen veya yeni bir üretim yapan her fert, enerji talep etmektedir.

Enerji yalnız başına bir sonuç değil bu sonuca giden yoldur. Enerji ve ekonomik büyüme arasındaki bağlantı, teknolojik gelişmeler ve kaynaklar arasındaki karşılıklı ilişkilerden büyük çapta etkilenmektedir. Bilinmeyen ya da ulaşılamayan kaynakları ekonomik açıdan değerlendirilip kullanılabilir hale getirerek birçok yeni kaynağın yaratılmasına teknolojik gelişmeler yardımcı olmuştur. Teknoloji, kaynaklara olan talebin oluşumuna öncülük etmektedir. Bu bölümde enerji ve ekonomi ilişkisi ve buna paralel enerji yoğunluğu, verimliliği ve tasarrufu dünya ve Türkiye açısından değerlendirilecektir.

3.1 Ekonomik Büyüme ve Kalkınma Kavramları

Ekonomik büyüme, milli gelir düzeyinde görelî artışı ifade etmekte olup üretim miktarında belli bir zaman aralığında meydana gelen artış olarak tanımlanabilir. Bir ülkenin iktisadi büyümesi iki şekilde algılanabilir; birincisi tam istihdamın altında kullanılan iktisadi kaynakların daha etkin kullanılmaya başlanmasıyla üretimin artırılması, ikincisi tam istihdamda kullanılan kaynak miktarının artırılmasıyla iktisadi büyümenin gerçekleştirilmesidir (Jorgenson,1998). Kalkınma ise, ekonominin bünye ve çatısında meydana gelen değişimleri ya da uzun dönemli sürdürülebilir büyüme, istikrar, ülkenin sağlık, eğitim ve sosyal yaşamındaki artışı ifade etmektedir. Kalkınma, büyümeye göre daha geniş bir kavramdır, ancak büyüme ile eşanlamlı olarak da kullanılır. Kalkınmanın gerçekleşebilmesi için büyüme ön koşuldur. Pratikte bu iki olgu genellikle birlikte gerçekleşir. Gerçekten de, gövdesi ile büyüyen bir varlığın çeşitli bünyesel değişimlere uğraması doğaldır. Hem toplam hem de kişi başına ifadelerle gerçek hasılanın büyütülmesi sorunsalı, iktisadi kalkınma sorunsalının da merkezindedir. Bir üretim artışı sağlanmadan bir kalkınma sürecinden söz edilmesi imkânsızdır. Kalkınma bir büyüme sorunsalıdır (Weil,2004).

Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) belirli bir ülkede belirli bir zaman zarfında üretilen nihai mal ve hizmetlerin parasal değerlerinin toplamı olarak ifade edilir. Eğer bir ülkede bir yıl içinde üretilen nihai mal ve hizmetlerin değeri temel bir yılın piyasa fiyatları üzerinden hesaplanırsa buna reel gayri safi yurt içi hasıla denilir. Reel GSYİH bir ülkenin sınırları içinde bir yılda üretilen malların miktarında meydana gelen değişimleri yansıtır. Ekonomik büyüme zaman içinde reel GSYİH'da meydana gelen artış olarak adlandırılır. (Sivrikaya,2003).

3.2 Kalkınma Stratejileri ve Enerji

Çok yakın zamanlara kadar enerjinin rolü iktisadi büyüme modellerinde önemsenmemiştir. Klasik büyüme modellerinde enerji üretim faktörleri içinde yer almamıştır. Sermaye, emek, toprak ve daha sonraları hammadde üretimin temel girdileri içinde sayılmıştır. Emek ve toprak kısıt olarak kabul edilirken enerjinin hava gibi kısıtsız olduğu düşünülmüştür. Enerjinin önemi onun kullanımının artmasıyla başlamıştır. Şehirleşme ve sanayileşme enerji talebinde önemli artışa neden olmuştur. Herhangi bir enerji politikası önerisi olmadan sanayileşmiş ülkelerde odundan kömür, petrol ve doğalgaz kullanımına geçiş olmuştur. 1973 petrol krizinden etkilenen dünya ekonomisi enerjinin emek ve sermayeden ayrı bir üretim faktörü olduğunu kabul etmiştir.

3.2.1 İthal İkame Stratejisi ve Enerji

İthal İkame Stratejisinin amacı daha önce ithal edilen malları ülkede üretilmesini sağlamak için sanayiler kurarak, ithalatın yapısını değiştirip, sanayi çıkışlı ithal mallarının GSYİH'ya oranını düşürmektir (Başkaya,2000).

Sanayileşme genellikle şehirleşmeye neden olduğu için ticari yakıtta ve elektrik talebinde hızlı artışa neden olmaktadır. İthal ikame stratejisi uygulama sürecinin ilerlemesiyle genellikle daha enerji yoğun olmaya meyillidir. İlk başlarda ara malların ithalatından ve onların ülke içinde nihai mallara dönüştürülmesi söz konusu iken sonraki safhalarda üretim zinciri geriye doğru kayarak ara mallarında ülke içinde üretilmeye başlaması, enerji talebinin daha da artmasına neden olmaktadır (İsmailov,2005).

3.2.2 Dışa Açık Kalkınma Stratejisi ve Enerji

Dışa açık kalkınma stratejisinde ekonomi, kaynakların yeniden tahsisinde piyasa güçlerine ve özel sektörün ekonomideki üstün rolüne güvenir ve serbest ticaretin geliştirilmesi ile üretim birimlerinin, sermayenin ve işçilerin serbest dolaşımını savunur (Parasız,2005).

İhracatı artırmaya yönelik stratejilerde doğal kaynakların işletilmesine önem verilmekte olup, doğal kaynakların türlerine göre enerji yoğunluğu değişir. Örneğin, bakır ve alüminyum üretimi elektrik talebinin artışına neden olurken, petro kimya sanayileri ortalama enerji tüketimini azaltmaktadır. Dışa açık kalkınma stratejisi ithal ikame stratejisine göre daha az enerji yoğun olmaktadır.

3.2.3 Yeşil Devrim Stratejisi ve Enerji

Birçok gelişmekte olan ülkede 1950'li yıllarda ve 1960'ların başında nüfusun sürekli olarak artması, kişi başına reel gelirin ve kişi başına gıda miktarının azalması nedeniyle tarıma teknik ilerlemeyi sokmak zorunlu hale gelmiştir. Söz konusu strateji kırsal bölgelerde enerji talebini önemli derecede etkilemektedir. Yeni tohumların bulunması, verimliliğin artırılması, gübre kullanımının artması, sulama kolaylıkları, tarımın mekanikleşerek traktör kullanımının artması neticesi enerji talebi artmaktadır (Parasız,2005).

3.2.4 Temel İnsan İhtiyaçları Stratejisi ve Enerji

Bu strateji; eğitim, sağlık, konut, temiz su, şehir içi taşımacılığı ve benzeri hizmetlerin kırsal ve şehir fakirlerine yönlendirilmesini ve gıda güvencesinin sağlanmasını amaçlamakta olup, enerji arzı, hane halkı tüketimini ve konut

inşaatı enerji tüketimini karşılayacak şekilde planlandığından diğer stratejilere göre daha az enerji talebi oluşmaktadır (İsmailov,2005).

3.3 Enerji Ekonomisi

Enerji ekonomisi, efektif talebin azaltılmasıyla mutlak enerji tüketiminin düşürülmesi olarak tanımlanmaktadır. Efektif talep, fiyat ve yönetim politikasında yapılacak değişiklikler, teknolojik gelişmeler veya tüketicilerin enerji kullanım alışkanlıklarını değiştirmeleri suretiyle düşürülebilir.

Sanayi devriminden sonra ekonomik büyüme ve kalkınma, enerji kullanımına artan bir oranla bağlanmıştır. Tarım ve sanayinin makineleşmesi, ulaşım yapısının giderek büyümesi daha büyük oranlarda enerji harcamaları gerektirmektedir. Emek kıtlığı ve yükselen ücretler ile karşılaşan sanayiciler, ekonomik nedenlerle emek yerine enerji ve sermaye ikamesi yoluna gittiklerinden, ekonomik yapının enerjiye olan bağımlılığı daha da artmıştır. 1970'li yıllardaki petrol şoklarına kadar çok düşük olan enerji fiyatları, kalkınmış ve kalkınmakta olan ülkeleri enerjiye bağımlı hale getirerek, enerji girdisini, ekonomik büyüme ve ekonomik kalkınmanın en önemli faktörü haline getirmiştir (DEKTMK,2000).

Bugün tüm kalkınmış ülkeler ekonomik büyümelerinin enerji tüketimine olan bağımlılığını azaltmak için uzun vadeli politikalar üzerinde çalışmaktadırlar. Kalkınmış ülkelerin üzerinde durdukları tedbirlerden bazıları şunlardır;

- Nihai talebin baskı altına alınması suretiyle enerji talebinin azaltılması,
- Nihai talepte yapısal değişiklik yapılmak suretiyle enerji talebinin azaltılması
- Enerji girdisi yerine emek, sermaye gibi üretim faktörlerinin ikamesi

- Teknolojik gelişmelerden yararlanılarak enerji yoğunluğunun azaltılması
- Enerji kayıplarının ve israfının ortadan kaldırılması
- Tüketici davranışlarının değiştirilmesi

3.4 Üretimde Enerji: Fiziksel Teori

Yeniden üretilebilirlik üretim ekonomisinde anahtar bir kavramdır. Bazı üretim girdileri yeniden üretilebilir değilken, diğerleri bir maliyet karşılığında üretim sisteminde yeniden kullanılabilir. Üretimin ana faktörleri söz konusu dönemin başında var olan ve üretimde doğrudan kullanılmayan faktörler iken ara girdiler ilgili dönem esnasında ortaya çıkarılan ve üretimde tamamen kullanılan faktörlerdir.

Geleneksel yaklaşımda esas üretim faktörleri olarak emek, sermaye ve toprağı ele alırken petrol ve materyal gibi malları ara mal kabul etmektedir. Klasik iktisatçılar tarafından ara mallara, emek ve sermayeye yoğunlaşmış olan standart büyüme teorilerinde açık bir rol atfedilmez. Dolayısıyla geleneksel büyüme teorisinde enerjinin rolü hakkındaki fikirler fazlaca eğilip bükölme durumundadır (Stern,2003).

Sermaye, emek ve hatta uzun dönemde doğal kaynaklar bile yeniden üretilebilir üretim faktörleri iken enerji yeniden üretilebilir değildir (Stern 1999). Dolayısıyla tabiat bilimciler ve ekolojik ekonomistler enerjinin rolü ve onun ekonomik üretim ve büyüme süreçlerindeki ulaşılabilirliğı üzerinde önemle durmuşlardır.

Termodinamiğin ilk kanunu (koruma kanunu) kütle-denge ilkesini öne çıkarmaktadır (Ayres, Kneese, 1969). Maddi bir çıktı elde edebilmek için aynı miktarda ya da daha fazla girdi kullanılmalıdır. Çünkü girdilerin atığı ve

kirliliği olacaktır. Bu nedenle maddi bir sonuç üreten her üretim sürecinde asgari girdi şartı vardır. Termodinamiğin ikinci kanunu (verimlilik kanunu) maddenin dönüşümünü gerçekleştirmek için asgari gereken asgari bir enerji miktarının olduğunu ortaya koyar. Dolayısıyla diğer üretim faktörlerinin enerjinin yerini alabilmesi ancak bir ölçüde mümkündür. Bazı hizmet faaliyetleri materyallerin doğrudan işlenmesini gerektirmese bile tüm ekonomik süreçler enerji kullanmaktadır.

Enerji de gerekli bir üretim faktörüdür (Stern 1997). Maddenin şekil dönüşümü ve hareket ettirilmesini kapsayan üretim sürecinde enerji gerekmektedir. Neoklasik iktisadi yaklaşımda herhangi bir dönemde ekonomiye sağlanan enerji yeryüzünden çıkarılma miktarı, rafine edilme, üretme kapasitesi ve bu süreçlerin ilerlemesini sağlayan hızlar ve etkinlikler gibi ekonomik kısıtlara ve petrol rezervlerindeki basınç gibi biyofiziksel kısıtlara sahip olmasına rağmen, endojen kabul edilir (Stern 1999). Bu analitik yaklaşım iktisadi büyüme ve üretimin itici gücü olan enerjinin önemini azaltmaktadır. Ancak, bazı biyofiziksel büyüme modelleri (Gever,1986) ise enerjinin tek ana üretim faktörü olduğunu öne sürer.

Costanza (1980) ve Kauffman (1987) ekonominin net üretimini brüt sabit sermaye oluşumu, envanter değişimi ve net ihracat olarak görür. Bu net tasarrufa eşittir. Bu görüşte sistemin amacı büyümedir ve cari tüketimde emek tarafından kullanılan enerjinin tamamı onun üretken faaliyetini fonlamak için gereklidir. Bunun altında yatan modelde çalışanlar tarafından kullanılan enerjinin yalnızca bir kısmı onların faaliyetlerini yürütmelerini sağlayan güç için gereklidir. Kalan kısım onların yararını artıran ama üretkenliklerini arttırmayan bir fazlalıktır. Enerji fazlası emek, sermaye ve toprak sahiplerince bir kenara ayrılır. Leontief girdi-çıktı modeli tek bir ana üretim faktörüne ve marjinal verimlilik tarafından belirlenmeyen fiyatlara sahip bir ekonomiyi temsil eder. Marjinal üretim sıfırdır ama pozitif denge fiyatlarından oluşan bir vektör vardır. Her bir malın üretimi için, gereken mal

ve hizmet akışları cinsinden bir sabitlenmiş oranlar tekniği vardır. Bu ekonomi temsili ya da enerjinin ana faktör olduğu ekosistem Hannon tarafından (1973) önerilmiştir (Stern,2003). Ekoloji ekonomistleri ise, petrol rezervleri gibi kaynakların kalitesi düştükçe girdi üretiminde daha fazla enerji kullanılacağını ve böylece artan enerji maliyetinin kullanım değeri anlamında bir kıtlıkta artışı temsil edeceğini iddia ederler (Cleveland, Stern 1999).

3.5 Enerji –GSYİH ilişkisi:

Belirli bir anda, belirli bir ülkede genellikle petrol eşdeğeri ton (tep) cinsinden hesaplanan toplam enerji tüketimi “E” ve para cinsinden ifade edilen GSYİH “Y” arasındaki ilişki, ekonomik faaliyette enerjinin rolü hakkında fikir vermektedir. Genel olarak “enerji şiddeti” veya “enerji yoğunluğu” diye adlandırılan bu “E/Y” oranı, tüm dünyada kullanılmakta olup ülkelere ve zamana göre çok değişken bir göstergedir.

Yapılan ampirik çalışmalar, enerji tüketimi ile ekonomik faaliyet arasında çok yakın bir ilişki bulunduğunu göstermiştir. Bu ilişkinin saptanmasında genel olarak, Enerji/GSYİH oranı kullanılmaktadır. Bu oran, enerji tüketimi ile GSYİH artış oranları arasında pozitif yönde bir ilişki kurulabileceğini ifade etmektedir. Ülkelerin enerji kullanım yoğunluklarını gösteren bu oran; bir birim milli gelir yaratmak için tüketilen fiziki enerji miktarını temsil eder. Diğer bir ifadeyle, 1 YTL’lik katma değer yaratımında ne miktarda enerji girdisi kullanıldığını belirler. Bu oranın düşmesi, o ekonomide enerjinin daha verimli kullanıldığını işaret eder.

Bu gösterge içinde, ekonomik çıktı, enerji verimliliğindeki artış veya azalma, yakıt ikamesindeki değişimler birlikte ifade edilmektedir. 1980’lerin başından itibaren dünyada enerji yoğunluğu, enerji verimliliğinin takip ve karşılaştırılmasında yaygın olarak kullanılan bir gösterge olmuştur (DEKTMK,2004).

Birincil enerji tüketimine etki eden faktörler arasında, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde GSYİH öncelikle ele alınmaktadır. Bunun nedeni, bu tür ülkelerin ekonomilerinde gelir (GSYİH) ile enerji tüketiminin yıllık artışlarının uzun dönemlerde birbirini paralel olarak takip etmesidir.

3.5.1 Enerji Verimliliği

Enerji arz sisteminin sürekli değişmesi, yeni teknolojilerin geliştirilmekte oluşu, enerji materyallerinin fiyatlarının kısa periyotlar içinde ani değişiklikler sergilemesi, özellikle dünyadaki stratejik dengeleri zaman zaman yerinden oynatan petrolün fiyat istikrarının bulunmayışı, bütün bunlara karşın enerjinin gündelik hayatımızdaki kullanım oranının ve vazgeçilmezliğinin son yıllarda artmış olması, enerji ve elektrik enerjisi sistemlerinde tasarruf uygulamalarını ve verimlilik yaklaşımlarını zorunlu hale getirmektedir (Kavak,2005:7).

Ekonomik şartlar çok zorken, sosyal ve ekonomik nedenlerden dolayı enerji fiyatlarını artırmak mümkün değilken, kullanım bedellerinin ödenmesinde güçlükler varken ve finans sağlamak çok zorken, enerji verimliliğini artırmaya yönelik yatırım yapmak son derece zordur. Enerji tasarrufu bedava bir süreç değildir, yatırım gerektirir. Sermaye yokluğu, iyi çalışmayan sermaye piyasaları ve likidite sıkıntısı gibi problemler bu alandaki gelişmelerin önünü tıkayan en önemli faktörlerdir. Avrupa ülkeleri ve BDT ülkelerinin arasındaki enerji verimliliği farkının yarıya indirilmesi halinde, %90'ı fosil yakıtlar olmak kaydıyla 600 milyon TEP enerji kaynağının tasarruf edilmesi mümkün olabilecektir (Özden,2000:21).

Dünyada özellikle petrol krizlerinin ardından enerji kaynaklarının yüksek fiyat artışları, çevresel problemlerle birleşince, son 30 yılda mevcut kaynakların daha etkin ve verimli kullanılması, üretici ve tüketicilerle belirli alışkanlıklar yaratarak ve belli iyileştirmelerle ihtiyacın daha az enerji sarf edilerek giderilmesi yönünde tasarruf politikalarına ağırlık verilmesi

gerekmıştır. Ekonomik olarak enerji verimliliğinin artırılması, ilave yeni enerji kaynaklarının devreye sokulması için yapılacak yatırımlardan daha caziptir.

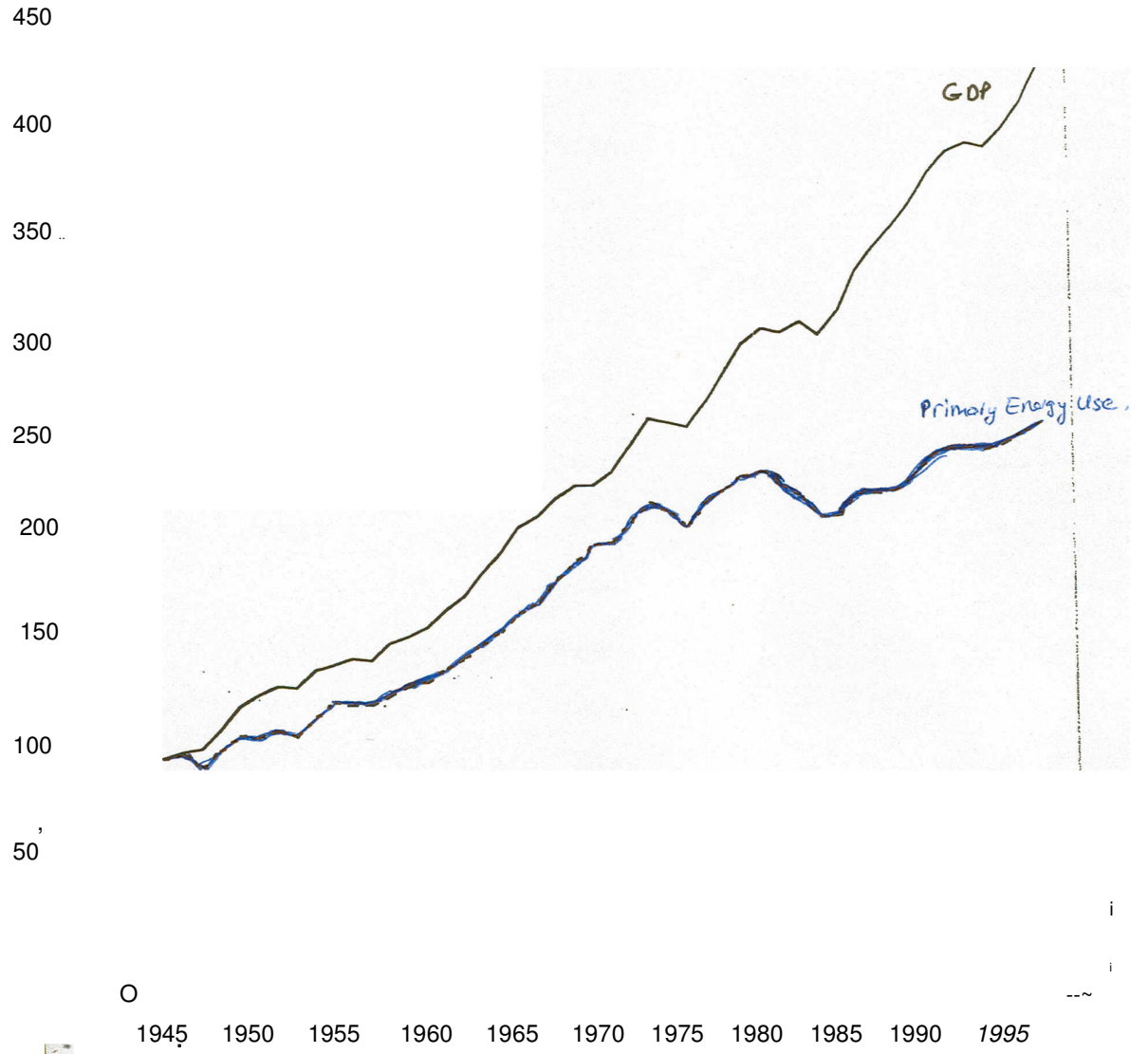
Enerji verimliliği; ısı, gaz, buhar, basınçlı hava, elektrik gibi çok değişik formlarda olabilen enerji kayıpları ile her çeşit atığın değerlendirilmesi, geri kazanılması veya yeni teknoloji kullanma yoluyla üretimi düşürmeden, sosyal refahı engellemeden enerji tüketiminin azaltılmasıdır. Gelişmekte olan ülkeler için değişim veya geçiş⁵ ekonomisine sahip ülkeler için geçiş süreci esnasında enerji verimliliğini artırıcı önlemlerin alınması son derece önemli olmaktadır. Çünkü bu sayede ekonomi gelişip büyürken, bu büyümenin gerektirdiği enerji ihtiyacını yeni enerji yatırımlarına girmeden karşılamak mümkün olabilecektir. Enerji tasarrufunun ve enerjiyi bilinçli kullanmanın en önemli etkisi ithalatın azaltılmasına katkıda bulunarak Türkiye'nin enerji güvenliğini ve ödemeler dengesinin iyileştirilmesini sağlaması olacaktır. Çevre kirliliğinin azaltılmasına katkıda bulunarak çevrenin korunmasına yardım eder. Enerji fiyatlarında ucuzluğa yol açar.

Bu ekonomilerde, özellikle 1970'lerin iki petrol fiyatı şokundan bu yana, enerji verimliliğindeki eğilim konusunda çokça tartışma olmuştur. Şekil 1 incelendiğinde, ABD ekonomisi örneğini ele alırsak, GSYİH'daki ciddi bir yükselişe rağmen, 1973'den 1991'e kadar enerji tüketimi neredeyse hiç değişmemiştir (Stern, 2004).

Her ülkenin sanayi yapısına ve coğrafi durumuna yakından bağlı olarak milli gelir ve kişi başına düşen birincil enerji tüketimi yani enerji yoğunlukları değişmektedir.

⁵ Merkezi planlamayı terk ederek piyasa ekonomisi sistemini kurmaya çalışan eski sosyalist ülkeler.

Şekil1 ABD GSYİH - Düzeltilmemiş Birincil Enerji Kullanımı



Enerji tüketim yapısında, kullanılan teknolojilerde, kişilerin yaşama şekillerinde değişikliğe gidilerek ve enerji tasarruf edilerek, enerjinin etkin ya da rasyonel (akılcı) kullanımı ve verimlilik artışı, enerji tasarrufu sağlar. Enerji tasarrufu, enerji kullanımında tutumluluğun bir sonucudur. Enerji arz-talep dengesini düzenleyici özelliği vardır. Savurganlığı kaldırarak, talebin abartılmış biçimde ortaya çıkmasını engeller. Enerji tasarrufu, ekonomik büyümeden ve yaşam koşullarından ödün vererek enerjinin az kullanılması değildir. Enerji tasarrufu, enerji üretim ve tüketiminin maksimum verimle gerçekleştirilmesi, enerji kayıplarının minimuma indirilmesi, ekonomik büyümeyi ve yaşam konforunu engellemeden enerji talebinin kontrol altına alınması ve talep artış hızının düşürülmesidir.

3.5.2 Enerji Yoğunluğu

Enerji yoğunluğu sabit fiyatlarla gayri safi yurt içi hasıla birimi bazında tüketilen enerji miktarı olarak tanımlanmaktadır(DEK,1996:27). Enerji verimliliğinin önemli göstergelerinden birisi olan enerji yoğunluğu, genellikle 1000 ABD Dolar'lık hasıla için tüketilen TEP miktarı, uluslararası yoğunluğun göstergesi olarak tercih edilmektedir.

Enerji yoğunluğu, bir ülke ekonomisi tarafından oluşturulan gelir başına kullanılan enerji miktarıdır ve tüm dünyada kullanılan bir göstergedir. Bu gösterge içinde, ekonomik çıktı, enerji verimliliğindeki artış veya azalma, yakıt ikamesindeki değişimler birlikte ifade edilmektedir ve değişimlerin tek tek bu gösterge içinde ayırt edilmesi mümkün değildir. Bununla birlikte, dünyada enerji yoğunluğu, enerji verimliliğinin takip ve karşılaştırılmasında yaygın olarak kullanılan bir araçtır. Enerji yoğunluğu global olarak izlenebildiği gibi sektör ve ürün bazında da takip edilebilir. Örneğin ülkemizdeki binalarda 200–250 kWh/m² olan ısı kaybı benzer iklim şartlarında Almanya için 75–100 kWh/m² dir. Türkiye'de entegre demir çelik

tesislerinin enerji yoğunluğu 26–28 GJ/ton ham çelik iken Japonya 18 GJ/ton ham çelik civarında bir değere sahiptir.

Her ülkenin sanayi yapısına ve coğrafi durumuna yakından bağlı olarak milli gelir ve kişi başına birincil enerji ve elektrik tüketim değerleri yani enerji yoğunlukları değişmektedir. Enerji tüketim yapısında, kullanılan teknolojilerde, kişilerin yaşama şekillerinde değişikliğe gidilerek ve enerji tasarruf edilerek, yoğunluk değerleri aşağıya çekilebilir. Tasarrufta amaç aynı mal ve hizmet üretimi için daha az enerji kaynağı kullanılmasıdır. Böylece doğal kaynakların ömrü uzamış, üretim ve tüketim sırasındaki çevre problemleri azalmış ve enerji kaynakları için daha az finansal kaynak kullanılmış olacaktır.

Tasarruf çalışmalarında göz önüne alınan enerji yoğunluğu (TBET/GSYİH), birim gayrisafi yurtiçi hasıla (GSYİH) başına düşen toplam birincil enerji tüketimi (TBET) miktarıdır. Yoğunluğun dinamik süreçte değişimi, enerji tüketimindeki gelişmeyi, GSYİH'nın değişmesini, teknolojik değişimi, enerji verimliliğindeki artış veya azalmayı, enerjilerin birbiri yerine ikamesini bir bütün içinde ifade etmektedir. Verimlilik artışı ile enerji tasarrufu açısından bu değerın düşürölmesi arzu edilmekle birlikte, konfora yönelik tüketiimin artması, yaşam standartlarının gelişmesi enerji yoğunluğunu yukarı çekme eğilimindedir. Bu nedenle, çeşitli ölkelerde enerji yoğunluğu değeriinde dalgalanmalar görölmele birlikte, genelde Avrupa Birliğı ölkelerinde olduğı gibi bir düşme trendi vardır.

Enerji tüketimi ile ekonomik faaliyet ilişkilerinin analizi imkanını veren göstergeler arasında en fazla kullanılan bu oran; bir yandan bir katma değeri biriminin üretimi için gerekli enerji miktarını ifade ederken, diğeri yandan global olarak belirli bir ekonomide enerji kullanımının etkinliğinin ölçüsünü vermektedir. Bir ölkenin enerji yoğunluğu ne kadar düşükse, o ölkede birim hasıla üretmek için harcanan enerji de o kadar düşük demektir.

Tablo36: Çeşitli Ülkelerin Enerji Yoğunluğu(MTEP/Milyar \$)

	1980	1990	2000	2001	2002	2003	2004
Türkiye	0.37	0.37	0.39	0.39	0.38	0.38	0.37
ABD	0.35	0.27	0.24	0.23	0.23	0.22	0.22
Kanada	0.50	0.39	0.35	0.34	0.33	0.35	0.35
İngiltere	0.23	0.19	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14
Japonya	0.12	0.09	0.11	0.10	0.10	0.11	0.10
Portekiz	0.18	0.22	0.24	0.23	0.24	0.24	0.23
Almanya	0.29	0.23	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17
Kore	0.23	0.27	0.37	0.30	0.30	0.36	0.35
Macaris.	0.74	0.66	0.53	0.52	0.51	0.50	0.48

Kaynak: Tablo 36 WorldBank Statistics,2006'dan enerji tüketim istatistikleri ve GSYİH değerleri kullanılarak hazırlanmıştır.

Bir ülkenin gelişmişlik düzeyi, enerji açısından iki temel göstergeyle izlenebilir. Bunlardan biri kişi başına enerji tüketimidir, diğeri ise enerji yoğunluğudur. Kişi başına enerji tüketiminin yüksek olması, hem ülkedeki ekonomik faaliyetlerin canlılığını, hem de refah düzeyinin canlılığını gösterir. Enerji yoğunluğunun düşüklüğü ise, aynı miktar enerjiyle daha çok katma değer üretilmesini simgeler. Bu durumda, bir ülkede enerji açısından gelişmişliğin ideal şartı, kişi başı enerji tüketiminin yüksek ve enerji yoğunluğunun düşük olmasıdır (Kavak,2005:12).

Brüt Yurt İçi Hasılanın her doları başına kullanılan enerji miktarı olarak hesaplanan enerji yoğunluğu dünyada 1970'den bu yana azalma göstermiştir. 1970 ve 1986 yılları arasında enerji yoğunluğu ekonominin daha az enerji yoğun endüstrilere ve daha etkin teknoloji kullanımına geçmesi nedeniyle yılda %1.2 oranında azalmıştır. Daha düşük fiyat artışları ve daha fazla enerji yoğun endüstrilere geçiş nedeniyle 1986 ve 2003 arasında enerji yoğunluğunun azalış hızı yıllık ortalama %1'e inmiştir (World Development Indicator,2006).

Kişi başına enerji tüketimi açısından yeterli gelişmişlik seviyesine ulaşamayan ülkemizin, enerji yoğunluğu açısından da gelişmiş ülkelerin gerisinde olduğu gözlenmektedir. Tablo 37’de dünyanın çeşitli bölgelerindeki enerji yoğunluğu değerleri gösterilmektedir.

Tablo 37: Dünyanın Çeşitli Bölgelerindeki Enerji Yoğunlukları (TEP/Bin \$)

	Tüketilen Enerji (MTEP)	GSYİH (Milyar 95 \$)	Enerji Yoğunluğu (TEP/Bin \$)
Dünya	100291.1	34399.87	0.29
OECD	5332.8	27880.9	0.19
Orta Doğu	389.7	588.2	0.66
Eski Sovyet Ülkeleri	935.3	527	1.77
OECD-Dışı Avrupa	99.2	138.6	0.72
Çin	1155.7	1282	0.90
Asya	1152.3	1765.5	0.65
Latin Amerika	449.9	1605.2	0.28
Afrika	514.3	612.3	0.84

Kaynak: International Energy Agency, 2003

Tablo 36’da da Türkiye’nin enerji yoğunluğunu hem gelişmiş, hem de gelişmekte olan ülkeler ile enerji yoğunluğu bakımından karşılaştırılması sunulmuştur. Bu tablo incelendiğinde, ülkemizin enerji yoğunluğunun gelişmiş ülkelerin enerji yoğunluğunun üzerinde olduğu, gelişmekte olan Çin, Hindistan ve Meksika gibi ülkelerinde altında olduğu görülmektedir. Avrupa Birliği ve OECD ülkelerinde enerji yoğunluğunun düşüklüğü, modern teknoloji kullanmalarından ileri gelmektedir. ABD ve Kanada’nın enerji yoğunluğunun yüksekliği ise, modern teknoloji kullanmalarına karşın, aşırı konfor uygulamalarından kaynaklanmakta olup, kişi başına enerji tüketimleri bunun göstergesidir. Bununla beraber, enerji yoğunluğu 1980–1996 döneminde Kuzey Amerika’da % 7, İngiltere’de % 9 düşürülmüştür (Ültanır,1998).

Ülkeler arasında enerji yoğunluğu açısından önemli farklar bulunmaktadır. Bu, ülkelerin nüfus yoğunlukları, enerjinin kendi fiyatı, ülkedeki ya da bölgedeki iktisadi faaliyetlerin yapısı, ekonomideki kapasite kullanımı,

sermaye yatırımları, yeni inşaat, nüfus, teknolojik yenilikler, enerji politikaları ve ülkenin sahip olduğu enerji kaynaklarının az ya da çok olması, yerleşim birimleri arasında kat edilen mesafeler ve iklim şartları farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Fakat bazı ülkeler arasındaki enerji yoğunluğundaki farklılıklar ise bu ülkelerin enerji verimlilik seviyelerindeki eşitsizliklerden kaynaklanmaktadır. Bu eşitsizlikleri, geçmişten alınan alışkanlıklar, farklı oranlarda yeni ve enerji açısından verimli teknolojilerin adaptasyonu ve enerji fiyatlarının genel seviyesi, karar verme süreçlerindeki farklılıklar, yöneticilerin seviyesi gibi pek çok etkene bağlamak mümkündür.

Enerji yoğunluğu düşük gelirli ülkelerde zenginlik arttıkça artma eğiliminde, yüksek gelirli ülkelerde ise zenginlik arttıkça düşme eğilimindedir (Galli,1999). Düşük gelirli ülkelerde gelir düzeyindeki artışla beraber enerji yoğunluğunun artması, sanayileşme ve kentleşme ile beraber enerjinin de yoğun olarak kullanılmasına bağlanır. Buna karşın sanayileşmiş ülkelerde enerji yoğunluğunun azalması, iktisadi yapının daha düşük enerji yoğun sektörlerle doğru gelişmesi ve aynı zamanda enerji tasarrufu sağlayan teknolojik gelişmelerin olması ile açıklanabilir. Bununla beraber zengin ülkelerde GSYİH artışı, enerji kullanımındaki artıştan daha yüksek olmuştur. Bu, enerji yoğunluğunun, ülke zenginleştikçe azaldığını desteklemektedir. (Çermikli,2006).

3.6 Enerji Tüketimine Etki Eden Faktörler

Bugün kalkınma sorunu çözümünün, kişi başına milli gelir artışının ötesinde, toplumun sosyal ve ekonomik yapısını değiştiren ve ilkel üretim metotları yerine, modern teknolojinin imkanlarından yararlanan bir sanayileşmeye bağlı olduğu bir gerçektir. Sınai maddelerinin tümünü dışardan temin eden ve kendisi tamamen tarımsal üretimde bulunan bir ekonomi hiçbir zaman kalkınmış ülkeler düzeyine gelemeyecektir. Çünkü yüksek verim arz eden bir tarımsal yapı mevcut işgücü arzının ancak küçük

bir kısmını istihdam edebilir. Kalkınmakta olan ülkeler güçlü bir enerji artışına ihtiyaç duyarlar. Bunun temelinde üç unsur bulunmaktadır. Hızlı ekonomik büyüme ve endüstriyel gelişme, yüksek nüfus artışı, kentleşme ve geleneksel ticari olmayan yakıtların ticari enerji ile ikame edilmesi (Biol,1997:2).

3.6.1 Enerji Tüketiminde Nüfus Artışının Rolü

Günümüz dünyasında 1998 yılında 5.9 milyar olan dünya nüfusunun %50'sinden fazlası ticari enerji ve onun nimetlerinden mahrumdur. 1998 yılında dünyanın kişi başına enerji tüketimi 1665 KEP, 2003 yılında ise dünyanın nüfusu 6.3 milyara ulaşırken kişi başına tüketim ise 1734 KEP olmuştur. Bunun temel nedeni, gelişmekte olan ülkelerde 2.5 milyar küsur insanın büyük çoğunluğunun kas gücü, birkaç evcil hayvan ve istenilen miktarda elde edilmesi giderek güçleşen geleneksel yakıtlar dışında başka bir enerjiye sahip olmamalarıdır. 1998 yılında önümüzdeki 30 yıl içinde dünya nüfusuna muhtemelen 3 milyar kişi daha eklenecek ve bu artışın %90'ı ekonomik açıdan zaten fakir ülkelerde olacaktır. Enerji talebindeki en hızlı artış gelişmekte olan ülkelerde olmuştur. Son on yılda, yüksek gelir grubu ülkelerinin enerji tüketimi 4926 KEP'ten 5410 KEP'e ulaşmış olup ortalama % 12'lik bir artış gerçekleşmiş bulunmaktadır. Bu oran az gelişmiş ülkelerde 1993 yılında 270 KEP olan kişi başına tüketim 2003 yılında 306 KEP ulaşarak ortalama % 14 artış gerçekleşmiştir. Orta gelir grubuna ait ülkelerde ise 1993 yılında kişi başına tüketim 921 KEP' den 2003 yılında 1090 KEP'e ulaşarak %18 artış sağlanmıştır. Gelişmekte olan ülkelerde enerji talebini yönlendiren iki ana güç nüfus artışı ve ekonomik gelişmedir.

3.6.2 Enerji Tüketiminde Fiyatlandırmanın Rolü

Enerji fiyatları çoğunlukla üretim maliyetlerini bile kapsamamakta, dış etkenler denilebilecek daha yaygın sosyal ve çevresel etkileri hiç

içermemektedir. Genelde ticari enerji fiyatlarının geçiş ekonomilerinde ve gelişmekte olan ülkelerin çoğunda %30 ile %50 arasında bir oran ile sübvansede edilmektedir. Enerji, daha gelişmiş ülke ekonomilerinde genellikle daha az desteklenmektedir.

Enerji tüketimi yurt içi kaynaklara dayalı ekonomilerin aksine, enerji girdilerinin büyük bir bölümünü ithalatla karşılayan bir ekonomide sorun bir dış ticaret meselesi haline gelmektedir. Dış ticaret hacmi GSYİH'ya göre küçük olan bir ekonominin, enerji fiyatlarındaki değişimden önemli ölçüde etkilenmesi kaçınılmazdır. Çünkü bir ülke enerji fiyat artışını karşılayabilmek için ihracatını da hemen hemen aynı oranda artırmak zorunda kalacaktır. Eğer, ihracat artışı sağlanamıyorsa enerji tüketimini kısmak, diğer ithal girdilerini azaltmak veya borçlanmak gibi seçenekleri mevcuttur. Ancak, ilk ikisini gerçekleştirmek iktisadi ve siyasi bakımdan çok güç olduğundan genelde borçlanma yolu tercih edilmektedir. Borçlanma ile tam açığın kapatılması olanaklı değilse, diğer çözüm seçenekleri uygulanmaktadır. Bu durumda, ekonomide ve sanayileşme çabalarında hissedilir bir yavaşlama gözlenmekte ve dahası hem işsizlik hem de enflasyonla uğraşmak gerekmektedir. 1974–75 yıllarında dünya ekonomisi ticaret ve büyüme hızları bazında önemli bir kriz yaşamıştır. Söz konusu dönemde dünya ticareti, 1970–74 yılları arasındaki yaklaşık %28'lik yıllık artış oranından %4–6 dolayına gerilemiştir. Dünya ekonomisini daraltan bu krizin aracı, ham petrol fiyatlarındaki artış olmuştur (Pala,1996).

Genel olarak ülkelerin enerji kullanımının büyüme oranı yüksek petrol fiyatları döneminde daha düşük olarak gerçekleşmiştir (Hannesson,2002). Hannesson'a göre enerji tüketimindeki değişimin, enerji fiyatlarından bağımsız olmadığı kabul edilir. Enerjinin bir girdi olarak öneminin arttığı son elli yıllık zaman diliminde, ekonomik büyüme ile enerji kullanımı arasında aynı yönlü bir gelişme izlenmektedir. Enerji fiyatı ile enerji tüketimi arasında bir ilişki mevcuttur (Adjaye, 2000). Özellikle düşük enerji fiyatları döneminde

(1960–1974 ve 1985 sonrası), bu ilişki daha güçlüyken fiyat yükselişlerinin yaşandığı dönemlerde daha zayıftır (Çermikli,2006)

Tablo 38: Bazı Ülkelerde Fuel Oil Fiyatları

(Sanayi)

(ABD\$/Ton)

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
ABD	110	110	126	119	86	107	169	147	164
Kanada	110	112	127	121	83	114	182	165	-
İngiltere	135	141	153	153	133	150	192	177	-
Fransa	136	145	150	131	106	127	179	154	176
Japonya	188	182	173	181	154	170	224	217	202
Meksika	63	56	75	87	64	73	116	103	-
Macaristan	96	97	121	103	90	96	130	129	164
Türkiye	236	175	184	182	154	174	207	181	264
OECD	139	140	161	159	127	154	207	189	-

Kaynak: ETKB,2003

Tablo 39 :Bazı Ülkelerde Linyit Fiyatları

(Sanayi)

(ABD\$/Ton)

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Fransa	104	116	114	100	101	100	84	72	-
İtalya	52	50	49	47	41	33	38	45	-
Japonya	57	49	51	47	42	37	36	32	-
Polonya	-	39	39	38	44	37	39	43	-
İngiltere	79	59	55	56	58	56	53	52	-
ABD	37	36	36	36	36	35	35	36	37
Türkiye	49	36	37	38	38	35	32	32	42
OECD	53	43	44	42	41	39	39	38	-

Kaynak: ETKB,2003

Tablo 40:Bazı Ülkelerde Elektrik Fiyatları

(Sanayi)

(ABD Cent/ kWh)

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Fransa	5.6	6	5.7	4.9	4.7	4.4	3.6	-	-
İtalya	9.8	9.3	10.1	9.4	9.5	8.6	8.9	-	-
Japonya	12.2	18.5	15.7	14.6	12.8	14.3	-	-	-
Polonya	2.5	4	4	3.6	3.7	3.7	3.7	4.5	4.9
İngiltere	7.1	6.8	6.5	6.5	6.5	6.4	5.5	4.8	-
Macaristan	7.4	4.5	4.8	5.4	5.6	5.5	4.9	5.1	6
Meksika	4.6	2.7	3.3	4.1	3.8	4.2	5.1	5.3	-
ABD	4.8	4.7	4.6	4.5	4.5	3.9	4	4.3	4.9
Türkiye	8.3	7.6	8.6	7.7	7.5	7.9	8	7.9	9.4
OECD	6.7	7.9	7.4	6.9	6.5	6.3	4.7	-	-

Kaynak: ETKB,2003

Tablo 41: Bazı Ülkelerde Elektrik Fiyatları

(Konut)

(ABD Cent/ kWh)

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Fransa	15	16.7	16.4	13.4	12.9	12.1	10.2	-	-
İtalya	15.7	16.9	17.8	15.9	15.9	21.3	21.4	-	-
Japonya	17.7	26.9	23	20.7	18.7	21.3	21.4-	-	-
Polonya	1	6.2	6.5	6.2	6.7	6.5	6.5	7.9	8.4
İngiltere	11.9	12.7	12.5	12.5	12.1	11.7	10.7	10.1	10.5
Macaristan	3.9	5.8	6	6.8	7	7.3	6.5	6.8	8
Meksika	4.6	4.5	4.8	5.4	5.5	5.9	6.8	7.5	-
ABD	7.9	8.4	8.4	8.4	8.3	8.2	8.2	8.5	8.4
Türkiye	5.1	7.6	8.8	8	7.9	8.4	8.4	8.4	9.4
OECD	6.7	7.9	7.4	6.9	6.5	6.3	4.7	-	-

Kaynak: ETKB,2003

Tablo 42: Bazı Ülkelerde Doğalgaz Fiyatları

(Sanayi)

(ABD\$/10⁷ kWh)

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Fransa	155	161	162	153	146	135	168	157	172
İtalya	157	174	198	192	171	-	-	-	-
Japonya	413	490	423	463	356	386	453	406	-
Polonya	82	130	138	131	132	122	133	173	-
İngiltere	159	127	92	102	109	103	105	134	-
Macaristan	131	106	106	145	145	135	125	158	189
Meksika	101	62	89	99	81	88	150	163	-
ABD	114	101	129	136	119	119	171	192	151
Türkiye	127	158	188	199	172	162	175	200	215
OECD	129	130	144	148	134	130	169	183	-

Kaynak: ETKB,2003

Tablo 43: Bazı Ülkelerde Doğalgaz Fiyatları

(Konut)

(ABD\$/10⁷ kWh)

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Fransa	475	500	470	427	435	384	348	403	435
İtalya	642	667	733	699	691	639	-	-	-
Japonya	946	1411	1294	1288	1068	1196	1294	1168	-
Polonya	16	209	236	228	248	244	248	304	-
İngiltere	329	329	326	338	331	321	293	286	317
Macaristan	79	137	136	166	203	185	214	233	275
Çek Cum.	18	126	132	129	177	185	214	233	275
ABD	234	244	264	267	262	257	298	375	326
Türkiye	214	211	209	238	218	226	260	242	-
OECD	323	362	367	363	359	352	341	386	-

Kaynak: ETKB,2003

Ülkelerin enerji tüketimlerini incelediğimizde ilginç sonuçlarla karşılaşabiliriz. Tablo 38, 39, 40, 41, 42, ve 43 den görüldüğü üzere gelişmiş ülkelerdeki petrol, doğalgaz, kömür ve elektrik fiyatları gelişmekte olan ülkelere göre fazladır. Sanayileşmiş ülkelerde sanayi ve konutlarda kullanılan enerji kaynakları arasında fiyat olarak bir hayli fark bulunmaktadır. Örneğin; Tablo 42 ve Tablo 43'ü incelediğimizde sanayileşmiş ülkelerin sanayi sektöründeki doğalgaz fiyatları ile konutlarda kullanılan doğalgaz fiyatları arasında fark 3 ile 4 kat arasında değişmekte iken gelişmekte olan Macaristan, Polonya, Çek Cumhuriyeti ve Ülkemizde bu oran 1.2 ile 1.8 arasında değişmektedir. Bu oranlar elektrik kullanımında da değişmektedir. Neticede sanayileşmiş ülkeler konutta kullanılan enerji fiyatlarını sanayide kullanılan enerji fiyatlarından oldukça yüksek belirlemektedirler. Sanayileşmiş ülkeler enerji fiyatlarındaki desteklemeleri sanayi sektörü için kullanmaktadırlar. Konut sektörü için herhangi bir desteklemeye gitmemektedirler. Gelişmekte olan ülkeler ise desteklemeyi hem sanayide hem de konutta yapmaktadırlar. Buna benzer enerji fiyatlarındaki desteklemeler, para ve enerji kaynaklarının çok büyük oranlarda boşa harcanmasına yol açmaktadır. Enerji fiyatlarını destekleme ekonomik olarak verimsizdir.

Enerji fiyatları, aşırı tüketim ve harcamaya yol açacak biçimde büyük ölçüde sübvansede edilmektedir. Fiyat desteklemeleri, alternatif temiz enerji türlerinin gelişimini engellemektedir. Fakat destekleme fiyatlarının kaldırılması, bu sonuca ulaşmayı sağlayacak isteğe ve maddi olanaklara bağlıdır. Yardıma muhtaç veya kararsızlık içinde olan toplumlarda ani fiyat artışı uygulanamaz. Fiyat artışı olmaz ise savurganlık devam edecek, yeni enerji formları ve enerji kullanan aygıtların ıslahı için ayrılan para azalacak ve belirlenen hedeflere ulaşamayacaktır. Gelecekteki küresel enerji talebinde artışın çoğunu bugünkü gelişmekte olan ülkeler oluşturacaktır. Gelişmekte olan ülkelerin çok azının elinde, modern, verimli ve temiz teknolojiyi elde edebilmek için finansman kaynakları vardır. Bu tip teknolojilerin pek azı zengin ülkeler tarafından gelişmekte olan ülkelere parasız olarak verilebilecektir.

3.6.3 Enerji Tüketiminde Teknolojinin Rolü:

Dünya enerji tüketimi teknolojik gelişmelere paralel olarak, baş döndürücü bir hızla artmakta ve 21.yy. a girerken adeta enerji tüketen bir toplum ortaya çıkmaktadır. Hem enerji temini ve kullanımında tam verimlilik iyileştirmeleri, hem de çevresel koruma ve temizlik için sağlam kurumlar ve politikalar önemlidir. Bu amaçlara ulaşılmasına elverişli fiziksel ortamları teknoloji sağlamaktadır. Teknolojinin etkin şekilde kullanımı, piyasa ekonomisine sahip sanayileşmiş ülkeler tarafından kaydedilmiş olan verimlilik ile çevresel sorunların azaltılması ve korunması konusundaki ilerlemelerle kendini belli etmektedir (Önal,2000).

Tarihsel olarak insanlar tarafından üretim sürecinde kullanılan enerji kaynaklarının değişmesiyle insanlık devrim denilebilecek adımlar atmış; öyle olunca gerek iktisadi gerek sosyal tüm insan ilişkileri de büyük bir dönüşüme uğramıştır. Bu bakımdan enerji kaynakları ve enerji türünün değişmesi,

öncelikle teknolojik değişimin ve böylece iktisadi ve toplumsal değişimin motor gücünü oluşturmuştur.

Teknolojik iyileşmelerin, enerji kullanımını azaltacağı genel bir kabul görür. Özellikle, fiyat asimetrisinin ortaya çıkmasını sağlayan temel faktörün, enerji tasarrufu sağlayan teknolojik gelişmeler olduğu kabul edilir (Çermikli,2006)

Enerji ekonominin emek, sermaye ve toprak (doğal kaynaklar) şeklinde sıralanan üç klasik üretim faktörüne teknolojik gelişmenin eklediği çağdaş bir üretim faktörüdür. Tarih boyunca ekonomilerde kullanılan enerji çeşitlerinin, teknolojik gelişme ve teknik ilerleme, enerji kaynaklarında yaşanan darboğazlar ve üretim maliyeti gibi nedenlerle ve ekonomik yapıya uygun bir şekilde değiştirilmiştir. Örneğin; antik çağlardan buyana belli yörelerde bilinen, yakıt ve kimyasal bir madde olarak çok sınırlı bir kullanıma sahip petrol, özellikle 19. yy. aydınlatma gereğinin sonucu olarak aranmaya başlamıştır. Petrol talebini doğuran, önce aydınlatma gereği sonra talebi büyük boyutlara ulaştıran, 20. yy. buhar enerjisini ve buhar makinesini ikame edecek olan içten patlamalı motorların ortaya çıkışıdır. Petrolün dünya enerji sahnesinde kendisine etkin ve önemli bir yer edinmesi; hem içten patlamalı motorların hem de Henry Ford'un icad ettiği T tipi otomobil kullanımının yaygınlaşmasına rastlamaktadır (Pala,1996).

3.7 Enerji ve Ekonomik Büyüme

Enerji ile büyüme arasındaki ilişki hakkında iki zıt görüş mevcuttur. Birinci görüş enerjinin büyümenin temeli olduğu, çünkü emek ve sermaye faktörlerinin enerji olmadan bir şey yapamayacağıdır. Bu iddiaya göre enerji tüketimi ekonomik büyümenin en önemli faktörüdür. Diğer görüşe göre ise, enerji büyümede etkisizdir. Buna literatürde etkisizlik hipotezi denir. Enerjinin

büyüme üzerindeki etkisizliğinin ana nedeni enerji maliyetinin GSYİH içindeki payının çok az olması ve dolayısıyla çıktı artışına önemli bir katkıda bulunmamasıdır. Ayrıca, enerjinin büyüme üzerindeki etkisinin ekonomik yapıya ve ülkenin içinde bulunduğu gelişim aşamasına da bağlı olduğu öne sürülmektedir (Ghali, Saka, 2004).

Tüm üretim ve çoğu tüketim faaliyetleri enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Enerji, ekonomik büyümenin, sanayileşmenin ve kentleşmenin anahtar kaynağıdır. Diğer taraftan iktisadi büyüme, sanayileşme ve kentleşme daha fazla enerji (özellikle ticari enerji) kullanımını tetiklemektedir (Paul, Rabindra, 2004)

Reel ve finansal iktisatçılar petrol ve diğer enerji kaynaklarının ekonomik faaliyetler arasındaki rolüne büyük önem atfederken geleneksel büyüme teorisi enerji ve diğer doğal kaynakların ekonomik büyümeyi tetiklemesi üzerinde çok az dururlar. Bunun bir istisnası tabi ki 1970'lerin petrol krizini takip eden üretim yavaşlamasına dair yaygın tartışmalardır.

Üzerinde tam olarak çalışılmış bir alternatif ekonomik büyüme modeli yok gibi görünürken, enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki rolü hakkında çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ana bulgu, ekonomik çıktı birimi başına kullanılan enerji miktarının düştüğü, fakat bunun büyük ölçüde fosil yakıtların (kömür, petrol ve doğalgaz) doğrudan kullanımından elektrik gibi daha kaliteli yakıtlara geçilmesinden kaynaklandığıdır. Enerjinin kompozisyonundaki bu değişiklik dikkate alındığında enerji kullanımı ve ekonomik faaliyet düzeyinin birbirine sıkıca bağlı olduğu bulunur. (Stern, 2003)

Geçtiğimiz zaman içerisinde, enerji tüketiminin ekonomik büyüme ile ilişkisi olduğu hakkındaki iddianın varlığı ve nedenselliğin yönü hakkında birçok test yapılmıştır. Bu testlerin sonuçları arasında herhangi bir uzlaşma bulunmamaktadır. Söz konusu test ile ilgili olarak GSYİH ile enerji kullanımı

arasında ABD (Kraft ve Kraft 1978, Akarca ve Long 1979 ve 1980, Yu ve Hwang, 1984), Güney Kore (Yu ve Choi, 1985), ve bazı sanayileşmiş ülkelerde (Pakistan ve Endonezya, Masih ve Masih, 1996) ve Tayvan'da (Cheng ve Lai, 1997) herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Enerji ile ekonomik büyüme arasında Filipinlerde (Yu ve Choi,1985), Hindistan (Masih ve Masih,1996) ve Endonezya (Asafu-Adjaye,2000) tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Ayrıca, enerji tüketimi ile GSYİH arasında çift yönlü olarak ABD (Stern,1993,2000), Tayvan (Yang,2000), Tayland ve Filipinlerde (Asafu-Adjaye,2000) nedensellik ilişkilerine rastlanmıştır.

3.7.1 Enerjinin Ekonomik Büyümedeki Rolü

Enerji ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarda insan gelişmesine önemli ölçüde etki etmektedir. Enerji, tek başına ekonomik büyümenin sağlanması için önemli ama yeterli şartı değildir. Onsuz fabrikaların çalışması, ürün yetiştirilmesi, tüketiciye ürün dağıtılması yapılamaz. Birçok çalışmalar enerji kullanımı ile kalkınma arasındaki ilişkiye odaklanmıştır. Ekonomik büyüme kalkınmakta olan ülkelerde enerji kullanımını artırmaktadır.(World Energy Outlook,2004)

Tablo 44: GSYİH Artış Oranı ve Üretim Faktörlerinin Etkisi (1980–2001)

	Ortalama Yıllık GSYİH Büyüme Oranı (%)	Üretim Faktörleri ve Verimliliğin GSYİH Büyümesine Etkisi			
		Enerji	Emek	Sermaye	Verimlilik
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
Amerika	3.2	11	24	18	47

Kaynak: World Energy Outlook, 2004

Tablo 44’de görüldüğü üzere, 1980 ve 1990’ların sonuna kadar enerji tüketimi GSYİH’yı çok hızlı bir şekilde arttırmıştır. Brezilya, Türkiye ve Kore’nin 1980–2001 yılları arasında artan GSYİH’ına büyük oranda enerji üretim faktörünün rolü bulunmaktadır. Hindistan, Çin ve ABD’nin 1980–2001 yılları arasında artan GSYİH’sında enerjinin rolü fazla değildir. Gelişmiş ülkeler enerjiyi daha verimli kullandıkları için büyümelerinde enerjinin rolü diğer üretim faktörlerinden fazla öne çıkmamaktadır.

Tablo 45: GSYİH Büyüme Oranları (%)

ÜLKELER	1700-1760	1760-1820	1820-1850	1850-1913	1913-1950	1950-1973	1973-1995
Avusturya	-	-		2.05	0.25	5.40	2.4
Belçika	-	-	2.74	2.18	1.02	4.11	2.0
Danimarka	-	-	1.98	2.38	2.35	3.99	1.9
Fransa	0.36	0.74	1.69	1.46	1.02	5.12	2.2
İtalya	-	-	-	1.37	1.44	5.49	2.7
Almanya	-	-	2.0	2.57	1.3	6.0	2.10
Japonya	-	-	-	2.45	1.81	9.68	3.8
İsveç	-	-	-	2.74	2.80	3.77	1.40
İngiltere	0.58	1.53	2.40	2.02	1.30	2.97	1.80
Amerika	-	-	4.59	4.13	2.80	3.72	2.40

Kaynak: World Energy Consul,2000

Tablo 46 : Nüfus Büyüme Oranları (%)

ÜLKELER	1700-1760	1760-1820	1820-1850	1850-1913	1913-1950	1950-1973	1973-1995
Avusturya	0.46	0.23	0.35	0.85	0.07	0.35	0.3
Belçika	0.39	0.55	0.37	0.90	0.35	0.53	0.1
Danimarka	0.25	0.48	0.44	1.09	1.07	0.71	0.2
Fransa	0.30	0.32	0.23	0.19	0.14	0.95	0.5
İtalya	0.39	0.19	0.39	0.65	0.74	0.67	0.2
Almanya	0.31	0.51	0.51	1.16	-	0.95	-
Japonya	-	-	-	0.95	1.28	1.09	0.7
İsveç	0.69	0.48	0.48	0.76	0.60	0.65	0.4
İngiltere	0.30	1.05	0.48	0.81	0.28	0.46	0.2
Amerika	3.14	3.04	1.48	2.30	1.23	1.39	1.0

Kaynak: World Energy Consul,2000

Enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini ölçebilmek için aynı dönem arasında Tablo 39'da belirtilen ülkeler arasında GSYİH artış değerleri görülmektedir. Toplam yedi döneme ayrılmıştır. Bu dönemler; Tarım Dönemi(1700–1760), Sanayileşme Dönemi (1760–1820), Demir Yolu Öncesi Dönemi(1820–1850), Raylı Taşıma Sistemi ve Buhar Dönemi(1850–1913), Savaş Yılları Dönemi (1913–1950), Ucuz Petrol Dönemi (1950–1973) ve Pahalı Petrol Dönemi (1973–1995) olarak adlandırılmaktadır. Bu dönemlerin özellikleri aşağıda özetlenmektedir.

Tarımsal Avrupa (1700–1760)

Bu dönemde sadece İngiltere ve Fransa ile ilgili değerler bulunmaktadır (Cluver,Cooper,1998). Bu dönemde Baltık ülkelerinde, Portekiz, İspanya, Almanya ve İtalya'da şartların aynı olduğu kabul edilmiştir.

Fransa bu dönemde Avrupa'nın en büyük toprağa ve nüfusa sahip ülkesidir. Fransa'da ağırlıklı olarak tarımla uğraşmaktadır. Kendi kendine yeten bir ülkedir. Şarap, konyak, keten, zeytinyağı, yün, ipek ve hayvansal ürünler ihraç etmektedir. Ulaşımda nehir taşımacılığından yararlanılmaktadır. Enerji olarak kas gücü ve hayvancılıktan yararlanılmaktadır. Bu zamanda İngiltere de ağırlıklı olarak bir tarım ülkesidir. Ticaret büyümekte olup, sanayi sektörü başlamıştır. Bu dönemde sermaye uygulamaları, tarımsal yenilikler ve yeni yöntemler Hollanda'dan alınmıştır. Ayrıca kıyı ve deniz taşımacılığı Londra'dan diğer limanlara başlamış olup, kömür ticaretine de başlanmıştır. Sanayi olarak küçük el sanatları, ev sanayisi, tekstil, metal işlemeciliği, gemi yapımı, çömlekçilik, şekerlik, cam yapımcılığı ile uğraşmaktadır. İnsan gücüne ek olarak hidro enerjiden yararlanılmaktadır. Bu dönemde ortalama yıllık GSYİH büyümesi Fransa'da % 0.36 ve İngiltere'de % 0.58 olmuştur. Her iki ülkede de nüfus artışı % 0.30 olmuştur.

Sanayileşmenin Başlaması (1760–1820)

Bu dönemde de sadece İngiltere ve Fransa'ya ait GSYİH değerleri bulunmaktadır(Cluver,Cooper,1998). Amerikan bağımsızlık savaşları, Fransa

devrimi ve Napolyon savaşları 1815 yılında bitmiştir. Nüfus artışı Fransa'da % 0.32, İngiltere % 1.05 olmuştur. İngiltere'de kanallara yatırım yapıldığından kömür taşımacılığı ucuzlamıştır. Üretim fonksiyonu olarak teknoloji ve enerji meydana çıkmıştır. Bu dönemde ucuz enerji kaynaklarından dolayı İngiltere'de buharlı motorlar geliştirilmiş, demir sanayi başlamıştır. İngiltere'nin enerji teknolojilerine olan yatırımları ve ucuz enerji faktörlerinden dolayı İngiltere'nin GSYİH artış oranı Fransa'nın üstünde olmuştur (Cluver,Cooper,1998).

Demir Yolu Öncesi Avrupa (1820–1850)

1820–1850 yılları arasını kapsayan bu dönemde Avrupa ve Kuzey Amerika'da barış zamanıdır. Bu dönemde, Belçika ve İngiltere'de ucuz kömür taşımacılığı yapılmakta olup, Fransa ve Almanya'da yapılmamıştır. Almanya tarımda Fransa'dan daha hızlı büyümekte, Amerika'da ise hem nüfus hem de yeni nitelikli emek ve toprak üretime açılmaktaydı. Teknik bilgi beş Avrupa ülkesinde yayılmıştır. Belçika ve İngiltere'nin Fransa'ya göre daha fazla büyümesi, ucuz enerjiden kaynaklanmaktadır. Ulaşım maliyetleri Fransa'da daha fazla olduğu için bu ülke kömürü madenden çıkış fiyatından 8 veya 10 kat daha fazla fiyata kullanmıştır (Cluver,Cooper,1998). Bu dönemde raylı taşıma sistemi hayata geçirilmiştir.

Raylı Taşıma Sistemi ve Buhar Çağı (1850–1913)

Bu dönemde petrol çıkarılmaya başlanmıştır. Petrol, aydınlatmada, içten yanmalı motorlarda ve dizel motorlarda kullanılmıştır. Dönemin sonunda elektrik enerjisi hidro ve kömür enerjisinden üretilmeye başlanmıştır.

Savaş Yılları (1913–1950)

Bu yıllar iki dünya savaşına sahne olmuştur. GSYİH oranı hemen her ülkede bir önceki döneme göre daha az yükselmiştir. Orta Doğu petroleri keşfedilmiş ve 1970 yılına kadar sınırsız şekilde ucuz petrol arzı sağlanmıştır. Büyük miktarda petrol, sık yerlerden çıkarılmıştır. 1914 ile 1950 yılları arası petrol fiyatı ortalama varili 12.1 ABD Doları civarında olmuştur. Petrol

kömürün yerini almış ve motorlu araçlar, dizel kamyonlar ve traktörler üretilmeye başlamıştır. Elektrifikasyon büyük bir hızla ilerlemiştir. Tarımda mekanikleşme, özellikle ABD'de tarım kesiminde çalışan insan sayısını azaltmıştır. Bu dönemde kömür hala ağırlıklı enerji kaynağı olmakta olup, GSYİH artış oranı azalmıştır(Cluver,Cooper,1998).

Ucuz Petrol Dönemi (1950–1973)

1950–1973 yılları arası ucuz petrol dönemidir. Orta Doğu petroleri dünyada yer almaya başlamıştır. 1863–1877 yılları arasında varili 87.2 ABD Doları olan petrolün fiyatı 1878–1913 yılları arası 14.1 ABD Doları 1914–1950 arasında ise 12.1 ABD Doları kadar gerilemiş, daha da düşerek 1950–1960 yılları arası 10.2 ABD Doları, 1961–1973 yılları arası 8.2 ABD Doları civarında olmuştur. Bu dönemde ayrıca doğal gaz yaygınlaşmaya başlamış, yeni petrol yatakları bulunmuştur. Yüksek miktarda kömür yataklarına rağmen, kömür ucuz fiyatlı petrol ile rekabet edememiştir. Fransa ve İtalya'nın GSYİH'ları ucuz enerji fiyatları sayesinde büyük oranda artmıştır (Cluver,Cooper,1998).

Pahalı Petrol Dönemi

ABD'nin petrol ve gaz üretimi 1970–1971 yılları arasında en üst noktaya ulaşmıştır. Bu dönemde ucuz enerji fiyatlarından dolayı kömür ve nükleer enerji alternatif olmamıştır. Batı dünyası ve Japonya Orta Doğu petrollerine bağımlı hale gelmiştir. Arap- İsrail savaşlarından dolayı petrol fiyatı varil başına 35.6 ABD Doları yükselmiştir⁶. Yüksek petrol fiyatları neticesinde, yeni petrol sahaları keşfedilmiş, dünya yeni enerji kaynakları, doğal gaz, kömür ve nükleer enerji ile ilgilenmiş ve enerji tasarrufuna gidilmiştir.

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki yakın ilişki GSYİH'da meydana gelen artış vasıtasıyla birçok araştırmacı tarafından ölçülmüştür.⁷ Enerjinin elde edilebilirliği ve fiyatı ekonomik büyümeye etki eden önemli

⁶ 1994 yılı fiyatlarıyla

⁷ Eden, Darmstadler

faktörlerdendir. Klasik üretim fonksiyonu toprak, sermaye, emek ve teknik ilerlemeye enerji terimi de eklenmelidir. 1750'den önce Tablo 39 ve Tablo 40'da belirtilen ülkelerde toprak sabit iken, yıllık GSYİH büyüme oranı % 0.5 ile nüfustaki büyüme oranına çok yakın olmuştur. 1760–1820 yılları arası sanayi dönemi öncesi İngiltere yakıt olarak kömür kullanımına başlamış GSYİH büyüme oranı %1.5 nüfus artış oranı ise % 1 olmuştur. 1820–1913 yılları arası sanayileşen dünya kömür yakıtlı buhar makinesini benimsemiş bu dönemde GSYİH büyüme oranı %2.5, nüfus artış oranı (ABD hariç) %0.5-%1 ve sermaye büyüme %1.2-%2.6 arasında olmuştur. GSYİH'daki bu artış oranı fosil yakıtların kullanımının etkisi olarak ortaya çıkmıştır (Cluver,Cooper,1998)

1950–1973 yılları arasında dünyada ucuz petrol enerjisi kullanımından dolayı GSYİH artış oranı %5 civarında (Japonya'da %10) olmuştur. 1973–1979 arası petrol fiyatlarının aşırı yükselmesinden sonra dünya petrol harici enerji kaynaklarına; kömür ve nükleer enerjiye yönelmiştir. Bu dönemde yıllık ortalama GSYİH büyüme oranı %2-%2.5 arasında olmuştur. Tablolardan da görüldüğü üzere düşük enerji fiyatları ekonomik büyümeyi etkilemektedir. Sonuç olarak enerjinin fiyatı ve elde edilebilirliği, GSYİH'ya etki etmektedir.

3.7.2 Enerji ve Büyüme Arasındaki Bağlantıyı Etkileyen Faktörler

Genel üretim fonksiyonu aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$(Q_1, \dots, Q_m) = f(A, X_1, \dots, X_n, E_1, \dots, E_p) \quad (3.1)$$

Burada Q işlenmiş mal ve hizmetler gibi çeşitli çıktıları, X_i sermaye ve işgücü gibi girdileri, E_i farklı enerji girdilerini (kömür, petrol vs.) gösterir. A ise toplam faktör üretkenliği göstergesi ile tanımlandığı şekliyle teknoloji durumudur. Enerji ile toplam çıktı (GSYİH gibi) arasındaki ilişki aşağıdakilerden etkilenir:

- Enerji ve diğer girdiler arasındaki ikame,
- Teknolojik değişim – A da bir değişim,
- Enerji girdisinin kompozisyonundaki değişiklikler,
- Çıktı kompozisyonundaki değişiklikler.
- Aynı zamanda diğer girdiler karışımındaki değişiklikler, örneğin daha fazla emek yoğun bir ekonomiden sermayenin daha yoğun olduğu bir ekonomiye geçişte enerji ile çıktı arasındaki ilişki etkilenebilir.

3.7.2.1 Enerji ve Sermaye: İkame ve Tamamlayıcılık

Brown ve Field (1979) işlenmiş sermayenin önemli metaller için iyi ikame olduğunu öne sürerken, Moroney ve Trapani (1981) daha önceki bir model spesifikasyonuna büyük ölçüde bağımlı olan toplam madde girdileri ile işlenmiş sermaye arasında geniş ölçekli bir ikame ilişkisi bulmuştur. Deadman ve Turner (1988) ise işlenmiş sermaye ile spesifik stratejik maddeler arasında sıfır ikame tesbit etmiştir. Stern'in gözlemlediği gibi, translog ve diğer işlevsel formları kullanan ekonometrik çalışmalar sermaye ve enerjinin tamamlayıcı mı yoksa ikame mi olduğu hususunda değişik neticelere varmışlardır. Genel olarak, sermaye ve enerjinin kısa dönemde daha çok tamamlayıcı, uzun dönemde ise ikame edici gibi davrandıkları görülmektedir

Kaufmann ve Azary-Lee (1991) işlenmiş sermaye ile doğal sermaye arasındaki fiziksel ara bağımlılığı hesaba katmanın önemine değinerek, ABD orman ürünleri sektöründe petrol yerine ikame edilen sermayeyi üretmek için ekonominin başka bir yerinde kullanılan dolaylı enerjiyi hesaba katmak için standart bir üretim fonksiyonu kullanmıştır. 1958'den 1984'e kadar

sermayenin dolaylı enerji maliyetlerinin doğrudan petrol tasarrufunun önemli bir bölümünü ortadan kaldırdığını bulmuştur. Bir miktar zaman geçince, sermayenin dolaylı enerji maliyetleri doğrudan petrol tasarrufundan daha fazla olmaktadır. Onların analizlerinin sonuçları yukarıda yer alan, ikame olanaklarının değerlendirilmesinde ölçeğin kritik olduğu savını güçlendirmektedir. Bu durumda ikamenin bir ölçekte (bireysel sektör) değerlendirilmesi daha geniş ölçekte (tüm ekonomide) enerji tasarruflarını abartmaktadır.

Kaufmann (1987), veri bir teknoloji düzeyinde bir birim ekonomik çıktı üretmek için gereken sermaye ve işgücü miktarı demek olan “çevresel hayat desteği çarpanı”nı dahil ederek, Solow’un standart neoklasik büyüme modelini yeniden düzenlemiştir. Çarpanın değerinde aşınma ve bozulmaya bağlı olarak ortaya çıkan bir azalma, ekonomik çıktı üretmek için gereken sermaye ve işgücü miktarındaki artış demektir. Kaufmann (1987) işlenmiş sermaye ile doğal sermaye arasındaki fiziksel ara bağımlılığı iki sektörlü bir modelle hesaba katmıştır. Buna göre ekstraktif sektör (enerjiyi çıkaran, işleyen sektör) ekonominin geri kalanında kullanılan maddeleri üretmek için sermaye ve işgücü kullanır, karşılığında ekonomi bu maddeleri kullanarak öncekinin gereksinim duyduğu sermaye ve işgücüyle birlikte diğer yatırım ve tüketim mallarını üretir. Makul karşılanacak çok sayıdaki ikame ihtimalinden, Kaufmann (1987), çevresel hayat desteğindeki her azalışın ekonominin uzun dönem büyüme çizgisini aşağıya çektiğini öne sürmüştür. Bozulma ya da aşınma çıkaran sektöre daha fazla sermaye ve işgücü gerektirir, böylece ekonominin geri kalanı için yatırım ve veya tüketim azalır.

3.7.2.2 Teknolojik Yenilikler

Berndt (1990) enerji kullanımının TFP (Toplam Verimlilik Faktörü) büyümesini etkileyebildiği çeşitli mekanizmalara bakmıştır. Schurr (1960) hipotezi elektrik gibi enerji kaynaklarının kullanımına izin veren yeniliklerin, daha sonra daha verimli ve üretken işyerlerinin organizasyonuna izin veren sermaye ekipmanında vücut bulduğunu ileri sürmüştür. Jorgenson (1984) teknik değişime karşı önyargılı olduğunu ve onun enerji kullandığını, yani tüm fiyatlar sabitken enerji kullanımına tahsis edilen maliyet payının zamanla yükselme eğiliminde olduğunu göstermiştir. Bu durumda, daha düşük enerji fiyatları TFP büyümesini hızlandırmaktadır.

Jorgenson ve Wilcoxon (1993) göre teknik yenilikler hane halkları için daha fazla enerji kullanan gereçler kazandırırken sanayiye ise enerji tasarruf teknikleri kazandırmaktadır. Howarth (1997)'a göre enerji verimliliğindeki yenilikler, toplam enerji talebini azaltmaktadır.

Khazzoom-Brookes Postulası (Brookes, 1990; Khazzoom, 1980) enerji tasarruf yeniliklerinin, tasarruf edilen paranın üretimleri için enerji gereken başka mal ve hizmetlere harcanması neticesi daha fazla enerji harcanmasına yol açacağını iddia etmektedir. Enerji servisleri üretici ve tüketici tarafından talep edilir ve enerjinin kendisi kullanılarak üretilir. Bir birim enerji servisi üretmek için gereken enerji miktarını azaltan bir yenilik enerji servislerinin efektif fiyatını düşürmektedir. Bu durum enerji servislerine, dolaylı olarak da enerjiye talebi arttırmaktadır. Daha düşük enerji fiyatı aynı zamanda ekonomideki tüm mallara olan talebi yükselten bir gelir etkisine de yol açmaktadır. Sonuçta, bu malların üretiminde kullanılan enerjiye talep de artmış olmaktadır (Binswanger, 2001).

3.7.2.3 Enerji Kalitesi ve Enerji Girdisi Kompozisyonundaki Değişiklikler

Enerji kalitesi, farklı yakıtların ve elektriğin ısı eşdeğerlerinin görecelik ekonomik yararlarıdır. Bunu ölçmenin bir yolu, bir birim ısı ilavesiyle üretilen mal veya hizmet miktarındaki marjinal artıştır. Söz konusu hizmetler, tüketiciler tarafından enerjiden doğrudan alınan hizmetleri de içermektedir. Bazı yakıtlar çok sayıda ve/veya daha değerli faaliyetler için kullanılmaktadır. Örneğin kömür bir bilgisayarı çalıştırmak için doğrudan kullanılamazken elektrik kullanılabilir. Bir yakıtın marjinal ürünü, her yakıt için farklı olan fiziksel kıtlık, yararlı iş yapma kapasitesi, enerji yoğunluğu, temizlik, depolamaya uygunluk, güvenlik, kullanım esnekliği, dönüştürme maliyeti ve benzeri özelliklerin karmaşık bir setine göre tespit edilmektedir. Fakat marjinal ürün yalnızca bu özelliklere bağlı değildir. Enerji vektörlerinin marjinal ürünleri daha ziyade o enerjinin hangi aktivitede kullanıldığına, onunla bağlantılı olarak ne kadar ve hangi türden sermaye işgücü ve madde kullanıldığına ve her uygulamada ne kadar enerji kullanıldığına göre değişmektedir. Ancak enerji nitelikleri zamanla sabit kalmaz. Genellikle kabul gören şey, elektriğin en kaliteli enerji türü olduğu, onu sırasıyla aşağıya doğru doğalgazın, petrolün, kömürün, odunun ve bio-yakıtların izlediğidir. Bu durum yakıtların enerji birimi başına fiyatları ile de desteklenmektedir. İktisat teorisine göre bir yakıt için ödenen fiyat onun marjinal ürününe eşit olmalıdır.

Schurr ve Netschert (1960) enerji kalitesinin ekonomik önemini ilk vurgulayanlardandır. Enerji kullanım kompozisyonunun zamanla önemli ölçüde değiştiğine işaret eden ikili, daha yüksek kaliteli yakıtlara doğru genel değişimin bir ABD Dolar değerindeki GDP üretimi için gereken enerji miktarını azalttığını iddia etmektedir.

Cleveland ve Kaufmann (1984) ABD'nin enerji yoğunluğundaki azalmanın çoğunu ekonomideki yapısal kaymalara ve daha düşük kaliteli yakıtlardan yüksek kaliteli yakıtlara geçişe bağlamaktadır.

Kaufmann'a (1992) göre, kömür kullanımından uzaklaşmak, özellikle de petrol kullanımına yönelmek enerji yoğunluğunu azaltmaktadır. ABD'nin 1929–1999 dönemleri arasında enerji yoğunluğunun azalmasındaki en önemli neden kömür kullanımından uzaklaşma olmuştur. Ancak, özellikle, düşük maliyetli petrol kaynaklarının tükenmesi durumunda ekonomilerin kömür gibi daha az kaliteli yakıtlara geri dönmek zorunda kalacaklardır

3.7.2.4 Çıktı Kompozisyonundaki Değişiklikler

Ekonomik gelişme esnasında çıktı kompozisyonu değişmektedir. Gelişmenin ilk safhalarında tarımdan ağır sanayiye, daha sonraki aşamalarda ise ağır sanayiden hizmet sektörlerine ve hafif endüstrilere doğru değişim olmuştur. Farklı sanayiler farklı enerji yoğunluğuna sahiptir ve farklı enerji yoğunlukları, ekonomik gelişmenin ilk safhalarında birim çıktı başına enerji kullanımında artışa, daha sonraki aşamalarında ise düşüşe yol açmıştır. Kirlilik ve çevresel bozulma da aynı yolu takip etmiştir.

Hizmet sanayileri büyük enerji ve kaynak girdisine ihtiyaç duymaktadırlar. Her ne kadar satılan ürün gayri maddi olsa da aktivitelerin yürütüldüğü ofisler, alışveriş mağazaları, apartman kompleksleri oldukça maddi olup onların işletilmesinde, yapımında ve bakımında enerji kullanılmaktadır. Ulaşım da diğer hizmet sektörleri gibi çok enerji kullanılan alanlardır. Ayrıca, tüketiciler işe veya eve giderken çok miktarda enerji kullanmaktadırlar. Dolayısıyla hizmet sektörüne kayma neticesi enerji ile büyümenin tam olarak ayrışması mümkün görünmemektedir. Cleveland (1984), işlenmiş ürün ve hizmetlerin içinde bulunan dolaylı enerji kullanımı hesaba katıldığında ABD'ye ait hizmet ve hane halkı sektörlerinin ekonominin diğer sektörlerinden daha az enerji yoğun olmadığını ve son 30 yılda çıktı kompozisyonundaki değişikliklerin enerji/GSYİH oranını önemli ölçüde azalttığına dair pek delil olmadığını belirtmektedir. Ancak, Cleveland (2000) Almanya'daki hizmet sektörüne

kayışın enerji/GSYİH oranını azalttığını bulmuştur. Stern (2002) 1973'den 1990'a kadar 64 ülkeden oluşan bir grupta GSYİH'nın %1'inin hizmet sektörüne kayması neticesi, yakıt karışımının ve ekonomi ölçeğinin sabit kaldığı varsayımıyla, sülfür emisyonlarında % 0.03 artış olduğunu, aynı değişikliğin üretim sektörüne doğru olduğunda sülfür emisyonunun % 0.01 oranında azaldığını bulmuştur.

4.BÖLÜM: ZAMAN SERİLERİ VE NEDENSELLİK TESTLERİNİN TEORİK ÇERÇEVESİ

Zaman serileri bir dönemden diğerine değişkenlerin değerlerinin ardışık bir şekilde gözlendiği sayısal büyüklüklerdir. Mikro ve makro ekonomik büyüklüklerle ilgili öngörü ve tahminlerde bulunmak için zaman serileri tekniklerinden önemli ölçüde istifade edilmektedir.

Ekonometrik yaklaşımda zaman serileri kullanılarak yapılan tahminlerde değişkenlerin artan, azalan, düzensiz veya zikzaklı hareketler taşıdığı bilindiğinde bu serileri kullanarak doğrudan doğruya tahmin ve öngörülerde bulunmak oldukça zor olduğundan söz konusu zaman serilerinin bir takım işlemlerden geçirilmesi gerekmektedir.

Ekonometrik yaklaşım ile zaman serileri analizi yaklaşımının birleştirilmesine yönelik çabalar, nedensel ilişkilerin araştırılmasının gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Bu bölümde, zaman serisi, koentegrasyon ve nedensellik analizleri incelenecektir.

4.1 Zaman Serisi Analizine Kısaca Bakış

Zaman serileri, bir dönemden diğerine değişkenlerin değerlerinin ardışık bir şekilde gözlendiği sayısal büyüklüklerdir. Gözlenen verilerin zaman içinde ardışık bir biçimde gerçekleşmesi bir koşul değil fakat düzenli aralıklarla dizinin gelişimini görme açısından gereklidir. Zaman serileri analizlerinde verilerin sırasının önemi büyüktür (Sevüktekin,2005:31).

Zaman serileri analizinin ve modellemesinin temel amacı; 1-Tek bir seriye ait gözlemlerin dinamik veya zamana bağlı yapısını anlamaya çalışmak (tek değişkenli zaman serileri analizleri), 2-İki veya daha fazla seri arasında geciktirme ve geri besleme ilişkilerini ortaya koymak (çok değişkenli zaman serileri analizleri).

Zaman serilerinin analizi, bir serinin özelliklerini özetler ve serinin göze çarpan yapısını ortaya koymaya çalışır (Sevüktekin,2005:33). Zaman serisi modellerini ekonometrik modeller gibi düşünmemek gerekir. Bir zaman serisi modeli, ekonometrik modelden farklı olarak y_t gibi bir zaman serisi değişkeninin, $x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{nt}$ gibi diğer değişkenler arasındaki davranışsal $y_t = f(x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{nt})$ ilişkisini formüle etmez. Zaman serisi modelleri, y_t gibi bir değişkendeki hareketleri, kendi geçmiş değerlerindeki gelişmelerle açıklamaya çalışır. Zaman serisi analizlerinin geleneksel yaklaşımında ilk yapılan işlem serinin zaman yolu grafiğinin çizilmesidir. Burada serinin bir trende sahip olup olmadığı araştırılır. Daha sonra konjonktürel dalgalanmaların şiddeti ölçülmeye çalışılır. Son olarak düzensiz hareketler giderilerek seri temiz bir dizi haline getirilmeye çalışılır.

Zamansallık sonucun nedeni izleyeceği anlamına gelir. Diğer bir deyişle, neden ile sonuç hiçbir zaman bir arada bulunmaz. Ancak iktisadi değişkenler arasında bazen anlık nedensellik söz konusu olabilir. Anlık nedensellik, t dönemindeki bir değişkenin yine t dönemindeki diğer bir değişkene neden olduğu anlamını taşır.

Ekonometrik analizlerde ele alınan modellerin çoğu, günlük, haftalık, aylık ve çoğunlukla da yıllık bazda düzenlenen zaman serisi verilerine dayanmaktadır. İktisadi olaylara ait bu tarz seriler grafikte incelendiğinde, zaman serileri çeşitli faktörlerden etkilendiğinden serinin gidişinde bazı düzensizliklerle karşılaşmaktadır. Bu faktörleri; uzun devre eğilimi (trend), mevsimlik dalgalanmalar, konjonktürel dalgalanmalar, düzensiz (*random*

walk) hareketler şeklinde dört başlık halinde toplamak mümkündür. Bu faktörlerden her birinin olay üzerindeki etkileri farklı yön ve şiddette olabileceği gibi, aynı yön ve şiddette de olabilmektedir. Dolayısıyla zaman serileri ile analiz yapıldığında bu faktörlerin etkilerinin araştırılması zorunlu olmaktadır (Serper, 1986: 208-209)

Söz konusu faktörlerden trend, zaman serisinin uzun dönem içindeki ana eğilimini gösterir. Mevsimlik dalgalanmalar, daha çok ele alınan iktisadi değişkene ilişkin aylık veya üç aylık verilerde kendini gösterir. Özellikle mevsimler itibariyle farklılık gösteren değişkenlerde bu dalgalanmalar daha belirgin olarak ortaya çıkar. Konjonktorün etkisini taşıyan dalgalanmalar, konjonktürel dalgalanmalar olarak adlandırılır. Varlığı önceden tahmin edilemeyen ve etkisini ender olarak gösteren düzensiz hareketler ise doğal ve sosyo-ekonomik sebeplerden kaynaklanır (Işığık, 1994:44).

Değişkenler arasında ekonometrik olarak anlamlı ilişkiler elde edilebilmesi için analizi yapılan serilerin güçlü bir trend taşımaması gerekir. Eğer değişkenlere ait zaman serilerinde trend bulunuyorsa, ilişki gerçek olmaktan çok sahte regresyon şeklinde ortaya çıkmaktadır (Tarı, 1999: 367). Birçok ekonometrik analizde ele alınan iki serinin de güçlü genel eğilimler taşıması nedeniyle değişkenler arasında anlamlı bir ilişki olmasa dahi yüksek bir R^2 bulunmaktadır. Gözlenen yüksek R^2 iki değişken arasındaki gerçek ilişkiden ziyade bu eğilimden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle regresyonun gerçek bir ilişkiyi mi yoksa sahte bir ilişkiyi mi ifade ettiği, zaman serilerinin durağan olup olmamasıyla yakından ilgilidir. Durağan olmayan seriler kullanılarak, gelecek için tahmin ve öngörülerde bulunmak yanlış sonuçlara götürür. Bunun için, bu tür seriler durağan hale getirildikten sonra, ancak uygun modellerin tahmininde kullanılabilir (Kutlar,2000:5).

Zaman serileri analizleri yalnızca serilerdeki trend, konjonktürel ve mevsimsel hareketlerin etkilerini arındırmak amacını gütmmez. Aynı zamanda

bu analizler, serileri ortaya çıkaran veri üretme süreci mekanizmasını anlamak, serilerin gelecekte alabileceği muhtemel değerleri ön raporlamak ve serilerin temsil ettiği sistemi kontrol etmek gibi farklı amaçları vardır (Sevüktekin,2005:35).

4.1.1 Zaman Serilerinde Durağanlık

İncelenen zaman dönemi boyunca serinin ortalaması ve varyansı sistematik bir değişme göstermiyorsa veya seri periyodik dalgalanmalardan arınmış ise, diğer bir deyişle, seride istatistiksel bir denge söz konusu ise bu tür zaman serileri "durağan zaman serileri" şeklinde adlandırılır (Işığışık,1994:46).

Literatürde zamandan etkilenmeyen, ortalaması, varyansı ve kovaryansı sabit olan serilere zayıf durağan (*weakly stationary*) seriler adı verilir ve geniş anlamda durağanlık olarak bilinir. Güçlü durağanlıkta (*strongly stationary*) sonlu ortalama ve varyansa gerek yoktur. Zayıf durağanlık güçlü durağanlığa göre daha kısıtlı şartlar taşımaktadır. Tek denklemlili zaman serilerinde zayıf durağanlık ve durağanlık arasında bir fark bulunmamaktadır (Kutlar,2000:17).

Herhangi bir y_t serisinin durağan olması şartları şu şekilde özetlenebilir (Ertek, 1996: 380):

Sabit aritmetik ortalama: $E(y_t)=\mu$

Sabit varyans: $Var(y_t)=E(y_t-\mu)^2=\sigma^2$

Gecikme mesafesine bağlı kovaryans: $\gamma_k=E[(y_t-\mu)(y_{t-k}-\mu)]$

(bütün t değerleri için) k:gecikme mesafesi

Bir durağan zaman serisinde ard arda gelen iki değer arasındaki fark zamanın kendisinden değil, sadece zaman aralığından kaynaklanmaktadır.

Bundan dolayı serinin ortalaması zamanla değişmemektedir. Ancak gerçek dünyadaki zaman serilerinin çoğu durağan değil ve dolayısıyla serilerin ortalaması zamanla değişmektedir. Zaman serilerinin uygun bir modele oturtulabilmesi için bu serilerin önce durağan hale getirilmesi gerekir (Kutlar, 2000: 12-13).

Durağan seriler ile durağan olmayan seriler arasındaki farkları şöyle sıralanabilir;

Durağan seriler: Seri uzun dönemde, dalgalanmalar olsa bile aynı ortalamayı muhafaza eder, zamana bağlı olarak değişmeyen bir sonlu varyansa sahiptirler ve gecikme zamanı uzadıkça, korelogram gittikçe sifıra yaklaşır ve sıfır olur.

Durağan olmayan seriler ise, seride uzun sürede döneceği bir ortalama değer bulunmamaktadır, zaman sonsuza yaklaştığında, varyans zamana bağlı olduğunda, o da sonsuza yaklaşır ve teorik korelogram hemen bitmez, yavaş yavaş azalır.

4.1.1.1 Durağanlık İçin Otokorelasyon Testi

Korelasyon iki değişken arasındaki birlikte hareket etmenin veya nedensel olmayan bir ilişkinin ölçüsüdür. Otokorelasyon ise kavramsal olarak bir serinin herhangi bir dönemdeki değeri ile, bir önceki veya bir sonraki dönem değeri arasında birlikte hareket etme ilişkisini ima eder. Eğer bir seride otokorelasyon varsa serinin gözlemleri arasında bir korelasyonun var olduğu söylenebilir (Sevüktekin,2005:16).

Varsayımın doğruluğunu test etmek için kullanılacak ilk yaklaşım otokorelasyon testidir. Otokorelasyon testinde serinin çeşitli gecikmelerdeki

otokorelasyon (korelogram) incelenir. Korelogramda yer alan otokorelasyon katsayılarının birkaç gecikmeden sonra sifıra yaklaşması durumunda serinin durağan olduğuna, büyük gecikmelerde bile sıfırdan uzaklaşması durumunda ise durağan olmadığına karar verilir. Durağan olmayan zaman serisinin otokorelasyon fonksiyonu grafiksel olarak incelendiğinde, gecikmeler büyüdükçe otokorelasyon katsayılarının sifıra yaklaştığı görülür. Uygulamada serinin durağan hale gelmesi için önce logaritma ve sonra da birinci dereceden farklar alınır ve elde edilen fark serisinin otokorelasyon fonksiyonu incelenir. Eğer otokorelasyon katsayıları birinci veya ikinci gecikmeden sonra hızla sifıra doğru düşüyorlarsa veya katsayılar anlamlı değilse logaritmik birinci dereceden fark serisinin durağan olduğuna karar verilir. İlk gecikmelerdeki otokorelasyon katsayılarının sifıra doğru düşmemesi veya sistematik bir şekil izlemesi durumunda ise serinin durağan olmadığına karar verilir (Işığık, 1994:51).

4.1.1.2 Birim Kök Testi

Bir serinin uzun dönemde sahip olduğu özellik, değişkenin bir önceki dönemde aldığı değerinin, bu dönemi nasıl etkilediğinin belirlenmesiyle ortaya çıkartılabilir. Bu nedenle serinin nasıl bir süreçten geldiğini anlamak için, serinin her dönemde aldığı değerin daha önceki dönemlerdeki değerleriyle regresyonunun bulunması gerekmektedir. Bu amaçla geliştirilen birim kök testi ile serilerin durağan olup olmadıkları belirlenebilmektedir (Uzgören,2004).

$I(1)$ şeklinde birinci diferansiyeli alınarak durağan hale gelen seri bir birim kök ihtiva etmektedir.

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + \mu_t \quad (4.1)$$

μ_t white noise (beyaz gürültü)

$y_t - y_{t-1} = (\rho - 1) y_{t-1} + \mu_t$ veya denklemin her iki tarafından y_{t-1} çıkartıldığında $(\rho - 1) = 0$ olmak üzere denklem ;

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} + \mu_t \quad (4.2)$$

Türevi alınmış y_t 'nin durağanlığı sadece μ_t durağan değerine değil, aynı zamanda y_{t-1} ($\rho - 1 > 1$), değerine bağlıdır.

$(\rho - 1) = 0$ veya $\gamma = 0$ durumunda y_t serisi bir birim kök ihtiva etmektedir.

Zaman serilerinde birim kök durağan olmayan anlamına gelmektedir. Eğer bir zaman serisinde birim kök varsa, o zaman serisi durağan değildir. İktisadi zaman serilerinde durağanlığı test etmek amacıyla Dickey ve Fuller (1981) tarafından birim kök testi geliştirilmiştir. Dickey ve Fuller durağanlık için

$Z_t = \alpha + \rho Z_{t-1} + \epsilon_t$ ($t=2,3,\dots,n$) modelini ele almış ve Z_t serisinin durağanlığını araştırmak için modeldeki α ve ρ parametrelerine ilişkin olarak

$H_0: \alpha=0, \rho=1$

$H_1: \alpha \neq 0, \rho \neq 1$ Hipotezinin test edilmesini önermiştir (Işığışık, 1994:53).

4.2 Nedenselliğin Tanımı

Nedenselliği kavramsal olarak tanımlayan filozoflar, bu konunun algılanmasının ve kanıtlanmasının zor olduğunu ileri sürerler. Onlara göre bir (veya daha fazla) olgu, belirli ve bilinen koşullarda her zaman başka bir olguyu (veya olguları) izliyorsa, bu durumda söz konusu olguları birlikte görme alışkanlığı yerleşir. Örneğin, güneşin doğması ile sıcaklık arasında veya bir mal veya hizmetin fiyatında meydana gelen artış ile o mal veya hizmetten talep edilen miktar arasında belirli bir ilişki gözlenirse, bu alışkanlık insanoğlunu birinin varlığından diğersinin varlığını aramaya götürür. Bir olguda meydana gelen değişme başka bir olguda da değişmeye neden oluyorsa ve bu durum süreklilik arz ediyorsa, söz konusu olgulardan ilki neden, diğeri ise

sonuç şeklinde nitelendirilerek onların ilişki içinde oldukları varsayılır (Işığık, 1994:3).

Nedenselliğin yönü, iki (veya daha çok) değişken arasındaki ilişkinin tek yönlümü, iki yönlü mü yoksa anlık mı değiştiğini ortaya koyar. Nedenselliğin yönünün belirlenmesi, değişkenlerin içsel değişken mi yoksa dışsal değişken mi oldukları sorusunu yanıtlamak açısından da önemlidir.

4.2.1 Tek Yönlü Nedensellik

Tek yönlü nedenselliği açıklamak için bazı sembollerden yararlanırsak: $t=\pm 1, \dots, \pm \infty$ olmak üzere Ω 'ye en azından (x_t, y_t) 'yi içeren bir bilgi kümesi, Ω_t 'nin $t=0$ dönemini içermeyen geçmiş değerlerinin kümesine $\Omega_t=(\Omega_{t-1}, i=1,2,\dots,\infty)$; $t=0$ dönemini de içeren geçmiş ve şimdiki değerlerinin kümesine de $\Omega_t=(\Omega_{t-1}, i=1,2,\dots,\infty)$ denilsin. Aynı mantıkla x_t, y_t, x_t ve y_t sembollerinin de benzer şekilde tanımlandığı kabul edilsin,

$\sigma^2(y_t / \Omega) < \sigma^2(y_t / \Omega - x)$ söz konusu ise x_t 'nin y_t 'ye neden olduğu veya aynı anlama gelmek üzere x_t 'nin y_t 'nin nedeni olduğu söylenebilir.

t döneminde anakütledeki bütün bilgi kullanılarak Y_t 'nin öngörüsü, t döneminde ana kütlede x_t dışındaki bütün bilgi kullanılarak y_t 'nin öngörüsünden daha iyi ise o zaman x_t 'nin y_t 'ye neden olduğu söylenir ve bu durum $x_t \Rightarrow y_t$ şeklinde gösterilir. x_t 'nin y_t 'ye neden olduğu bulgusu şu anlamlara gelir: x_t, y_t 'nin önleyici bir göstergesidir, y_t, x_t 'ye bağlıdır ve $y_t x_t$ 'ye göre endojen değişkendir. x_t, y_t 'ye neden olurken ayrıca Y_t 'nin X_t 'ye neden olmaması durumunda nedensellik, x_t 'den y_t 'ye doğru "tek yönlü nedensellik " olarak adlandırılır. Aynı mantık y_t 'den x_t 'ye doğru nedensellik için de geçerlidir.

4.2.2 İki Yönlü Nedensellik

Nedensellik sadece x_t 'den y_t 'ye doğru veya sadece y_t 'den x_t 'ye doğru olabileceği gibi hem x_t 'den y_t 'ye doğru hem de y_t 'den x_t 'ye doğru olabilir. Bu durum “iki yönlü nedensellik” veya aynı anlama gelmek üzere “geribildirim” olarak adlandırılır ve $x_t \Leftrightarrow y_t$ şeklinde gösterilir.

4.2.3 Anlık Nedensellik:

x_t ile y_t 'yi içeren modellerden hareketle $\sigma^2(y_t / \Omega x) < \sigma^2(y_t / \Omega x)$ koşulunun gerçekleşmesi durumunda ise x_t 'den y_t 'ye anlık nedensellik olduğu söylenir. Y_t 'nin gerçek değerini öngörmede x_t 'nin şimdiki değerinin modelde yer alması, yer almamasından daha iyi sonuç verirse o zaman y_t 'den y_t 'ye anlık nedensellik söz konusudur. Aynı mantıkla y_t 'den x_t 'ye doğru anlık nedensellik için ise $\sigma^2(x_t / \Omega y) < (\sigma^2(x_t / \Omega))$ koşulunun geçerli olması gerekir.

4.2.4 Nedenselliğin Yapısı

Nedensellik için test edilebilir üç tip yapı söz konusudur: a) x_t 'nin y_t 'ye neden olup olmadığı, b) y_t 'nin x_t 'ye neden olup olmadığı, c) Anlık nedenselliğin olup olmadığı

Her bir yapının iki olası şıkkı vardır. Böylece 3 durum ve 2 şık için “temel sonuçlar” veya “basit olaylar” kümesinin 8 olası kombinasyondan oluşacağı söylenebilir (Işığışok,1994).

4.3 Granger Nedensellik Testi

Granger, operasyonel nedensellik tanımına dayanarak yeterince yüksek dereceli iki değişkenli otoregresif bir sürecin tahmini yardımıyla, nedenselliğin test edilebilir hale gelmesini sağlamıştır. Böylece x_t 'nin y_t 'ye veya y_t 'nin x_t 'ye neden olup olmadığı hipotezi test edilebilir hale gelmiştir.

y_t ve x_t arasındaki Granger nedensellik testinin yapılabilmesi için, her iki değişkenin de kovaryans-durağan ve stokastik olması gerekir. Stokastik ve kovaryans durağan koşullarını sağlayan y_t^* ve x_t^* değişkenleri için Granger nedenselliği.

$$y_t^* = \sum a_i y_{t-i}^* + \sum b_i x_{t-i}^* + \mu_{1t} \quad (4.3)$$

$$x_t^* = \sum c_i x_{t-i}^* + \sum d_i y_{t-i}^* + \mu_{2t} \quad (4.4)$$

Burada a_i , b_i , c_i ve d_i gecikme katsayılarını, m bütün değişkenler için ortak gecikme genişliğini (derecesini) ve μ_{1t} ile μ_{2t} korelasyonsuz beyaz gürültü süreçlerini gösterir.

Granger(1969) nedenselliği şu şekilde tanımlamıştır. Y 'nin öngörüsü, X 'in geçmiş değerleri kullanıldığında X 'in geçmiş değerleri kullanılmadığı duruma göre daha başarılı ise X Y 'nin Granger nedenidir. Bu tanımlamanın doğruluğu test edildikten sonra ilişki $X \rightarrow Y$ şeklinde gösterilir. Bu test ile bir tahmin değil nedensellik çıkarması yapıldığı için değişkenler önceden durağanlaştırılmalıdır.(Granger,1988,s554)

Yukarıdaki modeli anlık nedenselliği araştırabilecek şekilde...

$$y_t^* + b_0 x_t^* = \sum a_i y_{t-i}^* + \sum b_i x_{t-i}^* + \mu_{1t} \quad (4.5)$$

$$x_t^* + d_0 y_t^* = \sum c_i x_{t-i}^* + \sum d_i y_{t-i}^* + \mu_{2t} \quad (4.6)$$

OEKK (Olağan en küçük kareler) tekniği ile tahmin edildikten sonra şu olası sonuçlara ulaşılır.

b_i değerlerinin belirli bir anlamlılık düzeyi ile sıfırdan farklı olmaları durumunda x_t 'nin y_t 'ye neden olduğu söylenir ve bu durum " x_t , y_t 'nin granger nedenidir." şeklinde ifade edilir. Bu x_t 'den y_t 'ye doğru tek yönlü nedensellik olarak tanımlanır.

Aynı mantıkla di değerlerinin belirli bir anlamlılık düzeyi ile sıfırdan farklı olmaları durumu y_t 'nin x_t 'ye neden olduğu anlamını taşır. Ayrıca bu durum " y_t , x_t 'nin Granger nedenidir" şeklinde açıklanır. Bu y_t 'den x_t 'ye doğru tek yönlü nedensellik olarak da ifade edilir.

Yukarıdaki iki koşulun her ikisinin de geçerli olması, hem bi hem de di değerlerinin belirli bir anlamlılık düzeyi ile sıfırdan farklı olmamaları durumunda x_t 'nin y_t 'ye ve aynı zamanda y_t 'nin de x_t 'ye neden olduğu söylenir ve bu durum " x_t , y_t 'nin ve y_t 'de x_t 'nin Granger nedenidir" ve bu iki yönlü nedensellik veya geri bildirim (feed back) olarak da tanımlanır (Işığışok,1994).

4.4 Sahte Regresyon ve Eş-bütünleşme Analizi

Koentegrasyon analizi ekonomik değişkenlerin regresyon ve modellemesinde sahte regresyon/ korelasyon sonuçlarını engelleyen ve iktisat teorisinin testinde kullanılan etkili bir yöntemdir. İlk defa 1980'li yılların başında literatüre sunulan "koentegrasyon analizi" sayesinde zaman serisi ekonometrisi ve ekonomi teorisinin testi alanlarında önemli gelişmeler olmuştur. Koentegrasyon kavramı sayesinde; regresyon analizlerinde trendin neden olduğu sahte regresyon sonuçları giderilmiş, ekonometrik tahminleme aşaması öncesinde bir test olarak kabul görmüş ve uzun dönem ekonomik ilişkilerin yani iktisat teorisinin testine olanak vermiştir (Utkulu,2001).

İki farklı değişkenle ilgili zaman serileri regrese edildiğinde aralarındaki ilişkinin sahte veya gerçek olduğunun bilinmesi gerekir. Bunun için en önemli gösterge R^2 ve Durbin- Watson d istatistiği arasındaki ilişkidir. Eğer, $R^2 > d$ ise sahte regresyon olma ihtimali vardır. Bu amaçla eş-bütünleme (koentegrasyon) testine başvurulur (Uzgören,2004).

Eş-bütünleşme testi düzeyde durağan olmayan serilerin uzun dönemde birlikte hareket edip etmediklerini ortaya koymaktadır. Eğer seriler arasında bir eş-bütünleşme ilişkisi varsa yani uzun dönemde birlikte hareket ediyorlarsa, düzey değerleriyle yapılacak analizde sahte regresyon problemiyle karşılaşılmayacaktır. Eğer iki zaman serisi arasında istatistiksel bakımdan anlamlı bir regresyon bulunuyorsa bu ilişkinin gerçek mi, yoksa sahte mi olduğunu anlamak için birim kök testi ile serilerin kaçınıcı dereceden durağan olduklarını saptamak gerekir, eğer her iki seride aynı dereceden durağan (bütünleşmiş) çıkıyorsa bu ilişki gerçek bir ilişkidir ve regresyon gerçektir denir. Bu serilere de eş-bütünleşmiş seriler denilir.

Eş-bütünleşme, durağan olmayan değişkenlerin bir doğrusal bileşimidir. Teorik olarak bütünselleşmiş değişkenler arasında uzun dönemde doğrusal olmayan bir ilişki ortaya çıkabilir. Eş-bütünleşme olması için söz konusu olan bütün değişkenler aynı derecede entegre olmalıdır. Şayet bu değişkenlerin linear kombinasyonundan elde edilen hata terimi durağan ise, değişkenler arasında eş-bütünleşme var diyebiliriz. Eş-bütünselliğin eksikliği, değişkenler arasında uzun dönem dengesinin olmadığı anlamına gelir.

Koentegrasyon yöntemi, durağan olmayan iki seriden birinin üzerine regress edilmesi suretiyle elde edilen hata terimlerinin durağanlığına bakmaktadır. Eğer hata terimleri serisi durağan ise, seriler arasında koentegrasyon ilişkisinin var olduğu ifade edilmektedir. Koentegrasyon durağan olmayan değişkenlerin bir doğrusal bileşimidir. Teorik olarak bir

bütünleşmiş değişkenler arasında uzun dönem doğrusal olmayan ilişki ortaya çıkabilir.

Bütün değişkenler aynı mertebede entegre olmalıdır. Şayet değişkenlerin entegrasyon farklı mertebelerde ise koentegre olamazlar; yani, Z_{1t} vektörü $I(d1)$ ve Z_{2t} vektörü $I(d2)$ olmak üzere $d1 \neq d2$ ise.

Eğer Z_t , n unsura sahip ise, burada $(n-1)$ kadar doğrusal koentegre edici vektör bulunmaktadır.

4.4.1 Eş-Bütünleme Testleri

Düzeyde durağan olmayan serilerin uzun dönemde birlikte hareket edip etmediklerini belirlemek için Koentegrasyon testi uygulanır. Koentegrasyon testi için iki önemli yöntem bulunmaktadır. Engle ve Granger (1987) tarafından geliştirilen koentegrasyon testine karşılık daha sonra Johansen (1988), Stok ve Watson (1988) maksimum olabilirlik tahmin yöntemini kullanarak koentegre edici vektörlerin varlığını test etmiştir. Bu yöntemde temel alınan Matris rankı ile karakteristik kökler arasındaki ilişkidir. Engle ve Granger (1987) Yöntemi denge ilişkisinin kalıntılarının durağan olup olmadığını araştırır. Johansen, Juselius (1988) ve Stok ile Watson (1988) yöntemi ise ait π 'nin rankının belirlenmesi yöntemidir (Kutlar, 2000:262). İki aşamalı E-G yöntemine göre, birinci aşamada en küçük kareler (EKK) yöntemine göre, elde edilen hata terimi çekilerek birim kök sınaması yapılır. Sonuç durağan çıkarsa eş-bütünleşmeden söz edilir. Bunun yanında, eğer iki seri $I(0)$ 'da durağan ise bu serilerin eş-bütünleşik oldukları söylenebilir. Yani bunların düzey değerleri ile regresyonları anlamlı olacaktır. Bu durumda aralarında uzun dönem denge ilişkisi olacaktır.

5.BÖLÜM: TÜRKİYE’DE ENERJİ TÜKETİMİ İLE BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİNİN GRANGER NEDENSELLİK TESTİ İLE ARAŞTIRILMASI

Bu bölümde Türkiye’de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki Granger nedensellik testi yapılarak incelenecektir. İlişkideki nedenselliğin yönü halen tartışmalıdır. Nedenselliğin yönü ülkemizde uygulanan enerji politikaları bakımından önemli ipuçları vermektedir. Çalışmada birincil enerji tüketimi ile GSYİH arasındaki ilişkinin yanı sıra birincil enerjinin alt grupları elektrik, petrol, kömür, doğalgaz ile GSYİH arasındaki ilişkiler de incelenecektir.

5.1. Veri

Çalışmada elektrik enerjisi tüketimi için 1987 -2005, doğalgaz tüketimi için 1993-2005’in son çeyrek dönemlerini kapsayan üçer aylık veriler, petrol, kömür ve birincil enerji tüketimi için 1970–2004 yıllarını kapsayan yıllık veriler kullanılmıştır. Elektrik enerjisi tüketimi Gwh, doğalgaz tüketimi Milyon m³, petrol ve kömür tüketimi bin ton ve birincil enerji tüketimi ise bin TEP olarak kullanılmıştır. Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla değeri ise 1987-2005’in son çeyrek dönemine kadar üçer aylık, 1970–2004 dönemleri arası ise yıllık TL cinsinden kullanılmıştır.

Veri setleri, doğalgaz tüketim değeri için BOTAŞ, elektrik tüketim değeri için TEİAŞ, kömür, petrol ve birincil enerji tüketim değerleri için Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve GSYİH değeri ise Türkiye İstatistik Kurumundan elde edilmiştir. Testlerin yapılmasında Eviews 5.1 programı kullanılmıştır.

5.2 Yöntem

Çalışmada ekonometrik yöntem olarak zaman serisi yaklaşımı kullanılmıştır. Bu çerçevede ilk olarak Dickey-Fuller (DF) birim kök testi kullanılarak değişkenlerin durağanlığı test edilmiştir. İkinci olarak, Johansen yaklaşımı (Johansen (1988)) kullanılarak değişkenler arasında eş-bütünleşmenin varlığı araştırılmıştır. Son aşama da Granger Nedensellik testi kullanılarak değişkenler arasındaki ilişkinin yönü tespit edilmeye çalışılmıştır.

5.2.1 Birim Kök Testi

Regresyon denklemlerinde kullanılan değişkenlerin durağan olup olmadıklarının belirlenmesinde Artırılmış Dickey-Fuller (ADF) testi kullanılmıştır. Dickey ve Fuller (1979), zaman serilerinin durağan olup olmadıklarını belirlemek amacıyla alternatif regresyon modelleri kullanmıştır. Bu çalışmada (1) nolu model kullanılmıştır.

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \sum \beta_i \Delta y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5.1)$$

(1) no'lu regresyon denkleminde Y durağanlık testine konu olan değişkeni, Δ birinci dereceden fark işlemcisini, ε_t ise hata terimini göstermektedir. ADF testine tabi tutulan değişkenlerin gecikme sayısı, asimptotik değerler kullanılarak belirlenmiştir. Yapılan testlerin sonuçları tablo 47, 48, 49, 50 ve 51 de verilmiştir. Bu sonuçlara göre GSYİH-Elektrik, GSYİH-Doğalgaz, GSYİH-Birincil Enerji, GSYİH-Petrol ve GSYİH-Kömür tüketimi değişkenleri, trendli ve trendsiz modelde hesaplanan μ ve τ değerleri tablo kritik değerlerinden daha negatif (mutlak değerce daha büyük) olmadığından, serilerin birim kök içerdiğini ifade eden H_0 sıfır hipotezi kabul edilmiştir. Tüm değişkenler logaritmik düzeylerinde durağan değildir, birim kök içermektedir.

Seriler düzeylerinde durağan olmadıkları için, farkı alınmak suretiyle durağan hale getirilmiştir. Bu amaçla serilerin birinci farkı alınmış olup trendli ve trendsiz modelde hesaplanan μ ve τ değerleri kritik değerlerinden daha negatif (mutlak değerce daha büyük) tespit edildiğinden H_0 hipotezleri reddedilmiştir. Seriler birinci sıra farkı durağan çıkmalarından dolayı GSYİH-Elektrik, GSYİH-Doğalgaz, GSYİH-Birincil Enerji, GSYİH-Petrol ve GSYİH-Kömür serilerinin arasında koentegrasyonun var olup olmadığını araştırmak için gerekli ön koşul sağlanmaktadır.

Tablo 47: 1987:01- 2005:03 Dönemi İçin GDP-Elektrik Tüketimi Serisinin Birim Kök Testi Sonucu

Değişkenler	ADF ^a	ADF ^b	Karar
GSYİH	-0.197 (4)	-2.273 (4)	H_0 Kabul
Elektrik	-1.294 (4)	--0.846 (4)	H_0 Kabul
Δ GSYİH	-5.95* (3)	-5.95* (3)	H_0 reddedilir
Δ Elektrik	-10.72* (3)	-10.84* (8)	H_0 reddedilir

Not: Tabloda parantez içinde verilen değerler ADF test'i için belirlenen gecikme değerleridir.

^a Test yalnızca modelde sabit terimine izin vermektedir; Test'in %1,%5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde kritik değerleri sırasıyla -3.54, -2.91 ve -2.61 dir.

^b Test yalnızca modelde sabit ve trend terimine izin vermektedir; Test'in %1,%5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde kritik değerleri sırasıyla -4.10,-3.48 ve -3.17 dir.

*, **, *** ilgili katsayının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 48:1993:01–2005:03 Dönemi İçin GDP-Doğalgaz Tüketimi Serisinin Birim Kök Testi Sonucu

Değişkenler	ADF ^a	ADF ^b	Karar
GSYİH	-0.648(8)	-2.294(8)	H_0 Kabul
Doğalgaz	-0.363(0)	-3.492(8)	H_0 Kabul
Δ GSYİH	-6.974*(7)	-6.94*(7)	H_0 reddedilir
Δ Doğalgaz	-8.482*(1)	-8.571*(1)	H_0 reddedilir

Not: Tabloda parantez içinde verilen değerler ADF test'i için belirlenen gecikme değerleridir.

^a Test yalnızca modelde sabit terimine izin vermektedir; Test'in %1,%5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde kritik değerleri sırasıyla -3.58, -2.93 ve -2.60 dir.

^b Test yalnızca modelde sabit ve trend terimine izin vermektedir; Test'in %1,%5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde kritik değerleri sırasıyla -4.15,-3.50 ve -3.18 dir.

*, **, *** ilgili katsayının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 49: 1970- 2004 Dönemi İçin GDP-Birincil Enerji Tüketimi Serisinin Birim Kök Testi Sonucu

Değişkenler	ADF ^a	ADF ^b	Karar
GSYİH	-0.1545 (0)	-2.867 (8)	H ₀ Kabul
Birincilenerji	-0.373 (0)	-2.655 (8)	H ₀ Kabul
ΔGSYİH	-3.303 ^{**} (7)	-3.371 ^{***} (7)	H ₀ reddedilir
ΔBirincilenerji	-3.876 [*] (7)	-3.793 ^{**} (7)	H ₀ reddedilir

Not: Tabloda parantez içinde verilen değerler ADF test'i için belirlenen gecikme değerleridir.

^a Test yalnızca modelde sabit terimine izin vermektedir; Test'in %1,%5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde kritik değerleri sırasıyla -3.68, -2.97 ve -2.61 dir.

^b Test yalnızca modelde sabit ve trend terimine izin vermektedir; Test'in %1,%5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde kritik değerleri sırasıyla -4.29,-3.56 ve -3.21 dir.

*, **, *** ilgili katsayının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 50: 1970- 2004 Dönemi İçin GDP-Kömür Tüketimi Serisinin Birim Kök Testi Sonucu

Değişkenler	ADF ^a	ADF ^b	Karar
GSYİH	-0.8453(0)	-2.867(0)	H ₀ Kabul
Kömürtüketimi	-1.896(0)	-0.05379(0)	H ₀ Kabul
ΔGSYİH	-6.526 [*] (0)	-6.592 [*] (0)	H ₀ reddedilir
Δ Kömürtüketimi	-4.752 [*] (0)	-5.232 [*] (0)	H ₀ reddedilir

Not: Tabloda parantez içinde verilen değerler ADF test'i için belirlenen gecikme değerleridir.

^a Test yalnızca modelde sabit terimine izin vermektedir; Test'in %1,%5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde kritik değerleri sırasıyla -3.68, -2.97 ve -2.61 dir.

^b Test yalnızca modelde sabit ve trend terimine izin vermektedir; Test'in %1,%5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde kritik değerleri sırasıyla -4.29,-3.56 ve -3.21 dir.

*, **, *** ilgili katsayının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 51: 1970- 2004 Dönemi İçin GDP-Petrol Tüketimi Serisinin Birim Kök Testi Sonucu

Değişkenler	ADF ^a	ADF ^b	Karar
GSYİH	-0.8453(0)	-2.867(0)	H ₀ Kabul
Petroltüketimi	-3.143 (0)	-3.563 (0)	H ₀ Kabul
ΔGSYİH	-6.526* (0)	-6.592*(0)	H ₀ reddedilir
Δ Petroltüketimi	-4.739* (0)	-5.022* (0)	H ₀ reddedilir

Not: Tabloda parantez içinde verilen değerler ADF test'i için belirlenen gecikme değerleridir.

^a Test yalnızca modelde sabit terimine izin vermektedir; Test'in %1,%5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde kritik değerleri sırasıyla -3.68, -2.97 ve -2.61 dir.

^b Test yalnızca modelde sabit ve trend terimine izin vermektedir; Test'in %1,%5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde kritik değerleri sırasıyla -4.29,-3.56 ve -3.21 dir.

*, **, *** ilgili katsayının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

5.2.2 Koentegrasyon Analizi

Önceki bölümde değişkenlerin durağan olup olmadığını belirlemek için ADF birim kök testi yapılmıştır. Test sonuçlarına göre tüm değişkenler birinci sıra farkı durağandır.

GSYİH-Elektrik, GSYİH -Doğalgaz, GSYİH -Birincil Enerji Tüketimi, GSYİH -Petrol ve GSYİH -Kömür serilerinde Johansen Koentegrasyon testiyle serilerin birlikte koentegre olup olmadıklarına bakılmıştır. Test sonuçları tablo 52, 53, 54, 55 ve 56 'da verilmiştir. Koentegrasyon testi sonuçlarına göre tüm değişkenler aralarında koentegredir. Bu sonuçlara göre söz konusu tüm değişkenler arasında uzun dönemli ilişkiler bulunmuştur. Seriler arasındaki uzun dönem denge ilişkileri ise tablo 57, 58, 59, 60 ve 61'de verilmiştir.

Tablo 52: GSYİH-Elektrik Tüketimi Serisinin Johansen-Juselius Ko-Entegrasyon Test Sonucu

Sıfır Hipotezi	İz Test ^a	Kritik Değer (%10)
		İz Test
$r = 0$	18*	13.31
$r \leq 1$	0.00	2.71

^aTest yalnızca modelde sabit terimine izin vermektedir

* %10 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezin reddedildiğini göstermektedir.

Tablo 53: GSYİH-Doğalgaz Tüketimi Serisinin Johansen-Juselius Ko-Entegrasyon Test Sonucu

Sıfır Hipotezi	İz Test ^a	Kritik Değer (%10)
		İz Test
$r = 0$	13.87*	13.31
$r \leq 1$	2.88	2.71

^aTest yalnızca modelde sabit terimine izin vermektedir

* %10 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezin reddedildiğini göstermektedir.

Tablo 54: GSYİH- Birincil Enerji Tüketimi Serisinin Johansen-Juselius Ko-Entegrasyon Test Sonucu

Sıfır Hipotezi	İz Test ^a	Kritik Değer (%10)
		İz Test
$r = 0$	32.77*	13.31
$r \leq 1$	3.64	2.71

^aTest yalnızca modelde sabit terimine izin vermektedir

* %10 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezin reddedildiğini göstermektedir.

Tablo 55: GSYİH- Kömür Tüketimi Serisinin Johansen-Juselius Ko-Entegrasyon Test Sonucu

Sıfır Hipotezi	İz Test ^a	Kritik Değer (%10)
		İz Test
$r = 0$	32.42*	17.98
$r \leq 1$	2.07	7.60

^aTest yalnızca modelde sabit terimine izin vermektedir

* %10 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezin reddedildiğini göstermektedir.

Tablo 56: GSYİH-Petrol Tüketimi Serisinin Johansen-Juselius Ko-Entegrasyon Test Sonucu

Sıfır Hipotezi	İz Test ^a	Kritik Değer (%10)
		İz Test
$r = 0$	43.57*	17.98
$r \leq 1$	13.11	7.60

^aTest yalnızca modelde sabit terimine izin vermektedir

* %10 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezin reddedildiğini göstermektedir.

Uzun Dönem Denge İlişkileri

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 * X_t + \varepsilon_t$$

Y_t : GDP

X_t : Elektrik

ε_t : ortalaması sıfır varyansı σ_ε^2 olan benzer bağımsız dağılıma sahip bir hata serisidir.

$$\varepsilon_t \sim i.i.d.(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

Tablo 57: $Y_t = \beta_0 + \beta_1 * X_t + \varepsilon_t$ denkleminin Johansen En çok Olabilirlik Tahmin sonuçları (Bağımlı değişken GDP ve bağımsız değişken Elektrik serileridir)

Seri	β_0	β_1
Elektrik	11.766	0.527 (0.024) [21.754]

Parantez içindeki değer model eğim parametre tahmininin standart hatası olup köşeli parantez içindeki değer eğim parametre tahmin değerinin t-istatistiğidir.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 * X_t + \varepsilon_t$$

Y_t : GDP

X_t : Petrol

ε_t : ortalaması sıfır varyansı σ_ε^2 olan benzer bağımsız dağılıma sahip bir hata serisidir.

$$\varepsilon_t \sim i.i.d.(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

Tablo 58: $Y_t = \beta_0 + \beta_1 * X_t + \varepsilon_t$ denkleminin Johansen En çok Olabilirlik Tahmin sonuçları (Bağımlı değişken GDP ve bağımsız değişken Petrol serileridir)

Seri	β_0	β_1
Petrol	6.135	1.206 (0.014) [81.382]

Parantez içindeki değer model eğim parametre tahmininin standart hatası olup köşeli parantez içindeki değer eğim parametre tahmin değerinin t-istatistiğidir.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 * X_t + \varepsilon_t$$

Y_t : GDP

X_t : Doğalgaz

ε_t : ortalaması sıfır varyansı σ_ε^2 olan benzer bağımsız dağılıma sahip bir hata serisidir.

$$\varepsilon_t \sim i.i.d.(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

Tablo 59: $Y_t = \beta_0 + \beta_1 * X_t + \varepsilon_t$ denkleminin Johansen En çok Olabilirlik Tahmin sonuçları (Bağımlı değişken GDP ve bağımsız değişken Doğalgaz serileridir)

Seri	β_0	β_1
Doğalgaz	13.687	0.431 (0.088) [4.892]

Parantez içindeki değer model eğim parametre tahmininin standart hatası olup köşeli parantez içindeki değer eğim parametre tahmin değerinin t-istatistiğidir.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 * X_t + \varepsilon_t$$

Y_t : GDP

X_t : Kömür

ε_t : ortalaması sıfır varyansı σ_ε^2 olan benzer bağımsız dağılıma sahip bir hata serisidir.

$$\varepsilon_t \sim i.i.d.(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

Tablo 60: $Y_t = \beta_0 + \beta_1 * X_t + \varepsilon_t$ denkleminin Johansen En çok Olabilirlik Tahmin sonuçları (Bağımlı değişken GDP ve bağımsız değişken Kömür serileridir)

Seri	β_0	β_1
Kömür	14.108	0.382 (0.057) [6.629]

Parantez içindeki değer model eğim parametre tahmininin standart hatası olup köşeli parantez içindeki değer eğim parametre tahmin değerinin t-istatistiğidir.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 * X_t + \varepsilon_t$$

Y_t : GDP

X_t : Birincil Enerji

ε_t : ortalaması sıfır varyansı σ_ε^2 olan benzer bağımsız dağılıma sahip bir hata serisidir.

$$\varepsilon_t \sim i.i.d.(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

Tablo 61 : $Y_t = \beta_0 + \beta_1 * X_t + \varepsilon_t$ denkleminin Johansen En çok Olabilirlik Tahmin sonuçları (Bağımlı değişken GDP ve bağımsız değişken Birincil Enerji serileridir)

Seri	β_0	β_1
Birincil Enerji	8.146	0.927 (0.00014) [664.435]

Parantez içindeki değer model eğim parametre tahmininin standart hatası olup köşeli parantez içindeki değer eğim parametre tahmin değerinin t-istatistiğidir.

5.2.3 Granger Nedensellik Testi

Johansen Eşbütünleşme testi, GSYİH -Elektrik, GSYİH -Doğalgaz, GSYİH -Birincil Enerji Tüketimi, GSYİH -Petrol ve GSYİH -Kömür serilerinin arasında uzun dönemde bir ilişkinin varlığı ile ilgili seriler arasında en az bir tane nedenselliğin var olabileceğini göstermektedir. Fakat bu test bize, bu ilişkinin etkileşim yönü hakkında herhangi bir bilgi vermemektedir. Bu bağlamda, Granger Nedensellik testi kullanarak seriler arasındaki nedenselliğin yönü tespit edilmeye çalışılmıştır. Granger nedensellik testi, bir değişken ile diğer bir değişken arasında varlığından şüphe edilen nedensellik ilişkisini test etmek için uygulamalı iktisatta çokça kullanılan bir testtir. Bu çalışmada değişkenler arasında karşılıklı nedensellik ilişkileri test edilerek sonuçlar tablo 62’de gösterilmiştir.

Tablo 62’deki sonuçlara göre; ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik vardır. Petrol eşitliğine baktığımızda ekonomik büyümeden petrol tüketimine doğru tek yönlü bir nedenselliğin olduğunu görüyoruz. Ayrıca, ekonomik büyümenin birincil enerji tüketiminin % 10 anlamlılık düzeyinde nedeni olurken, birincil enerji tüketimi ekonomik büyümenin nedeni olmamaktadır. Diğer taraftan, doğalgaz ve kömür tüketimlerinin ekonomik büyümeye ya da ekonomik büyümenin doğalgaz ve kömür tüketimine yol açmadığı ortaya çıkmaktadır. Ayrıca uzun dönemde, GSYİH -Elektrik, GSYİH -Doğalgaz, GSYİH -Birincil Enerji Tüketimi, GSYİH -Petrol ve GSYİH-Kömür arasında pozitif bir ilişki söz konusudur. Tablo 62’deki sonuçlar ile Tablo 57, 58, 59, 60 ve 61’deki sonuçlar birlikte incelendiğinde; GSYİH’daki %10’luk bir artışın, elektrik tüketimini %5.27, petrol tüketimini %12.06 ve birincil enerji tüketimini ise %9.27 arttırmakta olduğu bulunmuştur.

Yukarıdaki sonuçlardan şu çıkarımlar yapılabilir. Artan ekonomik faaliyetler enerji tüketiminde artışa neden olmaktadır. Doğalgaz ve kömür

tüketimleri GSYİH'yi veya GSYİH doğalgaz ve kömür tüketimlerini etkilememektedir. Ancak söz konusu enerji kaynaklarının çoğunluğu elektrik üretiminde kullanıldığından ekonomik büyümeye elektrik tüketimi ile etki ettikleri düşünülmektedir.

Tablo 62: Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Nedensellik Hipotezi	F-İstatistiği	P-Değeri	VAR'daki Gecikme Sayısı (AIC)	Sonuç
Elektrik $\xrightarrow{Gr}$ GSYİH	2.2638	0.059***	5	Elektrik tüketimi ekonomik büyümenin nedenidir.
GSYİH $\xrightarrow{Gr}$ Elektrik	3.3061	0.01**	5	Ekonomik büyüme elektrik tüketiminin nedenidir.
GSYİH $\xrightarrow{Gr}$ Doğalgaz	0.7014	0.687	8	Ekonomik büyüme Doğalgaz tüketiminin nedeni değildir.
Doğalgaz $\xrightarrow{Gr}$ GSYİH	0.6284	0.746	8	Doğalgaz tüketimi ekonomik büyümenin nedeni değildir.
GSYİH $\xrightarrow{Gr}$ Kömür	0.9738	0.384	10	Ekonomik büyüme kömür tüketiminin nedeni değildir
Kömür $\xrightarrow{Gr}$ GSYİH	0.9889	0.378	10	Kömür tüketimi ekonomik büyümenin nedeni değildir.
GSYİH $\xrightarrow{Gr}$ Petrol	2.65	0.07***	10	Ekonomik büyüme petrol tüketiminin nedenidir.
Petrol $\xrightarrow{Gr}$ GSYİH	0.8894	0.417	10	Petrol tüketimi ekonomik büyümenin nedeni değildir.
Birincil $\xrightarrow{Gr}$ GSYİH	3.90	0.108	10	Birincil enerji tüketimi ekonomik büyümenin nedeni değildir.
GSYİH $\xrightarrow{Gr}$ Birincil	5.5036	0.057***	10	Ekonomik büyüme birincil enerji tüketiminin nedenidir.

* : %1 düzeyinde , ** : %5 düzeyinde ve ***: %10 düzeyinde anlamlı

SONUÇ

Üretim sürecinin gerçekleştirilmesi ve yaşamın çağdaş koşullarda sürdürülmesi enerjiye bağlıdır. Tüm sektörlerin doğrudan ve dolaylı enerji talepleri olup bu taleplerin aksamadan karşılanması önemlidir. Bu çalışmamızda dünyada ve Türkiye’de enerji sektöründeki birincil ve ikincil enerji kaynaklarındaki gelişmeler ile rezervleri, üretimleri, tüketimleri, uygulanan enerji politikaları ele alınmış olup ayrıca Türkiye’de enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkisinin bulunmasına çalışılmıştır. Ek olarak, nedenselliğin yönü hakkında daha fazla bilgi edinme ihtimali için enerji tüketimi bileşenlerine ayrılmıştır. Daha sonra ilgili değişkenler arasında koentegrasyon ilişkisi tespit edilmiştir.

Enerji sektöründe en büyük sorun, yapılan planlama çalışmalarının yetersizliğidir. Enerji hammaddelerinin çıkarılmasında birincil ve ikincil olmak üzere enerji üretiminin her kademesinde enerjinin taşınması, depolanması, dağıtımı ve tüketimi aşamalarında çevreye en az zarar verecek çevre dengesini bozmayacak ve verimli olacak enerji teknolojilerinin kullanımına özen gösterilmelidir. Gelişmiş ülkeler, dünya ekonomik üretiminin % 77’sini karşılamakta ve dünya enerji kaynaklarının % 6’sına sahip iken, dünya enerji tüketiminin % 48’ine hükmetmektedir. Bu rakamlara göre, enerji kaynaklarına sahip olan az gelişmiş ülkeler, dünya ekonomik üretiminde pay sahibi olmak ve gelişmek için enerji tüketimlerini artırmak zorundadırlar. ABD Enerji Bakanlığına bağlı *Energy Information Agency*’nin (EIA) referans senaryosuna göre, 2001–2025 arasındaki dünya elektrik tüketimi yılda ortalama % 2.4 oranında artması beklenmektedir (IEA,2003). Latin Amerika ve gelişmekte olan Asya ülkelerindeki yüksek ekonomik büyüme oranları yaşam standardını artırması ve bunun sonucunda da sanayi ve konut elektrik talebinin yükselmesi beklenmektedir. Dünya da elektrik talebini karşılamakta kullanılan birincil yakıtların bileşimi son otuz yılda çok değişmiştir. Kömür, ağırlıklı kaynak olarak kalmış, 1970’lerde nükleer enerjiden, 1980 ve

1990'larda ise doğal gazdan elektrik üretimi hızla artmıştır. Kömürden kolay çıkılamamakta, ancak kömürün payının yavaş yavaş aşağı inişi de sürmektedir. 2001'de dünyada elektrik yakıtları arasındaki %34 olan kömür payının, 2025'te % 31'e inmesi beklenmektedir.

Türkiye'de Genel enerji talebinin karşılanmasında ithalatın oranı %70'lere varmıştır. Ayrıca elektrik enerjisi üretiminde % 40'lara varan doğal gaz bağımlılığı ve doğal gaz alımında tek ülkeye odaklanmak gibi bazı sakıncaları beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda, elektrik üretiminde doğalgazın payının çok yüksek olduğundan dolayı kaynak çeşitlendirmesi konusunda çalışmalar yapılması ve bu kapsamda yerli linyitler ile hidrolik santrallere özel önem vermesi gerekir. Türkiye, fosil enerji kaynaklarından petrol, doğalgaz ve kömür rezervlerine sahip olmakla birlikte enerji tüketimini yalnızca fosil yakıtlara ve hidrolik enerjiye dayalı olarak sürdürülemez. Linyit dışında bu rezervlerin büyüklükleri sınırlı olup, üretimde ihtiyacı karşılamaktan uzaktır. Uzun dönem için linyit yatakları yeterli sayılamaz. Yeni aramalarda taşkömürü, linyit, petrol, doğalgaz ve uranyum yataklarının geliştirilmesi gereklidir. Bununla birlikte, doğalgaza dayalı tesislerin toplam maliyetleri içinde yakıt maliyetinin fosil yakıtı dayalı diğer tesislerinkinden daha yüksek olduğu bilinmektedir. İşletme giderinden dolayı linyitli santrallerin birim üretim maliyetleri doğalgaz santrallerinden daha fazladır. Dünyanın çeşitli ülkeleri çok derinliklerdeki linyit rezervlerini, sırf elektrik üretiminde kaynak çeşitliliğini artırmak ve dolayısıyla "arz güvenliği"ni sağlamak için işleyip değerlendirmektedir. Son on beş yılda kömür başta olmak üzere yerli kaynaklarımızın aranmasına, üretilmesine ve değerlendirilmesine yönelik yatırımlar yapılmamıştır. Aranmayan kömür alanlarında en son arama teknikleri ile rezerv tespit çalışmaları yapılmalı ve bilinen rezervlerin etütlerinin tamamlanarak işletme projeleri bir an önce hazırlanmalıdır. Ayrıca, ülkemizin elektrik enerjisi arzında önemli bir role sahip yerli linyitlerimiz için yeni yakma teknolojilerine yönelik araştırmalara gidilmelidir. Türkiye'de jeotermal enerji kullanımının giderek artması beklenen bir gelişmedir. Ancak,

yüksek miktarlarda jeotermal enerji üretim seviyesine bugünkü çalışma ve araştırma şekliyle ulaşmak mümkün gözükmemektedir.

Ülkemiz OECD ülkeleri arasında elektrik enerjisi üretiminde doğalgazı en yüksek fiyata satın alan ülkedir. AB'ye aday olan ve AB'ye üye ülkelerin bazılarında daha fazla kömür rezervine sahip bulunan Türkiye, elektrik üretiminde çok hızlı artan gaz payı ve sürekli düşen kömür payı ile rezerv yönünden benzer durumda olan İspanya ve Portekiz gibi ülkelere farklılık göstermektedir. Doğalgaz almak için yapılan doğalgaz ithalat anlaşmalarında '*take or pay*' (al ya da öde) hükmünün bulunması, öngörüldüğü kadar doğalgaz tüketimi olmaması durumunda, ülke olarak almadığımız doğalgazın parasını da ödeme yükümlülüğünü getirmektedir. Benzer anlaşmalar yapmış olan Fransa, Almanya ve İtalya gibi ülkelerin toplam yıllık tüketimlerinin %20 ila %40'ı arasında depolama imkanına sahip bulunmaları, onlar açısından da bu şarta bağlı bir anlaşmayı mantıklı kılarken, Türkiye'nin bu imkanlardan mahrum bulunuşu anlaşmaların içeriğindeki maddeleri bir bağımlılık hükmü haline getirmektedir. Ancak, doğal gaz bağlantılarımız konusunda yapılabilecek pek bir şey yoktur. Yine de, abartılı yapılmış olan talep tahminleri sonucunda verdiğimiz alım garantileri nedeniyle, on ve on beş yıllık bir dönem için pahalı üretim maliyetlerimiz olacaktır.

Yenilenebilir kaynaklardan hidroelektriğin elektrik üretimindeki payı dünya genelinde beşte bir kadardır. Önümüzdeki senelerde de bu düzeyde kalması beklenmektedir. 2001 yılında ABD 'de %9 olan yenilenebilir kaynaklardan elektrik enerjisi üretiminin payı Kanada'da % 56'ya ulaşmaktadır. Her iki ülkede de hidroelektrik güç potansiyeli büyük ölçüde kullanılmış durumdadır. AB'de yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam elektrik üretimindeki payı % 25 kadardır (IEA,2003) ve bu düzeyde kalması beklenmektedir.

Yapılan nedensellik testleri sonucu ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik vardır. Petrol eşitliğine baktığımızda ekonomik büyümeden petrol tüketimine doğru tek yönlü bir nedenselliğin olduğunu görüyoruz. Ayrıca, ekonomik büyümenin birincil enerji tüketiminin % 10 anlamlılık düzeyinde nedeni olurken, birincil enerji tüketimi ekonomik büyümenin nedeni olmamaktadır. Diğer taraftan, doğalgaz ve kömür tüketimlerinin ekonomik büyümeye ya da ekonomik büyümenin doğalgaz ve kömür tüketimine yol açmadığı ortaya çıkmaktadır. Ayrıca uzun dönemde, GSYİH -Elektrik, GSYİH -Doğalgaz, GSYİH -Birincil Enerji Tüketimi, GSYİH - Petrol ve GSYİH-Kömür arasında pozitif bir ilişki söz konusudur. GSYİH'daki %10'luk bir artışın, elektrik tüketimini %5.27, petrol tüketimini %12.06 ve birincil enerji tüketimini ise %9.27 arttırmakta olduğu bulunmuştur. Enerji tüketimi ve büyüme arasındaki ilişkileri analiz eden çalışmalar, enerji tasarrufu politikalarının büyümeyi olumsuz yönde etkilemeden uygulanıp uygulanmayacağını araştırmaktadır. Türkiye için GSYİH'dan petrol tüketimine ve birincil enerji tüketimine doğru işleyen tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin bulunması, enerji tasarrufu politikalarının ekonomik büyümeyi olumsuz etkileme olasılığının olmadığını göstermektedir.

Tüm bu sonuçlara göre Türkiye için şu önerilerde bulunulabilir; Türkiye'de elektrik üretiminde doğalgazın payının çok yüksek olduğundan dolayı kaynak çeşitlendirmesi konusunda çalışmalar yapılması ve bu kapsamda yerli linyitler ile hidrolik santrallere özel önem vermesi gerekir. Ayrıca, Türkiye'de jeotermal enerji kullanımının giderek artması beklenen bir gelişmedir. Ancak, yüksek miktarlarda jeotermal enerji üretim seviyesine bugünkü çalışma ve araştırma şekliyle ulaşmak mümkün gözükmemektedir.

Türkiye aşırı fosil yakıt kullanımının getireceği çevre sorunlarını düşünmelidir. Olumsuz çevre etkilerinin bir maliyeti olup, GSYİH azalmasına neden olmaktadır. Türkiye'de öncelikle değerlendirilmesi gereken kaynaklar Jeotermal enerji, Güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi ve biyokütle enerjisidir.

Alternatif enerji kaynaklarının yeni teknolojilerle kullanıma sokulması, yeni iş sahaları açılmasına ve milli geliri artırmaya yarayacaktır. Türkiye’de ulaşılması mümkün tüm kaynaklardan etkin biçimde enerji üretilirken, üretilen enerjinin yüksek verimlilikle etkin kullanımı çok önemlidir. Gelişen teknoloji GSYİH başına düşen enerji tüketimini azaltmayı hedeflemiştir. Amaç daha az enerji ile daha çok mal ve hizmet üretimidir. Bu amaca uygun olarak enerji üretimi, sanayi, ulaşım, konut ve hizmet sektörlerinde enerjinin akılcı kullanımına yönelik enerji tasarruf önlemleri uygulanmalıdır. Ayrıca, Elektrik Tüketimi alanlarında geliştirilecek bir enerji büyüme politikası, ekonomik büyümeyi etkileyecektir. Petrol tüketimine ilişkin bir enerji tutumluluğu politikası yapılmalıdır. Çünkü petrol tüketimi hususuna ilişkin bir tasarrufun Ülkemizde ekonomik büyüme üzerinde herhangi bir olumsuz etki yapma olasılığı bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

ABUT, N., B.ÇAKIR, Ü.AKÇA, A. BOZKURT

1997 "2000'li Yıllarda Ulusal Arz-Talep Dengesi Işığında Türkiye Enerji Politikaları", Enerji Politikaları ve Planlama, Ankara, 31–40

ACAROĞLU, M ve Prof.Dr. M.ÜLTANIR

2000 "Türkiye'de Biyokütle Enerji Potansiyeli ve Değerlendirilmesi", Türkiye 8. Enerji Kongresi, Cilt II, Sayfa:161–172
Ankara: DEKTMK Yayını

ADELMAN, Irma

1958 Theories of Economic Growth and Devolepment, Stanford Press

AKDENİZ, Ahmet

1991 "Enerji Politikası Analizlerinde Kullanılan Çözüm Teknikleri", Güneş Enst. Dergisi, Cilt:1, Sayı:3

AKDİ, Yılmaz

2003 Zaman Serileri Analizi, Ankara: Bıçaklar Kitabevi

AKGÜN, Nezihe

2003 "Yenilenebilir Enerji Kaynakları"
<http://www.meteor.gov.tr/2003/arge/yenienerji/yenilenebilir.pdf>

AKKAYA, Prof.Dr. Şahin, PAZARLIOĞLU, Dr. Vedat.

1995 Ekonometri I, Berk Masa Üstü Yayıncılık, Eylül, 1995

AKKAYA, Prof.Dr. Şahin,

1995 Ekonometri II, İzmir: Berk Masa Üstü Yayıncılık

AKYÜZ, T. Ve TOLUN, S.

1997 "Rüzgar Enerjisini Dönüştürme Sistemleri ve Gelişmeler", Türkiye 7. Enerji Kongresi, Ankara, DEKTMK Yayını

ALPAR, Prof.Dr. Cem.

- 1985 "Dünya Ekonomisi ve Uluslar arası Ekonomik Kuruluşlar", Türkiye Ekonomi Kurumu,

ALPAR, Doç.Dr. Cem.

- 1982 Az Gelişmiş Ülkelerin Dış Ticaret Sorunları ve Sanayileşme,
Ankara: AİTİA Yayınları

ALTAŞ, Macide

- 1996 "Enerji Üretimi ve Tüketiminin Gelişimi", Türkiye Enerji Sempozyumu, Ankara

ALTINBİLEK, Prof. Dr. Doğan

- 1997 "Türkiye Hidroelektrik Enerji Potansiyeli ve Gelişme Durumu",
Türkiye 7. Enerji Kongresi, Ankara, DEKTMK Yayını

ARAT, Dr.Tuğrul ve Dr.S.BAYKAL

- 2004 "Avrupa Birliği Çevre Politikası Bağlamında Yenilenebilir Enerji Kaynakları", AB'nin Enerji Politikası ve Türkiye, Ulusal Politika Araştırmaları Vakfı, Mayıs,73-102

ARI, Gürkan

- 1997 "Jeotermal Enerjinin Kullanım Sahaları", Çevre ve Enerji Kongresi,
Ankara, Tmmob Yayını

ATEŞOK, Gündüz

- 2003 "Enerjinin Stratejik Önemi ve Türkiye", Türkiye 9. Enerji Kongresi,
İstanbul, DEKTMK Yayını

ATILGAN, İbrahim

- 2000 "Enerji Potansiyeline Bakış", Gazi Üniversitesi Müh.Mim. Fak. Dergisi Cilt 15 No:1, Sayfa: 31-47, Ankara

AYBAR, Emine

- 1992 "Dünya Enerji Sektöründe Gelişmeler Enerji Yoğunluğunun Azaltılması Çabaları", 3.İzmir İktisat Kongresi, Sektörel Gelişme Stratejileri, İzmir

BAŞKAYA, F.

- 2000 Kalkınma İktisadının Yükselişi ve Düşüşü, Ankara: İmge Kitabevi
Ekonomisi, Bursa: Ezgi Kitabevi

BAYHAN A. ve A.KÖSEOĞLU

- 1997 "Yakın Gelecekte Dünya'da ve Türkiye'de Taşkömürü", Türkiye 7. Enerji Kongresi, Ankara, DEKTMK Yayını, 385-396

BERNDT E. R.

- 1990 "Energy Use, Technical Progress and Productivity Growth", The Journal of Productivity Analysis 2, 36: 67-83

BAYRAKTAR Nazım

- 1997 "Enerji Kullanımı Yönünden Ülkelerin Uygarlık Düzeylerinin Karşılanması" Türkiye 7. Enerji Kongresi, Ankara, 11-19

BIÇAKCI, Cem

- 1994 "Gelişmekte olan Ülkeler Çelik Endüstrisinde Enerjinin Verimli Kullanımı", Türkiye 6. Enerji Kongresi, İzmir,

BİNSWANGER, M.

- 2001 "Technological Progress and Sustainable Development: What about The Rebound Effect?", Ecological Economics, 36: 119-132

BİROL, Fatih

- 1997 "Küresel Enerji Talebi: Uzun Vadeli Bir Bakış", Türkiye 7. Enerji Kongresi, Ankara, 1-6

BİROL, F.,GÜNER,N.:

- 1990 "Türkiye İçin Geliştirilen Çok Amaçlı Temiz Elektrik Üretim Modeli"
Türkiye 5. Enerji Kongresi, Ankara,

BOZKURT,G., ve Z.GÜNGÖR

- 1997 "Elektrik Enerjisi Sektörümüzün Gelişimi ve Uzun Dönem Üretim Planlamasında İthal Kaynakların Ekonomik Yönden Karşılaştırılmaları", Türkiye 7. Enerji Kongresi, Ankara, 83-94

BROOKES L.

- 1990 "The Greenhouse Effect: The Fallacies in The Energy Efficiency Solution", Energy Policy 18, 36: 199-201

BROWN, M

- 1990 "Embodied Energy Analysis and Emergy Analysis: A Comparative View", Ecological Economics 19, 36: 219-236

CLEVELAND C.J., R.K..KAUFFMANN, and D.I. STERN

- 2000 "Aggregation and The Role of Energy In The Economy", Ecological Economics 32, 36: 301-318

CLEVELAND C.J., COSTANZA, R., HALL, C.A.S. and KAUFFMANN,R.K.

- 1984 "Energy and US Economy: A Biophysical Perspective", Science 225:890-897

ÇALIŞKAN, Mustafa

- 2000 "Türkiye'de Rüzgar Enerji Potansiyelinin Belirlenmesi", Türkiye 8. Enerji Kongresi, Cilt II, Sayfa:149-160 Ankara: DEKTMK Yayını

ÇETİN, Mustafa

- 1999 "Türkiye Elektrik Enerjisi Dağıtımının Bugünü ve Hedeflenen Yeni Politikalar" Türkiye 2. Enerji Sempozyumu, Ankara,

DEKTMK

- 1998 Enerji Raporu, Ankara: DEKTMK Yayını

DEKTMK

2004 Genel Enerji Planlaması ve Arz Güvenilirliği Komisyonu Raporu,
Ankara: DEKTMK Yayını

DEKTMK

2004 Enerji ve Çevre Komisyonu Raporu, Ankara: DEKTMK Yayını

DEKTMK

2004 Enerji Verimliliği ve Talep Tarafı Yönetimi Komisyonu Raporu,
Ankara: DEKTMK Yayını

DEKTMK

2004 Genel Enerji Kaynakları Komisyonu Doğalgaz Çalışma Grubu Raporu, Ankara: DEKTMK Yayını

DEKTMK

2004 Genel Enerji Kaynakları Komisyonu Katı Fosil Yakıtlar Çalışma Grubu Raporu, Ankara: DEKTMK Yayını

DEKTMK

2004 Genel Enerji Kaynakları Komisyonu Hidrolik Kaynaklar Çalışma Grubu Raporu, Ankara: DEKTMK Yayını

DEKTMK

2004 Genel Enerji Kaynakları Komisyonu Petrol ve Doğalgaz Arama ve Üretim Çalışma Grubu Raporu, Ankara: DEKTMK Yayını

DEKTMK

2004 Genel Enerji Kaynakları Komisyonu Yenilenebilir Enerji Çalışma Grubu Raporu, Ankara: DEKTMK Yayını

DEKTMK

2004 Genel Enerji Kaynakları Komisyonu Nükleer Enerji ve Toryum Çalışma Grubu Raporu, Ankara: DEKTMK Yayını

DEKTMK

2004 Genel Enerji Kaynakları Komisyonu Hidrojen ve Bor Çalışma Grubu Raporu, Ankara: DEKTMK Yayını

DEKTMK

2004 Türkiye’de Enerji Dinamikleri, Ankara: DEKTMK Yayını

DEKTMK

2004 Genel Enerji Kaynakları Komisyonu Fosil Yakıtlardan Temiz ve Verimli Enerji Eldesi Çalışma Grubu Raporu, Ankara: DEKTMK Yayını

DEKTMK

2004 Elektrik Enerjisi Komisyonu Çalışma Grupları Raporu, Ankara: DEKTMK Yayını

DEKTMK

2003 Türkiye 9.Enerji Kongresi Enerji İstatistikleri, İstanbul: DEKTMK Yayını

DEKTMK

2000 Türkiye 8.Enerji Kongresi Enerji İstatistikleri, Ankara: DEKTMK Yayını

DEKTMK

1997 Türkiye 7.Enerji Kongresi Enerji İstatistikleri, Ankara: DEKTMK Yayını

DPT:

2005 Ekonomik Göstergeler, Ankara: DPT Yayınları

DPT

1963 I. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara: DPT Yayınları

DPT

1967 II. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara: DPT Yayınları

DPT

1972 III.Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara: DPT Yayınları

DPT

1979 IV.Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara: DPT Yayınları

DPT

1985 V.Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara: DPT Yayınları

DPT

1989 VI.Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara: DPT Yayınları

DPT

1995 VII.Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara: DPT Yayınları

DPT

2001 VIII.Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Elektrik Enerjisi, Ankara: DPT Yayınları

DPT

2001 VIII.Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Enerji, Ankara: DPT Yayınları

DPT

2001 VIII.Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ekonomik ve Sosyal Sektörlerdeki Gelişmeler, Ankara: DPT Yayınları

DUNKERLEY, J., RAMSEY, W., GORDON,L.,CECELSKİ,E.

1981 Energy Strategies for Developing Nations, John Hopkins University Press

DURNİNG, Alan

- 1996 Ne Kadar Yeterli? Tüketim Toplumu ve Dünyanın Geleceği Çev.
Sinem Çağlayan, Ankara: Tübitak Tema Vakfı Yayınları

Dünya Enerji Konseyi

- 1996 Yarının Dünyası İçin Enerji, Paris, IEA

EGE, Dr.Aylin

- 2004 "Avrupa Birliğinde Kömür ve Katı Yakıtlar", AB'nin Enerji Politikası ve Türkiye, Ulusal Politika Araştırmaları Vakfı, Mayıs,109-126

EGE, Dr.Aylin

- 2004 "Avrupa Birliğinde Nükleer Enerji ve Türkiye", AB'nin Enerji Politikası ve Türkiye, Ulusal Politika Araştırmaları Vakfı, Mayıs,129-140

EGE, Dr.Yavuz

- 2004 "Avrupa Birliğinin Enerji Politikası ve Türkiye'nin Uyumu", AB'nin Enerji Politikası ve Türkiye, Ulusal Politika Araştırmaları Vakfı, Mayıs,3-38

EİE

- 1997 Enerji Tasarrufu, Ankara: EİE Yayınları

EİE&DMİ

- 2002 Türkiye'nin Rüzgar Potansiyeli, Ankara: EİE Yayınları

Energy in Europe,

- 1990 Commission of the European Communities, Special Issue, Paris,

Enerji İstatistikleri,

Türkiye 4.,5.,6.,7.,8. Enerji Kongreleri

ERCAN, Dr.Hakan ve Dr.G. ÖZ

2004 "Avrupa Birliği VE Türkiye Elektrik Piyasalarına İktisadi ve Hukuki Bir Bakış", AB'nin Enerji Politikası ve Türkiye, Ulusal Politika Araştırmaları Vakfı, Mayıs,169-200

ERSOY, Mücella

2004 "Genel Enerji Kaynakları- Katı Fosil Yakıtlar", Genel Enerji Raporu, Ankara: DEKTMK Yayını

ERTEK, Tümay

1987 Ekonometriye Giriş, İstanbul: Beta Yayınları

FİKRET Hanife

1997 "Ulusal ve Uluslar arası Koşullar Altında Enerji Arz Talep Dengeleri İle İlgili Öngörüler", Enerji Politikaları ve Planlama, Türkiye 7. Enerji Kongresi, Ankara, 21-31

FİKRET, Hanife

1986 "Ulusal ve Uluslararası Koşullar Altında Enerji Arz Talep Dengeleri İle İlgili Öngörüler", Türkiye 4. Enerji Kongresi, İzmir,

GARİH Üzeyir

1997 "Enerjide Yeni Evre", Enerji Politikaları ve Planlama, Türkiye 7. Enerji Kongresi, Ankara, 71-74

GARİH Üzeyir

1997 "Enerji Sorunu ve Uluslararası Politika",Enerji Politikaları ve Planlama, Ankara,Türkiye 7. Enerji Kongresi, 143-146

GÖKTEPE,G.

1986 "Enerji Sistemlerinin Mukayesesi, Geleceğe Dönük Kararlarda Risk, Yarar, ve Maliyet Etkinliği", Türkiye 4. Enerji Kongresi, İzmir,

GÜNEY, İrfan

2000 "Biyomas Enerjisinin İncelenmesi ve Bir Uygulama Çalışması",
Türkiye 8. Enerji Kongresi, Ankara

HİÇ, Prof.Dr. Mükerrerem

1988 Türkiye Ekonomisi, İstanbul: Menteş Kitabevi Yay.

HOWARTH R. B.

1997 "Energy Efficiency And Economic Growth", Contemporary Economic Policy, 25, 36: 1-9

IEA

2004 Energy Policies of IEA Countries, IEA

IEA

2004 World Energy Outlook , IEA

IEA

2005 World Energy Outlook , IEA

İŞİĞİÇOK, Dr. Erkan

1992 Zaman Serilerinde Nedensellik Çözömlemesi, Bursa: Uludağ
Üniversitesi Basımevi

İSMAİLOV, Joldoshbek

2005 Ekonomik Büyüme ve Enerji İlişkisi: Kırgızistan Örneği, Ankara:
Hacettepe Üniversitesi (Yayınlanmamış Y. Lisans Yezi)

JORGENSEN D.W. and P.J.WİLCOXEN

1993 "Reducing US Carbon Emissions", Resources and Energy Economics 15, 7-25

JORGENSEN D.W. and P.J.WİLCOXEN

1984 "The Role Of Energy in Productivity Growth", Energy Journal 5,
11-26

KAUFMANN R.K.

- 1992 "A Biophysical Analysis of The Energy/ Real GDP Ratio", Ecological Economics 6, 35-36

KAUFMANN R.K. and G.Azary-Lee

- 1991 "A Biophysical Analysis of Substitution, Proceedings of Ecological Economics

KAVAK, Kubilay

- 2005 Dünya'da ve Türkiye'de Enerji Verimliliği ve Türk Sanayide Enerji Verimliliğinin İncelenmesi, Ankara: DPT Uzmanlık Tezi

KAYA, Nafiz

- 2000 Türkiye Ekonomisinde Enerji, Ankara: Gazi Üniversitesi (Yayınlanmamış Y. Lisans Yezi)

KAYNAK, Prof. Dr. Muhteşem

- 1988 Büyüme Teorileri, Ankara: Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

KESKİN, Tülin

- 1986 "Gelişmekte Olan Ülkelerdeki Endüstriyel Enerji Yönetimi", Türkiye 4.Enerji Kongresi, İzmir

KICIMAN, Sevinç

- 1990 "Uluslararası Düzeyde Enerji Sektörünün Gelişimi ve Avrupa Ekonomik Komisyonu Bölgesi", Türkiye 5. Enerji Kongresi, Ankara,

KILIÇ, Hayrettin

- 1997 "Küresel Boyutları ile Nükleer Enerji", Elektrik Mühendisliği Dergisi, Cilt: 39, Sayı: 401

KUTLAR, Dr.Aziz

- 2000 Ekonometrik Zaman Serileri, Ankara: Gazi Kitabevi

MALKOÇ, F ve A.TURAN, Y.MALKOÇ

- 2000 "Hidroelektrik Enerji İmkanları Araştırmada Hidrolik Çalışmaların Önemi" 21. Yüzyılda Sürdürülebilir Kalkınma İçin Enerji ve Teknoloji, Türkiye 8. Enerji Kongresi, Cilt II, Sayfa:9- 20 Ankara: DEKTMK Yayını

MALKOÇ, F ve A.TURAN, Y.MALKOÇ

- 2000 "Türkiye'de Jeotermal Enerji Aramaları ve Potansiyeli" 21. Yüzyılda Sürdürülebilir Kalkınma İçin Enerji ve Teknoloji, Türkiye 8. Enerji Kongresi Cilt II, Sayfa:109–124 Ankara: DEKTMK Yayını

MERTOĞLU, O. ve İ.DOKUZ

- 2000 "Türkiye'deki Mevcut Jeotermal Uygulamalar ve Projeksiyonların Önemi ve Dünyadaki Yeri" 21. Yüzyılda Sürdürülebilir Kalkınma İçin Enerji ve Teknoloji, Türkiye 8. Enerji Kongresi, Cilt II, Sayfa:97-108 Ankara: DEKTMK Yayını

OECD-IEA:

- 1992 Global Energy: The Changing Outlook, Paris

ONUR, Ç. Ve TEZEL, F.

- 2003 "Zonguldak Taşkömürü Havzasının Bugünü ve Geleceği", Türkiye 9. Enerji Kongresi, İstanbul

ÖNAL, Prof.Dr. Güven,

- 2003 "21. Yüzyılın Güvenilir Enerji Kaynağı Kömür", Türkiye 9. Enerji Kongresi, İstanbul

ÖNER Doğan

- 1997 "2030 Yılına Kadar Elektrik Enerjisi Arz-Talep Dengesi İçin Bir Öngörü ve Nükleer Güç İhtiyacı Temini", Enerji Politikaları ve Planlama, Türkiye 7. Enerji Kongresi, Ankara, 459

ÖZDEN, Dr. Hüseyin,

2000 "Umut Enerjisi Güneş", Türkiye 8. Enerji Kongresi, Ankara

ÖZSOY, Muzaffer

1995 Sürdürülebilir Kalkınma Yaklaşımı Çerçevesinde Ekonomik Büyüme ve Çevre İlişkileri, İstanbul: İstanbul Üniversitesi (Yayınlanmamış Y. Lisans Yezi)

PALA, Cenk

1996 20.YY'ın Şeytan Üçgeni, ABD-Petrol-Dolar, Ankara: Kavram Yayınları

PALA, Doç. Dr.Ayşegül

1997 "Çevre Korumasında Elektrik Kullanımı", 7.Enerji Kongresi, Ankara

PARASIZ, Prof. Dr. İlker

2005 Kalkınma Ekonomisi, Bursa: Ezgi Kitabevi

PASİN S. Ve D.ALTINBİLEK

1997 "Türkiye'de Hidroelektrik Enerji Potansiyeli ve Gelişme Durumu", Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Cilt III, Sayfa:1-26, Ankara: DEKTMK Yayını

PRATTEN, C.Fletcher

1984 Sanayileşmede Ölçek Sorunu ve Türkiye Çev._Tümay ERTEK İstanbul Sanayi Odası, ss. 75.

SCHURR S.and B.NETSCHERT

1960 Energy and American Economy, 1850-1975, Johns Hopkins University Pres, Baltimore

SERPER, Özer

1986 Uygulamalı İstatistik, İstanbul, Filiz Kitabevi

SERPEN U., ve A.SATMAN

- 1997 "Türkiye'de Jeotermal Enerji: Politika ve Planlama", Enerji Politikaları ve Planlama, Türkiye 7. Enerji Kongresi, Ankara, 327-338

SEVÜKTEKİN, M ve M.NARGELEÇEKENLER

- 2005 Zaman Serileri Analizi, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım

SİVRİKAYA, Ayşen

- 2003 Teknolojik Gelişme ve Ekonomik Büyüme, Ankara: Hacettepe Üniversitesi (Yayınlanmamış Y. Lisans Yezi)

STERN, David I.

- 2003 Energy and Economic Growth

STERN, David I.

- 2002 "Explaining Changes in Global Sulfur Emissions", Ecological Economics 42, 201-220

SOHTAOĞLU Hülagu

- 1997 "Türkiye Elektrik Enerjisi Sektörünün Gelişimi", Enerji Politikaları ve Planlama, Ankara, 209-224

Sustainable Energy Devolepments in Europe and North America,

- 1991 United Nations, New York

ŞAHİN, Afşin

- 2004 Dış Ticaretin Ekonomik Büyüme Üzerine Etkileri, Ankara: Gazi Üniversitesi (Yayınlanmamış Y. Lisans Yezi)

ŞAHİN, Vedat

- 1985 "Turkey: Energy Planning and Policy Options", Doktora Tezi, UWIST Cardiff, İngiltere

ŞAHİN, Vedat

1993 Türkiye Bölgesel Elektrik Talebi:1990-2010, Bir Model Çalışması,
Ankara,

ŞAHİN, Vedat

1991 Türkiye Sektörel Elektrik Talep Analizi, DPT Yayınları, Ankara,

ŞAHİN, Dr. Vedat

1994 Enerji Sektöründe Geleceğe Bakış, İstanbul: Tüsiad Yayınları

TAFLAN, Serhan

2003 Dünya ve Türkiye’de ki Mevcut ve Alternatif Enerji Kaynakları ve
Politikaları, Gebze: Gebze İleri teknoloji Enstitüsü
(Yayınlanmamış Y. Lisans Yezi)

TARI, Recep

1999 Ekonometri, İstanbul: Alfa Yayınları

T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı

1987 Türkiye’de Enerji Sektörü ve Sanayi Ana Planı Raporu, I.Sanayi
Şurası, Ankara

TÜGİAD

2003 Türkiye’nin Enerji Sorunları ve Çözüm Önerileri, İstanbul, Türkiye
Genç İşadamları Derneği Yayınları

Türkiye Elektrik Kurumu

1991 WASP Modeli ile Türkiye Uzun Dönem Üretim-Tüketim
İncelemesi (1996–2010), APK-352, Ankara

TÜGİAD

2003, Türkiye’nin Enerji Sorunları ve Çözüm Önerileri, İstanbul

UTKULU, Utku

2001 "Türkiye’de Dış Açıkların Belirleyicileri: Ekonometrik Bir İnceleme",
D.E.Ü.İ.İ.B.F. Dergisi, Cilt 16, Sayı:2, İzmir

UZGÖREN, Nevin

2004 'Zaman Serilerinde Sahte Regresyon Sorunu ve Reel Kamu Harcamalarına Yönelik Bir Ekonometrik Model Uygulaması',
Kütahya

ÜLTANIR M. ve ACAROĞLU, M.

2000 "Türkiye’de Biyokütle Enerji Potansiyeli ve Değerlendirilmesi İçin Öneriler", Türkiye 8.Enerji Kongresi, Ankara

ÜLTANIR M. ve D.İNAN

1996 Dünyada ve Türkiye’de Rüzgar Enerjisinden Elektrik Üretiminin Değerlendirilmesi-Öneriler, Ankara: Temiz Enerji Vakfı Yayını

ÜTÜK, Kazım

2000 "Enerji, Ekoloji ve İdeoloji", Stratejik Araştırmalar dosyası, VI, Haziran

ÜLTANIR, Dr.Mustafa Özcan

2002 Yüzyıla Girerken Türkiye’nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, İstanbul: Tüsiad Yayınları

WALTER, Enders

2004 Applied Econometric Time Series, John Wiley&Sons

WEIL, David

2004 Economic Growth, Addison Wasley Pres.

YÜCEL, Behçet

1992 Enerji Ekonomisi, Ankara

EK-I

YIL	GSYİH (Sabit Fiyatlarla YTL)
1987Q1	13464440,00
1987Q2	16225438,00
1987Q3	25060029,00
1987Q4	19972018,00
1988Q1	14753386,00
1988Q2	16838747,00
1988Q3	25737819,00
1988Q4	18976340,00
1989Q1	14394884,00
1989Q2	16557116,00
1989Q3	25902492,00
1989Q4	19643819,00
1990Q1	15942393,00
1990Q2	18762680,00
1990Q3	27520914,00
1990Q4	21352477,00
1991Q1	15872139,00
1991Q2	18672843,00
1991Q3	28607232,00
1991Q4	21200616,00
1992Q1	17175474,00
1992Q2	19730246,00
1992Q3	30137921,00
1992Q4	22357104,00
1993Q1	18019683,00
1993Q2	21964068,00
1993Q3	32372054,00
1993Q4	24234565,00
1994Q1	18954906,00
1994Q2	19616835,00
1994Q3	29845909,00
1994Q4	22903072,00
1995Q1	18671210,00
1995Q2	22272354,00
1995Q3	32524796,00
1995Q4	24419440,00

YIL	GSYİH (Sabit Fiyatlarla YTL)
1996Q1	20290106,00
1996Q2	24071521,00
1996Q3	34245901,00
1996Q4	26137623,00
1997Q1	21692720,00
1997Q2	26110721,00
1997Q3	36655366,00
1997Q4	28172395,00
1998Q1	23697309,00
1998Q2	26959643,00
1998Q3	37632649,00
1998Q4	27824008,00
1999Q1	21758580,00
1999Q2	26368753,00
1999Q3	35279064,00
1999Q4	27239487,00
2000Q1	22978619,00
2000Q2	28195418,00
2000Q3	38046399,00
2000Q4	29568677,00
2001Q1	22750570,00
2001Q2	25435848,00
2001Q3	35186895,00
2001Q4	26512024,00
2002Q1	23273468,00
2002Q2	27711651,00
2002Q3	37999988,00
2002Q4	29627115,00
2003Q1	25155801,00
2003Q2	28799164,00
2003Q3	40085776,00
2003Q4	31444372,00
2004Q1	28130674,00
2004Q2	32935469,00
2004Q3	42196343,00
2004Q4	33430094,00
2005Q1	29483675,00
2005Q2	34326710,00
2005Q3	45168980,00

YIL	GSYİH (Sabit Fiyatlarla YTL)
1970	33765132
1971	35644700
1972	38291639
1973	39540780
1974	41752876
1975	44748268
1976	49429503
1977	51113351
1978	51881586
1979	51557767
1980	50295991
1981	52738671
1982	54617937
1983	57332998
1984	61181164
1985	63776134
1986	68248101
1987	74721925
1988	76306292
1989	76498311
1990	83578464
1991	84352830
1992	89400745
1993	96590370
1994	91320722
1995	97887800
1996	104745151
1997	112631202
1998	116113609
1999	110645884
2000	118789113
2001	109885337
2002	118612222
2003	125485113
2004	136692580

Doğalgaz Tüketim Değerleri:**milyon m3**

	1.dönem	2.dönem	3.dönem	4.dönem	Toplam
1993	1240	1159	1209	1260	4868
1994	1227	1224	1335	1377	5163
1995	1535	1503	1571	2069	6678
1996	2115	1695	1668	2294	7772
1997	2658	2174	2022	2702	9556
1998	2886	2133	2134	2944	10097
1999	3247	2764	2782	3379	12172
2000	3836	3075	3304	4126	14341
2001	4405	3409	3309	4610	15733
2002	4744	3910	3704	4708	17066
2003	6104	4356	4317	5797	20574
2004	6298	4426	4771	6243	21738
2005	7345	5404	5846	2225	20820

Elektrik Tüketim Değerleri:
GWh

1987 I.Dönem	10485,7
1987 II.Dönem	10700,2
1987 III.Dönem	11508,7
1987 IV.Dönem	12230,4
1987 Yıllık	22716,1

1988 I.Dönem	12026,4
1988 II.Dönem	11399,1
1988 III.Dönem	12364,8
1988 IV.Dönem	12639,6
1988 Yıllık	48429,9

1989 I.Dönem	12414
1989 II.Dönem	12521,7
1989 III.Dönem	13567,3
1989 IV.Dönem	14098,7
1989 Yıllık	52601,7

1990 I.Dönem	13690,9
1990 II.Dönem	13361,5
1990 III.Dönem	14678,8
1990 IV.Dönem	15080,5
1990 Yıllık	56811,7

1991 I.Dönem	14204,5
1991 II.Dönem	14025,3
1991 III.Dönem	16069,8
1991 IV.Dönem	16199,7
1991 Yıllık	60499,3

1992 I.Dönem	16387
1992 II.Dönem	15260,7
1992 III.Dönem	17512,5
1992 IV.Dönem	18056,6
1992 Yıllık	67216,8

1993 I.Dönem	17708
1993 II.Dönem	16856,1
1993 III.Dönem	19192,2
1993 IV.Dönem	19675,4
1993 Yıllık	73431,7

1997 I.Dönem	26088
1997 II.Dönem	24740,1
1997 III.Dönem	26948,6
1997 IV.Dönem	28729,7
1997 Yıllık	106506,4

1998 I.Dönem	28947,1
1998 II.Dönem	26095,5
1998 III.Dönem	29303,7
1998 IV.Dönem	29676,4
1998 Yıllık	114022,7

1999 I.Dönem	29284,2
1999 II.Dönem	27980,61
1999 III.Dönem	29797,52
1999 IV.Dönem	31422,52
1999 Yıllık	118484,9

2000 I.Dönem	32972,62
2000 II.Dönem	29640,17
2000 III.Dönem	32782,08
2000 IV.Dönem	32880,75
2000 Yıllık	128275,6

2001 I.Dönem	32036,67
2001 II.Dönem	29344,97
2001 III.Dönem	32583,01
2001 IV.Dönem	32906,61
2001 Yıllık	126871,3

2002 I.Dönem	33129,89
2002 II.Dönem	31427,25
2002 III.Dönem	33880,8
2002 IV.Dönem	34114,7
2002 Yıllık	132552,6

2003 I.Dönem	35636,8
2003 II.Dönem	33108,58
2003 III.Dönem	36390,97
2003 IV.Dönem	36074,96
2003 Yıllık	141211,3

1994 I.Dönem	19319,5
1994 II.Dönem	17308,9
1994 III.Dönem	19909,1
1994 IV.Dönem	20795,5
1994 Yıllık	77333
1995 I.Dönem	20528,1

1995 II.Dönem	20019,8
1995 III.Dönem	22148,9
1995 IV.Dönem	22854,8
1995 Yıllık	85551,6

1996 I.Dönem	23465,1
1996 II.Dönem	21924,5
1996 III.Dönem	24250,1
1996 IV.Dönem	25148,9
1996 Yıllık	94788,6

2004 I.Dönem	36988,91
2004 II.Dönem	35530,32
2004 III.Dönem	39072,63
2004 IV.Dönem	38425,62
2004 Yıllık	150017,5
2005 I.Dönem	39502,85

2005 II.Dönem	38224,83
2005 III.Dönem	42400,96
2005 IV.Dönem	41854,7
2005 Yıllık	161983,3

Kömür ve Petrol Tüketim Değerleri:

yıl	Toplam Kömür Tüketim (bin ton)	petrol (binton)
1950	3722	503
1951	3711	653
1952	4026	830
1953	4868	940
1954	5087	1017
1955	5098	1265
1956	5807	1340
1957	6634	1505
1958	6773	1569
1959	6590	1626
1960	6561	1828
1961	6277	2081
1962	7320	2454
1963	7564	2855
1964	8654	3269
1965	8703	3675
1966	9514	4386
1967	9184	5044
1968	9830	5932
1969	10379	6776
1970	10499	7579
1971	11027	8819
1972	11993	10215
1973	12237	11995
1974	13219	12132
1975	13932	13503
1976	16003	14992
1977	16732	17230
1978	17931	17010
1979	18780	14796
1980	19873	15309
1981	20701	15090
1982	22760	16127
1983	25999	16705
1984	31310	16990
1985	40956	17270
1986	48899	18688
1987	47873	21239
1988	40605	21302
1989	54382	21732
1990	54082	22700
1991	57675	22113
1992	59500	23660
1993	54630	27037

1994	59370	25859
1995	60953	27918
1996	65853	29604
1997	72011	29176
1998	77650	29022
1999	75681	28862
2000	79909	31072
2001	72186	29661
2002	70869	29776
2003	63586	30669
2004	63727	31729

Birincil Enerji Tüketim Değerleri:

yıl	Toplam Bin TEP	Yıl	Toplam Bin TEP
1950	6917	1981	32049
1951	7195	1982	34388
1952	7632	1983	35697
1953	8328	1984	37425
1954	8623	1985	39399
1955	8954	1986	42472
1956	9431	1987	46883
1957	10132	1988	47910
1958	10457	1989	50705
1959	10698	1990	52987
1960	11070	1991	54278
1961	11281	1992	56684
1962	12059	1993	60265
1963	12609	1994	59127
1964	13480	1995	63679
1965	13905	1996	69862
1966	15127	1997	73779
1967	15668	1998	74709
1968	16848	1999	74275
1969	17978	2000	80500
1970	18872	2001	75402
1971	20088	2002	78331
1972	22411	2003	83826
1973	24512	2004	87818
1974	25535		
1975	27437		
1976	29695		
1977	32454		
1978	32571		
1979	30708		
1980	31973		

ÖZET

Enerji, üretim işlemlerinde kullanılması zorunlu bir girdi ve toplumların refah düzeylerinin yükseltilmesi için gerekli bir hizmet aracı olarak, ekonomik ve sosyal kalkınmanın temel taşlarından birisidir.

Geleneksel enerji kaynaklarının tükenme eğilimine girdiği, enerji fiyatlarının artış göstermesinin beklendiği, enerji kullanımından kaynaklanan çevre sorunlarının büyüdüğü bir dönemde enerji planlaması, özellikle enerji kaynakları kıt, ithal kaynaklara bağımlı, yetersiz döviz kaynaklarına sahip ülkeler için yararlı ve zorunlu bir araç olarak görülmektedir.

Diğer gelişmekte olan ülkeler gibi Türkiye’de enerji yoğun büyüyen bir ekonomidir ve petrol üretmeyen ülkelerdeki gibi enerji ihtiyacının büyük bölümü ithalatla karşılanmaktadır. Toplam yıllık net enerji tüketimi artış oranı yaklaşık % 5’dir. 2004 yılında tüketilen petrolün %92 ‘si ithal edilmekte olup bunun da toplam enerji içindeki payı % 37’dir. Dolayısıyla Türkiye artan enerji ihtiyacını karşılamak için hem arz tarafından hem de talep yönetim politikaları tarafından gelen kısıtlarla karşı karşıyadır. Fakat bu tür politikalarda enerji tüketimi ile genel ekonomik aktiviteler arasındaki nedensellik ilişkisine bakmak gerekir. Bu çalışmada yukarıda kısaca özetlenen ekonomik ortam içerisinde dünyada ve Türkiye’de enerji sektörünün üretim, tüketim ve rezerv olmak üzere genel yapısını incelenerek, ülkemizde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki Granger nedensellik testleri ile incelenmiştir.

Yapılan nedensellik testleri sonucunda ise; ekonomik büyümenin toplam enerji tüketimini, özellikle de enerji kaynaklarından petrol tüketimini artırdığı görülmüştür. Ekonomik büyüme ile doğalgaz ve kömür sektöründe ise herhangi bir nedensel ilişkinin bulunmadığı anlaşılmıştır. Elektrik kullanımının % 10 anlamlılık düzeyinde ekonomik büyümeyi artırdığı, ekonomik büyümenin ise % 5 anlamlılık düzeyinde elektrik tüketimini artırdığı tesbit edilmiştir.

ABSTRACT

An indispensable input for production process and a necessary means in increasing welfare of societies, energy is a primary element of economic and social development. Given the diminishing trend of traditional sources of energy, an uptrend of energy prices and rise of environmental problems due to energy overuse, energy planning becomes more of a useful, even mandatory means especially for countries suffering from scarcity of sources of energy, dependent on importation with lack of foreign currency.

Like other developing fellows, Turkey is also an energy intensive growing economy and she meets most of required energy by importation. Overall annual rate of increase in energy use is 5 percent. 92 percent of total consumed petroleum, which makes 37 percent of total energy consumption, is imported. Thus, Turkey faces restraints both from supply side and demand management policies in meeting its increasing energy need. Notwithstanding, a close look is required to the causality relationship between energy consumption and aggregate economic activities while evaluating such policies. In this study, after reviewing general nature of the energy industry in Turkish context and worldwide scale under categories of production, consumption and reserves, the relationship between energy consumption and economic growth is elaborated using Granger Causality Tests.

It is observed that economic growth stimulates an increase in total energy use and remarkable rise in oil consumption. On the other hand, no causality was found between economic growth and use of natural gas and coal. Another significant outcome of this study is related to electricity consumption, which is determined to increase economic growth within 10 percent level of meaningfulness, while economic growth rises the former within 10 percent level of meaningfulness.