

**TÜRKİYE'DEKİ DOĞALGAZ KULANIMININ ARIMA METODU İLE
İSTATİSTİKSEL ANALİZİ**

Halil EKMEKÇİ

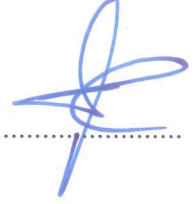
**Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**KARABÜK
Mayıs 2016**

Halil EKMEKÇİ tarafından hazırlanan "TÜRKİYE'DEKİ DOĞALGAZ KULLANIMININ ARIMA METODU İLE İSTATİSTİKSEL ANALİZİ" başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Ali CAN

Tez Danışmanı, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı



Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Makine Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir. 12 / 05 / 2016

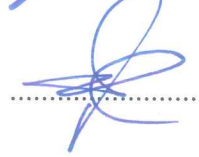
Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Doç. Dr. Kamil ARSLAN (KBÜ)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Ali CAN (KBÜ)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Volkan KIRMACI (BÜ)

.....

...../...../ 2016

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

Prof. Dr. Nevin AYTEMİZ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

.....

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

Halil EKMEKÇİ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TÜRKİYE’DEKİ DOĞALGAZ KULANIMININ ARIMA METODU İLE İSTATİSTİKSEL ANALİZİ

Halil EKMEKÇİ

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Yrd. Doç. Dr. Ali CAN

Mayıs 2016, 89 sayfa

Bu tez çalışmasında, enerjinin tüm küresel etkisi göz önünde bulundurularak 1970-2013 yılları arasındaki doğalgaz tüketiminin Türkiye’ye etkileri hem sayısal olarak analiz edilmiş, hem de istatistiksel metotlar ile gelecekteki tüketim miktarları kısa veya uzun vadeli olmak üzere ARIMA modeli ile tahmin edilmiştir.

Geleceğe yönelik tüketimin modellenmesi için uygulanan durağanlık testleri sadece çimento sektörü için durağan çıkmış ve öngörülen tahminler ile yakınlık göstermiştir. Birincil enerji arzı, ithalat, konut tüketimi, sanayi tüketimi, sektörel toplam ve diğer sektörlerdeki doğalgaz tüketim verileri durağanlık testi sonuçlarında, durağan olmadıkları ve ARIMA tahminlerinin de buna bağlı olarak kısa vadeli öngörülen tahminler ile yakınlık gösterdiği, uzun vadeli tahminlerde ise artış beklenirken, azalma gösterdiği tespit edilmiştir. Bu yüzden, çimento sektörü hariç tüm sektörlerin istatistiksel olarak, kısa vadeli tahmin edilebileceği ortaya konulmuştur.

ARIMA modelleri kullanılarak 2013-2025 yılları arasındaki tahmini doğalgaz tüketim verileri incelendiğinde 2025 yılına kadar “Birincil Enerji Arzı”nın artan bir eğiliminin olduğu görülmekte iken, tüketim talebinin 48-50 (10⁹ Sm³) değerine kadar yükseleceği tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler : ARIMA modeli, istatistiksel model, sektörel doğalgaz tüketimi.

Bilim Kodu : 914.1.233

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

THE STATISTICAL ANALYSIS OF NATURAL GAS USE IN TURKEY BY ARIMA METHOD

Halil EKMEKCI

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

Thesis Advisor:

Assist. Prof. Dr. Ali CAN

May 2016, 89 pages

In this study, the natural gas consumption on Turkey for the year 1970-2013 has been considered and analyzed both quantitatively and numerically by taking into account the global impact of energy. The amount of future natural gas consumption has been also estimated according to the statistical results by using either short-term or long term ARIMA modelling.

While the stability tests are applied to the natural gas consumption series for determining future sectors' consumption data. Except for the cement sector, the stability of consumption data in sectors is not approved. Therefore, only the estimated data for the cement sector has showed familiarity with the anticipated long term future estimates. The data series of primary energy supply, other sectors, imports, residential consumption, industrial consumption and sector's total consumption are not stable and after stabilization, the results of ARIMA estimation

show familiarity with the short-term projected estimates. As a consequence, although the long-term forecast are expected to increase, the ARIMA model has shown that decreasing in the long term consumption. Therefore, all sectors except for cement are statistically were demonstrated to be predicted by short-term.

If the estimated natural gas consumption data for "Primary Energy Supply" has been examined by using ARIMA model during the year 2013-2025. It will be seen that, the trend is increasing until the year 2025 and the consumption value will be estimated as 48-50 (10^9 Sm^3).

Key Words : ARIMA model, statistical model, natural gas consumptions in sectors.

Science Code : 914.1.233

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimimde bana her türlü desteği sunan ve bu tez çalışmasının ortaya çıkmasında büyük pay sahibi olan, kıymetli zamanını bana ayırmaktan çekinmeyen, değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Ali CAN' a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın temelini oluşturan analiz verilerini bize sağlayan ve her türlü desteklerini bizden esirgemeyen Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığına teşekkür ederim.

Bu çalışmanın oluşumunda değerli fikirlerini ve zamanını bizimle paylaşan Sayın Alpay Koçak'a teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatımın her aşamasında maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ve bu günlere ulaşırken yolumu aydınlatan değerli aileme ve üzerimde emeği olan herkese tüm kalbimle sonsuz teşekkür eder saygılarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLERİN DİZİNİ	xii
ÇİZELGELERİN DİZİNİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xv
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
1.1. ENERJİ VE EKONOMİK ETKİLERİ	2
1.2. YAKIT KAYNAKLI ENERJİ	3
1.2.1. Petrol	3
1.2.2. Kömür	6
1.2.3. Doğalgaz	8
1.2.3.1. Doğalgazın Tarihçesi	9
1.2.3.2. Dünya’da Doğalgaz	10
1.2.4. Yenilenebilir Enerji	14
1.2.4.1. Güneş Enerjisi	14
1.2.4.2. Rüzgâr Enerjisi	15
1.2.4.3. Jeotermal Enerji	15
1.2.4.4. Biyokütle Enerjisi	16
1.3. DÜNYA’DA ENERJİ	17
1.3.1. Dünya Birincil Enerji Arzındaki Gelişmeler	17
1.4. TÜRKİYE’DE ENERJİ	17
1.4.1. Türkiye’de Doğalgaz	18
1.4.1.1. Türkiye Doğalgaz Endüstrisinin Gelişimi	18

	<u>Sayfa</u>
1.4.1.2. Üretim	21
1.5. ÇALIŞMANIN AMACI	22
BÖLÜM 2	23
MATERYAL VE METOD	23
2.1. ZAMAN SERİSİ	23
2.1.1. Zaman Serisinin Bileşenleri	23
2.2. ZAMAN SERİLERİNİN SINIFLANDIRILMASI VE ANALİZİ	24
2.3. ZAMAN SERİLERİNDE DURAĞANLIK ANALİZİ	25
2.3.1. Eğilim Durağanlık Ve Fark Durağanlık	26
2.4. DURAĞANLIK ANALİZİ: BİRİM KÖK TESTİ	27
2.4.1. Dickey-Fuller (DF) Testi	28
2.5. ZAMAN SERİLERİNİN İLERİYE DÖNÜK TAHMİN ANALİZİ	28
2.5.1. Çok Değişkenli Zaman Serileriyle İlgili Tahmin Yöntemleri	30
2.5.2. Tek Değişkenli Zaman Serileriyle İlgili Tahmin Yöntemleri	30
2.5.2.1. Eğilim Analizi Yöntemi	30
2.5.2.2. Üssel Düzeltme Yöntemi	30
2.5.2.3. Hareketli Ortalamalar Yöntemi	31
2.6. BOX-JENKİNS YAKLAŞIMI	33
2.7. TEK DEĞİŞKENLİ ZAMAN SERİSİ MODELLERİ	34
2.8. OTOREGRESİF SÜREÇ (AR)	34
2.8.1. Otokorelasyon Sürecin Derecesinin Belirlenmesi	35
2.8.2. Otokorelasyon Fonksiyonunun Tanımı	36
2.9. HAREKETLİ ORTALAMA SÜRECİ (MA)	36
2.10. OTOREGRESİF HAREKETLİ ORTALAMA SÜRECİ (ARMA)	37
2.11. HOMOJEN DURAĞAN OLMAYAN SÜREÇ (ARIMA)	38
2.12. MODEL SEÇİM KRİTERLERİ	38
2.12.1. R^2 Kriteri	38
2.12.2. En Küçük Kareler Yöntemi	38
2.12.3. Log-normal Dağılım	39
2.12.4. F testi	40
2.12.5. Akaike Bilgi Kriteri (AIC)	40

	<u>Sayfa</u>
2.12.6. Bayes Bilgi Kriteri (BIC)	40
2.12.7. Schwarz Bilgi Kriteri (SIC).....	41
2.12.8. Hannan Bilgi Kriteri (HQC).....	41
2.12.9. Durbin- Watson Testi	42
2.13. E-VIEW PROGRAMI.....	42
BÖLÜM 3	43
BULGULAR VE TARTIŞMA	43
3.1. GENEL DEĞERLENDİRME.....	43
3.1.1. Durağanlık Test Sonuçları.....	44
3.1.2. Birincil Enerji Arzı.....	44
3.1.3. Çimento Tüketimi.....	47
3.1.4. Diğer Sektörler Tüketim.....	49
3.1.5. İthalat Tüketim	51
3.1.6. Konut Tüketim.....	53
3.1.7. Sanayi Tüketim.....	56
3.1.8. Sektörel Toplam Tüketim.....	58
3.2. ACF/ PACF GRAFİKLERİ	60
3.3. DOĞALGAZ TÜKETİM PROJEKSİYONLARI.....	69
3.3.1. Projeksiyon Analizleri	70
BÖLÜM 4	77
SONUÇ VE ÖNERİLER	77
KAYNAKLAR	80
EK AÇIKLAMALAR A. F-TEST TABLOSU	87
ÖZGEÇMİŞ	89

ŞEKİLLERİN DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Dünya petrol rezervi	4
Şekil 1.2. Dünya petrol üretimi	5
Şekil 1.3. Dünya petrol tüketimi.....	5
Şekil 1.4. Dünya kömür rezervlerinde ülkelerin payı	8
Şekil 1.5. Dünya doğalgaz rezervi.....	11
Şekil 1.6. Küresel doğalgaz talebi	13
Şekil 1.7. Toplam küresel güneş enerjisi kapasitesi	15
Şekil 1.8. Türkiye doğalgaz talebi.....	19
Şekil 1.9. Türkiye sektörler göre tüketim yapısı	21
Şekil 3.1. Birincil enerji arzı verileri	45
Şekil 3.2. Çimento tüketim verileri	47
Şekil 3.3. Diğer sektörler tüketim verileri	49
Şekil 3.4. İthalat tüketim verileri	51
Şekil 3.5. Konut tüketim verileri	54
Şekil 3.6. Sanayi tüketim verileri	56
Şekil 3.7. Sektörel toplam tüketim verileri	58
Şekil 3.8. SPSS birincil enerji arzı ACF grafiği.....	62
Şekil 3.9. SPSS birincil enerji arzı PACF grafiği.....	62
Şekil 3.10. SPSS çimento ACF grafiği.....	63
Şekil 3.11. SPSS çimento PACF grafiği.	63
Şekil 3.12. SPSS diğer sektörler ACF grafiği.	64
Şekil 3.13. SPSS diğer sektörler PACF grafiği.....	64
Şekil 3.14. SPSS ithalat ACF grafiği.	65
Şekil 3.15. SPSS ithalat PACF grafiği.	65
Şekil 3.16. SPSS konut tüketimi ACF grafiği.	66
Şekil 3.17. SPSS konut tüketimi PACF grafiği.....	66
Şekil 3.18. SPSS sanayi tüketimi ACF grafiği.....	67
Şekil 3.19. SPSS sanayi tüketimi PACF grafiği.....	67

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.20. SPSS sektörel toplam ACF grafiği.	68
Şekil 3.21. SPSS sektörel toplam PACF grafiği.	68
Şekil 3.22. SPSS birincil enerji arzı projeksiyon grafiği.	70
Şekil 3.23. SPSS çimento projeksiyon grafiği.	71
Şekil 3.24. SPSS diğer sektörler projeksiyon grafiği.	72
Şekil 3.25. SPSS ithalat tahmin projeksiyon grafiği.	73
Şekil 3.26. SPSS konut tüketimi projeksiyon grafiği.	74
Şekil 3.27. SPSS sanayi tüketimi projeksiyon grafiği.	75
Şekil 3.28. SPSS sektörel toplam projeksiyon grafiği.	76

ÇİZELGELERİN DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1. Ülkelere göre doğalgaz üretiminin gelişimi	12
Çizelge 3.1. E-view birincil enerji arzı verileri.....	45
Çizelge 3.2. E-view birincil enerji arzı verileri.....	46
Çizelge 3.3. E-view birincil enerji arzı verileri.....	46
Çizelge 3.4. E-view çimento tüketim verileri	48
Çizelge 3.5. E-view çimento tüketim verileri	48
Çizelge 3.6. E-view çimento tüketim verileri	49
Çizelge 3.7. E-view diğer sektörler tüketim verileri	50
Çizelge 3.8. E-view diğer sektörler tüketim verileri	50
Çizelge 3.9. E-view diğer sektörler tüketim verileri	51
Çizelge 3.10. E-view ithalat tüketim verileri	52
Çizelge 3.11. E-view ithalat tüketim verileri	52
Çizelge 3.12. E-view ithalat tüketim verileri	53
Çizelge 3.13. E-view konut tüketim verileri	54
Çizelge 3.14. E-view konut tüketim verileri	55
Çizelge 3.15. E-view konut tüketim verileri	55
Çizelge 3.16. E-view sanayi tüketim verileri	57
Çizelge 3.17. E-view sanayi tüketim verileri	57
Çizelge 3.18. E-view sanayi tüketim verileri	58
Çizelge 3.19. E-view sektörel toplam tüketim verileri	59
Çizelge 3.20. E-view sektörel toplam tüketim verileri	59
Çizelge 3.21. E-view sektörel toplam tüketim verileri	60
Çizelge 3.22. AR, MA model dereceleri.....	61
Çizelge EK A.1. F-test tablosu.....	88

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

A	: Katsayı
bcm	: Milyar Metreküp
bintep	: Bin Ton Eşdeğer Petrol
C	: Devresel Hareket
cm	: Santimetre
CO	: Karbonmonoksit
E(Yt)	: Zaman Serisinin Beklenen Değeri
GW	: GigaWatt
g	: Gün
h	: Benzer (likelihood)
I	: Durağan Seri
J	: Joule
k	: Gecikme Mesafesi
kcal	: Kilokalori
kg	: Kilogram
kj	: Kilojoule
lt	: Litre
L	: Gecikme İşlemcisi
m	: Metre
m ³	: Metreküp
Mtep	: Milyon Ton Eşdeğer Petrol
MW	: MegaWatt
NO	: Azotoksit
P	: Olasılık Değeri
p	: Verilen Değerler
P(k)	: Teorik Otokorelasyon Katsayısı

Prob	: Olasılık Değeri
R	: Rassal Değişiklik
R ²	: Determinasyon Katsayısı
S	: Mevsimsel Değişiklik
Sm ³	: Standart Metreküp
T	: Trend
t	: Zaman
u _t	: Kalıntı Terimi
v	: Varil
Var	: Varyans
Var(Yt)	: Sabit Varyans
Y	: Gözlem Değerleri
Zc	: Verilen Olasılık Düzeyindeki Kritik Değer
μ	: Ortalama
Φ _i	: i Dönemine Ait Başlangıç Tartı Değeri
α	: Güven Sınırı
φ	: -1 ie1 Arasında Değer Aldığı Varsayılan Bilinmeyen Parametre
σ ²	: Varyans
γ _k	: Gecikme Mesafesine Bağlı Kovaryans
e _t	: Hata Terimi
δ	: Kesme Parametresi
ρ	: Katsayı
β	: Katsayı
θ _i	: Bilinmeyen Parametre
Δ ^d	: Entegrasyon İşlemi
q	: Verilen Değerler
X _t	: Gözlem Değerleri Kümesi
X _{t+1}	: Gelecek t+1 Dönemine Ait Tahmin Değeri
X _i	: i Dönemine Ait Gözlem Değeri
\$: Dolar
ζ	: Standart Sapma
λ	: Ortalama Değer

KISALTMALAR

ACF	: Autocorrelation Function (Otokorelasyon Fonksiyonu)
ADF	: Augment Dickey Fuller (Genişletilmiş Dickey Füller)
ADF-GLS	: Augment Dickey Fuller – Generalized Least Squares (Nokta Optimal)
AIC	: Akaike Information Criterion (Bilgi Kriteri)
AR	: Autoregressive (Oto regresif Süreç)
ARIMA	: Autoregressive Integrated Moving Average (Durağan Olmayan Süreç)
ARMA	: Autoregressive Moving Average (Karma Süreç)
A.Ş	: Anonim Şirketi
BOTAŞ	: Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi
CNG	: Compressed Natural Gas (Sıkıştırılmış Doğalgaz)
DEKTMK	: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi
DOĞAKA	: Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı
DF	: Dickey Füller
EPDK	: Türkiye Cumhuriyeti Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
HES	: Hidro-Elektrik Santral
IEA	: International Energy Agency (Uluslararası Enerji Ajansı)
ISO	: International Standards Organization (Uluslararası Standart Organı)
KPSS	: Kwiatkowski - Phillips Schmidt – Shin
LNG	: Liquefied Natural Gas (Sıvılaştırılmış Doğalgaz)
LPG	: Liquefied Petroleum Gas (Sıvılaştırılmış Petrol Gaz)
MA	: Moving Average (Hareketli Ortalama Süreci)
MKA	: Mevlana Kalkınma Ajansı
MS	: Milattan Sonra
OECD	: Organiz. For Ekon. Coopert. And Develop.(Ekonomik Gelişme Birliği)
OPEC	: Organiz. Of Petr. Exporting Country (Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü)
PACF	: Partial Autocorrelation Function (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu)
PP	: Phillips - Perron
PİGM	: Petrol İşleri Genel Müdürlüğü
SSCB	: Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği
TPAO	: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TPAOGM	: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Genel Müdürlüğü

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Enerji, milyonlarca yıl insanoglunun hayatını devam ettirmesinde en önemli kaynaklardan biri olmuştur. Enerji, en basit tanımıyla iş yapma kapasitesidir. Ülkelerin stratejilerini önemli ölçüde etkileyip ekonomik ve politik güç olarak kullanılan enerji, uğruna savaşlar yapılan, ülkelerin yıkılıp yeniden kurulmasına sebep olan, içinde bulunduğumuz günlerde gelişmenin en önemli araçlarından biri sayılan güçlü ekonominin göstergelerdendir (Avcı, 2009). Enerji tüketimi, enerji stratejilerinin ortaya konulmasıyla şekillendirilmekte ve talepler daha az seviyeye verimli kullanım ile indirgenerek, ekonominin gelişmesine katkı sağlamaktadır (Abu Bakar vd, 2015).

Enerji, üretim faaliyetlerinde kullanılması zorunlu bir girdi ve insanlığın refah düzeyinin yükseltilmesi için gerekli bir hizmet aracı olarak, ekonomik ve sosyal kalkınmanın temel taşlarından biridir (Saidi ve Hammami, 2015). Bilinen enerji kaynaklarının gün geçtikçe tükendiği, enerji fiyatlarının artan bir eğilim göstermesinin beklendiği, enerji kullanımının sebep olduğu çevre sorunlarının arttığı bir dönemde, enerji planlaması, özellikle enerji kaynaklarının sınırlı, ithal kaynaklara bağımlı, ülkeler için zorunlu bir araç olarak görülmektedir. Enerji, ekonomik kalkınma ve modern yaşam için bir girdi olmuştur. Bununla birlikte elde edilmesindeki zorluklar, gerekli olan doğal ve finansal kaynaklar ve yarattığı çevre sorunlarıyla da negatif etkisi olan bir araçtır (Avcı, 2009).

Gelişmekte olan ülkelerdeki hızlı nüfus artışı ve sanayileşme enerjiye olan talebin hızla artmasına sebep olmaktadır. Enerji, üretim için zorunlu bir faktör olup, bir ülkenin ekonomik ve sosyal kalkınma potansiyelini yansıtan temel göstergelerdendir (Ahn vd, 2014). Enerji tüketimiyle, sosyal kalkınma arasında doğrusal bir etkileşim olup, ekonomik gelişme ve refah artışıyla enerji tüketiminin de arttığı görülmektedir (Koç ve Kaplan, 2008).

Uluslararası düzeyde sürdürülebilir kalkınma ve sosyal standartların yükselmesinde rol oynayan enerji kaynakları, sınırlı olması ve giderek tükenmesi sebebiyle önemi her geçen gün artmaktadır (Kuzu, 2012).

Enerji kaynakları kullanımına göre yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları olarak ikiye ayrılırken; dönüşebilir olmalarına göre birincil ve ikincil enerji kaynakları olarak incelenmektedir. Yenilenemez enerji kaynakları, yakın gelecekte tükenebileceği tahmin edilen enerji kaynakları olup fosil kaynaklılar ve çekirdek kaynaklılar olmak üzere iki farklı şekilde sınıflandırılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları ise; oldukça uzun sayılabilecek bir gelecekte, tükenmeden kalabilecek, kendisini yenileyebilen kaynakları ifade etmektedir (Şenel, 2012).

1.1. ENERJİ VE EKONOMİK ETKİLERİ

Günümüzdeki temel enerji kaynakları denilince en başta sayılan kömür, petrol, doğalgaz ve nükleer enerji, yakın dönemin gündeme gelen kaynaklarıdır (Thorin, 2014). Günümüzde birincil enerji kaynaklarının ömrünün sınırlı olması ve dünyaya verdiği zarar da göz önüne alındığında yenilenebilir enerji kaynakları geliştirilmekte ve kullanılmaktadır (Koç ve Şenel, 2013).

Uluslararası Enerji Ajansı Yenilenebilir Enerji Çalışma Grubu'nun tanımına göre yenilenebilir enerji, sürekli olarak yenilenen doğal süreçlerden elde edilen enerjidir. Güneş, rüzgâr, biyokütle, jeotermal, hidrolik güç, deniz enerjileri ve hidrojen enerjisi, yenilenebilir enerji adıyla tanımlanan kaynaklardır. Yenilenebilir enerjiler çevre dostu olmalarının yanı sıra, kendisini sürekli yenileyen, yani tükenmeyen enerji kaynaklarıdır. Nükleer enerji kaynakları yenilenebilir enerji kaynağı olarak değerlendirilmemektedir (Amponsah vd, 2014).

Ülke ekonomilerinin kapasitesinin toplam çıktı seviyeleri enerji kaynakları ile ölçülmektedir. Ekonominin toplam çıktısı arttıkça enerji talebi de ona bağımlı bir şekilde artış göstermektedir. Çünkü enerji özellikle sanayi sektörü için oldukça önemli bir girdidir. Gelişmişlik düzeyindeki büyüme, her sektörde enerji tüketimini arttırmaktadır. Enerjinin sanayi üretiminde vazgeçilmez bir girdi konumunda olması,

gelişmekte olan ülkeler için büyük bir engeldir. Bu ülkeler üretim yapabilmek için hali hazırda kısıtlı olan döviz rezervlerini, çeşitli enerji formlarının dışalımında kullanmakta bu da ülkenin dış ticaretine zarar veren açıklara sebep olmaktadır. Sonuç olarak bu ülkeler gelişmek için üretimlerini arttırmaya çalışmakta; fakat enerji kaynaklarının dışa bağımlı olmasından dolayı kalkınmayı engelleyici bir döngü sürüp gitmektedir (Ersoy, 2010).

Son otuz yıllık dönem incelendiğinde ülkelerde ekonomik gelişmelerin yanında, genel enerji ve elektrik enerjisi tüketiminin hızlı bir şekilde yükselişe geçtiği görülmektedir. Bu nedenle dünya ülkelerinin, ekonomik gelişmelerini önümüzdeki yıllarda da devam ettirebilmeleri için enerji arzının artırılması gerekmektedir. Bu durum enerji sektörünün ekonomik gelişmeye uyum sağlamasının kaçınılmazlığını ortaya çıkarmaktadır (Kulalı, 1997).

1.2. YAKIT KAYNAKLI ENERJİ

Fiziksel ve kimyasal yapısında bir değişim meydana geldiğinde enerji açığa çıkaran her türlü malzemeye yakıt denir. Yakıtların en önemli özelliklerinden birisi de, enerji üretebilmek amacıyla depolanabilmeleri ve gerektiğinde bir iş üretebilmek için enerjinin üretimin de kullanılmasıdır (Kaya ve Öztürk, 2013).

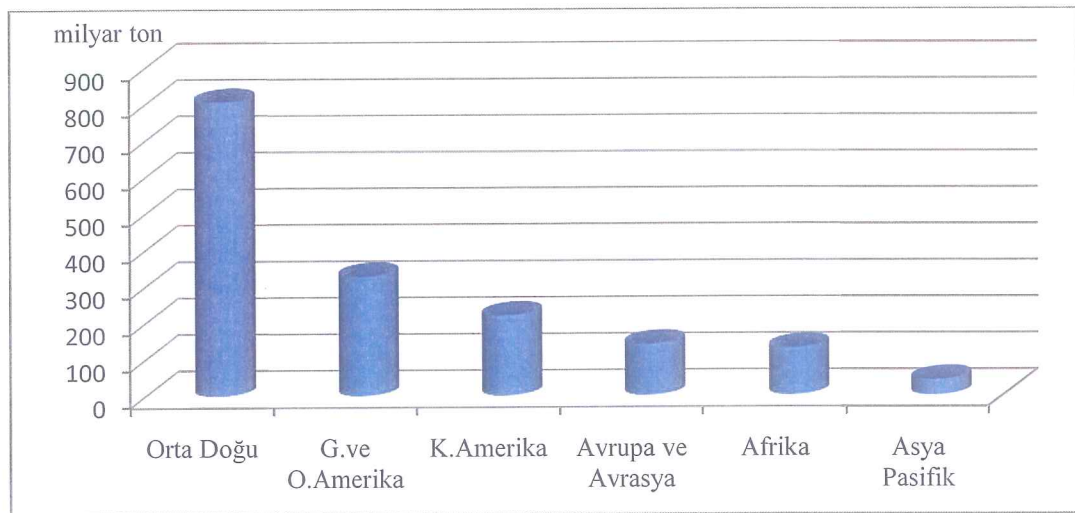
Tüketilen enerji kaynaklarının büyük bir bölümünü hidrokarbon olarak ifade edilen fosil yakıtlar oluşturmaktadır. Bu yakıtların alt başlıkları olan kömür, ham petrol ve doğalgaz dünya enerji gereksiniminin yaklaşık dörtte üçü gibi büyük bir kısmını karşılamaktadır. Kalan dörtte biri ise gelişmiş ülkelerde nükleer enerji, HES, rüzgâr, hidrojen, gelişmemiş ülkelerde veya gelişmekte olan ülkelerin kırsal bölgelerinde odun, bitki ve hayvan artıkları gibi klasik biomas kaynaklar ile karşılanmaktadır (İris, 2006).

1.2.1. Petrol

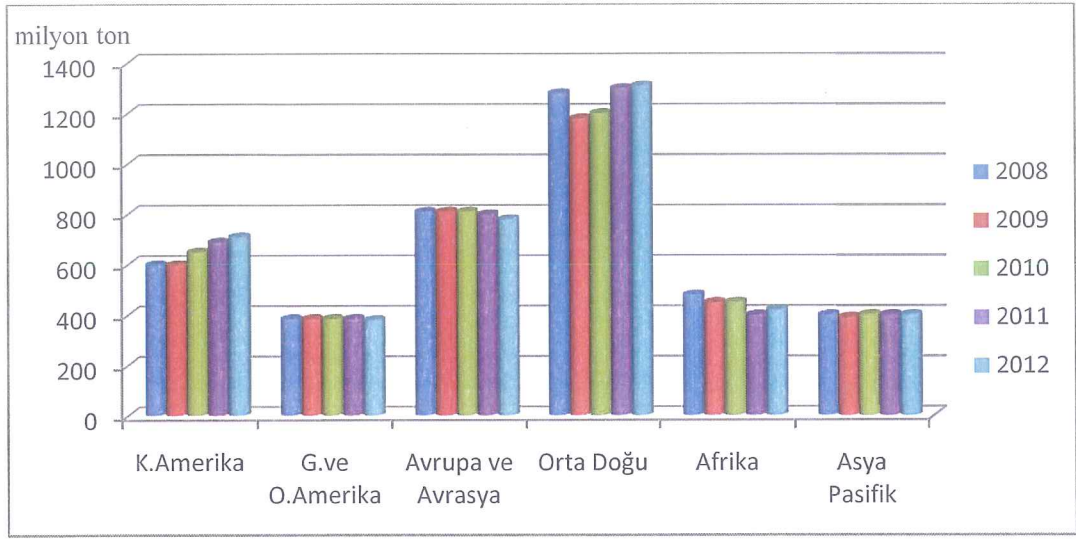
Petrolün ilk bulunuşu ve üretime geçişi 19.yy da olmuştur. Dünya petrol üretimi (Şekil 1.2)'de gösterilmiştir. İlk petrol kuyusu batı Pennsylvania'da bulunmuştur.

Bu keşif ile petrol aydınlatmada kullanılmaya başlanmış, aynı zamanda sanayi faaliyetlerinin temel unsuru haline gelmiştir. Petrolün keşfi ile birlikte sanayi işletmelerinin kurulduğu yerler de önem kazanmıştır. Ne var ki petrolün ilk bulunuşu 19.yy' dan itibaren günümüze kadar daha da önem kazandığı ve özellikle ulaşım sektörünün vazgeçilmez bir kaynağı haline geldiği görülmektedir (Reis, 1996). Petrol, motorlu ulaşım araçlarının vazgeçilmez bir güç kaynağıdır. 1890'da benzinli motorlar, 1910'da dizel motorlar, 1930'da uçak motoru ve 1937'de jet-uçak motorunun icat edilmesiyle petrolün önemi büyük ölçüde artmış ve artık günümüzde stratejik önemi olan enerji kaynağı haline gelmiştir (Demirbaş, 2002).

Petrol, değerli bir enerji kaynağı ve sanayi hammaddesidir. Ülkelere ait petrol rezervleri (Şekil 1.1)' de gösterilmiştir. Ham petrol rafinerilerde bileşenlerine ayrıştırılarak (damıtılarak) günlük yaşamımızda kullandığımız pek çok ara madde ve akaryakıt ürünleri elde edilir. Rafineri yakıt gazı, sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG), benzin, nafta, solvent, jet yakıtı, gazyağı, motorin kalorifer yakıtı ve fueloil, petrolün yakıt olarak kullanılan başlıca türevleridir. Çeşitli madenî yağlar ve asfalt, ham petrolün rafine edilmesiyle elde edilen yakıt dışı ürünlerdir. Ayrıca petrolün arıtımı ile parfüm ve böcek ilaçları gibi ikincil ürünler elde edilebilmektedir. Bunların dışında yukarıda sayılan ürünlerin bir kısmı petrokimya sanayisinde girdi veya destekleyici ürün olarak kullanılmaktadır. Başta etil, benzen, amonyak ve metanol olmak üzere dört binin üzerinde petrokimya ürünü vardır (Akpınar, 2005).

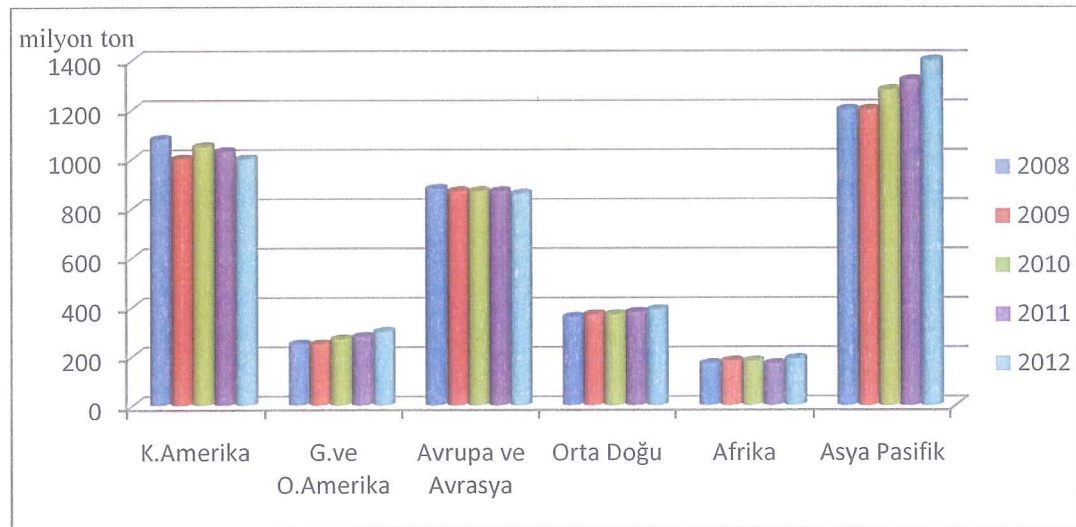


Şekil 1.1. Dünya petrol rezervi (DEKTMK, 2013).



Şekil 1.2. Dünya petrol üretimi (DEKTMK, 2013).

Küresel petrol tüketimi ortalamanın altında bir değer ile % 0,9 oranında büyümüştür. Dünya petrol tüketimi (Şekil 1.3)'de gösterilmiştir. Son üç yıldır fosil yakıtları arasında en zayıf büyüme oranı petrol tüketiminde gerçekleşmiştir. OECD tüketimi son yedi yıl içinde altıncı kez azalma (% 1,3) göstermiştir. OECD küresel tüketimin % 50,2'sine sahiptir. OECD dışı ülkelerde tüketim bir önceki yıla göre % 3,3 oranında büyümüştür. Çin'de ise % 5 büyüme oranı ile en büyük tüketim artışı kaydedilmiştir. Japonya 'da, 1994 yılından bu yana % 6,3 ile en yüksek tüketim artışı gerçekleşmiştir (DEKTMK, 2013).



Şekil 1.3. Dünya petrol tüketimi (DEKTMK, 2013).

Petrol rezerv ömrü; şuan ki teknolojilerle, ekonomik olarak üretilebilen kanıtlanmış rezervlerin, şuan ki üretime bölünmesiyle ulaşılan değer olarak bilinmektedir. Dünya petrol rezerv miktarında 2011 yılına oranla % 0,9'luk bir artış gerçekleşerek, artan petrol üretiminin de etkisi ile 2011 yılında 53,8 yıl olan dünya petrol rezerv ömrü 2012 yılında 52,9 yıla düşmüştür. Söz konusu "ömür" bugün için ispatlanmış olan rezervlerin, mevcut konvansiyonel teknolojilerle, ekonomik olarak üretimi çerçevesindeki bir ömürdür (IEA, 2012). 2013 yılında toplam birincil enerji talebinin % 42,3'ünün elektrik üretimi için kullanıldığı gözlemlenmektedir. 2035 yılında bu rakamın % 46,6'ya çıkması beklenmektedir. Elektrik üretimi için tüm birincil enerji kaynakları kullanılmaktadır. Petrol daha çok taşıma sektörü tarafından talep edilmektedir. Nitekim dünya petrol tüketiminin % 52,8'i taşıma sektöründe gerçekleşmektedir. 2035 yılına kadar petrol talebinin % 21 oranında yükselmesi; bu süre zarfında ulaşımda petrol kullanım oranının % 94'ten % 89,4'e düşmesi, ulaşım için kullanılan enerji oranının ise % 18'den % 17'ye düşmesi beklenmektedir (TP, 2015). Yeni rezervlerin devreye girmesi, gelişen teknolojiler sayesinde daha ekonomik olarak üretilebilecek mevcut rezervler (örneğin ikincil ve üçüncül üretim yöntemleri, vb.), kömürden ve gazdan sıvı yakıt elde edilmesi gibi yöntemlerle bu ömrün çok daha uzun olabileceği de dikkate alınmalıdır. Rezerv ömrünün bir diğer fonksiyonunun da, nüfus ve ekonomik büyümeye bağlı olarak artabilecek, verimliliğin artmasıyla azalabilecek olan küresel tüketim olduğu unutulmamalıdır (Abdus, S. ve Ghulam, M.I, 2016).

1.2.2. Kömür

Kömür; büyük oranda karbon, hidrojen ve oksijenden oluşan az miktarda kükürt ve nitrojen içeren, kimyasal ve fiziksel olarak farklı yapıya sahip maden ve kayadır. Diğer içerikleri ise kül teşkil eden inorganik bileşikler ve mineral maddelerdir. Bazı kömürler ısıtıldığında ergir ve plastik hale gelirler. İşlemler sonucunda katran, likör ve çeşitli gazlar ortaya çıkmaktadır (Greb vd, 2006). Kömürleşme süreci ve yataklanma, nem içeriği, kül ve uçucu madde içeriği, sabit karbon miktarı, kükürt ve mineral madde içeriklerinin yanı sıra jeolojik, petrografik, fiziksel, kimyasal ve termik özellikler yönünden kömürler çok farklılık gösterirler. Bu durum birçok

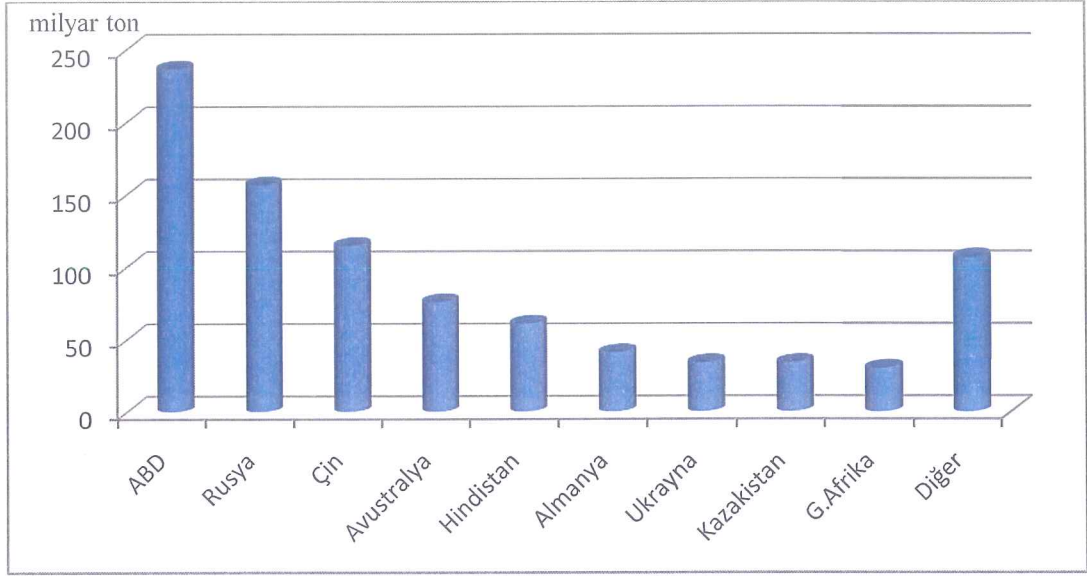
ülkede kömürlerin birbirine benzer özellikler ve yakın değerler esasında sınıflandırılmasını zorunlu kılmıştır (İnan, 2015).

Çoğunlukla bitkisel maddeler ya da bitki parçaları uygun bataklık ortamlarda birikip, çökeler ve jeolojik işlemlerle birlikte yer altına gömülürler. Yeraltında artan ısı ve basınca maruz kaldıklarında bünyelerinde fiziksel ve kimyasal değışikliğe uğrayarak kömüre dönüşürler. Kömürlerin oluştuğı bataklık ortamlar;

- Deltalar; en kalın kömür damarlarının oluştuğı ortamlardır.
- Göller; göl kıyıları, kalın kömür damarlarının oluştuğı uygun bataklık ortamlardır.
- Lagünler; deniz etkisinin olduğu ince kömür damarcıklarını meydana getirirler.
- Akarsu taşma ovaları; İnce kömür damarcıklarını oluştururlar.

Kömürleşme süresi, 400 milyon yıl ile 15 milyon yıl arasında değışir. Genellikle daha derinlerde bulunan ve oluşumu daha uzun süren kömürler daha yüksek kalorili ve kalitelidir (DEKTMK, 2012).

Enerji ısıl aralığı 17,435 kJ/kg (4,165 kcal/kg) ve 23,865 kJ/kg (5,700 kcal/kg) olan işlenmemiş uçucu özelliğı yüksek olan kömürler, ulusal düzeyde uygulanan standart sınıflama değışse bile alt bitümlü kömürler olarak rapor edilmelidir. Alt bitümlü kömürler, istatistikleri toplayan uluslararası kurumlar tarafından ayrıca taş kömürü ve linyit/kahverengi kömür kategorilerindedir. Genellikle, enerji içeriğı 18,600 kJ/kg (4,440 kcal/kg)'ın üzerinde olan alt bitümlü kömürler taş kömürü olarak, bunun altındakiler ise linyit/kahverengi kömür olarak düşünölmektedir (Claude, 2004).



Şekil 1.4. Dünya kömür rezervlerinde ülkelerin payı (DEKTMK, 2012).

Dünyada bulunan toplam üretim ve toplam tüketim açısından kömürün petrolden sonra ikinci sırada önemli bir enerji kaynağı olduğunu göstermektedir. Bundan da önemlisi kömür, en fazla rezerve sahip olması ve uzun yıllar kullanılabilir olması dikkate alındığında, dünyanın en önemli enerji kaynağı olarak ortaya çıkmaktadır. Dünya kömür rezervlerinde (Şekil 1.4)'te gösterilmiştir. Petrolün dünyadaki ömrü 40 yıl ve doğalgazın ömrü yaklaşık 60 yıl olmasına rağmen, kömürün ömrü 200 yıldan fazladır (Tüylüoğlu ve Ofluoğlu, 2004).

1.2.3. Doğalgaz

Petrol gibi, bir fosil enerji kaynağı olan doğalgaz, kül ve cüruf bırakmadan yanan, depolanma sorunu olmayan, daha da önemlisi, yanma sonucunda havayı kirleten kükürdioksit ve karbondioksit gazları çıkarmayan çevre dostu bir enerji kaynağıdır (Gültekin ve Örgün, 1993).

Günümüzde sıkıştırılmış doğalgaz trafikten kaynaklanan CO ve NO emisyonları içinde bir çözüm olmuştur (Suthawaree vd, 2012). Bilinen katı ve sıvı yakıtların tamamı, yanma esnasında atmosfere çevre ve insan sağlığı üzerinde zararlı etkileri bulunan bazı gazlar yayarken temiz enerji olarak da adlandırılan doğalgazın çevre üzerinde kirletici etkileri oldukça azdır (Chong vd, 2014; Kakaee vd, 2014).

1.2.3.1. Doğalgazın Tarihçesi

Fosil yakıt olarak adlandırılan, hidrokarbon kökenli bir enerji kaynağı olan doğalgazın oluşumu hakkında farklı görüşler bulunmaktadır. Ancak yaygın görüş, diğer fosil yakıtlar gibi doğalgazın da milyonlarca yıl önce yaşamış bitki ve hayvan atıklarının yeraltında yüksek sıcaklık ve basınç etkisiyle kimyasal değişmeye uğramasıyla oluştuğu, yani organik kökenli olduğudur. Doğalgaz; gözenekli kayaların boşluklarına sıkışmış olarak veya serbest halde bulunan renksiz, kokusuz ve hafif bir gazdır. Genellikle petrol sahalarında bulunur. Bileşiminde metan, etan, bütan, propan, karbondioksit, oksijen, nitrojen, hidrojen sülfid gibi gazlar bulunmaktadır. Ancak pek çok doğalgaz alanında yapılan çalışmalar, metanın temel kimyasal bileşen olduğunu ortaya koymuştur (Akpınar ve Başbüyük, 2011).

İnsanlık tarafından yüzyıllardır bilinmesine karşın, doğalgazın yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanması 1960'lı yıllardan sonra olmuştur. Doğalgaz ilk olarak yakacak amacıyla Çin'de Shu Hanedanlığında (MS. 221-263) tuz üretiminde kullanılmıştır. Bu yıllarda doğalgazı bulunduğu yatlardan çıkartmak ve taşımak için bambu kamışlarının kullanıldığı bilinmektedir. Tarihte doğalgazın ilk modern üretim ve tüketim yöntemlerine ABD'de rastlanmaktadır. Erie gölü yakınlarında yaklaşık 10 m derinlikten 4 cm çapında borularla çıkarılan doğalgaz Freodonia şehrinin aydınlatılması için kullanılmıştır. İlk endüstriyel kullanım ise 1841 yılında yine ABD'nin Batı Virjinya eyaletinde tuz üretim tesislerinde görülmüştür. Evlerdeki geniş kapsamlı kullanım 1880 yılında ABD'nin Pennsylvania eyaletinde gerçekleşmiştir. İkinci Dünya Savaşı'na kadar doğalgaz kullanımı ABD dışında yaygınlaşmamıştır (Kidnay ve Parrish, 2006). Pakistan ve eski Sovyetler Birliği'nde önemli kaynakların bulunmasıyla doğalgaz üretim ve tüketim oranlarında artış gözlemlenmiştir. OPEC ülkelerinin 1973 yılında petrol fiyatlarına % 370 zam yapması, ülkeleri birincil enerji kaynaklarından birisi olan doğalgaz kullanmaya yöneltmiştir (Duran, 2004).

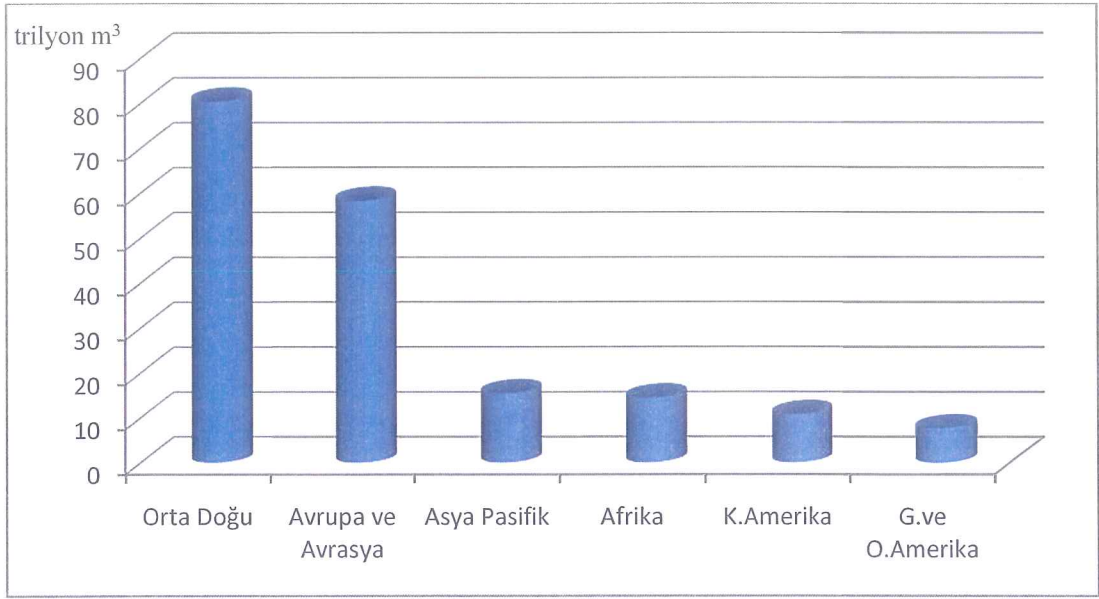
Kömürden elde edilen doğalgaz ise evleri ve sokakları aydınlatmada ilk olarak 1785'te Britanya'da ardından 1816'da Amerika'da kullanılmıştır. Ancak kömür yataklarından "üretilen" doğalgaz, yeraltında naturel olarak "oluşan" doğalgaz kadar

verimli olmamasının yanı sıra çevre kirliliği bakımından da kötü bir yakıttır. Amerika'da doğalgaz endüstrisi 21 m derinliğinde ilk yer altı doğalgaz kuyusunun açılmasıyla başladı. 1885'de Robert Bunzen hava ve doğalgaz karışımı ile yanan, ısıtma ve yemek pişirmede güvenle kullanılan Bunzen bekini; tutuşucu bir gaz ile havayı, yanmadan önce, istenen oranda karıştıran aleti yaptı. Sıcaklık ayarlamalı termostatik sistemlerin icat edilmesi ile doğalgazın ısıtma potansiyelinden daha fazla faydalanılmaya başlanmıştır. Doğalgaz taşımacılığı 1891'de boru hatlarıyla başlayarak, evler, iş yerleri, sanayi, elektrik üretimi gibi alanlarda da hızla kullanımı yaygınlaşmıştır. Geliştirilen güvenli taşıma ve depolama yöntemleri doğalgazın popüler bir enerji kaynağı olmasını sağlamıştır (EPDK, 2013).

1.2.3.2. Dünya'da Doğalgaz

2012 yılında doğalgaz, dünya enerji tüketiminde % 23,9'luk payla; petrol ve kömürün ardından, en çok kullanılan üçüncü kaynak konumundadır.

2011 yılında 187,8 trilyon m³ olan dünya doğalgaz rezervleri, 2012 yılında çok az bir düşüşle 187,3 trilyon m³ olmuştur. 2012 yılında % 17,6 ile Rusya en fazla doğalgaz rezervine sahip olup, bunu % 18 ile İran ve % 13,4 ile Katar takip etmektedir. 2012 yılı dünya doğalgaz rezerv ömrü yaklaşık 56 yıl olarak hesaplanmaktadır. Dünya doğalgaz rezervlerinin yaklaşık yarısı Orta Doğu'da bulunmaktadır (IEA, 2012). Uluslararası Enerji Ajansının bir raporuna göre, dünyada geleneksel olarak çıkarılan ve 2012 itibariyle talebi karşılama oranı 60 yıla yakın olan kanıtlanmış doğalgaz rezervlerinin, teorik olarak 200 yıl ve daha uzun süre yetebilecek seviyeye çıkması söz konusudur. 1990-2010 yılları arasında dünyada birincil enerji talebinin % 45 oranında arttığı görülmektedir. Bu artışın yaklaşık 1/3'ü kömür iken, % 27'si doğalgaza, % 22'si ise petrole olan talepten kaynaklanmaktadır. Dünyada karbon salınımını azaltmaya yönelik çevre politikaları, doğalgazın kömüre oranla güçlenmesine neden olmuştur. ABD'nin sera gazı salınımını azaltmak amacıyla doğalgaza yönelmesi "kömüre savaş açma" olarak yorumlanmıştır. Avrupa'nın en büyük kömür tüketicisi olan Almanya'nın bundan sonra kömür santrali inşa etmeyecek olması da yenilenebilir enerjiler kadar doğalgazın önemini bir kere daha ortaya koymuştur (DEKTMK, 2013).



Şekil 1.5. Dünya doğalgaz rezervi (DEKTMK, 2013).

Dünya doğalgaz üretim miktarının ise dünya genelinde doğalgaz talebi ile orantılı bir şekilde artan bir eğilim gösterdiğini söylemek mümkündür. Dünya doğalgaz rezervi (Şekil 1.5)'te gösterilmiştir. 2012 yılında 3,3 trilyon m³ olan dünya doğalgaz üretiminin 2035 yılında 4-5,3 trilyon m³ seviyesine çıkacağı öngörülmektedir. 2035 yılı dünya doğalgaz üretimindeki geniş marjın takip edilecek enerji ve iklim değişikliği politikalarının uygulanmasına bağlı olacağını söylemek mümkündür. Başka bir açıdan, konvansiyonel olmayan yöntemlerle doğalgaz üretiminin kazandırdığı avantaj, Kuzey Amerika'nın 2015-2020 yılları arasında doğalgaz üretiminde Rusya'yı geçerek ilk sıraya çıkacağını göstermektedir. Kuzey Amerika'da artan doğalgaz üretiminin Amerika'dan yapılacak sıvılaştırılmış doğalgaz LNG ihracatını arttıracığı, bu durumun ise LNG fiyatları ve küresel ticarete önemli etkilerinin olacağını sinyali vermiştir (EPDK, 2013).

Avrupa'da alışlagelmiş yöntemlerle doğalgaz üretimi azalmakta, fakat 2020 yılında özellikle Polonya'da doğalgaz üretiminin yılda 20 milyar m³ seviyesine yükselmesi öngörülmektedir. Ükelere göre doğalgaz üretimi (Çizelge 1.1)'de gösterilmiştir. Uluslararası Enerji Ajansı, Akdeniz'in doğusunda doğalgaz üretim potansiyeline dikkat çekerek, son yıllarda keşfedilen Tamar ve Leviathan sahalarının toplam 740 milyar m³ rezerv potansiyeli olduğunu, İsrail'in doğalgaz üretiminin 2020'de 10 milyar m³, 2035'te ise 19 milyar m³ seviyesine çıkmasının beklendiğini ifade

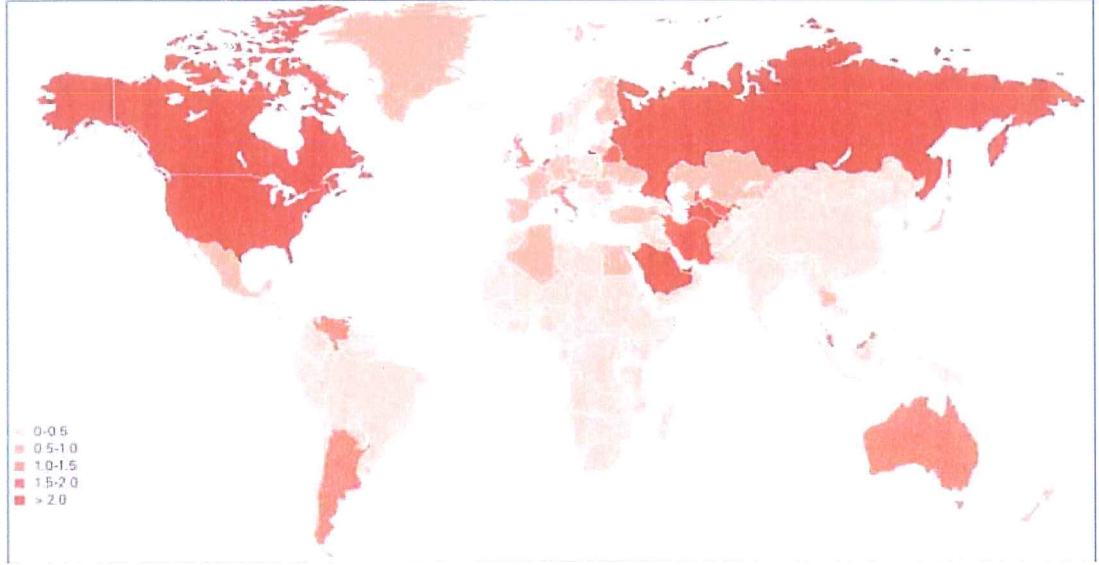
etmiştir. Doğu Avrupa ve Avrasya Bölgesinde doğalgaz üretimindeki en önemli artışın Rusya, Türkmenistan ve Azerbaycan'da olması beklenmektedir. Bu ülkelerin 2012 yılında toplam 672 milyar m³ doğalgaz üretim miktarının 2035 yılında 850 milyar m³ seviyesine ulaşacağı düşünülmektedir. Diğer taraftan, Türkmenistan'daki doğalgaz üretiminin yükseldiği gözlemlenmekte olup, 2012 yılında 64,4 milyar m³ olan doğalgaz üretiminin 2020 yılına doğru 100 milyar m³'e ulaşması beklenmektedir (IEA, 2014; IEA., 2012).

Çizelge 1.1. Ülkelere göre doğalgaz üretiminin gelişimi (milyar m³) (DEKTMK, 2013).

	1990	2010	2020	2035
Kanada	109	160	171	188
Meksika	26	50	51	75
ABD	507	604	747	800
Norveç	28	110	118	113
Avusturalya	20	49	102	161
Azerbaycan	10	17	30	48
Rusya	629	657	704	856
Türkmenistan	85	46	84	138
Çin	15	95	175	318
Hindistan	13	51	62	97
Endonezya	48	86	109	143
İran	23	143	150	219
Irak	4	7	41	89
Katar	6	121	177	223
Suudi Arabistan	26	81	107	128
BAE	20	51	57	62
Cezayir	43	80	105	147
Libya	6	17	20	37
Nijerya	4	33	58	94
Arjantin	20	42	49	66
Brezilya	4	15	32	87
Venezüella	22	24	37	73
Diğer	391	745	757	793
DÜNYA	2.059	3.284	3.943	4.955

Sektörel olarak incelendiğinde, doğalgaz talebini yükselten en önemli alanın elektrik üretimi olduğu ve bunun devam edeceği beklenmektedir. Doğalgaz, yüksek verimlilikle yakılabilmesi ve diğer fosil yakıtlara kıyasla daha az sera gazı emisyonu

üretmesi sebebiyle elektrik üretiminde maliyeti düşük ve güvenli bir seçenek olarak öne çıkmaktadır (DEKTMK, 2013).



Şekil 1.6. Küresel doğalgaz talebi (EPDK, 2013).

Doğalgaz tüketiminde gelişmişlik düzeyi yüksek olan ve sanayi yönünden gelişmiş bölgelerde tüketim yüksek seviyede gerçekleşmektedir. Küresel doğalgaz talebi (Şekil 1.6)'da gösterilmiştir. Doğalgaz tüketiminde ilk sırayı Avrupa-Avrasya bölgesi % 35,9, ikinci sırayı Kuzey Amerika % 26,7 oranı ile almaktadır. Bu bölgelerden sonra en yüksek tüketim % 17,9 ile Asya-Pasifik bölgesinde gerçekleşmektedir (MKA, 2012).

2012 yılında ılıman geçen kış sebebiyle doğalgaz stokları artmış, Henry Hub doğalgaz fiyatları bir önceki yıl ortalamalarına göre düşüş yaşamıştır. 2011 yılında ortalama 143,98 \$/m³ olan doğalgaz fiyatı 2012 yılında % 31 düşerek ortalama 99,2 \$/m³ olarak gerçekleşmiştir. Son yıllara kadar yüksek üretim maliyeti, yetersiz teknoloji ve rezervlerin verimli kullanılamaması gibi nedenlerle tercih edilmeyen konvansiyonel olmayan gaz üretimi, ABD tarafından geliştirilen metotlarla artmaya başlamıştır (TPAOGM, 2013).

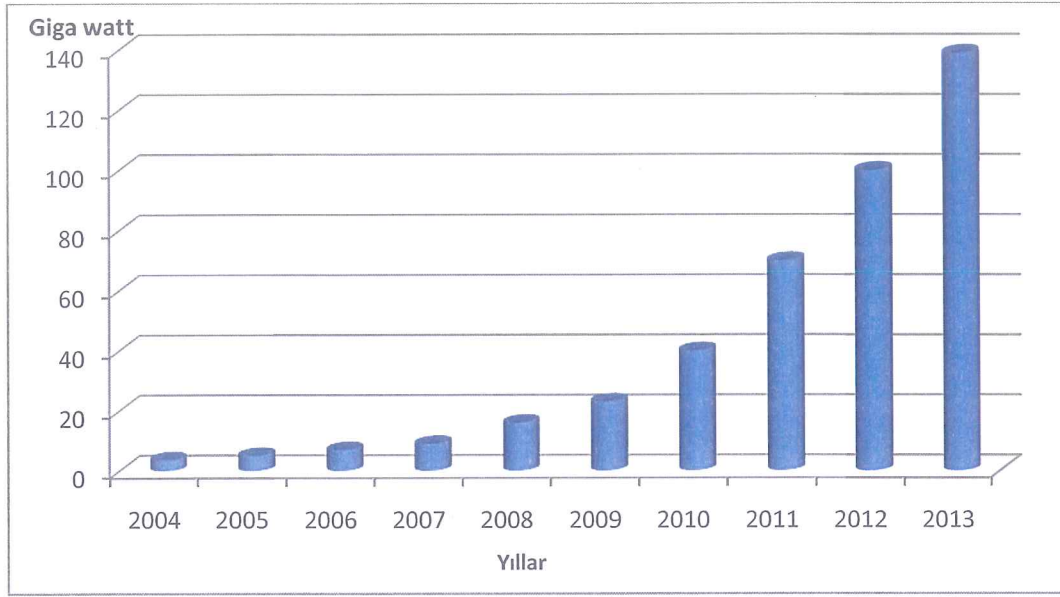
1.2.4. Yenilenebilir Enerji

1.2.4.1. Güneş Enerjisi

Güneş dünyadaki hayatın temel kaynağı olduğu gibi diğer enerji kaynaklarının da doğrudan veya dolaylı olarak temelini teşkil etmektedir. Güneş enerjisi bilinen en eski birincil enerji kaynağıdır. Diğer bilinen enerji kaynaklarından farklı olarak güneş enerjisi dağınık bir haldedir ve enerji elde edilmesi için yoğunlaştırılması gerekmektedir (Bayındır, 2010).

Dünyamıza bir günde gelen güneş enerjisi, güneşin toplam saldıdığı enerjinin yaklaşık 10 milyarda biridir. Bunun değeri, $1,5 \times 10^{22}$ J yani 15,000,000 katrilyon joule' dür. Toplam küresel güneş enerjisi kapasitesi (Şekil 1.7)'de gösterilmiştir. Bir Joule, bir kibritin yanması ile ortaya çıkan ısı enerjisinin yaklaşık binde biridir. Dünyaya bir yılda düşen güneş enerjisi yaklaşık 200 trilyon ton kömüre eşdeğerdir. Bu değer, günümüzde dünyada kullanılan toplam enerjinin 15-16 bin katına karşılık gelir. Sadece Türkiye üzerine bir yılda düşen güneş enerjisi, 80 milyar ton petrole eşdeğerdir. Dünyamıza bir yılda düşen güneş enerjisi dünyadaki çıkarılabilir fosil yakıt kaynakları rezervlerinin tamamından elde edilecek enerjinin yaklaşık 15-20 katına eşdeğerdir (Ataman, 2007).

Dünyanın güneşlenme haritasına bakıldığında, Türkiye'nin güneyi dışında kalan bölgelerin yeterince güneş almadığı, buna rağmen güneşlenme miktarının yaz aylarında sıcak su ihtiyacını her durumda karşılayabilir seviyede olduğu görülmektedir (Kırmızı, 2010).



Şekil 1.7. Toplam küresel güneş enerjisi kapasitesi (EPDK, 2013).

1.2.4.2. Rüzgâr Enerjisi

Güneş enerjisinin atmosferde neden olduğu ısı değişimi, yeryüzündeki coğrafi şekiller ve dünyanın kendi eksenini etrafında dönüşünün de etkisiyle büyük bir hava akımı meydana gelir. Diğer bir değişle güneş tarafından ısınan hava yoğunluğunun azalması sebebiyle yükselirken geride bıraktığı boşluk soğuk hava tarafından doldurulur. Bu hava hareketleri rüzgâr olarak tanımlanmaktadır (Ağaçbiçer, 2010).

Küresel, rüzgâr enerjisi kurulu güç potansiyeli olarak, Avrupa Kıtasının 2013'ten bu yana 121 GW' la birinci sırada olduğu bilinmektedir. İkinci sırayı 115 GW'la Çin ve Hindistan'ın büyük paya sahip olduğu Asya Kıtası yer almaktadır. Ardından Amerika'nın liderliğinde 71 GW ile Kuzey Amerika Kıtası yer alır. Türkiye 2013 itibari ile dünya genelindeki tüm rüzgâr enerjisinin % 1'ni üretebilir duruma gelmiştir (Soğukpınar ve Bozkurt, 2014).

1.2.4.3. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji; yerkabuğunun derinliklerinde mevcut yeraltı ısısının oluşturduğu, sıcaklığı sürekli olarak bölgesel atmosferik sıcaklığın üzerinde olan ve bileşimlerinde, çevresindeki normal yer altı ve yerüstü sularına oranla daha fazla

erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içeren sıcak su veya buhar olarak tanımlanabilir (Karatepe, 2011).

Uluslararası Enerji Ajansı verilerine bakıldığında, Dünya elektrik üretiminin % 0,32'lik bir bölümü jeotermal enerji ile karşılanmaktadır. Bununla birlikte, dünya üzerinde jeotermal kaynaklardan üretilmekte olan elektrik üretim miktarları incelendiğinde, bu alandaki birinciliğin % 26'lık pay ile ABD'ye ait olduğu görülmektedir. OECD ülkelerinin toplam elektrik üretiminde jeotermal kaynakların payı % 0,40 iken, Türkiye'nin toplam elektrik üretiminde jeotermal kaynakların payı ise dünya ortalaması ile aynı değere sahip olarak % 0,32 oranında olduğu görülmektedir. Dünyada jeotermal enerjinin doğrudan 'elektrik dışı' kullanımı sıralamasına göre ise, Türkiye 2,084 MW ile ABD, Çin, İsveç, Norveç, Almanya ve Japonya'nın ardından, bu alanda dünyada yedinci sırada yer almaktadır (DOĞAKA, 2014).

1.2.4.4. Biyokütle Enerjisi

Biyokütleye örnek olarak; ağaçlar, mısır, buğday gibi özel olarak yetiştirilen bitkileri, otları, yosunları, denizdeki algleri, evlerden atılan meyve ve sebze artığı gibi tüm organik çöpler, hayvan dışkılarını, gübre ve sanayi atıkları sayılabilir. Biyokütle, yenilenebilir bir enerji kaynağı olması, her yerde elde edilebilmesi, özellikle kırsal bölgeler için sosyoekonomik gelişmelere yardımcı olması sebebiyle, uygun ve önemli bir enerji kaynağı olarak görülmektedir (Türkoğlu, 2010).

2010 yılında dünya genelinde üretilen biyoyakıt miktarı 59,26 milyon ton eşdeğer petroldür (mtep). Bu üretimde en büyük pay 25,35 mtep üretimle ABD'nindir. Toplam üretimin % 43'ünü tek başına karşılayan ABD'den sonraki en büyük üretici % 26 ile Brezilya'dır. Avrupa'da ise Almanya, Fransa ve İspanya en büyük biyoyakıt üreticileri konumundadırlar. Çin Tarım Bakanlığı'nın açıklamalarına göre Çin'de 2007 yılında benzin tüketiminin yüzde 20'si mısır kullanılarak üretilen biyoetanolden karşılanmıştır (Ünal ve Kızılaslan, 2014).

1.3. DÜNYA'DA ENERJİ

1.3.1. Dünya Birincil Enerji Arzındaki Gelişmeler

Dünya birincil enerji arzındaki son 10 yıllık artış oranı yaklaşık % 30 düzeyindedir. Bu dönemde, en dikkat çekici gelişme kömürün toplam enerji arzı içerisindeki payı ile ilgilidir. Son 10 yılda petrolün payı % 36,4'ten % 31,5'e, nükleerın payı % 6,7'den % 5,1'e ve biyoyakıt payı % 10,1'den % 9,9'a düşmüştür. Doğalgazın payı ise sadece 0,7 puanlık artışla % 20,6'dan % 21,3'e yükselmiş, buna karşın kömürün toplam içindeki payı 5,4 puan artışla % 23,4'den % 28,8 düzeyine çıkmıştır (Tamzok, 2015).

Doğalgazın payı, 1990'da % 19'dan, 2010'da % 22'ye yükselmiş olup, 2035 yılında % 24 düzeyine çıkacağı tahmin edilmektedir. Odun, çöp, rüzgâr, jeotermal, güneş gibi yenilenebilir enerjinin toplam payı 1990'da % 10'dan 2010 yılında % 11'e yükselmiş olup 2035 yılında, mevcut politikalara göre % 12, yeni politikalar senaryolarına göre % 15 düzeyine yükseleceği öngörülmektedir (DEKTMK, 2013).

1.4. TÜRKİYE'DE ENERJİ

Ülkemizdeki nüfus artışı ve ekonomimizin büyümesi ile ilişkili olarak enerjiye olan talep artmaktadır. Ekonomik büyümenin ve nüfus artışının genellikle daha yüksek olduğu gelişmekte olan ülkelerde, gelişmiş ülkelere kıyasla enerjiye olan talepteki yükselme oranı çok daha fazladır. Enerji talebindeki bu yükseliş, Türkiye için ortalama olarak yaklaşık % 5,5–6 civarındadır. Fakat son yıllardaki veriler incelendiğinde bu yükselişin birçoğunun % 8'i geçtiği görülmektedir. Ülkemiz toplam enerji ihtiyacının yaklaşık % 73'ünü ithalatla karşılamaktadır (SETA, 2010).

Türkiye, dünya enerji piyasasındaki hareketlenmelerden oldukça etkilenmektedir. Türkiye'de jeolojik ve doğal özelliklere bağlı olarak, hemen her türden enerji kaynağı var olmakla birlikte, linyit dışında kullanılan fosil kaynaklarının rezerv miktarları oldukça az ve ülkemiz ihtiyaçlarını karşılamamaktadır (Bayraç, 2008).

Türkiye enerji politikasındaki temel amaçlar şunlardır:

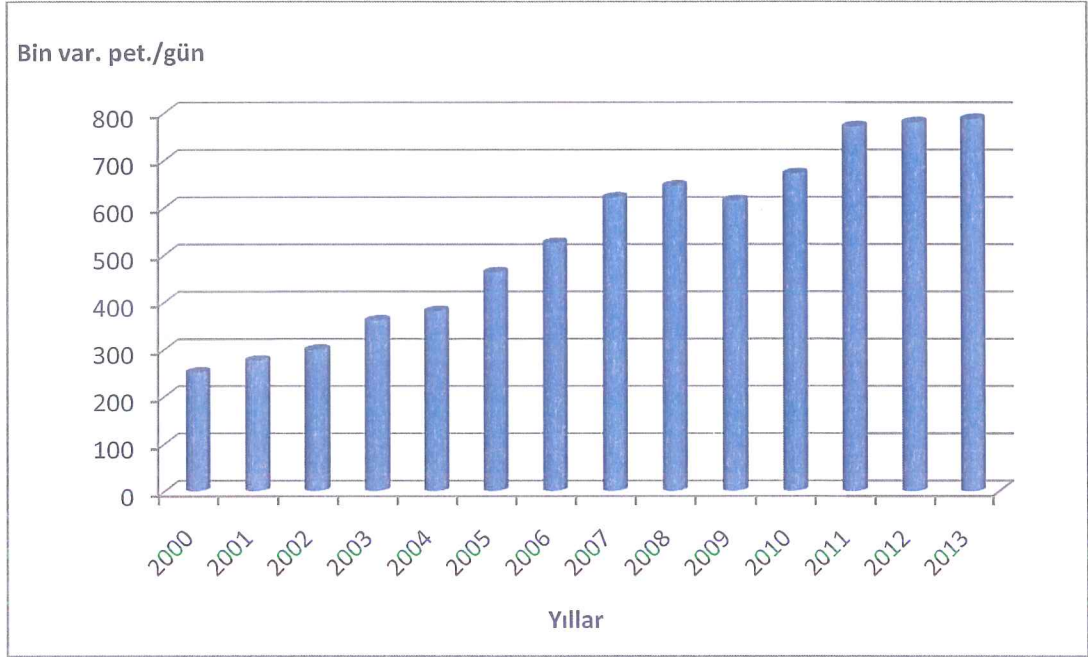
- Yerli kaynaklara öncelik vererek kaynak çeşitliliğini sağlamak,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji arzındaki payını arttırmak,
- Enerji verimliliğini yükseltmek,
- Tam serbest piyasa koşullarına ulaşarak yatırım ortamını iyileştirmek,
- Petrol ve doğalgazdaki kaynak çeşitliliğini sağlamak, ithalattan kaynaklanan risklere karşı tedbir almak,
- Enerji alanında bölgesel işbirliği ile Türkiye'yi enerji koridoru ve terminali haline getirmek,
- Enerji faaliyetlerinin çevresel hassasiyetler dikkate alınmak suretiyle yürütülmesini sağlamak,
- Doğal kaynakların ülke ekonomisine katkısını arttırmak,
- Endüstriyel hammadde, metal ve metal dışı madenlerin üretimlerini arttırarak yurt içinde değerlendirilmesini sağlamak,
- Maliyet, zaman ve miktar açısından enerjiyi tüketiciler için ulaşılabilir hale getirmek (Kaya, 2012).

1.4.1. Türkiye'de Doğalgaz

1.4.1.1. Türkiye Doğalgaz Endüstrisinin Gelişimi

1970 yılında Hamitabat ve Kumrular doğalgaz sahalarında keşfedilen doğalgazın 1976 yılında Pınarhisar Çimento fabrikasına; 1975 yılında Çamurlu doğalgaz sahasında bulunan doğalgazın da Mardin Çimento fabrikasına ulaştırılması ile ülkemizde enerji ihtiyacının karşılanmasında ilk kez doğalgaz kullanılmaya başlanmıştır. Ülkemizin ekonomik anlamda gelişmesi ile aynı doğrultuda artış gösteren hızlı ve çarpık kentleşme, sanayileşme ve bu konulara bağlı olarak ortaya çıkan çevre ve hava kirliliğine bir de 70'li yıllarda ortaya çıkan petrol krizinin eklenmesi, tüm dünyayı olduğu gibi Türkiye'yi de alternatif enerji kaynakları aramaya itmiştir. 1987 yılında toplam 520 milyon m³ olarak gerçekleşen doğalgaz tüketim miktarı, doğalgazın kullanıldığı elektrik santrallerinin kurulması, yeni iletim hatları yatırımları sayesinde doğalgazın yeni tüketim bölgelerine ulaştırılması ve

hane halkı ile sanayi tesisleri tarafından kullanımının yaygınlaşmasıyla giderek artmış ve 2006 yılında yaklaşık 30 milyar m³'ü geçmiştir. 1987–2006 tarihleri arasında Türkiye'deki doğalgaz tüketim miktarları aşağıdaki gibi gerçekleşmiştir (Bülbül, 2007).



Şekil 1.8. Türkiye doğalgaz talebi (TP, 2013).

Türkiye gaz talebinin % 98,8'i ithalatla karşılanmaktadır. Türkiye doğalgaz talebi (Şekil 1.8)'de gösterilmiştir. Türkiye'de 2014 yılında 49,8 milyar m³ doğalgaz tüketilmiş ve bu rakamın % 1'i (502 milyon m³) ülke içi üretim ile karşılanmıştır. Türkiye sektörlerine göre doğalgaz tüketimi (Şekil 1.9)'da gösterilmiştir. Tüketilen doğalgazın yaklaşık % 50'si ise elektrik üretimi için kullanılmaktadır. 2014 yılı Türkiye doğalgaz ithalatının ülkelere göre dağılımında Rusya % 56'lık oran ile birinci sıradadır. Bu ülkeyi İran (% 19), Azerbaycan (% 9) ve Cezayir (% 9) takip etmektedir.

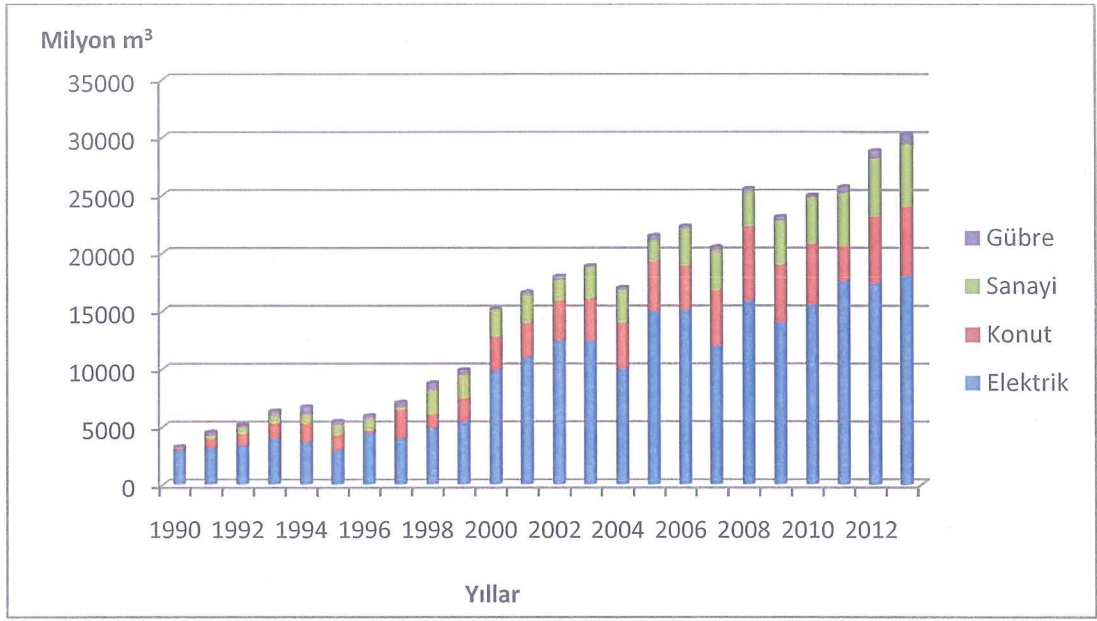
Bu bağlamda, Türkiye doğalgaz sektöründe arz güvenliğinin sağlanması ve adil rekabet koşullarının tahsis edildiği bir ortamın oluşturulması gerekmektedir. Tüketicilere tedarikçilerini serbestçe seçme olanağı tanınarak doğalgazın sürekli ve ekonomik olarak tüketicilerin kullanımına sunulması sektörün öngörülen yapıya ulaşmasında önemli bir rol oynamaktadır. Doğalgaz dağıtımı ile ilgili yeterli alt

yapının bulunmadığı ve kamunun sınırlı kaynaklarla gerekli yatırımları gerçekleştirmesinin kısa vadede mümkün olmadığı görülmektedir. Dünyada enerji kaynaklarının paylaşımı ve taşınmasının ülkeler arasında ciddi bir yarış ortamı yarattığı; Türkiye'nin Avrupa Birliği müktesebatına uyum sürecinde tekelleri kaldırma hedefi koyduğu bir dönemde 4646 sayılı Doğalgaz Piyasası Kanunu ile doğalgaz piyasasında serbestleşme yolunda önemli bir adım atılmıştır (EPDK, 2008).

BOTAŞ'ın 1986 yılında Soyuzgazexport (SSCB) şirketi ile 25 yıl süreli yapmış olduğu gaz alım anlaşması ile ülkemizde doğalgaz taşımacılığı ve ticaretinin ilk adımı atılmış, 1987 yılında ise fiili olarak ilk doğalgaz ithalatı gerçekleşmiştir. Kaynak çeşitliliğini artırmak ve arz güvenliğini sağlamak amacıyla 1988 yılında Cezayir ile LNG alım anlaşması imzalanmış, 1994 yılında ise Marmara Ereğlisi LNG Terminali devreye alınmıştır. 1995 yılında Nijerya ile 22 yıllık LNG alım anlaşması imzalanmıştır.

Yeni bir arz kaynağı olarak İran ile 1996 yılında doğalgaz alım anlaşması imzalanmış, 2001 yılında ilave bir kaynak olarak devreye girmiştir. 1997 yılında Rusya ile Karadeniz üzerinden gelen boru hattından (Mavi Akım) tedarik edilmek üzere 25 yıl süreli gaz alım anlaşması imzalanmıştır, 2003 yılında ise fiili olarak devreye girmiştir. Bu anlaşma ile birlikte ülkemiz 4 farklı arz kaynağına kavuşmuştur (BOTAŞ, 2014).

2001 yılında Azerbaycan ile 15 yıllık gaz alım anlaşması imzalanmış, ülkeye yeni bir arz kaynağı kazandırılmıştır. Aynı yılda doğalgaz piyasası kanunu resmi gazetede yayınlanarak Türkiye Doğalgaz Piyasası oluşturulmuştur. BOTAŞ'ın 2011 yılında Batı Hattı'nda Gazprom Export'la yapılmış yıllık 6 milyar metreküp kapasiteli gaz alım kontratını uzatmaması Doğalgaz piyasasında özel sektörün payını önemli ölçüde artıracak bir gelişme olmuştur (BOTAŞ, 2014).



Şekil 1.9. Türkiye sektörler göre doğalgaz tüketim yapısı (DEKTMK, 2013).

1.4.1.2. Üretim

Dünyanın en büyük petrol ve doğalgaz rezervlerine sahip ülkelerle komşu olmasına karşın Türkiye'nin doğalgaz rezervleri oldukça sınırlıdır. Türkiye'de, TPAO'nun yönetmiş olduğu toplam 16 sahada doğalgaz üretimi yapılmaktadır. 2003 yılı üretimi toplam 600 milyon m³'tür. TPAO'nun sahip olduğu sahalardan elde edilen doğalgaz Türkiye'nin toplam tüketiminin yaklaşık % 2-3'lük kısmını karşılamakta ve sadece üretimin yapıldığı bölgelere yakın olan tesislerde kullanılmaktadır. Türkiye'nin ihtiyacı olan % 97'lik kısım ithal edilerek karşılanmaktadır (Bülbül, 2007).

Üretim faaliyeti kanun gereği piyasa faaliyeti olarak sayılmamakla birlikte, üretim şirketleri ürettikleri doğalgazı EPDK'dan toptan satış lisansı almak kaydıyla toptan satış şirketlerine, ithalatçı şirketlere, ihracatçı şirketlere, dağıtım şirketlerine, kuyu başından olmak kaydıyla CNG satış şirketleri ile CNG iletim ve dağıtım şirketlerine veya serbest tüketicilere pazarlayabilmektedir. Ayrıca, üretim şirketleri ihracat lisansı almak kaydıyla ürettikleri doğalgazı ihraç da edebilmektedir (Köktaş, 2013).

1.5. ÇALIŞMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Bu tezde, doğalgaz kullanımının Türkiye'ye pozitif etkileri istatistiksel olarak ortaya konulmuştur. Ayrıca verilerin gelecekteki tüketimleri ARIMA modelleri ile tahmin edilmiştir.

Doğalgaz temiz bir enerji olarak, kömürün yerini almaktadır. Hem ısı değeri, hem de yarattığı daha az CO₂ emisyonu sebebiyle tercih edilen bir yakıttır. Yıllar itibari ile kullanımı atmosfer üzerinde olumlu etkiler yaratmıştır. İklim değişikliği üzerindeki pozitif etkilerinden dolayı temiz yakıt olarak da adlandırılmaktadır.

Bu çalışmada, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığında alınan enerji denge tabloları kullanılarak zaman serileri oluşturulmuştur. Sektörel doğalgaz tüketimleri 1970-2013 yılları için detaylandırılarak analiz edilmiştir. Doğalgaz kullanımının kömürün yerini aldığı bilinmektedir. Kullanım miktarlarının sürekli artması, sayısal olarak gelecekteki tüketim miktarlarının tahmin edilmesini de sağlamaktadır. Ancak uygun yöntemler ile tüketim miktarlarının tahmin edilmesi, geleceğe yönelik tahminlerinde doğruluğunu arttıracığından, konu için en uygun olan ARIMA yöntemlerinin kullanılmasına karar verilmiştir. Veriler kullanılarak modeller geliştirilecek ve geliştirilen modellerle mevcut verilerde yeniden tahmin edilerek farklılıklar varsa ortaya konulacaktır.

Bu çalışmada diğer tahmin yöntemlerine göre daha zor olan istatistiksel yöntem, seçilmiştir. Çıkan sonuçların doğruluğundan ve uygunluğundan şüphe edilmesine rağmen, uzun vadeli tahmin yöntemlerinin de yapılarak çalışmanın desteklenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu yüzden, ARIMA modelleri ile ortaya konulan sonuçlar, ekonomik modeller ile desteklendiğine uzun vadeli yorumların yapılması mümkün olabilecektir. Çalışma bu kapsamda doğalgaz tüketim tahminlerine taban oluşturabilecek bir özellikte olmasından dolayı önemli görülmektedir.

Ayrıca bu çalışmadaki veriler ve sonuçlar kullanılarak yıllar itibariyle ne kadar bir CO₂ azalımı yapıldığı da (Can ve Ekmekci, 2015) ortaya çıkartılmıştır.

BÖLÜM 2

MATERYAL VE METOD

2.1. ZAMAN SERİSİ

Zaman serisi, değişkenin sayısal gözlemlerinin zaman içine sıralanmış şeklidir. Zaman serisi zamanın bir fonksiyonu gibi kabul edilmektedir (Dilek vd, 2010).

Zaman serileri çeşitli amaçlarla analiz edilir. Amaç ne olursa olsun analize başlamadan önce, yapılacak ilk işlem serinin belli başlı özelliklerini ortaya çıkarabilmek için gözlem değerlerinin dağılım diyagramı ve grafiğini çizmek olacaktır. İncelenen sürede, artan bir eğilimin olup olmadığına bakılarak analizlerde kullanılacak yöntemlere karar verilir. Grafikselleştirmeler yalnız eğilimi göstermeyip, aynı zamanda bazı gözlem değerlerinin veri seti ile uygun olup olmadığını da ortaya koymaktadır. Bazı gözlem değerleri, setteki diğer gözlem değerlerine kıyasla çok yüksek veya çok düşük değerler olabilir. Bu gibi hallerde, sapmaları yaratan nedenler araştırılarak, modelin sapma gösteren gözlem değerlerini de kapsayacak şekilde gözlem değeri yerine tahmin değerlerinin kullanılması gerekebilir (Kayım, 1985).

2.1.1. Zaman Serisinin Bileşenleri

Zaman serisini oluşturan gözlemlerin, zaman boyunca eğilimini gösteren şekilleri, söz konusu serinin özelliğini de ortaya koymaktadır. Serinin zaman boyunca bir eğilimi, bir rassal yapıyı içerip içermediğini yansıtır. Dolayısıyla veri setinin zaman boyunca gösterdiği eğilim, serinin nasıl bir matematiksel kalıba sahip olduğu hakkında önemli bilgi vermektedir. Zaman serisi değişkenleri artan, azalan veya değişmeyen yapıda bir eğilim özelliği taşıyabilir (Mann, 1995).

Zaman serisi analizinde, farklı zaman noktalarındaki gözlemler arasındaki bağımlılık araştırılmaktadır. Bu bağlamda bir zaman serisini oluşturan bileşenlerin ortaya çıkartılması gerekmektedir. Bir zaman serisi için dört bileşen vardır;

- Eğilim
- Devresel hareketler
- Mevsimsel değişiklikler
- Rastgele değişiklikler

Eğilim, değişkenin uzun dönem hareketini ortaya koyan bir bileşendir. Eğilim etkisini üzerinde barındıran bir seri, zaman ilerledikçe artan veya azalan bir görünüm sergiler. Başka bir deyişle eğilim, zamanın artan ya da azalan bir fonksiyonudur. Bu fonksiyon bazen zamana göre doğrusal olabildiği gibi bazen de doğrusal olmayan bir yapıda karşımıza çıkabilmektedir. Bir zaman serisindeki eğilim iki şekilde ortaya çıkabilmektedir (Özek, 2010).

- Deterministik eğilim, (sürekli artış veya sürekli azalış).
- Stokastik eğilim, (zaman içinde genel eğilimi artış fakat bazen düşüşlerinde olduğu eğilimdir).

Uzun dönemli eğilim eğrisi etrafında artış ve azalışlarla oluşan dalgalanmalar devresel hareketler olarak adlandırılmaktadır. Devresel hareketleri belirlemede en çok kullanılan yöntem Box-Jenkins yöntemidir. Bir zaman serisinde üç aylık, aylık veya haftalık gibi bir yıl içerisinde özel bir zaman diliminde periyodik olarak meydana gelen artış veya azalış zaman serisindeki mevsimsel değişimleri meydana getirmektedir. Bir zaman serisindeki, eğim, devresel hareketler ve mevsimsel değişimin arındırılmasından sonra bu seride geriye kalan değişimler rastgele değişiklikler olarak adlandırılmaktadır (Özek, 2010).

2.2. ZAMAN SERİLERİNİN SINIFLANDIRILMASI VE ANALİZİ

Gözlem değerlerinin elde edilmiş biçimine göre zaman serilerini sürekli ve kesikli seriler; gözlem değerlerinin serinin ortalama değerlerinden büyük sapmalar gösterip

göstermediklerine göre durağan ve durağan olmayan seriler ve son olarak göstermiş oldukları devri hareketlere göre mevsimsel veya mevsimsel olmayan seriler olarak incelemek mümkündür (Shumway ve Stoffer, 2006).

Bir seriye ait gözlemlerin dizisi zamanın düzenli aralıklarında derlenerek toplanmaktadır (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2010).

2.3. ZAMAN SERİLERİNDE DURAĞANLIK ANALİZİ

Zaman serileri analizinde, durağan olmayan serilerle çalışıldığında, oluşturulacak regresyonun sonuçları gerçekçi olmakla birlikte durağan olmayan serilerin kullanılması regresyona tabi tutulan değişkenler arasında sahte bir bağlantı vermektedir. Bu durumda standart (t) istatistikleri ve R^2 (Determinasyon Katsayısı) değerleri olduğundan daha yüksek çıkarak, değişkenler arasında anlamlı bir ilişki yoksa bile anlamlı bir ilişki varmış gibi görülmektedir. Bu nedenle, zaman serileri ile çalışırken, öncelikle serilerin durağanlığının test edilmesi gerekmektedir (Akıncı, 2008).

Bir zaman serisinin ortalaması, varyansı ve kovaryansı zaman içinde sabit kalıyorsa o serinin durağan bir seridir. Herhangi bir Y_t serisinin durağan olma şartları şu şekilde özetlenebilir:

- Sabit aritmetik ortalama: $E(Y_t) = \mu$ (2.1)

Burada, $E(Y_t)$: Zaman serisinin beklenen değeri olarak nitelendirilir.

Burada, μ : Ortalama olarak nitelendirilir.

- Sabit varyans: $Var(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2$ (2.2)

Burada, σ^2 : Varyans olarak nitelendirilir.

- Gecikme mesafesine bağlı kovaryans: $\gamma_k = E((Y_t - \mu)(Y_{t-k} - \mu))$ (2.3)

Burada, (bütün t değerleri için) k: gecikme mesafesi olarak nitelendirilir.

Burada, γ_k : Gecikme mesafesine bağlı kovaryans olarak nitelendirilir.

Bir durağan zaman serisinde art arda gelen iki değer arasındaki fark zamanın kendisinden kaynaklanmamakta, sadece zaman aralığından kaynaklanmaktadır. Bundan dolayı serinin ortalaması zamanla değişmemektedir. Ancak gerçek zaman serilerinin birçoğunun durağan olmaması, serilerin zamanla değiştiğini göstermektedir. Zaman serilerinin uygun bir modele oturtulabilmesi için bu serilerin önce durağan hale getirilmesi gerekir. Bu koşullardan birisi sağlanmadığında serinin durağan olmadığı ifade edilir.

Durağan olmayan seriler birim kök içerirler. Bir serideki birim kök sayısı serinin durağan olana dek alınması gereken fark sayısına eşittir. Yt serisi 1 farkı alınca durağan oluyorsa seri 1. dereceden durağandır denir ve I(1) olarak gösterilir. Genel olarak seri d kez farkı alınca durağan oluyorsa seri d. dereceden durağandır denir ve I(d) ile gösterilir (Maddala ve Kim, 1998).

2.3.1. Eğilim Durağanlık Ve Fark Durağanlık

Durağan olmayan zaman serilerinde durağan dışılığın nedenleri serilerdeki deterministik eğilim veya stokastik eğilimdir. Bir zaman serisinin sahip olduğu deterministik eğilim yapısı zaman yolu grafiği kullanılarak ortaya konulabilir. Gerçekte durağan bir zaman serisinde; serinin sahip olduğu deterministik eğilim etkisiyle ortalamasının değişmesi, zaman serisini durağan dışı gösterilmektedir. Eğilim durağan olmayan süreçler için durağanlaştırma iki temel yaklaşımla gerçekleştirilmektedir (Maddala ve Kim, 1998).

Birinci yaklaşım, durağan olmayan zaman serisi için kurulacak regresyon denkleminde, seri eğilim (zaman) üzerine regrese edilirken, daha sonra bu regresyondan elde edilen kalıntılar üzerinde analizler yapılacaktır. İkinci yaklaşımda, zaman serisi modeline eğilim bir regresör olarak ilave edilecektir.

$$\bullet Y_t = \mu + \beta t + e_t \quad (2.4)$$

Burada, β : Katsayı olarak nitelendirilir.

Burada, e_t : Hata Terimi olarak nitelendirilir.

Burada Y_t zaman serisi, t deterministik eğilim, $e_t \sim \text{IID}(0, \sigma^2)$ durağan stokastik bileşendir (Gujarati, 2004).

Eğer durağan olmayan zaman serisinde, deterministik eğilim yoksa stokastik eğilim olması muhtemeldir. Durağan olmayan zaman serisindeki stokastik eğilim yapısı dışlanarak seri durağanlaştırılır. Bu durağanlaştırma işlemi fark alma olarak tanımlanmaktadır. Örneğin basit bir pür rassal yürüyüş serisi

$$\bullet Y_t = Y_{t-1} + e_t \quad (2.5)$$

olarak tanımlansın. Burada Y_{t-1} stokastik eğilim, $e_t \sim \text{IID}(0, \sigma^2)$ ' dir. Modelin her iki tarafında birinci fark alındığında varsayım gereği durağan olmayan Y_t serisi durağan hale gelecektir (Enders, 2004).

$$\bullet Y_t - Y_{t-1} = e_t \quad (2.6)$$

$$\bullet (1 - L) Y_t = e_t \quad (2.7)$$

$$\bullet Y_t = e_t \quad (2.8)$$

Burada, L : Gecikme işlemcisi olarak nitelendirilir.

2.4. DURAĞANLIK ANALİZİ: BİRİM KÖK TESTİ

Bir değişkenin durağan olup olmadığını veya durağanlık derecesini belirlemede kullanılan en geçerli yöntem birim kök testidir (Gujarati, 2004). Uygulamada en fazla kullanılan birim kök testleri Dickey Fuller (DF), Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleridir. Bu testlerin yanı sıra KPSS (Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin), ADF-GLS (Nokta Optimal) ve Ng-Perron birim kök testleri de kullanılmaktadır.

2.4.1. Dickey-Fuller (DF) Testi

Dickey Fuller (DF) yaklaşımı; serinin birim kök içerdiği (durağan olmadığı) boş hipotezine karşı, birim kök içermediği (durağan olduğu) alternatif hipotezine karşı sınımadır (Harris, 1995). Bir zaman serisinin uzun dönemde sahip olduğu özellik; değişkenin bir önceki dönemde aldığı değerinin, bu dönemi nasıl etkilediğinin belirlenmesiyle ortaya çıkarılabilir. 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. Y_t değişkeninin bu dönemde aldığı değerin geçen dönemdeki değeri olan Y_{t-1} ile ilişkisi,

$$\bullet Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t \quad (2.9)$$

şeklinde ifade edilir. Burada u_t kalıntı terimidir. Bu model birinci dereceden otoregresif AR(1) modelidir. Eğer ρ katsayısı bire eşit bulunursa birim kök sorunu (durağan olmama durumu) ortaya çıkmaktadır ve model

$$\bullet Y_t = Y_{t-1} + u_t \quad (2.10)$$

şeklini almaktadır. Bu bir önceki dönemde iktisadi değişkenin değerinin ve dolayısıyla o dönemde maruz kaldığı şokun olduğu gibi sistemde kalması anlamına gelir. Bu şokların kalıcı nitelikte olması serinin durağan olmaması ve zaman içinde gösterdiği eğilimin stokastik olması anlamına gelir. Eğer ρ katsayısı birden küçük çıkarsa, geçmiş dönemlerdeki şoklar belli bir süre etkilerini sürdürseler de, bu etki giderek azalacak ve kısa bir dönem sonra tamamen ortadan kalkacaktır (Tarı, 2005).

2.5. ZAMAN SERİLERİNİN İLERİYE DÖNÜK TAHMİN ANALİZİ

Zaman serileri çeşitli amaçlar için analiz edilir. Bu amaçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

Zaman serisini unsurlarına ayırma amacı

- Zaman serileri arasındaki ilişkiyi açıklama amacı
- Kontrol amacı
- İleriye dönük tahmin amacı

Bir zaman serisinin geleceğe yönelik tahmin amacıyla kullanılması serinin sergilediği net hareketlerin gözlenmesi yardımıyla olacaktır. Dolayısıyla, gelecek tahmininde kullanılacak bir serinin, üzerinde etkili olan eğilim, konjonktür ve mevsim dalgalanmalarının belirlenerek, serinin bu etkilerden arındırılmış olması gerekmektedir (Cragg, 1982).

Zaman serileri analizinde diğer bir amaç, seriler arasındaki ilişkiyi açıklama amacıdır. Burada incelenen değişken bağımlı, bu değişken üzerinde etkili olan diğer değişken veya değişkenler bağımsız kabul edilerek bu iki grup değişken arasındaki ilişki bir model yardımıyla belirlenir ve bağımsız değişken veya değişkenlerde meydana gelecek değişimler kullanılarak, bağımlı değişkendeki değişimler açıklanmaya çalışılır (Box ve Jenkins, 1970).

Bir zaman serisinin geleceğe yönelik tahmin amacıyla analizinde de benzer bir mantık vardır. Burada, zaman serisinin geçmiş dönem gözlem değerlerinden oluşan seri, bir açıklayıcı değişken gibi düşünülmekte ve olayın gelecekte alacağı değerler, geçmişte aldığı değerler kullanılarak tahmin edilmeye çalışılmaktadır.

Yine bir diğer amaç olan kontrol, aslında başlı başına bir amaç olmayıp, diğer amaçların bir parçası bir uzantısı durumundadır. Bir serinin işleyiş mekanizmasını belirledikten sonra, geçmiş dönem bilgilerinden hareketle sistemin planlandığı yönde gelişip gelişmediğini görmek, dolayısıyla sistemi kontrol etmek mümkün olmaktadır. (Güler, 1991).

Bu sınamada olumlu sonuç alındığında, kontrol amacıyla saklanan veriler, önceden kullanılan verilerle beraber ele alınarak, model tahmini gerçekleştirilir ve bu modelden hareketle gelecek tahmini yapılır (Box vd, 1994).

2.5.1. Çok Değişkenli Zaman Serileriyle İlgili Tahmin Yöntemleri

Bu gruptaki yöntemler iki veya daha fazla zaman serisi arasındaki sebep-sonuç ilişkisini tanımlayan ve daha sonra tahmin ve kontrol amacıyla kullanılan yöntemlerdir (Çömlekçi, 2005).

2.5.2. Tek Değişkenli Zaman Serileriyle İlgili Tahmin Yöntemleri

Bu yöntemler zamana bağlı bir tek değişkene ait tarihi verilerin mevcut olması durumunda kullanılan ve sadece ileriye dönük tahmin yapmaya imkan veren istatistiksel yöntemlerdir. Bu yöntemler zaman serilerinin bugünkü ve geçmiş dönem gözlem değerlerini kullanarak bu serilerin gelecek dönem tahmin değerlerinin elde edilmesini sağlarlar (Çömlekçi, 2005).

2.5.2.1. Eğilim Analizi Yöntemi

Zaman serisi faktörlerinde eğilim faktörü geleceğe dönük tahminlerin yapılmasında çok kullanılan en önemli yöntemdir. Eğilim analizi, incelenen dönem içinde serinin genel gelişme eğilimini özetleyen eğilim eğrisinin denklemini bulmayı amaçlamaktadır (Charmbers vd, 1971).

Zaman serilerinde eğilim analizi iki nedenle yapılır; birinci neden olarak, serinin eğilimini incelerken eğilim yardımıyla serinin genel gelişme eğilimleri saptanır ve buna göre geleceğe dönük tahminler yapma olanağı sağlanır. Bunun yanında eğilimi etkileyen faktörler belirlenerek eğilimi diğer bir eğilim ile kıyaslama olanağı oluşturulacaktır. Eğilim analizinin ikinci nedeni ise eğilimden sapmaların ölçülmesinin sağlanmasıdır (Duru, 2007).

2.5.2.2. Üssel Düzeltme Yöntemi

Üssel düzeltme tahmin yöntemleri temel özellik açısından hareketli ortalama tahmin yöntemine benzer. Fakat üssel düzeltme yöntemleri zaman serilerinin tüm gözlem değerlerini göz önünde bulundurdukları seri kıymetlerine bugünkü dönemden

uzaklıklara göre azalarak tartı verdikleri için hareketli ortalama yöntemlerinden ayrılmaktadırlar.

Üssel düzeltme tahmininde kullanılan ifade:

$$\bullet X_{t+1} = AX_t + A(1-A)X_{t-1} + \dots + A(1-A)^k X_{t-k} \quad (2.11)$$

Burada, A = Katsayı olarak nitelendirilir.

Burada, X_t = Gözlem değerleri kümesi olarak nitelendirilir.

Bu yöntemle her türlü zaman serisi ile ilgili ileriye dönük tahmin yapılabilir. Yöntemin uygulanabilmesi için çok uzun bir süreye gerek yoktur. Yeni bir gözlem değeri seriye ilave edildiğinde bu yöntemin hemen uyarlanması mümkündür ve ilave edilen gözlem değerinden önce yapılan işlemlerin tekrardan yapılmasına gerek yoktur.

Ancak seri kıymetlerine, dönemden uzaklıklarına göre verilen (A) katsayısının değerini uygun bir şekilde belirlemek için kesin bir kural yoktur; bu konuda sınama yanılma yönteminden yararlanılır (Makridakis ve Whellwright, 1973).

2.5.2.3. Hareketli Ortalamalar Yöntemi

Hareketli ortalamalar yöntemi uzun süreli değerlere sahip zaman serilerine uygulanmaktadır. Bu yöntem yarı ortalamalar yöntemine oranla daha geçerli bir yöntemdir (Wei, 1990).

Hareketli ortalamalar yönteminde serinin grafiği çizildiğinde seride dalgalanmalar görülmektedir. Bu durumu ortadan kaldırmak ve belirli bir eğilim yakalamak için zaman serisindeki değerleri belirli bir büyüklükte kümeler halinde toplayarak aritmetik ortalamasının hesaplanması gerekir. Böylece serinin asıl terimleri yerine, bunları temsil eden ortalama değerler kullanılır (Brown, 1964).

Bu yöntemi uygulamak için, bir zaman serisinin şu şartları taşıması gerekir:

- Eğilim doğrusal olmalı
- Dalgaların uzunluğu eşit olmalı
- Dalgaların şiddeti aynı olmalı

Hareketli ortalamaların dalga uzunluğuna eşit sayıda kıymet üzerinden hesaplanmasına çok sık rastlanır. Bir zaman serisi aynı uzunluğa sahip dalgalardan meydana gelmelidir.

Ayrıca seride mevsimsel dalgalanmalar söz konusu ise hareketli ortalamalar alınabilir. Böylece seri artık mevsimsel etkilerden kurtulmuş olacaktır. Bundan sonra serinin tekrar grafiği çizilip, ikinci seride mevcut olan dalgalanmalar saptanır ve bu dalgalanmaların etkisini yok etmek için hareketli ortalamalar alınır. Dalga uzunluklarının aritmetik ortalamasını eşit sayıda terim üzerinden bulunması gerekir (Bowerman ve Connel, 1993).

Üssel düzeltme tahmin yöntemleri temel özellik açısından hareketli ortalama tahmin yöntemine benzer fakat üssel düzeltme yöntemleri zaman serilerinin tüm gözlem değerlerini göz önünde bulundurdıkları ve seri değerlerine bugünkü dönemden uzaklıklara göre azalarak ağırlıklandırıldıkları için hareketli ortalama yönteminden ayrılırlar.

Üssel düzeltme tahmininde kullanılan ifade aşağıdaki gibidir.

$$\bullet X_{t+1} = AX_{t+A} (1 - A) X_{t-1} + \dots + A (1 - A)^k X_{t-k} \quad (2.12)$$

Bu yöntemlerle her türlü zaman serisi ile ilgili ileriye dönük tahmin yapılabilir. Yeni bir gözlem değeri seriye ilave edildiğinde bu yöntemin hemen uyarlanması mümkündür ve ilave edilen gözlem değerinden önce yapılan işlemlerin yeniden yapılmasına gerek yoktur (Duru, 2007).

2.6. BOX-JENKİNS YAKLAŞIMI

Box- Jenkins yöntemi, tek değişkenli zaman serilerinin ileriye dönük tahmininde, kullanılan yöntemlerden biridir. Kısa dönem tahmin yöntem biliminin bu yeni ve başarılı yöntemi, eşit zaman aralıkları ile elde edilen gözlem değerlerinden meydana gelen kesikli ve durağan zaman serilerinin ileriye dönük tahmin modellerinin kurulmasında ve tahminlerin yapılmasında sistemli yaklaşım göstermektedir (Mabert ve Radeliffer, 1974). Eşit zaman aralıkları ile elde edilen gözlem değerlerinden meydana gelen serinin kesikli ve durağan olması Box- Jenkins yönteminin önemli varsayımlarıdır.

Zaman serilerinin ileriye dönük tahmininde kullanılan Box-Jenkins yöntemine ilişkin modeller son 20 yıl içinde geliştirilmiştir. Bu modeller, zaman serilerinin durağan olup olmaması özelliğine bağlı olarak geliştirilen bir grup doğrusal modelden oluştuğu için, genel olarak Box-Jenkins grubu modeller olarak bilinirler.

Box-Jenkins grubu modeller zamana bağlı olayların rassal karakterde olaylardır (Box ve Jenkins, 1970). Bu olaylarla ilgili zaman serilerinin ise stokastik süreç olduğu varsayımına dayanarak geliştirilmiştir. Ayrıca bu modellerde rassal değişkenin zaman içinde aldığı değerler (zaman serisi gözlem değerleri) arasında mevcut olan iç bağımlılık en etkili bir şekilde dikkate alınmaktadır. Bu nedenlerden dolayı söz konusu modellere doğrusal stokastik modeller adı verilmektedir.

Box-Jenkins grubu, doğrusal stokastik modeller incelenen zaman serilerinin (stokastik süreçlerin) durağan olup olmaması durumuna göre doğrusal durağan stokastik modeller ve durağan olmayan doğrusal stokastik modeller olarak iki sınıfa ayrılır.

Box-Jenkins (1976) zaman serisi analizlerinde ve ön raporlamada (kestirim) uygulanan genel ARIMA modelleri ile eş anlamlıdır (Erdoğan, 2006).

Box-Jenkins yönteminde temel adımlar kısaca şu şekilde özetlenebilir:

- Durağanlığa ulaşabilmek için serinin yeterli sayıda farkları alınır,
- Deneme niteliğinde potansiyel bir model tanımı yapılır,
- Potansiyel modelin tahmini yapılır,
- Tanı (ayırt edici) kontrole başvurulur (eğer model yetersiz ise ikinci adıma tekrar geri dönülerek alternatif modeller dikkate alınır)
- Ön raporlama ve kontrol için model kullanılır.

2.7. TEK DEĞİŞKENLİ ZAMAN SERİSİ MODELLERİ

Ekonomik verilerin analiz amaçlarından biri de; ekonomik değişkenlerin gelecekteki değerlerini öngörmektir. Zaman serisi yaklaşımında bir ekonomik değişkenin ilgili cari değerleri o değişkenin geçmiş değerleri ile ilişkilendirilir. Zaman serisi modelleri bu geçmiş değerleri kullanarak aynı değişkenin gelecekte alabileceği değerleri öngörmeye çalışır. Çalışmada ele alınacak zaman serisi modelleri tek değişkenli bir zaman serisinin kendi geçmiş değerleri ve hata paylarına göre kurulan modeller olacaktır (Johnston ve Dinardo, 1997).

2.8. OTOREGRESİF SÜREÇ (AR)

Zaman serisi modellemesinde Y_t gibi bir ekonomik değişkenin geçmiş değerlerinden elde edilen bilgi, bu Y_t değişkeninin gelecek değerlerini tahmin etmek için kullanılacaktır. Bu model örneği aşağıdaki eşitlikte olduğu gibi birinci derece otoregresif bir süreç ile verilmektedir.

$$\bullet Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + e_t \quad t = 1, 2, 3, \dots, T \quad (2.13)$$

Birinci derece otoregresif süreçte δ bir kesme parametresi; ϕ_1 , -1 ile +1 arasında değer aldığı varsayılan bilinmeyen parametre ve e_t ortalaması sıfır sabit bir varyansla σ^2 korelasyonsuz bir hata terimidir (Ruey, 2005). Bu denklem birinci derece otoregresif zaman serisi modelidir. Çünkü Y_t değeri, bir önceki dönemdeki (Y_{t-1}) değerine ve bir rassal kalıntıya bağlıdır. Bu istatistiksel model yapısı AR(1) süreci olarak tanımlanır.

Bir ekonomik değişken için zaman serisi istatistiksel modeli tanımlandığında, zaman serisinin $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_t$ oluşum süreci tam anlamıyla bilinmektedir. Y_t yalnızca Y_{t-1} 'e bağlı değil ayrıca $Y_{t-1}, Y_{t-2}, Y_{t-3}, \dots$ ' e bağlı olabilir. Dolayısıyla p . dereceden bir otoregresif sürecin istatistiksel modeli AR (p) şu şekilde gösterilebilir (Pindyck ve Rubinfeld, 1998).

$$\bullet Y_t = \delta + \varphi_1 Y_{t-1} + \varphi_2 Y_{t-2} + \dots + \varphi_p Y_{t-p} + e_t \quad (2.14)$$

Burada δ bir kesme parametresi ve stokastik süreç olan Y_t ' nin ortalamasını gösterir. $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_p$ ' ler bilinmeyen otoregresif parametrelerdir. Hata terimi e_t ortalaması sıfır sabit bir varyansla σ^2 korelasyonsuz rassal değişkenler olarak varsayılır (Griffiths ve Judge, 1993). Yani $\{e_t\}$ düzgün bir dizidir.

2.8.1. Otoregresif Sürecin Derecesinin Belirlenmesi

Otoregresif sürecin derecesinin belirlenmesinde kısmi otokorelasyon fonksiyonu kullanılır (Johnston ve Dinardo, 1997).

Kısmi otokorelasyon katsayısı, diğer gecikmelerin etkisi sabit kalmak koşuluyla Y_t ile herhangi bir k gecikmesinde oluşturulan Y_{t-k} gözlemleri arasındaki korelasyon anlamına gelir. Y_t üzerinde etkili olan gecikmelerde kısmi otokorelasyon katsayısının sıfırdan farklı yani istatistiki olarak anlamlı olması gerekir. Kısmi otokorelasyon katsayıları p gecikmeye kadar anlamlı, p gecikmeden sonra anlamsız ise sürecin derecesinin p olduğu söylenir (Ruey, 2005).

Kısmi otokorelasyon katsayıları bir gecikme için sıfırdan farklı, diğerleri için sıfırdan farklı değilse süreç AR(1) sürecidir. Aynı şekilde kısmi otokorelasyon katsayıları iki gecikme için sıfırdan farklı, diğerleri için sıfırdan farklı değilse süreç AR(2) sürecidir.

2.8.2. Otokorelasyon Fonksiyonunun Tanımı

Otokovaryans fonksiyonu zaman serilerinin analizinde önemli bir araç olmasına rağmen, farklı ölçü birimleri ile ifade edilmiş veya terimleri farklı büyüklüklerde olan serilerin karşılaştırılmasında yanıltıcı olabileceği için yetersiz kalmaktadır. Otokovaryans fonksiyonunun bu yetersizliği hesaplanan $\gamma(k)$ = Gecikme mesafesine bağlı kovaryansların standartlaştırılması, yani $\gamma(0) = \sigma_x^2$ değerine bölünerek giderilebilir. Standartlaştırılmış otokovaryans fonksiyonuna 'otokorelasyon fonksiyonu' denilmektedir.

Otokorelasyon fonksiyonu analiz edilecek seri için uygun olabilecek model ya da modellerin belirlenmesinde ve seçiminde kullanılan önemli analiz araçlarıdır. Otokorelasyon aynı değişkenin farklı zaman aralıklarında aldığı değerler arasındaki ilişkinin derecesini belirlemektedir.

Zamana göre arka arkaya elde edilmiş gözlem kümesinde farklı zaman aralıklarına sahip gözlemler arasındaki ilişkinin derecesinin ölçülmesinde kullanılan katsayıya 'otokorelasyon katsayısı' (teorik otokorelasyon katsayısı) adını alır ve $P(k)$ ile gösterilmektedir. Farklı değerlerdeki k gecikmeleri ($k = 0, 1, 2, \dots$) için hesaplanan $\{P(k)\}$ 'ları k gecikmelerine bağlayan fonksiyona 'otokorelasyon fonksiyonu' denilmektedir (Nelson, 1973).

2.9. HAREKETLİ ORTALAMA SÜRECİ (MA)

Hareketli ortalama süreci bir zaman serisinin t dönemindeki değerini, hata payının cari ve geçmiş dönem değerlerinin ağırlıklı ortalaması ile ifade eden bir süreçtir (Pindyck ve Rubinfeld, 1998).

Genel olarak $MA(q)$ süreci;

$$\bullet \quad Y_t = \mu + e_t + \theta_1 e_{t-1} + \theta_2 e_{t-2} + \dots + \theta_q e_{t-q} \quad (2.15)$$

Burada korelasyonsuz rassal hata terimi et ortalaması sıfır ve sabit bir varyansa sahiptir. θ_i ($i = 1,2,\dots,q$) bilinmeyen parametrelerdir. Denklem AR(p) modelinden farklı olarak kesme parametresi δ yerine μ kullanılmıştır (Pollock, 1999).

2.10. OTOREGRESİF HAREKETLİ ORTALAMA SÜRECİ (ARMA)

Amprik çalışmalarda araştırmacının karşılaştığı durumlardan birisi veri üretme sürecini teşhis etmek ve sonrasında zaman serisi verilerinin gerçekleşmelerini kullanarak karşılık gelen istatistiksel modeli tanımlamaktır.

Bir model için hesaplanan otokorelasyonlar (ρ_k) ileri gecikmelerde sıfıra doğru bir azalma gösterir ancak kısmi otokorelasyonların hesaplanmasında çok kısa süreli gecikmelerde kesilme oluyorsa otoregresif sürecin daha baskın olduğu söylenir. Bir zaman serisi verileri için hem otokorelasyon hem de kısmi otokorelasyon fonksiyonları belirli bir gecikmede kesilmeyerek sıfıra doğru çok yavaş hareket edebilir. Bu durumda zaman serisi hem otoregresiflik hem de hareketli ortalama bileşenlerini aynı anda içerebilir. Başka bir ifadeyle zaman serisi modeli hem AR, hem de MA bileşenleri p. ve q. dereceden olmak üzere ARMA(p,q) olarak tanımlanır ve şu şekilde gösterilir (Pindyck ve Rubinfeld, 1998);

$$\bullet Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t + \theta_1 e_{t-1} + \dots + \theta_q e_{t-q} \quad (2.16)$$

Burada kesme terimi δ , Y_t ' nin ortalaması, hata terimi e_t , $E(e_t) = 0$ ve e_t ile e_s korelasyonsuz rassal değişkenlerdir (Süreç durağan ise ortalama 2) ($e_t e_s = \sigma^2 \mu^2$ ye eşittir). Yukarıdaki denklemin beklenen değeri alındığında,

$$\bullet E(Y_t) = \mu = \delta + \phi_1 \mu + \dots + \phi_p \mu + 0 + \theta_1 0 + \dots + \theta_q 0 \quad (2.17)$$

$$\bullet \mu = \delta / (1 - \phi_1 - \dots - \phi_p) \quad (2.18)$$

Bu sonuç ayrıca durağanlık için gerekli koşulu da belirtir. Diğer bir ifade ile

$$\bullet \phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_p < 1 \quad (2.19)$$

koşulunun sağlanması gerekir (Pindyck ve Rubinfeld, 1998).

2.11. HOMOJEN DURAGAN OLMAYAN SÜREÇ (ARIMA)

Seriler durağan sürece sahip olduğu varsayımından hareketle AR, MA ve ARMA süreçleri yukarıda ifade edilmiştir. Ancak gerçek hayattaki zaman serilerinin çoğu zaman boyunca değişen belirli bir stokastik sürecin özelliklerini taşıması nedeniyle durağan değildir. Zaman serilerini durağanlaştırmak için serinin bir veya daha fazla farkını almak suretiyle dönüştürme işlemi gerçekleştirilebilir. Böyle zaman serilerine entegre süreç adı verilir. Genel ifadesi,

$$\bullet Y_t = \varphi_1 Y_{t-1} + \dots + \varphi_p Y_{t-p} + \Delta^d Y_t + e_t + \theta_1 e_{t-1} + \dots + \theta_q e_{t-q} \quad (2.20)$$

şeklindedir. Burada entegrasyon Δ^d işlemi anlamına gelir (Johnston ve Dinardo, 1997).

$$\bullet d = 1 \text{ için, } \Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} \quad (2.21)$$

2.12. MODEL SEÇİM KRİTERLERİ

2.12.1. R^2 Kriteri

Herhangi bir regresyonun uygunluk derecesini ölçmede R^2 değeri kullanılmaktadır. R^2 , 0 ve 1 aralığında değerler almaktadır. 1'e yaklaştığında en iyi açıklanabilirliği veren istatistik değeri elde edilmiştir (Sapra, 2014).

2.12.2. En Küçük Kareler Yöntemi

Bu yöntem serinin en iyi şekilde tanımlanmasını sağlamaktadır. Birden çok veriyi doğru bir şekilde ifade etmek için bu yöntem kullanılır. Uygunluk kriteri veri noktaları ile eğrinin bağımlı değişkenlerinin aralarındaki farklarının karelerinin toplamının minimum olmasıdır.

Basit doğrusal regresyon modeli;

$$\bullet Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + e_i ; (i = 1, \dots, k) \quad (2.22)$$

Burada, y_i : bağımlı değişkenin i . gözlem değerini,

x_i : bağımsız değişkenin i . gözlem değerini,

β_0 : regresyon doğrusunun Y eksenini kestiği noktanın orijine olan uzaklığını,

β_1 : regresyon katsayısı olup bağımsız değişkendeki bir birimlik değişime karşılık bağımlı değişkende kendi birimi cinsinden meydana gelen ortalama değişim miktarını, e_i : i hata terimi olup $e_i \sim (0, \sigma^2)$ şeklinde bir dağılım göstermektedir.

Buna göre gözlem noktalarını temsil edebilen bir doğru çizilerek gözlem noktalarının doğruya olan uzaklıklarının kareler toplamı minimum olacak şekilde β_0 ve β_1 parametreleri tahmin edilmelidir (Gamgam ve Altunkaynak, 2015).

2.12.3. Log-Normal Dağılım

Bir X rastgele değişkenine ilişkin $\ln x$ olasılık dağılımı normal ise, X ' in olasılık dağılımı logaritmik normal dağılım ya da kısaca log-normal dağılım terimiyle adlandırılır. Bu durum için olasılık yoğunluk fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$\bullet f(x) = 1 / (2\pi\zeta x)^{1/2} \cdot \exp[-1 / 2 (\ln x \lambda / \zeta)^2] \quad (2.23)$$

Dağılımın parametreleri λ ve ζ , sırasıyla, $\ln x$ ' in ortalama değerini ve standart sapmasını belirtir;

$$\bullet \lambda = E(\ln x) \text{ ve } \zeta = [\text{Var}(\ln x)]^{1/2} \quad (2.24)$$

Log-normal değişken daima pozitif değerler alır (Miler, N.J ve Miler C.J, 2012).

2.12.4. F Testi

İstatistik bilimi içinde bir sıra değişik problemlerde kullanılan parametrik çıkarımsal sınaama yöntemidir. F-testi sıfır hipotezine göre gerçekte bir F dağılımı gösteren sınaama istatistiği bulunduğu kabul edilen hallerde, istatistiksel sınaama yapma şeklidir.

F-testi, parametrik çıkarımsal istatistik analiz problem tiplerini incelemek için kullanılır (Gamgam ve Altunkaynak, 2015).

$$F = \sigma_1^2 / \sigma_2^2 \quad (2.25)$$

Burada, σ = Varyans olarak nitelendirilir.

2.12.5. Akaike Bilgi Kriteri (AIC)

Modele eklenen değişkenlerin yarattığı yükselmeye sınırlama getirerek düzenlenmiştir.

- $AIC = -2\log(h) + 2k \quad (2.26)$

k sabit terim dahil parameter sayısı ve n gözlem sayısını, h = benzer (likelihood)'liği vermektedir.

Model karşılaştırmalarında her zaman en düşük AIC değerini veren model tercih edilir. AIC sadece seçili örnek büyüklüğü içinde değil aynı zamanda seçili örnek büyüklüğü dışındaki gelecek tahmini içinde geçerlidir. Yuvalanmış, yuvalanmamış ve gecikmeli modellerde rahatlıkla kullanılabilir (Zucchini, 2000).

2.12.6. Bayes Bilgi Kriteri (BIC)

Akaike (1978) ve Schwarz (1978) bayes perspektifinden birbirine yakın tutarlı iki model seçim kriteri tasarlamışlardır. Schwarz Koopman-Darmois türünde seçme

modeller için SIC kriterini türetirken buna karşın Akaike doğrusal regresyonda seçilmiş model problemleri için BIC model seçim kriterini türetmiştir.

- $BIC = -2\log(h) + k \cdot \log(n)$ (2.27)

Literatür içindeki çalışmalara bakacak olursak BIC bayes faktöründen daha fazla kullanılmaktadır. Bunun da sebeplerinden biri analiz sonrasında büyük hesaplamalara ihtiyaç duyulmasıdır (Quarrie ve Tsai, 1998).

2.12.7. Schwarz Bilgi Kriteri (SIC)

SIC kriteride AIC'ye benzemektedir. Formülü aşağıdaki gibidir:

- $\ln SIC = (k/n) \cdot \ln(n) + \ln(RSS/n)$ (2.28)

$[(k/n) \cdot \ln(n)]$, sınırlama faktördür.

SIC, AIC'ye göre yeni değişkenlerin modele eklendiğinde ortaya çıkacak durumu değerlendirme hususunda düzenlenmiştir. SIC her zaman AIC'den daha düşük çıkar. AIC'de olduğu gibi sadece seçili örnek büyüklüğü içinde değil aynı zamanda seçili örnek büyüklüğü dışındaki gelecek tahmini içinde geçerlidir (Chen ve Szroeter, 2016).

2.12.8. Hannan Bilgi Kriteri (HQC)

İstatistiklerinde, Hannan-Quinn bilgi kriteri (HQC) modeli seçimi için bir kriterdir. Bu Akaike bilgi kriterine (AIC) ve Bayesian bilgi kriter (BIC) bir alternatiftir Chen ve Szroeter, 2016).

- $HQC = -2h + 2k \cdot \log(\log(n))$ (2.29)

2.12.9. Durbin- Watson Testi

Durbin Watson test istatistiği, bir regresyon modeli tahmin edildikten sonra artık terimlerin korelasyon halinde olup olmadığını test etmeye yarayan bir sayıdır. Bu sayının 2' ye yakın çıkması, "otokorelasyon vardır" boş hipotezini reddedemeyeceğimizi gösterir. Otokorelasyonun belirlenmesinde kullanılan ve en çok bilinen testlerden biri Durbin-Watson testidir. Bu test sadece birinci derecedeki otokorelasyonun bulunup bulunmadığını sınıamaktadır (Montgomery vd, 2013).

$$d = \frac{\sum_{t=2}^T (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^T e_t^2} \quad (0 < d < 4) \quad (2.30)$$

2.13. E-VIEW PROGRAMI

E-Views, Windows işletim sisteminde çalışmaya uyumlu bir istatistik programı olmakla birlikte, öncelikle ekonometrik analiz için sıkça kullanılmaktadır. Quantitative Micro Software (QMS) şirketi aracılığı ile geliştirilmiştir. İlk paket program (1.0), 1994 yılında kullanıcılara sunulmuş ve MicroTSP programının yerini almıştır. 2014 yılındaki son versiyonu 8.0'dir.

E-views çalışma tablosu ve ilgili veritabanı altyapısı ile bilindik istatistiksel programların özelliklerini harmanlayan, kendisinin geliştirdiği programlama diline sahip bir yazılımdır. Ekonometrideki istatistiksel çalışmalarda kullanılmaktadır. Program, diğer yazılımlarla uyumlu bir şekilde çalışmaktadır. Sonuçlar kolaylıkla kopyalanarak diğer ofis programlarınca da ilişkilendirilerek kullanılabilir (Word, Excel).

E-views, genel istatistiksel çözümlenme amacıyla da kullanılabilmesine rağmen, özellikle regresyon analizi ve ekonometrik analizlerde yoğunlaşmıştır. E-views ile panel veri, zaman serisi ve yatay kesit analizi yapılabilir (E-views, 2016).

BÖLÜM 3

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. GENEL DEĞERLENDİRME

Uygulanan testler sonucunda, 1970-2013 tarihleri arasındaki sektörel doğalgaz tüketim miktarlarının, zaman serisi olarak analizleri yapılmış ve sektörlerin tüketim miktarları her ne kadar yıllar itibariyle artış gösterse de, istatistiksel sonuçlar sektör bazında farklı sonuçlar vermiştir. Veriler incelendiğinde, toplam doğalgaz tüketiminin, 1990 yılından itibaren, ekonomik gelişime paralel bir artış göstermektedir.

Geleceğe yönelik tüketimin modellenmesi için uygulanan durağanlık testleri sadece çimento sektörü için durağan çıkmış ve geleceğe yönelik ARIMA tüketim miktarları, öngörülen tahminlere yakınlık göstermiştir. Diğer sektörler ise durağanlık testi sonuçlarında, durağan olmadıkları ve ARIMA tahminlerinin de buna bağlı olarak kısa vadeli öngörülen tahminler ile yakınlık gösterdiği tahmin edilmiştir. Uzun vadeli tahminlerde ise artış beklenirken, azalma göstermesinden dolayı model tahmininin uygun olmadığına karar verilmiştir. ARIMA modelleri, kullanımlarından dolayı kısa vadeli tahminler için uygun metotlardır.

E-VIEW programı ile serilere uygulanan istatistiksel analizlerde, R^2 değerlerine bakıldığında sektörel toplam ile sanayi doğalgaz tüketim değerleri haricinde hiçbir serinin "1" değerine yaklaşmadığı, diğer bir ifade ile zaman serisi olarak bir regresyon modeline uygun olmadığını göstermiştir. Genel anlamda serilerin standart sapma değerlerinin ortalamaya yakın olduğunu yani büyük bir kırılmanın olmadığı sonucu ortaya çıkarılmıştır.

Akaike Bilgi Kriteri (AIC) sonuçlarına göre, değişkenlerin yarattığı en büyük yükselmenin birincil enerji arzında olduğunu göstermiştir. Yani seriler arasındaki en

kaliteli veri seti birincil enerji arzı verisidir. Bu metoda alternatif olan Hannah Bilgi Kriteri’de (HQC) aynı sonucu verilmiştir. Schwarz Bilgi Kriteri (SIC) incelendiğinde ise düşük değer seçilmektedir. Tüm sektörel verilerde bu değer AIC değerinden küçük bulunmuştur. Durbin-Watson test sonucuna bakıldığında ise tüm serilerin değerinin 2 civarında çıkması, zaman serisi olarak doğalgaz tüketiminin yıllar itibariyle uygun bir seri olduğunu ve zamana bağlı olarak “otokorelasyon vardır” hipotezini doğrulamıştır. Sektörler incelendiğinde ise;

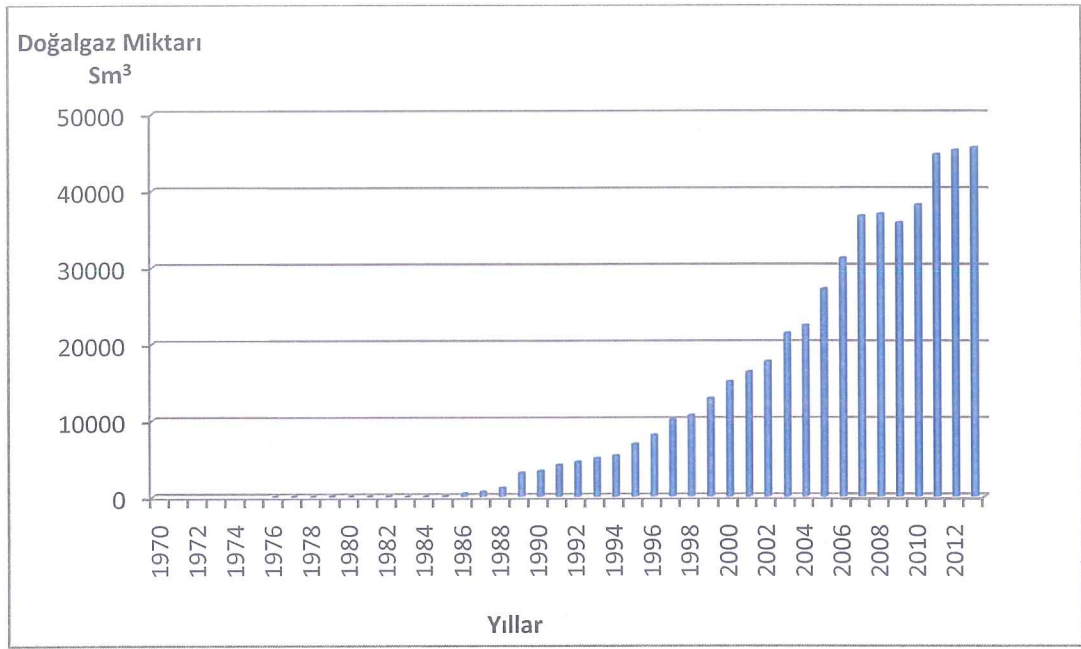
Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının 1970-2013 yılları arasındaki doğalgaz tüketim verilerinin Türkiye’nin bu tarihler arasındaki tüketiminin ekonomik krizlerini yansıtan bir düşüş sergilediği görülmektedir.

1977-1980 yılları arası Türkiye de yaşanan ve sebebi döviz darboğazı olan büyük bir ekonomik kriz yaşanmıştır. 1994 yılında Orta doğu da ki savaşlar sebebi ile finansal bir kriz görülmüştür. 2000 yılında IMF programının uygulanamaması sonucunda ekonomik kriz yaşanmıştır. 2001 yılında Türkiye de Milli Güvenlik Kurulu’nda yaşanan tartışmalar sonucu döviz krizi yaşanmıştır (Bayrak ve Kanca, 2013). 2008 yılında dünya genelinde yaşanan krizden etkilenen Türkiye’de tüm bu krizlerin etkisi her alanda olduğu gibi Türkiye’deki doğalgaz tüketimini de etkilemiş ve bu grafiklerde görülmektedir.

3.1.1. Durağanlık Test Sonuçları

3.1.2. Birincil Enerji Arzı

Doğalgaz tüketiminde, “Birincil Enerji Arzı” grafiğine bakıldığında 1986 yılından sonra tüketilen doğalgaz miktarının artmaya başladığı ve 2008 yılına kadar artış gösterdiği, 2009 yılında 1128 milyon m³ tüketim miktarının azaldığı ve sonraki yıllarda yeniden artarak 45610 milyon m³ tüketim miktarına kadar artış gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Birincil enerji arzı verileri (ETKB, 2015).

Birincil enerji arzı verilerinin, E-view program çıktılarına göre serinin durağan olmadığı ve durağanlaştırılarak, modelin ortaya çıkarılması gerekmektedir. Birincil Enerji Arzı için yapılan t-test sonucuna göre serbestlik derecesi “df” değeri 40 alındığında (43 yıllık bir zaman serisi verisi incelenmiştir), Birincil Enerji Arzı t istatistik değeri (-1,093794) (Çizelge 3.1 ve 3.2) t-Tablo kritik değerine göre katsayının anlamlı olmadığı sonucu ortaya çıkar (Çizelge EK A). Birim kökün varlığından söz edilebilir ve $P = 0,9166$ olasılık değerimiz $\alpha = 0,05$ güven sınırından büyük olduğu için yokluk hipotezi reddedilemez. Bu durumda seri birim köke sahiptir. Birincil Enerji Arzı serisinin logaritması alınarak, serinin mevsimsel etkiden arındırılmış haline veya durağan seriye birim kök testi tekrar uygulanmıştır; çünkü kullanılacak olan ARIMA modelleri durağan zaman serisine göre gerçekçi tahminler vermektedir.

Çizelge 3.1. E-view birincil enerji arzı verileri (ETKB, 2015).

Süreklili Doğrusal/Birim Kök Var	t-İstatistik	Prob
Geniş Dickey-Fuller İstatistik	-1,093794	0,9166
Test Kritik Değeri %1	-4,226815	
%5	-3,536601	
%10	-3,200320	

Çizelge 3.2. E-view birincil enerji arzı verileri (ETKB, 2015).

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistik	Prob
Birincil Enerji	-0,045627	0,041714	-1,093794	0,2817
C	-869,1128	669,2293	-1,298677	0,2028
Trend	140,8504	56,41027	2,496893	0,0175

R^2 değerlerine bakıldığında serinin “1” değerine yaklaşmadığı, diğer bir ifade ile Birincil Enerji Arzı, zaman serisi olarak serinin bir regresyon modeline uygun olmadığını göstermektedir. Akaike Bilgi Kriteri sonuçlarına göre, Birincil Enerji Arzı değerinin, zaman serisi olarak en yüksek 17,5 değeri kadar artabileceğini göstermiştir. Bu metoda alternatif olan Hannan Bilgi Kriteri’de aynı sonuca ulaşılmıştır. Schwarz Bilgi Kriteri incelendiğinde ise değer Akaike Bilgi Kriterinden 17,6 değeri ile daha yüksek çıkmıştır. Buna göre seri durağan olmadığı yorumu yapılabilmektedir. Ancak durağanlık sadece bu testler ile yorumlanamaz. $P = 0,9166$ (Çizelge 3.1) olasılık değerimiz $\alpha = 0,05$ güven sınırından büyük olduğu için yokluk hipotezi reddedilemez. Bu durumda seri birim köke sahiptir. Seri logaritması alınarak ve mevsimsel etkiden arındırılmış haline birim kök testi uygulanır (Çizelge 3.3).

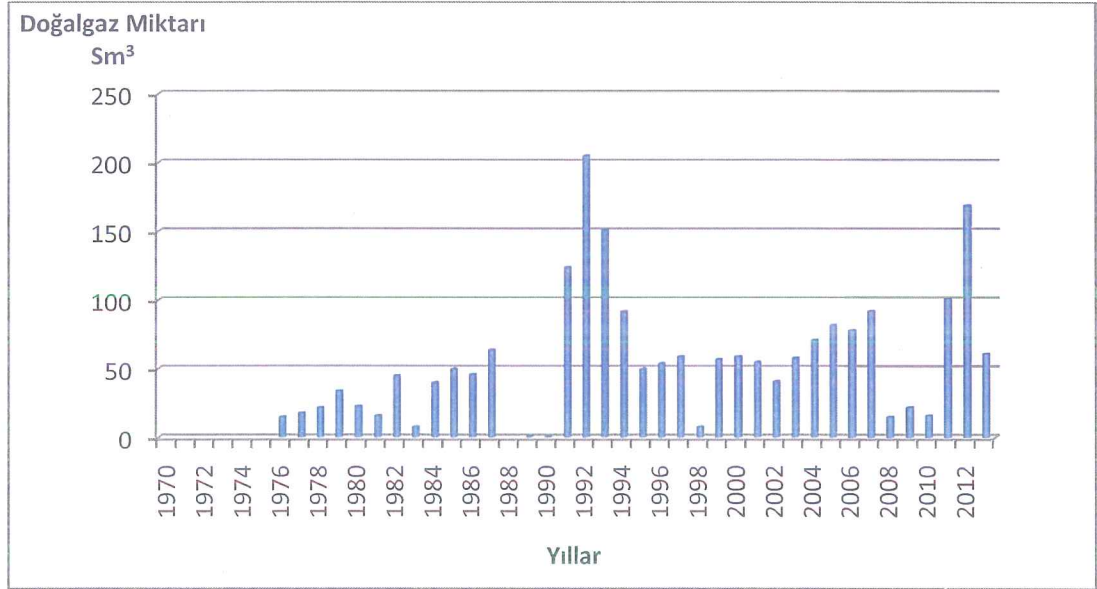
Durbin-Watson test sonucuna bakıldığında ise serinin 1,83 değeri ile 2 civarında çıkması, zaman serisi olarak doğalgaz tüketiminin yıllar itibariyle uygun bir seri olduğunu ve zamana bağlı olarak “otokorelasyon vardır” hipotezini doğrulamıştır (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. E-view birincil enerji arzı verileri (ETKB, 2015).

R² Kriteri	: 0,311288	Ortalama Bağımlı Var	: 1232,297
Ortalama R² Kriteri	: 0,270776	Bağımlı Standart Sapma Var	: 1701,265
Standart Hata Gerilemesi	: 1452,789	Akaike Bilgi Kriteri	: 17,47796
Kalıcı Kareler Toplamı	: 71760231	Schwarz Bilgi Kriteri	: 17,60858
Logaritmik Olasılık	: -320,3423	Hannan Bilgi Kriteri	: 17,52401
F İstatistiği	: 7,683768	Durbin- Watson Testi	: 1,834062
Prob(F İstatistik)	: 0,001765		

3.1.3. Çimento Tüketimi

Doğalgaz tüketiminde, “Çimento Tüketimi” grafiğine bakıldığında 1986 yılından sonra tüketilen doğalgaz miktarının artmaya başladığı ve 1988 yılına kadar genel itibari ile artış gösterdiği, 1988-1991 yılları arasında 64 milyon m³ tüketim miktarının azaldığı ve 1992 yılında 204 milyon m³ tüketim miktarına kadar artış gösterdiği görülmektedir. Genel olarak bakıldığında dalgalı bir eğime sahip olan tüketim 2008-2010 yılları arasında 77 milyon m³ tüketim miktarının azaldığı ama son yıllarda tekrar 169 milyon m³ tüketim miktarına ulaştığı görülmektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Çimento tüketim verileri (ETKB, 2015).

Çimento Tüketimi verilerinin, E-view program çıktılarına göre serinin durağan olmadığı ve durağanlaştırılması gerektiği görülmüştür. Çimento Tüketimi için yapılan t-test sonucuna göre serbestlik derecesi “df” değeri 40 alındığında Birincil Enerji Arzı t istatistik değeri (-4,387900) (Çizelge 3.4 ve 3.5) t-Tablo kritik değerine göre katsayının anlamlı olmadığı sonucu ortaya çıkar (Çizelge EK A). Bunun aksine $P = 0,0015$ olasılık değerimiz $\alpha = 0,05$ güven sınırından küçük olduğu için yokluk hipotezi reddedilir. Bu durumda seri birim köke sahip değildir. Bu da Çimento Tüketimi serisinin durağan olduğunu gösterir. Serisinin logaritmasını almaya gerek yoktur. Kullanılacak olan ARIMA modelleri doğrudan seriye uygulanır.

Çizelge 3.4. E-view çimento tüketim verileri (ETKB, 2015).

Sürekli Lineer/Birim Kök Yok	t-İstatistik	Prob
Glisen Dickey-Fuller İstatistik	-4,387900	0,0015
Test Kritik Değeri %1	-3,646342	
%5	-2,954021	
%10	-2,615817	

Çizelge 3.5. E-view çimento tüketim verileri (ETKB, 2015).

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistik	Prob
Çimento	-0,703436	0,160313	-4,387900	0,0001
C	0,435506	0,182463	2,386814	0,0235
Trend	42,40832	11,13564	3,808343	0,0006

R^2 değerlerine bakıldığında serinin “1” değerine yaklaşmadığı, diğer bir ifade ile Çimento Tüketim, zaman serisi olarak serinin bir regresyon modeline uygun olmadığını göstermektedir. Akaike Bilgi Kriteri sonuçlarına göre, Çimento Tüketim değerinin, zaman serisi olarak en yüksek 10,2 değeri kadar artabileceğini göstermiştir. Bu metoda alternatif olan Hannan Bilgi Kriteri’de aynı sonuca ulaşılmıştır. Schwarz Bilgi Kriteri incelendiğinde ise değer Akaike Bilgi Kriterinden 10,3 değeri ile aynı çıkmıştır. Buna göre seri durağan olduğu yorumu yapılabilmektedir. $P = 0,0015$ (Çizelge 3.4) olasılık değerimiz $\alpha = 0,05$ güven sınırından küçük olduğu için yokluk hipotezi reddedilir. Bu durumda seri birim köke sahip değildir. Seri logaritması alınmasına gerek yoktur (Çizelge 3.5).

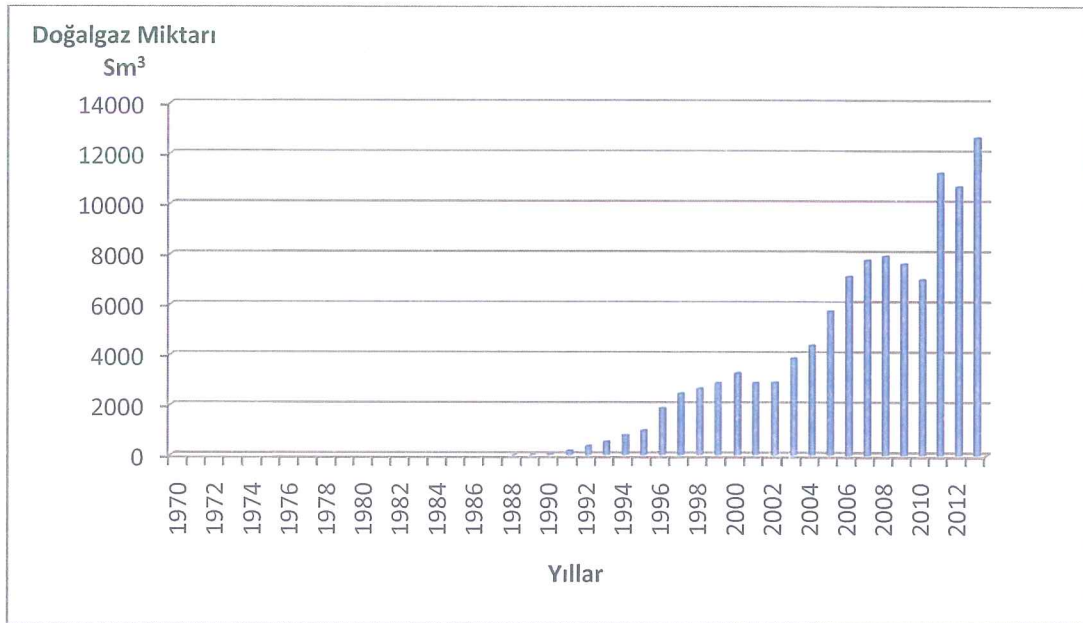
Durbin-Watson test sonucuna bakıldığında ise serinin 1,83 değeri ile, 2 civarında çıkması, zaman serisi olarak doğalgaz tüketiminin yıllar itibariyle uygun bir seri olduğunu ve zamana bağlı olarak “otokorelasyon vardır” hipotezini doğrulamıştır (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6. E-view çimento tüketim verileri (ETKB, 2015).

R² Kriteri	: 0,391476	Ortalama Bağımlı Var	: 3,212121
Ortalama R² Kriteri	: 0,350908	Bağımlı Standart Sapma Var	: 46,46622
Standart Hata Gerilemesi	: 37,43609	Akaike Bilgi Kriteri	: 10,16966
Kalıcı Kareler Toplamı	: 42043.83	Schwarz Bilgi Kriteri	: 10,30570
Logaritmik Olasılık	: - 164,7993	Hannan Bilgi Kriteri	: 10,21543
F İstatistiği	: 9,649819	Durbin- Watson Testi	: 1,711573
Prob(F İstatistik)	: 0,000581		

3.1.4. Diğer Sektörler Tüketim

Doğalgaz tüketiminde, “Diğer Sektörler Tüketim” grafiğine bakıldığında 1992 yılından sonra tüketilen doğalgaz miktarının artmaya başladığı ve 20013 yılına kadar artış gösterdiği, 2001 yılında 384 milyon m³, 2010 yılında 932 milyon m³ tüketim miktarının azaldığı ve sonraki yıllarda yeniden artarak 10683 milyon m³ tüketim miktarına kadar artış gösterdiği görülmektedir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Diğer sektörler tüketim verileri (ETKB, 2015).

Diğer Sektörler Tüketim verilerinin, E-view program çıktılarına göre serinin durağan olmadığı ve durağanlaştırılması gerektiği görülmüştür. Birincil Enerji Arzı için yapılan t-test sonucuna göre serbestlik derecesi “df” değeri 40 alındığında Birincil

Enerji Arzı t istatistik değeri (-1,763981) (Çizelge 3.7 ve 3.8) t-Tablo kritik değerine göre katsayının anlamlı olmadığı sonucu ortaya çıkar (Çizelge EK A). Birim kökün varlığından söz edilebilir ve $P = 0,6915$ olasılık değerimiz $\alpha = 0,05$ güven sınırından büyük olduğu için yokluk hipotezi reddedilemez. Bu durumda seri birim köke sahiptir. Diğer Sektörler Tüketim serisinin logaritması alınarak, serinin mevsimsel etkiden arındırılmış haline veya durağan seriye birim kök testi uygulanmıştır. Kullanılacak olan ARIMA modelleri durağan zaman serisine göre uygulanacaktır.

Çizelge 3.7. E-view diğer sektörler tüketim verileri (ETKB, 2015).

Sürekli Lineer/Birim Kök Var	t-İstatistik	Prob
Glşen Dickey-Fuller İstatistik	-1,763981	0,6915
Test Kritik Değeri %1	-4,374307	
%5	-3,603202	
%10	-3,228054	

Çizelge 3.8. E-view diğer sektörler tüketim verileri (ETKB, 2015).

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistik	Prob
Diğer Sektörler	-0,319480	0,181113	-1,763981	0,0916
C	-678,7188	514,2199	-1,319900	0,2004
Trend	184,6927	83,98956	2,198996	0,0387

R^2 değerlerine bakıldığında serinin “1” değerine yaklaşmadığı, diğer bir ifade ile Diğer Sektörler Tüketim verileri, zaman serisi olarak serinin bir regresyon modeline uygun olmadığını göstermektedir. Akaike Bilgi Kriteri sonuçlarına göre, Diğer Sektörler Tüketim değerinin, zaman serisi olarak en yüksek 16,6 değeri kadar artabileceğini göstermiştir. Bu metoda alternatif olan Hannah Bilgi Kriteri’de aynı sonuca ulaşılmıştır. Schwarz Bilgi Kriteri incelendiğinde ise değer Akaike Bilgi Kriterinden 16,7 değeri ile daha yüksek çıkmıştır. Buna göre seri durağan olmadığı yorumu yapılabilmektedir. $P = 0,6915$ (Çizelge 3.7) olasılık değerimiz $\alpha = 0,05$ güven sınırından büyük olduğu için yokluk hipotezi reddedilemez. Bu durumda seri birim köke sahiptir. Seri logaritması alınarak ve mevsimsel etkiden arındırılmış haline birim kök testi uygulanır (Çizelge 3.9).

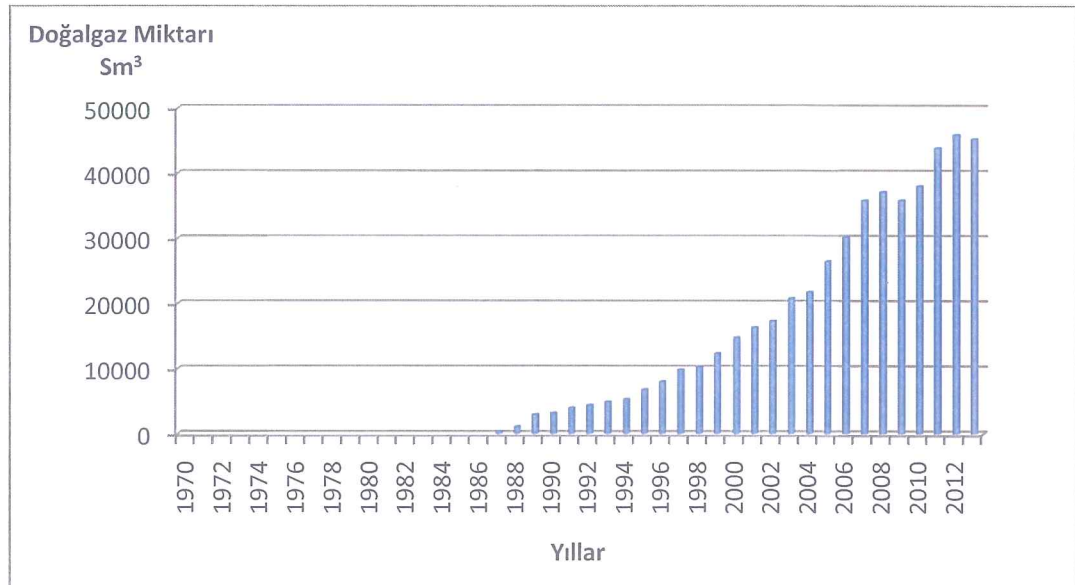
Durbin-Watson test sonucuna bakıldığında ise serinin 2,29 değeri ile, 2 civarında çıkması, zaman serisi olarak doğalgaz tüketiminin yıllar itibariyle uygun bir seri olduğunu ve zamana bağlı olarak “otokorelasyon vardır” hipotezini doğrulamıştır (Çizelge 3.9).

Çizelge 3.9. E-view diğer sektörler tüketim verileri (ETKB, 2015).

R² Kriteri	: 0,216105	Ortalama Bağımlı Var	: 505,3600
Ortalama R² Kriteri	: 0,144841	Bağımlı Standart Sapma Var	: 984,4051
Standart Hata Gerilemesi	: 910,3266	Akaike Bilgi Kriteri	: 16,57765
Kalıcı Kareler Toplamı	: 18231278	Schwarz Bilgi Kriteri	: 16,72392
Logaritmik Olasılık	: -204,2206	Hannan Bilgi Kriteri	: 16,61822
F İstatistiği	: 3,032483	Durbin- Watson Testi	: 2,286921
Prob(F İstatistik)	: 0,068682		

3.1.5. İthalat Tüketim

Doğalgaz tüketiminde, “İthalat Tüketim” grafiğine bakıldığında 1988 yılından sonra tüketilen doğalgaz miktarının artmaya başladığı ve 2013 yılına kadar artış gösterdiği, 2009 yılında 1296 milyon m³ tüketim miktarının azaldığı ve sonraki yıllarda yeniden artarak 45922 milyon m³ tüketim miktarına kadar artış gösterdiği görülmektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. İthalat tüketim verileri (ETKB, 2015).

İthalat Tüketim verilerinin, E-view program çıktılarına göre serinin durağan olmadığı ve durağanlaştırılması gerektiği görülmüştür. Birincil Enerji Arzı için yapılan t-test sonucuna göre serbestlik derecesi “df” değeri 40 alındığında İthalat Tüketim t istatistik değeri, (-1,689428) (Çizelge 3.10 ve 3.11) t-Tablo kritik değerine göre katsayının anlamlı olmadığı sonucu ortaya çıkar (Çizelge EK A). Birim kökün varlığından söz edilebilir ve $P = 0,7270$ olasılık değerimiz $\alpha = 0,05$ güven sınırından büyük olduğu için yokluk hipotezi reddedilemez. Bu durumda seri birim köke sahiptir. Diğer Sektörler Tüketim serisinin logaritması alınarak, serinin mevsimsel etkiden arındırılmış haline veya durağan seriye birim kök testi uygulanmıştır. Kullanılacak olan ARIMA modelleri durağan zaman serisine göre uygulanacaktır.

Çizelge 3.10. E-view ithalat tüketim verileri (ETKB, 2015).

Sürekli Lineer/Birim Kök Var	t-İstatistik	Prob
Geniş Dickey-Fuller İstatistik	-1,689428	0,7270
Test Kritik Değeri %1	-4,356068	
%5	-3,595026	
%10	-3,233456	

Çizelge 3.11. E-view ithalat tüketim verileri (ETKB, 2015).

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistik	Prob
İthalat	-0,148920	0,088148	-1,689428	0,1046
C	-373,1495	902,5101	-0,413457	0,6831
Trend(1976)	349,9090	166,7391	2,098542	0,0470

R^2 değerlerine bakıldığında serinin “1” değerine yaklaşmadığı, diğer bir ifade ile İthalat Tüketim verileri, zaman serisi olarak serinin bir regresyon modeline uygun olmadığını göstermektedir. Akaike Bilgi Kriteri sonuçlarına göre, İthalat Tüketim değerinin, zaman serisi olarak en yüksek 17,8 değeri kadar artabileceğini göstermiştir. Bu metoda alternatif olan Hannan Bilgi Kriteri’de aynı sonuca ulaşılmıştır. Schwarz Bilgi Kriteri incelendiğinde ise değer Akaike Bilgi Kriterinden 17,9 değeri ile daha yüksek çıkmıştır. Buna göre seri durağan olmadığı yorumu yapılabilmektedir. $P = 0,6915$ (Çizelge 3.10) olasılık değerimiz $\alpha = 0,05$ güven

sınırından büyük olduğu için yokluk hipotezi reddedilemez. Bu durumda seri birim köke sahiptir. Seri logaritması alınarak ve mevsimsel etkiden arındırılmış haline birim kök testi uygulanır (Çizelge 3.12).

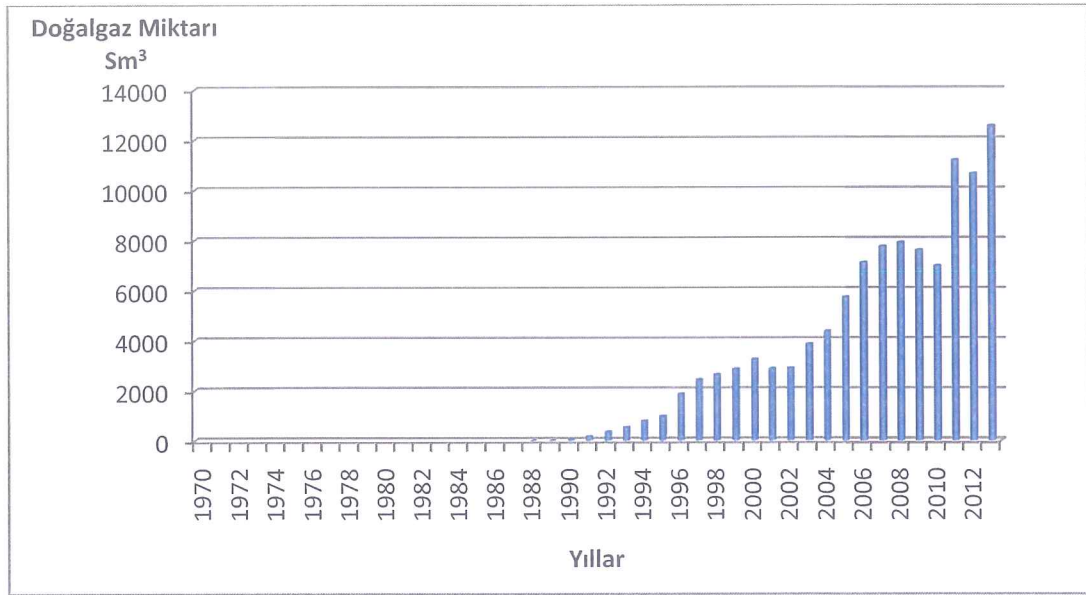
Durbin-Watson test sonucuna bakıldığında ise serinin 1,69 değeri ile, 2 civarında çıkması, zaman serisi olarak doğalgaz tüketiminin yıllar itibariyle uygun bir seri olduğunu ve zamana bağlı olarak “otokorelasyon vardır” hipotezini doğrulamıştır (Çizelge 3.12).

Çizelge 3.12. E-view ithalat tüketim verileri (ETKB, 2015).

R² Kriteri	: 0,212472	Ortalama Bağımlı Var	: 1724,269
Ortalama R² Kriteri	: 0,143991	Bağımlı Standart Sapma Var	: 1748,309
Standart Hata Gerilemesi	: 1617,548	Akaike Bilgi Kriteri	: 17,72338
Kalıcı Kareler Toplamı	: 60178612	Schwarz Bilgi Kriteri	: 17,86854
Logaritmik Olasılık	: -227,4039	Hannan Bilgi Kriteri	: 17,76518
F İstatistiği	: 3,102657	Durbin- Watson Testi	: 1,686802
Prob(F İstatistik)	: 0,064130		

3.1.6. Konut Tüketim

Doğalgaz tüketiminde, “Konut Tüketim” grafiğine bakıldığında 1992 yılından sonra tüketilen doğalgaz miktarının artmaya başladığı ve 20013 yılına kadar artış gösterdiği, 2002 yılında 384 milyon m³, 2010 yılında 934 milyon m³ tüketim miktarının azaldığı ve sonraki yıllarda yeniden artarak 12575 milyon m³ tüketim miktarına kadar artış gösterdiği görülmektedir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Konut tüketim verileri (ETKB, 2015).

Konut Tüketim verilerinin, E-view program çıktılarına göre serinin durağan olmadığı ve durağanlaştırılması gerektiği görülmüştür. Birincil Enerji Arzı için yapılan t-test sonucuna göre serbestlik derecesi “df” değeri 40 alındığında (43 yıllık bir zaman serisi verisi incelenmiştir). İthalat Tüketim t istatistik değeri, (-1,783499) (Çizelge 3.13 ve 3.14) t-Tablo kritik değerine göre katsayının anlamlı olmadığı sonucu ortaya çıkar (Çizelge EK A). Birim kökün varlığından söz edilebilir ve $P = 0,6822$ olasılık değerimiz $\alpha = 0,05$ güven sınırından büyük olduğu için yokluk hipotezi reddedilemez. Bu durumda seri birim köke sahiptir. Konut Tüketim serisinin logaritması alınarak, serinin mevsimsel etkiden arındırılmış haline veya durağan seriye birim kök testi uygulanmıştır. Kullanılacak olan ARIMA modelleri durağan zaman serisine göre uygulanacaktır.

Çizelge 3.13. E-view konut tüketim verileri (ETKB, 2015).

Sürekli Lineer/Birim Kök Var	t-İstatistik	Prob
Glişen Dickey-Fuller İstatistik	-1,783499	0,6822
Test Kritik Değeri %1	-4,374307	
%5	-3,603202	
%10	-3,238054	

Çizelge 3.14. E-view konut tüketim verileri (ETKB, 2015).

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistik	Prob
Konut Tüketimi	-0,321737	0,180397	-1,783499	0,0883
C	-677,7089	510,8670	-1,326586	0,1983
Trend(1976)	185,0473	83,56530	2,214403	0,0375

R^2 değerlerine bakıldığında serinin “1” değerine yaklaşmadığı, diğer bir ifade ile İthalat Tüketim verileri, zaman serisi olarak serinin bir regresyon modeline uygun olmadığını göstermektedir. Akaike Bilgi Kriteri sonuçlarına göre, Konut Tüketim değerinin, zaman serisi olarak en yüksek 16,6 değeri kadar artabileceğini göstermiştir. Bu metoda alternatif olan Hannan Bilgi Kriteri’de aynı sonuca ulaşılmıştır. Schwarz Bilgi Kriteri incelendiğinde ise değer Akaike Bilgi Kriterinden 16,7 değeri ile daha yüksek çıkmıştır. Buna göre seri durağan olmadığı yorumu yapılabilmektedir. $P = 0,6822$ (Çizelge 3.13) olasılık değerimiz $\alpha = 0,05$ güven sınırından büyük olduğu için yokluk hipotezi reddedilemez. Bu durumda seri birim köke sahiptir. Seri logaritması alınarak ve mevsimsel etkiden arındırılmış haline birim kök testi uygulanır (Çizelge 3.15).

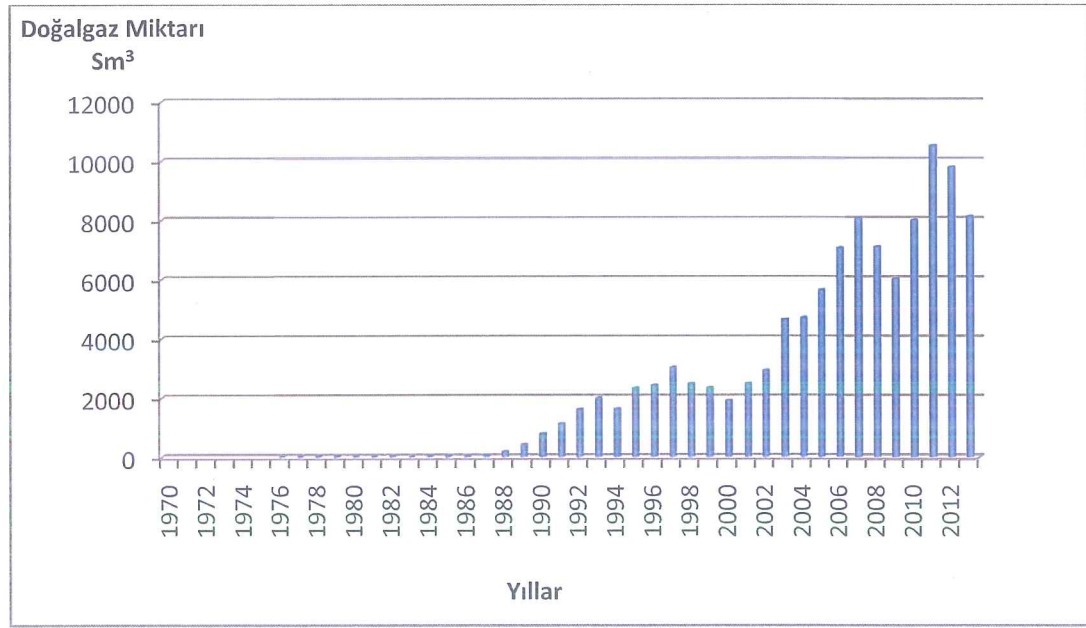
Durbin-Watson test sonucuna bakıldığında ise serinin 2,28 değeri ile, 2 civarında çıkması, zaman serisi olarak doğalgaz tüketiminin yıllar itibariyle uygun bir seri olduğunu ve zamana bağlı olarak “otokorelasyon vardır” hipotezini doğrulamıştır (Çizelge 3.15).

Çizelge 3.15. E-view konut tüketim verileri (ETKB, 2015).

R² Kriteri	: 0,217265	Ortalama Bağımlı Var	: 502,9600
Ortalama R² Kriteri	: 0,146107	Bağımlı Standart Sapma Var	: 977,9264
Standart Hata Gerilemesi	: 903,6656	Akaike Bilgi Kriteri	: 16,56296
Kalıcı Kareler Toplamı	: 17965455	Schwarz Bilgi Kriteri	: 16,70923
Logaritmik Olasılık	: -204,0370	Hannan Bilgi Kriteri	: 16,60353
F İstatistiği	: 3,053291	Durbin- Watson Testi	: 2,283819
Prob(F İstatistik)	: 0,067571		

3.1.7. Sanayi Tüketim

Doğalgaz tüketiminde, “Sanayi Tüketim” grafiğine bakıldığında 1988 yılından sonra tüketilen doğalgaz miktarının artmaya başladığı ve 2011 yılına kadar artış gösterdiği, 1994 yılında 360 milyon m³, 2000 yılında 1116 milyon m³, 2009 yılında 2055 milyon m³ tüketim miktarının azaldığı ve sonraki yıllarda yeniden artarak 10523 milyon m³ tüketim miktarına kadar artış gösterdiği görülmektedir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Sanayi tüketim verileri (ETKB, 2015).

Sanayi Tüketim verilerinin, E-view program çıktılarına göre serinin durağan olmadığı ve durağanlaştırılması gerektiği görülmüştür. Birincil Enerji Arzı için yapılan t-test sonucuna göre serbestlik derecesi “df” değeri 40 alındığında İthalat Tüketim t istatistik değeri, (0,460302) (Çizelge 3.16 ve 3.17) t-Tablo kritik değerine göre katsayının anlamlı olmadığı sonucu ortaya çıkar (Çizelge EK A). Birim kökün varlığından söz edilebilir ve $P = 0,9986$ olasılık değerimiz $\alpha = 0,05$ güven sınırından büyük olduğu için yokluk hipotezi reddedilemez. Bu durumda seri birim köke sahiptir. Sanayi Tüketim serisinin logaritması alınarak, serinin mevsimsel etkiden arındırılmış haline veya durağan seriye birim kök testi uygulanmıştır. Kullanılacak olan ARIMA modelleri durağan zaman serisine göre uygulanacaktır.

Çizelge 3.16. E-view sanayi tüketim verileri (ETKB, 2015).

Sürekli Lineer/Birim Kök Var	t-İstatistik	Prob
Glişen Dickey-Fuller İstatistik	0,460302	0,9986
Test Kritik Değeri %1	-4,284580	
%5	-3,562882	
%10	-3,215267	

Çizelge 3.17. E-view sanayi tüketim verileri (ETKB, 2015).

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistik	Prob
Sanayi Tüketimi	-0,781265	0,338732	0,460302	0,0309
C	-338,8745	490,8878	-0,690330	0,4972
Trend(1976)	40,43878	35,89777	1,126498	0,2721

R^2 değerlerine bakıldığında serinin “1” değerine yaklaşmadığı, diğer bir ifade ile İthalat Tüketim verileri, zaman serisi olarak serinin bir regresyon modeline uygun olmadığını göstermektedir. Akaike Bilgi Kriteri sonuçlarına göre, Sanayi Tüketim değerinin, zaman serisi olarak en yüksek 15,7 değeri kadar artabileceğini göstermiştir. Bu metoda alternatif olan Hannah Bilgi Kriteri’de aynı sonuca ulaşılmıştır. Schwarz Bilgi Kriteri incelendiğinde ise değer Akaike Bilgi Kriterinden 16,1 değeri ile daha yüksek çıkmıştır. Buna göre seri durağan olmadığı yorumu yapılabilmektedir. $P = 0,9986$ (Çizelge 3.17) olasılık değerimiz $\alpha = 0,05$ güven sınırından büyük olduğu için yokluk hipotezi reddedilemez. Bu durumda seri birim köke sahiptir. Seri logaritması alınarak ve mevsimsel etkiden arındırılmış haline birim kök testi uygulanır (Çizelge 3.18).

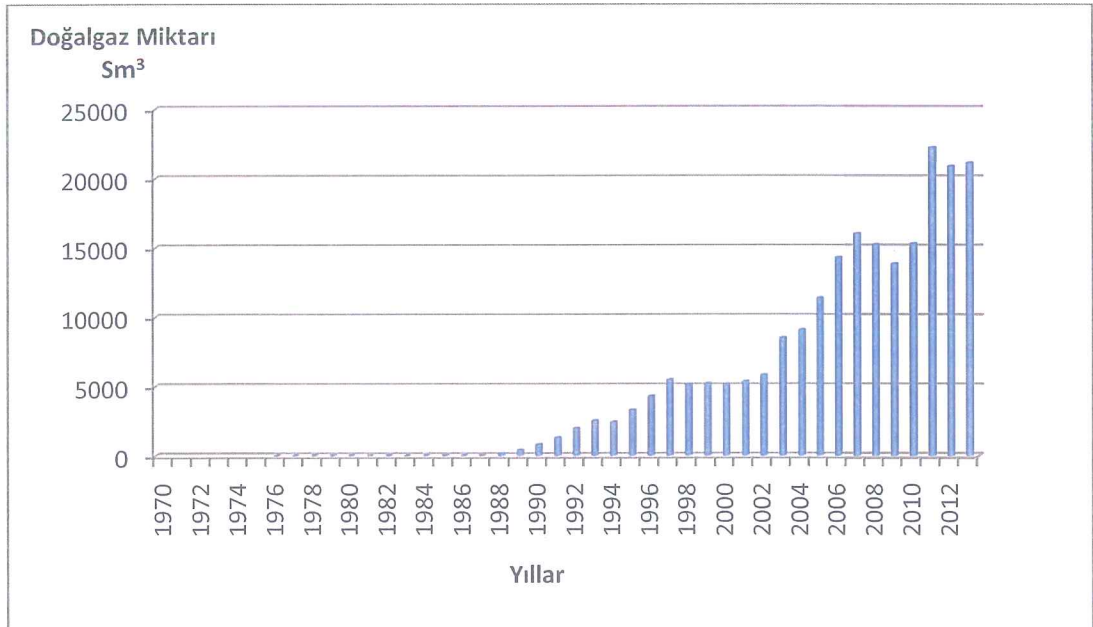
Durbin-Watson test sonucuna bakıldığında ise serinin 2,21 değeri ile, 2 civarında çıkması, zaman serisi olarak doğalgaz tüketiminin yıllar itibariyle uygun bir seri olduğunu ve zamana bağlı olarak “otokorelasyon vardır” hipotezini doğrulamıştır (Çizelge 3.18).

Çizelge 3.18. E-view sanayi tüketim verileri (ETKB, 2015).

R² Kriteri	: 0,712633	Ortalama Bağımlı Var	: 260,9032
Ortalama R² Kriteri	: 0,608136	Bağımlı Standart Sapma Var	: 878,0627
Standart Hata Gerilemesi	: 549,6587	Akaike Bilgi Kriteri	: 15,69417
Kalıcı Kareler Toplamı	: 6646742	Schwarz Bilgi Kriteri	: 16,11049
Logaritmik Olasılık	: -234,2597	Hannan Bilgi Kriteri	: 15,82988
F İstatistliği	: 6,819653	Durbin- Watson Testi	: 2,155611
Prob(F İstatistik)	: 0,000161		

3.1.8. Sektörel Toplam Tüketim

Doğalgaz tüketiminde, “Sektörel Toplam Tüketim” grafiğine bakıldığında 1989 yılından sonra tüketilen doğalgaz miktarının artmaya başladığı ve 20011 yılına kadar artış gösterdiği, 2009 yılında 2173 milyon m³, 2012 yılında 1349 milyon m³ tüketim miktarının azaldığı en yüksek seviyenin 2011 yılı 22239 milyon m³ tüketim miktarı olduğu görülmektedir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Sektörel toplam tüketim verileri (ETKB, 2015).

Sektörel Toplam verilerinin, E-view program çıktılarına göre serinin durağan olmadığı ve durağanlaştırılması gerektiği görülmüştür. Birincil Enerji Arzı için

yapılan t-test sonucuna göre serbestlik derecesi “df” değeri 40 alındığında İthalat Tüketim t istatistik değeri, (2,027847) (Çizelge 3.19 ve 3.20) t-Tablo kritik değerine göre katsayının anlamlı olmadığı sonucu ortaya çıkar (Çizelge EK A). Birim kökün varlığından söz edilebilir ve $P = 1,0000$ olasılık değerimiz $\alpha = 0,05$ güven sınırından büyük olduğu için yokluk hipotezi reddedilemez. Bu durumda seri birim köke sahiptir. Sektörel Toplam Tüketim serisinin logaritması alınarak, serinin mevsimsel etkiden arındırılmış haline veya durağan seriye birim kök testi uygulanmıştır. Kullanılacak olan ARIMA modelleri durağan zaman serisine göre uygulanacaktır.

Çizelge 3.19. E-view sektörel toplam tüketim verileri (ETKB, 2015).

Sürekli Lineer/Birim Kök Var	t-İstatistik	Prob
Glışen Dickey-Fuller İstatistik	2,027847	1,0000
Test Kritik Değeri %1	-4,323979	
%5	-3,580623	
%10	-3,225334	

Çizelge 3.20. E-view sektörel toplam tüketim verileri (ETKB, 2015).

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistik	Prob
Sektörel Toplam	-1,389047	0,643928	2,027847	0,0465
C	-1003,948	1300,969	-0,771693	0,4515
Trend(1976)	117,6616	86,13944	1,365943	0,1909

R^2 değerlerine bakıldığında serinin “1” değerine yaklaşmadığı, diğer bir ifade ile Sektörel Toplam Tüketim verileri, zaman serisi olarak serinin bir regresyon modeline uygun olmadığını göstermektedir. Akaike Bilgi Kriteri sonuçlarına göre, Sanayi Tüketim değerinin, zaman serisi olarak en yüksek 17,0 değeri kadar artabileceğini göstermiştir. Bu metoda alternatif olan Hannah Bilgi Kriteri’de aynı sonuca ulaşılmıştır. Schwarz Bilgi Kriteri incelendiğinde ise değer Akaike Bilgi Kriterinden 17,6 değeri ile daha yüksek çıkmıştır. Buna göre seri durağan olmadığı yorumu yapılabilmektedir. $P = 1,0000$ (Çizelge 3.19) olasılık değerimiz $\alpha = 0,05$ güven sınırından büyük olduğu için yokluk hipotezi reddedilemez. Bu durumda seri birim

köke sahiptir. Seri logaritması alınarak ve mevsimsel etkiden arındırılmış haline birim kök testi uygulanır (Çizelge 3.21).

Durbin-Watson test sonucuna bakıldığında ise serinin 1,66 değeri ile 2 civarında çıkması, zaman serisi olarak doğalgaz tüketiminin yıllar itibariyle uygun bir seri olduğunu ve zamana bağlı olarak “otokorelasyon vardır” hipotezini doğrulamıştır (Çizelge 3.21).

Çizelge 3.21. E-view sektörel toplam tüketim verileri (ETKB, 2015).

R² Kriteri	: 0,761340	Ortalama Bağımlı Var	: 753,1786
Ortalama R² Kriteri	: 0,597262	Bağımlı Standart Sapma Var	: 1581,943
Standart Hata Gerilemesi	: 1003,927	Akaike Bilgi Kriteri	: 16,95875
Kalıcı Kareler Toplamı	: 16125922	Schwarz Bilgi Kriteri	: 17,52970
Logaritmik Olasılık	: -225,4226	Hannan Bilgi Kriteri	: 17,13330
F İstatistiği	: 4,640093	Durbin- Watson Testi	: 1,660692
Prob(F İstatistik)	: 0,002939		

Serilerdeki, sistematik olarak tekrarlanan artış ve azalışlarla, eğilim durumları incelendiğinde;

Dönemsel etkiyi görmek için değişkenler, istatistiksel analiz sonuçlarına göre yorumlandığında, P olasılık değerleri $\alpha = 0.05$ güven düzeyinde, çimento hariç büyük olduğu için, yokluk hipotezi reddedilemez, diğer bir ifade ile çimento haricinde doğalgaz tüketim değerlerinde dönemsel bir etki görülmemiştir.

3.2. ACF/ PACF GRAFİKLERİ

Bu bölümde, sektörel veriler seri olarak Excel tablolarında hazırlandıktan sonra, SPSS zaman serisi analizleri ile AR, MA veya ARIMA modellerinin dereceleri belirlenmiştir. Herbir seri için “Otokorelasyon Fonksiyonu (ACF)” grafikleri ve “Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu (PACF)” grafikleri oluşturularak, güven aralıklarını geçen sütunlar, AR, MA veya ARIMA modelinin derecelerini belirlemiştir.

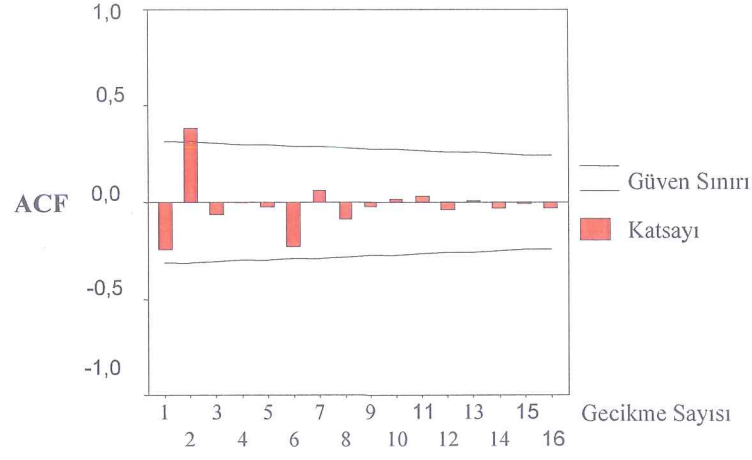
Grafikler incelendiğinde veri setlerinin büyük bir kısmına AR modelinin uygun olduğu ve derecesinin de 1'e eşit olduğu görülmüştür. Bu modeller uzun dönemli tüketim verilerinin tahmin edilmesinde doğru sonuçlar vermeyebilir. Ancak istatistiksel model olarak kullanımı oldukça yaygın ve kısa dönemli tahminlerde doğru sonuçlar vermesinden dolayı tercih edilmektedir. Çalışmada elde edilen sonuçların dereceleri aşağıdaki çizelgede (Çizelge 3.22) verilmiştir.

Çizelge 3.22. AR, MA model dereceleri.

Sektörler	AR	MA
Birincil Enerji Arzı	1	1
Çimento Tüketimi	2	2
Diğer Sektörler Tüketimi	2	1
İthalat Tüketimi	1	1
Konut Tüketimi	1	2
Sanayi Tüketimi	1	1
Sektörel Toplam Tüketimi	1	1

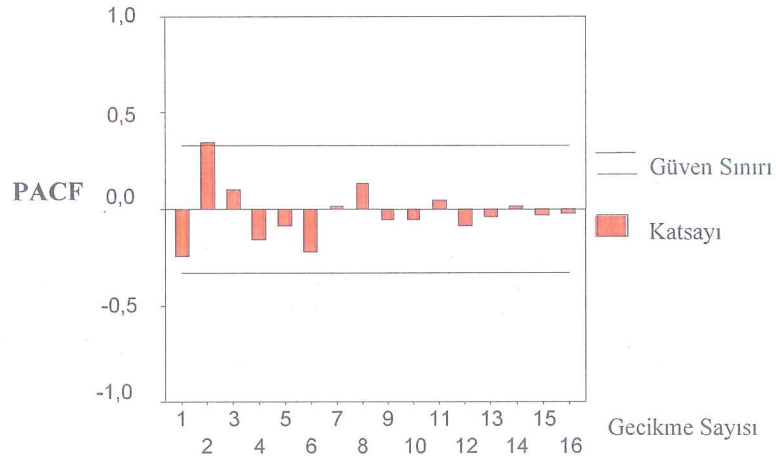
Model dereceleri incelendiğinde, AR modellerinin en yüksek derecesi Çimento sektöründe ve diğer sektörlerde gözükrken (AR(2)), MA modellerinde en yüksek derece çimento ve konut tüketiminde (MA(2)) tespit edilmiştir. AR, MA modelleri incelendiğinde ise, verileri durağan çıkan çimento sektörünün (AR (2), MA (2)) olduğu görülmüştür. Model dereceleri sektörel doğalgaz tüketiminin gelecek yıllardaki tahmininde kullanılacaktır.

Birincil Enerji Arzı:



Şekil 3.8. SPSS birincil enerji arzı ACF grafiği.

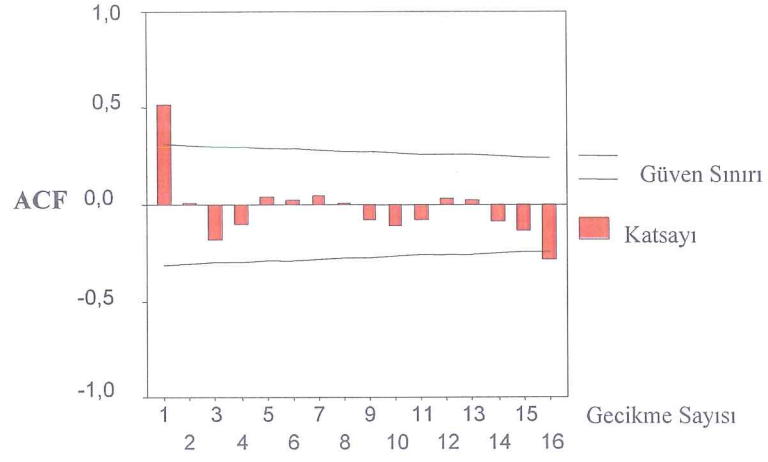
ACF şekli (Şekil 3.8) incelendiğinde, güven sınırını aşan değerlere göre AR modelinin derecesi “AR (1)” olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.9. SPSS birincil enerji arzı PACF grafiği.

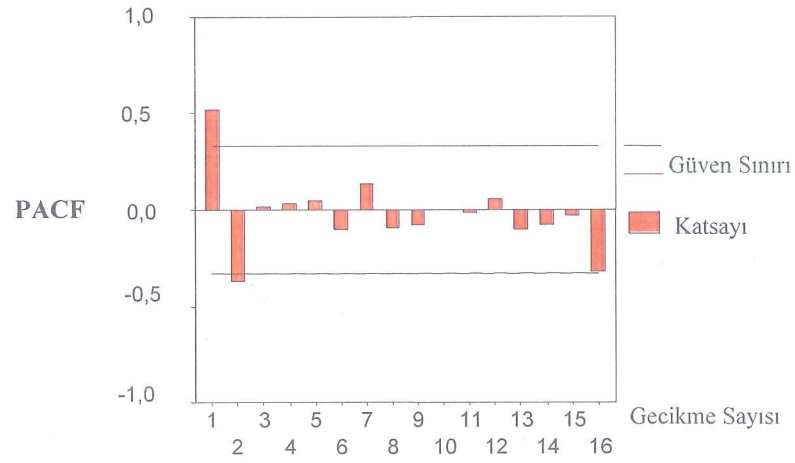
PACF şekli (Şekil 3.9) incelendiğinde, güven sınırını aşan değerlere göre MA modelinin derecesi “MA (1)” olarak belirlenmiştir.

Çimento:



Şekil 3.10. SPSS çimento ACF grafiği.

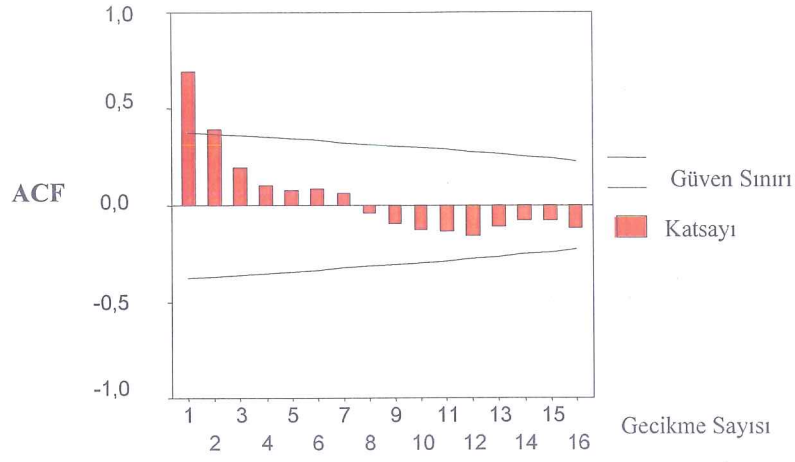
ACF şekli (Şekil 3.10) incelendiğinde, güven sınırını aşan değerlere göre AR modelinin derecesi “AR(2)” olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.11. SPSS çimento PACF grafiği.

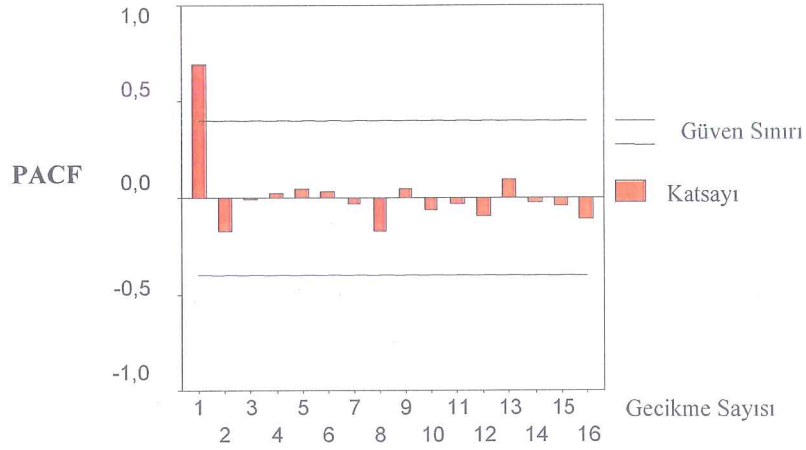
PACF şekli (Şekil 3.11) incelendiğinde, güven sınırını aşan değerlere göre MA modelinin derecesi “MA (2)” olarak belirlenmiştir.

Diğer Sektörler:



Şekil 3.12. SPSS diğer sektörler ACF grafiği.

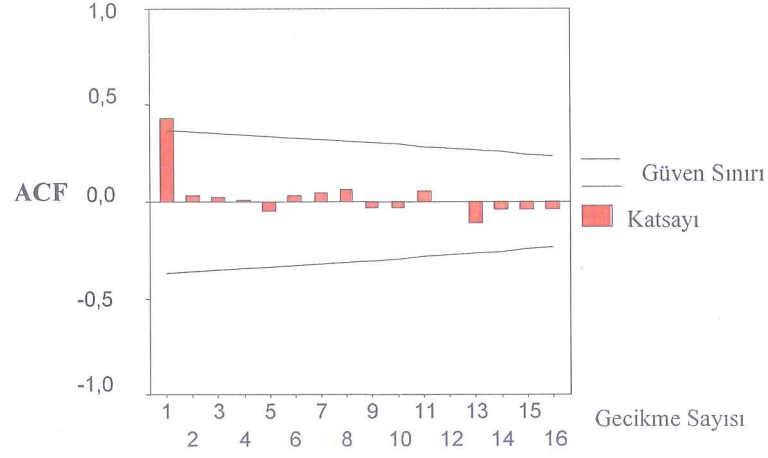
ACF şekli (Şekil 3.12) incelendiğinde, güven sınırını aşan değerlere göre AR modelinin derecesi “AR (2)” olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.13. SPSS diğer sektörler PACF grafiği.

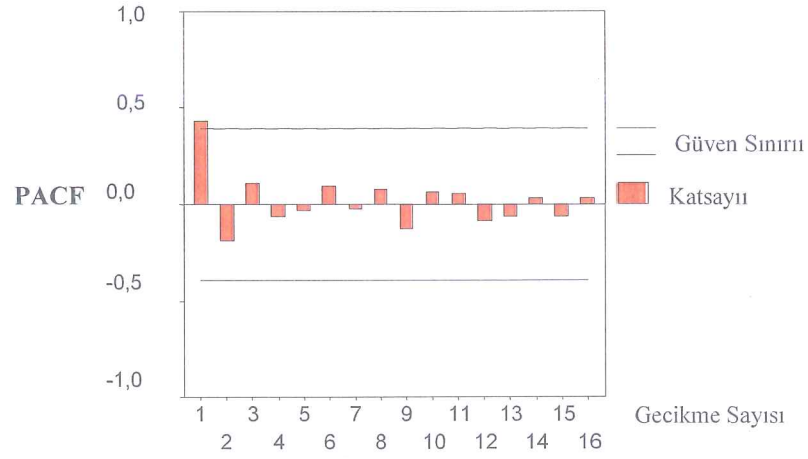
PACF şekli (Şekil 3.13) incelendiğinde, güven sınırını aşan değerlere göre MA modelinin derecesi “MA (1)” olarak belirlenmiştir.

İthalat:



Şekil 3.14. SPSS ithalat ACF grafiği.

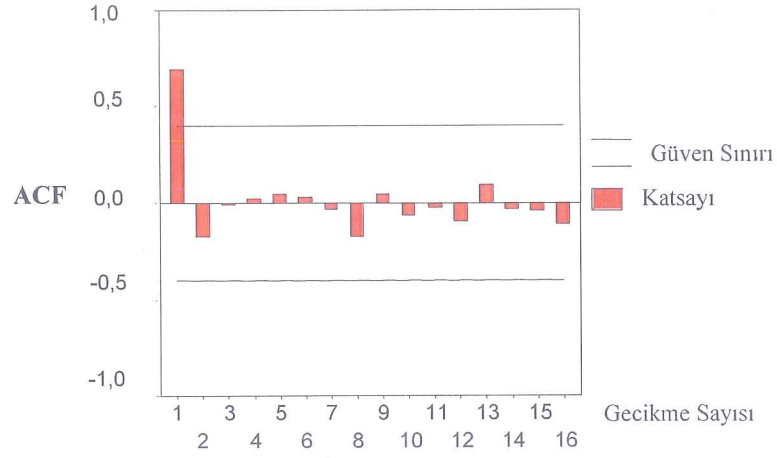
ACF şekli (Şekil 3.14) incelendiğinde, güven sınırını aşan değerlere göre AR modelinin derecesi “AR (1)” olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.15. SPSS ithalat PACF grafiği.

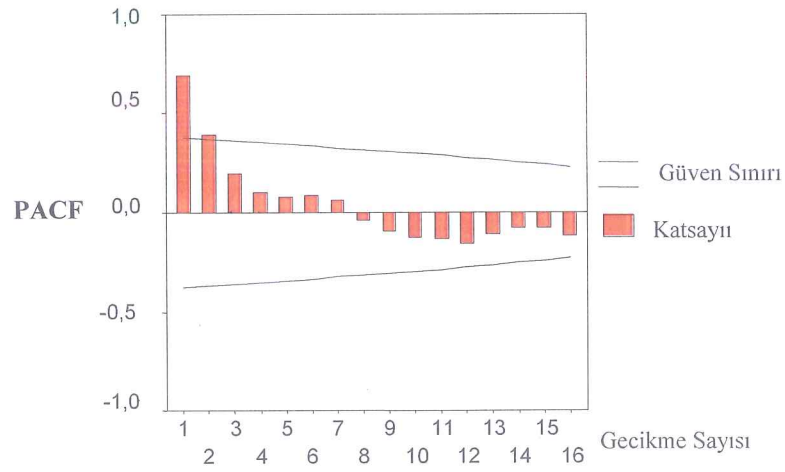
PACF şekli (Şekil 3.15) incelendiğinde, güven sınırını aşan değerlere göre MA modelinin derecesi “MA (1)” olarak belirlenmiştir.

Konut Tüketimi:



Şekil 3.16. SPSS konut tüketimi ACF grafiği.

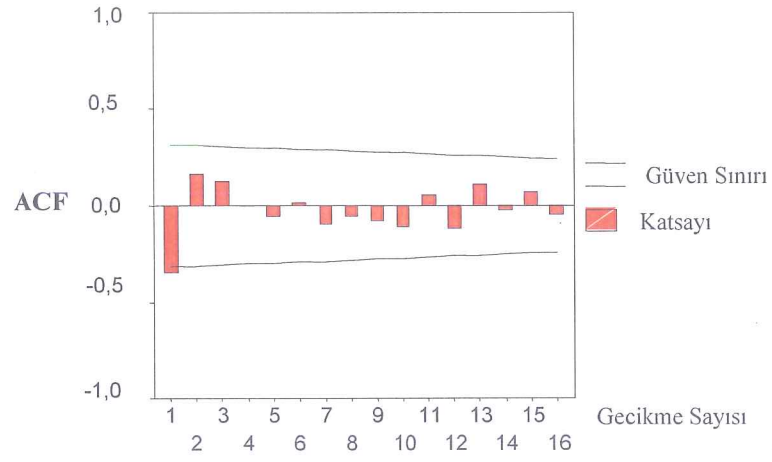
ACF şekli (Şekil 3.16) incelendiğinde, güven sınırını aşan değerlere göre AR modelinin derecesi "AR (1)" olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.17. SPSS konut tüketimi PACF grafiği.

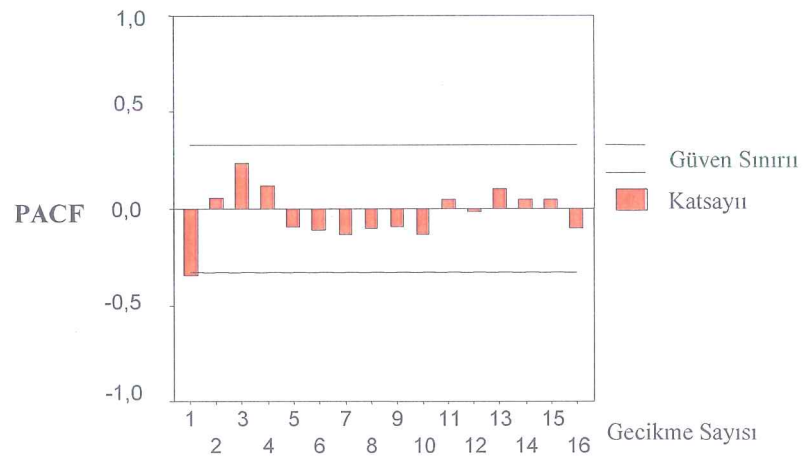
PACF şekli (Şekil 3.17) incelendiğinde, güven sınırını aşan değerlere göre MA modelinin derecesi "MA (2)" olarak belirlenmiştir.

Sanayi Tüketimi:



Şekil 3.18. SPSS sanayi tüketimi ACF grafiği.

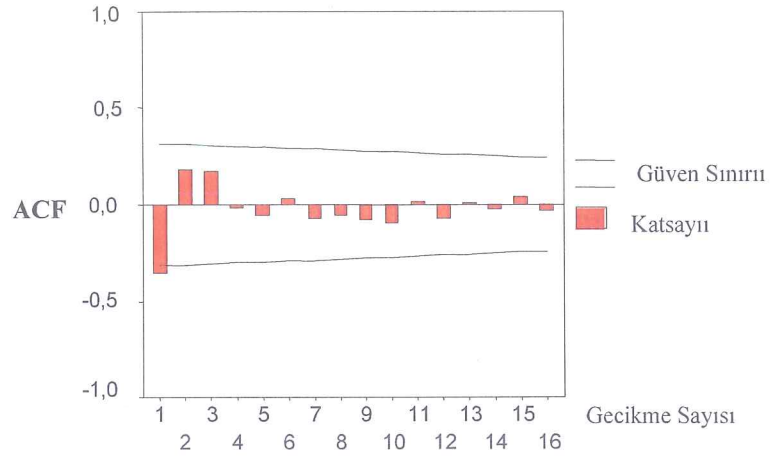
ACF şekli (Şekil 3.18) incelendiğinde, güven sınırını aşan değerlere göre AR modelinin derecesi “AR (1)” olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.19. SPSS sanayi tüketimi PACF grafiği.

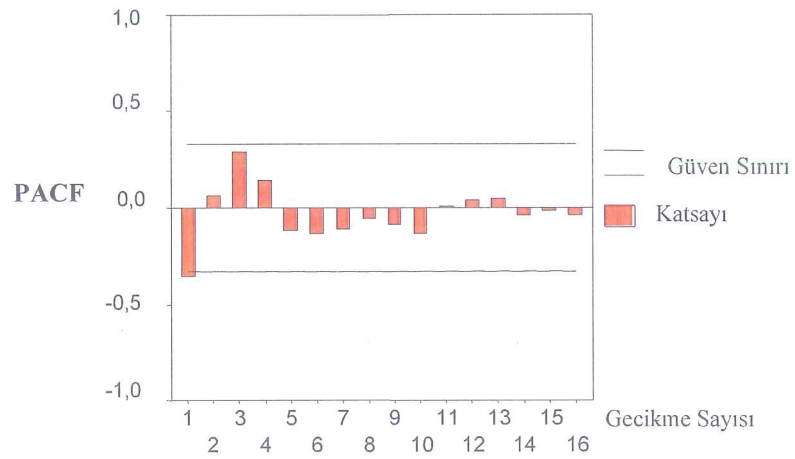
PACF şekli (Şekil 3.19) incelendiğinde, güven sınırını aşan değerlere göre MA modelinin derecesi “MA (1)” olarak belirlenmiştir.

Sektörel Toplam:



Şekil 3.20. SPSS sektörel toplam ACF grafiği.

ACF şekli (Şekil 3.20) incelendiğinde, güven sınırını aşan değerlere göre AR modelinin derecesi “AR (1)” olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.21. SPSS sektörel toplam PACF grafiği.

PACF şekli (Şekil 3.21) incelendiğinde, güven sınırını aşan değerlere göre MA modelinin derecesi “MA (1)” olarak belirlenmiştir.

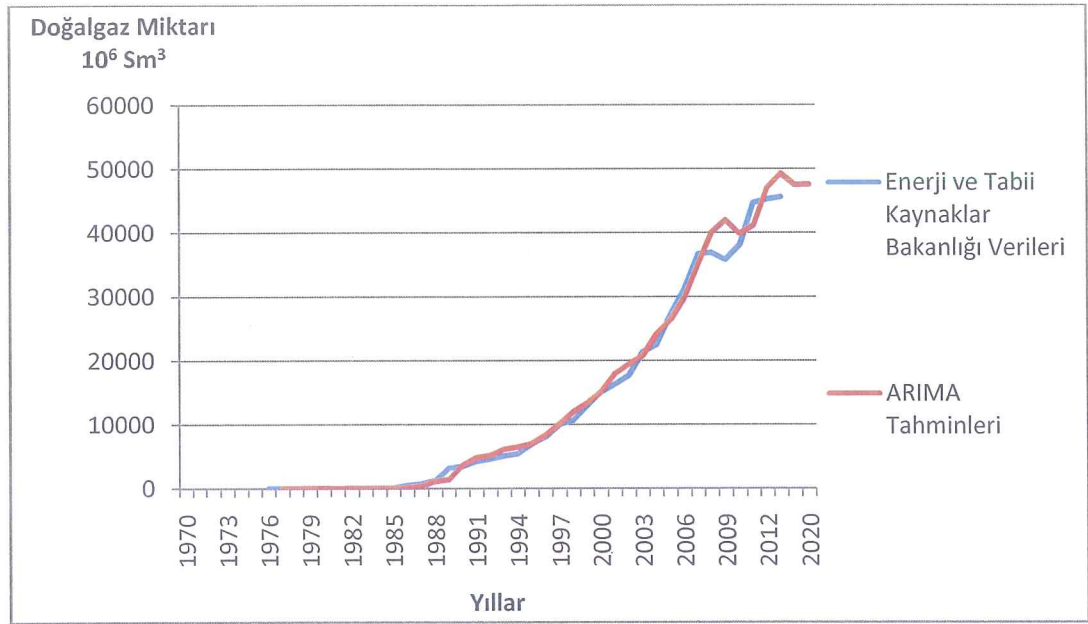
3.3. DOĞALGAZ TÜKETİM PROJEKSİYONLARI

Doğalgaz tüketimi Türkiye’de her geçen gün artmaktadır. Geleceğe yönelik tahminler, sadece ekonomik planlamalar da değil, sosyal ve çevresel etkiler için de girdiler oluşturmaktadır. Bu çalışmanın çıktıları farklı modellerin girdilerini oluşturabilecek düzeydedir. Tahminler kısa vadeli çözüm üretimleri için oldukça güvenli olmakla beraber, uzun vadeli tahminler de kullanılması da belirsizlik değerlerini arttırabilmektedir. Tahmin verilerine göre oluşturulmuş grafikler aşağıda verilmiştir. Tahmin değerleri ve seriler yıllar itibariyle incelendiğinde, tutarlılıklar net olarak grafiklerde görülebilmektedir.

Çimento sektöründe kullanılan model uzun vadeli bir tahmini öngörebilirken, birincil enerji arzı, diğer sektörler, ithalat, konut ve sanayi sektörlerinde kısa vadeli tahminlerin yapılabilmesi ve modellerin uzun vadeli uygun olmadığı, diğer tarafta sektörel toplam verileri için 20 yıllık bir tahminin yapılabilmesi daha uzun tahminlerin ise sapmalar gösterdiği grafiklerde görülmektedir. ARIMA modellerinin genel kullanım alanlarına göre, kısa vadeli tahminler için uygun olduğu ifade edilebilir.

Modeller incelendiğinde her sektör için artış görülmektedir. Artış değerlerinin grafiklerde görüldüğü gibi azalışa geçtiği yıllardaki tahmin verileri sadece modelin tahmin gösterimi için grafiklerde birkaç yıl olarak verilmiştir. Bu yıllardan sonraki tahminlerin farklı çalışmalarda kullanılması tavsiye edilmemektedir. Analiz kısmında çimento sektörü için tespit edilen durağanlık, otoregresif modelin yüksek dereceden olması, yapılan tahmin değerlerini daha uzun yıllar için doğru sonuçlar verebileceğini ispatlamıştır. Bu yüzden çimento sektörü için doğalgaz tüketim miktarlarının tahmini doğru sonuç verecektir.

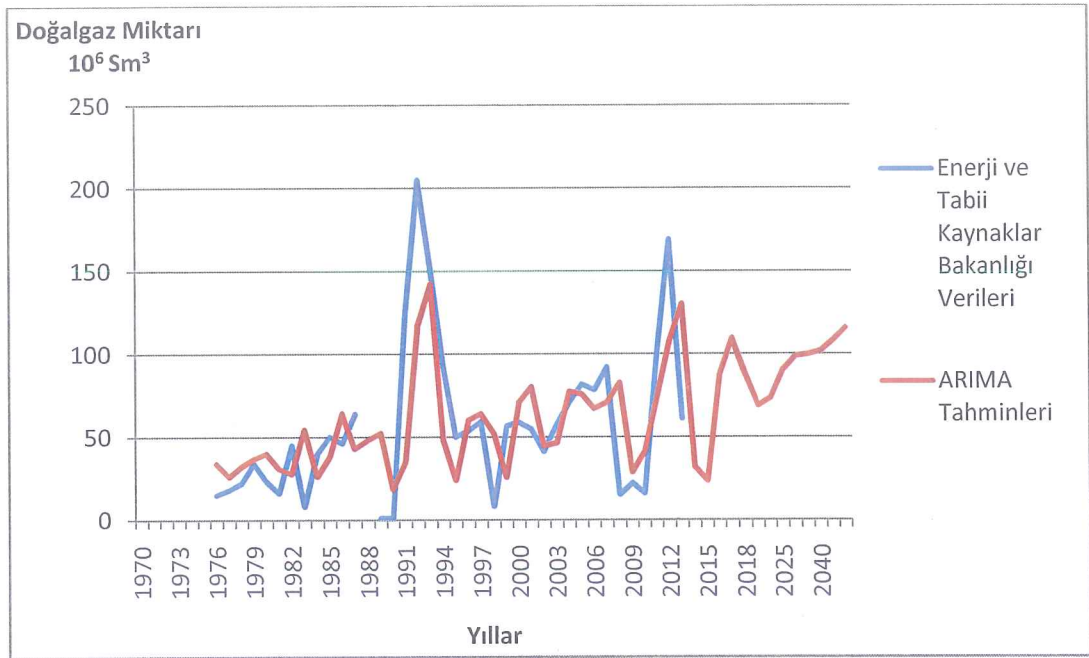
3.3.1. Projeksiyon Analizleri



Şekil 3.22. SPSS birincil enerji arzı projeksiyon grafiği.

Birincil Enerji Arzı için 1970-2025 yılı projeksiyon grafiğine bakıldığında: 1970-1986 yılları arasında, birincil enerji arzının olmadığı görülmektedir. 1986-2013 yılları Birincil Enerji Arzı, giderek artış göstererek $50 * 10^9 \text{ Sm}^3$ değerine kadar yükseldiği (Şekil 3.22)'de görülmüştür.

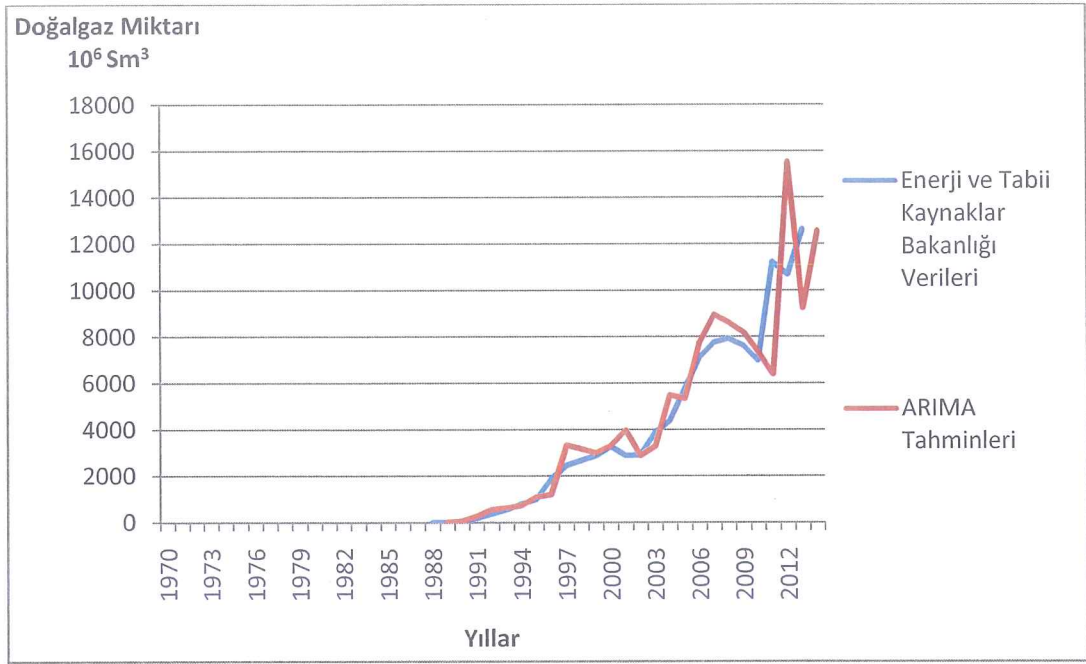
Bu çalışmada ARIMA modelleri kullanılarak 2013-2025 yılları arasındaki doğalgaz tüketim verileri tahmin edilmiştir. Grafik incelendiğinde, 2025 yılına kadar Birincil Enerji Arzı'nın artan bir eğiliminin olduğu görülmektedir ve tüketim talebinin $48-50 * 10^9 \text{ Sm}^3$ tüketim değerine kadar yükseleceği model sonuçlarına göre tahmin edilmiştir. 2025 ve sonrası için, Birincil Enerji Arzı tüketim verilerinin azalış göstermesi, modelin bu yıllardan sonra düzensiz tahmin ettiğini ve kullanılamayacak olmasını işaret etmektedir. Kısa vadeli model çıktılarına göre, Birincil Enerji Arzı artmaya devam edecektir.



Şekil 3.23. SPSS çimento projeksiyon grafiği.

Çimento için 1970-2025 yılı projeksiyon grafiklerine bakıldığında; 1970-1990 yılları arasında, doğalgaz tüketiminin dalgalı bir süreç izlediği görülmektedir. 1991-1993 yılları arasında $20 * 10^7 \text{ Sm}^3$ değerine kadar yükseldiği ve bunun Çimento'nun en yüksek seviyesi olduğu ortaya konulmuştur. Ancak 1993-1995 yılları Çimento sektöründeki doğalgaz tüketiminde ani düşüş yaşanmış ve $50 * 10^6 \text{ Sm}^3$ değerine gerilemiştir. 1996-2010 yılları arasında $90-20 * 10^6 \text{ Sm}^3$ bandında olduğu görülmektedir. 2011-2012 yılında $17 * 10^7 \text{ Sm}^3$ değerine yükseldiği (Şekil 3.23)'de belirlenmiştir.

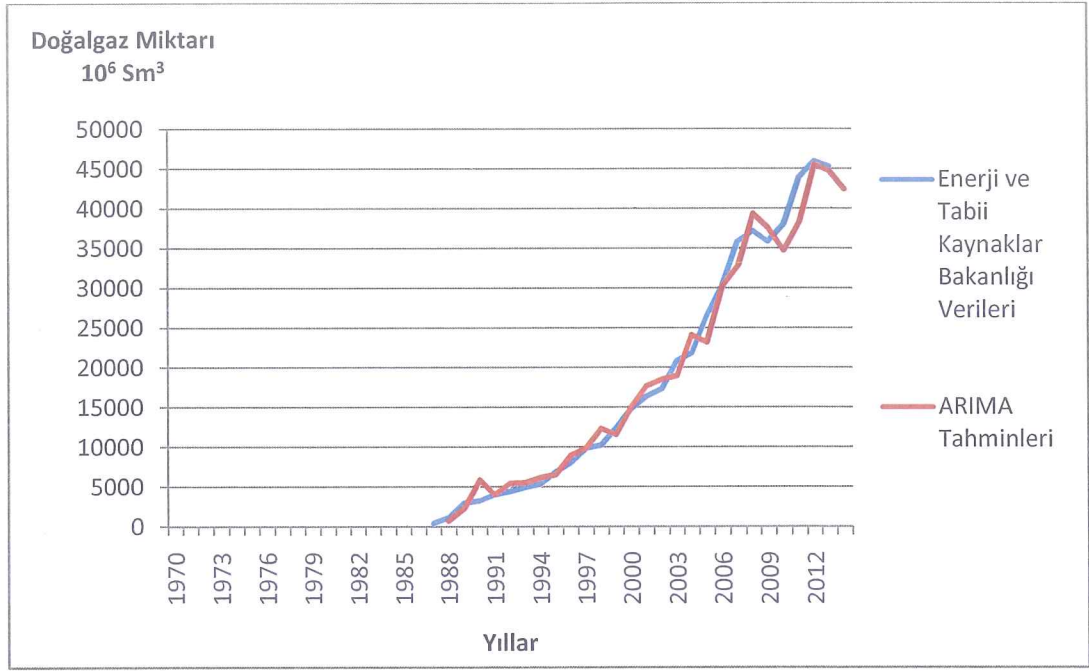
Bu çalışmada ARIMA modelleri kullanılarak 2013-2050 yılları arasındaki doğalgaz tüketim verileri tahmin edilmiştir. 2015 yılına kadar Çimento sektöründeki doğalgaz tüketiminin azalan bir eğilim gösterdiği görülürken tüketim talebinin $30 * 10^6 \text{ Sm}^3$ değerine kadar düşeceği model sonuçlarına göre tahmin edilmiştir. 2015-2050 yılları arasında Çimento tüketim verilerinin giderek dalgalı bir eğilimle yükselişe geçeceği tahmin edilmiştir.



Şekil 3.24. SPSS diğer sektörler projeksiyon grafiği.

Diğer Sektörler için 1970-2017 yılı projeksiyon grafiklerine bakıldığında ise; 1970-1991 yılları arasında, doğalgaz tüketiminin olmadığı görülmektedir. 1991-2013 yılları arasında diğer sektörlerdeki doğalgaz tüketimi artış göstererek $12 \cdot 10^9 \text{ Sm}^3$ değerine kadar yükseldiği (Şekil 3.24)'de tespit edilmiştir.

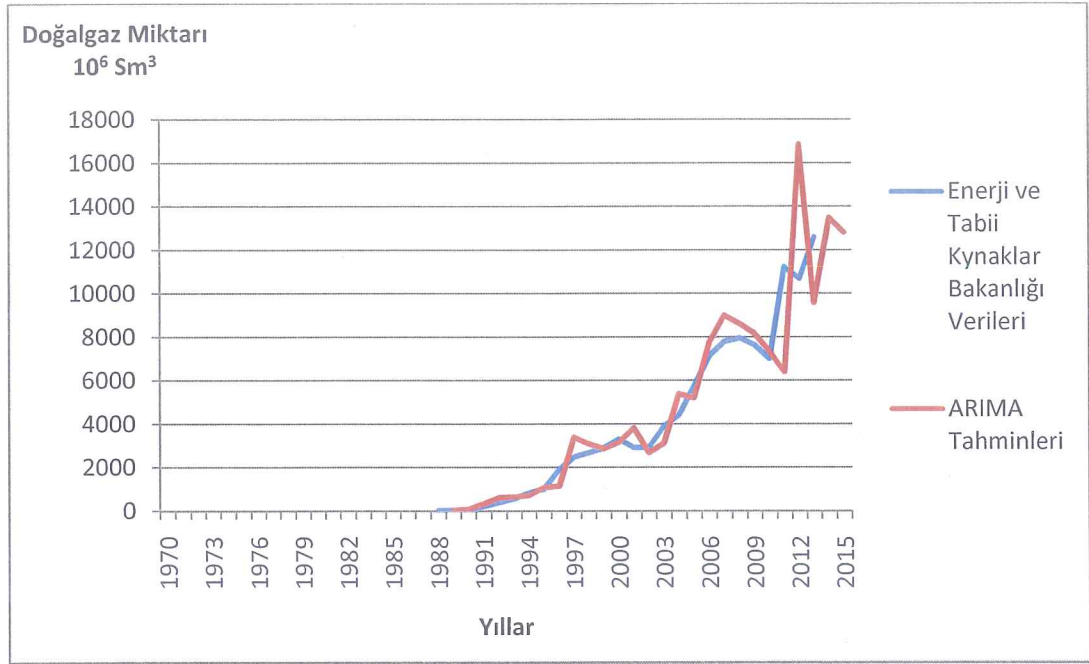
Bu çalışmada ARIMA modelleri kullanılarak 2013-2017 yılları arasındaki doğalgaz tüketim verileri tahmin edilmiştir. 2015 yılına kadar Diğer Sektörlerdeki doğalgaz tüketiminin artan bir eğiliminin devam edeceği görülürken, tüketim talebinin $95-120 \cdot 10^8 \text{ Sm}^3$ tüketim değerine kadar yükseleceği model sonuçlarına göre tahmin edilmiştir. 2015-2017 yılları arasında diğer sektörler tüketim verilerinin azalış göstermesi modelin bu yıllardan sonra düzensiz tahmin ettiğini ve kullanılmayacak olmasını işaret etmektedir. Kısa vadeli model çıktılarına göre diğer sektörlerdeki doğalgaz tüketimi artmaya devam edecektir.



Şekil 3.25. SPSS ithalat tahmin projeksiyon grafiği.

İthalat için 1970-2017 yılı projeksiyon grafiklerine bakıldığında: 1970-1987 yılları arasında doğalgaz tüketiminin olmadığı görülmektedir. 1987-2013 yılları arasında doğalgaz İthalatı artış göstererek $45 * 10^9 \text{ Sm}^3$ değerine kadar yükseldiği (Şekil 3.25)'de görülmektedir.

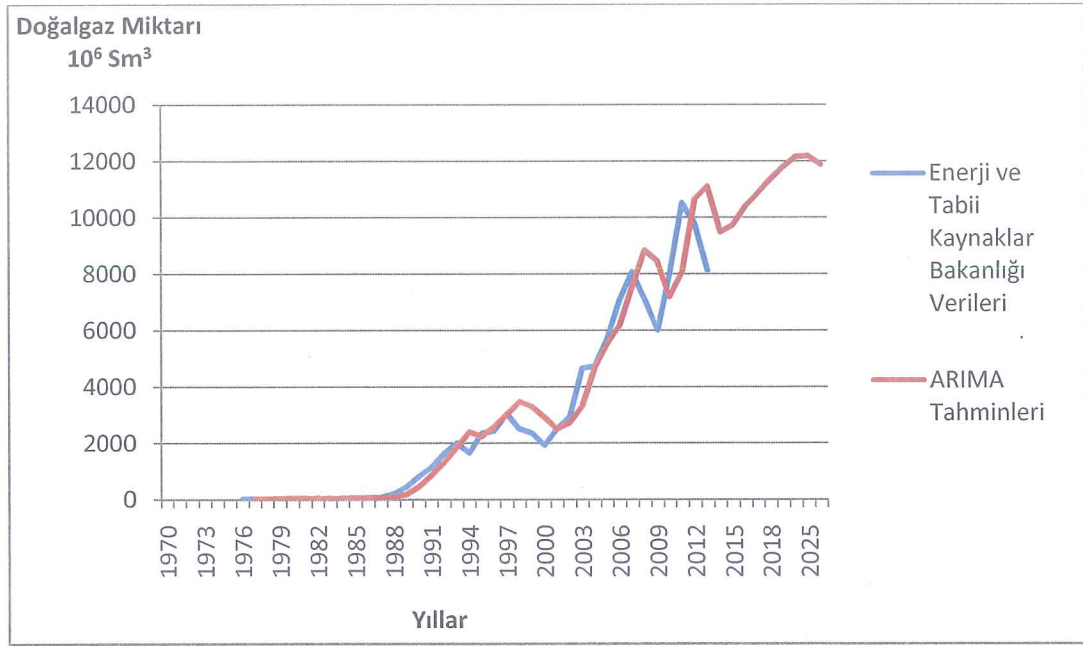
Bu çalışmada ARIMA modelleri kullanılarak 2013-2017 yılları arasındaki doğalgaz tüketim verileri tahmin edilmiştir. 2013 ve sonrası için, İthalat tüketim verilerinin azalış göstermesi modelin bu yıllardan sonra düzensiz tahmin ettiğini ve kullanılmayacak olmasını işaret etmektedir. İthalat tüketim verilerini oluşturan serinin bu modelle kısa vadeli ya da uzun vadeli tahmin yapılamayacağı ortaya konulmuştur.



Şekil 3.26. SPSS konut tüketimi projeksiyon grafiği.

Konut Tüketimi için 1970-2017 yılı projeksiyon grafiklerine bakıldığında ise; 1970-1991 yılları arasında konutlarda doğalgaz kullanımının olmadığı görülmektedir. 1991-2013 yılları arasında doğalgazın konutlardaki tüketiminin artış göstererek $125 * 10^8 \text{ Sm}^3$ değerine kadar yükseldiği (Şekil 3.26)'de tespit edilmiştir.

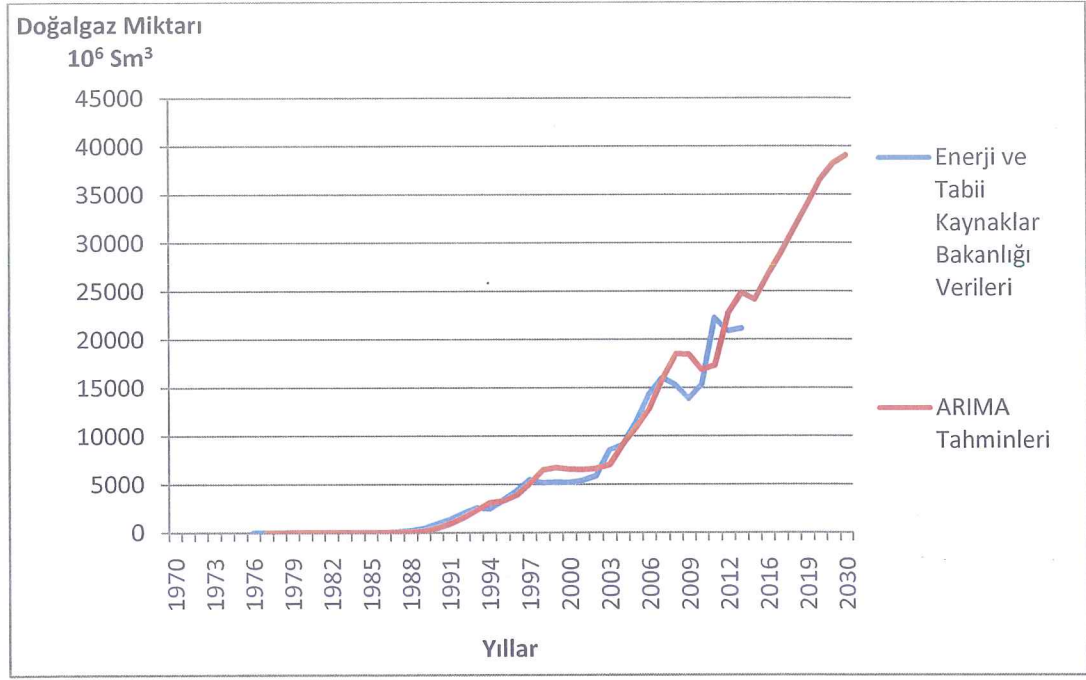
Bu çalışmada ARIMA modelleri kullanılarak 2013-2017 yılları arasındaki doğalgaz tüketim verileri tahmin edilmiştir. 2015 yılına kadar Konut Tüketimi verilerinin artan bir eğilimin olduğu görülmektedir. Bu tüketim talebinin $13 * 10^9 \text{ Sm}^3$ tüketim değerine kadar yükseleceği model sonuçlarına göre ortaya konulmuştur. 2015 ve sonrası için Konut Tüketimi verilerinin azalış göstermesi, modelin bu yıllardan sonra düzensiz tahmin ettiğini ve kullanılmayacak olmasını işaret etmektedir. Kısa vadeli model çıktılarına göre konutlarda doğalgaz tüketimi artmaya devam edecektir.



Şekil 3.27. SPSS sanayi tüketimi projeksiyon grafiği.

Sanayi Tüketimi için 1970-2030 yılı projeksiyon grafiğine bakıldığında: 1970-1989 yılları arasında olmadığı görülmektedir. 1989-2013 yılları arasında doğalgazın Sanayi Tüketimi'nin artış göstererek $10 * 10^9 \text{ Sm}^3$ değerine kadar yükseldiği (Şekil 3.27)'da görülmüştür.

Çalışmanın bu kısmında ARIMA modelleri kullanılarak 2013-2030 yılları arasındaki Doğalgaz tüketim verileri tahmin edilmiştir. 2030 yılına kadar Sanayi Tüketimi'nin artan bir eğiliminin olduğu grafiklerden görülmektedir. Bu tüketim talebinin $9-12 * 10^9 \text{ Sm}^3$ tüketim değerine kadar yükseleceği model sonuçlarına göre tahmin edilmiştir. 2030 ve sonrası için, Sanayi Tüketimi verilerinin azalış göstermesi, modelin bu yıllardan sonra düzensiz tahmin ettiğini ve kullanılmayacak olmasını işaret etmektedir. Kısa vadeli model çıktılarına göre, Sanayi Tüketimi artmaya devam edecektir.



Şekil 3.28. SPSS sektörel toplam projeksiyon grafiği.

Sektörel Toplam için 1970-2050 yılı projeksiyon grafiklerine bakıldığında: 1970-1988 yılları arasında, tüketiminin olmadığı görülmektedir. 1988-2013 yılları arasında doğalgazın sektörel toplam tüketiminin artış göstererek $22 * 10^9 \text{ Sm}^3$ değerine kadar yükseldiği (Şekil 3.28)'de görülmüştür.

Bu çalışmada ARIMA modelleri kullanılarak 2013-2050 yılları arasındaki doğalgaz tüketim verileri tahmin edilmiştir. 2035 yılına kadar Sektörel Toplam'ın artan bir eğiliminin olduğu görülmektedir. Bu tüketim talebinin $20-40 * 10^9 \text{ Sm}^3$ tüketim değerine kadar yükseleceği model sonuçlarına göre tahmin edilmiştir. 2035 ve sonrası için Sektörel Toplam tüketim verilerinin azalış göstermesi, modelin bu yıllardan sonra düzensiz tahmin ettiğini ve kullanılmayacak olmasını işaret etmektedir. Kısa vadeli model çıktılarına göre, Sektörel Toplam tüketimi artmaya devam edecektir.

BÖLÜM 4

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, enerjinin bahsedilen tüm küresel etkisi göz önünde bulundurularak doğalgaz kullanımının Türkiye'ye pozitif etkileri hem sayısal olarak analiz edilmiş hem de istatistiksel metotlar ile gelecekteki tüketim miktarları ağırlıklı kısa vadeli olmak üzere tahmin edilmiştir. Bu modelin kısa vadeli olması, ancak sayısal analizlerden sonra ortaya konulabildiğinden, çalışma uzun vadeli tahminler için de yapılması önerilmektedir. Mevcut dünya doğalgaz rezervleri, önümüzdeki elli yıl içinde tamamen tükeneyeceği bilindiğinden, bu temiz ve verimli enerji kaynağının farklı kaynaklardan (atık, tarımsal ürünler gibi) üretilebileceği, iklim değişikliği ile mücadele için kömürün yerini alabileceği düşünüldüğünde, bu enerji kaynağının önemi ortaya çıkmaktadır.

Çalışmamız, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından da desteklenmektedir. Kurum uzmanları ile yapılan görüşmelerde doğalgazın önemini ortaya koyan çalışmalara ihtiyaç duyulduğu, çevresel etkilerinin araştırılması gerektiği, geleceğe yönelik bilimsel tüketim verilerine ihtiyaç olduğu ifade edilmiştir. Analizler ve istatistiksel ARIMA modelleri ile ortaya konulan çalışmalara göre;

- 1970-2013 sektörel doğalgaz tüketim verileri zaman serisi olarak tamamlanmış ve her sektörde artan bir eğilim ile tüketildiği ve sektörel enerji arzının bu süre içerisinde sürekli olarak arttığı görülmüştür.
- Veriler incelendiğinde, toplam doğalgaz tüketiminin, 1990 yılından, Türkiye'deki kullanımının ekonomik gelişime paralel bir artış gösterdiği, temiz, verimli ve ısı değerinin yüksek olmasından dolayı tercih edildiğini göstermektedir.

- Geleceğe yönelik tüketimin modellenmesi için uygulanan durağanlık testleri sadece çimento sektörü için durağan çıkmış ve bu sektör için geleceğe yönelik ARIMA tüketim miktarları, öngörülen tahminlere yakınlık göstermiştir.
- Birincil enerji arzı, diğer sektörler, ithalat, konut tüketimi, sanayi tüketimi, sektörel toplam için ise durağanlık testi sonuçlarında, durağan olmadıkları ve ARIMA tahminlerinin de buna bağlı olarak kısa vadeli öngörülen tahminler ile yakınlık gösterdiği, uzun vadeli tahminlerde ise artış beklenirken, azalma gösterdiği tespit edilmiştir. Bu yüzden, çimento hariç tüm sektörlerin istatistiksel olarak, kısa vadeli tahmin edilebileceği ortaya konulmuştur.
- Serilerin standart sapma değerlerinin ortalamaya yakın olduğunu yani büyük bir kırılmanın olmadığını göstermekle beraber, istatistiksel olarak sektörel toplam ve sanayi doğalgaz tüketim değerleri haricinde hiçbir serinin regresyon modeline uygun olmadığını göstermiştir.
- Geleceğe yönelik tüketim tahminlerinde, AR modellerinin en yüksek derecesi Çimento sektöründe ve diğer sektörlerde gözükürken (AR(2)), MA modellerinde en yüksek derece çimento ve konut tüketiminde (MA(2)) tespit edilmiştir. AR, MA modelleri incelendiğinde ise, verileri durağan çıkan çimento sektörünün (AR (2), MA (2)) olduğu görülmüştür. Bu dereceler kullanılarak tahminler yapılmıştır.
- Model çıktıları incelendiğinde ise Zaman serisi olarak, doğalgaz tüketim tahmin değerleri ve seriler yıllar itibariyle tutarlılığı net olarak grafiklerde ortaya konulmuştur.
- ARIMA modelleri kullanılarak 2013-2025 yılları arasındaki tahmini doğalgaz tüketim verileri incelendiğinde ise 2025 yılına kadar “Birincil Enerji Arzı”nın artan bir eğiliminin olduğu görülmektedir ve tüketim talebinin 48-50 (10^9Sm^3) tüketim değerine kadar yükseleceği model sonuçlarına göre tahmin edilmiştir.

Ülkemiz için gelecekteki doğalgaz tüketim planlamalarına, tasarruf, verimlilik, önlem, plan ve yöntemlerin oluşmasına, istatistiksel metotlar yanında, ekonomik modeller kullanılarak desteklenmesi gerekmektedir. Enerji tüketimi, kalkınma ve ekonomik gelişmeden hiçbir zaman ayrı tutulmamaktadır. Bu yüzden bu konuda, bölgesel ve hatta şehir bazında farklı yakıtlardan enerji üretimi konulu çalışmalara da ihtiyaç duyulmaktadır. Genel anlamda bu çalışma temel bir çalışma niteliğinde olup, benzer çalışmalara taban olabilecek bilgiler vermesi bakımından oldukça büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Abdus, S. and Ghulam, M. I, “Conventional and unconventional petroleum reserves definitions and world outlook”, *Science Direct journal*, 38 (2): 2-3 (2016).

Abu Bakar, N. N., Hassan, M. Y., Abdullah, H., Rahman, H. A., Abdullah, M. P., Hussin, F., and Bandi, M, “Energy efficiency index as an indicator for measuring building energy performance”, *Science Direct journal*, 9 (3): 6-7 (2013).

Ağaçbiçer, G, “Yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye ekonomisine katkısı ve yapılan swot analizler”, Yüksek Lisans Tezi, *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Çanakkale, 15-50 (2010).

Ahn, J., Woo, J. R., and Lee, J, “Optimal allocation of energy sources for sustainable development”, *Science Direct journal*, 14 (7): 4-5 (2014).

Akıncı, M, “Zaman serilerinde durağanlık analizi ve ihracatın GSMH içindeki payı üzerine bir uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, *Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Kars, 42-50 (2008).

Akpınar, E and Başbüyük, A, “An Energy Resource Its Geo-Economic Importance Has Gradually Been Increasing Natural Gas”, *International Periodical Forth Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 6 (3): 120-130 (2011).

Akpınar, E, “Bakü-Tiflis-Ceyhan (BTC) Ham petrol boru hattı ve Türkiye jeopolitiğine etkileri”, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25 (2): 229-248 (2005).

Amponsah, N. Y., Troldborg, M., Kington, B., Aalders, I and Hough, R. L, “Greenhouse gas emissions from renewable energy sources”, *Science Direct journal*, 39 (6): 461-475 (2014).

Ataman, A. R, “Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları”, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ankara, 22-40 (2007).

Avcı, Ö, “Türkiye avrupa birliği enerji üretim ve tüketiminin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 1-15 (2009).

Bayındır, M. S, “Yenilenebilir enerji kaynakları avrupa birliği ve türkiye uygulamaları”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul, 10-50 (2010).

Bayraç, H. N, “Küresel enerji politikaları ve türkiye: petrol ve doğalgaz kaynakları açısından bir karşılaştırma”, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari

Bilimler Fakültesi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10 (1): 116-137 (2008).

Bayrak, M ve Kanca, C. O, “Türkiye’de 1970-2011 yılları arasında oluşan ekonomik ve siyasi gelişmelerin seyri”, İktisat ve Girişimcilik Üniversitesi Türk Dünyası Kırgız – Türk Sosyal Bilimler Enstitüsü, Celalabat – Kırgızista, *Akademik Bakış Dergisi*, ISSN:1694-528X, 13 (35): 2-19, (2013)

Bircan, H ve Karagöz Y, “Box-Jenkins modelleri ile aylık döviz kuru tahmini üzerine bir uygulama”, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6 (2): 49-62 (2003).

Boru Hatları İle Petrol Taşıma Anonim Şirketi, “BOTAŞ 2014 yılı sektör raporu”, *BOTAŞ*, Ankara, 5-35 (2014).

Bowerman, L. B and O’ Connell, R. T, “Forecasting and Time Series”, 3rd Edition, *Duxbury press*, Pacific Grove, 22-37 (1993).

Box, G. E. P and Jenkins G. M, “Time Series Analysis: Forecasting and Control”, *Holden-Day*, San Francisco, 15-45 (1970).

Box, G. E. P., Jenkins, G. M and Reinsel G. C, “Time Series Analysis: Forecasting and Control”, *Holden-Day*, San Francisco, 32-43 (1994).

Brown, G. R, “Smoothing forecasting and prediction of Discrete” *Time Series*, 99 (1964).

Bülbül, M. O, “Doğalgaz piyasasında rekabet”, Rekabet Kurumu Uzmanlık Tezleri Serisi, *Rekabet Kurumu*, 5-35 (2007).

Can, A. and Ekmekci, H, “Natural gas consumption and its effect on air emissions in turkey”, *ICENS-2015*, May 15-19, Skopje Makedonia, 26-31 (2015).

Charmbers, J. C., Stainder, K. M and Donald, D. S., “How to Choose the Right Forecasting Technique”, *Harvard Business Review*, 36-78 (1971).

Chen, L.Y and Szroeter, J, “Extension of the schwarz information criterion for models sharing parameter boundaries”, *Science Direct Journal*, 42 (9): 7-8 (2016)

Chong, Z. R., Bryan Yang, S. H., Babu, P., Linga, P and Li, X. S, “Review of natural gas hydrates as an energy resource”, *Science Direct journal*, 18 (4): 2-10 (2014).

Claude, M, “Enerji İstatikleri El Kitabı”, *Uluslararası Enerji Ajansı, IEA*, 75739 Paris Cedex 15, Franc, 30-46 (2004).

Cragg, J, “Estimation and testing in time series regression models with heteroscedastic disturbances”, *Journal of Econometrics*, 31 (7): 135-157 (1982).

Çömlekçi, N, “Temel İstatistik İlke ve Teknikleri”, *Bilim Teknik Yayınevi*, Ankara, 14-30 (2005).

Dağlıoğlu, S, “Turizm gelişmesinin türkiye ekonomisi üzerindeki etkilerinin ekonometrik analizi”, Uzmanlık Tezi, *T.C Kültür ve Turizm Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı*, Ankara, 20-52 (2010).

Demirbaş, L, “Türkiye’de enerji sektörü, sektörün problemleri, avrupa birliği ve türkiye’de enerji politikaları”, Bilim Uzmanlığı Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Isparta, 16-41 (2002).

Dilek, M., İşçi, Ö ve Göktaş, A, “Uygulamalı İstatistik”, *Muğla Üniversitesi Yayınları:107*, Muğla, 209 (2010).

Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı, “Enerji sektör raporu”, *DOĞAKA, Yavuz Sultan Selim Cd. Birinci Tabakhane Sk. No: 20 31050* Antakya / Hatay, 32 (2014).

Duran, E, “Coğrafi bilgi sistemleri ile doğalgaz uygulamaları analizleri”, Yüksek Lisans Tezi, *İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 12-33 (2004).

Duru, Ö, “Zaman serileri analizinde arıma modelleri ve bir uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul, 6-53 (2007).

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, “Enerji raporu 2012”, *DEKTMK*, ISSN: 1301-6318 DEK-TMK, Yayın No: 0021/2012, Ankara, 25-200 (2012).

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, “Enerji raporu 2013”, *DEKTMK*, ISSN: 1301-6318 DEK-TMK Yayın No: 0022/2014, Ankara 14-250 (2013).

Enders, W, “Applied Econometrics Time Series”, *John Wiley & Sons*, ISBN: 978-0-470-50539-7, Newyork, 3 (2004).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, “1970-2013 Doğalgaz tüketim verileri”, *ETKB, Türk Ocağı Caddesi No:2 06100* Çankaya / Ankara, (2015)

Erdoğan, E, “Zaman serilerinde arıma modelleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Muğla, 8-42 (2006).

Ersoy, A, “Ekonomik Büyüme Bağlamında Enerji Tüketimi”, *Akademik Bakış Dergisi*, 24 (20): 10-11 (2010).

E-views, <https://tr.wikipedia.org/wiki/EViews> tarih: 9.05.2016.

Gamgam, H ve Altunkaynak, B, “Regresyon Analizi”, *Seçkin Yayınları*, ISBN: 9789750231933, 1.Baskı, Ankara, 148 (2015).

Greb, S. F., Eble, C. F., Peters, D. C and Papp, A. R, “coaland the environmental”, *Science Direct journal*, 13 (4): 8-9 (2006).

- Griffths, W. E., Hill R. C and Judge G. G, "Learning and Practicing Econometrics", *Newyork, John Wiley&Sons*, 642 (1993).
- Gujarati, D. N, "Basic Econometrics", International Edition, *McGraw-HillInc, Literatür Yayıncılık*, İstanbul. 21-48 (1995).
- Gujarati D. N, "Basic Econometrics", *McGraw- Hill Companies*, Newyork, 23 (2004).
- Güler, F, "ARIMA modelleriyle gelecek tahmini ve THY yolcu sayıları üzerine bir deneme", *Basılmamış Doktora Tezi*, İstanbul, 9 (1991).
- Gültekin, A. H ve Örgün, Y, "Doğalgaz ve çevre", *Çevre Dergisi*, Ekim-Kasım-Aralık, 7 (9): 15-30 (1993).
- Harris, R. I. D, "Using Cointegration Analysis in Econometric Modelling", *Printice Hall*, Londra, 28 (1995).
- International Energy Agency, "Natural Gas Information", *IEA Statistics*, 2012 with 2011 data, *9 rue de la Fédération 75739 Paris Cedex 15, France*. 300-342 (2012).
- International Energy Agency, "Natural Gas Information", *IEA Statistics*, 2014 with 2013 data, *9 rue de la Fédération 78736 Paris Cedex 15, France*, 254-322 (2014).
- İnan, B, "Taşkömürü sektör raporu", *T.C Taşkömürü Kurumu Genel Müdürlüğü*, Zonguldak, 1-20 (2015).
- İris, D, "Doğalgaz saflaştırma metotları", Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, 4-11 (2006).
- Johnston, J, ve Dinardo, J, "Econometric Methods, Newyork", *McGraw-Hill International Edit*, New York, 204 (1997).
- Kakae, A. H., Paykani, A and Ghajar, M, "The influence of fuel composition on the combustion and emission characteristics of natürel gas fueled engines", *Science Direct journal*, 11 (8): 34-68 (2014).
- Karatepe, S, "Yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgar ile üretilen enerjinin ekonomik değerinin markov zinciri ile modellenmesi ve yalova ilinde bir uygulama", Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Bursa, 46 (2011).
- Kaya, İ. S, "Uluslararası enerji politikalarına bir bakış", Türkiye Örneği, *Science Direct journal*, 2 (16): 19-28 (2012).
- Kaya, D ve Öztürk, H. H, "Hava Kalitesi Yönetimi", *Umuttepe Yayınları*, Kocaeli 5-28 (2013).
- Kayım, H, "İstatistiksel ön tahmin yöntemleri", *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Yayınları*, No: 11, Ankara, 15 (1985).

Kırmızı, M, “Temiz enerjinin imalat sanayiinde ekonomik açıdan değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 13-39 (2010).

Kidnay, A. J and Parrish, R. W, “Fundamentals of Naturel Gas Processing”, *Kitap No:13: 978-1-4200-8519-8, U.S*, 1-23 (2006).

Koç, E ve Kaplan, E, “Dünyada ve türkiye’de genel enerji durumu-I dünya değerlendirmesi,” *Termodinamik Dergisi*, 43 (187): 70-80 (2008).

Koç, E ve Kaplan, E, “Dünyada ve türkiye’de genel enerji durumu-II türkiye değerlendirmesi,” *Termodinamik Dergisi*, 43 (188): 106-118 (2008).

Koç, E ve Şenel, M. C, “Dünya ve türkiye de enerji durumu genel değerlendirme”, *Mühendis ve Makine*, Samsun, 54 (639): 32-44 (2013).

Köktaş, H, “Doğalgaz piyasası sektör raporu”, *T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu Doğalgaz Piyasası Dairesi Başkanlığı*, Ankara, 12-66 (2013).

Kulalı, İ, “Elektrik sektöründe özelleştirme ve türkiye uygulaması”, *DPT*, Yayın No: 2479, Ankara, 10-34 (1997).

Kuzu, S, “Dünya enerji piyasasında orta asya cumhuriyetlerinin konumu”, İstanbul Üniversitesi, *Türkiye Avrasya Ekonomileri Uluslararası Konferansı*, SESSION 4B: Enerji ve Tabii Kaynaklar, 241-248 (2012).

Mabert, V. A and Radeliffer, R. C, “A Forecasting methodology as applied to financial time series”, *The Accounting Review*, 49 (211): 61 (1974).

Maddala, G. S and Kim, I. M, “Unit Root Cointegration and Structural Change, Cambridge”, *Cambridge University Press*, Canada, 4 (1998).

Makridakis, S and Whellwright, S. C, “Forecasting Methods For Management”, *John Wiley and Sons, Inc.*, New York, 8-52 (1973).

Makridakis, S., Whellwright, S. C and Hyndman, R. H., “Forecasting Methods and Applications”, Third Edit, *John Wiley and Sons, Inc.*, New York, 14-48 (1998).

Mann, S. P, “Statistics For Business and Economics”, *Wiley*, USA, 16-37 (1995).

Mc Quarrie, A. D and Tsai, C. L, “Regression and Time Series Model Selection”, *World Scientefic*, 4-67 (1998).

Mevlana Kalkınma Ajansı, “TR52 Düzey 2 bölgesi (konya-karaman) 2023 vizyon raporu”, *Development Energy*, Konya 2-20 (2012).

Miler, N. J and Miler C. J, “Analitik Kimyacılar İçin İstatistik ve Kemometri”, *Pegem Akademi*, ISBN: 9786053643777, 6.Baskı, Ankara, 113 (2012).

Montgomery, C. D., Peck, A. E and Vining, G. G, “Doğrusal Regresyon Analizine Giriş”, *Nobel Akademik Yayıncılık*, ISBN: 9786051336183, 5.Baskı, Ankara, 321 (2013).

Nelson, C. R, “Applied Time Series Analysis For Managerial Forecasting”, ISBN 10: 0816263663, *Holden – Day, Inc.*, Incorporated, San Francisco/U.S.A, 34-123 (1973).

Özek, T, “Zaman serisi modelleri üzerine bir simülasyon çalışması”, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 4-6 (2010).

Pindyck, R. S, and Rubinfeld, D. L, “Econometric Models and Economic Forecasts”, *Irwin/Mc Graw-Hill; International Edit*, Singapore, 25-528 (1998).

Pollock, D. S. G, “A Handbook of Time Series Analysis Signal Processing and Dynamics”, ISBN-10: 0125609906, *Academic Press; Har/Cdr edition*, USA, 517 (1999).

Reis, C. J, “Environmental Control in Petroleum Engineering”, *Gulf Publishing Company*, ISBN: 0-88415-273-1, Cilt: 2, Title. TD 195.P4R45, *Houston, Paris, Zurich, Tokyo*, 1-17 (1996).

Renewable Energy Policy Network For The 21st Century, “Renewables Global Status Report”, *REN21*, ISBN 978-3-9815934-1-9, *F-75441 Paris cedex 09* France, 5-23 (2014).

Ruey T. S, “Analysis of Financial Time Series”, *A John Wiley & Sons, Inc., Publication*, ISBN-13 978-0-471-69074-0, *USA*, 32 (2005).

Sapra, R. L, “Using R^2 with caution”, *Science Direct Journal*, (2014).

Saidi, K and Hammami, S, “The impact of CO₂ emissions and economic growth on energy consumption in 58 countries” *Science Direct journal*, 3 (16): 4-9 (2015).

Sevüktekin, M and Nargeleçekenler, M, “Ekonomik Zaman Serileri Analizi”, *Nobel Yayınları*, ISBN: 9755917551, 3.Baskı, Ankara, 9 (2010).

Shumway, R. H, Stoffer, D. S, “Time Series Analysis and Its Application with Examples”, *Springer*, ISBN: 978-1-4419-7864-6, New York, USA (2006).

Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı, “Türkiye’nin enerjideki durumu ve geleceği”, *SETA*, Ankara, 6 (31): 4-5, (2010).

Soğukpınar, H ve Bozkurt, İ, “Türkiye, avrupa ve dünyada rüzgâr enerjisi kullanımı, potansiyeli ve 2013 sonrası hedefler”, Araştırma Makalesi, *Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Adıyaman, 5 (8): 28-29 (2014).

Suthawaree, J., Sikder, H. A., Jones, C. E., Kato, S., Kunimi, H., Hamidul Kabir, A. N. M and Kajii, Y., “Influence of extensive compressed natural gas (CNG) usage on airquality”, *Science Direct journal*, (2012).

Şenel, M. C, “Rüzgar türbinlerinde güç iletim mekanizmalarının tasarım esasları-dinamik davranış,” Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun, 11-44 (2012).

Tamzok, N, “Kömür Sektör Raporu (Linyit)” T.C. Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, *Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu*, 2014/6842, 10-60 (2015).

Tarı, R, “Ekonometri”, *Avcı Ofset*, İstanbul, 429-430 (2005).

T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Doğalgaz Piyasası Dairesi Başkanlığı, “Doğalgaz Piyasası Sektör Raporu”, *EPDK*, Ankara, 12-70 (2013).

Thorin, E, “Basics of Energy”, “Energy sources”. “Energy conversion”, “Energy use”, *Science Direct journal*, (2014).

Türk Sanayicileri ve İş Adamları Derneği, Sanayi, Hizmetler ve Tarım Komisyonu Enerji Çalışma Grubu, “Doğalgaz strateji belgesine ilişkin tüsiad değerlendirmeleri”, *TÜSİAD, TS/BSN/2008-51*, İstanbul, 6-18 (2008).

Türkiye Petrolleri A.O. Genel Müdürlüğü, “2012 Yılı ham petrol ve doğalgaz sektör raporu”, *TP*, Ankara, 3-20 (2013).

Türkiye Petrolleri Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı, “Ham petrol ve doğalgaz sektör raporu”, *TP*, Ankara, 6-40 (2014).

Türkiye Petrolleri Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı, “Ham petrol ve doğalgaz sektör raporu”, *TP*, Ankara, 4-10 (2015).

Türkoğlu, M, “Gıda sanayii biyokütle atıklarının enerji potansiyeli ve geri kazanımı”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 8-36 (2010).

Tüylüoğlu, Ş ve Ofluoğlu, G, “Dünyada ve Türkiye’de Kömür ve Kalkınma: Ekonomik Göstergelerin Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi”, *Türkiye 14. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı*, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak, 1-15 (2004).

Ünal, T ve Kızılaslan, N, “Türkiye ve avrupa birliği’nde biyoyakıt” *Enerji Tarımı ve Biyoyakıtlar 4. Ulusal Çalıştayı*, 47-56 (2014).

Zucchini, W, “An Introduction to model selection,” *Journal of Mathematical Psychology*, 41-61, (2000).

Wei, W. W. S, “Time Series Analysis”, ISBN: 0-321-32216-9, *Addision-Wesley Publishing Company*, USA, 20-80 (1990).

EK AÇIKLAMALAR A.

F-TEST TABLOSU

Çizelge EK A.1. F-test tablosu.

Prob.Deg	<i>t</i>	<i>t</i>	<i>t</i>	<i>t</i>	<i>t</i>	<i>t</i> .95	<i>t</i>	<i>t</i> .99	<i>t</i>	<i>t</i> .999	<i>t</i> .9995
Tek örn.	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.05	0.02	0.01	0.00	0.001	0.000
İki örn.	1.0	0.5	0.4	0.3	0.2	0.10	0.05	0.02	0.01	0.002	0.001
df											
1	0.000	1.000	1.376	1.963	3.078	6.31	12.71	31.8	63.6	318.3	636.6
2	0.000	0.816	1.061	1.386	1.886	2.92	4.303	6.96	9.92	22.32	31.59
3	0.000	0.765	0.978	1.250	1.638	2.35	3.182	4.54	5.84	10.21	12.92
4	0.000	0.741	0.941	1.190	1.533	2.13	2.776	3.74	4.60	7.173	8.610
5	0.000	0.727	0.920	1.156	1.476	2.01	2.571	3.36	4.03	5.893	6.869
6	0.000	0.718	0.906	1.134	1.440	1.94	2.447	3.14	3.70	5.208	5.959
7	0.000	0.711	0.896	1.119	1.415	1.89	2.365	2.99	3.49	4.785	5.408
8	0.000	0.706	0.889	1.108	1.397	1.86	2.306	2.89	3.35	4.501	5.041
9	0.000	0.703	0.883	1.100	1.383	1.83	2.262	2.82	3.25	4.297	4.781
10	0.000	0.700	0.879	1.093	1.372	1.81	2.228	2.76	3.16	4.144	4.587
11	0.000	0.697	0.876	1.088	1.363	1.79	2.201	2.71	3.10	4.025	4.437
12	0.000	0.695	0.873	1.083	1.356	1.78	2.179	2.68	3.05	3.930	4.318
13	0.000	0.694	0.870	1.079	1.350	1.77	2.160	2.65	3.01	3.852	4.221
14	0.000	0.692	0.868	1.076	1.345	1.76	2.145	2.62	2.97	3.787	4.140
15	0.000	0.691	0.866	1.074	1.341	1.75	2.131	2.60	2.94	3.733	4.073
16	0.000	0.690	0.865	1.071	1.337	1.74	2.120	2.58	2.92	3.686	4.015
17	0.000	0.689	0.863	1.069	1.333	1.74	2.110	2.56	2.89	3.646	3.965
18	0.000	0.688	0.862	1.067	1.330	1.73	2.101	2.55	2.87	3.610	3.922
19	0.000	0.688	0.861	1.066	1.328	1.72	2.093	2.53	2.86	3.579	3.883
20	0.000	0.687	0.860	1.064	1.325	1.72	2.086	2.52	2.84	3.552	3.850
21	0.000	0.686	0.859	1.063	1.323	1.72	2.080	2.51	2.83	3.527	3.819
22	0.000	0.686	0.858	1.061	1.321	1.71	2.074	2.50	2.81	3.505	3.792
23	0.000	0.685	0.858	1.060	1.319	1.71	2.069	2.50	2.80	3.485	3.768
24	0.000	0.685	0.857	1.059	1.318	1.71	2.064	2.49	2.79	3.467	3.745
25	0.000	0.684	0.856	1.058	1.316	1.70	2.060	2.48	2.78	3.450	3.725
26	0.000	0.684	0.856	1.058	1.315	1.70	2.056	2.47	2.77	3.435	3.707
27	0.000	0.684	0.855	1.057	1.314	1.70	2.052	2.47	2.77	3.421	3.690
28	0.000	0.683	0.855	1.056	1.313	1.70	2.048	2.46	2.76	3.408	3.674
29	0.000	0.683	0.854	1.055	1.311	1.69	2.045	2.46	2.75	3.396	3.659
30	0.000	0.683	0.854	1.055	1.310	1.69	2.042	2.45	2.75	3.385	3.646
40	0.000	0.681	0.851	1.050	1.303	1.68	2.021	2.42	2.70	3.307	3.551
60	0.000	0.679	0.848	1.045	1.296	1.67	2.000	2.39	2.66	3.232	3.460
80	0.000	0.678	0.846	1.043	1.292	1.66	1.990	2.37	2.63	3.195	3.416
100	0.000	0.677	0.845	1.042	1.290	1.66	1.984	2.36	2.62	3.174	3.390
1000	0.000	0.675	0.842	1.037	1.282	1.64	1.962	2.33	2.58	3.098	3.300
z	0.000	0.674	0.842	1.036	1.282	1.64	1.960	2.32	2.57	3.090	3.291
	0%	50	60	70	80	90%	95%	98%	99%	99.8	99.9

ÖZGEÇMİŞ

Halil Ekmekci 1990'da Karabük'te doğdu; ilk ve orta öğrenimini Şehit Adem Yavru İlkokulu'nda tamamladıktan sonra 2009 yılında; 75.Yıl Karabük Anadolu Lisesi, Fen Bölümü'nden mezun olup, aynı yıl Uşak Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü'ne girerek, 2013'te mezun oldu. 2013 yılında, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans programına başlayarak 2016 yılında programı tamamladı.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Soğuksu Mah. Bahçe Sok. No:10/2
Merkez/ KARABÜK

Tel : (554) 948 84 30

E-posta : h.ekmekci.eng@gmail.com