

**DENİZLİ İLİ İÇİN DOĞAL GAZ TÜKETİM ANALİZİ VE  
TAHMİNİ**

**Pamukkale Üniversitesi  
Sosyal Bilimler Enstitüsü  
Yüksek Lisans Tezi  
İşletme Ana Bilim Dalı  
Sayısal Yöntemler Programı**

---

**Mert AYDIN**

**Danışman : Doç. Dr. Esra AYTAÇ ADALI**

**Ocak 2020  
DENİZLİ**

## YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY FORMU

İşletme Ana Bilim Dalı, Sayısal Yöntemler Bilim Dalı öğrencisi Mert AYDIN tarafından Doç. Dr. Esra AYTAÇ ADALI yönetiminde hazırlanan “DENİZLİ İLİ İÇİN DOĞAL GAZ TÜKETİM ANALİZİ VE TAHMİNİ” başlıklı tez aşağıdaki jüri üyeleri tarafından 10.01.2020 tarihinde yapılan tez savunma sınavında başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı  
Prof. Dr. Muhsin ÖZDEMİR



Jüri-Danışman

Doç. Dr. Esra AYTAÇ ADALI



Jüri

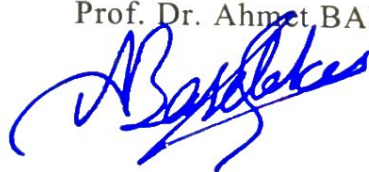
Doç. Dr. Ayşegül TUŞ



Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulunun <sup>04.02.2020</sup> ..... tarih ve 05/01 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Ahmet BARDAKCI



Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atıfta bulunulduğunu beyan ederim.

Mert AYDIN



## ÖN SÖZ

Bu çalışmada Denizli ili için doğal gaz tüketiminin analizi yapılarak gelecek dönemler için tüketim tahmininin yapılması hedeflenmiştir. Doğal gaza olan talebin her geçen gün artması ve şehirlerde yaşayan birçok insanın hayatına dokunması çalışmayı önemli hale getiren unsurlardandır.

Tüm öğrenim hayatımda desteklerini esirgemeyen aileme ve bu çalışmanın hazırlanma sürecinde tecrübelerini ve zamanını esirgemeyerek bana yardımcı olan tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Esra Aytaç Adalı'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Şirketimizde ve tez çalışmam süresince yapmış oldukları sürekli desteklerinden dolayı değerli yöneticilerim; Enerya Antalya Gaz Dağıtım A.Ş. Bölge Direktörü Mehmet Akif Tulukcu'ya, Enerya Denizli Gaz Dağıtım A.Ş. İşletme Müdürü Zekeriya Kurşunluoğlu'na, İç Tesisat Müdürü Ali Serhat Ertürk'e ve Operasyon Müdürü Celal Engin Palabıyık'a teşekkür ederim.

## ÖZET

### DENİZLİ İLİ İÇİN DOĞAL GAZ TÜKETİM ANALİZİ VE TAHMİNİ

AYDIN, Mert  
Yüksek Lisans Tezi  
İşletme ABD  
Sayısal Yöntemler Bilim Dalı  
Tez Yöneticisi : Doç. Dr. Esra AYTAÇ ADALI

Ocak 2020, XI+110 Sayfa

Dünya nüfusunun artış göstermesi ve yaşam standartlarının yükselmesi, enerji talebini her geçen yıl arttırmaktadır. Enerji üretiminde kullanılan kaynaklar ise çoğunlukla geleneksel enerji kaynakları olan petrol, doğal gaz, kömür gibi fosil enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. Bu kaynaklar, tükenen kaynaklardır ve çevre kirliliğini arttırmaktadır. İlave olarak küresel ısınma ve çevresel sorunlar artış göstermektedir. Ülkemizde en önemli enerji kaynaklarından biri olan doğal gaz neredeyse tamamen ithal edilen bir enerji kaynağıdır. Doğal gaz; elektrik üretimi, sanayi ve konutlarda alternatif olmayan bir enerji kaynağı olarak öne çıkmakta olup ülkemizin tüm illerinde doğal gaz altyapısı bulunmaktadır. Bu etkiler sebebiyle enerjinin verimli kullanılması önemli bir konu olmaktadır. Bu çalışmada Denizli ilindeki konut tüketicilerinin doğal gaz kullanımları aylık olarak periyotlara bölünmüş ve iklim, ekonomik, sosyal etkenler ile analiz edilmiştir. Analiz yöntemi olarak ARIMA (Box – Jenkins) yönteminden yararlanılmıştır. Ocak 2015 ve Haziran 2019 dönemleri arasındaki veriler Eviews programında analiz edilmiş ve 2019 ve 2020 yılları arasındaki 24 aylık dönem için tüketim tahmini yapılmıştır. Doğal gaz tüketimine en çok etki eden faktörün belirlenmesi adına; sıcaklık, nem, derece gün, doğal gaz birim fiyatları, gaz kullanımına başlayan abone sayısı, ekonomik ve nüfus verileri analiz edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** *Doğal Gaz, ARIMA, Tüketim Tahmini, Denizli*

**ABSTRACT****NATURAL GAS CONSUMPTION ANALYSIS AND FORECASTING FOR  
CITY OF DENIZLI**

AYDIN, Mert

Master's Thesis

Department of Business Administration

Quantitative Methods Program

Adviser of Thesis : Assoc. Prof. Dr. Esra AYTAÇ ADALI

January 2020, XI+110 Pages

**As a result of the world population increases and rising living standards, energy demand increases every year. The sources used in energy production are mostly obtained from fossil energy sources such as petroleum, natural gas and coal, which are traditional energy sources. These resources are depletable resources and increase environmental pollution. In addition, global warming and environmental problems are on the rise. Natural gas, which is one of the most important energy sources in our country, is an almost completely imported energy source. Natural gas, stands out as a non-alternative energy source in industry, in electricity production and residences, and there is natural gas infrastructure in all cities of our country. Because of these effects, efficient use of energy is an important issue. In this study, natural gas usage of residential consumers in Denizli is divided into periods and analyzed by climate, economic and social factors. ARIMA (Box - Jenkins) method was used as the analysis method. The data between January 2015 and June 2019 were analyzed in Eviews program and consumption forecast was made for 24 months between 2019 and 2020. Temperature, humidity, degree days, natural gas prices, number of subscribers started to use gas, economic and population data were analyzed in order to determine the most influential factor on natural gas consumption.**

**Keywords :** *Natural Gas, ARIMA, Consumption Forecast, Denizli*

## İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ .....	i
ÖZET .....	ii
ABSTRACT .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
TABLolar DİZİNİ .....	ix
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	x
GİRİŞ .....	1

## BİRİNCİ BÖLÜM

### DOĞAL GAZ

1.1. Doğal Gaz Kavramına Genel Bir Bakış .....	3
1.2. Dünya’da Doğal Gaz Üretimi ve Tüketimi .....	5
1.3. Türkiye ve Doğalgaz .....	8
1.3.1. Türkiye’de Doğal Gaz Üretimi ve Tüketimi .....	9
1.3.2. Türkiye’de Doğal Gaz Sektörünün Talep Yapısı .....	15
1.3.2.1. Konut Tipi Tüketiciler .....	16
1.3.2.2. Ticari Tüketiciler .....	16
1.3.2.3. Sanayi Tüketicileri .....	17
1.3.2.4. Elektrik Üretim Santralleri.....	17
1.4. Doğal Gaz Tüketimini Etkileyen Faktörler.....	18
1.5. Doğal Gaz Tüketiminin Tahmini .....	21

## İKİNCİ BÖLÜM

### ZAMAN SERİLERİ VE BOX-JENKINS MODELLERİ

2.1. Zaman Serileri .....	26
2.2. Zaman Serilerinin Bileşenleri .....	27
2.3. Box – Jenkins Yöntemi .....	28
2.4. Box – Jenkins Modellerinde Kullanılan Temel Kavramlar .....	30
2.4.1. Otoregresif Modeller (AR).....	33

2.4.2. Hareketli Ortalama Modeller (MA) .....	34
2.4.3. Otoregresif Hareketli Ortalama Modeli (ARMA).....	35
2.4.4. Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama Modeli (ARIMA).....	36
2.4.5. Mevsimsel ARIMA modelleri (SARIMA).....	37
2.5. Model Kurulumu.....	38
2.5.1. Modelin Tanımlanması.....	38
2.5.2. Model Tahminleri.....	39
2.5.3. Alternatif Modellerin Kontrolü .....	39
2.5.4. Modelin Öngörüsü.....	42

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### DENİZLİ İLİ İÇİN DOĞAL GAZ TÜKETİM ANALİZİ VE TAHMİNİ

3.1. Araştırmanın Amacı.....	44
3.2. Uygulamada Kullanılan Veriler .....	44
3.2.1. Uzun Dönem Doğal Gaz Tüketim Verileri .....	45
3.2.2. Kullanım Kategorilerine Göre Doğal Gaz Tüketim Verileri.....	47
3.3. Denizli İli Doğal Gaz Tüketim Tahminini Etkileyen Faktörler .....	51
3.3.1. Sıcaklık Verileri .....	51
3.3.2. Nem Verileri.....	55
3.3.3. Derece Gün Verileri .....	56
3.3.4. Doğal Gaz Birim Fiyatları.....	58
3.3.5. Gaz Açım Verileri .....	60
3.3.6. Ekonomik Veriler .....	61
3.3.7. Nüfus Verileri.....	63
3.4. Tüketim, Abonelik, Sıcaklık ve Birim Fiyatların Karşılaştırılması .....	64
3.5. Konut Bazlı Tüketim Analizi.....	66
3.6. Doğal Gaz Tüketiminin Tahminlenmesi.....	70
3.6.1. Modelin Tanımlanması.....	70
3.6.2. Model Tahminleri.....	78
3.6.3. Alternatif Modellerin Kontrolü .....	79
3.6.4. Modelin Öngörüsü.....	82
SONUÇ .....	85
KAYNAKLAR .....	87



EKLER.....	95
ÖZGEÇMİŞ .....	110

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Dünyadaki Enerji Tüketimleri Büyüme Oranları .....	8
Şekil 2. Türkiyedeki Doğal Gaz Üretim Miktarları .....	9
Şekil 3. Türkiye İletim Hatları .....	12
Şekil 4. Türkiye İhracat Miktarları.....	13
Şekil 5. 2018 Yılı Türkiye Aylık Tüketim Değerleri.....	14
Şekil 6. 2018 Yılı Türkiye Sektör Bazlı Tüketim Oranları .....	15
Şekil 7. 2018 Yılı Doğal Gaz Kullanım Tipleri .....	16
Şekil 8. Türkiye Elektrik Üretiminde Enerji Kaynağı Olarak Doğal Gaz Oranı .....	17
Şekil 9. Trend eğrileri .....	27
Şekil 10. Denizli İlinin 2007 ve 2018 Yılları Arasındaki Aylık Tüketim ve Abonelik Değerleri.....	46
Şekil 11. Denizli İlinin 2007 ve 2018 Yılları Arasındaki Yıllık Tüketim ve Abonelik Değerleri.....	46
Şekil 12. Denizli İlinin 2007 ve 2018 Yılları Arasındaki Abonelik Oranları .....	47
Şekil 13. Denizli İlinin 5 Yıllık Kombi ve Ocak Tüketim ve Abonelik Değerleri .....	48
Şekil 14. Denizli İlinin 5 Yıllık Merkezi Sistem Tüketim ve Abonelik Değerleri .....	48
Şekil 15. Denizli İlinin 5 Yıllık Ocak Tüketim ve Abonelik Değerleri .....	49
Şekil 16. Denizli İlinin 5 Yıllık Şofben ve Ocak Tüketim ve Abonelik Değerleri .....	49
Şekil 17. Denizli İlinin 5 Yıllık Şofben, Ocak ve Soba Tüketim ve Abonelik Değerleri .....	50
Şekil 18. Denizli İlinin 5 Yıllık Diğer Tüketim ve Abonelik Değerleri .....	50
Şekil 19. Denizli İlinin 2009 ve 2019 Yılları Arasındaki Ortalama Sıcaklık Verileri ....	51
Şekil 20. Denizli İlinin 2015 ve 2019 Yılları Arasındaki Sıcaklık Verileri.....	53
Şekil 21. Denizli İlinin Aralık Ayı Sıcaklık Verileri .....	53
Şekil 22. Denizli İlinin Ocak Ayı Sıcaklık Verileri .....	54
Şekil 23. Denizli İlinin Şubat Ayı Sıcaklık Verileri .....	54
Şekil 24. Denizli İlinin 2015 ve 2019 Yılları Arasındaki Tüketim ve Ortalama Sıcaklık Verileri .....	55
Şekil 25. Denizli İlinin 2015 ve 2019 Yılları Arasındaki Doğal Gaz Tüketim, Nem ve Ortalama Sıcaklık Verileri .....	56
Şekil 26. Denizli İlinin 5 Yıllık Tüketim ve Derece Gün Verileri.....	58
Şekil 27. Denizli İlinin Tüketim ve Birim Fiyat Verileri.....	58
Şekil 28. Denizli İlinin Fiyat Artışı Etkisi .....	59
Şekil 29. Denizli İlinin Gaz Açım Verileri .....	60
Şekil 30. Tüfe ve Birim Fiyat Verileri .....	61
Şekil 31. Denizli İlinin Birim Fiyat Değişim Oranları.....	62
Şekil 32. Tüketici Güven Endeksi ve Birim Fiyat Verileri.....	62
Şekil 33. Denizli İli Nüfus Artış Oranı ve Yeni Abone Sayısı Verileri.....	63
Şekil 34. Denizli İli Mahalle Gösterimi .....	67
Şekil 35. Mahalle 1 Verileri .....	68
Şekil 36. Mahalle 2 Verileri .....	68
Şekil 37. Mahalle 3 Verileri .....	69
Şekil 38. Mahalle 4 Verileri .....	69
Şekil 39. Tüketim Verileri Program Görseli .....	70

Şekil 40. TUKETİM Serisinin Korelogramı .....	71
Şekil 41. LOGTUKETİM Serisinin Grafiği.....	72
Şekil 42. LOGTUKETİM Serisinin Korelogramı.....	73
Şekil 43. DLOGTUKETİM Serisinin Grafiği.....	74
Şekil 44. DLOGTUKETİM Serisinin Korelogramı.....	75
Şekil 45. SDLOGTUKETİM Serisinin Grafiği .....	76
Şekil 46. SDLOGTUKETİM Serisinin Korelogramı .....	77
Şekil 47. ARIMA(1,1,0)(1,1,0) <sub>12</sub> Modelinin Kalıntı Korelogramı .....	80
Şekil 48. ARIMA(0,1,1)(1,1,0) <sub>12</sub> Modelinin Kalıntı Korelogramı .....	81
Şekil 49. Belirlenen Modellerin Karşılaştırılması.....	82
Şekil 50. TAHMİN Serisinin Grafiği.....	83
Şekil 51. Öngörü Sonuçlarının Karşılaştırılması .....	83

## TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. Dünyadaki Kanıtlanmış Rezervler.....	5
Tablo 2. Dünyadaki Doğal Gaz Üretim ve Tüketim Değerleri.....	6
Tablo 3. 2018 Yılı Dünyadaki Doğalgaz Üretim Değerleri.....	6
Tablo 4. 2018 Yılı Dünyadaki Tüketim Değerleri.....	7
Tablo 5. İthalat Yöntemine Göre Türkiye'deki İthalat Detayları.....	10
Tablo 6. Türkiye Doğal Gaz İthalatları.....	11
Tablo 7. Türkiye Yıllık Tüketim Değerleri.....	14
Tablo 8. Doğal Gaz Tüketimini Etkileyen Faktörler.....	20
Tablo 9. Box-Jenkins Modellerini Dikkate Alan Doğal Gaz Tüketimiyle İlgili Çalışmalar.....	30
Tablo 10. ACF ve PACF Karşılaştırması.....	39
Tablo 11. Kullanım Kategorisine Göre Tüketim Detayları.....	45
Tablo 12. Denizli İlinin Kış Dönemleri Sıcaklık Verileri.....	52
Tablo 13. Denizli İli Derece Gün Verileri.....	57
Tablo 14. Denizli İli 1981 ve 2010 Yılları Arasındaki Ortalama Sıcaklık Verileri.....	64
Tablo 15. 5 Yıllık Aralık Aylarına Ait Veriler.....	65
Tablo 16. 5 Yıllık Ocak Aylarına Ait Veriler.....	65
Tablo 17. 5 Yıllık Şubat Aylarına Ait Veriler.....	66
Tablo 18. Değişkenlerin Korelasyonları.....	66
Tablo 19. LOGTUKETİM Serisi Birim Kök Testi Sonuçları.....	72
Tablo 20. DLOGTUKETİM Serisi Birim Kök Testi Sonuçları.....	74
Tablo 21. SDLOGTUKETİM Serisi Birim Kök Testi Sonuçları.....	76
Tablo 22. Aday Modellerin Parametre Tahminleri.....	78
Tablo 23. Belirlenen Modellerin Seçim Kriterleri.....	79
Tablo 24. Belirlenen Modellerin Kriter Değerleri.....	81
Tablo 25. Öngörü sonuçları.....	84

## SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

- A.B.D. : Amerika Birleşik Devletleri
- ACF : Otokorelasyon Fonksiyonu
- ADF : Arttırılmış Dickey-Fuller Testi
- AIC : Akaike Bilgi Kriteri
- AR : Auto Regressive
- ARMA : Auto Regressive Moving Average
- ARIMA : Auto Regressive Integrated Moving Average
- BBS : Bağımsız Birim Sayısı
- BCM : Milyar Metreküp
- BDT : Bağımsız Devletler Topluluğu
- BOTAŞ : Boru Hatları İle Petrol Taşıma Anonim Şirketi
- CNG : Sıkıştırılmış Doğal Gaz
- EPDK : Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
- FSRU : Yüzer Depolama ve Yeniden Gazlaştırma Ünitesi
- GDP : Gross Domestic Product (Gayri Safi Yurt İçi Hasıla)
- HDD : Heating Degree Days (Isıtma Gün Dereceleri)
- LNG : Sıvılaştırılmış Doğal Gaz
- MA : Moving Average
- MAPE : Mean Absolute Percent Error
- MSE : Mean Absolute Error
- OECD : Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
- OSB : Organize Sanayi Bölgesi
- RMSE : Root Mean Squared Error

SARIMA : Seasonal Auto Regressive Integrated Moving Average

Sm<sup>3</sup> : Standart Metreküp

TPAO : Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

M1 : Ocak

M2 : Şubat

M3 : Mart

M4 : Nisan

M5 : Mayıs

M6 : Haziran

M7 : Temmuz

M8 : Ağustos

M9 : Eylül

M10 : Ekim

M11 : Kasım

M12 : Aralık

## GİRİŞ

Dünya üzerindeki her canlı, hayatta kalabilmek için enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Canlılar bu enerjiyi kullanarak solunum yapmak ve hareket etmek gibi işlevleri yerine getirmektedir. Aynı şekilde insanlığın hayatına devam edebilmesi ve ilerleyebilmesi için enerji gereksinimi bulunmaktadır. Bu enerji, farklı enerji türlerinden elde edilmektedir. 19. yüzyıla kadar en büyük enerji kaynağı olarak kömür kullanılmıştır ve enerji kullanımındaki en önemli amaç, ısınma ve yemek ihtiyacını karşılamak olmuştur. Sanayi devrimi ile birlikte hem enerji ihtiyacı artmış hem de enerji, farklı amaçlar için kullanılmaya başlanmıştır. Kömür kullanılarak buhar üretilmiş ve buhar enerjisi ile sanayi üretiminde yeni bir döneme geçilmiştir. Daha sonra petrolün yer altı kaynaklarından çıkartılması ve işlenmesi ile petrol kaynaklı enerji, yeni ve daha sonraki dönemlerde temel enerji kaynağı olmuştur. Doğal gaz, petrol yataklarında petrol ürünleriyle beraber yeryüzüne çıkmasına rağmen önemi daha sonraki yıllarda anlaşılmıştır. 1970'li yıllarda petrol fiyatlarındaki artış ve çevreci yaklaşımlar sonucunda doğal gaz, her geçen yıl önemini arttırmıştır. Doğal gaz fiyatları; petrol fiyatı, altın fiyatı ve faiz oranlarından etkilenmektedir (Göral, 2015: 131). Günümüzde birçok ülkede ısınma için temel enerji kaynağını oluşturmaktadır. Çevreci politikalar sonucu ve kullanımının daha kolay olması gibi sebeplerle sanayi sektörlerinde de kullanımı yaygınlaşmaktadır. Aynı zamanda elektrik üretiminde de büyük bir oranda doğal gazdan yararlanılmaktadır. Uluslararası boru hatlarının da yapılması ile uzun mesafelere taşınması kullanımını yaygınlaştıran faktörlerdendir.

Kömür, petrol, doğal gaz ve benzeri enerji kaynakları milyonlarca yıl önceki fosillerden oluştuğu için bu kaynaklar, fosil enerji kaynakları olarak adlandırılmaktadır. Ortak yönleri ise yenilenemez olmaları ve çevreyi kirletici etkilerinin olmasıdır. Doğal gazın yakılması sonucunda daha az çevre kirliliği yaratması sebebiyle diğer kaynaklara göre daha çevreci olduğu söylenebilir. Fosil enerji kaynakları, bilinen mevcut yer altı kaynakları ile belirli bir süre daha kullanılabilir olacaktır. Teknolojinin gelişmesi ile yeni sondaj ve üretim yöntemleri bulunmaktadır. Ancak bu, yenilenemez oldukları gerçeğini değiştirmemektedir. Bunun yanında yenilenebilir enerji kaynaklarının, çevreci ve bağımsız olmaları nedeniyle günümüzde her geçen gün önemi artmaktadır.

Dünya nüfusunun sürekli artması ve ekonomik gelişmeler sonucunda dünyanın enerji talebi sürekli artmaktadır. Aynı zamanda dünyamızda küresel ısınmaya neden olan

çevre sorunları da bulunmakta olup 21. yüzyılın en önemli konularından biri haline gelmiştir.

Enerjiye olan ihtiyacın artış gösterdiği, çevre sorunlarının bulunduğu bir dünyada enerjinin verimli kullanılması kavramı ortaya çıkmaktadır. Ülkemiz adına doğal gaz, yeri doldurulamaz bir enerji kaynağı olup, büyük oranda ithal edilmektedir. Bu sebeple doğal gazın verimli kullanılması, ülke ekonomisine ve geleceğine katkı sağlayacaktır. Doğal gaz tüketimini etkileyen en önemli unsur, mevsimsel şartlardır. Yıllık toplam tüketimler her yıl değişmekte olup, incelendiğinde benzer tüketim eğrilerini gösterdiği görülebilir. Doğal gazın tüketimindeki artış, enerji kaynaklarının yönetimini önemli hale getirmiştir. Bu nedenle modelleme ve gelecek tüketimleri tahmin etme, enerji kaynaklarının verimli kullanılmasında önemlidir (Goncu, 2013: 26). Başka bir deyişle gelecek yıllardaki tüketimlerin doğal gazın verimli kullanılması adına analiz edilmesi gerekmektedir.

Tahmin yöntemlerinde geçmiş döneme ait veriler, belirlenen kriterler altında analiz edilerek gelecek dönem için sonuçlar elde edilmektedir. Bu sonuçlar değerlendirilerek süreçte geliştirme yapılması amaçlanmaktadır. Bu çalışmada ARIMA tahmin yöntemi kullanılarak, Denizli ilinin doğal gaz tüketiminin analiz edilmesi sonucunda gelecek dönemlerdeki tüketimler için değerlendirmeler elde edilmesi amaçlanmıştır. ARIMA modelleri, George Box ve Gwilym Jenkins tarafından geliştirilmiş olup Box-Jenkins modelleri olarak da adlandırılmaktadır. Geçmiş dönem verileri kullanılarak, modelin iki kısmında analiz edilerek gelecek dönemler için tahmin yapılmaktadır. Bu kısımlar, otoregresif (AR) ve hareketli ortalama (MA) modellerinden oluşmakta olup geciktirme işlemi için de (I) kısmı kullanılmaktadır.

Bu çalışma, giriş ve sonuç bölümleri dışında 3 bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde doğal gazın tarihçesi, dünyadaki ve ülkemizdeki kullanım alanları anlatılmıştır. İkinci bölümde zaman serileri ve çalışmada kullanılan ARIMA modelleri anlatılmıştır. Üçüncü bölümde ise Denizli ilindeki doğal gaz tüketim verileri incelenerek gelecek dönemler için tahmin yapılmıştır. Sonuç bölümünde uygulama bölümündeki sonuçlar değerlendirilmiş, sonuçların Denizli ve Türkiye ekonomisi için değerlendirmeleri yapılmış ve gelecek çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.



## BİRİNCİ BÖLÜM

### DOĞAL GAZ

Fizikte, bir cisim hareket ettirebilmek için bir miktar enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Benzer şekilde ülkelerin de varolabilmeleri ve gelişebilmeleri için enerji gereksinimleri bulunmaktadır. Dünyadaki birçok ülke, bir yandan düzenli olarak gelişimini sürdürürken diğer yandan da bu gelişime paralel olarak enerji talebini de arttırmaktadır (Taşpınar vd., 2013: 23). Ülkeler, enerji ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla farklı enerji türlerinden dolayısıyla farklı enerji kaynaklarından yararlanmaktadırlar. Bu kaynaklar arasında yer alan konvansiyonel kaynaklar; kömür, petrol, doğal gaz gibi yenilenemez kaynaklardan oluşmaktadır. Konvansiyonel olmayan kaynaklar ise; hidrolik, güneş, rüzgar gibi yenilenebilir kaynaklardan üretilen enerji kaynaklarını ifade etmektedir.

Diğer enerji kaynakları göz önünde bulundurulduğunda özellikle çevresel endişeler altında doğal gazın önemi ortaya çıkmaktadır (Taşpınar vd., 2013: 23). Bu anlamda doğal gaz; taşınmasının kolay ve güvenli olması, çevreci olması gibi özellikleri ile ön plana çıkmaktadır. Konutlarda da tüketicilere sağladığı kolaylıklar nedeniyle tüm dünyada kullanımı her geçen gün artmaktadır. Ayrıca fosil yakıtların tükenmesinin artan maliyetleri ile (hem ekonomik hem de ekolojik) ev sahipleri, tüketimlerini düşürmenin yollarını aramaktadırlar (Makonin vd., 2016: 1).

#### 1.1. Doğal Gaz Kavramına Genel Bir Bakış

Doğal gaz, milyonlarca yıl önceki organik yaşam kalıntılarının yüksek sıcaklık ve basınç etkisi altında, katalitik reaksiyonlar sonucunda oluşmaktadır (Acar vd., 2011: 7). Doğal gaz; metan ( $CH_4$ ), etan ( $C_2H_6$ ), propan ( $C_3H_{10}$ ) ve bütan ( $C_4H_{10}$ ) gibi hidrokarbon gazlardan oluşan yanıcı bir gaz karışımıdır. Oran olarak % 70-90 arası metan; % 0-20 arası etan, propan, bütan ve % 1'den az karbondioksit, oksijen gibi gazlardan oluşmaktadır. En uygun yanmanın sağlanabilmesi için hacim olarak % 90 hava ve % 10 doğal gaz karışımı gereklidir. Doğal gaz; temiz olması, yanmasının kolay olması, yüksek ısıl değeri ve kaynakların ulaşılabilirliği bakımından alternatif bir yakıttır (Akkurt vd., 2010: 2). Doğal gazın özellikleri şu şekildedir (UGETAM, 2016: 11):

- Renksizdir,
- Kokusuzdur,

- Zehirleyici değildir,
- Havadan hafiftir,
- Kuru bir gazdır,
- Tutuşma derecesi : 593 °C,
- Sıvılaştırma derecesi : - 161 °C,
- Yoğunluğu : 0,76 kg/m<sup>3</sup>,
- Patlama aralığı : % 5-15,
- Ortalama ısıl değeri : 8250 kcal/m<sup>3</sup>.

Doğal gaz; ham petrol kaynağından ayrı bir yerde bulunabildiği gibi, ham petrole birlikte de bulunarak yer üstüne çıkartılabilmektedir (Yağız, 2016: 4). Doğal gaz kaynakları, yeryüzüne çıkarılma süreçlerine göre konvansiyonel kaynaklar ve konvansiyonel olmayan kaynaklar olarak ikiye ayrılmaktadır. Konvansiyonel kaynaklar, kendi içinde ikiye ayrılmakta olup, ham petrole birlikte ve ham petrolden ayrı olan kaynaklardır. Konvansiyonel olmayan kaynaklar ise; geçirgenliği az kayalardan elde edilen, kömür kökenli, şeyl kaynaklarından elde edilen ve gaz hidratlar olarak ayrılmaktadır (Topçu, 2013: 5). 0 °C civarındaki sıcaklıklarda ve yüksek basınç altında, su buharı içeren bir gaz karışımı, katı kristaller oluşturabilir. Buna, gaz hidrat denmekte olup, doğal gaz için gelecek potansiyeli taşıyan bir enerji türüdür (Javanmardi vd., 2005: 1710). Teknolojinin gelişmesi ile konvansiyonel olmayan kaynaklardan üretilen doğal gaz miktarının artması sonucunda dünyada bilinen doğal gaz miktarı artmıştır. Bunun yanında yeni kaynaklara ulaşılabilmesi sonucunda ülkelerdeki kaynak miktarları da değişime uğramış ve daha önce doğal gaz ithal eden ülkeler, ihracatçı konumuna geçmiştir. Doğal gaz rezervlerinin 79,1 trilyon metreküpü (% 40,9) Orta Doğu ülkelerinde, 62,2 trilyon metreküpü (% 32,1) Avrupa ve Avrasya ülkelerinde, 33,1 trilyon metreküpü (% 17,1) Afrika/Asya Pasifik ülkelerinde bulunmaktadır (BP Statistical Review of World Energy, 2019: 30).

Doğal gazın yüzeye çıkarılması ve kullanımı petrole göre daha yakın tarihlerde gerçekleşmiştir. Yaklaşık 2500 yıl önce Çin'de doğal gazın yüzeye sızdığı yerlerden bambu borular aracılığıyla taşındığına dair izlere rastlanmıştır. Taşınan bu gazın yakılması sonucunda deniz suyundan içme suyu elde edildiği görülmüştür (Acar vd., 2011: 36). 19. yüzyılda ilk olarak petrol çıkarma çalışmalarında doğal gaz da yüzeye çıkmıştır ancak gereksiz görülerek havaya salınmıştır. Doğal gaz üretimi amacıyla ilk kuyu, 1821 yılında New York'ta William Hart tarafından açılmıştır. Doğal gaz,

başlangıçta ısınma amacından daha çok aydınlatma amacıyla kullanılmıştır (Ertürk, 2008: 188). Doğal gazın değeri, 20. yüzyılın ortalarından itibaren sondaj tekniklerinin gelişmesi ve boru hatlarının geliştirilmesi ile her geçen gün artmaktadır. Günümüzde dağıtım hatları ile evsel kullanım için yaygınlaşmış olup, sanayi ve elektrik üretimi amacıyla kullanımı da büyük bir önem arz etmektedir. Doğal gaz, yanma sonrasında diğer fosil yakıtlara göre daha az karbondioksit yaymaktadır ve endüstriyel olarak kullanımı daha esnektir (Brandt vd., 2014: 2).

## 1.2. Dünya’da Doğal Gaz Üretimi ve Tüketimi

Her geçen yıl dünyadaki doğal gaz rezerv miktarları artmaktadır. Bu artışta, teknolojinin gelişmesi sonucunda daha önce ulaşılamayan rezervlerin ulaşılabilir hale gelmesi etkili olmuştur. Örnek olarak A.B.D.’de kaya gazı ile üretimin yapılması ve denizlerin altında bulunan rezervlere ulaşımın daha kolay hale gelmesi verilebilir.

Tablo 1’de dönemsel olarak yıl sonundaki kanıtlanmış doğal gaz rezervleri trilyon  $Sm^3$  biriminde verilmiştir. Dünyadaki rezervlerin her geçen dönemde artış gösterdiği Tablo 1’den açık bir şekilde görülebilmektedir. Tablo 1’e göre en çok rezerve sahip ülkeler Orta Doğu’da bulunmakta ve bu ülkeleri, BDT ülkeleri takip etmektedir. Kuzey Amerika bölgesinde rezerv artışı da dikkat çekmektedir.

**Tablo 1.** Dünyadaki Kanıtlanmış Rezervler (trilyon  $Sm^3$ )

Bölge	1998	2008	2017	2018
Kuzey Amerika	7	8,7	14,1	13,9
Güney ve Orta Amerika	6,8	7,5	8,2	8,2
Avrupa	5,6	5,5	3,9	3,9
BDT	39,2	45,9	62	62,8
Orta Doğu	51,5	73,7	75,3	75,5
Afrika	10,3	14	14,4	14,4
Asya Pasifik	10,5	15	18,2	18,1
Toplam Dünya	130,8	170,2	196,1	196,9
OECD	13	15,7	19,7	19,4
OECD Harici	117,7	154,5	176,4	177,4
Avrupa Birliği	3,5	2,5	1,1	1,1

**Kaynak:** BP Statistical Review of World Energy, 2019: 30

Tablo 2’de bölge bazlı ve dönemsel olarak yıl sonundaki üretim ve tüketim miktarları milyar  $Sm^3$  biriminde verilmiştir. Tablo 2’ye göre dünyadaki toplam üretim 2008 yılında 3029,8 milyar  $Sm^3$  olarak gerçekleşirken, bu değer 2018 yılında 3867,9 milyar  $Sm^3$  değerine ulaşmıştır. Aynı dönem içinde tüketim değerleri ise 2998,8 milyar  $Sm^3$ ’ten 3848,9 milyar  $Sm^3$  değerine ulaşmıştır. Bu değerlere göre dünyada arz fazlası da olduğu söylenebilir (BP Statistical Review of World Energy, 2019: 32). Ayrıca bu tabloda

yıllar geçtikçe dünyada tüketimin arttığı ancak Avrupa bölgesinde bulunan ülkelerde ise tüketimin azaldığı dikkat çekmektedir.

**Tablo 2.** Dünyadaki Doğal Gaz Üretim ve Tüketim Değerleri (milyar Sm<sup>3</sup>)

Yıl	2008		2018		2008		2018	
	Üretim	%	Üretim	%	Tüketim	%	Tüketim	%
<b>Kuzey Amerika</b>	759,8	25,1	1053,9	27,2	778,2	26	1022,3	26,6
<b>Güney ve Orta Amerika</b>	157,9	5,2	176,7	4,6	138,1	4,6	168,4	4,4
<b>Avrupa</b>	321	10,6	250,7	6,5	625,6	20,9	549	14,3
<b>BDT</b>	768,6	25,4	831,1	21,5	521,3	17,4	580,8	15,1
<b>Orta Doğu</b>	392,3	12,9	697,3	18	337,1	11,2	553,1	14,4
<b>Afrika</b>	203,8	6,7	236,6	6,1	94,8	3,2	150	3,9
<b>Asya Pasifik</b>	426,3	14,1	631,7	16,3	503,7	16,8	825,3	21,4
<b>Toplam Dünya</b>	3029,8	100	3867,9	100	2998,8	100	3848,9	100
<b>OECD</b>	1102,1	36,4	1422,5	36,8	1489	49,7	1750,6	45,5
<b>OECD Harici</b>	1927,7	63,6	2445,3	63,2	1509,8	50,3	2098,3	54,5
<b>Avrupa Birliği</b>	200,2	6,6	109,2	2,8	516,6	17,2	458,5	11,9

**Kaynak :** BP Statistical Review of World Energy, 2019: 32

Tablo 3'te en çok üretim yapan ülkeler üretim büyüklüklerine göre sırasıyla gösterilmiştir. 2018 yılı içerisinde dünyadaki doğal gaz üretimi, 3867,9 milyar Sm<sup>3</sup> olmuştur ve % 21,5 oranıyla en çok Amerika Birleşik Devletleri'nde üretilmiştir. % 17,3 oranıyla Rusya Federasyonu ikinci sırada bulunmaktadır. Aynı yıl içerisinde ülkemizdeki doğal gaz üretimi ise 428,17 milyon Sm<sup>3</sup> olmuştur (Doğal Gaz Piyasası 2018 Yılı Sektör Raporu, 2019: 2). Dünyadaki üretimlere kıyasla, ülkemizde çok düşük bir değerde üretim yapılmaktadır.

**Tablo 3.** 2018 Yılı Dünyadaki Doğalgaz Üretim Değerleri (milyar Sm<sup>3</sup>)

Ülke Adı	Üretim Değeri
A.B.D.	831,8
Rusya Federasyonu	669,5
İran	239,5
Kanada	184,7
Katar	175,5
Çin	161,5
Avustralya	130,1
Norveç	120,6
Suudi Arabistan	112,1
Cezayir	92,3
Endonezya	73,2
Malezya	72,5

**Kaynak:** BP Statistical Review of World Energy, 2019: 32

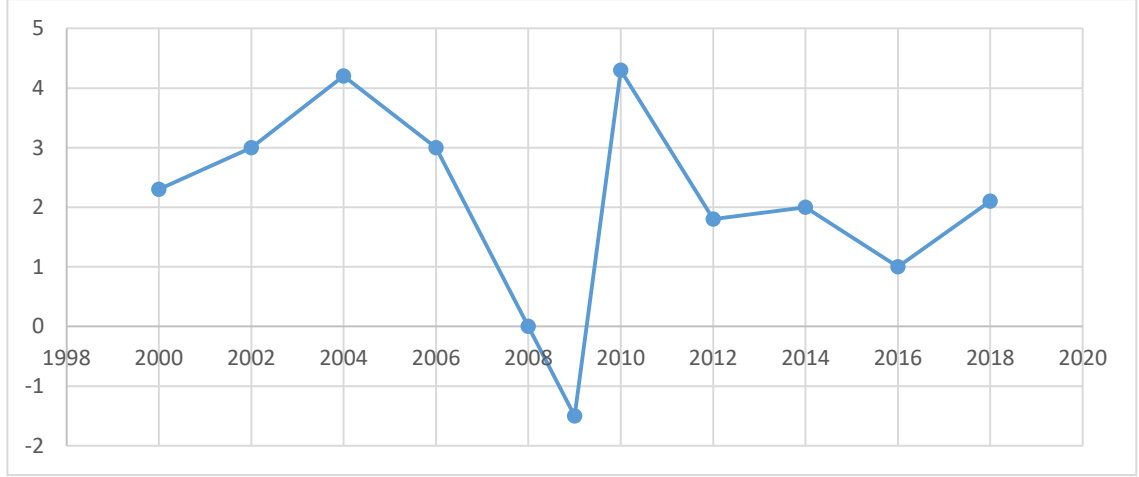
Dünyada en çok doğal gaz tüketen ilk 15 ülkenin ve Türkiye'nin 2018 yılındaki tüketimleri Tablo 4'te verilmiştir. Dünyada en çok doğal gaz tüketen ülkeler sırasıyla; % 21,2 oranıyla Amerika Birleşik Devletleri, % 11,8 oranıyla Rusya Federasyonu, % 7,4 oranıyla Çin Halk Cumhuriyeti ve % 5,9 oranıyla İran olmuştur. Türkiye ise 47,3 milyar Sm<sup>3</sup> tüketimi ile dünyadaki tüketimin % 1,2 oranına karşılık gelmektedir (BP Statistical Review of World Energy, 2019: 34).

**Tablo 4.** 2018 Yılı Dünyadaki Tüketim Değerleri (milyar Sm<sup>3</sup>)

Ülke Adı	Tüketim Değeri
A.B.D.	817,1
Rusya Federasyonu	454,5
Çin	283
İran	225,6
Japonya	115,7
Kanada	115,7
Suudi Arabistan	112,1
Meksika	89,5
Almanya	88,3
Birleşik Krallık	78,9
B.A.E.	76,6
Hollanda	69,2
Mısır	59,6
Hindistan	58,1
Güney Kore	55,9
Türkiye	47,3

**Kaynak:** BP Statistical Review of World Energy, 2019: 34

Şekil 1'de ise dünyadaki enerji tüketimlerinin yıllık bazda büyüme oranları gösterilmektedir (BP Statistical Review of World Energy, 2019: 3). Şekil 1'de 2008 global krizi öncesinde başlayan düşüş göze çarpmaktadır. Kriz sonrası büyüme oranlarında kısa süreli ciddi artış yaşanmıştır.



**Şekil 1.** Dünyadaki Enerji Tüketimleri Büyüme Oranları

### 1.3. Türkiye ve Doğalgaz

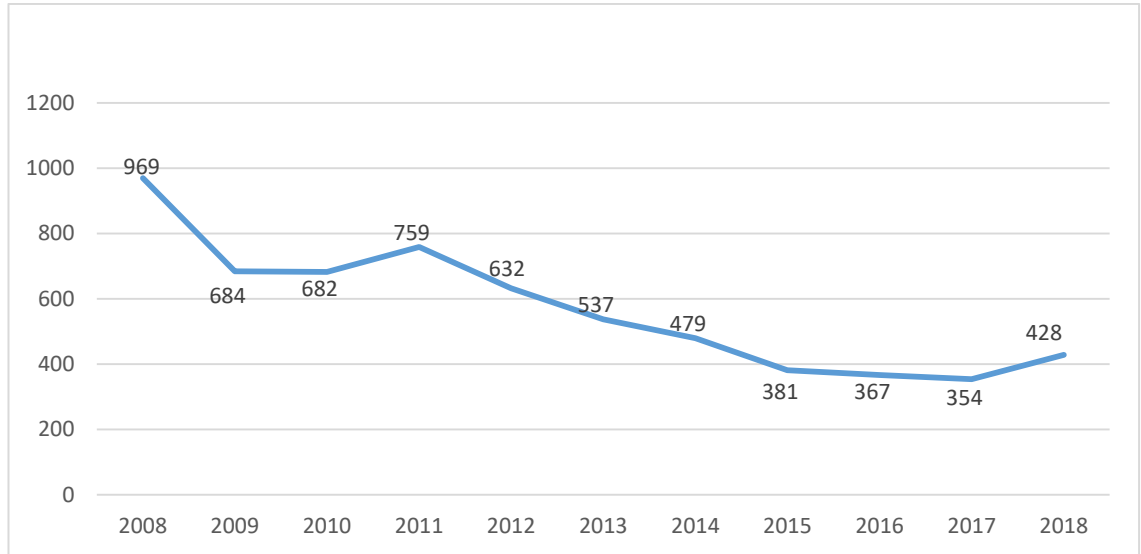
Ülkemiz, fosil enerji kaynakları açısından zengin bir coğrafyada olmasına rağmen fosil enerji kaynakları sınırlı bir ülkedir. Doğal gaz ilk olarak, 1970 yılında Kırklareli ilinde tespit edilmiş ve ilk kullanımı, 1976 yılında Pınarhisar Çimento Fabrikası'nda olmuştur. 1975 yılında ise Mardin ilinde bulunan doğal gaz, 1982 yılında Mardin Çimento Fabrikası'nda kullanılmıştır. İlk elektrik üretimi, Trakya ve Ambarlı Doğal Gaz Çevrim Santrallerinde yapılmıştır. Sanayi ve şehirlerde kullanım için Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği (SSCB) ile 1987 yılında imzalanan anlaşma ile doğal gaz ithalatına başlanılmıştır. İthal edilen gazın ilk kullanıldığı yer, 1987 yılında Hamitabat Elektrik Santrali olmuştur. Doğal gazın evsel ve ticari kullanım amacıyla ilk kullanıldığı yer, 1988 yılında Ankara ili olmuştur. Daha sonraki yıllarda İstanbul, Bursa, Eskişehir ve İzmit illerinde kullanım başlamıştır. Günümüzde 81 ilde doğal gaz kullanımı için gerekli altyapı bulunmaktadır.

1974 tarihinde Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) tarafından Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi (BOTAŞ) kurulmuştur. Doğal gaz piyasasının serbestleşmesi ve düzenlenmesi amacıyla 2 Mayıs 2001 tarihinde çıkarılan 4646 Sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu ile bu tarih öncesinde doğal gaz dağıtımı ve satış fiyatının belirlenmesi BOTAŞ tarafınca yapılmıştır. Bu kanun ile şehirlerdeki dağıtım faaliyetlerinin kaliteli, sürekli, ucuz ve rekabete dayalı şekilde tüketicilere ulaştırılması, piyasanın serbestleştirilmesi ve bağımsız bir düzenleme ve denetleme oluşturulması hedeflenmiştir (Topçu, 2013: 28). Düzenleme ve denetleme faaliyetleri, Enerji Piyasası ve Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından yürütülmektedir.

### 1.3.1. Türkiye’de Doğal Gaz Üretimi ve Tüketimi

6236 sayılı Petrol Kanunu ile doğal gaz üretimi; ülkemizde yer alan doğal gazın çıkarılması, arıtılması ve iletim hattına verilmesi olarak belirtilmiştir. Doğal gaz arama ve üretim faaliyetleri, 6491 sayılı Türk Petrol Kanununa göre Petrol İşleri Genel Müdürlüğü tarafından verilen ruhsatlar aracılığıyla yapılmaktadır. Üretim şirketleri, ürettikleri doğal gazı EPDK’dan toptan satış lisansı almak koşuluyla; toptan satış şirketlerine, ithalatçı şirketlere, ihracatçı şirketlere, dağıtım şirketlerine, kuyu başında olmak şartıyla CNG satış şirketleri ile CNG iletim ve dağıtım şirketlerine veya serbest tüketicilere pazarlayabilmektedir.

Toptan satış lisansı sahibi üretim şirketlerince üretilen doğal gaz miktarları (milyon Sm<sup>3</sup>) yıl bazlı olarak Şekil 2’de gösterilmiştir. Şekil 2’de 2008 ve 2018 yılları arasında üretimin % 55 oranında düşüş gösterdiği görülmüştür. 2018 yılında ülkemizin toplam doğal gaz arzının % 0,84’ü ülkemizde üretilen kaynaklardan, % 99,16’lık kısmı ise ithalat yoluyla sağlanmıştır (EPDK Doğal Gaz Piyasası 2018 Yılı Sektör Raporu, 2019: 2).



**Şekil 2.** Türkiyedeki Doğal Gaz Üretim Miktarları

**Kaynak :** EPDK Doğal Gaz Piyasası 2018 Yılı Sektör Raporu, 2019: 2

Ülkemizdeki doğal gaz kaynaklarının, ülkedeki tüketim talebine kıyasla yeterli olmaması nedeniyle doğal gaz ithalatı yapılması zorunlu hale gelmiştir. Doğal gaz ithalatı, boru hatları ve sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) yöntemleri olmak üzere iki farklı şekilde yapılmaktadır. Neredeyse yüzyıldır, doğal gaz güvenli ve ekonomik olarak boru hatları ile taşınmaktadır (Mokhatab vd., 2013: 1). 2018 yılı sonu itibariyle Rusya (Batı Hattı), İran ve Rusya (Mavi Akım Hattı) ve Azerbaycan ülkelerinden boru hatları ile

ithalat yapılmaktadır. Doğal gazın boru hatları ile taşınması çok ekonomik olmasına rağmen okyanuslardan veya denizlerden geçiş yapmak pratik değildir (Zheng vd., 2010: 128). Doğal gazın boru hatları yoluyla iletiminin teknik veya ekonomik açıdan mümkün olmaması durumunda LNG olarak taşınması da yapılabilmektedir. LNG yönteminde doğal gaz,  $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$  'ye kadar soğutularak sıvılaştırılmakta ve hacmi gaz halinin yaklaşık 600 katına kadar küçülmektedir. Taşıma işlemi de özel olarak imal edilmiş tankerler ile yapılmaktadır.

Tablo 5'te yıl bazlı olarak boru hatları ve LNG üzerinden yapılan ithalat miktarları gösterilmiştir. Tablo 5 incelendiğinde boru hatları ile ithalat oranlarının düştüğü, LNG ile ithalatın artış gösterdiği görülmektedir. Bu değişimde, doğal gaz ithal edilen ülkelerin çeşitlendirilmesi ve boru gazı ile ithal edilen ülkelere olan bağımlılığın azaltılmasının etkili olduğu belirtilmektedir (EPDK Doğal Gaz Piyasası 2018 Yılı Sektör Raporu, 2019: 8).

**Tablo 5.** İthalat Yöntemine Göre Türkiye'deki İthalat Detayları

Gazın Türü	Boru Gazı		LNG		Toplam
	Miktar	Pay (%)	Miktar	Pay (%)	
<b>Yıllar</b>					Miktar
<b>2013</b>	39.419,44	87,08	5.849,54	12,92	45.268,98
<b>2014</b>	41.981,41	85,22	7.280,87	14,78	49.262,28
<b>2015</b>	40.778,11	84,21	7.648,96	15,79	48.427,08
<b>2016</b>	38.724,48	83,54	7.627,68	16,46	46.352,17
<b>2017</b>	44.484,67	80,52	10.765,28	19,48	55.249,95
<b>2018</b>	39.032,13	77,51	11.328,45	22,49	50.360,58

**Kaynak :** EPDK Doğal Gaz Piyasası 2018 Yılı Sektör Raporu, 2019: 8



Tablo 6’da ise yıl bazlı olarak ithalat detayları gösterilmiştir (EPDK Doğal Gaz Piyasası 2018 Yılı Sektör Raporu, 2019: 7).

**Tablo 6.** Türkiye Doğal Gaz İthalatları

Ülke	Rusya		İran		Azerbaycan		Cezayir		Nijerya		Diğer*		Toplam	Bir Önceki Yıla Göre Yüzde Değişim
	Miktar	Pay (%)	Miktar	Pay (%)	Miktar	Pay (%)	Miktar	Pay (%)	Miktar	Pay (%)	Miktar	Pay (%)		
2008	23.159	62,01	4.113	11,01	4.580	12,26	4.148	11,11	1.017	2,72	333	0,89	37.350	4,21
2009	19.473	54,31	5.252	14,65	4.960	13,83	4.487	12,51	903	2,52	781	2,18	35.856	-4
2010	17.576	46,21	7.765	20,41	4.521	11,89	3.906	10,27	1.189	3,13	3.079	8,09	38.036	6,08
2011	25.406	57,91	8.190	18,67	3.806	8,67	4.156	9,47	1.248	2,84	1.069	2,44	43.874	15,35
2012	26.491	57,69	8.215	17,89	3.354	7,3	4.076	8,88	1.322	2,88	2.464	5,37	45.922	4,67
2013	26.212	57,9	8.730	19,28	4.245	9,38	3.917	8,65	1.274	2,81	892	1,97	45.269	-1,42
2014	26.975	54,76	8.932	18,13	6.074	12,33	4.179	8,48	1.414	2,87	1.689	3,43	49.262	8,82
2015	26.783	55,31	7.826	16,16	6.169	12,74	3.916	8,09	1.240	2,56	2.493	5,15	48.427	-1,7
2016	24.540	52,94	7.705	16,62	6.480	13,98	4.284	9,24	1.220	2,63	2.124	4,58	46.352	-4,28
2017	28.690	51,93	9.251	16,74	6.544	11,85	4.617	8,36	1.344	2,43	4.804	8,7	55.250	19,2
2018	23.642	46,95	7.863	15,61	7.527	14,95	4.521	8,98	1.668	3,31	5.140	10,21	50.361	-8,85

**Kaynak :** EPDK Doğal Gaz Piyasası 2018 Yılı Sektör Raporu, 2019: 7

Toplam ithalat miktarları açısından bakıldığında, Rusya’dan yapılan ithalatın 2008 yılında % 62,01 oranındayken, 2018 yılında % 46,95 oranına düştüğü görülmüştür. Aynı zamanda 2008 yılında ithalatın % 99,11 oranlık bölümü 4 ülkeden yapılmıştır. 2018 yılında ise bu değer % 89,79 oranına gerilemiştir. Bu açıdan bakıldığında on yıllık süre zarfında belirli ülkelere olan bağımlılığın azaltılarak, ithalat kanallarında çeşitlilik sağlandığı görülmüştür. Ülkenin arz güvenliği açısından olumlu bir gelişme olduğu yorumu yapılabilir.

Üretilen ve ithal edilen doğal gazın; yurt içinde boru hatları, LNG ve CNG yöntemleri ile konut, sanayi, elektrik üretim santralleri ve depolama tesislerine taşınmasına iletim denmektedir. Türkiye’de boru hatları ile iletim işlemini sadece BOTAŞ yürütmektedir. LNG ile iletim işlemini ise EPDK’dan ilgili lisansları almış olan şirketler yapabilmektedir. Ülkemize 2018 yılında 13 adet giriş noktasından yaklaşık 50,74 milyar Sm<sup>3</sup> doğal gaz girişi olmuştur. Bu girişin % 84,11’i BOTAŞ tarafından, % 15,89’u özel sektör tarafından yapılmıştır (EPDK Doğal Gaz Piyasası 2018 Yılı Sektör Raporu, 2019: 28).

BOTAŞ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ  
**DOĞAL GAZ VE PETROL BORU HATLARI**

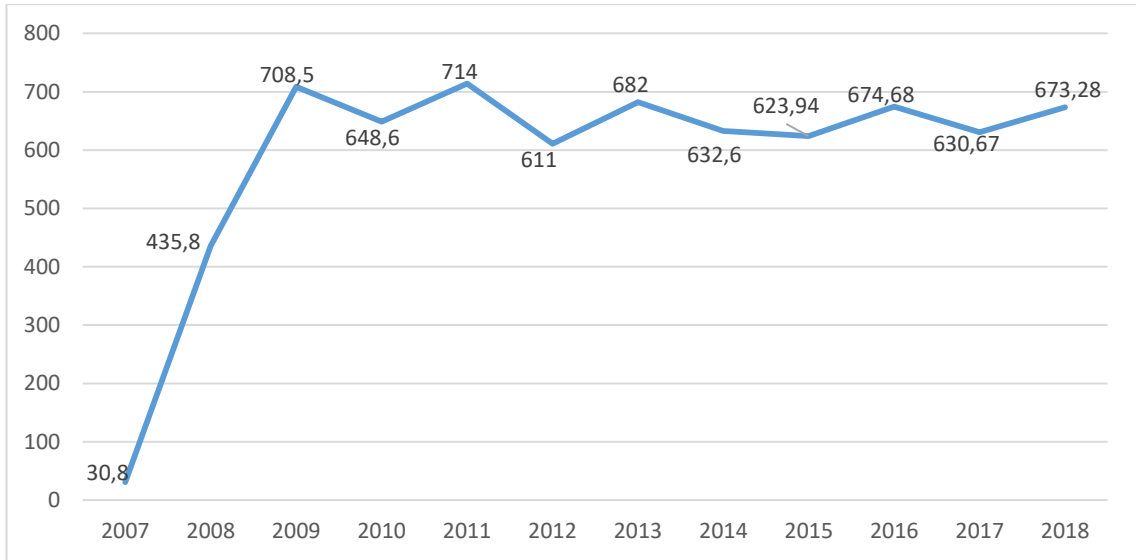


**Şekil 3.** Türkiye İletim Hatları

**Kaynak :** WEB\_1. (2019) Botaş web sitesi.

<https://www.botas.gov.tr/uploads/dosyaYoneticisi/611004-dogal-gaz-ve-petrol-boru-hatlari-haritasi.png> (02.08.2019).

Şekil 3'te Türkiye'de bulunan doğal gaz ithalat ve iletim hatlarını gösteren bir harita yer almaktadır. Yurt içinde üretilen veya ithal edilen doğal gaz, kamu ve özel sektör şirketleri tarafınca almış oldukları lisanslar dahilinde ihraç da edilebilmektedir. Lisans sahibi tüzel kişilerden sadece BOTAŞ ihracat faaliyetinde bulunmaktadır. Türkiye ve Yunanistan arasındaki boru hattının tamamlanması ile 18.11.2017 tarihinde doğal gaz ihracatına başlanmıştır. Şekil 4'te yapılan ihracat miktarları yıl bazlı olarak gösterilmiştir. Yapılan anlaşma sonrasında ihracat miktarında ciddi bir artış görülmüştür. İlerleyen yıllarda ise yıllık ihracat miktarı ortalama 660 milyon Sm<sup>3</sup> olmuştur.



**Şekil 4.** Türkiye İhracat Miktarları (milyon Sm<sup>3</sup>)

**Kaynak :** EPDK Doğal Gaz Piyasası 2018 Yılı Sektör Raporu, 2019: 18

Doğal gaz ile ilgili diğer önemli bir konu, doğal gaz tüketimini etkileyen faktörlerin etkisi ile oluşan talebi karşılamak amacıyla gaz veya LNG şeklinde doğal gazın depolanmasıdır. Depolama işlemi ile arz-talep dengesini güçlendirmek ve doğal gaz ithalat sürecindeki bir aksamaya karşılık sistemin güvenliğini sağlamak da amaçlanmaktadır. Bu sebeple depolama tesisleri kurulmuştur. 2018 yıl sonu itibariyle yer altı depolama tesislerinin kapasitesi 3.391 milyon Sm<sup>3</sup> ve LNG terminallerinin kapasitesi 0,943 milyon Sm<sup>3</sup>'e ulaşmıştır (EPDK Doğal Gaz Piyasası 2018 Yılı Sektör Raporu, 2019: 20).

Şehirlerde bulunan konut ve sanayi tüketicilerine doğal gazı güvenli olarak iletecek bir altyapının kurulması ve işletilmesi, EPDK tarafınca yapılan dağıtım lisans ihaleleri ile dağıtım şirketleri tarafından yürütülmektedir. Dağıtım şirketleri, BOTAŞ tarafından iletimi yapılan doğal gazı şehir istasyonları ile teslim alarak şehir içindeki müşteri ve bölge istasyonları vasıtasıyla tüketicilere ulaştırmaktadır. 2018 yıl sonu itibariyle ülkemizdeki 81 il merkezinin tamamında doğal gaz arzı sağlanmıştır. (EPDK Doğal Gaz Piyasası 2018 Yılı Sektör Raporu, 2019: 36).

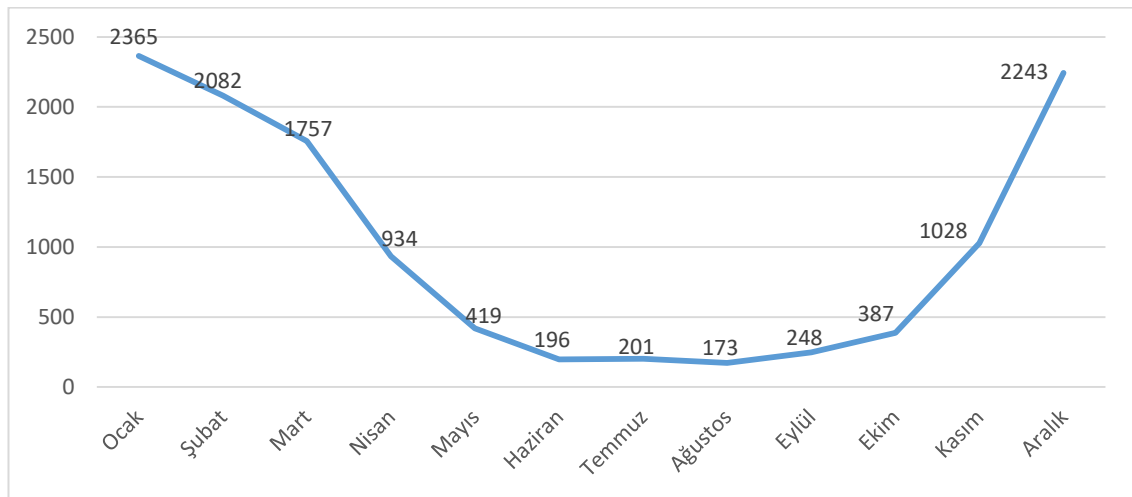
Doğal gazın Türkiye’deki tüketim miktarları, yıl bazında Tablo 7’de verilmiştir. Bu tabloda 2017 yılındaki tüketim artışı göze çarpmaktadır.

**Tablo 7.** Türkiye Yıllık Tüketim Değerleri

Yıl	Tüketim (milyon Sm <sup>3</sup> )
2009	35.219
2010	37.411
2011	43.697
2012	45.242
2013	45.918
2014	48.717
2015	47.999
2016	46.480
2017	53.857
2018	49.329

**Kaynak :** EPDK Doğal Gaz Piyasası 2018 Yılı Sektör Raporu, 2019: 55

Şekil 5’te ülkemizdeki şehirlerin aylık bazda doğal gaz tüketimleri gösterilmiştir. Buna göre 2018 yılı içerisinde en düşük aylık tüketim Haziran ayında; en yüksek aylık tüketim ise Ocak ayında gerçekleşmiştir. Aylık tüketim değerleri açısından en çok değişkenlik gösteren sektör, konutlar olmuştur. Ocak ayından başlayarak Haziran ayına kadar tüketimler düşüş eğilimi göstererek en düşük değere ulaşmış sonraki aylarda ise Aralık ayına kadar yükselerek devam etmiştir.



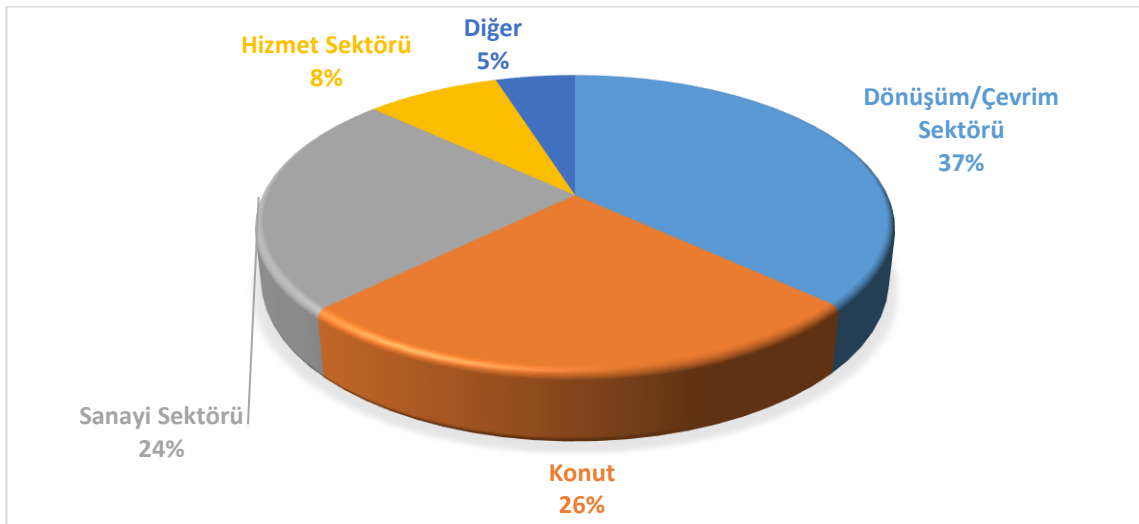
**Şekil 5.** 2018 Yılı Türkiye Aylık Tüketim Değerleri

**Kaynak :** EPDK Doğal Gaz Piyasası 2018 Yılı Sektör Raporu, 2019: 48

### 1.3.2. Türkiye’de Doğal Gaz Sektörünün Talep Yapısı

Türkiye’de doğal gaz hem konutlarda hem de sanayi sektöründe kullanılmaktadır. Doğal gaz konutlarda; ısınma, mutfak ihtiyaçları ve sıcak su ihtiyacını karşılamak amacıyla kullanılmaktadır. Evsel tüketiciler doğal gazı, en çok ısınma amacıyla kullanmaktadır. Doğal gaz fiyatının yükselmesi durumunda tüketimi fazla düşürememeleri hane halkı gelirin büyük bir kısmını ısınma için kullanmalarına sebep olmaktadır. Doğal gaz fiyatlarında % 10’luk bir artış, talepte kısa dönemde % 3’lük bir azalma ile sonuçlanacaktır (Topçu, 2013: 15). 2018 yılı içerisinde konutlara ait toplam tüketim, 12.701,85 milyon Sm<sup>3</sup> olarak gerçekleşmiş olup bu değer de toplam tüketimin % 26’sına denk gelmektedir (EPDK Doğal Gaz Piyasası 2018 Yılı Sektör Raporu, 2019: 55).

Sanayi sektörlerinde doğalgaz, üretim amacıyla; hizmet sektörlerinde ise ticari üretim amacıyla kullanılmaktadır. Bunların dışında doğal gazın büyük kısmı elektrik üretimi amacıyla kullanılmaktadır. Aynı zamanda sanayi sektörlerinden bağımsız olarak, elektrik üretim santrallerinde elektrik talebinin büyük oranda karşılanması amacıyla kullanılmaktadır. Şekil 6’da sektörel bazda tüketim oranları belirtilmiştir, buna göre doğal gaz en çok elektrik üretimi için kullanılmaktadır. Tüketimde ikinci sırada ise konutlar bulunmaktadır.



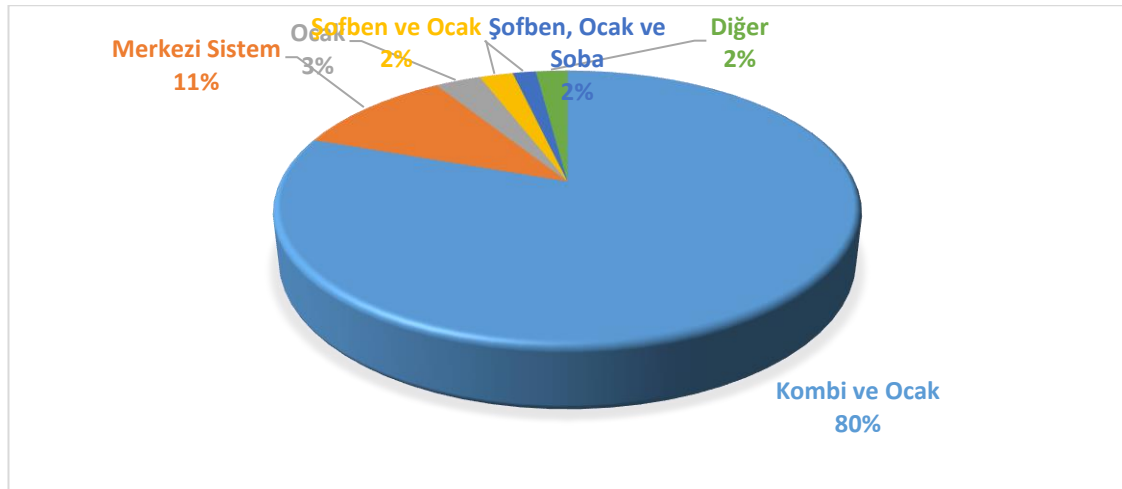
Şekil 6. 2018 Yılı Türkiye Sektör Bazlı Tüketim Oranları

**Kaynak :** EPDK Doğal Gaz Piyasası 2018 Yılı Sektör Raporu, 2019: 57

Kullanım alanlarına ve ihtiyaçlarına bakıldığında doğal gaz tüketiminin fazla esnek olmadığı söylenebilmektedir. Sürekli kullanım talebi bulunmaktadır. Kış aylarında ısınma ihtiyacı sebebiyle tüketim artışı gözlenirken, yaz aylarında ise elektrik tüketiminin artması sebebiyle tüketim artışı gözlemlenmektedir. Sanayi tüketimleri ise yıl içerisinde genellikle sabit bir değerde ilerlemektedir (EPDK Doğal Gaz Piyasası 2018 Yılı Sektör Raporu, 2019: 58).

### 1.3.2.1 Konut Tipi Tüketiciler

Konutlarda doğal gaz; ısınma, sıcak su ve ocak ihtiyaçları için kullanılmakta olup bunlar arasında öncelikli kullanım amacı ısınmadır. Isınma, bireysel ve merkezi sistemler olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Bireysel sistemde her bağımsız birim(daire) ısınma ihtiyacını kendisine ait cihaz ile karşılamaktadır. Merkezi sistemlerde ise binanın ısınma ihtiyacı tek bir ısı merkezinden karşılanmaktadır. Yemek pişirme ihtiyacı ise doğal gaza uygun ocaklar ile karşılanmaktadır. Doğal gazın ocak kullanımında, alternatif yakıtlara göre en büyük avantajı, sürekli ve daha ekonomik olmasıdır.



Şekil 7. 2018 Yılı Doğal Gaz Kullanım Tipleri

**Kaynak :** EPDK Doğal Gaz Piyasası 2018 Yılı Sektör Raporu, 2019: 48

2018 yılına ait konut abonelerinin kullanım türlerine göre doğal gaz tüketim oranları Şekil 7’de gösterilmiştir. En çok kombi ve ocak kategorisinde kullanım yapıldığı görülmektedir.

### 1.3.2.2 Ticari Tüketiciler

Bu tip tüketiciler, doğal gazı ticari faaliyetlerinde kullanmaktadırlar. Bu tip tüketicilerde, konut tüketicilerinde bulunan cihazlar bulunabilmekte ve bu şekilde ısınma, sıcak su ve ocak ihtiyaçları karşılanmaktadır. Bunlara ilave olarak farklı

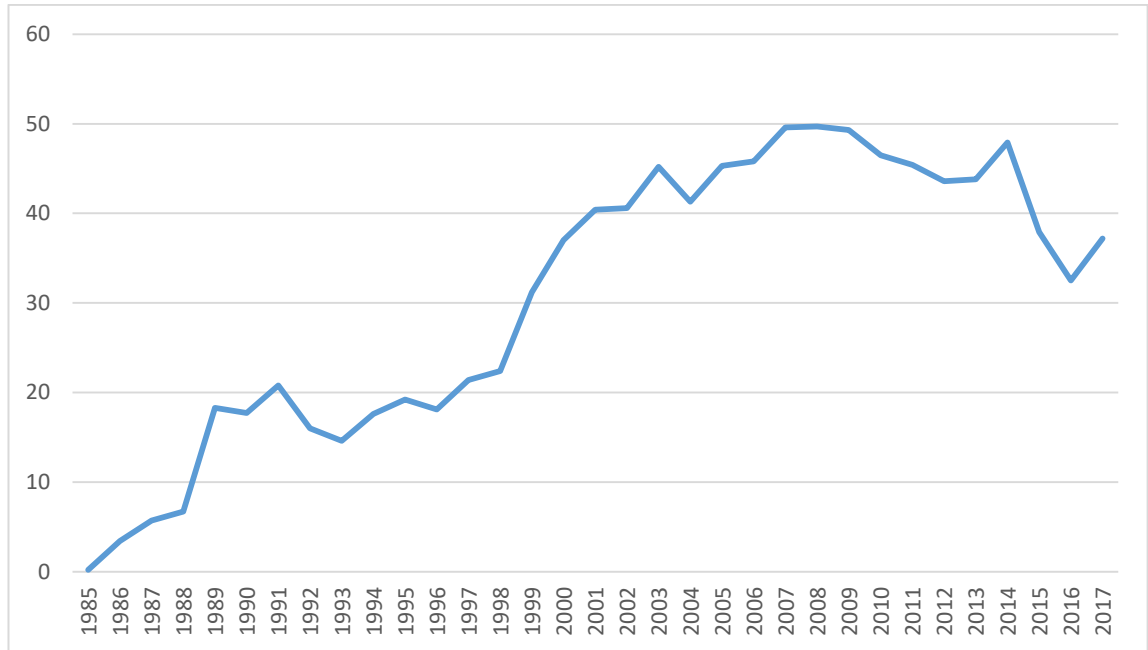
amaçlarla doğal gaz kullanılmaktadır. Bu amaçlar için kullanan tesislere; lokantalar, kamu kuruluşları, oteller, alışveriş merkezleri, çamaşırhaneler, yurtlar örnek olarak verilebilir.

### 1.3.2.3. Sanayi Tüketicileri

Doğal gazın illerde yaygınlaşması ile en büyük kullanım alanlarından biri sanayi tesisleri olmuştur. Bir fabrika, tek başına doğal gaz kullanımı yapabildiği gibi Organize Sanayi Bölgeleri (OSB) aracılığıyla da doğal gaz kullanımı yapabilmektedir. Sanayi tesislerindeki doğal gaz kullanımının nedenlerine; enerji maliyetlerinin düşürülmesi, enerjinin sürekli olması ve çevre kirliliğini azaltması örnek verilebilir.

### 1.3.2.4. Elektrik Üretim Santralleri

Elektrik üretim santralleri, kombine çevrim santralleri olarak da adlandırılmaktadır. Bu tesislerde doğal gaz, yüksek basınç altında çeşitli yöntemler ile yakılarak elektrik üretimi yapılmaktadır. Büyük kapasiteli tesisler olup, doğal gaz tüketim miktarları yüksektir.



**Şekil 8.** Türkiye Elektrik Üretiminde Enerji Kaynağı Olarak Doğal Gaz Oranı

**Kaynak :** WEB\_10. (2019) Türkiye İstatistik Kurumu web sitesi.

<http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> (05.09.2019).

Şekil 8’de gösterildiği üzere doğal gazın elektrik üretimindeki payı yüksektir. Elektrik üretimindeki bu pay oranı da doğal gaza bağımlılığı göstermesi açısından önemlidir. Doğal gazın, ülkemiz açısından neredeyse tamamen ithal bir enerji kaynağı olduğu da unutulmamalıdır.

#### 1.4. Doğal Gaz Tüketimini Etkileyen Faktörler

Dünyada ve Türkiye’de yapılan doğal gaz tüketiminin tahminine ilişkin çalışmalarda dikkate alınan faktörler, Tablo 8’de özetlenmiştir. Bu çalışmaların genellikle aylık ve yıllık dönemler için yapıldığı dikkat çekmektedir. Diğer yandan bu çalışmalarda tüketime etki eden birçok faktörün incelendiği görülmüştür. Başka bir deyişle doğal gaz tüketimlerinin tahminlenmesine yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde ana veri olarak kullanılan tüketim verilerinin yanı sıra başka faktörlerin de analizlere dahil edildiği görülmüştür. Aynı zamanda doğal gaz tükenebilen bir enerji kaynağı olup kullanılma potansiyeli rezervlerle sınırlıdır. Bu kapsamda değerlendirildiğinde yapılan çalışmaların önemi ortaya çıkmaktadır.

Mevsim, doğal gaz tüketimini etkileyen en önemli faktör olup tüketimlerde dalgalanmalara sebep olmaktadır (Topçu, 2013: 22). Hava sıcaklığının düştüğü kış aylarında tüketim miktarı artmakta, yaz aylarında ise düşmektedir. Yaz aylarındaki elektrik talebinin karşılanması amacıyla, doğal gaz ile elektrik üreten tesislerdeki doğal gaz tüketimi, toplam tüketimdeki düşüşü bir miktar azaltmaktadır.

Doğal gaz fiyatlarında meydana gelen artış ve azalışlar tüketim miktarını da etkilemektedir (Mu, 2007: 49). Fiyatlardaki düşüşler, konut tüketicilerinin ısınma ihtiyaçlarını karşılamasını kolaylaştırmaktadır. Bu durumda tüketimlerde artışlar gözlemlenebilmektedir. Fiyatlardaki artışlar ise doğal olarak tüketimlerde düşüşe neden olmaktadır. Ancak ısınmanın temel bir ihtiyaç olması sebebiyle tüketim değerleri belirli bir noktaya kadar düşmektedir. Aynı zamanda fiyat artışları ilk defa doğal gaz kullanacak olan tüketicilerin alternatif yakıtlara yönelmesine neden olabilmektedir.

Elektrik üretim santrallerinde ise doğal gaz satış fiyatları ve elektrik satış fiyatları arasında bir ilişki bulunmaktadır (Bolinger vd., 2006: 20). Elektrik fiyatlarının sabit kalması ve doğal gaz satış fiyatlarının artması durumu için santrallerin çalışmayı durdurması gündeme gelmektedir. Sanayi sektörlerinde ise doğal gaz satış fiyatları, doğrudan üretimi ve ürün fiyatlarını etkilemektedir. Doğal gaz fiyatlarındaki artış, üretilen ürünlerin de fiyatlarının artmasına neden olmakta bu da tüketicilerin satın alma gücünü ve enflasyonu etkilemektedir.

Dünya çapında ve ülke bazında meydana gelen ekonomik gelişmeler doğal gaz tüketimlerini doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir. Ekonomik gelişmelerin olumlu olduğu dönemlerde sanayi sektörlerinin ve dolaylı olarak elektrik üretim



tesislerindeki üretim artışları doğal gaz tüketiminde artışlara sebep olmaktadır. Buna benzer olarak ekonomideki yavaşlama veya ekonomik kriz durumlarında sektörlerdeki olumsuz durumların sonucu olarak doğal gaz tüketimi azalmaktadır. Örnek olarak 2008 yılındaki küresel ekonomik krizde Türkiye'deki doğal gaz tüketimi % 1,69 oranında azalmıştır (Topçu, 2013: 24). Dünyada ya da Türkiye'de meydana gelen değişimlerinin bir sonucu olarak ekonomik göstergeler, genel tüketim ve enerji talepleri değişim göstermektedir. Nüfus artışı ekonomik büyümedeki en önemli etkenlerden biridir. Buna paralel olarak nüfus artışı ile enerji talebi artmakta olup, doğal gaz tüketimini de etkileyen faktörler arasında bulunmaktadır.

Uluslararası ve ulusal politikalar, enerji talebini ve kullanım şekillerini doğrudan etkilemektedir. Uluslararası politikaların ve anlaşmaların bir sonucu olarak enerji iletim hatlarının yapılması, enerji satış sözleşmelerinin imzalanması kullanılacak olan enerji türünün uzun vadede belirlenmesi anlamına gelmektedir. Bunun devamı olarak da ulusal politikalar ile yurt içindeki enerji talep ve kullanım türleri şekillenmektedir. Örnek olarak doğal gaz dağıtım piyasasının serbestleşmesinin sağlanması sunulabilir. Türk hükümeti, 2001-2007 yılları arasında yürütülen girişimler sayesinde yerel doğal gaz piyasasının serbestleştirilmesine karar vermiştir (Rzayeva, 2014: 2). 4646 sayılı Kanun ile özel sektör doğal gaz dağıtımını ve satışı yapabilir hale gelmiştir. Bu sayede oluşan rekabet ile maliyetler düşürülmüş ve daha fazla tüketiciye ulaşılmıştır. Ayrıca ulusal politikalar ile belirlenen enerji ürünleri üzerindeki vergiler de tüketimleri etkileyen unsurlardandır.

**Tablo 8.** Doğal Gaz Tüketimini Etkileyen Faktörler

<b>Yazar/Yazarlar</b>	<b>Çalışmada Dikkate Alınan Faktörler</b>	<b>Tahmin Dönemi</b>
Liu ve Lin (1991)	Aylık sıcaklık, Aylık fiyat	Mevsimsel ve Yıllık
Brown ve Martin (1994)	Isıtma Gün Dereceleri (Heating Degree Days, HDD), Sıcaklık, Rüzgar hızı	Günlük
Dahl ve McDonald (1998)	Fiyat, Gelir, Nüfus	Yıllık
Khotanzad ve Elgeral (1999)	Sıcaklık, Rüzgar hızı	Günlük
Durmayaz (2000)	HDD	Aylık
Khotanzad ve Elragal (2000)	Sıcaklık, Rüzgar hızı	Günlük
Gümrah (2001)	Abone sayısı, Hava durumu	Günlük
Tahat vd. (2002)	Günlük sıcaklık, Günlük nem, Günlük güneş radyasyon oranı	Saatlik
Sarak ve Satman (2003)	Abone sayısı	Yıllık
Elragal (2004)	Hava durumu	Günlük
Görücü (2004)	Fiyat, Abone sayısı, HDD	Yıllık
Gelo (2006)	Ortalama maaş, Fiyat	Aylık
Musilek (2006)	Hava durumu	Günlük
Timmer ve Lamb (2007)	Maksimum ve minimum sıcaklıklar	Dönemsel
Potocnik (2007)	Günlük sıcaklık	Günlük
Aras (2008)	HDD, Tüketici güven endeksi	Aylık
Kızılaslan ve Karlık (2008)	Minimum ve maksimum sıcaklıklar, Abone sayıları	Günlük ve Haftalık
Brabec (2009)	Ortalama sıcaklık	Günlük
Kızılaslan ve Karlık (2009)	Sıcaklık	Aylık
Tonkovic (2009)	Sıcaklık, Rüzgar hızı	Saatlik ve Günlük

Yazar/Yazarlar	Çalışmada Dikkate Alınan Faktörler	Tahmin Dönemi
Azadeh (2010)	Enflasyon, Fiyat, İşsizlik, Dünya gelişmişlik endeksi, CO2 emisyonu	Günlük
Azadeh vd. (2012)	Fiyat, Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (Gross Domestic Product, GDP), Tüketici given endeksi	Yıllık
Dalfard vd. (2013)	Fiyat, GDP, Nüfus	Yıllık
Kialashaki ve Riesel (2013)	Nüfus, GDP, Ev nüfusu, Ev geliri, Fiyat	Yıllık
Melikoğlu (2013)	İhracat, Nüfus	Yıllık
Taşpınar vd. (2013)	Sıcaklık, Rüzgar hızı, Atmosfer basıncı, Nem, Bulutluluk oranı	Günlük
Kani (2014)	GDP, Fiyat, Sıcaklık	Yıllık
Potocnik (2014)	Hava durumu	Yıllık
Soldo vd. (2014)	Hava, Saatlik sıcaklık, Güneş radyasyon oranı	Günlük
Khan (2015)	Fiyat	Yıllık
Scarpa ve Bianco (2017)	HDD, Fiyat, GDP	Yıllık
Beyca vd. (2019)	Sıcaklık	Yıllık

### 1.5 Doğal Gaz Tüketiminin Tahmini

Doğal gaz, hayatımızı doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen bir enerji kaynağıdır. Önceki bölümlerde anlatıldığı üzere konutlarda ısınma ve beslenme gibi temel ihtiyaçların karşılanmasında kullanılmaktadır. Aynı zamanda modern zamanların vazgeçilmezi olarak elektriğin üretiminde ülkemiz, büyük oranda doğal gaza bağımlıdır. Buna ilave olarak doğal gazın sonsuz bir kaynak olmaması ve ülkemiz tarafından ithal edilmesi, tüketim analizinin ve tahmininin önemini ortaya koymaktadır. Gerçekçi göstergelere dayalı doğal gaz talebinin orta ve uzun vadede tahmin edilmesi, sanayileşmiş bir ülke haline gelmek ve sağlıklı bir gaz piyasasına sahip olmak için bir önkoşuldur (Erdoğan, 2010: 25).

Doğal gaz tahmini, politika yapıcılar ve doğal gaz piyasasında sorumlu olan kurumlar için önem arz etmektedir. Doğru tahminler olmadan, ekonomik olmayan sevkiyatlar sebebiyle oluşan aşırı veya düşük fiyatlandırma, arz güvenliği belirsizlikleri gibi sorunlarla karşılaşılacaktır (Wei vd., 2019: 1). Bu sebeple, doğal gaz talebinin doğru tahmini, sanayi sektörünün normal çalışmasını, ekonomik kayıpları azaltmayı, toplam tüketimdeki arz ve talep dengesini sağlamaktadır (Lu vd., 2019: 666). Şehirlerde doğal gaz dağıtımı, belirlenen kurallar çerçevesinde özel sektör aracılığıyla yapılmaktadır. Bu nedenle doğal gaz tüketiminin tahmini, doğal gaz sektörüne bağlı devlet kurumlarının yanı sıra gaz dağıtım ve taşımacılık şirketleri için de çok önemlidir (Gil ve Deferrari, 2014: 1). Sınırlı doğal gaz rezervlerinin bulunması ve enerjinin sürdürülebilir olarak kullanılması amacıyla, verimli enerji planlama çalışmaları için gelecek dönemlere yönelik doğal gaz tüketiminin tahmini çok önemlidir (Beyca vd., 2019: 937). Bu kapsamda doğal gaz tüketimlerinin tahminine ilişkin ülkemizde ve dünyada yapılan çalışmalar için literatür taranmıştır. Bu çalışmalardan bazıları şu şekildedir:

Verhulst (1950), Fransa'daki 46 gaz üreticisi şirketi üç gruba bölmüştür ve tüketimleri tahmin etmek için bir model kurarak çalışma yapmıştır. Aynı zamanda fosil yakıtların yaşam döngüsünü ve karakteristik özelliklerini incelemiştir.

Balestra ve Nerlove (1966), ekonometrik parametrelerden yararlanarak konutlar ve ticari tesisler için en küçük kareler yöntemi ile doğal gaz tüketimlerinin tahminini yapmıştır.

Herbert (1987), A.B.D. içindeki konutlara yapılan aylık doğal gaz satışlarını analiz etmiştir. Regresyon analizlerini kullanarak aylık ve yıllık doğal gaz tahminlerini gerçekleştirmiştir.

Liu ve Lin (1991), Tayvan'da bulunan konutlara ait doğal gaz tüketim verilerini kullanarak doğrusal transfer fonksiyonu yöntemi ile tüketim tahmini yapmışlardır. Hava sıcaklığı ve doğal gazın birim fiyatını önemli faktörler olarak belirlemişlerdir.

Brown ve Matin (1995), Wisconsin Gaz Dağıtım Şirketi'nden aldıkları veriler ile Wisconsin eyaleti için yapay sinir ağları yönteminden yararlanarak günlük gaz tahminleri üzerine çalışma yapmışlardır.

Smith vd. (1996), bölgesel gaz şirketlerinden aldıkları veriler ile bölgesel bazlı doğal gaz tüketim tahminlerinde bulunmuşlardır. Buldukları sonuçları geleneksel yöntemler ile karşılaştırmışlardır.

Suykens vd. (1996), yapay sinir ağları yönteminden yararlanarak Belçika'nın doğal gaz tüketimi üzerine çalışma gerçekleştirmişlerdir.

Durmayaz vd. (2000), İstanbul ilinde bulunan konut tüketicileri için derece gün yöntemiyle ısıtma ihtiyacı için olan enerji ve yakıt tüketim analizi ve tahmini yapmıştır.

Gümrah vd. (2001), Ankara ilinin doğal gaz tüketimini derece gün yöntemiyle incelemişlerdir. 2005 yılına kadar olan dönem için tahmin çalışması yapmışlardır.

Tahat vd. (2002), termal analiz sisteminden yararlanarak Ürdün'deki bir evin ısı ihtiyacını analiz etmiş ve bir simülasyon oluşturmuştur. Bu simülasyonu kullanarak konutlar için doğal gaz tüketim tahmini gerçekleştirmiştir.

Aras ve Aras (2004), konut tüketicileri için aylık doğal gaz tüketim verilerini kullanarak zaman serisi analizi ve derece gün yöntemini kullanarak tüketim analizi ve tahmini yapmışlardır.

Görücü vd. (2004), Ankara ilinin doğal gaz tüketiminin incelenmesi ve tahmini üzerine yaptıkları çalışmada, yapay sinir ağları yönteminden yararlanmışlardır. 2002 ve 2005 dönemleri arası için çalışma yapılmış olup, ekonomik olarak iki farklı senaryo üzerine de tahmin çalışması yapılmıştır.

Gutierrez vd. (2005), stokastik Gompertz yönteminden yararlanarak İspanya için doğal gaz tüketimini tahmin etmiştir. Kullandıkları yöntemi daha önceki çalışmalarda kullanılan yöntemlerin sonuçları ile de kıyaslamışlardır.

Viet ve Mandziuk (2005), Polonya'daki iki farklı bölge için doğal gaz tüketim tahmini yapmışlardır. Gaz tüketimleri için yapay sinir ağları ve bulanık mantık yöntemlerinden yararlanılmıştır. Bulunan sonuçları, farklı dönemler için karşılaştırmışlardır.

Kılıç (2006), Türkiye'nin doğal gaz tüketimini, enerji politikalarını ve doğal gazın Türkiye'nin sosyal ve ekonomik hedeflerine ulaşma yolundaki anahtar rolü üzerine bir çalışma yapmıştır. Yazar çalışmasında, Türkiye'nin enerji koridoru olma potansiyeline vurgu yapmıştır.

Al-Fattah (2006), A.B.D.'ye ait doğal gaz üretimi, kanıtlanmış rezervler ve yıllık tüketim verileri ile zaman serisi modellemesini kullanarak 2025 yılına kadar olan dönem için tüketim analizi yapmıştır.

Ediger ve Akar (2007), 2005 ve 2020 yılları arasında Türkiye'deki enerji tüketim talebini ARIMA ve SARIMA modelleri ile analiz ederek tahminleme yapmışlardır.

Huntington (2007), A.B.D.'de bulunan endüstriyel tesisler için 1985 ve 2003 dönemlerini kapsayan doğal gaz tüketimlerini analiz etmiştir. Doğal gaz fiyatlarının petrol fiyatlarına bağlı olarak değişim gösterdiğini vurgulamıştır.

Simunek ve Pelikan (2008), sıcaklık verilerinden yararlanarak kısa dönemli doğal gaz tahmini için çalışma yapmışlardır.

Yoo vd. (2009), yaptıkları çalışma ile Güney Kore'de bulunan Seul kentindeki konutların doğal gaz tüketimlerini incelemişlerdir. Konutlarda yaşayan ailelerin büyüklüğü ve birim fiyatların tüketimlere yaptığı etkiye vurgu yapmışlardır.

Kırçıl (2013), enerji talebinin tahminlenmesinin Türkiye gibi ithalata bağımlı olan ülkeler için önemine vurgu yapmıştır. Box-Jenkins yönteminin mevsimsel etkileri de modele dahil edebilmesini yöntemin avantajlı yönlerinden biri olarak belirtmiştir. 2007 ve 2012 yılları arasındaki aylık doğal gaz verilerini kullanarak 2013 yılı için tüketim öngörüsü yapmıştır. Çalışmasında SARIMA(0,1,1)(0,1,0) modelini kullanmıştır.

Taşpınar vd. (2013), doğal gaz dağıtım şirketinden aldıkları 4 yıllık tüketim verilerini kullanmışlardır. Yapay sinir ağları ve zaman serisi yöntemlerinden yararlanarak tüketim tahmini yapmışlar ve bu yöntemleri birbirleri ile karşılaştırmışlardır. Meteorolojik veri olarak; nem, atmosfer basıncı, rüzgar hızı ve ortam sıcaklığı kullanılmıştır. ARIMA modellerinin kısa dönemli tahminde başarılı sonuçlar verdiğiğine karar vermişlerdir.

Topçu (2013), Türkiye'nin doğal gaz tüketimini Mevsimsel Durağan Olmayan Doğrusal Stokastik Modelini kullanarak öngörü çalışması yapmıştır. Veri seti olarak 1987 ve 2011 yılları arasındaki toplam 298 adet tüketim verisini kullanmıştır.

Çelik (2016), tahminleme sürecinde 2010 ve 2016 yılları arasındaki konut sektöründeki doğal gaz tüketimlerine ait 76 aylık verileri kullanılarak Gri Tahminleme, Box-Jenkins ve Üstel Düzleştirme Yöntemleri ile mevsimsel farklılıkları da dikkate alarak yöntemlerin yeterliliğini karşılaştırmıştır. Bu yöntemler içerisinde, Gri

Tahminleme yönteminin en başarılı yöntem olduğuna karar vermiştir. Box-Jenkins modeli olarak ARIMA(0,1,1)(0,1,1,) kullanmıştır. Tahmin yöntemlerinin, doğal gaz tüketimine yönelik karar verme süreçlerinde yardımcı bir araç olarak kullanılmasının yol gösterici olacağı sonucuna varılmıştır.

Öztürk ve Öztürk (2018), kömür tüketimi için ARIMA (1,1,1), petrol tüketimi için ARIMA (0,1,0), doğal gaz tüketimi için ARIMA (0,0,0), yenilenebilir enerji kaynakları için ARIMA (0,1,2) modellerini çalışmalarında kullanmışlardır. Bu modeller ile 2016 ve 2040 yılları arasındaki tüketim tahminlerini gerçekleştirmişlerdir. Türkiye'nin enerji ihtiyacının artan oranda devam edeceğini ve büyük oranda ithal edilen kaynaklara dayandığına vurgu yapılmış olup, yenilenebilir enerji kaynakları konusundaki araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin artırılmasını önermişlerdir.

## İKİNCİ BÖLÜM

### ZAMAN SERİLERİ VE BOX-JENKINS MODELLERİ

Öngörü, geçmiş ve şimdiki verilere dayanarak geleceğe ilişkin tahminlerin yapıldığı bir süreçtir. Bu süreçte yaygın olarak trend analizden yararlanılmaktadır. Öngörü süreci, geniş bir uygulama alanı olup, bu uygulamalara satış tahmini, elektrik tüketimi tahmini, doğal gaz tüketimi tahmini gibi örnekler verilebilir (Naim ve Mahara, 2018: 33). Zaman serisi tahmininde, geçmişteki gözlemlere dayanan veriler toplanarak analiz edilmekte ve analiz sonuçlarına göre gelecek öngörüsü için model kurulmakta olup, bu model özellikle çok az veri olduğunda yararlı olmaktadır (Zhang, 2003: 159).

#### 2.1. Zaman Serileri

Zaman, bir eylemin içinde devam ettiği veya devam edeceği süredir. Seri, gözlemlerden elde edilen verilerin belirli özelliklere göre sıralanmasıdır. Zaman serisi ise bu verilerin bir değişkenin zaman içinde gösterdiği değişimleri göstermesi ile elde edilen serileridir. Başka bir tanım ile zaman serisi, zaman uzayında ve  $-\infty < t < \infty$  aralığında tanımlı  $x(t)$  parametrik fonksiyondur (Koçak ve Ayan, 2006: 128).

Zaman serisi, belirli bir sıra ile ölçülmüş ve zaman sırasına göre düzenlenmiş gözlemlerden oluşmaktadır. Başka bir deyişle zaman serisi verileri, değişkenlerin bir dönemden diğerine ardışık şekilde gözlemlendiği sayısal değerler hakkında bilgi vermektedir (Sevüktekin ve Çınar, 2014: 2). Zaman aralıkları; saatlik, günlük, haftalık, aylık, dönemsel, yıllık veya daha farklı aralıklarda değer alabilmektedir (Biçen, 2006: 5). Bu şekilde bakıldığında zaman serilerinde:

$t$ : zaman dönemini,

$Y_t$ : değişkenin  $t$  dönemindeki gözlem değerini göstermektedir.

Kullanılan veriler matematiksel bir fonksiyon ile kesin bir biçimde belirlenebiliyorsa bu modele deterministik zaman serisi, eğer veriler olasılık dağılımı ile açıklanabiliyorsa stokastik zaman serisi denilmektedir. Zaman serisini oluşturan değişkenlerin, ortalama ve varyansının zaman boyunca sabit olması durumunda seriye durağan, ortalama ve varyansın zamana bağlı olarak değişmesi durumunda ise seriye durağan olmayan zaman serisi adı verilmektedir. Zaman serileri, dönemsel hareketlerine göre mevsimsel ve mevsimsel olmayan şeklinde sınıflandırılabilirler. Başka bir sınıflama ise sürekli veya kesikli zaman serileri şeklinde olmaktadır. Gözlemlerin belirli bir zaman

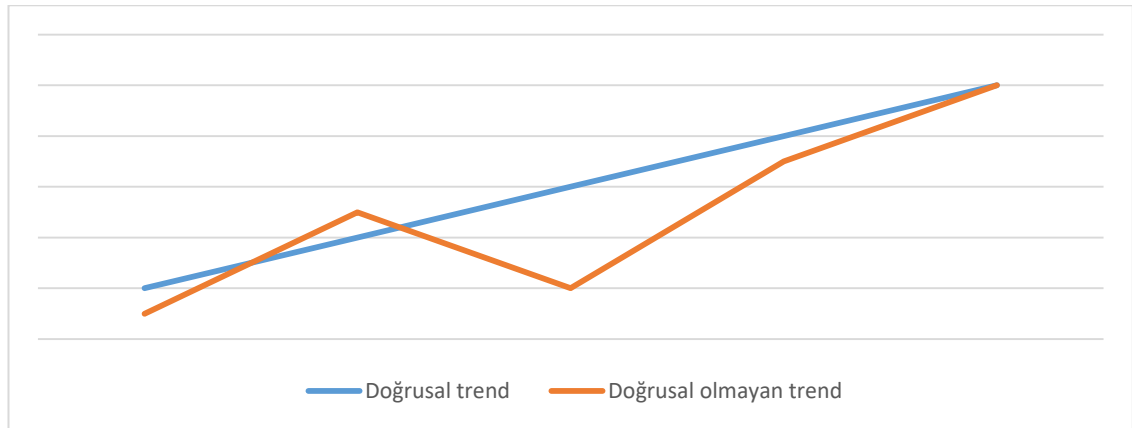


aralığında sürekli olarak kaydedilmesi durumunda seri, sürekli olarak adlandırılmaktadır (Brockwell ve Davis, 2016: 1).

## 2.2. Zaman Serilerinin Bileşenleri

Zaman serisi, değişkenlerinin aldığı değerlere göre farklı özelliklere sahip olmaktadır. Bu değişiklikler sosyal, ekonomik, mevsimsel, dönemsel nedenlerden kaynaklanmaktadır. Etki eden faktörler; trend, periyodik değişim, durağanlık, düzensizlik olarak sıralanabilir (Yüzer, 2006: 297). Bu bileşenlerinin hepsinin veya birkaçının bir zaman serisinde bulunduğu varsayılır (Newbold, 2000: 777).

*Trend (Genel eğilim):* Bir zaman serisinde artış eğilimi de azalış eğilimi de bulunabilmektedir. Serilerdeki bu artış ve azalış eğilimini belirlemek ve göstermek amacıyla trend kullanılmaktadır. Trend, doğrusal veya eğrisel biçimde olabilmektedir, Şekil 9’da doğrusal ve doğrusal olmayan trend örnekleri gösterilmiştir (Çelik, 2016: 36).



**Şekil 9.** Trend eğrileri

*Periyodik Değişim:* Periyot, iki en düşük veya en yüksek değer arasındaki geçen süredir. Periyotlar; günlük, haftalık, aylık, yıllık veya dönemsel olabilmektedir. Zaman serisi içindeki ölçümlerin belirli periyotlarda düzenli bir şekilde tekrarlanması sonucunda periyodik değişimler oluşmaktadır. En sık karşılaşılan periyodik değişim, mevsimsel dalgalanmalardır. Mevsimsel serilerde, ölçülen değişken yıl içinde benzer aylarda veya mevsimlerde değişimler göstermektedir. Mevsimsel serilerde mevsimsellik etkisinin ihmal edilmesi, sonuçların hatalı olmasına neden olacaktır. Çünkü veriler her yıl birbirine benzer şekilde ilerlemekte olup tahmin yapılacak olan yıl içinde benzer bir eğride olması beklenmektedir.

*Durağanlık:* Zaman serileri, durağan veya durağan olmayan seri olarak adlandırılırlar. Sabit bir ortalama etrafında dağılım göstererek seyreden bir seri durağan olarak tanımlanmaktadır. Bu durumda ortalama, varyans ve otokovaryans sabit olmaktadır.

Gerçek hayata uygun olan zaman serileri ise genellikle durağan olmayan serilerdir. Çünkü gerçek verilerde dalgalanmalar ve belirsizlikler bulunmaktadır. Bu tip serilerde ortalama, zamanla değişmektedir. Serilerde durağanlığın kontrolü ortalama, varyans ve kovaryans kontrol edilerek yapılmaktadır. Zaman serilerinin analiz edilerek tahminleme yapılabilmesi için serinin durağan hale getirilmesi gerekmektedir. Ortalamanın durağanlaştırılması için fark alma, varyansın durağanlığı için de logaritmik ve üstel dönüşüm uygulanmaktadır (Kırçıl, 2013: 17).

*Düzensizlik:* Seride oluşan ani ve serinin trendine aykırı olarak gözlemlenen seri değerlerinden kaynaklanmaktadır. Düzensiz hareketlerin başlıca nedenleri seçim, savaş, grev veya sel baskını olarak gösterilebilir (Kırçıl, 2013: 13). Seride beklenmeyen olaylar sonucu meydana gelen sıçrama ya da alçalmalar gözleniyorsa, bunları analiz dışında bırakmak en iyi yoldur (Köksal, 1985: 459).

### **2.3. Box – Jenkins Yöntemi**

Box – Jenkins yöntemi, George Box ve Gwilym Jenkins tarafından ortaya konulmuş ve geliştirilmiştir. Bu yöntemin temel mantığı, seri içindeki geçmiş değerleri ve hata terimlerini kullanarak çözüme ulaşmaktır (Bisgard ve Kulahci 2011: 84). Box-Jenkins yöntemi, durağan tek değişkenli zaman serilerinin analizinde kullanılmaktadır (Tüzen, 2012: 30). Başka bir deyişle Box – Jenkins modeli, kısa ve orta vadede tek değişkenli zaman serilerinin uzun süredir tahmin ve kontrolünde başarıyla kullanılan istatistiksel bir tahmin yöntemidir (Kaynar vd., 2011: 231). Bu modeller, genel olarak ARIMA modelleri olarak da adlandırılmaktadır (Tüzen, 2012: 30). ARIMA modelleri kullanılarak, diğer zaman serisi modellerine göre az sayıda veri ile daha fazla sonuç elde edilebilmektedir (Farajian vd., 2018: 262). Box-Jenkins yöntemleri;

- Otoresif modeller (AR, Autoregressive),
- Hareketli ortalama modelleri (MA, Moving Average),
- Otoresif hareketli ortalamalar (ARMA, Autoregressive Moving Average),

- Otoregresif entegre hareketli ortalama (ARIMA, Autoregressive Integrated Moving Average),
- Mevsimsel otoregresif entegre hareketli ortalama (SARIMA, Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average) olarak çeşitlenmektedir.

Otoregresif modeller (AR), ilk olarak Yule tarafından 1926 yılında tanıtılmıştır. 1937 yılında Slutsky, yaptığı çalışmalar ile hareketli ortalama modellerini (MA) eklemiştir (Makridakis, 1997: 147). Box-Jenkins modellerinden otoregresif (AR) ve hareketli ortalamalar (MA) modelleri ile otoregresif hareketli ortalamalar (ARMA) modelleri durağan süreçlere uygulanmaktadır. Otoregresif entegre hareketli ortalama (ARIMA) modelleri ise durağan olmayan süreçlere uygulanmaktadır. Ayrıca mevsimsel zaman serilerini de kapsayacak şekilde literatürde otoregresif entegre hareketli ortalama (SARIMA) modelleri de bulunmaktadır (Tüzen, 2012: 30). Bu modellerin detaylı bir şekilde anlatımı, ilerleyen başlıklar altında yapılacaktır.

Box-Jenkins yöntemi ile bir zaman serisinin çözülebilmesi için zaman serisinin durağan olması gerekmektedir. Zaman serisinin ortalama ve varyansının sabit olması, serinin durağan olduğunu göstermektedir. Seride trend ya da mevsimsel dalgalanmalar var ise bu serinin durağan hale getirilmesi gereklidir. Durağanlaştırma için ilk yöntemlerden biri, fark alma işlemidir. Bu işlem, seri durağan hale gelene kadar devam ettirilmelidir. Literatürde, 1 veya 2 fark alma işlemi yapıldığı görülmektedir. İki'den fazla yapılan fark alma işlemleri, zaman serisinin özelliğini kaybetmesi sebebiyle uygulanmamaktadır. Varyans durağanlığını sağlamak için ise serinin logaritması ve üstel dönüşümü yapılmalıdır (Biçen, 2006: 13).

Ülkemizde ve dünyada Box-Jenkins modelleri kullanılarak birçok uygulamalı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar genel itibariyle enerji, ekonomi ve sosyal alanlarda yapılmıştır. Kimi çalışmalarda Box-Jenkins yöntemleri tek başına kullanılırken kimi çalışmalarda ise diğer yöntemlerle entegre veya karşılaştırmalı bir şekilde kullanılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları, Tablo 9'da özet bir şekilde verilmiştir.

**Tablo 9.** Box-Jenkins Modellerini Dikkate Alan Doğal Gaz Tüketimiyle İlgili Çalışmalar

<b>Yazar/yazarlar</b>	<b>Uygulama Alanı</b>
Liu ve Lin (1991)	Tayvan için doğal gaz tüketim tahmini
Al-Fattah (2006)	A.B.D. için doğal gaz tüketim tahmini
Erdoğan (2007)	Türkiye doğal gaz talep tahmini
Akkurt vd. (2010)	Türkiye için doğal gaz tüketim tahmini
Çoban ve Özcan (2011)	Konya ili için doğal gaz tüketim tahmini
Kaynar (2011)	Türkiye için doğal gaz tüketim tahmini
Demirel vd. (2012)	İstanbul ili için doğal gaz tüketim tahmini
Faisal (2012)	Bangladeş enerji sektörü için doğal gaz tüketim tahmini
Kırçıl (2013)	İzmir ili için doğal gaz tüketim tahmini
Taşpınar (2013)	Türkiye için doğal gaz tüketim tahmini
Topçu (2013)	Türkiye doğal gaz tüketim tahmini
Butt (2015)	Pakistan için doğal gaz tüketim tahmini
Hamid vd. (2015)	İran için doğal gaz tüketim tahmini
Akpınar (2016)	Türkiye için doğal gaz tüketim tahmini
Cardoso ve Cruz (2016)	Brezilya için doğal gaz tüketim tahmini
Çelik (2016)	Isparta ili için doğal gaz tüketim tahmini
Ervural (2016)	İstanbul ili için doğal gaz tüketim tahmini
Etuk vd. (2016)	Nijerya için doğal gaz talep tahmini
Pradhan vd. (2016)	Hindistan için doğal gaz tüketim tahmini
Öztürk ve Öztürk (2018)	Türkiye'nin doğal gaz tüketimlerinin incelenmesi

#### 2.4. Box – Jenkins Modellerinde Kullanılan Temel Kavramlar

Zaman serilerinde dolayısıyla Box-Jenkins modellerinde sıkça kullanılan temel kavramlar; durağanlık, otokorelasyon fonksiyonu, kısmi otokorelasyon fonksiyonu, Q istatistikleri ve korelogram olarak belirtilebilir. Bu nedenle bu bölümde kısa bir şekilde bu kavramlara değinilecektir.

*Durağanlık:* Zaman serilerinde, gelecek dönemler için tahmin yapılmadan önce serinin durağanlığı kontrol edilmelidir. Durağanlaştırma için en temel yöntem, fark alma yöntemidir. Serideki uç değerlerin etkisinin giderilmesi ve varyansta durağanlık sağlamak amacıyla logaritmik dönüşüm de yapılabilmektedir. Serinin durağan olmadığını ortaya çıkarmak için zaman yolu grafiğindeki ve korelogramındaki otokorelasyon ve kısmi otokorelasyonları incelenmektedir. İlave olarak, birim kök testleri de yapılabilmektedir. Fark alma işleminin genel gösterimi belirtilen şekildedir (Enders, 2015: 42).

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} = Y_t - LY_t = (1 - L) Y_t \quad (2.1)$$

İkinci fark şöyle yazılır:

$$\Delta(\Delta Y_t) = \Delta(Y_t - Y_{t-1}) = (1 - L)^2 Y_t \quad (2.2)$$

Bu denklemlerde;  $Y_t$ , serideki gözlem değerini,  $Y_{t-1}$ , birinci gecikmedeki gözlem değerini ve  $L$ , gecikme işlemcisini temsil etmektedir.

Zaman serilerinin verilerinin dönemselsel kaydırılması sonucunda zaman serilerinde gecikmelere ait seriler elde edilir. Birçok zaman serisinde geciktirme işlemi yapılmakta olup temel amaç, önceki dönemlerdeki verilerin etkisini incelemeye dahil etmektir. Dikkat edilmesi gereken noktalardan biri,  $Y_t$ 'nin bir kere geciktirilmesi ile bir gözlemin kaybolacağıdır (Box vd., 2016: 97).

*Otokorelasyon Fonksiyonu (ACF) :* Otokorelasyon fonksiyonu, boyutsuzdur ve incelenen modelin boyutundan bağımsızdır (Box vd., 2016: 29). Otokorelasyon katsayıları incelenerek serinin durağan olup olmadığı belirlenebilir. Seri durağan ise, hesaplanmış olan otokorelasyon katsayıları limitler içinde kalmalıdır. Limitlerin dışında kalan otokorelasyon katsayıları oluşturulacak modelin derecesinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.  $k$  değeri için denklem şöyle gösterilmektedir:

$$ACF(k) = \frac{\sum_{t=1+k}^T (Y_t - Y_{ort})(Y_{t-k} - Y_{ort})}{\sum_{t=1}^T (Y_t - Y_{ort})^2} \quad (2.3)$$

Örneğin  $k=1$  ve  $k=2$  için denklem sırasıyla şu şekilleri almaktadır:

$$ACF(1) = \frac{\sum_{t=2}^T (Y_t - Y_{ort})(Y_{t-1} - Y_{ort})}{\sum_{t=1}^T (Y_t - Y_{ort})^2} \quad (2.4)$$

$$ACF(2) = \frac{\sum_{t=3}^T (Y_t - Y_{ort})(Y_{t-2} - Y_{ort})}{\sum_{t=1}^T (Y_t - Y_{ort})^2} \quad (2.5)$$

Bu denklemlerde;  $k$ , gecikme sayısını,  $Y_{ort}$ , değerlerin ortalamasını temsil etmektedir. Uygulamalarda otokorelasyon fonksiyonlarının daha doğru sonuç vermesi açısından gözlem sayısının (örneklem büyüklüğü) ( $T$ ) minimum 50 olması gerektiği tespit edilmiştir (Çelik, 2016: 54).

*Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu (PACF)* :  $Y_t$  ve  $Y_{t-1}$  arasındaki ilişki incelenirken otokorelasyon fonksiyonu kullanılmaktadır. Aynı şekilde  $Y_t$  ve  $Y_{t-2}$  arasındaki ilişki incelenmek istendiğinde ise iki değer arasındaki  $Y_{t-1}$  değerinin etkisi de dikkate alınmalıdır. Bu işlemi yapabilmek için kısmi otokorelasyon fonksiyonundan yararlanılmaktadır (Box vd., 2016: 65). Bu ilişkinin derecesini belirleyen katsayıya kısmi otokorelasyon katsayısı adı verilmekte olup,  $k$ . dereceden kısmi otokorelasyon katsayısı  $\phi_{kk}$  ile gösterilmektedir. Kısmi otokorelasyon katsayısı -1 ile +1 arasında değer almakta olup, otokorelasyon katsayıları kullanılarak şu şekilde hesaplanabilir:

$$PACF(k) = \phi_{11} = \rho_1 \quad (2.6)$$

$$PACF(k) = \phi_{22} = \frac{\rho_2 - \rho_1^2}{1 - \rho_1^2} \quad (2.7)$$

$$PACF(k) = \phi_{kk} = \frac{\rho_k - \sum_{j=1}^{k-1} (\phi_{k-1,j})(\rho_{k-j})}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} (\phi_{k-1,j})(\rho_j)} \quad j=1,2,3,\dots, (k-1) \quad (2.8)$$

Denklem 2.8'de;  $\rho_k$ ,  $k$  gecikmeli otokorelasyon katsayısını,  $\rho_j$ ,  $j$  gecikmeli kısmi otokorelasyon katsayısını temsil etmektedir. Denklemler kullanılarak hesaplanan kısmi otokorelasyon katsayıları, AR modellerinin derecesinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.

*Q İstatistikleri - Portmanteau Testleri*: Bir grup otokorelasyon katsayısının sıfırdan anlamlı bir şekilde farklı olup olmadığının test edilmesinde kullanılır (Box vd., 2016: 289). Box ve Pierce tarafından geliştirilen Q istatistiği şu denklem ile hesaplanır:

$$Q_k = T \sum_{j=1}^k [ACF(j)]^2 \quad (2.9)$$

Bu denklemde  $T$ , örneklem büyüklüğünü ve  $k$ , gecikme değerini göstermektedir. Test edilecek hipotezler ise şöyledir (Sevüktekin ve Çınar, 2014: 278):

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \dots = \rho_k = 0 \quad (2.10)$$

$$H_1 : \rho_1 \neq \rho_2 \neq \rho_3 \neq \dots \neq \rho_k \neq 0$$

Bu hipotezlerden sıfır hipotezi ( $H_0$ ), bütün otokorelasyonların istatistiksel olarak anlamsız olduğunu ileri sürerken;  $H_1$  hipotezi, en az bir adet otokorelasyonun anlamlı olduğunu ileri sürmektedir. ACF(k) değerleri sıfıra yaklaştıkça Q değerleri küçülmekte, ACF(k) değerleri negatif veya pozitif yönde büyüdükçe Q istatistiği de büyümektedir.

*Korelogram:* Zaman serilerini etkileyen faktörlerin kontrolünde, korelogram adı verilen grafiklerden yararlanılmaktadır. Korelogram, bir serinin  $k$  sayıda zaman aralıkları için hesaplanan otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon katsayıları ile bu katsayıların  $k$  gecikme değerleri ile eşleştirilmesiyle belirlenen noktaların belirlenmesi suretiyle elde edilir (Kırçıl, 2013: 21). Serinin durağanlığının belirlenmesinde de korelogramlardan yararlanılmaktadır.

#### 2.4.1. Otoregresif Modeller (AR)

Zaman serileri kendine ait gecikmeli değerlerinin bir fonksiyonu şeklinde ifade edilirse bu seri otoregresif süreç olarak adlandırılmaktadır (Box vd., 2016: 52). Zaman serilerindeki bir gözlem değerinin ( $Y_t$ ) geçmiş değerlerini içeren bilgiler, söz konusu değişkenin gelecek değerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Birinci derece otoregresif zaman serisi modeli şu şekilde ifade edilmektedir:

$$Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad t = 1, 2, 3, \dots, T \quad (2.11)$$

Birinci dereceden otoregresif istatistiksel modelinde  $\delta$ , bir kesme parametresi;  $\phi_1$ , -1 ile 1 arasında değer aldığı varsayılan bilinmeyen parametreyi ve  $\varepsilon_t$  ise ortalaması sıfır sabit bir varyansta ( $\sigma_\varepsilon^2$ ) korelasyonsuz bir hata terimini göstermektedir (Sevüktekin ve Çınar, 2014: 149).  $Y_t$ 'nin bir önceki dönemdeki değeri,  $Y_{t-1}$  olarak gösterilmektedir. Bu değer, hem bir önceki dönemdeki değerden hem de rassal kalıntıdan ( $\varepsilon_t$ ) etkilenmektedir. Bu model, AR(1) zaman serisi modeli olarak temsil edilir.

AR(p) modeli ise şu şekilde ifade edilmektedir;

$$Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.12)$$

Bu denklemde  $\delta$ , bir kesme parametresi veya sabit bir terimdir ve stokastik süreç olan  $Y_t$ 'nin ortalamasını göstermektedir.  $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ 'ler bilinmeyen otoregresif parametrelerdir. Hata terimi  $\varepsilon_t$ , ortalaması sıfır ve sabit ( $\sigma_\varepsilon^2$ ) varyanslı korelasyonsuz

rassal değişkenler olarak varsayılmaktadır.  $Y_t$  ve  $Y_{t-k}$  arasındaki kovaryans,  $\gamma_k$  ile gösterilmektedir ve  $t$ 'ye bağlı değildir.  $k$  gecikmeli kovaryanslar şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\gamma_k = \text{Cov}(Y_t, Y_{t-k}) = \phi_1^k \sigma_Y^2 \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (2.13)$$

Dönem farkı ( $k$ ) sabit olacağı için bütün zaman gecikmelerinde,  $k$  derece otokovaryanslar da aynı olacaktır.  $Y_t$ 'nin varyansı şöyledir;

$$\gamma_0 = \sigma_Y^2 = \frac{\sigma_\varepsilon^2}{1 - \phi_1^2} \quad (2.14)$$

$k$  gecikmeli otokovaryans katsayısı ise

$$\gamma_k = \phi_1 \gamma_{k-1} = \phi_1^k \sigma_Y^2 = \phi_1^k \gamma_0 \quad (2.15)$$

ile verilmektedir (Sevüktekin ve Çınar, 2014: 153).

Bir zaman serisi  $Y_t$  için kovaryanslar olan  $\gamma_k$ 'ları sorgulamak, değişkenin ölçü birimlerine bağımlı olmalarından dolayı oldukça zordur. Bu problemin üstesinden gelmek için  $Y_t$  ile  $Y_{t-k}$  arasındaki korelasyon hesaplanır.  $Y_t$  ile  $Y_{t-k}$  arasındaki korelasyon şöyle hesaplanmaktadır (Sevüktekin ve Çınar, 2014: 153):

$$\text{Cor}(Y_t, Y_{t-k}) = \frac{\text{Cov}(Y_t, Y_{t-k})}{\sqrt{\text{Var}(Y_t)} \sqrt{\text{Var}(Y_{t-k})}} \quad (2.16)$$

Otokorelasyon katsayısı şu şekilde hesaplanır;

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (2.17)$$

Otokovaryans ve otokorelasyon katsayıları, sıfır gecikme civarında simetriktirler, diğer bir gösterimle  $\gamma_{-k} = \gamma_k$  ve  $\rho_{-k} = \rho_k$ 'dır. Bu nedenle sadece pozitif gecikmeleri ( $k \geq 1$ ) dikkate almak yeterli olacaktır. Bu bilgiler sonucunda,  $k=0$  için  $\rho_0$  değerinin 1 olacağı görülmektedir. Buna göre AR(1) için otokorelasyon katsayısı

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} = \frac{\phi_1^k \gamma_0}{\gamma_0} = \phi_1^k \quad k = 1, 2, \dots \quad (2.18)$$

ifadesi ile tanımlanmakta olup aynı zamanda ilgili serinin otokorelasyon fonksiyonu (ACF) olarak bilinmektedir. Grafiksnel biçimde gösterimine ise korelogram adı verilmektedir.

Birinci dereceden otoregresif süreçte durağanlık koşulunun sağlanması halinde süreç, ortalama etrafında dağılım göstermektedir. Ancak bu dağılım  $\phi_1$ 'nin aldığı değere bağlı olarak farklılık göstermektedir.

#### 2.4.2. Hareketli Ortalama Modeller (MA)

Bir değişkenin AR(p) modelinde gözlenen değeri, onun geçmiş ve bir rassal kalıntı değeri ile ilgilidir. Bu model, her probleme çözümler üretmemektedir.



$$Y_t = \mu + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.19)$$

Bu denklemde korelasyonsuz rassal kalıntılar ( $\varepsilon_t$ ), ortalaması sıfır ve sabit bir varyansa sahiptir,  $\theta_i$  ( $i=1,2,\dots,q$ ) ise bilinmeyen parametrelerdir (Box vd., 2016: 53). Hareketli ortalama model sürecinde dikkat edilirse kesme parametresi ( $\delta$ ) yerine  $\mu$  ile gösterilmektedir. Bu gösterim farkının sebebi, bu modelde ortalama ve varyansın olmasından kaynaklanmaktadır.

Birinci dereceden hareketli ortalama süreci, MA(1) olarak gösterilmekte olup şu şekilde belirtilmektedir (Sevüktekin ve Çınar, 2014: 163):

$$Y_t = \mu + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} \quad (2.20)$$

Bu modelin ortalaması ve varyansı şöyledir:

$$E(Y_t) = \mu \quad (2.21)$$

$$\text{Var}(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 \quad (2.22)$$

$$\gamma_0 = \sigma_\varepsilon^2(1 + \theta_1^2) \quad (2.23)$$

$Y_t$  ve  $Y_{t-1}$  arasındaki kovaryans (otokovaryans),

$$\gamma_1 = \text{Cov}(Y_t, Y_{t-1}) = E[(Y_t - \mu)(Y_{t-1} - \mu)] \quad (2.24)$$

$$\gamma_1 = \theta_1 \sigma_\varepsilon^2 \quad (2.25)$$

$k$  sayıdaki gecikme için kovaryans,  $\gamma_k = 0$ 'dır.  $k > 1$  olduğu tüm durumlarda kovaryanslar sıfırdır. Bunun bir sonucu olarak herhangi bir  $Y_t$  değeri,  $Y_{t-1}$  ve  $Y_{t+1}$  ile korelasyonludur (Sevüktekin ve Çınar, 2014: 164).

MA(1) sürecinin otokorelasyon fonksiyonu ise,

$$\gamma_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} = \frac{\theta_1}{1 + \theta_1^2}, k = 1 \text{ ve } 0, k > 1 \quad (2.26)$$

olarak yazılabilir. MA(1) süreci için otokorelasyon fonksiyonu  $k = 1$  gecikme sonrasında kesilmektedir (Griffiths, 1993: 655).

### 2.4.3. Otoregresif Hareketli Ortalama Modeli (ARMA)

Otoregresif (AR) ve hareketli ortalama (MA) süreçlerinin her ikisini de içeren zaman serisi modelleri de bulunmaktadır. Zaman serisi verileri için hem otokorelasyon hem de kısmi otokorelasyon fonksiyonları belirli bir gecikmede kesilmediği gibi sıfıra

doğru çok yavaş hareket edebilirler. Bu durumlarda zaman serisi, hem otoregresif hem de hareketli ortalama bileşenlerini aynı anda içerebilir ve zaman serisi modelinde bu iki durum birlikte ortaya çıkabilir. Bu modelin durağanlığı, tamamen otoregresif kısma bağlıdır (Tüzen, 2012: 35).

Durağan zaman serilerini modellerken, uygun derecedeki AR terimlerini  $p$  değeri, MA terimlerini ise  $q$  değeri temsil edecek şekilde ARMA( $p,q$ ) modeli kurulabilir. ARMA( $p,q$ ) modelinin genel gösterimi şöyledir (Sevüktekin ve Çınar, 2014: 175):

$$Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.27)$$

Eşitlik (2.36)'da  $\delta$ , kesme terimini;  $Y_t$ 'nin ortalaması ile ilgili hataları  $\varepsilon_t$ ;  $E(\varepsilon_t) = 0$  ve varyans  $\text{Var}(\varepsilon_t) = \sigma_\varepsilon^2$  değerini temsil etmektedir. Sürecin durağan olması durumunda zaman serisi tüm dönemler için geçerli olacak sabit bir  $\mu$  ortalamaya sahiptir.

$$E(Y_t) = E(\delta + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}) \quad (2.28)$$

$$\mu = \delta + \phi_1 \mu + \dots + \phi_p \mu + 0 + \theta_1 0 + \dots + \theta_q 0 \quad (2.29)$$

$$\mu = \delta + \phi_1 \mu + \dots + \phi_p \mu \quad (2.30)$$

Bu denklemlerde  $E(Y_t) = E(Y_{t-1}) = E(Y_{t-2}) = \dots = E(Y_{t-p}) = \mu$  ve  $E(\varepsilon_t) = E(\varepsilon_{t-1}) = E(\varepsilon_{t-2}) = \dots = E(\varepsilon_{t-q}) = 0$  özellikleri kullanılmıştır. Gerekli düzenlemeler ile ortalama,

$$\mu = \frac{\delta}{1 - \phi_1 - \dots - \phi_p} \quad (2.31)$$

elde edilir. Durağanlık için gerekli koşul şöyle olmalıdır (Sevüktekin ve Çınar, 2014: 176):

$$\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_p < 1 \quad (2.32)$$

#### 2.4.4. Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama Modeli (ARIMA)

AR, MA, ARMA modelleri durağan durumlar için geçerli olup gerçek hayattaki durumlarda durağanlık bulunmamaktadır. Bu sebeple gerçek hayat problemleri için durağan olmayan modeller kullanılmaktadır. Örneğin talep tahmini çalışmalarında genellikle ARIMA modelleri tercih edilmektedir (Kırçıl, 2013: 28). Serilerin sabit bir ortalamaya sahip olmaması, durağan olmayan serilerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. ARIMA modelleri ile çalışırken, serilerin eksik veriye sahip olmaması ve durağan olması gerekmektedir (Akpınar ve Yumuşak, 2016: 5).

ARIMA(p, d, q) modeli, üç parametreye sahiptir. AR (p) parametresi, otoregresif modeli; I (d) parametresi, fark alma derecesini; MA (q) parametresi ise hareketli ortalama modelini temsil etmektedir (Öztürk ve Öztürk, 2018: 54). Durağan olmayan serileri durağanlaştırmak için fark alma işlemi uygulanmaktadır. Fark alma derecesi, ARIMA(p,d,q) gösteriminde d harfi ile temsil edilmektedir. Fark alma işlemi sonucunda seri durağanlaştırılmakta ve zaman serisi ARMA(p,q) modeline dönüşmektedir.  $Y_t$  serisinin bir kere farkı alındığında şu şekle girmektedir:

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} = Y_t' \quad (2.33)$$

Burada  $Y_t'$  serisi durağan hale gelmiş ise, bir fark alma işlemi yapıldığı için  $d=1$  olacaktır. Fark alındıktan sonra seri durağan hale gelmediyse, bir kez daha fark alma işlemi uygulanır.

$$\Delta^2 Y_t = \Delta(Y_t') = Y_t' - Y_{t-1}' \quad (2.34)$$

$$\Delta^2 Y_t = Y_t'' \quad (2.35)$$

Seri durağan hale geldiyse, fark alma işlemi iki defa yapıldığı için  $d = 2$  olacaktır.

Genel gösterim, şu şekilde ifade edilebilir:

$$W_t = \Delta^d Y_t \quad (2.36)$$

$$W_t = \phi_1 W_{t-1} + \phi_2 W_{t-2} + \dots + \phi_p W_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (2.37)$$

Burada  $W_t$ , durağanlaştırılmış seriyi simgelemektedir ve model, ARMA(p,q) formatını almıştır.

#### 2.4.5. Mevsimsel ARIMA modelleri (SARIMA)

Bu tür modeller, mevsimsel özellikler gösteren zaman serileri için uygulanmaktadır. Mevsimsel olmayan zaman serilerindeki gibi serinin durağan hale getirilmesi gereklidir. Trend etkisinin giderilmesi amacıyla  $z_t = y_t - y_{t-1}$  işlemi, mevsimsellik etkisi için de  $z_t = y_t - y_{t-s}$  işlemi yapılmalıdır.  $s$  değeri, yıllık veriler için 12; üç aylık veriler için ise 4 değerini almaktadır.

Mevsimsel serilerde ACF ve PACF'lerin durumunu belirlemede;

ACF değeri,  $s = 12,24,36$  gecikmelerinde sınırlar dışına çıkıyorsa, modelin MA modeline göre,

PACF değeri,  $s = 12,24,36$  gecikmelerinde sınırlar dışına çıkıyorsa, modelin AR modeline göre,

ACF ve PACF değerlerinin,  $s = 12,24,36$  gecikmelerinde sınırlar dışına çıkıyorsa, modelin ARMA modeline göre değerlendirilmesi uygun olacaktır (Kırçıl, 2013: 38).

## 2.5. Model Kurulumu

Model kurulumu, temel olarak modelin tanımlanması, model tahminleri, alternatif modellerin kontrolü ve modelin öngörüsü olmak üzere dört adımdan oluşmaktadır. ARIMA modellerinde en iyi sonucu almak için istatistik yazılımı kullanılması gerekmektedir (Akpınar ve Yumuşak, 2016: 1).

### 2.5.1. Modelin Tanımlanması

Zaman serisinde kullanılacak olan verilerin düzenlenmesi ve model parametrelerinin belirlenmesi bu aşamada yapılmaktadır (Box, 2016: 179). Başka bir deyişle verilen verilere göre model seçimi yapılmalıdır. Tahminleme aşamasında model parametreleri, maksimum benzerlik durumuna göre hesaplanmaktadır (Hipel vd., 1997: 567). Tahmin aşamasına geçilmeden önce ortalama ve varyansta durağanlık sağlanmalıdır (Makridakis, 1997: 149). Seri durağan değil ise fark alınarak seri durağan hale getirilmeli ve  $d$  derecesi belirlenmelidir. Bunu yapabilmek için ilk olarak serinin otokorelasyon fonksiyonunun ( $\rho_k$ ), sıfıra yaklaşan  $k$  gecikme sayısı tespit edilmelidir. Bu sürece seri durağan oluncaya kadar devam edilmelidir ve seri durağan hale geldiğinde fark işlem sayısı  $d$ 'ye eşit olacaktır. Bir çok ekonomik veya finansal seri için  $d$ 'nin en çok 2 değerini aldığı tespit edilmiştir. Diğer yandan ARMA sürecinin otoregresif (AR) kısmının otokorelasyon fonksiyonunun geometrik olarak azalan bir yapıda olduğu bilinmektedir (Sevüktekin ve Çınar, 2014: 190).

Seri durağan hale getirildikten sonra serinin  $p$  ve  $q$  derecelerinin belirlenmesi aşamasına geçilmektedir. ARIMA modellerinin uygulamasında otokorelasyon (ACF) ve kısmi otokorelasyon (PACF) fonksiyonları mutlaka hesaplanmalıdır (Barak ve Sadegh, 2016: 94). Eğer ACF, hızlı bir biçimde düşüş göstermiyor veya ortadan kalkmıyorsa serinin durağan olmadığı anlaşılmaktadır. Durağan durum için (Sevüktekin ve Çınar, 2014: 192);

1. MA( $q$ ) süreci için otokorelasyonlar  $k > q$  için  $\rho_k = 0$ 'dır ve  $q$  gecikmeden sonra anlamlı otokorelasyonlar bulunmamaktadır.

2. AR(p) süreci için kısmi otokorelasyonlar  $k > p$  için  $\phi_{kk} = 0$ 'dır ve p gecikme sonra anlamlı otokorelasyonlar bulunmamaktadır.
3. Hem otokorelasyonlar hem de kısmi otokorelasyonlar belirli bir noktada sonlanmıyorsa ARMA modelinin kullanımı uygun olacaktır.

Tablo 10'da farklı modellerin ACF ve PACF analizleri için korelogram grafiklerinde modellerin derecelerini belirlemek amacıyla karşılaşılan durumlar özet olarak verilmiştir.

**Tablo 10.** ACF ve PACF Karşılaştırması

Model	ACF	PACF
AR(p)	Azalarak sonlanmaktadır	q gecikme sonra sonlanmaktadır
MA(q)	p gecikme sonra sonlanmaktadır	Azalarak sonlanmaktadır
ARMA(p,q)	Azalarak sonlanır ve p gecikme sonra sonlanmaktadır	Azalarak sonlanır ve p gecikme sonra sonlanmaktadır

**Kaynak :** Bisgard, 2011: 60

### 2.5.2. Model Tahminleri

Bulunan modeller arasından en uygununun belirlenmesi bu aşamada yapılmaktadır (Zhang ve Zhang, 2017: 73). ACF ve PACF analizleri ile veriler analiz edilmektedir ve potansiyel modeller belirlenmektedir (Bisgard, 2011: 155). Uygun modele ulaşmak amacıyla öncelikle geçici bir model belirlenmektedir. Bu modelden p sayıda  $\phi_1, \dots, \phi_p$  parametreleri ve q sayıda  $\theta_1, \dots, \theta_q$  parametreleri bulunmaktadır. Parametre tahminlerinde genellikle sonlu kareler yöntemi ve U-C algoritması yöntemi kullanılmaktadır (Zhang vd., 2016: 70).

Belirlenen model için, AR ve MA parametrelerinin sınırlar içerisinde olması gerekmektedir. Sınırlar dışında veri olması durumunda, model geçersiz olacağından tekrar model belirlenmesi gerekmektedir.

Model parametrelerinin tahminleme işleminde bilgisayar yazılımlarından yararlanılmaktadır. Bu yazılımlarda parametreler bulunmakta ve optimum değerler bulunana kadar süreç devam etmektedir.

### 2.5.3. Alternatif Modellerin Kontrolü

Bu aşamada seçilen model test edilmektedir ve uygun olmaması halinde alternatif modeller test edilmektedir (Zhang ve Zhang, 2017: 74). Başka bir deyişle bu aşamada

potansiyel modeldeki parametrelerin tahmin edilmesi ve uygun kriterler doğrultusunda en iyi muhtemel modelin seçilmesi amaçlanmaktadır.

Simule edilen serinin otokorelasyon fonksiyonu, ilk serinin otokorelasyon fonksiyonu ile karşılaştırılmaktadır. İki otokorelasyon fonksiyonu arasında benzerlik yoksa başa dönülerek model tekrar oluşturulmaktadır. Eğer benzerlik varsa modelin kalıntıları için analiz yapılmaktadır.

Kalıntıların her birinin diğeriyle korelasyonsuz olması beklenmektedir. Kalıntılar,  $k \geq 1$  için otokorelasyon fonksiyonu sifira yaklaşacaktır ve literatürde birçok birim kök testi bulunmasına karşılık sıklıkla iki yöntem kullanılmakta olup bunlar; Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) testleridir (Akpınar ve Yumuşak, 2016: 6). Bu testler için gerekli istatistiklerin formülasyonları şu şekildedir (Sevüktekin ve Çınar, 2014: 195):

Box-Pierce test istatistiği,

$$Q = T \sum_{k=1}^K \hat{r}_t^2 \quad (2.38)$$

Ljung-Box test istatistiği,

$$Q = T(T+2) \sum_{k=1}^K \frac{1}{T-k} \hat{r}_t^2 \quad (2.39)$$

Bu denklemlerde  $\hat{r}$ , tahmin edilen kalıntıların otokorelasyonları ve  $K$ , test istatistiği içerisindeki kalıntıların sayısını göstermektedir. Model seçimi için spesifik test yöntemleri de bulunmakta olup, modelin detaylı incelenmesi için kullanılmaktadırlar. Birim kök testlerinde kullanılan bu spesifik test modelleri; Standart belirleme katsayısı-  $R^2$ , F-istatistiği yaklaşımı, Akaike bilgi kriteri ve Schwarz bilgi kriteri olarak bilinmektedir.

#### 1. Standart Belirlenim Katsayısı ( $R^2$ )

Zaman serilerinde çok verimli bir yöntem olmamasına rağmen kullanılmaktadır. Regresyon modellerinde yapılan her ilave değişken,  $R^2$  değerini arttıracaktır. AR parametrelerine bağlıdır.

#### 2. F-İstatistiği Yaklaşımı

Regresyon tekniğine dayanmaktadır ve AR parametrelerine bağlıdır. Sıfır hipotezi ( $H_0$ ), tüm otokorelasyonların istatistiksel olarak anlamsız olduğunu

öne sürmektedir.  $H_1$  hipotezi ise en az bir anlamlı otokorelasyon bulunduğunu göstermektedir.

$$H_0 = 0$$

$$H_1 = \phi_i$$

### 3. Akaike Bilgi Kriteri (AIC)

Modeldeki terim sayısını dikkate alarak modelin uyumluluk durumunu ölçmektedir. Karşılaştırılan modeller arasında en küçük AIC değerini veren parametre seçilir (Akaike, 1974: 216).

$$AIC = T \log(SSR) + 2m$$

SSR, hata kareler toplamıdır ve  $m = p + q$  'dur. Modeller arasından minimum AIC değerini karşılayan model, en uygun model olarak seçilmektedir.

### 4. Schwarz Bilgi Kriteri (SIC)

AIC istatistiğine benzemektedir ve aynı zamanda Bayes Bilgi Kriteri (BIC) olarak da adlandırılmaktadır (Box vd., 2016: 193). SIC için tanım,

$$SIC = T \ln(SSR) + m \ln(T)$$

şeklinde verilmektedir (Enders, 2015: 70).

Modeller arasında seçim yaparken en küçük AIC, SIC ve en büyük  $R^2$  değerlerine sahip model en uygun model olarak belirlenmekte ve bu model üzerinden tahmin yapılmaktadır.

Modellerin öngörü başarısını değerlendirmek amacıyla farklı kriterler kullanılmaktadır. Hangi modelde daha küçük değerlere ulaşırsa o model uygun model olarak seçilmelidir (Kim ve Kim, 2016: 678). Bu amaçla kullanılan kriterler belirtilmiştir.

- Kök Ortalama Hata Kare (Root Mean Squared Error, RMSE) :

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} * \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2} \quad (2.40)$$

- Ortalama Mutlak Yüzde Hata (Mean Absolute Percent Error, MAPE) :

$$MAPE = \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| * \frac{100}{n} \quad (2.41)$$

- Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error, MSE) :

$$MSE = \frac{1}{n} * \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2 \quad (2.42)$$

#### **2.5.4. Modelin Öngörüsü**

Bu aşamada belirlenen model ile gelecek veriler için tahminleme yapılmaktadır. Başka bir deyişle belirlenen modelin, öngörü sonuçları yorumlanmaktadır. Uygulayıcı öngörü sonuçlarını, veri setindeki değerler ile karşılaştırma yaparak benzerliğini incelemektedir. Karşılaştırma ile öngörü sonuçları gelecek tahminin benzerliğini grafikler üzerinden de görebilmektedir. Bu kısımdaki sonuçlar ile yapılan çalışmanın en önemli kısmı tamamlanmaktadır.



## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### DENİZLİ İLİ İÇİN DOĞAL GAZ TÜKETİM ANALİZİ VE TAHMİNİ

Doğal gaz, hava kirliliğine neden olmayan, yanma verimi yüksek, atık üretmeyen, fiyat avantajı olan, kolayca depolanabilen ve kontrol edilebilen bir enerji kaynağıdır. Bu faydaları ile ısıtmada, elektrik üretiminde ve endüstri tesislerinde birçok alanda kullanılmaktadır. Türkiye gibi doğal gaz üretiminin kendi tüketimini karşılamadığı bir ülkede; talebin, ithalatın, iletimin ve dağıtımın verimli bir şekilde planlanabilmesi için doğal gaz tüketiminin tahmini önemlidir (Kaynar, 2010: 222). Doğal gaz dağıtım şirketleri, her koşul altında tüketicilerin ihtiyaç duydukları doğal gaz miktarlarını; verimli, ekonomik ve güvenli bir şekilde yüksek doğruluk payı ile tüketicilere ulaştırmakla yükümlüdür (Vitulo vd., 2009: 807). Doğal gazın öneminin ve kullanımının artmasının bir sonucu olarak tüketim tahminleri, stratejik önem göstermekte olup sürekli bir gelişimin sağlanabilmesi amacıyla bu yönde çaba gösterilmelidir (Li vd., 2011: 1385).

Denizli, Ege bölgesinin İzmir'den sonra en kalabalık şehridir (Kara, 2010:105). Denizli nüfusu, 2000 – 2018 yılları arasındaki dönemde % 21,6 oranındaki artışla 2018 yılı sonunda 1.027.782 kişiye ulaşmıştır (Web\_10).

Denizli'nin güney-güney doğu bölgelerinde denize dik uzanan dağların nemli ve ılık deniz iklimini iç kısımlara taşıması sayesinde Akdeniz iklimi etkisi görülürken, diğer bölgelerde karasal iklim özellikleri görülür (Denizli Büyükşehir Belediyesi, 2016: 22). Denizli'nin iklimi, bilinen iklim sınıflandırma yöntemlerinin çoğunda; yarı kurak-az nemli, kışları serin, yazları sıcak olarak sınıflandırılmaktadır. Yaz aylarında Basra Alçak Basınç Merkezinin etkisi ile şehir merkezinde yüksek sıcaklıklar görüldüğü vurgulanmaktadır (T.C. Denizli Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2017: 13). Yapılan bilimsel iklim modellerinin sonucuna göre Akdeniz ikliminin hakim olduğu Denizli ilinde yarı kurak iklimden, kurak iklime geçiş olacağı öngörülmektedir (Özdemir ve Bahadır, 2010: 361).

EPDK tarafından yapılan doğal gaz dağıtım ihalesi sonucunda 16.02.2006 tarihli Denizli Doğal Gaz Dağıtım Lisansı ile Denizli ilinde doğal gaz altyapı çalışmaları başlamıştır (Web\_3). İhale, mücavir alan sınırları içerisindeki imarlı alanların bütününe:

- Şehir besleme istasyonları,
- Orta basınçlı dağıtım şebekesi,
- Bölge regülatörleri,
- Düşük basınçlı dağıtım şebekesi tesis edilmesini kapsamaktadır.

Bu dağıtım şebekeleri ile doğal gazın lisans bölgesi içerisindeki; bireysel ısıtma, merkezi ısıtma, mutfak ve sıcak su, ticari ve sanayi kuruluşlarının ısıtma ve proses kullanım ihtiyaçlarının karşılanması amaçlanmıştır.

### **3.1. Araştırmanın Amacı**

Enerjinin verimli kullanılmasının önemi, tüm dünyada ve ülkemizde her geçen gün artmaktadır. Daha önce de belirtildiği gibi doğal gazın hem ülkemiz açısından büyük oranda ithal edilen bir enerji türü olması hem de tükenbilir bir fosil enerji kaynağı olması nedenleriyle verimli kullanılması ön plana çıkmaktadır. Bu amaçla bu tez çalışmasında tüketime etki eden faktörler incelenmiş ve gelecek için tüketim öngörüsü yapılmıştır. Araştırma alanı olarak tüketim verilerinin belirli bir düzen ile ilerlemesi sebebiyle Denizli ilindeki konut tüketicileri seçilmiştir. Aynı zamanda daha fazla insanın yaşamını etkilemesi araştırma konusu olmuştur.

Araştırmada geçmiş dönemlere ait doğal gaz tüketim verilerine ek olarak sıcaklık verileri, ekonomik veriler, nüfus verileri dikkate alınmış ve bu veriler ile tahminleme desteklenmiş ve gerekli analizler yapılmıştır. Bu şekilde tüketimi etkileyen faktörlerin sayısal olarak ortaya çıkarılması ve gelecekteki tüketimlerin verimli değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

### **3.2. Uygulamada Kullanılan Veriler**

Uygulamada temel veri olarak, Denizli ilindeki konut tüketicilerine ait veriler kullanılmıştır. Ayrıca verilerin bu çalışmada kullanılabilmesi için doğal gaz dağıtım şirketinden gerekli resmi izin alınmıştır. Konut tüketicileri, EPDK tarafından kullanım kategorilerine ayrılmıştır. Bu kategoriler kombi ve ocak, merkezi sistem, ocak, şofben ve ocak, şofben, ocak ve soba ve diğer şekildedir. Bunlardan bağımsız olarak merkezi sistem ve bireysel ısınma olmak üzere iki tip de ısınma şekli bulunmaktadır.

İlk olarak 2007 ve 2018 yılları arasındaki konut abonelerinin tüketim istatistikleri incelenmiştir. Bu inceleme ile tüketimlerin genel görünümünün çıkarılması amaçlanmıştır. Tüketim verileri, kullanım kategorilerine göre detaylandırılarak her kullanım kategorisindeki abonelik ve tüketim oranları Tablo 11’de belirtilmiştir. 2018 yıl sonu itibariyle konut abonelerinin % 86,4 oranındaki kısmının, kombi ve ocak kullanımı ile tüketim yaptığı görülmüştür. Aynı zamanda konut tüketimlerinin, % 78,5 oranında kombi ve ocak kullanımı yoluyla yapıldığı görülmüştür.

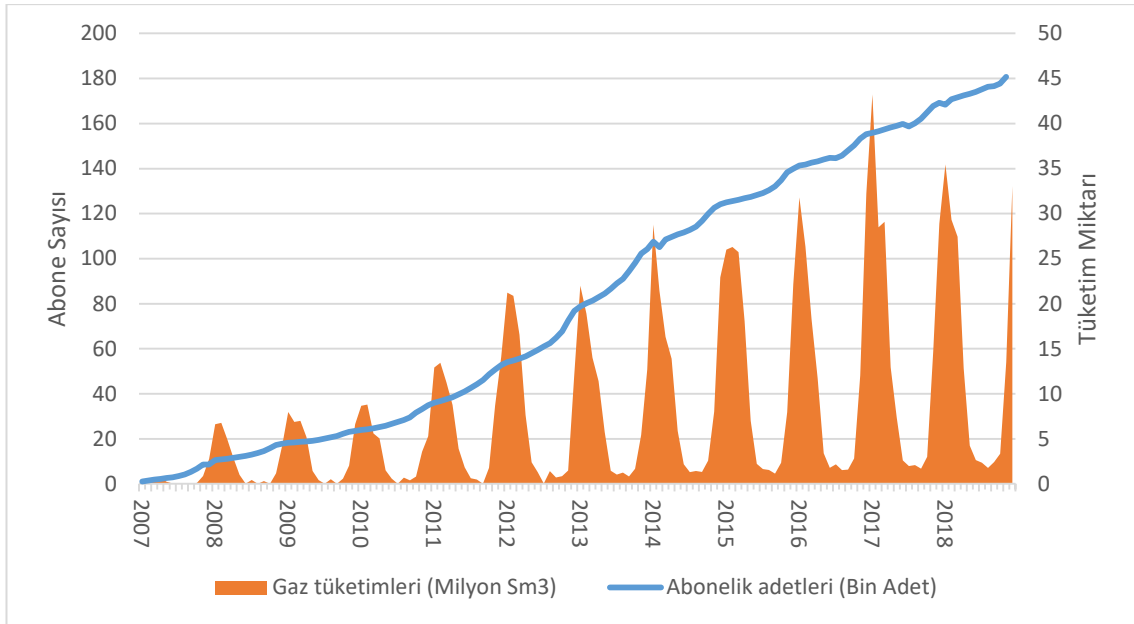
**Tablo 11.** Kullanım Kategorisine Göre Tüketim Detayları

Kullanım Kategorisi	Abonelik Oranı (%)	Tüketim Oranı (%)
<b>Kombi ve ocak</b>	86,4	78,5
<b>Merkezi sistem</b>	0,6	13,7
<b>Ocak</b>	1,2	0,5
<b>Şofben ve ocak</b>	10,2	0,1
<b>Şofben, ocak ve soba</b>	0,0	0,0
<b>Diğer</b>	1,5	7,1
<b>Toplam</b>	100,0	100,0

**Kaynak :** Doğal gaz dağıtım şirketi verileri

### 3.2.1. Uzun Dönem Doğal Gaz Tüketim Verileri

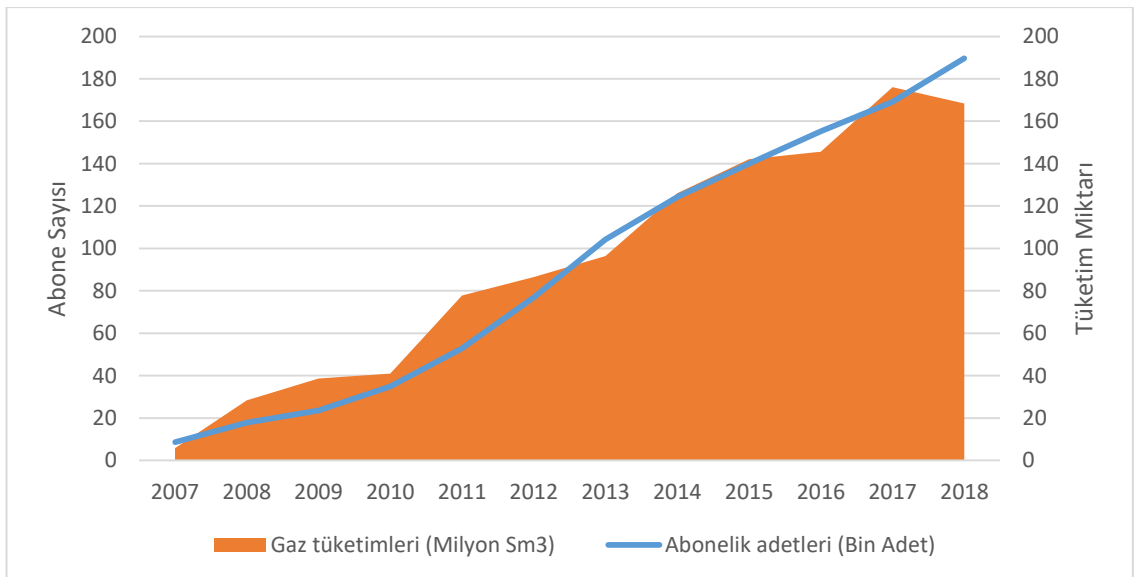
Denizli ilinde EPDK Dağıtım Lisansı kapsamında 2006 yılında doğal gaz alt yapı çalışmaları başlamış olup, doğal gaz 2007 yılı içerisinde aboneler ile buluşmuştur. 2007 ile 2018 yılları arasındaki konutlara ait abonelik ve tüketim istatistikleri Şekil 10’da belirtilmiştir. Şekil 10’da ilk olarak mevsimsel dalgalanmalar dikkati çekmektedir. Bu dalgalanmalara en büyük sebep, mevsimler arasındaki ortalama sıcaklık farklarıdır. Aynı zamanda abonelik adetlerinin sürekli artış gösterdiği de görülmüştür. Aynı dönemler içerisindeki sıcaklık istatistikleri ile tüketimlerin ilişkisi değerlendirilmiştir.



**Şekil 10.** Denizli İlinin 2007 ve 2018 Yılları Arasındaki Aylık Tüketim ve Abonelik Değerleri

**Kaynak :** Doğal gaz dağıtım şirketi verileri

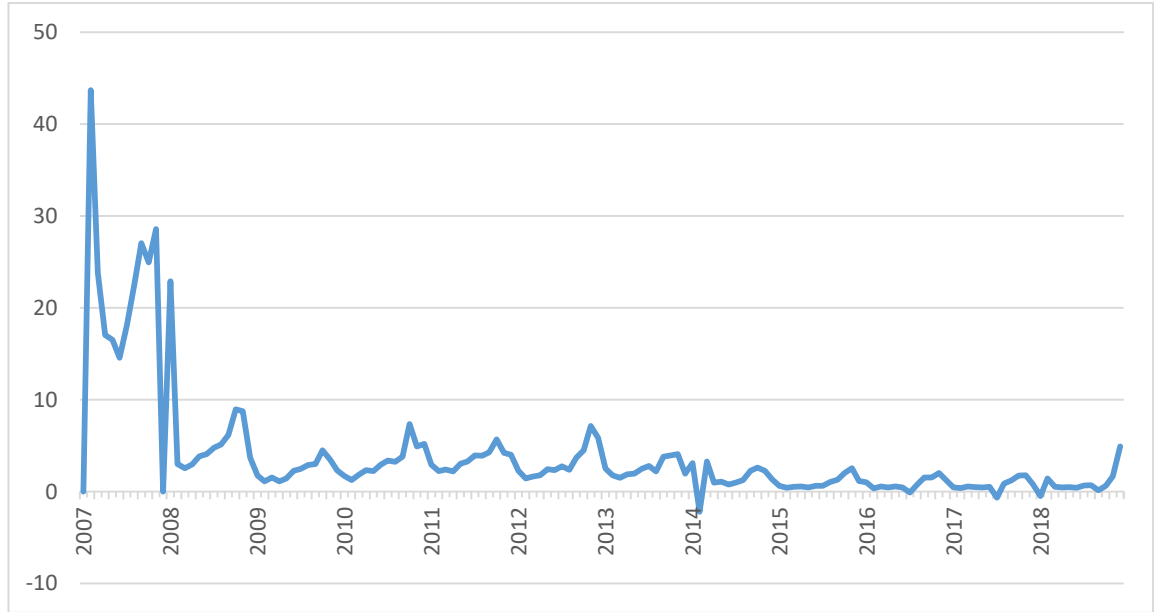
Şekil 11'de ise 2007 ve 2018 yılları arasındaki yıllık bazlı değişimler gösterilmektedir. Abonelik sayılarındaki artışlara paralel olarak her geçen yıl, tüketimler de artmıştır. Diğer yandan 2014 yılından sonra oransal olarak yıllık abonelik artışının azaldığı görülmekte olup bu yıldan sonra abonelik artışının tüketimlere etkisinin azaldığı dikkat çekmektedir.



**Şekil 11.** Denizli İlinin 2007 ve 2018 Yılları Arasındaki Yıllık Tüketim ve Abonelik Değerleri

**Kaynak :** Doğal gaz dağıtım şirketi verileri

Şekil 12, 2007 ve 2018 yılları arasındaki abonelik sayıları ardışık aylar arasındaki farklar alınarak düzenlenmiştir.



**Şekil 12.** Denizli İlinin 2007 ve 2018 Yılları Arasındaki Abonelik Oranları

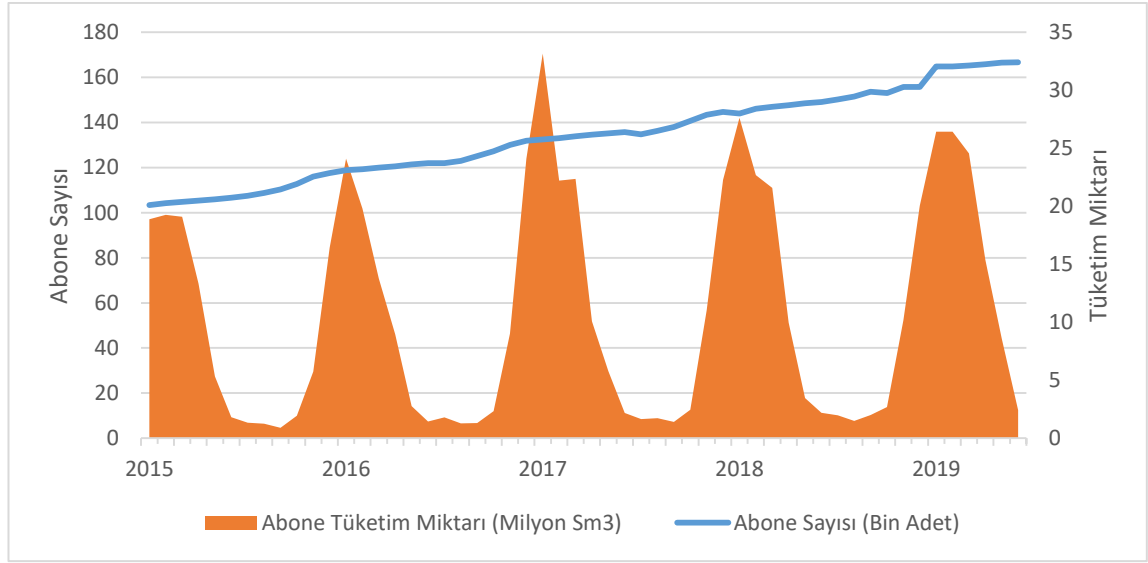
**Kaynak :** Doğal gaz dağıtım şirketi verileri

Abonelik ve tüketim oranlarını aylık farklar bazında gösteren Şekil 12 incelendiğinde doğal gazın şehre ilk geldiği yıllarda aylık değişimlerin yüksek olduğu görülmüştür. Bunun sebebi olarak, ilk defa doğal gaz kullanımına başlayan abonelerin sisteme dahil olmasının etkili olduğu verilebilmektedir. İlk defa gaz kullanımını yapılması da altyapı çalışmalarının tamamlanarak tüketicilere doğal gazın ulaştırılmasına bağlıdır. Altyapı çalışmaları da yıllar içerisinde sektör bazlı genişleyerek ilerlemiş olup şehirdeki tüm tüketicilere, tek seferde doğal gaz verilmesi bu sebeple mümkün değildir. Yıllar içerisinde bu genişlemenin bir sonucu olarak aylık abonelik adetlerindeki farkların azalması ile tüketimlerdeki farkların da azaldığı görülmüştür. Bu sebeple bu tez çalışmasının uygulama bölümüne, 2015 yılından sonraki veriler dikkate alınmıştır. Bu sayede tüketimlerin; sıcaklık, ekonomik ve nüfus etkilerinin daha net ortaya çıkarılması hedeflenmiştir.

### 3.2.2. Kullanım Kategorilerine Göre Doğal Gaz Tüketim Verileri

Kullanım kategorilerinin uygulama dönemlerine ait grafikler (Şekil 13 – Şekil 18) düzenlenmiş olup trendlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Grafiklerin değerlendirilmesi sonucunda kullanım kategorileri içinde hem abonelik ve tüketim oranlarının en yüksek

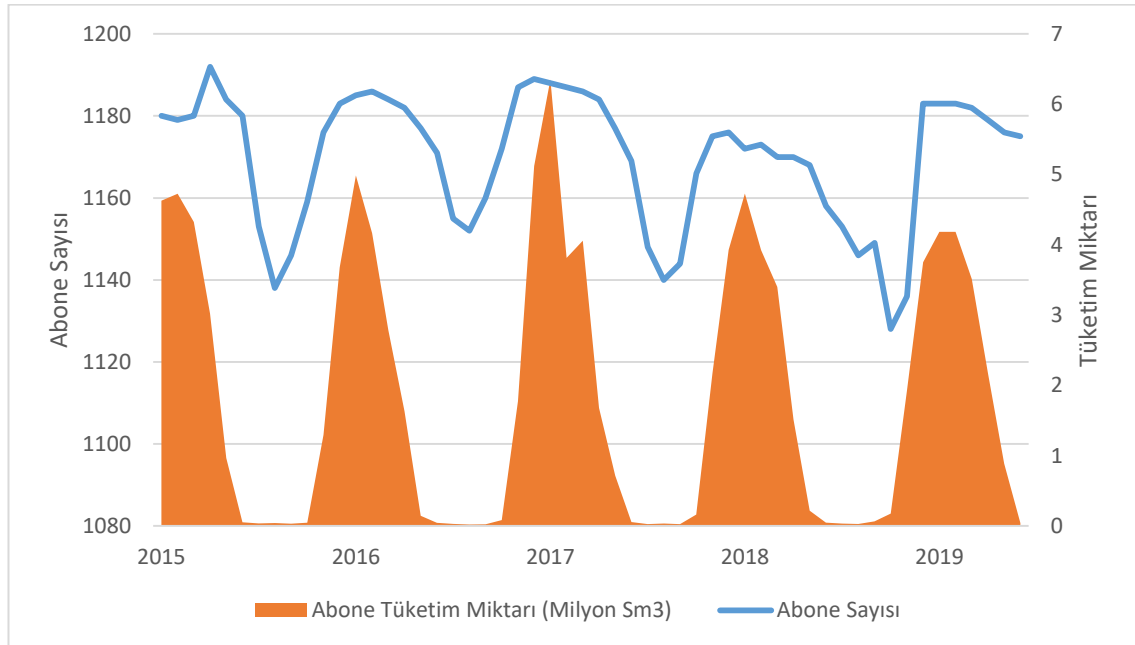
değerde olması hem de trendin daha düzenli olması sebebiyle kombi ve ocak kullanımları, uygulamanın konusu olarak seçilmiştir.



**Şekil 13.** Denizli İlinin 5 Yıllık Kombi ve Ocak Tüketim ve Abonelik Değerleri

**Kaynak :** Doğal gaz dağıtım şirketi verileri

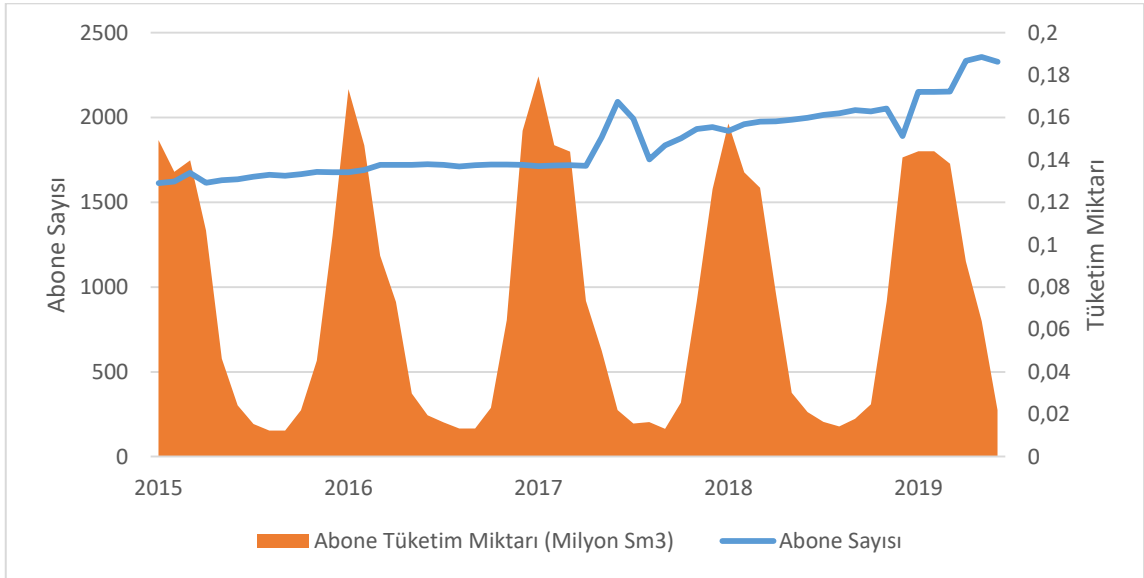
Şekil 13'te kombi ve ocak tüketimleri ile abone sayıları karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Kombi ve ocak kullanımı, konutlarda en temel kullanım tipi olup kombi ile ısınma ihtiyacı sağlanmakta ve ocak ile de mutfak ihtiyaçları karşılanmaktadır.



**Şekil 14.** Denizli İlinin 5 Yıllık Merkezi Sistem Tüketim ve Abonelik Değerleri

**Kaynak :** Doğal gaz dağıtım şirketi verileri

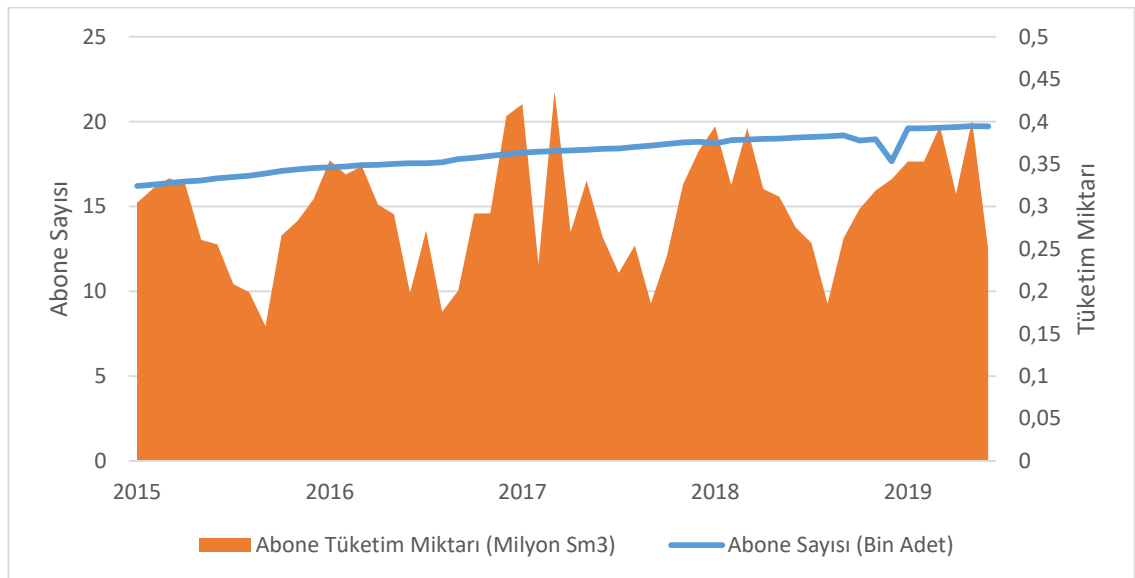
Şekil 14'te merkezi sistem tüketicilerine ait veriler gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde yaz aylarında abonelik sayılarında düşüş, kış aylarında ise tekrar artış olduğu görülmüştür. Genel abonelik adetleri incelendiğinde, toplam abonelik sayısında azalma yaşandığı görülmüştür.



**Şekil 15.** Denizli İlının 5 Yıllık Ocak Tüketim ve Abonelik Değerleri

**Kaynak :** Doğal gaz dağıtım şirketi verileri

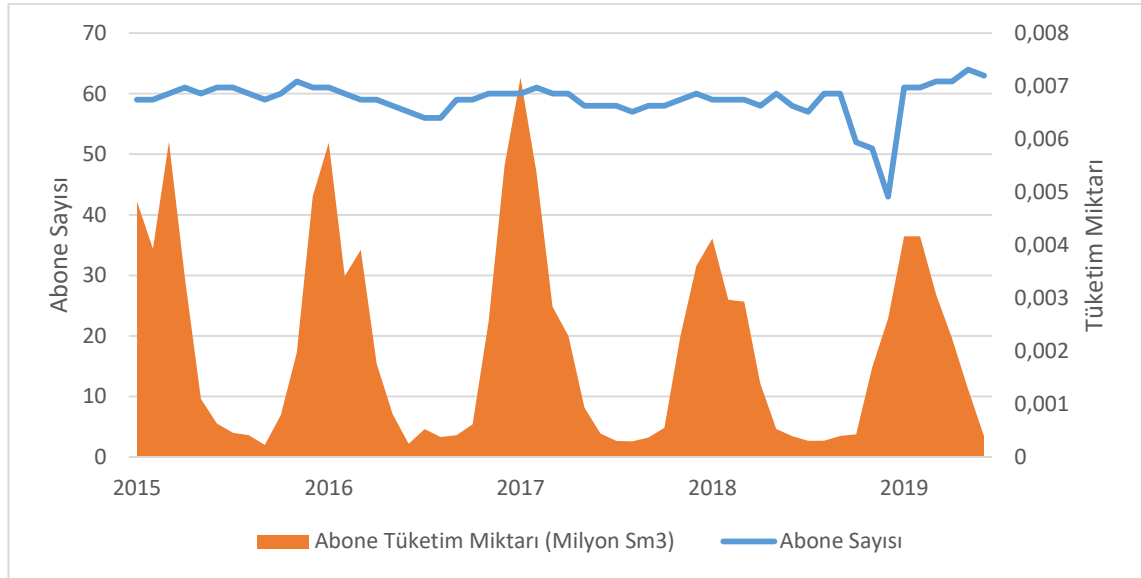
Şekil 15'te ocak tüketimleri ve abonelik sayıları karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Bu kullanım kategorisinde sadece mutfak ihtiyaçları için ocak kullanımı yapılmaktadır.



**Şekil 16.** Denizli İlının 5 Yıllık Şofben ve Ocak Tüketim ve Abonelik Değerleri

**Kaynak :** Doğal gaz dağıtım şirketi verileri

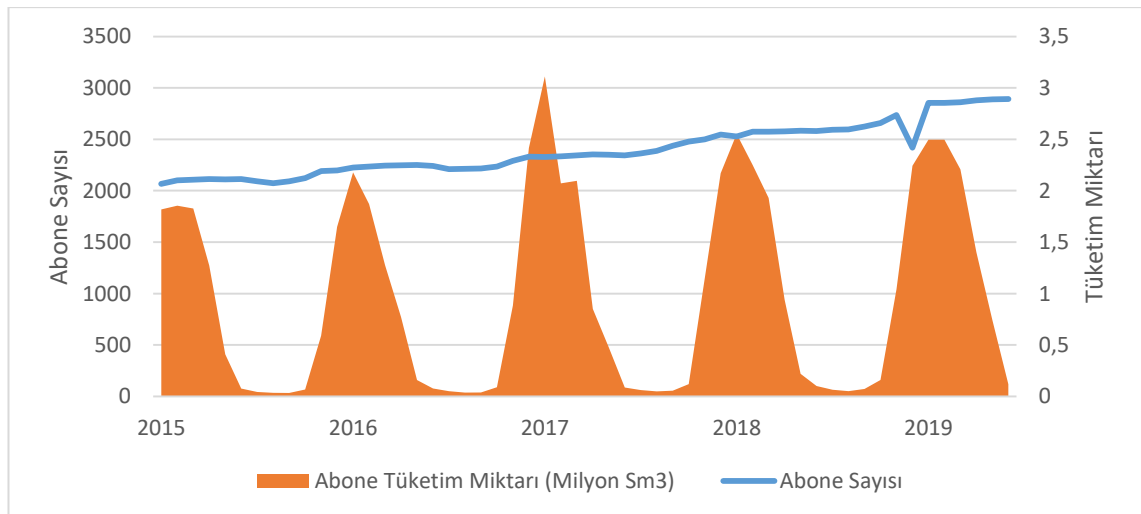
Şofben ve ocak kullanımı, merkezi sistem ısınma tipinin bir parçasıdır. Bu kullanım kategorisi bireysel ısınma tipinde kullanılamamaktadır. Merkezi sistemlerde ısınma ihtiyacı haricindeki sıcak su ve mutfak ihtiyaçları için kullanılmakta olup bağımsız birimlerde (daire) bulunmaktadır. Şekil 16 incelendiğinde tüketimlerde mevsimsel trendin bulunduğu ancak sıcak su kullanımının yaz aylarında da devam etmesi sonucunda bu etkinin azaldığı görülmüştür.



**Şekil 17.** Denizli İlinin 5 Yıllık Şofben, Ocak ve Soba Tüketim ve Abonelik Değerleri

**Kaynak :** Doğal gaz dağıtım şirketi verileri

Şekil 17'de Şofben, Ocak ve Soba kategorisindeki tüketimler gösterilmiştir. Bu kullanım kategorisinde ısınma ihtiyacı doğal gaz sobası ile karşılanmaktadır ve tercih edilen bir kullanım kategorisi değildir.



**Şekil 18.** Denizli İlinin 5 Yıllık Diğer Tüketim ve Abonelik Değerleri

**Kaynak :** Doğal gaz dağıtım şirketi verileri



Şekil 18 ise belirlenen kategoriler dışında ve sayıda cihazlara sahip olan bağımsız birimlerin (daire) kullanımlarını yansıtmaktadır.

### 3.3. Denizli İli Doğal Gaz Tüketim Tahminini Etkileyen Faktörler

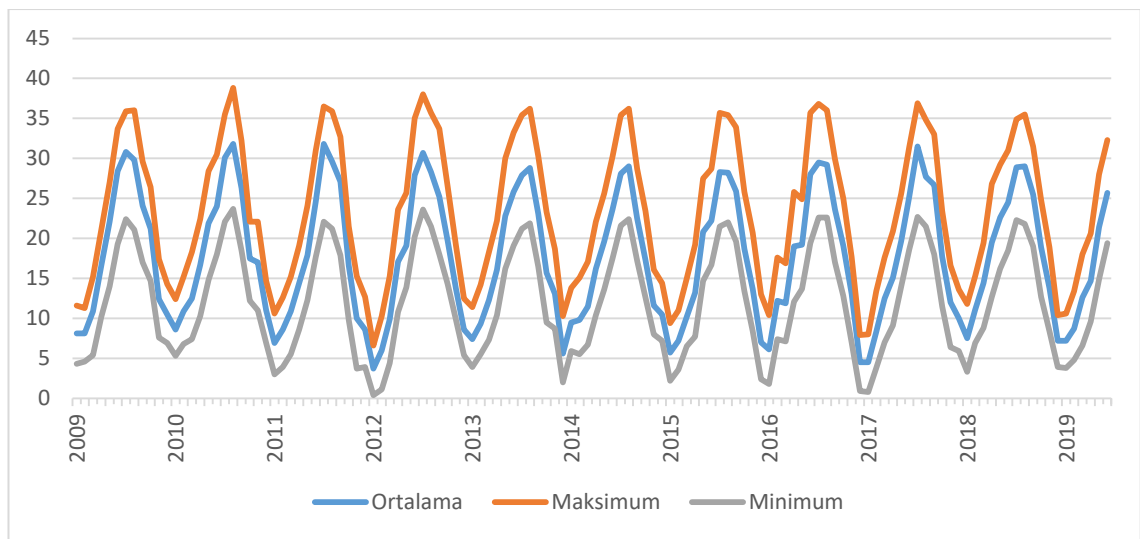
Birinci bölümde yapılan literatür taraması doğrultusunda Denizli ili için doğal gaz tüketimlerini etkilediği düşünülen faktörler olarak;

- Sıcaklık verileri,
- Nem verileri,
- Derece gün verileri,
- Doğal gaz birim fiyatları,
- Gaz açım verileri,
- Ekonomik veriler,
- Nüfus verileri,

dikkate alınmıştır. Doğal gaz tüketimine en çok etki eden faktörün tespiti için çalışmanın devam eden bölümlerinde karşılaştırmalı analizler yapılmıştır.

#### 3.3.1. Sıcaklık Verileri

Denizli şehir merkezine ait 37.78 enleminde ve 29.08 boylamında, 425 metre rakımında bulunan 172370 kodlu istasyon verileri çalışmada sıcaklık verileri olarak kullanılmıştır (Web\_9). Kullanılan veri kümesinin içerisinde ortalama sıcaklık, ortalama minimum sıcaklık ve ortalama maksimum sıcaklık verileri bulunmaktadır.



Şekil 19. Denizli İlinin 2009 ve 2019 Yılları Arasındaki Ortalama Sıcaklık Verileri

**Kaynak :** WEB\_9. (2019) Sıcaklık Verileri web sitesi.

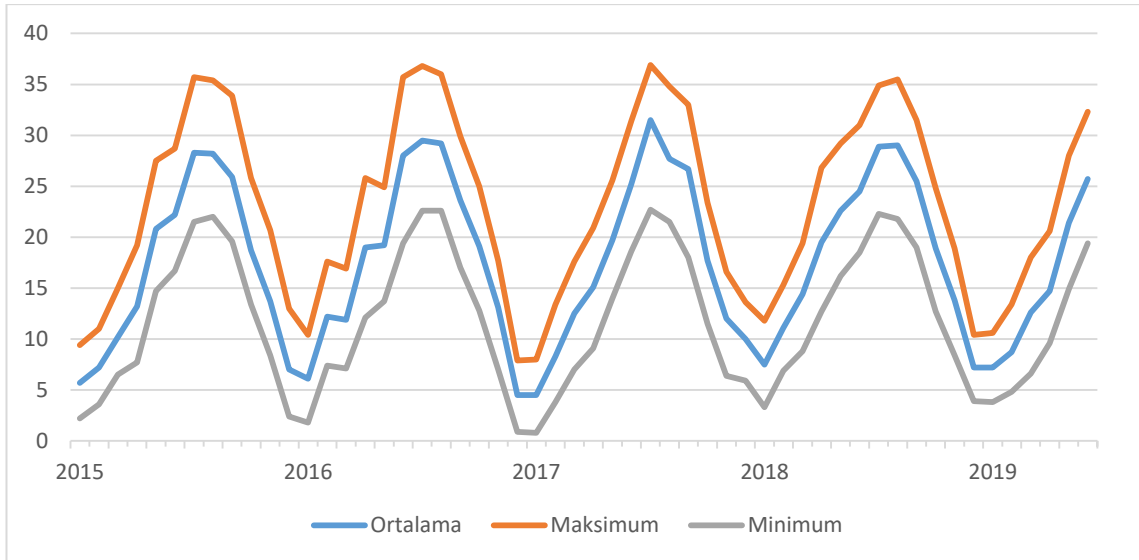
<https://en.tutiempo.net/climate/ws-172370.html> (03.08.2019).

Şekil 19’da 2009 ve 2019 yıllarında Denizli iline ait ortalama sıcaklıklar, aylık olarak gösterilmiştir. 2012 ve 2017 yıllarının kış mevsimlerinde, ortalama sıcaklıkların daha düşük olduğu görülmüştür. En düşük ortalama minimum sıcaklık değerleri sırasıyla; Ocak 2012, Ocak 2017, Aralık 2016 dönemlerinde gerçekleşmiştir. Konutlarda tüketimlerdeki artış, doğal gazın ısınma amacıyla kullanılması sonucu oluşmaktadır. Yaz aylarında ise sadece ocak ve sıcak su amacıyla kullanım olması sebebiyle yıllar arası benzer tüketimler görülmüştür. Bu sebeple kış aylarındaki tüketimler daha detaylı incelenmiştir. Tablo 12’de kış dönemlerine ait sıcaklık istatistikleri belirtilmiş olup, kış dönemi olarak Aralık, Ocak ve Şubat ayları dikkate alınmıştır.

**Tablo 12.** Denizli İlinin Kış Dönemleri Sıcaklık Verileri

Kış dönemi	Ortalama Sıcaklık	Ortalama Minimum Sıcaklık
2011-2012	6,1	1,8
2012-2013	8,43	4,93
2013-2014	8,3	4,46
2014-2015	7,8	4,33
2015-2016	8,43	3,87
2016-2017	5,76	1,83
2017-2018	9,53	5,36
2018-2019	7,7	4,16

**Kaynak :** WEB\_9. (2019) Sıcaklık Verileri web sitesi.  
<https://en.tutiempo.net/climate/ws-172370.html> (03.08.2019)



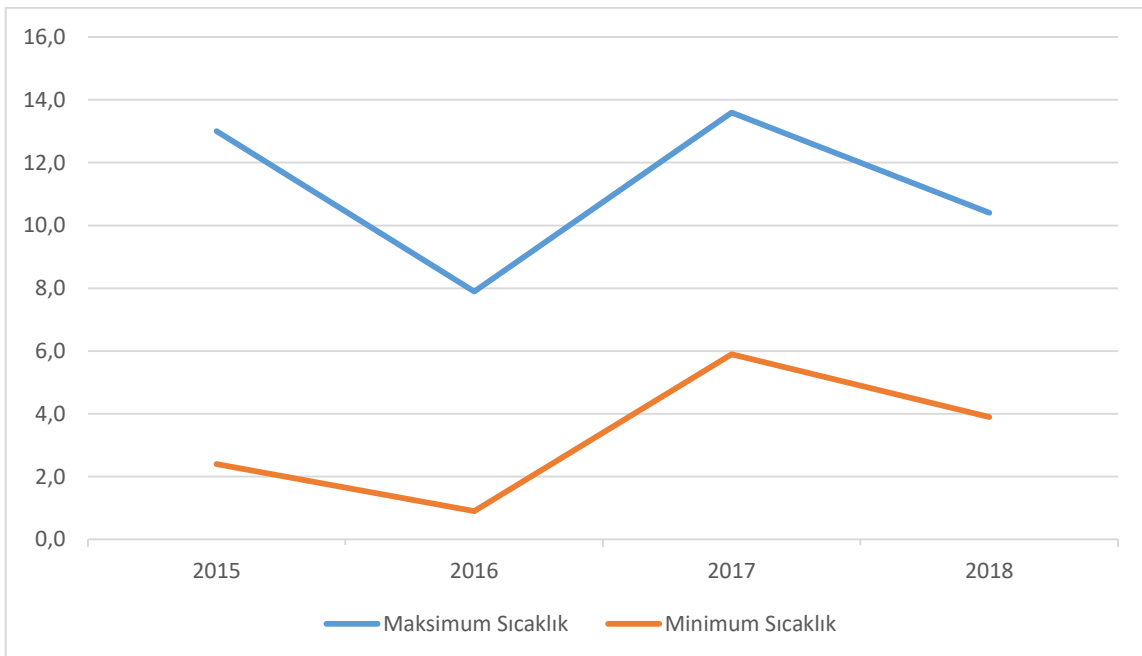
**Şekil 20.** Denizli İlinin 2015 ve 2019 Yılları Arasındaki Sıcaklık Verileri

**Kaynak :** WEB\_9. (2019) Sıcaklık Verileri web sitesi.

<https://en.tutiempo.net/climate/ws-172370.html> (03.08.2019)

Şekil 20'de ise uygulamanın dönemi olarak belirlenen Ocak 2015 ve Haziran 2019 dönemlerine ait ortalama sıcaklık verileri gösterilmiştir.

Şekil 21'de gösterilen Aralık ayları sıcaklık değerleri içerisinde sırasıyla en düşük ortalama sıcaklıkların ölçüldüğü yıllar 2016, 2015, 2018 ve 2017 yıllarıdır.

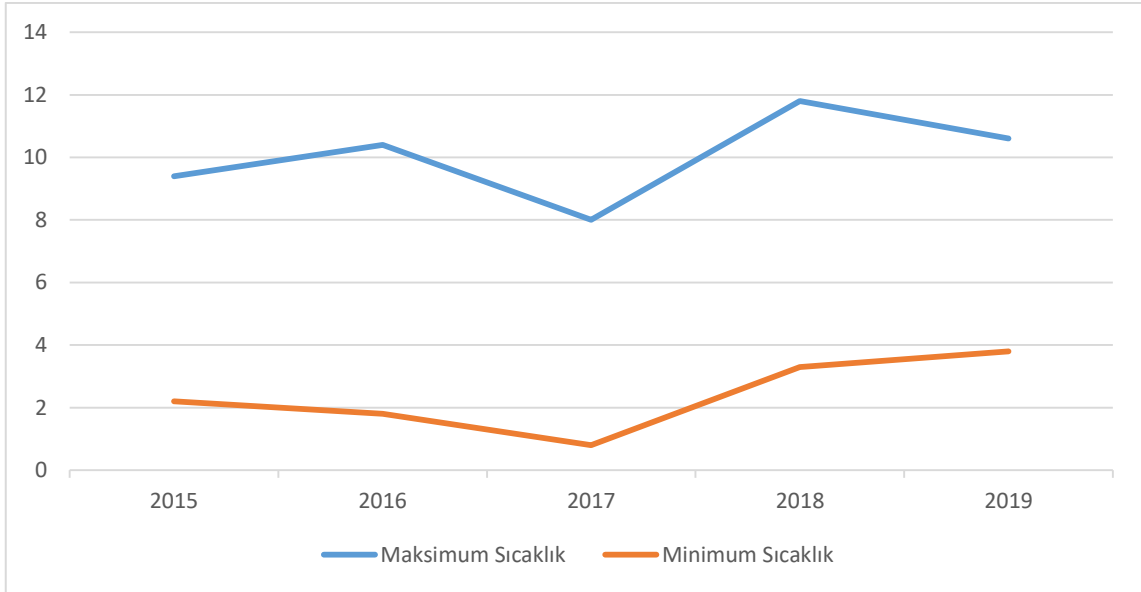


**Şekil 21.** Denizli İlinin Aralık Ayı Sıcaklık Verileri

**Kaynak :** WEB\_9. (2019) Sıcaklık Verileri web sitesi.

<https://en.tutiempo.net/climate/ws-172370.html> (03.08.2019)

Şekil 22’de gösterilen Ocak ayları sıcaklık değerleri içerisinde sırasıyla en düşük ortalama sıcaklıkların ölçüldüğü yıllar 2017, 2016, 2015, 2018 ve 2019 yıllarıdır.

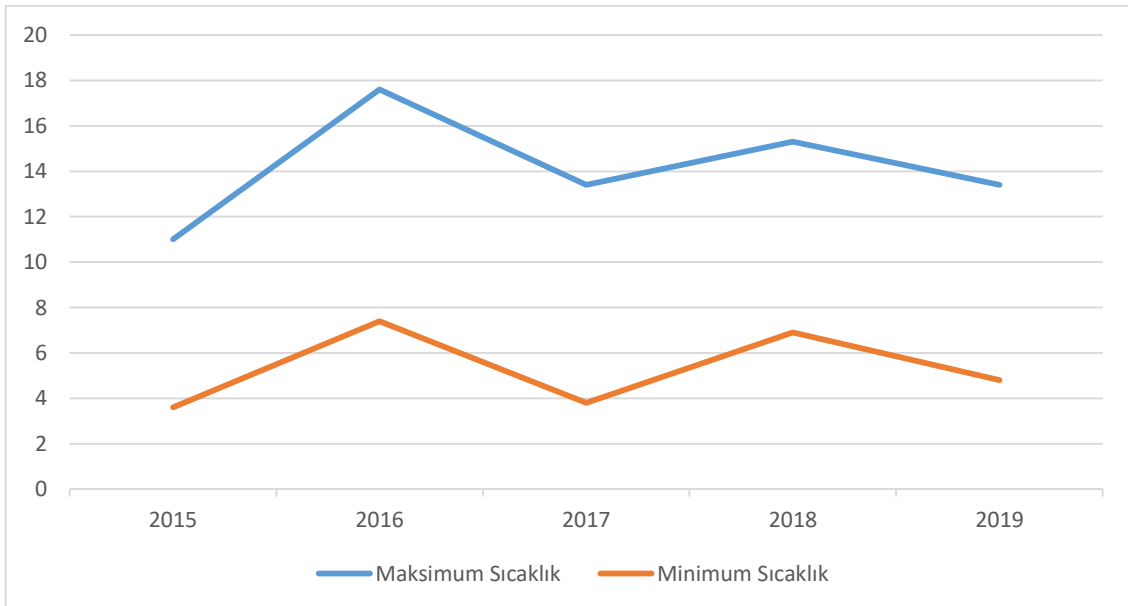


**Şekil 22.** Denizli İlinin Ocak Ayı Sıcaklık Verileri

**Kaynak :** WEB\_9. (2019) Sıcaklık Verileri web sitesi.

<https://en.tutiempo.net/climate/ws-172370.html> (03.08.2019)

Şekil 23’te gösterilen Şubat ayları sıcaklık değerleri içerisinde sırasıyla en düşük ortalama sıcaklıkların ölçüldüğü yıllar 2015, 2017, 2019, 2018 ve 2016 yıllarıdır.

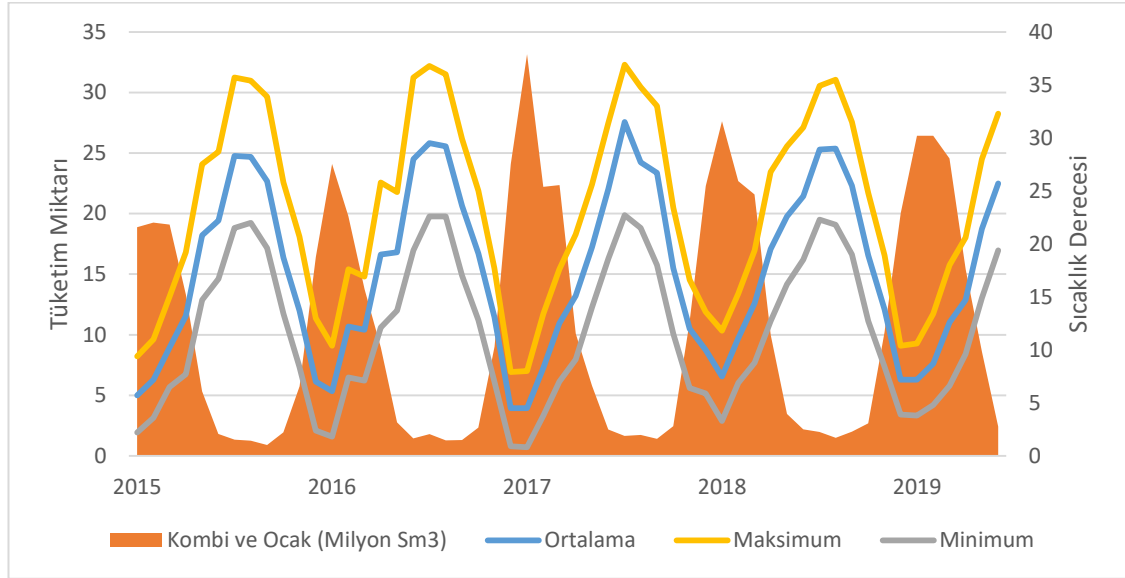


**Şekil 23.** Denizli İlinin Şubat Ayı Sıcaklık Verileri

**Kaynak :** WEB\_9. (2019) Sıcaklık Verileri web sitesi.

<https://en.tutiempo.net/climate/ws-172370.html> (03.08.2019)

En düşük ortalama sıcaklık değerlerine sahip olan 2016 - 2017 kış döneminde; uygulama dönemindeki konut kombi ve ocak aylık ortalama tüketimlerine göre Aralık 2016 döneminde % 21,79 oranında, Ocak 2017 döneminde % 26 oranında ve Şubat 2017 döneminde % 0,2 oranında daha fazla tüketim yapıldığı hesaplanmıştır. Şekil 24 incelendiğinde, sıcaklık ve tüketimler arasındaki ters orantı görülmektedir.



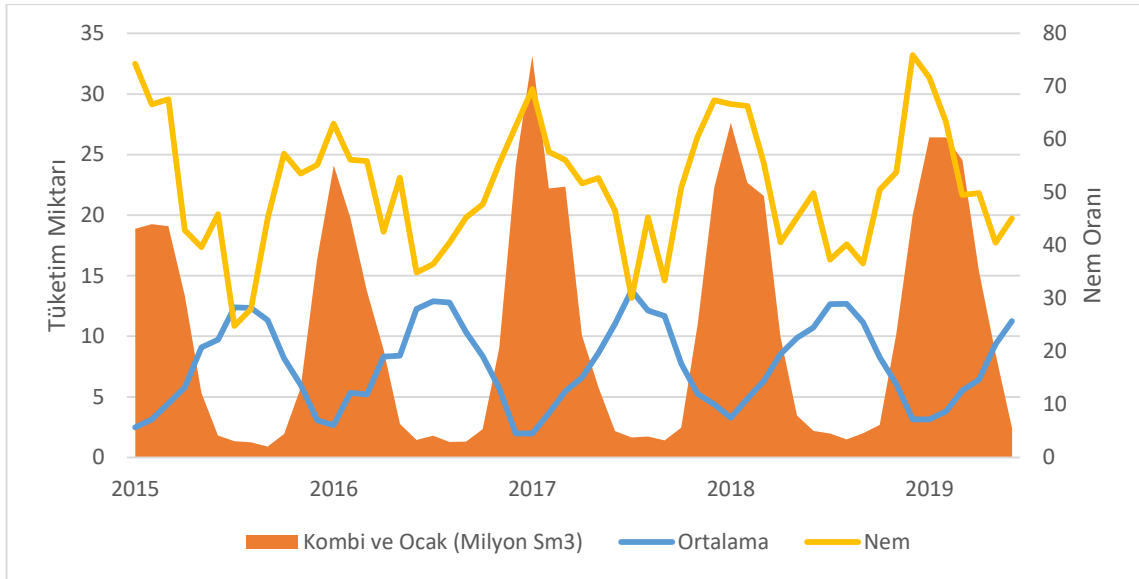
**Şekil 24.** Denizli İlinin 2015 ve 2019 Yılları Arasındaki Tüketim ve Ortalama Sıcaklık Verileri

**Kaynak :** WEB\_9. (2019) Sıcaklık Verileri web sitesi.

<https://en.tutiempo.net/climate/ws-172370.html> (03.08.2019), Doğal gaz dağıtım şirketi verileri

### 3.3.2. Nem Verileri

Atmosferin içerdiği su buharı miktarına nem adı verilmektedir (Web\_5). Şekil 25 incelendiğinde kış aylarında nem miktarının arttığı, yaz aylarında ise düştüğü gözlemlenmiştir (Web\_9). Nem miktarı, hissedilen sıcaklığı değiştirmekte olup düşük sıcaklıklarda havanın daha soğuk, yaz aylarında ise daha sıcak hissedilmesine neden olmaktadır. Doğal gazın ısınma amacıyla kullanılmasının bir sonucu olarak kış aylarında tüketim miktarları, yılın geri kalanına göre ciddi bir artış göstermektedir. Aynı zamanda nem oranındaki artışla tüketimler arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu görülmüştür.



**Şekil 25.** Denizli İlinin 2015 ve 2019 Yılları Arasındaki Doğal Gaz Tüketim, Nem ve Ortalama Sıcaklık Verileri

### 3.3.3. Derece Gün Verileri

Derece gün yöntemi (Isıtma Gün Dereceleri, Heating Degree Days, HDD), 24 saatlik periyotta havanın ne kadar sıcak ve soğuk geçtiğini ölçmek amacıyla kullanılan bir yöntemdir (Web\_6). Hesaplama günlük değerler için yapılmakta olup, aylık ve yıllık gün dereceleri bu değerlerin toplanması ile bulunmaktadır.

$$HDD = (18 \text{ }^{\circ}\text{C} - T_m) \times d \quad T_m \leq 15 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (Isıtma eşiği)}$$

$$HDD = 0 \text{ olursa, } T_m > 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_m = \text{Günlük ortalama sıcaklık}$$

$$d = \text{Gün sayısı}$$

**Tablo 13.** Denizli İli Derece Gün Verileri

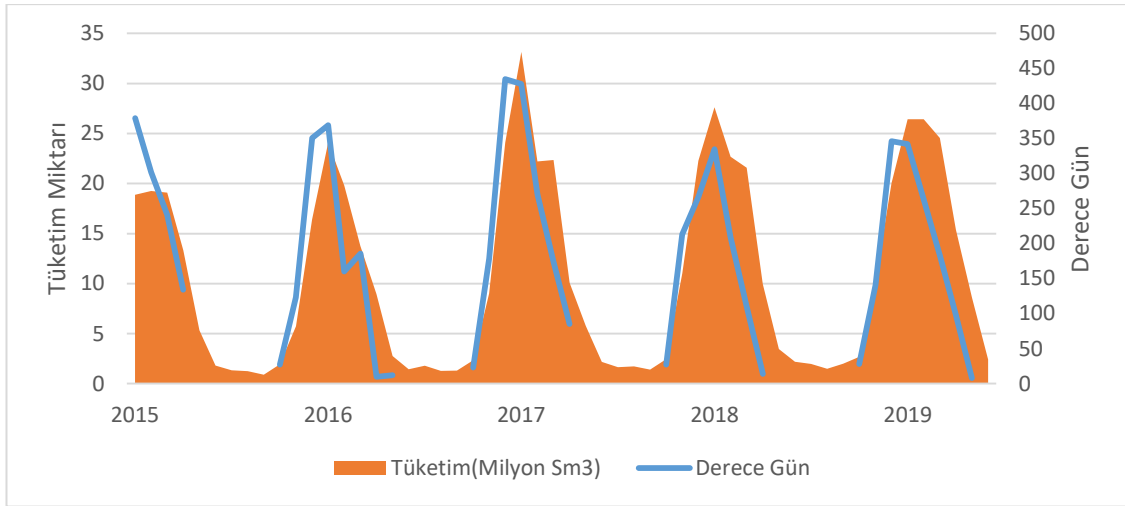
Yıl	GD	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
2019	HDD	342	262	183	98	8								893
	T $\leq$ 15°C	31	28	28	17	2								106
2018	HDD	335	209	111	14						28	141	346	1184
	T $\leq$ 15°C	31	27	19	4						4	22	31	138
2017	HDD	428	270	174	85						27	213	267	1464
	T $\leq$ 15°C	31	28	24	15						5	30	30	163
2016	HDD	369	160	186	10	12					23	179	435	1374
	T $\leq$ 15°C	30	22	26	2	3					6	24	31	144
2015	HDD	379	302	241	134						27	123	351	1557
	T $\leq$ 15°C	31	27	31	19						6	26	31	171
2014	HDD	262	228	191	57	17				4	32	183	235	1209
	T $\leq$ 15°C	31	28	26	14	4				1	8	27	31	170
2013	HDD	322	245	177	74						54	129	383	1384
	T $\leq$ 15°C	31	28	23	13						9	22	31	157
2012	HDD	458	374	258	39	4					3	128	280	1544
	T $\leq$ 15°C	31	29	31	8	1					1	21	27	149
2011	HDD	366	282	250	125	23					102	281	320	1749
	T $\leq$ 15°C	31	27	30	22	4					16	30	31	191
2010	HDD	287	199	160	68	3					46	43	227	1033
	T $\leq$ 15°C													0
2009	HDD	326	289	249	71	6					7	177	234	1359
	T $\leq$ 15°C													0
2008	HDD	413	336	139	83	4					19	113	287	1394
	T $\leq$ 15°C													0

**Kaynak :** WEB\_7. (2019) Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sitesi.

<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/gun-derece.aspx?g=merkez&m=20-00&y=2019&a=07> (28.08.2019)

Tablo 13'te 2008 ve 2019 yılları arasındaki dönemlere ait derece gün verileri gösterilmektedir. Çalışmanın yapıldığı 2015 ve 2019 yılları arasındaki veriler incelendiğinde derece gün verilerine göre en soğuk dönemlerin, 2016 – 2017 kış döneminde yaşandığı tespit edilmiştir.

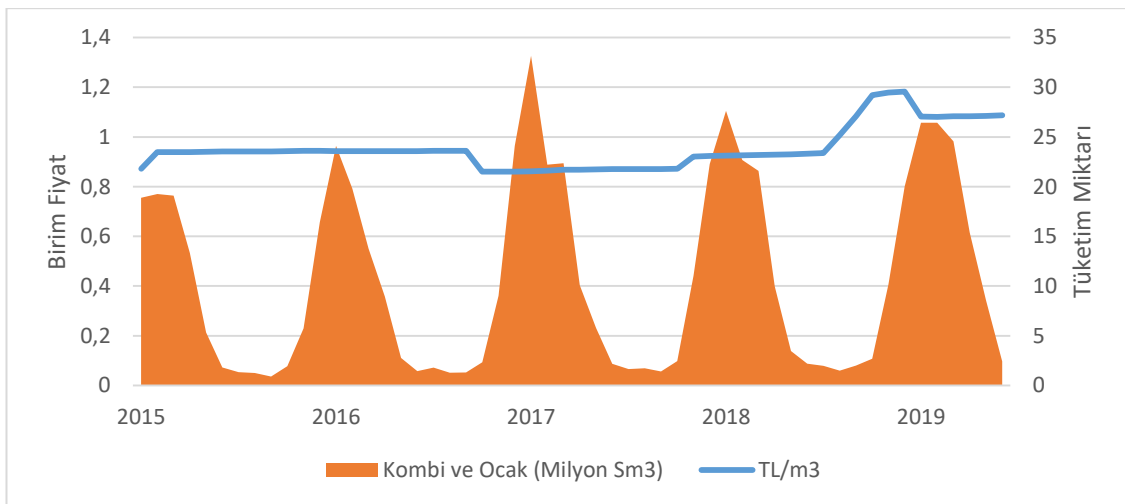
Şekil 26'da ise çalışma dönemine ait veriler karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Veriler incelendiğinde derece gün verileri ile tüketim verileri arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu görülmüştür. Ocak 2008 ve Haziran 2019 arasındaki yaklaşık 11 yıllık dönem incelendiğinde en yüksek derece gün değerleri; 2011-2012 kış dönemi ve 2016-2017 kış döneminde ölçülmüştür. Aynı kış dönemlerinde en yüksek tüketimlerin gerçekleştiği kış aylarıdır. Bu açıdan bakıldığında derece gün yönteminin, kullanışlı ve basit bir değerlendirme yöntemi olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 26. Denizli İlinin 5 Yıllık Tüketim ve Derece Gün Verileri

### 3.3.4. Doğal Gaz Birim Fiyatları

Dağıtım lisansı sınırları içerisinde geçerli olacak olan doğal gaz birim fiyatları, EPDK tarafından belirlenmektedir. BOTAŞ, doğal gaz iletim şebekesi üzerinden dağıtım şirketlerine doğal gaz satışı yapmaktadır. Dağıtım şirketleri de EPDK'nın tüketicilerin doğal gaz iletim ve dağıtım sistemine getirdikleri yük ve maliyetlere göre belirlediği sistem kullanım bedelini ve vergileri (KDV ve ÖTV) ilave ederek abonelere doğal gaz satışı ve faturalandırması yapmaktadırlar. KDV oranı, % 18 olup; 4670 Sayılı Özel Tüketim Vergisi Kanunu kapsamında ÖTV oranı ise 0,023 TL/Sm<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. KDV, doğal gaz perakende satış fiyatı üzerinden alınmakta olup, perakende satış fiyatının içinde sistem kullanım bedeli ve ÖTV bedelleri de bulunmaktadır.



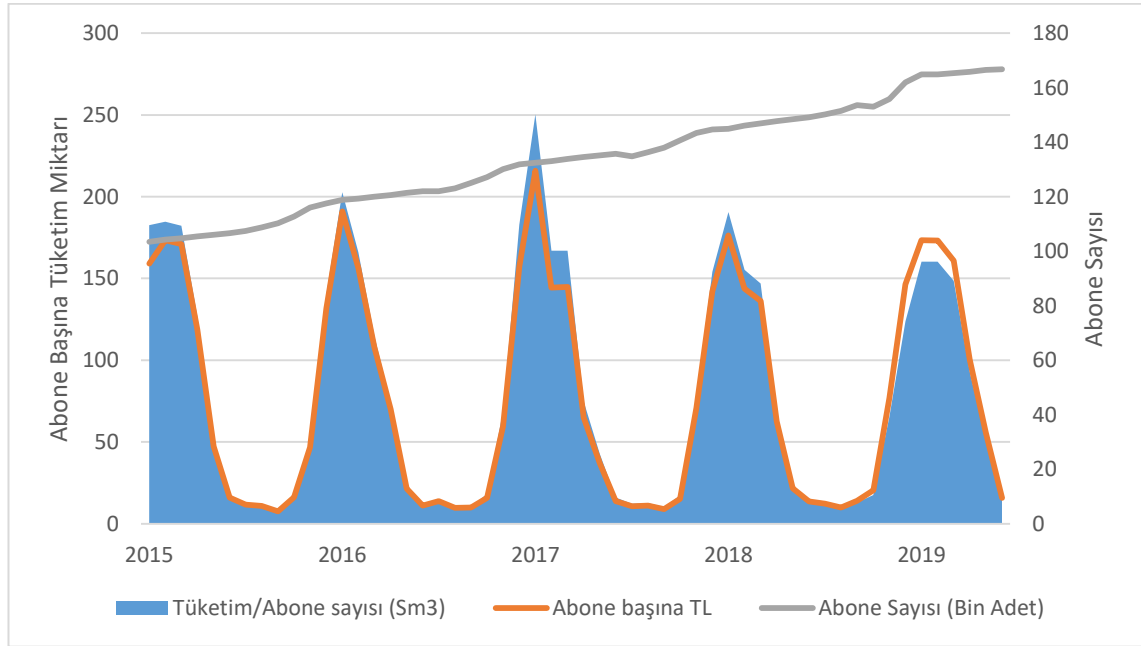
Şekil 27. Denizli İlinin Tüketim ve Birim Fiyat Verileri

**Kaynak :** WEB\_2. (2019) Enerya web sitesi.

<https://portal.enerya.com.tr/DogalGazBirimFiyatlari/index.xhtml?city=20>  
(28.08.2019), doğal gaz dağıtım şirketi verileri



Şekil 27’de kombi ve ocak tüketimleri ile Denizli iline ait doğal gaz birim fiyatları (KDV hariç birim fiyatlar) verilmiştir. Veriler incelendiğinde 2016 yılının sonlarına kadar birim fiyatlarda değişiklik olmadığı daha sonra ise 2017 yılı sonlarına kadar geçerli olan % 9 oranında bir düşüş yaşandığı görülmüştür. 2018 yılının yaz aylarından başlayarak 2018 yılının sonuna kadar devam eden % 17 oranında bir fiyat artışı görülmüş olup 2019 yılının başında ise birim fiyatlarda % 9 oranında düşüş yaşanmıştır.



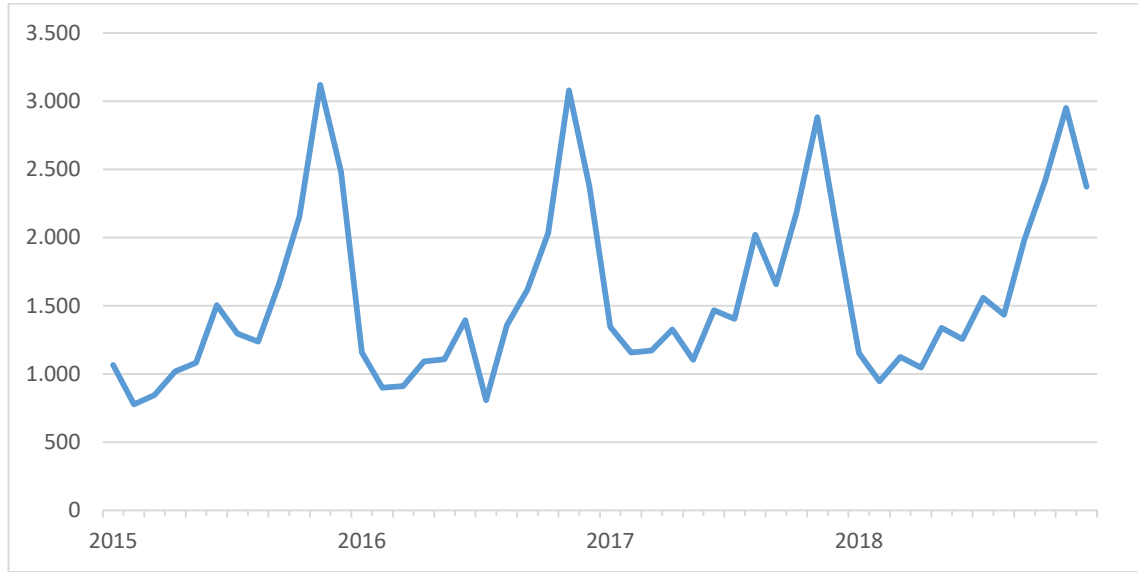
**Şekil 28.** Denizli İlının Fiyat Artışı Etkisi

Şekil 28’de aylık bazda abone başına düşen tüketim miktarı ve bu miktarın ilgili ayın birim fiyatı ile çarpılmış hali gösterilmiştir. Bu verilere ilave olarak abone sayıları belirtilmiştir. Tüketimlerin yıl boyunca en yüksek olduğu kış mevsimindeki Ocak ve Şubat aylarındaki değerler ile hesaplama yapılmıştır. Buna göre Ocak 2015 ile Ocak 2019 ayları karşılaştırıldığında abone sayılarında % 59,48 oranında bir artış gerçekleşmiştir. Aynı dönemde abone başına düşen tüketim (toplam tüketim/abone sayısı) değerlerinde % 12,2 oranında bir azalma olmuştur. Buna karşılık birim fiyatlarındaki % 24,03 oranındaki artışın etkisiyle abone başına düşen fatura bedelindeki artışın % 8,87 oranında olduğu hesaplanmıştır. Sıcaklıkların ortalama değerlerde ilerlemesi halinde abone sayısında artış yaşanmasına rağmen abone başına ödenen faturanın arttığı sonucuna varılmıştır. 2019 kış ayları öncesinde yapılan doğal gaz birim fiyatlarındaki indirimin bu etkiyi azalttığı görülmüştür. Uygulama dönemindeki en yüksek birim fiyat olan Aralık 2018 dönemindeki 1,182871 TL/m<sup>3</sup> fiyatından hesaplama yapıldığında, abone başına düşen fatura miktarındaki artışın % 19,15 olacağı hesaplanmıştır.

Abonelik sayılarının düzenli olarak artması sonucunda abone başına düşen tüketimlerin  $\pm$  % 10 değerlerinde sapmalar gösterdiği gözlenmiştir. 2017 yılı başındaki sıcaklık etkisi ile 2015 yılına göre abone başına düşen tüketimde % 37,09 oranında bir artışın yaşandığı hesaplanmıştır. Bu sonuçların da, sıcaklık değerlerinin tüketimler üzerindeki etkisini gösteren başka bir parametre olduğu sonucuna varılmıştır.

### 3.3.5. Gaz Açım Verileri

Doğal gaz altyapı çalışmalarının tamamlanması sonucu mahallelere dağıtım şebekesi ile doğal gaz getirilmektedir. Doğal gaz kullanmak isteyen potansiyel aboneler, dağıtım şirketlerine başvuru yapmaktadırlar. Başvuru süreçlerinin tamamlanmasının ardından, sertifikalı iç tesisat firmaları aracılığıyla projelendirme ve tesisatlar yapılmaktadır. Gerekli test ve kontrol işlemleri sonrasında binalara gaz arzı sağlanmakta ve aboneler doğal gaz kullanımına başlayabilmektedirler. Şekil 29'da 2015 ve 2018 yıllarını kapsayan gaz açım sayıları belirtilmiştir. Veriler incelendiğinde özellikle kış ayları öncesinde dağıtım şebekesine, yeni abonelere ait konutların eklendiği görülmektedir.

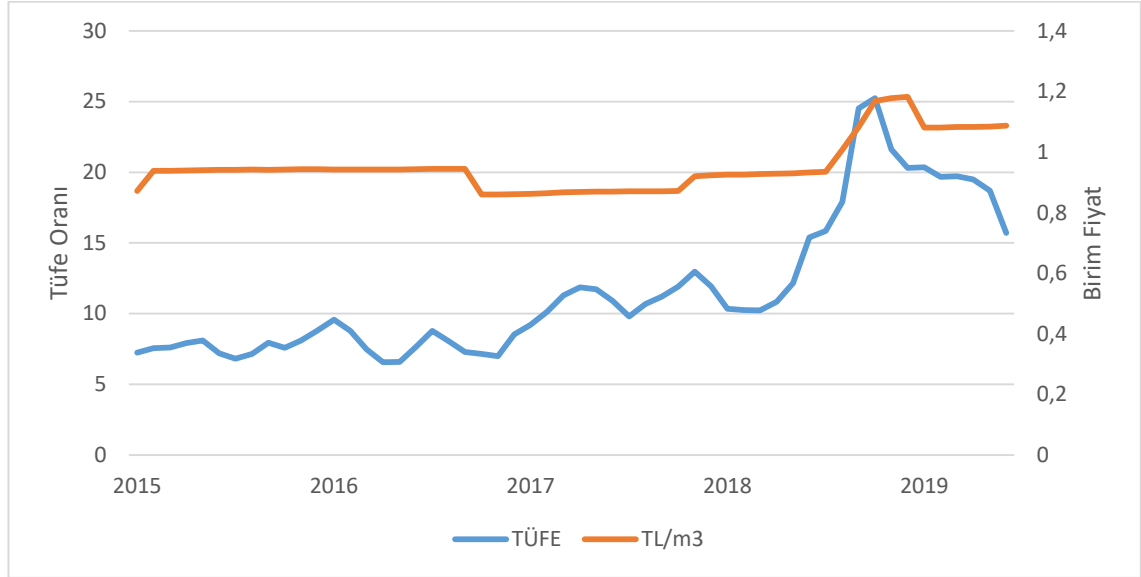


**Şekil 29.** Denizli İlinin Gaz Açım Verileri

**Kaynak :** Doğal gaz dağıtım şirketi verileri

### 3.3.6. Ekonomik Veriler

Ekonomik verilerin doğal gaz tüketimine olan etkisini incelemek amacıyla, enflasyon (TÜFE) ve tüketici güven endeksi verilerinden yararlanılmıştır.



**Şekil 30.** Tüfe ve Birim Fiyat Verileri

**Kaynak :** WEB\_10. (2019) Türkiye İstatistik Kurumu web sitesi.  
<http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> (05.09.2019)

Şekil 30'da TÜFE ve doğal gaz birim fiyatları karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Enflasyondaki değişimlerin, doğal gaz birim fiyatlarına etkisinin gecikmeli olarak yansıdığı görülmüştür. Ekim 2016 döneminde yapılan % 8,97 oranındaki birim fiyatı indiriminde enflasyonun düşüş gösterdiği görülmüştür. Aralık 2017 döneminde yapılan % 5,56 oranındaki birim fiyatı artışı öncesinde enflasyonun artış eğilimi gösterdiği görülmüştür. Ekim 2018 döneminde yapılan % 7,86 oranındaki artış öncesindeki 6 aylık dönemde enflasyonun % 10,85 değerinden % 25,24 değerine yükseldiği görülmüştür. Bu artış sonrası Haziran 2019 dönemine kadar enflasyonda düşüş gözlemlenmiş ve birim fiyatta % 8,56 oranında düşüş gözlemlenmiştir.

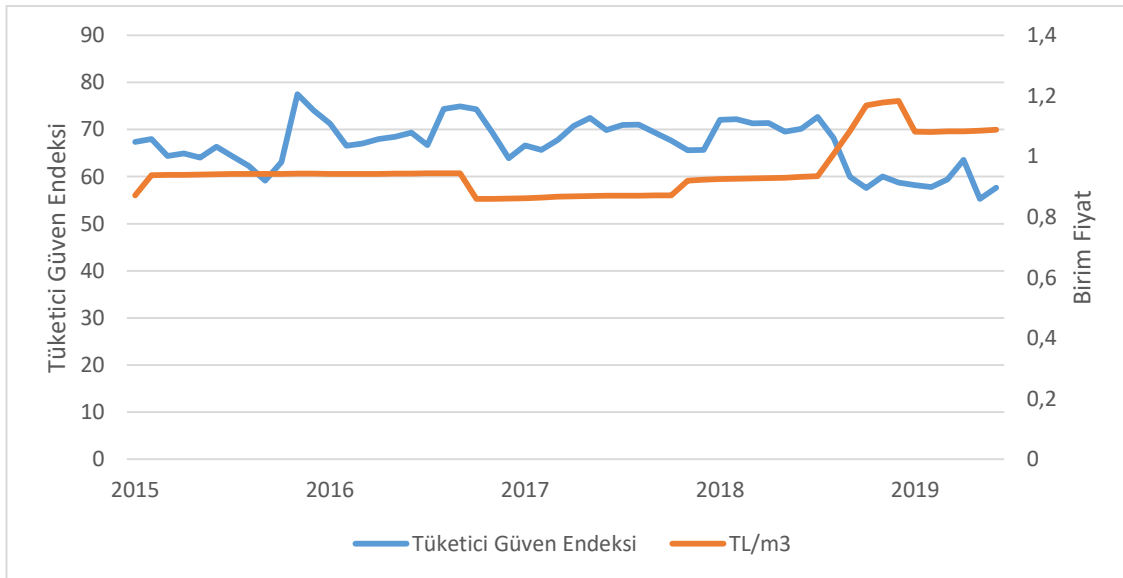
Sonuç olarak 2015 yılı başındaki enflasyon oranı % 7,24 iken, 2019 Haziran ayında % 15,72 değerinde olmuştur. Aynı şekilde birim fiyat 0,871461 TL/m<sup>3</sup> değerinden 1,087546 TL/m<sup>3</sup> değerine yükselmiş ve yükselme oranı % 24,79 olmuştur. Bu kapsamda Şekil 31'de doğal gaz birim fiyat değişim oranları aylık bazda verilmiştir.



**Şekil 31.** Denizli İlinin Birim Fiyat Değişim Oranları

**Kaynak :** WEB\_2. (2019) Enerya web sitesi.

<https://portal.enerya.com.tr/DogalGazBirimFiyatlari/index.xhtml?city=20> (28.08.2019)



**Şekil 32.** Tüketici Güven Endeksi ve Birim Fiyat Verileri

**Kaynak :** WEB\_2. (2019) Enerya web sitesi.

<https://portal.enerya.com.tr/DogalGazBirimFiyatlari/index.xhtml?city=20> (28.08.2019),

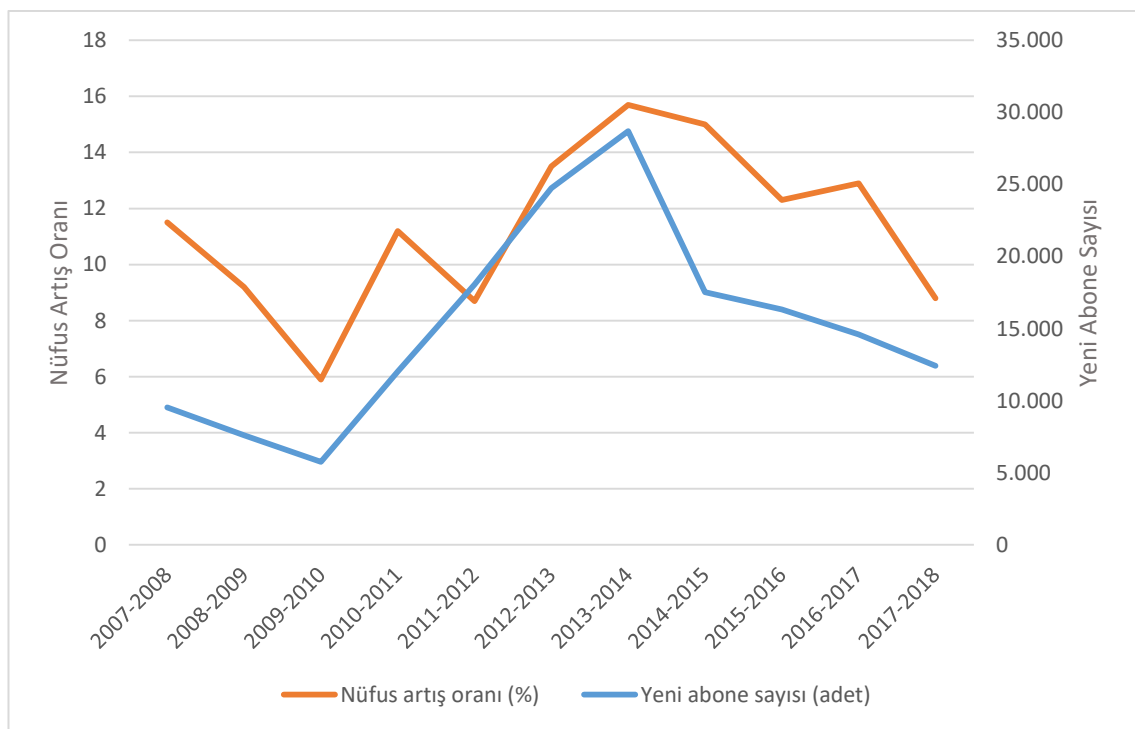
WEB\_10. (2019) Türkiye İstatistik Kurumu web sitesi.

<http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> (05.09.2019).

Şekil 32’de tüketici güven endeksi ve doğal gaz birim fiyatları karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Tüketici güven endeksi ile doğal gaz birim fiyatları arasında anlamlı bir ilişki gözlemlenmemiş olmasının yanında, enflasyonun iki değeri de etkileyen temel etken olduğu görülmüştür.

### 3.3.7. Nüfus Verileri

Denizli ilinin nüfus verileri, sürekli bir artış eğilimi göstermekte olmasına rağmen, nüfus artış hızında 2008 yılından sonra 2010 yılına kadar devam eden bir azalma söz konusudur. Benzer şekilde aynı dönemde yıllık abonelik sayılarının sonraki dönemlere göre daha düşük kaldığı görülmüştür. Buna sebep olarak, altyapı çalışmalarının yeni başlaması ve o dönemki küresel krizin etkisi gösterilebilir. Uygulamanın yapıldığı dönemler içerisinde nüfus artış oranları, son 12 yılın ortalamasının üzerinde seyretmiştir. Bunun bir sonucu olarak doğal gaz kullanımı yapmak isteyen potansiyel abone sayısında bir artış söz konusudur.



**Şekil 33.** Denizli İli Nüfus Artış Oranı ve Yeni Abone Sayısı Verileri

**Kaynak :** WEB\_10. (2019) Türkiye İstatistik Kurumu web sitesi.

<http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> (05.09.2019), Doğal gaz dağıtım şirketi verileri

Şekil 33'te nüfus artış oranları ve yeni abone sayıları gösterilmiş olup yıllar geçtikçe yeni abone sayısının ve abonelik artış oranlarının paralel olarak azaldığı görülmüştür. Buna sebep olarak da altyapı çalışmalarının şehir merkezinde büyük oranda tamamlanması ve doğal gaz dağıtım şebekesinin büyük oranda bütün mahallere ulaşması gösterilebilir.

### 3.4. Tüketim, Abonelik, Sıcaklık ve Birim Fiyatların Karşılaştırılması

Bu bölümde tüketimlere en çok etki ettiği tespit edilen verilerin birbirleri ile karşılaştırılması ele alınmıştır. İncelemelerde Ocak 2015 ve Haziran 2019 arasındaki dönem dikkate alınmıştır. Her yıla ait 12 aylık veriler, aylık olarak karşılaştırılmıştır. Aralık, Ocak ve Şubat aylarının kış dönemlerini temsil etmesi ve tüketimlerin en fazla bu aylarda yapılması sebebiyle detaylı incelemeleri yapılmıştır. Diğer ayların sonuçları ise bu başlıktan ayrı olarak ekler (Ek-1 – Ek-9) bölümünde verilmiştir. Genel olarak birim fiyatların her yıl düzenli olarak artış gösterdiği görülmüş olup, tüketimlere doğrudan bir etkisi tespit edilememiştir. Ancak fiyatlardaki artışların, tüketicilerin davranışlarını etkilediği bilinmektedir. Bu etkinin, tüketimi etkileyen diğer faktörlere göre daha az olduğu yorumu yapılabilir. Abone sayılarındaki artış da yıllık olarak devam etmekte olup, aylık toplam tüketimi arttıran bir faktördür. Her yeni abone, aylık tüketimi arttırıcı etki yapacaktır. Bunun yanında abone sayısının artmasına rağmen 2018 ve 2019 yıllarındaki tüketimlerin 2017 yılına göre daha düşük olmasının nedeni, sıcaklıklardaki artıştan kaynaklanmaktadır. Bu sebeple tüketimleri etkileyen en önemli faktörün, sıcaklık değerleri olduğu veriler ile doğrulanmıştır.

**Tablo 14.** Denizli İli 1981 ve 2010 Yılları Arasındaki Ortalama Sıcaklık Verileri

Ay	Ortalama	Maksimum	Minimum
Ocak	6,1	10,8	2,5
Şubat	6,9	11,9	2,8
Mart	10,2	15,9	5,3
Nisan	14,9	20,9	9,5
Mayıs	20,2	26,6	13,7
Haziran	25,2	31,7	18,1
Temmuz	27,9	34,7	20,9
Ağustos	27,5	34,7	20,6
Eylül	22,8	30,3	16,4
Ekim	17,2	23,9	11,9
Kasım	11,3	16,9	7
Aralık	7,7	12,1	4,2

**Kaynak :** WEB\_8. (2019) Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sitesi.

<https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=H&m=DENIZLI>  
(26.08.2019).

Sıcaklık verilerinin karşılaştırılması amacıyla 1981 ve 2010 yılları arasındaki 29 yıllık döneme ait ortalama sıcaklık, ortalama maksimum sıcaklık ve ortalama minimum sıcaklık değerleri aylık olarak referans değerler için seçilmiştir.

Karşılaştırma tablolarında kullanılan başlıklar:

- TL/m<sup>3</sup> : Aylık doğal gaz satış birim fiyatını,
- Tüketim/Abone Sayısı (m<sup>3</sup>) : Aylık kombi ve ocak tüketiminin o aydaki toplam kombi ve ocak abonesine bölümünü,
- Ortalama Sıcaklık (°C) : İlgili aydaki ortalama sıcaklık değerini,
- Ortalama Minimum Sıcaklık (°C) : İlgili aydaki ortalama minimum sıcaklık değerini,
- Sıcaklık Farkı (°C) : Ortalama minimum sıcaklık değeri ile 29 yıllık ortalama minimum sıcaklık değerinin farkını göstermektedir.

Tablo 15'te ise ilgili dönemlere ait veriler özetlenmiştir. En soğuk dönemin 2016 yılında yaşandığı tespit edilmiştir. Buna paralel olarak en yüksek tüketim değerinin 2016 yılında yaşandığı ve bunun yanında en düşük doğal gaz birim fiyatının da aynı dönem içerisinde geçerli olduğu görülmüştür.

**Tablo 15. 5 Yıllık Aralık Aylarına Ait Veriler**

Dönem	TL/m <sup>3</sup>	Tüketim/Abone sayısı	Ortalama Sıcaklık	Minimum Sıcaklık	Sıcaklık Farkı
2015	0,943515	139,65	7	2,4	1,8 derece daha soğuk
2016	0,860714	182,77	4,5	0,9	3,3 derece daha soğuk
2017	0,923139	154,05	10	5,9	1,7 derece daha sıcak
2018	1,182871	123,78	7,2	3,9	0,3 derece daha soğuk

Tablo 16'da ilgili dönemin Ocak aylarına ait veriler gösterilmiştir. 2017 yılının Ocak ayının en soğuk dönem olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda birim fiyatta en düşük değeri almıştır. Bunların bir etkisi olarak tüketimlerin 5 yıllık ortalamadan % 27 oranında daha fazla olduğu görülmüştür.

**Tablo 16. 5 Yıllık Ocak Aylarına Ait Veriler**

Dönem	TL/m <sup>3</sup>	Tüketim/Abone sayısı	Ortalama Sıcaklık	Ortalama Minimum Sıcaklık	Sıcaklık Farkı
2015	0,871461	182,58	5,7	2,2	0,3 derece daha soğuk
2016	0,942492	202,74	6,1	1,8	0,7 derece daha soğuk
2017	0,862196	250,31	4,5	0,8	1,7 derece daha soğuk
2018	0,925173	190,59	7,5	3,3	0,8 derece daha sıcak
2019	1,081519	160,27	7,2	3,8	1,3 derece daha sıcak

Tablo 17’de ise ilgili dönemlere ait veriler özetlenmiştir. 2015 ve 2019 yılları arasındaki dönemde Şubat aylarının 29 yıllık ortalama sıcaklıklara göre daha sıcak geçtiği tespit edilmiştir.

**Tablo 17.5** Yıllık Şubat Aylarına Ait Veriler

Dönem	TL/m3	Tüketim/Abone sayısı	Ortalama Sıcaklık	Minimum Sıcaklık	Sıcaklık Farkı
2015	0,938433	184,69	7,2	3,6	0,8 derece daha sıcak
2016	0,942258	165,95	12,2	7,4	4,6 derece daha sıcak
2017	0,864448	166,96	8,3	3,8	1 derece daha sıcak
2018	0,926129	155,27	11,1	6,9	4,1 derece daha sıcak
2019	1,080845	160,27	8,7	4,8	2 derece daha sıcak

Tablo 18’de, tüketim bağımlı değişkeninin; minimum sıcaklık, abonelik ve birim fiyat bağımsız değişkenleri ile korelasyon ilişkisi gösterilmektedir. Tablo incelendiğinde tüketim değişkeninin, minimum sıcaklık değişkeni ile % 88 oranında negatif doğrusal ilişkili olduğu görülmüştür. Abonelik ve birim fiyat değişkenlerinin, tüketim değişkeni ile doğrusal ilişkisi sırasıyla % 17 ve % 5’tir. Buna göre tüketimin en çok ilişkili olduğu değişkenin minimum sıcaklıklar olduğu söylenebilmektedir.

**Tablo 18.** Değişkenlerin Korelasyonları

Korelasyon	Tüketim	Minimum Sıcaklık	Abonelik	Birim Fiyat
Tüketim	1,0000	-0,8786	0,1711	0,0537
Minimum Sıcaklık	-0,8786	1,0000	-0,0279	-0,0203
Abonelik	0,1711	-0,0279	1,0000	0,5529
Birim Fiyat	0,0537	-0,0203	0,5529	1,0000

### 3.5. Konut Bazlı Tüketim Analizi

Bu bölümde 5 yıllık tüketim verisine sahip 4 mahalle içinden rastgele 4 adet aboneye ait tüketim verisi seçilerek incelemesi yapılmıştır. Bu yöntemle toplam abone sayısındaki artışın etkisinin kaldırılması amaçlanmış ve tüketici davranışlarının abone bazlı incelenmesi amaçlanmıştır.



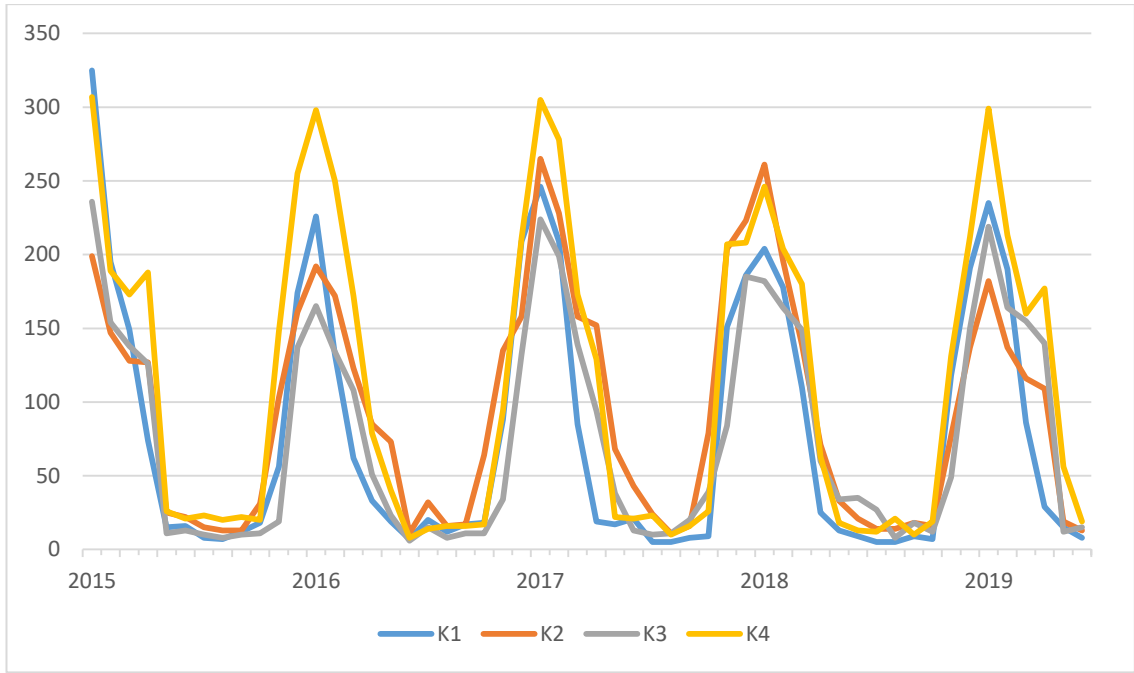


**Şekil 34.** Denizli İli Mahalle Gösterimi

**Kaynak :** WEB\_4. (2019) Google Maps web sitesi.

<https://www.google.com/maps/@37.7722038,29.0979792,14243m/data=!3m1!1e3> (05.09.2019).

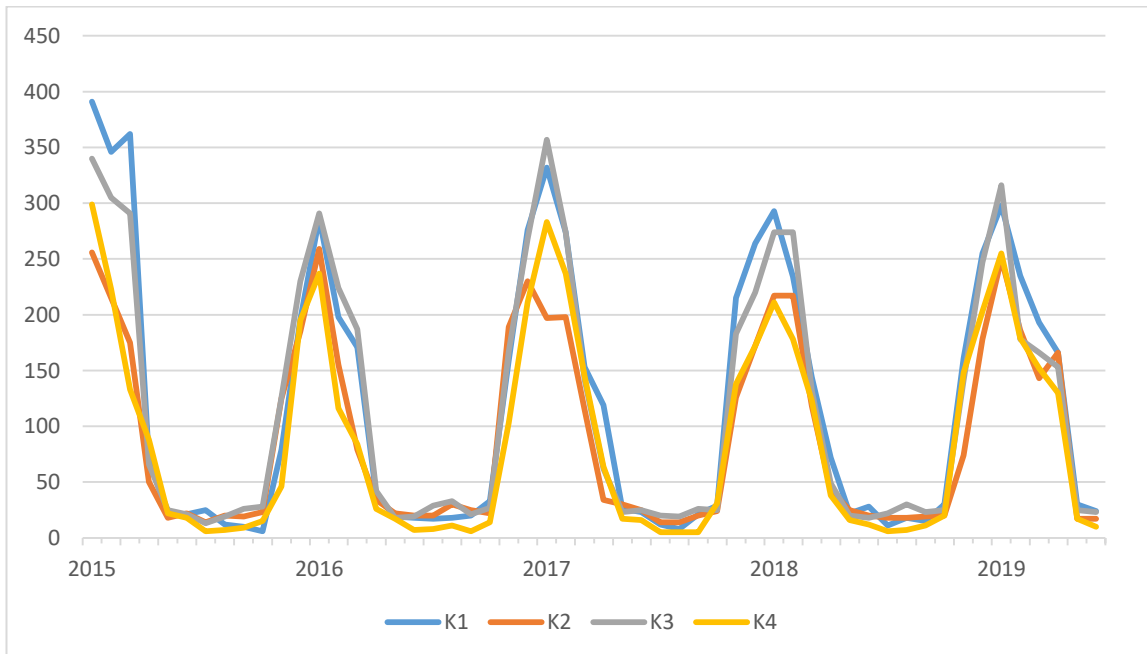
Şekil 34’te uydu görüntüsü ile seçilen mahalleler gösterilmiştir. Mahalle 1 ve Mahalle 2 şehrin, bina yoğunluğu yüksek ve apartmanlardan oluşan en eski mahallerinden ikisini temsil etmektedir. Mahalle 3 ve Mahalle 4 ise apartman ve müstakil evlerden oluşan mahalleri temsil etmektedir. Tüketim grafikleri incelendiğinde, değerlerin birbirine yakın olduğu ve benzer trendlere sahip olduğu ilk olarak göze çarpmaktadır. Bunun haricinde farklı trend ve uç değerler de tüketicilerin tüketim alışkanlıklarını yansıtmaktadır. Bu kapsamda her abonenin tüketim trendleri benzer olsa da konfor ve sıcaklık algılarının farklı olduğu görülmüştür. Kış sıcaklıklarının düşük geçtiği dönemlerdeki tüketim artışları konutların tüketim trendlerinde tespit edilmiştir. Bunun yanında trendin dışında tüketimlerin de olduğu görülmüştür. Bu trend dışı düzensiz tüketimlerin, çalışmada toplam abone sayısındaki tüketimlerin kullanılması ile sonuçlara olan etkisinin azaldığı yorumu yapılabilmektedir.



**Şekil 35.** Mahalle 1 Verileri

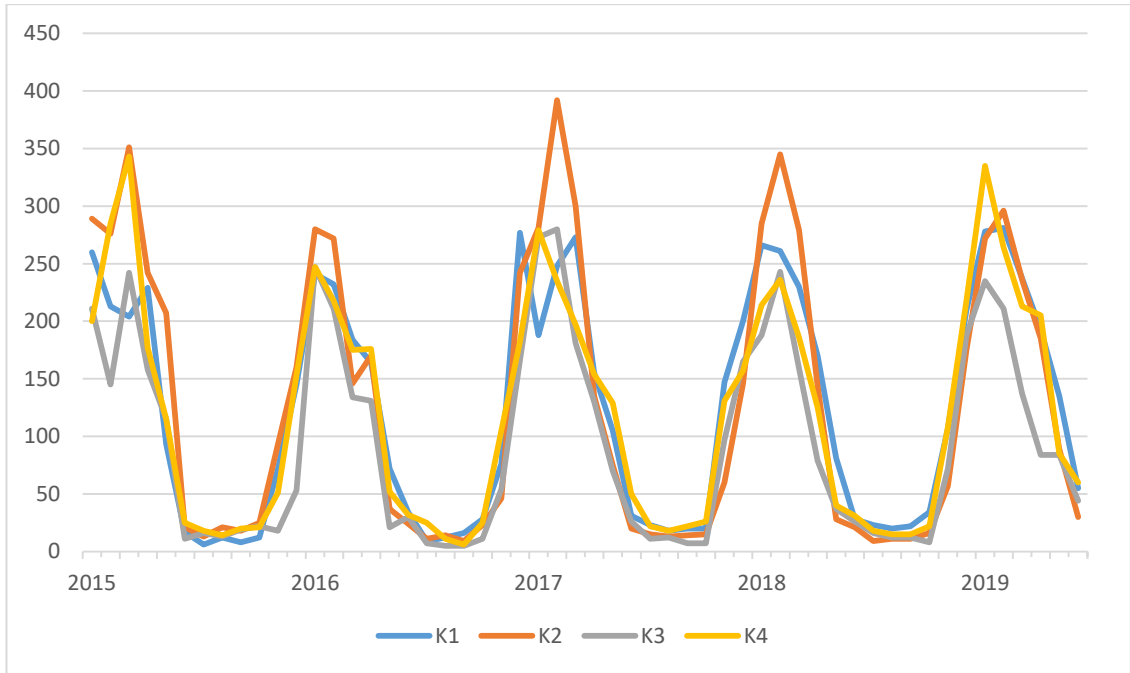
**Kaynak :** Doğal gaz dağıtım şirketi verileri

Şekil 35'te mahalle 1 verileri, Şekil 36'da ise mahalle 2 verileri gösterilmiştir. İlgili mahallelerde rastgele seçilen konutlar ise; K1, K2, K3, K4 olarak grafiklerde temsil edilmiştir.



**Şekil 36.** Mahalle 2 Verileri

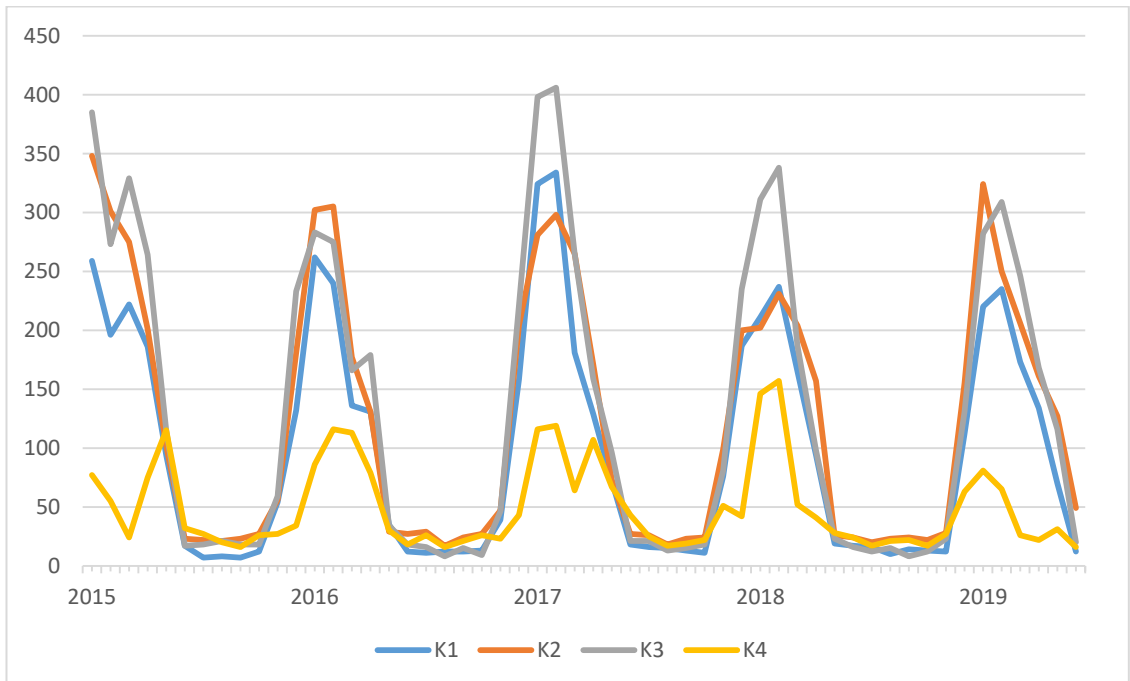
**Kaynak :** Doğal gaz dağıtım şirketi verileri



**Şekil 37. Mahalle 3 Verileri**

**Kaynak :** Doğal gaz dağıtım şirketi verileri

Şekil 37’de mahalle 3 verileri, Şekil 38’de ise mahalle 4 verileri gösterilmiştir. İlgili mahallelerde rastgele seçilen konutlar ise; K1, K2, K3, K4 olarak grafiklerde temsil edilmiştir.



**Şekil 38. Mahalle 4 Verileri**

**Kaynak :** Doğal gaz dağıtım şirketi verileri

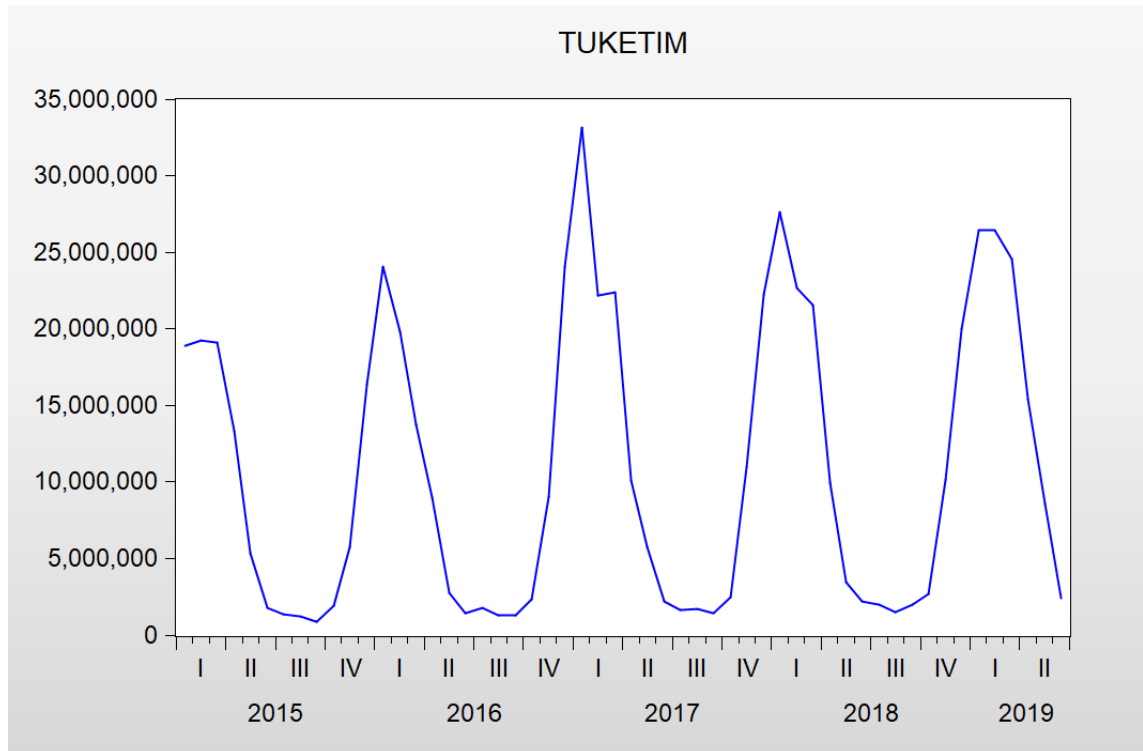
### 3.6. Doğal Gaz Tüketiminin Tahminlenmesi

Bu başlık altında, Ocak 2015 ve Haziran 2019 tarihleri arasındaki aylık doğal gaz tüketim verilerinden kombi ve ocak tüketimleri incelenmiştir. Bu tüketim kategorisinin seçilmesinde, Haziran 2019 dönemi sonunda kombi ve ocak tüketimlerinin toplam tüketimlere oranının % 76,9 ve abonelik sayısının toplam aboneliğe oranının % 85,4 olması etkili olmuştur. Aynı zamanda önceki bölümde detaylı bir şekilde anlatılan diğer tüketim kategorilerindeki düzensiz kullanımların etkisinin azaltılması amaçlanmıştır.

İlgili döneme ait tüketim değerleri, Eviews 9 programında Box-Jenkins yönteminin aşamaları takip edilerek ARIMA modelleri ile analiz edilmiştir. Öngörü kısmında ise Ocak 2019 ve Aralık 2020 tarihleri arasındaki dönem için doğal gaz tüketimleri tahminlenmiştir. Öngörülen tüketimler, 2019 yılı içindeki gerçek tüketim değerleri ile karşılaştırılmıştır.

#### 3.6.1. Modelin Tanımlanması

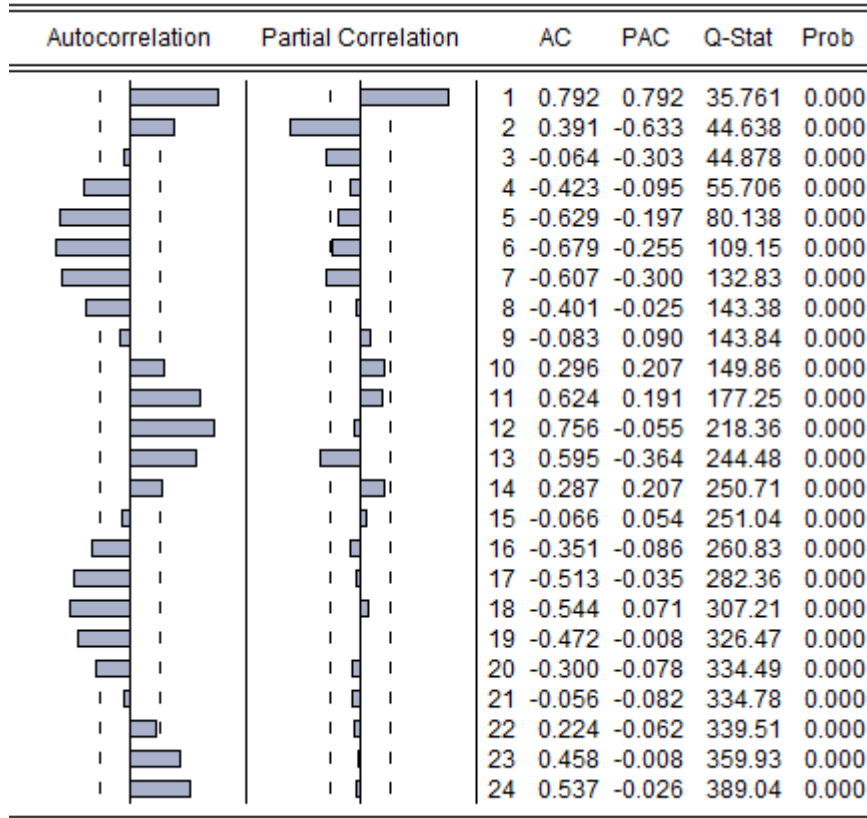
Şekil 39'da kombi ve ocak tüketimlerini temsil eden serinin grafiği gösterilmiştir. İlk bakışta serideki mevsimsellik etkisi göze çarpmaktadır.



Şekil 39. Tüketim Verileri Program Görself

Seride en yüksek değerler, kış aylarında görülmekte olup yaz aylarına doğru tüketim değerleri, keskin bir azalma trendi göstermektedir. Yaz aylarında en düşük tüketim değerleri gözlenmekte olup, yıllık olarak değerlendirildiğinde yaz tüketimleri

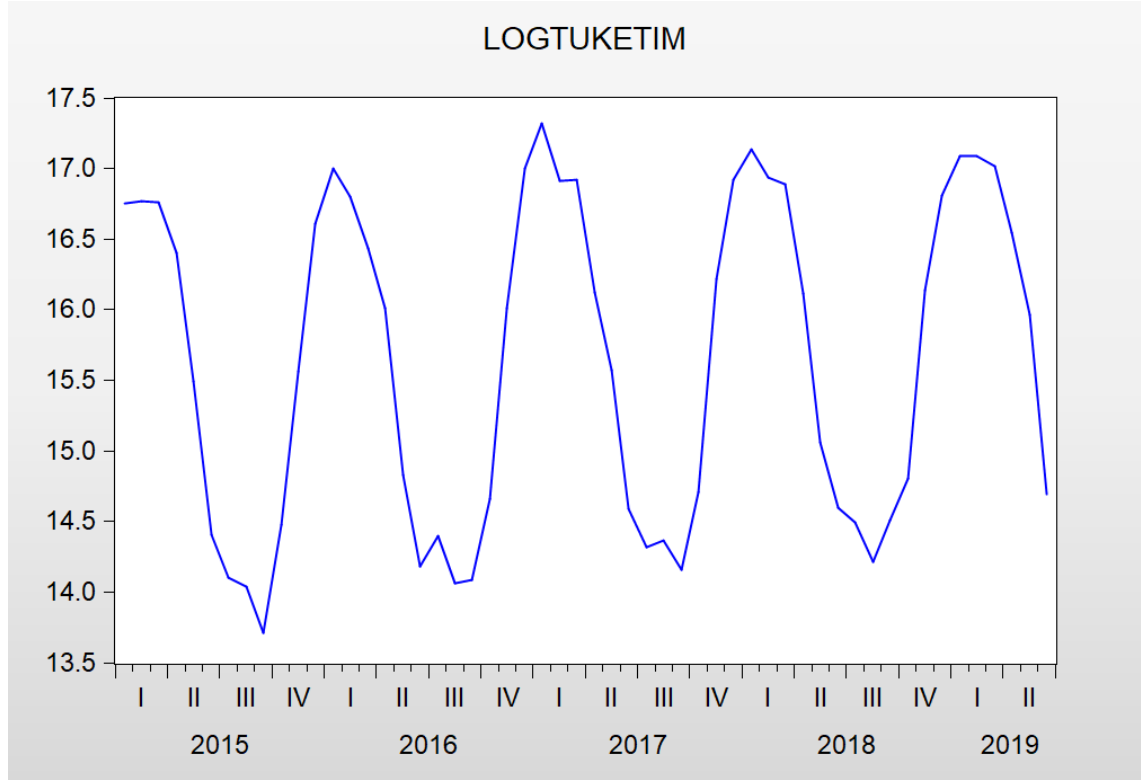
birbirine benzer bir seyir izlemektedir. En yüksek tüketim değerleri 2016 Sonbahar – 2017 Kış aylarına ait dönemde gerçekleşmiştir. 2017 Sonbahar – 2018 Kış ve 2018 Sonbahar – 2019 Kış dönemlerine ait maksimum tüketim değerleri birbirine yakındır. Tahminleme kısmına geçmeden önce, ilk olarak bu mevsimsellik etkisinin giderilmesi ve durağanlığın sağlanması gereklidir. Bu amaçla serinin korelogramı oluşturulmuş ve Şekil 40'ta gösterilmiştir.



**Şekil 40.** TUKETIM Serisinin Korelogramı

Korelogram incelendiğinde serinin ACF ve PACF değerlerinin, sınır dışına taşıdığı için serinin durağan olmadığı görülmüştür. Seriyeye logaritmik dönüşüm yapılarak durağanlaştırılması amaçlanmıştır. Logaritmanın alınması ile varyans sabitlenmekte ve sınır dışındaki gözlemlerin etkileri azalmaktadır (Franses ve McAleer, 1998: 654).

Şekil 41’de logaritması alınan seri “LOGTUKETIM” adıyla gösterilmiştir. Şekil 41 incelendiğinde seride mevsimsellik etkisinin devam ettiği görülmüştür. Korelogram ve birim kök testi ile serinin incelenmesine karar verilmiştir.

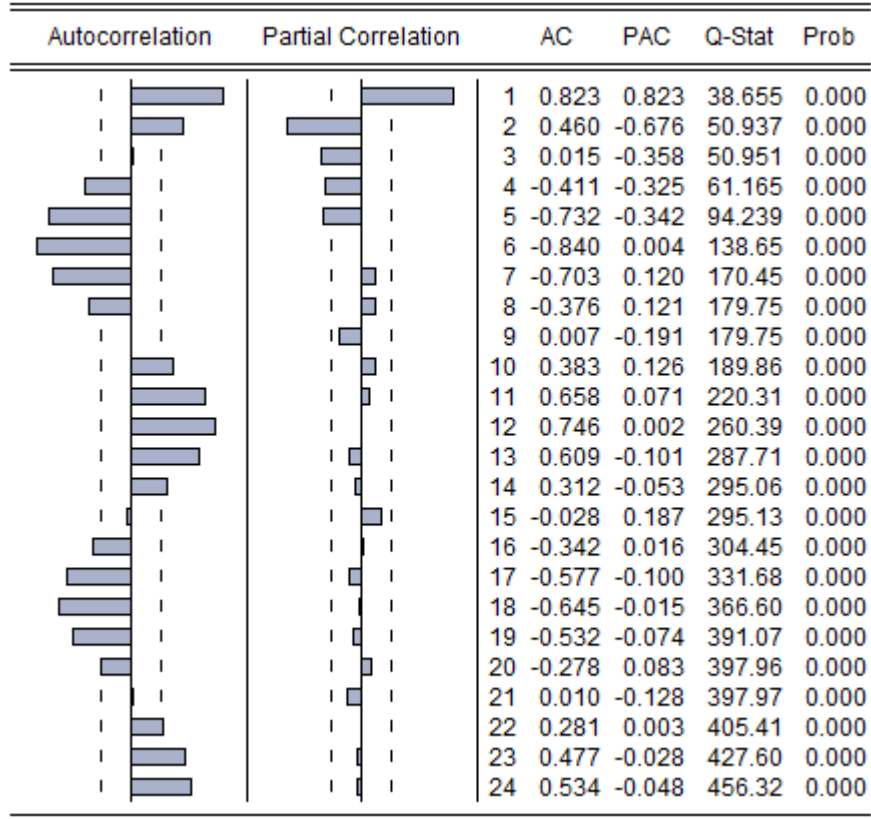


**Şekil 41.** LOGTUKETIM Serisinin Grafiği

Tablo 19’da LOGTUKETIM serisi için yapılan birim kök testinin sonuçları gösterilmiştir. ADF test değerinin (-0,702741); % 1 (-3,592462), % 5 (-2,931404), % 10 (-2,603944) anlamlılık düzeylerindeki kritik test değerlerinden daha büyük olduğu görülmüştür. Dolayısıyla  $H_0$  hipotezi reddedilemez ve seri durağan değildir.

**Tablo 19.** LOGTUKETIM Serisi Birim Kök Testi Sonuçları

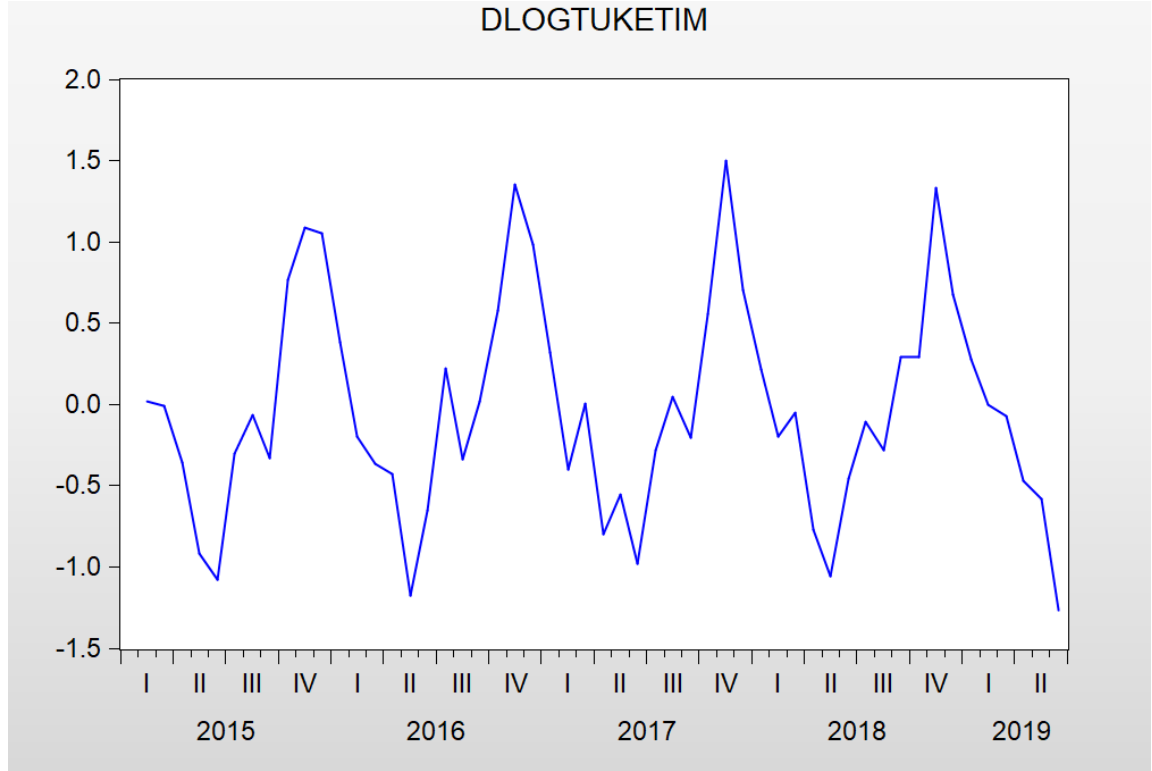
ADF test istatistiği	Anlamlılık düzeyi	Kritik test değerleri
-0,702741	% 1	-3,592462
	% 5	-2,931404
	% 10	-2,603944



**Şekil 42.** LOGTUKETİM Serisinin Korelogramı

Aynı zamanda serinin korelogramları Şekil 42’de gösterilmiştir. Seride mevsimsellik etkisinin devam ettiği korelogramdan da görülmüştür. Birim kök testinde serinin durağan olmadığı sonucuna varıldığı için korelogramdan parametre tahmini yapılmamıştır.

Logaritması alınan serinin durağan olmadığı tespit edilmesi sebebiyle, seriye fark alma işlemi uygulanmıştır. Fark alma işlemi sonrası oluşan “DLOGTUKETIM” adındaki seri, Şekil 43’te gösterilmiştir.



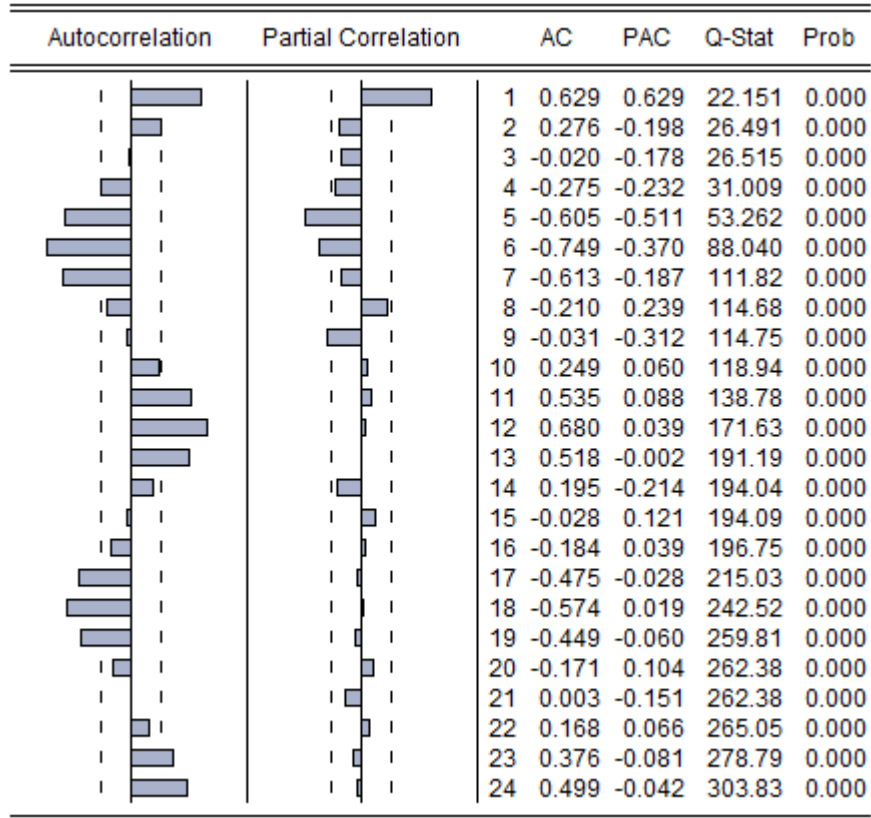
**Şekil 43.** DLOGTUKETIM Serisinin Grafiği

Tablo 20’de DLOGTUKETIM serisi için yapılan birim kök testinin sonuçları gösterilmiştir. ADF test değerinin (-5,266626); % 1 (-3,596616), % 5 (-2,933158), % 10 (-2,604867) anlamlılık düzeylerindeki kritik test değerlerinden daha küçük olduğu görülmüştür. Dolayısıyla  $H_0$  hipotezi red edilmiş ve serinin durağan hale geldiği görülmüştür.

**Tablo 20.** DLOGTUKETIM Serisi Birim Kök Testi Sonuçları

ADF test istatistiği	Anlamlılık düzeyi	Kritik test değerleri
-5,266626	% 1	-3,596616
	% 5	-2,933158
	% 10	-2,604867

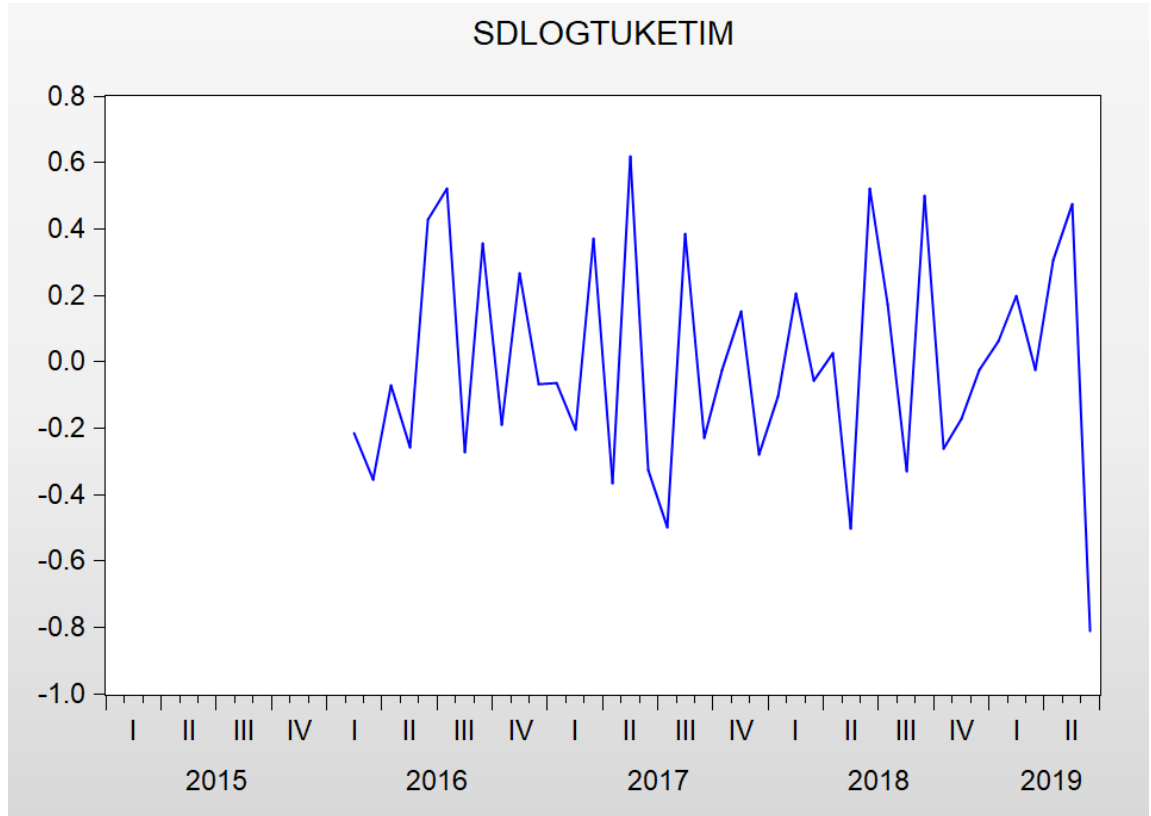




**Şekil 44.** DLOGTUKETİM Serisinin Korelogramı

DLOGTUKETİM serisinin korelogramı Şekil 44'te gösterilmiştir. Özellikle PACF korelogramlarında sınır değerlere daha fazla yaklaşıldığı görülmüştür. Seri bu haliyle  $ARIMA(0,1,0)(0,0,0)$  modelindedir. Buradaki  $d=1$  değeri, seride yapılan mevsimsel olmayan fark alma işlemini temsil etmektedir. Ancak serideki mevsimsellik etkisi devam etmektedir. Mevsimsellik etkisinin giderilmesi amacıyla mevsimsel fark alma işlemi uygulanmalıdır.

Şekil 45'te, daha önce logaritması ve birinci dereceden mevsimsel olmayan farkı alınarak durağan hale getirilen serinin, mevsimsel farkı alınmış hali "SDLOGTUKETIM" adındaki seri ile gösterilmiş olup, seri ARIMA(0,1,0)(0,1,0) modeli ile temsil edilmektedir. D=1 değeri, seride yapılan mevsimsel fark alma işlemini temsil etmektedir. Seri incelendiğinde mevsimsellik etkisinin giderildiği görülmüştür. Ancak birim kök testi ve korelogram ile serinin incelenmesine devam edilmiştir.

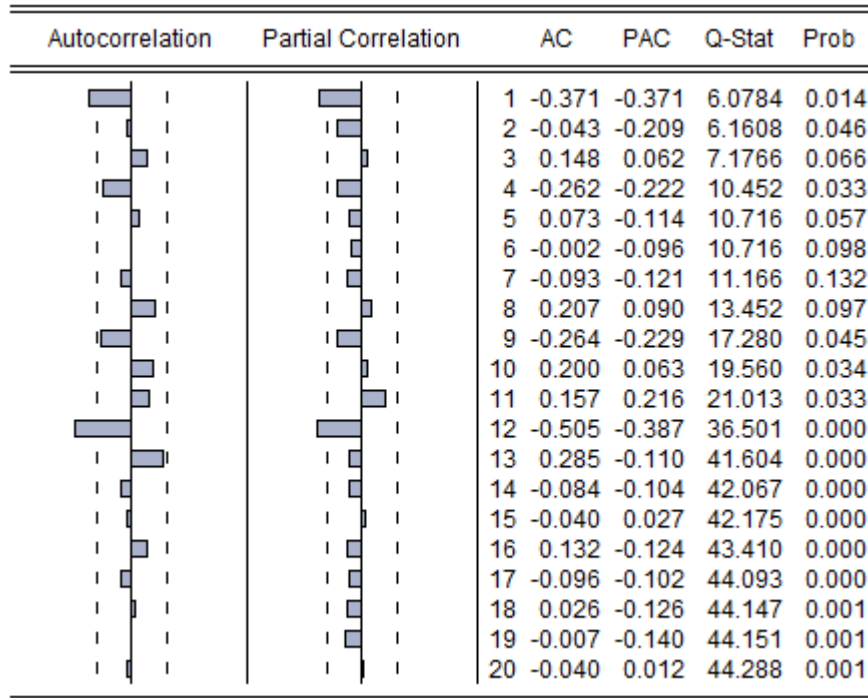


**Şekil 45.** SDLOGTUKETIM Serisinin Grafiği

Tablo 21'de SDLOGTUKETIM serisi için yapılan birim kök testinin sonuçları gösterilmiştir. ADF test değerinin (-6,536668); % 1 (-3,610453), % 5 (-2,938987), % 10 (-2,607932) anlamlılık düzeylerindeki kritik test değerlerinden daha küçük olduğu görülmüştür. Dolayısıyla  $H_0$  hipotezi reddedilmiş ve serinin durağanlığa devam ettiği tespit edilmiştir.

**Tablo 21.** SDLOGTUKETIM Serisi Birim Kök Testi Sonuçları

ADF test istatistiği	Anlamlılık düzeyi	Kritik test değerleri
-6,536668	% 1	-3,610453
	% 5	-2,938987
	% 10	-2,607932



**Şekil 46.** SDLOGTUKETIM Serisinin Korelogramı

Yapılan dönüşümler ile durağanlığı sağlanan serinin ACF ve PACF korelogramı Şekil 46'da gösterilmiştir. Sınır değerlerini aşan birkaç katsayının, serideki aykırı değerlerden ve bu dönemlerdeki aşırı değişkenliklerden ortaya çıktığı kabul edilmektedir (Kırçıl, 2013: 58). Mevsimsellik etkisinin giderilmesi ve durağanlık koşulunun da sağlanması sonrasında parametre tahminlerine geçilmiştir. İlk olarak ACF değerlerine bakıldığında ilk gecikmenin sınır dışında kaldığı görülmüştür, bu nedenle MA derecesi 1 olarak belirlenmiştir. PACF değerlerine bakıldığında ise benzer şekilde birinci gecikmenin sınır dışında olduğu görülmüş ve AR derecesi 1 olarak belirlenmiştir. Her iki korelasyon katsayısındaki 12. gecikmenin sınır dışında olması sebebiyle mevsimsel dereceler için AR ve MA, 1 olarak belirlenmiştir. Buna göre, ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)<sub>s</sub> gösterimi için dereceler şu şekilde belirlenmiştir;

- Mevsimsel olmayan fark için d=1,
- Mevsimsel fark için D=1 (s=12),
- Mevsimsel olmayan AR derecesi p=1,
- Mevsimsel olmayan MA derecesi q=1,
- Mevsimsel AR derecesi P=1,
- Mevsimsel AR derecesi Q=1.

Tahmin için belirlenen model ARIMA (1,1,1)(1,1,1)<sub>12</sub> şeklindedir.

### 3.6.2. Model Tahminleri

Bir önceki bölümde, grafikler yardımıyla ARIMA(1,1,1)(1,1,1)<sub>12</sub> modeli öngörü yapılması için uygun model olarak belirlenmişti. Ancak grafiklerde oluşabilecek hataların önüne geçmek adına alternatif modeller oluşturularak daha tutarlı sonuçlar elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 15 adet alternatif modele ait değerler, Tablo 22'de gösterilmiştir.

**Tablo 22.** Aday Modellerin Parametre Tahminleri

Model	C (prob.)	AR(1) (prob.)	MA(1) (prob.)	SAR(12) (prob.)	SMA(12) (prob.)
(1,1,1)(1,1,1) <sub>12</sub>	-0,000780 (0.9713)	-1.000000 (0.9081)	0.890974 (0.0011)	-0.328847 (0.2172)	-1.000000 (0.0000)
(1,1,1)(0,1,1) <sub>12</sub>	0.001939 (0.7216)	0.387703 (0.1158)	-0.999999 (0.9999)	-	-1.000000 (0.9999)
(1,1,1)(1,1,0) <sub>12</sub>	-0.005906 (0.8166)	-0.979408 (0.0000)	0.926801 (0.0000)	-0.720866 (0.0001)	-
(1,1,1)(0,1,0) <sub>12</sub>	0.002529 (0.7162)	0.424682 (0.0552)	-1.000000 (0.9996)	-	-
(1,1,0)(0,1,1) <sub>12</sub>	0.001747 (0.9147)	-0.407901 (0,0140)	-	-	0.0140 (0.9999)
(1,1,0)(1,1,1) <sub>12</sub>	0.001005 (0.9397)	-0.408290 (0.0336)	-	-0.330649 (0.3600)	-0.999941 (0.9998)
(1,1,0)(1,1,0) <sub>12</sub>	-0.002900 (0.8681)	-0.359894 (0.0495)	-	-0.695626 (0.0000)	-
(1,1,0)(0,1,0) <sub>12</sub>	0.004023 (0.9041)	-0.430410 (0.0064)	-	-	-
(0,1,1)(1,1,1) <sub>12</sub>	0.003545 (0.6030)	-	-0.695199 (0.0000)	-0.378516 (0.1420)	-1.000000 (0.9999)
(0,1,1)(0,1,1) <sub>12</sub>	0.005249 (0.5706)	-	-0.624501 (0.0001)	-	-1.000000 (0.9999)
(0,1,1)(1,1,0) <sub>12</sub>	0.001129 (0.9129)	-	-0.606474 (0.0000)	-0.699831 (0.0000)	-
(0,1,1)(0,1,0) <sub>12</sub>	0.008979 (0.6530)	-	-0.595237 (0.0001)	-	-
(0,1,0)(1,1,0) <sub>12</sub>	-0.006909 (0.7776)	-	-	-0.698841 (0.0000)	-
(0,1,0)(0,1,1) <sub>12</sub>	-0.003051 (0.8993)	-	-	-	-0.999999 (0.9999)
(0,1,0)(1,1,1) <sub>12</sub>	-0.011650 (0.7038)	-	-	-1.000000 (0.0000)	0.999865 (0.0000)

Tabloda modellerin katsayıları ve prob. değerleri gösterilmiştir. Buna göre 0,05 anlamlılık oranına göre belirlenen modeller;

- $(1,1,1)(1,1,0)_{12}$
- $(1,1,0)(1,1,0)_{12}$
- $(1,1,0)(0,1,0)_{12}$
- $(0,1,1)(1,1,0)_{12}$
- $(0,1,1)(0,1,0)_{12}$
- $(0,1,0)(1,1,0)_{12}$
- $(0,1,0)(1,1,1)_{12}$

şeklindedir.

Görüldüğü üzere bir önceki bölümde korelogramdan belirlenen  $(1,1,1)(1,1,1)_{12}$  modelinin anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Bu açıdan bakıldığında model seçimi yapılırken mutlaka alternatif modeller oluşturularak kontrollerinin yapılması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

### 3.6.3. Alternatif Modellerin Kontrolü

Tablo 23’de anlamlı bulunan modellerin AIC, SIC,  $R^2$  ve düzeltilmiş  $R^2$  değerleri gösterilmektedir. Uygun modelde, AIC ve SIC değerlerinin düşük, düzeltilmiş  $R^2$  değerlerinin de yüksek olması istenmektedir.

**Tablo 23.** Belirlenen Modellerin Seçim Kriterleri

Model	AIC	SIC	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$
$(1,1,1)(1,1,0)_{12}$	0.340806	0.549778	0.521388	0.468208
$(1,1,0)(1,1,0)_{12}$	0.207994	0.375172	0.552059	0.515739
$(1,1,0)(0,1,0)_{12}$	0.590641	0.716025	0.164467	0.120491
$(0,1,1)(1,1,0)_{12}$	0.579726	0.155472	0.322649	0.545650
$(0,1,1)(0,1,0)_{12}$	0.525327	0.650710	0.221722	0.180760
$(0,1,0)(1,1,0)_{12}$	0.280134	0.405518	0.494063	0.467434
$(0,1,0)(1,1,1)_{12}$	0.328263	0.495441	0.654877	0.626894

En düşük AIC değerine  $(1,1,0)(1,1,0)_{12}$  modeli sahipken, en düşük SIC değerine  $(0,1,1)(1,1,0)_{12}$  modeli sahiptir. Aynı zamanda  $(0,1,1)(1,1,0)_{12}$  modelinin düzeltilmiş  $R^2$  değeri daha yüksektir. Bu iki model arasında seçim yapmak için çeşitli testler uygulanmıştır.

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.182	-0.182	1.4622	0.227
		2	0.107	0.076	1.9810	0.371
		3	-0.117	-0.088	2.6122	0.455
		4	-0.021	-0.065	2.6326	0.621
		5	-0.175	-0.181	4.1308	0.531
		6	-0.126	-0.206	4.9355	0.552
		7	0.124	0.086	5.7339	0.571
		8	-0.047	-0.028	5.8504	0.664
		9	0.221	0.160	8.5417	0.481
		10	0.050	0.112	8.6865	0.562
		11	0.037	-0.011	8.7681	0.643
		12	-0.204	-0.186	11.292	0.504
		13	0.053	0.031	11.466	0.572
		14	-0.106	-0.010	12.204	0.590
		15	-0.108	-0.089	12.999	0.602
		16	0.083	0.048	13.479	0.637
		17	0.056	0.018	13.713	0.687
		18	-0.013	-0.123	13.727	0.747
		19	-0.001	-0.038	13.727	0.799
		20	-0.037	-0.120	13.840	0.839

**Şekil 47.** ARIMA(1,1,0)(1,1,0)<sub>12</sub> Modelinin Kalıntı Korelogramı

Şekil 47’de  $(1,1,0)(1,1,0)_{12}$  modelinin kalıntılarına ait korelogram gösterilmiştir. Değerlerin sınırlar içerisinde kaldığı görülmüştür. Bu nedenle bu modelin tahmin için kullanılmasının uygun olduğu sonucuna varılmıştır. İki modelinde kalıntı grafikleri Ek-13 ve Ek-14’te verilmiştir.

Şekil 48’de ise  $(0,1,1)(1,1,0)_{12}$  modeline ait kalıntıların korelogramı gösterilmiştir. Benzer şekilde kalıntıların sınır içerisinde kaldığı ve bu modelinde tahmin için kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.211	-0.211	1.9658	0.161
		2	0.258	0.223	4.9675	0.083
		3	-0.149	-0.065	5.9934	0.112
		4	0.108	0.019	6.5488	0.162
		5	-0.095	-0.030	6.9868	0.222
		6	-0.140	-0.215	7.9685	0.240
		7	0.206	0.221	10.162	0.180
		8	-0.115	0.000	10.864	0.210
		9	0.281	0.179	15.214	0.085
		10	-0.136	0.006	16.266	0.092
		11	0.059	-0.160	16.469	0.125
		12	-0.112	-0.036	17.237	0.141
		13	0.037	0.046	17.324	0.185
		14	-0.126	-0.117	18.359	0.191
		15	-0.168	-0.164	20.283	0.161
		16	0.026	-0.089	20.333	0.206
		17	0.016	0.089	20.353	0.257
		18	-0.019	-0.051	20.380	0.312
		19	-0.112	-0.128	21.381	0.316
		20	0.059	0.001	21.671	0.359

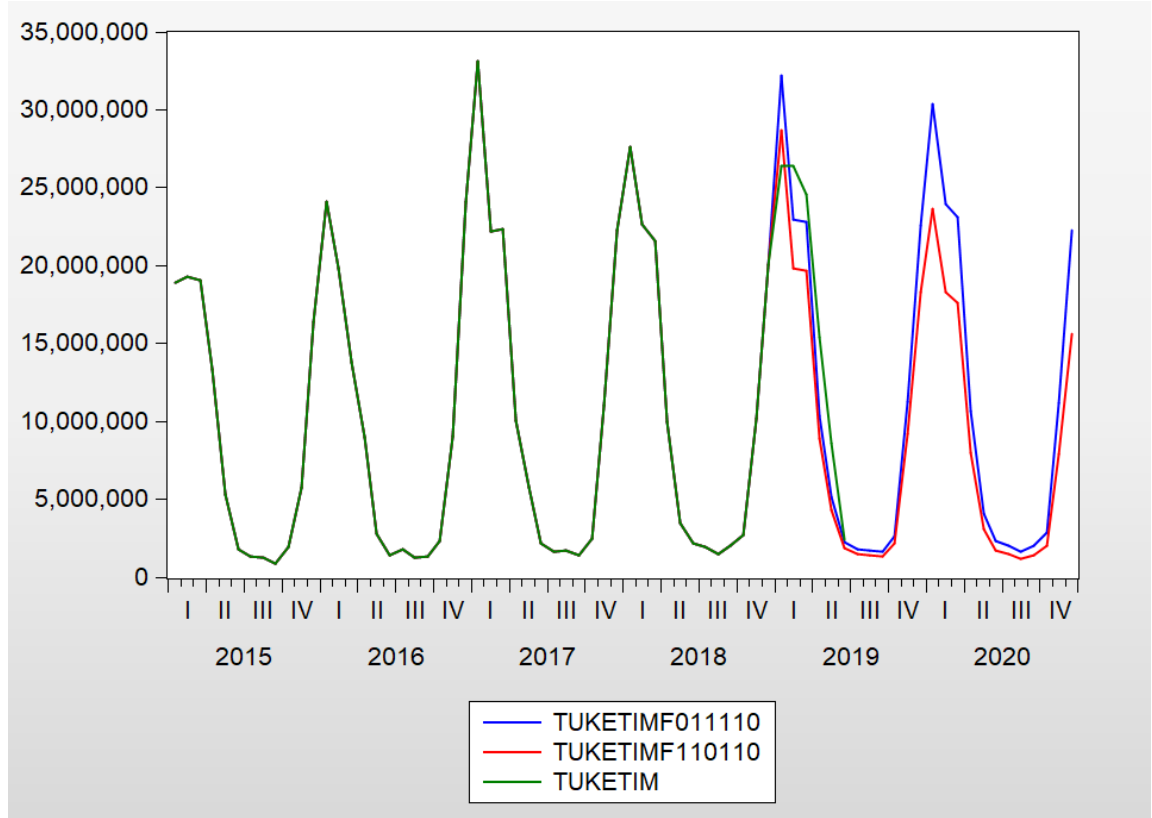
Şekil 48. ARIMA(0,1,1)(1,1,0)<sub>12</sub> Modelinin Kalıntı Korelogramı

İki model arasında son olarak seçim yapabilmek için MAPE, RMSE ve MSE değerlerinden yararlanılmıştır. İki modelin MAPE değerlerinin de % 50 kabul edilebilirlik seviyesinin altında olduğu görülmüştür. ARIMA(0,1,1)(1,1,0)<sub>12</sub> modelinin ise % 20,25 değeri ile daha düşük değer alması sonucunda öngörü modeli olarak belirlenmiştir.

Tablo 24. Belirlenen Modellerin Kriter Değerleri

Model	MAPE	RMSE	MSE
$(1,1,0)(1,1,0)_{12}$	27,67518	4711451	4169131
$(0,1,1)(1,1,0)_{12}$	20,25012	3776543	3272400

Şekil 49’da  $ARIMA(0,1,1)(1,1,0)_{12}$  modeli “TUKETIMF011110” adıyla ve  $ARIMA(1,1,0)(1,1,0)_{12}$  modeli de “TUKETIMF110110” adıyla temsil edilerek öngörü tahminleri kıyaslama amaçlı gösterilmiştir.

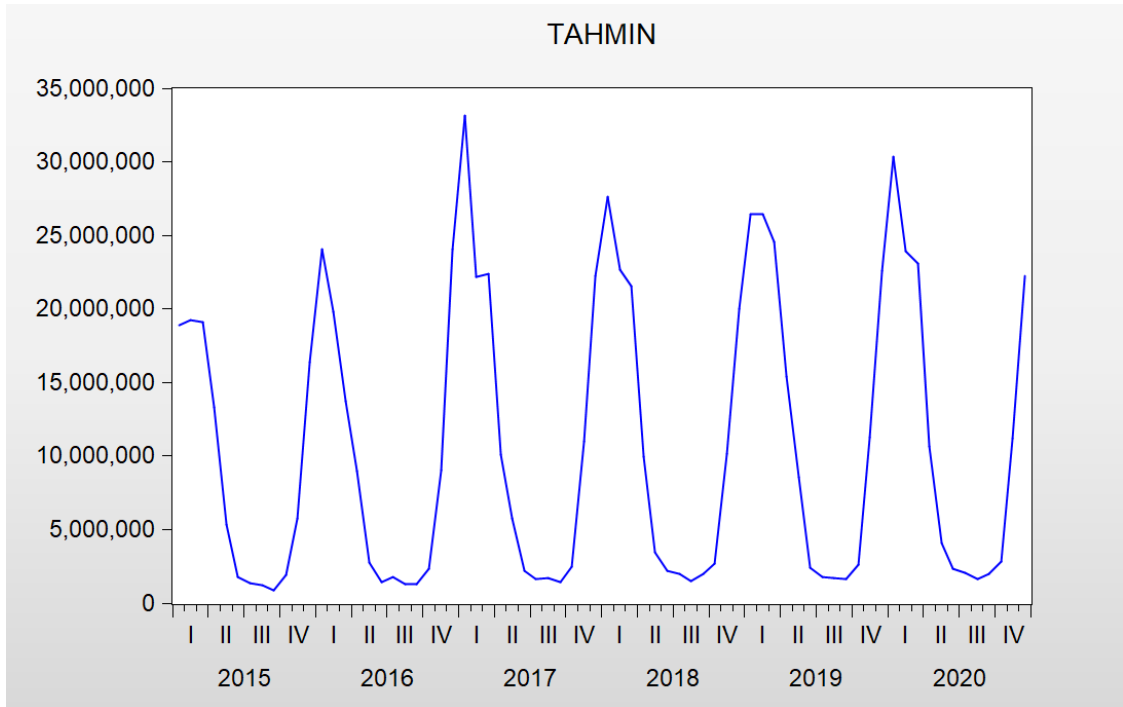


Şekil 49. Belirlenen Modellerin Karşılaştırılması

#### 3.6.4. Modelin Öngörüsü

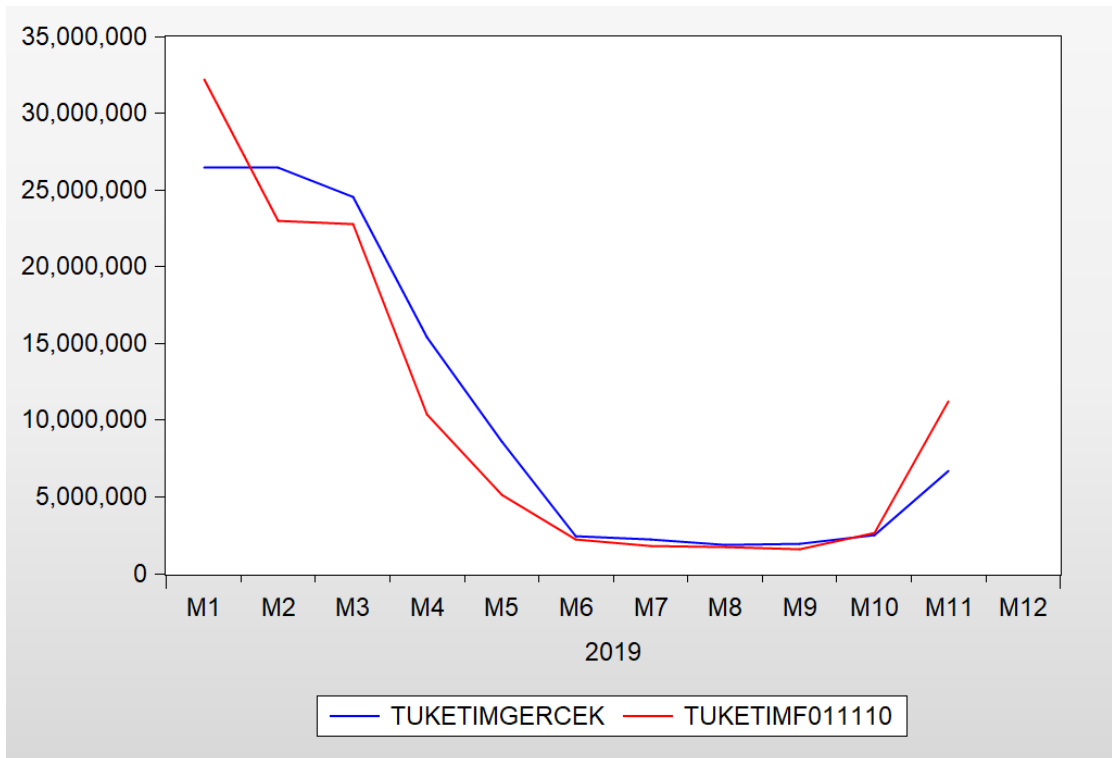
Şekil 50’de  $ARIMA(0,1,1)(1,1,0)_{12}$  modeli ile 2019 ve 2020 yıllarındaki 24 aylık dönem için yapılan öngörünün sonuçları “TAHMIN” adındaki seri ile gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde kış aylarında değerlerin yükseldiği, yaz aylarında ise düşük değerler aldığı görülmüştür. Aynı zamanda mevsimsellik etkisinin bulunduğu görülmüş olup, geçmiş dönemlere ait gerçek veriler ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Tahmin verilerinin önceki dönemdeki verilerin etkilerini taşıdığı göze çarpan diğer bir nokta olmuştur.





Şekil 50. TAHMIN Serisinin Grafiği

Şekil 51’de gerçek tüketim değerleri ile öngörülen tüketimler, 2019 yılı için karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Yaz aylarında çok tutarlı sonuçlar alındığı, kış aylarında ise trendin benzer olduğu, diğer yandan tüketim sonuçlarında farklılıklar olduğu görülmüştür. Bu durumun; tüketicilerin kullanım tercihleri, birim fiyat etkisi, sıcaklık değerlerinden kaynaklandığı yorumu yapılabilir.



Şekil 51. Öngörü Sonuçlarının Karşılaştırılması

Tablo 25'te tüketim tahminleri için seçilen modelin 2019 ve 2020 yılları için öngörü sonuçları gösterilmektedir.

**Tablo 25.** Öngörü sonuçları

Dönem	ARIMA(0,1,1)(1,1,0) <sub>12</sub>
2019M1	32200168
2019M2	22972283
2019M3	22779166
2019M4	10364875
2019M5	5128068
2019M6	2258995
2019M7	1806423
2019M8	1718834
2019M9	1628090
2019M10	2629865
2019M11	11252427
2019M12	22612369
2020M1	30362463
2020M2	23947442
2020M3	23114127
2020M4	10648367
2020M5	4120946
2020M6	2343111
2020M7	2041145
2020M8	1654682
2020M9	2004210
2020M10	2850869
2020M11	11220591
2020M12	22278672

Box – Jenkins yöntemi ile yapılan öngörü çalışmasının en büyük avantajı, uygulayıcıya büyük esneklik sağlamasıdır. Oluşturulan alternatif modeller yardımıyla birçok seçenek test edilmekte ve bu sayede yapılan öngörünün tutarlılığı artmaktadır. Diğer yandan kullanılan sınama metotları ile öngörü tutarlılığı desteklenmektedir. Öngörü sonuçlarına göre tüketimlerin önceki yıllara benzer değerlerde ilerleyeceği görülmüştür. Bunun yanında tüketimlere en çok etki eden faktörlerin sıcaklık ve abonelik sayıları olduğu unutulmamalıdır.

## SONUÇ

Dünyadaki enerji talebi, artan nüfus ve sanayileşme oranlarına paralel olarak artış göstermekte olup enerjinin verimli kullanımı konusu ön plana çıkmaktadır. Enerji talebinin büyük kısmının fosil kaynaklı yakıtlardan karşılanması ise enerji arzının sürekliliğini ve geleceğini etkileyen bir parametredir. Bu sebeple dünyada, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelerek enerji arzının geleceğine yönelik yatırımlar yapılmaktadır. Bunlara ilave olarak Türkiye enerji ihtiyacını karşılama bakımından dışa bağımlı bir ülkedir. Önceki bölümlerde Şekil 8’de belirtildiği üzere Türkiye’de son 20 yılda elektrik üretimi % 30 ile % 50 oranında doğal gaz kaynaklı tesislerden yapılmıştır. 2018 yılı sonu itibarıyla doğal gaz altyapısı 81 ilin tümünde bulunmaktadır. Buna paralel olarak konutlarda ısınma, sıcak su ve yemek ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla doğal gaz kullanılmakta olup alternatifi bulunmamaktadır. Belirtilen sebeplere ilave olarak doğal gazın neredeyse tamamının ithal edilen bir kaynak olması da dikkate alındığında doğal gaz tüketiminin analizi ve verimli kullanımının önemi ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada, Denizli ilindeki konutlara yönelik doğal gaz tüketimi analizi ve tahminlemesi yapılmıştır. Konut tüketimlerinin alt kategorilerinden kombi ve ocak tüketimleri çalışmanın konusu olmuştur. Tüketimlerin analizinde; sıcaklık verileri, nem verileri, derece gün verileri, doğal gaz birim fiyatları, gaz açım verileri, ekonomik veriler, nüfus verileri kullanılmıştır. Sıcaklık verilerinin ve abonelik artışının toplam tüketimleri en çok etkileyen veriler olduğu tespit edilmiştir. Analiz yöntemi olarak Box – Jenkins modellerinden yararlanılmıştır. Eviews 9 programı, analizleri yapmak için kullanılmıştır.

Uygulama kısmında yapılan analizlerde program yardımıyla alternatif modeller, çeşitli kriterlere göre kıyaslanmıştır. Kıyaslamaların sonucu olarak ARIMA(0,1,1)(1,1,0)<sub>12</sub> modeli en uygun model olarak bulunmuştur. Uygulamada bulunan modelin tutarlı ve gerçek yaşama uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Öngörülen modelin geçmiş veriler gibi mevsimsel dalgalanmalara devam etmesi, bulunan modelin tutarlı olduğuna dair ek bir göstergedir.

Çalışma sonucunda doğal gaz tüketimine en çok etki eden parametreler tespit edilmiş olup tüketici bazlı analizlerde yapılmıştır. Tüketimleri en çok etkileyen parametrenin sıcaklık değerleri olduğu görülmüştür. Gelecek dönemler için tüketim öngörüsü yapılırken iklim modellemelerinin ve iklim öngörülerinin önemi ortaya çıkmaktadır. Özellikle küresel ısınmanın getirdiği uç sıcaklık değişimleri analizlerin

önemini arttıracaktır. Küresel ısınmanın getirdiği etkiler ile yapılacak bir çalışma ayrı bir tez çalışmasına konu olacak niteliktedir. Bundan sonraki çalışmalarda, faaliyete geçmiş ve halen inşaatı devam etmekte olan önemli doğal gaz iletim hatlarının da (TANAP, TÜRK AKIMI) yapacağı etkiler dikkate alınarak Türkiye'nin gelecek tüketim öngörülleri ve değişen enerji talepleri dikkate alınmalıdır. Aynı zamanda kurulması planlanan nükleer enerji santrallerinin, elektrik üretim santrallerinin doğal gaz tüketimlerine yapacağı etkileri de ayrı bir tez konusu olacak niteliktedir. Bu çalışma, Box – Jenkins modellerinin kısa dönemli enerji tahminleri için yetkililere ve uzmanlara önerilebilecek bir yöntem olduğunu ortaya koymakta olup, yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Acar C., Bülbül S., Gümrah F., Metin Ç., Parlaktuna M. (2011). *Petrol ve Doğal Gaz*, ODTÜ Yayıncılık, Ankara.
- Akaike H. (1974). “A New Look at the Statistical Model Identification”, IEEE Transactions On Automatic Control, 19, 716-723.
- Akkurt M., Demirel O. F., Zaim S. (2010). “Forecasting Turkey’s Natural Gas Consumption by Using Time Series Methods”, European Journal of Economic and Political Studies, 3/2, 1-21.
- Akın B. (2017). *Yapay Sinir Ağlarıyla Konya Bölgesinde Kullanıcı Doğal Gaz Tüketim Öngörüsü*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü, İstanbul.
- Akpınar M., Yumuşak N. (2016). “Year Ahead Demand Forecast of City Natural Gas Using Seasonal Time Series Methods”, Energies, 9/727, 1-17.
- Al-Fattah S. M. (2006). “Time Series Modeling for U.S. Natural Gas Forecasting”, E-journal of Petroleum Management Economics, 1.
- Aras H., Aras N. (2004). “Forecasting Residential Natural Gas Demand”, Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 26/5, 463-472.
- Aras N. (2008). “Forecasting Residential Consumption of Natural Gas Using Genetic Algorithms”, Energy Exploration and Exploitation, 26/4, 241-266.
- Azadeh A., Asadzadeh S. M., Ghanbari A. (2010). “An Adaptive Networkbased Fuzzy Inference System for Short-term Natural Gas Demand Estimation: Uncertain and Complex Environments”, Energy Policy, 38/3, 1529-1536.
- Azadeh A., Sheikhalishahi M., Shahmiri S. (2012). “A Hybrid Neuro-fuzzy Simulation Approach for Improvement of Natural Gas Price Forecasting in Industrial Sectors With Vague Indicators”, International Journal of Advances in Manufacturing and Technology, 62, 15-33.
- Balestra P., Nerlove M. (1966). “Pooling Cross Section and Time Series Data in The Estimation Of A Dynamic Model: The Demand For Natural Gas”, Econometrica, 34/3, 585-612.
- Barak S., Sadegh S. S. (2016). “Forecasting Energy Consumption Using Ensemble ARIMA-ANFIS Hybrid Algorithm”, Electrical Power and Energy Systems, 82, 92-104.
- Beyca O. F., Ervural B. C., Tatoğlu E., Ozuyar P. G., Zaim S. (2019). “Using Machine Learning Tools For Forecasting Natural Gas Consumption In The Province Of Istanbul”, Energy Economics, 80, 937-949.
- Biçen C. (2006). *Box-Jenkins Zaman Serisi Analiz Yöntemi ile İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları Tahminlerinin Karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bisgard S., Kulahci M. (2011). *Time Series Analysis and Forecasting by Example*, Wiley, New Jersey.

- Bolinger M., Wiser R., Golove W. (2006). "Accounting for Fuel Price Risk When Comparing Renewable to Gas-fired Generation: The Role of Forward Natural Gas Prices", *Energy Policy*, 34/6, 706-720.
- Box G. E. P., Jenkins G. M. (1970). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, Holden-Day, San Francisco.
- Box G. E. P., Jenkins G. M., Reinsel G. C., Ljung G. M. (2016). *Time Series Analysis Forecasting and Control*, Wiley, New Jersey.
- Brabec M., Maly M., Pelikan E., Konar O. (2009). "Statistical Calibration of The Natural Gas Consumption Model", *WSEAS Transactions Systems*, 8/7, 902-912.
- Brandt, A. R., G. A. Heath, E. A. Kort, F. O'Sullivan, G. Petron, S. M. Jordaan, P. Tans, et al. 2014. "Methane Leaks from North American Natural Gas Systems." *Science*, 343/6172, 733-735.
- British Petroleum (2019). *BP Statistical Review of World Energy 2018*, London.
- Brockwell P. J., Davis R. A. (2016). *Introduction to Time Series and Forecasting*, Springer International Publishing, Switzerland.
- Brown R. H., Matin I. (1995). "Development Of Artificial Neural Network Models To Predict Daily Gas Consumption" *IECON Proceedings (Industrial Electronics Conference)*, 2, 1389-1394.
- Butt M. (2015). "Selection of Forecast Model for Consumption (four sectors) and Transmission (two Pipelines) of Natural Gas in Punjab (Pakistan) Based on ARIMA Model", *International Journal of Advanced Statistics and Probability*, 3/1, 115-125.
- Cardoso C.V., Cruz G. L. (2016). "Forecasting Natural Gas Consumption Using ARIMA Models and Artificial Neural Networks" *IEEE Lat. Am. Trans.*, 14, 2233-2238.
- Çelik T. (1986). *A Forecasting Implementation of Box-Jenkins Time Series Analysis*, Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- Çelik Ş. (2016). *Isparta İli İçin Doğal Gaz Talep Tahmini*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Chen R., Wang J., Wang L., Yu N., Zhang P. (2009). "The Forecasting Of China Natural Gas Consumption Based On Genetic Algorithm" *NCM 2009 - 5th International Joint Conference on INC*, 5331430, 1436-1439.
- Çoban O., Özcan C. (2011). "Sektörel Açından Enerjinin Artan Önemi: Konya İli İçin Bir Doğal Gaz Talep Tahmini Denemesi", *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 11/22, 85-106.
- Dahl C. A., McDonald L. (1998). "Forecasting Energy Demand in The Developing World", *Energy Sources*, 20/9, 875-889.
- Dalfard V. M., Aslı M. N., Nazari-Shirkouhi S., Sajadi S. M., Asadzadeh S. M. (2013). "Incorporating The Effects Of Hike in Energy Prices Into Energy Consumption Forecasting: A Fuzzy Expert System", *Neural Computation and Applications*, 23, 153-169.

- Demirel Ö. F., Zaim S., Çalışkan A., Özuyar P. (2012). "Forecasting Natural Gas Consumption in Istanbul Using Neural Networks and Multivariate Time Series Methods", *Tübitak Turk J Elec Eng and Comp Sci*, 20/5, 695-711.
- Denizli Büyükşehir Belediyesi (2016). *Denizli İklim Değişikliği Eylem Planı 2016 – 2030*, Denizli.
- Durmayaz A., Kadioğlu M., Sen Z. (2000). "An Application of the Degree-Hours Method to Estimate the Residential Heating Energy Requirement and Fuel Consumption in Istanbul", *Energy*, 25, 1245-1256.
- Ediger V. S., Akar S. (2007). "ARIMA Forecasting of Primary Energy Demand by Fuel in Turkey", *Energy Policy*, 35, 1701-1708.
- Eğilmez M. (2019). *Ekonominin Temelleri*, Remzi Kitabevi, İstanbul.
- Elragal H. (2004). "Improving Neural Networks Prediction Using Fuzzygenetic Model", In: *National Radio Science Conference, NRSC, Proceedings*, 21, 393-400.
- Enders W. (2015). *Applied Econometric Time Series*, Wiley, New York.
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (2011). *Doğal Gaz Piyasası 2010 Yılı Sektör Raporu*, Ankara.
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (2019). *Doğal Gaz Piyasası 2018 Yılı Sektör Raporu*, Ankara.
- Erdoğan E. (2010). "Natural Gas Demand in Turkey", *Applied Energy*, 87/1, 211-219.
- Ertürk M. (2008). *Eş Zamanlı Mühendislik Sürecinde Ürün Geliştirme Yaklaşımının İncelenmesi: Doğalgaz Sektöründe Bir Uygulama*, Doktora Tezi, T.C. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ervural B. C., Beyca O. F., Zaim S. (2016). "Model Estimation of ARMA Using Genetic Algorithms: A Case Study of Forecasting Natural Gas Consumption", *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 12th International Strategic Management Conference, 235, 537–545.
- Etuk E. H., Alapuye A. G., Pius S. (2016). "A Box-Jenkins Model for Monthly Natural Gas Production in Nigeria", *Journal of Multidisciplinary Engineering Science Studies*, 2/11, 1092-1096.
- Farajian L., Moghaddasi R., Hosseini S. (2018). "Agricultural energy demand modeling in Iran: Approaching to a more sustainable situation", *Energy Reports* 4, 260-265.
- Franses P. H., McAleer M. (1998). "Cointegration Analysis of Seasonal Time Series", *Journal of Economic Surveys*, 12/5, 651-678.
- Gelo T. (2006). "Econometric modelling of gas demand", *Ekonomski Pregled*, 57/1-2, 80-96.
- Gil S., Deferrari J. (2004). "Generalized Model of Prediction of Natural Gas Consumption" *Journal of Energy Resources Technology*, Transactions of the ASME, 126/2, 90-98.
- Goncu A. (2013). "An ARMA Model for Natural Gas Consumption", 3rd International Conference on Energy and Environmental Science, 26-30.

- Göral F. (2015). *Doğal Gaz Fiyatlarını Etkileyen Faktörler: Panel Veri Analizi*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Görücü F. B., Geriş P. U., Gümrah F. (2004). “Artificial Neural Networks Modeling for Forecasting Gas Consumption”, *Energy Sources*, 26, 299-307.
- Griffiths W. (1993). *Learning and Practicing Econometrics*, McGraw Hill, New York.
- Gutierrez R., Nafidi A., Sanchez R. G. (2005). “Forecasting Total Natural-gas Consumption In Spain By Using The Stochastic Gompertz Innovation Diffusion Model”, *Applied Energy*, 80/2, 115–124.
- Gültürk E. (2009). *Sivas İlinde Doğal Gaz Kullanımının Meteorolojik Ölçümler ve Hava Kirliliği Üzerine Etkisinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Gümrah F., Katırcıoğlu D., Aykan S., Okumuş S., Kılınçer N. (2001). “Modeling of Gas Demand Using Degree-Day Concept: Case Study for Ankara”, *Energy Sources*, 23, 101-114.
- Hamid A., Farkhonde J., Masoume A., Afshin J. (2015). “Performance of ARIMA and Neural Network GMDH Approaches in Prediction of Natural Gas Demand in Various Sectors”, *Journal of Applied Economics Studies*, 3/12, 33-57.
- Herbert J. H. (1987). “An Analysis Of Monthly Sales Of Natural Gas To Residential Customers In The United States” *Energy System and Policy*, 10, 127–147.
- Hipel K. W., McLeod A. I., Lennox W. C. (1997). “Advances in Box-Jenkins Modeling”, *Water Resources Research*, 13/3, 567-575.
- Huntington H.G. (2007). “Industrial Natural Gas Consumption In The United States: An Empirical Model For Evaluating Future Trends”, *Energy Economics*, 29/4, 743-759.
- Javanmardi J., Nasrifar K., Najibi S., Moshfeghian M. (2005). “Economic Evaluation of Natural Gas Hydrate as an Alternative for Natural Gas Transportation”, *Applied Thermal Engineering*, 25, 1708-1723.
- Kani A. H., Abasspour M., Abedi Z. (2014). “Estimation of Demand Function For Natural Gas in Iran: Evidences Based On Smooth Transition Regression Models”, *Economic Modeling*, 36, 341-347.
- Kara H. (2010). “Denizli Şehrinde Gecekondulaşmanın Önlenmesi ve Toplu Konutlar”, *Eastern Geographical Review*, 15/23, 103-118.
- Kaynar O., Yılmaz I., Demirkoparan F. (2011). “Forecasting of Natural Gas Consumption With Neural Network and Neuro Fuzzy System”, *Energy Education Science and Technology Part A: Energy Science and Research*, 26/2, 221-238.
- Khan M. A. (2015). “Modelling and Forecasting The Demand For Natural Gas in Pakistan”, *Renew. Sust. Energy Rev.*, 49, 1145-1159.
- Khotanzad A., Elragal H. (1999). “Natural Gas Load Forecasting With Combination of Adaptive Neural Networks”, In: *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks*, 6, 4069-4072.



- Khotanzad A., Elragal H., Lu T. L. (2000). "Combination Of Artificial Neural-network Forecasters For Prediction of Natural Gas Consumption", *IEEE Trans Neural Networks*, 11/2, 464-473.
- Kılıç A. M. (2006). "Turkey's Natural Gas Necessity, Consumption and Future Perspectives", *Energy Policy*, 34, 1928-1934.
- Kırçıl M. (2013). *Box Jenkins Yöntemi ile Konut Doğal Gaz Talebinin Tahminlenmesi: İzmir İli Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Kızılaslan R., Karlık B. (2008). "Comparison Neural Networks Models For Short Term Forecasting of Natural Gas Consumption in Istanbul", In: *Applications of Digital Information and Web Technologies*, ICADIWT, 448-453.
- Kızılaslan R., Karlık B. (2009). "Combination Of Neural Networks Forecasters For Monthly Natural Gas Consumption Prediction", *Neural Network World*, 19/2, 191-199.
- Kialashaki A., Reisel J. R. (2013). "Modeling Of Energy Demand Of The Residential Sector In The United States Using Regression Models And Artificial Neural Networks", *Applied Energy*, 108, 271-280.
- Kim S., Kim H. (2016). "A New Metric of Absolute Percentage Error for Intermittent Demand Forecasts", *International Journal of Forecasting*, 32, 669-679.
- Koçak M. G., Ayan T. (2006). "GPS Sabit İstasyonlarında Zaman Serileri Analizi", *İtüdergisi/d mühendislik*, 5/3, 126-134.
- Köksal B. A. (1985). *İstatistik Analiz Metodları*, Çağlayan Kitapevi, İstanbul.
- Li J., Dong X., Shangguan J., Hook M. (2011). "Forecasting The Growth of China's Natural Gas Consumption", *Energy*, 36/3, 1380-1385.
- Liu L., Lin M. (1991). "Forecasting residential consumption of natural gas using monthly and quarterly time series", *International Journal of Forecasting*, 7, 3-16.
- Lu H., Azimi M., Iseley T. (2019). "Short-term Load Forecasting of Urban Gas Using A Hybrid Model Based On", *Energy Reports*, 5, 666-677.
- Makridakis S. (1997). "ARMA Models and the Box Jenkins Methodology", *Journal of Forecasting*, 16, 147-163.
- Makonin S., Ellert B., Bajic I. V., Popowich F. (2016). "Electricity, water and Natural Gas Consumption Of A Residential House In Canada From 2012 To 2014.", *Nature Scientific Data*, 3/160037, 1-12.
- Melikoglu M. (2013). "Vision 2023: Forecasting Turkey's Natural Gas Demand Between 2013 and 2030", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22, 393-400.
- Mokhatab S., Mak J. Y., Valappil J. V., Wood D. A. (2013). *Handbook of Liquefied Natural Gas*, Gulf Professional Publishing, Oxford.
- Mu X. (2007). "Weather, Storage, and Natural Gas Price Dynamics: Fundamentals and Volatility", *Energy Economics*, 29, 46-63.

- Musilek P., Pelikan E., Brabec T., Simunek M. (2006). "Recurrent Neural Network Based Gating for Natural Gas Load Prediction System", In: IEEE International Conference on Neural Networks–Conference Proceedings, 3736-3741.
- Naim I., Mahara T. (2018). "Comparative Analysis of Univariate Forecasting Techniques for Industrial Natural Gas Consumption", International Journal Of Image, Graphics and Signal Processing, 5, 33-44.
- Neşeli M. A. (2014). *Doğal Gaz Basınç Düşüm İstasyonlarında Elektrik Üretiminin Termoekonomik Analizi*, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Newbold P. (2000). *İşletme ve İktisat İçin İstatistik*, Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- Özdemir M. A., Bahadır M. (2010). "Denizli’de Box-Jenkins Tekniği İle Küresel İklim Değişikliği Öngörülleri", Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 3/12, 352-362.
- Öztürk S., Öztürk F. (2018). "Forecasting Energy Consumption of Turkey by ARIMA Model", Journal of Asian Scientific Research, 8/2, 52-60.
- Potocnik P., Thaler M., Govekar E., Grabec I., Poredos A. (2007). "Forecasting Risks Of Natural Gas Consumption in Slovenia", Energy Policy, 35, 4271-4282.
- Pradhan P., Nayak B., Dhal S. K. (2016). "Time Series Data Prediction of Natural Gas Consumption Using ARIMA Model", International Journal of Information Technology and Management Information System, 7/3, 1-7.
- Rzayeva G. (2014). "Natural Gas in the Turkish Domestic Energy Market: Policies and Challenges", The Oxford Institute For Energy Studies, 1-71.
- Sarak H., Satman A. (2003). "The Degree-day Method To Estimate The Residential Heating Natural Gas Consumption In Turkey: A Case Study", Energy, 28, 929-939.
- Scarpa F., Bianco V. (2017). "Assessing The Quality Of Natural Gas Consumption Forecasting: An Application To The Italian Residential Sector", Energies, 10, 1879.
- Sevüktekin M., Çınar M. (2014). *Ekonometrik Zaman Serileri Analizi*, Dora, Bursa.
- Simunek M., Pelikan E. (2008). "Temperatures Data Preprocessing For Short-term Gas Consumption Forecast", IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 4676945, 1192-1196.
- Smith P., Husein S., Leonard D. T. (1996). "Forecasting Short Term Regional Gas Demand Using An Expert System", Expert Systems with Applications, 10/2, 265-273.
- Soldo B., Potocnik P., Simunovic G., Saric T., Govekar E. (2014). "Improving The Residential Natural Gas Consumption Forecasting Models By Using Solar Radiation", Energy and Buildings, 69, 498-506.
- Suykens J., Lemmerling P., Favoreel W., De Moor B., Crepel M., Briol P. (1996). "Modelling The Belgian Gas Consumption Using Neural Networks", Neural Process Lett, 4/3, 157-66.

- Tahat M. A., Al-Hinai H., Probert S. D. (2002). "Performance Of A Low-energy-consumption House Experiencing A Mediterranean Climate", *Applied Energy* Volume, 71/1, 1-13.
- Taşpınar F., Çelebi N., Tutkun N. (2013). "Forecasting of Daily Natural Gas Consumption on Regional Basis in Turkey Using Various Computational Methods", *Energy and Buildings*, 56, 23-31.
- Timmer R. P., Lamb P. J. (2007). "Relations Between Temperature and Residential Natural Gas Consumption in The Central and Eastern United States", *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 46/11, 1993-2013.
- Tonkovic Z., Zekic-Susac M., Somolanji M. (2009). "Predicting Natural Gas Consumption By Neural Networks", *Tehnicki Vjesnik*, 16/3, 51-61.
- Topçu G. Y. (2013). *Türkiye Doğal Gaz Tüketim Tahmini*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Tüzen M. F. (2012). *Türkiye Turizm Gelirinin Öngörüsünde Zaman Serilerinin Bileşenlerine Ayrıştırılarak Yapay Sinir Ağları ve Box-Jenkins Yöntemleri İle Karşılaştırılmalı Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kars.
- T.C. Denizli Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü (2017). *Denizli İli 2016 Yılı Çevre Durum Raporu*, Denizli.
- UGETAM (2016). *Genel Doğal Gaz*, Ugetam Yayınları, İstanbul.
- Verhulst M. J. (1950). "The Theory Of Demand Applied To The French Gas Industry", *Econometrica*, 18/1, 45-55.
- Viet N. H., Mandziuk J. (2005). "Neural And Fuzzy Neural Networks In Prediction Of Natural Gas Consumption", *Neural, Parallel and Scientific Computations* Volume, 13/3-4, 265-286.
- Vitullo S., Brown R. H., Corliss G. F., Marx B. M. (2009). "Mathematical Models For Natural Gas Forecasting", *Canadian Applied Mathematics Quarterly*, 17/4, 807-827.
- Wei N., Li C., Duan J., Liu J., Zeng F. (2019). "Daily Natural Gas Load Forecasting Based on a Hybrid Deep Learning Model", *Energies*, 12/218, 1-15.
- Yağız A. (2016). *Türkiye'de Doğal Gaz Piyasası ve Doğal Gaz Fiyatları Üzerinde Petrol Fiyatları Etkisinin İncelenmesine Yönelik Bir Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya.
- Yoo S. H., Lim H. J., Kwak S. J. (2009). "Estimating The Residential Demand Function For Natural Gas In Seoul With Correction For Sample Selection Bias", *Applied Energy*, 86/4, 460-465.
- Yüzer A. F. (2000). *İstatistik*, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.
- Zhang G. P. (2003). "Time Series Forecasting Using A Hybrid ARIMA And Neural Network Model", *Neurocomputing*, 50, 159-175.
- Zhang J., Zhang P. (2017). *Time Series Analysis Methods and Applications for Flight Data*, Springer, Beijing.

- Zheng, Q. P., Rebennack, S., Iliadis, N. A., Pardalos, P. M. (2010). "Optimization Models in the Natural Gas Industry" In Handbook of Power Systems I, 121-148.
- WEB\_1. (2019) Botaş web sitesi.  
<https://www.botas.gov.tr/uploads/dosyaYoneticisi/611004-dogal-gaz-ve-petrol-boru-hatlari-haritasi.png> (02.08.2019).
- WEB\_2. (2019) Enerya web sitesi.  
<https://portal.enerya.com.tr/DogalGazBirimFiyatlari/index.xhtml?city=20> (28.08.2019).
- WEB\_3. (2019) GAZBİR Türkiye Doğal Gaz Dağıtıcıları Birliği web sitesi.  
<http://www.gazbir.org.tr/dagitim-sirketleri/enerya-denizli/60> (13.10.2019).
- WEB\_4. (2019) Google Maps web sitesi.  
<https://www.google.com/maps/@37.7722038,29.0979792,14243m/data=!3m1!1e3> (05.09.2019).
- WEB\_5. (2019) Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sitesi.  
<https://mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/tanimlar.pdf> (03.09.2019).
- WEB\_6. (2019) Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sitesi.  
<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/gun-derece.aspx> (28.08.2019).
- WEB\_7. (2019) Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sitesi.  
<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/gun-derece.aspx?g=merkez&m=20-00&y=2019&a=07> (28.08.2019).
- WEB\_8. (2019) Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sitesi.  
<https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=H&m=DENIZLI> (26.08.2019).
- WEB\_9. (2019) Sıcaklık Verileri web sitesi.  
<https://en.tutiempo.net/climate/ws-172370.html> (03.08.2019).
- WEB\_10. (2019) Türkiye İstatistik Kurumu web sitesi.  
<http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> (05.09.2019).

## **EKLER**

***Ek-1 Mart Aylarındaki Karşılaştırma Verileri***

<b>Dönem</b>	<b>TL/m3</b>	<b>Tüketim/Abone sayısı</b>	<b>Ortalama Sıcaklık</b>	<b>Minimum Sıcaklık</b>	<b>Sıcaklık Farkı</b>
<b>2015</b>	0,938654	182,22	10,2	6,5	1,2 derece daha sıcak
<b>2016</b>	0,942647	114,66	11,9	7,1	1,8 derece daha sıcak
<b>2017</b>	0,867546	166,97	12,5	7	1,7 derece daha sıcak
<b>2018</b>	0,927552	146,90	14,4	8,8	3,5 derece daha sıcak
<b>2019</b>	1,082624	148,55	12,6	6,6	1,3 derece daha sıcak

**Ek-2 Nisan Aylarındaki Karşılaştırma Verileri**

<b>Dönem</b>	<b>TL/m3</b>	<b>Tüketim/Abone sayısı</b>	<b>Ortalama Sıcaklık</b>	<b>Minimum Sıcaklık</b>	<b>Sıcaklık Farkı</b>
<b>2015</b>	0,93946	126,38	13,2	7,7	1,8 derece daha soğuk
<b>2016</b>	0,942505	74,23	19	12,1	2,6 derece daha sıcak
<b>2017</b>	0,868566	74,88	15,1	9,1	0,4 derece daha soğuk
<b>2018</b>	0,928581	67,50	19,5	12,7	3,2 derece daha sıcak
<b>2019</b>	1,082895	92,74	14,7	9,6	0,1 derece daha sıcak

**Ek-3 Mayıs Aylarındaki Karşılaştırma Verileri**

<b>Dönem</b>	<b>TL/m3</b>	<b>Tüketim/Abone sayısı</b>	<b>Ortalama Sıcaklık</b>	<b>Minimum Sıcaklık</b>	<b>Sıcaklık Farkı</b>
<b>2015</b>	0,940174	50,31	20,8	14,7	1 derece daha sıcak
<b>2016</b>	0,942789	22,80	19,2	13,7	0
<b>2017</b>	0,869418	42,82	19,7	14	0,3 derece daha sıcak
<b>2018</b>	0,929986	23,32	22,6	16,2	2,5 derece daha sıcak
<b>2019</b>	1,084645	51,57	21,4	14,9	1,2 derece daha sıcak



**Ek-4 Haziran Aylarındaki Karşılaştırma Verileri**

<b>Dönem</b>	<b>TL/m3</b>	<b>Tüketim/Abone sayısı</b>	<b>Ortalama Sıcaklık</b>	<b>Minimum Sıcaklık</b>	<b>Sıcaklık Farkı</b>
<b>2015</b>	0,941157	16,97	22,2	16,7	1,4 derece daha soğuk
<b>2016</b>	0,94316	11,81	28	19,4	1,3 derece daha sıcak
<b>2017</b>	0,870047	16,04	25,2	18,6	0,5 derece daha sıcak
<b>2018</b>	0,932667	14,69	24,5	18,5	0,4 derece daha sıcak
<b>2019</b>	1,087546	14,48	25,7	19,4	1,3 derece daha sıcak

***Ek-5 Temmuz Aylarındaki Karşılaştırma Verileri***

<b>Dönem</b>	<b>TL/m3</b>	<b>Tüketim/Abone sayısı</b>	<b>Ortalama Sıcaklık</b>	<b>Minimum Sıcaklık</b>	<b>Sıcaklık Farkı</b>
<b>2015</b>	0,941931	12,45	28,3	21,5	0,6 derece daha sıcak
<b>2016</b>	0,944221	14,74	29,5	22,6	1,7 derece daha sıcak
<b>2017</b>	0,870481	12,24	31,5	22,7	1,8 derece daha sıcak
<b>2018</b>	0,935033	13,14	28,9	22,3	1,4 derece daha sıcak

**Ek-6 Ağustos Aylarındaki Karşılaştırma Verileri**

<b>Dönem</b>	<b>TL/m3</b>	<b>Tüketim/Abone sayısı</b>	<b>Ortalama Sıcaklık</b>	<b>Minimum Sıcaklık</b>	<b>Sıcaklık Farkı</b>
<b>2015</b>	0,942107	11,52	28,2	22	1,4 derece daha sıcak
<b>2016</b>	0,944519	10,40	29,2	22,6	2 derece daha sıcak
<b>2017</b>	0,87054	12,68	27,7	21,5	0,9 derece daha sıcak
<b>2018</b>	1,007632	9,84	29	21,8	1,2 derece daha sıcak

***Ek-7 Eylül Aylarındaki Karşılaştırma Verileri***

<b>Dönem</b>	<b>TL/m3</b>	<b>Tüketim/Abone sayısı</b>	<b>Ortalama Sıcaklık</b>	<b>Minimum Sıcaklık</b>	<b>Sıcaklık Farkı</b>
<b>2015</b>	0,941881	8,14	25,9	19,6	3,2 derece daha sıcak
<b>2016</b>	0,944672	10,45	23,6	17	0,6 derece daha sıcak
<b>2017</b>	0,871144	10,19	26,7	18	1,6 derece daha sıcak
<b>2018</b>	1,083381	13,02	25,5	19	2,6 derece daha sıcak

**Ek-8 Ekim Aylarındaki Karşılaştırma Verileri**

<b>Dönem</b>	<b>TL/m3</b>	<b>Tüketim/Abone sayısı</b>	<b>Ortalama Sıcaklık</b>	<b>Minimum Sıcaklık</b>	<b>Sıcaklık Farkı</b>
<b>2015</b>	0,942571	17,19	18,7	13,4	1,5 derece daha sıcak
<b>2016</b>	0,859885	18,33	19,1	12,8	0,9 derece daha sıcak
<b>2017</b>	0,871862	17,43	17,7	11,5	0,4 derece daha soğuk
<b>2018</b>	1,168556	17,55	18,9	12,7	0,8 derece daha sıcak

**Ek-9 Kasım Aylarındaki Karşılaştırma Verileri**

<b>Dönem</b>	<b>TL/m3</b>	<b>Tüketim/Abone sayısı</b>	<b>Ortalama Sıcaklık</b>	<b>Minimum Sıcaklık</b>	<b>Sıcaklık Farkı</b>
<b>2015</b>	0,943659	49,49	13,7	8,4	1,4 derece daha sıcak
<b>2016</b>	0,860097	69,33	13,1	7	Fark yok
<b>2017</b>	0,920357	76,85	12	6,4	0,6 derece daha soğuk
<b>2018</b>	1,178425	65,29	13,8	8,4	1,4 derece daha sıcak

**Ek-10 “LOGTUKETIM” serisi için birim kök testi sonuçları**

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.702741	0.8353
Test critical values:		
1% level	-3.592462	
5% level	-2.931404	
10% level	-2.603944	

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

*Ek-11 "DLOGTUKETIM" serisi için birim kök testi sonuçları*

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.266626	0.0001
Test critical values:		
1% level	-3.596616	
5% level	-2.933158	
10% level	-2.604867	

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

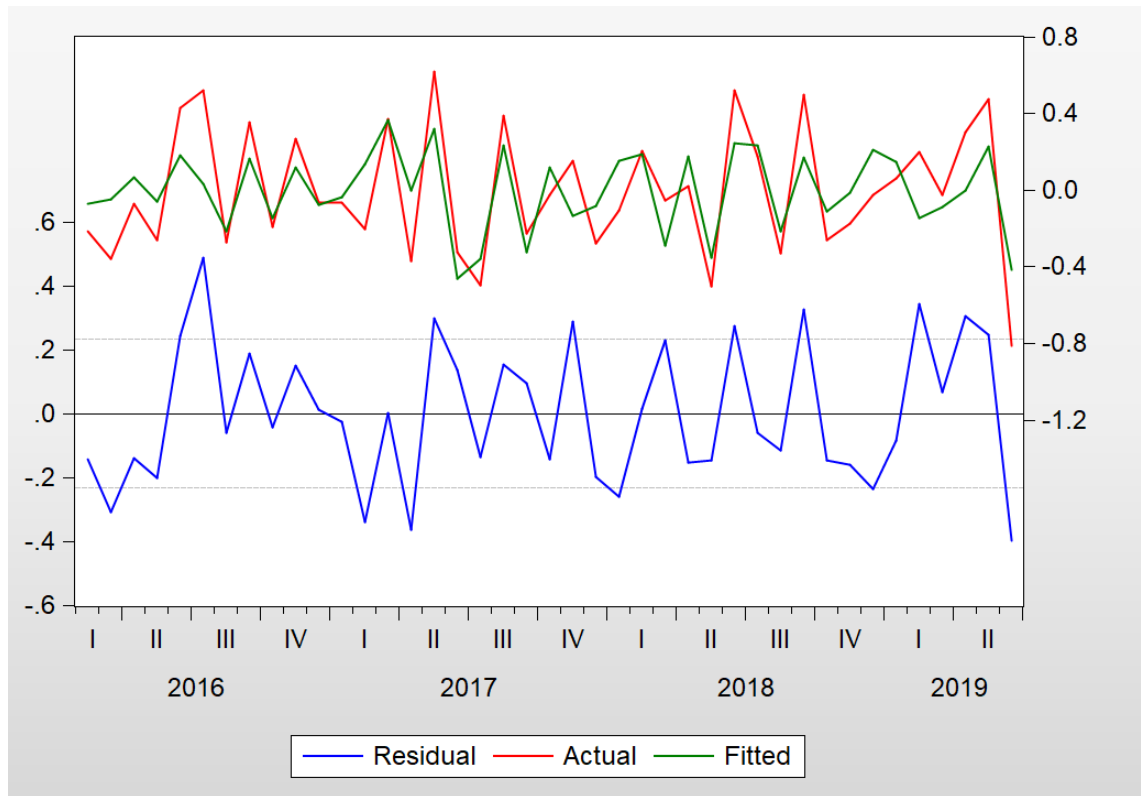


*Ek-12 "SDLOGTUKETIM" serisi için birim kök testi sonuçları*

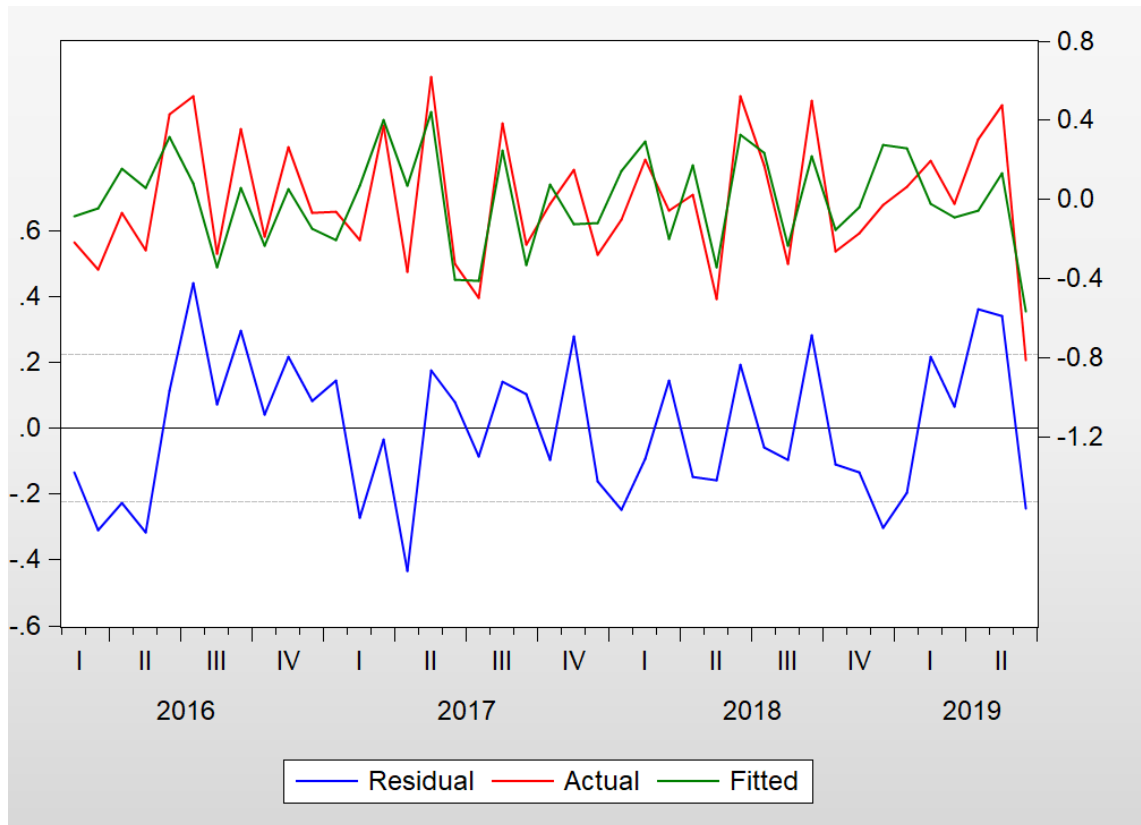
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.536668	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.610453	
5% level	-2.938987	
10% level	-2.607932	

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

**Ek-13 ARIMA (1,1,0)(1,1,0)<sub>12</sub> modelinin kalıntı grafiği**



**Ek-14 ARIMA (0,1,1)(1,1,0)<sub>12</sub> modelinin kalıntı grafiği**



## ÖZGEÇMİŞ

### KİMLİK BİLGİLERİ

**Adı Soyadı** : Mert AYDIN  
**Doğum Yeri** : Denizli  
**Doğum Tarihi** : 09.04.1992  
**E-posta** : aydinmert13@gmail.com

### EĞİTİM BİLGİLERİ

**Lise** : Türk Eğitim Vakfı Anadolu Lisesi  
**Lisans** : Karadeniz Teknik Üniversitesi / Makine Mühendisliği  
**Yüksek Lisans** : Pamukkale Üniversitesi /  
İşletme Ana Bilim Dalı / Sayısal Yöntemler Bilim Dalı /  
Tezli Yüksek Lisans  
**Yabancı Dil ve Düzeyi** : İngilizce / Profesyonel Çalışma Yetkinliği

**İŞ DENEYİMİ** : Enerya Denizli Gaz Dağıtım A.Ş. / İç Tesisat Mühendisi