



**T.C.
SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MATEMATİKSEL MODELLEME KULLANILARAK
TÜRKİYE’NİN ENERJİ TÜKETİM TAHMİNİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Mehmet BİNİCİ
(20179215003)**

**Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Tez Danışmanı: Dr. Öğretim Üyesi Hacı Ali ERTAŞ**

**SİVAS
MAYIS 2019**

Mehmet BİNİCİ'nin hazırladığı ve “**MATEMATİKSEL MODELLEME KULLANILARAK TÜRKİYE’NİN ENERJİ TÜKETİM TAHMİNİ**” adlı bu çalışma **MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı **Dr. Öğr. Üyesi Hacı Ali ERTAŞ**

Cumhuriyet Üniversitesi

Jüri Üyesi

Cumhuriyet Üniversitesi

Jüri Üyesi

Cumhuriyet Üniversitesi

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. İsmail ÇELİK
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 20.08.2014 tarihli ve 7 sayılı kararı ile kabul edilen Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırlanmıştır.





Bütün hakları saklıdır.
Kaynak göstermek koşuluyla alıntı ve gönderme yapılabilir.

© Mehmet BİNİCİ, 2019

ETİK

Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- ✓ Bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- ✓ Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- ✓ Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere, bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- ✓ Bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ✓ Tezin herhangi bir bölümünü, Cumhuriyet Üniversitesi veya bir başka üniversitede, bir başka tez çalışması olarak sunmadığımı; beyan ederim.

Mayıs 2019
Mehmet BİNİCİ

KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR

Araştırma süreci boyunca tecrübe ve önerileriyle bana destek olan danışman hocam Dr. Öğretim Üyesi Hacı Ali ERTAŞ 'a, bana yardım ve sabrını hiçbir zaman esirgemeyen sevgili eşime, son olarak bugünlere gelmem için yanımda olan anne babama teşekkürlerimi sunarım.



ÖZET

MATEMATİKSEL MODELLEME KULLANILARAK TÜRKİYE’NİN ENERJİ TÜKETİM TAHMİNİ

Mehmet BİNİCİ

Yüksek Lisans Tezi

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğretim Üyesi Hacı Ali ERTAŞ

2019, 46+xiii sayfa

Bu çalışmanın amacı, yük tahminini kısa, orta ve uzun vadeler olarak ayırmasını yapıp, uzun vadede elektrik tüketim tahmininde bize yol gösterecek parametrelerin tüketim ile olan uyumunu göstererek Türkiye’nin 10 yıllık talep tahminini yapmaktır.

Bu araştırma, 1995-2017 yılları arası Türkiye’nin tüketim, nüfus ve GSYH verileri kullanılarak hazırlanmıştır. Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin korelasyonunun belirlenip çeşitli testler uygulandıktan sonra regresyon analizlerine sokularak tüketim tahmini yapılmaya çalışılmıştır.

10 yıllık tahmini yapmadan önce en son gerçekleşen yıl olan 2018, model çıktıları ile tahminlenmiş ve modelin tutarlı sonuçlar verdiği görülmüştür. Böylece korelasyon uygulanan GSYH ve nüfus parametrelerinin tüketimle anlamlı ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Sonrasında 10 yıllık talep tahmin bulunmuş ve Türkiye’nin 10 yıl sonra elektrik ihtiyacının 1,5 katına çıkacağı öngörülmüştür. Tüketim ihtiyacımızın gelecekteki vaziyeti bu çalışma neticesinde de algılanarak üretim santralleri yatırımlarına ışık tutacağı ümit edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Türkiye Elektrik Enerjisi, Yük Talep Tahmini, Regresyon Analizi

ABSTRACT

TURKEY'S ENERGY CONSUMPTION FORECAST BY USING MATHEMATICAL MODELING

Mehmet BİNİCİ

Master's Thesis

Department of Mechanical Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Hacı Ali ERTAŞ

2019, 46+xiii pages

The aim of this study is short the load forecasting is to make the distinction in the medium and long terms, electricity consumption forecast in the long term by consumption of parameters to show us the way, showing the harmony that is to make Turkey's 10-year demand forecast.

In this study, Turkey's consumption between the years 1995-2017, has been prepared using data on population and GDP. Correlation between dependent and independent variables were determined and various tests were applied and regression analysis was performed to estimate consumption.

Before making the 10-year forecast, 2018, which was the last year of the year, was estimated with model outputs and the model showed consistent results. Thus, it was determined that the correlated GDP and population parameters have a significant relationship with consumption. 10 years later, demand forecasts have been found after 10 years and Turkey is foreseen to rise to 1.5 times of its electricity needs. It is hoped that the future situation of our consumption need will be perceived as a result of this study and will shed light on the investments of production plants.

Keywords: Turkey Electric Power, Load Forecasting, Regression Analysis

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
SİMGELER DİZİNİ	xii
KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1 Literatür Araştırması	5
1.2 Yük Tahmini	7
1.2.1 Uzun Dönem Yük Tahmini	7
1.2.2 Orta Dönem Yük Tahmini	8
1.2.3 Kısa Dönem Yük Tahmini	8
1.2.4 Çok Kısa Dönem Yük Tahmini	9
1.3 Enerji Tüketimine Etkiyen Faktörler	9
1.3.1 Ekonomik Faktörler	9
1.3.2 Zaman Faktörü	10
1.3.3 Meteorolojik Koşullar	11
1.3.4 Rastgele Değişkenler	11
1.4 Yük Tahmini Yöntemleri	11
2. TÜRKİYE ON YILLIK (2018-2028) TALEP TAHMİNİ	13
2.1 Veri Seçimi Ve Tüketim Miktarının Modellenmesi	13
2.2 Bağımlı Ve Bağımsız Değişkenlerin Belirlenmesi Ve Korelasyon Analizleri ...	14
2.2.1 Gayri Safi Yurtiçi Hasıla	19
2.2.2 Nüfus	20
2.2.3 Brüt Tüketim	20
2.2.4 Logaritmik Farkların Analizi	22
2.3 Regresyon Modelleri	25
2.3.1 Model 1	25
2.3.2 Model 2	26
2.3.3 Model 3	28
3. SONUÇ	32
KAYNAKLAR	34
EKLER	35
Ek-1 R Kodları 10 Yıllık Talep Tahmin	35
Ek-2 Bağımlı ve Bağımsız Değişkenlerin Belirlenmesi ve Korelasyon Analizleri ...	38
Ek-3 Test Çıktıları	40
Ek-4 Veri Seti	45
ÖZGEÇMİŞ	46

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1 2018 yakıt cinslerine göre üretim oranları [2].....	3
Şekil 2.1 Türkiye GSYH ACF korrelogramları.....	16
Şekil 2.2 Türkiye GSYH PACF korrelogramları.	16
Şekil 2.3 Türkiye nüfus ACF korrelogramları.....	17
Şekil 2.4 Türkiye nüfus PACF korrelogramları.	17
Şekil 2.5 Türkiye elektrik tüketimi ACF korrelogramları.	18
Şekil 2.6 Türkiye elektrik tüketimi PACF korrelogramları.....	18
Şekil 2.7 Türkiye DİFGSYH ACF korrelogramları.	21
Şekil 2.8 Türkiye DİFGSYH PACF korrelogramları.	22
Şekil 2.9 Türkiye LOGGSYH ACF korrelogramları.	23
Şekil 2.10 Türkiye LOGGSYH PACF korrelogramları.	23

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1 Türkiye kuruluş ve kaynaklara göre kurulu güç [2]	2
Çizelge 2.1 Pearson korelasyon analizi ile brüt talep, nüfus, GSYH ve KBGSYH.....	14
Çizelge 2.2 Model 1 regresyon özet çıkışı	25
Çizelge 2.3 Model 2 regresyon özet çıkışı	27
Çizelge 2.4 Model 3 regresyon özet çıkışı	28
Çizelge 3.1 Türkiye 2018 talep tahmin ve gerçekleşme kıyası	32
Çizelge 3.2 Türkiye'nin 2018-2028 yılları elektrik talep tahmini.....	33
Çizelge 5.1 GSYH test çıktısı.....	40
Çizelge 5.2 Nüfus test çıktısı.....	41
Çizelge 5.3 Brüt talep test çıktısı.....	42
Çizelge 5.4 GSYH doğal logaritma test çıktısı.....	43
Çizelge 5.5 Logaritma farklar test çıktısı	44
Çizelge 5.6 Veri seti	45

SİMGELER DİZİNİ

Δ	Fark
μ	Hata
β, a	Sabit Parametreler
δ	Zaman Serisi Operatörü
t	Zaman
Y	Fonksiyon Değeri



KISALTMALAR DİZİNİ

GSYH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
KBGSYH	Kişi Başı Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
EPIAŞ	Enerji Piyasaları İşletme Anonim Şirketi
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
WB	Dünya Bankası
IMF	Uluslararası Para Fonu
YSA	Yapay Sinir Ağı
FLN	Fonksiyon Bağlantı Ağı
YTBS	Yük Tevzi Bilgi Sistemi
VIF	Varyans Büyütme Faktörü
ACF	Otokorelasyon Fonksiyonu
PACF	Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu
PTF	Piyasa Takas Fiyatı

1. GİRİŞ

Enerji başlıca ihtiyaçlarımızdan olup, günümüz yaşantısının vazgeçilmezlerinden olmuştur. Yaşamın olduğu bir ortamda enerjiye rastlamamak neredeyse olanaksızdır. Bu nedenle enerji insanla birlikte yaşar ve son bulur diyebiliriz.

İlk çağlarda ısınma, daha sonra gıda, avlanma vb. ihtiyaçlar için gereksinim duyulan enerjiye, sanayi devrimi ile endüstriyel üretim, artan kent ve sosyal toplum ihtiyaçları, teknolojik gelişim gibi nedenlerden ötürü duyulan talep hep artmıştır.

İnsan yönetiminin bir organizasyonu olan devletler ise bu temel ihtiyacı doğru yönetmek için stratejiler uygulamaktadır. Artan nüfus, sanayileşme, teknoloji gelişimi gibi parametrelere bağlı olarak aynı paralel doğrultuda artış gösteren enerji ihtiyacı önemini ortaya koymaktadır.

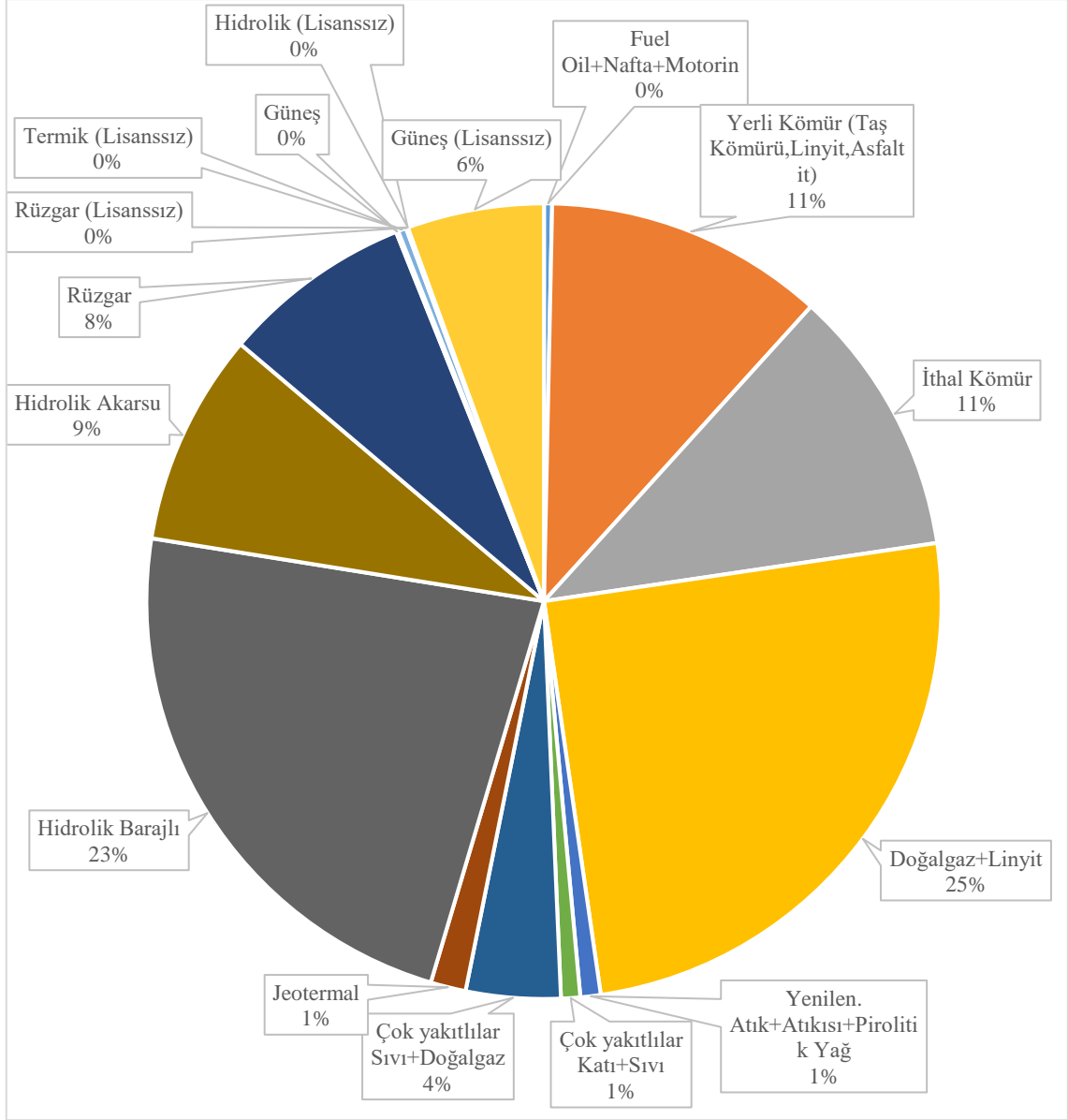
Enerjiye yönelik politikaları belirleyebilmek için bu ihtiyacı doğru ve güvenilir bir şekilde öngörmek gerekir. Neticede kendi enerji kaynakları yetersiz olan bir ülke, kaynak ihtiyacının bir kısmını diğer ülkelerle anlaşma yaparak dışa bağımlı hale gelmektedir. Bu da enerji kaynaklarında Türkiye gibi %30-40 dışa bağımlı bir ülkenin enerji tahmininin önemini göstermektedir.

Enerjinin büyük şebekelerde depolanamayışı, üretildiği gibi emre amade tüketilmesi kendine münhasır bir önem taşımaktadır. Ülkemizde dağıtım ve iletim hatları bir ağacın dalları gibi uzanan şebeke sistemleridir. Santrallerde üretilen elektrik enerjisini, farklı amaçlar için tüketecek abonelere ulaşımını sağlamaktadır. Bu ortaya çıkan yapı için ciddi mühendislik bilgisi, işletme faaliyetleri ve yatırım planları gerekmektedir. Çünkü bu sistem için güçlü ve sürekli finansman sağlanmalıdır.

Artan sanayileşme, artan nüfus, değişen tüketim alışkanlıkları, toplumun refah düzeyindeki iyileşmeler gibi pek çok etken elektrik talebini artırmaktadır. Türkiye son 10 yılda önemli değişimler geçirmiştir. 2017 yılı itibari ile Türkiye nüfusu, 2007 yılına göre %14,48 oranında artarak 80,81 milyona ulaşmıştır. GSYH aynı yıllarda 1987 sabit değerlere göre %44,27 artarak 235 milyar TL'ye ulaşmıştır [1].

Çizelge 1.1 Türkiye kuruluş ve kaynaklara göre kurulu güç [2]

KURULUŞ TÜRLERİ	2017 Yıl Sonu İtibariyle			2018 Yıl Sonu İtibariyle		
	Kurulu Güç (MW)	Katkı %	Santral Sayısı	Kurulu Güç (MW)	Katkı %	Santral Sayısı
EÜAŞ	19.900	23,4	62	18.489	20,9	55
İşletme Hakkı Devredilen Santraller	1.821	2,1	76	3.387	3,8	87
Yap İşlet Santralleri	6.102	7,2	5	6.102	6,9	5
Yap İşlet Devret Santralleri	1.379	1,6	15	1.359	1,5	12
Serbest Üretim Şirketleri	52.353	61,4	1.127	53.862	60,8	1.216
Lisanssız Santraller	3.645	4,3	3.736	5.352	6,0	6.048
TOPLAM	85.200	100	5.021	88.551	100	7.423
YAKIT CİNSLERİ	2017 Yıl Sonu İtibariyle			2018 Yıl Sonu İtibariyle		
	Kurulu Güç (MW)	Katkı %	Santral Sayısı	Kurulu Güç (MW)	Katkı %	Santral Sayısı
Fuel Oil+Nafta+Motorin	304	0,4	12	294	0,3	11
Yerli Kömür (Taş Kömürü,Linyit,Asfalt)	9.873	11,6	30	10.204	11,4	31
İthal Kömür	8.794	10,3	11	9.794	10,9	11
Doğalgaz+Linyit	23.064	27,1	243	22.438	25,1	251
Yenilen. Atık+Atıkısı+Pirolitik Yağ	575	0,7	98	739	0,8	127
Çok yakıtlılar Katı+Sıvı	683	0,8	22	697	0,8	22
Çok yakıtlılar Sıvı+Doğalgaz	3.434	4,0	47	3.443	3,8	48
Jeotermal	1.064	1,2	40	1.283	1,4	48
Hidrolik Barajlı	19.776	23,2	117	20.536	22,9	118
Hidrolik Akarsu	7.490	8,8	501	7.748	8,7	524
Rüzgar	6.482	7,6	161	6.942	7,8	175
Güneş	18	0,0	3	82	0,1	9
Termik (Lisanssız)	201	0,2	67	301	0,3	104
Rüzgar (Lisanssız)	34	0,0	46	63	0,1	74
Hidrolik (Lisanssız)	7	0,0	10	8	0,0	11
Güneş (Lisanssız)	3.403	4,0	3.613	4.981	5,6	5.859
TOPLAM	85.200	100,0	5.021	89.551	100,0	7.423



Şekil 1.1 2018 yakıt cinslerine göre üretim oranları [2].

Çizelge 1.1'e bakıldığı zaman Türkiye'nin elektrik üretimi kurulu gücü 2017 yılında 85.200 MW iken 2018 yılında %5,1 artarak 89.551 MW'a ulaşmıştır. Santral sayısı ise 5.021'den 7.423'e çıkmıştır. Buradaki farkın çoğunluğu lisanssız güneş santrallerindeki artıştır.

Bilindiği üzere yenilenebilir kaynaklardan üretime devlet teşviki verilmektedir. Teşvik alan bu santrallerin ürettiği elektriğin, yenilenebilir enerji kaynakları destekleme mekanizması kapsamında 10 yıl alım garantisi bulunmaktadır. Akkuyu Nükleer Güç Santrali de devreye girdiği zaman Türkiye'nin kurulu gücü 4.800 MW artacağı unutulmamalıdır.

Şekil 1.1' de görüldüğü üzere Türkiye, tükettiği elektrik enerjisinin yaklaşık %35'ini kömür, doğalgaz gibi fosil yakıtları ithal ederek sağlamaktadır. Geriye kalan paya bakıldığı zaman %32'si hidrolik santrallerden, %15'i de güneş, rüzgar gibi kaynaklardan, özetleyecek olunursa %47'si yenilenebilir enerji kaynaklarındandır.

Bu durum gösteriyor ki, güneş, rüzgar, yağmur ve kar açısından verimsiz bir dönem geçirildiğinde başlıca çözüm yolu enerji kaynağı ithal etmektir. Unutulmamalıdır ki enerji kaynakları ve enerji üretim hacmi ülkeler açısından stratejik bir öneme sahiptir. Ülkeler arasında yapılan enerji kaynağı ticaret anlaşmalarında, taraflardan enerji kaynağı sahibi olan ülke, anlaşma aşamasında eli kuvvetli olan taraftır. Bu durumu da her zaman tehdit unsuru olarak kullanacaktır. İthalatta yaşanacak olası bir kriz durumunda ise Türkiye, sanayi abonelerinin elektriğini kesme yoluna gidilecektir. Bu bakımdan enerji kaynaklarımızı ve milli gelirimizi doğru ve ölçülü kullanmak adına ileriye dönük ihtiyaçlarımızı mümkün olduğunca gerçeğe yakın planlamalıyız.

Türkiye elektrik piyasasını Enerji Piyasaları İşletme A.Ş. işletir ve yönetir. Üretim ve tüketim tarafları EPIAŞ'ın Gün Öncesi ve Gün İçi Piyasalarına girerek işlemler yapar. Gün öncesi piyasası, bir gün sonrası için teslim edilecek elektrik enerjisi alış ve satış operasyonları için oluşturulan ve piyasa işletmecisi tarafından işletilen organize toptan elektrik piyasasını ifade etmektedir. Piyasa katılımcıları tarafından sisteme girilen arz ve taleplerin gün öncesinden dengelenmesi amacıyla gerçekleştirilen gün öncesinden yapılan planlama ve faaliyetlerini ifade eder.

Gün içi piyasası ise gün öncesi teklif süresi bitmiş ancak teklif günü içinde bulunulan saatlere 60 dakika sonrasında itibaren verilen alım satım tekliflerinin yönetildiği piyasadır.

Girilen arz ve talep tekliflerinin kesiştiği noktada elektriğin fiyatı olan piyasa takas fiyatı ortaya çıkacaktır. Saatlik olarak açıklanan PTF elektriğin o saatteki ham maliyetini oluşturuyor denebilir.

Yapılan bu çalışmada, öncelikle bağımlı ve bağımsız değişkenler belirlenecek. Ardından durağanlık testleri yapıp parametreler durağanlaştırılacak ve regresyon modeli hazırlanacaktır.

- Durağanlık: Bir zaman serisi zamanla belirli bir değere doğru yaklaşıyor, başka bir deyişle, sabit bir ortalama, sabit varyans ve gecikme seviyesine bağlı

kovaryansa sahip ise durağandır denir. Serinin dağılım fonksiyonu zamanla değişmemelidir. Otokorelasyon fonksiyon grafiği çizdirilerek güven aralığında olup olmadığı kontrol edilir. Ayrıca sayısal olarak da Augmented Dickey Fuller testleri ile de durağanlık test edilebilir.

- Otokorelasyon: Korelasyon iki değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi ölçerken, Otokorelasyon, bir zaman serisinin gecikmeli değerleri arasındaki doğrusal ilişkiyi ölçmektedir.
- Güven aralığı: İstatistik biliminde ele alınan anakütle parametresi için bir nevi aralık belirtimi olup sonuç almaya yardımcı bir istatistik çözüm aracıdır. %10, %5 ve %1 genel olarak kullanılan aralıklardır.
- Augmented Dickey Fuller Testi: Literatürde en çok kabul gören durağanlık tespitidir ve zaman serisi konusunda da durağanlığın tespitinde en geçerli test olarak kabul edilmiştir [3]. Bölüm 2’de detaylı olarak testler yapılmaktadır.

1.1 Literatür Araştırması

Özellikle son senelerde birden fazla elektriksel yük tahmini projeleri yapılmış ve çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Aşağıda, yapılan çalışmalardan birkaçı ve kullanılan yöntemler paylaşılmıştır.

Gölbashi ilçesine ait 2002-2003 yılları gerçek sıcaklık ve güç değerleri kullanılarak geleneksel regresyon analizi ve YSA yöntemleri ile ilgili bölgenin kısa dönemli yük tahmini yapılmıştır. Sonuç olarak YSA yönteminin, regresyon analizine göre gerçek değerlere daha yakın ancak zaman olarak daha uzun sonuç verdiği belirlenmiştir [4].

Türkiye’nin elektrik tüketim projeksiyonunu birden çok talep tahmin modelini aktararak avantaj ve dezavantajlarını sunmuştur. Türkiye’nin 2000 yılına kadar elektrik enerjisi ihtiyacını öngörmüştür [5].

Toplamsal ayrıştırma ve çarpımsal ayrıştırma regresyonları, toplamsal ayrıştırma ile gri tahmin ve çarpımsal ayrıştırma ile gri tahmin olarak dört ayrı yöntem çalışılmıştır. Sonuçlar elde edilirken, istatistiksel anlamlılıkların değerlendirilmesi ve hata terimlerinin analizinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Karar tablosu oluşturularak değerler özetlenmiş ve en güçlü tahmin yöntemi, çarpımsal ayrıştırma ile gri tahmin yapılan yük tahmin modeli seçilmiştir [6]

Bu çalışmada 2009-2011 yılları Türkiye’ye ait elektrik tüketim ve sıcaklık dataları kullanılarak, 2012 yılının elektrik yük öngörüsü ANFIS metotları ve bulanık mantık

uygulanılarak gerçekleştirilmiştir. Resmi izin günleri hariç 2012 yılında sapma değerleri bulanık mantık uygulamaasında 2.10, ANFIS uygulamasında ise 1.85 bulunmuştur [7].

1999-2009 yılları arası dönemler için TÜİK ve TEİAŞ dataları dikkate alınarak 2010-2025 yılları arasındaki süre için puant yük ve enerji tüketim tahminleri gerçekleştirilmiştir. Toplam enerji tüketim tahmininde ise MAPE'nin % 0,21 olduğu hesaplanmış ve GSYH ve nüfus değerleri ileriki yılların tahmininde mantıklı bir gösterge olduğu tespit edilmiştir [8].

Talep tahmininde kullanılan Yapay sinir ağlarına dayalı modellere ilişik olarak sunulan FLN konseptinin performansını araştırmaktadır. Genel hatlarıyla, FLN yapısının, ampirik incelemeleri gösterdiği gibi, daha geleneksel metotlardan iyi tahminler çıkabileceği sonucuna varılmıştır [9].

Türkiye'nin büyümesi, sosyo-ekonomik durumu, nüfus artış oranları gibi parametreler referans alınarak regresyon yöntemi ve Yapay Sinir Ağları ile Türkiye'nin 2005'den ve 2020 yılına kadar elektrik enerjisi talebi yapılmıştır [10].

Nüfus, GSYH, sanayi üretim endeksi, petrol bedelleri gibi sosya-ekonomik belirleyiciler esas alınarak YSA ve regresyon analizi yöntemleriyle (Geri yayılım algoritması (YSA modeli) ve birden fazla değişkenli regresyon analizi modeli) Türkiye'ye ait uzun dönem yük tahmini gerçekleştirilmiştir [11].

Bursa için 1995 ve 2004 arası dönemlere ait elektrik tüketimleri ve çevre koşulları (nem, sıcaklık ve rüzgâr değerleri) verileri ile orta ve uzun dönem YSA yöntemi kullanılarak tahmin yapılmıştır [12].

Nüfus, GSYH, puant tüketim değerleri, yılda puantın gerçekleştiği günde tüketilen enerji miktarları ve yıllık kümüle tüketilen enerji miktarları ele alınarak regresyon analizi yöntemi ile 2010 takvim yılına kadar Ankara büyükşehir alanı yük tahmini yapılmıştır [13].

Yapılan çalışmada Gayri safi yurtiçi hasıla, nüfus, elektrik abone sayısı ve kişi başı GSYH değişkenleriyle regresyon analizi kullanılarak 2018-2028 yılları Türkiye enerji tüketimi tahmin edilmiştir. Elde edilen tahmin sonuçları birbirleriyle karşılaştırılarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

1.2 Yük Tahmini

Yük öngörüsü, geçmiş zaman ve içinde bulunulan zamanın koşullarının analiz edilerek ve değişimlerin profilini çıkararak, gelecek vakitteki durumun ne gibi veya nasıl olacağı varsayımına dayanır. Tahminin uygulanacağı zaman dilimine göre farklı avantajlar sağlamaktadır. Üretim santralleri, iletim sistemleri ve dağıtım sistemlerinde gelecekte oluşacak ihtiyaçları karşılayabilecek şekilde kapasite artışlarının belirlenmesinde gereklidir. Planlamaların daha isabetli yapılabilmesi için baz alınacak tahmin verileri gerçek ile arasında çok az sapma olacak şekilde tahmin edilmelidir. İhtiyaca hasıl olan enerji talebinin ve puant yük miktarının gerçeğe yakın bir şekilde öngörülmesi efektif bir sistem planlaması için elzemdir [12].

Rekabet ortamında elektrik tedarikçileri için yük öngörüsünün doğru şekilde yapılması oldukça önemlidir. Enerjiyi kaliteli, güvenli ve ekonomik bir sunumla müşteriye ulaştırması gerekir enerji şirketlerinin. Bu şirketler elektriğin tesis edilmesi, arızası, bakımı ve planlama gibi konularda bir takım maddi ve teknik sorunlarla karşılaşmaktadırlar. Elektrik enerjisi tahmini üretim, satın alma, yükün anahtarlaması ve altyapının iyileşmesi gibi önemli hususlarda elektrik şirketlerine karar vermede yardımcı olur [14].

1.2.1 Uzun Dönem Yük Tahmini

Uzun dönem yük tahminleri, stratejilerin belirlenmesinde, amaçların tespitinde, amaçların fiiliyat bulması için gerekli öz kaynağın sağlanmasında, iletim hatlarının ve üretim santrallerinin ekonomik olarak uygulanması ve planlanmasında, sistem unsurlarının çalışmalarının incelenmesinde kullanılır. Tahminler oluşturulurken çeşitli yük profilleri, yüklere ilişkin parametreler ve çeşitli coğrafi bölgelerindeki durumlar bilinmelidir [15].

Uzun vade yük tahminleri ile enerji tahminleri yapılarak, mevcuttaki üretim kurulu güçlerinin bu ihtiyacı karşılayıp karşılayamayacağı araştırılır. Enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için bir takım enerji kaynakları belirlenir. Üretim üsleri, enerji şebeke gelişimi için modeller hazırlamaya çalışılır. Uzun vade yük tahminleri özellikle toplumsal ve ekonomik verilere dayandığı için, bölgelerin elektrik enerjisi talep tahmini bu datalar göz önüne alınarak bulunur. Bu datalar tüketici tipine bağlı olarak gayri safi yurt içi hâsıla, kişi başına millî gelir, nüfus gibi değişkenlerdir [16].

1.2.2 Orta Dönem Yük Tahmini

Bir haftadan bir yıla kadar olan periyotların tahminleri orta dönem yük tahmini olarak tanımlanır. Orta dönem yük tahmininin neticesinde fiziksel materyallerin planlanması ve bakımı yapılabilmektedir. Elektrik enerji ihtiyacındaki artmaya ilişkin olarak, devreye katılabilecek yeni tesislerin inşası, iletim ve dağıtım sistemlerinde yapılacak olan ilaveler ve bunları koruyup kontrol etmek adına kullanılacak entegrelerin planlanmasında orta vade yük tahmin değerlerine ihtiyaç duyulur. Hidroelektrik sistemlerde suyun tutulması, emre amade su miktarlarının kontrolü ve tesisi besleyen nehirlerin akış rejimlerinin analizi gibi konulara da yardımcı olur. Termik üretim santralleri için ihtiyaç olan yakıt miktarının belirlenmesi ve tedariki bu tahminlere göre planlanır. Ayrıca tarifelerin belirlenmesi, tesislerin bakım takvimlerini hazırlanmasında ve puant yükler için ani devreye girebilecek santrallerin planlanması gibi konulara da yardımcı olur [4].

1.2.3 Kısa Dönem Yük Tahmini

Elektrik ihtiyacının kısa dönem yani günlük bazda tahmin edilmesi, elektrik enerjisi üretim santrallerinin bağlantıları ve çalışma programları için önemlidir. Dolaylı olarak yakıt sarfiyatına ve sistemin kalite güvenilirliğine de etkimektedir. Kısa vade yük tahmini gerçekleştirilerek sistemdeki günlük azami yük değeri, belirli bir andaki yüklerin değerleri, saatlik enerji değerleri, günlük ve haftalık bölgenin yük değerleri bilinebilir. Kısa dönem yük tahminin temel işletme kapasite ve kısıtlarını dikkate alarak, üretim kaynaklarının en ekonomik ve güvenilir şekilde kullanmaktır. Kısa vade yük tahminin diğer amacı ise her hangi bir anda şebekenin güvenliğini kontrol edip ve güvenliğinin sağlanması için dağıtıcı unsurlara düzeltici faaliyet sunmasıdır. Bu faaliyetlerden bazıları canlı olarak pik ünitelerini izleme, yük atma, yük alma, anahtarlama işlemleridir. Tedarikçiler hava durumu tahminlerini ve rastgele faktörleri referans alarak tahminlerini yaparlar. Tedarikçilerin sistemi ekonomik ve doğru olarak işletmek için bu bilgilere ihtiyaçları vardır [17].

Toparlamak gerekirse kısa vade yük tahmini elektrik üretiminin kontrolü ve üretim planı oluşturulmasında, yük akışının takibinde ve acil hal incelemelerinde kullanılır. Bunlara ek yük profiline tahmin edilmesiyle şebeke yapısının fazlaca yüklenmesine karşı koruma manevralarının yapılmasında etkilidir [14].

1.2.4 Çok Kısa Dönem Yük Tahmini

Çok kısa yük tahmini bir dakika ve bir saat arası zaman dilimleri için yapılan tahmin türüdür. Bu tahminin amacı sistem kontrol merkezindeki yük akışını canlı olarak izleyebilen işletmecilere, talep sorunlarına neden olacak yük artış durumlarının gerçekleşip gerçekleşmeyeceği raporunu vermektir. Üretim-tüketim dengesini sarsacak bir durum ortaya çıkarsa acil bir karar ile işletilmesi gerekir. Üretimin tüketimden fazla olması frekans değerini yükseltirken, tüketimin üretimden fazla olması durumunda ise frekans değerinin düşmesine neden olabilmektedir. Böyle bir durumda en fazla yükün çekildiği puant saatleri (17:00-22:00) arasında şebekenin aşırı yüklendiği haller ile karşı karşıya kalınabilir [4].

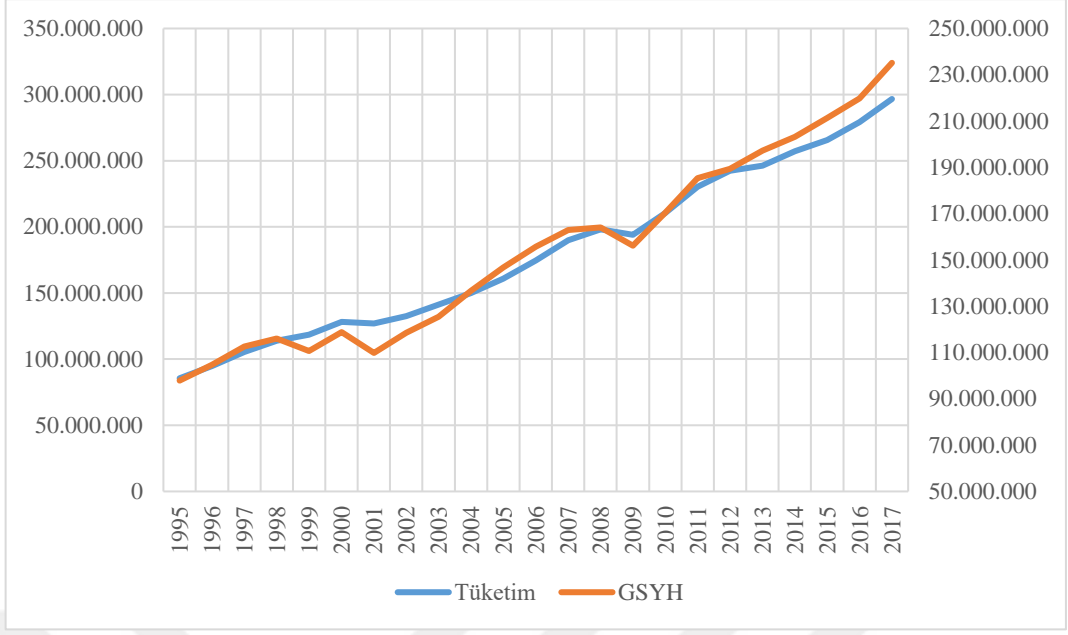
1.3 Enerji Tüketimine Etkiyen Faktörler

Elektrik enerjisinin tahmin modelinin doğru bir şekilde yapılabilmesi için ilk önce, belirlenen bölgenin tüketim karakteristiği ortaya konulmalı ve hangi parametrelerin yükte ne gibi farklılıklara yol açtığı incelenmelidir. Yükü etkileyen parametreler ekonomik faktörler, zaman faktörü, meteorolojik koşullar ve rastgele faktörlerdir. Talep tahmininde kullanılması istenen değişkenlerin belirlenebilmesi ilk olarak bu verilerin elde edilebilmesi ile orta çıkar [18].

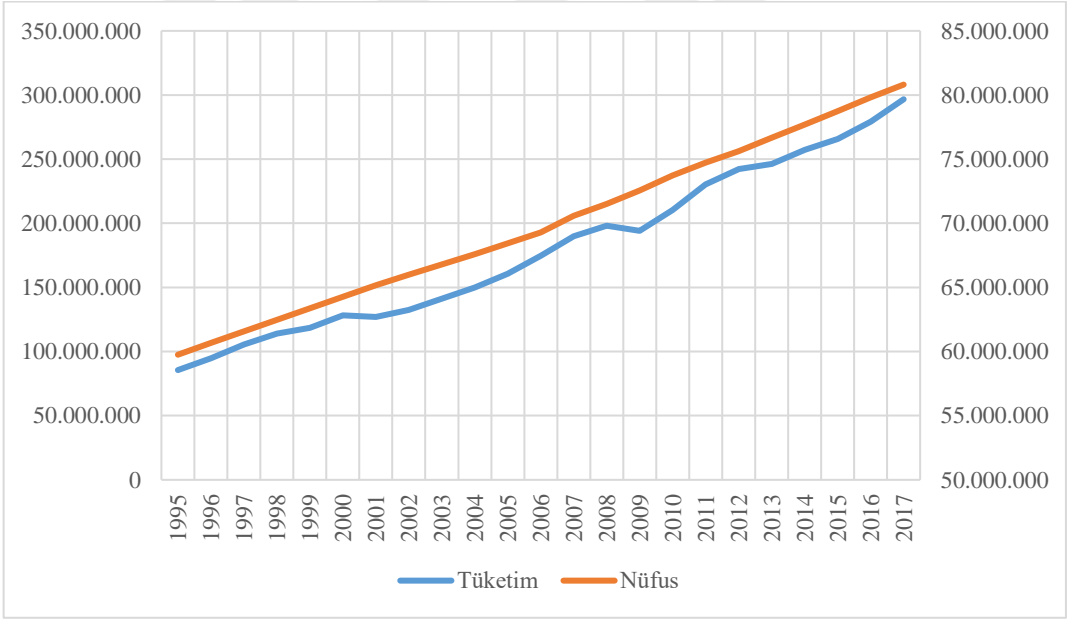
1.3.1 Ekonomik Faktörler

Gayri safi milli hasıla ekonomik bir göstergedir. Bu değer gelişiyor, durağan veya geriliyor olması enerji tahminini de etkilemektedir. Gelişmekte olan bir ülke sanayileşecektir, sanayileştikçe hem gelir artacak hem de enerji ihtiyacı artacaktır.

Ayrıca bir şehir düşünüldüğünde, bu şehirde yıldan yıla inşaat sayısının artması mesken ve ticarethane sayısının artmasına göstergedir. Bu aboneler ya da nüfus arttıkça tüketilecek enerji de artacaktır. Yeni yapılar yeni tüketim noktaları demektir. Birkaç ay sonra bu inşaatların bitip faal hale geleceğini öngörerek o şehir için enerji ihtiyacı artacak şekilde öngörülebilir.



Şekil 1.2 Türkiye elektrik tüketimi - GSYH grafiği.



Şekil 1.3 Türkiye elektrik tüketimi - nüfus grafiği.

1.3.2 Zaman Faktörü

Gece, gündüz, hafta içi, hafta sonu gibi ayrımlar tahminde zaman faktörünü oluşturmaktadır. Bilindiği gibi gece uyunur, gündüz yapılacak işler için çalışılır. Hafta içi işletmelerin çoğu açıktır, hafta sonu kapalıdır. Bu gibi vakitlerde tahminler de değişir, bazı bölgeler için artış ve bazı bölgeler için de azalış davranışı olur. Bu o bölgenin yük

profil eğrisi incelendiğinde ortaya çıkar ve tahmini bu zaman aralıklarında bu davranışa göre belirlemek gerekir.

1.3.3 Meteorolojik Koşullar

Yağmur, kar, güneş, yaz, kış, bahar kısacası soğuk hava, sıcak hava için de enerji tüketimi değişir. Örneğin, hava soğudukça kombiler, elektrikli ısıtıcılar çalıştırılmaya başlanır. Yazın ise bu cihazların yerini klimalar alır. Ama dikkat edilmesi gereken husus ısınma, serinlemeden daha temel ihtiyaçtır, herkesin evinde ısınmak için cihazlar vardır ancak klima, fanlar olmayabilir.

Burada zorlanılan kısım bahar ayları yani geçiş dönemleridir. Bu dönemlerde soğuk hava sıcak havadan çok biraz da psikolojik davranışlar etkilidir. Bahar aylarında birkaç günlük soğumalar hemen geçer düşüncesiyle cihazları çalıştırmayabilir.

1.3.4 Rastgele Değişkenler

Resmi ve dini bayramlar, Ramazan ayı, tatil öncesi ve sonrası dönemler, özel günler, Cuma öğle saati gibi vakitlerde yük profili değişmektedir. Bu vakitler özel olarak tahmin edilir. Örneğin bazı büyük şehirlerin tatillerde enerji ihtiyacı azalırken, Antalya gibi tatil yerlerinin tüketimi artar.

Özel durumlarda nüfusun nasıl tepki vereceğini de iyi gözlemlemek gerekir. Bayram tatili bir sene 4 gün resmi tatil olurken, diğer sene 9 gün tatil olduğunda, bu iki sene arasında göze çarpan tüketim alışkanlığı görülecektir.

Demir çelik fabrikası gibi büyük sanayi işletmeleri gibi tesisler kısa süredeki duruş kalkışları bölge şebekesindeki yükü anlık etkileyebilir. Ayrıca dünya kupası organizasyonu gibi bazı durumlar yük tahminini etkiler ama ne kadar etkileyeceği bilinemeyebilir.

1.4 Yük Tahmini Yöntemleri

Yük tahmini, elektrik iletim ve dağıtım sistemlerinin ve elektrik üreten şirketlerin yönetim ve planlamasında büyük öneme sahip bir konudur. Elektrik talebinin maksimum düzeye çıktığı anlarda ya da dönemlerde gereken elektrik ihtiyacının kaliteli ve kesintisiz bir şekilde sağlanabilmesi için doğru yük tahminlerinin yapılması, kapasitenin ve kurulu gücün bu tahmine göre ayarlanması gerekmektedir.

Tahmin metodu olarak çoğu zaman istatistiksel teknikler veya yapay zekâ algoritmaları kullanılmaktadır. Bunlar yapay sinir ağları, regresyon, uzman sistemler, bulanık mantık,

gibi tekniklerdir. İki metot genelde orta ve uzun vadeli tahminlerde kullanılır. Çoğu yöntem, örneğin çeşitli regresyon modelleri, benzer gün yaklaşımı, yapay sinir ağları, zaman serileri, bulanık mantık, istatistiksel öğrenme algoritmaları, uzman sistemler gibi yöntemler kısa vadeli yük öngörülerini için iyileştirilmiştir [20].

Yapılan çalışmada yük tahmini yaklaşımı için istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. İstatistik kullanılarak yapılan bu tahmin yöntemlerinde yükü etkileyen nüfus, ekonomik büyüme, sanayi üretimi vb. faktörler dikkate alınarak modeller oluşturulur ve tahminler yapılır. Bu modeller zaman serileri, regresyon gibi pek çok yöntemi içermektedir.

Yapılan çalışmada yük tahmini yaklaşımı için istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. İstatistik kullanılarak yapılan bu tahmin yöntemlerinde yükü etkileyen nüfus, ekonomik büyüme, sanayi üretimi vb. faktörler dikkate alınarak modeller oluşturulur ve tahminler yapılır. Bu modeller zaman serileri, regresyon gibi pek çok yöntemi içermektedir.

2. TÜRKİYE ON YILLIK (2018-2028) TALEP TAHMİNİ

2.1 Veri Seçimi Ve Tüketim Miktarının Modellenmesi

Bu araştırmada izlenilmesi düşünülen dört aşama şu şekildedir:

- A Aşaması: Bir istatistiki araştırmada ilk adım modelin belirlenmesidir, bu sayede incelenen olgunun ölçülmesine çalışılır. Bu aşama aynı zamanda, ortaya atılan hipotezin oluşturulduğu aşama olarak da bilinir.
- B Aşaması: Modelin belirlenmesinden sonra modeldeki parametrelerin tahminleri bulunmalıdır, yani ikinci aşama uygun yöntem bulunarak modelin tahminlenmesini içerir. Bu aşama ortaya atılan hipotezin sınanması olarak da bilinir.
- C Aşaması: Model tahmin edildikten sonra tahminlerin değerlendirilmesine geçilmelidir, yani tahminlerin doyurucu ve güvenilir olup olmadıkları belli ölçütler temel alınarak belirlenir.
- D Aşaması: Bir istatistiki araştırmanın son aşaması modelin tahmin geçerliliğinin değerlendirilmesiyle ilgilidir. Tahminler karar vermede yardımcı olurlar. İleriye yönelik tahminlerin ne kadar iyi olduklarının belirlenmesi ve modelin tahmin gücünün sınanması ise bu son aşama da gerçekleşir.

Değişkenler arasındaki herhangi bir ilişkiyi incelemeye başlamadan önce atılması gereken ilk ve en önemli adım, ilişkiyi matematiksel bir biçimde ifade etmek ve olguyu ampirik olarak açıklayabilecek modeli oluşturmaktır. Bu durum öncelikle modele katılacak bağımlı ve açıklayıcı değişkenlerin ve fonksiyonun parametrelerinin işareti ve büyüklüğü hakkında önsel ve kuramsal beklentilerin saptanması yoluyla gerçekleşir. Bu sebeple regresyon metodu ile tüketim tahmini modeli oluşturulması için tüketim karakteristiklerini en iyi yansıtan veri gruplarının açıklayıcı değişken olarak seçilmesi gerekmektedir. Böylelikle, geçmiş seneler bazındaki veriler kullanılarak bağımlı değişken ile açıklayıcı değişkenler arasında kurulacak ilişki gelecek senelere taşınabilmekte ve açıklayıcı değişkenlerin gelecek senelerdeki tahminleri de kullanılarak tüketim miktarları tahmin edilebilmektedir.

Dikkat edilmesi gereken bir diğer husus ise; açıklayıcı değişken olarak kullanılacak veri seçiminde tüketim ile ilişkisinin olmasının yanında ilgili verilerin geçmişe ait kayıtlarının olması, resmi veya güvenilir kaynaklardan temin edilebilmesi ayrıca ileriye dönük

tahminlerinin mevcut olması veya rasyonel bir şekilde hesaplanabilmesi önem kazanmaktadır.

Regresyon analizi ise tüketim tahminlenmesinin formüle edilmesi için açıklayıcı değişkenlerin katsayılarının hesaplanması gerekmektedir. Eldeki verilerin bir kısmı kullanılarak her bir açıklayıcı değişken için katsayı hesaplanır. Hesaplanan bu katsayıların güvenilirliği " R^2 " (regresyon kareleri toplamı) değerinin büyük olması ve p değerinin küçük olması ile ölçülebilir. Başarılı bir modelde R^2 değeri (0 ile 1 arasında değişmektedir) 1'e yakın olmalıdır. Bağımlı değişkenin gerçekleşmesinin ne kadarının model ile açıklanabileceği belirlenmiş olur. Diğer yandan her bir açıklayıcı değişken için hesaplanmış olan p değerinin ise 0'a yakın olması parametrelerin geçerliliğini, 0,1'den yüksek olanlar ise bu açıklayıcı değişkenlerin modelden çıkarılması gerektiğini göstermektedir.

Modelin istatistiki indikatörler dışında test edilmesi ise; geçmiş yıllara ait; fakat ilk aşamada kullanılmamış bağımlı değişkenlerin gerçek değerleriyle, hesaplanan katsayılar ve açıklayıcı değişkenlerden bulunan hesaplanan değerlerin karşılaştırılmasını içermektedir. Başarılı bir modelde hesaplanan bu yeni değerler ile karşılaştırılan gerçek değerler arasındaki farkın düşük çıkması beklenmektedir.

2.2 Bağımlı Ve Bağımsız Değişkenlerin Belirlenmesi Ve Korelasyon Analizleri

Bu kısımda model için dikkate alınması düşünülen bağımlı ve bağımsız değişkenler ile ilgili analizler yapılarak model için en uygun parametreler seçilecektir. Bu kapsamda literatürde de tüketimin ileriye dönük belirlenmesinde en fazla kullanılan parametreler olan Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla, Kişi Başı Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla ve Nüfus dikkate alınacaktır. Korelasyon analizi bir istatistik programı olan R Studio kullanılarak hazırlanmıştır. Çıkarılan sonuçlar ise Ek-2 Bağımlı ve Bağımsız Değişkenlerin Belirlenmesi ve Korelasyon Analizleri bölümünde paylaşılmaktadır.

Çizelge 2.1 Pearson korelasyon analizi ile brüt talep, nüfus, GSYH ve KBGSYH

Pearson	Brüt Talep	Nüfus	GSYH	GSYH Kişi Başı
Brüt Talep	100,0%	99,5%	99,4%	98,2%
Nüfus	99,5%	100,0%	98,2%	96,6%
GSYH	99,4%	98,2%	100,0%	99,6%
GSYH Kişi Başı	98,2%	96,6%	99,6%	100,0%

Yapılan korelasyon analizine bağılı olarak Brüt Elektrik Talebinin, Nüfus, Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) ve Kişi Başına Düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (KBGSYH) ile ciddi bir korelasyon gösterdiği Tablo 1'den görülebilmektedir. Bu noktada dikkat çeken unsur ise GSYH ile KBGSYH kendi arasındaki ilişkinin, bu bağımsız değişkenlerin brüt elektrik talebi ile olan bire bir ilişkilerinden daha kuvvetli olduğudur. Bu durum çoklu doğrusallık oluşturma açısından önem taşır. Çoklu doğrusallık durumunun modelin geçerliliği için önem taşıyacak olmasından dolayı ilerleyen aşamalarda model sonuçları incelenirken bu konu şüphe ile dikkate alınacaktır. Testler R Studio kullanılarak hazırlanmıştır. Kullanılan kodlar ise Ek-1 R kodları 10 Yıllık Talep Tahmin bölümünde paylaşılmaktadır.

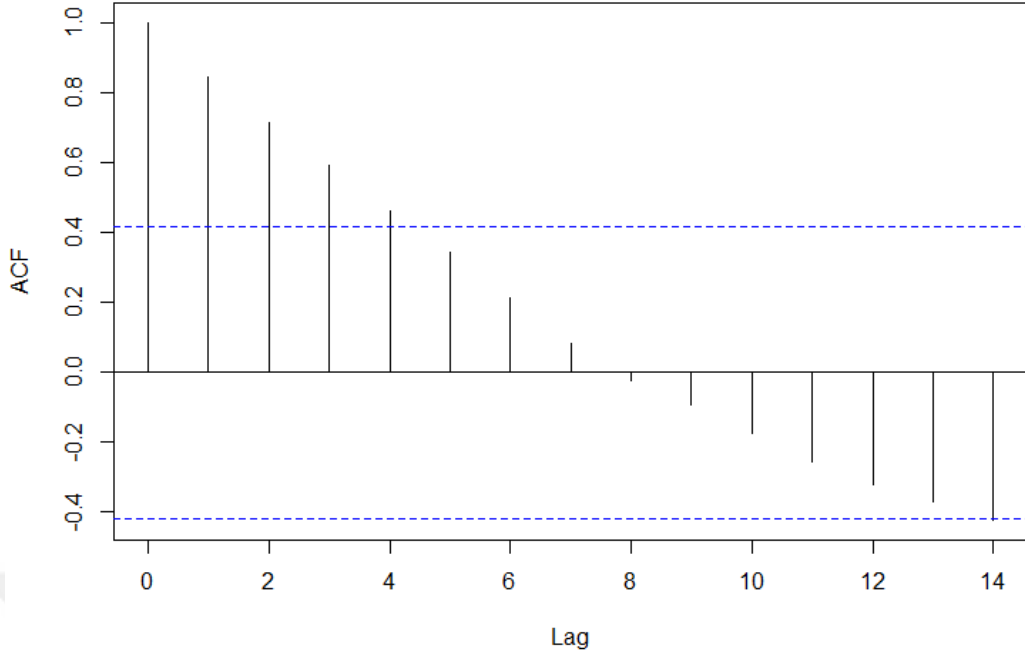
Veri setiyle ilgili olarak:

En Küçük Kareler (OLS) yöntemi kullanılması planlanan talep tahmin çalışmasında çözdürülmesi planlanan regresyon denklemindeki Türkiye Brüt Elektrik Talebi, Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla ve Nüfus bağımlı ve bağımsız değişkenlerinin seri uzunlukları 1995-2017 zaman aralığı kullanılarak 23 değeri içermektedir.

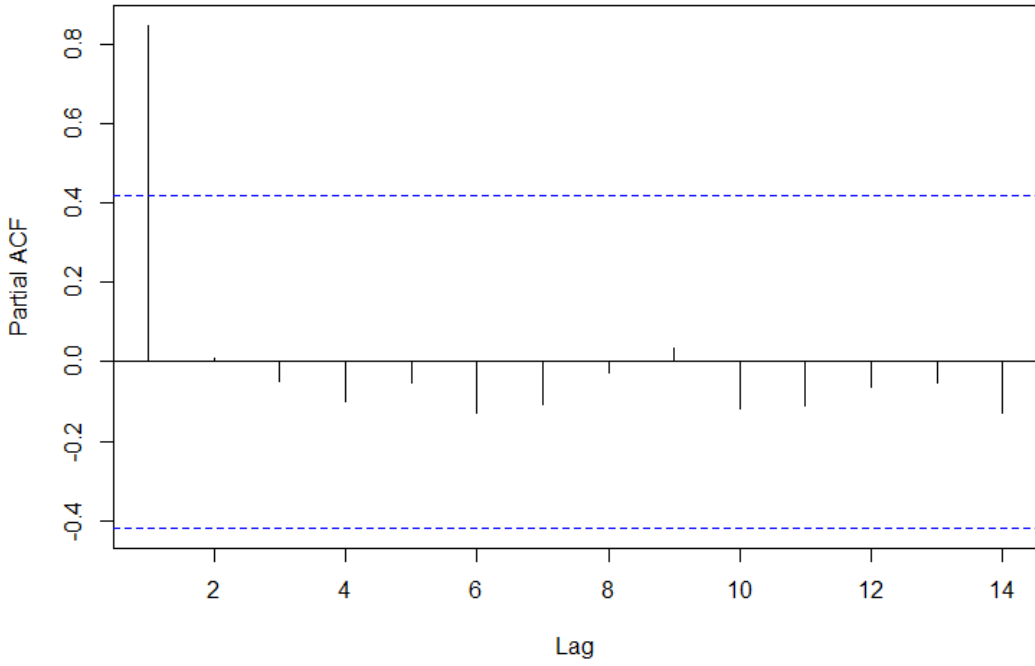
Ayrıca analizde En Küçük Kareler yöntemi kullanılacak olmasından dolayı modeldeki zaman serilerinin durağanlık testleri yapılarak, durağan olmayan zaman serilerinde dönüşüm gerçekleştirilecektir.

Durağanlık testlerine (Augmented Dickey Fuller) başlamadan önce 1995-2017 yıllarına ait 1987 sabit fiyatları ile Gayri Safi Yurtiçi Hasıla, Türkiye Nüfus ve Türkiye Brüt Tüketimine ait otokorelasyon fonksiyonu (Autocorrelation Function (ACF)) grafiği ve kısmi otokorelasyon fonksiyonu (Partial Autocorrelation Function (PACF)) çıktıları aşağıda bulunmaktadır.

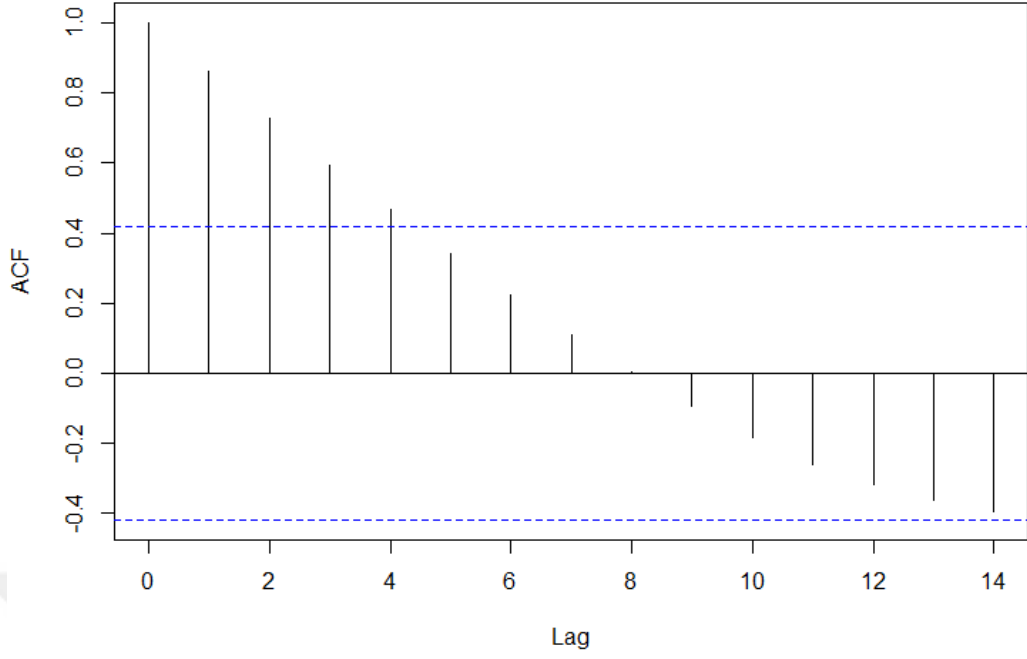
Bir serinin durağanlığı açısından fikir veren bu grafiklerde ortak olarak görülen; serilere ait birinci gecikmelerde (first lag-ACF(1)) 0,01, 0,05 ve 0,1 güven aralıklarında serinin durağan olmadığına dair ilk işareti yakalanıyor olmasıdır. Ayrıca histogramlara bakıldığında seride mevsimsellik veya trend görülmemektedir.



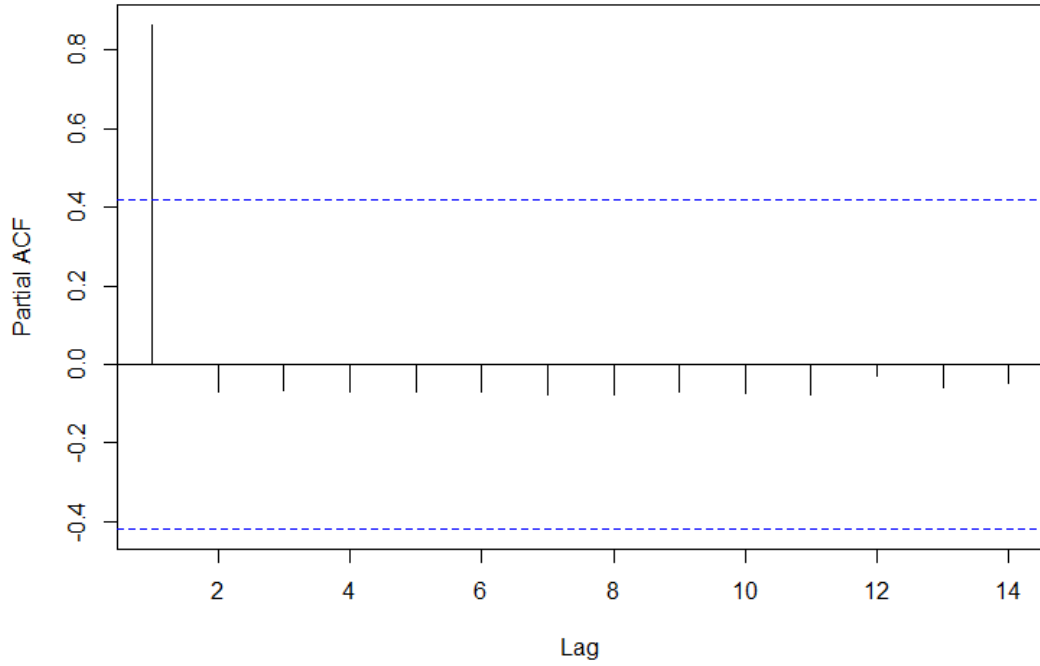
Şekil 2.1 Türkiye GSYH ACF korrelogramları.



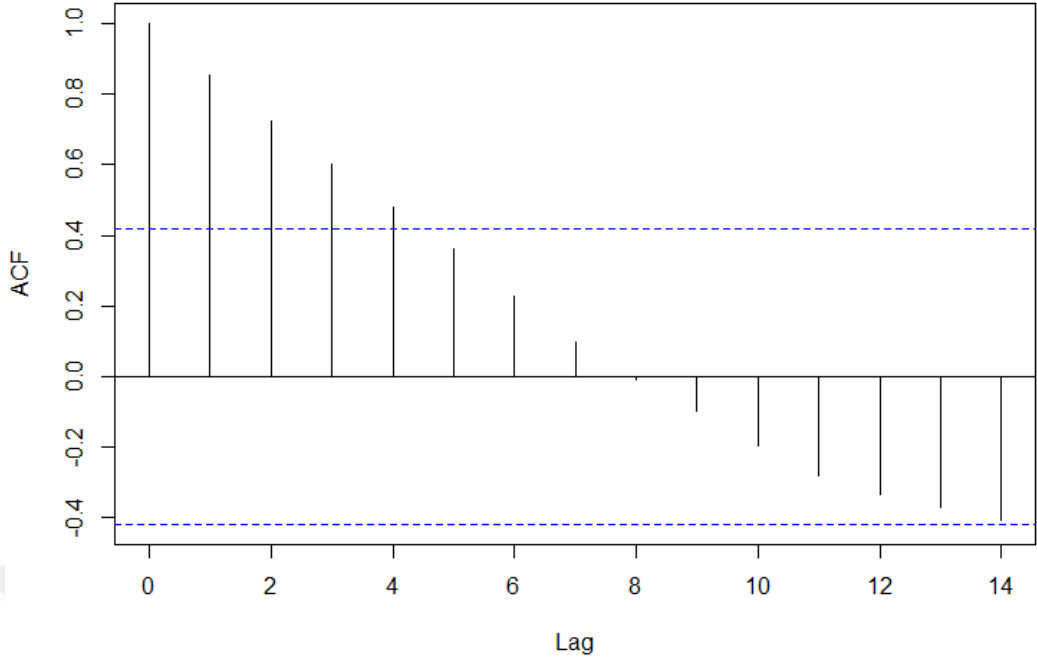
Şekil 2.2 Türkiye GSYH PACF korrelogramları.



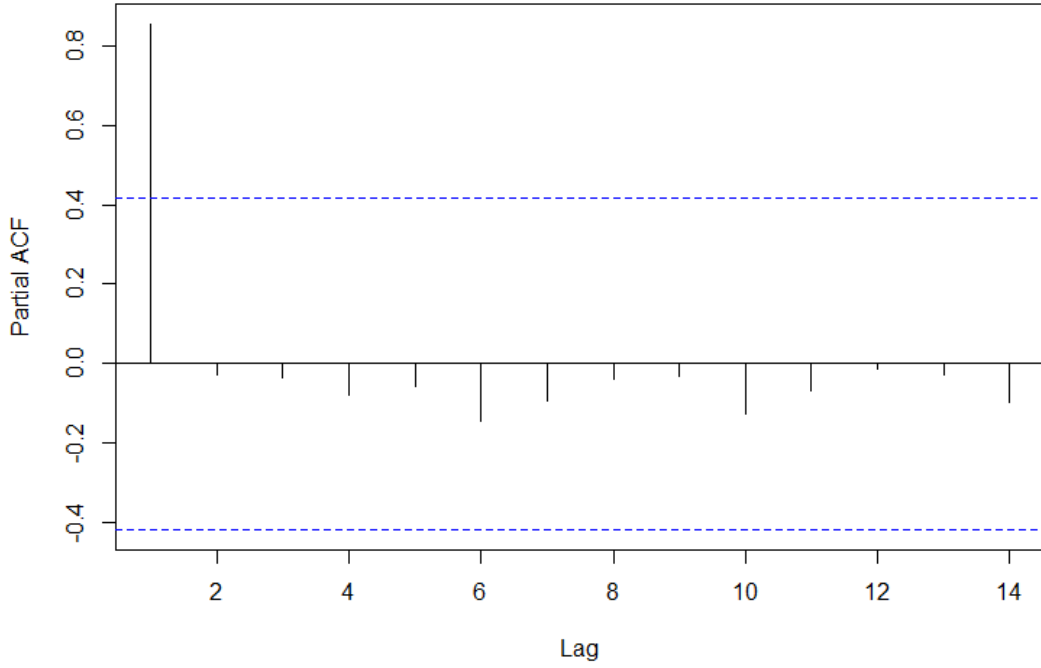
Şekil 2.3 Türkiye nüfus ACF korrelogramları.



Şekil 2.4 Türkiye nüfus PACF korrelogramları.



Şekil 2.5 Türkiye elektrik tüketimi ACF korrelogramları.



Şekil 2.6 Türkiye elektrik tüketimi PACF korrelogramları.

Kullanılan ana veri setleri Augmented Dickey Fuller testine tabi tutularak sayısal olarak da durağan olma/olmama durumu incelenecektir.

Öncesinde Augmented Dickey Fuller Testinin zaman serilerini değerlendirirken baz aldığı denklemler aşağıdaki gibidir:

$$\text{Rassal Yürüyüş: } \Delta Y_t = \delta Y_{(t-1)} + \mu_t \quad [2.1]$$

$$\text{Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş: } \Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{(t-1)} + \mu_t \quad [2.2]$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{(t-1)} + \mu_t \quad [2.3]$$

(2.3) denklemi Stokastik (Rastgele) Trendin etrafında Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş olarak tanımlanmaktadır.

Yukarıdaki denklemlere bağlı olarak $\delta=(\rho-1)$ olduğunu ve $-1 \leq \rho \leq 1$ arasında durağan bir yapı sergilediğini ve Augmented Dickey Fuller testinin bu koşulda uygulanabilir olduğunu unutmamak gerekmektedir.

Yukarıdaki açıklamalar kapsamında:

2.2.1 Gayri Safi Yurtiçi Hasıla

Rassal Yürüyüş:

GSYHt-1'e ait katsayı değerinin 0'dan büyük ve pozitif yönlü olmasından dolayı (z.lag.1 katsayı değeri $[\delta]: 0,04422$) Augmented Dickey Fuller testinin rassal yürüyüş ile test edilmesinin uygun bulunamayacağı düşünülmüştür. (ρ değeri -1 ve 1 arasında yer almamaktadır.) (Ek-3: Test Çıktıları - Gayri Safi Yurtiçi Hasıla)

Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş:

Yine rassal yürüyüşte olduğu gibi GSYHt-1'e ait katsayı değerinin 0'dan büyük ve pozitif yönlü olmasından dolayı (z.lag.1 katsayı değeri $[\delta]: 0,06351$) Augmented Dickey Fuller testinin sürüklenmeli rassal yürüyüş ile test edilmesinin uygun bulunamayacağı düşünülmüştür. (ρ değeri -1 ve 1 arasında yer almamaktadır.) (Ek-3: Test Çıktıları - Gayri Safi Yurtiçi Hasıla)

Stokastik Trendin etrafında Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş:

GSYHt-1'e ait katsayı değerinin 0'dan küçük ve negatif yönlü olmasından dolayı (z.lag.1 katsayı değeri $[\delta]: -0,41851$) Augmented Dickey Fuller testinin stokastik trend etrafında sürüklenmeli rassal yürüyüş ile test edilmesinin uygun bulunulacağı düşünülmektedir. Buna bağlı olarak t istatistik mutlak değeri 2,064 olup; %1, %5 ve %10 güven aralığındaki mutlak tau değerlerinden küçüktür. Bu durum GSYH'a ait veri setinin durağan olmadığını göstermektedir. (Ek-3: Test Çıktıları - Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla)

2.2.2 Nüfus

Rassal Yürüyüş:

Nüfust-1'e ait katsayı değerinin 0'dan büyük ve pozitif yönlü olmasından dolayı (z.lag.1 katsayı değeri $[\delta]$: 0,012920) Augmented Dickey Fuller testinin rassal yürüyüş ile test edilmesinin uygun bulunamayacağı düşünülmüştür. (Ek-3: Test Çıktıları -Nüfus)

Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş:

Yine rassal yürüyüşte olduğu gibi Nüfust-1'e ait katsayı değerinin 0'dan büyük ve pozitif yönlü olmasından dolayı (z.lag.1 katsayı değeri $[\delta]$: 0,011179) Augmented Dickey Fuller testinin sürüklenmeli rassal yürüyüş ile test edilmesinin uygun bulunamayacağı düşünülmüştür. (Ek-3: Test Çıktıları - Nüfus)

Stokastik Trendin etrafında Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş:

Nüfust-1'e ait katsayı değerinin 0'dan küçük ve negatif yönlü olmasından dolayı Augmented Dickey Fuller testinin stokastik trend etrafında sürüklenmeli rassal yürüyüş ile test edilmesinin uygun bulunulacağı düşünülmektedir. (z.lag.1 katsayı değeri $[\delta]$: -0,11491) Buna bağlı olarak t istatistik mutlak değeri 1,165 olup; %1, %5 ve %10 güven aralığındaki mutlak tau değerlerinden küçüktür. Bu durum nüfusa ait veri setinin durağan olmadığını göstermektedir. (Ek-3: Test Çıktıları -Nüfus)

2.2.3 Brüt Tüketim

Rassal Yürüyüş:

Tüketimt-1'e ait katsayı değerinin 0'dan büyük ve pozitif yönlü olmasından dolayı (z.lag.1 katsayı değeri $[\delta]$: 0,04689) Augmented Dickey Fuller testinin rassal yürüyüş ile test edilmesinin uygun bulunamayacağı düşünülmüştür. (Ek-3: Test Çıktıları - Brüt Talep)

Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş:

Yine rassal yürüyüşte olduğu gibi Tüketimt-1'e ait katsayı değerinin 0'dan büyük ve pozitif yönlü olmasından dolayı (z.lag.1 katsayı değeri $[\delta]$: 0,03447) Augmented Dickey Fuller testinin sürüklenmeli rassal yürüyüş ile test edilmesinin uygun bulunamayacağı düşünülmüştür. . (Ek-3: Test Çıktıları - Brüt Talep)

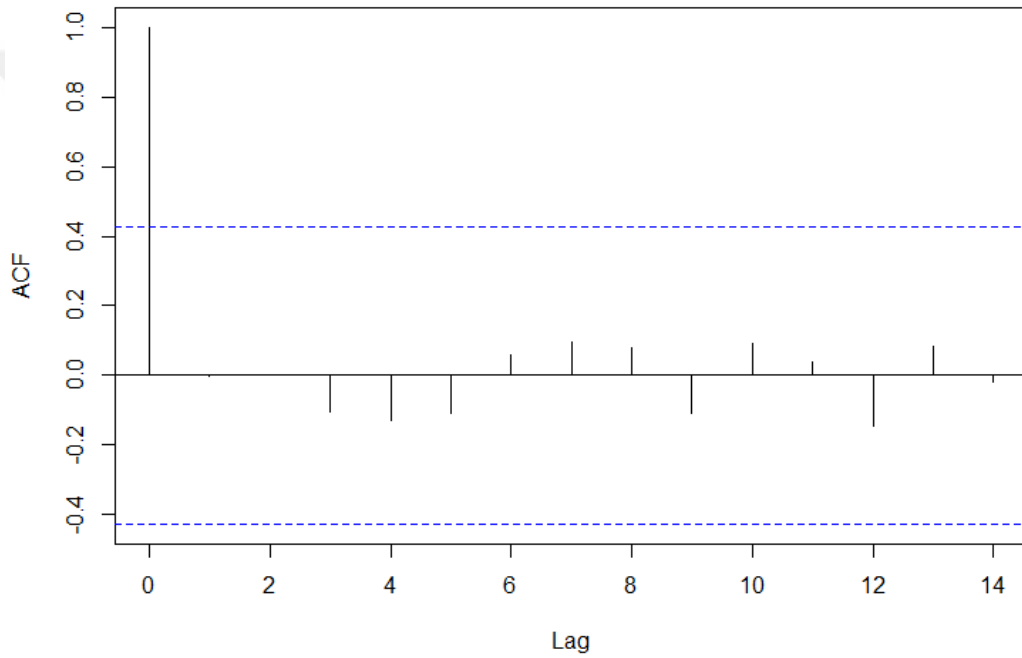
Stokastik Trendin etrafında Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş:

Tüketimt-1'e ait katsayı değerinin 0'dan küçük ve negatif yönlü olmasından dolayı (z.lag.1 katsayı değeri $[\delta]$: -0,3475) Augmented Dickey Fuller testinin stokastik trend

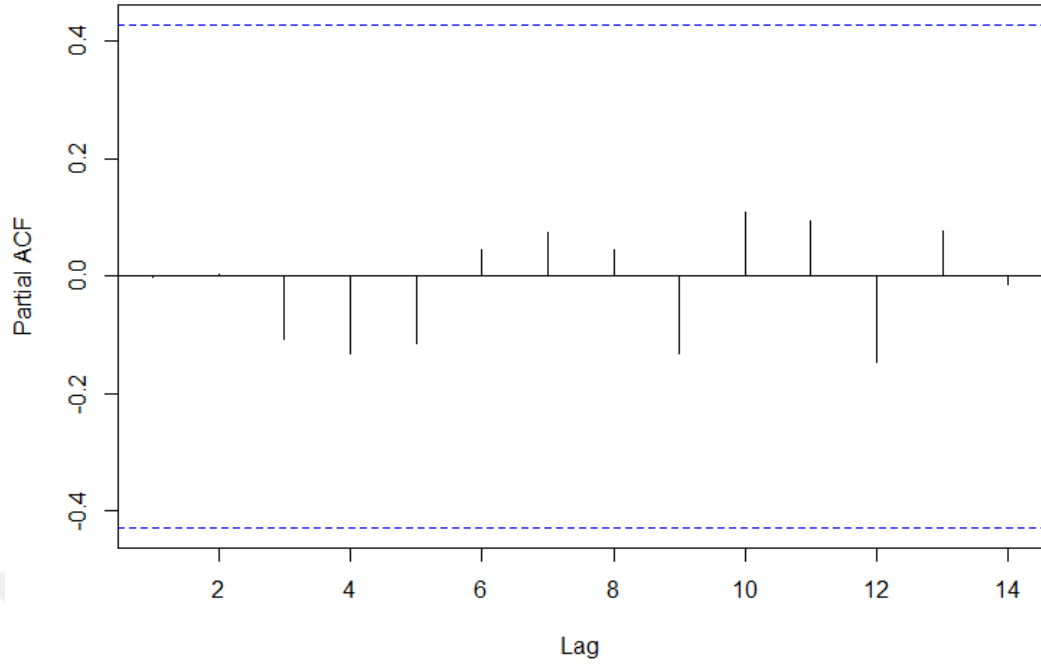
etrafında sürüklenmeli rassal yürüyüş ile test edilmesinin uygun bulunulacağı düşünülmektedir. Buna bağlı olarak t istatistik mutlak değeri 1,916 olup; %1, %5 ve %10 güven aralığındaki mutlak tau değerlerinden küçüktür. Bu durum tüketime ait veri setinin durağan olmadığını göstermektedir. (Ek-3: Test Çıktıları - Brüt Talep)

Bu çalışmadan sonra veri setlerini durağan hale getirmek adına ilk etapta otoregresif model kurulumu denenmiş olup; bu kapsamda da verimli sonuçlar alınamamıştır.

Aşağıda yukarıdaki açıklamayı örneklemek adına GSYH'nin AR(1) prosesine göre çizdirilmiş korrelogramları görülmektedir.



Şekil 2.7 Türkiye DİFGSYH ACF korrelogramları.

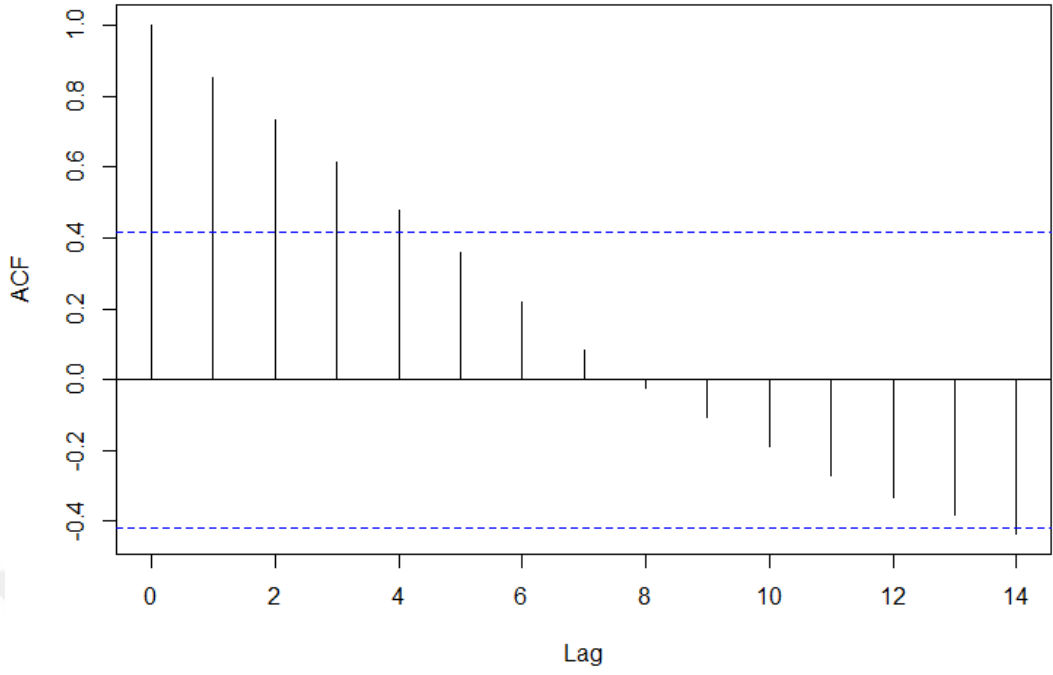


Şekil 2.8 Türkiye DİFGSYH PACF korrelogramları.

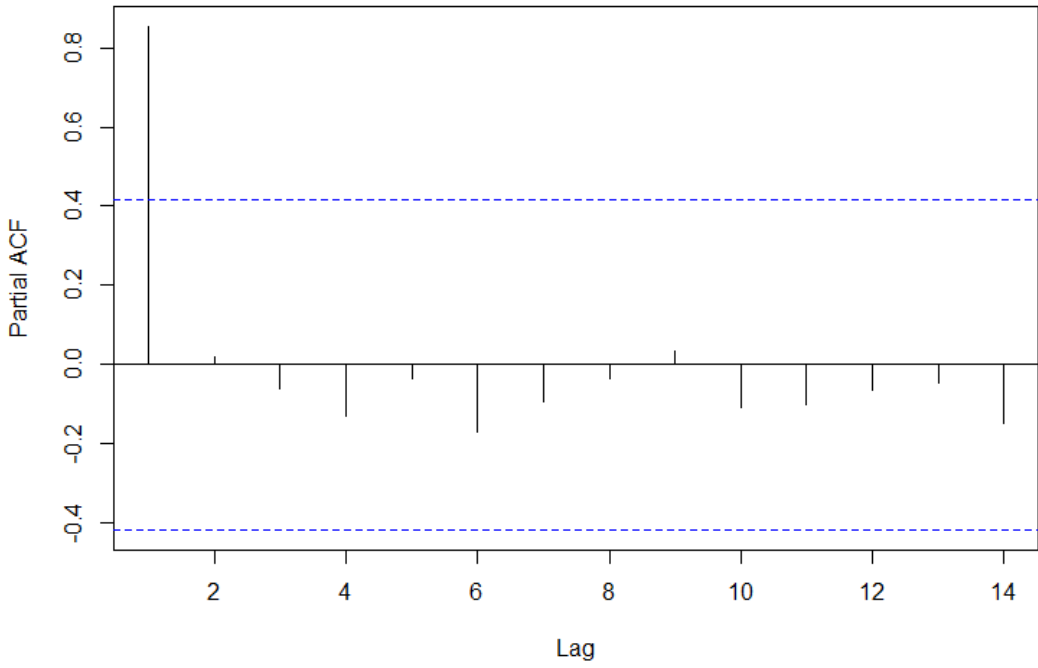
Çizimlerden de anlaşılacağı üzere AR(1) prosesi uygulanan GSYH verisinde durağan olmama durumu giderilememiştir.

2.2.4 Logaritmik Farkların Analizi

Zaman serilerinde bu tip durumlarda yapılan bir diğer uygulama ise serinin logaritmasını alarak modele dâhil etmektir.



Şekil 2.9 Türkiye LOGGSYH ACF korrelogramları.



Şekil 2.10 Türkiye LOGGSYH PACF korrelogramları.

Ham veri setinin (GSYH) logaritmasını alarak durağanlaştırma yöntemi denendiğinde yukarıdaki korrelogramlar elde edinmiş olup; sadece logaritma almanın veri setini durağanlaştırmadığı gözlenmiştir.

Bu yüzden bu aşamadan sonra veri setlerinin logaritmik farkları üzerinden

$$\Delta \log(GSYH) = \log(GSYH)_t - \log(GSYH)_{t-1} \quad [2.4]$$

Şeklinde ele alınacak çalışma yapılacaktır. Yapılması planlanan bu dönüşümden önce $\Delta \log(GSYH)$ değerleri Augmented Dickey Fuller testine tabi tutularak durağan olup olmadığı incelenecektir. Bu kapsamda tüm parametrelerin logaritmik farkları için Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş bağlı olan ADF sonuçları aşağıdaki gibidir:

Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş [$\Delta \log(GSYH)$ için]:

$\Delta \log(GSYH)$ değerlerine ait test sonuçlarına göre $\Delta \log(GSYH)_{t-1}$ 'e katsayının negatif yönlü olduğu ve mutlak değeri 2,967 olan t istatistik değerinin %1, %5 değil fakat ve %10 değerinde anlamlı olduğu gözlenmektedir.

(Ek-3: Test Çıktıları-Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş[Logaritma Farklar])

Aynı testler aşağıda $\Delta \log(\text{Nüfus})$ ve $\Delta \log(\text{Brüt Tüketim})$ içinde gerçekleştirilmiştir:

Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş [$\Delta \log(\text{Nüfus})$ için]:

$\Delta \log(\text{Nüfus})$ değerlerine ait test sonuçlarına göre $\Delta \log(\text{Nüfus})_{t-1}$ 'e katsayının negatif yönlü olduğu $\Delta \log(\text{Nüfus})$ içinde değerlere bakıldığında t istatistik değerinin %1 ve %5'te değil fakat %10 değerinde anlamlı olduğu gözlenmektedir. ($|-2,741| > |-2,63|$) (Ek-3: Test Çıktıları-Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş[Logaritma Farklar])

Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş [$\Delta \log(\text{Brüt Tüketim})$ için]:

$\Delta \log(\text{Brüt Tüketim})$ değerlerine ait test sonuçlarına göre $\Delta \log(\text{Brüt Tüketim})_{t-1}$ 'e katsayının negatif yönlü olduğu $\Delta \log(\text{Brüt Tüketim})$ içinde değerlere bakıldığında t istatistik değerinin %1 değerinde anlamlı olduğu gözlenmektedir. ($|-4,128| > |-3,75|$) (Ek-3: Test Çıktıları-Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş[Logaritma Farklar])

Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş [$\Delta \log(\text{Brüt Tüketim}[t-1])$ için]:

$\Delta \log(\text{Brüt Tüketim}[t-1])$ değerlerine ait test sonuçlarına göre $\Delta \log(\text{Brüt Tüketim}[t-1])_{t-1}$ 'e katsayının negatif yönlü olduğu $\Delta \log(\text{Brüt Tüketim}[t-1])$ içinde değerlere

bakıldığında t istatistik değerinin %1 değerinde anlamlı olduğu gözlenmektedir. (|-3,854|>|-3,75|) (Ek-3: Test Çıktıları-Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş[Logaritma Farklar])

Yapılan tüm durağanlık analizleri sonucunda kullanılan parametreler için logaritmik farkların veri setini durağanlaştırma konusunda başarılı olduğu görülmektedir. Mevcut dönüşümler ve bu dönüşümlerin durağanlık testleri açısından anlamlı olmasından sonra ilgili veri setleri ile regresyon modeli çözdürülecektir.

2.3 Regresyon Modelleri

Bu kısımda farklı parametreler ile oluşturulan regresyon modellerinin geçerliliği analiz edilecek olup; raporlaması planlanan regresyon modeli seçilecektir. Oluşturulan model ile ilk olarak Türkiye brüt elektrik tüketimi tahminlenecektir. Sonrasında bölgemizin dağıtılan enerjisi ile Türkiye brüt elektrik tüketimi kovaryans analizi sonucu elde edilen beta katsayısı ile ileriye yönelik dağıtılan enerji tahminleri oluşturulacaktır. Tüm regresyon denklemlerinde yukarıda yapılmış olan durağanlık analizleri dikkate alınacaktır. Bu kapsamda tüm modellerin parametreleri doğal logaritmanın birinci dereceden farkı olarak çözdürülmüştür. Modeller Microsoft Excel programında veri çözümlenme-regresyon analizi modülünden faydalanılarak yapılmıştır. Analizlerde kullanılan veriler Ek-4 Veri Seti bölümünde paylaşılmaktadır.

2.3.1 Model 1

$$\Delta \ln(\text{Brüt Elektrik Tüketimi}) = \alpha_0 + \alpha_1 * \Delta \ln(\text{GSYH}) + \alpha_2 * \Delta \ln(\text{Brüt Elektrik Tüketimi}_{t-1}) + \mu \quad [2.5]$$

Model GSYH ve Brüt Elektrik Tüketim parametrelerini içeren 2'li kombinasyondan oluşmaktadır. Modele ait çıktılar ise aşağıdadır:

Model 1 için oluşturulmuş denklemin regresyon sonuçlarını inceleyecek olursak:

Çizelge 2.2 Model 1 regresyon özet çıkışı

ÖZET ÇIKIŞI

Regresyon İstatistikleri		DURBİN-WATSON	
Çoklu R	0,86	Sum of Squared Difference of Residuals	0,010

R Kare	0,75	Sum of Squared Residuals	0,005
Ayarlı R Kare	0,72	Durbin Watson Statistic	1,950
Standart Hata	0,02		
Gözlem	21		

ANOVA

	df	SS	MS	F	Anlamlılık F
Regresyon	2	0,02	0,01	26,49	0,00
Fark	18	0,01	0,00		
Toplam	20	0,020			

	Katsayılar	Standart Hata	t Stat	P-değeri	Düşük %95	Yüksek %95	Düşük 95,0%	Yüksek 95,0%
Kesişim	0,01	0,01	1,02	0,32	-0,01	0,03	-0,01	0,03
X Değişkeni 1	0,61	0,08	7,14	0,00	0,43	0,78	0,43	0,78
X Değişkeni 2	0,39	0,12	3,32	0,00	0,14	0,64	0,14	0,64

1995-2017 yılları arasını kapsayan veri seti ile oluşturulmuş modelde; R^2 değeri %75 olarak belirlenmiştir. Öte yandan bağımsız değişkenlerin modeli açıklamadaki yeterliliği konusundaki anlamlılığını ölçmek adına dikkat ettiğimiz bir diğer parametre olan p değerinin ise GSYH ve Brüt Tüketim (t-1) için "0" a yeteri kadar yakınsadığı gözlemlenmektedir.

ANOVA tablosundaki F testi değerlerini değerlendirecek olursak; F değerinin yeterince büyük oluşu modelin anlamlılığı konusunda yeterlilik göstermektedir.

Model 1 için dikkat çeken diğer bir unsur ise Durbin-Watson katsayısının 1,95 çıkmasıdır. Durbin Watsons, bir regresyon modeli tahmin edildikten sonra artık terimlerin korelasyon halinde olup olmadığını test etmeye yarayan bir sayıdır. Ancak model sonuçlarındaki mevcut Durbin-Watson katsayısı, modelin kalıntıları arasında ardışık bağımlılık olduğuna işaret etmektedir.

2.3.2 Model 2

$$\Delta \ln(\text{Brüt Elektrik Tüketimi}) = \alpha_0 + \alpha_1 * \Delta \ln(\text{GSYH}) + \alpha_2 * \Delta \ln(\text{Nüfus}) + \mu \quad [2.6]$$

Model 2’de GSYH ve Nüfus parametrelerini içeren 2’li kombinasyondan oluşmaktadır. Modele ait çıktılar ise aşağıdadır:

Çizelge 2.3 Model 2 regresyon özet çıkışı

ÖZET ÇIKIŞI

Regresyon İstatistikleri		DURBİN-WATSON	
Çoklu R	0,81	Sum of Squared Difference of Residuals	0,011
R Kare	0,65	Sum of Squared Residuals	0,007
Ayarlı R Kare	0,61	Durbin Watson Statistic	1,518
Standart Hata	0,02		
Gözlem	21		

ANOVA

	df	SS	MS	F	Anlamlılık F
Regresyon	2	0,01	0,01	16,72	0,00
Fark	18	0,01	0,00		
Toplam	20	0,020			

	Katsayılar	Standart Hata	t Stat	P-değeri	Düşük %95	Yüksek %95	Düşük 95,0%	Yüksek 95,0%
Kesişim	-0,04	0,04	-0,90	0,38	-0,12	0,05	-0,12	0,05
X Değişkeni 1	0,55	0,10	5,68	0,00	0,35	0,75	0,35	0,75
X Değişkeni 2	5,16	2,96	1,74	0,10	-1,06	11,38	-1,06	11,38

1995-2017 yılları arasını kapsayan veri seti ile oluşturulmuş modelde; R^2 değeri %65 olarak belirlenmiştir. Öte yandan bağımsız değişkenlerin modeli açıklamadaki yeterliliği konusundaki anlamlılığını ölçmek adına dikkat ettiğimiz bir diğer parametre olan p değerinin ise GSYH ve Nüfus için "0" a yeteri kadar yakınsadığı gözlemlenmektedir.

ANOVA tablosundaki F testi değerlerini değerlendirecek olursak; F değerinin yeterince büyük oluşu modelin anlamlılığı konusunda yeterlilik göstermektedir.

Model 2 için dikkat çeken diğer bir unsur Model 1’de de karşılaştığımız Durbin-Watson katsayısının 1,52 çıkarak 2’ye yakın bir bölgede çıkmamasıdır. Model sonuçlarındaki mevcut Durbin-Watson katsayısının modelin kalıntıları arasında ardışık bağımlılık olmadığı konusunda sağlıklı bir sonuç vermemektedir.

2.3.3 Model 3

Model 3 de ilk oluşturulmuş iki ana denklem birleştirilerek:

$$\Delta \ln(\text{Brüt Elektrik Tüketimi}) = \alpha_0 + \alpha_1 * \Delta \ln(\text{GSYH}) + \alpha_2 * \Delta \ln(\text{Nüfus}) + \alpha_3 * \Delta \ln(\text{Brüt Elektrik Tüketimi}_{t-1}) + \mu \quad [2.7]$$

Model 3 için oluşturulmuş regresyon analiz sonuçları:

Çizelge 2.4 Model 3 regresyon özet çıkışı

ÖZET ÇIKIŞI		DURBİN-WATSON						
Regresyon İstatistikleri		Sum of Squared Difference of Residuals	0,010					
Çoklu R	0,90	Sum of Squared Residuals	0,004					
R Kare	0,80	Durbin Watson Statistic	2,493					
Ayarlı R Kare	0,77							
Standart Hata	0,02							
Gözlem	21							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Anlamlılık F			
Regresyon	3	0,02	0,01	23,22	0,00			
Fark	17	0,00	0,00					
Toplam	20	0,020						
	Katsayılar	Standart Hata	t Stat	P-değeri	Düşük %95	Yüksek %95	Düşük 95,0%	Yüksek 95,0%

Kesişim	-0,06	0,03	-1,88	0,08	-0,13	0,01	-0,13	0,01
X Değişkeni 1	0,62	0,08	8,08	0,00	0,46	0,79	0,46	0,79
X Değişkeni 2	5,09	2,28	2,23	0,04	0,27	9,90	0,27	9,90
X Değişkeni 3	0,39	0,11	3,65	0,00	0,16	0,61	0,16	0,61

R^2 değerinin %80 oluşu bağımsız değişkenlerin modeli açıklamadaki yeterliliğini göstermektedir. P değerinin üç bağımsız değişken için de "0" a yeteri kadar yakınsadığı gözlemlenmektedir.

ANOVA tablosundaki F testi değerinin yeterince büyük oluşu modelin anlamlılığı konusunda yeterlilik göstermektedir.

Bu noktadan sonra çalışma Model 3'ün istatistiki analizleri üzerinden gerçekleştirilecektir.

- Çoklu Doğrusallık: Açıklayıcı değişkenlerin kendi aralarında tam bir doğrusal bağıntıya sahip olmaması, regresyon analizinin uygulanabilmesi için önemli bir koşuldur. Çoklu doğrusallık terimi, açıklayıcı değişkenler arasında doğrusal ilişkilerin varlığını ifade etmek için kullanılır.

Eğer açıklayıcı değişkenler arasında tam bir doğrusal bağlantı varsa yani bu değişkenler için korelasyon katsayısı bire eşit ise, parametreler belirlenemez. Her bir parametre için ayrı ayrı sayısal değerler bulmak olanaksızlaşır ve regresyon analizi kullanılamaz olur. Eğer açıklayıcı değişkenler arasında hiçbir doğrusal bağıntı yoksa yani bu değişkenler için korelasyon katsayısı sifira eşit ise, bunlara dikey değişkenler denir ve regresyon analizi uygulanarak katsayılar tahmin edilebilir.

Bir istatistiksel değişkenin zaman içinde birbirlerine bağlı olması, açıklayıcı değişken çifti için basit korelasyon katsayısı sifir ile bir arasında bir değer almasına ve parametrelerin tahminlerinin doğruluğunu ve kararlılığını etkilemesine neden olabilir.

Modele ait bağımsız değişkenlerin çoklu doğrusallık açısından da bir problem yaratıp/yaratmadığını anlamak açısından aşağıdaki bilgileri dikkate alırsak:

- Modelin R^2 'nin ve t değerlerinin yeterli düzeyde olması,

- Yapılan 2 değişkenli modellerde bulunan R^2 değerlerinin temel alınan regresyon analizinin R^2 yüksek olmaması,
- Modeldeki değişken sayısının gözlem sayısından az olması,
- Kriz yıllarında GSYH ile Nüfus arasında ters yönlü bir ilişkinin ortaya çıkması çoklu doğrusallık durumunu çürüten sebeplerdir.

Yukarıdaki açıklamalara paralel olarak Çoklu Doğrusallık üzerinden incelediğimizde:

- Modellere ait R^2 değerleri %61 civarında çıkmakta olup, t değerlerinin bütün modellerdeki katsayılar için yüksek olduğunu söylemek mümkündür. (t değerleri 8,08 / 2,23 / 3,65)
- Çoklu doğrusallık ile ilgili Variance Inflation Factor (Varyans Büyütme Faktörünü) inceleyecek olursak, 3 değişkenli modelde VIF değerinin her bir değişken için 1'den büyük olup çoklu doğrusallık sorunu teşkil etmediğini göstermektedir.
- Ardışık Bağımlılık: Rassal değişken kalıntının ardışık değerlerinin dönemsel olarak bağımsız olması, kalıntının herhangi bir dönemde aldığı değerin, daha önceki herhangi bir dönemde aldığı değerden bağımsız olduğu anlamına gelmektedir. Ardışık bağımlılık, korelasyonun özel bir durumudur. Ardışık bağımlılık, iki ya da daha çok değişkenin arasındaki ilişkiyle değil, aynı değişkenin ardışık değerleri arasındaki ilişkiyle ilgilidir.

İstatistiksel araştırmalarda, ardışık bağımlılığın ortaya çıkarılması için yaygın olarak regresyon kalıntılarının zaman eksenine göre işaretlenmesi yöntemi kullanılır. Eğer kalıntılar ardışık dönemlerde düzenli bir yol izliyorlarsa, fonksiyonda ardışık bağımlılık olduğu sonucuna varırız. Kalıntıların artarda dönemlerdeki değerleri sık sık işaret değiştiriyorsa ardışık bağımlılık eksidir; fakat kalıntılar sık sık işaret değiştirmiyor ise ve bir sürü artı kalıntıdan sonra eksi kalıntı geliyorsa ardışık bağımlılık artıdır.

Model için Durbin-Watson katsayısının 2,49 çıkarak ardışık bağımlılık açısından da modelin geçerliliği onaylayan diğer bir parametre olarak rol oynayacaktır. Modelin kalıntıları arasında ardışık bağımlılık olmadığı söylenebilir.

- Değişken Varyans: Kalıntının rassal bir değişken olduğu varsayımı, kalıntı değerlerinin şansa bağlı olarak değiştiği bir varsayımdır. Her bir değişken X

değeri için, kalıntı artı, eksi ya da sıfır değerlerini belli olasılıklarla alabilmektedir. Bir kalıntının rassal olabilmesi için çok sayıdaki dışlanmış değişkenin tek başlarına önemsiz olması ve değişimlerinin belli bir dönemde bağımlı değişken üzerindeki genel etkisinin hesaplanamaması gerekmektedir. Ayrıca, ölçme yanlışlıkları da rassal olmalıdır. Bu yanlışlıkların düzenli bir biçim göstermesi, rassalık varsayımına aykırıdır. Kalıntının rassallığının sağlanması önsel olarak yapılmalıdır, çünkü bu varsayım için kesin bir sınama yoktur. Kalıntı değerlerinin histogramlarının ve dağılımının incelenmesi yoluyla değişken varyans test edilebilir.



3. SONUÇ

Yukarıda yapılan veri dönüşümü ve dönüştürülen verilerle ilgili yapılan testler; aynı zamanda kurulan modele bağlı olarak R^2 değeri %80 seviyelerinde bulunmuş olup; regresyonun sahte regresyon olma ihtimali ortadan kaldırılmıştır.

Bunun dışına veri setinin kısıtlı oluşundan dolayı harici olarak test verisi ayrılamamıştır; fakat modelin son 5 yılı test yılı olarak kullanılacak ve sapmalar incelenecektir.

Çizelge 3.1 Türkiye 2018 talep tahmin ve gerçekleşme kıyası

SAPMA	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Model (MWh)	255.807.864	254.291.010	269.879.408	277.959.283	297.629.269	312.488.352
Gerçek (MWh)	246.356.648	257.220.148	265.724.354	279.286.386	296.702.119	300.787.049
Sapma%	3,8%	-1,1%	1,6%	-0,5%	0,3%	3,9%

Yukarıda da görüldüğü üzere son 5 yıldaki sapmaların herhangi biri %5 üzerine geçmemiştir. Normalde son 5 senenin 4'ünde %2 'nin altında olan sapma değerleri 2013'teki diğer makro dışsal etkenlerden dolayı (GSYH'nin beklenin artında artması vs) yeterli düzeyde artmamış ve beklenin altında bir artış göstermiştir. Gerçekleşmelere ilave olarak modelin 2018 için ürettiği tahmin değeri hesaplanmıştır. 2018 için YTBS'den Resmi İstatistik Programı Kapsamındaki gerçekleşen TEİAŞ verileri ile EPIAŞ'ta bulunan lisanssız üretimler alınarak 2018 ilk 11 ayın yıllık brüt tüketimi hesaplanmış, 2018 12.ay için ilk 14 gün YTBS'den alındı kalan 17 gün ise 2017 ilk 11 ay ve 2018 arasındaki ilk 11 ay büyümesi kadar büyütülerek (%1,56) ve gün tipi dikkate alınarak tahminlenmiştir. Bunun üzerine Kasım 18-Aralık 18 lisanssız üretim miktarı eklenerek 2018 Türkiye Brüt Tüketimi tahminlenmiştir. Model sonucu ile 2018 olası gerçekleşmesi kıyaslanmış ve sapma oranının %4 olduğu görülmüştür. EPDK alınan görüş doğrultusunda modelin sonraki yıllarını daha düzgün tahmin edebilmesi için 2018 değeri, TEİAŞ tarafından yayınlanan 10 yıllık talep tahmin raporundaki düşük senaryo tahmininin altında kalmayacak şekilde revize edilmiştir.

Model 3 neticesinde çıkan Türkiye'nin 2018-2028 elektrik talep tahmini Çizelge 3.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2 Türkiye'nin 2018-2028 yılları elektrik talep tahmini

Tarih	Türkiye Tüketim (MWh)	Değişim Oranı
2017	296.702.119	
2018	300.787.049	1,4%
2019	311.893.154	3,7%
2020	323.459.630	3,7%
2021	338.134.063	4,5%
2022	355.237.715	5,1%
2023	373.535.281	5,2%
2024	392.234.859	5,0%
2025	410.948.114	4,8%
2026	429.445.530	4,5%
2027	447.559.803	4,2%
2028	465.149.527	3,9%

Elektrik talebinin her yıl bir önceki yıla göre arttığı ve 2018'den 2028 yılına bakıldığında ihtiyacın 1,5 katına çıktığı sonuçlarda görülmektedir. Daha öncede bahsedildiği üzere enerji ihtiyacı gelişmişlik göstergesi olarak ele alınmaktadır, Türkiye de gelişmeye devam etmektedir. Yapılan korelasyon analizlerinden de yola çıkarak Türkiye'de nüfusun artacağı ve gayri safi milli hasılanın büyüyeceği bu sonuçtan çıkarılabilir.

Olası büyük yatırımlar veya afetler bu tahmini saptırabilir ancak yaklaşık gerçekleşme ihtimali olan bu talebi karşılamak için de üretim santralleri tesis edilmelidir. Yaklaşık %30-40 enerji kaynaklarında dışa bağımlı olduğumuzu göz önüne alırsak, bu tarz çalışmaların neticesi, politikalar geliştirilerek yatırımların kontrollü planlanmasına ışık tutmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] **TÜİK**, Türkiye İstatistik Kurumu, Erişim Adresi: <http://www.tuik.gov.tr/Start.do>
- [2] **TEİAŞ**, Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi, Erişim Adresi: <https://www.teias.gov.tr/>
- [3] **ENDERS, W.**, (1995) Applied Econometric Time Series, *John Wiley & Sons Inc.*: New York.
- [4] **Ceylan, G.**, (2004), Yapay sinir ağları ile kısa dönem yük tahmini, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 7-11
- [5] **Kakilli, A.**, (1993), Elektrik enerjisi iletimi ve tüketiminin optimal planlaması, Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul
- [6] **Özkara, Y.**, (2009), Mevsimsel ayrıştırma temelli gri tahmin yöntemi ile aylık elektrik yük tahmini, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara
- [7] **Çevik, H.H.**, (2013), Türkiye'nin kısa dönem elektrik yük tahmini, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya
- [8] **Oğurlu, H.**, (2011), Matematiksel modelleme kullanarak Türkiye'nin uzun dönem elektrik yük tahmini, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya
- [9] **Yılmaz Öztürk, I.E.**, (2008), The application and evaluation of functional link net techniques in forecasting electricity demand, Yüksek Lisans Tezi, *Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara
- [10] **Yoldaş, U.C.**, (2006), Elektrik enerjisinde yük tahmini yöntemleri ve Türkiye'nin 2005–2020 yılları arasındaki elektrik enerjisi talep gelişimi ve arz planlaması, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara
- [11] **Akar, H.A.**, (2005), Dağıtım sisteminin özelleştirilmesi ve yapay sinir ağları ile yük tahmini, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara
- [12] **Çilliüz, Y.**, (2006), Yapay sinir ağları ile çevre koşulları etkili bölgesel yük kestirimi, Yüksek Lisans Tezi, *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kocaeli
- [13] **Şener, F.**, (2005), Yük tahmin yöntemleri ve Ankara merkez metropol alan için regresyon analizi yöntemi kullanılarak uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara
- [14] **Shu, D.**, (2009), Short-term load forecasting using system-type neural network architecture, Master Thesis, *Baylor University*, 1-2
- [15] **Kenç, N.**, (1998), Yük tahmini ve Beyoğlu bölgesine uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 14-16
- [16] **Gürsoy, E.**, (2000), Yük tahmini yöntemleri ve Çukurova Elektrik A.Ş., Kepez Elektrik T.A.Ş. bölgelerine uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 6-7
- [17] **Tan, E.**, (1997), Bulanık sinir ağı kullanarak kısa dönem yük tahmini, Yüksek Lisans Tezi, *Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 6-8
- [18] **Özdemir, D.**, (2011), Yapay sinir ağları ile Kocaeli ilinin puant yük tahmini, Yüksek Lisans Tezi, *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kocaeli, 4-5
- [19] **IMF ve WB verileri**, <https://knoema.com/wxjqo/turkey-gdp-growth-forecast-2019-2024-and-up-to-2060-data-and-charts>
- [20] **Feinberg, E. A., Genethliou, D.**, (2005), “Load Forecasting”, Applied Mathematics for Restructured Electric Power Systems: Optimization, Control, and Computational Intelligence, Chow, J. H., Wu, F.F., Momoh, J.J., Springer ,United States of America , 269-285

EKLER

Ek-1 R Kodları 10 Yıllık Talep Tahmin

"kullanılması gereken paketler"

```
options("scipen" = 10)
```

```
options()$scipen
```

```
library("fpp", lib.loc=~R/R-3.4.0/library")
```

```
library("utils", lib.loc=~R/R-3.4.0/library")
```

```
library("readxl", lib.loc=~R/R-3.4.0/library")
```

```
library("forecast", lib.loc=~R/R-3.4.0/library")
```

```
library("urca", lib.loc=~R/R-3.4.0/library")
```

```
library("vars", lib.loc=~R/R-3.4.0/library")
```

```
library("het.test", lib.loc=~R/R-3.4.0/library")
```

"excel ile import edilen veri setini zaman serisine dönüştürüyoruz"

```
datasetts <- ts(dataset[,-1],start=1996,frequency = 1)
```

"verisetinin sütunlarını ayrı değişkenler olarak tanımlıyoruz"

```
tuketim <- datasetts[,1]
```

```
nufustur <- datasetts[,2]
```

```
gsyh <- datasetts[,3]
```

```
tuketimeksibir <- datasetts[,6]
```

```
kisibasigsyh <- gsyh/nufustur
```

"2 değişken arasındaki korelasyonu test ediyoruz, değişken isimlerini değiştirerek tekrar edilmeli"

```
cor.test(gsyh,kisibasigsyh,alternative = c("two.sided"), method = c("pearson"),
```

```
conf.level = 0.95)
```

"değişkenlerin birinci farklarını yeni değişken olarak tanımlıyoruz"

```
(diftuketim=tuketim[t]-tuketim[t-1])"
```

```
diftuketim <- diff(tuketim)
```

```
difnufustur <- diff(nufustur)
```

```
difgsyh <- diff(gsyh)
```

"değişkenlerin doğal logaritmaları yeni değişken olarak tanımlanır."


```
logtuketim <- log(tuketim)
lognufustur <- log(nufustur)
loggsyh <- log(gsyh)
logtuketimeksibir <- log(tuketimeksibir)
```

"değişkenlerin logaritmalarının birinci farkları yeni değişken olarak tanımlanır"

```
logdiftuketim <- diff(logtuketim)
logdifnufustur <- diff(lognufustur)
logdifgsyh <- diff(loggsyh)
logdiftuketimeksibir <- diff(logtuketimeksibir)
```

"otokorelasyon grafikleri çizdirilir"

```
acf(gsyh,lag.max = 14)
pacf(gsyh,lag.max = 14)
acf(nufustur,lag.max = 14)
pacf(nufustur,lag.max = 14)
acf(tuketim,lag.max = 14)
pacf(tuketim,lag.max = 14)
```

"değişkenlerin durağanlık testleri yapılır"

```
summary(ur.df(gsyh, type = c("none")))
summary(ur.df(gsyh, type = c("drift")))
summary(ur.df(gsyh, type = c("trend")))

summary(ur.df(nufustur, type = c("none")))
summary(ur.df(nufustur, type = c("drift")))
summary(ur.df(nufustur, type = c("trend")))

summary(ur.df(tuketim, type = c("none")))
summary(ur.df(tuketim, type = c("drift")))
summary(ur.df(tuketim, type = c("trend")))

summary(ur.df(loggsyh, type = c("none")))
summary(ur.df(loggsyh, type = c("drift")))
summary(ur.df(loggsyh, type = c("trend")))

summary(ur.df(logdifgsyh, type = c("drift")))
```

```
summary (ur.df(logdifnufustur, type = c("drift") ))  
summary (ur.df(logdiftuketim, type = c("drift") ))  
summary (ur.df(logdiftuketimeksibir, type = c("drift") ))  
  
acf(difgsyh,lag.max = 14)  
pacf(difgsyh,lag.max = 14)  
  
acf(loggsyh,lag.max = 14)  
pacf(loggsyh,lag.max = 14)
```



Ek-2 Bağımlı ve Bağımsız Değişkenlerin Belirlenmesi ve Korelasyon Analizleri

```
> cor.test(gsyh,kisibasigsyh,alternative = c("two.sided"), method = c("pearson"),  
conf.level = 0.95)
```

Pearson's product-moment correlation

data: gsyh and kisibasigsyh

t = 48.008, df = 20, p-value < 2.2e-16

alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0

95 percent confidence interval:

0.9894380 0.9982439

sample estimates:

cor

0.9956893

```
> cor.test(gsyh,nufustur,alternative = c("two.sided"), method = c("pearson"), conf.level  
= 0.95)
```

Pearson's product-moment correlation

data: gsyh and nufustur

t = 23.486, df = 20, p-value = 4.927e-16

alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0

95 percent confidence interval:

0.9571665 0.9927806

sample estimates:

cor

0.9823487

```
> cor.test(gsyh,tuketim,alternative = c("two.sided"), method = c("pearson"), conf.level  
= 0.95)
```

Pearson's product-moment correlation

data: gsyh and tuketim

t = 39.138, df = 20, p-value < 2.2e-16

alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0

95 percent confidence interval:

0.9841844 0.9973646

sample estimates:

cor

0.993535

```
> cor.test(tuketim,kisibasigsyh,alternative = c("two.sided"), method = c("pearson"),  
conf.level = 0.95)
```

Pearson's product-moment correlation

data: tuketim and kisibasigsyh

t = 22.931, df = 20, p-value = 7.815e-16

alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0

95 percent confidence interval:

0.9551559 0.9924353

sample estimates:

cor

0.9815089

```
> cor.test(nufustur,kisibasigsyh,alternative = c("two.sided"), method = c("pearson"),  
conf.level = 0.95)
```

Pearson's product-moment correlation

data: nufustur and kisibasigsyh

t = 16.616, df = 20, p-value = 3.598e-13

alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0

95 percent confidence interval:

0.9175985 0.9858742

sample estimates:

cor

0.9656346

```
> cor.test(nufustur,tuketim,alternative = c("two.sided"), method = c("pearson"),  
conf.level = 0.95)
```

Pearson's product-moment correlation

data: nufustur and tuketim

t = 45.154, df = 20, p-value < 2.2e-16

alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0

95 percent confidence interval:

0.9880754 0.9980162

sample estimates:

cor: 0.9951312

Ek-3 Test Çıktıları
Çizelge 5.1 GSYH test çıktısı

Gayri Safi Yurtiçi Hasıla																																																																																																		
1992-2016 Yılları Arası Gerçek Değerler																																																																																																		
<p>Rassal Yürüyüş: # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test # <i>Test regression none</i> Call: lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 - 1 + z.diff.lag) Residuals: Min IQ Median 3Q Max -15061110 -2120019 651857 3945756 8918209 Coefficients: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><thead><tr><th></th><th>Estimate</th><th>Std. Error</th><th>t value</th><th>Pr(> t)</th></tr></thead><tbody><tr><td>z.lag.1</td><td>0.04422</td><td>0.01338</td><td>3.306</td><td>0.00393 **</td></tr><tr><td>z.diff.lag</td><td>-0.10506</td><td>0.24845</td><td>-0.423</td><td>0.67740</td></tr></tbody></table>--- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p><i>Residual standard error: 6744000 on 18 degrees of freedom</i> <i>Multiple R-squared: 0.504, Adjusted R-squared: 0.4489</i> <i>F-statistic: 9.145 on 2 and 18 DF, p-value: 0.001817</i></p> <p>Value of test-statistic is: 3.306 Critical values for test statistics: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><thead><tr><th></th><th>1pct</th><th>5pct</th><th>10pct</th></tr></thead><tbody><tr><td>tau1</td><td>-2.66</td><td>-1.95</td><td>-1.6</td></tr></tbody></table></p>		Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	z.lag.1	0.04422	0.01338	3.306	0.00393 **	z.diff.lag	-0.10506	0.24845	-0.423	0.67740		1pct	5pct	10pct	tau1	-2.66	-1.95	-1.6	<p>Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test # <i>Call:</i> lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + z.diff.lag) Residuals: Min IQ Median 3Q Max -15144526 -2660780 928027 4302979 8905313 Coefficients: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><thead><tr><th></th><th>Estimate</th><th>Std. Error</th><th>t value</th><th>Pr(> t)</th></tr></thead><tbody><tr><td>(Intercept)</td><td>-3066167.56311</td><td>6997808.82276</td><td>-0.438</td><td>0.667</td></tr><tr><td>z.lag.1</td><td>0.06351</td><td>0.04611</td><td>1.378</td><td>0.186</td></tr><tr><td>z.diff.lag</td><td>-0.11970</td><td>0.25641</td><td>-0.467</td><td>0.647</td></tr></tbody></table> <i>Residual standard error: 6901000 on 17 degrees of freedom</i> <i>Multiple R-squared: 0.1004, Adjusted R-squared: -0.005415</i> <i>F-statistic: 0.9488 on 2 and 17 DF, p-value: 0.4068</i></p> <p>Value of test-statistic is: 1.2398 5.4601 Critical values for test statistics: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><thead><tr><th></th><th>1pct</th><th>5pct</th><th>10pct</th></tr></thead><tbody><tr><td>tau2</td><td>-3.75</td><td>-3.00</td><td>-2.63</td></tr><tr><td>phil</td><td>7.88</td><td>5.18</td><td>4.12</td></tr></tbody></table></p>		Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	(Intercept)	-3066167.56311	6997808.82276	-0.438	0.667	z.lag.1	0.06351	0.04611	1.378	0.186	z.diff.lag	-0.11970	0.25641	-0.467	0.647		1pct	5pct	10pct	tau2	-3.75	-3.00	-2.63	phil	7.88	5.18	4.12	<p>Stokastik Trendin etrafında Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş: # Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test # <i>Test regression trend</i> Call: lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag) Residuals: Min IQ Median 3Q Max -14557523 -2273534 611744 3081389 7823023 Coefficients: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><thead><tr><th></th><th>Estimate</th><th>Std. Error</th><th>t value</th><th>Pr(> t)</th></tr></thead><tbody><tr><td>(Intercept)</td><td>36780080.02478</td><td>17539523.93073</td><td>2.097</td><td>0.0522 .</td></tr><tr><td>z.lag.1</td><td>-0.41851</td><td>0.20274</td><td>-2.064</td><td>0.0556 .</td></tr><tr><td>tt</td><td>2957246.03583</td><td>1218604.01748</td><td>2.427</td><td>0.0274 *</td></tr><tr><td>z.diff.lag</td><td>0.07791</td><td>0.24019</td><td>0.324</td><td>0.7499</td></tr></tbody></table>--- <i>Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</i> <i>Residual standard error: 6082000 on 16 degrees of freedom</i> <i>Multiple R-squared: 0.3424, Adjusted R-squared: 0.2192</i> <i>F-statistic: 2.778 on 3 and 16 DF, p-value: 0.075</i></p> <p>Value of test-statistic is: -2.0642 6.5259 4.1662 Critical values for test statistics: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><thead><tr><th></th><th>1pct</th><th>5pct</th><th>10pct</th></tr></thead><tbody><tr><td>tau3</td><td>-4.38</td><td>-3.60</td><td>-3.24</td></tr><tr><td>phi2</td><td>8.21</td><td>5.68</td><td>4.67</td></tr><tr><td>phi3</td><td>10.61</td><td>7.24</td><td>5.91</td></tr></tbody></table></p>		Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	(Intercept)	36780080.02478	17539523.93073	2.097	0.0522 .	z.lag.1	-0.41851	0.20274	-2.064	0.0556 .	tt	2957246.03583	1218604.01748	2.427	0.0274 *	z.diff.lag	0.07791	0.24019	0.324	0.7499		1pct	5pct	10pct	tau3	-4.38	-3.60	-3.24	phi2	8.21	5.68	4.67	phi3	10.61	7.24	5.91
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)																																																																																														
z.lag.1	0.04422	0.01338	3.306	0.00393 **																																																																																														
z.diff.lag	-0.10506	0.24845	-0.423	0.67740																																																																																														
	1pct	5pct	10pct																																																																																															
tau1	-2.66	-1.95	-1.6																																																																																															
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)																																																																																														
(Intercept)	-3066167.56311	6997808.82276	-0.438	0.667																																																																																														
z.lag.1	0.06351	0.04611	1.378	0.186																																																																																														
z.diff.lag	-0.11970	0.25641	-0.467	0.647																																																																																														
	1pct	5pct	10pct																																																																																															
tau2	-3.75	-3.00	-2.63																																																																																															
phil	7.88	5.18	4.12																																																																																															
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)																																																																																														
(Intercept)	36780080.02478	17539523.93073	2.097	0.0522 .																																																																																														
z.lag.1	-0.41851	0.20274	-2.064	0.0556 .																																																																																														
tt	2957246.03583	1218604.01748	2.427	0.0274 *																																																																																														
z.diff.lag	0.07791	0.24019	0.324	0.7499																																																																																														
	1pct	5pct	10pct																																																																																															
tau3	-4.38	-3.60	-3.24																																																																																															
phi2	8.21	5.68	4.67																																																																																															
phi3	10.61	7.24	5.91																																																																																															

Çizelge 5.2 Nüfus test çıktısı

Nüfus		
1992-2016 Yılları Arası Gerçek Değerler		
Rassal Yürüyüş:	Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş	Stokastik Trendin etrafında Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş:
# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #	# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #	# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
<i>Test regression none</i>	<i>Test regression drift</i>	<i>Test regression trend</i>
Call:	Call:	Call:
lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 - 1 + z.diff.lag)	lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + z.diff.lag)	lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)
Residuals:	Residuals:	Residuals:
Min 1Q Median 3Q Max	Min 1Q Median 3Q Max	Min 1Q Median 3Q Max
-116663 -72415 -14372 37062 349292	-115274 -75155 -4933 22884 346077	-124557 -100462 9942 46562 282243
Coefficients:	Coefficients:	Coefficients:
Estimate Std. Error t value Pr(> t)	Estimate Std. Error t value Pr(> t)	Estimate Std. Error t value Pr(> t)
z.lag.1 0.012920 0.003292 3.924 0.000994 ***	(Intercept) 129276.356928 324486.245707 0.398 0.6953	(Intercept) 7546602.87143 5801282.92125 1.301 0.212
z.diff.lag 0.054285 0.240661 0.226 0.824080	z.lag.1 0.011179 0.005519 2.026 0.0588 .	z.lag.1 -0.11491 0.09862 -1.165 0.261
---	z.diff.lag 0.047943 0.247003 0.194 0.8484	tt 120495.71489 94100.63195 1.280 0.219
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1	---	z.diff.lag 0.11603 0.24824 0.467 0.647
	Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1	
<i>Residual standard error: 111100 on 18 degrees of freedom</i>	<i>Residual standard error: 113700 on 17 degrees of freedom</i>	<i>Residual standard error: 111700 on 16 degrees of freedom</i>
<i>Multiple R-squared: 0.9882, Adjusted R-squared: 0.9869</i>	<i>Multiple R-squared: 0.2802, Adjusted R-squared: 0.1955</i>	<i>Multiple R-squared: 0.3471, Adjusted R-squared: 0.2247</i>
<i>F-statistic: 752.9 on 2 and 18 DF, p-value: <2.2e-16</i>	<i>F-statistic: 3.309 on 2 and 17 DF, p-value: 0.06113</i>	<i>F-statistic: 2.836 on 3 and 16 DF, p-value: 0.0712</i>
Value of test-statistic is: 3.9241	Value of test-statistic is: 2.0257 7.4189	Value of test-statistic is: -1.1652 5.6786 2.9487
Critical values for test statistics:	Critical values for test statistics:	Critical values for test statistics:
1pct 5pct 10pct	1pct 5pct 10pct	1pct 5pct 10pct
tau1 -2.66 -1.95 -1.6	tau2 -3.75 -3.00 -2.63	tau3 -4.38 -3.60 -3.24
	phi1 7.88 5.18 4.12	phi2 8.21 5.68 4.67
		phi3 10.61 7.24 5.91

Çizelge 5.3 Brüt talep test çıktısı

Brüt Talep				
1992-2016 Yılları Arası Gerçek Değerler				
Rassal Yürüyüş:		Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş		Stokastik Trendin etrafında Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş:
# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #		# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #		# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
<i>Test regression none</i>		<i>Test regression drift</i>		<i>Test regression trend</i>
Call:		Call:		Call:
lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 - 1 + z.diff.lag)		lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + z.diff.lag)		lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)
Residuals:		Residuals:		Residuals:
Min	1Q	Median	3Q	Max
-13950053	-1698637	981564	3383156	8677866
Coefficients:		Coefficients:		Coefficients:
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
z.lag.1	0.04689	0.01361	3.444	0.0029 **
z.diff.lag	0.08120	0.24211	0.335	0.7412

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1				
<i>Residual standard error: 5804000 on 18 degrees of freedom</i>				
<i>Multiple R-squared: 0.7576, Adjusted R-squared: 0.7307</i>				
<i>F-statistic: 28.13 on 2 and 18 DF, p-value: 0.00000289</i>				
Value of test-statistic is: 3.4439				
Critical values for test statistics:				
1pct	5pct	10pct		
tau1	-2.66	-1.95	-1.6	

<i>Residual standard error: 5914000 on 17 degrees of freedom</i>				
<i>Multiple R-squared: 0.1178, Adjusted R-squared: 0.01398</i>				
<i>F-statistic: 1.135 on 2 and 17 DF, p-value: 0.3447</i>				
Value of test-statistic is: 1.3547 5.8815				
Critical values for test statistics:				
1pct	5pct	10pct		
tau2	-3.75	-3.00	-2.63	
phi1	7.88	5.18	4.12	

<i>Residual standard error: 5384000 on 16 degrees of freedom</i>				
<i>Multiple R-squared: 0.3117, Adjusted R-squared: 0.1827</i>				
<i>F-statistic: 2.416 on 3 and 16 DF, p-value: 0.1044</i>				
Value of test-statistic is: -1.916 6.2336 3.3617				
Critical values for test statistics:				
1pct	5pct	10pct		
tau3	-4.38	-3.60	-3.24	
phi2	8.21	5.68	4.67	
phi3	10.61	7.24	5.91	

Çizelge 5.4 GSYH doğal logaritma test çıktısı

Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (Doğal Logaritma)

1992-2016 Yılları Arası Gerçek Değerler

Rassal Yürüyüş:

Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test

Test regression none

Call:

lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 - 1 + z.diff.lag)

Residuals:

Min 1Q Median 3Q Max

-0.108431 -0.007338 0.007186 0.028748 0.055573

Coefficients:

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)

z.lag.1 0.0022923 0.0007268 3.154 0.00549 **

z.diff.lag -0.1704020 0.2315305 -0.736 0.47123

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.04764 on 18 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.41, Adjusted R-squared: 0.3445

F-statistic: 6.255 on 2 and 18 DF, p-value: 0.008659

Value of test-statistic is: 3.1541

Critical values for test statistics:

1pct 5pct 10pct

tau1 -2.66 -1.95 -1.6

Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş

Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test

Test regression drift

Call:

lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + z.diff.lag)

Residuals:

Min 1Q Median 3Q Max

-0.102679 -0.011858 0.009776 0.030300 0.056753

Coefficients:

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)

(Intercept) -0.39586 0.90793 -0.436 0.668

z.lag.1 0.02334 0.04828 0.483 0.635

z.diff.lag -0.18713 0.24001 -0.780 0.446

Residual standard error: 0.04875 on 17 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.04144, Adjusted R-squared: -0.07133

F-statistic: 0.3675 on 2 and 17 DF, p-value: 0.6978

Value of test-statistic is: 0.4834 4.8453

Critical values for test statistics:

1pct 5pct 10pct

tau2 -3.75 -3.00 -2.63

phi1 7.88 5.18 4.12

Stokastik Trendin Etrafında Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş:

Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test

Test regression trend

Call:

lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)

Residuals:

Min 1Q Median 3Q Max

-0.102993 -0.011023 0.002218 0.025284 0.049492

Coefficients:

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)

(Intercept) 11.510613 4.250634 2.708 0.0155 *

z.lag.1 -0.625153 0.231337 -2.702 0.0157 *

tt 0.025863 0.009083 2.847 0.0116 *

z.diff.lag 0.120166 0.228627 0.526 0.6064

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.04094 on 16 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.3638, Adjusted R-squared: 0.2445

F-statistic: 3.05 on 3 and 16 DF, p-value: 0.05892

Value of test-statistic is: -2.7023 7.283 4.2192

Critical values for test statistics:

1pct 5pct 10pct

tau3 -4.38 -3.60 -3.24

phi2 8.21 5.68 4.67

phi3 10.61 7.24 5.91

Çizelge 5.5 Logaritma farklar test çıktısı

Sürüklenmeli Rassal Yürüyüş (Logaritma Farklar)

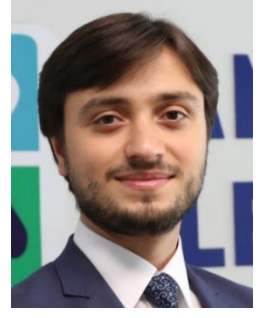
1992-2016 Yılları Arası Gerçek Değerler

Gayri Safi Yurtiçi Hasıla:	Nüfus:	Brüt Tüketim:	Brüt Tüketim (t-1):
# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #	# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #	# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #	# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
<i>Test regression drift</i>	<i>Test regression drift</i>	<i>Test regression drift</i>	<i>Test regression drift</i>
Call:	Call:	Call:	Call:
ln(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + z.diff.lag)	ln(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + z.diff.lag)	ln(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + z.diff.lag)	ln(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + z.diff.lag)
Residuals:	Residuals:	Residuals:	Residuals:
Min 1Q Median 3Q Max	Min 1Q Median 3Q Max	Min 1Q Median 3Q Max	Min 1Q Median 3Q Max
-0.107297 -0.007658 0.011638 0.029809 0.057443	-0.0015799 -0.0010656 -0.0001853 0.0004329 0.0049792	-0.065688 -0.006800 0.002699 0.020376 0.038186	-0.068554 -0.006639 0.001195 0.025525 0.033633
Coefficients:	Coefficients:	Coefficients:	Coefficients:
Estimate Std. Error t value Pr(> t)	Estimate Std. Error t value Pr(> t)	Estimate Std. Error t value Pr(> t)	Estimate Std. Error t value Pr(> t)
(Intercept) 0.04206 0.01808 2.326 0.03347 *	(Intercept) 0.012750 0.004715 2.704 0.0156 *	(Intercept) 0.06536 0.01776 3.679 0.002029 **	(Intercept) 0.05806 0.01777 3.267 0.00485 **
z.lag.1 -1.14077 0.38447 -2.967 0.00908 **	z.lag.1 -0.941195 0.343412 -2.741 0.0145 *	z.lag.1 -1.27700 0.30936 -4.128 0.000789 ***	z.lag.1 -1.11199 0.28849 -3.854 0.00140 **
z.diff.lag -0.02242 0.24915 -0.090 0.92940	z.diff.lag -0.006379 0.249063 -0.026 0.9799	z.diff.lag 0.27592 0.21671 1.273 0.221130	z.diff.lag 0.20433 0.21965 0.930 0.36606
---	---	---	---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1	Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1	Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1	Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
<i>Residual standard error: 0.05058 on 16 degrees of freedom</i>	<i>Residual standard error: 0.001656 on 16 degrees of freedom</i>	<i>Residual standard error: 0.03093 on 16 degrees of freedom</i>	<i>Residual standard error: 0.03213 on 16 degrees of freedom</i>
<i>Multiple R-squared: 0.578, Adjusted R-squared: 0.5252</i>	<i>Multiple R-squared: 0.4675, Adjusted R-squared: 0.4009</i>	<i>Multiple R-squared: 0.5629, Adjusted R-squared: 0.5083</i>	<i>Multiple R-squared: 0.5362, Adjusted R-squared: 0.4782</i>
<i>F-statistic: 10.96 on 2 and 16 DF, p-value: 0.001006</i>	<i>F-statistic: 7.023 on 2 and 16 DF, p-value: 0.006468</i>	<i>F-statistic: 10.3 on 2 and 16 DF, p-value: 0.001332</i>	<i>F-statistic: 9.248 on 2 and 16 DF, p-value: 0.002142</i>
Value of test-statistic is: -2.9671 4.405	Value of test-statistic is: -2.7407 3.8137	Value of test-statistic is: -4.1279 8.5529	Value of test-statistic is: -3.8545 7.5916
Critical values for test statistics:	Critical values for test statistics:	Critical values for test statistics:	Critical values for test statistics:
1pct 5pct 10pct	1pct 5pct 10pct	1pct 5pct 10pct	1pct 5pct 10pct
tau2 -3.75 -3.00 -2.63	tau2 -3.75 -3.00 -2.63	tau2 -3.75 -3.00 -2.63	tau2 -3.75 -3.00 -2.63
phil 7.88 5.18 4.12	phil 7.88 5.18 4.12	phil 7.88 5.18 4.12	phil 7.88 5.18 4.12

Ek-4 Veri Seti
Çizelge 5.6 Veri seti

Tarih	Tüketim	GSYH	Nüfus	Tüketim Eksisi	GSYH [TÜRKİYE]	1987 Sabit	1998 Sabit	BAZ SENARYO			BAZ SENARYO (Doğal Logaritma)			BAZ SENARYO (Doğal Logaritma-Fa					
					Tarih	000 000 TL.	000 000 TL.	GSYH TÜRKİYE [Har. Ort]			GSYH TÜRKİYE [Har. Ort]			GSYH [TÜRKİYE] [Har. Ort]					
					1995	97.887.800	59.918.237.948	Tarih	000 000 TL.	000 000 TL.	Oran	2017	19,28		2017	0,07			
1995	85.551.500	97.887.800	59.756.000		1996	104.745.149	64.105.094.776	2017	235.159.730			2017	19,31	19,29	2018	0,04	0,05		
1996	94.788.700	104.745.149	60.671.000	85.551.500	1997	112.631.203	68.872.460.719	2018	244.095.800	239.627.765	3,8%	2018	19,34	19,32	2019	0,02	0,03		
1997	105.517.100	112.631.203	61.582.000	94.788.700	1998	116.113.609	70.203.147.160	2019	249.710.003	246.902.901	2,3%	2019	19,37	19,35	2020	0,03	0,03		
1998	114.022.700	116.113.609	62.464.000	105.517.100	1999	110.645.883	67.840.569.794	2020	258.449.853	254.079.928	3,5%	2020	19,42	19,39	2021	0,05	0,04		
1999	118.484.900	110.645.883	63.364.000	114.022.700	2000	118.789.113	72.436.398.870	2021	271.372.346	264.911.099	5,0%	2021	19,47	19,45	2022	0,05	0,05		
2000	128.275.600	118.789.113	64.269.000	118.484.900	2001	109.885.336	68.309.352.088	2022	286.297.825	278.835.085	5,5%	2022	19,53	19,50	2023	0,05	0,05		
2001	126.871.300	109.885.336	65.166.000	128.275.600	2002	118.789.113	72.436.398.870	2023	302.044.205	294.171.015	5,5%	2023	19,58	19,55	2024	0,05	0,05		
2002	132.552.600	118.612.222	66.003.000	126.871.300	2003	125.485.113	76.338.192.546	2024	318.656.636	310.350.421	5,5%	2024	19,63	19,61	2025	0,05	0,05		
2003	141.150.900	125.485.113	66.795.000	132.552.600	2004	136.692.579	83.485.590.611	2025	336.182.751	327.419.694	5,5%	2025	19,69	19,66	2026	0,05	0,05		
2004	150.017.500	136.692.579	67.599.000	141.150.900	2005	146.780.723	90.499.730.897	2026	354.672.803	345.427.777	5,5%	2026	19,74	19,71	2027	0,05	0,05		
2005	160.794.000	146.780.723	68.435.000	150.017.500	2006	155.732.493	96.738.320.212	2027	374.179.807	364.426.305	5,5%	2027	19,79	19,77	2028	0,05	0,05		
2006	174.637.300	155.732.493	69.295.000	160.794.000	2007	163.002.988	101.254.625.465	2028	394.759.696	384.469.751	5,5%	**IMF ve World Bank projeksiyonlarından alınmıştır.							
2007	190.000.213	163.002.988	70.586.256	174.637.300	2008	164.076.915	101.921.729.924	BAZ SENARYO											
2008	198.085.180	164.076.915	71.517.100	190.000.213	2009	156.158.768	97.003.114.411	BAZ SENARYO			BAZ SENARYO (Doğal Logaritma)			BAZ SENARYO (Doğal Logaritma Farklı					
2009	194.079.060	156.158.768	72.561.312	198.085.180	2010	170.458.153	105.885.643.938	Nüfus TÜRKİYE]			Nüfus TÜRKİYE]			Nüfus [TÜRKİYE]					
2010	210.433.960	170.458.153	73.722.988	194.079.060	2011	185.412.016	115.174.724.189	Tarih	Kişi			Tarih	Kişi		Tarih	Kişi			
2011	230.306.302	185.412.016	74.724.269	210.433.960	2012	189.356.584	117.625.021.083	2017	80.810.525			2018	18,22		2018	0,01			
2012	242.369.863	189.356.584	75.627.384	230.306.302	2013	197.295.376	122.556.461.022	2018	81.867.223			2019	18,23		2019	0,01			
2013	246.356.648	197.295.376	76.667.864	242.369.863	2014	203.253.929	126.257.810.575	2019	82.886.421			2020	18,25		2020	0,01			
2014	257.220.148	203.253.929	77.695.904	246.356.648	2015	211.327.066	131.272.703.175	2020	83.900.373			2021	18,26		2021	0,01			
2015	265.724.354	211.327.066	78.741.053	257.220.148	2016	219.775.448	136.520.691.613	2021	84.908.658			2022	18,27		2022	0,01			
2016	279.286.386	219.775.448	79.814.871	265.724.354	2017	235.159.730	146.077.140.026	2022	85.911.035			2023	18,28		2023	0,01			
2017	296.702.119	235.159.730	80.810.525	279.286.386	2018	244.095.800		2023	86.907.367			2024	18,29		2024	0,01			
2018	300.787.049							2024	87.885.571			2025	18,30		2025	0,01			
**Teiş tarafından yayınlanan son değerler Geçicidir!										2025	88.844.934		2026	18,31		2026	0,01		
										2026	89.784.584		2027	18,32		2027	0,01		
										2027	90.703.600		2028	18,33		2028	0,01		
										2028	91.601.117								
Açıklamalar:					Açıklamalar:														
** Nüfus, Gayri Safi Yurtiçi Hasıla değerlerini içeren veri setleri TÜİK üzerinden tedarik edilmektedir [1].					** 2017 Nüfus artış oranı, 2007-2016 yılları arasındaki ortalama nüfus artış oranları ve TÜİK nüfus projeksiyonlarının ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Sonraki yıllar ise, TÜİK projeksiyonuna paralel oranlarda ilerletilmiştir.														
** Tüketim değerleri TEİAŞ istatistikler kısmından tedarik edilmektedir [2].					** Gayri Safi Yurtiçi Hasıla ilk 5 yıllık projeksiyonda IMF'nin öngördüğü şekilde artış oranı uygulanmış olup; kalan yıllar için WB'nin %5,5 sabit oranı ile artışa gidilmiştir [19].														
					http://knoema.com/wxjqo/turkey-gdp-growth-forecast-2015-2020-and-up-to-2060-data-and-charts														

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel bilgiler

Adı Soyadı	Mehmet Binici
Doğum Yeri ve Tarihi	İstanbul, 25.11.1993
Medeni Hali	Evli
Yabancı Dil	İngilizce
İletişim Adresi	CK Çamlıbel Elektrik Perakende Satış A.Ş. Sivas
E-posta Adresi	mhmtbnci@gmail.com

Eğitim ve Akademik Durumu

Lise	Beşiktaş Atatürk Anadolu Lisesi, 2007
Lisans	Yıldız Teknik Üniversitesi, Çift Lisans, 2011
	Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği - 3,53
	Makine Mühendisliği - 3,51

İş Tecrübesi

Teksan Jeneratör	İş Geliştirme Mühendisi, 2016
CK Enerji Çamlıbel Elektrik Perakende Satış A.Ş.	Talep Tahmin ve Enerji Tedarik Yönetmeni, 2016