

**T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
BİLGİSAYAR VE BİLİŞİM BİLİMLERİ FAKÜLTESİ**

**BSM 401 BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ TASARIMI**

**ZAMAN SERİLERİNİN AYRIŞTIRILMASI YÖNTEMİ  
İLE DOĞALGAZ TÜKETİM TAHMİNİNİN  
İYİLEŞTİRİMESİ**

**G141210052 – ENES MESUT YILDIZ  
G141210078 – EBRU ALTUNBEK**

**Bölüm : BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ  
Danışman : Prof. Dr. NEJAT YUMUŞAK**

**2016-2017 Güz Dönem**

## ÖNSÖZ

Bu çalışmada, tasarım çalışmasında yapılan doğalgaz tüketim çalışması zaman serilerinin ayrıştırması yöntemi ile iyileştirilmeye çalışılmıştır. Zaman serilerinin ayrıştırılmasında iki metot kullanılmıştır. Her eyalet için farklı iki metot için iki iyileştirme modeli oluşturulmuştur. Bize bu proje imkânını veren hoşgörülü, son derece saygılı tutumuyla ve yaklaşımıyla bizi karşılayan saygıdeğer danışman hocam ve dekanım sn. Prof. Dr. Nejat Yumuşak'a teşekkürü borç bilirim. Ayrıca projemize teknik olarak yön veren, değerli bilgilerini ve zamanını bizimle paylaşan, hoş tutumuyla bizi teşvik eden değerli hocam sn. Araş. Gör. Dr. Mustafa Akpınar'a teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	ix
BÖLÜM1. GİRİŞ.....	1
1.1.Alt Başlık Örneği.....	1
1.2. Alt Başlıkta Kelimelerin İlk Harfleri Büyük Karakter İle Yazılmalıdır.....	2
1.2.1. İkincil alt başlık örneği.....	2
1.2.2. İkincil alt başlıklarda sadece ilk harf büyük karakterle yazılmalıdır.....	3
1.2.3. Başlık sonlarına nokta konulmaz.....	3
1.2.4. Başlıkta numaralandırmadan sonra bir karakter boşluk bırakılır.....	3
1.2.5. Başlıktan önce ve sonra birer satırlık boşluk bırakılır.....	4
BÖLÜM 2.	
SİSTEMATİK YAKLAŞIM.....	5
2.1. Formülasyon.....	5

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Sakarya Üniversitesi logosu.....	18
Şekil 3.2.	Yatay şekil kullanım örneği. Yazının ikinci satıra geçmesi durumunda yazı şekil numarasından sonra başlatılmalıdır..	19
Şekil 4.1.	Mobil veriler.....	27
Şekil 6.1.	Şekil xxxxx.....	28
Şekil 6.2.	Şekil yyyyy.....	28

## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1.1.	Tablo örneği.....	4
Tablo 3.1.	Tek sayfada bulunmayan tablo örneği, düzgün görünmesine dikkat ediniz.....	19
Tablo 3.2.	Tek sayfada bulunmayan tablo örneği, düzgün görünmesine dikkat ediniz (devam).....	20
Tablo 3.3.	Tek sayfada bulunan tablo örneği.....	26
Tablo 6.1.	Tablo xxxxx.....	27

## ÖZET

Doğalgaz hem enerji olarak hem de başka enerjilerin üretiminde kullanılan bir kaynak olarak önemli bir fosil yakıttır. Ülkemiz doğalgaz temininde çok yüksek bir oranla(%95) dışa bağımlı bir politika izlemektedir. Doğalgaz ithalat anlaşmalarında doğalgaz kullanımına bağılı olarak ödeme yapılmak yerine belli bir tüketim tahmini yapıp o oranda doğalgaz alımı yapılmaktadır. Bu çalışmada, “Additive” ve “Multiplicative” zaman serisi ayrıştırma yöntemleri kullanılarak her eyalet için iki farklı tahmin modeli kurulmuştur. Bu modellerde kalıntıların bağımsız değişkenlerle ilişkisi korelasyon analizi ile incelenmiştir. Kalıntılar üzerinde etkisi saptanan bağımsız değişkenler kullanılarak hata oranı azaltılmaya çalışılmıştır

**Anahtar Kelimeler:** *Zaman Serilerinin Ayrıştırılması, Korelasyon, Regresyon*

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

Havayı kirletmeyen, petrol ve katı yakıtla kıyaslandığında çevre dostu bir enerji kaynağı olan doğalgaz, yüksek yanma verimi, kolaylıkla depolanabilir olması, kurum ve is gibi atık madde bırakmaması, kontrol edilebilir bir enerji kaynağı olması ve fiyat avantajlarından dolayı, başta ısınma olmak üzere, elektrik üretimi ve sanayide birçok alanda kullanılmaktadır [1]. Doğal gaz günümüz dünyası için önemli ve değerli bir fosil yakıttır. Dünya genelinde doğal tüketimi yıllarla orantılı bir artış göstermektedir. Özellikle son otuz senede tüketimde önemli miktarda artış gözlenmiştir. Dünya genelinde tüketim 1989-2009 döneminde % 65 artmış, ithalatçı ülkeler listesine yenileri eklenmiştir. Doğalgazın geleceği konusunda yapılan tahminle de daima tüketimin artacağı yöndedir. Son yıllarda özellikle yeterli enerji kaynağından yoksun AB ve Japonya ile aralarında Çin ve Türkiye'nin de bulunduğu ekonomileri hızla büyüyen ülkeler, doğalgazda çok fazla dışarıya bağımlı hale gelmişlerdir. Doğalgaz kendisi bir enerji kaynağı olduğu gibi ayrıca diğer enerji kaynaklarının üretimi konusundaki yeri de yadsınamaz bir gerçektir. Doğalgaz günümüzde ısınmada ve elektrik üretiminde yoğun bir şekilde kullanılır hale gelmiştir. Nitekim dünya birincil enerji tüketimindeki payı % 22, elektrik enerjisi üretimindeki payı ise % 17 düzeyindedir [2]. Günümüzde birçok sektörde doğalgazını tüketimi sürekli olarak artmaktadır. Ekonomik gelişme açısından enerjinin önemi herkes tarafından kabul edildiğine göre, doğalgaz talebi konusunda geleceğe yönelik öngörülerde bulunulması, istikrarlı bir ekonomik gelişme açısından önem arz etmektedir [3]. Doğalgazın bu derece önemli bir enerji olması ve tüketim oranının gitgide artıyor olması doğalgaz ile ilgili yapılacak çalışmaların önemine önemli bir işarettir Doğalgaz tüketim tahminini iyileştirmek için zaman serilerinin analiz yöntemleri sıkça kullanılmaktadır. Zaman serilerinin ayrıştırılması regresyon analizinin iyileştirilmesi için kullanılabilen etkili bir istatistikî yöntemdir. Tahmin sonuçlarını iyileştirmede zaman serilerinin ayrıştırma yönteminin geniş bir kullanım alanı vardır. Zamanla değişen verilerde zamana bağlı dalgalanmalar görülebilir. Zaman serilerinin ayrıştırılması ile tahminin iyileştirilmesin bu dalgalanmaların etkileri kullanılır. Birçok farklı çalışmada zaman serilerinin ayrıştırılması yönteminin

kullanımı görülebilir. Kuo-Ping Lin ve Ping-Feng Pai yaptıkları çalışmada evimsel zaman serilerinin ayrıştırılması metodunu destek vektör makinesi yöntemi ile kullanmıştır [4]. Kenan Oğuzhan Oruç ile Şeyma Çelik Eroğlu ise Isparta ili için doğalgaz talep tahmini çalışmasında Gri tahmin metodu ile birlikte “Box-Jenkin” zaman serisi yöntemini birlikte kullanmıştır [5]. Yrd. Doç. Dr. Mustafa Akpınar ve Prof. Dr. Nejat Yumuşak hocalarımız ise [6] çalışmasında ARIMA zaman serileri yöntemini kullanarak aylık bazda toplamda bir senelik doğalgaz talep tahmini yapmışlardır [4x]. Bu çalışmada, yapılan doğalgaz tüketim tahmininin zaman serilerinin ayrıştırılması yöntemi ile iyileştirilmesi hedeflenmiştir. Doğalgaz tüketim tahmini verileri doğrultusunda aylık ölçekte oluşturulan iki farklı zaman serisi ayrıştırma modelinden yararlanılmıştır. Tüketim verilerinden Toplamsal(Additive) ve Çarpımsal(Multiplicative) olmak üzere iki farklı model oluşturulmuştur. Bu modellerde hata oranı ile bağımsız tüketim verileri incelenmiş olup etkili bağımsız değişkenler kullanılarak hata oranı düşürülmeye çalışılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde zaman serilerinin ayrıştırılması yönteminin tahmin oranlarını iyileştirdiği görülmüştür.



## BÖLÜM 2. YÖNTEM

Amerika'daki eyaletlerin doğalgaz tüketimi tahmininin iyileştirilmesinde çeşitli istatistiki yöntemlerden kullanılmıştır. Bu bölümde kullanılan istatistiki yöntemlerden bahsedilecektir.

### 2.1. Zaman Serilerinin Ayrıştırılması

Zamana bağımlı veriler üzerinde tahminde bulunurken zamanla artan veya azalan etkiler tahmin sonuçlarına etki edebilmektedir. Bu etkileri zaman vasıtası ile incelemek için zaman serilerinin ayrıştırılma yöntemleri kullanılır. Hangi etkinin hangi zamanlarda etkili ya da etkisiz olduğu incelenerek sonuç değerleri bu etki vasıtası ile iyileştirilmeye çalışılır. Zaman serileri dört farklı bileşenden meydana gelmektedir. Bu bileşenler Eğilim Etkisi(T), Konjonktür Etkisi(C), Sezonsallık Etkisi(S), Düzensiz Hareketler(I) etkileridir. Bu bileşenler ile iki farklı model oluşturulmaktadır.

#### 2.1.1 Toplamsal(Additive) Zaman Serisi Modeli

Toplamsa zaman serisi modelinde zaman serisi bileşenlerin toplamı şeklinde yazılır. (Denklem 1).

$$Y_t = T_t + C_t + S_t + I_t \quad (1)$$

Toplamsal modelde bütün zaman serisi bileşenlerinin mevcut olduğu varsayılır. Toplamsal modelde mevsimsellik faktörü hesaplanarak modele katılır (Koçaş ve Aykaç, 2007:21).

### 2.1.1 Çarpımsal(Multiplicative) Zaman Serisi Modeli

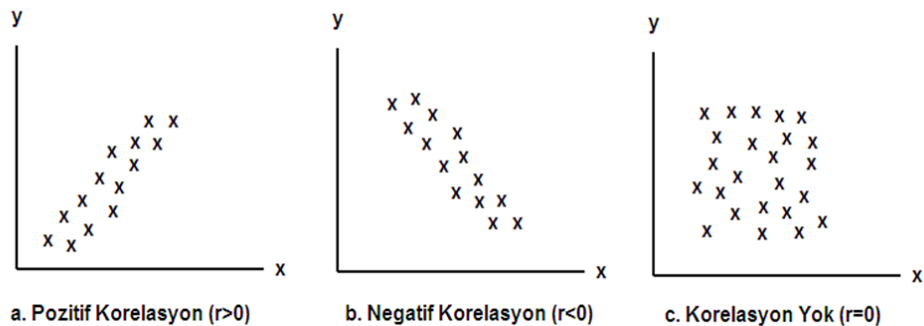
Toplamsa zaman serisi modelinde zaman serisi bileşenlerin çarpımı şeklinde yazılır. (Denklem 2).

$$Y_t = T_t \times C_t \times S_t \times I_t \quad (2)$$

Çarpımsal modelde mevsimsel değişkenlik gösteren seriler bileşenler ile çarpılarak mevsimsellik etkisi yok edilmeye çalışılır (Koçaş ve Aykaç, 2007:21).

### 2.2. Korelasyon Analizi

Korelasyon analizi, iki değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi veya bir değişkenin iki ya da daha çok değişken ile olan ilişkisini test etmek, varsa bu ilişkinin derecesini ölçmek için kullanılan istatistiksel bir yöntemdir. Korelasyon analizi yapabilmek için iki değişkenin de sürekli olmaları ve normal dağılım göstermeleri gerekir. Korelasyon analizinde amaç; bağımsız değişken (X) değiştiğinde, bağımlı değişkenin (Y) ne yönde değişeceğini görmektir. Korelasyon analizi sonucunda, doğrusal ilişki olup olmadığı ve varsa bu ilişkinin derecesi korelasyon katsayısı ile hesaplanır. Korelasyon katsayısı “r” ile gösterilir ve -1 ile +1 arasında değerler alır. Pozitif bir ilişkinin olması X değişkeninin değerlerinin artması durumunda Y değişkeninin değerlerinin de artması, ya da X değişkeninin değerlerinin düşmesi durumunda Y değişkenine ait değerlerin de düşme eğiliminde olduğunu gösterir [9].



Şekil 1. Farklı Korelasyon Durumları

Pozitif bir ilişkinin olması X değişkeninin değerlerinin artması durumunda Y değişkeninin değerlerinin de artması, ya da X değişkeninin değerlerinin düşmesi durumunda Y değişkenine ait değerlerin de düşme eğiliminde olduğunu gösterir. (Şekil1. a.). Negatif korelasyon (negatif ilişki) olması değişkenlerin birine ait değerlerin artması durumunda diğer değişkene ait değerlerin düşmesi demektir (Şekil1. b.). Korelasyon katsayısının “0” olması değişkenler arasında doğrusal bir ilişkinin söz konusu olmadığını gösterir (Şekil 1. c.). Korelasyon, neden sonuç ilişkisi anlamına gelmemektedir. Korelasyon katsayısı iki değişken arasındaki ilişkinin ne seviyede olduğu hakkında bilgi verir. Korelasyon iki değişken arasındaki kovaryans değerinin iki değişkenin standart sapmalarının çarpımına bölümü ile elde edilir. (Denklem 3)

$$r_{(x,y)} = \frac{COV(x,y)}{S_x S_y} \quad (3)$$

Burada  $r_{(x,y)}$  korelasyon katsayısını,  $COV(x, y)$  kovaryans değerini,  $S_x$  ve  $S_y$  ise değişkenlerin standart sapma değerini göstermektedir. Korelasyon katsayısının sayısal değerine bakarak iki değişkenin birbiri ile ilişkisi hakkında yorum yapabiliriz.

Tablo 1. Pearson Korelasyon Katsayısının yorumu

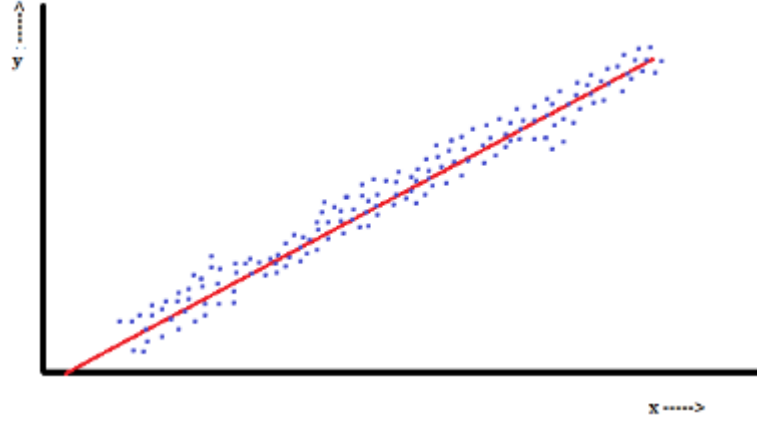
Korelasyon katsayısı (r)	İlişki Düzeyi
0,00-0,25	Çok Zayıf
0,26-0,49	Zayıf
0,50-0,69	Orta
0,70-0,89	Yüksek
0,90-1,00	Çok Yüksek

Korelasyon katsayısı regresyon analizinde de özellik seçimi alanında kullanılmaktadır. Özellik sayısını korelasyon katsayısı yüksek özellikleri eleyerek düşürebilmemize imkan tanır. Korelasyon özellikle psikoloji ve sağlık gibi alanlarda yapılan çalışmalarda verileri analiz etmek için sıklıkla kullanılan faydalı bir istatistikî yöntemdir.

### 2.3. Regresyon Analizi

Regresyon analizi, iki ya da daha çok değişken arasındaki ilişkiyi ölçmek için kullanılan analiz metodudur. Eğer tek bir değişken kullanılarak analiz yapılıyorsa buna tek değişkenli regresyon, birden çok değişken kullanılıyorsa çok değişkenli regresyon analizi olarak isimlendirilir. Regresyon analizinin korelasyon analizinden farkı verileri analiz ederken sebep-sonuç ilişkisi aramasıdır. Regresyon analizi ile değişkenler arasındaki ilişkinin varlığı, eğer ilişki var ise bunun gücü hakkında bilgi edinilebilir. Örneğin, bir ziraat mühendisi buğday verimi ve gübre miktarı arasındaki ilişkiyi, bir mühendis, basınç ve sıcaklık, bir ekonomist gelir düzeyi ve tüketim harcamaları, bir eğitimci öğrencilerin devamsızlık gösterdiği gün sayıları ve başarı dereceleri arasındaki ilişkiyi bilmek isteyebilir. Regresyon, iki (ya da daha çok) değişken arasındaki doğrusal ilişkinin fonksiyonel şeklini, biri bağımlı diğeri bağımsız değişken olarak bir doğru denklemi olarak göstermekle kalmaz, değişkenlerden birinin değeri bilindiğinde diğeri hakkında kestirim yapılmasını sağlar. Genellikle bu iki (veya çok) değişkenlerin hepsinin niceliksel ölçekli olması zorunluluğu vardır.

Regresyonda, değişkenlerden biri bağımlı diğerleri bağımsız değişken olmalıdır. Buradaki mantık eşitliğin solunda yer alan değişkenin sağında yer alan değişkenlerden etkilenmesidir. Sağda yer alan değişkenlerse diğer değişkenlerden etkilenmemektedir. Burada etkilenmemek matematiksel anlamda bu değişkenleri bir doğrusal denkleme koyduğumuzda etki yapması anlamındadır. Çoklu doğrusallık, ardışık bağımlılık sorunları kastedilmemektedir [10].



Şekil 2. Tek Değişkenli Regresyon Analizi

Şekilde x eksenini regresyon analizindeki bir veri setini, y eksenini de diğer veri serisini temsil etmektedir. Verilerin arasındaki kırmızı doğru veriler arasındaki regresyon doğrusudur.

### 2.3.1. Tek değişkenli regresyon analizi

Tek değişkenli regresyon analizi bir bağımlı değişken ve bir bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi inceleyen analiz tekniğidir. Bu analizle bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki doğrusal (lineer) ilişkiyi temsil eden bir doğru denklemi formüle edilmektedir. Korelasyon analizinde olduğu gibi, regresyon analizinde üzerinde durulan ilişki, değişkenler arasındaki doğrusal ilişkidir. Bu doğrunun hesaplanması ise en küçük kareler metodu yardımıyla yapılmaktadır. Regresyon analizi sonuçlarının yorumlanmasında birçok araştırmacı ve öğrenci tarafından ciddi hatalar yapılmaktadır. En yaygın hata, regresyon analizi sonuçlarının yorumlanmasında, x bağımsız değişkeninin y bağımlı değişkenine sebep olduğu şeklindeki yorumdur. Bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkendeki değişimi açıklıyor olması sebepselliği gerekli kılmaz. Başka bir ifade ile bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında (pozitif ve negatif) bir ilişkinin olması her zaman bağımsız değişken(değişkenlerin) bağımlı değişkenin sebebi olduğu sonucunu doğurmayacaktır. İki değişken arasında bir ilişkinin olabilmesi için sebepsellik şart değildir. İlişkinin sebebi belki de iki değişkenin üçüncü bir değişkenle olan

ilişkilerinden kaynaklanıyor olabileceği gibi, söz konusu ilişki tamamen tesadüfi olarak da ortaya çıkmış olabilir. Sebepsellik ile ilişkiselliğin aynı şeyler olmadığı unutulmamalıdır. Regresyon analizi değişkenler arasındaki ilişkinin yapısı ve derecesi ile ilgilenmektedir [11].

### **2.3.2 Çok Değişkenli Regresyon Analizi**

Bir bağımlı değişken ve birden fazla bağımsız değişkenin yer aldığı regresyon modellerine çok değişkenli regresyon analizi denir. Çok değişkenli regresyon analizinde bağımsız değişkenler eş zamanlı olarak bağımlı değişkendeki değişimi açıklamaya çalışmaktadır. Hesaplama ve yorum bakımından tek değişkenli regresyon analizine benzemektedir. Çok değişkenli regresyon analizinin yorumu da tek değişkenli regresyon analizine benzemektedir. Ancak bazı farklılıklar vardır. Örneğin, tek değişkenli regresyon analizindeki karşılığı çoklu regresyon katsayısı R (multiple R) olarak ifade edilmektedir. Çoklu regresyon katsayısı R, bir bağımlı değişkendeki değişim ile eşzamanlı ele alınan birden fazla bağımsız değişkendeki değişim arasındaki ilişkinin derecesini göstermektedir. Daha basit bir ifade ile bağımlı değişken ile birlikte ele alınan bir grup bağımsız değişkendeki değişimin ilişkisinin (korelasyonunun) bir göstergesidir. Çok değişkenli regresyon analizi sosyal bilimlerin birçok dalında kullanım alanı bulmaktadır. Pazarlama, sosyoloji ve psikoloji gibi bilim dallarında davranışsal hareketlerin belirlenmesinde, ekonomide zaman serisi türü ekonomik değişkenleri etkileyen faktörlerin tespiti ve geleceğe yönelik projeksiyonlarında(tahmininde) kullanım alanı bulmaktadır [11].

## BÖLÜM 3. MODEL

Tüketim tahminini iyileştirilmesi için zaman serisi ayrıştırılması yöntemlerinden Toplamsal(Additive) Model ve Çarpımsal(Multiplicative) Model olmak üzere iki farklı model oluşturulmuştur. Her eyalet için iki farklı model oluşturulmasının sebebi zaman serilerinin bulunmasında temel bir farkın olmasıdır. İki modeldeki yöntemlerin ve uygulanmasının bu fark dışında aynı olması sebebiyle bu başlık altında modellerden biri Zaman Serilerinin Bulunması başlığı altında ayrıntılı olarak işlenecektir ve diğer modelle farkı belirtilecektir. Diğer başlıklarda anlatılan yöntemler her iki modelde de aynı biçimde mevcut olduğu için iki farklı model için ayrı olarak ele alınmayacaktır.

### 3.1. Zaman Serilerinin ve Tüketim ile Arasındaki Hatanın Bulunması

Zaman serilerinin bulunması Toplamsal(Additive) Model için ayrıntılı olarak işlenip Çarpımsal(Multiplicative) modelle arasındaki fark belirtilecektir. Her iki model için de zaman serilerinin tek bir tabloda toplanması için Toplamsal Modelde “A\_EyaletAdı” isminde, Çarpımsal Modelde “M\_EyaletAdı” isminde tablolar oluşturulmuştur. Zaman serisinin Toplamsal(Additive) modelde bulunabilmesi için ilk olarak doğalgaz tüketim verilerinin tamamının senelik temel ortalaması alınıp(Denklem 1) “SimpleAverage” isimli sütuna yazıldı. Temel ortalama değerleri bulunduktan sonra bu ortalamalar ikiye bölünerek bunların da ortalaması alınarak merkezi ortalamalar elde edilmiş olup(Denklem 2), “CenteredAverage” sütunu altına yazılmıştır. Toplamsal ve Çarpımsal model arasındaki temel fark bu adımdan sonra ortaya çıkmaktadır. Tüketim verileri ile merkezi ortalama verileri arasındaki oran iki model için farklı bulunmuştur. Toplamsal modelde bu oran

doğalgaz tüketim verisinden merkezi ortalama çıkarılarak(Denklem 3) bulunurken Çarpımsal modelde bu oran doğalgaz tüketim verilerinin merkezi ortalama verilerine bölünmesi(Denklem 3.1) ile bulunmuştur ve “Ratio” adlı sütunda toplanmıştır. Bu adım dışındaki tüm adımlar iki modelde ortaktır. Oranın bulunmasının ardından sezonsal indekslerin hesaplanmasına başlanmıştır. Sezonsal indekslerin hesaplanması için ilk olarak “Ratio” sütunundaki veriler senenin her ayı için ayrı ayrı düzenli bir biçimde toplamda on iki periyot sütunu altında toplanmıştır. Her periyot yani senenin her ayının oran verisi toplanarak ortalaması elde edilmiş(Denklem 4) ve “Unadjusted Avarage Seasonal Indexes” sütununa yazılmıştır. Bir önceki adımda bulunan ortalama değerlerinin de ortalaması alınarak(Denklem 5) “Main Seasonal Avarage” sütununa yazılmıştır. Genel sezonsal ortalama ile ayrı ayrı on iki ayın periyot ortalaması çarpılarak nihai sezonsal indeksler bulunmuş(Denklem 6) ve “Final Seasonal Indexes” sütununa yazılmıştır. Ardından nihai sezonsal indeksler tüm tüketim verileri için kendini her senede tekrar edecek şekilde genişletilerek “Final Seasonal Indexes(Se)” sütununa yazılmıştır. Tüketim verilerinin sezonsal etkiden arındırılması için ilgili veriler nihai sezonsal indeks verilerine bölünerek(Denklem 7) “Deseasonalized Sales(TCe)” adlı sütuna yazılmıştır. Sezonsallıktan arındırılmış verilerin trendi bulunarak(Denklem 8) “Trend” sütununa yazılmıştır. Her eyaletin zaman serisi, nihai sezonsal indeksin sezonsal etkiden ayrılmış tüketim verilerinin trendi ile çarpılarak(Denklem 9) bulunmuş ve “TS” adlı sütuna yazılmıştır. Ardından zaman serisi ile tüketim verileri arasındaki hatanın bulunması için zaman serisi verilerinden tüketim verileri çıkartılarak(Denklem 10) “e” sütunu altında toplanmıştır. Zaman serilerinin bulunması için yapılan adımların denklemleri sırasıyla aşağıdaki gibidir.

$$Temel\ Ortalama = (T1 + T2 + \dots + T12)/12 \quad (1)$$

$$Merkezi\ Ortalama = (T01 + T02)/2 \quad (2)$$

$$Toplamsal\ Model\ Oran = T - MO \quad (3)$$

$$Çarpımsal\ Model\ Oran = T \div MO \quad (3.1)$$

$$Periyotların\ Ortalaması = (P1 + P2 + \dots + P12)/12 \quad (4)$$

$$Genel\ Periyot\ Ortalama = (PO1 + PO2 + \dots + PO12)/12 \quad (5)$$

$$(6)$$



$$\text{Nihai Sezon} \text{sal İndeksler}(Se) = PO \times GPO$$

$$\text{Sezon} \text{sallıktan Arındır} \text{ılmış Tüketim Verisi}(TSe) = T \div Se$$

$$\text{Trend} = m \times i + c \quad (7)$$

$$\text{Zaman Serisi}(TS) = \text{Trend} + Se \quad (8)$$

$$\text{Hata}(e) = T - TS \quad (9)$$

$$(10)$$

T1 Bir senelik aylık tüketim verilerini, TO Temel ortalama verisini, MO Merkezi ortalama verisini, T Tüketim verisini, P Her ay için oranların toplamı(Periyot) verisini, PO Aylık periyot ortalaması verisini, GPO Genel periyot ortalaması verisini temsil etmektedir. Zaman serisi verilerinin tüketim verileri ile arasındaki hatada etkili(nispeten yüksek etki) bağımsız değişkenlerin bulunması için korelasyon analizi uygulanacaktır.

### 3.2. Korelasyon Analizi

İki modelde de korelasyon analizi verileri “A\_EyaletAdıCorrelation” ve “M\_EyaletAdıCorrelation” isimli tablolarda tutulmuştur. Korelasyon analizi iki farklı modelde de bağımsız değişkenlerin hata üzerindeki etkisinin saptanması için kullanılmıştır. Korelasyon analizi Excel programının korelasyon analizi aracı ile yapılmıştır. Her iki modeldeki tüketim verilerinde etkili bağımsız değişkenlerin hata oranı ile aralarındaki ilişki incelenmiştir. Hata oranını etkileyebilecek ölçüde ilişkili bağımsız değişkenler korelasyon analizi ile saptanmıştır. Hata oranı ile bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon katsayısı mutlak değeri 0.35 değerinden yüksek olduğunda bağımsız değişkenin hata üzerinde etkili olduğuna karar verilmiştir. Korelasyon değerlerinin hiçbirinin mutlak değeri 0.35 değerini geçmediği durumda en yüksek korelasyon katsayısına sahip bağımsız değişkenin hata üzerinde etkili olduğuna karar verilmiştir. Hata oranı üzerinde etkili bağımsız değişken veya değişkenler bulunduktan sonra bu değişkenlerin de kendi aralarındaki korelasyon katsayıları incelenip, katsayının mutlak değeri 0.9 üzerinde olmasının ardından bu iki değişkenin yüksek ilişkiye sahip olduğundan dolayı iki değişkenden yalnız birini

çözümüne dahil etmenin yeterli olacağı sonucuna varılmıştır. Hata oranı üzerinde etkili bağımsız değişkenlerin bulunmasının ardından bu değişkenler ile hata oranının tekrar tahmin edilmesi ve bu sayede hata oranının düşürülmeye çalışılması için regresyon yöntemi kullanılacaktır.

### 3.3. Regresyon Analizi

Bu adımda yapılan tüm değişiklikler her iki modelde de “A\_EyaletAdıEEst” ve “M\_EyaletAdıEEst” isimli tablolara kaydedilmiştir. Her iki modelde hata oranlarının, hata oranı üzerinde etkili değişkenler ile tekrardan tahmin edilmesi için regresyon yöntemi kullanılmıştır. Korelasyon analizinden sonra hata oranı üzerinde etkili olarak seçilen değişkenler Excel programının regresyon aracı kullanılarak regresyona tabi tutulmuştur. Regresyon çıktılarında her bağımsız değişken regresyon çıktısındaki katsayısı ile çarpıldıktan sonra yine regresyon analizi çıktısı olan kesişim verisi ile toplanarak(Denklem 11) “Eprediction” adlı sütuna yazılmıştır. Zaman serisi verilerinin yeni hesaplanmış hata verisinden arındırılması için zaman serisi verilerinden hesaplanan hata verisi çıkartılıp(Denklem 12) “Prediction wE” isimli sütuna yazılmıştır. Eğitim ve test verileri için, zaman serisi verilerinin hata oranı ile hatadan arındırılmış tüketim tahmini verilerinin hata oranı ayrı bir sütunda hesaplanarak “MAPE D” ve “MAPE D+E” hücrelerinin yanına yazılmıştır. Eğitim ve test verileri için modelden sonra değişim oranları ise “Improvement” hücresinin yanına ayrı şekilde yazılmıştır.

$$Hata\ Tahmini = BD \times RK + K \quad (11)$$

$$Hatadan\ Arındırılmış\ Tahmin = TSD - HT \quad (12)$$

BD Bağımsız değişken verisini, RK regresyon katsayısını, K kesişimi, TSD zaman serisi verisini, HT hata tahmini verisini ifade etmektedir.

## BÖLÜM 4. SONUÇ

### 4.1. Çarpımsal Model Sonuçları

Çalışmanın bu kısmında Çarpımsal modele ilişkin nihai sezonsal indeksler ve hata oranı ile ilgili eğitim ve test verisi için ayrı hesaplanmış standart sapma,  $R^2$  gibi modelin uyumluluğu hakkında bilgi veren veriler de paylaşılmıştır.

#### 4.1.1. California eyaleti Çarpımsal model sonuçları

Tablo 2. California eyaleti Çarpımsal model nihai sezonsal indeksler.

Aylar	M_California Nihai Sezonsal İndeksler
Ocak	1,193
Şubat	1,085
Mart	1,018
Nisan	0,901
Mayıs	1,016
Haziran	0,849
Temmuz	0,839
Ağustos	0,987
Eylül	0,973
Ekim	0,960
Kasım	0,984
Aralık	1,193

Tablo 2’de California eyaletinin nihai sezonsal indeksleri görülmektedir. Bu indeksler kullanılarak tüm veri seti için sezonsallıktan arındırılmış doğalgaz tüketim verileri elde edilmiştir. Bu tüketim verileri kullanılarak trend verileri de eklendikten sonra zaman serisi elde edilmiş ve bu sayede California eyaleti için, tüketim verileri ile zaman serisi arasındaki hata oranı bulunmuştur.

Tablo 3. California eyaleti Çarpımsal model eğitim veri seti istatistikleri.

Eğitim Veri Seti	
Ortalama	188070,8
Standart Sapma	23462,28
Ortalama e(hata)	-13,7165
RSE	10823,6
Ayarlanmış R <sup>2</sup> e	0,461319
Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)	0,044649
Zaman Serisi R <sup>2</sup>	0,787229

Tablo 3'te California eyaleti eğitim veri seti istatistikleri gösterilmektedir. Burada hatanın(e) ayarlanmış R<sup>2</sup> istatistiği hatanın model ile uyumunu göstermektedir, bu değer sıfıra yaklaştıkça uyum artar. Aynı durum zaman serisi R<sup>2</sup> istatistiği için de geçerlidir. MAPE, modelin hata oranını gösteren etkili bir istatistikî yöntemdir.

Tablo 4. California eyaleti Çarpımsal model eğitim veri seti istatistikleri.

Test Veri Seti	
Ortalama	181336,3
Standart Sapma	22884,44
Ortalama e(hata)	8187,176
RSE	14269,27
Ayarlanmış R <sup>2</sup> e	0,623536
Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)	0,072142
Zaman Serisi R <sup>2</sup>	0,628856

Tablo 4'te aynı istatistikî veriler test veri seti için gösterilmektedir.

#### 4.1.2. Alabama eyaleti Çarpımsal model sonuçları

Tablo 5. Alabama eyaleti Çarpımsal model nihai sezonsal indeksler.

Aylar	M_ Alabama Nihai Sezonsal İndeksler
Ocak	1,222
Şubat	1,117
Mart	1,024
Nisan	0,857
Mayıs	0,854
Haziran	0,994
Temmuz	1,085
Ağustos	1,145
Eylül	0,897
Ekim	0,843
Kasım	0,893
Aralık	1,070

Tablo 5’te Alabama eyaletinin nihai sezonsal indeksleri görülmektedir. Bu indeksler kullanılarak Alabama eyaleti için zaman serisi ile tüketim verisi arasındaki hata oranı bulunmuştur.

Tablo 6. Alabama eyaleti Çarpımsal model eğitim veri seti istatistikleri.

Eğitim Veri Seti	
Ortalama	36644,78846
Standart Sapma	10637,79489
Ortalama e(hata)	21,70842047
RSE	5054,777826
Ayarlanmış R <sup>2</sup> e	0,475171582
Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)	0,118215914
Zaman Serisi R <sup>2</sup>	0,775382388

Tablo 6’da Alabama eyaleti için eğitim veri seti istatistikleri gösterilmektedir.

Tablo 7. Alabama eyaleti Çarpımsal model eğitim veri seti istatistikleri.

Test Veri Seti	
Ortalama	54266,29167
Standart Sapma	5624,843089
Ortalama e(hata)	3639,390553
RSE	14269,27
Ayarlanmış R <sup>2</sup> e	0,647020814
Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)	0,056556688
Zaman Serisi R <sup>2</sup>	0,705508753

Tablo 7’de aynı istatistiki veriler test veri seti için gösterilmektedir.

#### 4.1.3. Colorado eyaleti Çarpımsal model sonuçları

Tablo 8. Colorado eyaleti Çarpımsal model nihai sezonsal indeksler.

Aylar	M_ Colorado Nihai Sezonsal İndeksler
Ocak	1,562
Şubat	1,394
Mart	1,173
Nisan	0,903
Mayıs	0,728
Haziran	0,631
Temmuz	0,725
Ağustos	0,672
Eylül	0,631
Ekim	0,855
Kasım	1,172
Aralık	1,554

Tablo 8’de Colorado eyaletinin nihai sezonsal indeksleri görülmektedir. Bu indeksler kullanılarak Colorado eyaleti için zaman serisi ile tüketim verisi arasındaki hata oranı bulunmuştur.

Tablo 9. Colorado eyaleti eğitim Çarpımsal model veri seti istatistikleri.

Eğitim Veri Seti	
Ortalama	32214,30128
Standart Sapma	11727,37242
Ortalama e(hata)	-
RSE	27,99540819
Ayarlanmış R <sup>2</sup> e	3617,0489
Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)	0,308
Zaman Serisi R <sup>2</sup>	0,087

Tablo 9’da Colorado eyaleti için eğitim veri seti istatistikleri gösterilmektedir.

Tablo 10. Colorado eyaleti Çarpımsal model eğitim veri seti istatistikleri.

Test Veri Seti	
Ortalama	29151,541
Standart Sapma	11040,154
Ortalama e(hata)	219,878
RSE	2751,688
Ayarlanmış R <sup>2</sup> e	0,249243
Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)	0,07706
Zaman Serisi R <sup>2</sup>	0,939453

Tablo 10’da aynı istatistiki veriler test veri seti için gösterilmektedir.

### 4.1.3. New York eyaleti Çarpımsal model sonuçları

Tablo 11. New York eyaleti Çarpımsal model nihai sezonsal indeksler.

Aylar	M_ New_York Nihai Sezonsal İndeksler
Ocak	1,491
Şubat	1,447
Mart	1,321
Nisan	0,969
Mayıs	0,767
Haziran	0,727
Temmuz	0,819
Ağustos	0,792
Eylül	0,684
Ekim	0,729
Kasım	0,967
Aralık	1,286

Tablo 11’de New York eyaletinin nihai sezonsal indeksleri görülmektedir. Bu indeksler kullanılarak New York eyaleti için zaman serisi ile tüketim verisi arasındaki hata oranı bulunmuştur.

Tablo 12. New York eyaleti Çarpımsal model eğitim veri seti istatistikleri.

Eğitim Veri Seti	
Ortalama	97058,03205
Standart Sapma	30102,03259
Ortalama e(hata)	-59,05569953
RSE	9454,205045
Ayarlanmış R <sup>2</sup> e	0,314071982
Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)	0,074732995
Zaman Serisi R <sup>2</sup>	0,901425209

Tablo 12’de New York eyaleti için eğitim veri seti istatistikleri gösterilmektedir.



Tablo 13. New York Çarpımsal model eyaleti eğitim veri seti istatistikleri.

Test Veri Seti	
Ortalama	107977,2917
Standart Sapma	35718,21869
Ortalama e(hata)	-
RSE	2392,001205
Ayarlanmış R <sup>2</sup> e	13519,4713
Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)	0,378503514
Zaman Serisi R <sup>2</sup>	0,075057702
	0,860167296

Tablo 13’de aynı istatistiki veriler test veri seti için gösterilmektedir.

#### 4.1.3. Oregon eyaleti Çarpımsal model sonuçları

Tablo 14. Oregon Çarpımsal model eyaleti nihai sezonsal indeksler.

Aylar	M_ Oregon Nihai Sezonsal İndeksler
Ocak	1,436
Şubat	1,277
Mart	1,140
Nisan	0,883
Mayıs	0,650
Haziran	0,568
Temmuz	0,771
Ağustos	0,883
Eylül	0,904
Ekim	0,979
Kasım	1,149
Aralık	1,361

Tablo 14’de Oregon eyaletinin nihai sezonsal indeksleri görülmektedir. Bu indeksler kullanılarak New York eyaleti için zaman serisi ile tüketim verisi arasındaki hata oranı bulunmuştur.

Tablo 15. Oregon Çarpımsal model eyaleti eğitim veri seti istatistikleri.

Eğitim Veri Seti	
Ortalama	97058,032
Standart Sapma	30102,03259
Ortalama e(hata)	-59,05569953
RSE	9454,205045
Ayarlanmış R <sup>2</sup> e	0,314071982
Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)	0,074732995
Zaman Serisi R <sup>2</sup>	0,901425209

Tablo 15'te Oregon eyaleti için eğitim veri seti istatistikleri gösterilmektedir.

Tablo 16. Oregon eyaleti Çarpımsal model eğitim veri seti istatistikleri.

Test Veri Seti	
Ortalama	107977,2917
Standart Sapma	35718,21869
Ortalama e(hata)	-2392,001205
RSE	13519,4713
Ayarlanmış R <sup>2</sup> e	0,378503514
Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)	0,075057702
Zaman Serisi R <sup>2</sup>	0,860167296

Tablo 16'da aynı istatistiki veriler test veri seti için gösterilmektedir.

## 4.2. Toplamsal Model Sonuçları

Çalışmanın bu kısmında Toplamsal modele ilişkin nihai sezonsal indeksler ve hata oranı ile ilgili eğitim ve test verisi için ayrı hesaplanmış standart sapma,  $R^2$  gibi modelin uyumluluğu hakkında bilgi veren veriler de paylaşılmıştır.

### 4.2.1. California eyaleti Toplamsal model sonuçları

Tablo 17. California eyaleti Toplamsal model nihai sezonsal indeksler.

Aylar	A_California Nihai Sezonsal İndeksler
Ocak	36504,563
Şubat	16014,619
Mart	3370,644
Nisan	-18709,898
Mayıs	3136,075
Haziran	-28300,285
Temmuz	-30049,387
Ağustos	-2533,228
Eylül	-5171,742
Ekim	-7597,149
Kasım	-3049,066
Aralık	36548,956

Tablo 17’de California eyaletinin nihai sezonsal indeksleri görülmektedir.

Tablo 18. California eyaleti Toplamsal model eğitim veri seti istatistikleri.

Eğitim Veri Seti	
Ortalama	188070,8
Standart Sapma	23462,28
Ortalama e(hata)	2,03E-10
RSE	10836,03
Ayarlanmış R <sup>2</sup> e	0,461849
Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)	0,044547
Zaman Serisi R <sup>2</sup>	0,786719

Tablo 18’de California eyaleti eğitim veri seti istatistikleri gösterilmektedir.

Tablo 19. California eyaleti Toplamsal model eğitim veri seti istatistikleri.

Test Veri Seti	
Ortalama	181336,3
Standart Sapma	22884,44
Ortalama e(hata)	8606,782
RSE	14202,39
Ayarlanmış R <sup>2</sup> e	0,620613
Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)	0,072528
Zaman Serisi R <sup>2</sup>	0,630654

Tablo 19’da aynı istatistiki veriler test veri seti için gösterilmektedir.

#### 4.2.2. Alabama eyaleti Toplamsal model sonuçları

Tablo 20. Alabama eyaleti Toplamsal model nihai sezonsal indeksler.

Aylar	A_ Alabama Nihai Sezonsal İndeksler
Ocak	7839,664
Şubat	3728,032
Mart	624,759
Nisan	-5432,455
Mayıs	-4897,715
Haziran	-170,073
Temmuz	2779,745
Ağustos	4890,631
Eylül	-3562,054
Ekim	-5425,372
Kasım	-3128,776
Aralık	2753,612

Tablo 20’de Alabama eyaletinin nihai sezonsal indeksleri görülmektedir.

Tablo 21. Alabama eyaleti Toplamsal model eğitim veri seti istatistikleri.

Eğitim Veri Seti	
Ortalama	36644,78846
Standart Sapma	10637,79489
Ortalama e(hata)	2,15014E-11
RSE	4879,479027
Ayarlanmış R <sup>2</sup> e	0,458692716
Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)	0,11616054
Zaman Serisi R <sup>2</sup>	0,789611839

Tablo 21’de Alabama eyaleti eğitim veri seti istatistikleri gösterilmektedir.

Tablo 22. Alabama eyaleti Toplamsal model eğitim veri seti istatistikleri.

Test Veri Seti	
Ortalama	54266,29167
Standart Sapma	5624,843089
Ortalama e(hata)	-709,134707
RSE	3042,092597
Ayarlanmış R <sup>2</sup> e	0,540831548
Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)	0,046575566
Zaman Serisi R <sup>2</sup>	0,712269676

Tablo 22’de aynı istatistiki veriler test veri seti için gösterilmektedir.

#### 4.2.3. Colorado eyaleti Toplamsal model sonuçları

Tablo 23. v eyaleti Toplamsal model nihai sezonsal indeksler.

Aylar	A_ Colorado Nihai Sezonsal İndeksler
Ocak	18320,138
Şubat	12711,280
Mart	5782,812
Nisan	-2829,271
Mayıs	-8542,348
Haziran	-11545,907
Temmuz	-8494,273
Ağustos	-10187,938
Eylül	-11516,155
Ekim	-4346,485
Kasım	5698,661
Aralık	18129,129

Tablo 23’de Colorado eyaletinin nihai sezonsal indeksleri görülmektedir.

Tablo 24. Colorado eyaleti Toplamsal model eğitim veri seti istatistikleri.

Eğitim Veri Seti	
Ortalama	32214,3
Standart Sapma	11727,37
Ortalama e(hata)	1,91E-11
RSE	3517,421
Ayarlanmış R <sup>2</sup> e	0,299933
Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)	0,085792
Zaman Serisi R <sup>2</sup>	0,9102

Tablo 24'te Colorado eyaleti eğitim veri seti istatistikleri gösterilmektedir.

Tablo 25. Colorado eyaleti Toplamsal model eğitim veri seti istatistikleri.

Test Veri Seti	
Ortalama	29151,54
Standart Sapma	11040,15
Ortalama e(hata)	757,9502
RSE	2718,493
Ayarlanmış R <sup>2</sup> e	0,246237
Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)	0,077745
Zaman Serisi R <sup>2</sup>	0,941184

Tablo 25'te aynı istatistiki veriler test veri seti için gösterilmektedir.

#### 4.2.4. New York eyaleti Toplamsal model sonuçları

Tablo 26. New York eyaleti Toplamsal model nihai sezonsal indeksler.

Aylar	A_ New_York Nihai Sezonsal İndeksler
Ocak	48356,705
Şubat	43815,990
Mart	31540,500
Nisan	-2774,197
Mayıs	-22198,817
Haziran	-25847,496
Temmuz	-16778,139
Ağustos	-19712,628
Eylül	-30187,564
Ekim	-25728,648
Kasım	-2068,335
Aralık	28938,130

Tablo 26’da New York eyaletinin nihai sezonsal indeksleri görülmektedir.

Tablo 27. New York eyaleti Toplamsal model eğitim veri seti istatistikleri.

Eğitim Veri Seti	
Ortalama	97058,03205
Standart Sapma	30102,03259
Ortalama e(hata)	-2,929E-11
RSE	9625,225563
Ayarlanmış R <sup>2</sup> e	0,319753343
Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)	0,076593517
Zaman Serisi R <sup>2</sup>	0,897769057

Tablo 27’de New York eyaleti eğitim veri seti istatistikleri gösterilmektedir.



Tablo 28. New York eyaleti Toplamsal model eğitim veri seti istatistikleri.

Test Veri Seti	
Ortalama	107977,2917
Standart Sapma	35718,21869
Ortalama e(hata)	-1915,6751
RSE	14090,91647
Ayarlanmış R <sup>2</sup> e	0,394502217
Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)	0,075957072
Zaman Serisi R <sup>2</sup>	0,860642478

Tablo 28’de aynı istatistiki veriler test veri seti için gösterilmektedir.

#### 4.2.5. Oregon eyaleti Toplamsal model sonuçları

Tablo 29. Oregon eyaleti Toplamsal model nihai sezonsal indeksler.

Aylar	A_ Oregon Nihai Sezonsal İndeksler
Ocak	8095,018
Şubat	5183,004
Mart	2560,058
Nisan	-2127,103
Mayıs	-6482,505
Haziran	-7980,636
Temmuz	-4186,927
Ağustos	-2159,872
Eylül	-1816,153
Ekim	-426,384
Kasım	2679,561
Aralık	28938,130

Tablo 29’da Oregon eyaletinin nihai sezonsal indeksleri görülmektedir.

Tablo 30. Oregon eyaleti Toplamsal model eğitim veri seti istatistikleri.

Eğitim Veri Seti	
Ortalama	18573,55
Standart Sapma	5667,651
Ortalama e(hata)	-1,5E-11
RSE	2628,473
Ayarlanmış R <sup>2</sup> e	0,463768
Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)	0,123388
Zaman Serisi R <sup>2</sup>	0,785319

Tablo 30'da Oregon eyaleti eğitim veri seti istatistikleri gösterilmektedir.

Tablo 31. Oregon eyaleti Toplamsal model eğitim veri seti istatistikleri.

Test Veri Seti	
Ortalama	19214,17
Standart Sapma	4996,408
Ortalama e(hata)	0,813861
RSE	3483,001
Ayarlanmış R <sup>2</sup> e	0,697101
Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)	0,15649
Zaman Serisi R <sup>2</sup>	0,572493

Tablo 31'de aynı istatistiki veriler test veri seti için gösterilmektedir.

### 4.3. Çarpımsal Model Korelasyon Analizi Sonuçları

Çarpımsal ve Toplamsal model kurulurken eyaletlerin doğalgaz tüketim verileri ile zaman serileri arasındaki hata oranı iki modele özgü bir biçimde hesaplanmıştır. Bu hata oranlarında etkisi yüksek bağımsız değişkenlerin bulunması için korelasyon analizi kullanılmıştır. Her model ve eyalet için bulunan korelasyon matrisi sonuçları başlıklar halinde listelenmiştir.

#### 4.3.1. California eyaleti için Çarpımsal model korelasyon analizi sonuçları

Tablo 32. California eyaleti Çarpımsal model hata verisi-bağımsız değişkenler korelasyon katsayı matrisi

	<i>e</i>
<i>e</i>	1
California_NGGW	0,058842966
California_NGUSC	-0,032720249
California_NGUSV	-0,008349582
California_PoNGDtRC	0,056003277
California_PoNGStCC	0,080493109
California_NGCP	0,061123131
California_PCP	0,085020598
California_PDSI	0,360458197
California_PHDI	0,345717274
California_ZNDX	0,184602725
California_PMDI	0,322088794
California_CDD	-0,049606642
California_HDD	-0,061969443
California_SP01	0,135490112
California_SP02	0,202037992
California_SP03	0,211644999
California_SP06	0,261265599
California_SP09	0,321873584
California_SP12	0,350089387
California_SP24	0,165184526
California_TMIN	0,035253333
California_TMAX	0,01612338

Tablo 32’de California eyaletinin Çarpımsal modelde bulunan hata oranı ile bağımsız değişkenler(özellikler) arasındaki korelasyon katsayıları gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde “California\_PDSI”, “California\_PHDI”, “California\_PMDI”, “California\_PMDI” bağımsız değişkenlerinin hata üzerinde etkili olduğunu görebilmekteyiz. Bulunan etkili değişkenlerin de kendi aralarındaki korelasyon değerleri incelenerek aralarında yüksek korelasyon katsayısı gözlenen etkili değişkenlerden birinin modelin devamında kullanılmasına karar verilmiştir. Bu sayede modelde gereksiz bağımsız değişken kullanılmasının önüne geçilmiştir. Etkili bağımsız değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyon değerleri yazının devamında tablolar halinde gösterilmiştir.

Tablo 33. “California\_PDSI” ve diğer bağımsız değişkenlerin arasındaki korelasyon katsayıları

	California_PDSI
California_PDSI	1
California_PHDI	0,926884682686637
California_PMDI	0,959346174391528
California_SP12	0,85554458420197

Tablo ’de görüldüğü üzere “California\_PDSI” bağımsız değişkeninin “California\_PHDI“, “California\_PMDI” bağımsız değişkenleri ile yüksek korelasyon ilişkisi göstermesi sonucu sadece “California\_PDSI” bağımsız değişkeni çözüme dahil edilmiştir. Diğer bağımsız değişkenler ile yüksek korelasyon ilişkisi göstermeyen “California\_SP12” özelliği de çözüme dahil edilmiştir.

### 4.3.2. Alabama eyaleti için Çarpımsal model korelasyon analizi sonuçları

Tablo 34. Alabama eyaleti Çarpımsal model hata verisi-bağımsız değişkenler korelasyon katsayı matrisi

	<i>e</i>
<i>e</i>	1
Alabama_NGGW	-0,046651726
Alabama_NGUSC	-0,042848617
Alabama_NGUSV	-0,073355136
Alabama_PoNGDtRC	0,359355755
Alabama_PoNGStCC	0,564539234
Alabama_NGCP	0,539002214
Alabama_PCP	0,189075469
Alabama_PDSI	0,143189595
Alabama_PHDI	0,141442952
Alabama_ZNDX	0,200463131
Alabama_PMDI	0,170576096
Alabama_CDD	-0,006076694
Alabama_HDD	-0,072458342
Alabama_SP01	0,176143191
Alabama_SP02	0,159359649
Alabama_SP03	0,192129096
Alabama_SP06	0,195886822
Alabama_SP09	0,143186046
Alabama_SP12	0,069732215
Alabama_SP24	-0,026583626
Alabama_TMIN	0,053203927
Alabama_TMAX	0,034682261

Tablo 34’te Alabama eyaletinin Çarpımsal modelde bulunan hata oranı ile bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde “Alabama\_PoNGDtRC”, “Alabama\_PoNGStCC”, “Alabama\_NGCP”, bağımsız değişkenlerinin hata üzerinde etkili olduğunu görebilmekteyiz. Etkili bağımsız değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyon değerleri yazının devamında tablolar halinde gösterilmiştir.

Tablo 35. “Alabama\_PoNGDtRC” ve diğer bağımsız değişkenlerin arasındaki korelasyon katsayıları

	Alabama_PoNGDtRC
Alabama_PoNGDtRC	1
Alabama_PoNGStCC	0,761328953616416
Alabama_NGCP	0,492803113177499

Tablo 35’te görüldüğü üzere “Alabama\_PoNGDtRC” bağımsız değişkeninin “Alabama\_PoNGStCC“, “Alabama\_NGCP” bağımsız değişkenleri ile düşük korelasyon ilişkisi göstermesi sonucu “Alabama\_PoNGDtRC” bağımsız değişkeni çözüme dahil edilmiştir.

Tablo 36. “Alabama\_PoNGStCC” ve diğer bağımsız değişkenlerin arasındaki korelasyon katsayıları

	Alabama_PoNGStCC
Alabama_PoNGStCC	1
Alabama_NGCP	0,763105209131171

Tablo 36’da görüldüğü üzere “Alabama\_PoNGStCC” bağımsız değişkeninin “Alabama\_NGCP bağımsız değişkeni ile düşük korelasyon ilişkisi göstermesi sonucu “Alabama\_PoNGStCC” ve “Alabama\_NGCP” bağımsız değişkenleri çözüme dahil edilmiştir.

### 4.3.3. Colorado eyaleti için Çarpımsal model korelasyon analizi sonuçları

Tablo 37. Colorado eyaleti Çarpımsal model hata verisi-bağımsız değişkenler korelasyon katsayı matrisi

	<i>e</i>
<i>e</i>	1
Colorado_NGGW	-0,035088389
Colorado_NGUSC	0,108459493
Colorado_NGUSV	0,045938546
Colorado_PoNGDtRC	-0,001370835
Colorado_PoNGStCC	-0,070369662
Colorado_NGCP	-0,101726235
Colorado_PCP	-0,186274465
Colorado_PDSI	-0,370869232
Colorado_PHDI	-0,411913566
Colorado_ZNDX	-0,339945417
Colorado_PMDI	-0,398654229
Colorado_CDD	0,020908074
Colorado_HDD	-0,131725453
Colorado_SP01	-0,268732398
Colorado_SP02	-0,238707497
Colorado_SP03	-0,229367564
Colorado_SP06	-0,280275881
Colorado_SP09	-0,299196142
Colorado_SP12	-0,337794773
Colorado_SP24	-0,369270424
Colorado_TMIN	0,103425635
Colorado_TMAX	0,116750166

Tablo 37’de Colorado eyaletinin Çarpımsal modelde bulunan hata oranı ile bağımsız değişkenler(özellikler) arasındaki korelasyon katsayıları gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde “Colorado\_PDSI”, “Colorado\_PHDI”, “Colorado\_PMDI”, bağımsız değişkenlerinin hata üzerinde etkili olduğunu görebilmekteyiz. Etkili bağımsız değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyon değerleri yazının devamında tablolar halinde gösterilmiştir.

Tablo 38. “Colorad\_PDSI” ve diğer bağımsız değişkenlerin arasındaki korelasyon katsayıları

	Colorad_PDSI
Colorad_PDSI	1
Colorado_PHDI	0,903998227719716
Colorado_PMDI	0,960205247839412

Tablo 38’de görüldüğü üzere “Colorad\_PDSI” bağımsız değişkeninin “Colorado\_PHDI “, “Colorado\_PMDI” bağımsız değişkenleri ile yüksek korelasyon ilişkisi göstermesi sonucu “Colorado\_PHDI” bağımsız değişkeni çözüme dahil edilmiştir.

#### 4.3.4. New York eyaleti için Çarpımsal model korelasyon analizi sonuçları

Tablo 39. New York eyaleti Çarpımsal model hata verisi-bağımsız değişkenler korelasyon katsayı matrisi

	<i>e</i>
<i>e</i>	1
New_York_NGGW	0,222856163
New_York_NGUSC	0,043363312
New_York_NGUSV	0,039626618
New_York_PoNGDtRC	0,296035795
New_York_PoNGStCC	0,331925101
New_York_NGCP	0,266777278
New_York_PCP	0,119557311
New_York_PDSI	0,111299773
New_York_PHDI	0,255309917
New_York_ZNDX	0,097194285
New_York_PMDI	0,199683876
New_York_CDD	-
New_York_HDD	0,137422978
New_York_SP01	0,128054331
New_York_SP02	0,106654351
New_York_SP03	0,126252364
New_York_SP06	0,166298782
New_York_SP09	0,224088514
New_York_SP12	0,23982149
New_York_SP24	0,360883919
New_York_TMIN	0,118470036
New_York_TMAX	0,110533405



Tablo 39’da New York eyaletinin Çarpımsal modelde bulunan hata oranı ile bağımsız değişkenler(özellikler) arasındaki korelasyon katsayıları gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde yalnızca “New\_York\_SP24” bağımsız değişkeninin hata üzerinde etkili olduğunu görebilmekteyiz bunun sonucunda sadece “New\_York\_SP24” bağımsız değişkeni çözüme dahil edilmiştir.

#### 4.3.5. Oregon eyaleti için Çarpımsal model korelasyon analizi sonuçları

Tablo 40. Oregon eyaleti Çarpımsal model hata verisi-bağımsız değişkenler korelasyon katsayı matrisi

	<i>e</i>
<i>e</i>	1
Oregon_NGGW	0,161062574
Oregon_NGUSC	-0,010737189
Oregon_NGUSV	-0,053662923
Oregon_PoNGDtRC	-0,215233523
Oregon_PoNGStCC	-0,298156818
Oregon_NGCP	-0,272722785
Oregon_PCP	0,087775326
Oregon_PDSI	0,154498545
Oregon_PHDI	0,211152977
Oregon_ZNDX	0,129865246
Oregon_PMDI	0,185459993
Oregon_CDD	-0,038863609
Oregon_HDD	-0,086885993
Oregon_SP01	0,118544185
Oregon_SP02	0,167382565
Oregon_SP03	0,172072967
Oregon_SP06	0,183953556
Oregon_SP09	0,16184433
Oregon_SP12	0,266144854
Oregon_SP24	-0,036551439
Oregon_TMIN	0,089172503
Oregon_TMAX	0,048800077

Tablo 40'ta Oregon eyaletinin Çarpımsal modelde bulunan hata oranı ile bağımsız değişkenler(özellikler) arasındaki korelasyon katsayıları gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde yalnızca “Oregon\_PoNGStCC” bağımsız değişkeninin hata üzerinde etkili olduğunu görebilmekteyiz bunun sonucunda sadece “Oregon\_PoNGStCC” bağımsız değişkeni çözüme dahil edilmiştir.

#### 4.4. Toplamsal Model Korelasyon Analizi Sonuçları

##### 4.4.1. California eyaleti için Toplamsal model korelasyon analizi sonuçları

Tablo 41. California eyaleti Toplamsal model hata verisi-bağımsız değişkenler korelasyon katsayı matrisi

	<i>e</i>
<i>e</i>	1
California_NGGW	0,04173
California_NGUSC	-0,01891
California_NGUSV	0,0015
California_PoNGDtRC	0,061327
California_PoNGStCC	0,081256
California_NGCP	0,057141
California_PCP	0,085454
California_PDSI	0,35502
California_PHDI	0,340905
California_ZNDX	0,183213
California_PMDI	0,317317
California_CDD	-0,04684
California_HDD	-0,06197
California_SP01	0,137927
California_SP02	0,204565
California_SP03	0,212897
California_SP06	0,259162
California_SP09	0,316686
California_SP12	0,342694
California_SP24	0,159667
California_TMIN	0,036314
California_TMAX	0,016694

Tablo 41’de California eyaletinin Çarpımsal modelde bulunan hata oranı ile bağımsız değişkenler(özellikler) arasındaki korelasyon katsayıları gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde “California\_PDSI”, “California\_PHDI”, “California\_SPI”, bağımsız değişkenlerinin hata üzerinde etkili olduğunu görebilmekteyiz. Etkili bağımsız değişkenlerin kerdi aralarındaki korelasyon değerleri yazının devamında tablolar halinde gösterilmiştir.

Tablo 42. “California\_PDSI” ve diğer bağımsız değişkenlerin arasındaki korelasyon katsayıları

	California_PDSI
California_PDSI	1
California_PHDI	0,926884682686637
California_SP12	0,85554458420197

Tablo 42’de görüldüğü üzere “California\_PDSI” bağımsız değişkeninin “California\_PHDI“ bağımsız değişkeni ile yüksek, “California\_SP12” bağımsız değişkenleri ile düşük korelasyon ilişkisi göstermesi sonucu “California\_PDSI” ve “California\_SP12” bağımsız değişkenleri çözüme dahil edilmiştir.

#### 4.4.2. Alabama eyaleti için Toplamsal model korelasyon analizi sonuçları

Tablo 43. Alabama eyaleti Toplamsal model hata verisi-bağımsız değişkenler korelasyon katsayı matrisi

	<i>e</i>
<i>e</i>	1
Alabama_NGGW	-0,016363703
Alabama_NGUSC	-0,08423191
Alabama_NGUSV	-0,088264332
Alabama_PoNGDtRC	0,363822996
Alabama_PoNGStCC	0,572540905
Alabama_NGCP	0,56438125
Alabama_PCP	0,158871544
Alabama_PDSI	0,156008932
Alabama_PHDI	0,155999527
Alabama_ZNDX	0,198754932
Alabama_PMDI	0,183698477
Alabama_CDD	-0,030572821
Alabama_HDD	-0,073024777
Alabama_SP01	0,168055216
Alabama_SP02	0,161081903
Alabama_SP03	0,20155092
Alabama_SP06	0,210053375
Alabama_SP09	0,153905278
Alabama_SP12	0,079305502
Alabama_SP24	-0,023858587
Alabama_TMIN	0,039675343
Alabama_TMAX	0,028429767

Tablo 43'te Alabama eyaletinin Toplamsal modelde bulunan hata oranı ile bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde "Alabama\_PoNGDtRC", "Alabama\_PoNGStCC", "Alabama\_NGCP", bağımsız değişkenlerinin hata üzerinde etkili olduğunu görebilmekteyiz. Etkili bağımsız değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyon değerleri yazının devamında tablolar halinde aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 44. “Alabama\_PoNGDtRC” ve diğer bağımsız değişkenlerin arasındaki korelasyon katsayıları

	Alabama_PoNGDtRC
Alabama_PoNGDtRC	1
Alabama_PoNGStCC	0,761328953616416
Alabama_NGCP	0,492803113177499

Tablo 44’te görüldüğü üzere “Alabama\_PoNGDtRC” bağımsız değişkeninin “Alabama\_PoNGStCC”, “Alabama\_NGCP” bağımsız değişkenleri ile düşük korelasyon ilişkisi göstermesi sonucu “Alabama\_PoNGDtRC” bağımsız değişkeni çözüme dahil edilmiştir.

Tablo 45. “Alabama\_PoNGStCC” ve diğer bağımsız değişkenlerin arasındaki korelasyon katsayıları

	Alabama_PoNGStCC
Alabama_PoNGStCC	1
Alabama_NGCP	0,763105209131171

Tablo 45’te görüldüğü üzere “Alabama\_PoNGStCC” bağımsız değişkeninin “Alabama\_NGCP” bağımsız değişkeni ile düşük korelasyon ilişkisi göstermesi sonucu “Alabama\_PoNGStCC” ve “Alabama\_NGCP” bağımsız değişkenleri çözüme dahil edilmiştir.

#### 4.4.3. Colorado eyaleti için Toplamsal model korelasyon analizi sonuçları

Tablo 46. Colorado eyaleti Toplamsal model hata verisi-bağımsız değişkenler korelasyon katsayı matrisi

	<i>e</i>
<i>e</i>	1
Colorado_NGGW	0,029194402
Colorado_NGUSC	0,147522236
Colorado_NGUSV	0,073246873
Colorado_PoNGDtRC	0,011487292
Colorado_PoNGStCC	-0,060591981
Colorado_NGCP	-0,127073727
Colorado_PCP	-0,179180532
Colorado_PDSI	-0,364463377
Colorado_PHDI	-0,417018676
Colorado_ZNDX	-0,34387078
Colorado_PMDI	-0,398794929
Colorado_CDD	0,034116078
Colorado_HDD	-0,149668746
Colorado_SP01	-0,264196536
Colorado_SP02	-0,239585782
Colorado_SP03	-0,236789639
Colorado_SP06	-0,281745224
Colorado_SP09	-0,298334724
Colorado_SP12	-0,336258359
Colorado_SP24	-0,366786983
Colorado_TMIN	0,122128003
Colorado_TMAX	0,136541128

Tablo 46’da Colorado eyaletinin Toplamsal modelde bulunan hata oranı ile bağımsız değişkenler(özellikler) arasındaki korelasyon katsayıları gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde “Colorado\_PDSI”, “Colorado\_PHDI”, “Colorado\_PMDI”, “Colorado\_SP24” bağımsız değişkenlerinin hata üzerinde etkili olduğunu görebilmekteyiz. Etkili bağımsız değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyon değerleri yazının devamında tablolar halinde aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 47. “Colorado\_PDSI” ve diğer bağımsız değişkenlerin arasındaki korelasyon katsayıları

	Colorado_PDSI
Colorado_PDSI	1
Colorado_PHDI	0,903998227719716
Colorado_PMDI	0,960205247839412
Colorado_SP24	0,797032679112417

Tablo 47’de görüldüğü üzere “Colorado\_PDSI” bağımsız değişkeninin “Colorado\_PHDI“, “Colorado\_PMDI” bağımsız değişkenleri ile yüksek, “Colorado\_SP24” bağımsız değişkeni ile düşük korelasyon ilişkisi göstermesi sonucu “Colorado\_PHDI” bağımsız değişkeni çözüme dahil edilmiştir.

#### 4.4.4. New York eyaleti için Toplamsal model korelasyon analizi sonuçları

Tablo 48. New York eyaleti Toplamsal model hata verisi-bağımsız değişkenler korelasyon katsayı matrisi

	<i>e</i>
<i>e</i>	1
New_York_NGGW	0,210215168
New_York_NGUSC	0,064824858
New_York_NGUSV	0,063060841
New_York_PoNGDtRC	0,305278526
New_York_PoNGStCC	0,323861709
New_York_NGCP	0,291957777
New_York_PCP	0,112650908
New_York_PDSI	0,112209894
New_York_PHDI	0,252254702
New_York_ZNDX	0,094391951
New_York_PMDI	0,199436685
New_York_CDD	-0,051723675
New_York_HDD	-0,125832122
New_York_SP01	0,122527076
New_York_SP02	0,104100825
New_York_SP03	0,129319734
New_York_SP06	0,171991566
New_York_SP09	0,216261611
New_York_SP12	0,234673378
New_York_SP24	0,366225459
New_York_TMIN	0,108741543
New_York_TMAX	0,099679625

Tablo 48’de New York eyaletinin Toplamsal modelde bulunan hata oranı ile bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde yalnızca “New\_York\_SP24” bağımsız değişkeninin hata üzerinde etkili olduğunu görebilmekteyiz bunun sonucunda sadece “New\_York\_SP24” bağımsız değişkeni çözüme dahil edilmiştir.

#### 4.4.5. Oregon eyaleti için Toplamsal model korelasyon analizi sonuçları

Tablo 49. Oregon eyaleti Toplamsal model hata verisi-bağımsız değişkenler korelasyon katsayı matrisi

	<i>e</i>
<i>e</i>	1
Oregon_NGGW	0,193091514
Oregon_NGUSC	0,060594805
Oregon_NGUSV	-0,016493061
Oregon_PoNGDtRC	-0,200904616
Oregon_PoNGStCC	-0,292287641
Oregon_NGCP	-0,276623566
Oregon_PCP	0,085792158
Oregon_PDSI	0,187173348
Oregon_PHDI	0,244991
Oregon_ZNDX	0,142835164
Oregon_PMDI	0,219643779
Oregon_CDD	-0,031211447
Oregon_HDD	-0,091937617
Oregon_SP01	0,128140167
Oregon_SP02	0,180637463
Oregon_SP03	0,188759166
Oregon_SP06	0,199520402
Oregon_SP09	0,173752462
Oregon_SP12	0,276410866
Oregon_SP24	0,001088993
Oregon_TMIN	0,095400928
Oregon_TMAX	0,05421239

Tablo 49’da Oregon eyaletinin Toplamsal modelde bulunan hata oranı ile bağımsız değişkenler(özellikler) arasındaki korelasyon katsayıları gösterilmektedir.



Sonuçlar incelendiğinde yalnızca “Oregon\_PoNGStCC” bağımsız değişkeninin hata üzerinde etkili olduğunu görebilmekteyiz bunun sonucunda sadece “Oregon\_PoNGStCC” bağımsız değişkeni çözüme dahil edilmiştir.

#### 4.4. Çarpımsal Model Hata Tahmini Sonuçları

Bu başlık altında Çarpımsal model ile tahmin edilen hatanın modelde sağladığı iyileştirme yüzdesi MAPE metodu vasıtası ile gösterilecektir.

##### 4.4.1. California eyaleti için Çarpımsal model hata tahmin sonuçları

Tablo 50. California eyaleti Çarpımsal modelde MAPE ve değişim oranları.

	Model	Test
MAPE D	7,47%	7,51%
MAPE D+E	7,27%	8,91%
Improvement	2,84%	-15,78%

Tablo 50’de görülebileceği üzere California eyaleti için hata tahmininde model veri setinde 2.84% oranında iyileştirme yakalanmıştır test veri setinde ise -15,78% oranında gerileme gözlemlenmiştir. Bunun sebebi olarak 24 veriye sahip test veri setinin değişimlere model veri setinden daha hassas olması gösterilebilir.

#### 4.4.2. Alabama eyaleti için Çarpımsal model hata tahmin sonuçları

Tablo 51. Alabama eyaleti Çarpımsal modelde MAPE ve değişim oranları.

	Model	Test
MAPE D	11,82%	7,21%
MAPE D+E	8,86%	7,90%
Improvement	33,49%	-8,66%

Tablo 51’de görülebileceği üzere Alabama eyaleti için hata tahmininde model veri setinde 33,49% oranında iyileştirme yakalanmıştır test veri setinde ise -8,66% oranında gerileme gözlemlenmiştir.

#### 4.4.3. Colorado eyaleti için Çarpımsal model hata tahmin sonuçları

Tablo 52. Colorado eyaleti Çarpımsal modelde MAPE ve değişim oranları.

	Model	Test
MAPE D	8,70%	7,71%
MAPE D+E	7,95%	10,28%
Improvement	9,40%	-25,00%

Tablo 52’de görülebileceği üzere Colorado eyaleti için hata tahmininde model veri setinde 9,4% oranında iyileştirme yakalanmıştır test veri setinde ise -25% oranında gerileme gözlemlenmiştir.

#### 4.4.4. New York eyaleti için Çarpımsal model hata tahmin sonuçları

Tablo 53. New York eyaleti Çarpımsal modelde MAPE ve değişim oranları.

	Model	Test
MAPE D	7,47%	7,51%
MAPE D+E	7,27%	8,91%
Improvement	2,84%	-15,78%

Tablo 53'te görülebileceği üzere New York eyaleti için hata tahmininde model veri setinde 2,84% oranında iyileştirme yakalanmıştır test veri setinde ise -15,78% oranında gerileme gözlemlenmiştir.

#### 4.4.5. Oregon eyaleti için Çarpımsal model hata tahmin sonuçları

Tablo 54. New York eyaleti Çarpımsal modelde MAPE ve değişim oranları.

	Model	Test
MAPE D	12,07%	7,51%
MAPE D+E	11,62%	7,46%
Improvement	3,85%	0,65%

Tablo 54'te görülebileceği üzere Oregon eyaleti için hata tahmininde model veri setinde 3,85% oranında iyileştirme yakalanmıştır test veri setinde ise 0,65% oranında iyileşme gözlemlenmiştir.

#### 4.5. Toplamsal Model Hata Tahmini Sonuçları

Bu başlık altında Toplamsal model ile tahmin edilen hatanın modelde sağladığı iyileştirme yüzdesi MAPE metodu vasıtası ile gösterilecektir.

#### 4.5.1. California eyaleti için Toplamsal model hata tahmin sonuçları

Tablo 55. California eyaleti Toplamsal modelde MAPE ve değişim oranları.

	Model	Test
MAPE D	4,45%	7,25%
MAPE D+E	4,33%	7,14%
Improvement	2,93%	1,65%

Tablo 55’te görülebileceği üzere California eyaleti için hata tahmininde model veri setinde 2.93% oranında iyileştirme yakalanmıştır test veri setinde ise 1,65% oranında iyileşme gözlemlenmiştir. Bunun sebebi olarak 24 veriye sahip test veri setinin değişimlere model veri setinden daha hassas olması gösterilebilir.

#### 4.5.2. Alabama eyaleti için Toplamsal model hata tahmin sonuçları

Tablo 56. Alabama eyaleti Toplamsal modelde MAPE ve değişim oranları.

	Model	Test
MAPE D	11,62%	4,66%
MAPE D+E	8,71%	6,68%
Improvement	33,35%	-30,26%

Tablo 56’da görülebileceği üzere Alabama eyaleti için hata tahmininde model veri setinde 33,35% oranında iyileştirme yakalanmıştır test veri setinde ise -30,26% oranında gerileme gözlemlenmiştir.

### 4.5.3. Colorado eyaleti için Toplamsal model hata tahmin sonuçları

Tablo 57. Colorado eyaleti Toplamsal modelde MAPE ve değişim oranları.

	Model	Test
MAPE D	8,58%	7,77%
MAPE D+E	7,76%	10,36%
Improvement	10,59%	-24,97%

Tablo 57’de görülebileceği üzere Colorado eyaleti için hata tahmininde model veri setinde 10,59% oranında iyileştirme yakalanmıştır test veri setinde ise -25,97% oranında gerileme gözlemlenmiştir.

### 4.5.4. New York eyaleti için Toplamsal model hata tahmin sonuçları

Tablo 58. New York eyaleti Toplamsal modelde MAPE ve değişim oranları.

	Model	Test
MAPE D	7,66%	7,60%
MAPE D+E	7,43%	9,99%
Improvement	3,15%	-23,93%

Tablo 58’de görülebileceği üzere New York eyaleti için hata tahmininde model veri setinde 3,15% oranında iyileştirme yakalanmıştır test veri setinde ise -23,93% oranında gerileme gözlemlenmiştir.

#### 4.5.5. Oregon eyaleti için Toplamsal model hata tahmin sonuçları

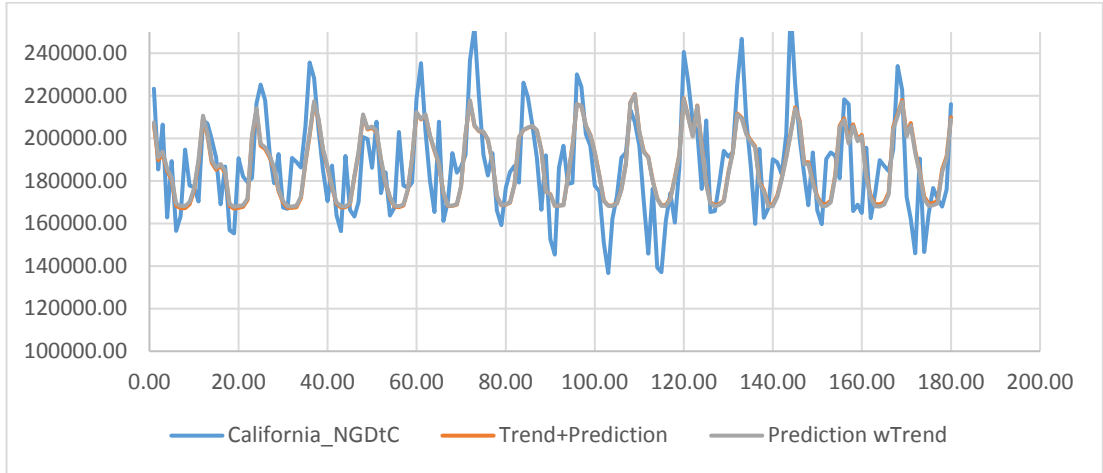
Tablo 59. New York eyaleti Toplamsal modelde MAPE ve değişim oranları.

	Model	Test
MAPE D	12,07%	7,51%
MAPE D+E	11,61%	7,46%
Improvement	3,96%	0,64%

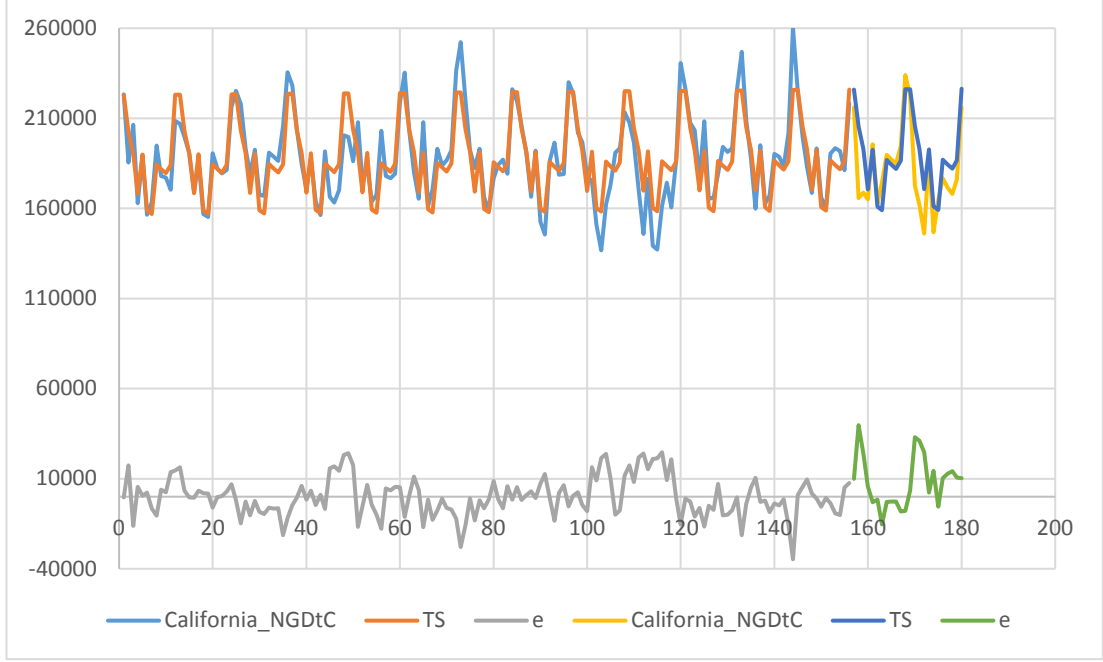
Tablo 59’da görülebileceği üzere Oregon eyaleti için hata tahmininde model veri setinde 3,96% oranında iyileştirme yakalanmıştır test veri setinde ise 0,64% oranında iyileşme gözlemlenmiştir.

#### 4.6 Çarpımsal Model Zaman Serisi Tahmini Sonuçları

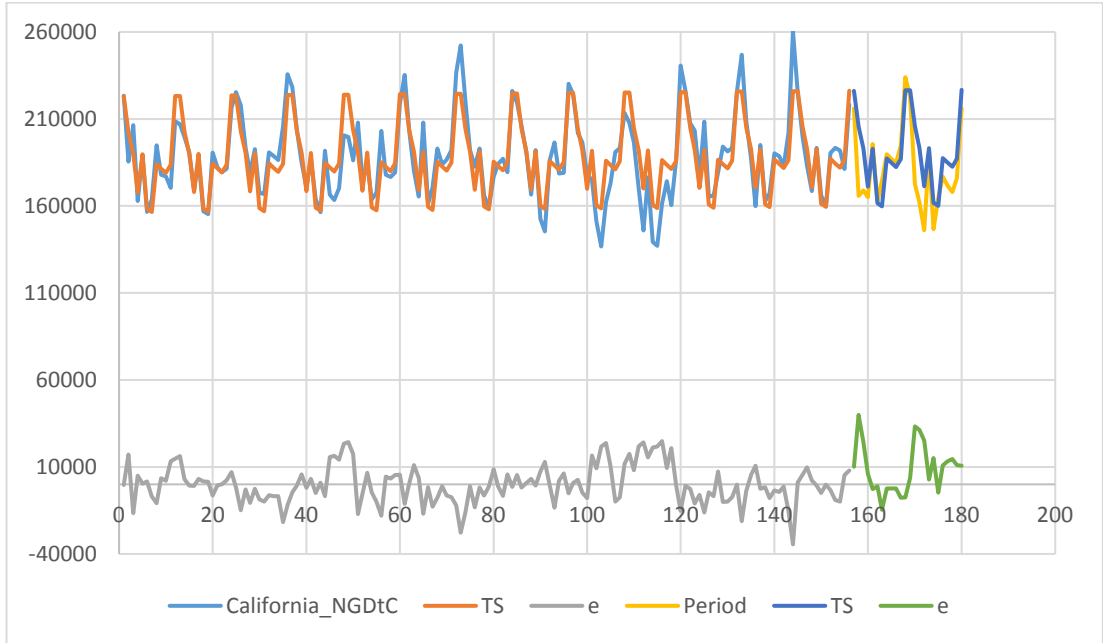
##### 4.6.1 California eyaleti Çarpımsal ve Toplamsal model sonuçları



Grafik 1. California eyaleti trend analizi tahmini sonuçları



Grafik 2. California eyaleti Çarpımsal model ile iyileştirilmiş tahmin sonuçları

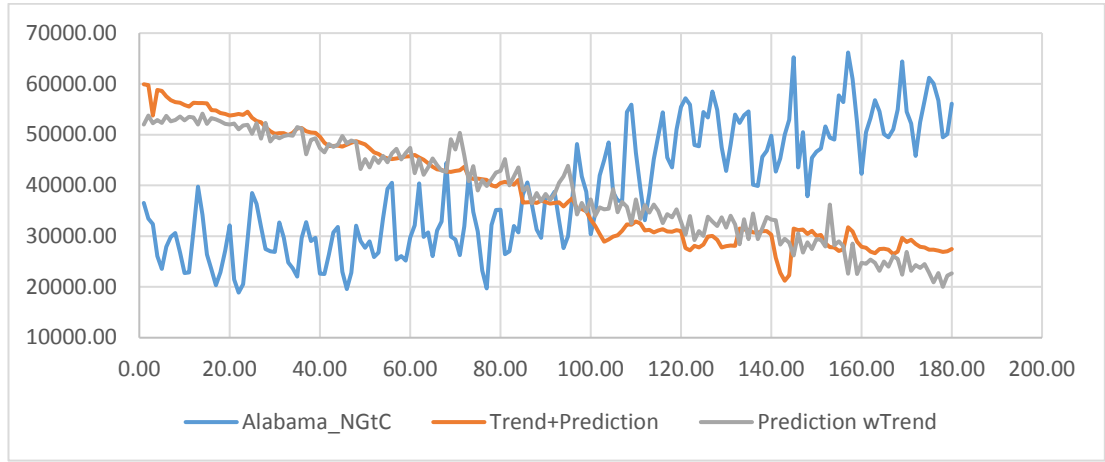


Grafik 3. California eyaleti Toplamsal model ile iyileştirilmiş tahmin sonuçları

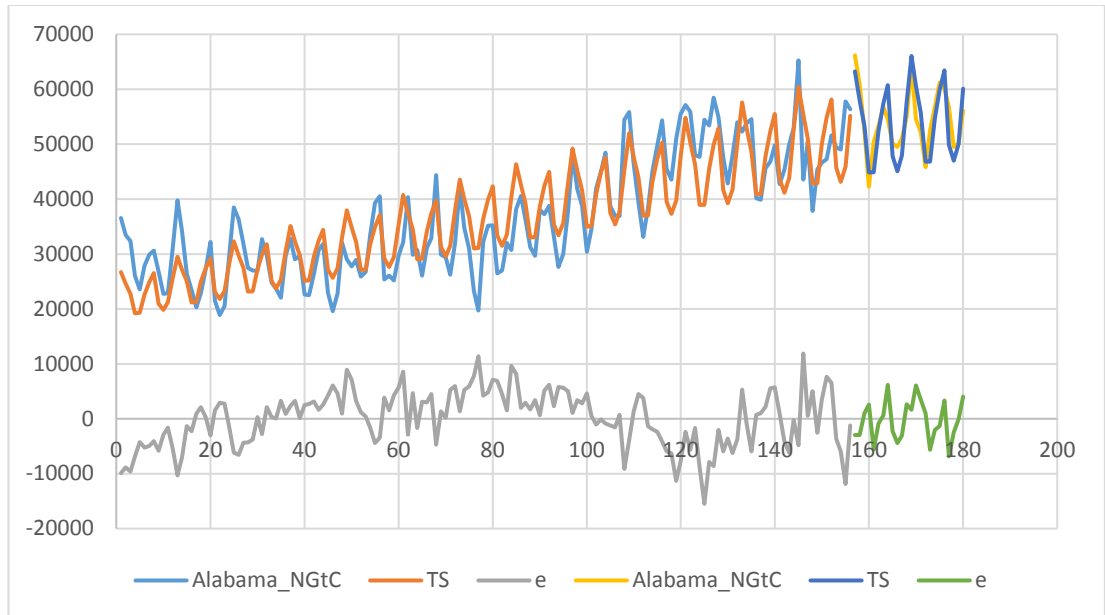
Grafik 1’de bir önceki çalışmada yapılan California eyaleti için trend verilerini içeren ve trenden arındırılmış tahmin sonuçları görülmektedir. Grafik 2 ve Grafik 3’te ise California eyaleti için Çarpımsal ve Toplamsal modelde zaman serilerinin

ayrıştırılması ile elde edilmiş tahmin sonuçlar görülmektedir. Grafikler incelendiğinde zaman serilerinin ayrıştırılarak hatanın bağımsız değişkenler ile düşürülmeye çalıştığımız Çarpımsal ve Toplamsal modelin bir önceki çalışmaya göre başarılı bir sonuç ortaya koyduğunu söyleyebiliriz.

#### 4.6.2 Alabama eyaleti Çarpımsal ve Toplamsal model sonuçları

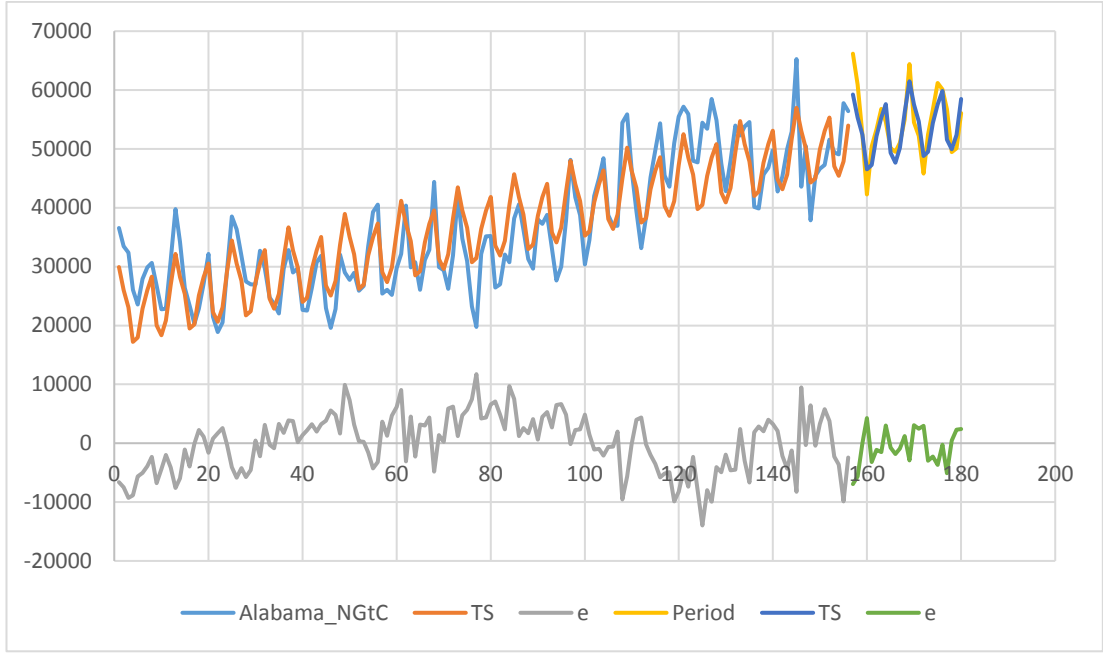


Grafik 4. Alabama eyaleti trend analizi tahmini sonuçları



Grafik 5. Alabama eyaleti Çarpımsal model ile iyileştirilmiş tahmin sonuçları

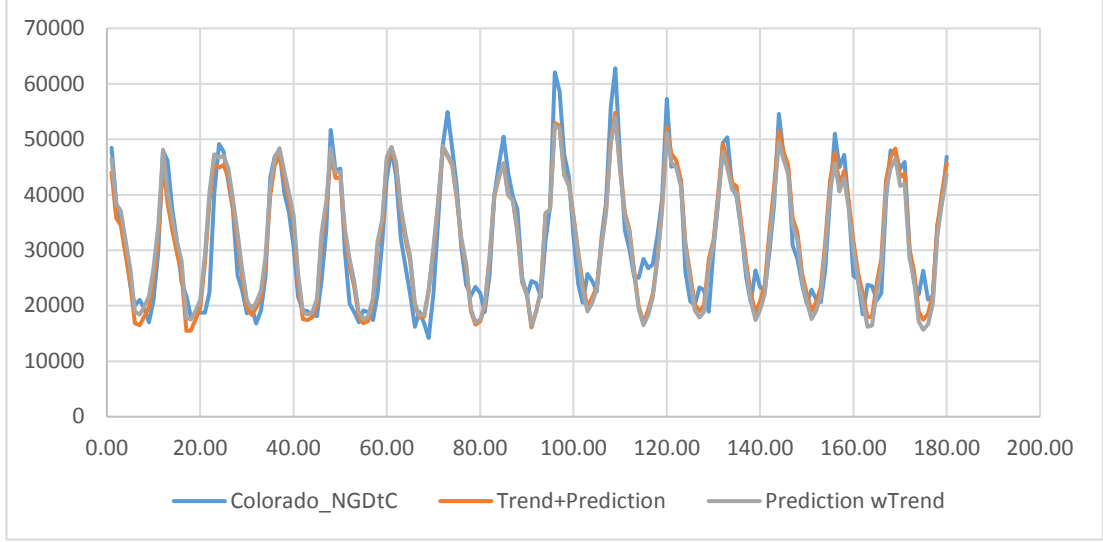




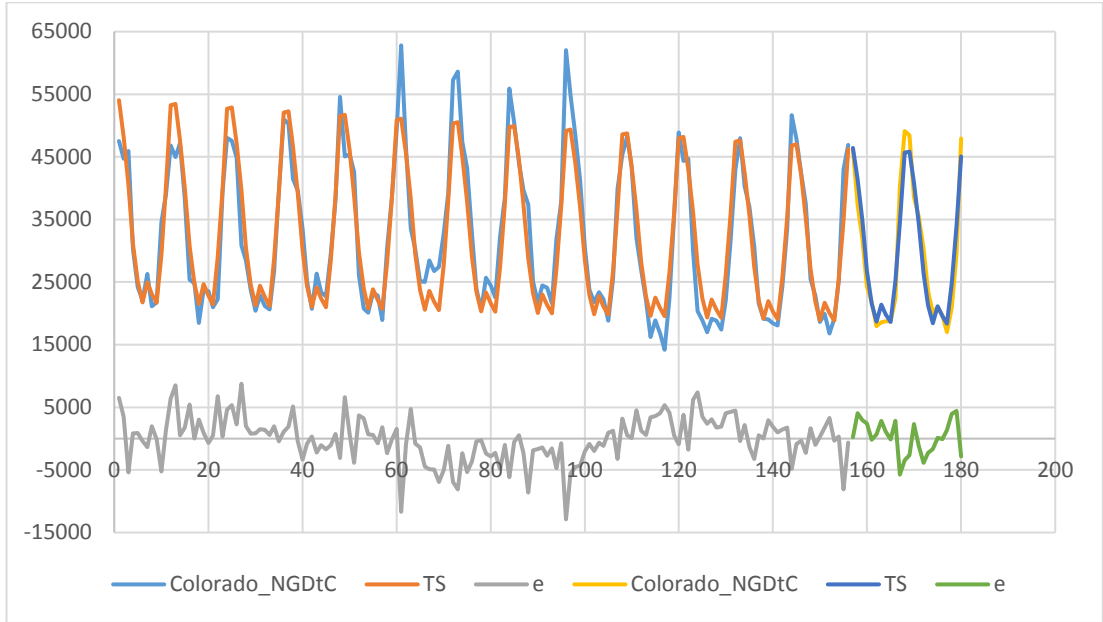
Grafik 6. Alabama eyaleti Toplamsal model ile iyileştirilmiş tahmin sonuçları

Grafik 4'te bir önceki çalışmada Alabama eyaleti için yapılan trend verilerini içeren ve trendden arındırılmış tahmin sonuçları görülmektedir. Grafik 5 ve Grafik 6'da ise Alabama eyaleti için Çarpımsal ve Toplamsal modelde zaman serilerinin ayrıştırılması ile elde edilmiş tahmin sonuçlar görülmektedir. Grafikler incelendiğinde ilk grafikte trend analizi ile yapılan çalışmanın Alabama eyaleti doğalgaz tüketim verileri için kötü bir tahmin modeli ortaya koyduğu görülmektedir. Diğer grafikler incelendiğinde ise aynı verilerde Çarpımsal ve Toplamsal modelin çok daha başarılı bir sonuç ortaya koyduğu görülebilir.

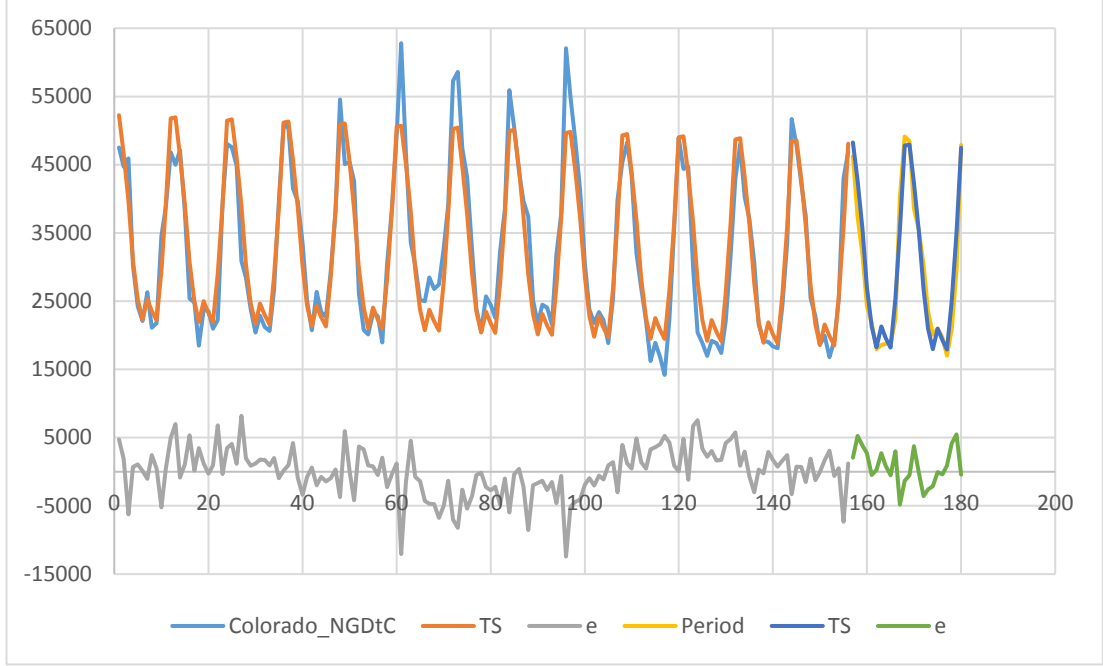
#### 4.6.3 Colorado eyaleti Çarpımsal ve Toplamsal model sonuçları



Grafik 7. Colorado eyaleti trend analizi tahmini sonuçları



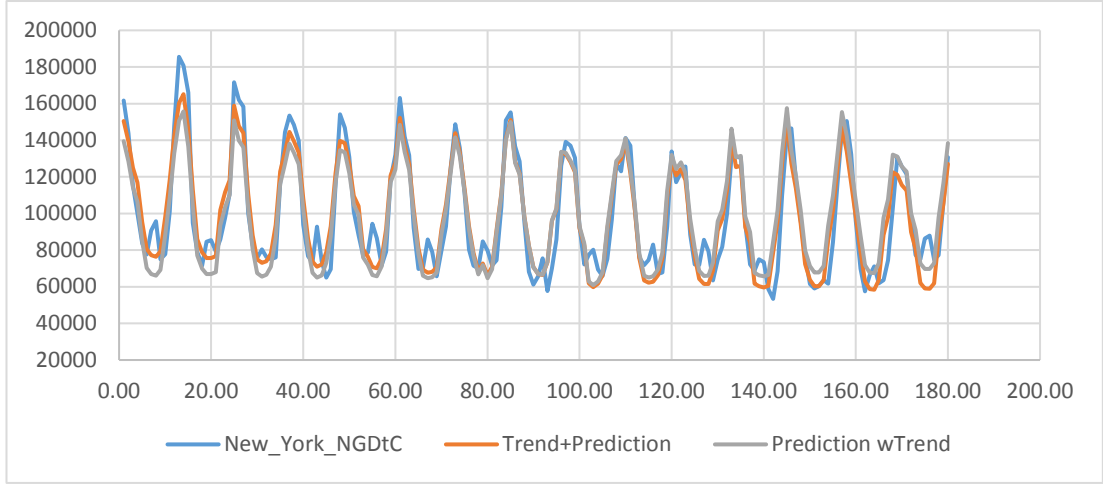
Grafik 8. Colorado eyaleti Çarpımsal model ile iyileştirilmiş tahmin sonuçları



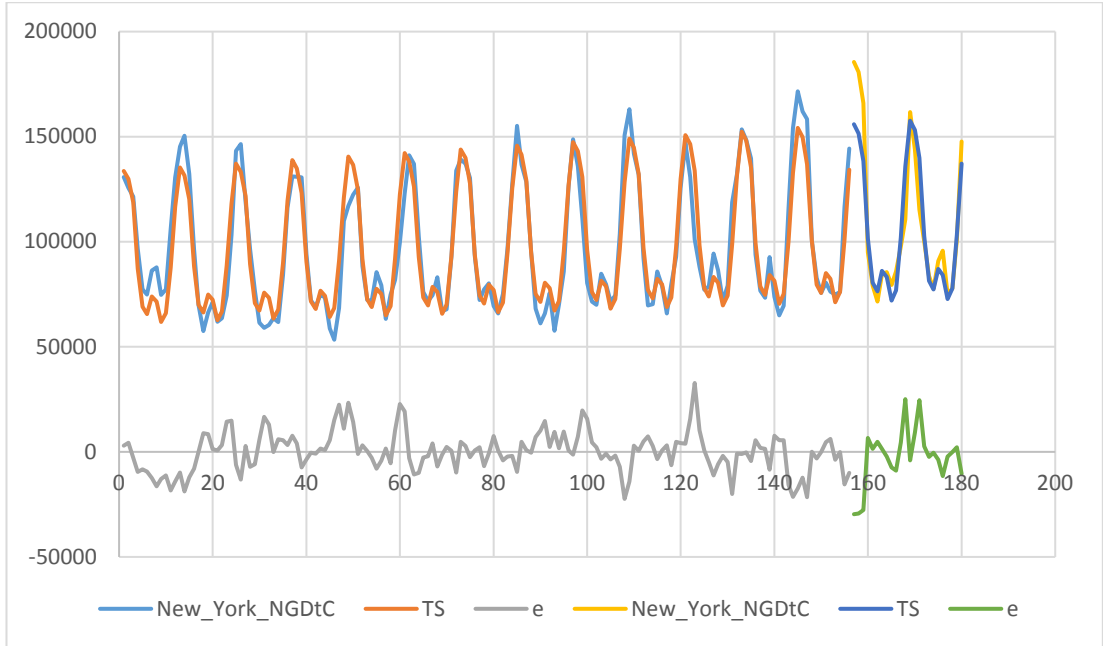
Grafik 9. Colorado eyaleti Toplamsal model ile iyileştirilmiş tahmin sonuçları

Grafik 7’de bir önceki çalışmada Colorado eyaleti için yapılan trend verilerini içeren ve trendden arındırılmış tahmin sonuçları görülmektedir. Grafik 8 ve Grafik 9’da ise Colorado eyaleti için Çarpımsal ve Toplamsal modelde zaman serilerinin ayrıştırılması ile elde edilmiş tahmin sonuçları görülmektedir. İlk grafikte trend analizi ile yapılan tahminlerde doğalgaz tüketim verilerinin genel anlamda başarılı tahmin edildiği görülmektedir. Diğer grafikler incelendiğinde Çarpımsal ve Toplamsal modelde zaman serilerinin ayrıştırılması ile elde edilmiş tahminlerde trend analizi ile yapılmış tahminin yakalayamadığı ayrıntıların yakalandığı daha iyi bir tahmin göze çarpmaktadır.

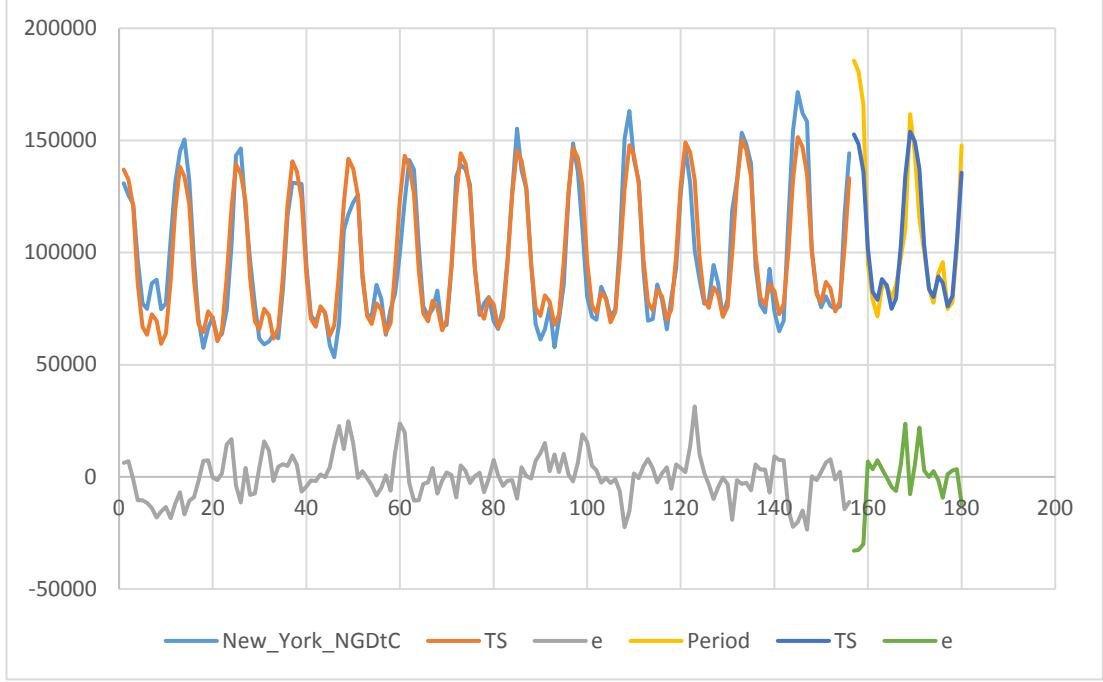
#### 4.6.4 New York eyaleti Çarpımsal ve Toplamsal model sonuçları



Grafik 10. New York eyaleti trend analizi tahmini sonuçları



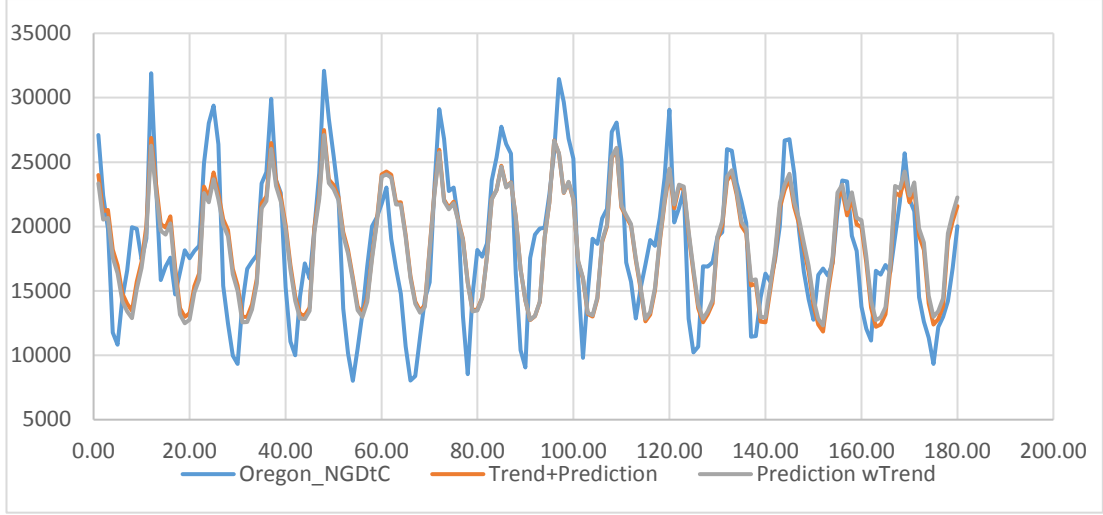
Grafik 11 New York eyaleti Çarpımsal model ile iyileştirilmiş tahmin sonuçları



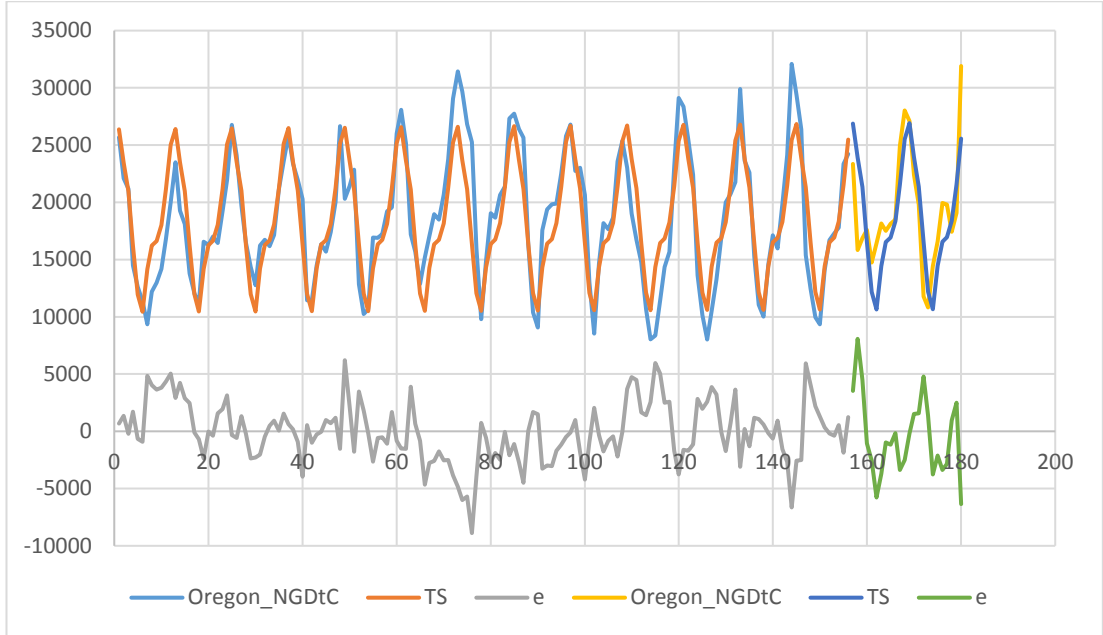
Grafik 12. New York eyaleti Toplamsal model ile iyileştirilmiş tahmin sonuçları

Grafik 10’da bir önceki çalışmada New York eyaleti için yapılan trend verilerini içeren ve trendden arındırılmış tahmin sonuçları görülmektedir. Grafik 11 ve Grafik 12’de ise New York eyaleti için Çarpımsal ve Toplamsal modelde zaman serilerinin ayrıştırılması ile elde edilmiş tahmin sonuçlar görülmektedir. New York eyaleti için trend analizi ile yapılan tahmin sonuçlarının tüketimi yüksek oranda yakaladığı görülmektedir. Grafik 11 ve Grafik 12 incelendiğinde Çarpımsal ve Toplamsal modelin tüketim verilerinde trend analizi modelinin yakalayamadığı ayrıntıları yakaladığı ve tüketim verilerine daha yakın sonuçlar verdiği görülmektedir.

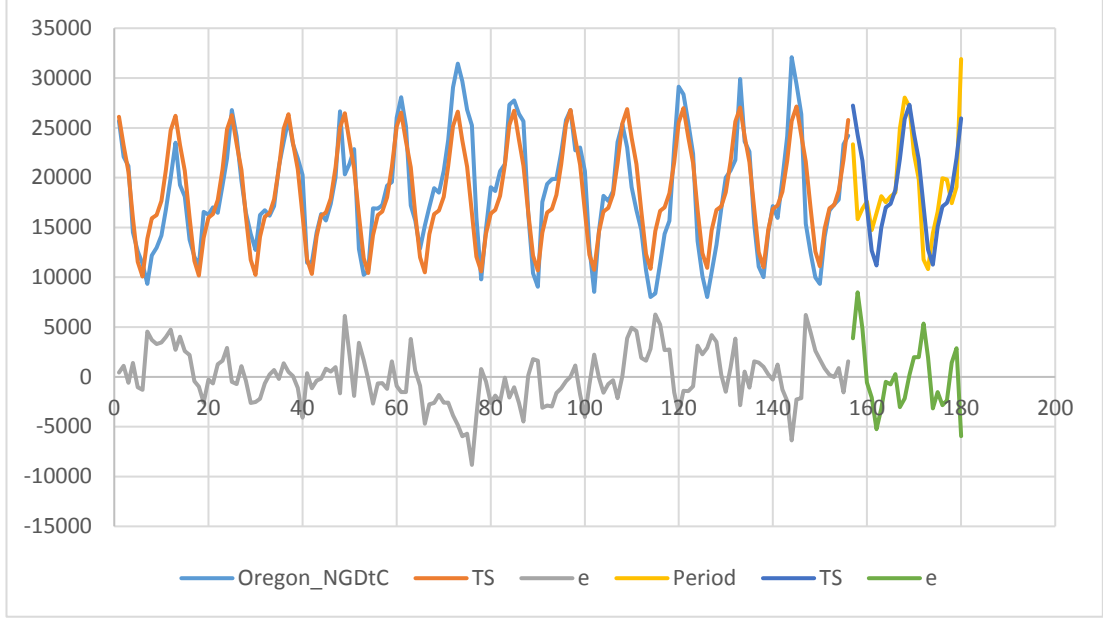
#### 4.6.5 Oregon eyaleti Çarpımsal ve Toplamsal model sonuçları



Grafik 13. Oregon eyaleti trend analizi tahmini sonuçları



Grafik 14 Oregon eyaleti Çarpımsal model ile iyileştirilmiş tahmin sonuçları



Grafik 15. Oregon eyaleti Toplamsal model ile iyileştirilmiş tahmin sonuçları

Grafik 13'te bir önceki çalışmada Oregon eyaleti için yapılan trend verilerini içeren ve trendden arındırılmış tahmin sonuçları görülmektedir. Grafik 14 ve Grafik 15'te ise Oregon eyaleti için Çarpımsal ve Toplamsal modelde zaman serilerinin ayrıştırılması ile elde edilmiş tahmin sonuçlar görülmektedir. Trend analizi ile yapılmış tahmin çalışmasının tüketim verilerini yakalamakta zorlandığı genel anlamda tüketim verilerine kıyasla daha düşük düzeyde tahminler yaptığı görülmektedir. Çarpımsal ve Toplamsal modelde tüketim verilerinin daha iyi yakalandığı, tüketim grafiğinin uç noktalarına daha yakın tahminler yaptığı görülmektedir.

## 5. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Günümüzde enerji sektörü yüksek meblağların döndüğü önemli bir piyasadır. Bu nedenle bu sektörde yapılan çalışmaların önemi yüksek olup daha değerli kabul edilmektedir. Doğalgaz ülkemiz ve dünya için önemli bir fosil enerji kaynağıdır. Günümüzde doğalgaz alım anlaşmalarında tüketim talep tahmini doğrultusunda doğalgaz alımı yapılmakta olup eğer tüketim bu tahmini aşarsa o zaman doğalgaz vanalarının kısılması gibi sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu anlaşmalar doğalgaz tüketimi tahmininin ne derece önemli olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada yapılan doğalgaz tahmin çalışması sonuçları iyileştirilmeye çalışılmıştır. Yapılan küçük iyileştirmeler bile yüksek ithalat anlaşmalında yüksek kazançlar anlamına gelmektedir. Bazı eyaletlerde diğer eyaletlere göre daha yüksek iyileştirmeler sağlanmış olması o eyaletlerde bu çalışmada kullanılan modellerin daha etkili olduğunu göstermektedir. Farklı eyaletlerde farklı modellerin kullanılması tahmin oranlarını daha da iyileştirebilir. Önümüzdeki çalışmalarda zaman serisinin ayrıştırılmasında basit hareketli ortalama yerine üssel hareketli kullanmanın sonuca etkisi araştırılabilir. Ayrıca bu modellerin daha fazla veri içeren veri setlerinde kullanılması bu çalışmaya göre daha doğru sonuçlar üretecektir.



## KAYNAKÇA

- [1] Kaynar, Oğuz, Serkan Taştan, and Ferhan Demirkoparan. "Yapay sinir ağırları ile doğalgaz tüketim tahmini." Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi 25 (2011).
- [2] AKPINAR, Erdal; BAŞIBÜYÜK, Adem. JEOKONOMİK ÖNEMİ GİDEREK ARTAN BİR ENERJİ KAYNAĞI: DOĞALGAZ. Electronic Turkish Studies, 2011, 6.3.
- [3] ÇOBAN, Orhan; ÖZCAN, Ceyhun Can. SEKTÖREL AÇIDAN ENERJİNİN ARTAN ÖNEMİ: KONYA İLİ İÇİN BİR DOĞALGAZ TALEP TAHMİNİ DENEMESİ. Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 2011, 22: 85-106.
- [4] K.-P. Lin and P.-F. Pai, "Solar power output forecasting using evolutionary seasonal decomposition least-square support vector regression," J. Clean. Prod., vol. 134, pp. 456–462, Oct. 2016.
- [5] ORUÇ, Kenan Oğuzhan; ÇELİK EROĞLU, Ş. Isparta İli İçin Doğal Gaz Talep Tahmini. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2017, 22.1: 31-42.
- [6] AKPINAR, Mustafa; YUMUSAK, Nejat. Year ahead demand forecast of city natural gas using seasonal time series methods. Energies, 2016, 9.9: 727.