

ISPARTA İLİ İÇİN DOĞAL GAZ TALEP TAHMİNİ¹

NATURAL GAS DEMAND FORECAST FOR ISPARTA PROVINCE²

Kenan Oğuzhan ORUÇ*, Şeyma ÇELİK EROĞLU**

* Yrd. Doç. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, kenanoruc@sdu.edu.tr

** Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, sseymacelik@gmail.com

ÖZ

Bu çalışmada; doğal gaz altyapı yatırımlarının halen devam ettiği ve her geçen gün bu enerjiye olan talebin arttığı Isparta ilinin, geleceğe yönelik doğal gaz ihtiyacı belirlenmeye çalışılmıştır. Gri Tahminleme, Box-Jenkins ve Üstel Düzleştirme Yöntemleri ile mevsimsel farklılıklar dikkate alınarak yapılan öngörü işlemlerinde, elde edilen tahmin değerleri dışında, mevsimsel etkiyi hesaplama bakımından farklılık gösteren bu 3 yöntemin yeterliliği de karşılaştırılmıştır. Tahminleme sürecinde Ocak 2010-Nisan 2016 dönemi konut sektörüne ait 76 aylık veri kullanılmıştır. Mayıs 2016-Aralık 2017 dönemini kapsayan 20 ay için öngörü işleminin yapıldığı çalışmada, üç modelin tahmin başarısı RMSE, MSE, MAE-MAD ve MAPE başarı kriterleriyle değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda; Gri Tahminleme en başarılı tahmin sonuçlarını verirken, Box-Jenkins Yöntemi en başarısız tahmin sonuçlarını vermiştir.

Anahtar Kelimeler: Talep Tahminleme, Gri, Box-Jenkins, Üstel Düzleştirme, Doğal Gaz.

Jel Kodları: C13, C44, C53.

ABSTRACT

This study tries to determine the future natural gas needs of Isparta, where natural gas infrastructure investments are still ongoing, as well as a rising demand towards this energy each day. Apart from the results obtained from these estimations, the efficiencies of these three methods that vary by the impact of seasonal effects are compared in the estimations performed taking into account Grey Estimation, Box- Jenkins and Exponential Smoothing methods and seasonal effects. For the study, the data of 76 months is collected from housing industry between January 2010-April 2016 is used during the process of estimation. In the study, where the 20 months forecast for May 2016-December 2017 term has taken place, the success of forecast of these three models is evaluated based on RMSE, MSE, MAE-MAD and MAPE criteria. According to the results of these evaluations made, Grey Estimation model was found to be the most successful method whereas the least successful one was Box-Jenkins model.

Keywords: Demand Forecast, Grey, Box-Jenkins, Exponential Smoothing, Natural Gas.

Jel Codes: C13, C44, C53.

1. GİRİŞ

Hem ekonomik hem de toplumsal yaşamda önemi giderek artan enerji, ülkelerin ekonomik kalkınmaları için zorunlu ana girdilerin başında gelmektedir. Gelişmiş ülke ekonomilerinde teknolojik açıdan gelişimin ve toplumsal refahın artışının sürdürülebilmesi, gelişmekte olan ülke ekonomileri içinse sanayileşme yolunda ilerleyiş çabası enerji kaynaklarına olan ihtiyacı her geçen gün arttırmaktadır (Akgül ve Yıldız, 2013: 441). 1970'li yıllarda ortaya çıkan petrol krizi sonrası dünya enerji piyasası içindeki payını sürekli arttıran, yüksek verimliliği, kolay kullanımı ve çevre dostu olması ile diğer enerji çeşitleri arasında öne çıkan doğal gaz enerjisi de bu enerji talebi artışından etkilenmiştir. 2014 yılsonu itibari ile Dünya'da doğal gaz enerji tüketimi 3.393 milyar m³'e

ulaşırken, Türkiye'de 48,7 milyar m³'e ulaşmıştır (ETKB, 2015: 13, 45).

Ülkemizde de tüketimi her geçen yıl artış gösteren doğal gazın neredeyse tamamı ithal edilmektedir. İthal bir enerji kaynağı olan bu enerji kaynağının ülkemizin dış ticaret açığını, dolayısıyla ekonomisini doğrudan etkilediği yadsınamaz bir gerçektir. Dış ticaret açığının sebep olacağı enflasyon, döviz fiyatları karşısında paranın değer kaybı gibi olumsuz ekonomik senaryoların dışa bağımlılık oranının çok fazla olduğu doğal gaz enerji piyasasında da oldukça büyük etki yaratacaktır. 4646 sayılı doğal gaz piyasası kanununun tarifeler başlıklı 11. maddesinde; tarifeler, tarifelerin belirlenmesi ve uygulanmasına ilişkin usul ve esaslar açıklanmıştır (Resmi Gazete, 2001). Bu maddede belirlenen usul ve esaslar gereğince; olumsuz

¹ Bu makale yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır.

² Süleyman Demirel Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No:4403-YL1-15)

ekonomik senaryolar dağıtım şirketlerini uyguladıkları doğal gaz tarifesinde değişiklik yapılması gerektiği yönünde talepte bulunmaya sürükleyecektir. Gerçekleşecek bu tarife değişikliği talebi, toptan satış yapan yetkili şirketleri yeni tarifenin belirlenmesi konusunda harekete geçirerek, alım-satım sözleşmelerinde de yenilikler yapılması gerekliliğini doğurabilmektedir. Bir zincir şeklinde devam eden bu süreçle karşılaşmamak için gerekli tedbirler alınmalıdır. Doğal gaz tüketiminin doğru bir şekilde tahmini, doğal gaz arz-talep dengesizliklerini ortadan kaldıracak gibi, sektöre yapılacak yatırımları ve gaz alımı ile ilgili anlaşmaları da pozitif yönde etkileyecektir. Ayrıca doğru bir doğal gaz tüketim tahminiyle, doğal gazın gereğinden fazla ya da az temin edilmesi durumunda ortaya çıkabilecek ağır ekonomik kayıpların en aza indirebilmesi de mümkün olacaktır (Aras ve Aras, 2005: 26).

Bu çalışmada, Isparta Burdur Doğalgaz Dağıtım Anonim Şirketi TOROSGAZ'dan elde edilen Ocak 2010-Nisan 2016 dönemlerine ait 76 aylık veri grubu kullanılarak, öngörü işlemi gerçekleştirilmiştir. Öngörü işlemleri Mayıs 2016-Aralık 2017 dönemini kapsayan 20 ay için yapılmış ve tahminleme sürecinde Gri Tahminleme, Box-Jenkins ve Üstel Düzleştirme Yöntemleri kullanılmıştır. Mevsimsel etkiyi hesaplama sürecinde farklı yöntemlerin kullanıldığı bu 3 modelin yeterliliğini test etme sürecinde ise 2012 Mayıs-2016 Nisan dönemine ait örneklem veri grubu kullanılmış olup, tüm tahmin ve hesaplama işlemleri; Excel 2010, EViews 7 ve SPSS 21 paket programları ile yapılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Günümüz dünyasında insan yaşamı için vazgeçilmez bir kaynak haline gelen enerji ihtiyacının belirlenebilmesi için ülkelerin doğru ve güvenilir tahmin çalışmaları yapması gerekmektedir. Bu nedenle bu konuda literatürde birçok tahminleme çalışmasına rastlamak mümkündür.

Rathnayaka ve Seneviratna (2014) çalışmalarında, Sri Lanka'nın 1998-2015 arası için yıllık elektrik tüketimi tahmin etmişlerdir. Tahminleme sürecinde; gri tahminleme GM (1,1) ve ARMA (1,1) modelleri kullanılmıştır. Tahminlemede kullanılan modellerin doğruluğu MAD, MSE ve MAPE kriterleri kullanılarak karşılaştırılmıştır. GM (1,1) modelinin ARMA modeline göre daha iyi sonuçlar ortaya koyduğu bulgusu elde edilmiştir.

Topçu (2013), ARIMA Modeli kullanılarak Türkiye'nin gelecek yıllardaki doğal gaz tüketimi tahmin etmeye çalışmıştır. Çalışmada Ocak 1987 ile Ekim 2011 yılları arasında aylık ulusal doğal gaz tüketim değerleri gözlem verisi olarak kullanılmıştır. Çalışma sonucunda 2012-2020 yılları arası için Türkiye'nin doğal gaz talep tahmini yapılmıştır.

Sánchez ve Úbeda (2007), çok yüksek çözünürlüklü bir ayrışma yaklaşımına dayanan ve gün ile orta vadeli (1-

3 yıl) tahmin yapabilen yeni bir tahmin modeli önermiştir. Önerilen model ile tahmin değerleri üç farklı bileşenin kombinasyonu ile elde edilmektedir. Biri zaman serileri trendini yakalamakta, diğeri mevsimsellik bileşenine dayalı doğrusal (menteşe) modeli ve diğeri de geçici bir bileşenin açıklayıcı değişkenlerini kullanarak günlük değişimleri tahmin etmektedir. Çalışmada, bu kombinasyon ile doğruluğu ve verimliliği çok yüksek entegre bir tahminleme elde edildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Şengün (2012), Bayburt ilinde doğal gaz kullanma tercihlerini, bu tercihleri etkileyen değişkenleri ve bu değişkenlerin etkilerini ortaya koymayı amaçlamıştır. Bayburt'ta yaşayan 505 hane halkına uygulanan anketlerden elde edilen yatay kesit veriler ile lojistik regresyon modeli kullanılarak doğalgaz kullanımını etkileyen değişkenler tahmin edilmiştir.

Akkurt (2009), İstanbul ve Türkiye'nin doğal gaz tüketim miktarları Üssel Yumuşatma, Winters ve Box-Jenkins yöntemleri ile tahmin edilmeye çalışılmıştır. İstanbul için değişik doğal gaz tüketim senaryoları Bootstrap Metodu kullanılarak üretilmiştir.

Kaytez (2012); çoklu lineer regresyon analizi, Yapay Sinir Ağları (YSA) ve En Küçük Kareler Destek Vektör Makineleri metotlarını kullanarak 2018 yılına kadar Türkiye'nin net elektrik tüketiminin tahminini yapmıştır. Çalışmada kurulu güç, brüt elektrik üretimi, nüfus ve toplam abone sayısı bağımsız değişkenler olarak seçilmiştir.

Yukarıda özet olarak verilen çalışmalar dışında literatürde; Dilaver ve Hunt (2011), Özkara (2009), Solak (2013) vb. birçok tahminleme çalışmasına ulaşmak mümkündür. Yapılan literatür taraması sonucunda; regresyon analizi, zaman serileri analizi ve YSA olmak üzere üç temel yöntemin tahminleme sonuçları için sıklıkla kullanıldığı görülmüştür. Gri tahminleme yönteminin de literatürde uygulamalarının olduğu, fakat sınırlı sayıda çalışmada kullanıldığı tespit edilmiştir.

3. DOĞAL GAZ SEKTÖRÜ

İlk petrol krizinin ardından doğal gaz enerjisinde yaşanan talep patlaması ile Dünya'da birçok ülke bu enerji üzerine yoğunlaşmış, gerek üretim gerekse tüketim adına birçok plan ve politika arayışına girmiştir. İzlenen politika ve yapılan planlar doğrultusunda doğal gaz enerjisi bu güne kadar gelişimini sürdürmüş ve sürdürmeye devam etmektedir. Uluslararası Enerji Ajansının (IEA) 2014 yılında yayınladığı raporun "Yeni Politikalar Senaryosu" başlıklı bölümünde 2040 yılında 5,4 trilyon m³'e ulaşacağı öngörülen doğal gaz enerjisi küresel talebi (TPAO, 2015: 20, 25); 1987 yılında 735 milyon m³ iken (DEKTMK, 2008: 48), 2015 yılında 47.718 milyon m³'e (ETKB, 2015: 45) ulaşmıştır. Bu talebe karşılık; 2014 yılsonu itibarıyla Dünya'da ispatlanmış doğal gaz rezervinin 187,1 trilyon m³ olduğu ve bu

rezerv miktarının sürekli artış gösteren küresel tüketimi 54,1 yıl daha karşılanabilecek yeterlilikte olduğu öngörülmektedir (BP Global Company, 2015: 21).

Türkiye açısından değerlendirilme yapıldığında; dünya ile paralel olarak petrol krizlerinin ardından petrol fiyatlarının yükselmesi ve çevre kirliliğinin artması nedeniyle bu enerjiye olan talep artış göstermiştir (Sevimli, 2008: 41). Akabinde birçok gaz alım anlaşması yapılarak, doğada gaz halinde yer alan bu enerjinin; gerek boru hatlarıyla, gerekse sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) ve spot LNG olarak ithalatı yapılmaya başlanmıştır. 2004 yılında 21,8 milyar m³ olarak gerçekleşmiş olan doğal gaz ithalatı, 2014 yılı sonunda % 126'lık artışla 49,2 milyar m³'e ulaşmıştır (ETKB, 2015: 47). İthalattaki bu artışa karşılık ülkemizde doğal gaz ihracat lisansına sahip 9 şirket bulunmaktadır ve bu şirketlerden sadece BOTAŞ ihracat faaliyetinde bulunmaktadır. BOTAŞ'ın verilerine göre 2014 yılı Aralık ayı itibariyle Yunanistan'a toplam 644 milyon Cm³ (BOTAŞ, 2016) doğal gaz ihraç edilmiştir. 2014 yılı toplam doğal gaz arzının karşılandığı kaynaklar oransal olarak değerlendirildiğinde, toplam arzın % 0,96'sı Türkiye'de üretilen, geri kalan %99,04'lük kısmı da yurt dışından ithalat yolu ile karşılanmaktadır olup, ithalatın % 54,86'sı Rusya'dan yapılmaktadır (ETKB, 2015: 47).

Doğal gazın kullanım alanlarının hızla artması ile doğal gaz birçok sektörde pay sahibi olmuştur. Şöyle ki 2014 yılında doğal gaz kullanımının %19,10'u konut sektöründe, %48,12'si elektrik üretiminde, %25,40'ı sanayi sektöründe, %5,82'si resmi daire ve ticarethanelerde ve %1,56'sı diğer sektörlerde gerçekleşmiştir (EPDK, 2015a: 47). Doğal gaz enerjisi bakımından sınırlı kaynağa sahip olan Türkiye'nin, bu artış ile beraber dışa bağımlılığı da her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle doğal gaz enerjisinin geleceği ve gelişiminin devamlılığı için bu enerji ile ilgili doğru politika ve planların takip edilmesi gerekmektedir.

Isparta'da doğal gaz kullanımına ise 2008 yılında başlanmış olup, Türkiye genelinde olduğu gibi bu enerjiye olan talep her geçen gün artmaktadır. Isparta Burdur Doğalgaz Dağıtım Anonim Şirketi TOROSGAZ'dan elde edilen bilgilere göre bu enerjinin gelişimi sektör bazında değerlendirildiğinde ise en fazla aboneliğin konut sektöründe olduğu görülmektedir. 2008 yılında 334 konut aboneliği ile tüketimine başlanılan doğal gaz enerjisinin, 2015 Mart ayı itibariyle abone sayısı 48.479 kişiye ulaşmıştır (EPDK, 2015b: 16).

4. YÖNTEM

4.1. Gri Tahminleme

Gri Sistem Teorisi (GST) 1982 yılında, Çinli Prof. Deng Julong tarafından geliştirilmiştir (Liu ve Forrest, 2007: 111). Sistem ismini renklerin yorumlanmasından almaktadır. Renklerin koyuluğu, genel olarak bilgilerin netlik derecesini belirtmek için kullanılmaktadır (Liu

ve Lin, 2006: 3). Yöntemde adı geçen gri, bir sistemdeki bilginin tam olarak bilinmediğini ifade ederken; beyaz, bilgiye tam olarak sahip olunduğunu; siyah ise bilginin hiç bilinmediğini ifade etmektedir (Peker ve Baki, 2011: 6). Sistem diğer yöntemlerden farklı olarak daha küçük gözlem grubu (minimum 4 gözlem değeri) ve daha zayıf bilgilerin olduğu problemlere de çözüm getirebilmektedir.

Gri tahmin; belirsiz, yetersiz ve eksik bilgiye sahip olan sistemler ile ilgilenen GST'nin en önemli kısmını teşkil etmektedir. Bu yöntemle basit ve küçük bir hesaplama çabası ile gerekli olan tahmin modeli oluşturulabilmektedir. Gri tahmin yöntemi; birikim üretme işlevi (BÜİ), ters birikim üretme işlemi (TBÜİ) ve gri model (GM) olmak üzere üç temel operatöre sahiptir (Yılmaz ve Yılmaz, 2013: 143).

Çalışmada kullanılacak olan gri tahmin modeli olan GM (1,1), "Birinci Mertebeden Bir Değişkenli Gri Model" şeklinde okunmaktadır (Kayacan vd., 2007: 220). Bu model sadece pozitif veri serilerine uygulanabilen, bir zaman serileri tahmin modelidir (Özkara, 2009: 36). GM (1,1) modeli, aşağıda detaylı olarak verilen temel adımlardan oluşmaktadır (Liu ve Lin, 2006; Özkara, 2009; Yılmaz ve Yılmaz 2013; Kayacan vd., 2007).

1. *Adım:* Tek girdili ve tek çıktılı bir sistemin çıktılarının zaman serisi dizisi; n örneklem büyüklüğüne sahip olan $x^{(0)}$ (ham veri seti) dizisi olsun.

$$X^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)); \quad n \geq 4 \quad (1)$$

2. *Adım:* Bu diziyeye BÜİ uygulanarak aşağıdaki monoton artan $x^{(1)}$ dizisi elde edilebilir:

$$X^{(1)} = (x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n)); \quad n \geq 4 \quad (2)$$

Burada

$$X^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k x^{(0)}(i) \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

3. *Adım:* Üretilen $x^{(1)}$ dizisinden, bu dizinin ardışık ortalama dizisi $Z^{(1)}$ aşağıdaki gibi oluşturulabilir:

$$Z^{(1)} = (Z^{(1)}(1), Z^{(1)}(2), \dots, Z^{(1)}(n)) \quad (4)$$

Burada

$$Z^{(1)}(k) = 0,5x^{(1)}(k) + 0,5x^{(1)}(k-1) \quad k = 2, 3, \dots, n \quad (5)$$

4. *Adım:* GM (1,1) modelinin gri diferansiyel denklemi oluşturulur.

$$x^{(0)}(k) + az^{(1)}(k) = b \quad (6)$$

Burada k zaman noktalarını, a gelişme katsayısını, b ise sürücü katsayısını ifade etmektedir.

5. *Adım:* Beyazlaştırma denklemi ise şu şekilde hesaplanmaktadır.

$$\frac{dx^{(1)}(t)}{dt} + ax^{(1)} = b \quad (7)$$

6. Adım: Gri diferansiyel denklemde yer alan a ve b parametrelerinin hesaplanması için en küçük kareler yöntemi (EKK) veya parametrik yöntem kullanılmaktadır. Burada genellikle önerilen ve daha sık kullanılan EKK yöntemine göre denklem çözümlenmiştir.

$$x^{(0)}(k) = -az^{(1)}(k) + b \quad (8)$$

$$Y = \begin{pmatrix} x^{(0)}(1) \\ x^{(0)}(2) \\ \vdots \\ x^{(0)}(n) \end{pmatrix} B = \begin{pmatrix} -z^{(1)}(1) & 1 \\ -z^{(1)}(2) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -z^{(1)}(n) & 1 \end{pmatrix} \hat{a} = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} \quad (9)$$

olmak üzere,

$$Y = B\hat{a} \quad (10)$$

$$\hat{a} = (B^T B)^{-1} B^T Y \quad (11)$$

olarak bulunur.

7. Adım: Beyazlaştırma denklemi (7)'ye göre $x^{(1)}(t)$ ifadesinin bir k zamanı için çözümü aşağıdaki gibidir:

$$\hat{x}_p^{(1)}(k+1) = \left[x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right] e^{-ak} + \frac{b}{a} \quad (12)$$

Burada $\hat{x}_p^{(1)}(k+1)$, $(k+1)$ zamanı için tahmin edilen $x^{(1)}$ 'in birikimli değeridir.

8. Adım: Tahmin değerlerinin birikimli olmayan değerleri için TBÜİ eşitlik (13) ile elde edilmektedir.

$$\hat{x}_p^{(0)}(k+1) = \left[x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right] e^{-ak}(1 - e^{-a}) \quad (13)$$

4.1.1. Toplamsal ve Çarpımsal Ayırıştırma Modelleri

Bölüm 4.1'de uygulama süreci anlatılan GM (1,1) modelinin uygulama adımları, zaman serisi verilerinin zaman içerisinde nasıl bir seyir izlediğini (trend, mevsimsellik vb.) ayırıştırma adım içermektedir. Fakat çalışmanın uygulaması olan doğalgaz verilerinin mevsimsellik içerdiği bilinen bir gerçektir. Bu sebeple GM (1,1) modeli ile daha doğru bir tahmin yapılabilmesi için, hem GM (1,1) tahmin modelini elde etmek için kullanılan verilere, hem de elde edilen geleceğe yönelik tahmin değerlerine ayırıştırma işlemlerinin uygulanması gerekmektedir. Bu çalışmada, en eski ve en yaygın mevsimsel ayırıştırma modellerinden Toplamsal ve Çarpımsal Ayırıştırma Modelleri kullanılmıştır. Bu modellerin genel gösterimi sırasıyla aşağıdaki gibidir (Yolsal, 2010: 246):

$$\text{Toplamsal Ayırıştırma: } X_t = T_t + C_t + S_t + E_t \quad (14)$$

$$\text{Çarpımsal Ayırıştırma: } X_t = T_t * C_t * S_t * E_t \quad (15)$$

Burada; X_t , T_t , C_t , S_t ve E_t sırasıyla zaman serisinin t dönemindeki; gözlem değerlerini, trend bileşenini,

konjonktür bileşenini, mevsimsel bileşenini ve tesadüfi (rassal) hareketler bileşenini temsil etmektedir.

Toplamsal ayırıştırma modelinde yazılan bileşenlerden herhangi birinin etkisi yok ise o bileşenin değeri 0 olarak kabul edilmektedir. Mevsimsellik trendden bağımsız olduğu için dalgalanma büyüklüğü zaman içinde değişmemekte, yani sabit kalmaktadır. Çarpımsal ayırıştırma modelinde ise yazılan bileşenlerden herhangi birinin etkisi yok ise o bileşenin değeri 1 olarak kabul edilmekte ve bir serinin mevsimsel dalgalanmasının büyüklüğü serinin trendine bağlı olarak zaman içinde artış ya da azalış göstermektedir (Özkara, 2009: 26).

Bu iki modelin zaman serilerini mevsim etkisinden arındırma işlemi de farklılık göstermektedir. Toplamsal ayırıştırma modelinin kullanılması durumunda, orijinal serideki diğer bileşenlerin tahmin edilen mevsim bileşenlerinden farkı alınıp mevsimsel düzeltmesi yapılmış seriye ulaşılmakta; çarpımsal ayırıştırma modelinin kullanılması durumunda ise orijinal seri, tahmin edilen mevsim bileşenlerine oranlanarak mevsimsel düzeltme yapılmaktadır. Tahmin edilen mevsim bileşenlerine ise mevsimsel faktörler adı verilmektedir (Yolsal, 2010: 246-247).

4.2. Box-Jenkins Yöntemi

Box-Jenkins yöntemi, George Box ve Gwilym Jenkins tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemin temel vurgusu, zaman serilerini yalnızca kendi geçmiş değerleri ve olasılıksal hata terimi ile açıklamaktır (Yalta, 2015: 4). Zaman serilerinin modellenmesi ve öngörülmesi için kullanılan bu yöntemin ön koşulu durağanlıktır (Meciavora, 2007: 74). Yöntemde zaman serilerinin durağanlığı korelogram ile tespit edilmekte, serinin ne tür bir süreç içerdiği de korelasyon fonksiyonları ile analiz edilmektedir. Serinin durağan olmaması durumunda; serinin gerektiği kadar farkı alınarak durağanlık koşulları sağlanıp, uygun model tespit edilmektedir. Tespit edilen uygun model ile öngörüleme yapılmaktadır (Hanedar vd., 2015: 4).

Box-Jenkins yönteminin amacı örneklem verilerini türetebilen bir istatistik modeli belirlemek ve tahmin etmektir. Bu amaç doğrultusunda yöntemin gerekli gördüğü durağanlık varsayımının, eldeki verilerden türetilen herhangi bir modelin de durağan ve kararlı olabilmesi, dolayısıyla da kestirim için gerekli bir alt yapı sağlayabilmesine dayandığı söylenebilir (Gujarati, 1995: 738). Bu yöntem ARIMA modeli olup uluslararası bilim dünyasında Box-Jenkins tekniği olarak bilinmektedir (Özdemir ve Bahadır, 2010: 354). Birçok model yapısına sahip olan bu yöntemin, çalışmadaki uygulamasında mevsimsel model SARIMA(P, D, Q)/çarpımsal mevsimsel bütünleşik otoregresif hareketli ortalamayı ifade eden ARIMA (p, d, q) x (P, D, Q)_s modeli kullanılmıştır. Modelin genel gösterimi aşağıda verildiği gibidir (Halim ve Bisano, 2008: 267):

$$\beta_p(B)\Phi_p(B^S)(1-B)^d(1-B^S)^D y_t = \Theta_q(B)\Theta_q(B^S)\mathcal{E}_t \quad (16)$$

Eşitlikte yer alan $(I-B)^d$ ifadesi Δ^d operatörüne, $(I-B^s)^D$ ifadesi de Δ_s^D operatörüne eşittir.

$$\beta_p(B)\Phi_p(B^s)\Delta^d\Delta_s^D y_t = \Theta_q(B)\Theta_Q(B^s)\mathcal{E}_t \quad (17)$$

Bu eşitliğe, farkı alınmış seriyi ifade eden W_t serisinin (18) eklenmesiyle, model (19) elde edilebilir (Li vd., 2003: 152):

$$w_t = (I-B)^d(I-B^s)^D y_t = \Delta^d\Delta_s^D y_t \quad (18)$$

$$\beta_p(B)\Phi_p(B^s) w_t = \Theta_q(B)\Theta_Q(B^s)\mathcal{E}_t \quad (19)$$

Burada; p, d, q ve P, D, Q sırasıyla mevsimsel olmayan AR, fark, MA ve mevsimsel AR, fark, MA derecelerini göstermektedir. Ayrıca, y_t herhangi t dönemindeki zaman serisi veri grubunu, \mathcal{E}_t bir t döneminde normal dağılım gösteren hata değerlerini, B geri kaydırma operatörünü ve s mevsimsel dereceyi göstermektedir. Ayrıca β, Θ, Φ ve Θ sırasıyla mevsimsel olmayan AR, MA, mevsimsel AR ve MA modeli katsayılarını temsil etmektedir. Son olarak Δ^d ve Δ_s^D ise sırasıyla mevsimsel olmayan fark alma operatörü ve mevsimsel fark alma operatörünü simgelemektedir.

4.3. Mevsimsel Üstel Düzleştirme-Winters Yöntemi

Üstel düzeltme yöntemi ikinci dünya savaşı esnasında ABD donanmasında çalışan R.G. Brown'un çalışması ile ortaya çıkmıştır (Kardiyen, 2007: 66). Yöntemde geçen üstel terimi, verilen ağırlıkların veriler eskidikçe üstel bir şekilde azalması anlamını taşımaktadır. Diğer bir ifadeyle; tahminde kullanılan geçmiş dönem verilerinden yakın geçmişte gerçekleşenlere yüksek, veriler eskidikçe ise üstel olarak azalan ağırlıklar verilmektedir. Ayrıca yöntemde düzeltme katsayıları kullanılmakta ve bu katsayıların değerlerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu katsayıların belirlenmesindeki temel amaç; uygulanan modelin hata kareleri ortalamalarını en küçük yapan düzeltme katsayısı değerlerini bulmaktır (Çuhadar vd., 2009: 104). Bu amaca yönelik olarak seçilen en uygun düzeltme katsayısı ile uygulama gerçekleştirilmektedir.

Üstel düzeltme yöntemlerinden biri olan, mevsimselliği ve trendi birlikte hesaplayabilen Winters Yöntemi'nde üç tane katsayı kullanılmaktadır. Bunlardan α değeri düzeltme katsayısını, β değeri trend tahmini için ve γ değeri ise mevsimsellik tahmini için düzeltme katsayısını ifade etmektedir (Soysal ve Ömürgönülşen, 2010: 132). Winters tarafından önerilen ve mevsimsel seri uygulamalarında kullanılabilen bu yöntemin denklemleri aşağıda verilmiştir (Taylor, 2003: 800):

$$\text{Düzey} \quad L_t = \alpha(Y_t/S_{t-s}) + (1-\alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (20)$$

$$\text{Trend} \quad T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1} \quad (21)$$

$$\text{Mevsimsellik} \quad S_t = \gamma(Y_t/L_t) + (1-\gamma)S_{t-s} \quad (22)$$

$$\hat{Y}_t(k) = (L_t + kT_t)S_{t-s+k} \quad (23)$$

Burada L_t, T_t, S_t ve Y_t sırasıyla serinin t dönemi için; düzeltilmiş, trend tahmini, mevsimsel tahmini ve gerçek değerini ifade etmektedir. Ayrıca k , öngörülecek dönem sayısını; s , mevsim sayısını ve $\hat{Y}_t(k)$ serinin k dönem sonrası tahmin değerini göstermektedir.

4.4. Modellerin Öngörü Başarı Kriterleri

Çalışmada ele alınan 3 yöntemin model öngörü başarısını ölçmek için MSE (Mean Squared Error-Ortalama Hata Kare), RMSE (Root Mean Squared Error-Hata Karelerinin Ortalama Kökü), MAPE (Mean Absolute Percentage Error-Ortalama Mutlak Yüzde Hata) ve MAE-MAD (Mean Absolute Deviation-Ortalama Mutlak Sapma) kriterleri kullanılmıştır. Bu kriterlerin hesaplanabilmesi için kullanılan formüller aşağıda verilmiştir (Sallehuddin vd., 2007: 586):

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2 \quad (24)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2} \quad (25)$$

$$MAPE = \left(\sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \right) \frac{100}{n} \quad (26)$$

$$MAE - MAD = \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{n} \right| \quad (27)$$

Burada y_t gerçekleşen değeri, \hat{y}_t öngörülen değeri, n öngörülen dönem sayısını ifade etmektedir. Yukarıdaki formüller ile elde edilen kriter değerleri, hangi modelde daha küçük ise o model en uygun model olarak seçilmelidir.

5. UYGULAMA

5.1. Veri Seti

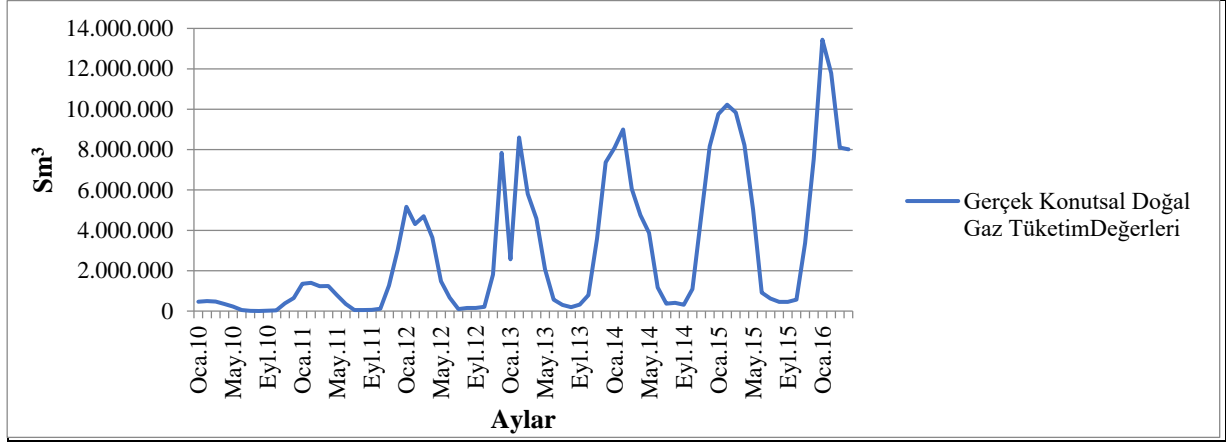
Çalışmada kullanılan veriler, Isparta Burdur Doğalgaz Dağıtım Anonim Şirketi TOROSGAZ'dan elde edilmiştir. Tahmin modellerinin elde edilmesinde Ocak 2010-Nisan 2016 dönemine ait 76 aylık veri kullanılmıştır. Kullanılan veriler adı geçen döneme ait konut sektöründe tüketilen doğal gaz miktarlarıdır. KONUTGAZ serisi olarak adlandırılan seriye ilişkin değerler şekil 1'de verilmiştir.

Isparta'da doğal gaz yatırım ve alt yapı çalışmalarının yeni başlaması sebebiyle ilk yıllarda gerçekleşen doğal gaz tüketim değerlerinin, zaman serisinin genelini temsil edemeyecek kadar düşük olduğu görülmektedir. 2012 yılından itibaren bugünkü değerleri temsil edebilecek nitelikte kendi içinde tutarlı bir tüketim dağılımı olduğu görülmektedir. 2012 yılı ve sonrasında konut sektörü doğal gaz tüketim değerlerinin düzenli olarak her yılın Eylül ayından itibaren artışa geçtiği, Ocak-Şubat ayında en yüksek değere ulaştığı ve Temmuz-Ağustos aylarında ise en az değerleri verdiği

görülmektedir. Fakat 2013 yılı Ocak ayı tüketim değerinde beklenmedik bir düşüş yaşandığı görülmektedir. TOROSGAZ şirketinden edinilen bilgilere göre; 2013 Ocak ayında gerçekleşen bu beklenmedik düşüş, anlaşma yapılan dağıtım şirketi ve

alım sözleşmesinin yenilenme süreci içerisinde olması sebebiyle, faturalandırma işlemi ve sonrası verilerin kayıt altına alınması sürecinde yaşanan aksaklıklardan kaynaklandığı belirtilmiştir. Yani bu düşüş fiili bir düşüş değil, eksik veri kayıdır.

Şekil 1: Isparta İli KONUTGAZ Serisi Tüketim Değerleri



Şekil 1’deki KONUTGAZ serisinin belli bir ortalama etrafında seyir göstermediği, zamana göre artan bir eğilime sahip olduğu açıkça görülmektedir. Ayrıca serideki değerlerin her yılın bazı dönemlerinde ciddi artış ve ciddi azalışlar göstermesi, zaman serisinin mevsimsel etki taşıdığını da kanıtlamaktadır. Bu yüzden ele alınan yöntemlerin mevsimsel etki ve trende göre değerlendirilmesi yapılmış ve yöntemlere ait GM(1,1), SARIMA(p,d,q)x(P,D,Q) ve Winters modelleri üzerinden öngörü işlemleri yapılmıştır. GM(1,1) modelinin mevsimselliği tam olarak sağlayamaması sebebiyle, bu model mevsimsel ayrıştırma ile beraber değerlendirilmiştir.

5.2. GM (1,1) Modeli

Seri verileri mevsimsellik içerdiği için ham KONUTGAZ serisi verilerine öncelikle ayrıştırma işlemi uygulanarak, veriler mevsimsellikten

$$\hat{x}_p^{(0)}(k+1) = \left[x^{(0)}(1) - \frac{1.160.074}{(-0,025410189)} \right] e^{-(-0,025410189)k} (1 - e^{-(-0,025410189)}) \quad (28)$$

Eşitlik (28) ile elde edilen değerler ayrıştırılmış seri (S_i) üzerinden hesaplanmış olduğu için bu değerler mevsimsel etkiyi barındıran gerçek tahmin değerlerini temsil etmeyecektir. Bu yüzden elde edilen bu değerler

arındırılmış, seriyi temsil eden mevsimsel bileşen (S_i) ve mevsimsel faktör değerleri SPSS Statistics 21.0 programı kullanılarak elde edilmiştir. Uygulamanın arka planında hem toplamsal hem de çarpımsal ayrıştırma ile GM (1,1) tahmin modeli oluşturulmuş, çarpımsal ayrıştırma ile elde edilen model daha başarılı öngörü değerleri verdiği için makalede sadece çarpımsal ayrıştırma ile elde edilen GM (1,1) modeline ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Çarpımsal model ile elde edilen GM (1,1) modelinin parametreleri Tablo 1’de verilmiştir. Tablo 1’deki Z⁽¹⁾(k) dizisi bağımsız değişken, X⁽⁰⁾(k) dizisi bağımlı değişken olarak alınarak oluşturulan diferansiyel denklemin EKK yöntemi ile elde edilen gelişme (a) ve sürücü katsayısı (b) değerleri bulunarak aşağıdaki GM (1,1) modeli elde edilmiştir.

tablo 2’de verilen mevsimsel faktörler ile çarpılarak mevsimsel etkiyi barındıran öngörü değerleri elde edilmiştir.

Tablo 1: Çarpımsal Ayrıştırma ile GM (1,1) Modelinin Dizi Değerleri (Sm³)

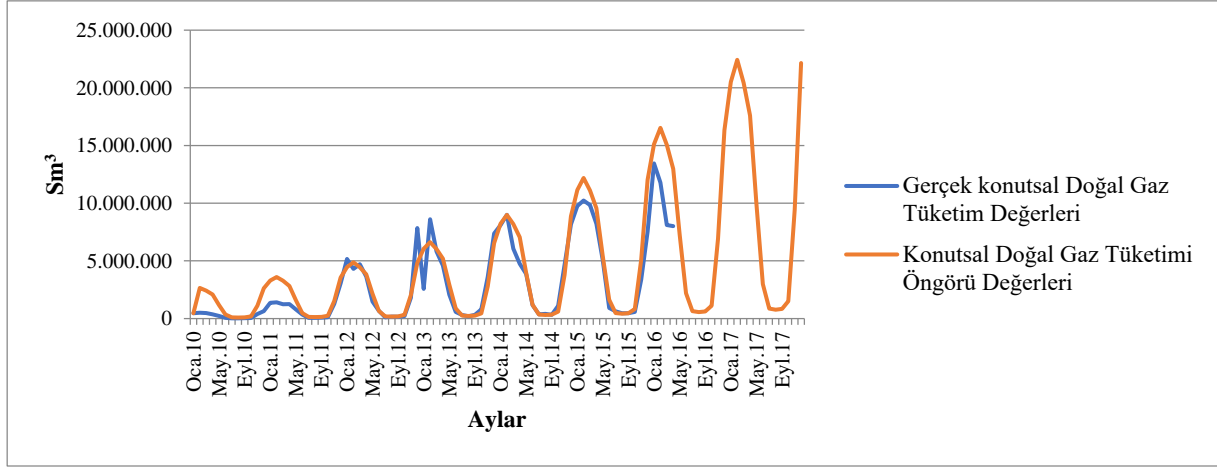
Tarih	S _t Bileşeni (X ⁽⁰⁾ (k))	X ⁽¹⁾ (k)	Z ⁽¹⁾ (k)	Tarih	S _t Bileşeni (X ⁽⁰⁾ (k))	X ⁽¹⁾ (k)	Z ⁽¹⁾ (k)
Oca.10	221.016	221.016	221.016	Mar.13	2.917.847	50.662.945	49.204.021
Şub.10	223.729	444.745	332.881	Nis.13	2.743.815	53.406.759	52.034.852
Mar.10	236.509	681.254	563.000	May.13	2.256.958	55.663.718	54.535.239
Nis.10	212.439	893.693	787.473	Haz.13	2.107.360	57.771.078	56.717.398
May.10	245.959	1.139.652	1.016.672	Tem.13	4.048.005	61.819.083	59.795.080
Haz.10	193.865	1.333.517	1.236.584	Ağu.13	2.983.360	64.802.442	63.310.762
Tem.10	172.991	1.506.507	1.420.012	Eyl.13	4.637.854	69.440.297	67.121.370
Ağu.10	133.371	1.639.878	1.573.193	Eki.13	6.436.321	75.876.618	72.658.458
Eyl.10	333.250	1.973.128	1.806.503	Kas.13	4.803.126	80.679.744	78.278.181
Eki.10	302.868	2.275.996	2.124.562	Ara.13	4.291.226	84.970.971	82.825.357
Kas.10	522.343	2.798.339	2.537.167	Oca.14	3.843.920	88.814.891	86.892.931
Ara.10	375.470	3.173.809	2.986.074	Şub.14	4.011.709	92.826.599	90.820.745
Oca.11	644.221	3.818.030	3.495.919	Mar.14	3.037.337	95.863.936	94.345.268
Şub.11	625.419	4.443.449	4.130.739	Nis.14	2.840.889	98.704.825	97.284.380
Mar.11	619.857	5.063.306	4.753.378	May.14	4.218.666	102.923.490	100.814.158
Nis.11	743.188	5.806.495	5.434.900	Haz.14	4.336.648	107.260.138	105.091.814
May.11	860.741	6.667.235	6.236.865	Tem.14	4.865.385	112.125.524	109.692.831
Haz.11	1.312.454	7.979.689	7.323.462	Ağu.14	6.277.887	118.403.410	115.264.467
Tem.11	727.659	8.707.347	8.343.518	Eyl.14	4.502.983	122.906.393	120.654.902
Ağu.11	832.817	9.540.165	9.123.756	Eki.14	8.932.688	131.839.081	127.372.737
Eyl.11	915.133	10.455.297	9.997.731	Kas.14	6.198.018	138.037.099	134.938.090
Eki.11	960.845	11.416.142	10.935.720	Ara.14	4.752.661	142.789.761	140.413.430
Kas.11	1.692.392	13.108.535	12.262.339	Oca.15	4.638.080	147.427.841	145.108.801
Ara.11	1.775.784	14.884.319	13.996.427	Şub.15	4.559.967	151.987.808	149.707.825
Oca.12	2.454.532	17.338.851	16.111.585	Mar.15	4.937.923	156.925.732	154.456.770
Şub.12	1.921.461	19.260.312	18.299.581	Nis.15	4.911.835	161.837.567	159.381.649
Mar.12	2.358.434	21.618.746	20.439.529	May.15	5.474.997	167.312.564	164.575.066
Nis.12	2.177.519	23.796.265	22.707.506	Haz.15	3.401.652	170.714.217	169.013.390
May.12	1.607.537	25.403.803	24.600.034	Tem.15	8.303.123	179.017.339	174.865.778
Haz.12	2.494.329	27.898.132	26.650.967	Ağu.15	7.014.554	186.031.893	182.524.616
Tem.12	1.340.700	29.238.832	28.568.482	Eyl.15	6.590.793	192.622.686	189.327.289
Ağu.12	2.478.611	31.717.443	30.478.137	Eki.15	4.656.417	197.279.103	194.950.894
Eyl.12	2.255.990	33.973.433	32.845.438	Kas.15	4.506.210	201.785.313	199.532.208
Eki.12	1.734.545	35.707.978	34.840.706	Ara.15	4.384.407	206.169.720	203.977.516
Kas.12	2.420.181	38.128.159	36.918.069	Oca.16	6.389.714	212.559.434	209.364.577
Ara.12	4.562.820	42.690.979	40.409.569	Şub.16	5.256.065	217.815.499	215.187.467
Oca.13	1.219.964	43.910.943	43.300.961	Mar.16	4.066.113	221.881.613	219.848.556
Şub.13	3.834.155	47.745.098	45.828.021	Nis.16	4.789.999	226.671.611	224.276.612

Tablo 2: Çarpımsal Ayrıştırma İle Elde Edilen 12 Aylık Mevsimsel Faktör Değerleri

Aylar	Mevsimsel Faktör (Endeks) Değerleri
Ocak	2,10385
Şubat	2,24289
Mart	1,99239
Nisan	1,6726
Mayıs	0,91943
Haziran	0,26955
Temmuz	0,07571
Ağustos	0,06504
Eylül	0,06981
Ekim	0,12242
Kasım	0,7481
Aralık	1,71821

KONUTGAZ serisine ait 76 aylık gerçek tüketim ve GM (1,1) tahmin modeli ile elde edilen 96 aylık tahmin değerleri şekil 2’de verilmiştir.

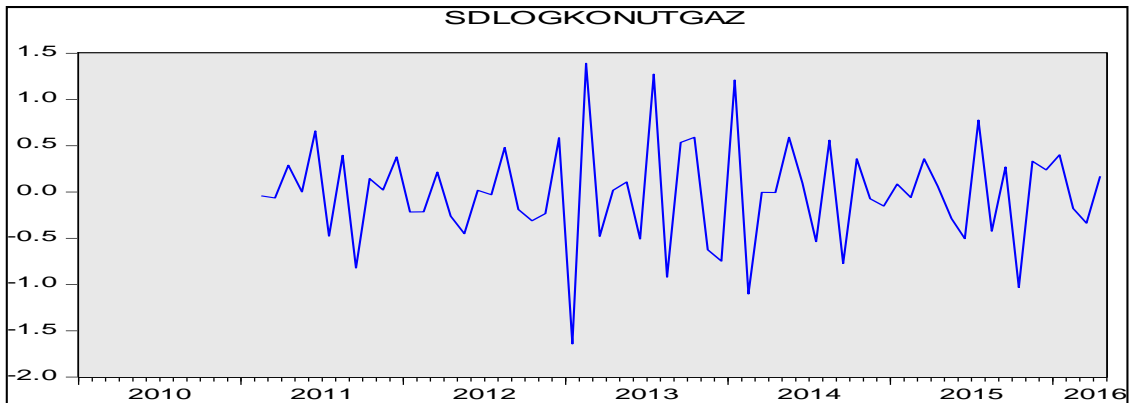
Şekil 2: Gerçek ve GM (1,1) Tahmin Modeli ile Elde Edilen KONUTGAZ Serisi Değerleri



5.3. Box-Jenkins Modeli

KONUTGAZ serisinde durağanlığın sağlanması amacı ile ilk olarak serinin logaritması alınmıştır. Serinin logaritmasının alınmış halinde de yapılan analizler (korelogram ve birim kök testi) sonucu sürecin hala durağan olmadığı belirlenmiştir. Bu yüzden logaritması

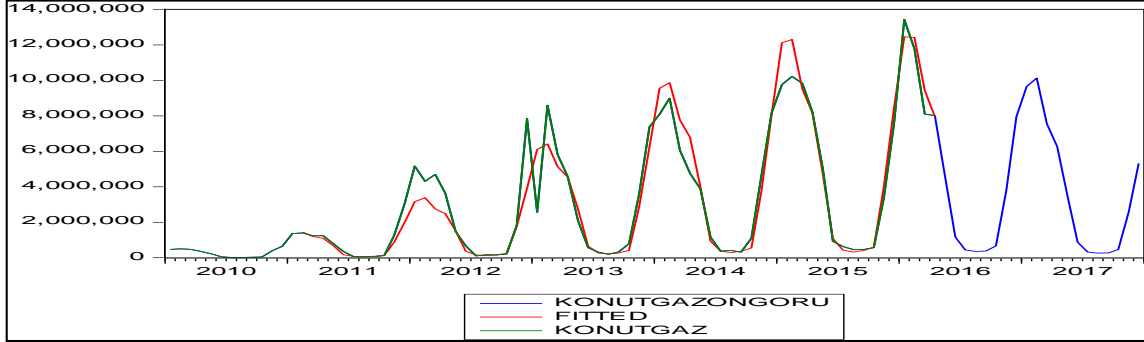
alınmış serinin birinci düzeyde farkı alınmıştır. Birinci farkta durağanlaşan seride mevsimsel etkininse hala devam ettiği belirlenmiştir. Bu sebeple serinin mevsimsel farkı da alınarak, şekil 3’teki mevsimsellikten de arındırılmış durağan seri elde edilmiştir.

Şekil 3: S₁₂DLOGKONUTGAZ Serisi Grafiği

S_{12} DLOGKONUTGAZ serisi üzerinden yapılan korelogram incelemesi sonucu alternatif 23 model belirlenmiş, modellerin tahminlemesi ve model parametreleri üzerinden anlamlılık sınaması yapılmıştır. Bu sınamalar sonucu; uygun model sayısı 8'e düşürülmüş, bu modeller üzerinden ise model uygunluk ve başarı kriterleri bakımından

değerlendirilme yapıp, uygulamada kullanılması gereken en uygun model $ARIMA(0,1,1) \times (0,1,1)_{12}$ olarak belirlenmiştir. KONUTGAZ serisine ait 76 aylık gerçek tüketim ve $ARIMA(0,1,1) \times (0,1,1)_{12}$ tahmin modeli ile elde edilen 96 aylık tahmin değerleri şekil 4'te verilmiştir.

Şekil 4. Gerçek ve $ARIMA(0,1,1) \times (0,1,1)_{12}$ Tahmin Modeli ile Elde Edilen KONUTGAZ Serisi Değerleri

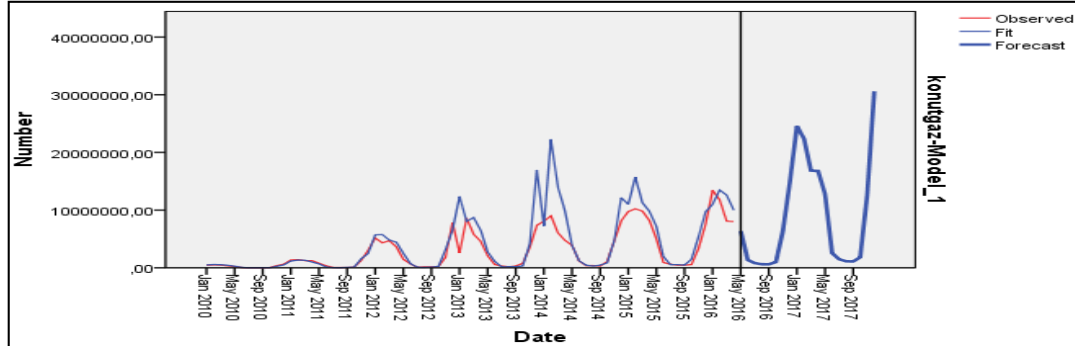


5.4. Winters Üstel Düzleştirme Modeli

Çalışmanın bu bölümünde öncelikle mevsimsel üstel düzleştirme-Winters yöntemi modellerinden hangisinin uygulama için en doğru model olduğu kararı verilmiştir. Bu kararın verilmesi için SPSS programı yardımı ile veri grubu üzerinden her model için tahminleme yapılmış ve modeller parametre anlamlılığı, model uygunluğu ve öngörü başarı

bakımından karşılaştırılmıştır. Yapılan incelemeler sonucu ise çarpımsal (multiplicative) modelinin en doğru ve tutarlı sonuçları verecek model olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Winters Multiplicative yöntemi ile KONUTGAZ serisi üzerinden yapılan tahminleme sonucu elde edilen 2016-2017 dönemi Isparta ili konut doğal gaz tüketimi kestirim değerleri tablo 7'de, grafiği şekil 6'da verilmiştir.

Şekil 5: Gerçek ve Winters Multiplicative Tahmin Modeli ile Elde Edilen KONUTGAZ Serisi Değerleri



5.5. Öngörü Başarı Kriterlerinin Karşılaştırılması

Uygulaması yapılan modellere ilişkin başarı kriter değerleri tablo 3'te verilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde GM (1,1) modelinin diğer modellere göre; RMSE, MSE ve MAE değerlerinde en düşük değerlere ve %17,15 MAPE değeri ile en düşük orana sahip model olduğu görülmektedir. Kriter değerleri (hata oranları) en yüksek çıkan tahmin modeli ise Box-Jenkins

Modelidir. Bu sebeple ele alınan veriler ve modeller çerçevesinde görece olarak GM (1,1) tahmin modelinin, diğer modellere göre daha güçlü öngörü başarısına sahip olduğu söylenebilir. Bu durumda çalışmada elde edilen 2016-2017 dönemi Isparta ili konut doğal gaz tüketimi öngörü değerlerinden, gerçek veri setini en iyi temsil edebilecek değerler Çarpımsal Ayırıştırma ile GM(1,1) modeline ait değerlerin olduğu düşünülmektedir.

Tablo 3: Modellerin Başarı Kriter Değerleri Karşılaştırılması

Uygunluk Kriteri	GM (1,1)	ARIMA (0,1,1)x(0,1,1) ₁₂ Modeli	Winters Modeli
RMSE	1.097.989,88	1.604.950	1.287.290,66
MSE	1.205.581.771.824	2.575.864.502.500	1.657.117.243.323
MAE-MAD	322.214,10	1.030.200	773.220,72
MAPE	17,15%	30,27%	24,79%

Tüm tahmin modelleri için Mayıs 2016-Aralık 2017 dönemi için elde edilen öngörü değerleri ise tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde tüm tahmin

modellerinde de Isparta ilinin konut sektöründeki doğal gaz talep miktarlarının Mayıs 2016-Aralık 2017 dönemi için artacağı tahmin edilmektedir

Tablo 4: Isparta İli İçin Konut Doğal Gaz Talep Tahmin Değerleri

Tarih		Gri Tahmin Yöntemi	Box Jenkins Yöntemi	Mevsimsel Üstel Düzleştirme Yöntemi
Yıl	Ay			
2016	Mayıs	7.312.990	4.630.256	6.376.485
2016	Haziran	2.199.167	1.163.318	1.360.903
2016	Temmuz	633.599	428.530	814.216
2016	Ağustos	558.321	355.019	622.590
2016	Eylül	614.701	374.720	611.832
2016	Ekim	1.105.710	661.702	990.358
2016	Kasım	6.930.920	3.774.820	6.397.044
2016	Aralık	16.328.637	7.953.266	14.942.943
2017	Ocak	20.508.361	9.667.081	24.577.638
2017	Şubat	22.426.765	10.132.985	22.390.192
2017	Mart	20.435.040	7.558.288	16.846.446
2017	Nisan	17.596.881	6.270.015	16.787.298
2017	Mayıs	9.922.127	3.532.649	12.783.345
2017	Haziran	2.983.788	870.962	2.548.138
2017	Temmuz	859.655	314.838	1.488.965
2017	Ağustos	757.520	255.954	1.123.759
2017	Eylül	834.015	265.108	1.101.596
2017	Ekim	1.500.206	459.392	1.816.089
2017	Kasım	9.403.740	2.571.714	12.663.559
2017	Aralık	22.154.384	5.317.129	30.601.313

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Konut, sanayi, elektrik üretimi gibi birçok alanda kullanılan doğal gaz ihtiyacının tamamına yakın kısmını ithal eden Türkiye'nin; ihtiyaçta yaşanacak beklenmedik bir artışta veya azalışta bir kriz ile karşılaşmaması, karşılaşılabilecek durumda ise kalıcı çözümler üretebilmesi gerekmektedir. Bu yüzden doğal gaz sektörü için geleceğe yönelik politikaların önceden belirlenmesi, bunun için de gelecekte ihtiyaç duyulacak tüketim değerlerinin olabildiğince doğru tahmin edilmesi çok büyük önem arz etmektedir.

Coğrafi konumu bakımından birçok iklimi bir arada barındıran Türkiye'de, iklim koşullarının getirdiği farklılıklara bağlı olarak doğal gaz tüketimi de aylar ve bölgeler itibarıyla farklılık göstermektedir. Bu yüzden

ülke bazında yapılacak bir tahminleme ile daha sağlıklı sonuçlar elde edebilmesi için bölgesel tahminlerin de yapılması gerekmektedir.

Bu çalışmada, altyapı yatırımlarının halen devam ettiği ve daha önce doğal gaz tüketimi üzerine tahmin çalışmasının yapılmadığı Isparta ili için 2016 Mayıs ve 2017 Aralık dönemi konut sektöründe gerçekleşecek olan aylık konut doğal gaz tüketim değerleri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada 2010 Ocak-2016 Nisan dönemine ait geçmiş doğal gaz tüketim verileri kullanılmıştır. Ulaşılan tahmin değerlerini elde etmek için mevsimsel farklılıkları da dikkate alabilen Gri Tahmin, Box-Jenkins ve Üstel Düzleştirme yöntemleri kullanılmıştır.

Belirlenen veri grubu ve yöntemler ile yapılan analizler sonucu, her yöntem için çalışma amacına en uygun tahmin sonuçlarını verecek model belirlenmiştir. Buna göre gri tahmin yöntemi ile yapılan analizlerde mevsimsel ayrıştırma uygulaması yapılmış ardından GM(1,1) tahmin modeli uygulanmıştır. B-J yönteminde ise ayrıca mevsimsel ayrıştırma uygulanmadan, mevsimsel bileşeni içinde barındıran ARIMA(0,1,1)x(0,1,1)₁₂ modeli kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan bir diğer yöntem olan üstel düzleştirmede, mevsimsel ve trend içeren seriler için üretilmiş model olan Multiplicative (Çarpımsal) Winters modeli kullanılmıştır. Modeller ile elde edilen tahmin sonuçlarının MAPE, RMSE, MSE ve MAE kriterleri bakımından değerlendirilmesi yapılmıştır.

Çalışma sonucunda mevsimsel ayrıştırma ile GM(1,1) modeli, başarı yüzdesi ve kestirim değerleri doğruluğu en yüksek model olarak bulunmuş, bu model ile geleceğe yönelik öngörü uygulaması yapılarak 2016-

2017 dönemi Isparta ili konutsal doğal gaz tüketimi için kestirim değerleri elde edilmiştir. Kullanılan yöntemlerin karşılaştırılmasının dışında, son olarak elde edilen kestirim değerlerinin gerçek veri grubu ile uyumu incelenmiştir. Bu inceleme sonucu Isparta ilinde doğal gaz enerji tüketiminin artışının mevsimsel olarak devam ettireceği bulgusuna ulaşılmıştır. Ayrıca, doğal gaz tüketiminin mevsimsel sıcaklık artış ve azalışlarının fazlasıyla etkisinde kaldığı, bu tür uygulamalarda mevsimsel etkinin ayrıştırılmasının veya bu etkiyi barındıran modellerin kullanılmasının bir gereklilik olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Çalışmada ele alınan modellerin doğalgaz talep tahmininde oldukça başarılı sonuçlar verdiği düşünülmektedir. Bu sebeple; doğal gaz talep tahmini yapan karar vericilerin tahminleme modellerini karar verme sürecinde yardımcı bir araç olarak kullanmalarının yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

1. AKGÜL, S. ve Yıldız, Ş. (2013). “Doğal Gaz Tüketim Tahmini”, Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi, 5 (1) : 440-452.
2. AKKURT, M. (2009). Forecasting Natural Gas Consumption By Time Series Methods, Master Thesis, Fatih University Graduate Institute of Sciences, Istanbul.
3. ARAS, H. ve Aras, N. (2005). “Eskişehir’de Konutsal Doğal Gaz Talebine Ekonomik Göstergelerin ve Dış Ortam Sıcaklığının Etkileri”, Mühendis ve Makina Dergisi, 46 (540): 20-27.
4. BOTAŞ (2015). <http://www.botas.gov.tr>, (10.12.2015).
5. BP Global Company (2015). “BP Statistical Review of World Energy”, <http://www.bp.com/statisticalreview>, 18.04.2015.
6. ÇUHADAR, M., Güngör, İ. ve Göksu, A. (2009). “Turizm Talebinin Yapay Sinir Ağları ile Tahmini ve Zaman Serisi Yöntemleri ile Karşılaştırmalı Analizi: Antalya İline Yönelik Bir Uygulama”, Süleyman Demirel Üniversitesi İİBF Dergisi, 14 (1): 99-114.
7. DİLAVER, Z. ve Hunt, L C. (2010). Industrial Electricity Demand For Turkey: A Structural Time Series Analysis, Surrey Energy Economics Discussion Paper Series, Surrey Energy Economics Centre (SEEC), Department of Economics University of Surrey: 1-35.
8. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi-DEKTMK (2008). 2007-2008 Türkiye Enerji Raporu, Poyraz Ofset, Ankara.
9. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı (2015). Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü, Sayı : 9, Ankara.
10. GUJARATI, D. N. (1995). “Basic Econometrics”, 3. Edition, MC Graw- Hill Higher, New York.
11. HANEDAR, A. V., Akkaya, O. ve Bizim, Ç. (2015). Durağanlık Analizi, Birim Kök Testleri ve Trend, <http://www.deu.edu.tr/userweb/onder.hanedar/dosyalar/Metin.pdf>, (08.12.2015).
12. HALİM, S. ve BISONO, I. N. (2008). “Automatic Seasonal Auto Regressive Moving Average Models and Unit Root Test Detection”, International Journal of Management Science and Engineering Management, 3 (4): 266-274.
13. KARDİYEN, F. (2007). Dinamik Portföy Analizi: Yeni Bir Model Önerisi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
14. KAYACAN, E., Ulutaş, B., Büyüksalvarcı, A. ve Kaynak, O. (2007). “Gri Sistem Kuramı Ve Finansman Uygulamaları: İMKB Örneği”, 17-22 Ekim, Zonguldak, 11. Ulusal Finans Sempozyumu Bildiriler Kitabı: 215-229.
15. KAYTEZ, F. (2012). En Küçük Kareler Destek Vektör Makineleri İle Türkiye'nin Uzun Dönem Elektrik Tüketim Tahmini ve Modellemesi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
16. LI, Y., Campbell, E.P., Haswell, D., Sneeuwjagt, R.J. ve Venables, W.N. (2003). “Statistical Forecasting of Soil Dryness Index in The Southwest of Western Australia”, Forest Ecology and Management, 183: 147-157.

17. LIU, S. ve Forrest, J. (2007). "The Current Developing Status on Grey System Theory", *The Journal of Grey System*, 2: 111-123.
18. LIU, S. ve Lin, Y. (2006). "Grey Information: Theory and Practical Applications", United States of America: Springer.
19. MECIAROVÁ, Z. (2007). "Modeling and Forecasting Seasonal Time Series", *Journal of Information, Control and Management Systems*, 5 (1): 73-80.
20. PEKER, İ. ve Baki, B. (2011). "Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Türk Sigortacılık Sektöründe Performans Ölçümü", *International Journal of Economic and Administrative Studies*, 4 (7): 1-18.
21. Resmi Gazete. (2001). Doğal Gaz Piyasası Kanunu Sayı: 24390, Tertip : 5, Cilt : 40.
22. RATHNAYAKA, R.M. Kapila Tharanga ve Seneviratna, D.M. (2014). "GM (1,1) Analysis and Forecasting for Efficient Energy Production and Consumption", *International Journal of Business, Economics and Management Works*, 1 (1) : 6-11.
23. SALLEHUDDIN, R., Shamsuddin, S. M. Hj., Hashim, S. Z. M. ve Abrahamly A. (2010). "Forecasting Time Series Data Using Hybrid Grey Relational Artificial Neural Network And Auto Regressive İntegrated Moving Average Model", *Neural Network World*, 6 (07): 573-605.
24. SÁNCHEZ, E.F. ve Úbeda, A.B. (2007). "Modeling and Forecasting Industrial End-Use Natural Gas Consumption", *Energy Economics*, 29 : 710-742.
25. SOLAK, A. O. (2013). "Türkiye'nin Toplam Petrol Talebi ve Ulaştırma Sektörü Petrol Talebinin ARIMA Modeli İle Tahmin Edilmesi", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18 (3) : 131-142.
26. SEVİMLİ, E. (2008). Türkiye'de Doğal Gaz Sektörünün Ekonomik Analizi ve Doğal Gaz Politikalarının Değerlendirilmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, G.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
27. SOYSAL, M. ve Ömürgönülşen M. (2010). "Türk Turizm Sektöründe Talep Tahmini Üzerine Bir Uygulama", *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 128-136.
28. ŞENGÜN, G. (2012). Doğal Gaz Talep Tahmini Bayburt İli Üzerine Bir Uygulama, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
29. ÖZDEMİR, M. A. ve Bahadır, M. (2010). "Denizli'de Box Jenkins Tekniği ile Küresel İklim Değişikliği Öngörülleri", *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12(3) :352-362.
30. ÖZKARA, Y. (2009). "Mevsimsel Ayırıştırma Temelli Gri Tahmin Yöntemi İle Aylık Elektrik Yük Tahmini", Yüksek Lisans Tezi, G.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
31. TAYLOR, J. W. (2003). "Short-Term Electricity Demand Forecasting Using Double Seasonal Exponential Smoothing", *Journal of Operational Research Society*, 54 (8): 799-805.
32. TC Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu EPDK (2015a). 2015 Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu, Ankara.
33. T. C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu EPDK (2015b). Mart 2015 Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu, Ankara.
34. TOPÇU, G. Y. (2013). "Türkiye Doğal Gaz Tüketim Tahmini" Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
35. TPAO (2015). Ham Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu, http://www.tpa.gov.tr/tp5/docs/imaj/HP_DG_SEKTOR_RPR_040515.pdf, (25.05.2016).
36. YILMAZ, H. ve Yılmaz M. (2013). "Gri Tahmin Yöntemi Kullanılarak Türkiye'nin CO2 Emisyon Tahmini", *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*: 141-148.
37. YALTA, T. (2015). Zaman Serileri Ekonometrisine Giriş: Box Jenkins Yöntemi, [http://yalta.etu.edu.tr/files/ekonometri2-09-zaman-serileri-ekonometrisine-giris-\(s2,0\).pdf](http://yalta.etu.edu.tr/files/ekonometri2-09-zaman-serileri-ekonometrisine-giris-(s2,0).pdf), (04.12.2015).
38. YOLSAL, H. (2010). "Mevsimsel Düzeltmede Kullanılan İstatistikî Yöntemler Üzerine Bir İnceleme", *Önerî Dergisi*, 245-257.