

KIRGIZİSTAN'IN ENERJİ TÜKETİM PROJEKSİYONU

Prof. Dr. Ahmet Burçin YERELİ
Hacettepe Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,
Maliye Bölümü, aby@hacettepe.edu.tr

Ar. Gör. Işıl Şirin SELÇUK
Ankara Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, İktisat
Bölümü, isilselcuk@gmail.com

Dr. Altuğ Murat KÖKTAŞ
Niğde Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,
Maliye Bölümü, altug@koktas.com

Özet

Enerji sektöründe yapılacak yatırımların büyüklüğü ve ekonomik ömürlerinin belirlenmesi amacıyla, geleceğe yönelik enerji tüketim projeksiyonlarının yapılması, muhtemel enerji politikaları hakkında ipucu veren önemli tahminlerdir. Bu bağlamda ülkelerin gelecek yıllarda gerçekleşmesi beklenen olası tüketim düzeylerinin sağlıklı modellerle ortaya konması, başta ekonomik büyüme olmak üzere farklı makroekonomik göstergeler üzerinde de bilgi edinilmesini sağlamaktadır. Çalışmanın amacı Kırgızistan'ın enerji tüketimine yönelik çok yıllık projeksiyon tahmini yapmaktır. Çift Üstel Düzeltme ve ARIMA Yönteminin kullanıldığı çalışmada kullanılan veriler 1992-2011 yıllarına ilişkin olup, Dünya Bankası verilerinden elde edilmiştir. Buna göre çalışmada Kırgızistan'ın 2020 yılına kadar enerji tüketiminin artacağı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Enerji Tüketimi, Enerji Projeksiyonu, Çift Üstel Düzeltme Yöntemi

Jel Kod: Q41, C53

1. Giriş

Ekonomik gelişmeyle birlikte hemen hemen tüm ülkelerde enerjiye olan ihtiyaç sürekli bir artış göstermekte ve enerjiye olan talep günümüzün en önemli stratejik konularından biri olarak değerlendirilmektedir. Nitekim birçok gelişmiş ülke enerji politikalarının bağımsızlığını ulusal güvenlik meselesi olarak değerlendirmekte ve farklı enerji üretim olanakları aramaktadır. Yoğun olarak yenilenebilir enerji politikalarına odaklanılmakla birlikte üretimin yerli kaynaklarla yapılması, enerji bağımsızlığı ile yakın ilişkilidir. Özellikle gelişmekte olan ülkeler için enerjinin lokomotif sektör olduğu dikkate alındığında, enerji arzının sorunsuz bir biçimde sürdürülmesi, ülke ekonomisinin sürdürülebilirliğini doğrudan etkilemektedir (Pokarel, 2007). Bu bağlamda orta ve uzun vadeli tüketim projeksiyonlarının varlığı, güvenilir enerji politikaları ve söz konusu politikalarının sürdürülebilirliği bakımından önem arz etmektedir. Çalışmada Kırgızistan'a yönelik enerji tüketim projeksiyonu tahmini yapılacaktır.

2. Literatürde Enerji Tüketim Projeksiyonları

Literatürde enerji tüketimine yönelik projeksiyon tahminleri, özellikle son elli yıldır yoğun olarak yapılmaktadır. Gelişmiş ekonomilerin yanı sıra gelişmekte olan ülkelere yönelik olarak da yapılan tahminler, araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Crompton ve Wu (2005) tarafından Çin'in enerji tüketimi, geçmiş enerji tüketim gerçekleştirmeleriyle birlikte geleceğe yönelik olarak kurgulanmıştır. Çin'in ABD'den sonra dünyanın en büyük ikinci enerji tüketicisi

olmasının yanında, yıllık ortalama %7-8 düzeylerinde gerçekleşen büyüme oranıyla birlikte en büyük petrol ithalatçısı olması, Çin'in dünya ekonomisindeki yeri bakımından tüketim projeksiyonunu önemli hale getirmektedir. Bayesgil VAR (Bayesian Vector Autoregressive) modelinin kullanıldığı çalışmada, enerji tüketiminin yıllık ortalama %3.8 artacağı tahmin edilmiştir. Çalışmada ayrıca düşük enerji tüketiminin, düşük büyüme hızına neden olacağı ileri sürülmüştür. Çin üzerine yapılan bir diğer tahmin ise Adams ve Shachmurove (2008) tarafından 2020 yılına kadar olan enerji talebi ve tüketimini konu edinmektedir. Buna göre Çin'in 2020'ye kadar petrol, kömür ve gaz talebinin hızlı bir şekilde artacağı ileri sürülmektedir. Bu bağlamda söz konusu talebi dengelemek için yurtiçi üretimin artırılması ve elektrik tüketiminde etkinliğin sağlanması önerilmektedir. O'Neill ve Desai (2005) ABD enerji tüketim projeksiyonunu geçmişe yönelik yaparak, yapılan tahminlerin doğruluğunu test etmişlerdir. Buna göre milli hasıla üzerinden yapılan tahminlerin kısa vadede yaklaşık olarak %4 hatalı olduğunu tespit etmişlerdir.

Kumar ve Jain (2010) Hindistan'a yönelik enerji tüketim tahminlerini iki farklı zaman serisi analiziyle yapmışlardır. Buna göre kullanılan Grey-Markov modeliyle yapılan tahminlerin enerji türlerine göre %1.6 ile %3.5 arasında hataya neden olduğunu belirlemiştir. ABD'nin 2040 elektrik tüketimine ilişkin yapılan projeksiyonda ise 2012 yılında 3.826 milyar kilowatsaat olan tüketim düzeyinin 2040 yılında 4.954 milyar kilowatsaate yükseleceği öngörülmektedir (EİA, 2014). Kankal ve diğerleri (2011) tarafından Türkiye'ye yönelik enerji tüketimi, sosyoekonomik ve demografik faktörler kullanılarak tahmin edilmiştir. Yapay sinir ağlarının (Artificial Neural Network) kullanıldığı regresyon analizinden elde edilen sonuçlar, resmi tahminlerle kıyaslanmıştır. Buna göre yapılan tahminlerin daha düşük tüketim düzeylerine karşılık geldiği tespit edilmekle birlikte 2014 yılında Türkiye'nin toplamda 117.0 ile 175.4 Mtoe düzeyinde enerji tüketiceği ileri sürülmüştür. Benzer çalışma Hamzaçebi ve Kutay tarafından 2004 yılında yapılmıştır.

Söz konusu çalışmada uzun dönemli elektrik enerjisi tüketimi tahmininde yapay sinir ağları kullanılmış ve elde edilen sonuçlar Box-Jenkins modelleri ve regresyon tekniği ile karşılaştırılmıştır. Buna göre yapay sinir ağlarının elektrik enerjisi tüketiminde iyi bir tahmin edici olduğu belirlenmiştir. Bianco ve diğerleri (2009) tarafından yapılan analizde ise İtalya'da elektrik tüketim talebi lineer regresyon kullanılarak tahmin edilmiştir. 1970-2007 yıllarına ilişkin verilerin kullanıldığı çalışmada öncelikle kısa ve uzun dönemli talep esnekliği tespit edilmiş daha sonra ise farklı ekonometrik modeller yardımıyla elektrik tüketimi tahmin edilmiştir. Buna göre kısa dönemli talep esnekliği -0.06, uzun dönemli talep esnekliği ise -0.24 olarak bulunmuştur. Enerji projeksiyonlarının resmi tahminler ile kıyaslanması durumunda ise en iyi sonucun $\pm\%1$, en kötü sonucun ise $\pm\%11$ farka neden olduğu tespit edilmiştir.

Enerji tüketimi ile milli hasıla arasındaki ilişki ise yine yapılan tüketim projeksiyonlarıyla analiz edilmektedir. Kraft ve Kraft 1978 yılında ABD için yaptıkları ampirik çalışmada Milli hasıla ile enerji tüketimi arasında bir nedensellik olduğunu tespit etmişlerdir. Sarı ve diğerleri tarafından (2001) Türkiye için yapılan analizde ise, Johansen-Juselius eşbütünleşme yöntemi kullanılmıştır. Buna göre enerji tüketimi ile GSYİH arasında uzun dönemli ilişki olduğu belirlenmiştir. Soytaş ve Sarı (2007) tarafından çalışmada G-7 ve on geçiş ekonomisine yönelik enerji tüketimi ve milli hasılaya ilişkin nedensellik ilişkisi incelenmiştir. Buna göre enerji tasarrufunun Türkiye, Fransa, Almanya ve Japonya'da ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkilediği ileri sürülmektedir. Glasure (2002) tarafından Kore'ye yönelik enerji ve milli hasıla üzerine yapılan analizde ise petrol fiyatlarının milli hasıla ve enerji tüketimi üzerine etki eden temel faktörlerden biri olduğu tespit edilmiştir. Apergis ve Payne (2009) tarafından Kırgızistan'ın da dahil olduğu onbir bağımsız devlet topluluğu (CIS, Commonwealth of Independent States) ülkelerine yönelik yapılan ampirik analizde ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişki, Granger nedensellik ilişkisi 1991-2005 yılları verileri kullanılarak analiz edilmiştir.

Buna göre söz konusu ülkelerde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli ilişki tespit edilmiştir. Ferguson ve diğerleri tarafından (2000) küresel ekonominin yaklaşık %99'unu temsil eden yüzün üzerinde ülkeye yönelik yapılan analize göre, gelişmiş ülkelerde, yoksul veya geri kalmış ülkelere göre, zenginlik ile elektrik tüketimi arasında güçlü bir ilişki tespit edilmiştir.

3. Model ve Veri Kaynağı

Enerji tüketimine yönelik yapılan projeksiyonlarda çeşitli ekonometrik modeller kullanılmakla birlikte Türkiye'de MAED Modeli (Model for Analysis of Energy Demand) kullanılmaktadır. Söz konusu model Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı tarafından geliştirilmiştir. Buna göre model ülkelerin sosyal, ekonomik ve teknolojik sistemlerini ayrıntılı bir biçimde inceleyerek, orta ve uzun dönemli enerji tüketimi üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır. Diğer yandan MAED modeline çeşitli eleştiriler getirilmektedir. Buna göre modelin tahmin ettiği değerler ile gerçekleşen değerler arasında farklılıklar bulunması, modelin doğru sonucu verebilme gücünü tartışmalı hale getirmektedir (Ediger ve Tatlıdil, 2001). Bu bağlamda yapılan analizin doğru tahmini verebilmesi ya da bir diğer deyişle tahmin hatalarının en aza indirilebilmesi için çalışmada Çift Üstel Düzeltme Yöntemi (Double Exponential Smoothing) ve ARIMA yöntemi kullanılmaktadır. Bu modelin uygulanmasında ise Minitab 17 paket programı tercih edilmektedir.

Analize başlamadan önce; yöntemlerde kullanılan seri olan enerji kullanım serisini (kt eşdeğer petrol) incelemek gerekmektedir. Çalışmada 1992-2011 yılları arasında Dünya Bankası veri tabanından alınan enerji kullanım verileri kullanılmış olup, veri ile ilgili detaylar aşağıda verilmiştir. Veriler incelendiğinde özellikle 2001 yılı sonrasında, 2009 yılının haricinde tüketimin artma eğiliminde olduğunu gözlemlemek mümkündür.

Tablo 1: Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	Gözlem	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Enerji Kullanım	20	2774	631	2151	4979

Analizde kullanılan serinin durağanlığı Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) birim kök testi ile kontrol edilmiştir. Buna göre serinin %10 ve %5 düzeyinde durağan olmasına rağmen %1 düzeyinde durağan olmadığı ancak birinci farkı alındığında %10, %5 ve %1 düzeyinde durağanlaştığı gözlemlenmiştir.

Üstel düzeltme yöntemleri, geçmiş verileri matematiksel olarak düzeltmekte ve veri setindeki en son gözlem değerine yüksek, daha önceki gözlem değerlerine de azalan bir biçimde ağırlık vermektedir. Çift üstel düzeltme ise belli bir trend içeren seriler için kullanılan bir yöntemdir. Buna göre model aşağıda gösterilmektedir:

$$Ll = aYt + (1-a)(Lt-1 + Tt-1)$$

$$Tt = \beta (Lt - Lt-1) + (1 - \beta)Tt-1$$

$$\hat{Y}_{t+p} = Lt + pTt$$

Eşitlikte yer alan;

Lt = Yeni düzeltilmiş değer (mevcut düzeyin tahmini)

a = Düzey için düzeltme sabiti ($0 < a < 1$)

Yl = Serinin t dönemindeki esas değeri veya yeni gözlem

y = Trend tahmini için düzeltme sabiti ($0 < a < 1$)

Tt = Trend tahmini

P = Geleceğe yönelik öngörüsü yapılacak periyotlar

\hat{Y}_{t+p} = P periyot için geleceğe yönelik öngörüü ifade etmektedir

Bir diğer tahmin yöntemi olan ARIMA modeli, bağımlı değişkenin geçmiş değerlerinin ele alındığı Otoregresif Model (AR) ile cari ve gecikmeli hata terimlerinin, ağırlıklı toplamının ele alındığı Hareketli Ortalama Modelinin (MA) birleşiminden oluşan ARMA modelinin, durağan olmayan süreçlere uyarlanmış halidir. Durağan olmayıp fark alma işlemi sonucunda durağanlaştırılan serilere

uygulanan modellere Birleştirilmiş Otoresif Hareketli Ortalama (ARIMA - AutoRegressive Integrated Moving Average) modeli denilmektedir. seri durağan değilse çoğunlukla seriyi durağanlaştırmak için serinin uygun dereceden farkları alınır. ARMA(p,q) modelini durağanlaştırmak için modelin d kez farkı alındıysa model (p,d,q) dereceden Birleştirilmiş Otoresif Hareketli Ortalama (ARIMA) modeline dönüşür (Selçuk, 2009).

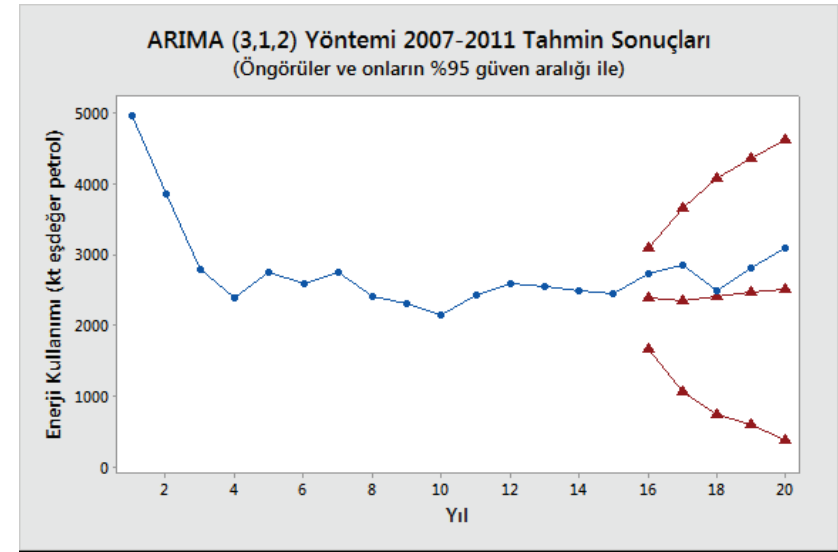
Model belirleme aşamasında ARIMA model sınıfından çeşitli modeller tahmin edilmiş olup, katsayıların anlamlı olup olmadıkları test edilmiştir. Modellerin uygunluk kontrolü ARIMA (3,1,2) modelinin kullanılması gerektiği belirlenmiştir. Aşağıdaki tablodan modelin tahmin sonuçlarına ve istatistiklerine ulaşmak mümkündür. Bunun yanı sıra Modifiye Edilmiş Box-Pierce (Ljung-Box) test istatistiği sonuçlarına göre de modelin hata terimlerinin bağımsız olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 2: Verilerin Standart Hata, T-Değerleri, Olasılık ve P Değerleri

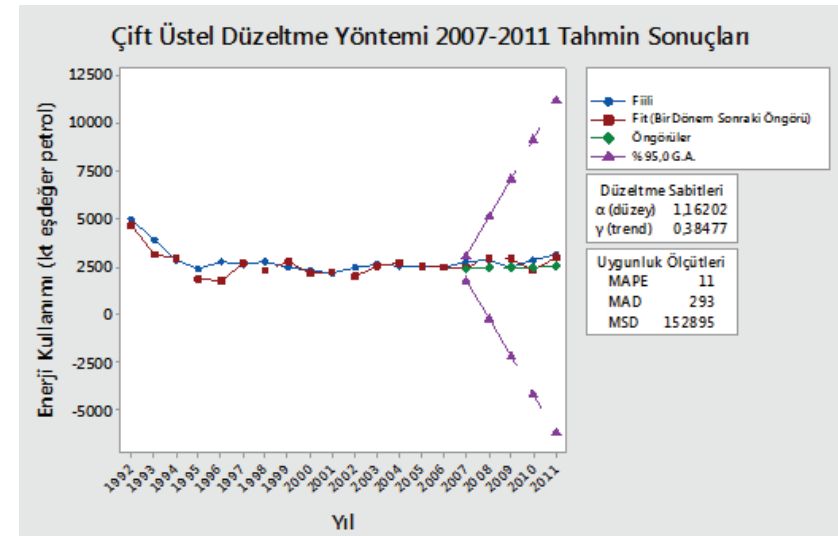
Tahmin	Standart Hata	T-Değeri	Olasılık	(P) Değeri
AR 1	1,8753	0,2334	8,03	0,000
AR 2	-1,8705	0,3007	-6,22	0,000
AR 3	0,8732	0,1849	4,72	0,000
MA 1	1,3368	0,2509	5,33	0,000
MA 2	-0,8042	0,2478	3,25	0,006

Analiz sonucunda tahmin edilen öngörülerin doğruluğunu sağlayabilmek için öncelikle her iki yöntemde de tahminin gerçekleşen değerlerden ne kadar uzaklaştığını görebilmek için mevcut verilerden son beş yıl atılarak tahmin yapılmıştır. Mevcut veriler ile yapılan karşılaştırma sonucunda son beş yılın öngörüsünün gerçekleşen değerlerin altında kalsa da yakın değerler aldığını söylemek mümkündür. Her iki yöntemde benzer sonuçlar elde edilmiş ve sonuçları aşağıda verilmiştir.

Şekil 1: ARIMA (3,1,2) Yöntemi 2007-2011 Tahmin Sonuçları

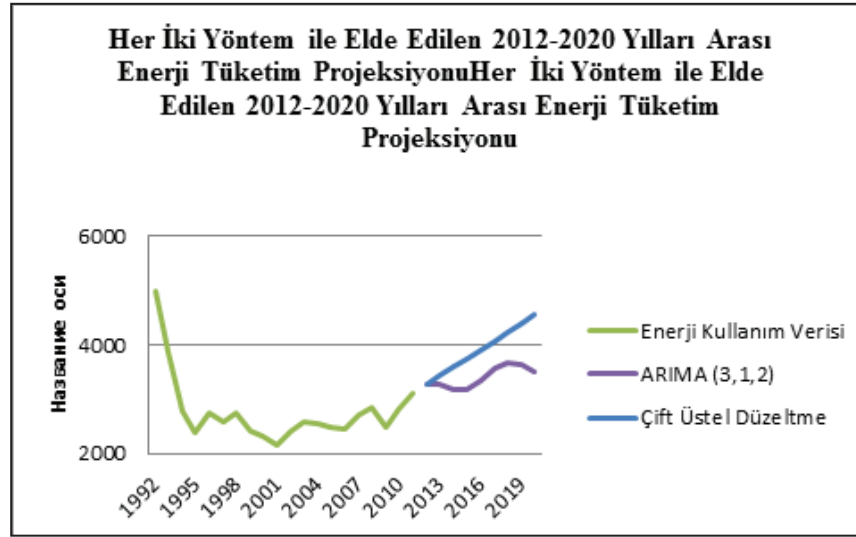


Şekil 2: Çift Üstel Düzeltme Yöntemi 2007-2011 Tahmin Sonuçları



Bir sonraki aşamada ise 2012 yılında 2020 yılına kadar 9 yıllık bir dönemin enerji tüketim projeksiyonu yapılmıştır. Her iki yöntemle göre de enerji kullanımı artmakta iken ARIMA (3,1,2) yöntemiyle göre enerji kullanımı daha düşük çıkmaktadır. Bu yöntemle göre, 2018 yılından itibaren enerji tüketiminin bir önceki yıllara göre öngörülmüştür. Çift üstel düzeltme yöntemi ile ise daha yüksek tüketim değerleri elde edilmiştir. İki yöntemle de yapılan projeksiyon sonuçları aşağıdaki grafik ile gösterilmiştir.

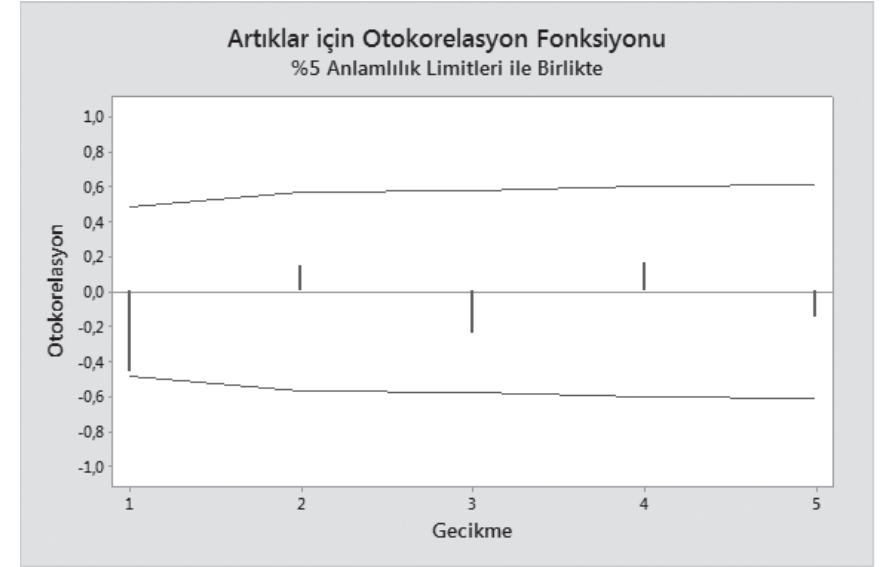
Şekil 3: ARIMA ve Çift Üstel Düzeltme Yöntemlerinin Karşılaştırılması



Geleceğe yönelik tahmin için kullanılan modelin uygun olup olmadığına karar verilirken yararlanılacak unsur, artıkların otokorelasyon serisidir. Aşağıdaki grafiklerden görülebileceği üzere ARIMA modelinden elde edilen artıkların tüm gecikme değerleri için otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon katsayıları

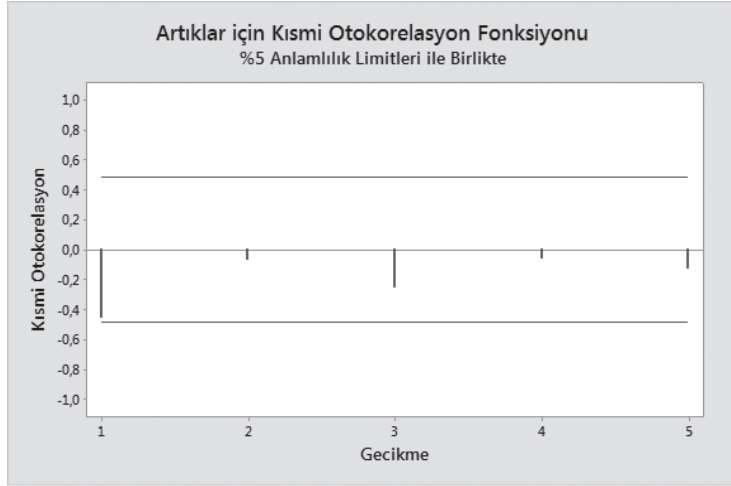
güven bandının içinde kalmaktadır. Dolayısıyla bu modelden elde edilen artıkların beyaz gürültü³² sürecine sahip olduğunu söylemek mümkün olmaktadır.

Şekil 4: Artıklar İçin Otokorelasyon Fonksiyonu



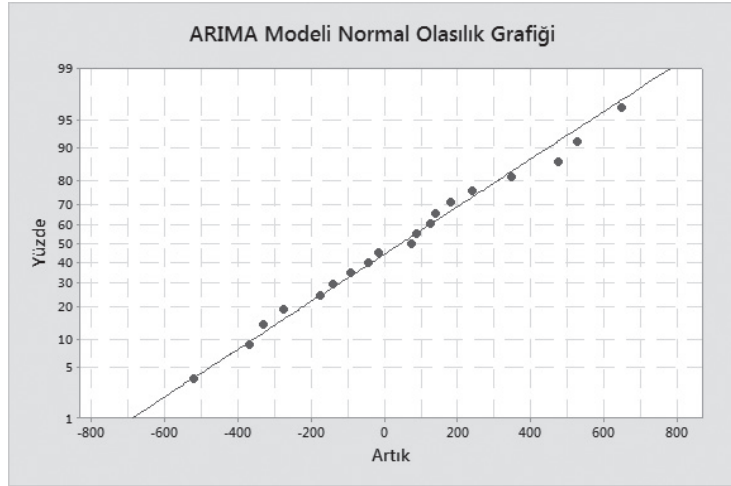
³² Beyaz gürültü süreci korelasyona sahip olmayan, ortalaması sıfır, varyansı sonlu (σ^2) bir süreci ifade etmektedir (Hamilton, 1994).

Şekil 5: Artıklar İçin Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu

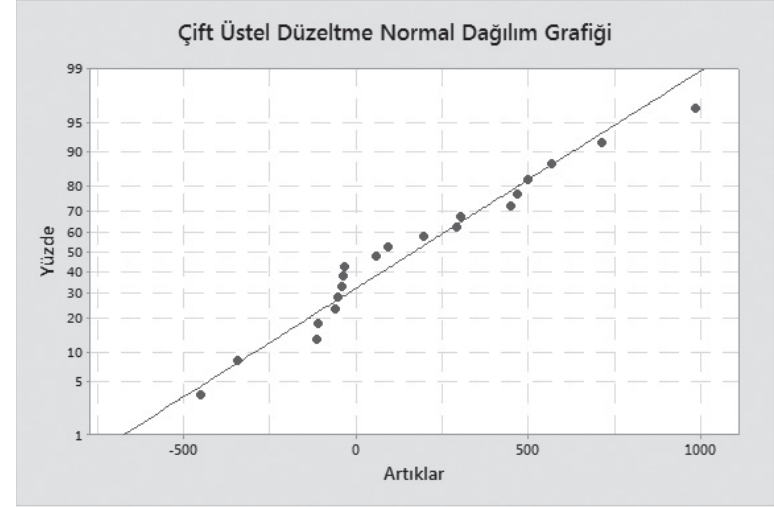


Son olarak hem Çift Üstel Düzeltme hem de ARIMA (3,1,2) yöntemi için de artıkların normal olasılık grafikleri incelendiğinde, her iki tahmin için de artıkların düz bir çizgi oluşturduğu ve artıkların normal dağılım gösterdiğini gözlemlemek mümkündür.

Şekil 6: ARIMA Modeli Normal Olasılık Grafiği



Şekil 7: Çift Üstel Düzeltme Normal Dağılım Grafiği



4.Sonuç

Projeksiyonlar, enerji politikalarının etkin uygulanması için yol gösteren önemli analizlerdir. Kırgızistan gibi enerji tüketimi son yıllarda artan seyir izleyen ülkeler için tahminlerin doğruluğu, geliştirilen politikaların sağlıklı sonuçlar verebilmesi adına önem arz etmektedir. Politika yapıcılar, enerji politikalarını tasarlarken geleceğe yönelik talep tahminlerine ihtiyaç duymaktadır. Bu bağlamda enerji sektöründe uzun soluklu yeni yatırımları planlayabilir, ithal ve ihraç edilecek miktarları belirleyebilirler. Bu çalışma da, politika yapıcılara enerji tüketim tahminlerinin önemini göstermek amacıyla yapılmıştır.

Çalışmada, iki ayrı yöntemle 2020 yılına kadar Kırgızistan'ın enerji tüketimi tahminleri elde edilmiştir. Her iki yöntem sonucunda da enerji tüketiminin artacağı öngörülmekle birlikte ARIMA modeli Çift Üstel Düzeltme modeline nazaran hem daha düşük hem de iniş çıkışları içeren sonuçlar vermiştir.

Kaynakça

Adams, F. Gerard and Shachmurove, Yochanan (2008) *Modeling and Forecasting Energy Consumption in China: Implications For Chinese Energy Demand and Imports in 2020*, Energy Economics, Volume 30, Issue 3, p. 1263-1278.

Akkemik, K. Ali and Göksal, Koray (2012) *Energy Consumption-GDP Nexus: Heterogeneous Panel Causality Analysis*, Energy Economics, Volume 34, Issue 4, p. 865-873.

Apergis, Nicholas and Payne, James E. (2009) *Energy consumption and economic growth: Evidence from the Commonwealth of Independent States*, Energy Economics, Volume 31, Issue 5, p. 641-647.

Bianco, Vincenzo, Manca, Oronzio and Nardini, Sergio (2009) *Electricity Consumption Forecasting In Italy Using Linear Regression Models*, Energy, Volume 34, Issue 9, p. 1413-1421.

Crompton, Paul and Wu, Yanrui, (2005) *Energy Consumption in China: Past Trends and Future Directions*, Energy Economics, Volume 27, Issue 1, p.195-208.

EIA (2014) *Annual Energy Outlook 2014*, U.S. Energy Information Administration: Washington, DC.

Ferguson, Ross, Wilkinson, William and Hill, Robert (2000) *Electricity Use And Economic Development*, Energy Policy, Volume 28, Issue 13, p. 923-934.

Glasure, Yong U., (2002) *Energy And National Income in Korea: Further Evidence On The Role Of Omitted Variables*, Energy Economics, Volume 24, Issue 4, p. 355-365.

Hamzaçebi, Coşkun ve Kutay, Fevzi (2004) *Yapay Sinir Ağları ile Türkiye Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2010 Yılına Kadar Tahmini*, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 19, No 3, s. 227-233.

Hamilton, James D., (1994) *Time Series Analysis*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

Kankal, Murat, Akpınar, Adem, Kömürcü, Murat İhsan and Özşahin, Talat Şükrü, (2011) *Modeling And Forecasting Of Turkey's Energy Consumption Using Socio-Economic And Demographic Variables*, Applied Energy, Volume 88, Issue 5, p. 1927-1939.

Kraft, J., Kraft, A. (1978) *On The Relationship Between Energy and GNP*, Journal of Energy and Development 3, p. 401-403.

Kumar, Ujjwal, and Jain, V.K., (2010) *Time Series Models (Grey-Markov, Grey Model With Rolling Mechanism And Singular Spectrum Analysis) To Forecast Energy Consumption in India*, Energy, Volume 35, Issue 4, p. 1709-1716.

O'Neill, Brian C. and Desai, Mausami (2005) *Accuracy of Past Projections of US Energy Consumption*, Energy Policy, Volume 33, Issue 8, p. 979-993.

Pokharel, Shaligram (2007) *An Econometric Analysis Of Energy Consumption In Nepal*, Energy Policy, Volume 35, Issue 1, p. 350-361.

Selçuk, Işıl Şirin (2009) *Küresel Isınma, Türkiye'nin Enerji Güvenliği ve Geleceğe Yönelik Enerji Politikaları*, Ankara: Ankara Barosu Yayınları.

Soytas, Ugur and Sari, Ramazan (2003) *Energy Consumption And GDP: Causality Relationship in G-7 Countries And Emerging Markets*, Energy Economics, Volume 25, Issue 1, p. 33-37.

World Bank (2011) *Kyrgyzstan Energy Consumption Micro Data*.