

LİNYİTİN YILLIK ÜRETİM MİKTARININ ZAMAN SERİSİ ANALİZLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Ramazan YILDIZ¹

Öz

Tedarik zincirinizdeki maliyetlerin azaltılmasında kullanılan ilk ve önemli adımlardan birisi talep tahmini olmaktadır. İşletmeler talep miktarlarına göre işgücü, makine-teçhizat ve kullanacakları kaynakları ayarlamaktadırlar. Yanlış bir tahmin sonucunda işletmelerin maliyetleri yükselebilmekte, karlılıkları azalabilmekte ve ürünleri müşterilere zamanında ulaştıramama gibi sorunlarla karşılaşabilmektedirler.

Tahmin analizleri işletmelerin değişken koşullarına balı olmak farklılık gösterebilmektedir. Tek bir analiz yönteminin her işleme için kullanılabilceği anlamına gelmemektedir. Bundan dolayı işletmelerin verilerine göre analizler yapılarak, hangi analiz yönteminin işletme için daha uygun olacağı belirlenebilmektedir.

Bu çalışma, TKİ Çan Linyit İşletmesindeki yıllık üretim planlarına yönelik yapılmaktadır. İşletmede yıllara göre planlanan verilerin toplamı ile gerçekleşen verilerin toplamı arasında hata oranı yüksek seviyelerde olmaktadır. Bu çalışmanın amacı; “TKİ Çan Linyit İşletmesi’ndeki yıllık üretim planda, planlanan veriler ile fiili gerçekleşen veriler arasındaki hata oranını azaltıcı yönünde çalışmaları içermektedir”.

İşletmedeki yıllık üretim miktarına yönelik talep tahmini için zaman serisi analizlerinden trend, mooving avarage (MA), basit üssel düzeltme ve çift üssel düzeltme analizleri olmak üzere 6 farklı analiz yapılmıştır. Analizler için Minitab 17 paket programı kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre tahmin değeri hesaplanmış ve hata oranları ortaya çıkarılmıştır. Hata oranı en düşük olan mooving avarage (% 2,93) yöntemi işletme için daha uygun olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Tedarik Zinciri Yönetimi, Üretim, Lojistik, Talep Tahmini, Zaman Serisi Analizleri.*

JEL Kodları: *M10, M19.*

Başvuru: 29.07.2021

Kabul: 30.07.2021

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Yenice Meslek Yüksekokul, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Yenice, Çanakkale/Türkiye, ramazanyildizahmet@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8437-8171

EVALUATION OF ANNUAL PRODUCTION AMOUNT OF LIGNITE BY TIME SERIES ANALYSIS

Abstract

One of the first and important steps used in reducing the costs in your supply chain is demand forecasting. Businesses adjust the workforce, machinery-equipment and the resources they will use according to the amount of demand. As a result of an incorrect estimation, the costs of the operations may increase, their profitability may decrease and they may encounter problems such as not being able to deliver the products to the customers on time.

Forecast analyzes may differ depending on the variable conditions of the enterprises. It does not mean that a single analysis method can be used for every processing. Therefore, by making analyzes according to the data of the enterprises, it can be determined which analysis method will be more suitable for the enterprise.

This study is carried out for the annual production plans at TKİ Çan Lignite Plant. In the enterprise, the error rate between the total of the data planned according to the years and the total of the actual data is at high levels. The aim of this study; “The annual production plan at TKİ Çan Lignite Plant includes studies to reduce the error rate between the planned data and the actual data”. For the demand estimation of the annual production amount in the enterprise, 6 different analyzes including trend, moving average (MA), simple exponential correction and double exponential correction analyzes were made from time series analysis. Minitab 17 package program was used for analysis. According to the results of the analysis, the estimation value was calculated and the error rates were revealed. It is seen that the moving average (2.93%) method, which has the lowest error rate, is more suitable for the enterprise.

Key Words: *Supply Chain Management, Production, Logistics, Demand Forecasting, Time Series Analysis.*

JEL Codes: *M10, M19.*

‘Bu çalışma Araştırma ve Yayın Etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.’

1. GİRİŞ

Modern toplumlarda enerji vazgeçilmez kaynaklardan birisi olmaktadır. Özellikle kullanılan makinaların birçoğu elektrik enerjisi ile çalıştığı için enerjinin değeri her geçen gün

2021, 1 (2)

LİNYİTİN YILLIK ÜRETİM MİKTARININ ZAMAN SERİSİ ANALİZLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

artmaktadır. Elektrik enerjisinin üretiminde kullanılan linyit günümüzde önemini koruyan madenlerden birisi olmaktadır. Linyit hem enerji üretiminde hem de ısınma amaçlı olarak kullanılmaktadır (Üçışık Erbilin Ve Şahin, 2015:136) .

Linyitin müşteri taleplerine göre zamanında yeraltından çıkarılarak müşterilere ulaştırılması önem az etmektedir. Müşterilere zamanında ulaştırılabilmesi için, üretim planında ne kadar talebe gereksinim duyulacağından önceden bilinmesi gerekmektedir. Belirlenecek olan talep miktarına göre, üretimde kullanılacak araçlar, ihtiyaç duyulan personel miktarları ve bunların yanında üretimde kullanılacak olan yardımcı araç gereçler belirlenmektedir.

Literatürde yapılan bazı çalışmalar şunlardır. Ilgar (2008) Çan Termik Santrali Projesi'nde tesis yeri seçimi ve Çan kömürünün genel yapısı üzerine araştırma yapmıştır. Kahrıman vd., (2001) Çan Linyit İşletmesi'ndeki açılı ocaklarda patlamadan kaynaklanan yer sarsıntıları üzerine çalışma yapmışlardır. Çan linyit sahalarının belirlenmesi ile ilgili Özdemir vd., (2018) çalışma yapmışlardır.

Türkiye'de linyit enerjisi üzerine, Üçışık Erbilin ve Şahin (2015) çalışma yapmıştır. Çalışmada, gereksinim duyulan enerjinin karşılanması için gün geçtikçe daha fazla linyit kaynaklarına ihtiyaç duyulacağından bahsetmektedir. Dönmezçelik (2019) Türkiye'deki linyitten üretilen elektrik üretim santrallerinin performansı ile ilgili yüksek lisans çalışması yapmıştır.

Kozan ve Liu (2012) kömür taşımacılığında talebe bağlı olarak geliştirilen bir karar destek sistemi çalışması yapmışlardır. Kömür TZ ağının sürdürülebilir tasarımı ve optimizasyonunun karbon emisyonuna bağlı olarak gerçekleştirilmesi üzerine Liv vd., (2020) çalışma yapmışlardır.

Türkiye'nin önemli linyit rezervlerine sahip yerlerden birisi Çanakkale İli Çan İlçesi'nde bulunmaktadır. Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ) işletmelerinden birisi olan Çan Linyit İşletmesi'dir. Buradan çıkarılan kömürlerin % 90'ı 18 Mart Çan Termik Santrali'nde kullanılırken, % 10'luk kısmı piyasada satılmaktadır (TKİ, Çan Linyit, 2021).

Linyitin tedarik zinciri yönetimi (TZY) faaliyetlerine bakıldığında, Çan'da üretilmekte ve %90'ı yine Çan'da bulunan termik santralinde kullanıldığı için çok iyi organize edilmesi gerekmektedir. 18 Mart Çan Termik Santralinin en önemli ve yakın tedarikçisi konumunda olan Çan Linyit İşletmesi olmaktadır. Burada oluşabilecek herhangi bir hata veya gecikme, termik santralindeki üretimin aksamasına neden olabilecektir. Bundan dolayı talepleri

önceden belirlenerek gerekli plan ve programların yapılması gerekmektedir (TKİ, Çan Linyit, 2021).

Linyitin talep tahmini ile ilgili literatürde yerli ve yabancı çalışma az sayıda bulunmaktadır. Çan Linyit İşletmesi'nden alınan yıllık üretim verilerine göre hedeflenen üretim ile fiili gerçekleşen değerler arasında toplamda % 14,96 oranında hata payı ortaya çıkmaktadır. Bazı yılda bu oran % 94,12'ye kadar yükselmektedir. Bu çalışmada hata oranlarını düşürmek ve tahminleri geliştirilmek için zaman serisi analizlerinden yararlanılmaktadır.

1.1. Literatür Taraması

Talep tahmini müşterilerin gelecekte hangi üründen ne kadar ihtiyaç duyduğunun önceden belirlenmesi işlemidir. Talep, fiyat, müşterilerin geliri, tüketici zevkleri, beklenti, kalite gibi birçok konudan etkilenmektedir. Tahmin ise geçmişteki veri, bilgi, tecrübelerden yararlanarak gelecek ile ilgili öngöründe bulunmak anlamına gelmektedir (Karaibrahim, 2016: 32).

1.1.1. Talep Tahminin Önemi

İşletmeler müşteri taleplerini karşılayabilmesi için üretim planlama aşamasında hangi ürünlerden ne kadar ihtiyaç duyulduğunun belirlenmesinde talep tahminine ihtiyaç duymaktadır. Dolayısı ile gelecekte işletmenin gelecekteki başarısı talep tahmininin iyi şekilde yapılmasına bağlı olmaktadır. Talep tahmini, işletmelerin ihtiyaç duyduğu kaynakların uygun fiyata ve zamanında alınmasını sağlarken, tahmine dayalı satın almalar ile işletmelerin iyi bir stok politikası izlemesine yardımcı olmaktadır. Stoklar iyi yönetilemediği zaman işletmelerin maliyetlerini yükseltmektedir. Bundan dolayı tüm tedarik zincirindeki verimliliğin artırılmasında, maliyetlerin azaltılmasında tahmin faktörü önem arz etmektedir (Şenbaş, 2020: 36).

İşletmeler için gelecek belirsizlikler ve risklerle dolu olmaktadır. Tahmin vasıtası ile bu belirsizlikler asgari seviyeye indirilmeye çalışılmaktadır. Belirsizlikler ve riskler azaldıkça işletmelerin belirlemiş oldukları vizyonlarına ulaşmaları kolay olmaktadır. Tahmin hesaplamaları yapılmaz veya yanlış yapılır ise, atıl kapasite, müşteri ihtiyaçlarının zamanında karşılanamaması, stok seviyelerinde yükselmeler, makine ve personellerde boş beklemeler gibi sorunlar açığa çıkabilmektedir. Bu tür aksaklıklar tüm TZ faaliyetlerde maliyetlerin yükselmesine neden olabilmektedir (Karaibrahim, 2016: 33).

İşletmelerin talep tahminine gereksinim duymalarını etkileyen hususlar aşağıda sıralanmaktadır (Şenbaş, 2020: 36).

LİNYİTİN YILLIK ÜRETİM MİKTARININ ZAMAN SERİSİ ANALİZLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

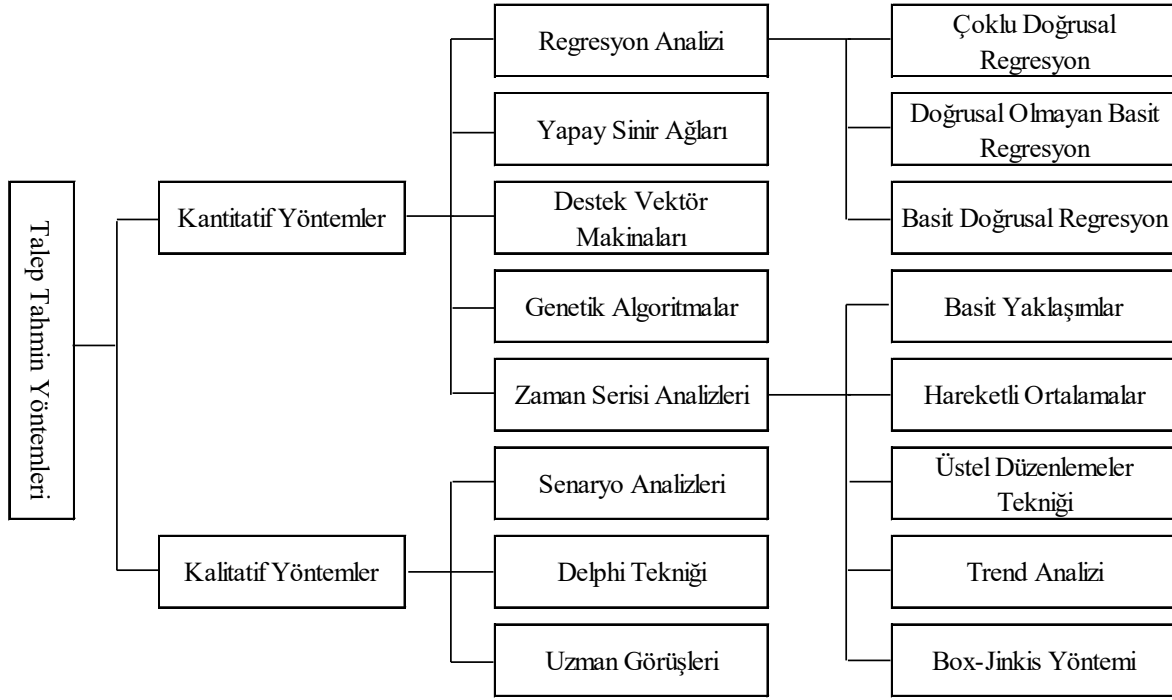
- ✓ Ürünün türü (dayanaklı veya dayanaksız vb.)
- ✓ Üretim şekli (hacimsel, yapısal vb.)
- ✓ Üretimde veya TZ içerisinde kullanılacak olan araçlar
- ✓ Ürün için kullanılacak olan metot
- ✓ Tüketici davranışları
- ✓ Rakiplerin durumları
- ✓ Ürünün stok durumu
- ✓ Dağıtım kanalı yapısı ve şekli

Talebin tahmini kamu kuruluşlarındaki fabrikalar için de çok büyük öneme sahip olmaktadır. Kamu kuruluşları üretmiş olduğu ürünleri satmazlar ise, sosyal veya siyasi sebeplerden dolayı işletmeyi kapatamaz. Bu durumda işletmenin zararı büyümeye devam edebilmektedir. Tam tersi durumda, ihtiyaç duyulan ürünü zamanında üretmediği zaman ise, ürünleri dışardan almak durumunda kalabilecektir. Kendi üretebileceği halde dışarıdan ürün alınması durumunda cari açık yükselebilecektir (Agcakale, 2018: 36).

Talep tahmini yapılacak olan metodun etkin olmasına göre başarılı ya da başarısız olabilmektedir. Tahmin belirli dönemler için yapılmaktadır. Tahminlerde geçmiş verileri kullanarak geleceğe yönelik projeksiyon metodu gibi yapılabileceği gibi, tahmini etkileyecek muhtemel değişkenleri ele alarak model kurma yoluyla da yapılabilmektedir. Talep tahmini bir işletmenin kuruluş aşamasından başlayarak, fabrika yeri seçimi, kapasite miktarı, stok takibi, ürün tasarımı, fiyat belirleme, kalite kontrol, üretim planlama, kullanılacak araç gereçlerin seçimi gibi birçok alanlarda kullanılmaktadır (Karaman, 2011: 35).

1.1.2. Talep Tahmin Metotları

Literatürde talep tahmini ile ilgili birçok metotlar bulunmaktadır. Şekil 1’de görüleceği üzere tahmin metotları, genel olarak kalitatif ve kantitatif tahmin yöntemleri olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır.



Şekil 1. Talep tahmin yöntemleri (Ağcakale, 2018: 36).

Kalitatif yöntemler, konusunda uzman kişi veya kişilerin bilgi birikim ve tecrübelerine dayanarak gelecekteki talepleri belirlenmesi çalışmasıdır. Bu yöntemde veriler ulaşılamaz veya eldeki verilerin gelecek ile ilgili bilgiyi yansıtmaması durumlarda kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden bazıları aşağıda verilmektedir (Adalı, 2020: 30).

- ✓ Delphi tekniği
- ✓ Pazarlama biriminde çalışanların görüşleri
- ✓ İşletmedeki idarecilerin fikirleri
- ✓ Pazar araştırması

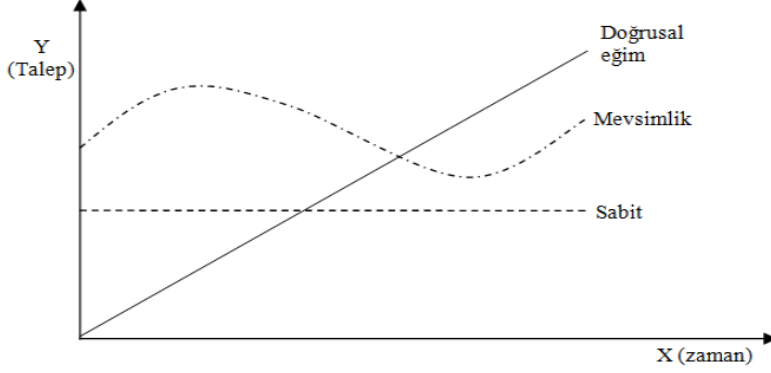
Kantitatif yöntemler veriler arasında matematiksel model kullanarak sonuca ulaşmaya dayanmaktadır. Talebi etkileyen bir veya birden fazla faktör varsa, bu faktörler arasında ilişkileri belirleyerek doğru karar vermede kullanılmaktadır. Bu yöntem nedensel ve zaman serisi analizleri olmak üzere iki ana konuya ayrılmaktadır (Karaibrahim, 2016: 41-43).

1.1.3. Zaman Serisi Analizleri

Zaman serisi analizlerinde işletmenin geçmişte elde ettiği verileri kullanarak gelecekle ilgili tahminde bulunmaya dayanmaktadır. Geçmişteki verilerin nasıl değişim gösterdiği incelenmektedir. Bu veriler gün, hafta, ay mevsim veya yıl bazında alınarak değerlendirilebilmektedir (Adalı, 2020: 34).

LİNYİTİN YILLIK ÜRETİM MİKTARININ ZAMAN SERİSİ ANALİZLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Zaman serileri analizinde belirli bir dönmedeki verilerin belirli bir düzen içerisinde değişim durumlarına bakılmaktadır. Burada talebin sabit, mevsimsel veya karmaşık mı olduğu belirlenmektedir. Verilerde zaman içerisinde düşme veya artma olduğu eğim üzerinde görülmektedir. Şekil 2’de zamana göre taleplerin farklı eğimleri bulunmaktadır (Karaman, 2011: 48).



Şekil 2. Taleplerin zaman içerisinde çeşitli düzenleri (Karaman, 2011: 48).

Şekil 2’de görüldüğü üzere zaman içerisinde elde edilen veriler doğrusal, mevsimsel ve sabit olarak değişim gösterebilmektedir.

1.1.3.1. Trend Analizi Yöntemi

Trend analizi yöntemi doğrusal ve doğrusal olmaya olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Doğrusal olmayan trend analizinde veriler hızlı artma ve azalma gösteriyor ise logaritmik trendler kullanılmaktadır. Verilerde büyük miktarlarda düşme ve azalma varsa üssel trend yöntemi kullanılmaktadır. Yüksek ve düşük dalgalanma gösteren verilerde ise hareketli ortalamalar kullanılmaktadır (Selçuk, 2019: 33).

Doğrusal trendler bağımlı değişken olan talep ile bağımsız değişken olan tahmin arasında doğrusal ilişki olduğu varsayılarak hesaplama yapılmaktadır. Yönteme göre tahmin hatalarının karelerini minimize eden en küçük kareleri yöntemine dayanmaktadır (Selçuk, 2019: 33).

1.1.3.2. Basit Hareketli Ortalama

Bu yönteme göre yakın geçmiş verilerin ortalamaları alınarak sonraki dönemler için tahmin çalışmaları yapılmaktadır. Bu şekilde n dönem verileri içerisinde veriler alınarak ortalamanın ilerlemesi amaçlanmaktadır. Yöntemde tahmin yapılacak dönem sayısı kadar gerçekleşmiş talep dizsinin kullanılması gerekmektedir. Bununla ilgili formül aşağıda yer almaktadır (Adalı, 2020: 37)

$$F_{t+1} = \frac{D_t + D_{t-1} \dots D_{t-k+1}}{k}$$

Yukarıdaki formülde F tahmin değerini, D zamansal veriyi ve k ise dönemi ifade etmektedir.

1.1.3.3. Basit Üssel Düzgünleştirme Analizi

Genellikle bu yöntem az sayıda döneme sahip verilerin analizlerinde kullanılmaktadır. Geçmiş dönemlere ait bir dizi ağırlık verilerek hesaplamalar yapılmaktadır. Bu yöntemde bir önceki dönemdeki sonuç bir sonraki dönemdeki sonucu etkilemektedir. Bu yöntemle ilgili formül aşağıda verilmektedir (Yağcıoğlu, 2020: 21) .

$$F_{t+1} = \alpha D_t + (1 - \alpha) F_t$$

F_{t+1} = Bir sonraki döneme ait talep tahmini

α = Düzgünleştirme parametresi (0 ila 1 arasında olmaktadır)

D_t = t anındaki talep miktarı

F_t = Bir önceki döneme ait tahmin değeri

1.1.3.4. Çift Üssel Düzeltme Yöntemi

Verilerde artma veya azalma trendi olması durumunda kullanılabilir. Trendi belirlemek veya belirli bir düzeyde oluşturmak için üssel düzeltme yapılmaktadır. Bu şekilde yapılarak verilerde rasgele dalgalanmaların önüne geçilerek düzgün hale gelmesi sağlanabilmektedir. Bununla ilgili formül aşağıdaki yer almaktadır (Karaibrahim, 2016: 58).

$$F_t = \alpha D_t + (1 - \alpha) (F_{t-1} + b_{t-1})$$

t = dönem

F_t = t dönem için tahmin miktarı

α = Düzgünleştirme parametresi (0 ila 1 arasında olmaktadır)

D_t = t anındaki talep miktarı

F_{t-1} = t-1 dönemi için tahmin miktarı

b_{t-1} = t-1 dönemi için trend değeri

1.1.3.5. Talep Tahmininde Hata Ölçüsü

Tahmin miktarlarının hatalarının tespiti için Ortalama Mutlak Sapma (Mean Absolute Deviation), Ortalama Kare Hatası (Mean Squared Deviation) ve Ortalama Mutlak Yüzde Hata

LİNYİTİN YILLIK ÜRETİM MİKTARININ ZAMAN SERİSİ ANALİZLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

(Mean Absolute Percentage Error) yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemin açıklamaları ve formülleri aşağıda yer almaktadır (Şenbaş, 2020: 61-62).

Mean Absolute Deviation (MAD): Tahmin sonuçlarında elde edilen sonuç sayısı ve bireysel gözlemler Y_i şeklinde ifade edilmektedir.

$$MAD = 1/n \sum |Y_i - \bar{Y}|$$

Mean Squared Deviation (MSD): Tahminde kullanılan verilerdeki her birinin karesi alınmakta, elde edilen karelerin ortalama değeri bulunarak hesaplanan bir değer olmaktadır. Buradaki büyük hatalar küçük hatalardan daha fazla önem arz etmektedir.

$$MSD = 1/n \sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2$$

Mean Absolute Percentage Error (MAPE): Talep tahminde kullanılan verilerin herhangi bir işarete bakılmadan belirlenen tüm yüzde hatalarının ortalamasını vermektedir. Buda mutlak değerce veriler alınarak eksi faktörünün olumsuz etkisi ortadan kaldırılmaktadır. Bu değer talep tahminlerindeki hataların belirlenmesinde literatürde yaygın olarak kullanılmaktadır.

$$MAPE = 1/n \sum_{t=1}^n |PE_t|$$

2. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Bu çalışmanın amacı, TKİ Çan Linyit İşletmesi'ndeki yıllık üretim miktarları ile üretim için planlanan miktarlar arasındaki hata payını (% 14,96) azaltmaktır. Bunun için TKİ Çan Linyit İşletmesi'ndeki kurumsal web sitesinde (<https://www.cli.gov.tr/tr-TR/belgeler>, 28.06.2021) yer alan yıllık üretim verileri alınarak, bir dizi zaman serisi analizleri yapılmıştır. Verilerin normal dağılıp dağılmadığı belirlenmiştir. Talep tahminleri için Box Jenkins yöntemleri denenmiştir. Fakat veriler bu yöntem için uygun bulunmamıştır. Analizler için Minitab 17 paket programı kullanılmıştır.

Yapılan analizler şunlardır;

- ✓ Trend Lineer analizi
- ✓ Quadratik Analizi
- ✓ Exponential Analizi
- ✓ Moving Average (MA) Analizi
- ✓ Basit Üssel Düzeltme Analizi
- ✓ Çift Üssel Düzeltme Analizi

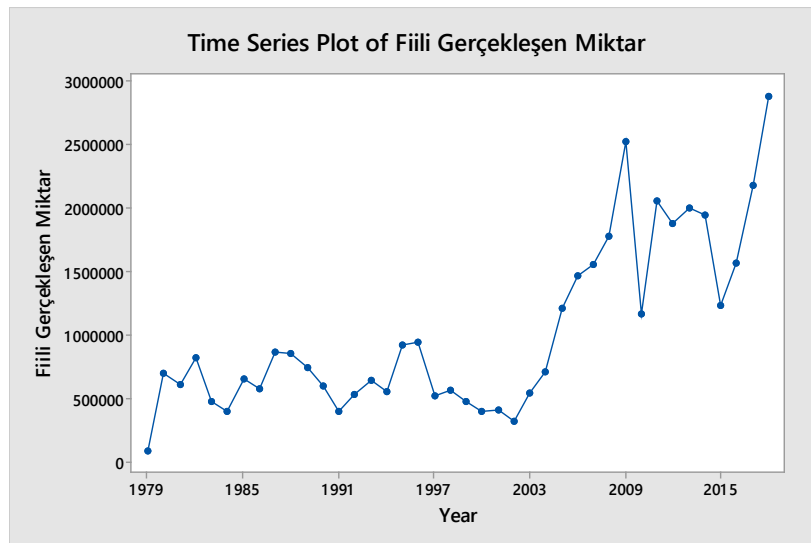
Araştırmada kullanılan veriler Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. TKİ Çan Linyit İşletmesi'ndeki Yıllık Üretim Miktarı (TKİ Çan Linyit, 2021)

Yıl	Planlanan Miktar	Fiili Gerçekleşen Miktar	Yıl	Planlanan Miktar	Fiili Gerçekleşen Miktar
1979	1.500.000	88.139	1999	650.000	473.860
1980	1.504.000	700.000	2000	490.000	397.193
1981	1.400.000	610.000	2001	650.000	412.801
1982	1.003.000	824.120	2002	650.000	323.210
1983	823.000	472.396	2003	467.700	540.883
1984	650.000	402.808	2004	1.317.000	708.592
1985	650.000	651.451	2005	1.894.000	1.214.254
1986	650.000	573.244	2006	1.560.399	1.470.131
1987	700.000	866.560	2007	2.235.000	1.549.721
1988	700.000	857.375	2008	2.025.000	1.772.272
1989	950.000	744.590	2009	1.880.000	2.524.034
1990	835.000	601.568	2010	1.750.000	1.167.405
1991	633.000	399.894	2011	1.700.000	2.054.989
1992	633.000	533.874	2012	1.735.000	1.879.662
1993	650.000	643.882	2013	2.040.000	1.997.303
1994	600.000	549.868	2014	1.785.000	1.948.734
1995	650.000	920.136	2015	1.785.000	1.229.788
1996	850.000	941.738	2016	1.785.000	1.567.768
1997	650.000	515.500	2017	1.785.000	2.172.600
1998	650.000	570.658	2018	3.060.000	2.881.904

3. BULGULAR

Araştırma verilerinin normal dağılıp dağılmadığına bakılmıştır. Şekil 3'te de anlaşılacağı üzere verilerin değerlerinde ani yükselmeler ve düşmeler görülmektedir. Bu yüzden verilerin normal dağılım göstermediği anlaşılmaktadır.



LİNYİTİN YILLIK ÜRETİM MİKTARININ ZAMAN SERİSİ ANALİZLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Şekil 3. Verilerin dağılımı

Tahmin için birinci olarak tren analizlerinden Lineer Analiz yapılmıştır. Bu analiz sonucuna göre tahmin değerleri bulunmuştur. Analiz verilerinin hata ölçüleri ise; MSD değeri 1,916, MAD değeri 3,551 ve MAPE değeri 5,095 olarak bulunmuştur. Hesaplama kullanılan formül aşağıdaki gibidir.

$$Y_t = 118137 + 43938 \times t$$

İkinci olarak tren analizlerinden Quadratik Analiz yapılmıştır. Bu analiz sonucuna göre tahmin değerleri bulunmuştur. Analiz verilerinin hata ölçüleri ise; MSD değeri 1,324, MAD değeri 2,840 ve MAPE değeri 4,960 olarak bulunmuştur. Hesaplama kullanılan formül aşağıdaki gibidir.

$$Y_t = 704533 - 39833 \times t + 2043 \times t^2$$

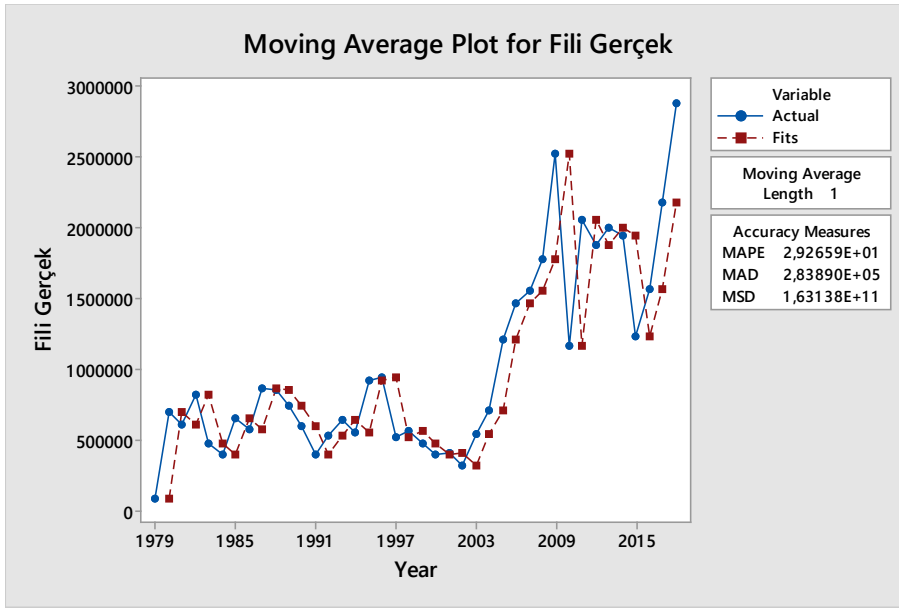
Üçüncü olarak tren analizlerinden Exponential Analiz yapılmıştır. Bu analiz sonucuna göre tahmin değerleri bulunmuştur. Analiz verilerinin hata ölçüleri ise; MSD değeri 1,686, MAD değeri 3,315 ve MAPE değeri 4,571 olarak bulunmuştur. Hesaplama kullanılan formül aşağıdaki gibidir.

$$Y_t = 341267 \times (1,04369^t)$$

Dördüncü olarak Basit Üssel Düzeltme Analiz yapılmıştır. Bu analiz sonucuna göre tahmin değerleri bulunmuştur. Analiz verilerinin hata ölçüleri ise; MSD değeri 1,454, MAD değeri 2,767 ve MAPE değeri 3,380 olarak bulunmuştur. $\alpha = 0,667330$ olarak alınmıştır.

Beşinci olarak Çift Üssel Düzeltme Analiz yapılmıştır. Bu analiz sonucuna göre tahmin değerleri bulunmuştur. Analiz verilerinin hata ölçüleri ise; MSD değeri 1,420, MAD değeri 2,727 ve MAPE değeri 4,048 olarak bulunmuştur. α (level) 0,656881 ve γ (trend) 0,050649 olarak alınmıştır.

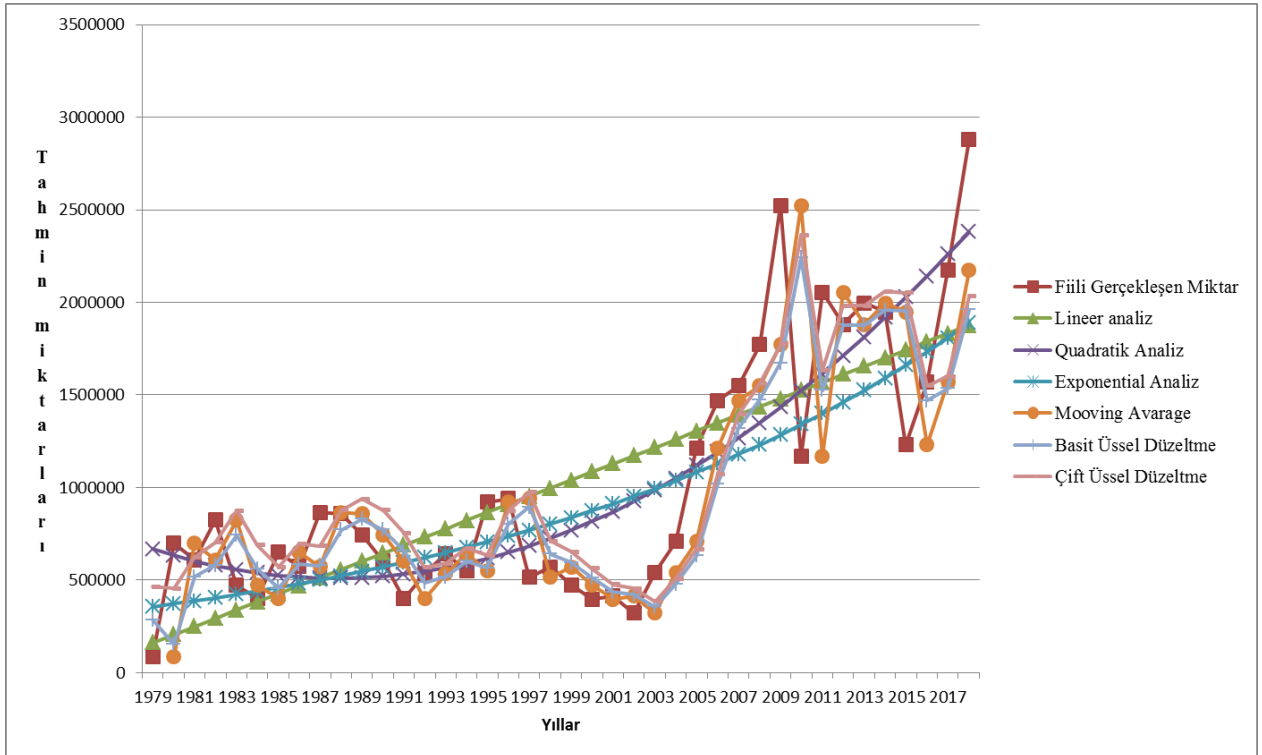
Son olarak hareketli ortalama yöntemi analizi yapılmıştır. Bu analiz sonucuna göre tahmin değerleri bulunmuştur. Şekil 4'te de anlaşılacağı gibi hata ölçüleri ise; MSD değeri 1,631, MAD değeri 2,838 ve MAPE değeri 2,926 olarak bulunmuştur.



Şekil 4. Hareketli ortalama tahmin sonuçlarının grafiği

Mavi çizgili olanlar tahmin için kullanılan verileri ifade ederken, kırmızı çizgililer ise tahmin sonuçlarını ifade etmektedir.

Şekil 5'te gerçekleşen veriler ile tahmin sonuçları arasındaki kıyaslama bulunmaktadır.



Şekil 5. Fiili gerçekleşen veriler ile analiz sonuçları gösteren grafik

LİNYİTİN YILLIK ÜRETİM MİKTARININ ZAMAN SERİSİ ANALİZLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Analiz sonuçlarının hata oranları Tablo 2’de verilmektedir. Bu tabloda 6 farklı analiz sonucuna ait MSD, MAD ve MAPE hata oranları bulunmaktadır.

Tablo 2. Analiz sonuçlarına ait tahmin hata oranları

Kullanılan Tahmin Yöntemleri	MSD	MAD	MAPE
Trend Lineer Analiz	1,916	3,551	5,10%
Quadratik Analiz	1,324	2,84	4,96%
Exponential Analiz	1,686	3,315	4,57%
Mooving Avarage Analiz	1,6313	2,838	2,93%
Basit Üssel Düzeltme Analiz	1,454	2,767	3,38%
Çift Üssel Düzeltme Analiz	1,42	2,727	4,05%

4. TARTIŞMA

Çan Linyit İşletmesi’ndeki yıllık planlarındaki hata oranları yüksek düzeyde çıkmaktadır. Planlanan verilerine göre işletme personel, kullanacakları makine teçhizat ve araç gereçler ayarlanacağı için aksaklıklar meydana gelebilecektir. Bunların yanında müşterilere ürünleri zamanında teslim edememe sorunları da meydana gelebilecektir.

Talep tahminleri ile ilgili hata oranlarına bakıldığında Mooving Avarage Analiz sonucu çok düşük iken (%2,9), Trend Lineer Analiz ile yapılan hata oranı en yüksek düzeyde (%5,10) olmaktadır (Tablo 2).

SONUÇ

İşletmenin geçmiş yıllardaki yıllık üretim miktarları ele alınarak altı farklı tahmin analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizlerde yıllar itibari ile tahmin sonuçları elde edilmiştir. Şekil 5’te yıllar itibari ile fiili gerçek değerler ve tahmin değerleri görülmektedir. Burada fiili gerçekleşen değerlere en yakın tahmin değerleri Mooving Avarage olmaktadır.

Hangi tahmin değerinin daha iyi olduğunu anlamak için tahmindeki hata oranlarına bakılmaktadır. Tablo 2’de analiz için kullanılan tahmin değerleri ile hata oranlarını belirlemede kullanılan MSD, MAD ve MAPE değerleri bulunmaktadır. Analizlerde yüzde hata oranı (MAPE) en düşük olan Mooving Avarage (% 2,93) olan analiz yöntemidir.

Bu analizlerin yanında Box Jenkins analiz yöntemi uygulanmıştır. Fakat bu analiz yöntemi işletmenin bu verileri için uygun değildir.

Analiz sonuçlarına göre işletme gelecek ile ilgili tahminlerini Mooving Avarage yöntemi kullanarak gerçekleştirmesi durumunda daha avantajlı olabileceği görülmektedir.

KAYNAKÇA

- Adalı, E. (2020). *Makina İmalat Sanayiinde Talep Tahmini: Elektromekanik Sanayiinde Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Balıkesir.
- Agcakale, F. (2018). *Kırmızı Et Talep Tahmini: Erzurum İli Üzerine Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Erzurum Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Erzurum.
- Dönmezçelik, M. (2019). *Türkiye'deki Linyit Kaynaklı Elektrik Üretim Santralleri Üzerine Performans Tabanlı Düzenleme Uygulaması*, Yüksek Lisans, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, Ankara.
- İlgar, R. (2008). Çan Termik Santral Projesi, *Marmara Coğrafya Dergisi* Sayı: 17, Ocak,S:154-171.
- Kahrıman, A.; Görgün, S.; Karadoğan, A. & Tuncer, G. (2001). *Açık Ocak Basamak Patlatmalarından Kaynaklanan Yer Sarsıntısı Hızının Tahmini: Çan Linyit İşletmesi'nde Örnek Bir Çalışma*, Türkiye 17. Uluslararası Madencilik Kongresi Ve Sergisi, TUMAKS, ISBN 975-395-416-6.
- Karahan, M. (2011). *İstatistiksel Tahmin Yöntemleri: Yapay Sinir Ağları Metodu İle Ürün Talep Tahmini Uygulaması*, Doktora Tezi, T.C. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşlete Ana Bilim Dalı, Konya.
- Karaibrahim, M. (2016). *Yedek Parça Tedarikinde Kullanılabilecek Talep Tahmini Yöntemlerinin İncelenmesi: Bir İşletme Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizcilik İşletmeleri Ana Bilim Dalı, Lojistik Yönetimi Programı, İzmir.
- Kozan, E. & Liu, S.Q. (2012). A Demand-Responsive Decision Support System For Coal Transportation, *Decision Support Systems*, 54 (2012) 665–680.
- Li, J.; Wang, L. & Tan, X. (2020). Sustainable Design And Optimization Of Coal Supply Chain Network Under Different Carbon Emission Policies, *Journal of Cleaner Production* Volume 250, 119548.

LİNYİTİN YILLIK ÜRETİM MİKTARININ ZAMAN SERİSİ ANALİZLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

- Özdemir, M.; Kahraman, B. & Yalçın, E. (2018). Çanakkale Çan Bölgesinde Bulunan Bir Linyit Sahası Rezervinin Belirlenmesine Yönelik Çalışma, *DPÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Sayı 40, 27-43.
- Selçuk, S. (2019). *Bir İşletmede Talep Tahmini Ve Ekonomik Sipariş Miktarı Modellerinin Uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. İstanbul Kültür Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İstanbul.
- Şenbaş, T. (2020). *Lojistik Sektöründe Talep Tahmini Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Arel Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, İşletme Yönetimi, İstanbul.
- TKİ, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, Çan Linyitleri İşletmesi, <https://www.cli.gov.tr/tr-TR/belgeler>, 28.06.2021.
- Üçışık Erbilen, S. & Şahin, G. (2015). Enerji Coğrafyası Kapsamında Türkiye’de Linyit, *Eastern Geographical Review*, 135–160.
- Yağcıoğlu, E. (2020). *Kişiyeye Özel Kitleli Üretim Yapan Bir Firmanın Makine Öğrenmesi İle Talep Tahmini*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İstanbul.