

**DÜNYA BAKIR ÜRETİMİNİN
DOĞRUSAL ZAMAN SERİLERİ MODELLERİ İLE TAHMİNİ****Estimation of World Copper Production with Linear Time Series Models**

Aziz KUTLARⁿ
Sermin ELEVLI^(M)

Anahtar Sözcükler: Bakır Üretimi, Öngörü(forecasting), Zaman Serileri, Box-Jenkins Öngörü Modeli

ÖZET

Bu çalışma kapsamında, içinde bulunduğumuz yüzyılda üretimi bölgeler ve dünya ölçeğinde sürekli artış gösteren ve sanayinin önemli hammaddelerinden biri olan bakırın üretiminin önceden tahminine yönelik bir yaklaşım aranmıştır. Box-Jenkins yönteminin bilgisayar programı halinde uygulanışını içeren bu arayış, fiili üretimlerle tahmin edilen değerlerin uygun bir uyum sergilediğini, dolayısıyla bu yöntemin maden hammaddelerine yönelik üretim tahminlerinde kullanılabileceğini göstermiştir.

ABSTRACT

The context of this study deals with the prediction of copper production which is an important raw material for industry and whose production shows a regional and global increase within the frame of our century. The study comprises the application of Box-Jenkins method with the help of the computer program. The results give rise to the fact that this method can be used as a tool for prediction of mineral raw material production.

⁽ⁿ⁾Doç. Dr., C.Ü. İİBF İktisat Bölümü, 58140, Sivas

^(M)Arş. Gör., C.Ü. Müh. Fak. Maden Müh. Böl., 58140, Sivas

1. GİRİŞ

Gerek kurumlar gerekse ülkeler satış gelirlerini ve/veya piyasaya arz edilen ürünlerinin fiyatlarını planlayabilmek amacıyla özellikle hammadde üretim miktarlarını belirli yaklaşım yöntemlerini kullanarak tahmin etme durumundadırlar. "Bilhassa maden hammaddelerinin gerek ulusların zenginliğini göstermeleri, gerekse bu hammaddelerin pek çoğunun tüketim maddelerinden ziyade kullanım maddeleri olarak algılanması nedeniyle madencilik sektöründe faaliyet gösteren kuruluşlar açısından bu tahminler oldukça önemlidir. Bu önem özellikle bakır üretiminde ve tüketiminde kendini göstermektedir.

Şekil 1'de görüldüğü gibi latalar ve ulusların bakır üretimleri, zamana bağlı olarak farklı gelişimler göstermiştir. Bu gelişimlerin gelecekte hem ülke bazında hem de dünya ölçeğinde nasıl olacağı pek çok araştırmanın konusu olmuştur. Bu çalışmanın izleyen bölümlerinde bakır üretiminin önceden tahmin edilmesi ele alınmıştır. Böyle bir tahminin yapılmasında aşağıdaki koşulların varlığı sözkonusudur.

- Madenler özünde sınırlı ve yenilenemez kaynaklar olmasına rağmen, yakın gelecekte bir kaynak kıtlığının var olmaması.
- İkame ürünlerin varlığının üretim sürecini etkilememesi.
- Çevrenin korunmasına yönelik taleplerin üretim hedeflerine baskı oluşturmaması.
- Yeni teknolojilerin ürüri talebini azaltıcı yönde etki etmemesi.
- Ekonomik gelişmesini tamamlamış ülkelerde talep azalmalarının sözkonusu olmaması.
- Gelişmiş ülkelerin stok politikalarının mevcut üretim sürecini etkilememesi.

2. ÖNGÖRÜ ve ÖNGÖRÜ MODELLERİ

Öngörü kavramı altında "herhangi bir planlama kapsamında gelecekteki tekno-ekonomik ve sosyal oluşumların ve proseslerin içeriği, yönü, kapsamı ve ilişkileri ile bu hususlarla ilgili spesifikasyonların ve alternatiflerin bilimsel bazda tahmin edilmesi ya da kestirilmesi" anlaşılmaktadır. Sözkonusu tahmin ya da kestirim işlemini sağlayan öngörü modelleri ise; bir sistem içindeki fonksiyonel (statik ya da dinamik) ilişkileri belirlemeye ve ölçmeye yarayan, bunun yanında ileriye dönük tahminler yapılmasına olanak veren verileri sağlayan varsayımlar, kurallar, algoritmalar ve denklemlerin tümünü içermektedir (Enerji Terminolojisi, 1991).

Genel olarak öngörü modelleri nicel ve nitel modeller olarak gruplandırılırlar. Bu modellerden nicel modeller kapsamında yer alan "Zaman Serileri Modelleri" öngörülecek değişkenin kendi geçmiş değerlerini kullanan modellerdir. Bu modeller arasında "Hareketli Ortalama Modeli", "Üssel Düzgünleştirme Modeli", "Regresyon Modeli" ve "Box-Jenkins Modeli" yer almakta olup sözkonusu modeller en genel haliyle aşağıdaki eşitlikte verildiği gibi ifade edilmektedir (Dannenbring ve Starr, 1981).

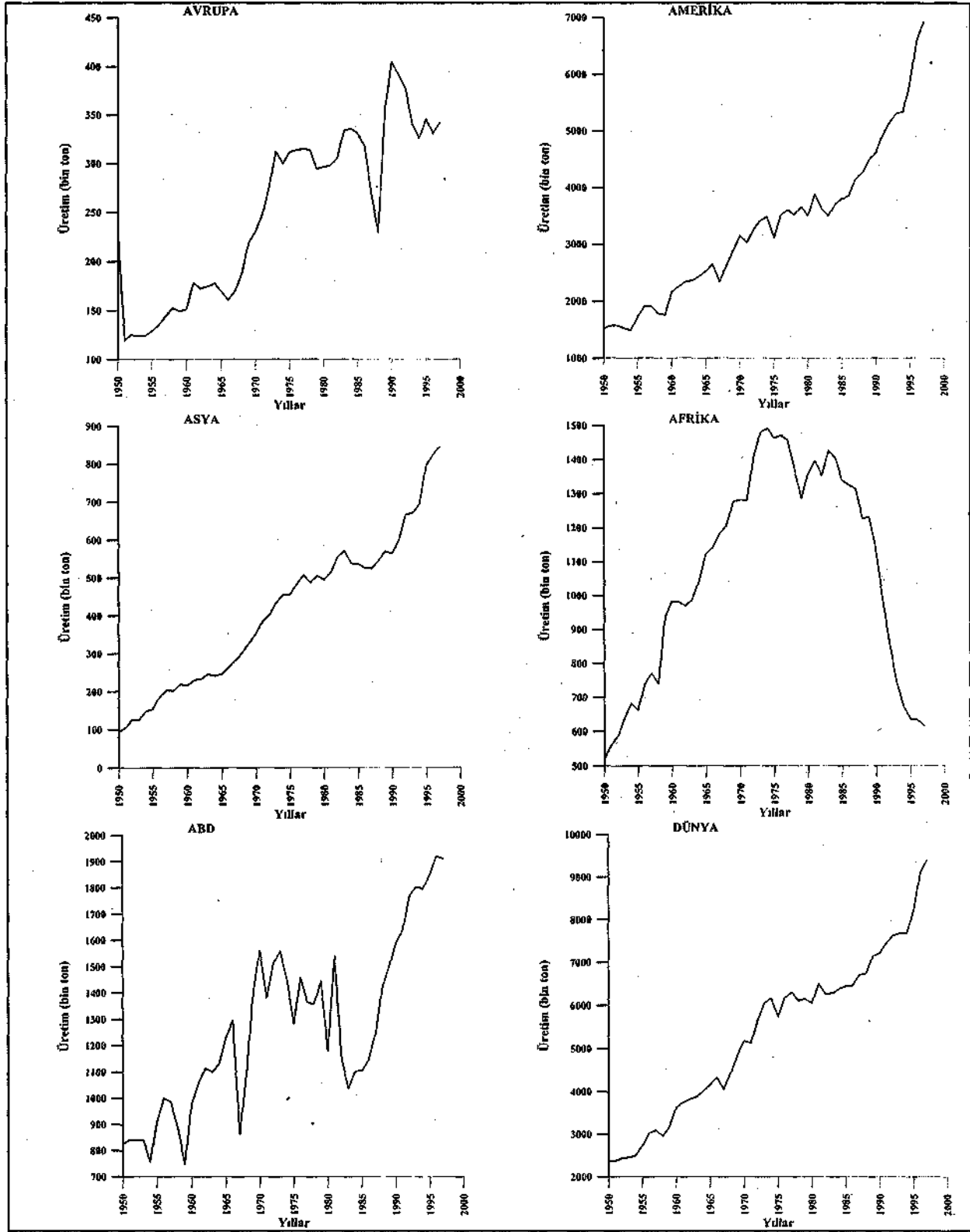
$$F_t = f(A_{t-1}, A_{t-2}, A_{t-3}, \dots) \quad (1)$$

Burada;

F_t = t periyodu için öngörü,

A_{t-k} = t periyoddan k periyod önceki fiili gözlemdir.

Bu çalışma kapsamında, zaman serileri modelleri arasında yer alan ve günümüzde birçok öngörü probleminin çözümünde yaygın bir şekilde kullanılmakta olan Box-Jenkins Modeli yardımıyla geleceğe yönelik tahminlerde bulunulacak ve sonuçlar irdelenecektir.



Şekil 1. 1950-1997 Yılları arası dünya bakır üretimi (Doğu bloğu hariç)
(Metallgesellschaft AG, 1950-1985 ; World Bureau of Metal Statistics, 1986-1997)

2.1. Doğrusal Zaman Serileri Modelleri

Box-Jenkins ya da ARMA Modeli olarak da bilinen doğrusal zaman serileri modelleri, iki ana parçadan oluşmaktadır. Bunlardan ilki, bir Yt serisindeki Yt değerlerinin p dönem geriye doğru giden ağırlıklı ortalamasından ibaret olan otoregresif model (AR)' dir. İkincisi ise, hata terimlerinin q dönem kadar geriye giden ağırlıklı ortalamasından oluşan hareketli ortalama modeli (MA)' dir. Böylece bir ARMA modelinin genel ifadesi Eşitlik (2)' deki gibidir.

$$X = m + a_1 y_{t-1} + \dots + a_p y_{t-p} + u_t - \theta_1 u_{t-1} - \dots - \theta_q u_{t-q} \quad (2)$$

Burada;

- $m =$ Sabit
Otoregresif parametreler
- $e_1, e_2, \dots, e_q =$ Hareketli ort.
Parametreleri
- $Y_1, Y_2, \dots, Y_{t-p} =$ Serinin şimdiki ve p
dönem geriye giden
değerleri
- $U_1, U_2, \dots, U_t =$ Hata terimlerinin
{kalıntıların} şimdiki ve q
dönem geriye giden
değerleridir.

Verilen bir seriye en iyi uyan ARMA modelini seçmek için uygun sayıda diferansiyel alınarak olası bir trendin uzaklaştırılması, yani serinin durağan hale getirilmesi gerekir. Gerekli diferansiyel derecesi d ile gösterilir. Bundan sonra modelin otoregresif ve hareketli ortalama kısımlarıyla ilgili p ve q sayıları tespit edilir. Ortaya çıkan nihai model ARMA(p,d,q) olarak ifade edilir. ARMA modelleri tamamen otoregresif ($q=0$), tamamen hareketli ortalama ($p=0$) veya ikisinin beraber kullanımından ($p \neq 0, q \neq 0$) oluşabilir.

Bir ARMA modelinde, p ve q parametrelerini tespit etmekte kullanılan temel araçlar, serinin otokorelasyon fonksiyonu (ACF) ve kısmi otokorelasyon fonksiyonu (PACF)' dur

(Bartlett, 1946; Box ve Jenkins, 1970). ACF, Yt serisindeki komşu veri noktaları arasında ne kadar korelasyon olduğunu gösterir. Bir başka ifade ile serinin bizzat kendisi ile sahip olduğu korelasyonu verir ve Eşitlik(3) 'de verildiği gibi tespit edilir. Eşitlikteki k değerleri, gecikme değerini vermektedir. PACF ise, k periyot ötedeki veriler arasındaki korelasyonu gösterir.

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (y_t - \bar{y})(y_{t-k} - \bar{y})}{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2} \quad (3)$$

ACF ve PACF' yi yorumlamak için, r_k 'lerin hangisinin istatistiksel olarak sıfırdan farklı olduğunun tespit edilmesi gereklidir. r_k 'ların kesin olasılık dağılımları nadiren bilindiğinden, uygulamada yaklaşık testler kullanılır. Böylece verilen bir önem seviyesinde hesaplanan test değerini geçen ACF ve PACF değerlerinin sıfır olduğu hipotezi reddedilir. Uygulamada bu amaçla çoğunlukla Q istatistiği kullanılmaktadır (Pindyck ve Rubinfeld, 1991).

Eğer ACF değerleri belirli bir gecikmeden (q) sonra yaklaşık sıfır olarak kalırsa MA'nın derecesi q olarak ve PACF'nin değerleri belirli bir gecikmeden sonra (p) yaklaşık olarak sıfır kalırsa AR'nin derecesi p olarak alınır.

2.2. Model Seçme Kriteri

Yukarıda sözü edilen modeller seçilirken, modele fazla sayıda dışsal değişkenin ilave edilmesi serbestlik derecesini azaltmaktadır. Öte yandan gecikme değerleri (p veya q) ne kadar artırılırsa "En Küçük Kareler (EKK) Yöntemi" ile yapılan tahminde kalıntıların karelerinin toplamı o kadar küçük olacaktır. Buna bağlı olarak model seçme kriteri ne olmalı yönünde bir soru ortaya çıkmakta olup, bu sorunun cevabı olarak en çok kabul gören iki adet kriter kullanılmaktadır. Akaike Bilgi

Kriteri (AIC) ve Schwartz Bayesian Kriteri (SBC) olarak adlandırılan bu kriterler aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$\bullet AIC=T \ln(\text{kalıntıların kareleri toplamı})+2n$$

$$SBC=T \ln(\text{kalıntıların kareleri toplamı})+n \ln(T)$$

n= tahmin edilen parametre sayısı(p+q+sabit terim)
T= gözlem sayısı.

AIC ve SBC için istenilen ideal değer, mümkün en küçük değerleri (sıfırdan küçük olabilir) almasıdır. Bu kriterler en uygun modelin seçilmesine yardım eder. Örneğin A modelinin AIC (veya SBC) değeri, B modelinden daha düşük ise A modeli B modeline göre daha uygun bir modeldir. Modele ilave edilen yeni bir açıklayıcı değişkenin açıklayıcılık gücü ne kadar düşük ise, modelin AIC veya SBC değerleri yükselir. T değeri denklemde kullanılabilir gözlem sayısı olmak üzere, Ln(T) değeri 2' den daha yüksek olduğunda SBC, AIC'den daha tutumlu model seçecektir (Enders, 1995).

3. BOX-JENKINS MODELLERİ KULLANILARAK BAKIR ÜRETİMİNE DÖNÜK ÖNGÖRÜLERİN, ELDE EDİLMESİ

Bu kapsamda Avrupa, Asya, Afrika ve Amerika kıtaları ile ABD, Şili ve dünya geneline ait bakır üretimine dönük öngörüler yapılmıştır. Yapılan tüm öngörüler için Eviews 3.1 Software'in 1999 versiyonu kullanılmıştır. Tahminlerde değişik modeller denenmiş olup istatistik testleri olumlu sonuç veren ve ekonometrik sonuçları en uygun olan model seçilmiştir.

3.1. Avrupa Kıtası

Bakır minerali açısından dikkate alındığında, en önemli özelliklerinden birisi, bakır üretimi çok fazla olmamasına rağmen tüketimi yüksek olan Avrupa Kıtası ile ilgili bakır üretim modeli oluşturulurken önce seri durağan hale

getirilmiştir. ARMA(p,d,q) sürecine dönüştürülen seriye Box-Jenkins yöntemi uygulanması sonucunda elde edilen modelin genel denklemi (4) aolu eşitlikteki gibidir.

$$Ay_t = m + a_2 \Delta y_{t-2} + c_2 \Delta y_{t-4} + u_t \quad (4)$$

m veya C =sabit
AVRUP=Yt (orijinal seri)
DAV=AYt (birinci türevi alman seri)

Kısaca ARMA((2),1,(2)) şeklinde ifade edilen bu modelin formülü aşağıdaki bilgisayar çıktı değerlerine göre Eşitlik (5)' de verildiği gibi olup bu denkleme dayalı öngörülerin seyri Şekil 2' de görülmektedir.

$$DAV=4,576-0,372DAV_t-2-0,244DAV_{t-4} \quad (5)$$

3.2. Asya Kıtası

Durağan hale getirebilmek amacıyla önce logaritması, daha sonra türevi alınarak ARMA(p,d,q)'ye dönüştürülen Asya Kıtasına ait model genel olarak Eşitlik (6)' da verildiği gibidir.

$$Alog/_t = m + o_2 Alog/_t + \dots + o_3 Alog/_t + u_t, \dots (6)$$

m veya C =sabit
ASYA=Yt(seri)
LAS= Log(ASYA)=logYt

$$DLAS=LogYt-LogY_{t-1})=ALogYt$$

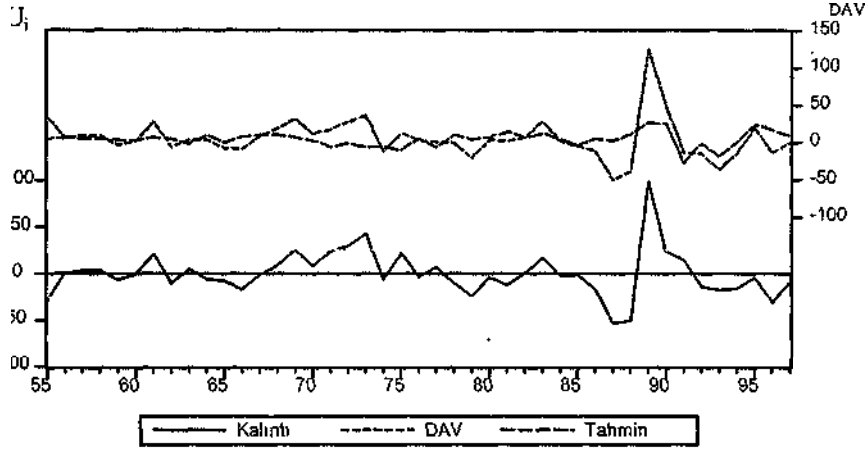
Kısa tanımı ARMA((2,3),1,(2,3)) şeklinde olan modelin genel denklemi Eşitlik (7)' de verilmektedir. Asya Kıtası ile ilgili yapılan öngörüler ise Şekil 3' te verilmektedir.

$$DLAS=0,030+0,528DLAS_{t-2}+0,205DLS_{t-3}-0,70Ut.2-0,277U_{t-3} \quad (7)$$

3.3. Afrika Kıtası

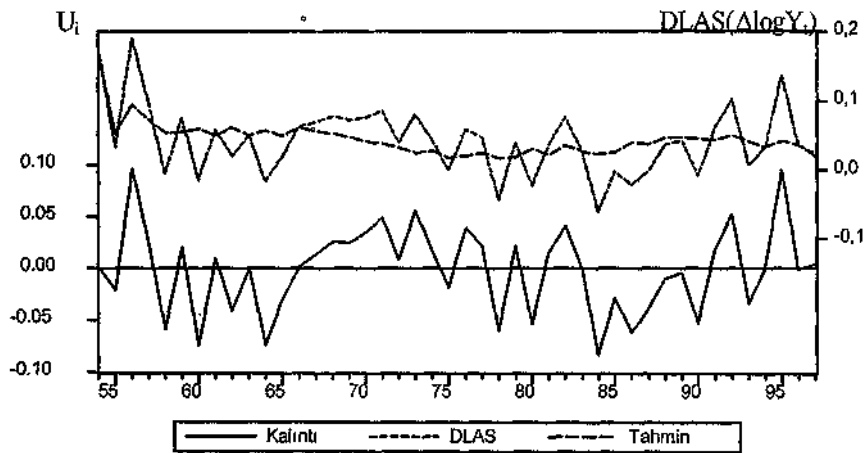
Kısa ifadesi ARMA(1,1,1) olan Afrika

Değişken	Katsayı	t-İstatistiği	Olasılık
C	4,576339	1,917799	0,0623
AR(2)	-0,372479	-2,488824	0,0171
AR(4)	-0,244471	-1,922785	0,0616
R-kare	0,167085	Akaike Bilgi Kriteri	9,362988
Düzeltilmiş R-kare	0,125439	Schwarz Kriteri	9,485863
		F-İstatistiği	4,012049(0,025824)



Şekil 2. Avrupa bakır üretimi ile ilgili tahmini diferansiyel değerler

Değişken	Katsayı	t-İstatistiği	Olasılık
C	0,029924	5,286680	0,0000
AR(2)	0,528318	4,241633	0,0001
AR(3)	0,205266	1,957151	0,0575
MA(2)	-0,699534	-4,590946	0,0000
MA(3)	-0,277599	-1,824466	0,0757
R-kare	0,311764	Akaike Bilgi Kriteri	-3,297493
Düzeltilmiş R-kare	0,241176	Schwarz Kriteri	-3,094744
		F-İstatistiği	4,416651 (0,004851)



Şekil 3. Asya bakır üretimi ile ilgili tahmini diferansiyel değerler

Kıtasına ait model Eşitlik (8)' de verilmektedir.

$$\Delta y_t = \alpha_1 \Delta y_{t-1} + u_t - \theta_1 u_{t-1} \quad (8)$$

AFRK=Yt(seri)
DAF=Y,-Y,-,=AYt

Yapılmış olan bilgisayar analizinin sonucunda öngörü modeli Eşitlik (9)' da verildiği şekilde ortaya çıkmış olup bu modele dayalı yapılan öngörüler Şekil 4' te verilmektedir.

$$DAF = 0,922_DAF_{t-1} - 0,70U_{t-1} \quad (9)$$

3.4. ABD

ABD bakır üretimi için genel denklem (10) no lu eşitlikte verilmiştir. Modelin kısaca yazılışı ARMA(1,1,(2)) şeklindedir.

$$\Delta \log y_t = m + \alpha_2 \Delta \log y_{t-2} + \dots + \alpha_3 \Delta \log y_{t-3} + u_t - \theta_1 u_{t-2} - \theta_3 u_{t-3} \quad (10)$$

$A \log y_t = m + a_2 A \log y_{t-2} + \dots + O_j A \log y^j + u_t - \theta_1 u_{t-2} - \theta_3 u_{t-3}$
ABD=Yt
LAB=LogYt
DLAB=A(logYt)

Bilgisayar analiz verilerinin ışığında oluşturulan ve Eşitlik (11) 'de verilen denkleme dayalı tahminin grafiği Şekil 5' de görülmektedir.

$$DLAB = 0,0181 - 0,3234 DLAB_{t-1} - 0,282 U_{t-2} \quad (11)$$

3.5. Amerika Kıtası

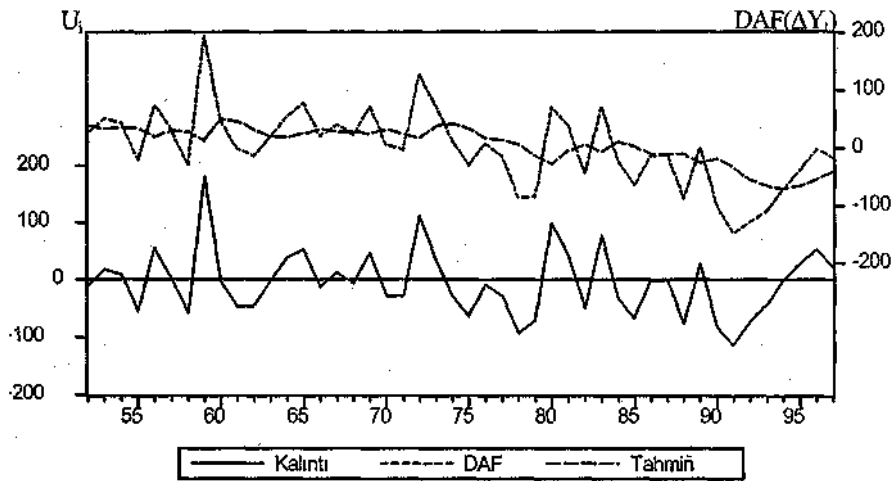
Amerika kıtası için oluşturulan serinin önce logaritması daha sonra birinci türevi alınarak durağan hale getirilmiştir. Dörder yıl arayla sapma gösterdiği için seride ilk etapta bir mevsimsellik özelliğinin olduğu düşünülmekle beraber bu hususun böyle olmadığı model

tahmini yapılırken anlaşılmıştır. Model kısaca ARMA((2), 1,(2,4)) şeklinde ve modelin genel ifadesi ise (12) nolu eşitlikteki gibidir.

$$\Delta \log y_t = m + \alpha_2 \Delta \log y_{t-2} + \dots + \alpha_3 \Delta \log y_{t-3} + u_t - \theta_1 u_{t-2} - \theta_3 u_{t-3} \quad (12)$$

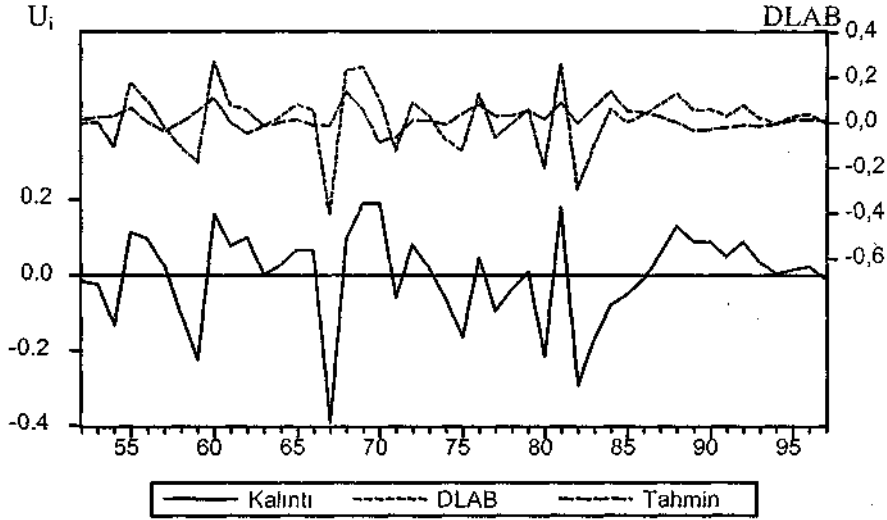
AMRK=Yt(seri)
LAR=LogYt
DLR=A(logYt)

Değişken	Katsayı	t-İstatistiği	Olasılık
AR(1)	0,922809	8,936482 "	0,0000
MA(1)	-0,712557	-3,874486	0,0004
R-kare	0,249790	Akaike Bilgi Kriteri	11,02249
Düzeltilmiş R-kare	0,232740	Schwarz Kriteri	11,10199



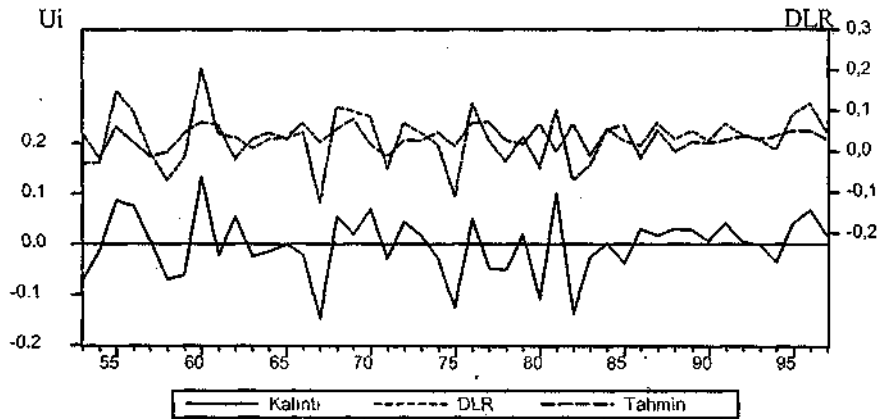
Şekil 4. Afrika bakır üretimi ile ilgili tahmini diferansiyel değerler

Değişken	Katsayı	t-İstatistiği	Olasılık
C	0,018117	1,7541.64	0,0865
AR(1)	-0,323766	-2,130002	0,0389
MA(2)	-0,281957	-1,829333	0,0743
R-kare	0,115791	Akaike Bilgi Kriteri	-1,231346
Düzeltilmiş R-kare	0,074665	Schwarz Kriteri	-1,112087
		F-İstatistiği	2,815516(0,070947)



Şekil 5. ABD Bakır üretimi ile ilgili tahmini diferansiyel değerler

Değişken	Katsayı	t-İstatistiği	Olasılık
C	0,036714	3,120135	0,0033
AR(2)	0,533290	2,030940	0,0488
MA(2)	-0,867011	-3,654543	0,0007
MA(4)	0,433163	3,295224	0,0020
R-kare	0,134561	Akaike Bilgi Kriteri	-2,613721
Düzeltilmiş R-kare	0,071236	Schwarz Kriteri	-2,453128
		F-İstatistiği	2,124936(0,111809)



Şekil 6. Amerika kıtası bakır üretimi ile ilgili tahmini diferansiyel değerler

Analiz sonucu ortaya çıkan denklem (13) nolu eşitlikteki gibi olup Amerika Kıtasına ait yapılan öngörülerin grafiği Şekil 6' da verilmektedir.

$$DLR=0,0367+0,533DLR_{t-2}-0,867Ut-2+0,433U_{t-4} \quad (13)$$

3.6. Şili

Kısa yazılışı ARMA((1,9),1,(1,9)) şeklinde olan Şili ile ilgili modelin genel yazılımı (14) nolu eşitlikteki gibidir.

$$Alog/_t = m + a, Alog/_t-2 + \dots + rt - Oj Alog/_t + \quad (14)$$

m veya c = sabit
Şili=Yt(seri)
Log(Şili)=logYt
DLS=LogYt-LogYt-1=ALogYt

Aşağıda ayrıntısı tablo halinde sunulan bilgisayar verilerine göre denklem (15) nolu

eşitlikte verildiği gibi olup Şili'ye ait öngörülerin grafiği Şekil 7' de verilmektedir.

$$DLS=0,0535-0,4243DLS_{t-2}-0,3850t-9+0,2708Ut-1+0,6625U_{t-9} \quad (15)$$

3.7. Dünya

Kısa yazılışı ARM A((2), 1,(2,4)) olan Dünya bakır üretimi ile ilgili genel model Eşitlik (16)' da verilmektedir.

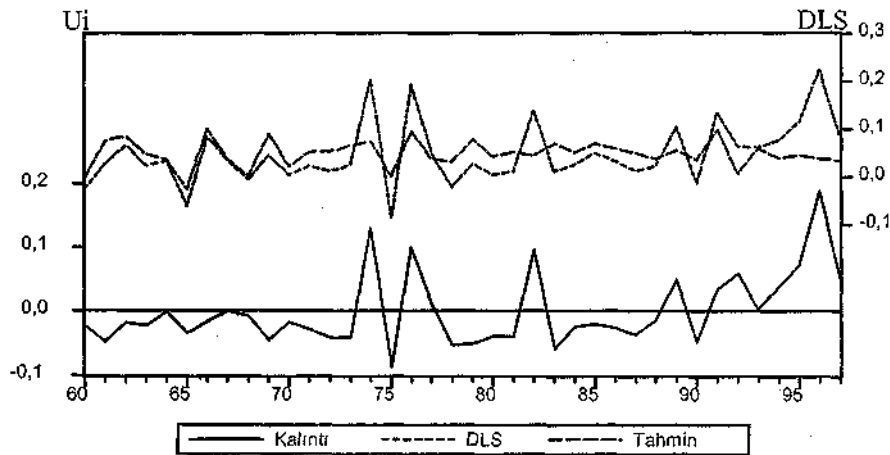
$$Ay_t = m + a2Ay_{t-2} + u_t - 6\sqrt{u_{t-2}} - 9\sqrt{u_{t-4}} \quad (16)$$

DUNYA=Yt(seri)
DNY=Yt-Yt-1=AYt

Analiz sonucu elde edilen veriler ışığında ortaya çıkan model Eşitlik (17)' deki gibi olup bu modelin grafiği Şekil 8'de verilmektedir.

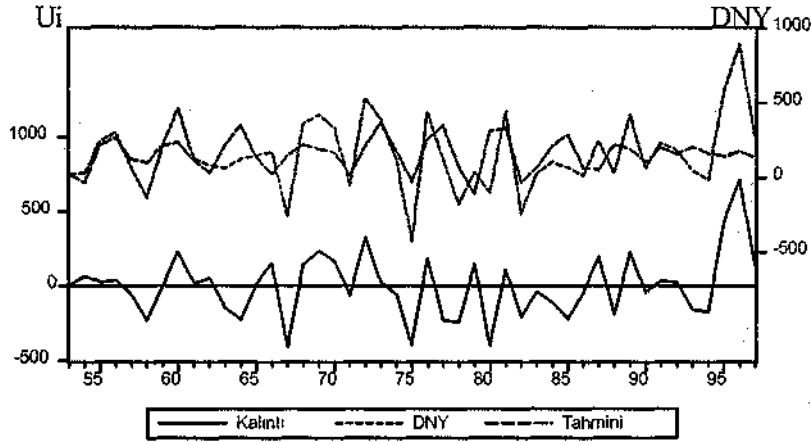
$$DNY=164,946-0,862DNY_{t-2}+0,830U_{t-2}+0,312Ut-4 \quad (17)$$

Değişken	Katsayı	t-İstatistiği	Olasılık
C	0.053496	5.023629	0.0000
AR(1)	-0.424343	-2.151667	0.0388
AR(9)	-0.384933	-2.826402	0.0079
MA(1)	0.270810	1.955250	0.0591
MA(9)	0.662554	4.790451	0.0000
R-kare	0.246451	Akaike Bilgi Kriteri	-2.633266
Düzeltilmiş R-kare	0.155111	Schwarz Kriteri	-2.417794
		F-İstatistiği	2.698189(0.047538)



Şekil 7. Şili bakır üretimi ile ilgili tahmini diferansiyel değerler

Değişken	Katsayı	t-İstatistiği	Olasılık
C	164,9463	4,156872	0,0002
AR(2)	-0,862057	-6,297950	0,0000
MA(2)	0,852932	6,855023	0,0000
MA(4)	0,311823	1,841277	0,0728
R-kare	0,190674	Akaike Bilgi Kriteri	13,76511
Düzeltilmiş R-kare	0,131456	Schwarz Kriteri	13,92570
		F-İstatistiği	3,219822(0,032414)



Şekil 8. Dünya bakır üretimi ile ilgili tahmini diferansiyel değerler .

4. MODELLERİN SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRMESİ

Üçüncü bölümde oluşturulan modellerin hepsinde de durağanlık şartından dolayı serilerin diferansiyeli esas alınmıştır. Buna bağlı olarak ortaya çıkan denklemlerle, serilere ait tahmini diferansiyel değerler elde edilmektedir. Bu değerden yola çıkarak, tahmini üretim değerlerine ulaşılabilen olup aşağıdaki yolun izlenmesi gerekmektedir. Tüm modellerde yaklaşık aynı yol izleneceğinden dolayı burada yalnızca dünya bakır üretimi tahminine yer verilecektir.

I. DÜNYA- Y_t
(Orijinal Seri)

II. $DNY = Y_t - Y_{t-1} = \Delta Y_t$
(Diferansiyeli alınmış orijinal değerler)

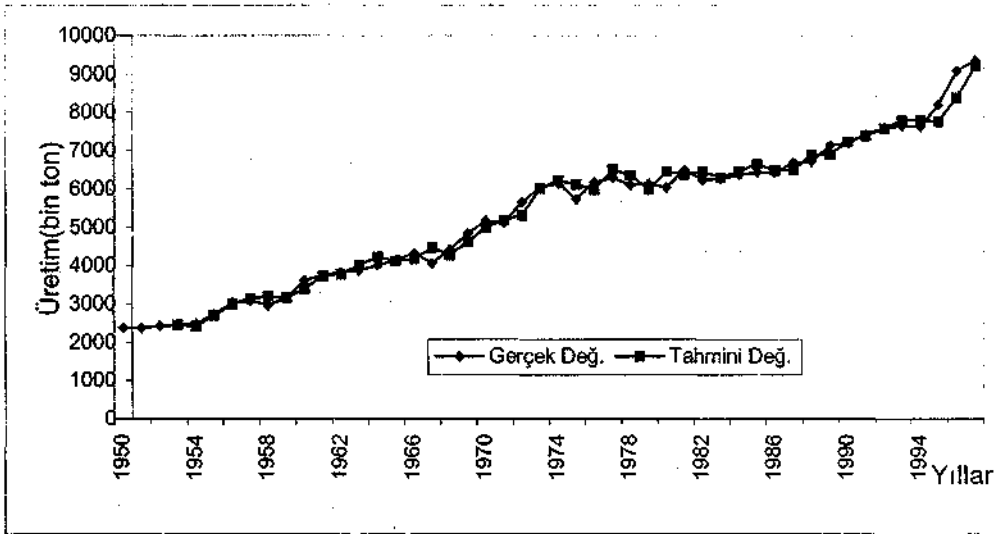
$$JJJ DNY = 164,946 - 0,862DNY_{t-2} + 0,830U_{t-2} + 0,312U_{t-1}$$

(ARMA süreci sonucunda tahmin edilmiş olan yeni diferansiyeli alınmış değerleri veren denklem)

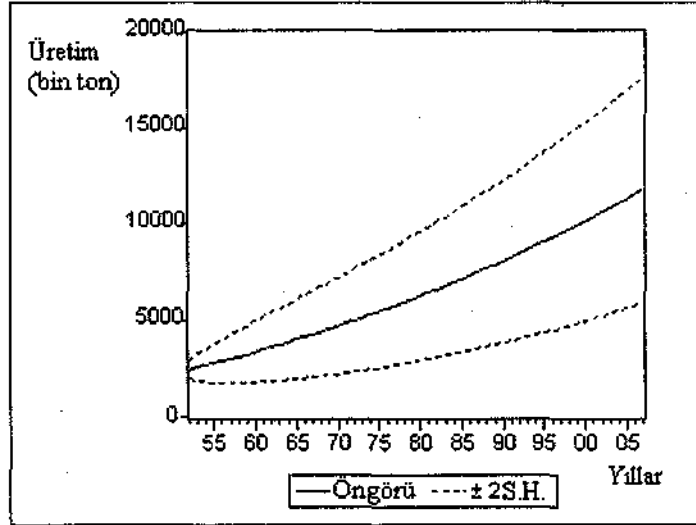
IV. $Y_t - Y_{t-1} = DNY$ denkleminde tahmin edilen seriye ait yeni veriler $Y_t = DNY + Y_{t-1}$ şeklinde bulunmaktadır.

Yukarıdaki sürecin izlenmesi sonucunda dünya üretimine ait orijinal ve geçmiş dönük tahmin edilen değerlerden oluşan grafik Şekil 9'da verilmektedir. Şekilden de anlaşılacağı üzere yapılan tahminler gerçek değerlere oldukça yakın seyretmektedir. Ayrıca bu husus r^2 'nin 0,985 değerini alması ile de somut bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

Önümüzdeki 7 yıl için dünya bakır üretimine dönük öngörüler ise x-ekseni yılları ve y-ekseni üretimi (bin ton) göstermek üzere Şekil 10'da verilmektedir. Buradan üretimin önümüzdeki yıllarda da artmaya devam edeceği ve ± 2 standart hata çerçevesinde 12.500.000 ton seviyelerine ulaşacağı öngörülmektedir.



Şekil 9. Dünya bakır üretimine ait orijinal ve tahmin edilen değerler



Şekil 10. Dünya bakır üretimi için 2007 yılına kadar yapılan öngörüler

5. FİYAT HAREKETLERİ

Şekil 11' de verilen bakırın 50 yıllık reel fiyatlarına bakıldığında genel bir düşüş olduğu görülmektedir (1997 yılı baz yıl kabul edilmiştir). Fiyat düşüş oranı yaklaşık %32 oranında gerçekleşirken, buna karşılık üretim veya bakır arzı aynı süre içinde yaklaşık %294 oranında artmıştır. Bakır arzı ve fiyatları arasındaki ilişkiye bakıldığında,

arz artarken fiyatlarda önemli bir düşüş gerçekleşmemiştir. Bu da göstermektedir ki, uzun dönemde arz miktarındaki artış, fiyatları çok az oranda aşağı doğru çekmektedir. Bakır talebi veya tüketimi ekonomik gelişmeye bağlı olarak arttığından, kabaca bakıldığında fiyatların aşağı doğru azalması için herhangi bir arz fazlasının baskısı veya stok artışı (mezvi olabilir) bulunmamaktadır. Nitekim -1950 ve 1998

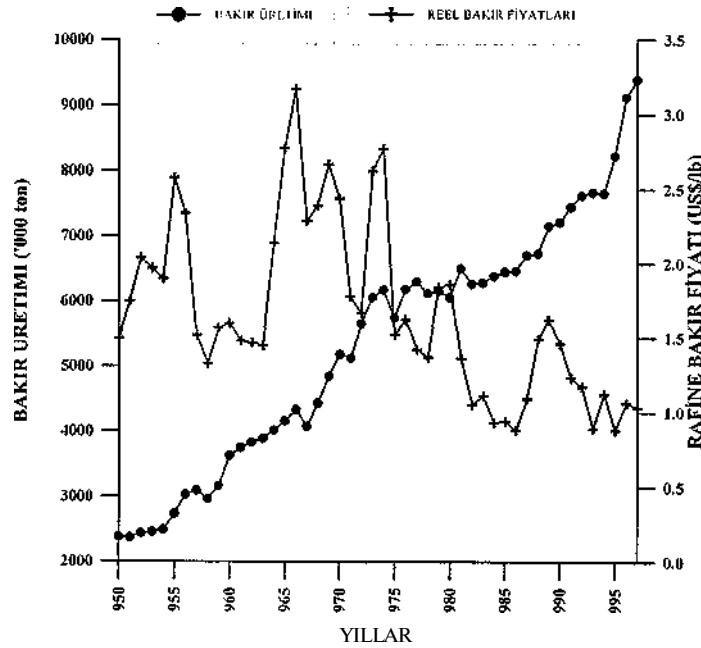
yılları arasında dünya nüfusu yaklaşık 2,5 milyardan 5,9 milyara artarken buna paralel olarak kişi başına rafine bakır tüketimi 1,2 kg/kişi'den 2,25 kg/kişi' ye yükselmiştir. Ayrıca üretimin bu denli artışına neden olan diğer bir unsur ise, üreticilerin bu yolla birim sabit maliyetlerini minimize etme çabalarıdır.

Sonuçta, uzun dönem olarak ele alındığında; e elastikiyeti, Pb bakırın fiyatını, A fiyat ve miktar farklarını gösteren sembol , Qb bakır üretim miktarı olmak üzere $(AQb/Q) > (APb/P)$ olduğundan elastikiyet birden büyük ($e > 1$) çıkmaktadır. Bir malın elastikiyetinin birden büyük çıkması, o malın temel tüketim mallarının dışında olduğunu gösterirken, aynı zamanda bakırın üretimindeki herhangi bir düşüş veya artışın fiyatları büyük oranda değiştirmediklerini göstermektedir. Bir başka ifadeyle, bakır çok zorunlu (gıda gibi) temel bir mal olmadığından üretimindeki dalgalanmalar

fiyatları fazla oranda etkilememektedir. Fiyat dalgalanmaları oldukça sınırlı kalmaktadır. Nitekim 50 yıllık bakır fiyatlarına bakıldığında, üretim çok daha fazla artarken fiyatların istikrarını büyük oranda koruduğu görülmektedir.

6. SONUÇ

Bir ürünün üretimi veya tüketimi ile ilgili tahminlerde bulunulurken, o ürünün kendi geçmiş değerlerini kullanan zaman serileri ile ilgili tekniklerden faydalanılır. Burada kullanılan yöntem, bu modern tekniklerden birisi olan Box-Jenkins yöntemidir. Bu metodolojiyi seçme nedeni, üretim trendlerinin birbirine yakın özellikte olması ve üretim seyirinin fazla istikrarsız bir görüntü vermemesidir. Ayrıca serinin birinci türevi alındığında kolayca durağan seriye dönüşmesidir. Diferansiyel-durağan süreç olarakta adlandırılan bu metod, mevcut bakır



Şekil 11. Reel Bakır Fiyatları (1997 baz yıl)
(Metallgesellschaft AG, 1950-1985; Metal Bulletin, çeşitli yıllar)

üretim verilen için en uygunu olarak seçilmiştir.

Yapılmış olan bu çalışmada, bakır üretimiyle ilgili olarak ileriye dönük öngörü ve tahminlerde bulunulabilmesi için bir imkan sunulması amaçlanmıştır. Elde edilen modellerin ışığında, bakır üretiminin geleceğini belirli bir hata payı ile tahmin etmek mümkündür. Ülkeler, kıtalar ve dünya çapında elde edilen bu modeller rahatlıkla kullanılabilir niteliktedir.

Modellerle yüksek derecede bir doğruluk sağlanmasına rağmen, özellikle en az 50 adet gözleme ihtiyaç duyulması ve her yeni gözlem varoldukça model parametrelerini güncelleştirmek için uygun bir yol olmayışı dezavantaj oluşturmaktadır (Montgomery, Johnson ve diğ.; 1990).

KAYNAKLAR

Bartlett, M.S., 1946; "On The Theoretical Specification of Sampling Properties Autocorrelated Time Series", Journal of Royal Statistical Society, Sayı.27.

Box, G. ve Jenkins, G., 1970; "Time Series Analysis", San Francisco, Holden-Day

Dannenbring D.G. ve Starr M. K., 1981; "Management Science", Mc Graw Hill Book Company

Enders, W., 1995; "Econometrics Time Series", John Wiley and Sons, New York

Enerji Terminolojisi, 1991, Febel Ltd. Şti.

Metal Bulletin, various years

Metallgesellschaft AG, 1950-1985, Metali Statistics

Montgomery D.C., Johnson L.A. ve Gardiner

J.S., 1990; "Forecasting and Time Series Analysis", Mc Graw Hill Book Company

Pindyck, R.S. ve Rubinfeld D.L., 1991; "Econometrics Models and Economic Forecasting", Mc.Graw Hill Book Company

World Bureau of Metal Statistics, 1986-1997