YYÜ TAR BİL DERG
(YYU J AGR SCI)
2013, 23(1): 18–30

Geliş Tarihi (Received) : 26.07.2012
Kabul Tarihi (Accepted) : 19.10.2012

Araştırma Makalesi/*Research Article (Original Paper)*

Sert Kabuklu Meyvelerin Üretim Miktarının Box-Jenkins Tekniği İle Modellenmesi

Şenol ÇELİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni ABD, Ankara
e-posta:senolcelik95@mynet.com

Özet: Otoregresif (Autoregressive) ve hareketli ortalama (Moving Average) modellerinin karışımı olan Otoregresif Hareketli Ortalama (Autoregressive Moving Average) en genel durağan Box-Jenkis modelleridir. Durağan olmayıp fark alma işlemi sonucunda durağan hale getirilen serilere uygulanan modellere Bütünleşik Otoregresif Hareketli Ortalama (Autoregressive Integrated Moving Average) modeli denir. ARIMA modeli Box-Jenkins modeli olarak da adlandırılır. Box-Jenkins modellerinde amaç zaman serilerine uyan modelin belirlenmesi ve öngörü yapılmasıdır. Bu çalışmada, 1936–2011 yıllarına ait sert kabuklu meyvelerin türlerine göre (antepfıstığı, ceviz, fındık, badem ve kestane) üretim miktarları Box Jenkins yöntemiyle analiz edilmiştir. Veriler durağan hale getirildikten sonra bu veri kümesine uyan model, antepfıstığı üretiminde Bütünleştirilmiş Otoregresif (ARIMA(2,1,0)), ceviz üretiminde Bütünleştirilmiş Otoregresif (ARIMA(1,1,0)), fındık ve badem üretimi Bütünleştirilmiş Hareketli Ortalama (ARIMA(0,1,1)) ve kestane üretimi Bütünleştirilmiş Mevsimsel Otoregresif Hareketli Ortalama $ARIMA(0,1,0)(0,0,1)_9$ modeli olarak belirlenmiştir. Elde edilen modeller kullanılarak sert kabuklu meyvelerin 2012–2020 dönemi için öngörüleri yapılmıştır. Yapılan öngörüler sonucunda sert kabuklu meyvelerin üretim miktarında artış olacağı tahmin edilmiştir. Bunun sonucunda ileriye yönelik sert kabuklu meyve üretimi ile ilgili oluşturulacak politikalara yön vermesi amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: ARIMA modelleri, Box-Jenkins tekniği, Öngörü, Sert kabuklu meyve üretimi.

Modelling of Production Amount of Nuts Fruit by Using Box-Jenkins Technique

Abstract: Autoregressive and Moving Average (ARIMA) which are mixture of autoregressive (AR) and moving average (MA) models are the most common stationary Box-Jenkins models. Non-stationary models which are models stationary by difference operator are called autoregressive moving average (ARIMA) models. ARIMA model are also called model with that fits to time series and forecasting. In this study, production amount of nutfruit species (pistachios, walnuts, hazelnuts, almond and chestnuts) were analyzed by Box Jenkins methodology for the years 1936–2011. After the data are stationary, Autoregressive Integrated (ARIMA(2,1,0)) pistachios production, Autoregressive Integrated (ARIMA(1,1,0)) production of walnuts, Integrated Moving Average (ARIMA(0,1,1)) production of hazelnuts and almond and Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average models ($ARIMA(0,1,0)(0,0,1)_9$) production of chestnuts were determined as the fitting model for the data. The forecast are proposed for the period 2012-2020 by using the obtained models. According to the proposed forecasts increase in nut production is expected. As a result, predictions were obtained between 2012–2020, established policies for the future of production of nuts fruit is intended to give a direction.

Key words: ARIMA models, Box-Jenkins technigne, Forecasting, Production of nut fruit.

Giriş

Fındık, antepfıstığı, badem, ceviz ve kestane sert kabuklu meyve grubuna giren bahçe bitkileridir (Ağaoğlu ve ark. 1997). Türkiye, dünya ülkeler sıralamasında 2010 yılı FAO (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü) istatistiklerine göre fındık üretiminde birinci, antepfıstığı, ceviz ve kestane üretiminde üçüncü, badem üretiminde ise sekizinci sırada yer almaktadır (FAO 2010). Bu bilgiler ülkemizin söz konusu tarım bitkilerinin üretim miktarı bakımından dünyada önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir.

Sert kabuklu meyve üretimi, toplam meyve üretiminin 2010 yılında % 6,15'ini, 2011 yılında ise % 4,97'sini oluşturmaktadır (TÜİK Haber Bülteni 2012).

Sert kabuklu meyveler Türkiye ihracatında ayrı bir öneme sahiptir. TÜİK Dış Ticaret İstatistikleri 2011 yılı verilerine göre ülkemizin toplam ihracat değeri 134 917 635 000 dolar iken, antepfıstığı 47 662 126 dolar, fındık 1 043 327 885 dolar, ceviz 36 538 125 dolar, kestane 8 646 954 ve badem 23 342 050 dolar olmak üzere toplam 1 159 517 140 dolarlık sert kabuklu meyve ihracatı gerçekleşmiştir. 2009 yılı FAO istatistiklerine göre kabuklu fındık ülkemizin en çok ihraç ettiği ürünlerin başında yer almaktadır.

Türkiye'de sert kabuklu meyvelerin üretim miktarları inişli çıkışlı hareketler göstermiş olup, son yıllarda artışını sürdürerek fındık 2008 yılında, antepfıstığı 2010 yılında, ceviz ve badem 2011 yıllarında en yüksek üretim değerlerine ulaşmıştır (Şekil 1, TÜİK İstatistik Göstergeler 2010 ve TÜİK Haber Bülteni 2012). Buna göre sert kabuklu meyvelerin tarım ürünleri arasında ayrı bir önemi bulunmaktadır.

Onurlubaş ve Kızılaslan (2007) çalışmalarında, bitkisel yağ sanayine ilişkin gelişmeler, yapılan uygulamalar ve bunların sonuçları verilmiştir. 22 yıllık veriler kullanılarak sektörün üretim değerini etkileyen faktörlerin ekonometrik analizi yapılmıştır. Bu kapsamda üretim için, değişik matematiksel modeller (üssel, karesel, lineer) denenmiş, bağımlı değişkendeki değişmenin, bağımsız değişkenler tarafından açıklanan oranını ifade eden determinasyon (belirleme) katsayısı (R^2), en yüksek olan ve hata terimlerinin büyüklüğü, parametrelerin büyüklük ve işaretleri birlikte dikkate alınarak, doğrusal model kullanılmıştır. Ekonometrik analizde bağımlı değişken olarak üretim; bağımsız değişkenler olarak ihracat, ithalat, sabit sermayeye ilaveler, iç talep, işyeri sayısı, kukla değişkeni, eğilim (trend) kullanılmıştır. Ekonometrik analizin sonucunda üretimi etkileyen önemli değişkenlerin ithalat, iş yeri sayısı ve kukla değişkeni olduğu bulunmuştur. Projeksiyon sonuçlarına göre, bitkisel yağ sanayinin üretimi, iç talebi, katma değeri, sabit sermayeye ilaveler, girdi, çıktı değerlerinin 2014 yılında artış göstereceği tahmin edilmektedir.

Koç ve Tonkaz (2010) çalışmalarında, GAP bölgesinde çeltik üretimi, üretimin gelişim seyri incelenmiştir. Kullanılan veriler 1991–2009 dönemine aittir. Uzun dönem eğilim analizinde ARIMA (1,0,1) modeli kullanılmıştır. Bölge'de 2009 itibariyle 25724 ton olan çeltik üretiminin giderek azalma eğiliminde olacağı tahmin edilmektedir. Yapılan analizlerde, üretimin 2015 yılında 17032 tona, 2020 yılında 14467 tona ve 2025 yılında ise 13474 tona kadar gerileyeceği tahmin edilmiştir.

Özer ve Semerci (2011) çalışmalarında, ayçiçeği için 1988–2009 yılları arasındaki dönem irdelenerek zaman serisi ve karesel tipi fonksiyon kullanılarak yapılan çalışmada, Türkiye'nin ayçiçeği ekim alanı, üretim miktarı ve verim değerleri incelenerek, olası tahminlerde bulunulmuştur. Eğilim analizleri sonucunda, 2011 yılı için Türkiye'nin ayçiçeği ekim alanı, üretim miktarı ve verim değerinde artış olacağı öngörüsünde bulunulmuştur. 2011 yılında ayçiçeği ekim alanlarının 600 000 ha'ı aşabileceği, ayçiçeği üretimin miktarının 1 200 000 tona yaklaşacağı ve ayçiçeği ortalama verim değerinin 190 kg/da'ı geçebileceği öngörülmüştür.

Bu çalışmada, Türkiye sert kabuklu meyve üretimindeki gelişmelerin zaman serisi verileri ışığında incelenmesi ve Türkiye'nin set kabuklu meyve üretimi açısından üretim potansiyelinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışmanın ana materyalini Türkiye İstatistik Kurumundan (TÜİK) elde edilen 1936–2011 yılları arasında 76 yılı kapsayan sert kabuklu meyvelerin yıllık üretim miktarı serileri oluşturmuştur.

Bu çalışmada yıllık verilere ilişkin olarak ARIMA modelleri kullanıldığından, söz konusu modeller için kısa bir açıklama yapılacaktır. Zaman serileri kesikli, doğrusal ve stokastik süreç içeriyorsa Box-Jenkins veya ARIMA modeli olarak adlandırılır (Özmen 1989; Kutlar 2005).

Box-Jenkins metodu tek değişkenli bir model olarak, geleceği tahmin etme metotlarından biridir. Kısa dönem tahmininde oldukça başarılı olan bu metodun uygulandığı serinin, eşit zaman aralıklarıyla elde edilen gözlem değerlerinden oluşan kesikli ve durağan bir seri olması bu metodun önemli bir varsayımıdır. Bu tür serilerde durağanlık kavramı da Box-Jenkins metodunun önemli varsayımlarındandır.

Doğrusal Durağan Stokostik Modeller istatistiki bir dengeyi ifade etmektedir. Özellikle gözlem değerleri sabit bir ortalama etrafında değişim göstermektedir (Kayım 1985). Bu modeller otoregresif, hareketli ortalama ve otoregresif hareketli ortalama modeli olarak 3 şekildedir.

Otoregresif modeli,

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + ... + \phi_p X_{t-p} + e_t$$

şeklindeki p'nci dereceden otoregresif serisinin yani AR(p)'nin otokovaryans fonksiyonu,

$$\gamma_h = \phi_1 \gamma_{h-1} + \phi_2 \gamma_{h-2} + ... + \phi_p \gamma_{h-p}, \ \text{h>0}$$

otokorelasyon fonksiyonu,

$$\rho_h = \phi_1 \rho_{h-1} + \phi_2 \rho_{h-2} + ... + \phi_p \rho_{h-p}, \ \text{h>0}$$

şeklindedir (Wei 2006). Burada p=1 olduğunda birinci dereceden otoregresif modeli yani AR(1), p=2 olduğunda ikinci dereceden otoregresif modeli yani AR(2) olarak adlandırılır.

Hareketli ortalama modeli (MA), X_t, ortalaması sıfır, $|h| > q$ için ve $\gamma(q) \neq 0$ olacak şekilde otokovaryans fonksiyonlu durağan süreç ise, o zaman

$$X_t = \mu + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - ... - \theta_q e_{t-q}$$

şeklinde MA(q) yani q'ncu dereceden hareketli ortalama serisi olarak ifade edilir. Burada e_t ~ $WN(0,\sigma^2)$ şeklinde gösterilen Beyaz Gürültü serisidir (Montgomery, Johnson and Gardiner 1990). q=1 olduğunda birinci dereceden hareketli ortalama serisi

$$X_t = \mu + e_t - \theta_1 e_{t-1}$$

şeklinde ifade edilir ve MA(1) ile gösterilir. Bir zaman serisinin kısmi otokorelasyon fonksiyonu üstel olarak azalıyorken, otokorelasyon fonksiyonu belli bir gecikmeden sonra hızla düşüşe geçiyorsa yani sıfıra yaklaşıyorsa hareketli ortalama serisi uygulanır.

Otoregresif hareketli ortalama serileri (ARMA(p,q)) modeli, tek başına AR(p) veya MA(q) süreçleri tarafından ifade edilemediğinde

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + ... + \phi_p X_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - ... - \theta_q e_{t-q}$$

şeklinde gösterilir (Cryer 1986). Burada $X_t \sim WN(0,\sigma^2)$'dir. Bu denklem daha kısa olarak

$$\phi(B)(X_t) = \theta(B) e_t, \qquad \text{t=0,1,2,...}$$

olarak da ifade edilebilir (Brockwell and Davis 2006).
Burada α ve θ değerleri, p'nci ve q'uncu dereceden polinomlar olup, gerileme operatörü

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - ... - \phi_p B^p$$

ve

$$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - ... - \theta_p B^p$$

dir (Cooray 2008).
Zaman serileri analizinin uygulanabilmesi için serilerin durağan olması ve beyaz gürültü (white noise) özelliğini sağlaması gerekir.

Beyaz gürültü (White Noise) serisi:

Beyaz gürültü (white noise) süreci, sıfır ortalamalı sabit varyanslı bir süreçtir. Hata terimi

$e_t \sim NID(0, \sigma^2)$ t=1,2,…,n

dir. Böyle bir süreç bağımsız normal dağılımlı ise Gaussçu beyaz gürültü (Gaussian white noise) olarak adlandırılır (Johnston and Dinardo).

Durağanlık

Herhangi bir X_t zaman serisinin zayıf durağan veya durağan olması için aşağıdaki şartları sağlamalıdır.

a) $E(X_t) = \mu$ (Beklenen değer zamana göre değişmiyor)

b) $V(X_t) = \sigma^2$

c) $Cov(X_t, X_{t+h})$ kovaryansı sadece h'ye bağlıdır (Günay, Eğrioğlu ve Aladağ 2007).

Durağan Olmayan Zaman Serileri [ARIMA(p, d, q)]

Durağan olmayan bir zaman serisini durağan hale getirmek için ihtiyaç durumuna göre serinin genellikle 1 veya 2 defa farkı alınır ve d ile gösterilir. Durağan olmayıp farkı alınarak durağan hale getirilmiş serilere uygulanan modellere entegre modeller denir (Box-Jenkins 1976).
Bu entegre modeller belirli sayıda farkı alınmış serilere uygulanan AR ve MA modellerinin birleşimidir. Eğer AR modelinin derecesi p, MA modelin derecesi q ve serinin de d kez farkı alınmışsa bu modele (p, d, q) dereceden otoregresif entegre hareketli ortalama modeli denir ve ARIMA (p, d, q) şeklinde gösterilir (Box-Jenkins 1976). Burada p, otoregresif modelin (AR)

Genel olarak ARIMA(p,d,q) modeli

$$\left(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p\right)(1-B)^d X_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) e_t$$

şeklinde olmaktadır (Kadılar 2009).

Burada $(1-B)^d$ terimi d'nci dereceden fark işlemidir. $(1-B)^d X_t$ ifadesi gerileme (Backshift) operatörü ile

$$BX_t = X_{t-1}$$

şeklinde ifade edilebilir (Brocklebank and Dickey 2003). Benzer şekilde

$$B^2 X_t = BX_{t-1} = X_{t-2}, \dots, B^k X_t = X_{t-k}$$

olarak d. dereceye genelleştirilebilir.

Daha açık şekilde, $W_t = X_t - X_{t-1}$ ile ARIMA(p,d,q) süreci ele alınsın.

$$X_t - X_{t-1} = \phi_1 (X_{t-1} - X_{t-2}) + \phi_2 (X_{t-2} - X_{t-3}) + \dots + \phi_p (X_{t-p} - X_{t-p-1}) + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

olarak ve

$$X_t = (1+\phi_1) X_{t-1} + (\phi_2 - \phi_1) X_{t-2} + (\phi_3 - \phi_2) X_{t-3} + \dots + (\phi_p - \phi_{p-1}) X_{t-p} - \phi_p X_{t-p-1}$$
$$+ e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

şeklinde yeniden yazılabilir (Cryer 1986).

ARIMA(p,d,q) modeli, p=0, d=1 ve q=1 olduğunda ARIMA(0,1,1) yani

$$(1-B) X_t = (1 - \theta B) e_t$$

veya

$$X_t = X_{t-1} + e_t - \theta e_{t-1}$$

şeklinde olur. Burada $-1 < \theta < 1$ dir.

ARIMA(p,d,q) modeli, p=1, d=1 ve q=0 olduğunda ARIMA(1,1,0) süreci

$$X_t - X_{t-1} = \phi(X_{t-1} - X_{t-2}) + e_t$$

veya

$$X_t = (1+\phi)X_{t-1} - \phi X_{t-2} + e_t$$

şeklinde ifade edilir. Burada $|\phi| < 1$ dir (Cryer 1986).
Böyle serilere birinci dereceden bütünleşik otoregresif serisi denir.

Otokorelasyon Fonksiyonu ve Özellikleri

Otokorelasyon katsayısı, bir zaman serisiyle bu serinin gecikmeli serileri arasındaki ilişkileri ifade eder. Yani, $(X_1, X_{1+h}),(X_2, X_{2+h}),\ldots,(X_{t-h}, X_t)$ veri çiftleri arasındaki ilişki olup, h'nci gecikmeye ait korelasyondur.
$\{X_t : t \in T\}$ durağan bir zaman serisinin otokorelasyon fonksiyonu

$$\rho(h) = \frac{\gamma(h)}{\gamma(0)} = \frac{Cov(X_t, X_{t+h})}{\sqrt{Var(X_t)Var(X_{t+h})}} = \frac{\sum_{t=1}^{n-h}(X_t - \bar{X})(X_{t+h} - \bar{X})}{\sum_{t=1}^{n}(X_t - \bar{X})^2}$$

şeklinde tanımlanır ve aşağıdaki özellikleri sağlar.
a) $\rho(h)$ fonksiyonu simetriktir. Yani $\rho(-h) = \rho(h)$ dir.
b) $|\rho(h)| \le 1$ bütün h'ler için
c) $\rho(h)$ negatif olmayan tanımlıdır (Akdi 2010).

Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu

Otoregresif zaman serilerinde model derecesinin belirlenmesinde otokorelasyon fonksiyonu tam açıklayıcı değildir. Bu nedenle kısmi otokorelasyonlar bilinmelidir.
X_t 'nin X_{t-1}, X_{t-2}, .., X_{t-h} üzerine regresyon yapıldığında X_{t-h} 'nin katsayısı h'nci kısmi otokorelasyon olarak tanımlanır ve $\phi(h)$ ile gösterilir. Bir zaman serisinin h'nci kısmi otokorelasyonu.

$$P_h = \frac{\gamma(h) - \alpha_1\gamma(h-1) - \alpha_2\gamma(h-2) - \ldots - \alpha_{h-1}\gamma(1)}{\gamma(0) - \alpha_1\gamma(1) - \alpha_2\gamma(2) - \ldots - \alpha_{h-1}\gamma(h-1)} = \frac{\rho(h) - \alpha_1\rho(h-1) - \alpha_2\rho(h-2) - \ldots - \alpha_{h-1}\rho(1)}{1 - \alpha_1\rho(1) - \alpha_2\rho(2) - \ldots - \alpha_{h-1}\rho(h-1)}$$

şeklindedir (Wei 2006).

Modelin Uygunluk Testi

Uygunluk testleri; modelin seri için uygun olup olmadığını gösterir. Bunun için parametre tahminleri geçici uygun modelde yerine konularak tahminler yapılır. Tahmin hataları serisi meydana getirilir ve bu serilerin otokorelasyonları hesaplanarak inceleme yapılır. İnceleme sonunda bu otokorelasyonlar zaman serisi unsuru ihtiva etmiyorsa ve bu katsayılar istatistiki olarak sıfırdan anlamlı değillerse geçici model, uygun model olarak kabul edilir, aksi halde yeniden uygun model aramak gerekir. Modelin uygunluk testi için en çok kullanılan testlerden biri Box- Ljung testidir.

Box ve Ljung tarafından önerilen Q Box-Ljung testi aşağıdaki gibi hesaplanır (Brockwell and Davis 2006).

$$Q = n(n+2)\sum_{h=1}^{k} \frac{\hat{\rho}^2(h)}{n-h}$$

Burada k, gecikme sayısı, p ve q ise ARIMA modelinin derecesidir. n gözlem sayısını, $\hat{\rho}^2(h)$ ise gecikme için hesaplanan otokorelasyon katsayısını ifade eder (Bowerman and O'Connell 1993).

Eğer $Q > \chi^2_{1-\alpha,(h-p-q)}$ ise sıfır hipotezi reddedilir. Bu durumda model uygun olmadığı için başka bir model araştırılır.

Modelin Belirlenmesi

Uygulamada seriye uygun birden çok model olabilir. Bu durumda seriye en uygun modelin seçimi için bazı kriterler geliştirilmiştir.

Akaike bilgi kriteri

Zaman serileri modelinin belirlenmesinde en yaygın kullanılan kriterlerden biridir. Akaike bilgi kriteri,

$$AIC = n \ln \hat{\sigma}_e^2 + 2M$$

formülü ile hesaplanır (Wei 2006).
Burada, M modelin parametre sayısıdır yani M=p+q+1'dir.
Denenen modellerin içinde hangisinin AIC değeri küçükse en uygun model kabul edilir.

Schwartz Bayesci bilgi kriteri (BIC)

Akaike bilgi kriteri'ne benzer şekilde geliştirilmiş bir model kriteridir ve Schwartz Bayesian Kriteri (SIC) olarak adlandırılır.

$$BIC = n \ln \hat{\sigma}_e^2 + M \ln n$$

formülüyle hesaplanır (Cooray 2008).
Bazı kaynaklarda ise

$$BIC = \ln \hat{\sigma}_e^2 + \frac{M \ln n}{n}$$

şeklinde verilmektedir (Shumway and Stoffer, 2006).

Öngörü

Verilere uygun bir modelde öngörüler yapılırken geçmiş zamanlardaki gözlem değerleri kullanılarak rasgele değişkenin gelecekte alacağı değerler için tahminde bulunulur.
AR(1) modeli için öngörü,

$$\begin{aligned}\hat{X}_n(h) &= \mu + \phi(\hat{X}_n(h-1) - \mu) = \mu + \phi\left[\mu + \phi(\hat{X}_n(h-2) - \mu) - \mu\right] \\ &= \mu + \phi\mu - \phi^2\mu - \phi\mu + \phi^2 \hat{X}_n(h-2) \\ &\ldots \\ &= \mu + \phi^h(\hat{X}_n - \mu) \text{ şeklindedir.}\end{aligned}$$

MA(1) modelinde öngörü,

$$\hat{X}_n(h) = \begin{cases} \mu - \theta e_t, & h = 1 \\ \mu \quad , & h = 2,3,4,... \end{cases}$$

şeklindedir.
ARMA(1,1) modelinde öngörü,

$$X_t = \phi X_{t-1} + e_t - \theta e_{t-1}$$

$$\hat{X}_n(1) = \phi X_t - \theta e_t$$

$$\hat{X}_n(2) = \phi \hat{X}_n(1) = \phi(\phi X_t - \theta e_t)$$

$$\ldots$$

$$\hat{X}_n(h) = \begin{cases} \phi X_t - \theta e_t\,, & h = 1 \\ \phi^{h-1}\hat{X}_n(1)\,, & h = 2,3,4 \end{cases}$$

şeklindedir (Kadılar 2009).

Bulgular ve Tartışma

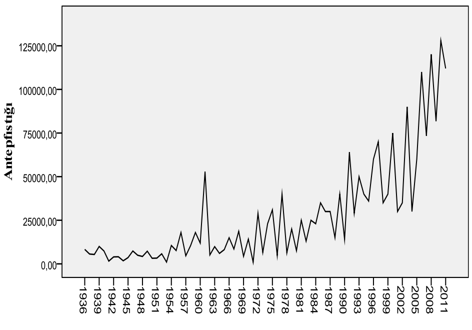
Sert kabuklu meyve grubuna giren antepfıstığı, badem, ceviz, fındık ve kestane için 1936-2011 dönemine ait yıllık zaman serisi analizi yapılmıştır. Önce zaman serisi grafiği Şekil 1'de verilmiştir. Her bir meyvenin zaman serisinin durağanlığını saptamak için otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon grafiği incelenmiştir.

Şekil 2, ARIMA modellerinin seçimi için yol göstericidir. MA modelinde, kısmi otokorelasyon değerleri yavaş yavaş azalmakta iken, otokorelasyon değerleri daha hızlı azalmaktadır. AR modelinde ise otokorelasyon değerleri yavaş yavaş azalmakta iken, kısmi otokorelasyon değerlerinde bu azalma hızlı olmaktadır. Şekil 2'de verilen birinci dereceden fark serilerinin otokorelasyon fonksiyonu grafiklerinden zaman serileri durağan hale gelmiştir. Şekil 2'de ve Çizelge 1'de verildiği gibi; antepfıstığı üretimi serisi p=2, d=1 ve q=0 olduğundan ikinci dereceden otoregresif bütünleştirilmiş model, ceviz üretimi serisi p=1, d=1 ve q=0 olduğundan birinci dereceden otoregresif bütünleştirilmiş model, fındık ve badem üretimi serileri p=0, d=1 ve q=1 olduğundan birinci dereceden bütünleşik hareketli ortalama modelleri şeklinde ifade edilmektedir. Ancak kestane üretimine ait seride 9'uncu gecikmede önemli bir ilişki bulunmaktadır. Yani 9'ncu gecikmedeki ilişki miktarı güven sınırlarını aşmaktadır. Böyle durumda seride mevsimsel dalgalanmanın olabileceği düşünülür. Bu nedenle periyot 9 olarak alınır. Zaman serileri yıllık verilere sahip olsa da periyot yoktur denemez. Ayrıca aylık serilerin periyodu mutlaka 12, mevsimsel serilerin periyodu 4 olmalı diye bir genelleme her zaman gerçekleşmeyebilir (Kadılar 2009). Burada kestane üretimi 9 yıl sonraki kestane üretim değerlerine etki edebilir. ACF ve PACF grafiklerinde ilk gecikmedeki ilişki önemsiz olduğundan d=1, p=0 ve q=0 olacaktır. Seri durağan hale geldiğinden mevsimsel farkı alınmaz. Dolayısıyla D=0, Q=1 ve P=0 alınabilir. Ancak P ve Q için çeşitli değerler denenerek en uygun model belirlenebilir. Burada en uygun model $ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s$ şeklinde belirlenen $ARIMA(0,1,0)(0,0,1)_9$ dir. Burada

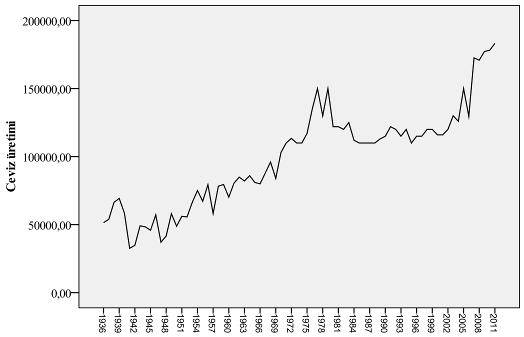
p: Otoregresif modelin derecesi
q: Hareketli ortalama modelin derecesi
d: Serinin farkı
P: Mevsimsel otoregresif modelin derecesi
Q: Mevsimsel hareketli ortalama modelin derecesi
D: Mevsimsel fark
s: Serinin periyodu
olarak ifade edilmektedir. Elde edilen modellere ait denklemler Çizelge 2'de verilmiştir.

Parametre tahminleri anlamlı bulunan ve beyaz gürültü (white noise) serisine sahip uygun modeller belirlenmiştir ve gelecek döneme ait öngörüde bulunulmuştur. Çizelge 1'de ifade edildiği gibi modellere ait parametreler anlamlı bulunmuştur. Şekil 3'te hata serisinin ACF ve PACF grafikleri verilmiştir. Bu grafiklerde önemli bir ilişki görülmemektedir. Yani hata serisindeki ilişki miktarları güven sınırları içinde yer almaktadır. Dolayısıyla, hata serisi beyaz gürültü serisidir. Zaman serisi analizinin uygulanması için gerekli varsayımlardan olan durağanlık şartı ile birlikte beyaz gürültü serisi olma şartı da sağlanmıştır.

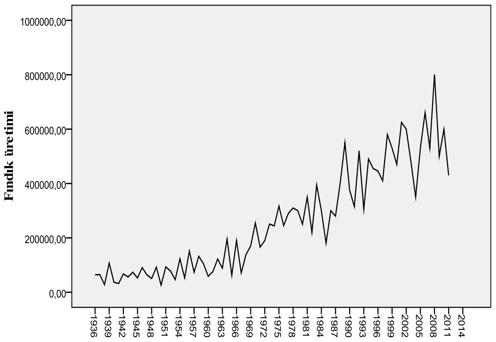
Şekil 3'te hata terimlerinin ACF ve PACF grafiklerinde hata terimlerine ait gecikmeler güven sınırları içinde yer aldığından serinin beyaz gürültü (white noise) serisi olduğu görülmektedir.
Çizelge 1'de, serilerin birinci farkı alındıktan sonra durağan hale gelen ve parametre tahminleri anlamlı bulunan, (10) nolu eşitlikte ifade edilen Box-Ljung testine göre modelin yeterliliği için uygun bulunan modeller seçilmiştir. Bu modellere gerileme (back shift) operatörü kullanılarak gerekli düzenlemeler yapıldığında elde edilen modelin denklemleri Çizelge 2'deki gibidir. Elde edilen modellere göre geleceğe dönük öngörüler Çizelge 3'teki gibidir.



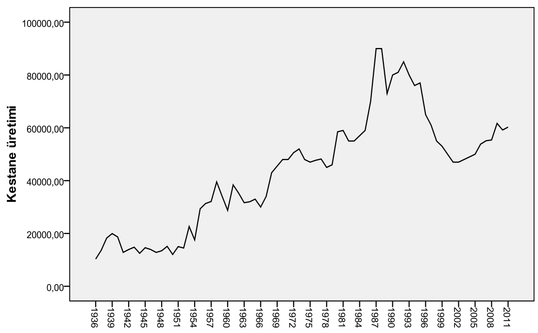
Antepfıstığı



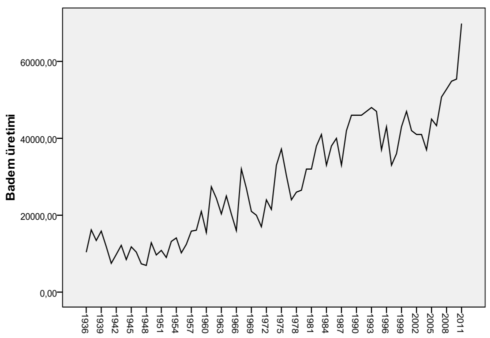
Ceviz



Fındık

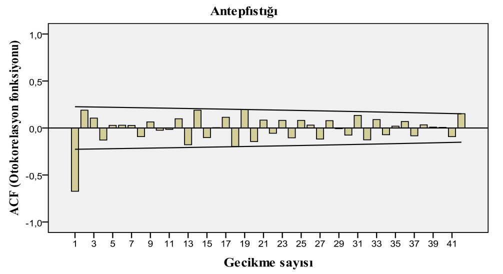


Kestane

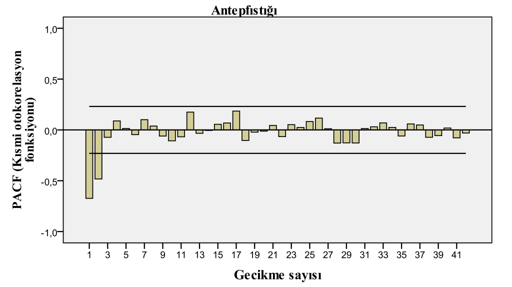


Badem

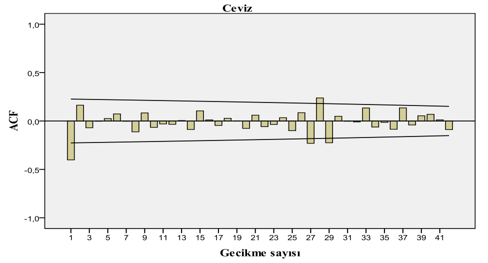
Şekil 1. Verilerin zaman serisi grafikleri



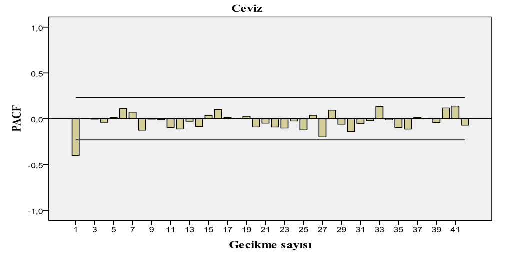
Antepfıstığı



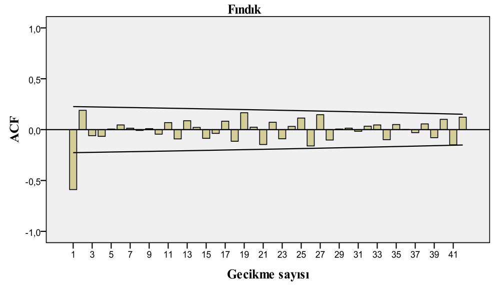
Antepfıstığı



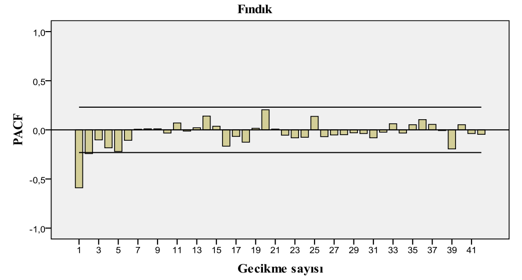
Ceviz



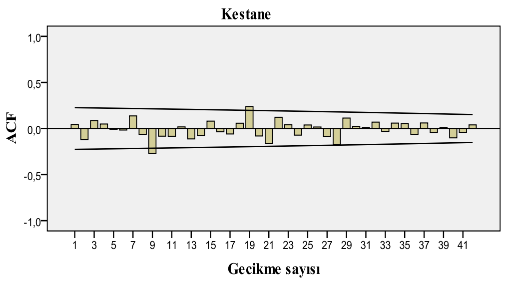
Ceviz



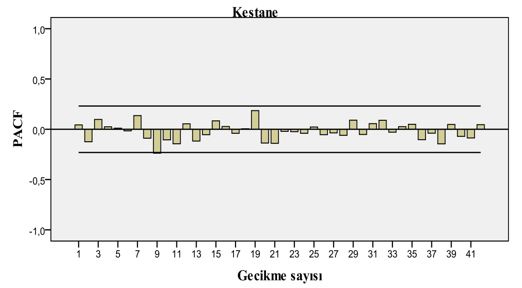
Fındık



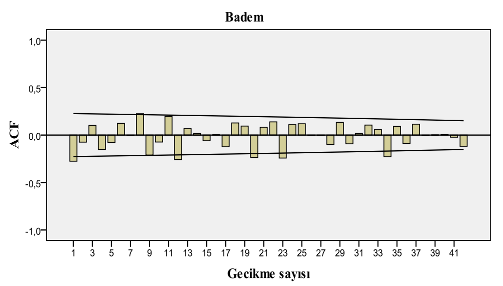
Fındık



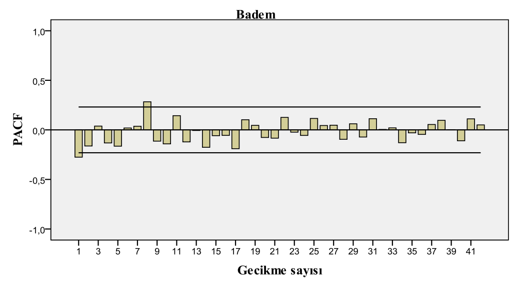
Kestane



Kestane

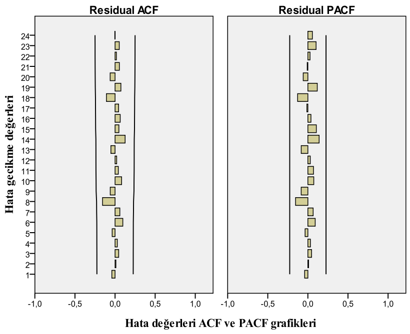


Badem

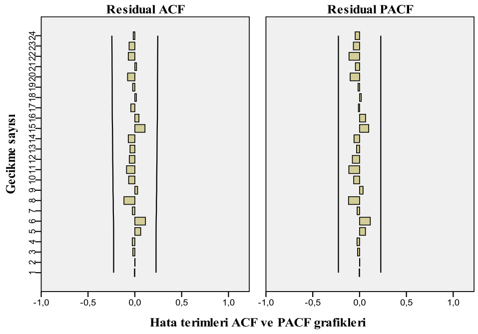


Badem

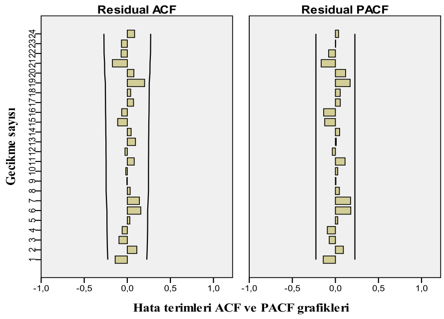
Şekil 2. Fark alındıktan sonraki verinin ACF ve PACF grafikleri



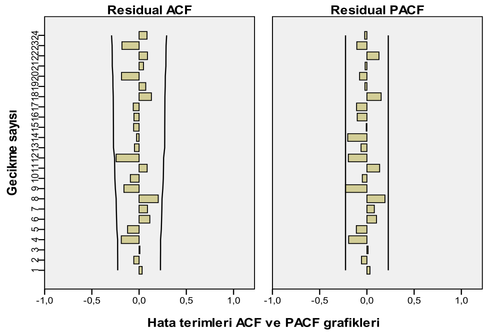
Antepfıstığı



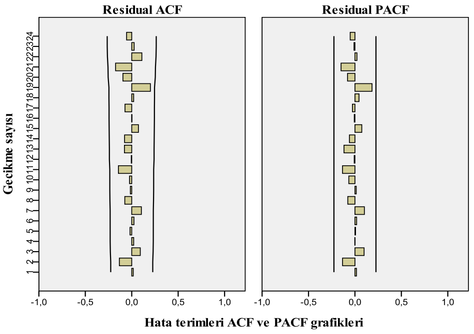
Ceviz



Fındık



Badem



Kestane

Şekil 3. Hata terimlerinin ACF ve PACF grafikleri

Çizelge 1. Bitkilere en uygun ARIMA modelleri ve Box-Ljung model yeterliliği.

Ürün	Model	Parametre tahmini	Katsayıların anlamlılığı	Box-Ljung testi
Antepfıstığı	ARIMA(2,1,0)	$\phi_1 = -0,993$ $\phi_2 = -0,484$	0,000< α 0,000< α	Q=8,482 p=0,933> α
Ceviz	ARIMA(1,1,0)	$\phi = -0,397$	0,000< α	Q=6,433 p=0,990> α
Fındık	ARIMA(0,1,1)	θ=0,840	0,000< α	Q=10,628 p=0,875> α
Badem	ARIMA(0,1,1)	θ=0,417	0,001< α	Q=21,828 p=0,191> α
Kestane	$ARIMA(0,1,0)(0,0,1)_9$	Θ=0,280	0,019< α	Q=7,750 p=0,972> α

Çizelge 2. Model denklemleri.

Sert kabuklu meyveler	Model	Denklem
Antepfıstığı	ARIMA(2,1,0)	$X_t = 0,007X_{t-1} + 0,509X_{t-2} + 0,484X_{t-3} + e_t$
Ceviz	ARIMA(1,1,0)	$X_t = (1+\phi)X_{t-1} - \phi X_{t-2} = 0,603X_{t-1} + 0,397X_{t-2} + e_t$
Fındık	ARIMA(0,1,1)	$X_t = X_{t-1} - \theta e_{t-1} + e_t = X_{t-1} - 0,840e_{t-1} + e_t$
Kestane	$ARIMA(0,1,0)(0,0,1)_9$	$X_t = X_{t-1} - \Theta e_{t-9} + e_t = X_{t-1} - 0,280e_{t-9} + e_t$
Badem	ARIMA(0,1,1)	$X_t = X_{t-1} - \theta e_{t-1} + e_t = X_{t-1} - 0,417e_{t-1} + e_t$

Çizelge 3. Uygun görülen ARIMA modellerine göre 2012-2020 yılları arası öngörü.

Yıllar	Antepfıstığı	Ceviz	Fındık	Kestane	Badem
2012	109087	183650	583103	61194	64602
2013	123302	185920	590457	61525	65296
2014	114164	187451	597811	62712	65991
2015	119929	189276	605165	62889	66685
2016	122201	190984	612519	64245	67379
2017	120724	192739	619874	65108	68074
2018	124663	194475	627228	64522	68768
2019	125037	196219	634582	66332	69462
2020	126329	197960	641936	67071	70157

Sonuç

Bu çalışmada sert kabuklu meyvelerin üretim miktarının modellenmesi ve geleceğe dönük öngörüler yapılmaya çalışılmıştır. Bu uygulamayla sert kabuklu meyvelerin üretiminin gelecekte nasıl şekilleneceği çeşitli sayısal verilerle ve grafiklerle gösterilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmalar sonucunda söz konusu meyvelere uygun modelin Çizelge 2'te ifade edilen denklemlerine göre, antepfıstığı üretim modeli ikinci dereceden bütünleşik otoregresif modeli ARIMA(2,1,0), ceviz üretimi birinci dereceden bütünleşik otoregresif modeli ARIMA(1,1,0), fındık ve badem üretimi birinci dereceden bütünleşik hareketli ortalama modeli ARIMA(0,1,1), kestane üretimi ise birinci dereceden bütünleşik mevsimsel hareketli ortalama modeli $ARIMA(0,1,0)(0,0,1)_9$ olarak saptanmıştır. Elde edilen modellere göre oluşturulan denklemler Çizelge 2'de verilmiştir.

Analiz sonucunda belirlenen ARIMA modellerine göre, sert kabuklu meyvelerin üretim miktarları için 2012-2020 yılları arası öngörü yapılmıştır. Çizelge 3'te belirtilen öngörü değerlerine göre söz konusu meyvelerin genel olarak 2012-2020 döneminde üretim miktarlarında 2011 yılındaki üretim miktarlarına göre artacağı tahmin edilmektedir. Bu dönemde sadece badem bitkisinde ciddi bir artış beklenmemektedir. 2020 yılındaki üretim artış miktarının, 2011'deki üretim miktarına göre antepfıstığında % 12,79, cevizde % 8,03, fındıkta % 49,29, kestanede % 11,28 ve bademde % 0,46 olacağı tahmin edilmektedir. Elde edilen bilgilere göre en yüksek artış fındıkta, en düşük artış ise bademde öngörülmektedir. Üretim miktarları için öngörü değerlerine göre, antepfıstığında en düşük olarak 109 087 ton ile 2012 yılında, en yüksek olarak 126 329 ton ile 2020 yılında, cevizde en düşük 183 650 ton ile 2012 yılında, en yüksek 197 960 ton ile 2020 yılında, fındıkta en düşük 583 100 ton ile 2012 yılında, en yüksek 641 936 ton ile 2020 yılında, kestanede en düşük 61 194 ton ile 2012 yılında, en yüksek 67 071 ton ile 2020 yılında ve bademde en düşük 64 602 ton ile 2012 yılında, en yüksek 70 157 ton ile 2020 yılında olacağı tahmin edilmiştir. Yani 2012–2020 döneminde en yüksek üretim değerinin 2012 yılında olacağı görülmektedir. Genel olarak 2012–2020 döneminde sert kabuklu meyvelerin üretim miktarlarında artış olacağı tahmin edilmektedir. Bu sonuçlar ülkemizin sert kabuklu meyve üretiminde dünya ülkeler sıralamasında yerini koruması açısından çok önemlidir. Üretim tahminlerine göre üretim politikası oluşturulabilir. Ayrıca ihracat edilerek ülke ekonomisine katkıda bulunması açısından bu meyvelerin üretimine teşvik edilmelidir.

Kaynaklar

Ağaoğlu S, Çelik H, Çelik M, Fidan Y, Gülşen Y, Günay A, Halloran N, Köksal İ ve Yanmaz R (1997). Genel Bahçe Bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara. Yayın no:1579

Akdi Y (2010). Zaman Serileri Analizi (Birim Kökler ve Kointegrasyon). Gazi Kitabevi, Ankara, 27.

Bowerman BL, O'Connell RT (1993). Forecasting and Time Series: An Applied Approach, Duxbury Press.

Box-Jenkıns (1976). Time Series Analysis Forecasting and Control Lancester UK, 90.

Brocklebank JC, Dickey DA (2003). SAS for Forecasting Time Series, SAS Institue Inc., Cary, NC, USA, 40.

Brockwell PJ, Davis RA (2006). Time Series: Theory and Methods. Springer, New York, 311.

Cooray TMJA (2008). Applied Time Series. Analysis and Forecasting. Narosa Publishing House Pvt. Ltd, New Delhi, 144, 194.

Cryer JD (1986). Time Series Analysis, PWS Publishers, USA, 89.

FAO İstatistikleri (2009). http://faostat.fao.org/site/342/default.aspx Erişim tarihi: 09.06.2012.

FAO İstatistikleri (2010). http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx Erişim tarihi: 06.06.2012.

Günay S, Eğrioğlu E, Aladağ ÇH (2007). Tek Değişkenli Zaman Serileri Analizine Giriş, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 16.

Johnston J, Dinardo J (1997). Econometric Methods, McGraw-Hill International Edit., New York, 110.

Kadılar C (2009). SPSS Uygulamalı Zaman Serileri Analizine Giriş, Bizim Büro Yayınevi, Ankara, 188, 219.

Kayım H (1985). İstatistiksel Ön Tahmin Yöntemleri, H.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Yayınları, No:11, Ankara.

Kutlar A (2005). Uygulamalı Ekonometri, 2. Baskı, Nobel Yayınları, Ankara.

Koç B, Tonkaz T (2010). GAP Bölgesinde Çeltik Üretimi İklim İlişkileri ve Çeltik Üretiminin Uzun Dönem Eğilim Analizi. Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi, 622–628, 22–24 Eylül 2010, Şanlıurfa.

Montgomery DC, Johnson LA, Gardiner JS (1990). Forecasting and Time Series Analysis, McGraw-Hill, Inc., USA, 249.

Onurlubaş HE, Kızılaslan H (2007). Türkiye'de Bitkisel Yağ Sanayindeki Gelişmeler ve Geleceğe Yönelik Beklentiler. Tarım Ekonomisi Araştırma Enstitüsü.

Özmen A (1989). Mevsimler Dalgalanmalar içermeyen Zaman Serilerinde Kısa Dönem Öngörü Amaçlı Box-Jenkins (ARIMA) Modellerinin Kullanımı, Fen-Edebiyat Fakültesi Dergisi, Cilt:2, Sayı:1, 105-120.

Semerci A, Özer Sİ (2011). Türkiye'de Ayçiçeği Ekim Alanı, Üretim Miktarı ve Verim Değerinde Olası Değişimler. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 8(3), 46-52.

Shumway RH, Stoffer DS (2006). Time Series Analysis and its Applications with R Examples. Springer, New York, 54.

TÜİK(Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı) (2011). Dış Ticaret İstatistikleri. http://tuikapp.tuik.gov.tr/disticaretapp/disticaret.zul?param1=3&param2=4&sitcrev=4&isicrev=0&sayac=5807 Erişim tarihi: 09.06.2012

TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı) (2011). İstatistik Göstergeler 1923–2010.

TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı) (2012). Bitkisel Üretim İstatistikleri, 2011 Haber Bülteni Sayı: 10780 Tarih 28.03.2012.

Wei WWS (2006). Time Series Analysis, Addison Wesley Publishing Company, New York, 44,156.