



Araştırma Makalesi / Research Article

**BOX-JENKINS YÖNTEMİYLE ÇİLEK SATIŞ FİYATLARI İÇİN
TAHMİN MODELİ KURULMASI VE TAHMİN SONUÇLARININ
DEĞERLENDİRİLMESİ***

**ESTABLISHING A FORECAST MODEL FOR STRAWBERRY SALES PRICES BY BOX-
JENKINS METHOD AND EVALUATION OF THE FORECAST RESULTS**

Begüm AKAN¹

Emin Başar BAYLAN²

<https://doi.org/10.55071/ticaretfbid.1092970>

Sorumlu Yazar / Corresponding Author
begum.akan@hotmail.com

Geliş Tarihi / Received
24.03.2022

Kabul Tarihi / Accepted
01.09.2022

Öz

Taze tüketiminin yanı sıra gıda endüstrisinde birçok alanda hammadde olarak başrol oynayan çilek, geleneksel üretimin dışında, sera ve topraksız tarım üretimi ile yılın dört mevsimi ulaşılabilir bir meyvedir. Hasattan sonraki dönemde yola dayanıksız ve stoklama açısından riskli olan çilek, bu sebeple bölge ve mevsime göre fiyat farklılıkları göstermektedir. Bu fiyat farklılıkları hem üreticiyi hem de tüketiciyi ve çileği hammadde olarak kullanan gıda endüstrisini de önemli ölçüde etkilemektedir. Haftalık çilek satış fiyatlarını kullanarak, Türkiye'deki haftalık çilek satış fiyatları için tahmin modeli geliştirmeyi amaçladığımız çalışmamızda, zaman serisi verileri trend veya mevsimsellik göstermediği için Box-Jenkins tahmin modelinden yararlanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda 21 farklı ARIMA(p,d,q) modelleri arasında en başarılı tahmin sonucunu veren ARIMA(3,1,2) modeli seçilmiştir. Bu modele göre geleceğe yönelik 52 haftalık çilek fiyatı tahmini yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: ARIMA, Box-Jenkins, çilek fiyat tahmini, tahmin modeli, tarım ekonomisi.

Abstract

Strawberry, which plays a leading role as a raw material in many fields in the food industry as well as its fresh consumption, is a fruit that can be reached all four seasons of the year with greenhouse and soilless agriculture production, apart from traditional production. Strawberry is not resistant to the road and is risky in terms of stocking in the post-harvest period, therefore shows price differences according to the region and season. These price differences significantly affect both the producer and the consumer and the food industry, which uses strawberries as raw materials. In our study, where we aimed to develop a forecast model weekly strawberry sales prices in Turkey using weekly strawberry sales prices, Box-Jenkins forecasting model was used because time series data do not show trends or seasonality. As a result of the analyzes made, among 21 different ARIMA(p,d,q) models, the ARIMA(3,1,2) model was chosen, which gave the most successful estimation result. According to this model, a 52-week strawberry price prediction was made for the future.

Keywords: Agriculture economics, ARIMA, Box-Jenkins, forecast model, strawberry price forecast.

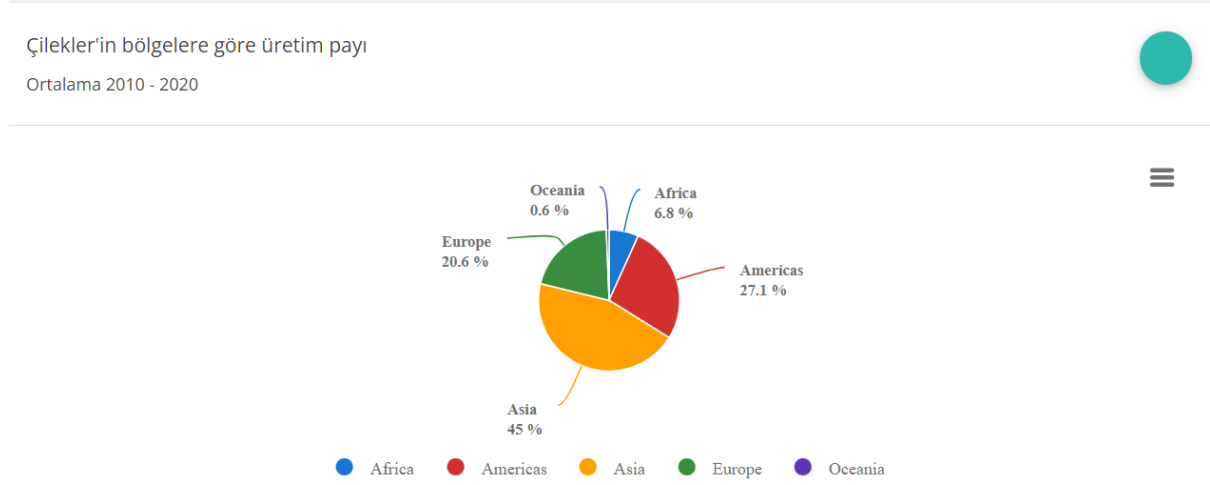
*Bu yayın Begüm AKAN isimli öğrencinin İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Programındaki Lisansüstü tezinden üretilmiştir.

¹İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye.
begum.akan@hotmail.com, [Orcid.org/0000-0002-2911-3186](https://orcid.org/0000-0002-2911-3186).

²Piri Reis Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye.
ebaylan@pirireis.edu.tr, [Orcid.org/0000-0003-4581-2478](https://orcid.org/0000-0003-4581-2478).

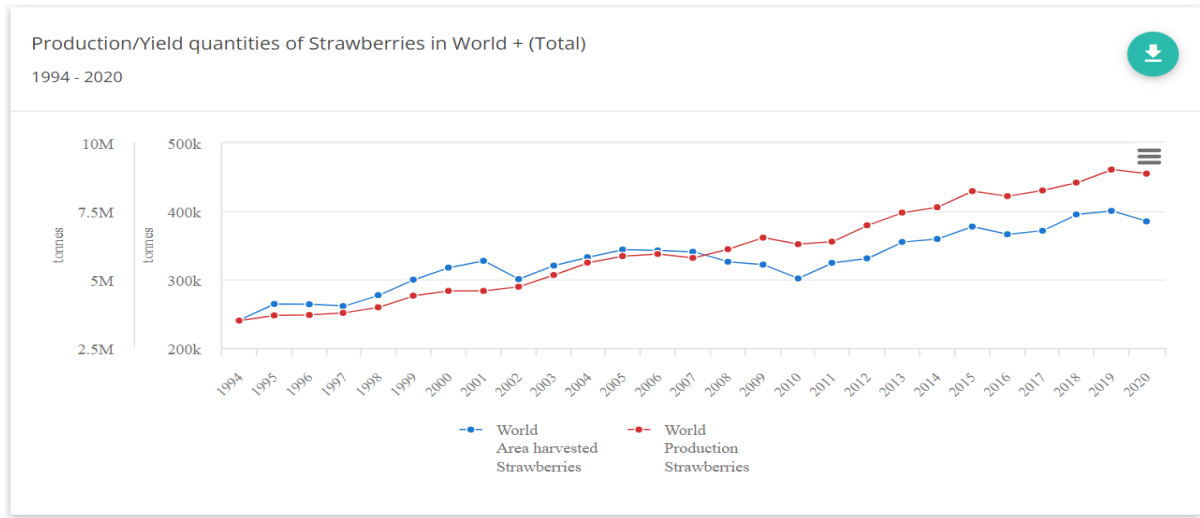
1. GİRİŞ

Çilek sistematikte Rosaceae familyasına ait *Fragaria vesca* olarak bilinir (NİGEP,2012). Çilek dünya çapında birçok bölge ve çeşitli çevre koşullarında yetişebilen bir meyve türüdür. Çileklerin dünya bölgelerine göre üretim payını incelediğimizde FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nation) 2010-2020 arası verilerinde (Şekil 1) %45 Asya, %27,1 Amerika, %20,6 Avrupa, %6,8 Afrika ve %0,6 Okyanusya'nın olduğunu söyleyebiliriz. Çilek, gıda endüstrisinde sadece taze tüketimle kalmayıp birçok sektörde yerini almıştır. Bu sektörleri şu şekilde sıralayabiliriz; dondurulmuş ürünler, reçel ve marmelat, alkollü içecekler, meşrubat, kurutulmuş ürünler, süt ve süt ürünleri, şekerleme ve pasta süsleme sektörleri.

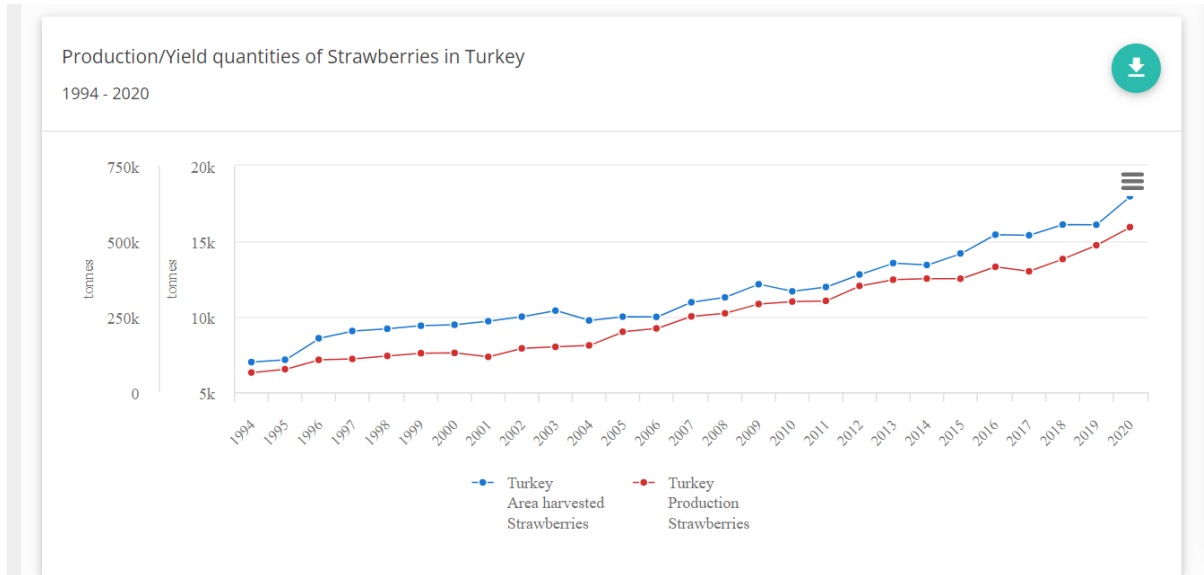


Şekil 1. FAOSTAT Çileklerin Bölgelere Göre Üretim Payı (2010-2020)

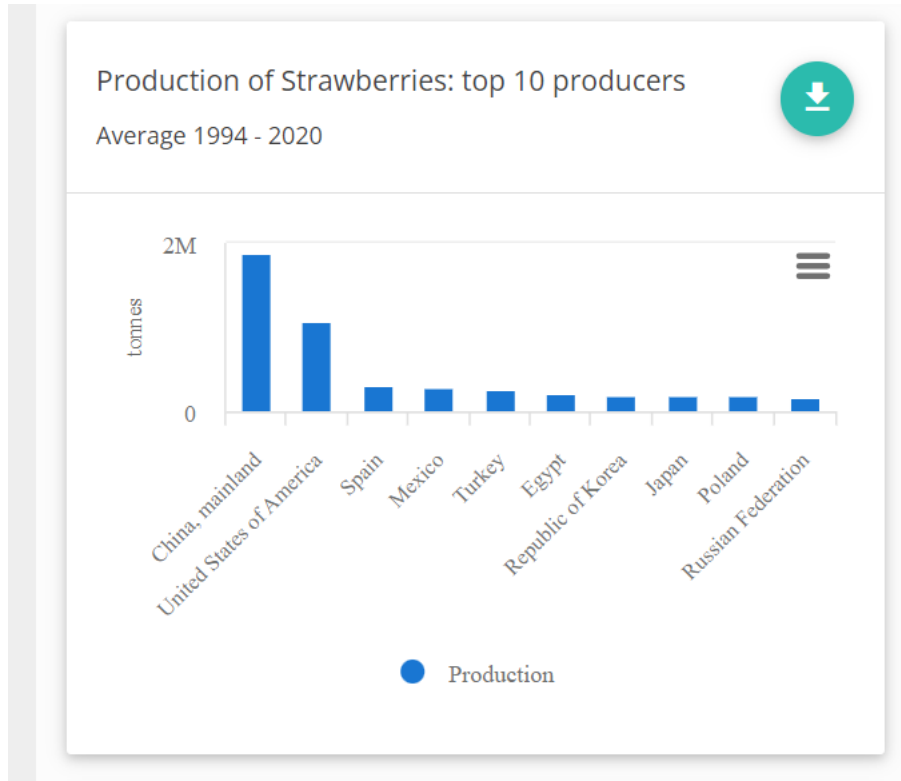
Çilek üretimi günümüzde sadece geleneksel yöntemle yapılmamakta olup, sera üretimi ve topraksız tarım üretimi ile neredeyse dört mevsim devam eden ve sofralarımızda her an ulaşılabilir bir meyve haline gelmiştir. Dünya’da ve Türkiye’de çilek üretimine bakacak olursak; FAOSTAT verilerine göre 2020 yılında dünyada toplam 384668 ha alanda, 8861381 ton çilek üretimi gerçekleşirken (Şekil 2), Türkiye bu verilerin 17978 ha alanında, 546525 ton çilek üretimine sahiptir. TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) verilerinde ise bu durum, geleneksel çilek üretiminin 2021 yılı için 186761 dekar alan, 669195 ton üretim, örtü altı çilek üretiminde 2021 yılı için ise 253153 ton üretim olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 3). Yine FAOSTAT 2010-2020 yılları arası verilerine baktığımızda; Çin, ABD ve Meksika’dan sonra dördüncü sırada Türkiye’nin dünyada ilk 10 çilek üreticisi arasında olduğunu görmekteyiz (Şekil4).



Şekil 2. FAOSTAT Dünya'daki Çilek Üretim/Verim Miktarları (1994-2020)

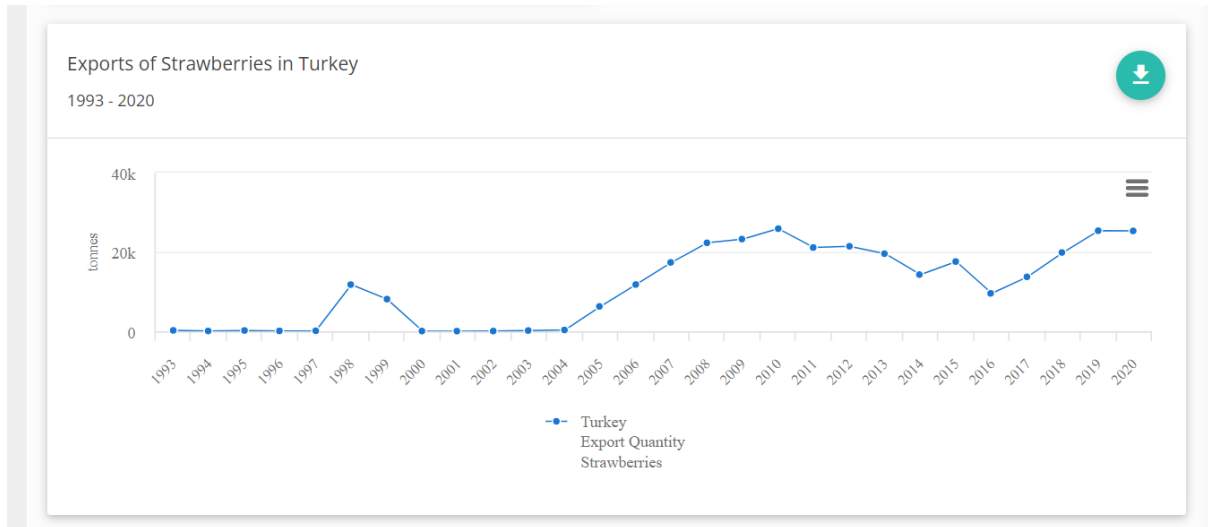


Şekil 3. FAOSTAT Türkiye'deki Çilek Üretim/Verim Miktarları (1994-2020)

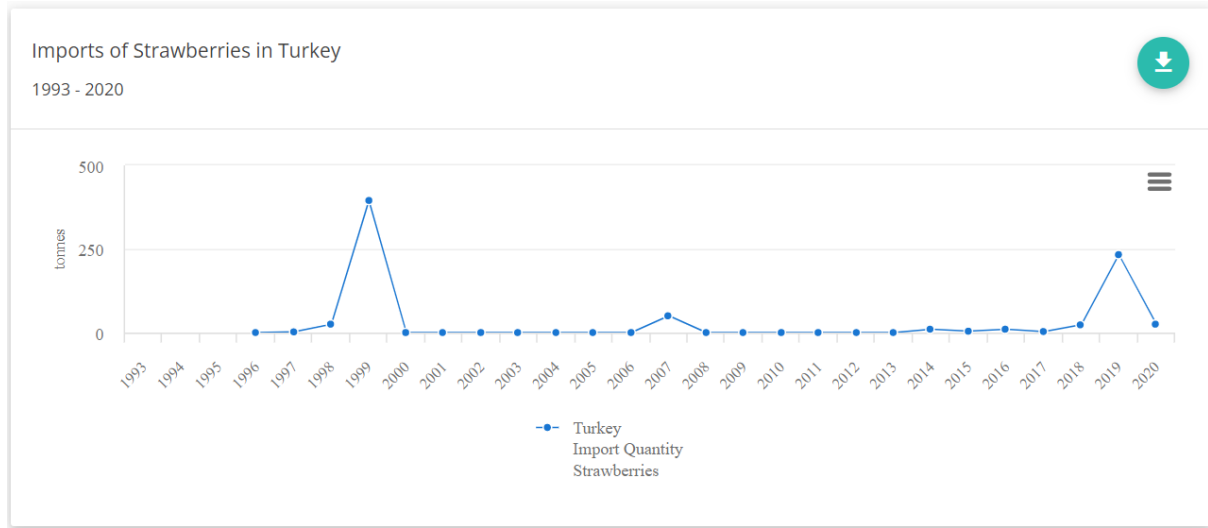


Şekil 4. FAOSTAT Dünya’da ilk 10 Çilek Üreticisi

FAOSTAT’ın verilerine baktığımızda 2010-2020 arası çilek için ilk 5 ihracatçısının sırasıyla; İspanya, ABD, Meksika, Hollanda ve Belçika, ilk 5 ithalatçısının ise sırasıyla; ABD, Almanya, Kanada, Fransa ve Birleşik Krallık olduğunu görmekteyiz. FAOSTAT’ın 2020 yılı verilerinde ise Türkiye çilek ihracatının 25298 ton (Şekil 5), çilek ithalatının ise 25 ton (Şekil 6), olduğu kayıtlıdır. Tarım Ürünleri Piyasaları Haziran 2021 raporunda 2020 yılı için Türkiye taze çilek ihracatında önemli ülkelerin yüzdeleri şu şekildedir; Rusya %57,8 , Romanya %22,9 , Irak %12,3 , Gürcistan %2,7 , Suriye %1,4 , Sırbistan %0,8 ve Diğer ülkeler %2,2. Yine aynı raporda 2020 yılı için Türkiye dondurulmuş çilek ihracatında önemli ülkelerin yüzdeleri şöyle sıralanmaktadır; ABD %32,8 , Almanya %18,5 , Kanada % 10,9 ,Birleşik Krallık % 9,3 , İtalya % 5,9 , Danimarka %5,5 ve Diğer ülkeler %17,5.



Şekil 5. FAOSTAT Türkiye Çilek İhracatı (1993-2020)



Şekil 6. FAOSTAT Türkiye Çilek İthalatı (1993-2020)

Çilek fiyat tahmini yapmamızda üç önemli unsur karşımıza çıkmaktadır; üreticiler, tüketiciler ve gıda endüstrisi. Üreticiler açısından baktığımızda çilek fiyatlarını etkileyen birçok parametre mevcuttur. Bunlardan bazıları; fide fiyatları, üretim için gerekli enerji kaynakları giderleri, personel giderleri, gübre ve ilaçlama masraflarıdır. Üretici belirli talep pazarına karşılık ürettiği çileklerin fiyat tahminlerinden yararlanıp karlı olup olmadığına karar vererek bu üretimi gerçekleştirecek olmasıdır. Bunun yanı sıra tüketiciye kadar üretici fiyatlarına eklenecek üretici karı, ulaşım ve pazarlama masrafları gibi ek masraflarda ekleneceğinden tüketici fiyatlarında bir takım artışlar gözlenecektir. Bu hususta fiyat tahminleri tüketicinin alım gücüne karşılık ürünü tercih edip etmeme kararında önemli olacaktır. Üçüncü unsur olarak da bahsetmemiz gereken çileği hammadde olarak kullanan ve yeni bir ürün elde eden gıda endüstrisidir. Burada tabii ki de gıda endüstrisi çileği toptan fiyatlarından alıyor olsa da üreteceği ürün için yan ürün, enerji kaynakları, ambalaj ve personel giderleri gibi birçok faktör de ekleneceği ve ürettiği üründen belli bir kar elde etmek isteyeceği için de, çileğin fiyat tahmini gıda endüstrisinin ürünü üretip üretmemeye kararını etkileyecektir.

Yapılan çalışmada, geleceğe yönelik Türkiye'deki 52 haftalık çilek satış fiyatları için Box-Jenkins modeli kullanılarak tahmin modeli geliştirilmesi amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Türkiye'de 2022 yılı itibarıyla çilek fiyatlarının tahmin edilmesi amacıyla çıktığımız yolda, araştırmamıza katkıda bulunacak bir takım literatür araştırması gerçekleştirdik. Literatür araştırmamızda ilk dikkat ettiğimiz Dünya'da ve Türkiye'de yapılmış çilek fiyat tahminleriydi. Fakat bu konu hakkında yeterli derecede veri bulamamıza karşılık araştırmamıza diğer meyveler ve tarımsal ürünleri de ekleyerek fiyat, verim, üretim miktarı gibi parametreleri de tahmin eden çeşitli çalışmalardan yararlandık. Yararlandığımız bu kaynakları açıklayacak olursak; Erdal (2006), çalışmasında Türkiye'de ticari olarak gerçekleştirilen domates üretiminde, Koyck modelini kullanarak üretim miktarı ve fiyat ilişkisini analiz etmiştir. Yazar analizinde 1975-2004 dönemi verilerini kullanmıştır. Analiz sonuçlarında ise domates üretiminin geriye doğru en fazla üç yılın fiyatından etkilendiğini, domates fiyatlarında ortaya çıkan değişimin üretiminde önemli ve hissedilebilir bir etkiye neden olması için gereken zamanın 18,23 yıl olduğunu belirtmiştir. İbrahim & Florkowski (2007), Güney Tarım Ekonomisi yıllık toplantısında sundukları makalede, Pikan Cevizi fiyatları ile stoklar arasındaki ilişkiyi Engle Granger & Johansen eş bütünlük

yaklaşımıyla incelemiş ve tahminlerinde tek değişkenli ARIMA ve eş bütünleşme yöntemlerini kullanmıştır. Ocak 1992-Aralık 2004 arasındaki aylık verileri kullandıkları çalışmada hem stokların hem de fiyatların durağan olmadığını gözlemlemişlerdir. Sonuçlarında, ARIMA modelinin daha kısa tahmin sürelerinde dahi iyi performans gösterdiğini, eş bütünleşme yöntemlerinin en küçük MAPE (Mean Absolute Percentage Error) istatistiğine sahip Engle Granger eş bütünleşme ile ARIMA modelinden daha iyi performans gösterdiğini bulmuşlardır. Ibrahim & Florkowski 2009 yılında, 2007 çalışmalarındaki pıkan cevizinin yanı sıra ek olarak ceviz ve bademi de ekleyerek üçünün fiyat tahminini araştırmayı amaçlamışlardır. Bu tahminler için Johansen eş bütünleşme tekniğini ve otoregresif entegre hareketli ortalama zaman serisi modellerinden yararlanarak bir vektör otoregresyon modelini araştırmışlardır. Yayınladıkları makalede, ARIMA ve VECM (Vector Error Correction Model) modelleri arasında daha iyi bir tahmin modeli seçimi yapmak istemişlerdir, fakat araştırdıkları ürünlerin fiyatları arasında uzun dönemli bir ilişki olmadığını gözlemledikleri için VECM modelini kullanamamış, yalnızca ARIMA modelinden yararlanmışlardır. Avokado fiyatlarını tahmin etmek isteyen Evans & Nalapang (2009), araştırmalarında 2007/2008 ile 2011/2012 sezonları için, regresyon modelinden yararlanarak tahminlerini gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca ME (Mean Error), MAE (Mean Absolute Error) MSE (Mean Squared Error), RMSE (Root Mean Squared Error) ve Theil's U statistics, istatistiklerini kullanarak tahminin doğruluğunu değerlendirmişlerdir. 1996 ve 2018 yılları arasında günlük toptan satış fiyatı, haftalık toptan satış fiyatı ve aylık toptan satış fiyatı verilerini kullanarak domatesin kısa dönemli fiyat tahminini yapmayı amaçlayan Live ark., (2010), ARIMA zaman serisi modeli ile karşılaştırmalı olarak ileri beslemeli bir ANN (Artificial Neural Network) modelinden yararlanmışlardır. Sonuç olarak, ANN modelinin bir gün veya bir hafta öncesindeki fiyatı tahmin etmede daha iyi performans gösterdiğini ve modellenen ve gerçek fiyatlar arasında iyi bir korelasyon olduğunu, göreceli hatanın ise %5.0'dan az olduğunu bulmuşlardır. Türkiye, Antalya'daki domates fiyatlarının aylık toptan satış düzeyinde tahmin etmek isteyen Adanacıoğlu & Yercan (2012), 2000'den 2010'a kadar olan fiyatları ve SARIMA (Seasonal ARIMA) modelini kullanmışlardır. Araştırma sonuçlarında domates fiyatları tahminine en yakın olan modelin SARIMA (1,0,0) (1,1,1) modeli olduğunu gözlemlemişlerdir.

Mishra & Singh (2013), yarfıstığı yağı fiyatlarının tahmininde Box-Jenkins metodolojisini yapay sinir ağı (ANN=Artificial Neural Network) metodolojisi ile karşılaştırmıştır. 1994'ten 2010'a kadar aylık veriler kullandıkları araştırmalarında ortalama karesel hata, kök ortalama kare hata ve ortalama mutlak yüzde hatanın ARIMA tahmininde daha düşük olduğunu gözlemlemişlerdir. Box-Jenkins yöntemini kullanan bir diğer yazarlardan Özer & Gül Yavuz (2014), kongre bildirimleri için Eylül 2005-Eylül 2013 arasındaki 96 aylık fındık ihracat fiyat serisini kullanarak yaptıkları araştırmalarında en uygun model olarak ARIMA (2,1,1) modelini belirlemişlerdir. Uysalve ark., (2016), XII. Tarım Ekonomisi Konferansı için Türkiye'nin 1981-2014 yıllarına ait muz üretim ve muz ithalat miktarlarını Delphi metodunun kullanarak incelemiş ve sübjektif düzeltme yöntemine göre yeni seri oluşturmuşlardır. Bu yeni seri Boz-Jenkins metotlarından biri olan Çift Üstel Düzeltme Yöntemi kullanılarak 2015-2019 yılları için tahminlerini gerçekleştirmişlerdir. Mangonun yıllar içindeki fiyat eğilimini belirlemek, fiyat tahmini için uygun bir model önermek ve kısa vadeli fiyatları tahmin etmek isteyen Aphinayave ark., (2016), Box-Pierce istatistiği ve tahmin edilen parametreleri dikkate alarak en iyi performans gösteren tahmin modelinin SARIMA (1,0,0) (0,1,1) olduğuna karar vermişlerdir. Ayrıca seçilen mango çeşitlerinin fiyatlarının 2004-2014 yılları arasında artış gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Çeltik, Ragi ve Mısır ürünlerinin 2002'den 2016'ya kadar olan zaman serisi verilerini kullanan Jadhav ve ark., (2017), fiyat tahmininde ARIMA modelini uygulamışlardır. Araştırmanın sonuçlarına göre, 2020 fiyat tahmini için ARIMA modelinin gücünü kanıtlamışlardır. Ayrıca tahmin doğruluğunu MSE, MAPE ve Theil's U kriterlerini kullanarak değerlendirmişlerdir. Rathodve ark., (2017), bir vaka çalışması olarak Karnataka'daki muz üretimini hibrit modellerin tahmin performansını değerlendirmek için kullanmışlardır. Bu değerlendirme için ARIMA modelini TDNN (Time Delay Neural Network) ve NLSVR (Nonlinear Support Vector Regression) ile

birleştirerek hibrit modeli oluşturmuşlardır. Çalışmalarının sonuçlarında ise, hibrit modellerin tahmin doğruluğunun ARIMA modeline kıyasla daha iyi olduğunu ortaya koymuşlardır. ARIMA modelini çeltik fiyatlarını tahmin etmek için kullanan Darekar & Reddy (2017), Ocak 2016 ile Aralık 2016 arasındaki aylık ortalama çeltik fiyatlarına ilişkin zaman serisi verilerinden yararlanmışlardır. Makalelerinde Hindistan'da çeltik fiyat tahmini için en temsili modelin ARIMA modeli olduğu sonucuna varmışlardır. 1965-2015 yılı FAOSTAT verilerini kullanarak 2016-2025 yılı için Türkiye'deki çilek hasat alanı ve üretimini tahmin etmeyi amaçlayan Akın ve ark., (2017), çalışmalarında ARIMA (0,1,1), ARIMA (1,1,0), ARIMA (1,1,1) ve Holt, Brown, Damped yöntemlerini uygulamışlardır. Çalışmalarında Holt tekniği en iyi projeksiyonu gerçekleştirmiş olmasına rağmen, Brown modelini en uygun yöntem olarak seçmişlerdir. Çalışmalarında Box-Jenkins yaklaşımını kullanan Ullahve ark., (2018), 1997-98 ile 2014-15 dönemi zaman serisi verilerinden yararlanarak Pakistan'daki şeftali alanı ve üretimini tahmin etmeyi amaçlamışlardır. En iyi tahmin modelini Akaike bilgi kriteri, Bayesian bilgi kriteri ve Hannan Quinn bilgi kriterinin en düşük değerlerine göre ARIMA (1,1,0) olarak belirlemişlerdir. Intaramo & Yimnak (2018), makalesinde Tayland'da tubtim chandra rose apple ve shogun orange fiyatlarının tahmin edilmesi için bulanık tersine dayalı bulanık zaman serisi modeli ve SARIMA modelini uygulamışlardır, fakat çalışmadan elde edilen verilerin belirsiz olduğunu gözlemlemişlerdir. Buna karşılık iki yöntemin doğruluğunu MAPE ile karşılaştırmışlar ve değiştirilmiş zaman serisi tahmin yöntemi ile tahmin değerlerinin SARIMA modelinden daha başarılı olduğu sonucuna varmışlardır. Çok değişkenli doğrusal regresyon, sığ yapay sinir ağı ve LSTM (Long-Short Term Memory) olmak üzere üç regresyon modelini inceleyerek tahıl fiyatlarını tahmin etmek isteyen Liu & Yu (2019), yaptıkları çalışmada yapay sinir ağı modelinin küçük bir veri seti üzerinde fiyat tahmininde diğer modellerden daha iyi performans gösterdiğini gözlemlemiştir. Mehmoodve ark., (2019), 1947-2017 arasındaki verilerden yararlanarak 2018-2030 yılları için Pakistan'daki şeker kamışı üretimini tahmin etmek için Box-Jenkins yöntemini kullanmışlardır. Sonuçlarında istenilen yıllarda önemli bir artış miktarı gösteren ARIMA (2,1,1) modelini önermişlerdir.

Ocak ile Mart 2018 arasında Tayland'da palmye yağı fiyatlarını, ham palm yağı fiyatlarını ve ham palm yağı üretimini tahmin etmek isteyen Suppalakdanya ve ark., (2019), DES (Double Exponential Smoothing), MHW (Multiplicative Holt Winters), AHW (Additive Holt Winters), IAHW (Improved Additive Holt Winters) ve EAHW (Extended Additive Holt Winters) yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmalarının sonuçlarında palm yağı ve ham palm yağı fiyatlarının tahmininde DES ve EAHW yöntemlerinin, ham palm yağı üretimi tahmininde de IAHW ve EAHW yöntemlerinin daha iyi performans sağladıklarını gözlemlemişlerdir. L. Maskey ve ark., (2019), çalışmalarında çilek verimi ile ilgili çeşitli hava parametreleri arasındaki korelasyonu araştırmak ve verim tahmini yapmayı amaçlamışlardır. Bu amaçları doğrultusunda PPCR (Predictive Princibal Component Regression), NN (Neural Network) ve RF (Random Forest) yöntemlerinden yararlanmışlardır. Yaptıkları korelasyon analizinde, tüm parametrelerin çilek verimi ile önemli ölçüde ilişkili olduğunu ve haftalık verim tahmin modelleri geliştirme potansiyeli sağladığını gözlemlemişlerdir. Ayrıca NN (Neural Network) yönteminin çilek verimini tahmin etmede daha iyi performans sağladığı sonucuna varmışlardır. Döviz kurunun üretici muz fiyatları ve muz ithalatına etkisini ve üretici muz fiyatlarının muz üretimi üzerindeki etkisini incelemek isteyen Boz & Hüseyinli (2019), çalışmalarında 1994-2015 dönemi verilerini kullanarak korelasyon ve regresyon testi uygulamışlardır. Korelasyon analiz sonuçlarına göre döviz kuru, üretici muz fiyatları ve ithalatı arasında doğrusal bir ilişki gözlemlemişlerdir. Yıldız & Atış (2019), 2013-2018 yılları arasında 58 aylık organik kuru incir toplam ihracat miktarları ve fiyatları verilerini kullanarak, Box-Jenkins tahmin modeli ile 2018-2020 yılı için birim reel fiyatlarını tahmin etmeyi amaçlamışlardır. Çalışmalarının sonuçlarında ise birim reel ihraç fiyatlarının azalma eğilimi, ihracat miktarlarının ise artma eğilimi göstereceğini belirlemişlerdir. Garcia ve ark., (2019), çalışmalarında bir vaka çalışması olarak Queretara eyaleti, meyve ve sebzelerin fiyat tahmini metodolojisini gerçekleştirmeyi amaçlamışlardır. Bu amaç için Ocak

2009'dan Şubat 2019'a kadar olan meyve ve sebzelerin günlük fiyatlarını kullanmışlardır. Çalışmalarının sonucunda SARIMA modelini önermişlerdir. Kaliforniya hava durumu verileri, çilek verimi, çilek çiftlik kapı fiyatları ve perakendeci satın alma fiyatı verilerini kullanarak çilek fiyatı için en iyi tahmin modelini seçmeyi amaçlayan Okwuchi (2020), tez çalışmasında en iyi iki modelin Attention CNN-LSTM (AC-LSTM) ve Attention ConvLSTM (ACV-LSTM) olduğunu bulmuştur. Zhang ve ark., (2020), çalışmalarında tarımsal emtia fiyatlarını göstermek için yirmi dokuz özellik kullanmış ve aday tahmin modelleri olarak ANN (Artificial Neural Network), SVR (Support Vector Regression) ve ELM (Extreme Learning Machine) yöntemlerini belirlemişlerdir. Bu aday modellerin özellikleri ve performansları arasındaki temel ilişkileri öğrenmek için RF (Random Forest) ve SVM (Support Vector Machine) uygulamışlardır. Bunun yanında özellik fazlalığını azaltmak ve tahmin doğruluğunu iyileştirmek için MRMR (Minimum Redundancy and Maximum Relevance) kullanmışlardır. Ocak 2002'ten Haziran 2020'ye kadar olan aylık zaman serisi verilerini kullanarak SARIMA modeli ile Tayland durian meyvesinin üretim ve ihracatını tahmin etmeyi amaçlayan Rueangritve ark., (2020), çalışmalarında SARIMA (2,1,1) (0,1,1) modelinin Tayland'ın durian üretimini, SARIMA (2,1,1) (4,1,1) modelinin Çin pazarına durian ihracatını ve SARIMA (4,1,1) (0,1,1) modelinin Dünya pazarına durian meyve ihracatını tahmin etmek için en başarılı modeller olduğu sonucuna varmışlardır. Türkiye şeftali ihracat fiyatlarını tahmin etmek isteyen Erdoğan (2021), tezinde 1967-2020 yılları arasındaki verilerini Box-Jenkins yönteminin ARIMA (3,1,3) modeli ile modellemiştir. Elde ettiği sonuçlara göre, 2021 yılı içerisinde beklenen ihracat gelirlerinin yaklaşık %10 artış göstereceğini tahmin etmiştir. Ayrıca gelecek on yılda da düzenli bir artış hareketini öngörmektedir. Kaliforniya, Santa Barbara şehrinde çilek verimini ve fiyatlarını tahmin etmeyi amaçlayan Chaudharyve ark., (2021), çalışmalarında ATT-CNN-LSTM Series Net_Ens, GRU ve ATT-CNN-LSTM aşamalarından oluşan bir tahmin modeli önermişlerdir. AGM (Aggregated Performance Measure)'ye dayalı olarak bu aşamaların en iyi performans gösteren bileşen modeline kıyasla tahmin performansını %5 artırmakla kalmayıp aynı zamanda derin öğrenme (DL=Deep Learning) modelinden verim tahmini için %33 ve tahmin fiyatları için %21 daha iyi performans gösterdiğini bulmuşlardır. Chaudhary (2021), tezinde arkadaşları ile yazdığı makalenin yanı sıra çilek rekoltesinin ve fiyatlarının tahmin edilmesi için en etkili girdi parametrelerinin seçimini araştırmıştır. Tez çalışmasında ATT-CNN-LSTM ve ATT-ConvLSTM olmak üzere iki derin öğrenme modelinden yararlanmıştır. Sonuç olarak toprak ve hava parametrelerinin birlikte kullanılmasının, toprak veya hava parametrelerinin tek başına kullanılmasından daha iyi tahmin sonuçları verdiğini bulmuştur. Çalışmalarında Türkiye'de domates sektörünün mevcut durumunu ve ihracatını inceleyerek, 2020 yılı ilk 7 aylık domates ihracatını tahmin etmeyi amaçlayan Eşidir & Metin (2021), bu tahmini gerçekleştirmek için yapay sinir ağlarından yararlanmış ve SPSS 25 paket programını kullanmışlardır. Çalışmaları sonunda domates ihracat tahmininde yapay sinir ağları metodunun geçerli ve güvenli sonuçlar ürettiğine karar vermişlerdir. Mango alanı ve üretkenliği tahmini için SES (Simple Exponential Smoothing) yöntemini kullanan Garde ve ark., (2021), çalışmalarında alfa 0,8 değerinin %2,56 ve alfa 0,9 değerinin %2,89 MAPE hatası gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Bunun yanı sıra Gujarat'ın Navsari pazarları için mango fiyat tahmininde ARIMA (5,1,2) ve ARIMA (3,1,1) modellerinin en başarılı sonuç veren modeller olduğunu ortaya koymuşlardır. Sukiyonave ark., (2021), çalışmalarında il pazarındaki toptancı ve çiftçi taze meyve salkımı fiyatları ve uluslararası ve iç piyasada ham palm yağ fiyatlarının tahmin edilmesini amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda çift üstel yumuşatma, otoregresif tümlleşik hareketli ortalama ve klasik ayrıştırma olmak üzere üç modelden yararlanmışlardır. Model verilerini, ham palm yağı için Ocak 2012-Ekim 2016 ve Ocak 2012-Nisan 2017 tarihleri arasındaki aylık veriler iken, taze meyve salkımı için 2007-2014 arası aylık veriler oluşturmaktadır. Çalışmalarının sonuçlarında tüm piyasa seviyelerinde tüm fiyatlar için en doğru yöntemin ARIMA olduğunu gözlemlemişlerdir. FAO ve TÜİK'den elde edilen 1970-2019 dönemi 50 yıllık verilerden yararlanarak gelecek dört yıllık dönemde Türkiye taze kayısı üretimini tahmin etmeyi amaçlayan Güler ve ark., (2021), çalışmalarında ARIMA (Box-Jenkins)

modelinden yararlanmış ve ARIMA (1,1,1)'in daha iyi performans sağladığı sonucuna varmışlardır.

Tablo 1. Box-Jenkins Yöntemi Literatür Taraması

YAZAR ADI VE YIL	YAYIN ADI
Erdal, G. 2006.	Tarımsal Ürünlerde Üretim – Fiyat İlişkisinin Koyck Yaklaşımı İle Analizi (Domates Örneği)
Ibrahim, M. & Florkowski, W. J. 2007	Forecasting U.S. Shelled Pecan Prices: A Cointegration Approach
Ibrahim, M. & Florkowski, W. J. 2009	. Forecasting Price Relationships among U.S Tree Nuts Prices
Evans, E.A. & Nalampang, S. 2009	Forecasting Price Trends in the U.S. Avocado, (Persea americana Mill.) Market
Li, G. Xu, S. & Li, Z. 2010	Short-Term Price Forecasting for Agro-products Using Artificial Neural Networks
Adanacıoğlu, H. & Yercan, M. 2012	An Analysis of Tomato Prices at Wholesale Level in Turkey: An Application of SARIMA Model
Mishra, G.C. & Singh, A. 2013	A Study on Forecasting Prices of Groundnut Oil in Delhi by Arima Methodology and Artificial Neural Networks
Özer, O. O. & Gül Yavuz, G. 2014	Box-Jenkins Modeli Yardımıyla Fındık Fiyatının Tahmini
Uysal, O. Subaşı, O.S. & Yaşar, B. 2016	Türkiye Muz Üretim ve İthalatının Box-Jenkins ve Delphi Yöntemleri ile Tahmini
Aphinaya, M. Rathnayake, R. M. C. W. M. Sivakumar, S. & Amarakoon, A. M. C.2016.	Price Forecasting of Mango Using SARIMA Model
Jadhav, V. Reddy, B.V. C. & Gaddi, G. M. 2017	Application of ARIMA Model for Forecasting Agricultural Prices
Rathod, S. Mishra, G. C. & Singh, K. H. 2017	Hybrid Time Series Models for Forecasting Banana
Darekar, A. & Reddy, A. 2017	Forecasting of Common Paddy Prices in India
Akın, M. & Peral Eydurhan, S. 2017	Forecasting Harvest Area and Production of Strawberry Using Time Series Analyses
Ullah, A. Khan, D. & Zheng, S. 2018	Forecasting of Peach Area and Production Wise Econometric Analysis
Intaramo, R. & Yimnak, K. 2018	The Forecasting Efficiency of Fuzzy Time Series Model Based on Fuzzy Inverse for Forecasting Thailand Fruit Price
Liu, N. & Yu, J. 2019	Raw Grain Price Forecasting with Regression Analysis
Mehmood, Q. Sial, M. H. Riaz M. & Shaheen, N. 2019	Forecasting the Production of Sugarcane Crop of Pakistan for the Year 2018-2030, Using Box-Jenkins Methodology
Suppalakpanya, K. Nikhom, R. Booranawong, T. & Booranawong, A. 2019	Forecasting oil palm and crude palm oil data in Thailand using exponential time-series methods

L. Maskey, M. B. Pathak, T. & K. Dara, S. 2019	Weather Based Strawberry Yield Forecasting at Feild Scale Using Statistical and Machine Learning Models
Boz, F. & Hüseyinli, N.2019	Türkiye’de Muz Üretimi ve İthalatına Yönelik Bir Tahmin Modellemesi
Yıldız, M.C. & Atış, E. 2019	Türkiye Organik Kuru İncir İhraç Fiyatının ARMA Yöntemi ile Tahmini
Garcia, W.J.P. Velázquez, R.V.O. Pacheco, I.T. & Jiménez, C.A.C. 2019	Price Forecasting and Span Commercialization Opportunities for Mexican Agricultural Products
Okwuchi, I. 2020	Machine Learning Based Models for Fresh Produce Yield and Price Forecasting for Strawberry Fruit
Zhang, D. Chen, S. & Xia, Q. 2020	Forecasting Agricultural Commodity Prices Using Model Selection Framework With Time Series Features and Forecast Horizons
Rueangrit, P. Jatuporn, C. Suvanvihok, V. & Wanaset, A. 2020	Forecasting Production and Export of Thailand’s Durian Fruit: An Empirical Study Using the Box-Jenkins Approach
Erdoğan, M. A. 2021	Türkiye’de Şeftali Fiyatlarının Analizi ve Fiyatların Box-Jenkins Yöntemiyle Tahmini
Chaundhary, M. Gastli, M.S. Nassar, L. & Karray, F. 2021	Deep Learning Approaches for Forecasting Strawberry Yield and Prices Using Satellite Images and Station-Based Soil Parameters
Chaundhary, M. 2021	AI Aided Tools for Fresh Produce Yield and Price Forecasting Deep Learning Approaches
Eşidir, K.A. & Metin, S. 2021	Türkiye Domates İhracatının Yapay Sinir Ağları Yöntemi Kullanılarak Tahmin Edilmesi
Garde, Y.A. Chavda, R.R. Thorat, V.S. & Pisal, R.R. 2021	Forecasting of Area, Productivity and Prices of Mango in Navsari district, Gujarat
Sukiyono, K. Arianti, N.N. Sumantri, B. Romdhon, M.M. Suryanty, M. & Adiprasetyo, T. 2021	A Model Selection for Price Forecasting of Crude Palm Oil and Fresh Fruit Bunch Price Forecasting
Güler, D. Uçar, K. & Engindeniz, S. 2021	Türkiye’de Kayısı Üretiminin ARIMA Modeli ile Tahmini

Türkiye’de 52 haftalık çilek fiyat tahmini yapmayı amaçladığımız çalışma için yaptığımız literatür taramasında, fiyat tahmini konusunda bir çok araştırma ile karşılaşmış olsak da çilek fiyatı tahmini açısından yeterli sayıda araştırma yapılmamış olduğunu, daha çok üretim miktarı ve verimi üzerine yoğunlaştıklarını görmüş bulunmaktayız. Bunun yanı sıra genel olarak incelediğimiz meyve ve tarımsal ürünlerin fiyat tahminlerinde çalışılan zaman serileri yüksek durağanlık gösterdiği için tahmin yöntemlerinden Box-Jenkins yönteminin ağırlıklı olarak kullanıldığını fark etmekteyiz. Daha detaylı bahsetmek gerekiyorsa, toplamda incelediğimiz 33 yayının 27’sinde Box-Jenkins yönteminden yararlandığı, bu 27 yayının sadece 5 tanesinde diğer yöntemler ile birlikte kullanıldığı veya karşılaştırıldığını görmekteyiz. Diğer 6 yayında ise, Yapay Sinir Ağı, LSTM yöntemi, Regresyon yöntemi ve Holt-Winters yönteminin kullanıldığını söyleyebiliriz.

3. BOX-JENKINS TAHMİN MODELLERİ (ARIMA)

ARIMA modellerinin ilk temeli 1921’de Yule tarafından AR modellerinin ortaya çıkarılmasıyla atılmıştır. Daha sonra 1927’de Shutsky tarafından MA modelleri oluşturulmuş ve 1954’te Wold tarafından oluşturulan AR ve MA’ nın birleşimi olan ARMA modelleri kullanılmaya başlanmıştır. 1970-1976 yıllarında ise Box ve Jenkins tarafından ARIMA modelleri geliştirilmiştir (Kaya, 2019).

Box-Jenkins yönteminin temel esası, zaman serilerinin herhangi bir dönemindeki değerini aynı serinin geçmiş dönem değerlerinin ve hata terimlerinin doğrusal birleşimi ile açıklamaktır (Kaya, 2019).

Box-Jenkins yöntemi tek değişkenli zaman serilerinin ileriye dönük tahmin ve kontrolünde kullanılan istatistiksel öngörü yöntemlerinden biridir (Kaynar & Taştan,2009).

Box-Jenkins yöntemi ile tahmin edilen zaman serisi modelleri:

- Otoregresif Modeli (AR)
- Hareketli Ortalama Modeli (MA)
- Otoregresif Hareketli Ortalama Modeli (ARMA)
- Otoregresif Bütünleşik Hareketli Ortalama Modeli (ARIMA) (Kaynar & Taştan,2009).

Bir ARIMA sürecinin kendisiyle ilişkili üç sabiti vardır:

- Otoregresif terimlerin sayısı için p,
- Fark alma sırası için d,
- Hareketli ortalama terimlerinin sayısı için q (Nahmais & Olsen,2015).

Genel ARIMA süreci ARIMA (p,d,q) olarak gösterilecektir. Bu parametreler negatif olmayan herhangi bir tamsayı olabilese de, p,d veya q değerlerinden herhangi birinin 2’yi aşması çok nadirdir. Bu nedenle, pratikte bulunan hemen hemen tüm ARIMA modelleri p,d ve q değerleri için 0,1 veya 2 değerine karşılık gelir (Nahmais & Olsen,2015).

Box-Jenkins tahmin modellerini oluşturmak için 4 ana adım vardır.

3.1. Veri Dönüşümleri

Box-Jenkins metodolojisi, durağan bir zaman serisi ile başlamaya dayanır. Serinin gerçekten durağan olduğundan emin olmak için birkaç ön adım gerekli olabilir. Farkın trend ve mevsimselliği ortadan kaldırdığımızı biliyoruz. Bununla birlikte, serinin ortalaması nispeten sabit ve varyansın sabit olmaması durumda verilerin dönüştürülmesini gerektirebilir (Nahmais & Olsen,2015).

3.2. Model Tanımlama ve Parametre Tahmini

Bu adım, tam olarak hangi ARIMA modelinin en uygun görüldüğünü belirlemeyi ifade eder. Sadece serinin kendisini inceleyerek uygun modeli belirlemek imkansız değilse de zordur. Bilinen süreçlerinkilerle eşleşen kalıpları ayırt etmek için örnek otokorelasyonları ve kısmi otokorelasyonları incelemek çok daha etkilidir (Nahmais & Olsen,2015).

Uygun modeli tanımladıktan sonra, model parametrelerinin optimal değerleri belirlenmelidir. Tipik olarak bu, ya en küçük kareler yöntemi ya da maksimum olabilirlik yöntemi ile yapılır. Her iki durumda da, bu adım bir bilgisayar programı tarafından yapılır (Nahmais & Olsen,2015).

3.3. Modelin Uygunluk Testi

Modelin parametreleri tahmin edildikten sonra modelin verilere uyum sağlayıp sağlamadığı araştırılmaktadır. İlk olarak gözlem serisi ile modelden elde edilen tahmin serisinin zaman serisi grafiği karşılaştırılır. Bu aşamadan sonra modelin hata terimlerinin analizine geçilmektedir (Can,2009).

3.3.1. Hata terimlerinin otokorelasyon fonksiyonu

Model uygun ise, hata terimleri arasında otokorelasyon olmaması (beyaz gürültü sürecine sahip olması) gerekmektedir. Beyaz gürültü süreci özelliğini gösteren hata terimleri; sıfır ortalama ve sabit varyans olup, her gecikme için otokorelasyon değerleri anlamsız dolayısıyla birbirinden bağımsızdır (Can,2009).

3.3.2. Box-Pierce ve LJung –Box testi

Box-Pierce ve LJung-Box testleri hata terimlerinde elde edilen otokorelasyon katsayılarının istatistik olarak anlamlılığını tek tek değil de bir arada test edilmesini sağlayan testlerdir (Can,2009).

Box-Pierce Q İstatistiği

$$Q = n \sum_{k=1}^m \rho_k^2 \quad (1)$$

LJung-Box Q İstatistiği

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{\rho_k^2}{(n-k)} \quad (2)$$

$$\rho_k = \frac{\sum e_t e_{t-k}}{\sum e_t^2} \quad k=1,2,\dots,m \quad (3)$$

n= gözlem sayısı

m=gecikme sayısı

p=modeldeki AR parametre sayısı

q=modeldeki MA parametre sayısı

ρ_k = hata terimleri serisinin otokorelasyon katsayısı (Can,2009).

3.3.3. Bilgi kriterleri

Modelin derecesinin yüksek olmasından dolayı serbestlik derecesinde oluşacak kaybın bir cezası vardır. Bilgi kriterleri bu cezayı en küçük yapacak model derecesini (parametre sayısı) belirlemek için gerek zaman serilerinde gerek regresyon analizlerinde sıklıkla kullanılmaktadır (Can,2009).

- Akaiki Bilgi Kriteri (AIC)
- Schwartz'ın Bayesian Bilgi Kriteri (SBIC)
- Hannan-Quinn Bilgi Kriteri (HQIC)

en çok kullanılan bilgi kriterleridir (Can,2009).

$$AIC = \ln \sigma_e^2 + \frac{2k}{n} \quad \frac{2k}{n}; \text{ ceza faktörü} \quad (4)$$

$$SBIC = \ln\sigma_e^2 + \frac{k}{n}\ln(n) \quad \frac{k}{n}\ln(n) ; \text{ ceza faktörü} \quad (5)$$

$$HQIC = \ln\sigma_e^2 + \frac{2k}{n}\ln(\ln(n)) \frac{2k}{n}\ln(\ln(n)) ; \text{ ceza faktörü} \quad (6)$$

σ_e^2 = hata terimleri varyansı

k= sabit terimde dahil olmak üzere modeldeki parametre sayısı (k=p+q+1)

n= gözlem sayısı (Can,2009).

3.3.4. Tahmin başarısını ölçen kriterler

Modellerin tahmin başarılarının karşılaştırılmaları amacıyla çeşitli kriterler kullanılmaktadır. Bu kriterler;

- Hata Kareleri Toplamı (HKT)
- Ortalama Hata Kare (OHK)
- Hata Karelerinin Kök Ortalaması (KOHK)
- Ortalama Mutlak Hata (OMH)
- Ortalama Mutlak Yüzde Hata (OMYH)
- Ortalama Yüzde Hata (OYH)
- Kök Ortalama Yüzde Hata Kare (KOYHK)
- Theil's U- Eşitsizlik Katsayısı (Can,2009).

$$HKT = \sum e_t^2 = \sum (\hat{y}_t - y_t)^2 \quad (7)$$

$$OHK = \frac{\sum (\hat{y}_t - y_t)^2}{n-k} \quad (8)$$

$$KOHK = \sqrt{\frac{\sum (\hat{y}_t - y_t)^2}{n-k}} \quad (9)$$

$$OMH = \frac{\sum |\hat{y}_t - y_t|}{n-k} \quad (10)$$

$$OMYH = \sum \left| \frac{\hat{y}_t - y_t}{y_t} \right| \frac{100}{n} \quad (11)$$

$$OYH = \frac{1}{n-k} \sum \left(\frac{\hat{y}_t - y_t}{y_t} \right) \quad (12)$$

$$KOYHK = \sqrt{\frac{1}{n-k} \sum \left(\frac{\hat{y}_t - y_t}{y_t} \right)^2} \quad (13)$$

$$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum (\hat{y}_t - y_t)^2}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum y_t^2 + \frac{1}{n} \sum \hat{y}_t^2}} \quad (14)$$

n= durağan hale getirilen gözlem sayısı

k= modeldeki parametre sayısı

\hat{y}_t = modelden elde edilen tahmin değeri

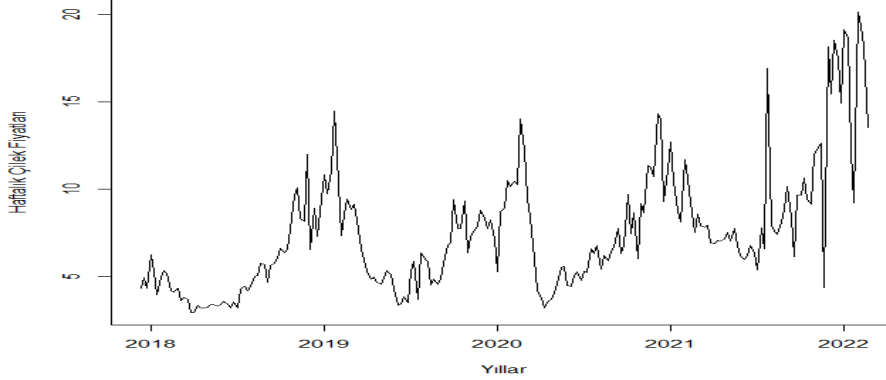
y_t = gözlem değeri (Can,2009).

3.4. Tahmin

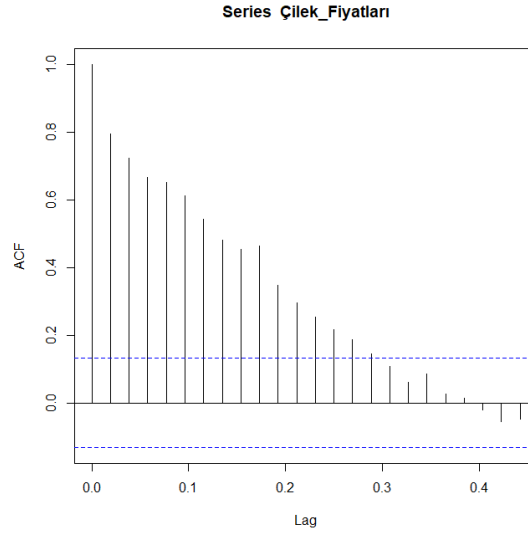
Model tanımlandıktan ve optimal parametre değerleri belirlendikten sonra model, serinin gelecekteki değerlerinin tahminini sağlar. Box-Jenkins modelleri, bir adım ileri tahminler sağlamada en etkilidir, ancak aynı zamanda çok adımlı tahminler de sağlayabilir (Nahmais & Olsen,2015).

4. BOX-JENKINS YÖNTEMİYLE HAFTALIK DEĞİŞEN ÇİLEK FİYATLARININ TAHMİN EDİLMESİ

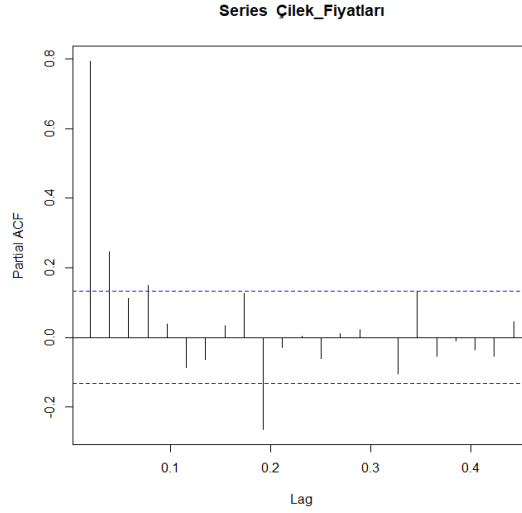
Çalışmada kullanılan çilek fiyatları, T.C Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Hal Kayıt Sistemi, Çilek Ürün Fiyatları bölümünden alınmıştır. Analiz edilen veriler 13 Aralık 2017-16 Şubat 2022 arasında olup 219 adet haftalık veri kullanılmıştır. (Çalışmada çilek fiyatlarının haftalık olarak alınma sebebi; çileğin doğası gereği hasat edildikten sonra uygun koşullarda saklansa dahi tazeliğini maksimum bir hafta korumasıdır. Ayrıca üretici ve tedarikçi firmalar satış planlarını haftalık olarak yapmaktadır.) Verilerin oluşturduğu zaman serisi yüksek durağanlık gösterdiği için Box-Jenkins (ARIMA) yönteminden yararlanarak tahmin çalışmaları gerçekleştirmiştir. Çilek fiyatlarının haftalık değişim grafiğine bakıldığında düzenli yükselen ve veya düzenli azalan bir trend veya mevsimsellik içeren bir yapı göze çarpmamaktadır. Ancak zaman serisinin son haftalardaki gözlemlenen değerlerine bakıldığında bir miktar dalgalı yükseliş görülmektedir. Zaman serisinin Otokorelasyon (ACF) Korelogram grafiğine bakıldığında gecikmeler arasında azalarak ilerleyen otokorelasyon değerleri gözlenmektedir. Aşağıdaki korelogram grafiklerindeki kesikli çizgiler %95 güven aralığını göstermektedir. Otokorelasyonların anlamlılık düzeyleri açısından bakıldığında sözkonusu zaman serisinin otokorelasyonlarının anlamlılık düzeyleri on beşinci gecikmeye kadar azalarak devam etmektedir. Bu durum zaman serisinde otokorelasyon olduğunu göstermektedir. Kısmi otokorelasyonun korelogramına bakıldığında ise daha birinci gecikmenin otokorelasyon grafiğindeki eşit olduğu ve birinci gecikme değerinin otokorelasyonundan arındırılmış ikinci kısmi otokorelasyon değerinin yine anlamlı olduğu görülmektedir. Zaman serisinin mevcut durumunun durağan özelliğe sahip olduğu kesinleştirilememiştir.



Şekil 7. Haftalık Çilek Fiyatları Grafiği

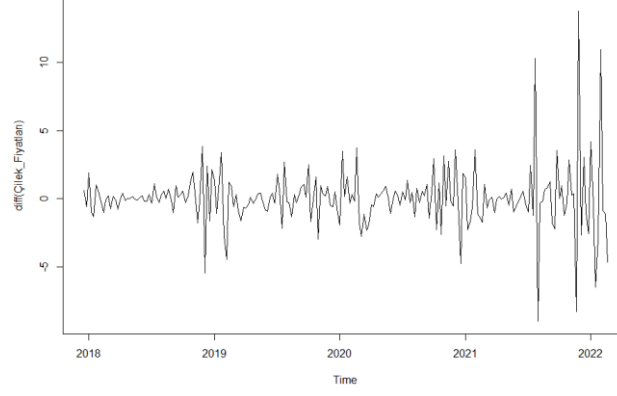


Şekil 8. 1 Haftalık Fiyatlarının Otokorelasyon Korelogramı

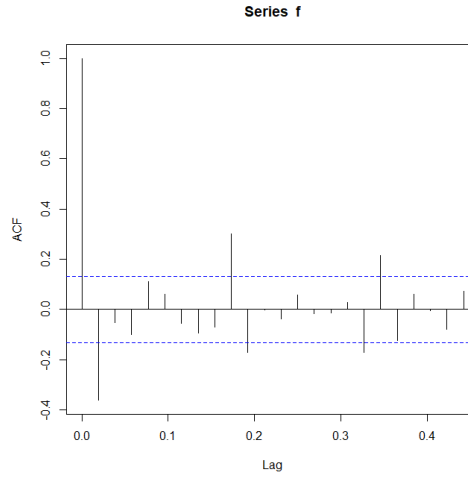


Şekil 9. 1 Haftalık Fiyatlarının Kısmi Otokorelasyon Korelogramı

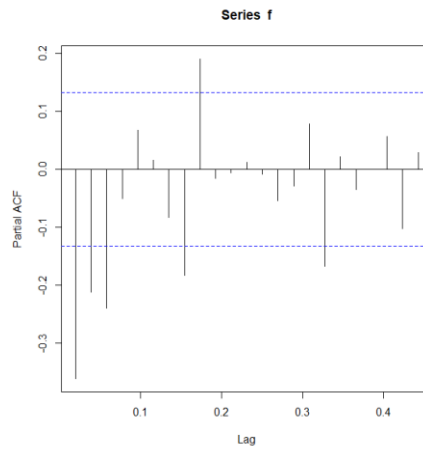
Zaman serisinin birinci farkının alınıp grafiği çizdirildiğinde durağanlık özelliğinin daha fazla arttığı gözlemlenmektedir. Birinci farkı alınmış zaman serisinin otokorelasyon korelogramına bakıldığında birinci gecikmedeki otokorelasyonun anlamlı olduğu ve daha sonra gecikmelerin otokorelasyonlarının belli bir patern takip etmeden pozitif ve negatif yönde değişerek seyrettiği görülmektedir. Yine birinci farkın alınmış zaman serisinin kısmi otokorelasyon korelogramına bakıldığında ilk üç gecikmenin anlamlı olduğu gözlenmektedir.



Şekil 10. Çilek Fiyatları Zaman Serisinin Birinci Farkı Alındıktan Sonra Grafiği



Şekil 11. Birinci Farkı Alındıktan Sonra Çilek Fiyatları Zaman Serisinin Otokorelasyon Korelogramı



Şekil 12. Birinci Farkı Alındıktan Sonra Çilek Fiyatları Zaman Serisinin Kısmi Otokorelasyon Korelogramı

Bu çalışmada geleceğe yönelik haftalık Türkiye’deki çilek fiyatlarını tahmin etmek için R programının “auto.arima” isimli fonksiyonu kullanılmıştır. “auto.arima” fonksiyonu söz konusu

zaman serisi modelinin mümkün olabilecek bütün ARIMA (p,d,q) modellerini kurarak en başarılı sonuç veren modeli kullanıcıya göstermektedir. R programının “auto.arima” isimli fonksiyonun zaman serisine uygulanması sonucunda verdiği rapor aşağıdadır.

ARIMA(0,1,0)	: 970.1199
ARIMA(0,1,0) with drift	: 972.079
ARIMA(0,1,1)	: 922.7315
ARIMA(0,1,1) with drift	: 924.0568
ARIMA(0,1,2)	: 923.8642
ARIMA(0,1,2) with drift	: 925.1283
ARIMA(0,1,3)	: 925.8419
ARIMA(0,1,3) with drift	: 927.1541
ARIMA(0,1,4)	: 924.9341
ARIMA(0,1,4) with drift	: 926.4035
ARIMA(0,1,5)	: 925.2673
ARIMA(0,1,5) with drift	: 926.5406
ARIMA(1,1,0)	: 941.2192
ARIMA(1,1,0) with drift	: 943.0642
ARIMA(1,1,1)	: 923.9703
ARIMA(1,1,1) with drift	: 925.2356
ARIMA(1,1,2)	: 925.9241
ARIMA(1,1,2) with drift	: 927.2115
ARIMA(1,1,3)	: 927.5368
ARIMA(1,1,3) with drift	: 928.801
ARIMA(1,1,4)	: 926.5724
ARIMA(1,1,4) with drift	: 928.0305
ARIMA(2,1,0)	: 932.637
ARIMA(2,1,0) with drift	: 934.3285
ARIMA(2,1,1)	: 925.5219
ARIMA(2,1,1) with drift	: 926.8385
ARIMA(2,1,2)	: 926.6395
ARIMA(2,1,2) with drift	: 928.0989
ARIMA(2,1,3)	: 916.1076
ARIMA(2,1,3) with drift	: 917.3751
ARIMA(3,1,0)	: 920.4355
ARIMA(3,1,0) with drift	: 921.7988
ARIMA(3,1,1)	: 922.4229
ARIMA(3,1,1) with drift	: 923.7833
ARIMA(3,1,2)	: 911.9276
ARIMA(3,1,2) with drift	: 913.601
ARIMA(4,1,0)	: 922.3326
ARIMA(4,1,0) with drift	: 923.678
ARIMA(4,1,1)	: Inf
ARIMA(4,1,1) with drift	: 923.4546
ARIMA(5,1,0)	: 922.3223
ARIMA(5,1,0) with drift	: 923.7946

Best model: ARIMA(3,1,2)

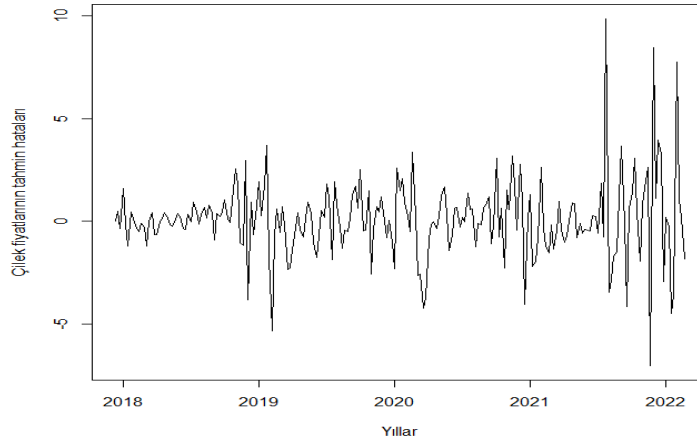
Series: Çilek Fiyatları
ARIMA(3,1,2)

Coefficients:

ar1	ar2	ar3	ma1	ma2
0.0197	-0.7987	-0.3984	-0.5125	0.882
s.e. 0.0947	0.0363	0.0686	0.0642	0.091

$\sigma^2 = 3.674$: log likelihood = -449.76
AIC=911.53 AICc=911.93 BIC=931.84

“auto.arima” fonksiyonu 21 farklı ARIMA (p,d,q) modeli kurup modellerin zaman serisine en iyi uyum gösteren modelin ARIMA (3,1,2) modeli olduğunu göstermiştir. Modelin hatalarının zaman serisi grafiği çizildiğinde ortalamanın yaklaşık sıfır olduğu ve hataların varyansının ilk haftalarda düşük seyrettiği ancak son haftalar geldiğinde önceki haftalara göre arttığı tespit edilmiştir.



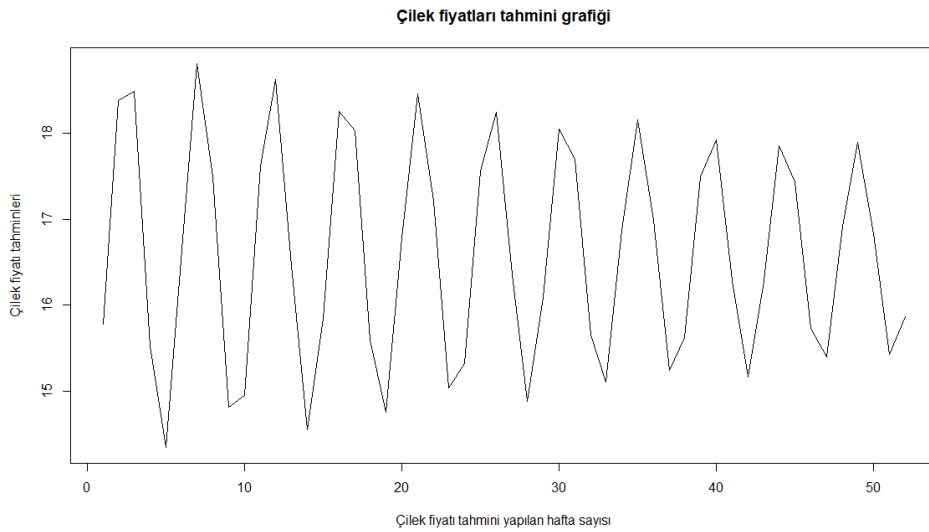
Şekil 13. Çilek Fiyatlarının Tahmin Hataları

ARIMA (3,1,2) model parametreleri kullanılarak kurulan tahmin modelinin hatalarının mutlak değerlerinin ortalaması (MAD), hataların karelerinin ortalaması (MSE) ve hataların gözlem değerlerini bölümünün mutlak değerlerinin ortalaması (MAPE) aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 2. Tahmin Modeli Hata Tablosu

Performans testi	Performans testi değeri	Sonucun yorumlanması
MAD	1.235895	Zaman serisindeki haftalık çilek fiyatı verilerinin ortalaması 7.517443'dür. Ancak zaman serisinin son 20 haftasının fiyatları ortalaması 14.2745'dir. Bu durumda 1.235895 MAD değeri ortalama 1.23 TL sapma ile model oluşturulduğunu göstermektedir. Bu değer ilk haftalardaki fiyatlara göre biraz fazla kabul edilse de son haftalardaki değerler için büyük bir sapma olmadığı düşünülebilir.
MSE	3.573698	Hataların karelerinin ortalaması (MSE); her hangi bir dönemdeki hataların çoğunluğunun çok fazla bir şekilde gerçek değerden sapmadığını göstermektedir.
MAPE	%16.2204	MAPE değeri mutlak hataları hesaplandıkları dönemki gözlem değerlerine oranlayarak toplandığı bir değerdir. Yaklaşık %16 değeri, gözlemlerle hatalarının oranının ortalamasını göstermektedir.

ARIMA (3,1,2) modeliyle yapılan 52 haftalık çilek tahmini fiyatı grafiği aşağıdaki gibidir. Tahmin değerlerinin ortalaması 16.59279 , maksimum değeri 18.81384 ve minimum değeri 14.34403 'dür. Tahmin değerleri salınım yaparak ileri dönemlerde ortalamaya yaklaşmaktadır. Çalışmada ARIMA modeli sonucu tahmin edilen 52 haftalık çilek fiyatları Şekil 14'te grafiksel olarak, Tablo 3'te de liste olarak gösterilmiştir.



Şekil 14. Çilek Fiyatları Tahmin Grafiği

Tablo 3. Çilek Fiyatları Tahmin Değerleri

HAFTALAR	ÇİLEK FİYATI TAHMİNİ (TL)
1. Hafta	15.8
2. Hafta	18.4
3. Hafta	18.5
4. Hafta	15.5
5. Hafta	14.3
6. Hafta	16.6
7. Hafta	18.8
8. Hafta	17.5
9. Hafta	14.8
10. Hafta	15.0
11. Hafta	17.6
12. Hafta	18.6
13. Hafta	16.5
14. Hafta	14.6
15. Hafta	15.8
16. Hafta	18.3
17. Hafta	18.0
18. Hafta	15.6
19. Hafta	14.8
20. Hafta	16.8
21. Hafta	18.5
22. Hafta	17.2
23. Hafta	15.0
24. Hafta	15.3
25. Hafta	17.6
26. Hafta	18.2
27. Hafta	16.4
28. Hafta	14.9
29. Hafta	16.1
30. Hafta	18.0
31. Hafta	17.7
32. Hafta	15.7
33. Hafta	15.1
34. Hafta	16.9
35. Hafta	18.2
36. Hafta	17.0
37. Hafta	15.2
38. Hafta	15.6
39. Hafta	17.5
40. Hafta	17.9
41. Hafta	16.2
42. Hafta	15.2
43. Hafta	16.3
44. Hafta	17.8
45. Hafta	17.4
46. Hafta	15.7
47. Hafta	15.4

48. Hafta	16.9
49. Hafta	17.9
50. Hafta	16.8
51. Hafta	15.4
52. Hafta	15.9

5. SONUÇ

Çilek dünyanın hemen her bölgesinde ve farklı iklim koşullarında yetişebilen bir meyve türü olsa da hasattan sonraki dönemde narin özellikte ve yol dayanımı az, saklama ve stoklama, açısından sıkıntılı olduğundan üreticiler için riskli ürün grubundadır. Bu risklere karşılık bölge ve mevsime göre de fiyatları farklılıklar göstermektedir. Tabii bu fiyatlar yalnızca üreticileri etkilememekte aynı zamanda tüketici ve çileği ham madde olarak kullanan gıda endüstrisi açısından da önemli hale gelmektedir.

Literatür çalışmasında da çoğu yayında Box-Jenkins modelinin meyve, sebze ve tahıl ürünü fiyat tahminlerinde başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. Araştırmada kullanılan haftalık fiyatların değişim grafiğine bakıldığında bir trend veya mevsimsellik içeren yapıdan bahsedilemediğinden dolayı Box-Jenkins modelinden yararlanılarak en başarılı sonuç veren modeller araştırılmıştır. Yapılan çalışmada, Türkiye'deki çilek fiyat tahminlerini gerçekleştirmek için R programının "auto.arima" isimli fonksiyonu kullanılmıştır. R programının "auto.arima" isimli fonksiyonunun zaman serisine uygulanması sonucunda verdiği raporda 21 farklı ARIMA (p,d,q) modeli kurup modellerin zaman serisine en iyi uyum gösteren modelin ARIMA (3,1,2) modeli olduğunu göstermiştir. Modelin hatalarının zaman serisi grafiği çizildiğinde ortalamanın yaklaşık sıfır olduğu ve hataların varyansının ilk haftalarda düşük seyrettiği ancak son haftalar gelindiğinde önceki haftalara göre arttığı tespit edilmiştir. 52 haftalık tahminden elde edilen veriler şu şekildedir; Tahmin değerlerinin ortalaması ortalaması= 16.59279, maksimum değeri = 18.81384 ve minimum değeri= 14.34403'dür. Tahmin değerleri salınım yaparak ileri dönemlerde ortalamaya yaklaşmaktadır. Tahmin fiyatlarına bakıldığında çok geniş aralıklarda değişim göstermediği görülmüştür. Ayrıca tahmin fiyat grafiğine bakıldığında, sık aralıklarla çileğin minimum fiyatlara düştüğü ve bu sayede gıda endüstrisine avantajlar oluşturabileceği söylenebilir. Yani gıda endüstrisi çileğin fiyatını bu fiyat tahminlerine göre takip edip, minimum olduğu dönemlerde alım yapacak şekilde iş planlaması oluşturabilirler. Bu sayede gıda endüstrisi hammadde maliyetinden sağladığı kazançla kar miktarını artırma imkanı sağlayabilir.

Çilek gibi pazarda iyi rekabet eden, fakat saklama koşullarından dolayı hassas olan ürünlerin gelecek fiyat tahminleri sektörle ilgili planlamalara destek sağlayacaktır. Bir yandan da tüketicilerin arzına karşılık sağlanacak talepte ve kar amacı güden üretici ve gıda endüstrisine yararlı olacaktır. Gelecekte yapılacak araştırmalarda tek parametre olarak zaman serisi kullanılan Box-Jenkins yöntemine ilave olarak, çilek fiyatına etki eden maliyet parametreleri bağımsız değişken olarak alınıp, çoklu regresyon analizi ile zamandan bağımsız fiyat tahmini yapılabilir. Bu gelecekte yapılacak farklı fiyat tahmin çalışmalarına kıyaslama açısından ışık tutacaktır.

Yazarların Katkısı

Yazarların makaleye katkıları eşit orandadır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

KAYNAKÇA

- Adanacıoğlu, H. & Yercan, M. (2012). An analysis of tomato prices at wholesale level in Turkey: an application of SARIMA model, *Custos E Agronegocio*, 8, 52-75.
- Akın, M. & Peral Eyduvan, S. (2017). Forecasting harvest area and production of strawberry using time series analyses, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34, 18-26.
- Aphinaya, M. Rathnayake, R. M. C. W. M. Sivakumar, S. & Amarakoon, A. M. C. (2016). *Price forecasting of mango using SARIMA model*, Proceedings of the International Conference on the Humanities and the Social Sciences, University of Peradeniya, 3-8, Sri Lanka.
- Boz, F. & Hüseyinli, N. (2019). Türkiye’de muz üretimi ve ithalatına yönelik bir tahmin modellemesi, *Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1, 63-82.
- Can, M. (2009). *İşletmelerde zaman serileri analizi ile tahmin* [Doktora Tezi]. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Üniversitesi, 252, İstanbul.
- Chaundhary, M. (2021). *AI Aided tools for fresh produce yield and price forecasting deep learning approaches* [Masters Thesis]. University of Waterloo, 100, Canada.
- Chaundhary, M. Gastli, M.S. Nassar, L. & Karray, F. (2021). *Deep learning approaches for forecasting strawberry yield and prices using satellite images and station-based soil parameters*. Proceeding of the AAAI 2021 Spring Symposium on Combining Machine Learning and Knowledge Engineering (AAAI-MAKE 2021), Stanford University, Palo Alto, California USA.
- Darekar, A. & Reddy, A. (2017). Forecasting of common paddy prices in India, *Journal of Rice Research*, 10, 71-75.
- Erdal, G. (2006). Tarımsal ürünlerde üretim – fiyat ilişkisinin koyck yaklaşımı ile analizi (domates örneği), *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23, 21-28.
- Erdoğan, M. A. (2021). *Türkiye’de şeftali fiyatlarının analizi ve fiyatların Box-Jenkins yöntemiyle tahmini* [Yüksek Lisans Tezi]. Uludağ Üniversitesi, 83, Bursa.
- Eşidir, K.A. & Metin, S. (2021). *Türkiye domates ihracatının yapay sinir ağları yöntemi kullanılarak tahmin edilmesi*, 5th International Mardin Artuklu Scientific Researches Conference.
- Evans, E.A. & Nalampang, S. (2009). Forecasting price trends in the U.S. avocado, (*Persea americana* Mill.) Market, *Journal of Food Distribution Research*, 40, 37-46.
- FAOSTAT, (2022). Food and agriculture organization of the United Nation 2022. <https://www.fao.org/faostat/en/#data> adresinden 2 Şubat 2022 tarihinde alınmıştır.

- Garcia, W.J.P. Velázquez, R.V.O. Pacheco, I.T. & Jiménez, C.A.C. (2019). Price forecasting and span commercialization opportunities for Mexican agricultural products, *Agronomy*, 9, 826.
- Garde, Y.A. Chavda, R.R. Thorat, V.S. & Pisal, R.R. (2021). Forecasting of area, productivity and prices of mango in Navsari district, Gujarat, *Journal of Crop and Weed*, 17, 17-28.
- Güler, D. Uçar, K. & Engindeniz, S. (2021). Türkiye’de kayısı üretiminin ARIMA modeli ile tahmini, *Turkish Journal of Agricultural Economics*, 27, 55-62.
- Ibrahim, M. & Florkowski, W. J. (2007). *Forecasting U.S. shelled pecan prices: A cointegration approach*, The Southern Agricultural Economics Annual Meeting, 11, Alabama.
- Ibrahim, M. & Florkowski, W. J. (2009). *Forecasting price relationships among U.S tree nuts prices*, The Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting, 17, Atlanta, Georgia.
- Intaramo, R. & Yimnak, K. (2018). The forecasting efficiency of fuzzy time series model based on fuzzy inverse for forecasting Thailand fruit price, *Pathumwan Academic Journal*, 8, 13-22.
- Jadhav, V. Reddy, B.V.C. & Gaddi, G. M. (2017). Application of ARIMA model for forecasting agricultural prices, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 19, 981-992.
- Kaynar, O. & Taştan, S. (2009). Zaman serisi analizinde MLP yapay sinir ağları ve ARIMA modellerinin karşılaştırılması, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33, 161-172.
- Kaya, E. (2019). *Zaman serileri analizinde Box-Jenkins yöntemi ile savunma sanayi verileri üzerine bir uygulama* [Yüksek Lisans Tezi]. Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 168, Karaman.
- L. Maskey, M. B., Pathak, T. & K. Dara, S. (2019). Weather based strawberry yield forecasting at feild scale using statistical and machine learning models, *Atmosphere*, 10, 378.
- Li, G. Xu, S. & Li, Z. (2010). *Short-term price forecasting for agro-products using artificial neural networks*, International Conference on Agricultural Risk and Food Security, Agriculture and Agricultural Science Procedia, 1, 278-287.
- Liu, N. & Yu, J. (2019). *Raw Grain Price Forecasting with Regression Analysis*, International Conference on Modeling, Simulation and Big Data Analysis (MSBDA 2019), Advances in Computer Science Research, 91, 372-378.
- Mehmood, Q. Sial, M. H. Riaz M. & Shaheen, N. (2019). Forcasting the production of sugarcane crop of Pakistan for the year 2018-2030, using Box-Jenkins methodology, *Journal of Animal and Plant Sciences*, 29, 1396-1401.
- Mishra, G.C. & Singh, A. (2013). A study on forecasting prices of groundnut oil in Delhi by ARIMA methodology and artificial neural networks, *Agris on-line Papers in Economics and Informatics*, V, 25-34.
- Nahmias, S. & Olsen, T.L. (2015). *Production and operations analysis*, Seventh Edition, Waveland Press, Inc.

- NİGEP, Nitelikli İş Gücü Geliştirme Projesi (2012). Ziraat Alanı Modern Çilek Yetiştirme Teknikleri Modülü. 37, Bişkek.
- Okwuchi, I. (2020). *Machine Learning based models for fresh produce yield and price forecasting for strawberry fruit* [Master Thesis]. University of Waterloo, 90, Canada.
- Özer, O. O. & Gül Yavuz, G. (2014). *Box-Jenkins modeli yardımıyla fındık fiyatının tahmini*, XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 1689-1694, Samsun.
- Rathod, S. Mishra, G. C. & Singh, K. H. (2017). Hybrid time series models for forecasting banana production in Karnataka State, India, *Journal of the Indian Society of Agricultural Statistics*, 71, 193-200.
- Rueangrit, P. Jatuporn, C. Suvanvihok, V. & Wanaset, A. (2020). Forecasting production and export of Thailand's durian fruit: An Empirical Study Using the Box-Jenkins Approach, *Humanities and Sciences Letters*, 8, 430-437.
- Sukiyono, K. Arianti, N.N. Sumantri, B. Romdhon, M.M. Suryanty, M. & Adiprasetyo, T. (2021). A model selection for price forecasting of crude palm oil and fresh fruit bunch price forecasting, *Iraqi Journal of Agricultural Science*, 52, 479-490.
- Suppalakpanya, K. Nikhom, R. Booranawong, T. & Booranawong, A. (2019). Forecasting oil palm and crude palm oil data in Thailand using exponential time-series methods, *Engineering and Applied Science Research*, 46, 44-55.
- TEPGE, (2021). Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü, Tarım ürünleri piyasa raporu, Çilek, Haziran 2021. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr> adresinden 1 Şubat 2022 tarihinde alınmıştır.
- TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu (2022). <https://data.tuik.gov.tr/> adresinden 2 Şubat 2022 tarihinde alınmıştır.
- Ullah, A. Khan, D. & Zheng, S. (2018). Forecasting of peach area and production wise econometric analysis, *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 28, 1121-1127.
- Uysal, O. Subaşı, O.S. & Yaşar, B. (2016). *Türkiye muz üretim ve ithalatının Box-Jenkins ve Delphi yöntemleri ile tahmini*, XII. Tarım Ekonomisi Konferansı, 1275-1286.
- Yıldız, M.C. & Atış, E. (2019). Türkiye organik kuru incir ihraç fiyatının ARMA yöntemi ile tahmini, *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 25, 141-147.
- Zhang, D. Chen, S. & Xia, Q. (2020). Forecasting agricultural commodity prices using model selection framework with time series features and forecast horizons, *IEEE Access*, 8, 28197-28209.