

## Yağlı Tohumlu Bitkiler İthalat Miktarlarının Arıma ve Yapay Sinir Ağları Yöntemleriyle Tahmini

Duran GÜLER<sup>1</sup>

Gamze SANER<sup>2</sup>

Zakieh NASERİ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Araş.Gör., E.Ü Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, 35100 Bornova İzmir, duran.guler@ege.edu.tr

<sup>2</sup> Prof. Dr., E.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, 35100 Bornova İzmir, gamze.saner@ege.edu.tr

<sup>3</sup> E.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Doktora Programı, 35100 Bornova İzmir, zakieh\_n\_2006@yahoo.com

**Özet:** Türkiye yağlı tohumlu bitkilerin üretimi açısından yeterli potansiyele sahip olmasına rağmen, üretim istenilen düzeye ulaşamamıştır. Bu durum Türkiye’de önemli düzeyde bitkisel yağ açığı oluşmasına ve döviz kaybına neden olmaktadır. Yapılan çalışmalar da son yıllarda bitkisel yağ sanayinin ithalat değerinin artış gösterdiğini ve ihracat değerinin düştüğünü göstermektedir. Türkiye halen yağlı tohumlu ürünlerde net ithalatçı bir ülkedir. Türkiye’de yıllar itibarıyla ithalatında artış gözlenen yağlı tohumlu bitkilerin gelecekteki ithalat miktarının tahmin edilmesi, politika yapıcıların yağlı tohumlu bitkilerin üretimini destekleme kararlarını değerlendirmeleri açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada ARIMA ve Yapay Sinir Ağları yöntemlerinin tahmin performansları karşılaştırılarak yağlı tohumlu bitkilerin (soya, çığit, ayçiçeği, kolza) ithalat miktarlarının tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada 1990-2016 yılları arasındaki yıllık veriler kullanılmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre 2017-2023 yılları arasında soya ithalat miktarının artması, ayçiçeği ithalat miktarının ise azalması beklenmektedir. Çığit ve kolza ithalat miktarlarının ise değişmeyeceği görülmektedir.

**Anhtar Kelimeler:** Yapay Sinir Ağları, ARIMA, Tahmin Modelleri, Yağlı Tohumlu Bitkiler

### Forecasting of Import Quantities of Oil Seed Plants by Arima and Neural Networks Methods

**Abstract:** Although Turkey has been enough production potential by oil seed plants, the production has not reached the desired level. This condition causes to vegetable oil deficit and the exchange losses in Turkey. Studies in recent years show that the import value of vegetable oil industry have increased and the export value of vegetable oil industry have decreased. Turkey is still net importer for oily seed products. Estimating the Turkey’s import quantity of oil seed plant in the future, It is very important in terms of the production of oil seed plant policymakers support decisions on reviews. In this study, ARIMA and artificial neural networks methods of prediction performances were compared and it has been predicted the amount of imports of oil seed plants (soybeans, cotton seeds, sunflower, rapeseed) annual data between the years of 1990 and 2016 are used in the study. According to the results of the analysis, It is expected that the reduction in the import quantities of sunflower and the increase in the import quantities of soybean between the years 2017-2023, the import quantities of cotton seed and rapeseed will not change.

**Keywords:** Artificial neural networks, ARIMA, forecast methods, oil seed plants.

#### 1. Giriş

Gerek insanların gıda ihtiyacını karşılaması, gerekse enerji sektöründe biyodizel üretimi için hammadde olarak kullanılması bakımından yağlı tohumlu bitkilerin önemi ve tüketimi dünya nüfusuna paralel olarak her geçen gün artmaktadır. Dünya genelinde üretim miktarlarına bakıldığında en fazla üretilen yağlı tohumların soya, kolza(kanola), yarfıstığı, ayçiçeği, pamuk tohumu(çığit) olduğu görülmektedir. Yağlı tohum üretiminin %41’i ABD ve Brezilya’da gerçekleştirilirken, %60’ını soya oluşturmaktadır (Öztürk, 2016). Son zamanlarda dünyadaki

gelişmelere paralel olarak Türkiye’de de bitkisel yağ tüketimi artış göstermekte ve bu alanda bitkisel yağ üretimine hammadde oluşturacak yağlı tohumlu bitkilerin üretim alanlarını yaygınlaştırabilmek için çalışmalar yapılmaktadır (Sevilmiş, 2014). Türkiye’de ayçiçeği, çığit, soya fasulyesi ve kolza başta olmak üzere yağ elde edilen 17 farklı bitki yetiştirilmektedir. Türkiye’de en fazla ekim alanına ve üretim miktarına sahip olan yağlı tohum ayçiçeği tohumudur. Bitkisel Yağ Sanayicileri Derneği (BYSD) 2015 yılı verilerine göre Türkiye’de ayçiçeği ve pamuk tohumu toplam yağlı tohum üretiminin %86’sını oluşturmuştur. Geri kalanı ise soya, kolza ve aspir oluşturmaktadır

(BSYD, 2017). 2013 yılında 2.673 milyon ton bitkisel yağ üretilmiş, bunun sadece %31'i yerli üretimden sağlanmıştır (Kolsarıcı ve ark., 2015).

Türkiye, iklim ve toprak özellikleri dikkate alındığında, yağlı tohumlu bitkilerin üretimi bakımından büyük bir potansiyele sahip olmasına rağmen, üretimi yapılan tüm yağlı tohumlu bitkiler ülke ihtiyacının sadece %50-60'ını karşılamakta, geri kalanı ise ithal edilmektedir. Yağlı tohum ve ham yağda ithalata bağımlı olan Türkiye'de bitkisel yağ sektörü çoğunlukla ayçiçeği ve çiğit üzerine odaklanmıştır. 2015'te ihracatın ithalatı karşılama oranı yağlı tohumda %21 ve ham yağda %4 düzeyindedir (Öztürk, 2016).

Yağlı tohumlardaki üretim maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle dış pazar fiyatlarıyla rekabet edememesi, birim alandaki getirisinin düşük olması nedeniyle, yetiştirildikleri bölgelerdeki alternatif ürünlerle rekabet edememesi, Dünya ham yağ fiyatlarının Türkiye'ye göre daha düşük olması, ürün planlamasının ve yağlı tohum üretiminin artırılmasına yönelik politikaların etkin olamaması Türkiye'de yağlı tohum üretiminin yeterli olmayışının nedenleri olarak sıralanabilmektedir (Sevilmiş, 2014) Sektörde sık sık değiştirilen gümrük vergileri, sektörün uzun vadede stratejik planlar yapmasına engel oluşturmaktadır.

Türkiye bitkisel yağ sanayiinde ithalat, daha çok ham yağ ve tohum olarak yapılmakta olup, dışa bağımlılık söz konusudur. İthalatın çoğunlukla ham yağ olarak yapılması katma değer kaybına ve sanayinin kırma kapasitesinin atıl kalmasına neden olmaktadır. İthalatın tohum olarak yapılması, atıl kapasitenin kullanılmasını sağlayacağından işlenmiş ham yağ yerine, tohum ithalatına öncelik verilmesi ülkeye büyük kazanç sağlayacaktır (Taşkaya ve Uçum, 2012). 2015 yılında gerçekleşen yağlı tohum ithalatı bir önceki yıla göre miktar bazında %1.80 gerileyerek 3,041 bin ton, değer bazında %21'lik düşüşle 1,417 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'nin 2015 yılında en çok ithalat gerçekleştirdiği yağlı tohum %74'lük payı ile soyadır (BSYD, 2017).

Dünya'da ve Türkiye'de konuyla ilgili yapılan çalışmalar iki kategoride incelenmiştir. Birinci kategoride yağlı tohumlu bitkilerin ekonomik değerlendirmesini yapan çalışmalar dikkate alınmıştır. Yapılan bir çalışmada Türkiye'de bitkisel yağ açığını ve dışa bağımlılığı azaltmak için yağlı tohumlu bitkilerin üretimini artırmaya

yönelik öneriler bulunmaktadır (Taşkaya ve Uçum, 2012).

Kakilli Acaravcı ve Ergüven (2015) ise Hatay ilinde temsili bir firma üzerinde yağlı tohumlar ve bitkisel yağ sektörünün finansal analizini yaptıkları çalışmada bitkisel yağ sektöründe yağlı tohum hammaddesi yetersizliğinden kaynaklanan atıl kapasite sorununun olası etkilerini ortaya koymuşlardır. İlkdoğan (2008) çalışmasında dünyada ve Avrupa Birliği'nde yağlı tohum ticaretindeki gelişmeleri inceleyerek durumu Türkiye açısından değerlendirmiştir Bunun yanında AB ile Türkiye yağlı tohum politikaları arasındaki farklılıkları belirleyerek, Türkiye'nin izlemesi gereken tutuma yönelik önerilerde bulunmuştur. Uçum, (2016) yağlı tohumlu bitkilerden olan soyanın üretim ve ticaretinin gelecek beş yıllık dönemini tahmin etmek amacı ile TÜİK (üretim/1979-2015) ve FAO (ithalat/1981-2015) verilerini kullanmış, ARIMA modeli ile tahminleme yapmıştır.

İkinci kategoride ise YSA ve ARIMA modellerinin öngörü performanslarının karşılaştıran çalışmalar ele alınmıştır. Bu çalışmalarda dış ticaret(ihracat ve ithalat) verileri, altın fiyatları, işsizlik oranı, döviz kuru gibi zaman serileri kullanılarak bu iki modelin öngörü performansı karşılaştırılmıştır (Kamruzzaman ve Sarker, 2003; Giovanis, 2009; Polat ve Ersungur, 2012; Karahan, 2015). Türkiye'nin toplam ihracat ve toplam ithalat verilerinin tahminini yapan çalışmada 1990-2006 dönemi aylık verileri kullanarak 2006 yılı örneklem içi ve 2007 yılı örneklem dışı öngörü değerlerini hesaplamış, YSA ve ARIMA yöntemin performansları karşılaştırılmıştır. Uygulama sonucunda, YSA'larının örneklem içi öngöründe, Box-Jenkins Modelleri ise örneklem dışı öngörülerde daha iyi öngörü performansına sahip oldukları sonucu elde edilmiştir (Polat ve Ersungur, 2012). Yapılan başka çalışmada ise altın fiyatının öngörüsü için basit üstel düzgunleştirme yöntemi, Holt'un doğrusal trend yöntemi, ARIMA modeli ve yapay sinir ağları kullanılmış ve karşılaştırma yapılmıştır. Çalışmada İstanbul Altın Borsası'ndan alınan Ocak 1996-Aralık 2013 dönemini kapsayan, aylık ağırlıklı ortalama altın fiyatları (\$/ons) kullanılmıştır. Analiz sonucunda ARIMA modeli yapay sinir ağları modelinden daha başarılı bulunurken, yapay sinir ağları modelinin basit üstel düzgunleştirme yöntemi ve Holt'un doğrusal trend yöntemine göre daha başarılı bir tahmin performansı gösterdiği belirlenmiştir (Keskin Benli ve Yıldız, 2014).

Türkiye’de ithalatın yapay sinir ağları ile tahmin edilebilirliğine ilişkin yapılan bir çalışma da YSA’nın açıklayıcılığının yüksek, tahmin sonuçlarının tutarlı ve isabetliliğinin yüksek, iyi bir öngörü performansına sahip modelleme tekniği olduğu belirlenmiştir (Yurdakul, 2014).

Malatya ilinde yapılan çalışmada ise kuru kayısı ihracat miktarının YSA ve ARIMA ile tahmini amaçlanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre YSA modelinin, ARIMA modeline göre daha iyi tahmin ürettiği görülmüştür (Karahan, 2015).

Bu araştırmanın temel amacı Box-Jenkins ve Yapay Sinir Ağları(YSA) yöntemlerinin tahmin performanslarını karşılaştırarak, yağlı tohumlu bitkilerin gelecek yıllardaki ithalat miktarının tahmin edilmesidir. Yağlı tohumlu bitkilerin gelecekteki ithalat miktarının tahmin edilmesi, politika yapıcıların yağlı tohumlu bitkilerin üretimini destekleme kararlarını değerlendirmeleri açısından da önem taşımaktadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın ana materyalini, TÜİK ve FAO tarafından yayınlanan ve 1990-2016 yıllarını kapsayan, yağlı tohumlu bitkilerden soya, ayçiçeği, çığit ve kolza ithalat rakamları oluşturmuştur. Bu ürünlere ait ithalat verilerinin 2017-2023 yılları arası tahmini için de YSA ve Box-Jenkins modellerinden yararlanılmıştır. Çalışmada modelleri oluşturmak için gerekli olan veriler YSA analizi için Matlab; ARIMA analizi için Eviews ve Gretl paket programları kullanılarak elde edilmiş ve veri analizleri yine bu programlar yardımı ile yapılmıştır.

### 2.1. Box-Jenkins Modelleri (ARIMA)

Box-Jenkins yöntemi zaman serilerinin ileriye dönük tahmin ve kontrolünde kullanılan istatistiksel öngörü yöntemlerinden biridir. Bu yöntemin uygulandığı serinin, eşit zaman aralıklarıyla elde edilen gözlem değerlerinden oluşan kesikli ve durağan bir seri olması bu yöntemin önemli bir varsayımdır. Trend, mevsimsel, konjonktürel ve düzensiz dalgalanmalar ekonomik zaman serilerinin durağan yapılarını bozma etkenlerdir (Polat ve Ersungur, 2012). Çalışmada verilerin durağan olup-olmama durumunu incelemek için seriler “Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testi”ne

tabi tutulmuş, durağan olmayan, seriler fark alma yöntemiyle durağan duruma getirilmiştir.

Box- Jenkins yöntemi ile tahmin edilen zaman serisi modelleri; Otoregresif (AR) Model, Hareketli Ortalama (MA) Modeli, Otoregresif- Hareketli Ortalama (ARMA) modeli ve Otoregresif Bütünleşik Hareketli Ortalama (ARIMA) Modelinden oluşmaktadır. ARIMA süreci dikkate alınır, ARIMA (p, d, q) bize, zaman serisinin p dereceden kendisinin gecikmesi ile ilişkisini ifade eden AR(p) sürecini içerdiği, q ile ifade edilen ve hata terimlerinin geçmiş değerleri ile ilişkisini ifade eden ve rassal süreci yansıtması açısından hata terimlerinin düzeltirme metodlarından olan MA (q) sürecini belirtmektedir. Ayrıca zaman serilerinde durağan olmama durumu d ile ifade edilir ve zaman serisi hangi düzeyde durağan duruma geliyor ise (integrated) belirtilmektedir (Hanedar vd., 2015).

Uygun modeller arasında tahmin gücü yüksek olan modele karar verirken MAPE (Ortalama Mutlak Yüzde Hata), Theil eşitlik katsayısı değeri, Akaike criterion, Hannan- Quinn, Schwarz criterion değerleri dikkate alınarak en uygun model seçilmiştir.

### 2.2. Yapay Sinir Ağları (YSA)

YSA, 1980’li yıllardan bu yana zaman serileri tahminlerinde kullanılmakta olan en önemli yöntemlerden birisidir. Yapay sinir ağları, girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki herhangi bir ön bilgiye ve varsayıma ihtiyaç duymadan gerekli modellemeyi sağlayabilmektedir (Karahan, 2011). Yapay sinir ağları; sanayi, finans, askeri ve savunma, sağlık ve diğer alanlarda uygulanabilmektedir. Özellikle makro ekonomik tahminler, banka kredilerinin değerlendirilmesi, döviz kuru tahminleri, risk analizleri, sigorta poliçelerinin değerlendirilmesi, müşteri tatmini ve pazar verilerinin değerlendirilmesi ve analizi konularında kullanım alanı bulabilmektedir (Öztemel, 2012).

Yapay sinir ağları biyolojik sinir sisteminden etkilenecek geliştirilmiştir. Biyolojik sinir hücreleri birbirleri ile sinapslar vasıtası ile iletişim kurarlar. Bir sinir hücresi işlediği bilgileri aksonları yolu ile diğer hücrelere gönderirler. Benzer şekilde yapay sinir hücreleri dışarıdan gelen bilgileri bir toplama fonksiyonu ile toplar ve aktivasyon fonksiyonundan geçirerek çıktıyı üretip ağırlık bağlantılarının üzerinden diğer hücrelere (proses

elemanlarına) gönderir. Değişik toplama ve aktivasyon fonksiyonları mevcuttur.

Yapay sinir ağlarının önemli iki türü ileri beslemeli ve geri beslemeli Elman türü YSA'dır. Zaman serisi öngörü probleminde ileri beslemeli yapay sinir ağlarının kullanıldığı birçok çalışma literatürde yer almaktadır (Erilli vd., 2010). Genel olarak çok tabakalı ileri beslemeli bir YSA, girdi tabakası, gizli tabaka ve çıktı tabakası olmak üzere 3 kısımdan oluşmaktadır. Tabakalar nöron adı verilen düğümlerden oluşmaktadır ve bu birimlerin sayısının belirlenmesi önemli bir sorundur. Yapay sinir ağlarında nöronlar birbirlerine ağırlıklar ile bağlıdır. İleri beslemeli ağlarda bu bağlantılar tek yönlü ve ileri doğrudur (Erilli vd., 2010).

Yapay sinir ağlarının bileşenleri genel olarak aşağıda verilmiştir;

- Girdi katmanı: Dış dünyadan bilgileri alır. Bu katmanda herhangi bir bilgi işleme olmaz.
- Ara katmanlar: Girdi katmanından gelen bilgileri işlerler. Bir adet ara katman ile birçok problemi çözmek mümkündür. Eğer ağı öğrenmesi istenilen problemin girdi/çıktı arasındaki ilişkisi doğrusal olmaz ve karmaşıklık artarsa birden fazla sayıda ara katmanda kullanılabilir.
- Çıktı katmanı: Ara katmandan gelen bilgileri işleyerek ağa girdi katmanından sunulan girdi için ağı ürettiği çıktıyı bulur. Bu çıktı dış dünyaya iletilir.

Bilgiler ağa girdi katmanından iletilir. Ara katmanlarda işlenerek oradan çıktı katmanına gönderilirler. Bilgi işlemekten kasıt ağa gelen bilgilerin ağı ağırlık değerleri kullanılarak çıktıya dönüştürülmesidir. Ağı girdiler için doğru çıktıları üretebilmesi için ağırlıkların doğru değerlerinin olması gerekmektedir. Doğru ağırlıkların bulunması işlemine ağı eğitilmesi denmektedir. Bu değerler başlangıçta rastgele atanırlar. Daha sonra eğitim sırasında her örnek ağa gösterildiğinde ağı öğrenme kuralına göre ağırlıklar değiştirilir. Daha sonra başka bir örnek ağa sunularak ağırlıklar yine değiştirilir ve en doğru değerleri bulunmaya çalışılır. Bu işlemler ağ eğitim setindeki örneklerin tamamı için doğru çıktılar üretinceye kadar tekrarlanır. Bu sağlandıktan sonra test setindeki örnekler ağa gösterilir. Eğer ağ test setindeki örneklere doğru cevaplar verirse ağ eğitilmiş kabul edilmektedir (Öztemel, 2012).

Geliştirilen YSA modelinin tahmin performansı farklı değerlerin belirlenmesiyle hesaplanmaktadır. Bu değerler  $R^2$  (Düzeltilmiş belirleme katsayısı), MSE (Hata Kareleri Ortalaması), RMSE (Hata kareleri ortalamasının karekökü), MAE (Ortalama mutlak hata)'den oluşmaktadır.

$$MSE = \frac{\sum(\hat{y}_t - y_t)^2}{n}$$
$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(\hat{y}_t - y_t)^2}{n}}$$
$$MAE = \frac{\sum|\hat{y}_t - y_t|}{n}$$
$$R^2 = \left( \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2}} \right)^2$$

### 3. Uygulama

#### 3.1. YSA Uygulaması

Çalışmada YSA yöntemi kullanılarak yağlı tohumlu bitkilerden soya fasulyesi, ayçiçeği, çığıt ve kolza bitkisine ilişkin ithalat tahmini gerçekleştirilmiştir. YSA uygulama aşamaları sırasıyla verilmiştir. Aşağıdaki formül yardımıyla verilerin standardizasyonu yapılmıştır. Böylece veriler 0,1 aralığına indirgenmiştir (Erilli vd, 2010).

$$X'_i = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$

Formülde  $X'_i$  standartlaştırılmış veriyi,  $x_i$  orijinal veri,  $x_{max}$  maximum,  $x_{min}$  minimum değeri ifade etmektedir.

Soya, ve ayçiçek veri setlerinin %60'ı eğitim, %15'i geçerlilik (eğitim sonuçlarının geçerliliğinin kontrol edilmesi) ve %25'i test amacıyla ve çığıt ile kolza veri setlerinin %70'i eğitim, %10'u geçerlilik %20'si test amacıyla kullanılmıştır.

Çalışmada ithalatın tahmininde en uygun mimari belirlenmesi için farklı ağ modelleri denenmiştir. Bu denemeler sırasında, YSA modelinin oluşturulması, girdi, gizli ve çıktı tabakası sayısı, bu tabakalarda yer alacak nöron sayısı, aktivasyon fonksiyonu, öğrenme algoritması, öğrenme algoritmasına ilişkin parametreler ve performans ölçütü belirlenmiştir. Soya veri setine ilişkin model tek girdi tabakası (tek nöron), tek gizli tabakası (3 nöron) ve tek çıktı (tek nöron) tabakasından oluşan ileri beslemeli ağıdır. Bu modelde

aktivasyon fonksiyonu  $\tan(x)$ , ve öğrenme algoritması momentum seçilmiştir. Ayçiçek ve çığit veri setine ilişkin model tek girdi tabakası (tek nöron), tek gizli tabakası (4 nöron) ve tek çıktı (tek nöron) tabakasından oluşan ileri beslemeli ağıdır. Bu modelde aktivasyon fonksiyonu  $\tan(x)$ , ve öğrenme algoritması Levenberg-Marquardt seçilmiştir. Kolza veri setine ilişkin model tek girdi tabakası (tek nöron), tek gizli tabakası (3 nöron) ve tek çıktı (tek nöron) tabakasından oluşan ileri beslemeli ağıdır. Bu modelde aktivasyon fonksiyonu  $\tan(x)$ , ve öğrenme algoritması Levenberg-Marquardt seçilmiştir.

Uygulama yaparak, test setlerinden elde edilen hata değerleri hesaplanmıştır. En küçük RMSE değerine sahip model mimari yapıyı oluşturmuştur. Bu değerlere göre soya ve kolza 1-3-1 ve çığit ve ayçiçek 1-4-1 mimari yapıya sahipler. Mimari yapıda ilk değer girdi tabakasındaki nöron sayısı, ikinci değer gizli tabakadaki nöron sayısı, ve üçüncü değer çıktı tabakasındaki nöron sayısını göstermektedir. Test veri setlerine ilişkin en küçük RMSE değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Test setine ilişkin öngörüler elde edilerek performans ölçütleri hesaplanmıştır. Daha sonra elde edilen modeller yardımıyla 2017-2023 yıllar için öngörü değerleri elde edilmiştir.

İthalat verilerinin gerçek değeri ile YSA'dan elde edilen öngörüler Çizelge 2, 3, 4, 5'de verilmiştir.

Türkiye soya ithalatı incelendiğinde 1990-2016 yıllar arası artış eğilimi ile beraber sürekli dalgalanmalar yaşanmaktadır. 1990 yılında 2,374

ton olan soya ithalatı 2000 yılında 386,707 ton, 2016 yılında ise 2,175,392 tona yükselmiştir. En fazla soya ithalatı ise 2,254,996 ton ile 2015 yılında gerçekleşmiştir. Yapay Sinir Ağları yöntemiyle oluşturulan tahmini ithalat değerleri de sürekli artış eğilimi göstermektedir. Tahmini soya ithalat miktarı 1991 yılında 73,922 ton, 2015 yılında 1,645,617 ton olarak tahmin edilmiştir (Çizelge 2).

Türkiye ayçiçek ithalatı 1990-2016 yıllarına göre dalgalı bir seyir izlemektedir. En fazla ayçiçek ithalat miktarı 2011 yılında 905,686 ton olarak gerçekleşmiştir. YSA'ları tahmin değerleri incelendiğinde de dalgalı bir eğime rastlamak mümkündür. 1991 yılında 49,004 ton olan ayçiçek ithalat miktarı YSA yöntemi ile 24,642 ton ve 2015 yılında 340,326 ton olan ithalat yine YSA ile 436,408 ton olarak tahmin edilmiştir (Çizelge 3).

Devlet destekleri ürün bazında incelendiğinde, 2007-2016 yılları arasında ayçiçeği desteğindeki artış diğer bitkilere kıyasla daha düşük bir oranda gerçekleşmiştir. Sektörde en yüksek üretim gerçekleştirilen ayçiçeğinin tarımsal devlet desteklerinden en az payı alması sektör yetkilileri tarafından da dile getirilmekte ve yağlık tohumlardaki devlet desteklerinin tohumlardaki yağ oranı dikkate alınarak tekrar değerlendirilmesi talep edilmektedir (Öztürk, 2016).

1990-2016 yıllar arası çığit ithalatı ayçiçek ithalatı gibi sürekli bir dalgalanma yaşamaktadır. En fazla çığit ithalatı 2000 yılında 179,112 ton olarak gerçekleşmiştir. YSA'nın bu yıldaki tahmini değeri 79,130 ton olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 1. Test Veri Setine İlişkin En Küçük RMSE değerleri

Ürün	Test Seti İçin RMSE	mimari yapı
Soya Fasulye	0.1314	1-3-1
Ayçiçeği	0.1099	1-4-1
Çığit	0.1314	1-4-1
Kolza	0.0150	1-3-1

Çizelge 2. Soya Test Veri Setine İlişkin Gerçek Değer ile YSA Tahmini Değerleri

Yıl	Soya G.Değer	Soya YSA	Fark
1991	2,316	73,923	71,607
1998	285,193	251,589	33,604
2002	612,497	528,659	83,839
2003	831,454	625,002	206,452
2010	1,756,065	1,340,970	415,095
2011	1,297,770	1,418,270	120,500
2015	2,254,996	1,645,617	609,379

Çizelge 3. Ayçiçek Test Veri Setine İlişkin Gerçek Değer ile YSA Tahmini Değerleri

Yıl	Ayçiçek G.Değer	Ayçiçek YSA	Fark
1991	49,004	24,642	24,362
1993	66,070	78,771	12,701
1997	564,609	689,983	125,374
2004	481,703	479,210	2,493
2006	372,409	523,597	151,188
2012	754,162	896,869	142,708
2015	340,326	436,409	96,083

Çizelge 4. Çiğit Test Veri Setine İlişkin Gerçek Değer ile YSA Tahmini Değerleri

Yıl	Çiğit G.Değer	Çiğit .YSA	Fark
1999	52,702	78,699	25,997
2003	3,578	10,382	6,804
2004	83,814	43,254	40,561
2005	125,635	112,043	13,593
2010	10,128	24,816	14,688

Çizelge 5. Kolza Test Veri Setine İlişkin Gerçek Değer ile YSA Tahmini Değerleri

Yıl	Kolza G.Değer	Kolza .YSA	Fark
1997	38	5,808	5,770
2002	54	6,001	5,947
2003	17	7,140	7,123
2004	5,714	15,159	9,445
2005	64,611	67,405	2,794

1990-2016 yılları dikkate alındığında kolza ithalat miktarı 2004-2007 arası sürekli artmış, bu yıllardan sonra ise sürekli dalgalanmıştır. 2004 yılında 5,714 ton olan ithalar rakamı YSA yöntemine göre 15,159 ton, 2007 yılında 245,261 ton olan rakam ise 220,532 ton olarak tahmin edilmiştir (Çizelge 5).

### 3.2. ARIMA Uygulaması

Makro ekonomik değişkenlerin kullanıldığı çalışmalarda serilerin doğal logaritmasının alınmasının nedeni üstel bir büyüme gösteren serinin logaritması alındığında büyümenin doğrusal duruma dönüşmesidir. Böylece varyans stabilize olmakta ve aykırı gözlemlerin etkileri azalmaktadır (Franses ve McAleer, 1998). Bu çalışmada da yağlı tohumların bitkilerin ithalat miktarı verilerinin logaritması alınmış ve verilerin durağan olup-olmama durumunu incelemek için

seriler Genişletilmiş Dickey- Fuller (ADF) Birim Kök testine tabi tutulmuştur.

Buna göre 1990-2016 dönemine ait soya ithalat miktarına ait verilerin doğal logaritmaları alındıktan sonra ADF Birim Kök testi yapılmıştır. Çizelge 5'de verilen sonuçlara göre soya ithalat verilerinin düzey test istatistiğinin değeri olan 1.90 kritik değer 5% düzeyinde -1.96'dan büyüktür. Bu durum serinin durağan olmadığını göstermektedir. 1. farkı alınarak yapılan test istatistiğinin değeri olan -4.95 kritik değer ise 5% düzeyinde -1,96'den küçüktür. Buna göre serinin 1. fark düzeyinde durağan hale geldiği sonucuna ulaşılmıştır.

Soya ithalat miktarının tahmininde uygun modelin belirlenmesi için birçok modelin denenmesi gerekmektedir. Bu nedenle bu kısımda model seçenekleri arasından seriyi en iyi açıkladığı düşünülen model ele alınacaktır. Buna karar verirken Theil eşitlik katsayısı değerinin 1'in altında; MAPE, Akaike criterion, Hannan- Quinn ve

Schwarz criterion değerlerinin diğer modellere göre düşük olması dikkate alınarak en uygun model seçilmiştir. Her model için hesaplanan bu değerler Çizelge 6'da gösterilmiştir. Buna göre 1. düzeyde durağan duruma gelen, 2. dereceden kendisinin gecikmesi ve 2. dereceden hata terimlerinin geçmiş değerleri ile ilişkili olduğunu gösteren ARIMA(2,1,2) modeli en uygun model olarak seçilmiştir. Seçilen modelin MAPE değerine göre öngörü hata oranı %3.13'tür.

Seçilen modele ilişkin parametre tahmini ise Çizelge 7'de gösterilmiştir.

Çizelge 8'de verilen sonuçlara göre logaritması alınmış ayçiçek ithalat miktarı verilerinin düzey test istatistiğinin değeri olan 0.86 kritik değer 5% düzeyinde -1.95'den büyüktür. Bu durum serinin durağan olmadığını göstermektedir. 1. farkı alınarak yapılan test istatistiğinin değeri olan -6.44 kritik değer ise 5% düzeyinde -1.95'den küçüktür. Buna göre serinin 1. fark düzeyinde durağan duruma geldiği sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 5. Soya verileri Genişletilmiş Dickey- Fuller Birim Kök testi (ADF) sonuçları

	Düzye		Birinci Fark	
	t-istatistik	Prob.	t-istatistik	Prob.
Geliştirilmiş Dickey-Fuller test istatistik	1,897784	0,9833	-4,94789	0,000
1% Düzeyi	-2,660720		-2,660720	
Test Kritik Değerleri	5% Düzeyi	-1,955020	-1,955020	
	10% Düzeyi	-1,609070	-1,609070	

Çizelge 6. Soya ithalatı ARIMA modellerine ilişkin istatistikler

	ARIMA(1,1,0)	ARIMA(2,1,0)	ARIMA(2,1,1)	ARIMA(0,1,1)	ARIMA(0,1,2)	ARIMA(2,1,2)
Regresyonun Standart Hatası	0.56956	0.56392	0.52812	0.57296	0.46157	0.41037
Akaike Bilgi Kriteri (AIC)	50.56330	52.13421	51.34723	50.85200	46.94722	45.64228
Schwarz Kriteri (SBC)	54.33759	57.16659	57.63771	54.62629	51.97961	53.19086
Hannan-Quinn	51.65015	53.58335	53.15866	51.93886	48.39637	47.81600
MAPE	3.10460	3.09060	3.46630	3.11300	3.25480	3.12950
Theil's U	0.87180	0.86861	0.85697	0.87853	0.82495	0.82843

Çizelge 7. Soya ithalat tahminine uygun ARIMA modeline ilişkin parametre tahmini

	Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-istatistiği	p değeri
ARIMA(2,1,2)	Katsayı	0.452471	0.293241	1.543	0.123
	AR(1)	0.731366	0.205934	3.551	0.000
	AR(2)	0.0991949	0.225005	0.4409	0.659
	MA(1)	-1.32815	0.208866	-6.359	0.000
	MA(2)	1.00000	0.267543	3.738	0.000

Çizelge 8. Ayçiçek verileri Genişletilmiş Dickey- Fuller Birim Kök testi (ADF) sonuçları

	Düzye		Birinci Fark	
	t-istatistik	Prob.	t-istatistik	Prob.
Geliştirilmiş Dickey-Fuller test istatistik	0.860112	0.8898	-6.443023	0.000
1% Düzeyi	-2.656915		-2.660720	
Test Kritik Değerleri	5% Düzeyi	-1.954414	-1.955020	
	10% Düzeyi	-1.609329	-1.609070	

Ayçiçek ithalatında ARIMA modellerine ilişkin hesaplanan istatistik değerleri Çizelge 9'da gösterilmiştir. Buna göre 1. düzeyde durağan hale gelen, 1. dereceden hata terimlerinin geçmiş değerleri ile ilişkili olduğunu gösteren ARIMA(0,1,1) modeli en uygun model olarak seçilmiştir. Seçilen modelin MAPE değerine göre öngörü hata oranı %4.15'tir.

Seçilen modele ilişkin parametre tahmini ise Çizelge 10'da gösterilmiştir.

Çizelge 11'de verilen sonuçlara göre logaritması alınmış çiğit ithalat miktarı verilerinin düzey test istatistiğinin değeri olan -1.58 kritik değer 5% düzeyinde -1.96'dan büyüktür. Bu durum serinin durağan olmadığını göstermektedir. 1. farkı Çizelge 9. Ayçiçek ithalat tahmini ARIMA modellerine ilişkin istatistikler

alınarak yapılan test istatistiğinin değeri olan -5.00 kritik değer ise 5% düzeyinde -1.96'den küçüktür. Buna göre serinin 1. fark düzeyinde durağan hale geldiği sonucuna ulaşılmıştır.

Çiğit ithalatında ARIMA modellerine ilişkin hesaplanan istatistik değerleri Çizelge 12'de gösterilmiştir. Buna göre 1. düzeyde durağan duruma gelen, 2. dereceden kendisinin gecikmesi ve 1. dereceden hata terimlerinin geçmiş değerleri ile ilişkili olduğunu gösteren ARIMA(2,1,1) modeli en uygun model olarak seçilmiştir. Seçilen modelin MAPE değerine göre öngörü hata oranı %23.91'dir. Bu yüksek oran, yıllara göre çiğit ithalat miktarlarının oldukça fazla dalgalı bir seyir izlemesinden kaynaklanmaktadır.

	ARIMA(1,1,0)	ARIMA(2,1,0)	ARIMA(2,1,1)	ARIMA(0,1,1)	ARIMA(0,1,2)	ARIMA(2,1,2)
Regresyonun Standart Hatası	0,75340	0,72313	0,72061	0,73831	0,73163	0,63198
Akaike Bilgi Kriteri (AIC)	65,11629	65,24454	67,07252	64,18634	65,72444	66,04900
Schwarz Kriteri (SBC)	68,89058	70,27692	73,36300	67,96063	70,75683	73,59758
Hannan-Quinn	66,20315	66,69368	68,88395	65,27320	67,17358	68,22271
MAPE	4,12760	3,98790	3,96830	4,15320	3,85840	3,90720
Theil's U	0,98986	0,93243	0,92349	0,98796	0,93005	0,86348

Çizelge 10. Ayçiçek ithalat tahminine uygun ARIMA modeline ilişkin parametre tahmini

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-istatistiği	p değeri
Sabit	0.233972	0.202104	1.158	0.2470
MA(1)	0.403468	0.233200	1.730000	0.0836

Çizelge 11. Çiğit verileri Genişletilmiş Dickey- Fuller Birim Kök testi (ADF) sonuçları

		Düzye		Birinci Fark	
		t-istatistik	Prob.	t-istatistik	Prob.
Geliştirilmiş Dickey-Fuller test istatistik		-1.575962	0.1061	-4.997073	0,000
Test Kritik Değerleri	1% Düzeyi	-2.679735		-2.679735	
	5% Düzeyi	-1.958088		-1.958088	
	10% Düzeyi	-1.607830		-1.607830	

Çizelge 12. Çiğit ithalat tahmini ARIMA modellerine ilişkin istatistikler

	ARIMA (1,1,0)	ARIMA (2,1,0)	ARIMA (2,1,1)	ARIMA (0,1,1)	ARIMA (0,1,2)	ARIMA (2,1,2)
Regresyonun Std. Hatası	2.26646	2.02648	1.8398	2.07604	1.90481	1.76632
Akaike Bilgi Kriteri (AIC)	113.4140	110.5545	108.5984	109.8223	109.7730	108.9884
Schwarz Kriteri (SBC)	116.9481	115.2667	114.4887	113.3565	114.4852	116.0567
Hannan-Quinn	114.3516	111.8046	110.1611	110.7600	111.0232	110.8636
MAPE	26.128	26.057	23.907	29.287	25.855	21.273
Theil's U	1.0292	0.8789	0.74531	0.98005	0.85335	0.69815



Seçilen modele ilişkin parametre tahmini ise Çizelge 13'de gösterilmiştir. Çizelge 14'de verilen sonuçlara göre logaritması alınmış kolza ithalat miktarı verilerinin düzey test istatistiğinin değeri olan 0.16 kritik değer 5% düzeyinde -1.96'dan büyüktür. Bu durum serinin durağan olmadığını göstermektedir. 1. farkı alınarak yapılan test istatistiğinin değeri olan -4.66 kritik değer ise 5% düzeyinde -1.96'den küçüktür. Buna göre serinin 1. fark düzeyinde durağan hale geldiği sonucuna ulaşılmıştır.

Kolza ithalatında ARIMA modellerine ilişkin hesaplanan istatistik değerleri Çizelge 15'de gösterilmiştir. Buna göre 1. düzeyde durağan hale gelen, 2. dereceden kendisinin gecikmesi ve 2. dereceden hata terimlerinin geçmiş değerleri ile ilişkili olduğunu gösteren ARIMA(2,1,2) modeli en uygun model olarak seçilmiştir. Seçilen modelin MAPE değerine göre öngörü hata oranı %20.03'tür. Seçilen modele ilişkin parametre tahmini ise Çizelge 16'de gösterilmiştir.

Çizelge 13. Çiğit ithalat tahminine uygun ARIMA modeline ilişkin parametre tahmini

	Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-istatistiği	p değeri
ARIMA(2,1,1)	Sabit	-2.247979	0.125735	-1.972	0.0486
	AR(1)	0.0486589	0.234144	0.2078	0.8354
	AR(2)	-0.515886	0.206348	-2.500	0.0124
	MA(1)	-0.550962	0.201495	-2.734	0.0062

Çizelge 14. Kolza verileri Genişletilmiş Dickey- Fuller Birim Kök testi (ADF) sonuçları

		Düzye		Birinci Fark	
		t-istatistik	Prob.	t-istatistik	Prob.
Geliştirilmiş Dickey-Fuller test istatistik		0.160314	0.7213	-4.656084	0,000
Test Kritik Değerleri	1% Düzeyi		-2.692358		-2.699769
	5% Düzeyi		-1.960171		-1.961409
	10% Düzeyi		-1.607051		-1.606610

Çizelge 15. Kolza ithalat tahmini ARIMA modellerine ilişkin istatistikler

	ARIMA (1,1,0)	ARIMA (2,1,0)	ARIMA (2,1,1)	ARIMA (0,1,1)	ARIMA (0,1,2)	ARIMA (2,1,2)
Regresyonun Standart Hatası	2.29396	2.26609	1.80676	2.29085	1.97983	1.50525
Akaike Bilgi Kriteri (AIC)	91.48327	93.08120	89.37442	91.43732	90.38234	89.31854
Schwarz Kriteri (SBC)	94.31659	96.85896	94.09662	94.27063	94.16010	94.98518
Hannan-Quinn	91.96278	93.72055	90.17361	91.91683	91.02169	90.27756
MAPE	21.1720	21.915	21.322	21.149	24.662	20.026
Theil's U	0.95694	0.87235	0.62946	0.9507	0.67544	0.66024

Çizelge 16. Kolza ithalat tahminine uygun ARIMA modeline ilişkin parametre tahmini

	Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-istatistiği	p değeri
ARIMA(2,1,2)	Katsayı	0.459298	0.050	9.261	0.000
	AR(1)	1.28153	0.169821	7.546	0.000
	AR(2)	-0.712349	0.160072	-4.450	0.000
	MA(1)	-1.99036	0.576710	-3.451	0.001
	MA(2)	1.00000	0.576439	1.735	0.083

### 3.3. İki Modelin Karşılaştırılması ve Tahmin Değerleri

Bu bölümde YSA ve ARIMA tahmin değerleri karşılaştırılmış ve Çizelge 17’de sunulmuştur. Buna göre MSE, RMSE, MAE ve düzeltilmiş R<sup>2</sup> değerleri karşılaştırıldığında daha küçük değerlere sahip olan MSE, RMSE ve MAE değerleri YSA yönteminin ARIMA yöntemine göre daha doğru sonuçlar verdiğini göstermektedir. Bununla birlikte her ürünün tahmininde düzeltilmiş R<sup>2</sup> değerleri YSA yönteminde ARIMA yöntemine göre daha yüksektir. Bu durum YSA ile oluşturulan modellerin tahmin edilen bağımlı değişkeni daha fazla oranda açıkladığını göstermektedir.

Tasarlanan ARIMA ve YSA mimarisi ile 1990-2016 yılları arası döneme ait veriler temel alınarak, gelecekte gerçekleşmesi beklenen 2017-2023 yıllarına ait ithalat miktarları tahmin edilmeye çalışılmıştır (Çizelge 18). YSA yöntemine göre 2017-2023 yılları arasında soya ithalat miktarının artması, ayçiçeği ithalat miktarının ise azalması beklenmektedir. Çiğit ve kolza ithalat miktarlarının ise değişmeyeceği görülmektedir. ARIMA sonuçları ise hem soya hem de ayçiçeği ithalat miktarının yıllar itibarıyla artacağını göstermektedir.

Çizelge 17. YSA ve ARIMA Tahmin Yöntemlerin Performans Karşılaştırılması

ÜRÜN		YSA	ARIMA
Soya	MSE	0.0173	0.3026
	RMSE	0.1314	0.5501
	MAE	0.0977	0.3725
	Düz. R <sup>2</sup>	0.96	0.56
Ayçiçeği	MSE	0.0120	0.5861
	RMSE	0.1099	0.7656
	MAE	0.0878	0.5095
	Düz. R <sup>2</sup>	0.98	0.14
Çiğit	MSE	0.017	3,5151
	RMSE	0.1314	1.8748
	MAE	0.1135	1,5989
	Düz. R <sup>2</sup>	0.85	0.26
Kolza	MSE	0.0002	4.1537
	RMSE	0.0150	2.0381
	MAE	0.1422	1.5652
	Düz. R <sup>2</sup>	0.99	0.18

Çizelge 18. YSA ve ARIMA Tahmin Sonuçları

Yıl	Soya		Ayçiçeği		Çiğit		Kolza	
	YSA	ARIMA	YSA	ARIMA	YSA	ARIMA	YSA	ARIMA
2017	1,720,873	3,231,762	363,184	504,043	2,572	294	278,594	2,907,825
2018	1,751,533	4,806,569	354,784	636,913	2526	473	278,594	16,177,144
2019	1,778,362	7,215,514	351,448	804,809	2,532	54	278,594	29,987,884
2020	1,801,874	10,906,865	350,123	1,016,964	2,547	26	278,594	23,738,340
2021	1,822,510	16,585,477	349,598	1,285,045	2,561	54	278,594	13,815,767
2022	1,840,649	25,348,446	349,390	1,623,796	2,574	57	278,594	9,939,289
2023	1,856,617	38,907,944	349,307	2,051,843	2,584	27	278,594	11,680,531

#### 4. Sonuç

Türkiye’de yağlı tohumlara son yıllarda stratejik ürün olarak bakılmaktadır. Bu bitkiler aynı zamanda enerji hammaddesi olarak da gündeme gelmektedir. Yağlı tohumlarda bitki çeşitliliği fazla olmasına karşın, 3.4 milyon ton olan yağlı tohum üretimi bitkisel yağ gereksinimini karşılayamadığından dışa bağımlılık söz konusudur. Üretimde ise en büyük payı ayçiçeği (yaklaşık %50) almaktadır. Yağlı tohum bitkilerindeki prim desteğine rağmen yıllar itibariyle üretimde çok ciddi bir artış olmamıştır. Başta soya olmak üzere ayçiçeği ve kolza tohumu ithal edilmektedir. Halen Türkiye’de önemli düzeyde bir açık söz konusudur. Dünya ham yağ ve yağlı tohum fiyatlarının Türkiye’ye göre oldukça düşük olması ve uygulanan devlet politikasının yeterli ve etkin olmayışı, sektörde Dahilde İşlem Rejimi (DİR) kapsamında ithal edilen ayçiçeği ham yağlarından ve teknik/sanayi amaçlı kullanılan ayçiçeği tohum yağlarından alınan gümrük vergisinin %0 olması, yerli üreticilerin de piyasada rekabet gücünü azaltmakta, üretimi de sınırlamaktadır. Bu durumda yağlı tohumlar ithalatının artacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada yağlı tohumlar ithalat miktarının tahmini önce YSA ile yapılmış; oluşturulan model, geleneksel zaman serileri yöntemlerinden ARIMA yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar yapay sinir ağları yönteminin lehine olmuştur. Son değerlendirmeler ışığında yağlı tohumlarla ilgili gerek üretim gerekse ithalat politikalarının yeniden gözden geçirilmesi sektörün geleceği açısından son derece önem taşımaktadır.

#### Kaynaklar

- BSYD (Bitkisel Yağ Sanayicileri Derneği), 2017. <http://www.bysd.org.tr/> Erişim Tarihi: 03.02.2017
- Erilli, N. A., Eğrioğlu, E., Yolcu, U., Aladağ, Ç. H., Uslu, V.R., 2010. Türkiye’de Enflasyonun İleri ve Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağlarının Melez Yaklaşımı İle Öngörüsü. Doğu Üniversitesi Dergisi, 11(1): 42-55.
- Franses, P.H., McAleer M., 1998. Testing for Unit Roots and Non-Linear Transformations. Journal of Time Series Analysis, 19(2): 147-164.
- Giovanis, Eleftherios. 2009. ARIMA and Neural Networks. An application to the Real GNP Growth Rate and the Unemployment Rate of U.S.A." SSRN Eletronic Journal. doi:10.2139.
- Hanedar, A., Akkaya, O., Bizim, Ç., 2015. Durağanlık Analizi, Birim Kök Testleri ve Trend. Ders Notları, 14 s.
- İlkdoğan, U. 2008. Dünya ve Avrupa Birliği’nde Yağlı Tohum Ticaretinde Gelişmeler Türkiye Bağlamında Değerlendirme. AB Uzmanlık Tezi, Ankara.

- Kakilli Acaravcı, S., Ergüven, O.C., 2015. Yağlı Tohumlar ve Bitkisel Yağ Sektörünün Finansal Analizi: Hatay İlinde Bir Uygulama. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 12(29): 258-282.
- Kamruzzaman, J., Sarker, R., 2003. Comparing ANN Based Models with ARIMA for Prediction of Forex Rates. ASOR Bulletin, 22: 2-11.
- Karahan, M. 2011, İstatistiksel Tahmin Yöntemleri: Yapay Sinir Ağları Metodu ile Ürün Talep Tahmini Uygulaması. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Konya, 193s.
- Karahan, M., 2015. Yapay Sinir Ağları Metodu ile İhracat Miktarlarının Tahmini. Ege Akademik Bakış, 15(2): 165-172.
- Keskin Benli, Y. ve Yıldız, A., 2014. Altın Fiyatlarının Zaman Serisi Yöntemleri ve Yapay Sinir Ağları ile Öngörüsü. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 42: 213-224.
- Kolsarı, Ö., Kaya, M.D., Göksoy, A.T., Arıoğlu, H., Kulan, E.G., Day, S., 2015. Yağlı Tohum Üretiminde Yeni Arayışlar, Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII.Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı:1, Ankara, 12-16 Ocak, s. 401-425.
- Öztemel, E., 2012. Yapay Sinir Ağları. Papatya Yayıncılık Eğitim, ISBN: 978-975-6797-39-6, 3. Basım, İstanbul, 232 s.
- Öztürk, A. B., 2016. Bitkisel Yağ İmalat Sektörü. Türkiye İş Bankası, İktisadi Araştırmalar Bölümü, 2016, 31s.
- Polat, Ö. ve Ersungur, Ş. M., 2012, Türkiye’nin Dış Ticaret Öngörüsü. Journal of Business Economics and Political Science, 1:83-95.
- Sevilmiş, G., 2014. Bitkisel yağ Sektöründe İthalata Bağımlılık Sürüyor, İzmir Ticaret Odası, Ar-Ge Bülteni, 5s.
- Taşkaya Top, B. ve Uçum, İ., 2012. Türkiye’de Bitkisel Yağ Açığı, TEPGE, Yayın no:14, 8s.
- Uçum, İ., 2016. ARIMA Modeli ile Türkiye Soya Üretim ve İthalat Projeksiyonu, TEAD, 2016; 2(1) .
- Yurdakul, E.M, 2014. Türkiye’de İthalatın Gelişimi ve İthalatın Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Tahmin Edilebilirliğine Yönelik Bir Analiz, Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim dalı, Aydın.