

## ANTALYA İLİNDE FAALİYET GÖSTEREN ÖRNEK FİRMA İÇİN GENETİK ALGORİTMAYA DAYALI YENİ BİR KAR OPTİMİZASYON YÖNTEMİ<sup>1</sup>

### A NEW PROFIT OPTIMIZATION METHOD BASED ON GENETIC ALGORITHM FOR A SAMPLE FIRM OPERATING IN ANTALYA PROVINCE

KÜBRA ÖNDER<sup>2</sup>- ZIYNET TOPATAN<sup>3</sup>

Geliş Tarihi: 20.05.2018

Kabul Tarihi: 11.06.2018

#### Özet

Lojistik sektör, hem üretim süreci hem de yatırım için ülkelerin ekonomik yapılarında önemli bir yere sahiptir. Jeopolitik konumu ve lojistik sektöre yönelik yürüttüğü yatırımlar nedeniyle dünya üzerinde lojistik bir üs konumuna gelebilecek potansiyele sahip olan Türkiye’de birçok il lojistik sektör merkezidir. Bu merkezler hem uluslararası firmalar ile rekabet edebilmek hem de faaliyetlerini sürdürebilmek için karlarını maksimize etmeyi amaçlarlar. Bu çalışmanın temel amacı, lojistik firmalarının kendi bünyesinde belirleyemeyecekleri zirai ürün miktarı, turist sayısı, döviz kuru gibi dış etkenlere karşı kendilerinin belirleyebileceği iç etkenler olan; öz mal ve kiralık araç oranını belirleyerek karını maksimuma çıkarmasını sağlamaktır. Bu nedenle çalışma gerek üretilen tarımsal ürün fazlalığı gerek ağırladığı turist sayısı gerekse düzenlenen uluslararası etkinlikler dolayısıyla çok canlı ve geniş bir lojistik merkez olan Antalya ili özelinde yapılmış olup, çalışmada, Antalya iline ait Ocak 2010 - Eylül 2017 dönemine ait aylık veriler kullanılarak genetik algoritmaya dayalı kar optimizasyonu modeli geliştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Firma Davranışı, Lojistik Sektörü, Genetik Algoritma, Yapay Sinir Ağları, Optimizasyon.

**JEL Kodları :** D21, D22, C45, C61

#### Abstract

Logistics industry has an important position in the economic structure of the countries in terms of both production process and investment. Many provinces is a center of logistics industry in Turkey which has the potential of acquiring the position of a logistic base over the globe due to its geopolitical location and investments carried out for the logistics industry. These centers aim to maximize their profits in order to compete with international firms and also to sustain their activities. The main aim of this study is to enable logistics firms to maximize their profits by determining the ratio of internal factors which can be determined by themselves such as private goods and rental vehicle against external factors which can't be determined by themselves such as amount of agricultural products, number of tourists and exchange rate.

1 "Bu çalışma, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Yüksek Lisans öğrencisi Ziynet TOPATAN tarafından Dr.Öğr.Üyesi Kübra ÖNDER'in danışmanlığında tamamlanan ve Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 0417-YL-17 nolu yüksek lisans projesi ile desteklenen "Yapay Zeka Yöntemi İle Antalya İli Lojistik Sektörün Ekonomik Analizi" adlı yüksek lisans tezinden türetilmiştir."

2 Dr.Öğr.Üyesi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, konder@mehmetakif.edu.tr

3 Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Bölümü, Yüksek Lisans Öğrencisi, ziynettopatan@yahoo.com

*Therefore, the study has been conducted specific to Antalya province which is a wide and very lively logistics center due to abundance of the agricultural products and number of tourists hosted and international events organized. And in the study, profit optimization model based on genetic algorithm was developed by using monthly data of Antalya province for the period of January 2010 and September 2017.*

**Key Words:** Firm Behavior, Logistics Sector, Genetic Algorithm, Artificial Neural Networks, Optimization.

**JEL Classification Codes:** D21, D22, C45, C61

## GİRİŞ

Piyanın arz tarafında yer alan üreticilerin temel amacı, karlarını maksimize etmektir. Bir firmanın kar maksimizasyonu iki farklı şekilde gerçekleşmektedir. Firma, ilk olarak potansiyel çıktı düzeyi için toplam maliyetini minimize edecek kar düzeyini, ikinci olarak da ürettiği mal ve hizmetin fiyatını üretim maliyetini minimize edecek kar düzeyini belirleyecektir. Firma hangi adımı kullanırsa kullansın belirli bir düzeyde girdi kullanarak üretimini gerçekleştirecektir. Firmaların kullanabileceği girdi miktarına bağlı olarak elde edebileceği maksimum çıktı miktarı sınırlıdır. Bu sınır teknoloji düzeyi tarafından belirlenmektedir. Dolayısıyla girdiler ile çıktılar arasındaki fiziksel ilişkileri açıklayan üretim fonksiyonu; belirli bir dönemde teknolojik koşullar sabitken farklı girdi bileşimleri ile elde edilebilecek maksimum çıktı düzeyini ifade etmektedir (Browning ve Zupan, 2014:180-183; Koutsoyiannis, 2014: 79-80).

Günümüzün yoğun rekabet ortamında, lojistik sektör hem firmaların hem de ülkelerin rekabet edilebilirliğinde önemli bir uluslararası ekonomik göstergedir. Küresel düzeydeki yoğun rekabet ortamında işletmeler, varlıklarını devam ettirebilmek, rekabet avantajı sağlayabilmek ve karlarını maksimize edebilmek için taşıdıkları ürün ve hizmetleri rakiplerine göre daha kısa sürede ve ekonomik biçimde hedef pazarlara ulaştırmalıdır. Dolayısıyla lojistik faaliyetleri uluslararası rekabette bütün sektörler için önemli rekabet avantajı sağlamaktadır (Yardımcıoğlu vd., 2012: 258). Ayrıca lojistik sektör, yarattığı katma değer ile de diğer sektörlerin maliyet yapısına etki etmekte ve işletmelere rekabet gücünün yanında pazara girme ve pazarda kalıcı olma avantajı sunmaktadır. Dolayısıyla lojistik sektör, dünya ülkeleri açısından önemlidir. Bu kadar önemli bir yere sahip olan sektörün küresel ekonomideki yeri Dünya Bankası tarafından yayımlanan ve ülkelerin lojistik sektör faaliyetlerini kıyaslama imkanı sunan Lojistik Performans İndeksi (LPI) ile incelenmektedir. 2016 yılı LPI indeksine göre lojistik sektörde ilk üçü sırayı Almanya (4,23), Lüksemburg (4,22) ve İsveç (4,20) oluştururken, jeopolitik konumu gereği dünya üzerinde önemli bir üs konumda olan Türkiye ise bu indekste 3,42'lik değer ile otuz dördüncü sırada yer almaktadır (Dünya Bankası, 2016: 7). Türkiye'nin lojistik sektörü il bazında incelendiğinde; lojistik gelişmişlik indeksi sıralamasında İstanbul, İzmir ve Ankara ilk üçte, Antalya ise 6. sırada yer almaktadır (Bayraktutan vd., 2012: 68). Ancak Antalya, Türkiye ekonomisinde üretilen tarımsal ürün miktarı, dış ticaret hacminin yüksekliği, turizm portföyü ve avantajlı ulaşım olanakları ile önemli bir lojistik potansiyele sahiptir.

Lojistik sektör birçok çalışmaya farklı şekillerde konu olmasına rağmen ulusal ve uluslararası literatürde sektörün rekabet durumu ve firmaların kar maksimizasyonu için yapması gereken firma davranışları ele alınmamıştır. Lojistik sektörünü ele alan diğer çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada, lojistik gelişmişlik indeksi verilerine göre 81 il içerisinde altıncı sırada yer alan, Türkiye'nin küresel bazda rekabet edilebilirliğine katkı sağlayacak potansiyele sahip olan ve diğer sektörlerle maliyet tasarrufu sağlayarak firmaların ölçek ekonomisine katkı sağlayan Antalya ili

lojistik sektörünün kar maksimizasyon düzeyi genetik algoritma yöntemi ile analiz edilmiştir. Çalışmada, Antalya ili lojistik sektöründe faaliyet gösteren bir firma örneklem olarak incelenmiş ve firmanın optimizasyon düzeyi analiz edilmiştir. Çalışmada, mühendislik ve fen bilimleri alanında daha çok kullanılan genetik algoritma optimizasyon yöntemi, yapay sinir ağları yöntemiyle modellenerek iktisadi alanda uygulanmıştır. Dolayısıyla çalışma iktisat literatürüne yönelik yapılan yeni bir çalışmadır.

Çalışma dört ana bölümden oluşmakta olup, ilk bölümde literatürde genetik algoritma yöntemini konu edinen çalışmalara yer verilmiştir. İkinci bölümde, çalışmada kullanılan araştırma yöntemi ve veri seti hakkında bilgi verilmiştir. Takip eden bölümde analiz sonuçlarına yer verilirken, son bölümde ise elde edilen analiz sonuçları dikkate alınarak sektör hakkında değerlendirme yapılmıştır.

### **LİTERATÜR TARAMASI**

Genetik algoritmalar mühendislik disiplinleri içerisinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. İktisat alanındaki uygulamaları nispeten yeni ve kullanım alanları daha sınırlı olmasına karşın, yöntem özellikle finans ve bankacılık sektöründe, ekonomik modellemede ve finansal seriler analizinde ulusal yazına kıyasla, uluslararası yazında daha yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde; genetik algoritma yöntemlerinin diğer yöntemlere göre daha etkin sonuçlar verdiği, özellikle optimizasyon noktasında daha iyi sonuçlara ulaştığı ileri sürülmüştür (Leinweber ve Arnott, 1995; Neely ve Weller, 2002). Bu çalışmalardan bazıları aşağıda sunulmuştur;

Leinweber ve Arnott (1995), genetik algoritmanın finans alanındaki kullanımının sonuç odaklı olduğunu, optimizasyon noktasında mükemmel sonuçlara ulaşıldığını ifade ederken Kingdom ve Feldman (1995), genetik algoritma ile çoklu diskriminant analizini kıyaslamışlar ve genetik algoritma uygulamasının çoklu diskriminant analizine göre çok daha başarılı olduğunu bulmuşlardır. Neely vd. (1997) ise genetik algoritma yaklaşımını finans sektörüne uygulayarak döviz kurlarından maksimum getiri elde etmeye yönelik algoritma oluşturmuşlardır. Yapılan analiz sonucunda, piyasada aşırı getiri elde etmenin mümkün olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Park vd. (2002) yaptıkları çalışmalarında, genetik algoritma yöntemini kullanarak rekabetçi bir ortamda uygulanabilir ve üretim şirketleri ile düzenleyici kurum arasında çatışan hedeflerle başa çıkabilecek yeni bir çözüm algoritması önermişlerdir. Neely ve Weller (2002), genetik algoritma yöntemini kullanarak uluslararası döviz piyasasında döviz kuru fiyat değişimini tahmin etmişlerdir.

Çuhadar ve Kayacan (2005), turizm işletmecilerinin ileriye dönük karar alma noktasında daha etkili kararlar alabilmeleri, sonuç elde edebilmeleri ve firmalara yol gösterici olabilmesi amacıyla çalışmalarında, Türkiye'nin 1990-2002 dönemine ait konaklama işletmelerinin aylık doluluk verilerini kullanarak, ileriye yönelik tahminlerde bulunmuşlardır. Bu çalışmada; tesis sayısı, yatak sayısı, konaklayan yabancı turist sayısı, geceleme sayısı ve ortalama kalış süresi değişkenleri kullanılarak yapay sinir ağları yöntemi ile tahmin gerçekleştirilmiştir.

Elazouni ve Metwally (2005) çalışmalarında, inşaat sektörüne ait bir projenin finansman giderlerini ve dolaylı maliyetlerini en aza indirecek, proje karını ise maksimize edecek finans temelli bir program tasarlamak için genetik algoritma tekniğini kullanılmıştır. Analiz sonucunda maliyetleri en aza indirebilmek için faaliyetleri doğru bir şekilde değiştirmenin ve proje süresini kısa tutmanın genel proje karını maksimize etmede yardımcı olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Keskin Benli (2005) çalışmasında, 1997-2001 döneminde fona devredilen 21 banka verilerini kullanarak lojistik regresyon ile yapay sinir ağlarının finansal başarısızlığı belirleme güçleri karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda, başarısız bankaları doğru kestirme gücünü, yapay sinir ağı modelinde % 82.4, lojistik regresyon modelinde ise % 76.5 olarak tespit etmiştir.

Döşeoğlu vd. (2009), genetik algoritma yöntemini kullanarak Türkiye’de bulunan termik santrallerinin ekonomik yük dağıtım analizini yapmışlardır. Analizde sistemin toplam maliyetini minimize edecek çalışma koşullarını oluşturmaya çalışmışlar ve genetik algoritmanın daha iyi sonuç verdiğini gözlemlemişlerdir.

Hirabayashi vd. (2009) döviz yatırımları için karlı ticaret kurallarının oluşturulması sorununa genetik algoritma yöntemi ile çözüm üretmişler ve bu doğrultuda geçmiş pazar davranışları bilgilerini kullanarak nesnel sonuçlar elde etmişlerdir.

Lopez-Lezama vd. (2012), dağıtım sistemlerinde dağıtılabılır ve dağıtılmış üretim birimlerinin yerini ve sözleşme fiyatlandırmasını belirlemek için özel bir genetik algoritmaya dayanan bir yaklaşım sunmuşlardır. Bu yaklaşım, iki farklı şirketin menfaatlerini içeren doğrusal olmayan iki seviyeli bir programlama çerçevesine dayandırılmıştır.

Azadeh vd. (2012), geleneksel optimizasyon tekniklerinin çözümü karmaşık olması nedeniyle piyasaya yeni giren bir kâğıt şirketinin kar maksimizasyonunu genetik algoritma yaklaşımı ile analiz etmişlerdir. Önerilen yaklaşımın etkinliğini göstermek için basit bir test problemi tasarlamışlar ve bu algoritma sonucunda her iterasyondan sonra ortalama kar değerinin daha iyi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Aktaş vd. (2014), mali başarısızlığa uğramış işletmelerin sayısındaki artışın ülke kaynaklarının iyi kullanılmadığının bir göstergesi olduğunu, bu nedenle mali başarısızlık nedenlerinin öngörülmesinin, kaynakların doğru kullanımı için önem arz ettiğini ifade etmişlerdir. Çalışmada, mali başarısızlığın öngörülmesi için istatistiksel yöntemler ve yapay sinir ağı yöntemi kullanılmış ve mali başarısızlığı öngörme sürecinde yapay sinir ağı modelinin çoklu regresyon modelinden çok daha üstün olduğunu tespit etmişlerdir.

Keskin Benli ve Güneri Tosunoğlu (2014), 31 Aralık 1987-31 Ekim 2013 dönem verilerini kullanarak Avrupa Birliği üyesi on dört ülkenin Morgan Stanley Capital International endekslerini yapay sinir ağları yöntemini kullanarak analiz etmişler ve elde edilen model yardımı ile test kümeleri için öngörülerde bulunmuşlardır.

## **ARAŞTIRMA YÖNTEMİ VE VERİ SETİ**

### **Araştırma Yöntemi**

Çağdaş bilgisayarların doğuşu ile birlikte ortaya çıkan yapay zekâ kavramı mühendislik başta olmak üzere pek çok alanda kendine yer bulmuştur. Bu çalışmada firma karını optimize etmede genetik algoritmalar ve genetik algoritmanın uygunluk fonksiyonun üretilmesinde yapay sinir ağları kullanılmıştır. Bilgisayar bilimlerinde kapsamlı yer tutan bu yöntemler kısaca tanımlanacak olursa:

Genetik Algoritma, John Holand tarafından 1976 yılında temeli atılmış yapay zekaya dayalı bir optimizasyon tekniğidir. Biyolojideki evrim kuramından esinlenerek geliştirilen bu yöntem matematiksel olarak modellemenin çok zor ya da imkansız olduğu durumlarda kullanılmaktadır. Bu yöntemin hareket noktası başlangıç olarak çok sayıda çözüm üretmek ve iteratif olarak çalışarak daha iyi çözümlerden oluşan yeni kümeler elde etmektir. Her bir iterasyon adımında

daha uygun ana çözümlerden yeni çözüm kümesi oluşturulur. Bu küme içerisindeki aday çözümler çaprazlanarak daha uygun alt çözümler elde edilir. Belirlenen döngü sayısına ulaşıldığında işlem durdurulur ve elde edilen en uygun çözüm genel çözüm olarak kabul edilir. Genetik algoritmanın işleyişini gösteren algoritma Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1. Genetik Algoritmanın İşleyişi**

1. Başlangıç kromozomlarını üret
2. Kromozomların üyelik değerlerini hesapla  
**While** mevcut iterasyon sayısı < azami iterasyon sayısı  
**Begin**
  - Gelecek kuşağa aktarılacak kromozomları seç
  - Seçilen kromozomlar arası rastgele çaprazlama yap
  - Rastgele belirlenen az sayıda kromozom üzerinde mutasyon icra et
  - Yeni kuşağın uygunluk değerlerini güncelle**End**
3. En iyi kromozomu genel çözüm olarak kabul et

Genetik algoritma terminolojisinden bahsetmek gerekirse; her bir aday çözüm kromozom olarak ifade edilir. Kromozomlar çoğu zaman 0 ya da 1 değerlerinden oluşan genlerden meydana gelir. Çok sayıda kromozomun bir araya gelmesi ile popülasyon ortaya çıkar. Genetik algoritmanın temelinde rassallık ilkesi vardır. Başlangıç popülasyonu oluşturduktan sonra  $[0, 1]$  aralığında değerler alabilen mutasyon ve çaprazlama sayıları oranları belirlenir. Genetik algoritmaların çalışmasında en önemli noktalardan birisi uygunluk fonksiyonudur. Bu fonksiyon parametre olarak kromozomu alır ve genellikle gerçek sayı olarak bir sonuç döndürür. Problemin maksimizasyon ya da minimizasyon olmasına göre kromozomun seçilmesinde önemli bir rol oynar.

Genetik algoritmanın bir diğer önemli noktası da seçim işlemidir. Bu çalışmada turnuva seçim yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde göre  $k$  adet kromozomdan oluşan bir popülasyon için  $k$  kere seçme işlemi yapılmaktadır. Her defasında  $1 < n < k$  olmak üzere rastgele  $n$  sayısı üretmektedir. Eski popülasyondan rastgele  $n$  adet kromozom seçilir. Bu  $n$  kromozomdan en uygunu yeni popülasyona dahil edilir. Seçme işleminin tamamlanmasının ardından soyunu bir sonraki nesle aktaracak olan çözümler belirlenmiş olur.

Seçme işlemi takip eden işlem çaprazlama işlemidir. Çaprazlama işlemi popülasyondaki kromozomlardan çaprazlama oranına göre rastgele seçilenlerin birbirleriyle çaprazlanarak ana ve baba kromozomlardan farklı yeni iki çocuk kromozomun elde edilmesidir. Sıralı çaprazlama işlemi, rastgele çaprazlama kullanılmıştır. Bu yöntemde  $n$  adet gene sahip iki kromozom için  $1 \leq k \leq n$  koşuluna uyan bir  $k$  indisi üretilir. Kromozomlarda karşılıklı olarak  $k$ 'nci sıradaki genler yer değiştirilerek yavru kromozomlar elde edilmiş olur.

Döngü içerisindeki son işlem mutasyon işlemidir. Mutasyon işleminin esası kromozomun bazı genlerinde değişiklik yaparak yeni bir kromozom elde etmektir. Mutasyon işlemi sistemin lokal minimuma girmemesi için düşünülmüş bir önlemdir. Bu çalışmada mutasyon yöntemi olarak rastgele bit değiştirme işlemine başvurulmuştur. Bu yöntemde göre  $n$  adet gene sahip bir kromozom için  $1 \leq k \leq n$  özelliğine sahip  $k$  indisi üretilir. Eğer  $k$  indisinin değeri 1 ise 0, 0 ise 1 yapılır.

Döngü içerisindeki seleksiyon, çaprazlama ve mutasyon işlemleri arzu edilen döngü sayısına ulaşıncaya kadar ya da yeni popülasyondaki kromozomlardan birisi istenen hedefe ulaşıncaya kadar devam etmektedir.

Yapay sinir ağları yönteminin temelleri ise 1943 yılında Pitts ve McCulloch'ın sinir hücresi matematiksel olarak modellenmesiyle atılmıştır. Günümüze kadar sürekli geliştirilen insan sinir hücre ve beyin yapısını modelleyerek bilgisayarlara öğrenme yeteneği kazandırmayı amaçlayan bir disiplindir. Çok sayıda sinir ağı türü olmakla birlikte bu çalışmada ileri beslemeli geri yayımlı sinir ağları kullanılmıştır. Bu modele göre eğitim iki aşamalı olarak iteratif olarak tamamlanır. Birinci aşamada sıradaki örneğe göre sistem sonucu üretilir ve gerçek sonuçla karşılaştırılarak hata hesaplanır. İkinci aşamada sistem hatası geriye doğru yayılarak hata minimize edilmeye çalışılır. Bu işlemlere istenen iterasyon sayısına ulaşıncaya kadar ya da belirli hata düzeyinin altına ininceye kadar devam edilir.

### Veri Seti

Kar maksimizasyonunun amaçlandığı bu çalışmada 2010 Ocak-2017 Ekim dönemine ait aylık veriler kullanılmıştır. Genetik algoritmaya dayalı kar maksimizasyonu modelinin geliştirildiği bu çalışmada, Tablo 2'de yer alan değişkenlerden yararlanılmıştır. Bunun için Antalya'da faaliyet gösteren örnek bir lojistik firmanın verileri kullanılmıştır.

Tablo 2. Modelde Kullanılan Değişkenler

Değişkenler
Antalya iline gelen turist sayısı (bin kişi)
Döviz kuru (TL/Euro)
Antalya ili lojistik firma sayısı (adet)
Antalya ilinin üretilen sebze ve meyve miktarı (ton)
Öz mal araç sayısı (adet)
Kiralık araç sayısı (adet)
Net satış değeri (değer/TL)

Çalışmada, örnek firmanın belirtilen dönemlerdeki öz mal ve kiralık araç sayıları kullanılarak kar fonksiyonu yapay sinir ağları ile modellenmiştir. Modelde firmanın kendisini belirleyemediği zirai üretim, gelen turist sayısı ve döviz kuru gibi dış etkenlere karşı öz mal (firmanın sahip olduğu araç) ve kiralık araç oranını belirleyerek karını maksimuma çıkarması için model geliştirilmiştir.

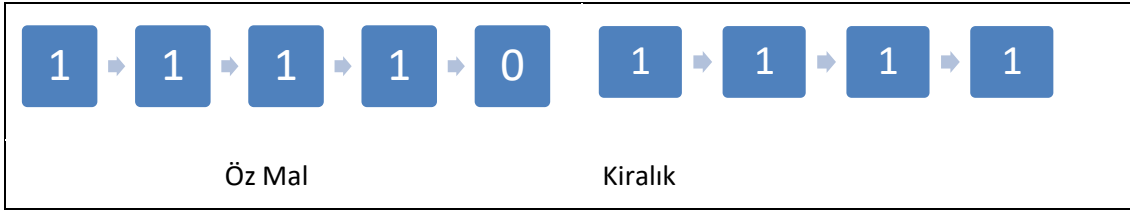
Çalışmada kullanılan, Antalya iline gelen turist sayısı ile ilde yetiştirilen sebze ve meyve miktarı değişkenleri Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2017a, b)'ndan, döviz kuru değişkeni (TL/Euro kuru) Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB)'nin web sayfasından yazarlar tarafından derlenmiştir. Dış ticaretin yaklaşık %47'sinin Euro bölgesine yapılması ve ticari işlemlerin TL/Euro paritesi üzerinden gerçekleştirilmesi nedeni ile çalışmada TL/Euro paritesi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan diğer değişkenler ise öz mal ve kiralık araç sayısı ile net satış değerleridir. Bu veriler örnek firmadan alınmıştır. Örnek firmanın net satış değerleri Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) deflatörü (2003=100) ile reelleştirildikten sonra çalışmaya dahil edilmiştir. Antalya ilinde faaliyet gösteren lojistik firma sayısı ise Türkiye Uluslararası Taşımacılık ve Lojistik Sektör Raporu (UTIKAD) verilerinden elde edilmiştir.

## ANALİZ SONUÇLARI

### **Kromozom Yapısının Belirlenmesi (Chromosome Structure)**

Genetik algoritmanın verimli çalışabilmesi için gerekli olan en önemli iki nokta problem çözümlerinin kromozom olarak ifade edilebilmesi ve uygunluk fonksiyonunun belirlenmesidir. Bu çalışmada firmanın dış koşullara göre belirleyebileceği değişkenler olduğu için öz mal ve kiralık araç sayılarının optimize edilmesine karar verilmiştir.

Dolayısıyla kromozomun bu iki değişkeni de içerecek şekilde tasarlanması gerekmektedir. Firmadan araç sayısının ulaşabileceği alt ve üst sınırları belirlemesi istenmiştir. Firma maksimum araç sayısı olarak öz malda 30 kiralık araçta 13 olarak; minimum araç sayısı olarak ise öz mal için 15 kiralık araç için ise 0 olarak belirlemiştir. 30 sayısı ikili sayı sisteminde  $(11110)_2$  “5 bit” olarak, 15 sayısı ise  $(1111)_2$  “4 bit” olarak ifade edilmektedir. Aşağıda yer alan şekil 1’de de görüldüğü gibi kromozomun ilk 5 biti öz mal, kalan 4 biti de kiralık araç sayısını belirtmek üzere 9 bit olarak kodlanmış binary yapıdadır.



Şekil 1. Örnek Kromozom Yapısı

### **Uygunluk Fonksiyonunun Üretilmesi (Fitness Function)**

Bir diğer önemli nokta uygunluk fonksiyonunun üretilmesidir. Uygunluk fonksiyonunun optimize edilmesi gereken parametreyi çok iyi ifade edebilmesi gerekmektedir. Fonksiyonun matematiksel bir formül ile ifade edilmesi güzel sonuç alabilmeye katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte bahsi geçen firmanın parametrelere göre karının modellenmesi çok güçtür. Bu yüzden firmanın karı eldeki veri setine göre yapay sinir ağları ile modellenmiştir. Ağın başarısını tespit edilebilmesi amacıyla K-Fold Cross-Validation yöntemi kullanılmıştır.

K-Fold Cross-Validation yöntemi literatürde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde göre veri seti eşit olarak  $k$  adet parçaya bölünür. Sistem  $k$  adet iterasyona tabi tutulur. Her bir iterasyon adımında sıradaki parça test verisi olarak geri kalan  $k - 1$  adet parça da eğitim verisi olarak kullanılır. Sistem eğitim verisi ile eğitilir ve test verisi üzerinde tatbik edilir.  $K$  adet deneme sonucunda test verisi üzerindeki başarıların ortalaması genel başarıyı verir. Eğitim başarısını ölçmek için Eşitlik 1’de ifade edilen ortalama hatalar metodu kullanılmıştır.

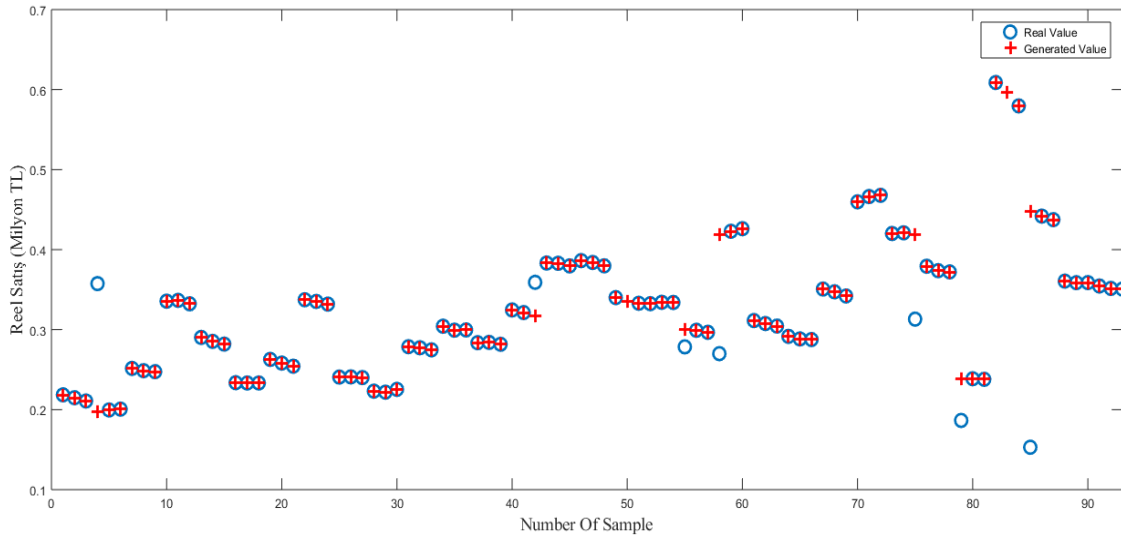
$$e = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{1}^n (y' - y)^2 \quad (1)$$

İlgili eşitlikte;  $n$  gözlem sayısını,  $y$  gerçek sonuçları,  $y'$  sistem sonucunu ve  $e$  hatayı temsil etmektedir. Bu çalışmada  $k$  değeri olarak 10 alınmış ve sinir ağı eğitilmiştir. Tablo 3’te her bir adımdaki test kümesi üzerinde elde edilen başarı değerleri görülmektedir.

**Tablo 3. k = 10 değeri için her bir adımda elde edilen başarı oranı**

İterasyon Numarası	Başarı Oranı
1	0.0950
2	0.3396
3	0.0969
4	0.4193
5	0.7735
6	1.3470
7	0.4898
8	0.8718
9	0.1342
10	0.4748
Ortalama	0.5042

Ortalama olarak elde edilen 0.5042 değerinin sistem üzerinde yeterli olduğu görülmektedir. En iyi oran olan 0.8718 değerine sahip olan 8 sinir ağı optimizasyon işleminde uygunluk fonksiyonu olarak kullanılmıştır. Şekil 2’de uygunluk fonksiyonunun tüm veri seti üzerindeki başarısı görülmektedir.



**Şekil 2. Veri Seti Başarısı**

#### **Kullanılan Diğer Genetik Algoritma Parametreleri**

Bu çalışmada seçme metodu olarak turnuva seçimi kullanılmıştır. Bu metoda göre  $n$  adet kromozomdan meydana gelen bir kuşak için  $n$  adet iterasyon sonucunda karar verilir. Her bir iterasyonda  $1 \leq k \leq n$  olmak üzere rastgele bir  $k$  değeri belirlenir. Kuşaktan rastgele olarak  $k$  adet kromozom seçilir ve bunlar içerisinde en iyi uygunluk değerine sahip olan kromozom yeni kuşak içine aktarılır. Çaprazlama işleci olarak rastgele seçilen iki bitin karşılıklı olarak yer

değiştirdiği rastgele 2 bit değiştirme algoritması seçilmiştir. Mutasyon operatörü olarak ise kromozom içindeki rastgele bir bitin değerinin değiştirildiği (sıfır ise bir, bir ise sıfır) rastgele bit değiştirme algoritması yeğlenmiştir. Çaprazlama değeri olarak 0.85, mutasyon değeri olarak 0.15 seçilmiştir.

#### **Algoritmanın Uygulaması**

Geliştirilen uygunluk fonksiyonu parametre olarak kullanıcı tarafından sistem başlangıcında girilmiş ve üretilen meyve ve sebze miktarı, rakip firma sayısı, döviz kuru (TL/Euro), gelen turist sayısı ile kromozomdan gelen öz mal ve kiralık mal sayıları dikkate alınmıştır. Eğer araç sayıları kullanıcı tarafından belirlenen aralıklarda ise eğitilen yapay sinir ağına parametre değerleri verilmekte ve ağın ürettiği sonuç uygunluk fonksiyonu sonucu olarak geriye döndürülmektedir. Eğer araç sayıları kullanıcının belirlediği aralığın dışında ise çözüm geçersiz olacağı için kromozomun elenmesi yani diğer kromozomlar karşısında başarısız olması için matlab dilinde en küçük tam sayıya karşılık gelen -10000 sayısı geriye döndürülmektedir. Böylece kısıtlı en iyileme gerçekleştirilmiş bulunmaktadır.

Çalışmada, 0.85 çaprazlama 0.12 de mutasyon oranı olarak belirlenmiştir. Optimizasyon uygulamasında; 2010-2017 yılında Antalya’da üretilen örtü üstü ve örtü altı meyve ve sebze miktarı, Antalya’ya yurtdışından gelen turist sayısı, döviz kuru (TL/Euro) ve rakip firma sayısı algoritmaya girilmiştir.

Aşağıdaki Tablo 4’te 20 iterasyon sonucunda, döviz kurunda, firma sayısı, sebze ve meyve üretiminde değişiklikler yapıldığında örnek firmanın kar maksimizasyonunu sağlayabilmesi için sahip olması gereken öz mal ve kiralık araç sayısı belirtilmiştir. Döviz kuru 2010-2017 verileri arasında değerlendirilerek sunulmuştur.

**Tablo 4. Örnek Firmanın Kar Maksimizasyonu Sağlayabilmesi için Sahip Olması Gereken Öz mal ve Kiralık Araç Sayısı**

Sebze Üretim (ton)	Örtü altı Sebze Üretim (ton)	Meyve Üretimi (ton)	Örtü altı Meyve Üretimi (ton)	Yabancı Giriş Turist Sayısı (Bin kişi)	Döviz Kuru (Euro/TL) Alış	Öz Mal Araç	Kiralık Araç	Örnek Firmanın Kar Durumu (bin TL)	Firma Sayısı
400.000	350.000	125.000	9.900	1.800	4.15	7	3	1.823.321	2
400.000	350.000	125.000	9.900	1.800	4.15	14	6	1.822.770	13
350.000	300.000	100.000	6.500	1.050	4.5	15	0	1.447.346	3
320.000	250.000	96.000	3.500	1.500	4.4	15	1	1.106.156	9
320.000	250.000	96.000	3.500	1.500	4.7	12	2	1.123.892	9
320.000	250.000	96.000	3.500	1.500	4.0	10	0	1.086.516	9
320.000	250.000	96.000	3.500	1.500	4.7	9	0	1.087.519	14
320.000	300.000	12.5000	9.050	830	3.0	7	3	1.221.570	15

Antalya ilinde lojistik firma sayısı 2, döviz kuru 4,15, ilin sebze üretimi (Sebze + örtü altı sebze) 750.000 ton, meyve üretimi (meyve + örtü altı meyve üretimi) 134.900 ton ve ile gelen yabancı turist sayısı 1.800.000 kişi ve örnek firmanın öz mal araç sayısı 7 kiralık araç sayısı ise 3 olduğu durumda firmanın elde edebileceği kar düzeyi 1.823.321 TL'dir.

Lojistik firma sayısı 13, döviz kuru 4,15, sebze üretimi (Sebze + örtü altı sebze) 750.000 ton, meyve üretimi (meyve + örtü altı meyve üretimi) 134.900 ton, ile gelen yabancı turist sayısı 1.800.000 kişi ve örnek firmanın öz mal araç sayısı 14, kiralık araç sayısı ise 6 olduğunda firmanın ulaşabileceği kar düzeyi 1.822.770 TL'dir.

Antalya ilinde lojistik firma sayısı 14, döviz kuru 4,7, ilin sebze üretimi (Sebze + örtü altı sebze) 570.000 ton, meyve üretimi (meyve + örtü altı meyve üretimi) 99.500 ton ve Antalya'ya giriş yapan yabancı turist sayısı 1.500.000 kişi olduğu durumda örnek firmanın öz mal araç sayısı 9, kiralık araç sayısı 0 ise firmanın kar durumu 1.087.519TL'dir.

### **SONUÇ VE DEĞERLENDİRME**

Disiplinler arası bir bağlantı kurularak yapılan bu çalışmada, Antalya ili lojistik sektöre yönelik Ocak 2010 - Eylül 2017 dönemine ait aylık veriler kullanılmıştır. Çalışmada, üretilen tarımsal ürün, döviz kuru, ilde faaliyet gösteren lojistik firma sayısı gibi parametreler kullanılarak genetik algoritmaya dayalı kar maksimizasyonu modeli geliştirilmiştir. Modellenen sinir ağı genetik algoritmada uygunluk fonksiyonu olarak kullanılmıştır. Çalışmada, örnek firmanın kar maksimizasyonu modeli, firma tarafından belirlenemeyen ilde üretilen meyve ve sebze miktarı, ile gelen turist sayısı, döviz kuru gibi dış faktörler ile firma tarafından belirlenebilen öz mal ve kiralık araç sayısı değişkenleri kullanılarak geliştirilmiştir.

Geliştirilen model sonucuna göre; diğer veriler sabitken sadece Antalya ilinde bulunan firma sayısında değişiklik ortaya çıkması durumunda, örnek firmanın sahip olması gereken öz mal ve kiralık araç sayısı belirlenmiştir. Örneğin, Antalya ilinde faaliyet gösteren firma sayısının 15, çalışmaya konu edinen örnek firmanın öz mal araç sayısının 7 ve kiralık araç sayısının ise 3 olduğu varsayımı altında firmanın elde edebileceği kar düzeyi 1.221.570 TL'dir. Diğer veriler sabitken döviz kurunda bir değişiklik ortaya çıktığı varsayımı altında örnek firmanın sahip olması gereken öz mal ve kiralık araç sayısı da belirlenmiştir. Örneğin, döviz kurunun 4 olduğu ve örnek firmanın öz mal araç sayısının 10, kiralık araç sayısını ise 0 olduğu durumda firmanın ulaşabileceği kar düzeyi 1.086.516 TL'dir. Geliştirilen modellemede, diğer veriler sabitken ile gelen yabancı turist sayısı, ilde üretilen sebze ve meyve miktarı değişkenleri sabit olarak kabul edildiği durumda örnek firmanın karını maksimize edebilmesi için sahip olması gereken öz mal ve kiralık araç sayısı da genetik algoritma yöntemi ile belirlenmiştir. Geliştirilen modellerde genel olarak, diğer veriler sabitken ilde bulunan firma sayısında bir artış ortaya çıktığında ve döviz kurunun artış yönlü bir trende sahip olduğunda, örnek firmanın kar durumunun azaldığı, ilde üretilen sebze ve meyve miktarında yaşanan artışın ise firmanın kar düzeyine pozitif yönde katkı sağladığı görülmektedir.

Sonuç olarak, genetik algoritma sistemi "iyi olan ayakta kalır" prensibi ile çalışmaktadır. Lojistik kavramı da mücadele, savaş ve ayakta kalma kavramları ile tanımlanmaktadır. Dolayısı ile bu çalışmada, bu iki kavram bir araya geldiğinde "en iyi" ne olur sorusunun yanıtı bulunmaya çalışılmıştır. Değişen koşullar neticesinde lojistik firmalar kapasitelerini değiştirerek karlarını maksimize etmektedirler. Çalışmada konu edinilen örnek firma Antalya lojistik sektör içerisinde faaliyet göstermektedir. Antalya ili lojistik sektöründe faaliyet gösteren firmaların karını maksimize edebilmeleri için, müşteri taleplerine doğru ve zamanında yanıt vermeleri gerekmektedir. Sektörün faaliyet alanına yönelik talep arttıkça, firmalar kapasitelerini

arttırmalıdır. Bunu ya öz mal araç sayılarını ya da kiralık araç sayılarını artırarak gerçekleştirebilmektedir. Antalya ili lojistik sektörüne ait firmaların kar maksimizasyonu için sadece bu değişkenler yeterli değildir. Bu değişkenlerin dışında, firmaların hedeflerine ulaşabilmeleri için ekonomik ve siyasi istikrarın ülke içerisinde sağlanması da büyük önem arz etmektedir.

#### KAYNAKÇA

Aktaş, R., Doğanay, M.M., Yıldız, B., (2014), “Mali Başarısızlığın Öngörülmesi: İstatistiksel Yöntemler Ve Yapay Sinir Ağı Karşılaştırılması”, **Ankara Üniversitesi SBF Dergisi**, C:58, S:4, s: 1-24.

Azadeh, A., Ghaderi, S. F., Nokhandan, B. P., Sheikhalishahi, M., (2012)., “A New Genetic Algorithm Approach for Optimizing Bidding Strategy Viewpoint of Profit Maximization of a Generation Company”, **Expert Systems with Applications**, C:39, S:1, s:1565-1574.

Bayraktutan, Y., Tüylüoğlu, Ş., Özbilgin, M., (2012), “Lojistik Sektöründe Yoğunlaşma Analizi ve Lojistik Gelişmişlik Endeksi: Kocaeli Örneği”, **Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi**, C:4, S:3, s:61-71.

Benli Keskin, Y., (2005), “Bankalarda Mali Başarısızlığın Öngörülmesi Lojistik Regresyon ve Yapay Sinir Ağı Karşılaştırması”, **G.Ü.Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi**, S:16, s:31-46.

Benli Keskin, Y., Güneri Tosunoğlu, N., (2014), “Avrupa Birliği Üyesi Ülkelerin Morgan Stanley Capital International Endekslerinin Değerlendirilmesi ve Yapay Sinir Ağları İle Öngörüsü”, **Gazi Üniversitesi İ.İ.B.F.Dergisi**, C:16, S:2, s:72-87.

Browning, Edgar.K.; Zupan, Mark (2014), **Mikro İktisat**, (Çev. Ed. R. Kök), Nobel Yayıncılık, Ankara.

Çuhadar, Murat; Kayacan, Cengiz, (2005), “Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Konaklama İşletmelerinde Doluluk Oranı Tahmini: Türkiye'deki Konaklama İşletmeleri Üzerine Bir Deneme”, **Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi**, C:16. S:1, s:24-30.

Döşeoğlu, K., Duman, S., Öztürk, A., (2009), “Genetik Algoritma Kullanarak Ekonomik Dağıtım Analizi:Türkiye Uygulaması”, **Politeknik Dergisi**, C.12, S.3, s:167-172.

Dünya Bankası, (2016), Dünya Bankası, <https://ipi.worldbank.org/international/global> (02.01.2018)

Elazouni, Ashraf; Metwally, Fikry, (2005), “Finance-Based Scheduling: Tool to Maximize Project Profit Using Improved Genetic Algorithms”, **Journal of Construction Engineering and Management**, C:131, S:4, s:400-412.

Hirabayashi, A., Aranha, C., Iba, H. (2009, July), “Optimization of the Trading Rule in Foreign Exchange Using Genetic Algorithm”, In Proceedings of the 11th Annual Conference on Genetic And Evolutionary Computation s:1529-1536, ACM.

Holland, John. H., (1975/1992), **Adaptation in Natural and Artificial Systems**, Cambridge, MA: MIT Press. Second edition (First edition, 1975).

Kingdon, John., Feldman, K. (1995) “Genetic Algorithms and Applications to Finance”, **Applied Mathematical Finance**, V:2, S:2, s:89-116.

- Koutsoyiannis, Anna (2014), **Modern Mikro İktisat**, (çev. M. Sarımeşeli), Gazi Kitabevi, Ankara.
- Leinweber, D. J., Arnott, R. D., (1995), "Quantitative and Computational Innovation in Investment Management", **The Journal of Portfolio Management**, C:21, S:2, s:8-15.
- López-Lezama, J. M., Contreras, J., Padilha-Feltrin, A., (2012), "Location and Contract Pricing of Distributed Generation Using a Genetic Algorithm". **International Journal of Electrical Power & Energy Systems**, C:36, S:1, s:117-126.
- McCulloch, Warren S. ve Pitts, Walter, (1943), "A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity", **The Bulletin of Mathematical Biophysics**, C:5, S:4, s:115-133.
- Neely, C., Weller, P., Dittmar, R., (1997), "Is Technical Analysis in the Foreign Exchange Market Profitable? A Genetic Programming Approach", **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, V:32, S:4, s:405-426.
- Neely, Christopher J.; Weller, Paul A., (2002), "Predicting Exchange Rate Volatility: Genetic Programming Versus GARCH and RiskMetric", **Review-Federal Reserve Bank Of SaintLouis**, V:84, S:3, s:43-53.
- Park, J.B., Kim, J.H., Lee, K.Y., (2002, July), **Generation Expansion Planning in a Competitive Environment Using a Genetic Algorithm**, In Power Engineering Society Summer Meeting, 2002 IEEE, C:3, s:1169-1172.
- TCMB, (2017), Döviz Kuru, TCMB, Ankara, [http://www.tcmb.gov.tr/kurlar/kurlar\\_tr.html](http://www.tcmb.gov.tr/kurlar/kurlar_tr.html) (01.06.2017).
- TÜİK, (2017a), İstatistiki Göstergeler, Turizm, TÜİK, Ankara, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=74&locale=tr> (21.08.2017).
- TÜİK, (2017b), İstatistiki Göstergeler, Tarım/Bitkisel Üretim İstatistikleri, TÜİK, Ankara, <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (01.07.2017).
- UTIKAD, (2007), Türkiye Uluslararası Taşımacılık ve Lojistik Sektör Raporu, Uluslararası Taşımacılık ve Lojistik Hizmet Üretenleri Derneği, Ankara, <http://www.utikad.org.tr/haberler/2007sektorraporu.pdf> (25.07.2017).
- Yardımcıoğlu, M., Kocamaz, H., Özer, Ö., (2012). Lojistik Yönetiminde Taşıma Sistemleri ve Maliyetleme Yöntemleri" II. Bölgesel Sorunlar ve Türkiye Sempozyumu, 1-2.