**YAPAY SİNİR AĞLARI YÖNTEMİ İLE OTOMOBİL SATIŞ TAHMİNİ (AN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK BASED AUTOMOBILE SALES FORECASTING)**



Ahmet Şerefoğlu

Mustafa Kemal Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Telefon: (553)5345272, e-posta:ahmet.serefoglu46@gmail.com

**ÖZET**

Talep tahmini tüketicilerin gelecekte ne kadar mal ve hizmet talep edeceklerinin değişkenler yardımıyla tahmin edilmesidir. Talep tahmin metotları sezgisel ve sayısal yöntemler olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Bu çalışmanın amacı da yeni otomobil satış miktarlarının yapay sinir ağları yöntemiyle önceden tahmin edilerek otomotiv sektörü ile ilgili bir takım politikaların belirlenmesine katkı sağlamaktır. Çalışmada Ocak-2010 ile Haziran-2014 yılları arasındaki aylık veriler kullanılmıştır. Çalışmada bağımsız değişkenler olarak gayri safi yurtiçi hasıla, reel kesim güven endeksi, yatırım harcamaları, tüketim harcamaları, tüketici güven endeksi, dolar kuru ve zaman, bağımlı değişken olarak ise satılan toplam otomobil sayısı alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler**: Talep Tahmini, Otomotiv Sektörü, Yapay Sinir Ağları

**ABSTRACT**

Sales forecasting is a method of predicting the quantity of products or services that consumers may demand in the future by utilizing variables. Sales forecasting methods can be divided in to two groups qualitative and quantiative. The objective of this study is to predict the amount of future automotive sales by using Artificial Neural Networks in order to help decision makers on their policies about the automotive industry. In this study, monthly data between January-2007 and June-2011 have been used. While the total number of automobile sold has been used as dependent variable, the gross domestic product, real sector confidence index, investment spending, consumer spending, consumer confidence index, USD Exchange rate and time have been selected as independent variables.

**Keywords*:***Forecasting, Automotive Sector, Artificial Neural Networks

# 1.GİRİŞ

Dünya’da otomotiv sektörü, gün geçtikçe gelişen ve ülke ekonomileri için önemi artan bir sektördür. Bu sektörde firmalar arası rekabet hızla yükselmekte ve buna bağlı olarak verimlilik artışı, kaynakların etkin kullanımı, idari ve teknik organizasyon gibi unsurlar büyük önem kazanmaktadır. Bu kapsamda; Ar-Ge’ye yatırım, kalite yönetimi, ana ve yan sanayi arasında işbirliğine dayanan ilişkiler, nitelikli iş gücü istihdamı, esnek üretim yöntemlerinin uygulanması ve etkin pazarlama gibi özellikler rekabette öne çıkmayı belirleyen unsurlar olmaktadır. Otomotiv sektörü ülkelerin büyümesi ve özellikle Türkiye’de mali politikalar ile paralellik göstermektedir. Küresel ekonomi beklentilerinin düzelmesi sektöre olumlu katkı yapmaktadır. Otomotiv üretimi özellikle Çin, Japonya ve ABD’de yoğunlaşmaktadır. Otomotiv sektörü sanayi; motorlu karayolu taşıtlarının imal edildiği ana sanayi ile bu ana sanayinin belirlediği teknik dokümanlara uygun parça ve sistem üreten yan sanayinin tümünü kapsayan büyük bir sanayi koludur (Türkiye Otomotiv Sektörü Strateji Belgesi ve Eylem Planı). Otomotiv sektörü sanayi dünya çapında sürekli büyüyen sektör konumundadır. Günümüzde otomotiv sektörü gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için anahtar sektör rolündedir. Güçlü bir otomotiv sektörü sanayileşmiş ülkelerin ortak özelliklerinden biri olarak göze çarpmaktadır. Otomotiv sektörünün bu kadar önemli olmasının başlıca nedeni, sektörün diğer sektörlerle yakından ilişkili olmasıdır. Bununla birlikte bu sektör yaptığı üretim ile bazı sektörlerinde verimli bir şekilde işlemesini sağlamaktadır. Türkiye’de otomotiv sektörünün 50 yıllık bir geçmişi bulunmakla birlikte, üretime 1950’lerin ortalarında sadece montajla başlayan sektör 1996 yılında AB ile Gümrük Birliği Anlaşması sonrasında artan yatırımlarla bugünkü konumuna gelmiştir. Günümüzde sektörde 15 ana firma faaliyet göstermekte ve ülke kalkınmasına önemli katkılarda bulunmaktadır. Ülkemiz dünya ülkelerine oranla hala doymamış pazar konumundadır. Yapılan araştırmalarda Türkiye’de 1000 kişi başına düşen motorlu araç sayısı 165 iken AB ortalaması 473 adet olduğunu göstermektedir. Türkiye’de kişi başına düşen milli gelir düzeyi arttıkça otomobile olan talepte artacaktır. Milli gelirdeki düzelmelerle beraber 2011 yılının ilk çeyreğinde otomobil satışları %76,60’lık bir artış göstermiştir (Otomobil Distribütörleri Derneği). Tablo 1’de yıllara göre toplam otomobil satışları verilmiştir.

Tablo 1 : Yıl İçerisinde Satılan Perakende Otomobil Satış Rakamları

|  |  |
| --- | --- |
| **Yıllar** | **Satış Miktarları** |
| 2010 | 357.465 adet |
| 2011 | 305.998 adet |
| 2012 | 369.819 adet |
| 2013 | 509.784 adet |
| 2014 | 593.519 adet |

**Kaynak : ODD, Perakende Satış Raporları (2010, 2011, 2012, 2013, 2014)**

Literatürde otomotiv sektörü üzerine yapay sinir ağları yöntemi ile yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Asilkan ve Irmak, ikinci el otomobillerin gelecekteki fiyatlarını yapay sinir ağları yöntemi ile tahmin etmişlerdir. İşeri ve Karlık, yapay sinir ağları yöntemini kullanarak otomobil fiyatlandırma modeli ortaya koymuşlardır. Önerilen modele göre istikrarlı bir piyasada otomobillerin teknik ve fiziksel özelliklerine göre fiyatlarını tahmin etmişlerdir. Wang ve arkadaşları Taiwan’da yeni otomobil satışları için talep tahmininde bulunmuşlardır. Satış tahmini yaparken etkili olan değişkenleri belirleyebilmek adına öncelikle regresyon analiz yapmışlardır. Daha sonra satış tahminlerini elde etmek için adaptif ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi (ANFIS) uygulamışlardır. Elde ettikleri sonuçları yapay sinir ağları ve ARIMA yöntemi ile karşılaştırmışlardır. ANFIS modelinin daha iyi sonuç verdiğini ortaya koymuşlardır. Alper ve Serdar, çalışmalarında 1996-1999 yılları arasında Türkiye otomobil piyasasının bir görünümünü ortaya koyarak otomobil fiyat fonksiyonu tahmin etmişler ve 2005 yılı itibariyle talep öngörüsü yapmışlardır. Çalışmalarında Panel Veri Analizini kullanmışlardır. Kolich, otomobil koltuk konfor algılarını geliştirmek adına nelere dikkat edileceğine yapay sinir ağları ile karar vermiş ve zamanın ve maliyetin azaltılması gerektiğine ulaşmıştır. Chunq ve Lee ise otomobillerde farklı sensörler olduğunu ve bunlardan bir tanesinin de hava sensörü olduğunu belirterek yapay sinir ağları ile otomobilin zehirli gazlarını algılayıcı bir program geliştirmeye çalışmışlardır.Hosoz ve Ertunç, otomobil performansını tahmin edebilmek için yapay sinir ağlarının uygulanabilirliğini çalışmış ve sonuç olarak performansta en etkili faktörün AAC olduğuna karar vermişlerdir. Rovetta ve arkadaşları otomobil içinde sürücünün güvenliği ve konforu için yeni bir sistem metodolojisi için yapay sinir ağlarını kullanmışlardır. Subelj ve arkadaşları, YSA ile bir uzman algılama sistemi oluşturularak otomobil kasko dolandırıcılığı tanıma sistemi geliştirilmesi üzerine çalışmışlar. Chen ve arkadaşları, Taiwan’da hava kirliliğinin en önemli nedeninin otomobillerin çıkardıkları gazlar olduğunu tespit ederek otomobillerin gaz emisyonlarını kontrol altına almak adına yapay sinir ağları ile bir uygulama yapmışlardır.

Bu çalışmada da yapay sinir ağları yöntemi ile otomobil satışları tahmin edilmiştir. Otomobil satışını etkileyen değişkenler gayri safi yurt içi hasıla, döviz kuru fiyatları, tüketici güven endeksi, reel kesim güven endeksi, yatırım harcamaları, tüketim harcamaları ve zaman olarak belirlenmiştir.

# 2.YAPAY SİNİR AĞLARI

Yapay sinir ağları, insan beyninin bilgi işleme tekniğinden esinlenerek geliştirilmiş bir bilgiişlem teknolojisidir. YSA ile basit biyolojik sinir sisteminin çalışma şekli simüle edilir (benzetilir). Simüle edilen sinir hücreleri nöron içerirler ve bu nöronlar çeşitli şekillerde birbirlerine bağlanarak ağı oluştururlar. Bu ağlar öğrenme, hafızaya alma ve veriler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarma kapasitesine sahiptirler. Diğer bir ifadeyle, YSA'lar, normalde bir insanın düşünme ve gözlemlemeye yönelik doğal yeteneklerini gerektiren problemlere çözüm üretmektedir. Bir insanın, düşünme ve gözlemleme yeteneklerini gerektiren problemlere yönelik çözümler üretebilmesinin temel sebebi ise insan beyninin ve dolayısıyla insanın sahip olduğu yaşayarak veya deneyerek öğrenme yeteneğidir.Yapay sinir ağları esnek ve paremetrik olmayan modelleme aracıdır. Yapay sinir ağları beynin bilişsel öğrenme sürecinin simülasyonuyla geliştirilmiş bir yöntem olarak bilinmektedir. Karmaşık problemlerde oldukça etkili olduğu görülmüştür. Tahminleme, sınıflandırma, kümeleme gibi birçok probleme çözüm bulabilmektedir. Sinir ağlarının en önemli özelliği karmaşık sistemlerin geçmiş bilgilerinden yola çıkarak örnek üzerinde öğrenme yolu ile probleme çözüm getirebilmesidir.

Yapay sinir ağları, paralel olarak bağlanmış basit elemanlardan oluşmuştur. Bu elemanlar biyolojik sinir sistemine benzeyen bir yapıdadır. Ağın fonksiyonunu bu elemanlar arasındaki büyük çaplı bağlantılar oluşturmaktadır. Elemanların birbirleriyle bağlandıkları ağırlık değerlerinin ayarlanarak belirli bir fonksiyonun gerçekleştirilmesi için ağın eğitilmesi sağlanmaktadır. Böylece belirli bir girdiye karşılık ağ bir çıktı üretilmektedir.

Yapay sinir ağları yardımıyla birçok probleme çözüm bulunabilmektedir. Her problemin çözümüne dönük farklı ağ yapıları kullanılmaktadır. Hangi problem tipine hangi ağın daha uygun olduğu karar verici tarafından belirlenir. Bu çalışmada ise Çok Katmanlı Algılayıcı Modeli (ÇKA) kullanılmıştır. Çünkü bu ağ yapısı özellikle sınıflandırma, tahminleme gibi problemlerde oldukça sık kullanılmaktadır.

ÇKA Modeli Rumelhart ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir. Bu modele hata yayma modeli veya geri yayılım modeli (back propogation network) de denilmektedir. ÇKA modelinde geriye yayılım algoritması kullanılmaktadır. Bu algoritma ara katman içeren yapay sinir ağlarında kullanılan güçlü bir öğrenme algoritmasıdır. Bu algoritma yapay sinir ağlarının karmaşık, doğrusal olmayan ve işlem parametreleri arasındaki ilişkinin öğrenebilmesinde kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Biyolojik sinir hücresini taklit ederek oluşturulan yapay sinir hücreleri bir araya gelerek 3 katman halinde yapay sinir ağını oluşturmaktadırlar (Palmer vd., 2006:782). Bu katmanlar girdi, çıktı ve ara katmanlardır. Girdi katmanı dışarıdan sağlanan bilgileri alarak ara katmana iletir. Ara katmanda işlenen bilgiler çıktı katmanına gönderilir. Çıktı katmanında girdi katmanından sunulan örnek set için üretilmesi gereken çıktıyı elde ederler. Verileri kendi içinde sınıflandırarak öğrenme sürecini kolaylaştırır. Öğrenme sürecinde doğru çıktılar elde etmek için ağ ağırlıkları ayarlanmalıdır. ÇKA ağının öğrenme kuralı en küçük kareler yöntemine dayalı Delta Öğrenme Kuralının genelleştirilmiş halidir. Bu yüzden öğrenme kuralına “Genelleştirilmiş Delta Kuralı” da denmektedir. Geri yayılım algoritmasında kullanılan “delta kuralı” na göre bir nöronun gerçek çıktı değeri ile istenilen çıktı değeri arasındaki farkı azaltmak için giriş bağlantılarını yani ağırlıkları sürekli ayarlama ve geliştirme fikrine dayalı bir kuraldır. Bu kuralda, öğrenme esnasındaki bağlantı ağırlıkları sürekli değiştirilerek, ağırlıklar için optimum değer bulunur. Bu ağ yapısında “Öğretmenli Öğrenme” yöntemi kullanılır. Öğretmenli öğrenmede hedef çıktı değerleriyle ilişkilendirilen her bir vektör, ağın öğrenmesi için ağa sunulur. Ağırlıklar, belirtilen öğrenme kuralına dayanarak düzeltilir. Şekil 2’de ÇKA modeline bir örnek verilmiştir.

Yapay sinir ağları (YSA) insan beyninin bilgi işleme tekniğinden esinlenerek geliştirilmiş bir bilgi işlem teklonojisidir. YSA ile basit biyolojik sinir sisteminin çalışma şekli simüle edilir.

**2.1.1. Biyolojik Sinir Hücresi**

İnsan beyni 10 milyar civarındaki sinir hücresinden oluşur. Sinir hücreleri nöronları içerir. Bu nöronlar çeşitli şekillerde birbirlerine bağlanarak ağı oluştururlar. Bu ağlar öğrenme, hafızaya alma ve veriler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarma kapasitesine sahiptirler. Diğer bir ifadeyle YSA’lar, normalde bir insanın düşünme ve gözlemlemeye yönelik doğal yeteneklerini gerektiren problemlere çözüm üretmektedir. Nöronlar soma adı verilen bir hücre gövdesi, dendrit ve akson adları verilen liflerden oluşur.

Dendritler, sinir hücresine diğer sinir hücrelerinden gelen elektriksel darbeleri toplarlar. Aksonlar ise sinir hücresinin ürettiği elektriksel darbeyi diğer hücrelere iletmekle görevlilerdir. Aksonların bitimi her biri başka bir sinir hücresine bağlanan ince yollara ayrılabilir. Aksonlar ile dendritlerin bağlantı kurmalarına aracılık eden elemana ise sinaps adı verilir. Dendritler vasıtasıyla diğer sinir hücrelerinden gelen elektriksel darbeler toplanır ve hücrenin içi ile dışı arasındaki potansiyel fark belli bir eşik değerin üzerine çıktığında bir elektrik darbesi üretilerek bu darbe aksonlar vasıtasıyla diğer hücrelere iletilir.



**Şekil 1. Sinir hücresinin yapısı**

**2.1.2. Sinir Hücresinden Yapay Sinir Ağına Geçiş**

Biyolojik Sinir Sistemi Yapay Sinir Sistemi

Nöron => İşlemci eleman

Dentrit => Toplama fonksiyonu

Hücre gövdesi => Transfer fonksiyonu

Aksonlar => Yapay nöron çıkışı

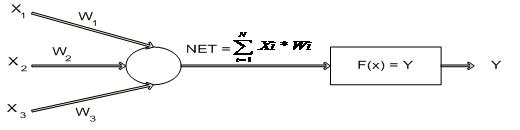
Sinapslar => Ağırlıklar

YSA’lar ağırlıklandırılmış şekilde birbirlerine bağlanmış birçok işlem biriminden (nöronlar) oluşan matematiksel sistemlerdir. Bir işlem birimi, diğer nöronlardan sinyalleri alır; bunları birleştirir, dönüştürür ve sayısal bir sonuç ortaya çıkartır. Genelde işlem birimleri kabaca gerçek nöronlara karşılık gelirler ve bir ağ içinde birbirlerine bağlanırlar; bu yapıda sinir ağlarını oluşturmaktadır.

YSA yapay sinir hücrelerinin birbirleri ile çeşitli şekillerde bağlanmasından oluşur ve genellikle katmanlar şeklinde düzenlenir. Beynin bilgi işleme yöntemine uygun olarak tasarlanan YSA, bir öğrenme sürecinden sonra bilgiyi toplama, hücreler arasındaki bağlantı ağırlıkları ile bu bilgiyi saklama ve genelleme yeteneğine sahip paralel dağılmış bir işlemcidir. Öğrenme süreci, istenen amaca ulaşmak için YSA ağırlıklarının yenilenmesini sağlayan öğrenme algoritmalarını ihtiva eder..

**2.1.3. Yapay Sinir Hücresinin Yapısı**

Temel amacı ağın beklenilen çıktısı ile ürettiği çıktı arasındaki hatayı aza indirmektir. Bunu hatayı ağa yayarak gerçekleştirdiği için bu ağa hata yayma ağı denmektedir.



**Şekil 2. Yapay sinir hücresi modeli**

Bir yapay sinir hücresi beş bölümden oluşmaktadır.

* Girdiler
* Ağırlıklar
* Toplama fonksiyonu
* Aktivasyon fonksiyonu
* Çıktılar

**Girdiler**

Girdiler nöronlara gelen verilerdir. Girdiler yapay sinir hücresine bir diğer hücreden gelebileceği gibi direk olarak dış dünyadan da gelebilir. Bu girdilerden gelen veriler biyolojik sinir hücrelerinde olduğu gibi toplanmak üzere nöron çekirdeğine gönderilir.

**Ağırlıklar**

Yapay sinir hücresine gelen bilgiler girdiler üzerinden çekirdeğe ulaşmadan önce geldikleri bağlantıların ağırlığıyla çarpılarak çekirdeğe iletilir. Bu sayede girdilerin üretilecek çıktı üzerindeki etkisi ayarlanabilinmektedir. Bu ağırlıkların değerleri pozitif, negatif veya sıfır olabilir. Ağırlığı sıfır olan girdilerin çıktı üzerinde herhangi bir etkisi olmamaktadır.

**Toplama Fonksiyonu**

Birleştirme fonksiyonu bir yapay sinir hücresine ağırlıklarla çarpılarak gelen girdileri toplayarak o hücrenin net girdisini hesaplayan bir fonksiyondur.

(1)

**Aktivasyon Fonksiyonu**

Birleştirme (toplama ) fonksiyonundan çıkan NET toplam hücrenin çıktısını oluşturmak üzere aktivasyon fonksiyonuna iletilir. Aktivasyon fonksiyonu genellikle doğrusal olmayan bir fonksiyon seçilir. Yapay sinir ağlarının bir özelliği olan “doğrusal olmama” aktivasyon fonksiyonlarının doğrusal olmama özelliğinden gelmektedir. Aktivasyon fonksiyonu seçilirken dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta ise fonksiyonun türevinin kolay hesaplanabilir olmasıdır. Geri beslemeli ağlarda aktivasyon fonksiyonunun türevi de kullanıldığı için hesaplamanın yavaşlamaması için türevi kolay hesaplanır bir fonksiyon seçilir. Aktivasyon fonksiyonları şunlardır: Doğrusal aktivasyon fonksiyonu, adım aktivasyon fonksiyonu, sigmoid aktivasyon fonksiyonu ve tanjant hiperbolik aktivasyon fonksiyonu. Bu projede sigmoid aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır.

* **Sigmoid Aktivasyon Fonksiyonu**

Sigmoid aktivasyon fonksiyonu sürekli ve türevi alınabilir bir fonksiyondur. Doğrusal olmayışı dolayısıyla yapay sinir ağı uygulamalarında en sık kullanılan fonksiyondur. Bu fonksiyon girdi değerlerinin her biri için sıfır ile bir arasında bir değer üretir. Sigmoid fonksiyonunun matematiksel ifadesi :

F(x)= 1/[(1+e)^(-x)](2)

**Çıktılar**

Aktivasyon fonksiyonundan çıkan değer nöronun çıktı değeri olmaktadır. Bu değer ister yapay sinir ağının çıktısı olarak dış dünyaya verilir ister tekrardan ağın içinde kullanılabilir. Çıktı değerinden yola çıkarak hata oranı hesaplanır böylece ağın eğitiminin ne derecede gerçekleştiği görülmüş olunur. Hata beklenen değerden çıkan sonucun arasındaki farka bakılarak görülür. Formül şu şekildedir:

(3)

Beklenendeğer: 1 veya 0 değerleridir.

Hata oranı hesaplandıktan sonra geriye doğru hesaplama yöntemi kullanarak ara katman ile çıktı katmanı arasındaki ağırlıkların değişim miktarını hesaplayacağız. Geri yayılım formülü aşağıdaki gibidir:

=F(x)(1-F(x))\* (4)

**2.1.4. Yapay Sinir Ağının Yapısı**

**Giriş Katmanı:** Yapay sinir ağlarına dış dünyadan girdilerin geldiği katmandır. Bu katmanda dış dünyadan gelecek giriş sayısı kadar hücrenin bulunmasına rağmen genelde girdiler herhangi bir işleme uğramadan alt katmana iletilir.

**Ara (Gizli) Katmanlar:** Giriş katmanından çıkan bilgiler bu katmana gelir. Ara katman sayısı ağdan ağa değişebilir. Ara katmanlardaki nöron sayıları giriş ve çıkış sayısından bağımsızdır. Ara katmanların ve bu katmanlardaki nöronların sayısının artması hesaplama karmaşıklığını ve süresini arttırmasına rağmen yapay sinir ağının daha karmaşık problemlerinin çözümünde de kullanabilmesini sağlar.

**Çıkış Katmanı**: Ara katmanlardan gelen bilgileri işleyerek ağın çıktılarını üreten katmandır. Bu katmanda üretilen çıktılar dış dünyaya gönderilir. Geri beslemeli ağlarda bu katmanda üretilen çıktı kullanılarak ağın yeni ağırlık değerleri hesaplanır.



**Şekil 3. Yapay sinir ağının yapısı**

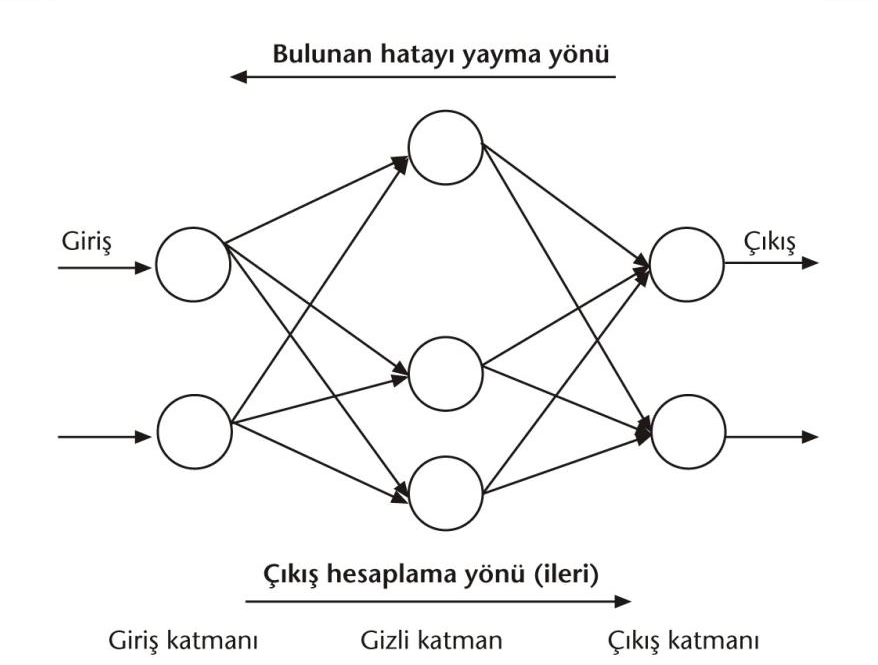
**2.1.5. YSA Tipleri**

**İleri beslemeli yapay sinir ağları:** İleri beslemeli yapay sinir ağlarında hücreler katmanlar şeklinde düzenlenir ve bir katmandaki hücrelerin çıkışları bir sonraki katmana ağırlıklar üzerinden giriş olarak verilir. Giriş katmanı dış ortamlardan aldığı bilgileri hiçbir değişikliğe uğratmadan orta (gizli) katmandaki hücrelere iletir. Bilgi orta ve çıkış katmanında işlenerek ağ çıkışı belirlenir. Bu yapısı ile ileri beslemeli ağlar doğrusal olmayan statik bir işlevi gerçekleştirir.



**Şekil 4. İleri beslemeli yapay sinir ağı modeli**

**Geri beslemeli yapay sinir ağları:** Geri beslemeli YSA’da en az bir hücrenin çıkışı kendisine ya da diğer hücrelere giriş olarak verilir ve genellikle geri beslemeli bir geciktirme elemanı üzerinden yapılır. Geri besleme, bir katmandaki hücreler arasında olduğu gibi katmanlar arasındaki hücreler arasında da olabilir. Bu yapısı ile geri beslemeli YSA, doğrusal olmayan dinamik bir davranış gösterir.



**Şekil 5. Geri beslemeli yapay sinir ağı modeli**

**Çok katmanlı yapay sinir ağları:** Perceptron bir sinir hücresinin birden fazla girdiyi alarak bir çıktı üretmesi prensibine dayanır. Perceptron doğrusal bir fonksiyonla iki parçaya bölünebilen problemlerde kullanılır. Bu problemlere AND, OR, NOT örnek verilebilir

Geriye hata akışı

Çıktı

Gizli katman

İleri aktivasyon akışı

Girdi

katmanı

Girdi 1

Girdi 2

Girdi N

…..

…..

Çıktı Katmanı

Şekil 6. Çok Katmanlı Algılayıcı Modeli

# 4.OTOMOBİL SATIŞ TAHMİNİ ÜZERİNE UYGULAMA

Bu çalışmada, 2011 yılından 2014 yılına kadar olan yeni otomobil satışına ilişkin aylık veriler dikkate alınarak Türkiye’deki toplam yeni otomobil satış rakamları tahmin edilmiştir. Bağımsız değişkenler için kullanılacak veriler Merkez Bankası’nın web sitesinden (www.tcmb.gov.tr), bağımlı değişken için kullanılacak veriler ise Otomobil Distribütörleri Derneğinden (www.odd.org.tr) alınmıştır. Analizlerde kullanılan değişkenler, sembolleri ile birlikte aşağıda verilmiştir.

GSYH: Gayri safi yurt içi hasıla

RKGE: Reel kesim güven endeksi

YH: Yatırım harcamaları

TH: Tüketim harcamaları

TGE: Tüketici güven endeksi

$: Dolar

Z: Zaman

OS: Satılan toplam otomobil sayısı

Bu çalışmada, gayri safi yurt içi hasıla (GSYH), reel kesim güven endeksi (RKGE), yatırım harcamaları (YH), tüketim harcamaları (TH), tüketici güven endeksi (TGE), dolar ($) ve (Z) bağımsız değişkenler ve satılan toplam otomobil sayısı (OS) bağımlı değişken olarak alınmıştır. Bu bağlamda her değişken için 54 adet aylık veri bulunmaktadır. Yapay sinir ağları, istatistiksel yöntemlerin aksine veri seti üzerinde herhangi bir ön varsayıma gerek duymaz. Buna rağmen bu çalışmada öncelikle Durwin-Watson test istatistiğine bakılarak hata terimlerinin otokokorele olup olmadığı araştırılmıştır. Durwin-Watson test istatistiği 2,428 olarak bulunmuştur. Bu değerin 1,5-2,5 arasında olması veriler arasında otokorelasyonun bulunmadığının yani hata terimlerinin rassal olduğunu göstermektedir. Böylece yapılan tahminin güvenilir bir tahmin olduğu söylenilebilir. Çalışmada kullanılan veriler Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2:** **Çalışmada Kullanılan Veriler**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ZAMAN** | **TGE** | **GSYH** | **RKGE** | **YH** | **$** | **TH** | **OS** |
| 01.01.2010 | 114,46 | 62650,232 | 116,3 | 122,8 | 141,98 | 46,447802 | 13186 |
| 01.02.2010 | 116,23 | 62650,232 | 116,31 | 124,8 | 139,025 | 46,447802 | 17212 |
| 01.03.2010 | 116,21 | 62650,232 | 116,32 | 124,5 | 140,287 | 46,447802 | 24336 |
| 01.04.2010 | 116,41 | 67759,901 | 116,33 | 128 | 135,528 | 48,616873 | 25204 |
| 01.05.2010 | 114,42 | 67759,901 | 116,34 | 121,9 | 133,186 | 48,616873 | 29067 |
| 01.06.2010 | 113,09 | 67759,901 | 116,35 | 115,9 | 131,52 | 48,616873 | 30126 |
| 01.07.2010 | 112,97 | 77418,855 | 116,36 | 110,8 | 127,597 | 53,115503 | 28246 |
| 01.08.2010 | 112,96 | 77418,855 | 116,37 | 128,4 | 130,828 | 53,115503 | 28469 |
| 01.09.2010 | 113,87 | 77418,855 | 116,38 | 106,3 | 126,131 | 53,115503 | 27662 |
| 01.10.2010 | 111,51 | 73230,485 | 116,39 | 107,1 | 119,659 | 52,23269 | 32569 |
| 01.11.2010 | 110,63 | 73230,485 | 116,4 | 103 | 118,475 | 52,23269 | 39643 |
| 01.12.2010 | 108,89 | 73230,485 | 116,41 | 107,3 | 117,298 | 52,23269 | 61745 |
| 01.01.2011 | 110,35 | 71868,551 | 116,42 | 107,7 | 117,044 | 53,027017 | 18588 |
| 01.02.2011 | 110,77 | 71868,551 | 116,43 | 102 | 118,817 | 53,027017 | 21196 |
| 01.03.2011 | 110,02 | 71868,551 | 116,44 | 103,9 | 123,238 | 53,027017 | 34147 |
| 01.04.2011 | 111,81 | 79787,811 | 116,45 | 100,5 | 129,671 | 55,702588 | 30313 |
| 01.05.20011 | 112,4 | 79787,811 | 116,46 | 101,6 | 124,7 | 55,702588 | 31477 |
| 01.06.2011 | 112,72 | 79787,811 | 116,47 | 99,7 | 122,78 | 55,702588 | 28724 |
| 01.07.2011 | 109,28 | 87464,057 | 116,48 | 98,6 | 120,995 | 57,816312 | 25530 |
| 01.08.2011 | 108,93 | 87464,057 | 116,49 | 90,1 | 117,267 | 57,816312 | 26102 |
| 01.09.2011 | 108,66 | 87464,057 | 116,5 | 90,5 | 122,964 | 57,816312 | 27053 |
| 01.10.2011 | 108,01 | 77724,331 | 116,51 | 77,4 | 147,327 | 54,721833 | 19788 |
| 01.11.20011 | 107,53 | 77724,331 | 116,52 | 55,3 | 158,785 | 54,721833 | 17201 |
| 01.12.2011 | 106,19 | 77724,331 | 116,53 | 50,1 | 153,881 | 54,721833 | 25879 |
| 01.01.2012 | 109,32 | 69308,663 | 116,54 | 52,4 | 158,905 | 51,466374 | 13173 |
| 01.02.2012 | 111,74 | 69308,663 | 116,55 | 60 | 165,236 | 51,466374 | 14492 |
| 01.03.2012 | 104,82 | 69308,663 | 116,56 | 47,3 | 170,454 | 51,466374 | 40622 |
| 01.04.2012 | 99,75 | 76190,633 | 116,57 | 52,9 | 160,415 | 55,861355 | 36202 |
| 01.05.2012 | 100,9 | 76190,633 | 116,58 | 66,5 | 155,176 | 55,861355 | 44188 |
| 01.06.2012 | 104,82 | 76190,633 | 116,59 | 66 | 153,978 | 55,861355 | 41019 |
| 01.07.2012 | 107,37 | 87236,816 | 116,6 | 70,4 | 151,369 | 59,462952 | 16637 |
| 01.08.2012 | 107,99 | 87236,816 | 116,61 | 73,6 | 147,922 | 59,462952 | 22537 |
| 01.09.2012 | 108,13 | 87236,816 | 116,62 | 70,5 | 148,523 | 59,462952 | 52162 |
| 01.10.2012 | 113,7 | 84783,413 | 116,63 | 84 | 146,214 | 60,132099 | 13828 |
| 01.11.2012 | 115,19 | 84783,413 | 116,64 | 98,9 | 148,002 | 60,132099 | 17781 |
| 01.12.2012 | 113,19 | 84783,413 | 116,65 | 88,5 | 149,951 | 60,132099 | 57178 |
| 01.01.2013 | 115,11 | 80626,879 | 116,66 | 111,9 | 146,632 | 60,90184 | 12594 |
| 01.02.2013 | 115,06 | 80626,879 | 116,67 | 101,6 | 150,556 | 60,90184 | 20651 |
| 01.03.2013 | 115,63 | 80626,879 | 116,68 | 113,9 | 152,831 | 60,90184 | 33958 |
| 01.04.2013 | 115,92 | 89048,021 | 116,69 | 113,2 | 148,787 | 63,486165 | 36549 |
| 01.05.2013 | 116,2 | 89048,021 | 116,7 | 110,2 | 153,481 | 63,486165 | 40467 |
| 01.06.2013 | 115,53 | 89048,021 | 116,71 | 111,7 | 157,029 | 63,486165 | 42086 |
| 01.07.2013 | 115,86 | 99061,317 | 116,72 | 108,8 | 153,631 | 67,604651 | 41399 |
| 01.08.2013 | 115,5 | 99061,317 | 116,73 | 114,2 | 150,163 | 67,604651 | 42222 |
| 01.09.2013 | 114,82 | 99061,317 | 116,74 | 115,8 | 148,892 | 67,604651 | 42477 |
| 01.10.2013 | 115,23 | 99180,382 | 116,75 | 115,6 | 141,846 | 70,43053 | 47859 |
| 01.11.2013 | 114,34 | 99180,382 | 116,76 | 116,1 | 142,953 | 70,43053 | 50061 |
| 01.12.2013 | 112,91 | 99180,382 | 116,77 | 117,1 | 151,315 | 70,43053 | 99461 |
| 01.01.2014 | 114,6 | 96130,005 | 116,78 | 111,3 | 155,373 | 72,900307 | 47658 |
| 01.02.2014 | 114,84 | 96130,005 | 116,79 | 118,4 | 158,258 | 72,900307 | 62348 |
| 01.03.2014 | 114,99 | 96130,005 | 116,8 | 109,4 | 157,42 | 72,900307 | 8333 |
| 01.04.2014 | 115,66 | 79787,811 | 116,81 | 112,3 | 144,672 | 75,203149 | 82071 |
| 01.05.2014 | 115,96 | 79787,811 | 116,82 | 111,6 | 156,415 | 75,203149 | 85093 |
| 01.06.2014 | 116,75 | 79787,811 | 116,83 | 124 | 159,401 | 75,203149 | 85863 |
| 01.07.2014 | 116,85 | 80152,365 | 116,84 | 121,4 | 160,523 | 76,400216 | 65364 |
| 01.08.2014 | 116,45 | 80152,365 | 116,85 | 122,3 | 161,285 | 76,400216 | 61378 |
| 01.09.2014 | 117,32 | 80152,365 | 116,86 | 122,9 | 162,956 | 76,400216 | 63643 |
| 01.10.2014 | 117,49 | 84296,787 | 116,87 | 123,8 | 163,321 | 77,524223 | 72640 |
| 01.11.2014 | 117,56 | 84296,787 | 116,88 | 121,3 | 164,250 | 77,524223 | 67195 |
| 01.12.2014 | 117,97 | 84296,787 | 116,89 | 122,7 | 165,476 | 77,524223 | 134281 |

Çalışmada toplam 7 bağımsız deşişken (GSYH, RKGE, YH, TH, TGE, $, Z) ve 1 bağımlı değişken (OS) bulunmaktadır. Bağımlı değişkenin tahmininde kullanılacak zaman değişkeninin dışında diğer bağımsız değişkenlerin gelecekteki değerleri bilinmemektedir. Bu sebeple öncelikle bu bağımsız değişkenlerin değerlerinin tahmin edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla zaman değişkeni dışındaki tüm bağımsız değişenler ayrı ayrı olmak üzere zaman değişkeni bağımsız değişken her bağımsız değişken ise bağımlı değişken olarak düşünülüp yapay sinir ağları yöntemi ile tahmin edilmiştir. Tüm bağımsız değişkenlerin tahmini yapıldıktan sonra asıl tahmin edilmesi gereken bağımlı değişken satılan toplam otomobil sayısının (OS) tahmini yapılmıştır. Dolayısıyla her bağımsız değişkenin zamana bağlı tahmini yapılırken veri grubu %80’i öğrenme, %20’si test verisi şeklinde rassal olarak gruplandırılmış ve beş farklı veri seti oluşturulmuştur.

Çözüm için MATLAB paket programı kullanılmıştır. Veriler Matlab programına girilirken normalizasyona tabi tutulmuştur. Kurulan yapay sinir ağının eğitimi için 1000 iterasyon gerçekleştirilmiştir.

Bu açıklamalar doğrultusunda Tablo 3’te her bağımsız değişkenin tahmininde kullanılan en iyi katman ve nöron sayılarının yer aldığı ağ yapıları verilmiştir.

Tablo 3: Çalışmada Kullanılan Değişkenlerin Tahminlerinde Kullanılan En İyi Ağ Yapıları

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **DEĞİŞKENLER** | **Girdi Katmanındaki Nöron Sayısı** | **Ara Katman Sayısı** | **Ara Katmanlardaki Nöron Sayıları** | **Çıktı Katmanındaki Nöron Sayısı** |
| **GSYH** | 1 | 2 | 4-6 | 1 |
| **$** | 1 | 2 | 6-5 | 1 |
| **TH** | 1 | 2 | 3-4 | 1 |
| **YH** | 1 | 1 | 3 | 1 |
| **RKGE** | 1 | 1 | 3 | 1 |
| **TFE** | 1 | 1 | 11 | 1 |
| **OS** | 7 | 2 | 4-3 | 1 |

Bu ağ yapılarına karar verilirken tahmin performans ölçümlerine bakılmıştır. Tahmin performans ölçümleri için literatürde en çok 1 numaralı formül RMSE (Hata Kareleri Ortalamasının Karekökü), 2 numaralı formül MAPE (Mutlak Hata Oranları Ortalaması) ve 3 numaralı formül MSE (Hata Kareleri Ortalaması) değerlerine bakılmaktadır. Oluşturulan ağlar değerlendirilirken tahmin performans ölçümleri küçük olan ağ tercih edilmiştir. Ölçümlerin istatistiksel ifadesi aşağıda verilmiştir. Böylece en iyi performans gösteren ağ yardımıyla değişkenlerin ileriye yönelik tahmin değerleri elde edilmiştir. Bu ölçümlere göre Witt ve Witt (2000) MAPE değerleri %10’un altında olan tahmin modellerini “yüksek doğruluk” derecesine sahip, %10 ile %20 arasında olan modelleri ise “doğru tahminler” olarak sınıflandırmıştır. Benzer şekilde Lewis (2002), MAPE değerleri %10’un altında olan modelleri “çok iyi”, %10 ile %20 arasında olan modelleri “iyi”, %20 ile %50 arasında olan modelleri “kabul edilebilir” ve %50’nin altında olan modelleri ise “yanlış ve hatalı” olarak sınıflandırmıştır.

 (5)

 (6)

 (7)

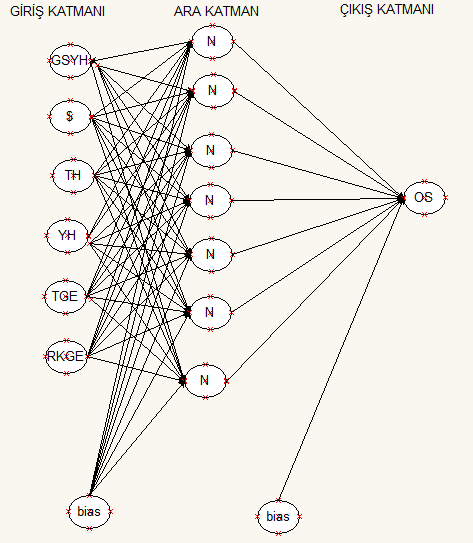
Burada;

= Gerçek gözlem değerleri,

 = Tahmin edilen değerleri,

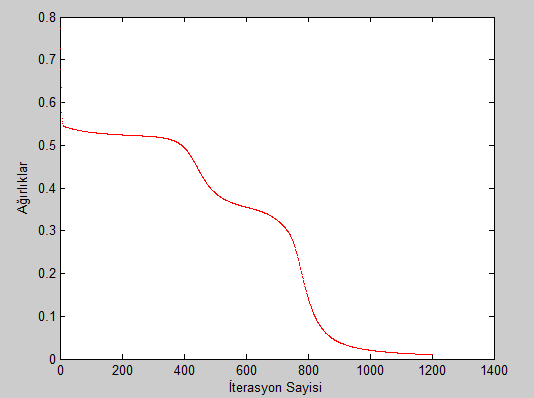
T = Tahmin sayısıdır.

Bu çalışmada temel hedef olan bağımlı değişkenin (OS) tahmini veren ağın 4 katmanı bulunmaktadır. Birinci katman yani girdi katmanında 7 nöron (7 bağımsız değişken, GSYH, RKGE, YH, TH, TGE, $) , ara katmanda 7nöron almaktadır. Son çıkış katmanında ise 1 nöron (1 bağımlı değişken, OS) bulunmaktadır. Şekil 7’de bağımlı değişkenin (OS) tahmininde kullanılan ağ yapısı görülmektedir.



**Şekil 7. Bağımlı Değişkenin (AS) Tahmininde Kullanılan Ağ Yapısı**

Bağımlı değişkenin (OS) tahmininde kullanılan en iyi ağın belirlenmesinde tahmin performans ölçümlerine bakılmıştı. Belirlenen en iyi ağ yapısına göre bu ölçümlerin değerleri MSE=0,00003272, RMSE=0,00572, MAPE=0,1682 olarak bulunmuştur. Witt ve Witt (2000) MAPE değerleri %10 ile %20 arasında olan modelleri ise “doğru tahminler” olarak sınıflandırmıştı. Bu çalışmada MAPE değeri %16,82 olarak hesaplandığı için tahmin “doğru tahminler” sınıfına girmektedir. Tablo 4’de ise Temmuz 2011’den Haziran 2012’ye kadar tahmin edilen aylık otomobil satış rakamları görülmektedir.

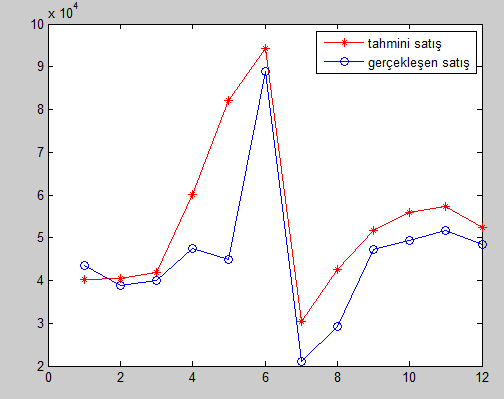
****

Şekil 8. Öğrenme Grafiği

Tablo 4: Tahmini ve Gerçekleşen Aylık Otomobil Satış Rakamları

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Zaman** | **Tahmini Satış Rakamları** | **Gerçekleşen Satış Rakamları** |
| 01.07.2014 | 40.329 | 43.518 |
| 01.08.2014 | 40.569 | 38.875 |
| 01.09.2014 | 41.798 | 39.964 |
| 01.10.2014 | 60.120 | 47.508 |
| 01.11.2014 | 82.038 | 44.951 |
| 01.12.2014 | 94.306 | 88.957 |
| 01.01.2014 | 30.460 | 21.077 |
| 01.02.2014 | 42.678 | 29.189 |
| 01.03.2014 | 51.629 | 47.270 |
| 01.04.2014 | 55.892 | 49.458 |
| 01.05.2014 | 57.329 | 51.785 |
| 01.06.2014 | 52.292 | 48.482 |

Tablo 4 ve Şekil 4 incelendiğinde Temmuz 2011, Ağustos 2011, Eylül 2011, Aralık 2011, Ocak 2012, Şubat 2012 ve Mart 2012 aylarının gerçeğe yakın olduğu görülmektedir. Ancak Ekim 2011 ve Kasım 2011 aylarında ise sapma görülmektedir.



Şekil 9. 2014 Yılı İçin Yapay Sinir Ağları Yöntemi İle Bulunan Tahmini Değerleri Karşılaştıran Grafik

Çalışmada 2006, 2007, 2008 ve 2009 yılları dikkate alınmamıştı. Ancak bu yıllar ve daha sonraki yıllarda Ekim, Kasım ve Aralık aylarındaki otomobil satış rakamları Tablo 5’te görülmektedir.

Tablo 5: 2006-2014 Yıllarında Ekim, Kasım ve Aralık Aylarında Gerçekleşen Otomobil Satış Rakamları

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **2006-OS** | **2007-OS** | **2008-OS** | **2009-OS** | **2010-OS** | **2011-OS** | **2012-OS** | **2013-OS** | **2014-OS** |
| **EKİM** | 30623 | 34305 | 34957 | 21237 | 27662 | 27053 | 52162 | 47859 | 39.964 |
| **KASIM** | 25859 | 30548 | 37747 | 30477 | 32569 | 19788 | 13828 | 50061 | 47.508 |
| **ARALIK** | 51602 | 50183 | 65439 | 46351 | 39643 | 17201 | 17781 | 99461 | 44.951 |

Tablo 5 incelendiğinde 2008 ve 2009 yılları dışında diğer yıllarda Ekim ayından sonraki Kasım ve Aralık aylarında genellikle talep artışları görülmektedir. 2008 ve 2009 yıllarında ise Ekim ayına göre Kasım ve Aralık ayında ciddi düşüşler yaşanmaktadır. Bunun nedeni ise 2007 yılında Amerika’da başlayıp 2008 yılında Avrupa’ya yayılan ekonomik kriz gösterilebilir. Türkiye 2006 yılında yüzde 9,4 büyüme, 2007’de yüzde 8,4, 2008’de yüzde 6,9 ve 2009’da da yüzde 4,7 büyüme gösteren ülke ekonomisi küresel krizin etkisinin hissedilmeye başlandığı 2009’un son çeyreğinde bozulmaya başlamış ve yıl toplamında yüzde 0,7’de kalmıştır. 2010 yılında ekonomideki toplam daralma yüzde 4,7 olmuştur. Yine Tablo 5’e bakıldığında genel itibariyle otomobil satışları özellikle Aralık ayında önceki aylar arasındaki artışa göre daha yüksek oranda artışlar göstermektedir. Bunun nedeni olarak da otomobil firmalarının yeni yıla girileceğinden dolayı ellerindeki otomobil stoklarını eritmek için müşteriye cazip gelebilecek kampanyalar düzenliyor olmaları ve müşterilerin de bu kampanyaları beklemeleri gösterilebilir.

# 5.SONUÇ

Bu çalışmada Yapay Sinir Ağları yöntemi kullanılarak Türkiye’de yeni otomobil satış rakamları tahmin edilmiştir. Çalışmada Ocak-2007 ile Haziran-2011 yılları arasındaki aylık veriler dikkate alınmıştır. Çalışmada otomobil satışını etkileyen değişkenler gayri safi yurtiçi hasıla, reel kesim güven endeksi, tüketici güven endeksi, yatırım harcamaları, tüketim harcamaları, tüketici fiyat endeksi araç alım satımı, dolar ve zaman olarak belirlenmiştir. Çalışmada MAPE değeri %16,82 çıktığından yapılan tahmin “doğru tahminler” sınıfına girmektedir. Yapılan tahminler gerçek değerlerle karşılaştırıldığında genelde tahmin edilen ve gerçekleşen değerlerin birbirlerine yakın olduğu görülmektedir. Ancak Ekim ve Kasım aylarında tahmin ile gerçekleşen değerler arasında farkın fazla olduğu görülmektedir. Bunun nedeni de kış aylarına girilmesi ve müşterilerin firmaların Aralık ayında yapacakları kampanyaları beklemeleri şeklinde açıklanabilir. Gerçekten de yılsonunda Aralık ayında firmalar çok cazip kampanyalar düzenlemekte ve satışlar artmaktadır.

Gelecekteki araştırmalarda daha farklı sayıda ve türde değişkenler kullanılarak otomobil satış rakamları tahmin edilebilir. Örneğin; otomobil satış fiyatlarından, vergi oranlarından, otomobil segmentlerinden, benzin fiyatlarından, mevsimsel değişikliklerden yararlanılarak farklı çalışmalar yapılabilir.

Bu çalışma otomotiv sektörü yöneticileri için ileriye yönelik karar alma ve planlama çalışmalarında yardımcı birer kaynak olarak kullanabilirler.

**KAYNAKÇA**

1. Alper, E., & Mumcu, A. S. (2000). *Türkiye’de Otomobil Talebinin Tahmini*, Boğaziçi Üniversitesi, Ekonomi Bölümü, Ekonomi ve Ekonometri Merkezi, İstanbul.
2. Asilkan, Ö., & Sezgin, I., (2009). İkinci El Otomobillerin Gelecekteki Fiyatlarının Yapay Sinir Ağları ile Tahmin Edilmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi,* 14(2),.375-391.
3. Chen, H. W., Yang, H. H., & Wang, Y. S. (2009). Automobile Gross Emitter Screening with Remote Sensing Data Using Objetive-Oriented Neural Network, *Science of Total Environment*, 407, 5811-5817.
4. Cho, V. (2003). A Comparison of Three Different Approaches to Tourist Arrival Forecasting, *Tourism Management*, 24: 323-330.
5. Chunq, Y. W., & Lee, S. C. (2008). A Selective AQS System With Artificial Neural Network in Automobile, *Sensor and Actuators*, 130, 258-263.
6. Çuhadar, M., & Kayacan, C. (2005). Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Konaklama İşletmelerinde Doluluk Oranı Tahmini: Türkiye’deki Konaklama İşletmeleri Üzerine Bir Deneme, *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi,* Cilt 16 Sayı 1, 24-30.
7. De Lurgio, A. S. (1998). *Forecasting Principles and Applications*, Irwin McGraw-Hill:Singapore.
8. Dikmen, I. (2006). *Otomotiv**Sektörü ve Rekabet Değerlendirme.* Erişim Tarihi: 10.12.2011, http://www.kalder.org.tr/genel/15kongre/sunumlar/isik\_dikmen.doc
9. Efendigil, T., Önüt, S., & Kahraman, C. (2009). A decision support system for demand forecasting with artificial neural networks and neuro-fuzzy models: A comparative analysis, *Expert Systems with Applications* ,36, 6697–6707.
10. Hamid, S., A. & Iqbal Z. (2004). Using Neural Networks for Forecasting Volatility of S&P 500 Index Futures Prices, *Journal of Business Research,* 57: 1116-1125.
11. Hamzaçebi, C., & Kutay, F. (2004). Yapay Sinir Ağları İle Türkiye Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2010 Yılına Kadar Tahmini, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi,* 19(3), 227-233.
12. Hosoz, M., & Ertunç H.M. (2006). Artificial Neural Network Analysis of An Automobile Air Conditioning System*, Energy Conversion and Management,* 47, 1574-1587.
13. http://www.cnnturk.com/2010/ekonomi/03/31/iste.son.10.yilin.buyume.rakamlari/570273.0/index.html, Erişim Tarihi: 26.05.2012.
14. İşeri, A., & Karlık, B. (2009). An Artificial Neural Network Approach on Automobile Pricing, *Expert Systems with Applications,* 36, 2155-2160.
15. Karbuz, F., Silahçı, & Çalışkan, E., *Otomotiv Sektör Raporu*,İstanbul Ticaret Odası Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Şubesi. Erişim Tarihi: 10.12.2011, http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-69.pdf,
16. Kartalopoulos, S. V. (1996). *Understanding Neural Network and Fuzzy Logic,* IEEE Press, Newyork.
17. Kaynar, O., & Taştan, S. (2009). Zaman Serileri Tahmininde Arıma-Mlp Melez Modeli, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23 (3), 141-149.
18. Kolich, M. (2003). “Predicting Automobile Seat Comfort Using A Neural Netwrok, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Volume 33, Issue 4, 285-293.
19. Küçükdeniz, T., Erişim Tarihi: 10.03.2012, http://www.istanbul.edu.tr/muh/endustri/lojistik/wp- content/uploads/TalepTahminYontemleri.pdf
20. Merkez Bankası, Erişim Tarihi: 11.02.2012, www. tcmb.gov.tr
21. Otomobil Distribütörleri Derneği,*Pazar Değerlendirme* (2011). Erişim Tarihi: 10.12.2011, www.odd.org.tr
22. Otomobil Distribütörleri Derneği, *Perakende Satış Raporları*, Erişim Tarihi: 10.12.2011, www.odd.org.tr
23. Öztemel, E. (2003). *Yapay Sinir Ağları*, Papatya Yayınları, İstanbul.
24. Palmer, A., Montano, J. J., & Sese, A. (2006). Designing an Artificial Neural Network for Forecasting Tourism Time Series, *Tourism Management*, 27, 781-790.
25. Rovetta, A., Zocchi, C, Giusti, Alessandro, Adami, A., & Scramellını F. (2007). Methodology of Evaluating Safety in Automobiles Using Intelligent Sensor Architecture and Neural Networks, *Sensor and Actuators* , A134, 622-630.
26. Smith, K., & Grupta, J. N.D. (2000). Neural Networks in Business: Techniques and Applications for the Operations Researcher, *Computers & Operations Research,*27, 1023-1044.
27. Subelj, Lovro, Furlan, Stefan, & Bajec, Makro (2011) An Expert System for Detecting Automobile Insurence Fraud Using Social Network Analysis, *Expert Systems with Applications,* 38, 1039-1052.
28. Şen, Z. (2004). *Yapay Sinir Ağları İlkeleri,* Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
29. Tang, T. C., & Chi, L. C. (2005). Neural Networks Analysis in Business Failure Prediction of Chinese Importers: A Between-Countries Approach, *Expert Systems with Applications*, 29, 244–255.
30. TC. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Sanayi Genel Müdürlüğü, *Türkiye Otomotiv Sektörü Strateji Belgesi ve Eylem Planı 2011-2014* (2011). Erişim Tarihi: 11.02.2012, http://www.alomaliye.com/2011/turkiye\_otomotiv\_sektoru.htm
31. Tekin, M. (2009). *Üretim Yönetimi*, Günay Ofset, Konya.
32. Wang, F. K., Chang, K. K., & Tzeng, C. W. (2011). Using Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System to Forecast Automobile Sales**,** *Expert Systems with Applications,* 38, 10587–10593.
33. Werbos, P. J. (1998). Generalization of Backpropagation with Application to a Recurrent Gas Market Models, *Neural Network,* 339-356.