

# **YAPAY SİNİR AĞLARI İLE EMEKLİLİK YATIRIM FONU HİSSE SENEDİ FİYATLARININ TAHMİNİ**

## **ESTIMATION OF PENSION INVESTMENT FUND STOCK PRICES WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS**

*Doç. Dr. Selahattin Koç\**

*Öğr. Gör. Derya ONOCAK\*\**

### **ÖZ**

Emeklilik yatırım fonu hisse senedi fiyatlarını tahmin etmek amacıyla, yapay sinir ağları (YSA) yöntemi kullanılarak altı farklı hisse senedi emeklilik yatırım fonu için altı farklı modelin oluşturulduğu bu çalışmada, girdi değişkenleri olarak; euro alış kuru, dolar alış kuru, cumhuriyet altını satış fiyatı, BİST 100 endeksi kapanış fiyatı, bankalarca açılan TL mevduatlarına uygulanan ağırlıklı ortalama faiz oranı ve tüketici fiyat endeksi kullanılmıştır. Ocak 2003- Ekim 2017 tarihleri arasındaki aylık verilerin % 70'inin eğitim, % 10'unun doğrulama ve % 20'sinin test için kullanıldığı modellerde YSA, yüksek bir eğitim performansı göstermiş ve sonuçta ağırlıklı gerçek değerlere yakın tahmini değerler ürettiği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay Sinir Ağları, Emeklilik Yatırım Fonları, Hisse Senedi Fiyat Tahmini

**Jel Kodları:** C45,G17, G23,

### **ABSTRACT**

In order to estimate the stock prices of pension funds, six different models for six different stock retirement funds were created using artificial neural networks (ANN) method the input variables used in this study were euro buying rate, dollar buying rate, republic gold selling price, BİST 100 index closing price, weighted average interest rate applied to TL deposits opened in banks and consumer price index. In the models that % 80 and %20 of monthly data between January 2003 and October 2017 were used for education and testing respectively, the artificial neural network showed a high educational performance and consequently the network produced estimated values close to the real values.

**Keywords:** Artificial Neural Networks, Pension Investment Funds, Stock Price Forecast

**Jel Codes:** C45, G17, G23

---

\* Doç. Dr., Cumhuriyet Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, skoc@cumhuriyet.edu.tr

\*\* Öğr. Gör., Cumhuriyet Üniversitesi, Gürün Meslek Yüksekokulu, onocakd@cumhuriyet.edu.tr

## 1.GİRİŞ

Emeklilik dönemi için tasarruf edenlere alternatif yatırım imkanı sunan bireysel emeklilik sisteminde, katılımcının ödediği katkı payları çeşitli emeklilik yatırım fonlarında değerlendirilmektedir (Alper, 2002: 17). Yüksek getiri beklentisinde olan ve yüksek risk profiline sahip yatırımcılar için hisse senedi emeklilik yatırım fonları uygun bir alternatiftir. Bu fonlardaki risk; sermaye piyasalarındaki spekülative hareketlere, ekonomik dalgalanmalara ve siyasi istikrarsızlık gibi nedenlere bağlı olarak hisse senedi fiyatlarındaki oynaklıktan kaynaklanmaktadır. Son yıllarda finansal alanda hisse senedi fiyatı gibi doğrusal olmayan değişkenlerin tahmini için, geleneksel yöntemlere kıyasla daha yüksek bir performans gösteren yapay sinir ağları sıklıkla kullanılmaktadır. YSA, insan beyninin çalışma prensibini simüle etmeye çalışması özelliği ile diğer geleneksel yöntemlerden ayrılır (Karaatlı vd., 2005:38).

Bu çalışmada yapay sinir ağları yöntemi kullanılarak emeklilik yatırım fonu hisse senedi fiyatlarının tahmin edilmesi amaçlanmaktadır.

## 2.LİTERATÜR ANALİZİ

Literatür incelendiğinde, finans alanında YSA'lerden 1980'li yıllardan itibaren yararlanıldığı görülmektedir. Türkiye'de ise YSA'lar finans alanında yapılan çalışmalara 1990'ların sonlarında konu olmaya başlamıştır.

Hill vd. (1994) YSA'nın tahmin ve karar verme modelleri için potansiyelini değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, YSA ile istatistiksel modeller, özellikle de regresyon temelli tahminler, zaman serileri ve karar verme yöntemlerini karşılaştıran literatürü gözden geçirmişlerdir. Literatür incelemesi ve gerçekleştirdikleri çeşitli çalışmalar neticesinde yapay sinir ağlarının altında yatan birçok matematiksel kanıtın, tahmin ve karar vermede en iyi koşulları belirlemek için dikkate alınması gerektiğine dikkat çekmişlerdir.

Diler (2003) çalışmasında; İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) Ulusal 100 endeksinin ertesi gün hangi yönde olacağını YSA yöntemi ile tahmin edilmesi için bir model oluşturmuştur. "Hatayı Geriye Yayıma Yöntemi"nin momentumla güçlendirilmiş şekline dayandıran algoritmanın kullanıldığı bu çalışmada İMKB Ulusal 100 endeksinin ertesi günü yönü % 60,81 oranında tahmin edilmiştir.

Tektaş ve Karataş (2004) İMKB'de kayıtlı yedi şirketin hisse senedi fiyatlarını tahmin ettikleri çalışmalarında günlük ve haftalık veri kümelerini kullanmışlar ve günlük verilerin kullanıldığı kısa dönem aralıklı tanımlanan yapay sinir ağlarının daha fazla ilişki kalıbı tanıma şansı olduğunu belirtmişlerdir.

Karaatlı, Güngör, Demir ve Kalaycı (2005) yaptıkları çalışmada; girdi değişkenleri olarak hazine bonusu faiz oranlarını, cumhuriyet altını fiyatını, enflasyon oranını, sanayi üretim endeksini, tasarruf mevduatı faiz oranını ve döviz kurunu; çıktı değişkeni olarak ise İMKB Ulusal 100 endeksi kapanış fiyatlarını kullanarak oluşturdukları modelle ve regresyon yöntemi ile İMKB Ulusal 100 endeksini tahmin etmeye çalışmışlar ve sinir ağları yönteminin regresyon yöntemine göre daha yüksek bir performans gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır.

Dutta vd.'nin (2006), YSA kullanarak Hindistan borsa fiyat endeksinin modellemesini yaptıkları çalışmada YSA1 ve YSA2 olarak adlandırılan üç gizli katmanlı iki ağ geliştirilmiştir. YSA1'de girdi değişkenleri olarak haftalık kapanış değeri, haftalık kapanış SENSEX değerlerinin 52 haftalık hareketli ortalaması, 5 haftalık hareketli ortalama ve son 10 haftalık dalgalanma değerleri alınırken, YSA2'de haftalık kapanış değeri, haftalık kapanış SENSEX değerlerinin 52 haftalık hareketli ortalaması, 5 haftalık hareketli ortalama ve son 5 haftalık dalgalanma değerleri alınmıştır. Her iki sinir ağı da Ocak 1997'den başlayarak 250 haftalık veri kullanılarak eğitilmiştir. Ağların performansını değerlendirmek için Ocak 2002'den başlayarak iki yıllık dönem için haftalık kapanış SENSEX değerleri tahmin için kullanılmıştır. Performans göstergesi olarak kök ortalama kare hata (RMSE) ve ortalama mutlak hata (MAE)'nin kullanıldığı çalışmada YSA1 için % 4.82 RMSE ve % 3.93'lük bir MAE'ye ulaşırken, YSA2 için % 6.87'lik bir RMSE ve % 5.52 MAE elde edilmiştir.

Kaastra ve Boyd'in YSA'nın borsa tahminleri için literatür uygulaması üzerine bir inceleme sundukları 1996 tarihli çalışmalarında YSA'nın dünya borsalarını tahmin etmek için çok yararlı olduğu görüşüne ulaşmışlardır.

Kutlu ve Bodur (2009) İMKB Ulusal 100 endeksi tahmini için ileri beslemeli YSA'ya dayalı bir model geliştirmişlerdir. Söz konusu çalışmada, İMKB endeks değerinin ileri beslemeli YSA ile başarılı bir şekilde modellenebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca haftanın günlerinin endeks tahmini üzerindeki etkisinin belirgin olmadığı ve dış borsaların endeks tahmini üzerinde olumlu bir etkisinin görülmediği de çalışma sonucu elde edilen bulgular arasında yer almaktadır.

Zhang ve Wu (2009) çeşitli hisse senedi endekslerinin tahmininde etkili bir tahmin modeli geliştirmek için geri yayımlı YSA'ya entegre edilmiş yeni bir model önerdikleri çalışmalarında, önerdikleri modelin öğrenme yeteneği ve genellemede diğer yöntemlere göre daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymuşlardır.

Hadavandi, Shavandi ve Ghanbari (2010) hisse senedi fiyatı tahmini için genetik bulanık sistemler ve YSA'nın entegre bir yaklaşımının sunulduğu çalışmalarında bilgi teknolojileri ve havayolu sektörlerinden elde edilen hisse senedi fiyat verilerini kullanarak oluşturdukları modelle önceki hisse senedi fiyat tahmin yöntemlerini karşılaştırmış ve önerilen modelin önceki yöntemlerin hepsinden daha iyi olduğunu ve bu nedenle hisse senedi fiyat tahmin problemleri için uygun bir araç olarak görülebileceği sonucuna varmışlardır.

Khashei ve Bijari (2010), çalışmalarında YSA ile ARIMA sürecinin entegre edildiği bir model oluşturmuşlardır. Söz konusu çalışmada, elde edilen ampirik sonuçlarla, önerilen modelin özellikle öngörünün daha yüksek doğruluk gerektirdiği durumlarda kullanılabilecek uygun alternatif bir model olduğu görüşüne ulaşılmıştır.

Vaisla ve Bhatt (2010) günlük sermaye piyasası fiyatlarını modellemek ve tahmin etmek için YSA ve istatistik teknikleri kullandıkları ve iki modelin sonuçlarını karşılaştırdıkları çalışmada, yeterli veriyle, doğru girdilerle ve doğru mimariyle ağ eğitildiğinde, borsa fiyatlarının çok iyi tahmin edildiği, istatistiksel tekniğin ise iyi inşa edilmiş olmasına rağmen seri karmaşıklıkça tahmin yeteneğinin azalacağı, dolayısıyla sinir ağlarının, günlük borsa fiyatlarının tahmini için daha iyi bir alternatif teknik olarak kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Ulusoy (2010) tarafından yapılan çalışmada 1997-2000 yılları arasında İMKB'de gerçekleşen borsa endeks değerinin tahminine yönelik on üç değişkenli bir nöral ağ modeli kurulmuş ve modelin hatayı geriye yayma algoritması ile değerlendirilmesi yapılmıştır. Kurulan modelin siyasi etkilerin olmadığı günlerde daha başarılı çıktı değerleri verdiği ve endeks değerinin bir sonraki işlem gününde ne olması gerektiğinden çok yüzde kaç olasılıkla ne olması gerektiği sonucunu yakalamanın literatüre daha fazla katkı sağlayacağı sonucuna varılmıştır.

Akcan ve Kartal (2011) yaptıkları çalışma ile İMKB sigorta sektörü endeksini oluşturan yedi adet şirketin hisse senedi fiyatlarını, YSA modelleri ile tahmin etmeye çalışmışlardır. Çalışmadaki bulgular, yapılan tüm tahminlerin başarılı olduğunu, özellikle de bir aya kadar olan tahminlerin oldukça başarılı olduğunu ortaya koymuştur.

Shen, Guo ve Wu (2011) tarafından yapılan çalışmada verileri eğitmek ve Şangay Borsası'nın hisse senedi endekslerini tahmin etmek için bir radyal taban fonksiyonlu sinir ağı (RBFNN) uygulanmış ve RBF'yi optimize etmek için yapay balık sürüsü algoritmasını (AFSA) tanıtılmıştır. Tahmin etkinliğini arttırmak için AFSA tarafından RBF öğrenme sürecinde bir K-ortalama kümeleme algoritması optimize edilmiştir. Önerdikleri algoritmanın kullanılabilirliğini doğrulamak için, AFSA, genetik algoritmalar (GA) ve parçacık sürüsü optimizasyonu (PSO) ile optimize edilmiş RBF'nin tahmin sonuçlarının yanı sıra ARIMA, BP ve destek vektör makinesinin (SVM) tahmin sonuçlarını karşılaştırılmış ve AFSA tarafından optimize edilen RBF'nin hatasız bir şekilde, kullanımı kolay bir algoritma olduğu sonucuna varılmıştır.

Erdoğan ve Özyürek'in (2012) YSA kullanarak İMKB 100 endeksinde bulunan beyaz eşya firmalarının günlük fiyat tahminlemesini yaptıkları çalışmalarında, hisse senedi fiyat tahmininde YSA'nın klasik yöntemlere alternatif olarak kullanılabileceği ve yatırımcıların karar vermek için tahmin sonuçlarını kullanabilecekleri sonucuna varılmıştır.

Ticknor (2013) hisse senetlerinin bir gün vadeli kapanış fiyatını tahmin etmek için oluşturduğu modelin etkili bir model olup olmadığını belirlemek için Microsoft Corp. ve Goldman Sachs Group Inc. hisseleri ile denemeler yaptığı çalışmada, önerilen modelin verilerin ön işleme, mevsimsellik testi veya çevrim analizi gerekmeden iyi bir performans sergilediğini ortaya koymaktadır.

Adebiyi, Adewumi ve Ayo (2014) yaptıkları çalışma ile New York Borsası'ndan edinilen hisse senedi verileri ile ARIMA ve YSA modellerinin tahmin performansını incelemişler ve YSA'nın tahmin konusunda ARIMA modelinden üstün olduğu sonucuna varmışlardır.

Hafezi, Shahrabi ve Hadavandi (2015) çalışmalarında hisse senedi fiyatını öngörmek için bat sinir ağı çok ajan sistemi (BNNMAS) olarak adlandırılan yeni bir akıllı model önermektedirler. Sekiz yıllık DAX hisse senedi fiyatını çeyrek dönemlerde tahmin etmek için dört katmanlı bir çok ajanlı olarak oluşturulan BNNMAS'in kabiliyeti DAX hisse senedi fiyatı verileri kullanılarak ve sonuçlar genetik algoritma sinir ağı (GANN) ve genelleştirilmiş regresyon sinir ağı (GRNN) gibi bazı standart modellerle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Model, DAX hisse senedi fiyatını, küresel finansal krizin yaşandığı bir dönemde tahmin etmek için test edilmiş ve BNNMAS'ın doğru ve güvenilir şekilde önemli performans gösterdiği ve böylece uzun vadeli dönemlerde hisse senedi fiyatını tahmin etmede uygun bir araç olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışkan ve Deniz'in (2015) Borsa İstanbul (BİST) 30 endeksine ait 30 hisse senedinin günlük bazda fiyatlarını ve fiyat yönlerini YSA ile tahmin ettikleri çalışmalarında BİST 30'daki hisse senetleri için günlük bazda fiyat yönü ortalama %58 oranında doğru tahmin edilmiştir. Yapılan tahminlerin ortalama mutlak yüzde hatası %1,80, ortalama mutlak hatası ise 21 Kuruş olmuştur.

Yiğiter, Sarı ve Başakın'ın (2016) 2006-2016 yılları arasında BİST' te işlem gören hisse senedi kapanış fiyatlarının zaman serileri kullanarak bulanık mantık, yapay sinir ağları ve regresyon yöntemleri ışığında tahminini yaptıkları çalışmalarında yüzde 60 oranında veri eğitim, yüzde 40 oranında veri test için kullanılmış ve farklı modeller üzerinden tahmin yapılmıştır. Analizler sonucunda ANFIS modelinin diğer modellere göre üstünlük sağladığı görülmüştür.

Özçalıcı'nın (2016) 1 gün sonraki, 2 gün sonraki ve 20 gün sonraki hisse senedi kapanış fiyatları tahminine yönelik yaptığı çalışmada veri seti olarak BİST 30 endeksinde listelenen hisse senetlerinin Ocak 2010 ile Kasım 2015 tarihleri arasındaki fiyat ve hacim bilgileri kullanılmış ve girdi olarak teknik göstergeler hesaplanmıştır. Çalışmada tahmin yöntemi olarak YSA kullanılmıştır. Sonuçta hisse senetlerindeki fiyat hareketleri %72.88 e varan oranda 20 gün önceden doğru bir şekilde tahmin edilebilmiştir.

Moghaddam ve Esfandyari (2016) tarafından yapılan çalışmada günlük NASDAQ borsa endeksi tahmin etmede YSA yeteneği araştırılmıştır. Geri yayılım algoritması tarafından eğitilen birkaç ileri beslemeli YSA'nın değerlendirildiği çalışmada, kısa vadeli hisse senedi fiyatlarının yanı sıra haftanın günleri de girdi değişkeni olarak değerlendirilmiştir. 28 Ocak 2015'ten 18 Haziran 2015'e kadar NASDAQ günlük borsa endeksleri bir model geliştirmek için kullanılmıştır. İlk 70 gün (28 Ocak - 7 Mart) eğitim veri seti olarak seçilmiş ve son 29 gün modelin tahmin yeteneğini test etmek için kullanılmıştır. İki tür girdi veri kümesi (önceki dört gün ve önceki dokuz gün) için NASDAQ endeksi tahmini geliştirilmiş ve doğrulanmıştır.

### **3. HİSSE SENEDİ EMEKLİLİK YATIRIM FONLARI**

Emeklilik Yatırım Fonlarının Kuruluş ve Faaliyetlerine İlişkin Esaslar Hakkında Yönetmelik m.4'de emeklilik yatırım fonu “ şirket tarafından emeklilik sözleşmesi çerçevesinde alınan ve katılımcılar adına bireysel emeklilik hesaplarında izlenen katkıların, riskin dağıtılması ve inanca mülkiyet esaslarına göre işletilmesi amacıyla oluşturulan malvarlığıdır” ifadesi ile tanımlanmaktadır.

Sermaye Piyasası Kurulu (SPK) 10.05.2002 tarih ve 22/646 sayılı kararıyla, emeklilik şirketlerinin kuracakları fonlara yön vermek ve yol gösterici olmak amacıyla emeklilik yatırım fon türleri hakkında bilgi veren bir izahname yayınlamıştır. İlgili karar SPK'nın 13.12.2007 tarih ve 45/1228 sayılı kararı ile yürürlükten kaldırılmış ve yeniden düzenlenmiştir (Demirbilek, 2012:143). İlgili SPK kararına göre emeklilik yatırım fonları, altı ana tür ve bu ana türlerin altında yirmi beş alt tür olarak düzenlenmiştir. Bu alt türlerden biri, çalışmanın konusunu oluşturan hisse senedi emeklilik yatırım fonudur.

Hisse senedi fonu, yüksek getiri ve sermaye kazancı beklentisinde olan, yüksek risk profiline sahip yatırımcılar için uygun olan bir fondur.

Hisse senedi fonunun % 80'lik kısmında hisse senetleri yer alırken, fonun % 20'lik kısmında, kamu borçlanma senetleri, özel şirket borçlanma senetleri, altın ve kıymetli madenlerle bunlara dayalı sermaye piyasası araçları, gelir ortaklığı senetleri, Hazine tarafından ihraç edilen eurobondlar gelire endeksli senetler gibi para ve sermaye piyasası araçları ile türev araçlar gibi finansal araçlar yer almaktadır.

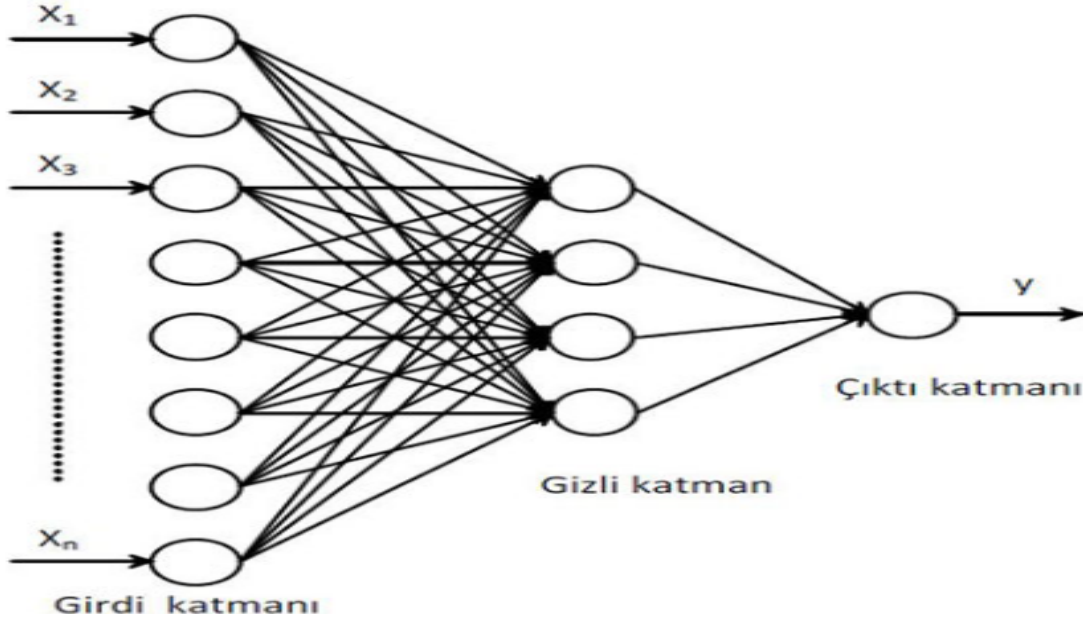
SPK 2017 Kasım ayı istatistik bültenindeki verilere göre Ekim 2017'de Türkiye'de ki emeklilik yatırım fonu sayısı 293, fonların toplam değeri 75.716.950.000 TL, yatırımcı sayısı ise 6.867.789'dur. Hisse senetleri, fon portföyü içinde %12.60'lık bir paya sahiptir.

### **4. YAPAY SİNİR AĞLARI**

YSA, sinir düğümü, nöron veya işlem elemanı olarak adlandırılan ve birbiri ile bağlantılı işlemcilerden oluşan yapılardır (Ünlü vd., 2009:38; Elmas, 2003: 23).

YSA, Şekil 1'de görülen yapay sinir hücrelerinin katmanlar şeklinde bağlanmasıyla oluşturulan veri tabanlı sistemlerdir. İnsan beyninin öğrenme ve karar verebilme yeteneklerinden ilham alınarak oluşturulan bu sistemler, basitleştirilmiş modeller yardımıyla karmaşık problemlerin çözülmesi amacıyla kullanılmaktadır (Koç, 2004: 3352).

**Şekil 1: Yapay Sinir Ağlarının Yapısı**



YSA'da üç katmanlı bir yapı yer alır. Bu katmanlar bağımsız değişkenlerin yer aldığı girdi katmanı, bağımlı değişkenlerin yer aldığı çıktı katmanı ve bu iki katman arasında yer alan ve verilerin işlendiği gizli katmandır. Bir gizli katmanın yer aldığı bir yapay sinir ağı mimarisi oluşturulabileceği gibi mimaride birden fazla gizli katmanın yer alması da mümkündür.

Bir yapay sinir ağının mimarisi ileri beslemeli veya geri beslemeli olabilir. İleri beslemeli yapay sinir ağlarında sinyaller sadece tek bir yönde, girdi katmanından çıktı katmanına doğru iletilirken geri beslemeli ağlarda sinyallerin hem ileri yönde hem de geri yönde aktarılması mümkündür. Bu aktarım aynı katmandaki nöronlar arasında olabileceği gibi farklı katmandaki nöronlar arasında da olabilir. Girdi katmanındaki bir verinin çıktıyı etkileme düzeyi; yani her girdinin ağırlığı diğerlerinden farklıdır. Bir katmandan veriler diğer katmana aktarılırken her veri önce kendi ağırlığı ile çarpılır ve bulunan değerler toplanarak hücrelere iletilir. Bu işleme toplama fonksiyonu ismi verilir. Toplayıcıdan hücreye gelen net girdi aktivasyon fonksiyonu ile işlenerek hücrenin bu girdiye karşılık üreteceği çıktı belirlenir.

YSA, insan beyninin çalışma yapısına uygun olarak öğrenme, sınıflandırma, genelleme, ilişkilendirme ve özellik belirleme gibi konularda başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. Örneklerden elde ettikleri bilgiler ile kendi deneyimlerini oluşturur ve sonrasında benzer konular için benzer kararları alırlar (Öztemel, 2003: 29).

Ağın öğrenmesi noktasında tercih edilebilecek iki farklı öğrenme stratejisi mevcuttur. Bu stratejilerden biri, her bir girdi kümesi için çıktı kümesinin ağa gösterilerek ağın eğitildiği danışmanlı öğrenmedir. Diğeri ise ağa sadece girdi değişkenlerinin girildiği ve kendi kendine örnekleme yapmasının sağlandığı danışmansız öğrenmedir.

## **5.UYGULAMA**

### **5.1. Veri Kümesi**

Emeklilik şirketlerince fon performansı belirlenirken en çok kullanılan ekonomik göstergeler olan euro alış kuru, dolar alış kuru, cumhuriyet altını satış fiyatı, BİST 100 endeksi kapanış fiyatı, bankalarca açılan TL mevduatlarına uygulanan ağırlıklı ortalama faiz oranı ve tüketici fiyat endeksi bu çalışmada bağımsız (girdi) değişkenler olarak kullanılmıştır. İlgili değişkenlere ilişkin verilere TCMB elektronik veri dağıtım sisteminden ulaşılmıştır.

Çalışmada bağımlı (çıkıtı) değişkenler olarak ise 2005 yılından günümüze kadar faaliyete devam eden altı emeklilik yatırım fonunun hisse senedi fiyatları kullanılmıştır. İlgili değişkenlere ilişkin verilere SPK'nın resmi internet sayfasından ulaşılmıştır.

## 5.2. Verilerin Normalizasyonu

Bütün girdilerin belirli aralıkta (0-1 aralığında) ölçeklendirilmesi (normalizasyonu) hem farklı ortamlardan gelen bilgilerin aynı ölçek üzerine indirgenmesini hem de yanlış girilen çok büyük ve küçük değerlerin etkisinin ortadan kalkmasını sağlar (Öztemel, 2003:101). Bu nedenle bu çalışmada, veri setindeki değerler  $x' = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$  formülü kullanılarak normelleştirilmiştir.

$x'$ : Normalize edilmiş veriyi,

$x_i$ : Girdi değerini,

$x_{max}$ : Girdi seti içerisinde yer alan en büyük sayıyı,

$x_{min}$ : Girdi seti içerisinde yer alan en küçük sayıyı

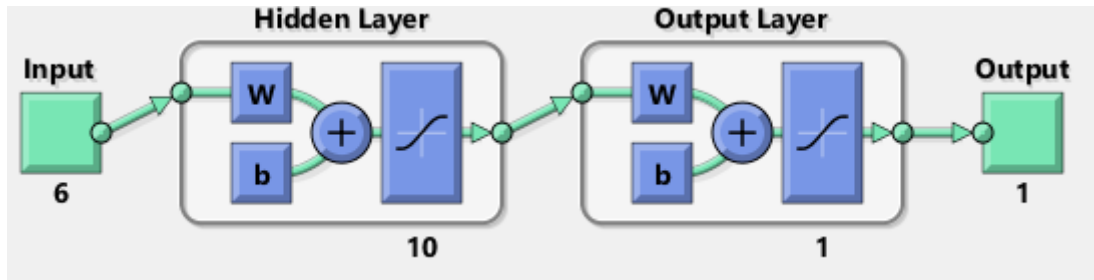
ifade etmektedir.

## 5.3. Ağın Mimarisi

Çalışmada, ileri beslemeli YSA ve hatayı geriye yayma algoritması kullanılmıştır. Bu tür geri yayılmalı ağlar, hatayı minimize etmek için girdi ağırlıklarının sürekli güncellenmesini sağlar. Ağ eğitilirken öğrenme stratejisi olarak danışmanlı öğrenme seçilmiştir.

YSA modeli, Matlab R2015a programında nntool (Neural Network Toolbox) kullanılarak oluşturulmuştur. Altı farklı hisse senedi emeklilik yatırım fonu için fiyat tahmini yapılan bu çalışmada altı farklı model oluşturulmuştur. Oluşturulan modellerde altı bağımsız değişken olduğu için, girdi katmanındaki nöron sayısı altı olarak belirlenmiştir. Çıkıtı katmanında ise bağımlı değişkene ait bir adet nöron bulunmaktadır. Değişik sayıda gizli katman ve nöron ile yapılan denemeler sonunda tek gizli katmandan ve 10 nörondan oluşan ağ mimarisinin daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Açıklanan ağ mimarisi Şekil 2'de görüldüğü gibidir.

Şekil 2: Ağ Mimarisi



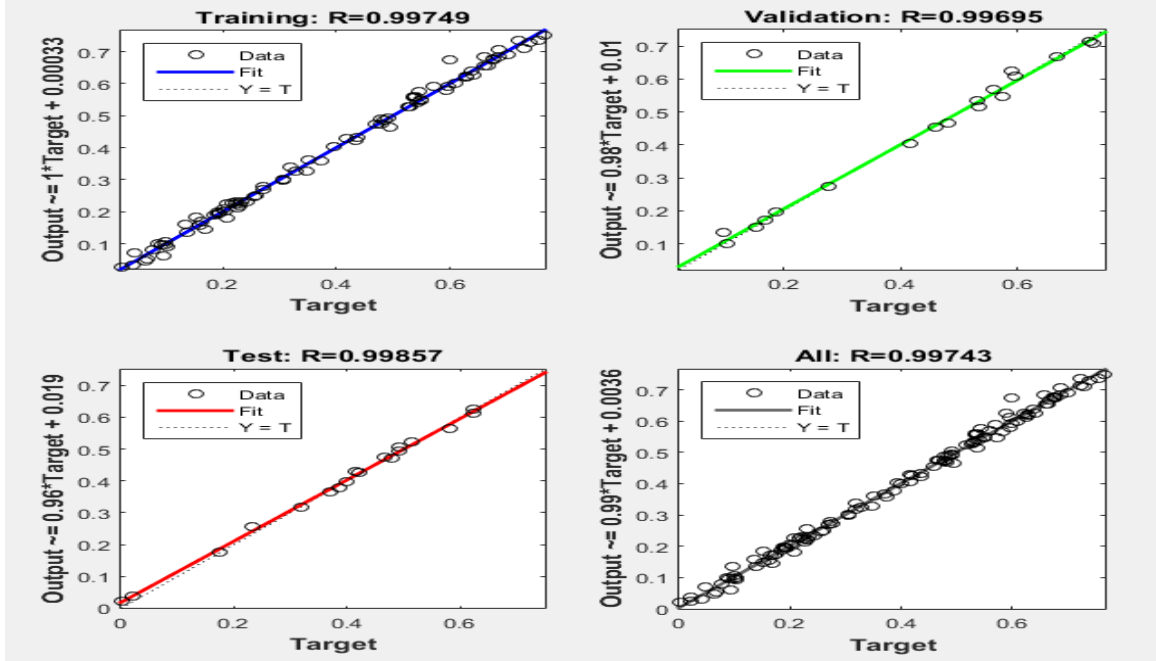
Çalışmada, hem gizli katmandaki hem de çıkıtı katmanındaki nöronların aktivasyonu için tanjant sigmoid fonksiyonu kullanılmıştır. Eğitim algoritması olarak ise yapılan denemeler sonucu "trainlm" seçilmiştir.

YSA'nın mimarisi belirlendikten sonra veriler eğitim verisi, doğrulama verisi ve test verisi olmak üzere üçe ayrılır ve eğitim verisi ile ağ eğitilir. Verileri ayırırken kullanılacak genel bir yöntem bulunmamakla birlikte çoğunlukla uygulanan ayırım % 70 eğitim, % 10 doğrulama ve % 20 test verisi yönündedir. Çalışmada bu ayırım dikkate alınarak Ocak 2005- Ekim 2017 dönemini kapsayan 154 aylık verinin ilk 108 aylık kısmı eğitim, sonraki 15 aylık kısmı doğrulama, kalan 31 aylık kısmı ise test verisi olarak kullanılmıştır.

Ağ eğitildikten sonra test aşamasına geçmeden ağın performansını doğrulamak için regresyon grafikleri kullanılır.

Regresyon doğrusunun  $x=y$  doğrusuna yakınlığı eğitimin başarısının göstergesidir. Şekil 3’de, oluşturulan modeller arasında en iyi performansı gösteren VEH fonu hisse senedi fiyat tahmini için eğitilen ağı performansı görülmektedir. Diğer beş fon için eğitilen ağılar da yakın performans değerlerine ulaşmıştır.

**Şekil 3: Ağı Eğitim Performansı**



Şekil 3’de ki her bir grafiğin üstünde görülen R değeri o işlemin (eğitim, doğrulama, test ve genel) başarı düzeyini gösterir. Bu değer ne kadar yüksekse tahmin sonuçları da o kadar başarılı olur.

#### 5.4.Bulgular

Tablo 1’de oluşturulan altı farklı modele ait parametreler yer almaktadır.

**Tablo1: YSA Modeli Parametreleri**

Emeklilik Yatırım Fonları/ Parametreler	İterasyon	MSE	R
“Aegon Emeklilik ve Hayat A.Ş. Hisse Senedi Emeklilik Yatırım Fonu” (ANS)	17	0.000118	0.99731
“Anadolu Hayat Emeklilik A.Ş. Hisse Senedi Emeklilik Yatırım Fonu” (AH5)	22	0.000106	0.99742
“Avivasa Emeklilik ve Hayat A.Ş. Hisse Senedi Emeklilik Yatırım Fonu” (AEB)	6	0.000127	0.99703
“Garanti Emeklilik ve Hayat A.Ş. Hisse Senedi Emeklilik Yatırım Fonu” (GEH)	19	0.000114	0.99711
“Groupama Emeklilik ve Hayat A.Ş. Hisse Senedi Emeklilik Yatırım Fonu” (BEH)	21	0.000198	0.99376
“Vakıf Emeklilik ve Hayat A.Ş. Hisse Senedi Emeklilik Yatırım Fonu” (VEH)	6	0.000125	0.99743

Çalışmaya konu altı hisse senedi fonu için kaç iterasyondan sonra hangi MSE ve R değerlerine ulaşıldığı Tablo 1’de görülmektedir.

İtresasyon: Girdi değişkenleri için ağırlıkların kaç kez güncellendiğini gösteren döngü sayısıdır.

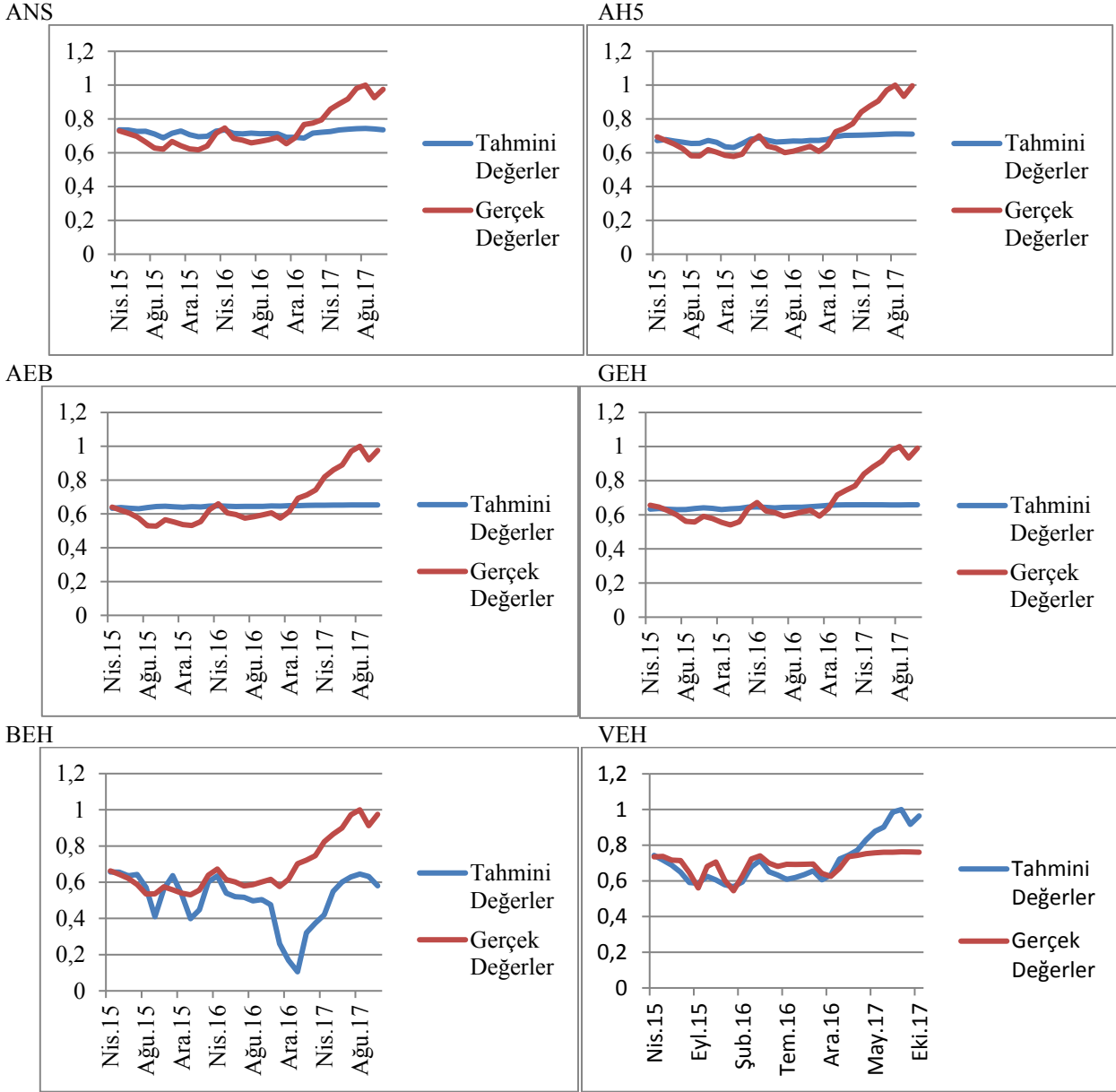
R: Ağın eğitim performansını gösteren değerdir. Bu değer 0 ile 1 arasında değişir.

MSE: Tahmin değerinin gerçek değerden ortalamada ne kadar uzak olduğunu gösterir. Bu değer ne kadar küçükse eğitim aşamasında ağın ürettiği çıktı değeri ile gerçek çıktı değeri birbirine o kadar yakındır.

Tablo 1’de yer alan MSE değerlerinin küçük, R değerlerinin ise büyük olması oluşturulan modellerde ağın iyi bir eğitim performansına ulaştığının göstergesidir.

Çalışmaya konu altı fonun hisse senedi fiyat tahmini için oluşturulan YSA’ların ürettiği tahmini değerler ve gerçek değerler Şekil 4’de karşılaştırılmıştır.

**Şekil 4: Tahmini Değerler ve Gerçek Değerlerin Karşılaştırılması**



Şekil 4’de görüldüğü gibi gerçek değerler ile tahmini değerler benzer bir eğilime sahiptir. Çıktı değişkeni olarak kullanılan hisse senedi fiyatlarının çok küçük değerlerle ifade edilmesi nedeniyle, tahmini değerler gerçek değerlere rakamsal olarak yakın olmasına karşın grafikler üzerinde sapmalar görülmektedir. Grafikler üzerinde görülen özellikle Ocak ayından sonraki sapmanın büyüklüğü, Ocak 2017 tarihinde uygulamaya konulan ve tüm çalışanların kademeli



olarak sisteme dahil edilmesini öngören bir uygulama olan otomatik katılım sonucu, sistemdeki katılımcı sayısının ani artışı ile açıklanabilir.

## **6.SONUÇ**

Finans alanında, özellikle doğrusal olmayan değişkenler kullanılarak yapılan çalışmalarda, geleneksel yöntemlere göre daha iyi performans gösteren YSA'lar son yıllarda sıkça tercih edilen bir yöntem haline gelmiştir.

Özellikle küçük tasarruf sahipleri için alternatif bir yatırım alanı olan bireysel emeklilik sistemi, yatırımcılara ödedikleri katılım paylarının değerlendirileceği farklı fon seçenekleri sunmaktadır. Bu seçeneklerden biride yüksek getiri-risk bileşenine sahip hisse senedi fonlarıdır. Emeklilik yatırım fonu hisse senedi fiyatlarını tahmin etmek amacıyla yapay sinir ağlarının kullanıldığı bu çalışmada ağın yüksek bir eğitim performansı gösterdiği ve gerçek değerlere yakın tahmini değerler ürettiği görülmüştür. Bu tahmini değerler yatırımcılara, fonun gelecekteki performansına dair ipuçları vererek ilgili fona yatırım yapmaya devam etme veya diğer yatırım araçlarına yönelme noktasında, karar alırken yol gösterici olacaktır. Yüksek tahmin başarısı yatırımcı davranışlarına etki eden belirsizlik ve riski azaltarak, yatırımcının rasyonel davranmasını sağlayacaktır.

Benzer veri seti ile YSA ve geleneksel tahmin tekniklerini kullanarak sonuçları karşılaştırmak bundan sonraki çalışmanın konusunu teşkil edecektir.

## KAYNAKÇA

- Adebiyi, A., Adewumi, A. O. and Ayo, C. K. (2014). "Comparison Of ARIMA and Artificial Neural Networks Models For Stock Price Prediction", *Journal Of Applied Mathematics*, 1-7.
- Akcan, A., Kartal, C. (2011). "İMKB Sigorta Endeksini Oluşturan Şirketlerin Hisse Senedi Fiyatlarının Yapay Sinir Ağları İle Tahmini", *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (51), 27-40.
- Alper, Y. (2002). "Sosyal Güvenlikte Yeni Bir Adım: Bireysel Emeklilik", *Çimento İşveren Dergisi*, 16(2), 11-32.
- Çalışkan, M. M. T., Deniz, D.(2015). "Yapay Sinir Ağlarıyla Hisse Senedi Fiyatları ve Yönlerinin Tahmini", *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 10(3), 177- 194.
- Demirbilek, İ. (2012). Türkiye'de Bireysel Emeklilik Uygulamaları. Erdal, F. (Ed.), Hayat Sigortaları ve Bireysel Emeklilik Sistemi içinde (s.136-155), Web- Ofset, Eskişehir.
- Diler, A. İ. (2003). "İMKB Ulusal-100 Endeksinin Yönünün Yapay Sinir Ağları Hata Geriye Yayma Yöntemi İle Tahmin Edilmesi. Türkiye'de Bankalar, Sermaye Piyasası ve Ekonomik Büyüme: Koentegrasyon ve Nedensellik Analizi (1989-2000)", *81.İMKB Dergisi*, 7(25-26), 65-83.
- Dutta, G., Jha, P., Laha, A. K., & Mohan, N.(2006). "Artificial Neural Network Models For Forecasting Stock Price Index In The Bombay Stock Exchange", *Journal Of Emerging Market Finance*, 5(3), 283-295.
- Elmas, Ç. (2003). *Yapay Sinir Ağları (Kuram, Mimari, Eğitim, Uygulama)*, Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Erdoğan, E., Özyürek, H. (2012). "Yapay Sinir Ağları İle Fiyat Tahminlemesi", *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 4(1), 85-92.
- Hadavandi, E., Shavandi, H. and Ghanbari, A. (2010). "Integration Of Genetic Fuzzy Systems and Artificial Neural Networks For Stock Price Forecasting", *Knowledge-Based Systems*, 23(8), 800-808.
- Hafezi, R., Shahrabi, J., & Hadavandi, E. (2015). "A Bat-Neural Network Multi-Agent System (BNNMAS) For Stock Price Prediction: Case Study Of DAX Stock Price", *Applied Soft Computing*, (29), 196-210.
- Hill, T., Marquez, L., O'Connor, M., & Remus, W.(1994). "Artificial Neural Network Models For Forecasting And Decision Making", *International Journal Of Forecasting*, 10(1), 5-15.
- [https://evds2.tcmb.gov.tr/index.php?evds/serieMarket/#collapse\\_1](https://evds2.tcmb.gov.tr/index.php?evds/serieMarket/#collapse_1) (Erişim Tarihi: 03.11.2017)
- <http://www.spk.gov.tr/SiteApps/PortfoyDegerleri/YatirimFonlari/E> (Erişim Tarihi: 05.11.2017)
- Kaastra, I. and Boyd, M. (1996). "Designing A Neural Network For Forecasting Financial and Economic Time Series", *Neurocomputing*, 10(3), 215-236.
- Karaatlı, M., Güngör, İ., Demir, Y. ve Kalaycı, Ş. (2005). "Hisse Senedi Fiyat Hareketlerinin Yapay Sinir Ağları Yöntemi İle Tahmin Edilmesi", *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 3(3), 38-48.
- Khashei, M. and Bijari, M. (2010). "An Artificial Neural Network (P, D, Q) Model For Timeseries Forecasting", *Expert Systems With Applications*, 37(1), 479-489.
- Koç, M. L., Balas, C. E. ve Arslan, A.(2004). "Taş Dolgu Dalgakıranların Yapay Sinir Ağları İle Ön Tasarımı", *Teknik Dergi*, 15(74), 3351-3375.
- Kutlu, B. ve Badur, B. (2009). "Yapay Sinir Ağları İle Borsa Endeksi Tahmini", *Boğaziçi Üniversitesi Yönetim Dergisi*, 20(63), 25-40.
- Moghaddam, A. H., Moghaddam, M. H., & Esfandyari, M.(2016). "Stock Market Index Prediction Using Artificial Neural Network", *Journal Of Economics, Finance and Administrative Science*, 21(41), 89-93.

Özçalıcı, M. (2016). “Yapay Sinir Ağları İle Çok Aşamalı Fiyat Tahmini: BIST 30 Senetleri Üzerine Bir Araştırma”, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31(2), 209-229.

Öztemel, E. (2003). *Yapay Sinir Ağları*, İzmir: Papatya Yayıncılık.

Shen, W., Guo, X., Wu, C., & Wu, D. (2011). “Forecasting Stock Indices Using Radial Basis Function Neural Networks Optimized By Artificial Fish Swarm Algorithm”, *Knowledge-Based Systems*, 24(3), 378-385.

Tektaş, A. ve Karataş, A. (2004). “Yapay Sinir Ağları ve Finans Alanına Uygulanması: Hisse Senedi Fiyat Tahminlemesi”, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 18(3-4), 337-349.

Ticknor, J. L. (2013). “A Bayesian Regularized Artificial Neural Network For Stock Market Forecasting”, *Expert Systems With Applications*, 40(14), 5501-5506.

Ulusoy, T. (2010). “İMKB Endeks Öngörüsü İçin İleri Beslemeli Ağ Mimarisine Sahip Yapay Sinir Ağı Modellemesi”, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 3(5), 21-40.

Ünlü, Ö. G. U., Yıldız, B. ve Yalama, A. (2009). “İlk Halka Arzlarda Uzun Dönem Getirilerinin Tahmini: Yapay Sinir Ağları İle İMKB İçin Ampirik Bir Çalışma”, *Ekonometri ve İstatistik E-Dergisi*, (10), 29-47.

Vaisla, K. S., Bhatt, A. K. (2010). “An Analysis Of The Performance Of Artificial Neural Network Technique For Stock Market Forecasting”, *International Journal On Computer Science And Engineering*, 2(6), 2104-2109.

Yiğiter, Ş. Y., SARI, S. S., & BAŞAKIN, E. E. (2017). “Hisse Senedi Kapanış Fiyatlarının Yapay Sinir Ağları ve Bulanık Mantık Çıkarım Sistemleri İle Tahmin Edilmesi”, *Sütçü İmam Üniversitesi İİBF Dergisi*, 7(1), 1-22.

Zhang, Y. and Wu, L. (2009) “Stock Market Prediction Of S&P 500 Via Combination Of Improved BCO Approach and BP Neural Network”, *Expert Systems With Applications*, 36(5), 8849-8854.

13/03/2013 tarihli ve 28586 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Emeklilik Yatırım Fonlarının Kuruluş ve Faaliyetlerine İlişkin Esaslar Hakkında Yönetmelik