

BULANIK MANTIK VE YAPAY SİNİR AĞLARI İLE BORSA ENDEKS TAHMİNİ: GELİŞMİŞ VE GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELER ÖRNEĞİ

Ali ÖZER*
Salim Sercan SARI**
Eyyup Ensar BAŞAKIN***

Atıf/©: Özer, Ali; Sarı, Salim Sercan; Başakın, Eyyup Ensar (2018). Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları ile Borsa Endeks Tahmini: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler Örneği, Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Yıl 11, Sayı 1, Haziran 2018, ss. 99-124

Özet: Tahminlerin finansal piyasalara uygulanmasına ilişkin kullanılan yöntemlerden bulanık mantık ve yapay sinir ağları üzerine son yıllarda artan bilimsel çalışmalar vardır. Bu çalışmada 2012-2016 yıllarına ait verilerle gelişmekte olan ülkeler Çin (Shangai), Hindistan (Nifty 50), Meksika (IPC-Meksika) ve İstanbul (BİST-100) ile gelişmiş ülkeler ABD (Nasdaq), İngiltere (FTSE-100), Almanya (DAX) ve Fransa (CAC-40) ele alınmıştır. Haftalık kapanış hisse senedi değerleri kullanılarak iki etkin modelin tahminde gösterdikleri performansları karşılaştırılmaya çalışılmıştır. Zaman serisi değerleri model oluşturma aşamasında %60 eğitim, %40 test olarak iki gruba ayrılmıştır. Sonuç olarak modellerin istatistiksel ve finansal performanslarını gösteren bazı kanıtlar elde edilerek birçok çalışmada belirtilen hisse senedi getirilerini tahmin etmek için çeşitli yapay zeka modellerini başarıyla uygulamanın umut verici sonuçlar verdiği gerçeğine ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hisse Senedi, Bulanık Mantık, Yapay Sinir Ağları.

Makale Geliş Tarihi: 29. 03. 2017/ Makale Kabul Tarihi: 23.05.2017

Bu makale Turnitin programında kontrol edildi. This article was checked by Turnitin.

* Yrd. Doç. Dr. Erzincan Üniversitesi, İİBF, e-posta: aozer@erzincan.edu.tr

** Arş. Gör. Erzincan Üniversitesi, İİBF, e-posta: salim.sari@erzincan.edu.tr

*** Arş. Gör. İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hidrolik ve Su Kaynakları Programı, e-posta: basakin16@itu.edu.tr

ORCID: 0000-0002-9045-5302

Stock Market Index Prediction with Artificial Neural Networks And Fuzzy Logic: Example of Developed And Developing Countries

Citation/©: Özer, Ali; Sari, Salim Sercan; Başakın, Eyyüp Ensari (2018). Stock Market Index Prediction With Artificial Neural Networks And Fuzzy Logic: Example Of Developed And Developing Countries, Hitit University Journal of Social Sciences Institute, Year 11, Issue 1, June 2018, pp. 99-124

Abstract: There are recently popular scientific studies on fuzzy logic and artificial neural networks methods being used for the implementation of the forecasts to the Financial Markets. In this study, developing countries, which are China (Shangai), India (Nifty 50), Mexico (IPC) and Istanbul (BIST-100), and developed countries, which are USA (Nasdaq), England (FTSE-100), Germany (DAX) and France (CAC-40) have been assessed. By using stocks' closing values in weekly based, the study compares the active models' performance in estimation. In the phase of model building, time series values are divided into two groups as 60% training and 40% test. As a result, it was reached the fact of successfully promising results of various artificial intelligence models to predict stock returns specified in many studies by getting some evidence that shows the statistical and financial performances of models.

Keywords: Stock Price, Fuzzy Logic, Artificial Neural Network.

I. GİRİŞ

Geçmişten günümüze geleceği öngörmek ve daha iyi kararlar vermek için birçok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalar, tahmin yöntemlerinde birçok gelişmeye yol açmıştır. Günümüzde tahmin modellemeleri pek çok alanla birlikte ekonomi ve finans alanı içinde de büyük bir önem taşımakta ve oldukça yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Tahminler karşısında, karar verecek birimlerin atacağı adımlar farklı olacaktır. Tahmin performansının başarısı, karar vericilerin doğru politika uygulayabilmesi için çok önemlidir. Bu önem, tahmin modellemelerine olan ilginin artmasını sağlamıştır. Bu metodolojik ilerlemelerin çoğu istatistiksel teknikler üzerine kurulmuştur.

Tahmin modellemesinde, büyük ölçekli ekonometrik modellerden, basit regresyon modellerinden ve istatistiksel yöntemlerden yararlanılmaktadır. Son dönemlerde yeni tahmin modelleme teknikleri de kullanılmaya başlanmıştır. Bunlardan dikkat çeken iki tanesi de bulanık mantık ve yapay sinir ağlarıdır. Bahse konu teknikler çözümü zor veya ekonomik olmayan

farklı anlardaki sorunlara uygulanmış ve etkili sonuçlar elde edilerek geniş bir uygulama alanına ulaşmıştır.

Bu yöntemler istatistiksel yöntemlerde yaygın olarak bulunan normallik varsayımlarının aksine çok az varsayım yapar. Standart formüller içermeyen ve piyasanın değişimlerine kolayca adapte ile uzman sistemler kullanılarak, girdi değişkenleri ve çıktılar arasındaki temel ilişkiyi öğrendikten sonra tahmin yapabilirler.

Bazı çalışmalarda, regresyon ve zaman serisi modelleri gibi çeşitli yöntemlerin sonuçları, aynı verileri kullanarak sinir ağıyla karşılaştırılmıştır. Literatürde, birçok yapay sinir ağı modeli, piyasa değerinin tahmini için istatistiksel modellere karşı değerlendirilmektedir. Olguların çoğunda yapay sinir ağı modellerinin diğer yöntemlere göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir.

Bu çalışmada öngörü başarısı yüksek olan bulanık mantık ve yapay sinir ağı karşılaştırılarak bir boşluğu doldurulmaya ve literatür hakkında dengeli bir çalışma yapılmaya çalışılacaktır. Aynı zamanda hisse senedi değeri öngörü hesaplaması ile hem bireysel hem kurumsal anlamda ticari uygulamalara da katkıda bulunacaktır.

II. LİTERATÜR

Brownstone, (1995) çalışmasında sinir ağı tahminleri, yüzde doğruluk oranını ölçmek için, her bir test durumu tahmini, gerçek piyasa sonucuyla karşılaştırmış ve bütün test seti için toplam yüzde doğruluğu benzer şekilde hesaplamıştır. Aynı test durumları için dört çeşit Çoklu Doğrusal Regresyon kullanan öngörü veya tahminlerle karşılaştırmalar da yapılmıştır. Yapay sinir ağı sonuçları, en düşük ortalama karesel hata temelindeki tahminlerin, genel yüzde doğruluğuyla ölçülürse, aynı test vakalarına az bir ilişki verdiğini göstermiştir. Hisse senedi pazarı spekülâtörü ya da hisse senedi pazarı spekülâtörü için, öngörülerin kolayca anlaşılabilir bir biçimde yüksek doğrulukta üretilebileceği de gösterilmiştir.

Bengoechea vd. (1996) Yapay Sinir Ağı (YSA), Santiago de Chile Borsasındaki genel hisse senedi endeksini tahmin etmek için kullanmıştır. YSA' nı eğitmek için endeksin günlük değerleri ve toplam işlem miktarı ile zaman serileri kullanılmıştır. Birleşik YSA, basit mimari YSA'dan daha iyi sonuç üretmiştir.

Schierholt & Dağlı, (1996) bu çalışmada, Standard ve Poors 500 İndeksi farklı sinir ağı sınıflandırma mimarileri kullanılarak modellenmiştir. Bu yazıda, çok

katmanlı bir perceptron mimarisi ve olasılıkçı bir sinir ağı indeksin eğimini, düşüşünü veya istikrarını tahmin etmek için kullanılmıştır. Şebeke tarafından verilen tavsiyeyle işlem sonuçları daha sonra mümkün olan maksimum performans ve endeksin performansı ile mukayese edilmiştir. Sonuçlar, her iki ağın da dizinden daha iyi performans gösterebileceğini, olasılıksal sinir ağı çok katmanlı algılayıcıdan biraz daha iyi performans gösterdiğini göstermiştir.

Atiya & Talaat, (1997) çalışmalarında, borsa tahmini için bir yöntem geliştirmiştir. Tahminde, hisse başına kazanç, fiyat kazanç oranı, temettüler, satışlar, kar marjı gibi temel şirket bilgileri temel alınarak yeni girdi ve parametreler kullanılmıştır. Bu göstergeler ve oranlar, özellikle kazanç ile ilgili göstergeler, bir hisse senedi fiyatının ana hareket edenleridir. Elde edilen ön sonuçların çok umut verici olduğundan bahsedilmiştir. Sinir ağı sonuçlarının daima üstün olduğu sonucuna varılmıştır.

Hill vd. (1999) yapay sinir ağları ile istatistiksel modelleri karşılaştıran, özellikle de regresyon temelli tahminler, zaman serileri ve karar vermede kullanılan literatür gözden geçirmişlerdir. Çalışmanın amacı, yapay sinir ağlarının potansiyelinin tahmini ve karar verme modelleri için dengeli bir değerlendirmesini yapmaktır. İncelenen çalışmaların çoğunda yapay sinir ağı tahmini için geri yayılım kullanılmıştır. Yakın zamanda, geri yayılım algoritması için geliştirmeler önerilmiş ve alternatif yapay sinir ağı modelleri önerilmiştir. Bu iyileştirmeler ve alternatifler aynı zamanda idari görevlerde de aynı tahmin ve karara ihtiyaç duyacaktır.

Rast, (1999) bu çalışmada, bir vaka çalışması 1987 ve 1998 yıllarında borsa çöküşlerinde bulanık sinir ağlarının ve klasik yaklaşımın bir karşılaştırmasını açıklamaktadır. Klasik sinir ağları kullanıldığı zaman performans daha iyi değilken, kuralların daha istikrarlı bir tahmin kalitesi oluşturduğu bulunabilir. Klasik sinir ağı eğitilmiş (boğa) pazarlarda iyi performans gösterdiğini ve piyasayı attığını 1998 model setleri için gösteriyor. Bulanık sinir ağlarının daha istikrarlı olduğu ve bu nedenle küresel piyasa düzenindeki değişikliklere daha az duyarlı olduğu görülmüştür.

Chung vd. (2000) çok katmanlı sinir ağı, zaman serileri tahmini için başarıyla uygulamıştır. Bu çalışmada, bu problemlerin üstesinden gelmek için yeniden başlatma prosedürü ile eşlenik gradyan öğrenme algoritması tanıtılmıştır. Şanghai Borsasındaki işlem gören şirketlerin günlük ticaret verileri, sinir ağları vasıtasıyla teknik analiz için toplanmıştır. İki öğrenme algoritması ve iki ağırlık başlatımı karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, öğrenme algoritması ve ağırlık

başlatımı ne olursa olsun, sinir ağlarının zaman serilerini tatmin edici bir şekilde modellediğini bulmuştur.

Kim vd. (2000) bu çalışma, Kore hisse senedi fiyat endeksinin (KOSPI) öngörülmesi için yapay sinir ağlarında (ANN) değişim noktası grup algılamasına genetik algoritmalar (GA) yaklaşımı önermiştir. Önerilen bu modelin temel kavramı, değişim noktalarına bölünmüş aralıkları elde etmek, bunları optimal ya da yakın optimal değişim noktası grupları olarak tanımlamak ve bunları hisse senedi fiyat endeksinin tahmininde kullanmaktır. Bu çalışma, değişim noktası grubu olarak adlandırılan yeni bir konsepti önermiş, değişim noktası tespiti ile elde edilen aralıklarla oluşturulmuştur. Çalışmada daha sonra, önerilen modelin hisse senedi fiyat endeksinin tahmini için öngörülebirliliğini incelemiştir. Faiz oranı tahmininde YN'yi desteklemek için değişim noktası tespiti önermişlerdir. Önerilen model, daha ileri çalışmalar değişik nokta gruplarının inşasında çeşitli yaklaşımlara odaklanırsa, hisse senedi fiyat tahmini performansını iyileştirmede vaat etmiştir. Buna ek olarak, GA'daki karşılaştırmalı bir çalışmanın ve simüle edilmiş tavlama ve tabu arama da dahil olmak üzere diğer buluşsal yaklaşımların, değişim noktası gruplarının optimal kararı elde etmek için gerçekleştirilmesi önerilmiştir.

Egeli vd. (2003), İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) pazar endeksi değerini tahmin etmek için yapay sinir ağlarını kullanmışlardır. Bu çalışma İstanbul Menkul Kıymetler Borsası piyasa endeks değerlerinin tahmini için en iyi modelin bulunmasını amaçlamıştır. Sonuçlar, YSA modelleri için belirleme katsayıları kullanılarak ve tüm modeller için ortalama görelî yüzde hataları kullanılarak karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın bulgularına dayanarak YN'lere dayanan tahmin modelleri, MA'lara dayanan tahmin modellerinden daha doğru olduğu ve ANN modelleri arasında GFF ağ modeli tahmin için daha uygun bulunduğu sonuçlarına varılmıştır.

Pavlidis vd. (2003) bu çalışmada, denetimsiz kümeleme ve yapay sinir ağlarının kombinasyonuna dayanan bir zaman serisi tahmin metodu üzerindeki çalışmalarımızı gözden geçirmişlerdir. Gürültüyü ve durağanlığı gidermek için, ortak bir yaklaşım, girdi alanının bölünmesi için bir yöntemi, her altuzay için bir yerel yaklaşım şemasıyla bir dizi altuzayla birleştirmektedir. Denetlenmeyen kümeleme algoritmaları, kümeleme işlemi sırasında girdi alanını doğru bir şekilde segmentlemek için gereken bölüm sayısına karar vermenin arzu edilen bir özelliğine sahiptir ve böylece kullanıcının bu geçici

seçimden kurtulmasına yardımcı olur. Yapay sinir ağları ise, gerçek dünya sorunları üzerinde etkinliğini kanıtlamış ve gerçekçi hesaplama modelleridir. Göz önüne aldığımız zaman serileri, günlük para birimi bazında döviz kurlarıdır. Önerilen metodolojinin performans kapasitesine göre değerlendirilmesi, diğer iki kurulan yaklaşımla karşılaştırıldığında olumlu olduğunu göstermektedir. Bir adım ilerideki adımlardan çok adımlı ilerleme tahmine geçildiğinde, performans hızlı bir şekilde bozulur.

Phua vd. (2003) bu çalışma, yapay sinir ağlarının hisse senedi endeks artışlarının tahmininde kullanılması üzerine bir çalışma sunulmuştur. Ağ modelini test etmek için beş büyük borsa endeksinin (DAX, DJIA, FTSE-100, HSI ve NASDAQ) verileri uygulanmıştır. Beş farklı finansal piyasadan elde edilen hesaplama sonuçları, güven bölgesi temelli sinir ağı modelinin, diğer sinir ağı modelleri ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir. Özellikle, modelimizin, beş borsada % 60' ın üzerinde bir ortalama başarı oranı ile endeks artışlarının işaretini tahmin edebildiğini göstermiştir.

Thawornwong vd. (2003) bu çalışma, hisse senedi getirilerini tahmin etmeye çalışan 45 dergide kullanılan çeşitli sinir ağları araştırma metodolojilerini incelemiş ve tartışmıştır. Literatürdeki modelleme teknikleri ve önerileri de derlenmekte ve ele alınmaktadır. Sonuçlar, yapay sinir ağlarının ileride yapılacak araştırmalar için yeni ve umut verici bir hesaplama teknolojisi olduğunu göstermektedir.

Liu vd. (2004) bu çalışma, borsa teknik analizi için bir sinir ağı modeli ve Japonya hisse senedi endeksi için bir alış ve satış zamanlaması tahmini sistemine uygulanmasını sunmaktadır. Ayrıca, uzman olmayan kullanıcılar için doğal dilde TOPIX'in tahmin bilgisini ifade etmek için bir doğal dil oluşturma sistemi de tanımlamaktadır. Bu makale TOPIX için bir sinir ağı model birimi ve doğal dil oluşturma birimi içeren yeni bir öngörme sistemi önerdi. Sinir ağı modeli, borsa tahmini teknik analizine uygulanır ve İngilizce'de teknik analizin açıklanması için doğal dil oluşturma birimi kullanılır. Şimdiye kadar, bu bildiride borsanın tahmini doğruluğunun geliştirilmesine katkıda bulunan bir eğitim yöntemi önerildi. Önerilen yöntem, aynı zamanda yapay zeka alanındaki, uzman olmayan kullanıcıların anlaşılabilir bir doğal dil ifadesi kullanarak borsanın karmaşık tahmin modelini anlamasına yardımcı olan bir girişimdir.

Altay & Satman, (2005), İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında 1997-2005 dönemi boyunca ISE-All ve ISE-30 endekslerinin günlük, haftalık ve aylık verilerine YSA ve doğrusal regresyon stratejilerinin öngörü performansını karşılaştırmış ve YSA modellerinin istatistiksel ve finansal performanslarını gösteren bazı kanıtlar elde etmiştir. YSA'nın üstün pazar yönü tahmini için önemli kanıtlar elde edilmiştir.

Karaatlı vd. (2005) çalışmalarında yapay sinir ağları kullanılarak borsa endeksini tahmin etmeye yönelik İMKB' de bir uygulama yapmışlar ve yapay sinir ağları yöntemi performansının regresyon yönteminden daha iyi sonuçlar elde ettiği gerçeğine ulaşmışlardır.

Lı & Xiong, (2005) sinir ağlarının dezavantajlarının üstesinden gelmek için, bu çalışmada, bir bulanık çıkarım sistemine fonksiyonel olarak eşdeğer olan bir adaptif ağ sınıfı olan bir bulanık sinir ağı önerilmiştir. Şanghai borsasının kapsamlı endeksine dayanan deney sonuçları, önerilen bulanık sinir ağı, finansal zaman serilerini tahmin etmek için verimli bir sistem olabileceğini göstermiştir. Bunu daha net yapmak için, illüstrasyon için ampirik bir analiz yapılmıştır. Deney sonuçlarına dayanarak, önerilen bulanık sinir ağı, finansal zaman serilerini tahmin etmede etkili bir sistem olabileceği kanısına varılmıştır.

Rodriguez & Torra, (2005) bu çalışmada, 30 Aralık 1989'dan 10 Şubat 2000 tarihine kadar Ibex-35 borsa endeksinde günlük getirilere uygulandığında yumuşak geçişli otoregresif (STAR) modellerin ve yapay sinir ağlarının (YSA) örneklem dışı tahmin performansını incelenmiştir. İstatistiksel kriterler açısından, sonuçlar farklı yapay sinir ağı spesifikasyonlarının AR modeli ve pürüzsüz geçiş non-lineer modellerden daha iyi tahmin edebildiği görülmüştür.

Zhora, (2005) bu makale, ertesi gün hisse senedi getirisini tahmin etmek ve hisse senedi fiyatlarının normalleştirilmesi için farklı veri ön işleme yaklaşımları önerilmektedir. Tahmin performansı, farklı zaman dilimlerinde test edilir. Ayrıca, şebekenin fiyat değişimini tahmin etme yeteneği test seti içinde değerlendirilir.

Abdelmouez, vd. (2007), 4 Ocak 1988'den 31 Temmuz 2001'e kadar olan dönemi kapsayan günlük Amerikan sektörü fiyat verileri alınarak Box-Jenkins metodolojisi ve çoklu regresyon gibi doğrusal modellerin yanı sıra

sektör tahmin probleminde sinir ağları kullanmışlardır. Sinir ağlarının ortaya çıkmasıyla, tahmini performans değerlerinde daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Avcı, (2007), kullanılan veri setleri İMKB-100 için günlük veya kapanış fiyatları ve Ocak 1996'dan Haziran 2005'e kadar işlem hacmi bilgileri yer almaktadır. Çok-katmanlı pörseptron modellerinin İMKB-100 endeksinin günlük ve seanslık getirilerinin tahmin edilmesindeki etkinliği incelenmiştir. Çalışmanın bulgularından yola çıkılarak, çok-katmanlı pörseptron modellerinin İMKB-100 endeks getirisini tahmin etmede olumlu bir performans gösterdiği sonucuna varılmıştır. Fakat, yapay sinir ağları modellerinin tahmin güçleri farklı değişkenler ve farklı model yapıları kullanılarak daha da arttırılabileceği, sinir ağı modellerinin verimliliğini arttırmak için sinir ağı modelleri için umut verici sonuçlar verdiğini göstermesine rağmen ağ mimarisi ve girdi değişkenleri üzerinde daha fazla durulması gerektiği iddia edilmiştir.

Lee vd. (2007) bu çalışmanın amacı, Kore Menkul Kıymetler Borsasında, bir sinir ağı (SN) modeli ve bir zaman serisi (SARIMA) modeli tahmin performansını karşılaştırmaktır. Ocak 1999'dan Mayıs 2006'ya kadar 390 haftalık (89 aylık) dönemde KOSPI verileri ve getiri verileri incelenmiştir. SARIMA modeli genel olarak KOSPI için BPNN modelinden daha doğru tahminler sağladığı ve BPNN modeli genel olarak SARIMA modelinden daha iyi olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, iki modelin öngörme doğruluklarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu sonuçlar hem haftalık hem de aylık veriler için geçerlidir ve öngörme doğruluğunun farklı önlemleri arasında sağlamdır. Bu sonuçlarla, portföy oluşumu, riskten korunma, opsiyon stratejileri ve yatırım kararlarının KOSPI ve getirilerinin tahminleri kullanılarak yapıldığı KOSPI tabanlı yatırım fonları ve türevlerinin risk yönetimi için yararlı bilgiler sağlanabilir. Modelin aynı zamanda ABD sermaye piyasası modellerinden daha kaotik bazı Kore sermaye piyasası değişkenlerini tahmin etmede iyi çalıştığından, NN modeli için bazı olumlu kanıtlar getirebildiği görülmüştür.

Altan (2008), Ocak 1987 - Eylül 2007 dönemine ait aylık veriler ele alınarak, oluşturulan döviz kuru hem yapay sinir ağı hem de vektör otoregresif (VAR) modelinden yola çıkarak her iki yöntem için elde edilen sonuçların öngörü performanslarını karşılaştırmıştır. Yapay sinir ağı teknikleri, VAR modeli tekniğine bakıldığında daha az veri ile çalışmaya izin vermektedir. Çalışmada,

örneklem içi dönem ele alındığında yapay sinir ağı tekniğinin, iyi bir performans gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Kutlu & Badur, (2009) bu çalışmada amaçlanan ileri beslemeli yapay sinir ağları yaklaşımından yararlanarak İMKB endeksinin tahmin edilebileceğinin gösterilmesidir. Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası ve diğer borsaların İnternet sitelerinden ulaşılan 2001 ile 2006 tarihleri arasındaki veriler kullanılarak yapılan testler sonucunda İMKB endeks değerinin ileri beslemeli yapay sinir ağları ile de etkili olarak modellenebileceği belirlenmiştir.

Boyacıoğlu & Acar (2010), 1990-2008 yılları arasında bazı makroekonomik değişkeni ve yurtdışındaki belli başlı borsaların kapanış değerlerini girdi olarak kullanıp BİST 100 endeksinin aylık getirisini bulanık mantık yöntemini kullanarak öngörmeye çalışmışlardır. Bulanık mantığın BİST için uygun olduğunu ve diğer borsalarla BİST' in pozitif bir ilişkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Jandaghi vd. (2010), İran' daki, hisse senedi piyasasında kullanılan nakit endeksinin ekzojen değişkeni ile birincil ve ileri hisse senedi fiyatlarının doğrusal ve doğrusal olmayan modellerle tahmini yapmış doğrusal olmayan sinirsel-bulanık modelin klasik doğrusal modelden daha iyi sonuçlar verdiğini göstermişlerdir.

Adeyibi & Ayo (2011) çalışmalarında, bulanık-sinirsel model veya yöntem kullanarak hisse senedi fiyat tahmini için geliştirilmiş bir öngörme modelinde teknik ve temel endekslerle uzmanların görüşlerini göstermektedirler. Ampirik sonuçlar hisse senedi fiyatı öngörü doğruluğunu sağlamak için önerilen modelin üstün performansını teyit etmektedir. Bu model, hisse senedi tahmininin daha gerçekçi olmasına yardımcı olarak borsada yatırım yapanların kararlarının kalitesini artırmasını hedeflemektedir.

Guresen vd. (2011) çalışmalarında, hisse senedi piyasasındaki tahminlerde dinamik ve etkin olduğu bilinen sinir ağı modellerinin etkinliğini değerlendirmiştir. Analiz edilen modeller, çok katmanlı algılayıcı (MLP), dinamik yapay sinir ağı (DAN2) ve yeni girdi değişkenleri çıkarmak için genelleştirilmiş otoregressif koşullu heteroscedasticity (GARCH) kullanan melez sinir ağlarıdır. Bu çalışmada 7 Ekim 2008'den 26 Haziran 2009'a kadar NASDAQ günlük borsa döviz kuru kullanılmış, YSA'nın piyasa değerlerini tahmin etmede kullandığı eksiklikleri azaltmak için araştırma yapılmıştır. Tahmin doğruluğundaki farklılıkları sunmak için, tüm modeller

NASDAQ Borsasından alınan aynı veri setine uygulanmış, bulgular, klasik YSA modelinin biraz daha iyi performans sergilediğini göstermiştir.

Kara vd. (2011), İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) Ulusal 100 Endeksinde iki etkin model geliştirmeye ve hareket yönlerini tahmin etmede gösterdikleri performansları karşılaştırmaya çalışmışlardır. Modeller, yapay sinir ağları (ANN) ve destek vektör makineleri (SVM) olmak üzere iki sınıflandırma tekniğini temel almaktadır. Deney sonuçları ANN modelinin (% 75.74) ortalama performansının SVM modelinden (% 71.52) daha iyi olduğunu göstermiştir. Bu nedenle hem ANN hem de SVM'nin bu konu için faydalı tahmin araçları olduğunu göstermişlerdir.

Maciell vd. (2012), Ocak 2000 ile Ekim 2011 arasında ABD ve Brezilya piyasalarında geleceği tahmin etmek için bulanık mantığı kullanmışlardır. Sonuç olarak, gelişmekte olan modellerin yüksek öngörüye sahip olduğunu ve bulanık mantığın doğru kullanıldığında geleneksel modellerden daha etkili olduğuna ulaşılmıştır.

Yang vd. (2012), hisse senedi fiyatını bulanık mantığı kullanarak göstermeye çalışmış ve başarılı olmuşlardır.

Zorin & Borisov, (2012) bu makalede, modern indeks modelleme ve tahmin görevinde modern sinir ağı teknolojisinin uygulanması verilmiştir. Tahmini değer, Letonya borsasını karakterize eden Dow Jones Riga Borsa endeksidir. Dow Jones RSE dizini zaman serilerini kullanarak bir dizi sinir ağı öğrenme deneyleri tamamlanmış, en iyi ağ seçilmiş ve endeks değerleri önümüzdeki ay için öngörülmüştür. Aynı tahmin Box-Jenkins modeli kullanılarak yapılmıştır. Her iki yöntemin sonuçları karşılaştırılarak sonuçlar sunulmuştur. Sinir ağları, Box-Jenkins modelleri gibi yaygın istatistiksel metodolojiden daha başarılıdır.

Kılıç vd. (2014) bu çalışmada, Borsa İstanbul 100 (BIST100) endeks getirilerinin yönünü tahmin etmek için Yapay Sinir Ağları (ANN) modelleri kullanılmıştır. Eğitim sürecinde YSA modellerine girdi olarak döviz kurları getirilerinin haftalık gecikmeli değerleri, altın fiyatı getirileri ve faiz getirileri kullanılır. Çalışmanın sonuçları, BIST100 endeks getirilerinin zaman içinde belirli bir paterni izlediğini göstermiştir. Bu çalışma üç ANN modelini birleştirmiştir. YSA modellerinin kompozit kullanımı, mevcut BIST100 endeks getirisi bilgileriyle BIST100 endeks getirisinin haftalık yönü hakkında değerli bilgiler sağlamıştır. BIST100 getirilerinin zaman içinde belirli bir paterni

izlediğini görülmüştür. YSA modellerinin kompozit kullanımı, mevcut BIST100 endeks getirisi bilgilerine dayanarak BIST100 endeks getirisinin haftalık yönü hakkında değerli bilgiler sağlamıştır.

III. MATERYAL ve YÖNTEM

A. Bulanık Mantık

Bulanık mantık terimi ilk olarak Zadeh tarafından 1965 yılında ortaya çıkmıştır. Zadeh modelleri formülize etmekte güçlüklerin yaşandığı kesin küme kavramı yerine dereceli üyeliklerle bu güçlüklerin aşılabileceği bulanık küme kavramını ileri sürmüştür. Günlük veya akademik hayatın en önemli aktörü olan insanların duygu, düşünce ve tecrübelerini formülize ederken bulanık mantık yöntemleri daha etkin sonuçlar vermektedir.

Literatürde Mamdani ile Takagi-Sugeno diye iki tane bulanık çıkarım sistemi bulunmaktadır. En çok kullanılan bulanık metodoloji Mamdani bulanık çıkarım sistemidir. Mamdani tipi çıkarım, çıktı üyelik fonksiyonlarını bulanık setler olarak alarak toplama sürecinin sonunda, her çıktı değişkeni için bir bulanık küme oluşturur. Net bir değere ulaşmak için bulanıklaştırma önemlidir. Eksiz verileri bulunan koşullar içinde problemle alakalı sözel ifadelerde de bu yaklaşım kullanılabilir (Mamdani 1974: 1585). Takagi-Sugeno yaklaşımı ise yalnızca sayısal verilerle çalışır ve sözel veriler gerektiren durumlar için uygun değildir. Bu yaklaşım veri tabanlı bir yöntem olarak kabul görüp, sayısal giriş-çıkış verilerine ulaşıldığından daha başarılı sonuçlar verir (Takagi & Sugeno 1985: 116).

Takagi-Sugeno yönteminde IF THEN kuralı,

$$\text{EĞER } (x_1 = A_{11}) \text{ VE } (x_2 = A_{12}) \text{ İSE } (z_1 = p_{10} + p_{11} x_1 + p_{12} x_2)$$

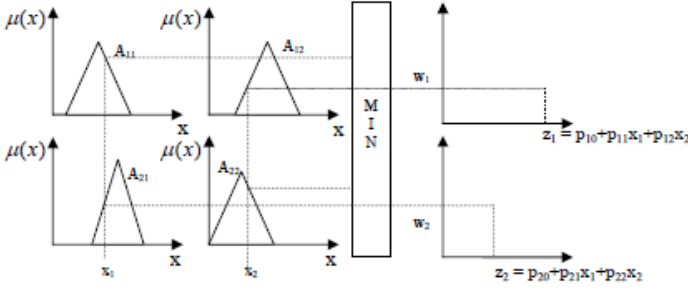
$$\text{EĞER } (x_1 = A_{21}) \text{ VE } (x_2 = A_{22}) \text{ İSE } (z_2 = p_{20} + p_{21} x_1 + p_{22} x_2)$$

Veya

$$\text{EĞER } (x_1 = A_{11}) \text{ VE } (x_2 = A_{12}) \text{ İSE } (z_1 = c_1)$$

$$\text{EĞER } (x_1 = A_{21}) \text{ VE } (x_2 = A_{22}) \text{ İSE } (z_2 = c_2)$$

Takagi-Sugeno çıkarım yöntemine göre gösterimi Şekil-1' dir.



Şekil 1: Takagi-Sugeno yönteminin gösterimi (Dualibe vd., 2003)

Takagi-Sugeno yönteminde bir veya birden daha fazla girdi değişkeniyle birlikte tek bir çıktı değişkeni (z_i) vardır. Çıktı değişkeni girdi değişkenlerinin lineer bir fonksiyonu veya sabit (c_i) bir sayı olabilir. Çıktı değişkeni lineer bir fonksiyon olarak tanımlanırsa bu fonksiyonun parametreleri p_{i0}, p_{i1} ve p_{i2}' dir. Her kural için bu parametrelerin değeri farklıdır. Parametre değerleri bulunurken ilk olarak girdi değişkenlerinin birinci değerleri için gelişigüzel değerler tayin edilir. Bahsedilen ilk parametre değerleri önemsizdir. İstendiği takdirde durumla hiç alakası olmayan kişiler tarafından da bu değerler üstünlükü belirlenebilir. Girdi değişkenlerine ait olan (x₁ ve x₂) tüm değerler için çıktı değişkeninin (z_i) değerleri başlangıç i değerleri kullanılarak tahmin edilir. Bu değerler ve her bir kural için tespit edilen eşik değerleri kullanılarak;

$$\text{Sonuç değeri} = \frac{\sum_{i=1}^N W_i Z_i}{\sum_{i=1}^N W_i}$$

Denklem 1

Yardımla ulaşılan sonuç değerine tahmin değeri de denilebilir (Dualibe vd., 2003).

Elde edilen tahmin değerleri ve bilinen gözlem değerleri arasındaki fark hata olarak kabul edilir. Bu tahmin değerleri gözlem değerlerine yaklaştıkça hata da küçülür demektir. Bağlı hata;

$$H_i = \frac{|b_i - c_i|}{b_i} 100$$

Denklem 2

Yardımla hesaplanır. Burada b_i; i nci gözlenen sonuç değeri, c_i; i nci tahmin sonuç değeridir. Hesaplamalarda hata değerlerinin istenen sınırlar içerisinde olmasını sağlayacak şekilde herhangi bir başlangıç değerinden başlanarak pi parametreleri iterasyon yapılarak elde edilir. Çıktı değişkeni ile oluşturulan modellerin performanslarını değerlendirmek için bağlı hata ile birlikte, gözlem

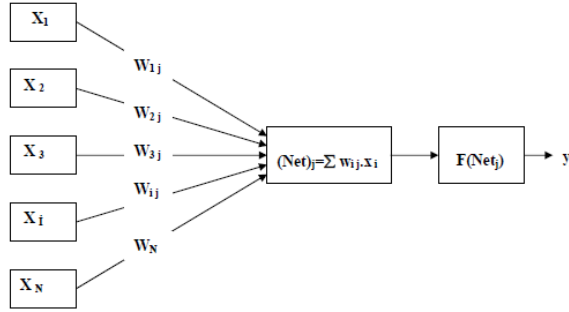
değerleri ile tahmin değerleri arasındaki ilişkinin bir belirtisi olan R^2 değeri de kullanılır. Bu değer 1'e yaklaştıkça modelin başarısı artmaktadır. Ortalama bağıl hatanın değeri % 5 ve % 10'un altında kalırsa model başarılı sayılır (Şen, 2004: 191).

B. Yapay Sinir Ağları

Hisse senedi fiyat öngörü çalışmalarında, klasik zaman serisi tahmin yöntemleri ile iyi sonuçlar elde etmek istendiğinde tahmin başarısı belirli bir oranı geçmemektedir. Ama bizim yapay sinir ağlarıyla geleceğe dönük tahminlerde bulunmamız etkili sonuçlar doğurabilir. Günlük yaşamda kullanılan finansal değişkenlerin karışık ve lineer olmaması yapay sinir ağlarında tahminlerin daha da etkili olmasını sağlamaktadır.

Yapay sinir ağları dağınık olmayan ve bir şebeke şeklinde olan düğümlerden oluşan lineer olmayan bir devredir. İşlem elemanı dediğimiz bu düğümlerin kendi içlerinde tek yönlü iletim yolu bulunan bağlantıları vardır. İşlem elemanlarına istenildiği kadar giriş bağlantısı yapılabilmesine rağmen tek bir çıkış bağlantısı yapılma zorundadır. Fakat bu bağlantı kopyalanabilir. Çıktıları ulaştıran bağlantı yollarında gecikmeler olabilir. Matematiksel tipteki bu çıkışlar isteğe bağlı bir biçimde reel, devamlı veya iki tabanlı olabilir

(Yarar, 2010: 30).



Şekil 2: Basit Bir Yapay Sinir Ağı

Şekil-2' de çok katmanlı bir ağ için girdi değeri kendisine diğer katmanlardan ulaşan değerlerin ağırlık katsayılarının çarpımın toplamı şeklinde aşağıdaki gibi gösterilir.

$$V_j = \sum_{i=1}^N X_i W_{ij}$$

Denklem 3

Bu katmanın çıkışı, yukarıdaki ağırlıklı toplamın lineer olmayan bir fonksiyonda yerine yazılıp hesaplanmasıyla aşağıdaki gibi bulunur:

$$y_j = \frac{1}{1 + e^{-V_j}}$$

Denklem 4

Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme veya Ağın Eğitilmesi

Yapay sinir ağlarında öğrenme girdi ve çıktılar arasındaki bağıın ağırlık katsayılarının değiştirilmesiyle gerçekleştirilir. Bu değiştirilme sigmoid transfer fonksiyonuyla elde edilen değerlerin ağırlık katsayılarının tamamının ya da bir kısmının ulaşılmak istenen çıktı ve ağ çıktısı arasındaki farkın istenilen değere düşmesi sağlanana kadar yapılır. Buraya kadar denetimli, denetimsiz ve pekiştirmeli olmak üzere çeşitli öğrenme yolları oluşturulmuştur.

Ağdan ulaşılan çıktı ile istenilen çıktı arasındaki fark belirli bir değer altına inene kadar denetimli öğrenmede değişiklik yapılır. Bu durum denetimsiz öğrenmede, ağırlık katsayılarının ağa girdi vektörü verildikten sonra elverişli çıktıya ulaşmasına kadar değiştirilmesiyle devam eder. En son ise pekiştirmeli öğrenmede, girdiye yanıt verecek elverişli çıktılar elde edilmesinde ağırlık katsayılarının en etkili değerinin bulunmasında optimizasyondan yararlanır (Demirpençe, 2005: 40).

Yapay sinir ağlarından en çok karşımıza çıkan ileri beslemeli geriye yayılım sinir ağları girdi, gizli ve çıktudan olmak üzere 3 kısımdan oluşur. Birimlerde bulunan nöron birbirlerine ağırlık kümeleri ile bağlanmaktadır. İleri beslemeli geriye yayılım algoritmasında ileriye doğru besleme etabı ile çıktı birimindeki hesaplanıp gözlenen bilgi sinyalleri arasındaki ayrıma dayanan geriye doğru ilerleme etabından meydana gelen 2 bölüm bulunur.

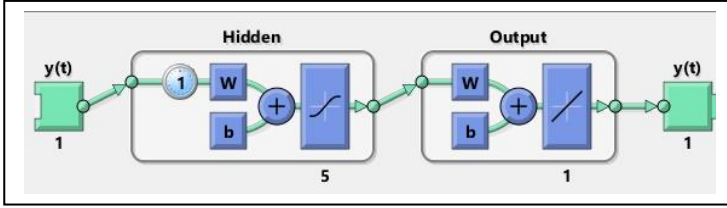
IV. UYGULAMA

Bu çalışma 2012-2016 yıllarına ait gelişmekte olan ülkeler Çin (Shanghai), Hindistan (Nifty 50), Meksika (IPC-Meksika) ve İstanbul (BİST-100) ile ABD (Nasdaq), İngiltere (FTSE-100), Almanya (DAX) ve Fransa (CAC-40) olmak üzere dört gelişmiş ülke ele alınarak haftalık kapanış hisse senedi değerleri kullanılmıştır.

Zaman serisinin değerleri <https://www.investing.com.tr> sitesinden elde edilmiştir. Farklı metotlar farklı modeller üzerinden çalıştırılmıştır. Yapay

sinir ağları ve bulanık mantık uygulamaları MATLAB programı yardımı ile modellenmiştir.

Yapay sinir ağları uygulaması için MATLAB programı içerisinde bulunan Non-Linear Autoregressive (NAR) eklentisinden yararlanılmıştır. Eklentinin çalışma mantığı Şekil-3’ de kısaca şematik olarak gösterilmektedir.



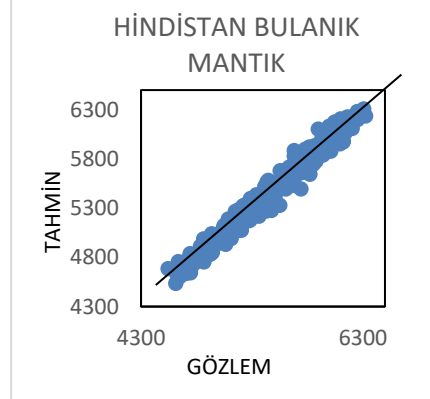
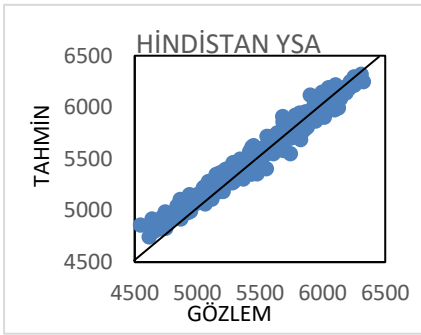
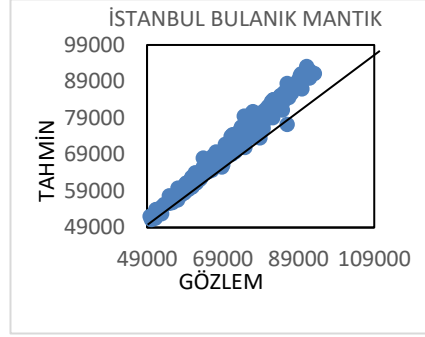
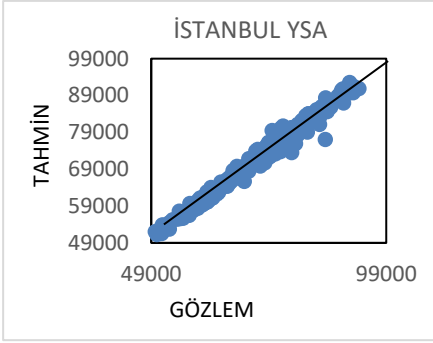
Şekil 3: Yapay Sinir Ağları Mimarisi

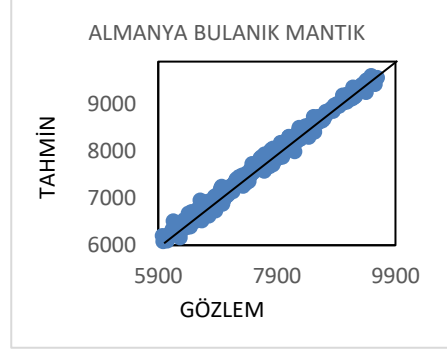
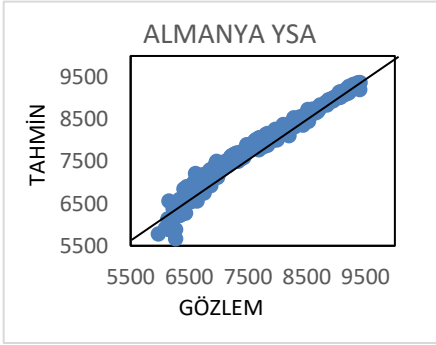
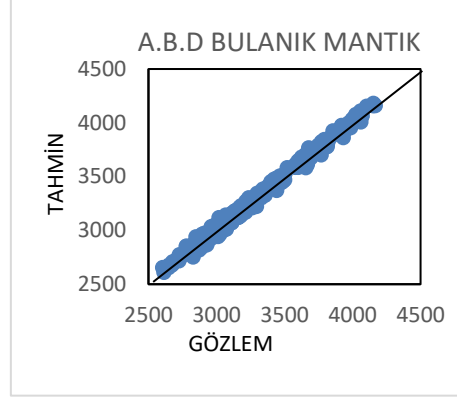
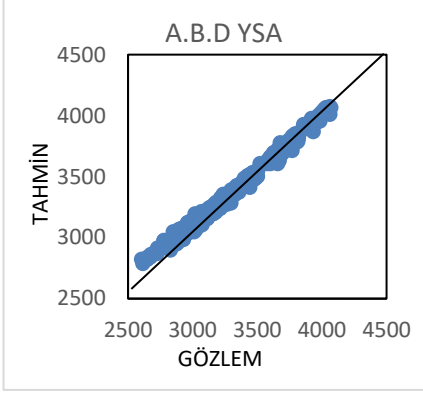
Analiz etmek istediğimiz zaman serimizin %60’ lık kısmı eğitime %40’ lık kısmı ile teste ayrılmıştır. Bu çalışmada verilerin eğitim ve test olarak gruplara ayrılması sırasında zaman serisinin yapısını bozmaya yönelik hareketlerden kaçınılmıştır. Veri setinin ilk %60’ lık kısmı blok olarak eğitim, takip eden kısmı ile blok olarak test gerçekleştirilmiştir. Geçmişte yapılmış olan çalışmalara bakıldığında, analizin eğitim ve test değerlerinin gelişigüzel alındığı görülebilmektedir. Bu şekilde yapılan çalışmalar iyi tahmin vermiş olmasına rağmen zaman serisinin oluşumuna elverişli bir modelleme gibi gözükmemektedir. Modellerde eğitim ve test verilerinin blok olarak alınması düşük tahmin değerleri vermesine rağmen daha yansız bir sonuç elde edilmektedir. Modelimizin girdi değerleri zaman serisindeki bir gün önceki değer (T-1) olmaktadır. Çıktı değeri ise bugün (T) olarak seçilmiştir. Yapay sinir ağlarında bulunan 3 farklı öğrenme fonksiyonu da modelleme çalışmalarında denenmiştir. Ayrıca gizli nöron sayısı literatürde belirtilen sağlıklı ve karmaşık olmayan bir model oluşturacak şekilde 3 ile 7 arasında değiştirilmiştir. Gizli nöron sayısının artması modelin daha da karmaşıklaşmasına yol açacağından gizli nöron sayısında çok fazla artışa gidilmemiştir. Aktivasyon fonksiyonu olarak sıklıkla kullanılan Sigmoid aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır.

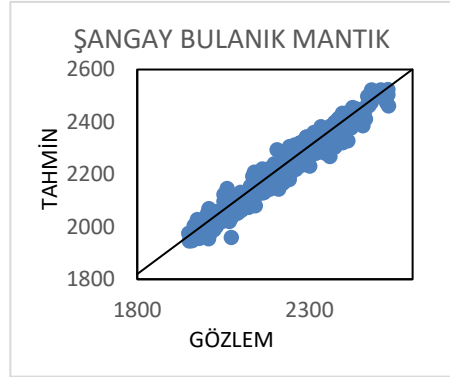
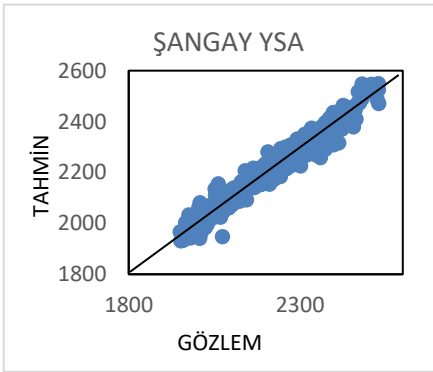
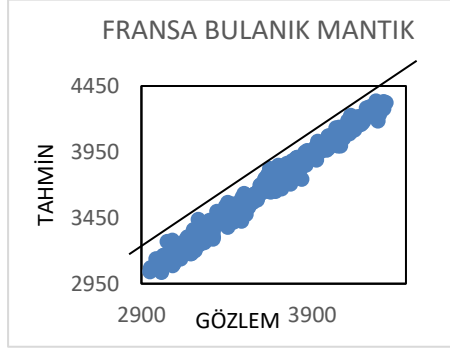
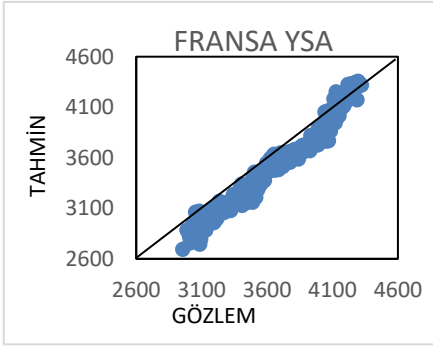
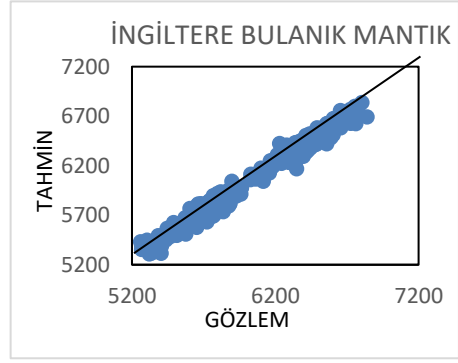
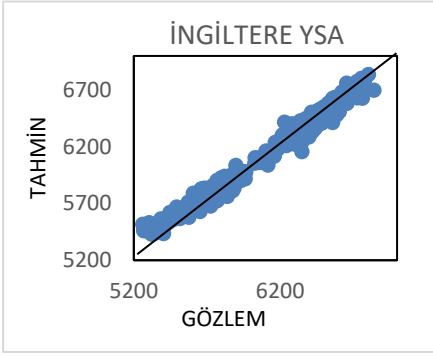
Bulanık mantık modellemeleri MATLAB programında bulunan ANFIS eklentisi sayesinde gerçekleştirilmiştir. Veri setinin %60’ lık kısmı eğitim geri kalan %40 lık kısım test olarak alınmıştır. Girdi değerleri yapay sinir ağlarında olduğu gibi T-1 değerleri, çıktı ise T değeridir. Ağın eğitimi sırasında bulanıklaştırmak için 2 alt küme kullanılmıştır. Alt küme sayısı artırılmış ve

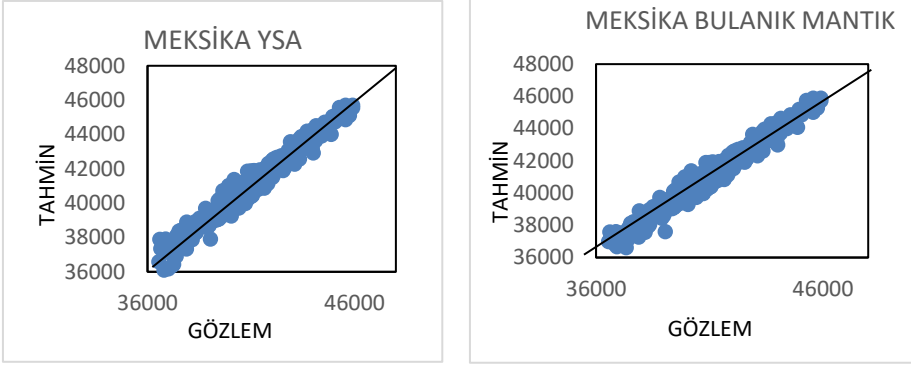
yeniden analiz edilmiştir fakat eğitim hatası azalsa da test hataları çok fazla çıkmaktadır. Bundan dolayı iki alt küme öngörülecek zaman serisi için en etkin sayı olarak belirlenmiştir. Bu kümelerin farklı üyelik fonksiyonu şekilleri ile denenmiş en uygun üyelik fonksiyonu şeklinin üçgen olduğu görülmüştür.

Öncelikle yapılan modellemeler çizgisel grafik vasıtasıyla, görsel olarak mukayese edilmiştir. Tahmin-gözlem saçılım grafiği olarak bilinen bu grafiklerde, 45 derecelik bir eğri ile 1 katsayısı temsil edilmektedir. Grafikteki değerlerin bu çizgiye yakın seyir sergilemesi modelin başarılı olduğunu kanıtlar. Bu çizgiden uzaklaşan değerler tahmini iyi yapılamamış değerler olarak okunur. Yapay sinir ağları ve bulanık mantık grafikleri aşağıdaki gibidir.









Saçılım grafikleri genel olarak bir fikir verse de tüm ülkelerde iyi olan modele karar vermek için yeterli olmadığı görülmektedir. Saçılım grafiklerine bakarak, genel olarak bulanık mantıkla yapılan tahminlerin yapay sinir ağlarından daha iyi olduğu söylenebilir. Ancak modeller arasında daha sağlıklı karar verebilmek için verimlilik katsayısı yönteminden faydalanılmıştır. Bir tahmin modelinin ne oranda başarılı tahmin yaptığının tespiti için verimlilik katsayısı(VK) sıkça kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem test kısmına ayrılan verilerin tahmin başarısını, hata kareleri ortalaması (HKO) ve gözlem değerlerinin varyansını cinsinden ifade eden bir katsayıya ulaşmamızı sağlar. 0 ile 1 arasında değişim sergileyen bu katsayının aldığı değer eğer 0 a yakın bir değer alıyorsa yapılan model başarısız 1 e yakın bir değer alıyor ise başarılı olarak yorumlanır. 0,8 ve üzeri değerler modelin kullanışlı olduğunu 0,5 ve altındaki değerler ise modelin başarısız sayılması gerektiğini gösterir.

Yapılan modellerin başarısı verimlilik katsayısı (VK) formülü ile hesaplanmıştır. Bu formül gözlenen değerlere karşılık gelen tahmin değerlerin ne oranda doğrulukla tahmin edildiğini ifade eder.

$$VK = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n (H_{Ti} - H_{Gi})^2}{\sum_{i=1}^n (H_{O} - H_{Gi})^2}\right)$$

Denklem 5

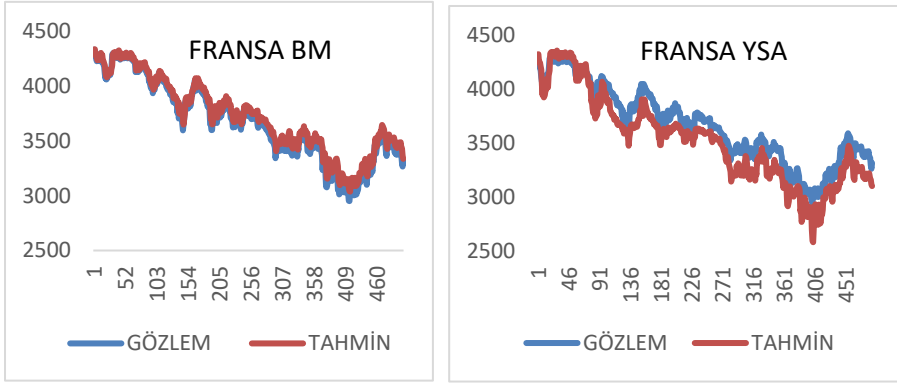
Denklemdaki ifadeler; VK=Verimlilik Katsayısı, n=toplam gözlem ve tahmin değeri sayısı, H_{Ti} =i nci hisse senedi tahmin değeri, H_{Gi} =i nci hisse senedi gözlenen değeri, H_{O} =Gözlenen hisse senedi değerleri ortalamasıdır. Verimlilik katsayısı değeri 1 değerine yaklaşması tahmin başarısının arttığını göstermektedir.

Aşağıdaki tabloda sekiz farklı borsadan elde edilen hesaplama sonuçları, Bist-100 dışında diğer tüm borsalarda bulanık mantık modelinin yapay sinir ağlarından az bir farkla da olsa daha iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir. Her iki modelde de, ele alınan tüm borsalarda verimlilik katsayısının 0,90' ın üzerinde bir ortalama başarı oranı ile endeks artışlarının işaretini tahmin edebildiğini gösteriyoruz. Sadece CAC-40 borsasında yapay sinir ağları modeliyle yapılan tahmin diğerlerinin gerisinde kalarak 0,798 çıkmıştır ki bu sonuçta ortalama bir doğru tahmin için fena değildir.

Tablo 1: Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları Model Sonuç Karşılaştırmaları

	Bulanık Mantık (VK)	Yapay Sinir Ağları (VK)
Shangai	0,963	0,957
Nifty 50	0,978	0,952
IPC-Meksika	0,972	0,964
BİST-100	0,984	0,986
Nasdaq	0,992	0,931
FTSE-100	0,982	0,972
DAX	0,984	0,910
CAC-40	0,968	0,798

Yapılan verimlilik katsayısı analizi ile en iyi tahmin yapan modellere karar verilmiş ve en iyi modellerin tahmin ve gerçekleşme grafikleri aşağıda sunulmuştur.



Şekil 4: Fransa Bulanık Mantık ve YSA Gözlem- Tahmin Grafiği

V. SONUÇ

Çalışmada 2012-2016 yılı hisse senedi kapanış fiyatları farklı yöntemler kullanarak tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu yöntemler yapay sinir ağları ve bulanık mantıktır. Çalışılan iki yöntemin yakın tahmin sonuçları verdiği görülmüştür. Yapay sinir ağlarında en iyi sonuç bir gün önceden, Scaled conjugate gradient eğitim fonksiyonuna ve üç gizli nörona sahip model olmuştur. Yapay sinir ağlarında Bayesian regularization eğitim algoritması nonlineer autoregressive modellerde kullanılırken gizli nöron sayısı değişikliğinden pek fazla etkilenmediği görülmüştür. Bulanık mantık çıkarım sisteminde ise en başarılı model bir gün önceden, iki alt küme, üçgen üyelik fonksiyonuna sahip model olmuştur. Fakat son dönemlerde sıklıkla kullanılan ve basit çalışma mantığına sahip olan bulanık mantık az da olsa daha iyi sonuçlar vermiştir.

Zaman serisi verileri kullanılarak yapılacak tahmin çalışmalarında yapay zekâ yöntemlerinin kullanılabilirliği bir kez daha ispatlanmıştır. Araştırmacılar yapacakları analizlerde bu durumu göz önüne aldıkları durumda daha başarılı tahminler elde edebilirler ve gelecekte ortaya çıkması muhtemel yeni yöntemlerin bu özellikler doğrultusunda optimuma ulaşması öngörülmektedir.

Tahminde kullanılan modeller, kendi içlerinde tutarlı bir yapı ve iyi bir öngörü performansı sağlamıştır. Anlaşılması güç, birçok önkoşul gerektiren klasik regresyon modellerinden bu iki yöntemi kullanıp çeşitli portföyler hakkında daha iyi kararlar alınabileceği sonucuna ulaşılabilir. Bunu farklı sektörler veya farklı değişkenler kullanarak daha da tutarlı modeller oluşturup Dünyanın önde gelen borsalarına uyarlıysak makro sonuçlarla yatırımcılara doğru karar alabilme fırsatı sunabiliriz.

Kullandığımız modellerin tahmini doğruluk oranını artırmak için hangi girdi değişkenlerinin kullanılabilmesi konusunda daha fazla araştırma yapmak, gelişmekte olan piyasalarda daha iyi ticaret stratejileri elde etmede çok yararlı olabilir.

Kullanılan modeller, daha ileri çalışmalarda farklı değişkenlerle çeşitli yaklaşımlara odaklanırsa, hisse senedi fiyat tahmini performansını iyileştirmede umut vadedebilir.

Çalışmanın kısıtlarından bahsedecek olursak kullanılan değişkenlerin etkililiğini bilmek gerekir. Ayrıca çalışmanın sadece belli bir dönem veya belirli borsalar için değil çalışmanın diğer dönemler ve diğer borsalar için de uygulanması iyi olacaktır. Yapay zeka uygulamalarının geleceği parlak gözükmesine rağmen çalışmaları titizlikle yapmak ve zayıf yönlerini göz önünde bulundurmamak gerekiyor

KAYNAKÇA

- ADEBIYI, A.A.& AYO, C.K. (2011), "Fuzzy-neural model with hybrid market indicators for stock forecasting", *Int. J. Electronic Finance*, Vol. 5, No. 3.
- ABDELMOUEZ, Ghada, HASHEM Sherif R., ATIYA, Amir F. & El-GMALA Mohamed A. (2007), "Neural Network vs. Linear Models for Stock Market Sectors Forecasting", *Proceedings of International Joint Conference on Neural Networks*, Orlando, Florida, USA, August 12- 17, 1-5.
- ALTAN Şenol, (2008), "Döviz Kuru Öngörü Performansı için Alternatif Bir Yaklaşım: Yapay Sinir Ağı", *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10 / 2, 141-160.
- ALTAY, Erdinç & SATMAN M. Hakan (2005), "Stock Market Forecasting: Artificial Neural Network and Linear Regression Comparison in an Emerging Market", *Journal of Financial Management and Analysis*, 18(2), 18-33.
- ATIYA, A., TALAAT, N. & SHAHEEN, S. (1997), "An Efficient Stock Market Forecasting Model Using Neural Networks", *Proceedings of International Conference on Neural Networks*, Vol. 4, Houston, 9-12 June, 2112-2115.
- AVCI, Emin (2007), "Forecasting Daily and Sessional Returns of the ISE-100 Index with Neural Network Models", *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 8 (2), 128-142.
- BENGOECHEA, A. Glaria, URETA, C. Ordonez, SAAVEDRA, M. Marchant & MEDINA, N. Opazo (1996), "Stock Market indices in Santiago de Chile: forecasting using neural networks", *Neural Networks, IEEE International Conference on*, Volume: 4.
- BOYACIOĞLU, Melek A., AVCI, Derya (2010). "An Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System (ANFIS) for the prediction of stock market return: The case of the Istanbul Stock Exchange", *Expert Systems with Applications* 37 :7908– 7912.
- CHUNG, C. M., CHEONG, W. C. & CHUNG L. C. (2000), "Financial Time Series Forecasting by Neural Network Using Conjugate Gradient Learning Algorithm and Multiple Linear Regression Weight Initialization", *Computing in Economics and Finance 2000*, Society for Computational Economics, no 61.
- DEMİRPENÇE, H. K. (2005). "Akımlarının Yapay Sinir Ağları ile Tahmin". Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, Antalya.
- DUALIBE, C., VERLEYSSEN, M. ve JESPERSEN, P.G. (2003), "Design of Analog Fuzzy Logic Controllers in CMOS Technologie Implementation, Test and Application", Kluwer Academic Publishers, 227 s,USA.
- EGELİ, B., ÖZTURAN M. & BERTAN B. (2003). Stock Market Prediction Using Artificial Neural Networks.
- GURESEN, Erkam, KAYAKUTLU, Gulgun & DAİM, Tuğrul U. (2011), "Using artificial neural network models in stock market index prediction", *Expert Systems with Applications* Volume 38, Issue 8, August, Pages 10389-10397.
- HILL, Tim, MARQUEZ, Leorey, CONNOR, M. O' Connor & REMUS William (1993). Artificial Neural Network Models for Forecasting and Decision Making. *International Journal of Forecasting*, 10, 5-15.
- JANDAGHI, Gholamreza, TEHRANI, Reza, HOSSINPOUR, Davoud, GHOLIPOUR, Rahmatollah & SHADKAM, Seyer Amir Shahidi (2010), "Application of Fuzzy-neural networks in multi-ahead forecast of stock price", *African Journal of Business Management* Vol. 4(6), pp. 903-914, June.
- KARA, Yakup, BOYACIOĞLU, Acar, M. & BAYKAN, Ömer Kaan (2011), " Predicting direction of stock price index movement using artificial neural networks and support vector machines: The sample of the Istanbul Stock Exchange", *Expert Systems with Applications*, 38, 5311-5319.

- KARAATLI, Meltem, GÜNGÖR, İbrahim, DEMİR, Yusuf & KALAYCI Şeref. (2005), "Hisse Senedi Fiyat Hareketlerinin Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Tahmin Edilmesi", *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, Sayı:3, 22-48.
- KILIÇ, Süleyman B., PAKSOY Semih & GENÇ, Tolga (2014), "Forecasting the Direction of BIST 100 Returns with Artificial Neural Network Models", *International Journal of Latest Trends in Finance & Economic Sciences*, Vol-4 No. 3 September, 2014, 759-765.
- KIM, K., OH K. J. & HAN, I. (2000). Neural Network Forecasting of Stock Price Index to Integrate Change- Point Detection with Genetic Algorithms.
- KUTLU, Birgül & BADUR, Bertan (2009), "Yapay Sinir Ağları ile Borsa Endeksi Tahmini", *Yönetim* Yıl:20, Sayı: 63, Haziran, 25-40.
- LEE, Kyungjoo, YOO Sehwan & JIN Jongdae J. (2007), "Neural Network Model vs. SARIMA Model In Forecasting Korean Stock Price Index (KOSPI)", *Issues in Information Systems*, Volume VIII, No. 2, 372-378.
- LI Rong J. & XIONG Zhi B. (2005), "Forecasting Stock Market with Fuzzy Neural Networks", *Proceedings of the Fourth International Conference on Machine Learning and Cybernetics*, Guangzhou, 18-21 August, 3475-3479.
- LIU, Qiong, LU, Xin, REN F. & KUROIWA S. (2004), "Automatic Estimation of Stock Market Forecasting and Generating the Corresponding Natural Language Expression", *Proceedings of the International Conference on Information Technology: Coding and Computing (ITCC'04)*, 1-5.
- MAMDANI, E. H. (1974), "Application of fuzzy algorithms for simple dynamic plant", *Proc. IEEE*, 121(12), 1585-1588.
- MACIELL, L., GOMIDE, F. & ROSANGELA B. (2012), "Evolving Fuzzy Modeling for Stock Market Forecasting", *IPMU 2012*, Part IV, CCIS 300, pp. 20-29.
- PAVLIDIS, N. G., PLAGIANAKOS, V. P., TASOULIS, D.K. & VRAHATIS M. N. (2003), "Financial Forecasting through Unsupervised Clustering and Neural Networks", *Operational Research*, May, Volume 6, Issue 2, 103-127.
- PHUA, P. K. H., ZHU, X. & KOH, C. H. (2003), "Forecasting Stock Index Increments Using Neural Networks with Trust Region Methods", *Neural Networks*, 2003. *Proceedings of the International Joint Conference on*, Volume: 1, 260-265.
- RAST, M. (1999), "Forecasting with Fuzzy Neural Networks: A Case Study in Stock Market Crash Situations. Fuzzy Information Processing Society", *NAFIPS. 18th International Conference of the North American*, 418-420.
- RODRIGUEZ, J. V. Perez (2005), "STAR and ANN models: Forecasting performance on the Spanish "Ibex-35" stock index", *Journal of Empirical Finance* Volume 12, Issue 3, June, 490-509.
- SCHIERHOLT, Karsten & DAĞLI, Cihan H. (1996) "Stock Market Prediction Using Different Neural Network Classification Architectures", *Proceedings of the IEEE/IAFE Conference on Computational Intelligence for Financial Engineering*, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), Jan, 72-78.
- ŞEN, Z. (2004), *Mühendislikte Bulanık Mantık İle Modelleme Prensipleri.* Su Vakfı Yayınları. 191 s, Türkiye.
- TAKAGI, T., & SUGENO, M. (1985), "Fuzzy identification of systems and its application to modeling and control", *IEEE Trans. Syst. Man Cybern.*, 15, 116-132.
- THAWORNWONG, Suraphan , ENKE, David (2003), "Forecasting Stock Returns with Artificial Neural Networks", *Neural Networks in Business Forecasting*, 47- 79.
- YANG, K., WI, M. & LIN, J. (2012), "The Application of Fuzzy Neural Network in Stock Price Forecasting Based on Genetic Algorithm Discovering Fuzzy Rule", *8th International Conference on Natural Computation*, ss. 470-474.

- YARAR, Aalpaslan (2010), *Susurluk Havzası Yağış Akış Verilerinin Modellenmesi*, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- ZADEH, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8: 338-353.
- ZHORA, D. V. (2005), "Data Preprocessing for Stock Market Forecasting using RandomSubspace Classifier Network", *Proceedings of International Joint Conference on Neural Networks*, Montreal, Canada, July 31 – August 4, 2549-2554.
- ZORIN, A. & BORISOV, A. (2012). Modelling Riga Stock Exchange Index Using Neural Networks.

