

PAY SENEDİ FİYATLARININ BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI İLE TAHMİN EDİLMESİ: BİST SANAYİ FİRMALARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA*

Dr. Öğr. Üyesi Ersin KANAT

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, UBYO, (ersinkanat44@hotmail.com)

Emekli Öğretim Üyesi Prof. Dr. Şener DİLEK

(snrdilek@gmail.com)

ÖZET

Bu çalışmada, teknik analiz, temel analiz ve piyasa anomalileri bir arada kullanılarak, alım ve satım sinyali veren bir sistem kurulmuştur. Daha sonra, ilgili yöntem çeşitli kriterlere göre seçilmiş olan BİST 30 firmaları üzerinde denenmiştir. Son olarak, bulanık mantık yaklaşımına göre kurulmuş yeni bir sistem yardımıyla, bahsi geçen pay senetleri üzerinde tekrar analiz işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, 2005 yılının başından 2016 yılının son gününe kadar olan veriler kullanılmıştır ve bulanık mantık yaklaşımına göre yapılan analizlerin, klasik mantığa göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Ayrıca; analiz yöntemlerinin ve anomalilerin bir arada kullanılmasının, ayrı ayrı kullanılmalarından daha yararlı olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pay Senedi, Teknik Analiz, Temel Analiz, Anomaliler, Bulanık Mantık.

ESTIMATION OF STOCK PRICES WITH FUZZY LOGIC APPROACH: A RESEARCH IN BIST INDUSTRY SECTOR

ABSTRACT

In this study, a combination of technical analysis, fundamental analysis and market anomalies was used to establish a system that gives buying and selling signals. Afterwards, the method was tested on BİST-30 companies which were selected according to various criteria. Finally, these shares were re-analyzed by a new system which was established according to the fuzzy logic approach. In the study, data from the beginning of 2005 to the last day of year 2016 were used and it was observed that the analysis, performed by the fuzzy logic approach, gives better results than the classical logic did. Besides; it was concluded that combination of the analysis methods and anomalies was more beneficial than used separately.

Keywords: Stocks, Technical Analysis, Fundamental Analysis, Anomalies, Fuzzy Logic.

* Bu çalışma; Ersin KANAT'ın 2016 yılında, İnönü Üniversitesi - Sosyal Bilimler Enstitüsünde, Şener DİLEK'in danışmanlığında hazırladığı "Hisse Senedi Fiyatlarının Bulanık Mantık Yöntemi ile Tahmin Edilmesi" başlıklı doktora tezinden üretilmiştir."

1. Giriş

Bulanık mantık yaklaşımı ilk kez 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından ortaya çıkarılmıştır ve bugüne kadar, başta mühendislik olmak üzere birçok alanda kullanılmaya başlamıştır. Bilinen ilk bulanık mantık uygulaması; 1974 yılında, Mamdani ve arkadaşları tarafından geliştirilen bir kontrol sistemi ile gerçekleştirilmiştir (Mamdani, 1974). Bu uygulamadan elde edilen başarılı sonuçlar, tüm mühendislik alanlarında yeni çalışmaların ortaya çıkmasına neden olmuştur ve günümüzde kullanılan birçok akıllı cihazın temelini bulanık mantık yaklaşımı oluşturmaktadır. Ayrıca, Takagi ve Sugeno'nun yapmış oldukları bulanık sistemlerin modellenmesiyle ilgili çalışma da, bulanık mantık uygulamaları alanına büyük katkılar sağlamıştır (Takagi & Sugeno, 1985). Hatta günümüzde bulanık sistemlerde kullanılan en çok kullanılan iki çıkarım yöntemi Mamdani ve Takagi-Sugeno'ya aittir.

Belirsizlikler içerisinde, uzman sistemlerin geliştirilmesini kolaylaştıran bulanık mantık, zaman içerisinde finansal uygulamalarda da kullanılarak, gelişimine devam etmiştir. Dünya üzerinde finansal planlama, finansal analiz, fiyatlama ve kredi riskinin ölçülmesi gibi çok sayıda uygulama gerçekleştirilmiştir.

Bulanık mantığın finansal alanda kullanılmasına ilişkin Türkiye'de de benzer çalışmalar bulunmaktadır. Ancak, bulanık mantık yaklaşımının, Türkiye'de daha geç yaygınlaşmaya başlamasından dolayı, finansal anlamda çok fazla uygulama alanı bulduğu söylenemez. Türkiye'de gerçekleştirilmiş ve pay senetleri ile ilgili olan çalışmaların; teknik analiz uygulamaları, portföy seçimi ve zaman serisi yöntemlerinin uygulanması gibi belirli sayıda çalışmalar olduğu görülmektedir. Bu yüzden, finans alanında bulanık mantık konusuyla ilgili yapılacak yeni çalışmaların, bilim dalına önemli katkılar sağlayabileceği düşüncesi doğmuştur.

Türkiye ve dünyada bulanık mantık yaklaşımı ile uygulanan birçok fiyat tahmin çalışması, teknik analiz üzerine yoğunlaşmıştır. Yapılmış olan bu uygulamalar göstermektedir ki; teknik analizin bulanık mantık yaklaşımı ile uygulanması, klasik yaklaşıma göre çok daha başarılı sonuçlar vermektedir. Ayrıca, literatürde yer alan birçok çalışma, klasik mantık yaklaşımında temel verilerin ve anomalilerin, fiyatları tahmin etme konusunda oldukça önemli olduklarını göstermektedir. Bu çalışmada, temel verilerin ve anomalilerin de Türkiye piyasalarında bulanık mantık yaklaşımı ile daha iyi sonuçlar almaya yardımcı olup olmadığı irdelenmeye çalışılmıştır.

Kısaca, temel verilerin ve anomalilerin fiyat tahmini sistemlerini iyileştirici etkisinin, klasik mantıktan daha iyi olup olmadığı araştırılmaya çalışılmıştır. Böylece, bulanık mantık yaklaşımına göre temel analizin ve anomalilerin de performansları, klasik mantıkla yapılan analizlerle karşılaştırılmıştır.

Ayrıca, Finans alanında yapılmış geçmişteki birçok çalışmada, teknik analiz, temel analiz ve anomalilerin bir arada kullanılmalarının, ayrı ayrı kullanılmalarından daha yararlı olabileceği sonucuna ulaşıldığı görülmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada da bu tür karma ve kompleks yapıdaki analizlerde bulanık mantığın performansının, klasik mantık ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Uygulamada, öncelikle BİST 30'da yer alan sanayi şirketlerinden, belirli kriterler çerçevesinde, 6 adet pay senedi seçilmiştir. Daha sonra, bu pay senetlerine ait 2005 ve 2016 yılları arasındaki pay senedi fiyatları elde edilmiştir. 2015 ve 2016 yılları tahmin periyodu olarak kullanıldığı için bu yıllara ait olan veriler analiz sonucuyla gerçekleşmiş verilerin kıyaslanabilmesi için kullanılmıştır. Önceki yıllara ait veriler ise kural tabanları ve üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi gibi konularda tecrübe edinilebilmesi için kullanılmıştır.

Bulanık mantık ve klasik mantık yaklaşımına göre analizlerin gerçekleştirilebilmesi için öncelikle kural tabanlarının oluşturulması ihtiyacı doğmuştur. Kural tabanları oluşturulurken genellikle geçmiş deneyimler, uzman görüşleri, yapay sinir ağları veya genetik algoritmalar gibi yöntemlerden yararlanılır. Bu çalışmada kural tabanları oluşturulurken; öncelikle ölçüm yapılan periyotta, fiyat grafikleri üzerinde trendler belirlenmiştir. Daha sonra, trendlerin başlangıç ve bitiş günlerindeki sinyal değerleri alınmıştır. Alınan bu sinyal değerlerinden çeşitli kurallar elde edilmiştir. Ancak, söz konusu sinyal değerlerinin en az üç kez tekrar etmiş olmalarına dikkat edilmiştir.

Çalışmada ilk olarak, klasik mantık ve bulanık mantık yaklaşımına göre teknik analiz uygulaması gerçekleştirilmiştir. Teknik analizde kullanılan göstergeler; MACD, RSI, Momentum ve Stokastik göstergeleridir. MACD hesaplanırken; kısa süreli hareketli ortalama olarak 12 günlük, uzun süreli hareketli ortalama hesaplanırken ise 26 günlük ortalama tercih edilmiştir. Tetik çizgisi ise, 9 günlük üssel hareketli ortalama olarak hesaplanmıştır. Diğer göstergelerde; RSI için 14, Momentum için 10 ve Stokastik için 9 günlük hesaplamalar kullanılmıştır.

Kural tabanlarının oluşturulmasının ardından tahmin periyodunda klasik mantık ve bulanık mantık yaklaşımına göre analizler gerçekleştirilmiştir. Her iki yaklaşımda da kurallar değiştirilmemiştir. Böylece, klasik mantık ve bulanık mantığın getiri performanslarını karşılaştırma imkânı elde edilmiştir.

Teknik analiz ile yapılan çalışmalardan sonra, aynı sisteme çeşitli kriterlere göre seçilmiş bazı temel veriler ve anomaliler dahil edilmiştir. Bu temel veriler; döviz kuru, para arzı(M2) ve faiz oranlarıdır. Çalışmada kullanılan anomaliler ise; haftanın günü ve ay içi anomalileridir. Yeni kurulan sistemin klasik mantık ve bulanık mantık yaklaşımıyla tekrar denemesi sonucunda, elde edilen getiriler yeniden karşılaştırılmıştır.

2. Literatür Taraması

Finans alanında bilinen ilk bulanık mantık çalışması; 1982 yılında G.Willem De Wit tarafından sigorta poliçeleri ve belirsizliklerle ilgili yazılmış olan bir makaledir. Bu çalışmadan sonra finansal planlama, finansal analiz, fiyatlama ve kredi riskinin ölçülmesi gibi çeşitli uygulamalar gerçekleştirilmiştir.

Son zamanlarda yapılmış olan önemli çalışmalardan bir tanesi; 2007 yılında, Thiagarajah, Appadoo ve Thavaneswaran tarafından yapılan çalışmadır. Araştırmacılar, "Option Valuation Model With Adaptive Fuzzy Numbers" isimli çalışmalarında, Opsiyonların değerlendirilmesinde klasik sayılar yerine bulanık sayıları kullanmışlardır. Böylece, herhangi bir değerlendirme yönteminde bulanık sayılar kullanılarak verimli sonuçlar alınabileceğini göstermişlerdir (Thiagarajah vd., 2007: 839).

Çalışmada Black-Scholes Eşitliği kullanılmıştır ve literatürde uygulanan kesin sayılar yerine bulanık sayılar tercih edilmiştir. Çalışmada faiz oranları, dalgalanma derecesi ve pay senedi değerleri gibi belirli bir karakteristiği olmayan değişkenler için bulanık sayılar tercih edilmiştir. Çalışmalarında, Avrupa tipi alım opsiyonlarını kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, bulanık tabanlı Black-Scholes opsiyon fiyatlama modelinin kullanışlı olduğu görüşüne varmışlardır.

Son yıllarda yapılmış olan bir diğer önemli çalışma ise Khcherem ve Bouri'nin 2009 yılında yapmış olduğu, "Fuzzy Logic and Investment Strategy" başlıklı çalışmadır. Bu çalışmada; bulanık mantık kullanılarak, davranışsal finans yaklaşımı ile bir sistem geliştirilmiştir (Khcherem & Bouri, 2009:30).

Çalışmada, 2001 ve 2008 yılları arasındaki 25 firmanın günlük fiyatları göz önünde bulundurulmuştur. İlgili periyodu ikiye ayırarak, ilk periyodu kuralların belirlenebilmesi için kullanmışlardır. Çalışmalarında, getiri, momentum ve stokastik gibi teknik değerler ile yatırımcı davranışlarını bir arada kullanarak başarılı sonuçlar almışlardır. Elde ettikleri sonuçlar, insan davranışlarının da bulanık mantık yaklaşımı ile çok daha iyi değerlendirilebileceği sonucunu ortaya koymuştur.

Divya ve Kumar 2012 yılında yazmış oldukları "The Investment Portfolio Selection Using Fuzzy Logic Genetic Algorithm" isimli makalede, bulanık mantık ve genetik algoritmaları kullanarak, portföy seçimi ile ilgili bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Yapay zekânın bu iki alt dalının bir arada kullanılması sonucunda daha başarılı sonuçlar alınabileceğini ileri sürmüşlerdir (Divya & Kumar, 2012:2105).

2014 yılında ise Ijegwa, Rebecca, Olusegun ve Isaac tarafından "A Predictive Stock Market Technical Analysis Using Fuzzy Logic" isimli bir çalışma yayınlanmıştır. Bu çalışmada, MACD, RSI, Stokastik göstegelerinin yanında denge ve işlem hacmini ilişkilendiren on-balance volume isimli göstergeden faydalanmışlardır. Söz konusu teknik göstergeler ile yaptıkları analiz sonucunda, diğer birçok finansal uygulamada olduğu gibi olumlu sonuçlar alınabileceğini göstermişlerdir (Ijegwa vd., 2014:15).

Bulanık kuralların tanımlanmasında birçok çalışmada olduğu gibi uzman görüşlerinden ve deneme yanılma yöntemi gibi deneyimlerden yararlanmışlardır. Çalışmalarında, iki farklı Nijerya bankasının pay senetlerini kullanmışlardır ve tatmin edici sonuçlara ulaşmışlardır.

2015 yılında, Mangale, Meena ve Birchha yapmış oldukları "Prediction Of Stock Values Based on Fuzzy Logic Using Fundamental Analysis" isimli çalışmalarında, pay senedi fiyatlarını tahmin etmek için bulanık mantık yaklaşımı ile temel analizi kullanmışlardır. Kurmuş oldukları sistem yardımı ile pay senetlerinin gerçek değerlerini belirlemeye çalışmışlardır ve söz konusu sistem yardımıyla uzun vadeli fiyat tahminlerinde başarılı sonuçlar alınabileceğini öne sürmüşlerdir (Mangale vd., 2015: 5810).

Türkiye'de finans alanında yapılmış olan bazı çalışmalar ise aşağıdaki gibidir.

Pelitli 2007 yılında, "Portföy Analizinde Bulanık Mantık Yaklaşımı ve Uygulama Örneği" isimli çalışmada, İMKB 50 endeksinde yer alan bazı pay senetlerine ait 2001 ve 2006 yılları arasındaki verilerden faydalanmıştır. Çalışmada, bulanık doğrusal programlama

yaklaşımı kullanılarak optimal portföy oluşturulmaya çalışılmıştır. Pelitli çalışmada, subjektif kararlardan kaçınılarak, daha doğru kararların verilmesini amaçlamıştır ve endekse göre belirli bir portföy oluşturmuştur (Pelitli, 2007:156).

İnceoğlu ise 2010 yılında, “Bulanık Zaman Serisi Yöntemleri ile İMKB Öngörüsü” isimli çalışmasında, zaman serilerini kullanarak İMKB 100 endeksi ile ilgili öngörülerde bulunmuştur. 20.05.2008 ve 26.09.2008 tarihleri arasında İMKB 100’de gerçekleşen çeşitli gözlemlerden yararlanmıştır. İnceoğlu elde etmiş olduğu öngörülerde, en iyi yöntemin varyans-kovaryans öngörü kombinasyon yöntemi ile birleştirilmesi olduğu sonucuna varmıştır (İnceoğlu, 2010:44).

2010 yılında Gülgör’ün yapmış olduğu “İMKB 30 Endeksinde Klasik ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ile Portföy Seçimi ve Performanslarının Karşılaştırılması” adlı çalışmada, optimum portföy oluşturulmasında klasik mantık yaklaşımıyla bulanık mantık yaklaşımı karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada; bulanık hiyerarşi sürecinin, klasik hiyerarşi sürecine göre daha etkili yöntem olduğu sonucuna varılmıştır (Gülgör, 2010:82).

Çalışmada portföy seçimi için klasik analitik hiyerarşi ve bulanık analitik hiyerarşi kullanılmıştır. İMKB 30’da yer alan pay senetlerinden 2000 ve 2008 tarihleri arasında getiri verilerine göre korelasyonları en düşük olan 7 adet pay senedi seçilmiştir. Hangi yöntemin daha etkin sonuçlar verdiğini test etmek için Sharpe Ölçütünü kullanmıştır ve bulanık sistemin Sharpe ölçütü %22,61 çıkarken, klasik sistemin Sharpe ölçütü %20,90 çıkmıştır. Bu durum bulanık sistemin her bir birimlik riske daha fazla getiri sağladığını göstermektedir.

Esen 2013 yılında, “Bulanık Mantık Yaklaşımıyla Teknik Analiz Yönteminin Uygulanması: İMKB 30 örneği” adlı çalışmada, İMKB 30 endeksinde belirli kısıtlara göre 12 adet pay senedi seçmiştir. Uygulama yapılırken, 17 yıllık verilerden faydalanılmıştır. 17 yıllık periyodun ilki ölçme periyodu olarak kullanılmıştır ve maksimum getiriyi sağlayan sinyal değerlerinin optimizasyonu için kullanılmıştır. İkinci periyot ise, tahmin periyodu olarak kullanılmıştır. Esen, yapılan uygulama sonucunda, geliştirmiş olduğu modelin normalin üzerinde getiri sağlayıp sağlamadığını ölçmüştür (Esen, 2013:4).

Birgili ve Esen 2013 yılında, “Teknik Analiz Yönteminin Bulanık Mantık Yaklaşımı ile Uygulanması: İMKB 30 Banka Hisseleri Örneği” isimli çalışmada, ADX, CCI ve RSI teknik göstergelerini kullanarak, İMKB 30 endeksinde yer alan banka pay senetlerinin al ve sat kararı için bulanık mantık yaklaşımından yararlanmışlardır (Birgili & Esen, 2013:95).

Taş & Gürsoy (2016), “A Fuzzy Logic Based Technical Indicator For Bist 30 Index and Islamic Index” isimli çalışmalarında, bulanık mantık yaklaşımı ile teknik analiz uygulamasını gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada kullanılan teknik analiz göstergeleri; MACD, RSI, Stokastik ve On-Balance-Volume Yöntemleridir. Geliştirdikleri modelin; uzun vadeli yatırım kararlarında düşük riskli olabileceği sonucuna ulaşmışlardır (Taş & Zeki, 2016:212).

Yiğiter vd., (2017) yapmış oldukları “Hisse senedi Kapanış Fiyatlarının Yapay Sinir Ağları ve Bulanık Mantık Çıkarım Sistemleri İle Tahmin Edilmesi” başlıklı çalışmada, Bist’de işlem gören hisse senetlerinin kapanış fiyatlarını kullanmışlardır. Çalışmalarında öncelikle regresyon analizi yöntemini kullanmışlardır. Daha sonra bulanık mantık ve yapay sinir ağları ile de analizlerini gerçekleştiren yazarlar, benzer sonuçlara ulaşmışlardır (Yiğiter vd., 2017:18).

3. Bulanık Mantık

Pay senedi piyasalarında yatırım yapmak isteyen yatırımcıların; birçok sosyal, ekonomik ve siyasi olguyu iyi bir şekilde analiz etmesi gerekmektedir. Bunun yanında, pay senetlerine olan talebi etkilemesinden dolayı diğer yatırımcıların kullanmakta olduğu teknik analiz yöntemlerini, anomalileri, yatırımcı psikolojilerini ve bunlar gibi daha birçok etkeni incelemeleri gerekmektedir. Bunların hepsini aynı anda incelemek neredeyse imkânsızdır. Bu nedenle, arbitraj kârı elde etmek isteyen kısa vadeli yatırımcılar başta olmak üzere birçok yatırımcı, yatırım fırsatlarını kaçırmamak ve hızlı karar verebilmek için çok sayıda unsuru göz ardı ederek, kendileri için seçtikleri sınırlı yöntemler ve etkenler ile analizlerini gerçekleştirirler.

Bir yatırım kararı alınırken, yatırım yapılacak varlıkla ilgili ne kadar fazla bilgiye sahip olunursa ve bu bilgiler ne kadar doğru değerlendirilirse, yatırımın başarı ihtimali de o kadar artmaktadır. Yapay zekâ uygulamalarının bir alt dalı olan bulanık mantık, birçok bilginin aynı anda ve hızlı bir şekilde değerlendirilmesini ve verilecek kararlarda sübjektif değerlendirmelerden kaçınılabilmesini sağlamaktadır.

3.1. Bulanık Mantık Kavramı

Mantık ve akıl yürütme sistemleri hakkında eski dönemlerden günümüze kadar birçok düşünür tarafından ortaya atılmış, çeşitli görüşlerin olduğu bilinmektedir. Bunlardan en çok bilinen ve günümüze kadar gelmiş olan yaklaşım Aristoteles mantığıdır. Aristoteles mantığı, klasik mantık olarak da adlandırılmaktadır ve iki değerli mantık yaklaşımıdır. Örneğin, bir şey doğru veya yanlış olabilir, biraz doğru veya biraz yanlış diye bir şey olamaz.

1900'ü yılların başında Jan Lukasiewics, matematik ve bilimin temellerini oluşturan klasik yaklaşımın birçok konuyu açıklamada yetersiz kaldığını düşünmüştür ve üç değerli mantık anlayışını duyurmuştur. Bu anlayışa göre; doğru ile yanlış arasında "belki" gibi başka bir değer de bulunabilmektedir. Üç değerli mantık anlayışı zamanla genişlemiş ve farklı şekillerde tanımlamalarla ifade edilmiştir (Baykal & Beyan, 2004: 17).

Çok değerli mantık kavramlarının geliştirilmesinin ardından, 1965 yılında Lotfi A.Zadeh "Fuzzy Sets (Bulanık Kümeler)" adlı çalışmasını yayınlamıştır ve bu çalışmada bulanık mantığın temelini oluşturan, bulanık kümeleri duyurmuştur. Lotfi A.Zadeh bu makalesinde, bulanık kümelerin üyelik fonksiyonunun 0 ile bir arasında sonsuz bir değer alabileceğini belirtmiştir (Zadeh, 1965:338).

Bulanıklık kısaca, belirsizlik olarak tanımlanmaktadır ve bu belirsizliklerin ifade edilebilmesi için sonsuz değerli mantık yaklaşımı olan bulanık mantık geliştirilmiştir. Klasik mantıkta herhangi bir eleman kümenin ya elemanıdır ya da değildir. Bulanık kümelerin elemanları ise kümenin belirli bir derecede üyesidir.

Günümüze kadar bahsedilen bütün mantık yaklaşımları içerisinde, insan beynine en yakın olan yaklaşımın bulanık mantık olduğu kabul edilmektedir. Bunun en büyük nedeni gerçek hayatta kullanılan birçok ifadenin bulanık olmasıdır. Örneğin, yaşlı, genç, uzun, kısa, uzak ve yakın gibi birçok ifade bulanıklık içerir. Çünkü bu ifadelerden ne kadar genç, uzun veya yakın olduğu kesin olarak anlaşılamaz.

Klasik yöntemlere göre sadece genç veya yaşlı kavramları kullanılırken, bulanık mantıkta genç, çok genç, orta yaşlı, yaşlı, çok yaşlı gibi birçok ifadeye yer verilebilir. Bu nedenle Lotfi A.Zadeh, bulanık mantığı kelimelerle hesap yapmaya benzetmiştir (Zadeh, 1996:103)

Kısaca, bulanık mantık kendisinden önceki yaklaşımların savunduğu gibi sadece uç noktaların olmadığını, gerçek hayatta çeşitli gri tonların da yer aldığı savunulan bir yaklaşımdır. Dolayısıyla, bir kavramdan diğerine geçişin daha yumuşak gerçekleşmesini sağlar. Bulanık mantığın işleyişi genel olarak; girilen verilerin bulandırılması (net verilerin bulanık kümelerle ifade edilmesi), kümeler üzerinde işlemler ve mantıksal kuralların uygulanması, bulanık bir sonuç elde edilmesi ve bu sonucun durulaştırılarak net bir sonuca ulaşılması ile gerçekleştirilir.

Zadeh'e göre bulanık mantığın özellikleri kısaca şöyledir (Tiryaki & Kazan, 2007:3):

- Bulanık mantık, kesin değerler yerine yaklaşık değerler kullanır.
- Bulanık mantıkta bilgiler dilsel olarak ifade edilebilir (kısa, uzun, çok uzun gibi).
- Bulanık mantıktaki her şey 0 ile 1 arasında belirli bir derecede gösterilir.
- Bulanık çıkarım, çeşitli dilsel ifadelerin birbirleri arasında tanımlanan kurallar ile yapılır.
- Mantıksal tüm sistemleri bulanık olarak ifade etmek mümkündür.
- Bulanık mantık, matematiksel olarak ifade edilmesi çok zor olan sistemler için uygundur.

Bulanık mantık kavramı ilk ortaya atıldığı yıllarda gereken ilgiyi görmemiştir. 1975 yılında, Mamdani ve Assilian tarafından ilk kez gerçek anlamda bulanık mantık ile kontrol sistemi uygulanmıştır. Elde edilen başarılı sonuçlar, hem sanayi hem de bilim dünyasının büyük ölçüde ilgisini çekmiştir (Feng, 2010:1).

Mamdani ve Assilian'nın çalışmalarından sonra oldukça başarılı sonuçlar gösteren birçok uygulama geliştirilmiştir.

3.2. Bulanık Kümeler ve Üyelik Fonksiyonları

Bulanık kümeler kısaca; belirsizlik içeren kavramların, belirli üyelik derecesi ile daha net hale getirildikleri bir topluluktur (Nguyen & Walker, 2006:11).

Klasik küme anlayışında olduğu gibi bulanık kümelerde de 1 değeri üyeliği, 0 değeri ise üye olmamayı tanımlar. Ancak, bulanık kümelerde 0 ile bir arasında kısmi üyelik dereceleri de tanımlanabilmektedir.

Klasik kümelerde $\mu_A: E \rightarrow \{0, 1\}$ üyelik fonksiyonu kullanılır ve matematiksel olarak aşağıdaki gibi tanımlanır (Nguyen vd., 2003:86).

$$A(x) = \begin{cases} 1, & x \in A \\ 0, & x \notin A \end{cases}$$

Bulanık kümelerde ise, $\mu_A: E \rightarrow [0, 1]$ aralığında ifade edilen üyelik fonksiyonu kullanılır. Üyelik fonksiyonu kısaca, küme üyelerinin üyelik derecelerine göre değişiklik gösteren eğridir. Bulanık kümelerde, üyelik fonksiyonunun x eksenini kümenin üyelerini, y eksenini ise üyelik derecesini göstermektedir (Baykal & Beyan, 2004:76).

3.3. Bulanık Kurallar ve Bulanık Çıkarım

Bulanık mantık uygulamalarında, elde edilen bilgilerden bir çıkarım sağlanabilmesi için belirli kurallardan yararlanır. Bu kurallar genellikle mantıksal olarak düşünme ve geçmiş deneyimler yardımı ile elde edilirler. Söz konusu kuralların oluşturulabilmesi için veri girişleri ile çıkarımlar arasındaki mümkün olan tüm ilişkiler bilinmelidir. Başka bir ifadeyle; hangi bilgidene tür çıkarım elde edileceği hakkında bilgi sahibi olunmalıdır (Kartalopoulos, 1996:125).

Bulanık kural kısaca; sisteme girilen bulanık verilerin, belirli kurallar çerçevesinde değerlendirilerek, yeni bir bulanık sonuç kümesi elde edilmesini sağlayan ifadelerdir. Bu kurallara şu şekilde örnek verilebilir:

$$\text{Eğer } X_1 = A_t \text{ ve } X_2 = B_t \text{ ise } y = C_t$$

Yukarıdaki örnekte, verilen iki eşitliğin aynı anda gerçekleşmesi durumunda y'nin sonucu belirlenmektedir. Buna benzer birçok kural tanımlanarak, elde edilen bulanık verilerin nasıl değerlendirilmesi gerektiği bulanık mantık sistemine tanıtılır.

Bu kuralların ortak bir sonuç ortaya çıkarabilmeleri için çeşitli “bulanık çıkarım yöntemleri” kullanılmaktadır. Bu sayede, bulanık kümeler üzerinde tanımlanan değerlere göre tek bir sonuç elde edilir.

Günümüzde en fazla kullanılan çıkarım yöntemleri; Mamdani, Larsen, Tsukamoto ve Takagi-Sugeno-Kang yöntemleridir. Bu çalışmada kullanılan mamdani yönteminde öncelikle; verilen değerlerin her bir kümedeki üyelik dereceleri bulunur. İlgili kuralın sonucu, üyelik derecesi en küçük olan değer hizasında kırılır. Başka bir ifadeyle; minimum işlemine tabi tutulur. Daha sonra bütün kurallara ait sonuçların maksimumu (birleşimi) alınır. Böylelikle, tek bir sonuç kümesi elde edilmiş olur.

Burada unutulmaması gereken en önemli nokta; bulanık kural ve çıkarım yöntemlerinin birçoğunun net bir sonuç değil, belli bir sonuç kümesi ürettikleridir. Elde edilen bu sonuç kümesinden net bir sonuca ulaşılabilmesi için durulaştırma yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir (Altaş, 1999:79).

3.4. Durulaştırma

Bulanık kümeler ile yapılan işlemlerin ardından, belirli kurallar ile bir sonuç kümesi elde edilmesi çoğu zaman karar vermede yetersiz kalmaktadır. Hemen hemen bütün uygulamalarda kararın net bir şekilde elde edilmesi istenir. Örneğin; pay senetleri ile ilgili al ve sat sinyali veren bir programın net olarak al veya sat komutlarını üretmesi beklenir. Bulanık işlemler ile elde edilen bulanık sonuç kümesinden, net bir değere ulaşmaya durulaştırma denir. Diğer bir ifadeyle durulaştırma, bir bulanık ifadenin kesin ve net bir değere dönüştürülmesi sürecidir.

Durulaştırma yöntemlerinin sayısı oldukça fazladır. Bu yöntemlerden en fazla kullanılanları; en büyük üyelik ilkesi yöntemi, ağırlık merkezi (alan merkezi) yöntemi, ağırlıklı ortalama yöntemi ve ortalama en büyük üyelik yöntemidir (Ross, 2004:100).

4. Pay Senedi Fiyat Tahmininde Bulanık Mantık Uygulaması

Kesin olmayan ve belirsizlikler içeren kavramların yer aldığı problemlerde, bulanık mantık yaklaşımı oldukça başarılı sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Herhangi bir ürünün gelecekteki fiyatı da, belirsizlik içeren çok sayıda unsurdan etkilenir. Bu nedenle, fiyat tahminleri yapılırken, bulanık mantık yaklaşımından faydalanmak daha iyi sonuçların alınmasını sağlayabilir.

4.1. Uygulamanın Amacı

Bu çalışmada; pay senetlerinin analizi yapılırken, klasik mantık ile bulanık mantığın karşılaştırılması ve en iyi sonucun elde edilmesini sağlayan yaklaşımın tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Bunun için klasik yöntemle uygulanan ve belirli kurallara göre oluşturulan bir sistemin, herhangi bir değişiklik yapılmadan bulanık mantık ile uygulanması gerçekleştirilmektedir. Ayrıca; teknik analiz, temel analiz ve anomalilerin bir arada kullanılmalarının, bulanık mantık yaklaşımında daha iyi sonuçlar verebileceğini göstermek amaçlanmıştır.

Çalışmadaki analizlerde kullanılan yöntemler; kuralların ve değişkenlerin değiştirilmesi veya çoğaltılması ile daha iyi sonuçlar veren sistemler haline getirilebilir. Dolayısıyla, buradaki asıl amaç, en iyi analiz sisteminin gerçekleştirilmesi değil, herhangi bir bulanık sistemin, klasik mantığa göre ne kadar başarılı olabileceğinin irdelenmesidir.

Kısacası, pay senetlerinin analizi yapılırken, temel verilerin ve anomalilerin de Türkiye piyasalarında bulanık mantık yaklaşımı ile daha iyi sonuçlar almaya yardımcı olup olmadığı araştırılmaya çalışılmıştır.

4.2. Uygulamanın Kapsamı

Uygulamada, öncelikle klasik mantık yaklaşımına göre teknik analiz uygulaması gerçekleştirilmiştir. Daha sonra hiçbir gösterge ve kural değiştirilmeden bulanık mantık yaklaşımına göre tekrar analiz yapılmıştır. Her iki sistemin performansları karşılaştırıldıktan sonra, seçilmiş olan bazı temel veriler ve anomalilerin hesaplamaya dâhil edilmesiyle yeni bir sistem kurulmuştur. Bu yeni sistemin kurulmasının ardından, klasik mantık ve bulanık mantığa göre yapılan analizlerin sonuçları incelenmiştir. Son olarak; elde edilen sonuçlar çerçevesinde, temel verilerin ve anomalilerin, hem klasik mantığa hem de bulanık mantığa göre sistemin performansını artırıcı etkileri incelenmeye çalışılmıştır.

Uygulamada ilk olarak; teknik analizle yapılan çalışmalarda, bulanık mantığın klasik mantığa göre üstün olup olmadığı test edilmeye çalışılmıştır. Bu sebeple, ilk önce aşağıda bahsi geçen iki adet hipotez kullanılmıştır. Bunlar sırasıyla şöyledir;

H0: Türkiye piyasalarında; teknik analiz ile yapılan al-sat kararlarında, bulanık mantığın, klasik mantık anlayışına göre önemli ölçüde üstünlüğü yoktur.

H1: Türkiye piyasalarında; teknik analiz ile yapılan al-sat kararlarında, bulanık mantığın, klasik mantık anlayışına göre önemli ölçüde üstünlüğü vardır.

Yukarıda yer alan hipotezlerin test edilmesinden sonra, temel verilerin ve anomalilerin var olan sistemleri iyileştirmedeki faydaları, bulanık mantık ve klasik mantık yaklaşımlarında incelenmek istenmiştir. Buna göre, alternatif bir hipotez geliştirilerek, aşağıda yer alan hipotezler kullanılmıştır.

H0: Teknik analizin; temel veriler ve anomaliler ile desteklenmesi sonucu elde edilen kompleks analizlerde; bulanık mantık, klasik mantığa göre daha üstün değildir.

H2: Teknik analizin; temel veriler ve anomaliler ile desteklenmesi sonucu elde edilen kompleks analizlerde; bulanık mantık, klasik mantığa göre daha üstündür.

2005 - 2014 yılları ölçme periyodu olarak kullanılmıştır ve bu yıllar arasındaki verilerle analizler yapılarak, tüm yıllar için en iyi kârı veren optimal kurallar belirlenmeye çalışılmıştır. Bu kurallar kullanılarak çeşitli yöntemlere göre günlük al veya sat sinyali veren sistemler geliştirilmiştir. Son olarak; tahmin periyodu olarak kullanılan 2015 ve 2016 yılı için günlük analizler yapılarak sistemlerin karşılaştırılması yapılmıştır.

Her bir sistemin ilk al sinyali vermesinin ardından bir lot pay senedi alımının yapıldığı ve sonraki ilk sat sinyalinde tekrar bir lot pay senedinin geri satışının yapıldığı varsayılmıştır. Buna göre, her pay senedi için elde edilen bir yıllık getiri hesaplanmıştır. Dolayısıyla, geçmiş yıl verileri ile elde edilen kuralların, sonraki yıllarda meydana gelen anlık verilerle kullanılması sonucu ne kadar getiri sağlayabileceği anlaşılmaya çalışılmıştır.

4.3. Araştırmanın Kısıtları

Analizlerde, BİST 30'da yer alan sanayi şirketleri kullanılmıştır. Bunun nedeni, analizde kullanılan temel verilere, her bir sektörün farklı tepki verebileceğidir. Örneğin, sanayi sektöründeki şirketlerin pay senedi değerleri ile mali sektördeki şirketlerin pay senedi değerleri, faiz oranlarının artmasından aynı şekilde etkilenmeyebilir. Dolayısıyla, geçmiş yıl verileri kullanılarak sektör bazında veya her bir şirket için farklı kuralların tanımlanması, sonuçların daha iyi olmasına neden olabilir.

Kârlılığı etkileyebileceği düşüncesiyle; sanayi şirketlerinden, fiyat/kazanç oranı ve piyasa değeri/defter değeri oranı, tahmin periyodundan önceki yıl, kendi sektörlerine ait ortalamadan büyük olan şirketler seçilmiştir. İlgili şirketlerin pay senedi isimleri; CCOAL, OTKAR, PETKM, TOASO, TUPRS, ve ULKER'dir.

Uygulamada 2005 yılı ve sonrasına ait verilerin tercih edilmesinin nedeni, 1 Ocak 2005 tarihinden itibaren her bir lotun, 1 adet pay senedine dönüştürülmesi ve ilgili tarihten sonra Yeni Türk Lirasına geçilerek ulusal paradan altı sıfır atılmasından kaynaklanmaktadır. Önceki yıllara ait veriler kullanılmaya çalışıldığında; pay senedi fiyatlarıyla, kullanılan temel veriler arasındaki ilişkilerde bir istikrar gözlenmemesi, optimal kuralların oluşturulmasına engel olmaktadır. Bu durumun altında yatan nedenin ise, yatırımcılarda oluşan psikolojik etkiler, bekleyişler ve dış gelişmeler gibi unsurlar olduğu düşünülmektedir (TCMB, 2016).

Teknik analiz uygulamalarında; formasyonlar, Fibonacci, Bollinger bantları ve Mal Kanal Endeksi gibi sayısız yöntem kullanılabilir. Ancak, çalışmada kullanılacak yöntemlerin sınırlı olması ve bu yöntemlerin birçoğunun benzer hesaplamalarla birlikte benzer sonuçlar ortaya koyması, yöntemlerden bazılarının seçilmesine neden olmuştur. Seçim yapılırken, dünya genelinde bulanık mantık yaklaşımı ile en fazla uygulanan yöntemler elde edilmeye çalışılmıştır ve bu göstergelerin yatırım profesyonelleri ve yatırım sistemleri tarafından da sıklıkla kullanılan göstergeler olmalarına özen gösterilmiştir (İbrahim, 2015:1).

Temel verilerde ve anomalilerde de yine literatür incelenerek, en fazla kullanılan verilerden ve anomalilerden yararlanılmaya çalışılmıştır. Burada, Türkiye piyasalarında en fazla gözlenen anomaliler ve literatürde pay senetleriyle ilişkisi neredeyse hep aynı olan temel veriler seçilmiştir.

4.4. Pay Senedi Fiyatlarının Düzeltilmesi

Bazı yatırımcılar, pay senetlerinin fiyatlarında herhangi bir düzenleme yapmadan analizlerini gerçekleştirebilir ve getirilerini bu şekilde hesaplayabilirler. Fakat bu durum getirilerin yanlış hesaplanmasına yol açabilir. Pay senetlerinden elde edilen getirilerin doğru hesaplanabilmesi için özellikle temettü ödemeleri, pay bölünmeleri, pay geri alımları, sermaye azaltımı, devralma, devrolma, satın alma ve birleşmeler gibi durumlarda fiyatların düzenlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Özellikle uzun dönemli analizlerde benzer olaylarla karşılaşılacağı için zaman serisi analizlerinde fiyat düzeltmeleri kaçınılmaz olmaktadır. Pay senedi fiyatlarının düzeltmeleri, ileriye veya geriye dönük uygulanabilir. Ancak, genellikle geriye doğru uygulama tercih edilir. Bunun sebebi, en son güne ait fiyatın değişmemesidir.

Bu çalışmada, ilgili pay senetlerinin incelendiği periyotlarda, temettü dağıtımlarına ve pay bölünmelerine rastlanılmıştır. Temettü öncesi fiyat, Şirket Değeri/Pay Sayısı'dır. Temettü dağıtımdan sonraki fiyat ise, Temettü Öncesi Fiyat – Pay Başına Temettü'dür. Düzeltme işlemlerinde eksi sonuçlarla karşılaşma ihtimaline karşı, çarpım yolu ile düzeltme daha sık tercih edilmektedir. Bu çalışmada da düzenli bir seri elde edilebilmesi için aşağıdaki düzeltme yöntemi tercih edilmiştir.

“Düzeltilme Oranı = (Temettü Günündeki Fiyat + Temettü) / Temettü Günündeki Fiyat”

“Düzeltilmiş Pay Fiyatı = Pay Senedi Fiyatı / Düzeltme Oranı”

Pay Bölünmelerinde ise;

“Düzeltilme Oranı = Yeni Pay Sayısı / Eski Pay Sayısı”

“Düzeltilmiş Fiyat = Pay Senedi Fiyatı / Düzeltme Oranı” şeklinde hesaplanmıştır.

4.5. Modelin Kurulması ve Çözülmesi

Çalışmada kullanılan modellerin kurulması ve çözülmesinde, Microsoft firmasına ait Excel 2013 programı ve Mathworks firmasına ait Matlab programının R2014a versiyonu kullanılmıştır. Bulanık mantık ile ilgili işlemler, Matlab programının içerisinde bulunan

bulanık mantık modülü (fuzzy logic toolbox) yardımı ile gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan bulanık modellerin fiyat analizlerine uygulanması ise Matlab programı içerisindeki Simulink modülü ile gerçekleştirilmiştir. Son olarak; çalışma ile ilgili dağılım testleri ve hipotez testleri SPSS programı yardımı ile yapılmıştır.

4.5.1. Teknik Analiz Uygulaması

Uygulamada; MACD, RSI, Stokastik ve Momentum göstergelerinden yararlanılmıştır. Bilindiği üzere, çok sayıda teknik analiz göstergesi yer almaktadır. Özellikle bollinger bantları, mal kanal endeksi ve fibonacci gibi birçok yöntemin de yatırımcılar tarafından uygulanmakta olduğu görülebilir. Ancak, Türkiye’de bulanık mantıkla yapılmış olan uygulamaların sayısının az olması nedeniyle yurt dışında yapılmış olan çalışmalarda en fazla kullanılan yöntemlere dikkat edilmeye çalışılmıştır.

Başta Avrupa ülkeleri olmak üzere dünyadaki birçok çalışmada bulanık mantığın üstünlüğünden bahsedilmiştir. Bu çalışmalarda sıklıkla kullanılan göstergeler kullanılarak, aynı göstergelerle Türkiye piyasalarında da bulanık mantığın daha üstün olup olmadığı anlaşılmaya çalışılmıştır. Ayrıca, seçilen göstergelerin yatırım profesyonelleri ve yatırım sistemleri tarafından sıklıkla kullanılan göstergeler (indikatörler) olmalarına da dikkat edilmiştir (İbrahim, 2015:1).

MACD göstergesi hesaplanırken; kısa süreli hareketli ortalama 12 günlük, uzun süreli hareketli ortalama ise 26 günlük hesaplanmıştır. 12 günlük hareketli ortalama ile 26 günlük hareketli ortalamanın farkı alınarak MACD hesaplanmıştır. Daha sonra, MACD’nin 9 günlük hareketli ortalaması alınarak tetik çizgisi bulunmuştur. Hesaplamalarda; 12, 26 ve 9 günlük ortalamaların kullanılması tavsiye edilen değerlerdir (Elder, 2014: 82).

RSI göstergesinin uygulanmasında ise 14 günlük hesaplama tercih edilmiştir. 14 günlük RSI’nin kullanılması, uygulamalarda en popüler olan seçimdir (Tsinaslanidis ve Zapranis, 2016: 153).

Stokastik göstergesi hesaplanırken ise 9 günlük analiz tercih edilmiştir. Hesaplama kullanılan periyodun seçilmesinde yine yatırımcılar tarafından sıkça kullanılan ve tavsiye edilen periyotlardan seçim yapılmıştır (Chen ve Metghalchi, 2012: 25).

Momentum’da 10 günlük hesaplama kullanılmıştır. Bunun nedeni; uygulamada genellikle 10 günlük periyodların tercih edilmesidir (IMCA, 2015: 736).

4.5.1.1. Kural Tabanlarının Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan kuralların belirlenmesinde, 2005-2014 yılları arasındaki gerçekleşmiş olan veriler kullanılmıştır. Geçmiş yıllara ait verilerle analizler yapılarak, tüm yıllar için en iyi kârı veren optimal kurallar belirlenmeye çalışılmıştır. Bugüne kadar yapılmış olan birçok çalışmada kurallar, deneyimler ve uzman görüşleri ile belirlenmiştir. Bunun yanında yapay zekanın diğer alt dallarından olan yapay sinir ağlarından ve genetik algoritmalarından yararlanılmış çalışmalar olduğu da görülmektedir. Bu çalışmada, kurallar belirlenirken kısaca aşağıdaki adımlar takip edilmiştir.

- 1) Geçmiş yıllara ait fiyat grafikleri oluşturulmuştur.
- 2) Trend çizgileri ile ilgili grafiklere ait yükseliş ve düşüş trendleri belirlenmeye çalışılmıştır. Belirlenen trendlerin ana trendler olmasına dikkat edilmiştir.
- 3) Her bir trendin en yüksek ve en düşük günleri tespit edilmiştir ve tespit edilen günlerde oluşan sinyal değerleri alınmıştır. Bu sinyal değerlerinin en az üç kez tekrar etmelerine dikkat edilmiştir.
- 4) Birbirini kapsayan ve çakışan kurallar düzenlenmiştir.

Söz konusu adımların takip edilmesi ile oluşturulmuş olan kurallar Tablo 1’de gösterildiği gibi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1: Teknik Analiz Kural Tabanları

<i>Kural</i>	<i>Macd</i>	<i>Rsi</i>	<i>Momentum</i>	<i>Stokastik</i>	<i>Sonuç</i>
1		Al	Al	Al	Al
2	Sat	Sat	Sat	Sat	Al
3	Al	Bekle	Al	Bekle	Al
4	Sat	Bekle	Sat	Bekle	Sat
5	Al	Bekle	Sat	Bekle	Al
6	Sat	Sat	Al	Sat	Sat
7	Sat	Bekle	Sat	Al	Al
8	Sat	Bekle	Al	Sat	Sat
9	Sat	Bekle	Al	Bekle	Al
10		Al	Sat	Al	Al
11	Al	Sat	Al	Bekle	Sat

4.5.1.2. Klasik Mantık Yaklaşımı ile Yapılan Analizler

Teknik analiz göstergeleri kullanılarak, klasik mantık yaklaşımına göre analizlerin gerçekleştirilebilmesi için Excel programından yararlanılmıştır. Öncelikle ilgili pay senedinin fiyatları ile Excel’de teknik analiz göstergeleri ile analizler gerçekleştirilmiştir. Daha sonra gösterge sonuçlarına göre Excel’de hazırlanmış olan simülasyon yardımı ile her bir pay senedinin alınan sinyal değerlerine göre ne kadar getiri sağladığı belirlenmiştir.

Pay senetlerinin analiz sonunda elde ettiği getiriler Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2: Klasik Mantık Yaklaşımı ile Teknik Analiz Sonuçları

COLLA	-45,81%
OTKAR	-1,78%
PETKM	57,51%
TOASO	44,84%
TUPRS	21,72%
ULKER	5,12%

Analiz sonuçlarına göre; CCOLA en fazla zarar ettiren pay senedi olurken, PETKM en fazla kâr elde ettiren pay senedi olmuştur.

4.5.1.3. Bulanık Mantık Yaklaşımı ile Yapılan Analizler

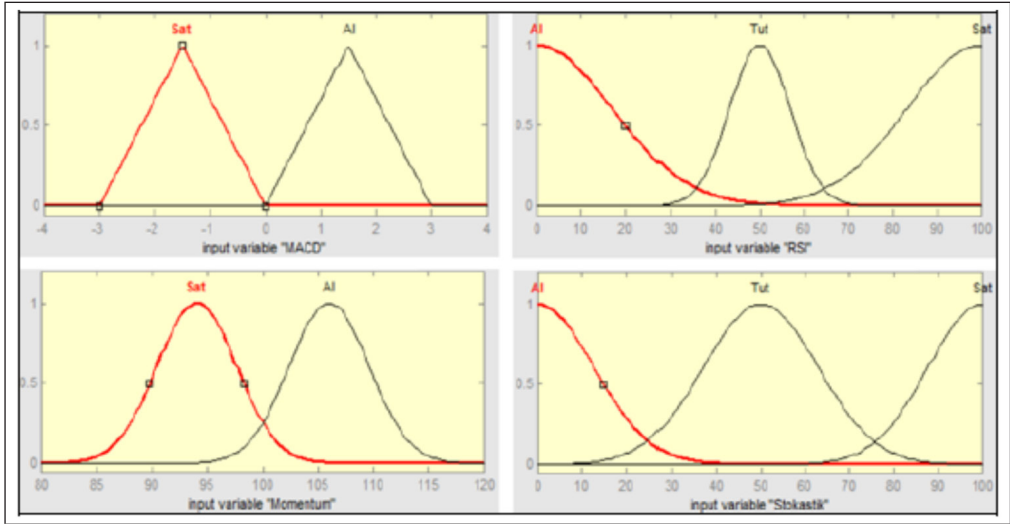
Klasik yaklaşıma göre teknik analiz uygulamasının ardından, aynı kurallar kullanılarak bulanık mantık yaklaşımına göre tekrar teknik analiz uygulaması gerçekleştirilmiştir. Analizin gerçekleştirilebilmesi için öncelikle kullanılan değişkenlerin bulanıklaştırılması gerekmektedir. Ayrıca, bulanık çıkarım yönteminin ve durulaştırma yönteminin de belirlenmesi gerekmektedir.

4.5.1.3.1. Girdi Değişkenlerinin Belirlenmesi

Teknik analizle yapılan çalışmada dört adet gösterge yer almaktadır. Sinyallerin üretilmesinde kullanılan bu göstergeler girdi değişkeni olarak tanımlanır. Ölme periyodunda yapılan çalışmalara göre en iyi sonucun elde edileceği fonksiyon tipleri seçilmiştir. MACD göstergesi için üçgen üyelik fonksiyonları tercih edilirken, diğer değişkenler için Gauss üyelik fonksiyonunu tercih edilmiştir.

Sonuç olarak üyelik fonksiyonları ve dereceleri Şekil 1'de gösterildiği gibi gerçekleştirilmiştir.

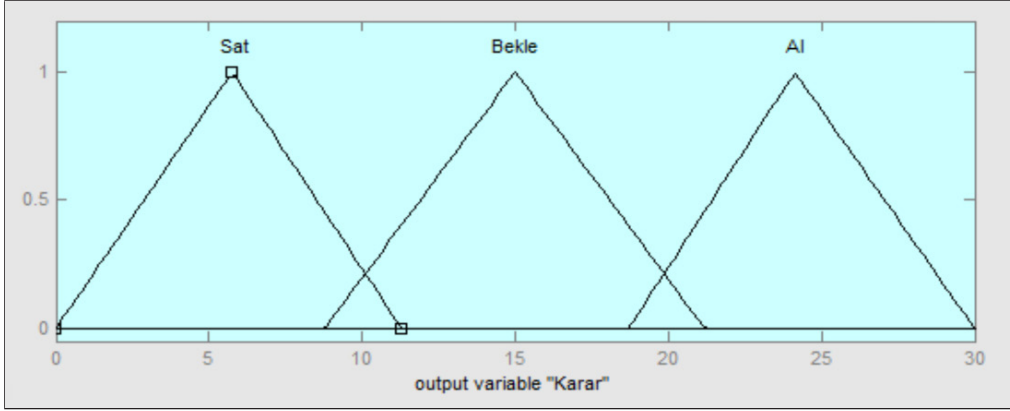
Şekil 1: Teknik Analiz Girdi Değişkenleri



4.5.1.3.2. Çıktı Değişkeninin Belirlenmesi

Girdi değişkenlerine ait üyelik fonksiyonlarının tanımlanmasının ardından, al veya sat kararları için bir bulanık sonuç kümesi tanımlanmalıdır. Bulanık sonuç kümesinde, üçgen üyelik fonksiyonlarından yararlanılmıştır.

Şekil 2: Teknik Analiz Çıktı Değişkenleri



4.5.1.3.3. Durulaştırma ve Çıkarım Yöntemlerinin Seçilmesi

Bulanık sonuç kümesinden net bir karar alınabilmesi için durulaştırma yöntemi olarak; ağırlık merkezi (sentroid) yöntemi kullanılmıştır.

Sentroid yöntemi yardımı ile elde edilen kesin sonuç; 0 ile 10 arasında olursa "sat", 10 ile 20 arasında olursa "bekle" ve 20 ile 30 arasında olursa "al" kararı verilir.

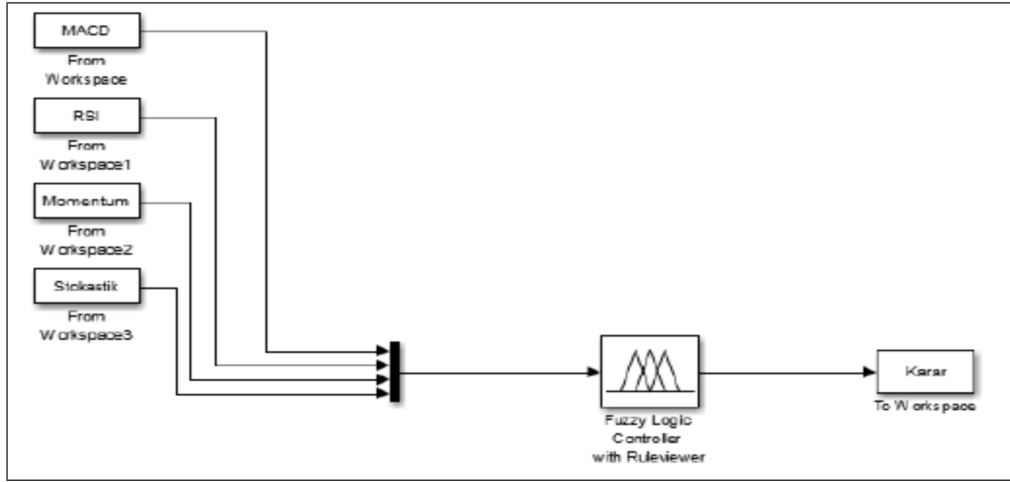
Kurulan sistemde, belirlenmiş olan kurallardan çıkarım elde edebilmek için mamdani yönteminden faydalanılmıştır.

4.5.1.3.4. Bulanık Mantık Yaklaşımı ile Analizin Gerçekleştirilmesi

Bulanık mantıkla analizlerin gerçekleştirilebilmesi için öncelikle Excel ortamında elde edilmiş olan gösterge değerlerinin Matlab programına aktarılması gerekmektedir ve her gösterge değeri için ayrı isimler tanımlanmalıdır.

Çalışmada analizlerin yapılması için Simulink modülünden faydalanılmıştır. Bulanık araç kutusunda elde edilen değişkenler ve kurallar .fis uzantılı bir dosyada saklanır. Daha sonra Excel ortamından aktarılmış olan değişkenlerin ismi ve .fis uzantılı dosya kullanılarak Simulink'te analiz gerçekleştirilir.

Şekil 3: Simulink Teknik Analiz Uygulaması



Şekil 3'te görülen "Karar" isimli değişken, sonuçların elde edildiği çıktı değişkenidir. "Karar" değişkeni içerisindeki sonuçlar Excel programında kurulmuş olan simülasyona aktarılarak "Al", "Sat" veya "Bekle" sinyalleri alınmaktadır. Son olarak bu sinyallere göre getiriler hesaplanmaktadır. Bulanık yaklaşıma göre yapılan analizler sonucunda, Tablo 3'te yer alan getiriler elde edilebilmiştir.

Tablo 3: Bulanık Mantık Yaklaşımı ile Teknik Analiz Sonuçları

CCOLA	-52,01%
OTKAR	15,12%
PETKM	17,37%
TOASO	72,65%
TUPRS	-21,70%
ULKER	-6,68%

Bulanık mantık yaklaşımı ile tekrar edilen analizde, OTKAR ve TOASO pay senetlerinin getirilerinde iyileşme söz konusuysen, CCOLA, PETKM, TUPRS ve ULKER paylarının getirilerinde düşme meydana gelmiştir. Pay senetlerinin ortalama getirilerine bakıldığı zaman, Borsa İstanbul'da, mevcut dönemde ve kullanılan indikatörlerle yapılan analizde bulanık mantığın faydası veya zararı net şekilde gözlemlenememiştir.

4.5.2. Kurulan Sistemlerde Temel Analiz ve Anomalilerin Etkileri

Teknik analiz, fiyatı düşen pay senetleri üzerinde çok fazla etkisi görülmemiştir. Bu yüzden, analiz uygulanırken ilgili kuralların belirli ekonomik verilere ve anomalilere göre sinyal vermesi istenmiştir. Böylece, mevcut kuralların sinyal verirken daha ihtiyatlı davranmaları sağlanmıştır. Ayrıca, değişkenlerin sayısında artış olduğu için kuralların sayısında da artış yapılması gerekmektedir.

Çalışmada kullanılan temel veriler; döviz kuru, para arzı (M2) ve faiz oranlarıdır. Pay senetleri ile temel verilerin ilişkilerinin incelendiği birçok çalışmada, bu üç değişkenin ortak olarak literatürü doğrular şekilde yer alması, ilgili değişkenlerin esas seçilme nedenlerindedir (Aktaş & Akdağ, 2013:53).

Analizde kullanılan anomaliler ise, haftanın günü ve ay içi etkileridir. Yapılmış olan birçok çalışma, takvimsel anomalilerden en fazla ocak ayı etkisinin ve haftanın günü etkisinin gözlemlendiğini göstermektedir. Ocak ayı anomalisinin kısa vadeli kararlarda kullanılamayacak olması ve sadece senenin bir döneminde kullanılabilir olması, bu çalışmada tercih edilmeme sebebidir. Takvimsel anomaliler ile ilgili çalışmalarda, bu iki anomalinin dışında, ay içi anomalisi de Türkiye’de önemli derecede gözlenmiştir (Tedovski vd., 2012:22).

4.5.2.1. Kural Tabanlarının Belirlenmesi

Yeni kurulan sistemde değişken sayısının artması nedeni ile yeni kuralların belirlenmesi gerekliliği doğmuştur. Teknik Analizde kullanılan kurallar aynı kalmak şartı ile kuralların belirlenmesinde yine Bölüm 4.5.1.1’deki adımlar takip edilmiştir.

Belirlenmiş olan yeni kuralların sayısı Tablo 4’deki gibi 22’e yükselmiştir.

Tablo 4: Teknik Analiz, Temel Analiz ve Anomaliler Kural Tabanları

<i>Kural</i>	<i>Macd</i>	<i>Rsi</i>	<i>Moment.</i>	<i>Stokast.</i>	<i>Faiz Or.</i>	<i>Para Arzı</i>	<i>Usd Sat.</i>	<i>Haftanın Günü</i>	<i>Ay İçi</i>	<i>Sonuç</i>
1		Al	Al	Al						Al
2	Sat	Sat	Sat	Sat						Al
3	Al	Bekle	Al	Bekle	+	-	+			Al
4	Sat	Bekle	Sat	Bekle					<15	Sat
5	Al	Bekle	Sat	Bekle				>Pazartesi		Al
6	Sat	Sat	Al	Sat						Sat
7	Sat	Bekle	Sat	Al				<Perşembe		Al
8	Sat	Bekle	Sat	Al				>Çarşamba	<15	Sat
9	Al	Bekle	Al	Sat						Sat
10	Sat	Bekle	Al	Bekle	+	+	-	<Perşembe	>14	Al
11		Al	Sat	Al						Al
12	Al	Sat	Al	Bekle				<Perşembe		Sat
13	Al	Bekle	Al	Bekle	-	-		<Cuma	<15	Sat
14	Al	Bekle	Al	Bekle	-	-		>Pazartesi	>14	Sat
15	Al	Bekle	Al	Bekle	+	+	+	>Çarşamba		Al
16	Al	Bekle	Al	Bekle	+	-	-			Al
17	Al	Bekle	Al	Bekle	+	+	-			Al
18	Al	Bekle	Al	Bekle	-	+				Sat
19	Sat	Bekle	Al	Bekle	-				<15	Sat
20	Sat	Bekle	Sat	Bekle				<Perşembe	>14	Sat
21	Al	Sat	Al	Sat		+	+			Sat
22		Al			+	+				Al

4.5.2.2. Klasik Mantık Yaklaşımı ile Yapılan Analizler

Yeni kurulmuş olan sistem ile klasik mantık anlayışına göre yapılan analizde de, yine teknik analizle yapılan analizlerdeki yollar izlenmiştir. Kurulmuş olan yeni sistemle yapılan analiz sonuçları ve önceki sonuçlar, karşılaştırmalı olarak Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5: Klasik Mantık Yaklaşımı ile Yeni Kurulan Sistemin Sonuçları

	Teknik Analiz Getiri (%)	Teknik Analiz, Temel Analiz ve Anomaliler Getiri (%)
CCOLA	-45,81%	0,82%
OTKAR	-1,78%	3,28%
PETKM	57,51%	51,03%
TOASO	44,84%	55,29%
TUPRS	21,72%	-3,88%
ULKER	5,12%	18,14%

Tablodan da anlaşılacağı üzere hisse senedi getirilerinin birçoğunda iyileşme söz konusudur. Söz konusu analiz her ne kadar önceki analizlerden daha sağlıklı görülse de, çok tatmin edici olduğu söylenemez.

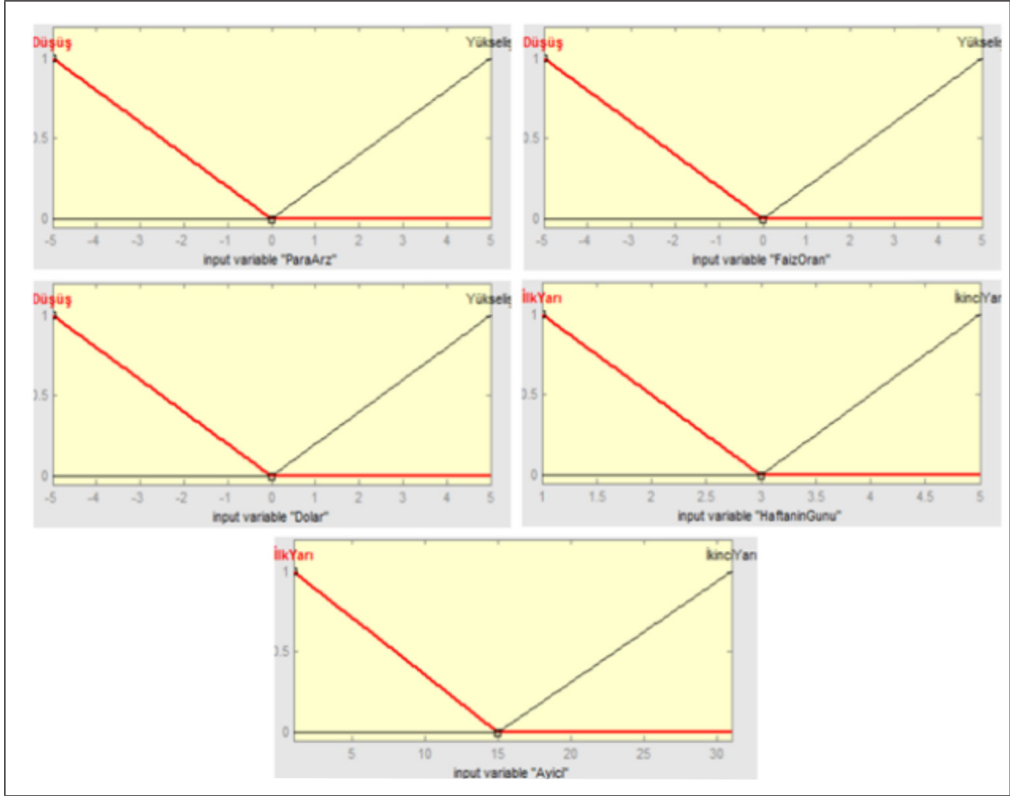
4.5.2.3. Bulanık Mantık Yaklaşımı ile Yapılan Analizler

Teknik analiz, temel analiz ve anomalilerin bir arada kullanılmasıyla oluşturulan sistemin, göreceli olarak iyi sonuçlar vermesinden dolayı, sisteme ait hiçbir kural değiştirilmeden bulanık mantık yaklaşımına göre yeni bir analiz gerçekleştirilmiştir.

4.5.2.3.1. Girdi Değişkenlerinin Belirlenmesi

Yeni kurulan sistem yardımıyla analizin gerçekleştirilebilmesi için para arzı, faiz oranları, dolar kuru, haftanın günleri ve ay içi etkilerine ait verilerin de bulanıklaştırılması gerekmektedir. Bu nedenle, her bir değişkene ait üyelik fonksiyonları ve üyelik dereceleri belirlenmelidir. Bahsi geçen üyelik fonksiyonları Şekil 4'te gösterildiği gibi belirlenmiştir.

Şekil 4: Girdi Değişkenleri Olarak Temel Veriler ve Anomaliler



4.5.2.3.2. Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi

Çıktı değişkeninin üyelik fonksiyonunda ve üyelik derecesinde hiçbir değişiklik yapılmamıştır. Teknik analizde olduğu gibi yine üçgen üyelik fonksiyonlarından yararlanılmıştır ve “Al”, “Sat” ve “Bekle” olmak üzere 3 adet fonksiyon kullanılmıştır.

4.5.2.3.3. Durulaştırma ve Çıkarım Yöntemlerinin Seçilmesi

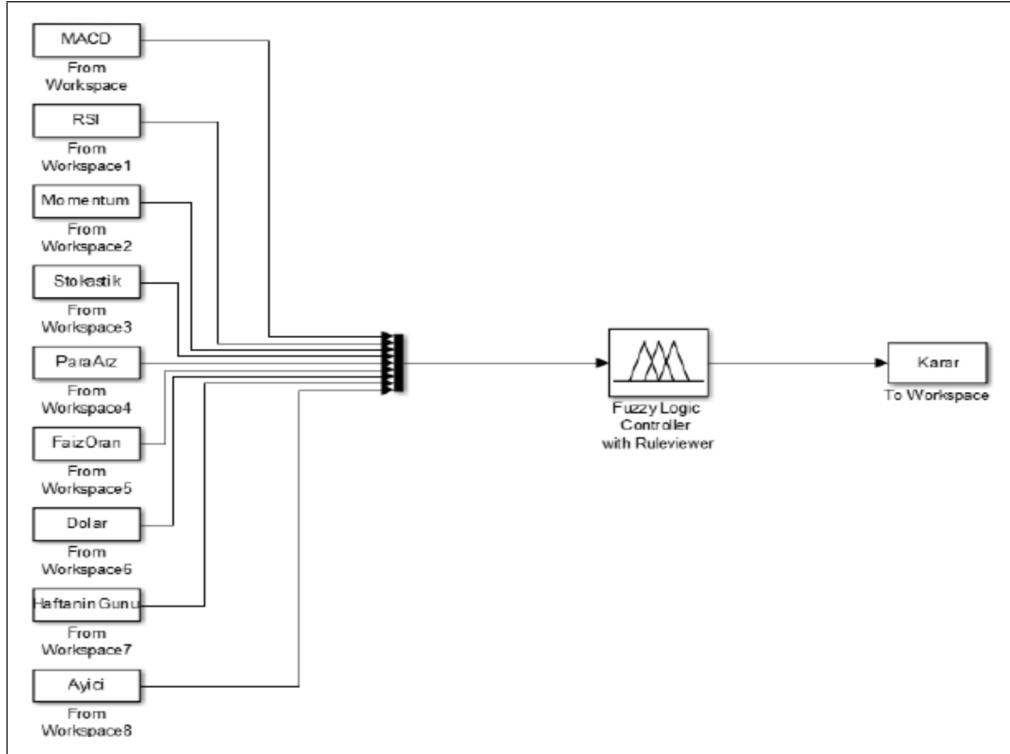
Durulaştırma ve çıkarım yöntemlerinde de yine değişiklik yapılmamıştır. Durulaştırma yöntemi olarak Sentroid yöntemi, çıkarım yöntemi olarak da Mamdani yöntemi kullanılmıştır.

4.5.2.3.4. Bulanık Mantık Yaklaşımı ile Analizin Gerçekleştirilmesi

Bulanık kümelerin belirlenmesinden sonra yine Excel programında hesaplanmış olan gösterge değerleri Matlab programına aktarılmıştır. Bulanık araç kutusunda yeni bir .fis uzantılı dosya oluşturulabilmesi için analizde kullanılacak kurallar sisteme dâhil edilmiştir. Değişkenlerin ve kuralların bulanık araç kutusuna eklenmesinin ardından yeni bir fis dosyası oluşturmuş oluruz.

Bulanık sistemi içeren bu dosya yardımı ile analizi gerçekleştirmek için Simulink modülünde değişiklik yapılması gerekmektedir. Modülde önceden hazırlanmış olan mevcut şemaya, temel verilerle ve anomalilerle ilgili olan değişkenler de eklenmelidir. Bu değişiklikler şekil 5’de gösterilmektedir.

Şekil 5: Yeni Sistemin Simulink Görüntüsü



Bulanık mantık yaklaşımına göre kurulmuş olan yeni sistemle yapılan analiz sonuçları ve teknik analiz sonuçları, karşılaştırmalı olarak Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6: Bulanık Mantık Yaklaşımı ile Yeni Kurulan Sistemin Sonuçları

	Teknik Analiz Getiri (%)	Teknik Analiz, Temel Analiz ve Anomaliler Getiri (%)
CCOLA	-52,01%	41,30%
OTKAR	15,12%	39,48%
PETKM	17,37%	58,40%
TOASO	72,65%	78,17%
TUPRS	-21,70%	36,83%
ULKER	-6,68%	40,72%

Bulanık mantık yaklaşımı ile uygulanan yeni sistemin getiriler üzerindeki etkileri, klasik mantık yaklaşımından çok daha iyi sonuçlanmıştır. Görüldüğü üzere, en son yapılan analizde ortalama getiri gözle görülür şekilde yükselmiştir. Ayrıca, hiçbir pay senedi zarar ettirmemiştir.

Tablo 7: Karşılaştırmalı Sonuçlar

Hisse Adı	Teknik Analiz		Fark Getiri Farkı (%)	Teknik Analiz, Temel Analiz ve Anomaliler		Fark Getiri Farkı (%)
	Klasik Mantık Getiri (%)	Bulanık Mantık Getiri (%)		Klasik Mantık Getiri (%)	Bulanık Mantık Getiri (%)	
CCOLA	-45,81%	-52,01%	-6,19%	0,82%	41,30%	40,48%
OTKAR	-1,78%	15,12%	16,90%	3,28%	39,48%	36,20%
PETKM	57,51%	17,37%	-40,14%	51,03%	58,40%	7,37%
TOASO	44,84%	72,65%	27,81%	55,29%	78,17%	22,88%
TUPRS	21,72%	-21,70%	-43,42%	-3,88%	36,83%	40,71%
ULKER	5,12%	-6,68%	-11,80%	18,14%	40,72%	22,57%
Ortalama Gelir Artışı			-9,47%			28,37%

Çıkan sonuçlar göstermektedir ki; bulanık mantık yönteminin tahminlerdeki avantajları, temel veriler ve anomalilerde daha fazla ortaya çıkmaktadır. Analizlere temel verilerin ve anomalilerin ilave edilmesi, bulanık mantıkta daha iyi sonuçlar alınmasını sağlamıştır.

Temel verilerin ve anomalilerin ilave edildiği sistemde, tüm pay senetlerinde ortalama getiri artarken, aynı zamanda tek tek pay senetlerinin incelenmesinde de tüm pay senetlerinin getirisi artmıştır ve hiçbir pay senedi zarar ettirmemiştir. Sonuç olarak; kurallarda ve değişkenlerde hiçbir değişiklik yapılmadığında, temel verilerde ve anomalilerde bulanık mantığın farkı önemli derecede ortaya çıkmaktadır. Bu duruma, teknik analizin kesin sonuçlar türetmesi, temel verilerin ve anomalilerin ise yatırımcılar tarafından farklı seviyelerde önemsenmesi neden olabilir.

4.5.3. Hipotez Testleri

Bu çalışmada kullanılan hipotezlerde öncelikle, Türkiye piyasalarında; teknik analiz ile yapılan al-sat kararlarında, bulanık mantığın, klasik mantık anlayışına göre önemli ölçüde üstünlüğünün olup olmadığı anlaşılmaya çalışılmıştır. Daha sonra; teknik analizin; temel veriler ve anomaliler ile desteklenmesi sonucu elde edilen kompleks analizlerde; bulanık mantığın, klasik mantığa göre daha üstün olup olmadığı sorgulanmıştır.

Çalışmada elde edilen sonuç tabloları, her ne kadar teknik analiz uygulamalarında, bulanık mantığın her zaman daha iyi sonuçlar vermediğini ve karma modellerdeki analizlerde olumlu sonuç doğurduğunu gösterse de, emin olabilmek ve kesin bir yargıya varabilmek adına istatistiksel hipotez testlerinin de yapılması gerekmektedir. Ancak, hipotez testleri yapılmadan önce, verilerin dağılım testine tabi tutulması gerekmektedir. Çünkü, normal dağılıma sahip

olan veriler parametrik testlere tabi tutulurken, normal dağılıma sahip olmayanlar parametrik olmayan (nonparametric) testlere tabi tutulurlar. Hem dağılım testlerinde, hem de hipotez testlerinde IBM firmasına ait SPSS Statistics (V.25) programı kullanılmıştır.

Çalışmada, normal dağılım testi olarak Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri kullanılmıştır. Yapılmış olan testler tüm pay senetleri için normal dağılım göstermemiştir. Bu nedenle hipotez testlerinde parametrik olmayan testlerden biri olan Mann-Whitney U testi kullanılmıştır.

Mann-Whitney U testi iki yöntemin getirisi arasında anlamlı bir fark olup olmadığını anlamamızı sağlar. Eğer test sonuçlarını gösteren tablolarda, %95 güven aralığında Anlamlılık değeri (Asymp.sig.) 0,05'den büyükse anlamlı bir fark olduğu söylenemez. Eğer değer 0,05'den küçük ise hangi yöntemin daha fazla getiri sağladığını anlamak için Mean Rank değerlerine bakılır.

4.5.3.1. H0 ve H1 Hipotezlerinin Testi

Önceki başlıklarda da belirtildiği gibi, H0 ve H1 hipotezleri teknik analiz çalışmalarında, bulanık mantıkla daha verimli analizler yapıp yapılamayacağını test etmek için kullanılmışlardır. Çalışmada hipotezler;

H0: Türkiye piyasalarında; teknik analiz ile yapılan al-sat kararlarında, bulanık mantığın, klasik mantık anlayışına göre önemli ölçüde üstünlüğü yoktur.

H1: Türkiye piyasalarında; teknik analiz ile yapılan al-sat kararlarında, bulanık mantığın, klasik mantık anlayışına göre önemli ölçüde üstünlüğü vardır.

şeklinde yer almaktadır.

Öncelikle, hipotezlerin test edilebilmesi için, teknik analiz yöntemi ile yapılmış olan analizlerin teste tabi tutulması gerekmektedir. Test sonuçları tablo 8'de gösterilmektedir. Tabloda "KM" klasik mantık yaklaşımına ait sonuçları gösterirken, "BM" ise bulanık mantık yaklaşımına ait sonuçları göstermektedir. Dolayısıyla, "KM"nin yüksek olması H0'ı doğrularken, "BM"nin yüksek olması H1'i doğrular.

Tablo 8: H0 ve H1 Hipotez Test Sonuçları

Pay Senedi	Asymp. Sig.	Rank (BM)	Rank (KM)
CCOLA	,000	415,72	593,28
OTKAR	,480	510,98	498,02
PETKM	,000	433,08	575,92
TOASO	,000	608,42	400,58
TUPRS	,000	365,82	643,18
ULKER	,000	329,96	679,04

Test sonuçlarına bakıldığında; OTKAR hariç tüm pay senetlerinin anlamlılık değerlerinin (Asymp. Sig.) 0,05'den küçük olduğu görülmektedir. Bu durum, OTKAR pay senedinin getirilerinde, klasik mantık ve bulanık mantık yaklaşımları arasında bir fark olmadığını göstermektedir. Diğer pay senetlerinin getirilerinde ise anlamlı farklılıklar söz konusudur. Ancak, TOASO pay senedi için bulanık mantık yaklaşımı daha fazla getiri sağlarken, diğer pay senetlerinde klasik mantığın getiriler üzerinde daha etkili olduğu saptanmaktadır.

4.5.3.2. H0 ve H2 Hipotezlerinin Testi

Teknik analiz uygulamalarında her zaman bulanık mantığın daha iyi sonuçlar doğuracağı tezinin reddedilmiş olmasından dolayı, H1'e alternatif H2 hipotezi geliştirilmiştir. Çalışmanın bu aşamasında kullanılan hipotezler aşağıdaki gibidir.

H0: Teknik analizin; temel veriler ve anomaliler ile desteklenmesi sonucu elde edilen kompleks analizlerde; bulanık mantık, klasik mantığa göre daha üstün değildir.

H2: Teknik analizin; temel veriler ve anomaliler ile desteklenmesi sonucu elde edilen kompleks analizlerde; bulanık mantık, klasik mantığa göre daha üstündür.

Bu hipotezlerin test edilebilmesi için teknik analiz, temel veriler ve anomalilerle oluşturulmuş olan sistem yardımıyla yapılmış olan analiz sonuçlarının incelenmesi gerekmektedir. İlgili test sonuçları Tablo 9'da yer almaktadır.

Tablo 9: H0 ve H2 Hipotez Test Sonuçları

Pay Senedi	Asymp. Sig.	Rank (BM)	Rank (KM)
CCOLA	,000	735,47	273,53
OTKAR	,000	672,70	336,30
PETKM	,347	495,88	513,12
TOASO	,000	588,30	442,70
TUPRS	,000	731,04	277,96
ULKER	,000	607,35	401,65

Bahsi geçen hipotez testlerinin sonucuna bakıldığında ise; PETKM pay senedi dışında tüm pay senetlerinin bulanık mantık yaklaşımı ile daha iyi getiri sağladığı anlaşılabilmektedir. PETKM pay senedinde ise anlamlılık değerinin 0,05'den büyük olması nedeniyle herhangi bir fark olduğu söylenememektedir.

Bahsi geçen hipotez testlerinin sonucuna bakıldığında ise; PETKM pay senedi hariç tüm pay senetlerinin test sonuçları H2'yi doğrular nitelikte gerçekleşmiştir. Söz konusu test sonuçları; teknik analiz, temel veriler ve anomalilerle oluşturulmuş olan karmaşık modellerde bulanık mantığın, klasik mantığa göre önemli derecede üstün olduğunu göstermiştir. PETKM pay senedine ait sonuçlarda ise klasik mantıkla bulanık mantık arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Dolayısıyla, hiçbir test sonucunda klasik mantığın üstün olduğu sonucuna varılamamıştır.

5. Sonuç

Bulanık mantık genel olarak; belirsizlik içeren kavramların neden olduğu olayların çözümlenmesinde, klasik mantığa göre daha kolay ve etkili bir yaklaşım sergilemektedir. Finans alanında da çeşitli belirsizlikler içeren sistematik ve sistematik olmayan risklerin yer alması, bulanık mantık yaklaşımının finansal analizlerde daha etkin çözümler ortaya koyabileceği düşüncesini doğurmaktadır.

Arbitraj kârı elde etmek isteyen birçok yatırımcı, teknik analiz veya temel analizden faydalanmaktadır. Bu analizlerin birçoğu klasik mantık anlayışına göre gerçekleştirilse de, bazı yatırımcılar bulanık mantık yaklaşımını da kullanmaya başlamıştır. Hem teknik analiz hem de temel analiz ile pay senedi fiyatlarını tahmin etme konusunda başarılı sonuçlar almak mümkündür. Davranışsal finans ile daha iyi açıklanabilecek birçok nedenden dolayı teknik analizdeki birçok yöntem yatırımcıların taleplerini doğrudan etkilemektedir. Ayrıca, ekonomi, sektör ve firma ile ilgili gerçek sonuçları yansıtmasından dolayı, temel analizin de yatırımcı talepleri konusunda etkileri göz ardı edilemez.

Literatür incelendiğinde; özellikle teknik analiz uygulamalarını içeren çalışmalar, bulanık mantığın daha iyi performans sağladığını ileri sürmüşlerdir. Söz konusu çalışmalarda, sonuçlar bulanık mantığın üstün olduğunu gösterse de; bu çalışmada, bulanık mantığın teknik analiz uygulamalarında her zaman iyi sonuçlar doğurmadığı gözlenmiştir. Ancak, elde edilen bulgular ışığında, bulanık mantığın temel veriler ve anomalilerle birlikte daha etkili çalıştığı söylenebilir. Bu durum iki sebepten kaynaklanıyor olabilir. Bunlardan birincisi, teknik analizin formüllere dayalı olması ve yatırımcıların bu formüllerin sonucuna göre keskin kararlar alıyor olmaları olabilir. Ancak, temel veriler ve anomaliler kesin olarak al veya sat olarak yorumlanamazlar. Bazı yatırımcılara göre elde edilen temel veri çok önemli iken, başka yatırımcılara göre yeterli olmayabilir. İkinci sebep ise, analizlerde kullanılacak olan yöntemlerin artması ve analiz yapılacak sistemin daha kompleks bir yapıya ulaşması olabilir.

Bahsi geçen tüm bu yorumlar ve sonuçlar Borsa İstanbul'da uygulandığı için diğer piyasalar hakkında aynı yorumlar yapılamayabilir. Neticede, her ülke piyasasında anomalilerin ve diğer tüm verilerin pay senedi fiyatları üzerinde etkileri farklı gerçekleşebilmektedir. Bu noktada, ülkelerin gelişmişlik durumu, piyasalarının etkinliği, ve yatırımcıların talepleri gibi bir çok neden sonuçları değiştirebilmektedir. Ayrıca gelecekte yapılacak çalışmalarda; farklı sektörlerde yapılacak analizlerin, değişkenlerin ve kuralların değiştirilmesi ile yeni çıkarımlarda bulunmak mümkündür.

Kaynakça

- Aktaş, M., & Akdağ, S. (2013). Türkiye'de ekonomik faktörlerin hisse senedi fiyatları ile ilişkilerinin araştırılması. *International Journal Social Research*, 2(2), 50-67.
- Altaş, İ. H. (1999). Bulanık mantık: Bulanık denetim. *Enerji, Elektrik, Elektromekanik*, 64, 76-81.
- Baykal, N., & Beyan, T. (2004). *Bulanık mantık ilke ve temelleri*. Ankara: Bıçaklar Kitabevi.
- Birgili, E., & Esen, S. (2013). Teknik analiz yönteminin bulanık mantık yaklaşımı ile uygulanması: IMKB 30 banka hisseleri örneği. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 50(575), 95-113.

- Chen, C.-P., & Metghalchi, M. (2012). Weak-form market efficiency: Evidence from the Brazilian stock market. *International Journal of Economics and Finance*, 22-32.
- Divya, P., & Kumar, P. R. (2012). The investment portfolio selection using fuzzy logic genetic algorithm. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 2(5), 2100-2105.
- Elder, A. (2014). *The new trading for a living*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Esen, S. (2013). *Bulanık mantık yaklaşımıyla teknik analiz yönteminin uygulanması: İMKB 30 örneği*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya.
- Feng, G. (2010). *Analysis and synthesis of fuzzy control systems*. Boca Raton: CRC Press.
- Gülgör, G. (2010). *İMKB 30 endeksinde klasik ve bulanık analitik hiyerarşi süreci ile portföy seçimi ve performanslarının karşılaştırılması*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Ibrahim, A. E. (2015). Developing profitable trading system. *Stock & Forex Trading*, 4(1), 1-5.
- Ijegwa, A. D., Rebecca, V. O., Olusegun, F., & Isaac, O. O. (2014). A predictive stock market technical analysis using fuzzy logic. *Computer and Information Science*, 7(3), 1-17.
- IMCA. (2015). *The investment advisor body of knowledge*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- İnceoğlu, F. E. (2010). *Bulanık zaman serisi yöntemleri ile İMKB öngörüsü*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Kartalopoulos, S. V. (1996). *Understanding neural networks and fuzzy logic*. New York: IEEE Press.
- Khcherem, F., & Bouri, A. (2009). Fuzzy logic and investment strategy. *Global Economy & Finance Journal*, 2(2), 22-37.
- Mamdani, E. H. (1974). Application of fuzzy algorithms for simple dynamic plant. *Proc. IEEE*, 121, 1585-1588.
- Mangale, C., Meena, S., & Birchha, V. (2015). Prediction of stock values based on fuzzy logic using fundamental analysis. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 3(10), 5806-5810.
- Nguyen, H. T., & Walker, E. A. (2006). *A first course in fuzzy logic*. Boca Raton: CRC Press.
- Nguyen, H. T., Prasad, N. R., Walker, C. L., & Walker, E. A. (2003). *A first course in fuzzy and neural control*. Florida: Chapman & Hall/CRC.
- Pelitli, D. (2007). *Portföy analizinde bulanık mantık yaklaşımı ve uygulama örneği*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.
- Ross, T. J. (2004). *Fuzzy logic with engineering applications*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Takagi, T., & Sugeno, M. (1985). Fuzzy identification of systems and its application to modeling and control. *IEEE Trans. Syst. Man Cybern.* 15, 116-132.
- Taş, O., & Zeki, Ö. (2016). A fuzzy logic based technical indicator for BİST 30 index and islamic index. *Procedia Economics and Finance*, 38, 203-212.
- TCMB. (2016). *Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası*. http://www3.tcmb.gov.tr/ytlkampanya/sss.php#_24_Paramızdan_sıfır

- Tedovski, D., Mihajlov, M., & Sazdovski, I. (2012). The day of the week effect in South Eastern Europe stock markets. *Annals of the Constantin Brâncuşi University of Târgu Jiu*, Economy Series, 20-24.
- Thiagarajah, K., Appadoo, S., & Thavaneswaran, A. (2007). Option valuation model with adaptive fuzzy numbers. *Computers And Mathematics With Applications*, 53, 831-841.
- Tiryaki, A. E., & Kazan, R. (2007). Bulaşık makinesinin bulanık mantık ile modellenmesi. *Mühendis ve Makina*, 48(65), 3-8.
- Tsinaslanidis, P. E., & Zapraniş, A. D. (2016). *Technical analysis for algorithmic pattern recognition*. New York: Springer.
- Yiğiter, Ş. Y., Sarı, S. S., & Başakın, E. E. (2017). Hisse senedi kapanış fiyatlarının yapay sinir ağları ve bulanık mantık çıkarım sistemleri ile tahmin edilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İİBF Dergisi*, 7(1), 1-22.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Controls*, 8, 338-353.
- Zadeh, L. A. (1996). Fuzzy logic = computing with words. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 4(2), 103-111.