

Teknik Analiz Yönteminin Bulanık Mantık Yaklaşımı ile Uygulanması: İMKB 30 Banka Hisseleri Örneği

Özet

Teknik analiz yöntemi geçmiş fiyat hareketlerinin gelecekte de devam edeceği varsayımına dayanır. Buradan hareketle belli fiyat trendlerinin devam edeceği öngörüsü ile destek ve direnç noktaları belirlenir, formasyonlar takip edilir ve göstergelerden faydalanılır. Bulanık mantık yaklaşımı ise Aristoteles'in iki değerli mantık yaklaşımına karşı çıkarak çok değerli mantık temeli üzerine kurulmuştur. Aristoteles'in klasik mantığı, bir varsayımın ya doğru ya da yanlış olduğunu öngörür. Bunun dışında varsayımın başka bir değer alması söz konusu değildir. Oysa bulanık mantık klasik mantığın aksine bir varsayımın doğru ya da yanlış olabileceği gibi arada da bir değer alabilmesini öngörür. Bulanık mantığa göre sonuç sadece siyah ya da beyaz değil, grinin farklı tonları da olabilir. Bu çalışmada farklı disiplinlerden gelen ADX, CCI ve RSI teknik analiz göstergeleri bulanık çıkarım sisteminde işleme tabi tutulmuş ve çıktılar, İMKB 30 endeksinde yer alan banka hisselerinin al-sat kararlarında kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar al-tut stratejisine göre tatmin edici düzeyde başarılıdır.

Anahtar Kelimeler: *Teknik Analiz, Bulanık Mantık, İMKB 30 Bankacılık Hisseleri*

Practice of Technical Analysis with Fuzzy Logic Method: The Case of ISE 30 Banking Stocks

Abstract

Technical analysis method is based on the assumption that past price movements will continue in the future. Hence, support and resistance points are determined, formations are followed and it is benefited from indicators with the prediction that certain price trends will continue. Fuzzy logic approach is founded on the basis of very valuable logic by opposing the two-valued logic of Aristotle's approach. Aristotle's classical logic provides that an assumption is either true or false. Apart from this, the assumption may not have another value. However, unlike classical logic, fuzzy logic provides that an assumption may have the values between two as well it may be right or wrong. With regard to fuzzy logic, the result is not just black or white, but can be different shadows of gray. In this study, ADX, CCI and RSI technical analysis indicators of a variety of disciplines are processed in fuzzy inference system and the outputs are used in the buy-sell decisions of banking stocks in the ISE-30 index. The obtained results are successful satisfactorily with respect to buy&hold strategy.

Keywords: *Technical Analysis, Fuzzy Logic, ISE 30 Bank Shares*

Erhan BİRGİLİ¹
Sinan ESEN²

¹ Prof. Dr., Bursa Orhangazi Üniversitesi, erhan.birgili@bou.edu.tr

² Öğr. Gör., Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, sinan.esen@bilecik.edu.tr

Giriş

Finansal pazarlarda işlem yapan yatırımcılar için ellerinde bulundurdukları yatırım araçlarına ilişkin isabetli karar vermek, oldukça önemli bir konudur. Bu sebeple yatırım danışmanlarından destek alırlar veya bir takım karar destek mekanizmalarını kullanırlar. Teknik analiz de yatırımcıların al-sat kararı vermesine yardımcı olan araçlardan biridir. Teknik analizci, geçmiş fiyat hareketlerinin gelecekte de devam edeceği varsayımına dayanarak fiyat tahmininde bulunur. Yapılan tahminlerin doğru çıkması durumunda yatırımcı normalin üzerinde bir getiri sağlayacak, aksi durumda kayıp yaşayacaktır. Teknik analiz yöntemlerinin tamamının, piyasada yatırım yapan yatırımcılar tarafından bilinmesi, teknik analizcilerin normalin üstünde getiri sağlayabilmeleri için engel teşkil etmektedir. Bu engel yatırımcıların geleceğe ilişkin öngörülerinin benzer olması ve benzer pozisyonların alınması sebebiyle ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla bu yöntemi tek başına kullanmak yerine, farklı metotlar ile kombine edilerek oluşturulan yeni sistemler, normalin üzerinde getiri sağlanmasına olanak sağlayabilir. Bu çalışmada, teknik analiz yöntemi ile bulanık mantık yaklaşımı kombine edilerek oluşturulan model ile normalin üzerinde getiri sağlanması amaçlanmıştır.

Klasik mantık iki değerli mantık olarak tanımlanır. Örneğin klasik mantık ile uzun boylu ve kısa boylu insanları iki kümeye ayırmak istersek, 180 cm. ve üstündeki insanları uzun boylular kümesinin elemanı, altındakileri kısa boylular kümesinin elemanı olarak tanımlayabiliriz. Ancak bu şekliyle 179 cm. boyundaki bir insanı, yalnızca 1 cm. kısa olduğu gerekçesiyle kısa boylular kümesinin elemanı olarak belirlemiş olmaktadır. Klasik mantığın cevaplayamadığı bu problem, bulanık mantık yaklaşımı ile aşılmıştır. Buna göre, 179 cm. boyundaki bir insan belli dereceye kadar uzun boyludur, hatta 170 cm. boyundaki bir insan da belli dereceye kadar uzun boyludur vb. gibi ifadeler ile bulanık mantığın sahasına girilmiş olunur. Bulanık mantık bir varsayımın sadece doğru ya da yanlış olabileceğini değil, bunlara ek olarak arada değerler de alabileceğini öngörür. Değişkenlerin bulanık kümeler üyeliği, sözel ifadeler ve üyelik dereceleri ile belirlenir. Üyelik derecesi, 0 ile 1 arasında herhangi bir değer olabilir. Değişkenin, bahsi geçen kümeye tam üye olduğu düşünülüyorsa 1, üyesi olmadığı düşünülüyorsa 0, bir dereceye

kadar üyesi olduğu düşünülüyorsa, o derecede bir değer verilerek üyelik dereceleri tayin edilir.

Bu çalışmanın temel sorusu, teknik analiz yöntemi ile bulanık mantık yaklaşımının kombine edildiği bir modelden elde edilecek karar destek mekanizmasının, İMKB 30 endeksinde yer alan banka hisselerinin alım-satım kararlarına uygulanması neticesinde, normalin üzerinde getiri sağlanıp sağlanamayacağıdır. Burada normalin üzerinde getiri ifadesi ile anlatılmak istenen, al-tut stratejisi ile elde edilecek getirinin üzerinde kazanç elde edilmesidir. Karar destek mekanizması ile yapılan hisse alım-satım kararları, hissenin dönem başında alınıp dönem sonunda satılması kararına göre yüksek getiri sağlıyorsa modelin başarılı olduğu, aksi halde başarısız olduğu sonucuna varılacaktır.

Literatürde 200'den fazla teknik analiz göstergesinin yer aldığı bilinmektedir. Bunlardan çoğu benzer disiplinlerden geldiği için benzer sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Teknik analiz yöntemini kullanan yatırımcıların dikkat etmesi gereken en önemli konu, analize dahil edeceği araçların farklı disiplinlerden gelmesi gerektiğidir. Bu anlamda teknik analiz göstergelerini iki grup altında toplayacak olursak bunlar; trend takip edici göstergeler ve aşırı alışı-aşırı satış göstergeleridir. Piyasanın trend yaptığı dönemlerde trend takip edici göstergelerin verdiği sonuçlar daha isabetli olurken, piyasanın yatay hareket izlediği dönemlerde aşırı alışı-aşırı satış göstergeleri daha isabetli sonuçlar vermektedir. Ayrıca piyasanın trend içinde olup olmadığı da hangi grup göstergenin kullanılacağı hususunda yardımcı olacaktır. Dolayısıyla teknik analiz yöntemini kullanan bir yatırımcı öncelikle piyasanın trend içinde olup olmadığını belirlemeli, daha sonra trend takip edici gösterge ya da aşırı alışı-aşırı satış göstergesi kullanmalıdır. Bu çalışmada piyasanın trend içinde olup olmadığı ADX göstergesi ile belirlenmeye çalışılmıştır. Piyasa trend içinde ise CCI göstergesi, değil ise RSI göstergesi kullanılmıştır.

Günümüzde teknik analiz göstergelerini profesyonel yatırımcıların neredeyse tamamı kullanmaktadır. Ancak bu göstergeler ile elde edilen veriler kesinlik içermemektedir. Bulanık mantık yaklaşımı da belirsizlik içeren bu gibi durumlarda kullanılmaya son derece elverişli bir yapıya sahiptir. Modeli kullanan uzman kişinin belirleyeceği sözel kurallar ve üyelik dereceleri ile son derece etkin sonuçlar elde edilebilmektedir.

Literatürde bulanık mantık ile yapılan uygulamaların neredeyse tamamı Matlab bulanık araç kutusunda yapılmaktadır. Bu çalışmada da Matlab programı kullanılmıştır. Matlab nümerik hesaplama, grafiksel veri gösterimi ve programlama yapabilen yüksek performansa sahip yazılım programıdır. Genellikle mühendislik hesaplamalarında kullanılan bu programın sosyal alanlarda kullanılmasına çok sık rastlanılmamaktadır. Matlab bulanık araç kutusunda; bulanıklaştırılan veriler bulanık çıkarım sistemine girmekte, bulanık çıkarım sisteminden de çıktılara dönüşmektedir. Girdiler, değişkenlerin üyelik derecelerinin belirlenmesi ve üyelik fonksiyonlarının seçilmesi ile bulanıklaştırılır. Bulanık çıkarım sisteminde; değişkenlere ait sözel kurallar, kurallar arasında (ve) ya da (veya) ifadelerinden hangisinin seçileceği, kuralların sonuca olan etkilerinin ağırlıkları, içerme, yığınlaştırma ve durulaştırma metotları belirlenir. Daha sonra Matlab programının yardımıyla yazılan komutlar ile çıktılar elde edilir. Elde edilen çıktılar bulanık olmayan, kullanılmaya hazır verilerdir.

Bulanık çıkarım sisteminden elde edilen çıktılar, bu çalışmada Microsoft Excel programında geliştirilen bir simülasyon yardımı ile test edilmiştir. Simülasyonda yer alan formüllerin tamamı orijinal ve modelin test edilmesi amacıyla tasarlanmıştır. Dönem başındaki 1 TL'nin modelin kullanılması ile dönem sonunda alacağı değer bulunmuş, al-tut stratejisi ile 1 TL'nin dönem sonunda alacağı değer ile karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmanın birinci bölümünde modelde kullanılan teknik analiz göstergelerinin teorik alt yapısına değinilecektir. İkinci bölümde bulanık mantık yaklaşımının temel esasları üzerinde durulacaktır. Üçüncü bölümde; kurulan model, çalışmanın kısıtları ve uygulama hakkında bilgiler verilecektir. Son olarak elde edilen neticeler ve geleceğe yönelik tavsiyeler sonuç kısmında yer alacaktır.

1. Teknik Analiz

Hisse senetlerinin fiyat ve değer tahminini doğru yapmak, yatırımcılar açısından oldukça önemli bir konudur. Bu sayede yatırımcılar kazanç elde edecek, portföylerinin değerini arttırabilecektir. Genel anlamda hisse senedi değerlemesinin iki farklı yöntem ile yapıldığını söyleyebiliriz. Bunlar temel analiz ve teknik analizdir.

‘Temel analiz yöntemi ile ekonominin içinde bulunduğu makro ekonomik durum ve şirketlerin finansal performansları (bilançoları, temettü ödemeleri, finansal oranları) değerlendirilerek, hisse senetlerinin gerçek değeri belirlenmeye çalışılır’ (Didonyan, 2010:1). Bu anlamda temel analizci hisse senedinin fiyat hareketlerini tahmin ederken tahminlerini hisselerin değerlerine dayandırır. Hissenin değeri piyasa fiyatından düşük ise bu durum hissenin aşırı değerlenmiş olduğu anlamına gelir ve satış kararı verilir. Çünkü gelecek dönemde bu durum tüm yatırımcılar tarafından anlaşılacak ve hissenin fiyatı düşmeye başlayacaktır. Hissenin değeri piyasa fiyatından yüksek ise bu durum hissenin ucuz olduğu anlamına gelir ve satın alma kararı verilir. Çünkü bunu yakın zamanda görecek olan yatırımcıların talebi ile hissenin fiyatı yükselmeye başlayacaktır.

‘Temel analistlerin aksine, teknik analistler hisse senedinin değerinden ziyade fiyatını tahmin etmeye çalışırlar. Bu nedenle teknik analistler her hisse senedinin fiyatını bilmekte, fakat hiçbir hisse senedinin değerini bilmemektedir’ (Günak, 2007:88). Bunu yaparken dayandıkları temel varsayım geçmiş fiyat hareketleridir. Geçmiş fiyat hareketlerinin gelecekte de devam edeceği varsayımı teknik analizin ana yapıtaşlarından biridir. Teknik analiz ile ilgili literatürde yer alan bazı tanımlar şunlardır:

‘Teknik analiz yöntemi, yatırımcıların geçmişte yapmış oldukları davranışları gelecekte tekrar edecekleri varsayımına dayanır. Bu nedenle gelecekteki fiyat değişikliklerinin belirlenmesinde geçmiş alım-satım trendlerinden yararlanabileceği belirtilmektedir’ (Birgili, 1994:56). ‘Teknik analiz, menkul kıymet fiyatlarının, işlem miktarı hareketlerinin ve trendlerin incelenmesidir. Teknik analizde önemli olan, firmaya ait menkul kıymetin borsada göstermiş olduğu performanstır’ (Başoğlu ve diğ., 2001:475). ‘Teknik analizci hisse senedi fiyatının geçmişte izlediği yollara ve şekillere bakarak ve bunları belirli analiz kurallarına göre yorumlayarak geleceği tahmin etmeye çalışır. Ayrıca hisse senetlerinin nerede alınıp nerede satılacağına dair kararlar vermeye çalışır’ (Erdoğan, 2004:53). Bu anlamda teknik analizci analize başlamadan önce bazı varsayımları kabul eder. Bunlar hisse senetlerinin geçmişte oluşturduğu fiyat hareketlerinin gelecekte de benzer şekilde devam edeceği, hisse senedi fiyatlarının piyasadaki tüm bilgileri yansıttı-

ğı ve fiyat hareketlerinin belirli zaman dilimlerinde belirli bir trendi izleyecektir. Teknik analiz yapılırken kullanılan araçlardan bazıları hisse senedi fiyat grafiklerinin şekline yararlanır, bazıları da fiyatlardan türetilen göstergelerden yararlanır. Bu çalışmada teknik analiz yöntemi, göstergeler kullanılarak icra edilmiştir.

Teknik analizde yer alan birçok gösterge vardır. Bazı kaynaklar bu göstergelerin sayısının 200 civarında olduğunu belirtmektedir. Bu göstergelerin bazıları aynı disiplinin türevleri olduğundan, verdiği sinyaller de birbirine benzemekte, bu durumda piyasanın yönü hakkında aynı sonucu vermektedir. Bu göstergelerin birlikte kullanılması durumunda yatırımcı, farklı adlarda ancak aynı disiplinden gelen göstergelerden aldığı benzer sinyali kuvvetli sayacak ve buna göre pozisyon alacaktır. ‘Dolayısıyla stratejimizi oluştururken dikkat etmemiz gereken en önemli konulardan bir tanesi, aynı disiplinlerden gelen birkaç göstergeyi birlikte değerlendirip hepsinden ya da çoğunluğundan aynı sinyali almayı beklemek olmalıdır’ (Perşembe,2010:24). Bu çalışmada ADX, CCI ve RSI göstergeleri bu prensipler doğrultusunda seçilmiştir.

1.1. Ortalama Yönel Hareket Endeksi (ADX) Göstergesi

‘J. Welles Wilder’in volatility system üzerinde yaptığı çalışmalardan yararlanarak geliştirdiği DX, hareketin yönü hakkında bilgi vermeyi amaçlar. Wilder bu göstergenin 14 günlük ortalama ile uygun sonuçlar verdiğini öne sürmekte ve tavsiye etmektedir’ (Sarı,2001:134). DX değerinin üssel hareketli ortalaması ADX olarak tanımlanır. Bu çalışmada da Wilder’in modelinde olduğu gibi ADX göstergesi için 14 günlük üssel hareketli ortalama kullanılmıştır.

ADX göstergesi piyasada trend olup olmadığı hususunda bilgi verir. Hesaplama şekli itibarıyla 0 ile 100 arasında bir değer alır. Üzerinde tam olarak anlaşılmasa da 25’in üzerine çıkması durumunda piyasada trend olduğu kanaati kuvvetlenir. ADX göstergesinin hesaplanabilmesi için öncelikle gerçek aralık (True Range, TR), yönel hareket (Directional Movement, DM), yönel endeks (Directional Index, DI), yönel hareket endeksi (Directional Movement Index, DX) hesaplanmalıdır.

Gerçek aralık (True Range, TR) değeri aşağıdaki işlem sonuçları arasında en büyük olandır;

$x_1 =$ Son güne ait en yüksek fiyat – Son güne ait en düşük fiyat

$x_2 =$ Mutlak Değer (Son güne ait en yüksek fiyat – Bir önceki güne ait kapanış fiyatı)

$x_3 =$ Mutlak Değer (Son güne ait en düşük fiyat – Bir önceki güne ait kapanış fiyatı)

Yönel hareket (DM) pozitif ya da negatif değerler olabilir. Son günün en yüksek değeri bir önceki günün en yüksek değerinden fazla ise aradaki fark + DM ile ifade edilir. Son günün en düşük değeri bir önceki günün en düşük değerinden düşük ise aradaki fark – DM ile ifade edilir. + DM ile – DM’nin birlikte olduğu günlerde, mutlak değeri büyük olan hesaplama dahil edilir. Son günün en yüksek değeri, bir önceki günün en yüksek değerinden düşük, son günün en düşük değeri bir önceki günün en düşük değerinden yüksek ise DM sıfır olarak alınır.

DM ve TR değerleri bulunduktan sonra DI değeri basit bir bölme işlemi ile kolaylıkla bulunabilmektedir:

$$DI = DM / TR$$

Yönel endeks (DI) pozitif ise hareketin yönü yukarı doğru, negatif ise hareketin yönü aşağıya doğru gitmektedir. Pozitif yön + DI ile negatif yön ise – DI ile simgelenmektedir. Yukarıdaki formülden de anlaşılacağı üzere DI değerinin işareti, DM değerinin negatif ya da pozitif olmasına göre değişiklik gösterecektir. Göstergenin mimarı Wilder’in de tavsiye ettiği üzere DI değerinin 14 günlük ortalaması alındığında, günlük olarak hesaplanan verinin değişkenliği bir anlamda düzlenmiş olacaktır. Buna göre yeni formül şu şekilde olacaktır;

$$+DI_{14} = +DM_{14}/TR_{14}$$

$$-DI_{14} = -DM_{14}/TR_{14}$$

Yukarıda hesaplanan iki değerden pozitif olanı yukarı trendin gücünü, negatif olanı da aşağı trendin gücünü temsil etmektedir. Grafiğe birlikte çizildiğinde trendin yönü de kolaylıkla tahmin edilebilir.

lır. Bu iki çizgiden hangisi yukarıda ise piyasalara, temsil ettiği yön hakimdir. Aradaki fark hangisinin lehine açılıyorsa, piyasada temsil ettiği yön kuvvetleniyor demektir. Aradaki fark hangisinin aleyhine kapanıyorsa, piyasada temsil ettiği yön zayıflıyor demektir.

‘+ DI ile -DI toplamları ile farklarının birbirine bölünerek yönsel hareket endeksi (DX) değerine ulaşılır. DX göstergesi hızlı hareket ettiği için 14 günlük ortalaması alınarak yumuşatılmıştır’ (Sarı,2001:134). İşte DX değerinin 14 günlük üssel hareketli ortalaması ADX değeridir. Ortalaması alınan bu değer, trendin yönünü değil sadece varlığını belirler. DX değerinin sadece 0 ile 100 arasında değer alabileceği göz önüne alındığında, ADX değeri de aynı aralıkta değer alacaktır. Literatür incelendiğinde bu değer 25’in altında olması, piyasada trend olmadığı anlamına gelmektedir. Bunun diğer bir anlamı da 25’in üstünde olması durumunda piyasada trendin mevcudiyeti ve bu seviyelerde trend takip edici göstergelerin daha sağlıklı sonuçlar verebileceğidir.

1.2. Emtia Kanal Endeksi (Commodity Channel Index, CCI)

‘Donald Lambert’in trend takip edici gösterge olarak geliştirdiği ve son zamanlarda sıklıkla kullanılan emtia kanal endeksi, grafiğin +100 değerini kestiğinde al sinyali, -100 değerini kestiğinde sat sinyali vermektedir’ (Weismann, 2004:37). Trend takip edici bir gösterge olan CCI, piyasanın yatay doğrultuda hareket ettiği günlerde etkin sinyaller vermemektedir.

CCI değerinin kaç günlük hesaplanacağı konusunda farklı kaynaklarda 15, 20, 22 gün gibi değerler bulunmaktadır. Çalışmamızda, literatürde de sıklıkla kullanılan 20 günlük CCI değeri benimsenmiştir. Göstergenin nasıl hesaplanacağı adımlar halinde aşağıda gösterilmiştir;

1. Adım: Hisse senedinin 20 günlük periyotta her bir gün için; kapanış, gün içi en yüksek ve gün içi en düşük değerleri toplanarak 3’e bölünür ve böylelikle tipik fiyat bulunur.

2. Adım: Tipik fiyatların 20 günlük basit hareketli ortalaması geriye dönük olarak alınır.

3. Adım: 20 günlük periyotta her bir güne ait tipik fiyat ile tipik fiyatın basit hareketli ortalamasının farkı alınır.

4. Adım: Tipik fiyatın standart sapması ile 0,015 sabit katsayısı çarpılır.

5. Adım: 3. adımda bulunan değer, 4. adımda bulunan değere bölünerek CCI bulunur.

$$CCI = \frac{TF - BHO(TP, 20)}{0,015 * std(TF)}$$

‘Lambert, formülünde nispeten keyfi olarak bir 0.015 sabiti kullanmıştır. Bu sabitin amacı CCI eğrisini zamanın % 70-80’inde +100 ile -100 sınırları dahilinde tutmaktır. Bu sınırlar da al/sat sinyalleri üretmek için kullanılır’ (Perşembe,2010:124). Yukarıdaki hesaplamalardan da anlaşılacağı üzere bu gösterge kendi hareketli ortalamasından ne şiddette saptığını ölçmeye yarar.

Literatürde sinyal üretmek için 0 çizgisinin kullanıldığı örnekler olmasına rağmen, +100 ve -100 çizgilerinin daha etkin sonuçlar verdiği görülmüştür. Uygulama kısmında kullanılan hisse senetlerinin çoğunun 4000 günün üzerinde veriye sahip olduğu düşünülürse, CCI değerinin çok geniş aralıkta değer aldığı tahmin edilebilir. Bu sebeple bu göstergenin sinyal üretmesi +100 ve -100 çizgisini kesmesi ile değil, +100 ve -100 değerinden çok uzaklaşması ile sağlanacaktır.

1.3. Göreceli Güç Endeksi (Relative Strength Index)

‘Göreceli güç endeksi (Relative Strength Index, RSI) hisse senedi fiyatının, yükselişte olduğu günler ile düşüşte olduğu günlerin kuvvetini karşılaştıran bir göstergedir’ (Rhoads, 2008:260). Bu gösterge aşırı alış / aşırı satış göstergesi olduğundan, piyasanın yatay hareket izlediği günlerde daha etkin sonuçlar verebilmektedir. Bunun diğer bir anlamı, trend yapan piyasalarda bu göstergenin yanlış sinyaller vereceğidir.

‘Deneyimlerim, RSI’nın analistlerin çoğu tarafından kullanıldığını söylemektedir. Özellikle bilgisayar programlarının kolaylıkla hisse ticaretinde kullanılmasından bu yana, hisse senetlerine otomatik alış/satış sinyali veren sistemler, RSI kullanılmaktadır’ (Willain, 2008:51). Literatürde genellikle

le 14 günlük RSI kullanılmaktadır. RSI şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$RS = \frac{\text{Yükseliş ile kapanan günlerin değer artışlarının toplamının ortalaması}}{\text{Düşüş ile kapanan günlerin değer kayıplarının toplamının ortalaması}}$$

$$RSI = 100 - \left(\frac{100}{1 + RS} \right)$$

Yukarıdaki formül, RSI göstergesinin mimarı Welles Wilder'e ait olmakla birlikte, günümüzde kullanılan teknik analiz programlarının çoğu aşağıdaki formülü kullanmaktadır:

A = Yükseliş ile kapanan günlerin değer artışlarının toplamının ortalaması,

B = Düşüş ile kapanan günlerin değer kayıplarının toplamının ortalaması olmak üzere;

$$RSI = \left(\frac{A}{A + B} \right) \times 100$$

Yukarıdaki formülden elde edilecek değer daima 0 ile 100 arasında olacaktır. Bu şekilde göstergeye bakarak, hisse senedi fiyatının tavan ya da taban yaptığı kolaylıkla anlaşılır. 'RSI bir endeks ya da hisse senedi fiyatının aşırı al / aşırı satı durumunu belirlemek için kullanılır. Pazarın; geri geldiği dönemlerde al / satış fırsatlarını, yükselişe geçtiği dönemlerde satış fırsatlarını yakalamaktadır' (Fontanills ve Gentile, 2001:273). Analiz yapanlar genellikle 30 ve 70 değerini al / sat için sinyal olarak kullanırlar. Gösterge 30'un altına düştüğünde, aşırı satış olduğundan yola çıkarak ilk yukarı yönde hareket, yani 30 değerini kestiğinde alım yapılmakta, 70'in üzerine çıktığında, aşırı alım yapıldığından yola çıkarak ilk aşağı yönde hareket, yani 70 değerini kestiğinde satış yapılmaktadır. Ancak bu limitlerin değerleri, kaç günlük RSI değerinin hesaplanacağı, yatırımcının beklentilerine, piyasanın durumuna ve hisse senedinin karakteristik özelliğine göre değişiklik gösterebilir.

RSI göstergesinin 30 ve 70 değerlerini keserek sinyal üretmesinin yanında farklı metotlarla da kullanılması söz konusudur. RSI'nin al / sat sinyali veren bir gösterge olmasının yanında, alternatif yöntemler ile pozisyon alınırken, filtre olarak kullanıldığını ifade eden kaynaklar da bulunmaktadır. 'Diğer göstergelerden gelen bir al sinyalinin girdireceği pozisyon, RSI eğer 70'in üzerindeyse geciktirilebilir. Aynı şekilde bir sat sinyali de, RSI 30'un

altındaysa göz ardı edilerek ana trenddeki kısa süreli düzeltmelere geri dönüş diye bakılması engellenebilir' (Perşembe,2010:140). 'Tecrübelerim ve yaptığım testler gösterdi ki, RSI(14), 30 çizgisi yukarı kesince almak yerine, dip seviyelerde aykırılık oluşmasını beklemek ve daha sonra alım yapmak daha karlı olmaktadır' (Erdinç, 2004:376). Bu çalışmada RSI değeri 0 değerine yakın olduğunda al, 100 değerine yakın olduğunda sat olarak değerlendirilmiştir ve çoğu kaynakta olduğu gibi 14 günlük ortalaması ile kullanılacaktır.

2. Bulanık Mantık

Günümüz teknolojisinin insanoğluna sağladığı en önemli fayda, hayatı kolaylaştıran uygulamaları bünyesinde barındırmasıdır. Bu uygulamalardan bazıları direkt insanların yerini almakta, bazıları ise vereceği kararlara destek mahiyetindedir. '40 yıldan fazla bir süredir yapılan araştırmalar, belirsizlik altında karar destek mekanizması olarak çalışan en başarılı modellemenin bulanık mantık olduğunu kanıtladı. Bunun sebebi bulanık mantığın sahip olduğu sağlamlık ve şeffaflıktır' (Türkşen, 2009:7). Bununla birlikte son zamanlarda karar destek mekanizmalarını kullanan yöneticilerin sayısı hızla artmış, bu artıştan finans yöneticileri de paylarını almışlardır. 'Finansal yönetimde bu mekanizmanın kullanıldığı alanlar; değerlendirme, fiyatlandırma ve kredi risk analizi olabilmektedir' (Shin ve Wang, 2010:314). Bulanık Mantığın özellikle hisse senedi fiyat tahmini ve kredi risk analizi uygulamaları, yakın gelecekte ciddi çalışma alanlarından olacağı tahmin edilmektedir.

Bulanık mantık hakkında literatürde birçok tanım yer almaktadır. Bu tanımlardan bazıları şunlardır: 'Bulanık mantık dar anlamda; yaklaşımsal usullama biçimlendirmesi olarak mantık sisteminde fayda sağlayan bir yapı olarak, geniş anlamda bulanık küme teorisinin eş anlamlısı olarak tanımlanır' (Zadeh,1994:78). 'Belirsizliğin, soyut ve sözel ifadelerin bilgisayar ortamında işlenmesine olanak tanıyan bir yapay zeka teknolojisidir'(Yıldız,2008:187). 'Bulanık mantık her gün kullandığımız ve davranışlarımızı yorumladığımız matematiksel bir disiplindir'(Vural,2002:186). 'Bulanık mantık belirsizlik içeren olaylara hitap eden çok değerli mantık disiplini. Ayrıca mümkün olduğu kadar klasik mantığın özelliklerini de koruması beklenmektedir'(Novak,2006:635). 'Belirsizliklerin ifade edilmesi ve belirsizliklerle çalışabilmesi

için kurulmuş bir matematik modellemedir' (Gündoğdu, 2003:256).

Bulanık mantığın temelleri çoğu kaynakta Aristoteles'in hocası büyük düşünür Plato'ya kadar dayandırılmaktadır. Ancak modern anlamda bu alandaki ilerleme 20. yüzyılda gerçekleşmiştir. 'Plato doğru ve yanlış arasında gri bir alan olduğunu göstererek, bugün bulanık mantık olarak bildiğimiz yöntemin temellerini atmıştır. Hareketleri olan Hegel, Marx ve Engels bu fikri hatırlatsa da 1920'de Lukasiewicz çok değerli mantık çalışmalarıyla modern bulanık mantığın ilk kurucusu olmuştur' (McBratney ve Odeh, 1997:86). 'Lukasiewicz'in çok değerli mantık konusundaki çalışmalarının temel motivasyonu iki değerli mantığın içerdiği paradokslardan kurtulma çabasıdır' (İbrahim,2004:102).

Lukasiewicz'in ardından bulanık mantık kavramını ilk olarak öne süren kişi Azeri asıllı bilim adamı Lotfi Zadeh olmuştur. Zadeh 1965 yılında 'Bulanık Kümeler' adlı makalesini yayınladığında bilim çevrelerinde hak ettiği ilgiyi göremedi. Ancak daha sonraki yıllarda öne sürdüğü teori, buhar makinesi denetleme sisteminde kullanınca durum tersine dönecek ve kendisine bilim dünyasında büyük bir ün kazandıracaktır. Information and Control adlı dergide yayınladığı makalesinde Zadeh bulanık kümeleri şöyle tanımlıyordu: 'Kesintisiz üyelik derecesine sahip nesnelere oluşan topluluğa bulanık küme denir. Böyle bir küme, üyelik fonksiyonu ile üyelik derecelerinin 0 ile 1 arasında saptanmasıyla tanımlanabilir' (Zadeh,1965:338). Böylelikle bir nesnenin herhangi bir kümeye üyeliğini sadece siyah ve beyaz ile değil, grinin farklı tonları ile de tanımlayarak asırlar öncesine göndermede bulunuyordu.

1970'li yılların ortalarına gelindiğinde İran kökenli Ebrahim Mamdani, Zadeh'in teorisini bir buhar makinesinin kontrol sistemine uyarlayarak bulanık mantık çalışmalarına ivme kazandırmıştır. İlk ticari uygulama 1980 yılında, Danimarka'da bir çimento fabrikasının fırınlarında, denetleyici sistem olarak gerçekleşmiştir. Daha sonraki yıllarda başta Japonya olmak üzere çoğu ülke araştırma ve mühendislik uygulamalarında bulanık mantık uygulamaları kullanmışlardır. 'Özellikle elektronik aletlerin ana yapılarını oluşturan transistör veya algoritmalar gibi anahtarlama araçlarında yoğun olarak bulanık mantık uygulanır' (Çağman,2006:50). Gü-

nümüzde kameralardan çamaşır makinelerine, cep telefonlarından otomobillere hatta metro sistemlerine kadar bulanık mantık hayatımızın her aşamasında yer almaktadır.

Bulanık mantığın finans alanında kullanılmaya başlanması 1990'lı yılların başlarına dayanmaktadır. Bu yeni alan genellikle hisse senedi fiyat tahmini, finansal risk analizi, portföy oluşturma gibi konularda karar destek mekanizması olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışmaların neredeyse tamamına yakını yurtdışı kaynaklı olması, ülkemizde bu alanda çalışma yapılmasını gerekli kılmıştır. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde Asya kökenli bilim adamlarının bu konuda çalışma yapması, buna karşılık batı kökenli bilim adamlarının nispeten daha ilgisiz kalması dikkat çekicidir. Tüm bilimsel altyapısı Aristo Mantığına dayanan batı kültürünün, temeli farklı bir mantığa dayanan yeni bir alana uyum sağlaması kolay olmayacaktır. Ancak gelişmeler, gelecek yüzyıllarda bulanık mantığın çok daha geniş alanlarda uygulama alanı bulacağını göstermektedir.

2.1. Klasik ve Bulanık Kümeler

Somut ya da soyut olduğuna bakılmaksızın nesnelere oluşan topluluğa küme adı verilir. Dolayısıyla bir kümenin elemanları somut varlıklardan oluşabileceği gibi soyut varlıklardan da oluşabilir. Varlıkların herhangi bir kümeye ait olup olmadığı ise küme elemanlarının karakteristik fonksiyonu ile belirlenebilir. Klasik küme kavramına bakıldığında, x elemanın A kümesinin elemanı olup olmadığı 0 ve 1 ile ifade edilmek istenirse şu şekilde modellenir:

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

Buna göre x , A kümesinin elemanı ise 1, elemanı değil ise 0 olarak tanımlanır. Oysa gerçek hayatta varlıkları daima bir kümenin mutlak olarak elemanı şeklinde tanımlamak mümkün olmayabilir. Örneğin 20 ile 80 yaş arasındaki insanları; gençler, orta yaşlılar ve yaşlılar olmak üzere üç adet küme ile tanımlamak istersek kümenin elemanlarını hangi kritere göre belirlemeliyiz. 70 yaşındaki bir insanı yaşlılar kümesinin elemanı olarak tanımlar, 69 yaşındaki bir insanı ise orta yaşlı olarak tanımlarsak aradaki bir yaş, elemanların kümeye olan aitliğini değiştirecek kadar uzun bir süre

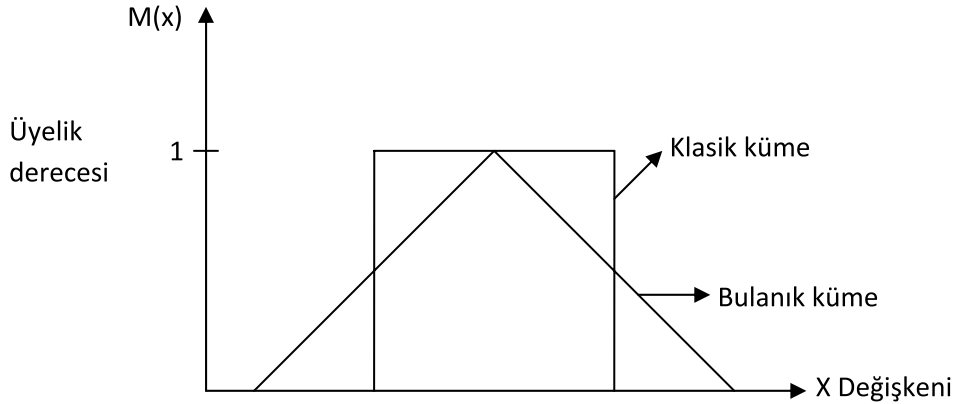
midir? Bulanık mantık işte tam bu noktada devreye girmekte, küme elemanlarının aitlik derecesini 0 ve 1 ile tanımlamanın yanında aradaki sayılar ile de elemanlara üyelik derecesi tanımlanabilmektedir. Yani elemanların bir kümeye aitliğini sadece siyah ve beyaz olarak tanımlamak yerine, bunlara ek olarak grinin farklı tonları da üyelik tanımlamalarında hesaba katılmaktadır. Bu tanımlamalar üyelik fonksiyonu ile gerçekleştirilmektedir. 'Üyelik fonksiyonu dilsel ya da sözel bilgileri kategorize ederek sınıflandırma yapmak için kullanılır' (Dubois,2000:4).

Bulanık mantık yaklaşımında verilerin bulanıklaştırılması, değişkenlere üyelik derecesi atanması ve üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi ile sağlanır. 'Üyelik derecesi subjektif olarak belirlenir' (Zadeh'ten aktaran Ecer,2007:164). Veriler bulanıklaştırılırken, bir değişkenin bir kümenin ne derece üyesi olduğu, ne derece üyesi olmadığı ancak konunun uzmanı tarafından belirlenebilir. Bu sebepten ötürü üyelik derecesi belirlenirken kulla-

nıcının bilgisi ve tecrübesi ön plana çıkmaktadır.

Üyelik fonksiyonları, değişkenleri tanımlarken kullanılan grafik çizgilerinin şeklidir. Bulanık mantık yönteminde kullanılan birçok üyelik fonksiyonu vardır. Matlab bulanık araç kutusu içerisinde 11 adet üyelik fonksiyonu yer almaktadır. Bunlardan yaygın olarak kullanılanları; üçgen şeklinde üyelik fonksiyonu, ikizkenar yamuk şeklinde üyelik fonksiyonu, kavisli gauss tipi üyelik fonksiyonu, iki kenarlı karma gauss tipi üyelik fonksiyonu, genelleştirilmiş çan eğrisi üyelik fonksiyonu, S şeklinde üyelik fonksiyonu vb. gibi. Bu fonksiyonlar arasında şekil farkı olmakla birlikte, tümü 0 ile 1 arasında değer alabilecektir. Ayrıca araç kutusu içinde kullanıcının kendi üyelik fonksiyonunu türetme imkanı da bulunmaktadır. Aşağıdaki şekilde üçgen tipi üyelik fonksiyonu görülmektedir. Değişkenlerden sadece bir tanesinin kümeye tam üye olduğu (üçgenin tepe noktası, şekilde üyelik derecesi 1 olan tek x değeri bulunmaktadır) durumlarda bu fonksiyon kullanılmalıdır.

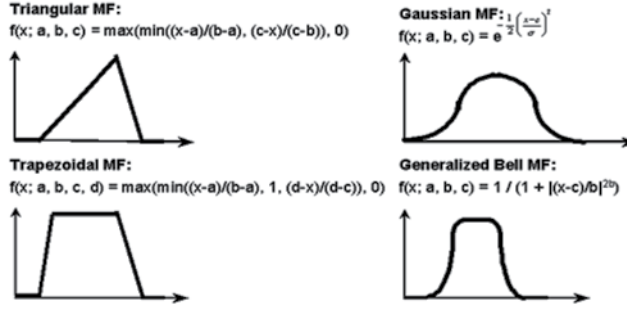
Şekil 1: Klasik Küme ve Bulanık Küme Kavramları



İkizkenar yamuk şeklinde üyelik fonksiyonu, üçgen şeklinde üyelik fonksiyonuna benzemekte, aradaki tek fark tepe noktasının tek bir noktadan değil eksene paralel doğrudan oluşmasıdır. Dolayısıyla üçgen şeklinde üyelik fonksiyonunda üyelik derecesi 1'e eşit olan tek bir değer var iken, ikizkenar yamuk şeklinde üyelik fonksiyonunda üyelik derecesi 1'e eşit olan birden fazla değer vardır. Gauss tipi ve çan eğrisi tipi üyelik fonksiyonu grafiklerinin yukarıda bahsedilen üyelik fonksiyonla-

rından farkı, üyelik derecelerinin biraz daha esnek olarak belirlenmesine olanak sağlamalarıdır. Keskin üyelik derecesi belirlemekten kaçınılması gerekiyorsa bu tip esnek fonksiyonların kullanılması daha doğru olacaktır. Bu çalışmada göstergelerden elde edilen sonuçların kesin sonuçlar olmaması sebebiyle keskin üyelik fonksiyonlarından kaçınılmıştır. Bu sebeple çan eğrisi üyelik fonksiyonu (Generalized Bell) tercih edilmiştir.

Şekil 2: Üyelik Fonksiyonları



Kaynak: (WING, <http://wing.comp.nus.edu.sg>, 2012)

2.2. Bulanık Çıkarım Sistemi

Bulanık mantık uygulamalarında iki farklı kullanım metodu yer almaktadır. Bunlar Tip-1 ve Tip-2 Bulanık Mantık yöntemleridir. ‘Elemanların üyeliği 0 veya 1 olarak belirlenemediğinde Tip-1 Bulanık Kümeler kullanılır. Koşullar çok bulanıkça, yani üyelik derecesini [0,1] arasında belirlemede problem yaşıyorsa Tip-2 kullanılır’(Özek ve diğ.,2010:102). Çalışmamızda kullanılan teknik analiz göstergelerinin [0,1] arasındaki üyelik dereceleri belirlenebildiğinden Tip-1 Bulanık Mantık yöntemi kullanılmıştır.

Tip-1 Bulanık Mantık Yöntemi’ne göre bulanık çıkarım sistemi, iki ana sistemden biri tercih edildikten sonra çalıştırılır. ‘Bunlar; kuralların bulanık üyelik fonksiyonlarına göre belirlendiği Mamdani Modeli ve girdi kurallarının lineer fonksiyonla belirlendiği Sugeno Modeli’dir’(Gravani ve diğ., 2007:242). ‘Bulanık küme temelinde Sugeno Modeli şu yapıdan oluşmaktadır: Eğer $x \in A_i$ ise, $y_i = a_i x + b_i$. İki parçadan oluşan bu yapıda x, A_i ’dir ifadesi girdi ve $y_i = a_i x + b_i$ ifadesi çıktı olarak adlandırılır’(Achsani, 2005:261). ‘Mamdani ve Sugeno modelleri arasındaki temel fark, Sugeno modeli üyelik çıktısı, girdi verilerinin lineer ya da sabit fonksiyondur’(Sivanandam ve diğ.,2007:126). ‘Sugeno Modeli çıktısı, girdi verilerinin lineer ya da lineer olmayan fonksiyonları iken, Mamdani modeli çıktısı bulanık küme fonksiyondur. Dolayısıyla Mamdani Modeli, Sugeno’dan farklı olarak son aşamada durulaştırmaya ihtiyaç duyar’(Özek ve diğ.,2008:141). Her iki sistem de eğer-ise (if-then) kural temelinde çalışmakta ancak çıktıları arasında farklar bulunmaktadır. ‘Mamdani modeli daha sezgisel, yaygın şekilde kabul görmüş ve insan bilgisinin veri olarak sisteme alınmasına daha uygun yapıdadır’(Sivanandam ve diğ.,2007:127).

Teknik analiz yöntemi hisse senedi fiyatlarının

geçmiş hareketlerine dayanmaktadır. Ancak bu yöntem gelecek fiyat hareketlerine odaklandığı için hiçbir zaman kesinlik içermemektedir. Bu yöntem daha çok değerlendirme yapan uzmanın sezgisel becerilerine ve bilgisine dayanmaktadır. Bu sebeple bulanık sonuç çıkarım sisteminde Mamdani modeli kullanılması daha uygun bulunmuştur.

Bulanık çıkarım sistemi, girdileri çıktılara dönüştüren bir süreçtir. Üyelik derecesi ve üyelik fonksiyonu ile bulanıklaştırılan ifadeler, bu yapı içerisinde değerlemeye tabi tutulur. Mamdani Modeli’nde değerlendirme sonucunda elde edilen çıktılar bulanık değerlerdir ve bu yüzden son olarak durulaştırılmaları gerekmektedir.

Bulanık çıkarım sistemi (BÇS), Matlab programının bulanık mantık araç kutusunda yer alan bir uygulamadır. Literatürde incelediğimiz bulanık mantık ile ilgili çalışmaların tamamı bu program kullanılarak uygulanmıştır. Dolayısıyla bu çalışmada da aynı uygulama kullanılacaktır. Bulanık mantık araç kutusunda yer alan BÇS, 5 parçadan oluşmaktadır. Bunlar; kuralların belirlenmesi, bulanık operatörün çalıştırılması, kuralların baştan sona içerilmesi, sonuçların yığılması ve sonuçların durulaştırılmasıdır.

2.2.1. Bulanık Kurallar

Bulanık mantık yaklaşımının en önemli adımlarından bir tanesi girdi verileri ile çıktı verileri arasındaki ilişkiyi kurallar bazında tanımlamaktır. Bu aşamada uzman kişi, bilgi ve tecrübesini kullanarak girdi ve çıktı değerleri arasında (eğer) ve (ise) temelinde ilişki belirleyecektir. Eğer-ise kuralları şu şekilde ifade edilir:

Eğer $x \in A$ ise, $z \in C$ ’dir ya da

Eğer $x \in A$ ve $y \in B$ ise $z \in C$ ’dir.

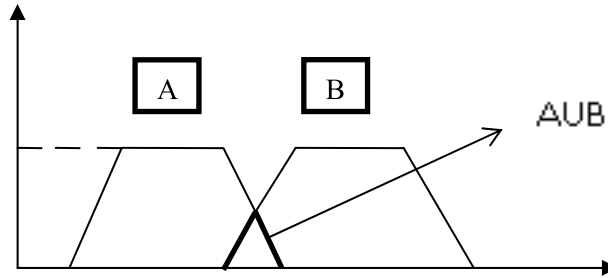
Burada (eğer) şartlı ifadesinin sayısı istenildiği kadar arttırılabilir ancak (ise) bir tane olmak zorundadır.

2.2.2. Bulanık Operatörün Çalıştırılması

Bulanık operatörün çalıştırılmasında dikkat edilmesi gereken nokta, kurallar kısmında (eğer) şart-

larının arasındaki ifadenin (ve) ya da (veya) olarak seçilmesidir. İkisi arasındaki temel fark, (ve) ifadesi ile her iki şartın da geçerli olmasından, (veya) ifadesi ile de şartlardan herhangi birisinin geçerli olmasından bahsedilmektedir. Dolayısıyla (ve) ifadesi ile iki kümenin kesişimi, (veya) ifadesi ile iki kümenin birleşimi anlaşılmaktadır. Bu ifadelerin grafik ile gösterimi şu şekilde olmaktadır:

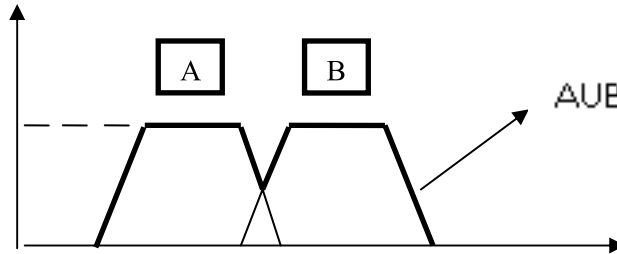
Şekil 3: Üyelik Derecelerinin Kesişimi (ve ifadesi ile)



Şekil 3'de üyelik dereceleri verilen A ve B kümelerinin kesişimi koyu çizgilerden oluşmaktadır. A ve B kümelerinin elemanlarını kullanarak oluşturulan kural ifadesinde, (eğer) şartlar kısmında,

(ve) ifadesi kullanılması durumunda, bulanık çıkarım sistemi sadece koyu çizgileri dikkate alarak işlem yapacaktır.

Şekil 4: Üyelik Derecelerinin Birleşimi (veya ifadesi ile)



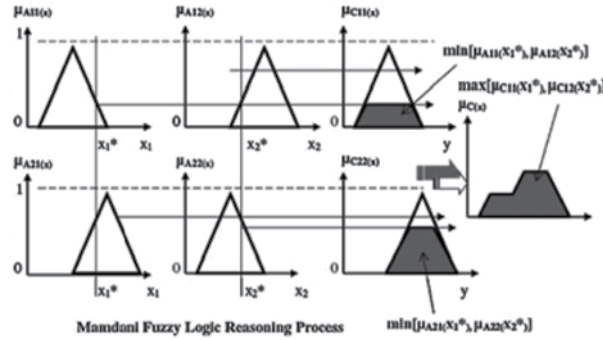
Şekil 4'de ise üyelik dereceleri verilen A ve B kümelerinin birleşimi koyu çizgilerle verilmiştir. A ve B kümelerinin elemanlarını kullanarak oluşturulan kural ifadesinde, (eğer) şartlar kısmında, (veya) ifadesi kullanılması durumunda, bulanık çıkarım sistemi yine koyu çizgileri dikkate alarak işlem yapacaktır.

2.2.3. Kuralların Baştan Sona İçerilmesi

İçerilme işlemi iki üyelik fonksiyonu grafiğinin birleştirilmesi anlamına gelmektedir. Şekil 5'de içerilme işlemi ayrıntılı bir şekilde görülmektedir. Birinci satırda üç adet grafik görülmektedir.

Bunlardan ilk ikisi (eğer) şartına ait üyelik dereceleri, üçüncüsü (ise)'ye ait sonucu ifade etmektedir. İlk satırı 'eğer x_1 ve x_2 ise' şeklinde ifade ettiğimizde, bu değerlere isabet eden noktalardan, sonuç grafiğine paralel çizgi çekilerek içerilme sonucu bulunmaktadır. İçerilme işlemi Mamdani Metodu'nda genellikle en az (minimum) opsiyonu ile çalıştırılmaktadır. Grafikten de görüleceği üzere, sonuç grafiğine üyelik dereceleri grafiğinden gelen iki paralel doğrudan en düşük olanı, sonuç grafiğini üstten tıraşlayarak içerme işlemi gerçekleştirilmiştir. Benzer bir işlem ikinci satırda da yapılmış, üyelik derecelerinden gelen iki paralel doğrudan en düşük olanı, sonuç grafiğini üstten tıraşlamıştır.

Şekil 5: Mamdani İçerme Metodu Grafiği



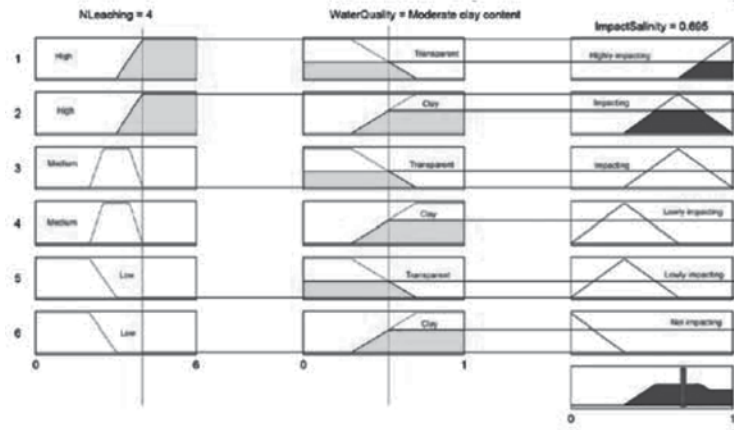
Kaynak: Fang, Tzeng ve Li'den aktaran Sun ve diğ., 2012

Kuralların içerilmesi konusunda son olarak dikkat edilmesi gereken husus, kuralların sonuca olan etkilerinin ağırlığının belirlenmesidir. Normal şartlar altında, belirlenen kuralların her birinin ağırlığı sistem tarafından 1 olarak tayin edilir. Bu değer 0-1 arasında değişebilmektedir. Sistem kullanıcısı, belirlediği kurallardan bazılarının sonuca olan etkilerinin daha az olması gerektiğini düşünüyorsa, bahsi geçen kuralların ağırlıklarını düşürme yoluna giderek değiştirebilir.

2.2.4. Sonuçların Yığınlaştırılması

Sonuçların yığınlaştırılması, içerilen grafiklerin birleştirilmesi anlamına gelmektedir. Bunun anlamı her bir kuralın üyelik derecelerine uygulanması ile elde edilen çıktıların, tek bir çıktı haline dönüştürülmesidir. Yığınlaştırma işleminde genellikle grafiklerin maksimum değerleri ile birleştirilmesi tercih edilmektedir. Şekil 6'da içerilme ve yığınlaştırma işlemleri birlikte net bir şekilde görülmektedir.

Şekil 6: Mamdani İçerme ve Yığınlaştırma Grafiği



Kaynak: Giordano ve Liersch, 2012:57

Altı kural ve her bir kuralda iki şartın olduğu modelde içerilme işlemi en az değerler yöntemi (minimum) ile uygulanmıştır. İlk kuralda yer alan birinci şartta; değişken değerinin 4 olması durumunda üyelik derecesini kestiği noktadan çıkan paralel doğrunun ve ikinci şartta değişkenlerin eşit olması durumunda (orta nokta) üyelik derecesini kestiği noktadan çıkan paralel doğrunun çıktı grafiğini kestikleri iki noktadan düşük olanı (minimum yöntemi) içerilme işleminde uygulanmıştır. Benzer şekilde diğer kurallar için de aynı uygulama yapılmış ancak minimum yöntemi sadece ikinci

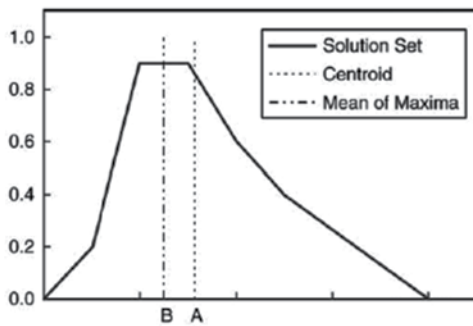
kuralda çıktı grafiğini kesmiştir. Yani 3,4,5 ve 6. kurallarda çıktı grafiğine gelen iki doğrudan düşük olanlar sıfır seviyesinde olduğu için hesaplamalara dahil edilmemiştir. İçerilen iki grafiği en yüksek seviyelerinden (maksimum yöntemi) birleştirdiğimizde grafiğin en alt sağ kısmındaki şekil elde edilmektedir. Böylelikle farklı kurallardan elde edilen çıktılar tek bir bulanık değer ile ifade edilmiş olmaktadır.

2.2.5. Durulaştırma

Bulanık çıkarım sistemi çıktılarının ham hali ile kullanılması mümkün değildir. Bu aşamada başlangıçta bulanıklaştırılan verilerin durulaştırılmaya ihtiyacı vardır. ‘Literatürde durulaştırma aşamasında kullanılan birçok yöntem vardır. En çok kullanılanları; kitle merkezi ve en büyük değerler yöntemleridir’ (Harris, 2006:8).

Durulaştırma aşamasında, yığılaştırılan bulanık değerler kesin değerlere dönüştürülmektedir. Böylelikle başlangıçta bulanıklaştırılan kesin değerler, durulaştırılarak eski haline dönmeleri sağlanmaktadır. Matlab Bulanık Çıkarım Sistemi’nde 5 farklı durulaştırma aracı bulunmaktadır. Bunlar; kitle merkezi, açıortay, en büyüklerin ortası, en büyüklerin en büyüğü ve en büyüklerin en küçüğü yöntemleridir. ‘Yaygın olarak kullanılan durulaştırma metotlarını iki grup altında toplamak mümkündür. Bunlar; en büyük değerler üzerinden çalışanlar ve alan temelinde çalışanlardır’ (Keshwani ve diğ., 2008:287). En büyük değerler üzerinden çalışan yöntemlerde genellikle yığılaştırılan grafiğin en yüksek tepesi ya da en yüksek tepelerin ortalaması alınması suretiyle durulaştırma yapılmaktadır. Alan temelinde çalışan modeller ise yığılaştırılan grafiğin ağırlık merkezi veya şeklin orta noktası alınması suretiyle durulaştırma yapılmaktadır.

Şekil 7: Durulaştırma Yöntemleri



Kaynak: Mahabir ve diğ.,2006:105

Şekil 7’de en büyük değerler üzerinden çalışan yöntemlerden en büyüklerin ortası ve alan temelinde çalışan kitle merkezi yöntemi görülmektedir. Yatay ekseninde yer alan B noktası, grafiğin en yüksek iki noktasının tam ortasından gelen dikme ile belirlenmiştir. Böylelikle B değeri bulanık yığılaştırma grafiğinin durulaştırılmış kesin değeridir. A değeri ise grafiğin ağırlık merkezinden yatay eksenine inen dikme ile belirlenmiştir. Keshwani ve diğ.

çalışmalarında en büyük değerler üzerinden çalışan yöntemlerin basit ve hızlı uygulanabilir olmaları sebebi ile avantajlı olduklarını ancak sadece en yüksek noktaları göz önüne almalarından ötürü veri kaybına sebep olduğunu belirtmişlerdir. Kitle merkezi yönteminin ise grafiğin sadece dış bükey olması durumunda anlamlı sonuç vereceğini, aksi durumda çalışmadığı öne sürülmüştür.

3. Uygulama

Çalışmanın uygulama kısmında iki farklı yazılım programı kullanılmıştır. Bunlar Microsoft Excel ve Matlab programlarıdır. Hisse senedi fiyatlarının baz değerlerinin bulunması ve göstergelerin hesaplanması Excel programında gerçekleştirilmiştir. Daha sonra gösterge değerleri Matlab programına aktarılmış ve veriler bulanıklaştırılarak, bulanık çıkarım sisteminde değerlemeye tabi tutulmuştur. Değerleme neticesinde elde edilen çıktılar tekrar Excel programına aktarılmış ve burada oluşturulan simülasyonda kullanılmıştır.

Analiz yapılacak hisse senedi fiyatları, en erken 10 Şubat 1995 tarihine kadar dayanmaktadır. 1995 yılı İMKB’nin 2 seans şeklinde işlem görmeye başladığı tarih olması sebebi ile seçilmiştir. Seçilen hisse senetlerinin bir kısmı borsada 1995 yılından önce işlem görmeye başlamışken bir kısmı daha sonra işlem görmeye başlamıştır. Dolayısıyla her hisselerin zaman serisi farklı uzunlukta olmaktadır. Teknik analiz göstergelerinin çoğu ilk gösterge değerini hesaplayabilmek için, 2 ile 30 gün arasında geçmiş fiyat hareketi kullanılmaktadır. Bu sebeple 1995 yılından önce borsada işlem gören hisselerin fiyatları, 1995 yılının 30. işgünü olan 10 Şubat 1995 tarihinden itibaren analize tabi tutulmuştur. Sonraki yıllarda borsada işlem görmeye başlamış hisseler, işlem görmeye başladığı tarihi takip eden 30. işgünü fiyatları ile analize tabi tutulmuştur.

İMKB 30 endeksinde, bankacılık sektörüne ait 7 banka bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla; Akbank, Bank Asya, Halkbank, Garanti Bankası, İşbank C, Vakıfbank ve Yapı ve Kredi Bankasıdır. Ancak yapılan analizlerin sağlıklı sonuç verebilmesi gereğiyle sadece veri seti 5 yıldan uzun olan hisse senetleri analize dahil edilmiştir. Bu şarta uymayan Halkbank analizlerden çıkarılmıştır.

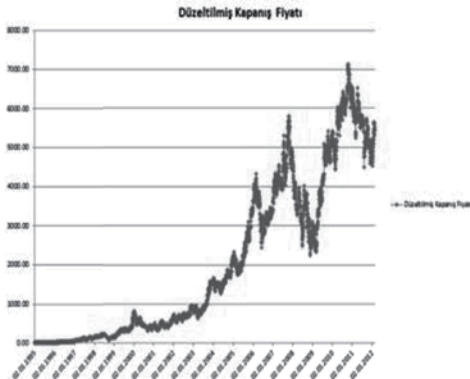
3.1. Excel İlk Adım İşlemler

Hisse senedi geçmiş fiyat hareketlerinin zaman serisi olarak alındığı uygulamalarda karşılaşılan en büyük sorun, serinin hisse bölünmesi ve temettü ödemeleri sebebiyle bozulmasıdır. Örneğin fiyatı 4 TL olan bir hisse, % 100 bedelsiz sermaye artırımını neticesinde 2 TL olacaktır. Ancak analiz yapan kişi seride düzeltme yapmazsa hissene fiyatı % 50 oranında azalmış gibi bir sonuç çıkacaktır. Aynı durum temettü ödemelerinde de geçerlidir. Temettü ödemeleri neticesinde hisse senedi fiyatları, temettü miktarı kadar düşürülür. Oysa bu düşüş gerçek bir düşüş değildir. Aynı şekilde düzeltme yapılmazsa gerçekte var olmayan bir fiyat düşüklüğü seride yer alacaktır. Dolayısıyla analizler, geçmiş fiyat hareketlerinin bedelsiz sermaye artırımını ve temettü ödemeleri çerçevesinde düzelterek teorik fiyata dönüştürülmesi ile başlamıştır. Düzeltmelerin tamamı Excel programında gerçekleştirilmiştir. Hisselerin analize tabi tutulduğu dönemde uğradığı bedelsiz sermaye artırımları ve temettü ödemeleri, ayrı bir Excel sayfasına aktarılmış, daha sonra geçmiş fiyat verilerinin bulunduğu sayfada aşağıda yer alan formüller vasıtasıyla teorik fiyatlar bulunmuştur:

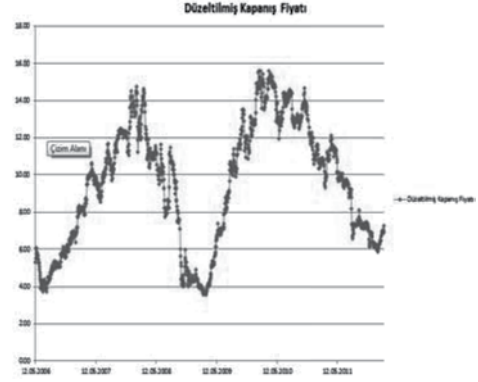
$$=D31 * EĞERHATA(İNDİS(Düzeltilme_Oranı;KAÇINCI($A31;Bedelsiz_Tarihi));1)+EĞERHATA(İNDİS(Kümüle_Efektif_Temettü;KAÇINCI($A31;Temettü_Tarihi));0)$$

Bu formül her bir hisse senedinin gün içi en düşük, gün içi en yüksek ve kapanış fiyatlarının tamamına uygulanmıştır. Bedelsiz sermaye artırımını ve temettü ödemeleri neticesinde düzeltilen teorik fiyatların yıllar içinde seyrettiği hareket aşağıdaki grafiklerde yer almaktadır:

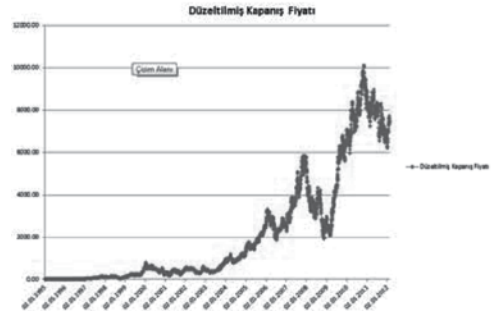
Şekil 8: Akbank Kapanış Fiyat Grafiği



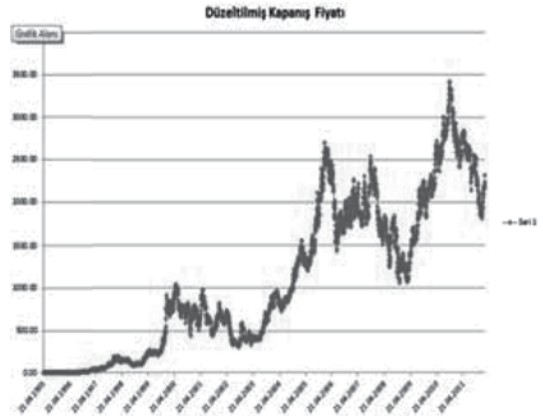
Şekil 9: Bank Asya Kapanış Fiyat Grafiği



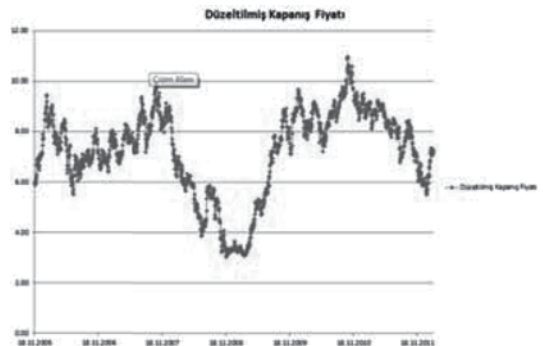
Şekil 10: Garanti Kapanış Fiyat Grafiği



Şekil 11: İşbank C Kapanış Fiyat Grafiği



Şekil 12: Vakıfbank Kapanış Fiyat Grafiği



Şekil 13: Yapı Kredi Kapanış Fiyat Grafiği



Hisse senetlerinin geçmiş fiyat hareketleri teorik fiyatlara dönüştürüldükten sonra, teknik analiz göstergeleri günlük bazda fiyatlara kolaylıkla uygulanabilir. Analizde kullanılan ADX, CCI ve RSI göstergeleri Excel programında sırasıyla şu formüller kullanılarak bulunmuştur:

E sütunu gün içi en düşük teorik fiyat, F sütunu gün içi en yüksek teorik fiyat ve G sütunu teorik kapanış fiyatı ve R31 hücresi serinin ilk ADX değeri olmak üzere;

$$I3 = \text{MAK}((F3 - E3); \text{MUTLAK}(F3 - G2); \text{MUTLAK}(E3 - G2))$$

$$J15 = 2 / (14 + 1)$$

$$J16 = \text{ORTALAMA}(I3; I16)$$

$$J17 = I17 * \$J\$15 + (1 - \$J\$15) * J16$$

$$K3 = \text{EĞER}(VE((F3 - F2) > (E2 - E3); (F3 - F2) > 0); (F3 - F2); 0)$$

$$L15 = 2 / (14 + 1)$$

$$L16 = \text{ORTALAMA}(K3; K16)$$

$$L17 = K17 * \$L\$15 + (1 - \$L\$15) * L16$$

$$M3 = \text{EĞER}(VE((E2 - E3) > (F3 - F2); (E2 - E3) > 0); (E2 - E3); 0)$$

$$N15 = 2 / (14 + 1)$$

$$N16 = \text{ORTALAMA}(M3; M16)$$

$$N17 = M17 * \$N\$15 + (1 - \$N\$15) * N16$$

$$O17 = 100 * L17 / J17$$

$$P17 = 100 * N17 / J17$$

$$Q17 = 100 * \text{MUTLAK}(O17 - P17) / (O17 + P17)$$

$$R29 = 2 / (14 + 1)$$

$$R30 = \text{ORTALAMA}(Q17; Q30)$$

$$R31 = Q31 * \$R\$29 + (1 - \$R\$29) * R30$$

E sütunu gün içi en düşük teorik fiyat, F sütunu gün içi en yüksek teorik fiyat ve G sütunu teorik kapanış fiyatı ve Y21 hücresi serinin ilk CCI değeri olmak üzere;

$$V2 = (E2 + F2 + G2) / 3$$

$$W21 = \text{ORTALAMA}(V2; V21)$$

$$X21 = \text{STDSAPMA.P}(V2; V21)$$

$$Y21 = (V21 - W21) / (0,015 * X21)$$

G sütunu teorik kapanış fiyatı ve AD16 hücresi serinin ilk CCI değeri olmak üzere;

$$Z3 = \text{EĞER}(G3 > G2; G3 - G2; 0)$$

$$AA16 = \text{ORTALAMA}(Z3; Z16)$$

$$AB3 = \text{EĞER}(G3 < G2; G2 - G3; 0)$$

$$AC16 = \text{ORTALAMA}(AB3; AB16)$$

$$AD16 = (AA16 / (AA16 + AC16)) * 100$$

3.2. Matlab Uygulamaları

Matlab (matrix laboratuvarı), komutlar yardımı ile çalışan yüksek performans sahibi bir yazılım programıdır. Komutlarda yapılacak ufak bir virgül hatası dahi işlemin çözümünü imkansız kılabilir. Dolayısıyla yapılan analizlerde oldukça yüksek dikkat ve titizlik gerektirmektedir. Program matris temelinde çalışmakta, dolayısıyla hesaplamalar bu doğrultuda yapılmalıdır.

İşlemlerin karmaşık olması ve karmaşaya yol açmaması açısından, Excel programında elde edilen teknik analiz gösterge sonuçları ayrı bir Excel dosyasına aktarılmıştır. Yeni dosyanın A sütunu tarih, B sütunu ADX, C sütunu CCI ve D sütunu RSI olmak üzere aşağıdaki Matlab komutları yardımıyla

veriler Excel dosyasından Matlab programına aktarılmıştır:

```
adx=xlsread('Excel Dosya Adı.xlsx','B1:B4235')
```

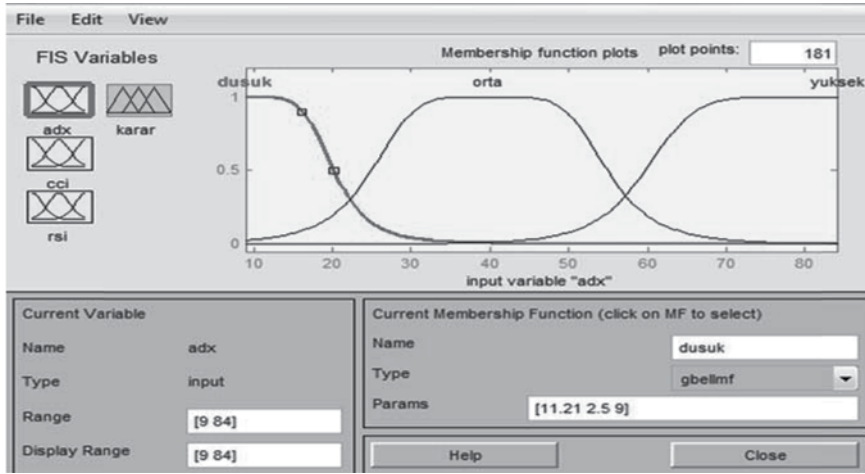
```
cci=xlsread('Excel Dosya Adı.xlsx','C1:C4235')
```

```
rsi=xlsread('Excel Dosya Adı.xlsx','D1:D4235')
```

Daha sonra her bir hisse senedi için ADX, CCI ve RSI göstergelerinin aldığı değer aralıklarına, değişkenlerin hangi aralıkta yoğun toplandığına ve literatür bilgisine dayanılarak üyelik derecesi ve

üyelik fonksiyonu atanmıştır. Göstergelere ait sözel değişkenler düşük, orta ve yüksek olarak belirlenmiştir. Garanti Bankası ADX göstergesine ait örnek üyelik derecesi grafiği, aşağıdaki şekilde yer almaktadır. Şekilden de anlaşılacağı üzere Excel programında yapılan analizlerde Garanti Bankası ADX değeri 9 ile 84 arasında değer aldığı için, Matlab programına da bu veriler girilmiştir. Verilerin yıllara göre değişimi incelendiğinde 40 noktası etrafında yoğunluk olması sebebiyle orta değer grafiği 40 noktasını ortalayacak şekilde, diğer fonksiyon grafikleri de orta değer grafiğine göre konumlandırılmıştır.

Şekil 14: Garanti Bankası ADX Göstergesi Üyelik Derecesi Grafiği



Göstergelerin üyelik derecesi tanımlanırken kullanılan üyelik fonksiyonları, keskin değerlerden kaçınmak düşüncesi ile çan eğrisi şeklinde belirlenmiştir. Bunun gerekçesi 2.1. Klasik ve Bulanık Kümeler başlığı altında belirtilmişti. Çıktı kümesinin üyelik fonksiyonları, verilecek kararın kesin olması gerektiği için üçgen şeklinde üyelik fonksiyonu ile tanımlanmıştır. Ayrıca içerme işlemi minimum değer üzerinden, yığınlaştırma ise maksimum değer üzerinden alınmıştır. Durulaştırma metodu ise açığortay yöntemi ile yapılmıştır.

Girdi ve çıktı kümeleri arasında ilişkiler tüm hisse senetleri için 14 adet kural ile sağlanmıştır. Bu kurallar sırasıyla şunlardır:

Kural 1: Eğer ADX düşük ve RSI düşük ise hisse senedini satın al

Kural 2: Eğer ADX düşük ve RSI orta ise hisse senedini elde tut

Kural 3: Eğer ADX düşük ve RSI yüksek ise hisse senedini sat

Kural 4: Eğer ADX orta ve CCI düşük ve RSI düşük ise hisse senedini satın al

Kural 5: Eğer ADX orta ve CCI düşük ve RSI yüksek ise hisse senedini elde tut

Kural 6: Eğer ADX orta ve CCI orta ve RSI düşük ise hisse senedini elde tut

Kural 7: Eğer ADX orta ve CCI orta ve RSI orta ise hisse senedini elde tut

Kural 8: Eğer ADX orta ve CCI orta ve RSI yüksek ise hisse senedini elde tut

Kural 9: Eğer ADX orta ve CCI yüksek ve RSI düşük ise hisse senedini elde tut

Kural 10: Eğer ADX orta ve CCI yüksek ve RSI orta ise hisse senedini elde tut

Kural 11: Eğer ADX orta ve CCI yüksek ve RSI yüksek ise hisse senedini sat

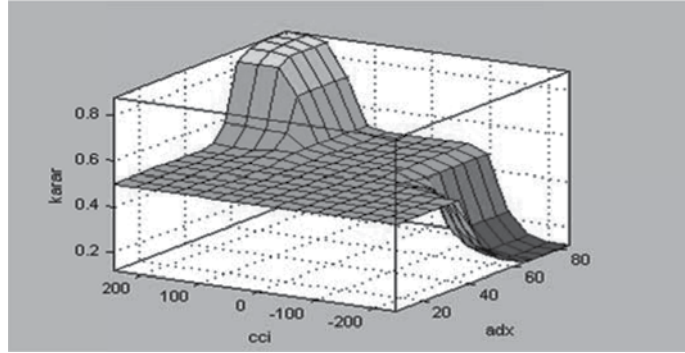
Kural 12: Eğer ADX yüksek ve CCI düşük ise hisse senedini al

Kural 13: Eğer ADX yüksek ve CCI orta ise hisse senedini elde tut

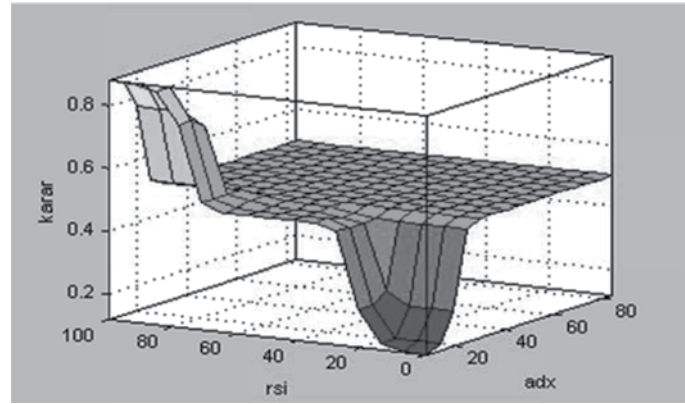
Kural 14: Eğer ADX yüksek ve CCI yüksek ise hisse senedini sat

Modelde kullanılan bu kurallar çerçevesinde Garanti Bankasına ait göstergelerin birbirleriyle olan ilişkileri 3 değişkenli grafikte şu şekillerde gösterilmiştir:

Şekil 15: Garanti Bankası ADX-CCI-KARAR Üçlü İlişki Grafiği



Şekil 16: Garanti Bankası ADX-RSI-KARAR Üçlü İlişki Grafiği



Kurallar sisteme işlendikten sonra, Matlab programında tanıtılması ve son olarak değerlemenin yapılması gerekmektedir. Kuralların tanıtılması ve değerlemenin yapılması Garanti Bankası karar çıktısı için şu komutlarla sağlanmaktadır:

```
garantibankasikural=readfis('garanti.fis')
```

```
evalfis([garantiadx garanticcı garantirsi],garantibankasikural)
```

Evalfis (Bulanık Çıkarım Sistemi Değerleme) komutunun çalıştırılması ile sistem; daha önceden belirlenen üyelik dereceleri, üyelik fonksiyonları, bulanık kurallar, durulaştırma metodu, içerme ve yığınlaştırma metotlarına göre her bir gün için de-

ğeri 0 ile 1 arasında değişen karar çıktısı verecektir. Bu değerlerin 0'a yakın olması al, 1'e yakın olması sat anlamına gelmektedir. Bu değerler Garanti Bankası için;

xlswrite('garantikarar.xls',ans) komutu ile 'garantikarar' adındaki bir Excel dosyasına aktarılacaktır.

3.3. Excel 2. Adım İşlemler

Bulanık çıkarım sisteminden elde edilen sonuçlar, Excel programında oluşturulan simülasyonda kullanılarak Al-Sat kararları alınmıştır. Simülasyonda kullanılan Excel formülleri Bank Asya için şunlardır:

AI31=EĞER(VE(AH31<0.54;AJ30=0);"AL";EĞER(VE(AH31>0.82;AJ30=1);"SAT";""))

Yapı Kredi Bankası için; $x < 0.65$ ise AL, $x > 0.78$ SAT

AJ30=0

Uygulama kısmının sonunda oluşturulan modelin sağladığı al-sat stratejisi ile al-elde tut stratejisi karşılaştırılmıştır. Her strateji için dönem başındaki 1 TL'nin dönem sonundaki değeri bulunmuştur.

A J 3 1 = E Ğ E R (A I 3 1 = " S A T " ; 0;EĞER(AI31="AL";1; AJ30))

AK31=EĞERHATA(EĞER(AJ31=1; ARA(2; 1/(AI\$31:AI31="AL");G\$31:G31);"");""))

Sonuç ve Öneriler

AL31=EĞER(AI31="SAT";G31-AK30;0)

Bu çalışmada kurulan model esas itibariyle 3 aşamadan oluşmaktadır. Bunlar; Excel programında hisse senedi teorik fiyatlarının belirlenmesi ve teknik analizlerin yapılması, Matlab programında teknik analiz sonuçlarının bulanıklaştırılması ve bulanık çıkarım sistemini kullanarak durulaştırılmış çıktılar elde edilmesi, Excel programında durulaştırılmış çıktılar simülasyonda kullanılarak al-sat kararları ile hisse değerlemenin yapılması şeklindedir.

AM31=EĞER(AL31<0;AL31/AK30;0)

AN30=1

AN31=(AN30)*(1+AM31)

Çıktı değerlerinin 0 ile 1 arasında değer aldığı göz önünde tutularak her bir hisse senedi için optimum karar değerleri bulunmuştur. Bu değerler şunlardır:

Akbank için; $x < 0.65$ ise AL, $x > 0.78$ SAT

Analiz kısmında İMKB 30 endeksinde yer alan ve 5 yıldan daha uzun bir süredir borsada işlem gören bankacılık sektörü hisse senetleri test edilmiştir. Toplam 19845 gün için, 59535 gösterge değeri analize tabi tutulmuştur.

Bank Asya için; $x < 0.54$ ise AL, $x > 0.82$ SAT

Garanti Bankası için; $x < 0.39$ ise AL, $x > 0.82$ SAT

Oluşturulan simülasyonun verdiği al-sat kararları ile al-tut stratejisi karşılaştırıldığında, öne sürdüğümüz model tatmin edici düzeyde başarılıdır. Her bir hisse senedi için, iki farklı stratejiye göre dönem başındaki 1 TL'nin dönem sonunda kaç TL olduğu gözetilerek yapılan incelemede modelimiz başarılı olmuştur.

İş Bankası C için; $x < 0.71$ ise AL, $x > 0.81$ SAT

Vakıfbank için; $x < 0.26$ ise AL, $x > 0.64$ SAT

Tablo 1: Sonuç Tablosu

HİSSE ADI	DÖNEM BAŞI & DÖNEM SONU	GÖZLEM SAYISI	ÖNE SÜRÜLEN MODELE GÖRE DÖNEM BAŞINDAKİ 1 TL'İN DÖNEM SONUNDAKİ DEĞERİ	AL - TUT STRATEJİSİNE GÖRE DÖNEM BAŞINDAKİ 1 TL'İN DÖNEM SONUNDAKİ DEĞERİ	ÖNE SÜRÜLEN MODELİN AL-TUT STRATEJİSNE GÖRE BAŞARISI	DÖNEM BAŞINDAKİ 1TL'nin ENFLASYON SEBEBİ İLE DÖNEM SONUNDAKİ DEĞERİ ¹
AKBANK	02/1995 & 02/2012	4242	803,54	566,97	% 41,73	114,01
BANK ASYA	06/2006 & 02/2012	1424	3,83	1,87	% 105	1,58
GARANTİ BANKASI	02/1995 & 02/2012	4242	1433,61	852,49	% 68,17	114,01
İŞ BANKASI	06/1995 & 02/2012	4159	304,35	259,86	% 17,12	97,74
VAKIF BANK	12/2005 & 02/2012	1544	1,72	1,01	% 70,86	1,66
YAPI KREDİ BANKASI	02/1995 & 02/2012	4234	1681,86	1391,98	% 20,82	114,01

Yukarıdaki tablodan da anlaşılacağı üzere modelin uygulandığı tüm hisse senetlerinin getirisi, al-tut stratejisine göre üstün gelmiştir. En fazla üstünlük % 105 ile Bank Asya hisse senetlerinde, en az üstünlük % 17,12 ile İş Bankası C hisse senetlerinde gerçekleşmiştir. Altı hissenin ortalama başarısı % 53,95 olarak gerçekleşmiştir.

Hisselerin analize tabi tutulduğu dönemin başı ile sonu arasında enflasyondan kaynaklanan değer kayıpları da tablonun son sütununda yer almaktadır. Bu sütunda, ilgili satırın dönem başındaki 1 TL'sinin dönem sonundaki değeri yer almaktadır. Öne sürdüğümüz modelin sağlamış olduğu getiri, her hisse senedi için enflasyona karşı da üstünlük sağlamıştır.

Bulanık mantık yaklaşımı esas itibarıyla kullanıcının bilgi, tecrübe ve öngörüsü ile yakından ilişkilidir. Modelde ortaya konan üyelik dereceleri, seçilen üyelik fonksiyonu gibi kıstaslar sistemin başarısı ile doğrudan ilişkilidir. Ayrıca bu çalışmada

olduğu gibi, bulanık çıkarım sisteminden elde edilen çıktıların farklı bir simülasyonda kullanılması, karar alabilmek için yeni kısıtların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla bu tip modellerin daha standart hale getirilmesi zorunludur. Günümüzde özellikle bulanık mantık yaklaşımında üyelik derecelerinin hangi kurallara göre belirleneceği hususunda ciddi çalışmalar yapılmaktadır. Konuyla ilgilenen çoğu bilim adamı önümüzdeki on yılların bu konuya harcanacağını ifade etmektedir. Bu sebeple ileride yapılacak çalışmaların, üyelik derecelerinin tespitine yönelik olması, daha etkin modellerin kurulması için tavsiye edilmektedir.

Kaynakça

- ACHSANI, Noer Azam, Oliver Holtemöller ve Hizir Sofyan; (2005), 'Econometric and Fuzzy Modelling of Indonesian Money Demand', *Statistical Tools for Finance and Insurance*, 2005, s.249-270
- BAŞOĞLU, U., A. Ceylan ve İ. Parasız; (2001), *Finans, Teori, Kurum, Uygulama, Ekin Kitabevi, Bursa*
- BİRGİLİ, Erhan ;(1994), 'Tasarıfların Yönlendirilmesinde Hisse Senedi Verimlilik Analizi ve Değerlendirilmesi', *Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*
- ÇAĞMAN, Naim ;(2006), 'Bulanık Mantık', *Bilim ve Teknik*, Sayı 463, s.50-51

¹ Merkez Bankası Resmi İnternet Sitesinde hesaplanmıştır. <http://www3.tcmb.gov.tr/enflasyon/enflasyonyeni.php>

- DİDONYAN, Sayyat Serhan; (2010), 'Teknik Analiz ve TRIX Göstergesinin VOB'da Uygulanması', Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü
- DUBOIS, Didier ve Henri Prade ;(2000), 'Fundamentals of Fuzzy Sets', Kluwer Academic Publishers, MA, USA
- ECER, Fatih; (2007), 'Üyelik Fonksiyonu Olarak Üçgen Bulanık Sayılar mı Yamuk Bulanık Sayılar mı?', Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 9/2, s.161-180.
- ERDİNÇ, Yaşar; (2004), Yatırımcı ve Teknik Analiz Sorguluyor, Siyasal Kitabevi, Ankara
- FONTANILLS, George ve Tom Gentile; (2001), Stock Market Course, Wiley, New Jersey
- GIORDANO, R. ve S. Liersch; (2012), 'A Fuzzy GIS-Based System to Integrate Local and Technical Knowledge in Soil Salinity Monitoring', Environmental Modelling and Software, Vol:36, s.49-63
- GRAVANI, Maria N., Sofia J. Hadjileontiadou, Georgia N. Nikolaidou, Leontios J. Hadjileontiadis; (2007), 'Professional Learning: A Fuzzy Logic-Based Modelling Approach', Learning and Instruction, Vol.17, s.235-252
- GÜNAK, Mahmut Nadir; (2007), 'İleri Teknik Analiz Uygulamaları ve Bu Uygulamaların İMKB'de Test Edilmesi', Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü
- GÜNDOĞDU, Ömer; (2003), 'Bulanık Mantıkla Modelleme', Ekev Akademi Dergisi, Yıl:7, Sayı:15, s.255-264
- HARRIS, J. ;(2006), Fuzzy Logic Applications in Engineering Science, Springer, Dordrecht, Netherland
- İBRAHİM, Ahmad; (2004), Fuzzy Logic for Embedded Systems Applications, Elsevier Science, MA, USA
- KESHWANI, Deepak, David Jones, George Meyer ve Rhonda Brand; (2008), 'Rule-Based Mamdani-Type Fuzzy Modeling of Skin Permeability', Applied Soft Computing, Vol:8, s.285-294
- MAHABIR, Chandra, Faye Hicks, Aminah Robinson Fayek; (2006), 'Neuro-Fuzzy River Ice Breakup Forecasting System', Cold Regions Science Technology, Vol:46, s.100-112
- McBRATNEY Alex, Inakwu Odeh; (1997), 'Application of Fuzzy Sets in Soil Science: Fuzzy Logic, Fuzzy Measurements and Fuzzy Decisions', Geoderma, Vol.77, s.85-113
- NOVAK, Vilem; (2006), 'Which Logic is the Real Fuzzy Logic', Fuzzy Sets and Systems, Vol.157, s.635-641
- ÖZEK, Müzeyyen Bulut, Bihter Daş ve Z. Hakan Akpolat; (2010), 'Bulanık Mantık için Yeni Bir Yaklaşım: Tip-2 Bulanık Mantık', e-Journal of New World Sciences Academy Volume:5, Number:2, s.100-109
- ÖZEK, Müzeyyen Bulut ve Z. Hakan Akpolat; (2008), 'A Software Tool: Type-2 Fuzzy Logic Toolbox', Computer Applications in Engineering Education Volume:16, s.137-146
- PERŞEMBE, Ali ;(2010), Teknik Analiz mi Dedin? Hadi Canım Sende! 3, Scala Yayıncılık, İstanbul
- RHOADS, Russell; (2008), Candlestick Charting for Dummies, For Dummies, New Jersey
- SARI, Yusuf (2001), Borsada Göstergelerle Teknik Analiz, Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul
- SHIN, C. Y., Paul P. Wang; (2010), 'Economic Applications of Fuzzy Subset Theory and Fuzzy Logic : A Brief Survey', New Mathematics and Natural Computation, Vol:6, No:3, s.301-320
- SIVANANDAM, S.N., S.N. Deepa ve S. Sumathi (2007), Introduction to Fuzzy Logic Using Matlab, Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- SUN, Jung-Hung, Yi-Chin Fang ve Bo-Ren Hsueh; (2012), 'Combining Taguchi with Fuzzy Method on Extended Optimal Design of Miniature Zoom Optics with Liquid Lens', Optic-International Journal for Light and Electron Optics, Volume123, Issue 19, s.1768-1774
- TÜRKŞEN, I. Burhan (2009), 'Review of Fuzzy System Models with an Emphasis on Fuzzy Functions', Transactions of the Institute of Measurement and Control, Vol:31-1, s.7-31
- VURAL, Mehmet (2002), 'Düşünce Tarihinde Mantık: Aristoteles Mantığından Bulanık Mantığa', Kutadgubilig, Sayı:2, s.179-192
- WEISMANN, Richard; (2004), Mechanical Trading Systems : Pairing Trader Psychology with Technical Analysis, Wiley, New Jersey
- WILLAIN, Pascal; (2008), Value in Time: Better Trading Though Effective Volume, Wiley, New Jersey
- YILDIZ, Birol, (2008), 'Oran Analizinde Bulanık Mantık Kullanımı: Amprik Bir Çalışma', MÖDAV, S.183-205
- WING, <http://www.wing.comp.nus.edu.sg/pris/FuzzyLogic/DescriptionDetailed2.html>, 09.11.2012
- ZADEH, Lotfi (1965), 'Fuzzy Sets', Information and Control, Vol.8, S.338-353
- ZADEH, Lotfi (1994), 'Fuzzy Logic, Neural Networks and Soft Computing', Communications of the ACM, Vol:37, No:3, s.77-84