



BELİRSİZLİK ORTAMINDA FUZZY FİNANSAL ORANLARLA KARAR VERME

Mehmet Nuri İNEL^[*]
İsmail Hakkı ARMUTLULU^[**]

Özet

Belirsizlik kavramı farklı alanlarda karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada Fuzzy mantık, belirsizliği hesaba katmak için kullanılmaktadır. Finansal analiz yöntemlerinden oran analizinde yorum için iki değerli mantığın yerine fuzzy mantığı kullanılması ve Uzman Sistemle birden fazla oranı tek bir değere indirerek karar verebilmek çalışmanın amacını oluşturmaktadır. İMKB (BİST) 100 de bulunan üretim işletmelerinin başlıca likidite analizi oranları ve finansal yapı oranları hesaplanarak Fuzzy Uzman Sistem uygulaması yapılmıştır. Bu çalışmada Fuzzy Uzman Sistem çıktı değerleri ile uzman görüşü karşılaştırılmış ve bulgular sonuç kısmında sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Fuzzy Uzman Sistem, Finansal Oranlar

Jel Sınıflaması: C00, D81, G10

DECISION MAKING UNDER UNCERTAINTY BY FUZZY FINANCIAL RATIOS

Abstract

The concept of uncertainty is seen in different areas. In this study, fuzzy logic is used to count uncertainty. Using fuzzy logic instead of two valued logic in Ratio analysis which is one of the financial analysis and making decision by expert system by reducing to one value more than one ratio are aim of the study. Fuzzy Expert System was applied by mainly liquidity and leverage ratios in manufacturing companies which are in İMKB (BİST) 100 index. In this study it was compared Fuzzy Expert System output and financial expert comments and findings was presented in result section.

Keywords: Fuzzy Expert System, Financial Ratios

Jel Classification: C00, D81, G10

[*] Öğr. Gör. Dr. Marmara Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Bölümü, mninel@marmara.edu.tr

[**] Prof. Dr. Marmara Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Bölümü, ismailhakk@marmara.edu.tr

I. Giriş

Olayların tanımından kaynaklanan belirsizlik kavramı farklı alanlarda karşımıza çıkmaktadır. Fuzzy (bulanık) mantık belirsizliğin yaygın olduğu durumlara oldukça uygun olmaktadır. Özellikle finansal oranların yorumlarında değerlendirme kriterleri olarak, kesin sayılar ve ikili mantık kullanılmaktadır. Örneğin; cari oran 2 ise “iyi”, 1,60 ile 2,40 arasında ise “kabul aralığındandır” yorumu yapılır. Firmalara ait 2,01 değeri de; 2,15 değeri de referans değerden yüksek olarak değerlendirilmektedir. Bu açıdan bakıldığında iki firma da aynıdır. Ancak bu iki değer arasında fark bulunmaktadır. Bu örnekte belirsizliği hesaba katarak karar verebilmek için bulanıklaştırılmış (fuzzyleştirilmiş) finansal oranlar kullanılabilir.

Belirsizlik Ortamında Fuzzy Finansal Oranlarla Karar Verme isimli çalışmanın amacı, finansal analiz yöntemlerinden oran (rasyo) analizinde yorum için kullanılan iki değerli mantığın yerine fuzzy mantığın kullanılması ve Uzman Sistemle birden fazla oranı tek bir değere indirerek karar verebilmektir.

Makalede fuzzy uzman sistem ve uygulamada kullanılan finansal oranlarla ilgili kısa bilginin ardından uygulama ve sonuç bölümleri bulunmaktadır.

II. Fuzzy uzman sistem ve aşamaları

Fuzzy mantığın birçok farklı alanda uygulaması bulunmaktadır. Fuzzy Uzman Sistem kavramı da bu uygulamalardan biridir. Fuzzy Uzman Sistem kavramı çeşitli kaynaklarda farklı isimler ile anılmaktadır. Kural tabanlı sistemler, bulanık kontrolör, bulanık mantık denetleyici sistemler bunlardan birkaçıdır. Fuzzy Uzman Sistem’den bahsetmeden önce Fuzzy Sistem kavramını tanımlamak gerekmektedir. Fuzzy kümeler veya fuzzy mantığı kullanan statik yada dinamik sistemler, Fuzzy Sistemler olarak tanımlanmaktadır. Başka bir deyişle bilgi erişimi ve düşünme sürecinde doğal dilde fuzzy kavramları gerektiren, uzman kişinin karar vermesine benzeyen bilgisayar sistemleri Fuzzy Sistemlerdir. Benzer olarak fuzzy kontrol ünitesi tarafından kontrol edilen dinamik sistemler de Fuzzy Sistemlerdir. Fuzzy Uzman Sistemler özellikle kontrol sistemlerinde ve mühendislikte yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Fuzzy Sistemler “eğer-ise” (if-then/ eğer o halde) şeklinde kurallar ile tanımlandığında Fuzzy Uzman Sistem olarak adlandırılabilir. Bu sistemin yapısı genellikle yapay zeka alanında bilgi işlemek için kullanılır. Bilgiyi insan diline benzer bir ifade ile temsil etmek gerektiğinden dolayı, Fuzzy Uzman Sistem’de “eğer-ise” kelimeleri ile ayrılmış iki kısım bulunmaktadır.¹

¹ Nazife Baykal, Timur Beyan, **Bulanık Mantık Uzman Sistemler ve Denetleyiciler**, 1. Baskı, Ankara, bıçakçılar kitabevi, 2004, s.190; Zekai Şen, **Mühendislikte Bulanık (Fuzzy) Mantık İle Modelleme Prensipleri**, 2. Baskı, İstanbul, Su vakfı yayınları, 2004, s 108; İsmail H. Altaş, **Bulanık Mantık: Bulanık Denetim, Enerji ve Elektromekanik**, 1999 Eylül, sayı 64, s.2; Hung T. Nguyen Elbert A. Walker, **A First Course in Fuzzy Logic**, 2. Baskı, Florida, 2000, s.191; E.W.T. Ngai, F.K.T. Wat, Design and Development of a Fuzzy Expert System for Hotel Selection, **The international Journal of Management Science**, 2003 sayı 31 s.276; Kazuo Tanaka and Hua O. Wang, **Fuzzy Control Systems Desing and Analysis**, ABD, John Wiley & Sons, 2001, s.5

Çoğu Uzman Sistem'deki belirsizliğin varlığı araştırmacıları çıkarım süreci boyunca belirsizliği hesaba katabilecek yeni yollar tasarlamak için harekete geçirmiştir. İnsanın düşüncesi ve karar alma davranışı bulanık olmakla birlikte ifadelerde, kavramların kullanımında ve mantıksal model oluşturmada yüksek derecede muğlaklık içerir. Bilgi tabanında muğlaklığın ve belirsizliğin hesaba katılması konusunda, muğlak/belirsiz olan verinin nasıl sunulacağı, iki veya daha fazla belirsiz/muğlak verinin nasıl uyarlanacağı ve muğlak/belirsiz verinin kullanıldığına nasıl anlaşılacağı gibi önemli birkaç konu bulunmaktadır. Fuzzy Uzman Sistem ikili mantık yerine fuzzy çok değerli mantığı kullanmaktadır. Fuzzy Uzman Sistem yukarıda da bahsedildiği üzere fuzzy kümeler ile çalışmaktadır. Uzman Sistemler geleneksel yöntemlerin çözemediği farklı problemleri çözmek için etkili bir araç olmaktadır. Diğer taraftan bakarsak Fuzzy Küme Teorisi belirsizliğin hesaba katılmasında bir yapı sunar. Fuzzy Uzman Sistem'in farklı uygulamaları bulunmaktadır. İleri düzey uygulamalarda örneğin robot ve yapay zeka uygulamalarında fuzzy "eğer ise" kuralları doğal dildeki ifadeleri gerçek olarak aldığından dolayı, bu durum Fuzzy Uzman Sistem'in önemli bir üstünlüğü olarak nitelendirilmektedir.² Fuzzy Uzman Sistem'in geleneksel kural tabanlı sistemlere göre avantajları şunlardır;³

-Fuzzy kümeler düzenli bir şekilde doğal dil terimlerini temsil etmektedir,

-Uzman bilgisi, doğal olarak doğru yada yanlış olmayan "eğer-ise" ifadelerini kapsadığından dolayı, fuzzy kümeler daha az sayıda kuralda bilgiyi sunabilmektedir.

-Girdi ve çıktı arasında doğru eşleşme elde edilebilmektedir.

Kural tabanının oluşturulmasında uzman deneyimlerine, uzmanın bilgisine, kurallara dayanmasının gerekliliği ve üyelik işlevlerini, bulanık mantık kurallarını tanımlanmanın her zaman çok kolay olmayışı Uzman Sistem'in sakıncaları arasında sayılabilmektedir. Fuzzy mantığın, muğlak ve sözel kavramları şekillendirebilen, problemler ve durumlar hakkında düşünen ve dünyayı insanın doğal yolla kavradığı gibi anlayan kavramsal bir yapı olduğu bilinmektedir.⁴

² Vilam Novak, Stephan Lehmk, Logical Structure of fuzzy If-Then Rules, **Fuzzy Sets And Systems**, 2006, sayı 157 s.2004; Vincent C. Yen, Rule selections in Fuzzy Expert Systems, **Expert Systems with Applications**, 1999, sayı 16 s.79; Ali Eleren, İmkb'ye Kayıtlı Çimento İşletmelerinin Finansal Tablolarının Bulanık Mantık Yaklaşımı İle Değerlendirilmesi, **Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi**, 2007, sayı 1 s.144; Mehdi Fasanghari, Gholam Ali Montezer, Design And Implementation of Fuzzy Expert System For Tehran Stock Exchange Portfolio Recommendation, **Expert Systems with Applications**, 2010, sayı 37, s.6139; Faith Michael E. Uzoka, Fuzzy –Expert System For Cost Benefit Analysis Of Enterprise Information Systems: A framework, **International Journal on Computer Science and Engineering**, 2009, Vol 1(3) s.255

³ Ngai s.276

⁴ Çetin Elmas, **Yapay Zeka Uygulamaları**, 1. Baskı, Ankara, Seçkin Yayıncılık, 2007, s.198; Carlo Alberto Magni, Stefano Malagoli, Giovanni Mastroleo, An Alternative Approach To Firms' EvaluationExpert Sysytems and Fuzzy Logic, **International Journal of Information Technology & Decision Making**, 2006, Bölüm 5, No1 s.197; R. Lowen, A. Verschoren, **Foundation of Generic Optimization 2. Volume Applications of Fuzzy Control, Genetic Algorithms and Neural Networks**, 1.Baskı, Springer, 2008 s.21

Fuzzy Uzman Sistemlerden Mamdani Fuzzy Sistemi hakkında bilgi verelim. Mamdani Fuzzy Sistemi, fuzzy “eğer-ise” kurallarını, bilgi temelini, üyelik fonksiyonlarının tanımını, fuzzy girdi değişkeninden fuzzy çıktı değişkenini oluşturan çıkarım motorunu içermektedir. Fuzzy Uzman Sistem’de girdiler ve çıktılar fuzzy yerine kesin sayılardır. Bunun için hem bulanıklaştırma hem de durulaştırma gerekmektedir.⁵

Fuzzy Uzman Sistem’in başlıca dört aşaması bulunmaktadır. Bulanıklaştırma, çıkarım motoru şeklinde de farklı kaynaklarda bulunan kural tabanı (“if-then”), bilgi tabanı (veri tabanı) ve durulaştırma Fuzzy Uzman Sistem’in 4 aşamasıdır. Fuzzy Uzman Sistem farklı kaynaklarda basit olarak fuzzy kural tabanı ve durulaştırmadan oluşmaktadır.⁶

Bulanıklaştırma aşamasında, Fuzzy Uzman Sistem’de çıkarım motorunun girdi ve çıktı değerlerinin dilsel değişkenlerden oluşması gerekmektedir. Bulanıklaştırma non-fuzzy (fuzzy olmayan/kesin) değerlerin bulanıklaştırılarak dilsel değişkenlere (fuzzy değerlere) dönüştürülmesi işlemidir. Bulanıklaştırma aşamasında yapılan işlemlerin amacı, sistemdeki çıkarım motorunda bilgilerin kullanılabilmesi için işlenmesidir. Burada, üyelik işlevlerinden faydalanılarak kesin girdiyi ait olduğu fuzzy kümeye atama işlemi yapılarak dilsel değişkene ulaşılmaktadır. Oluşturulan dilsel değişkenin fuzzy üyelik fonksiyonunda üyelik değeri “0” ile “1” arasında değişmektedir.⁷

Bu dilsel değişkenler geleneksel küme teorisinde sınır koşulunu net bir şekilde ifade etmeyen (“iyi”, “kötü”, “düşük”,... vb) kelimelerdir.⁸

Çıkarım motorunda dilsel ifadeler kullanılmaktadır. Aşağıdaki örnek “eğer-ise” kuralını basitçe göstermektedir:⁹

Eğer “öncül”, o halde “sonuç”

Çıkarım motoru (kural tabanı) Fuzzy Uzman Sistem’in merkezi konumundadır. Bu merkeze giren fuzzy veriler işlenmeye hazır hale getirildikten sonra fuzzy kural tabanında bulunan “eğer-ise” kurallarına göre çıkarım motoru tarafından işlenir. Kural tabanında sözel ifadelerle “eğer-ise” kuralları işlenmiş durumdadır. Bu bölümde kural tabanı ile birbiriyle doğrudan ilişkili olan çıkarım motoru da anlatılacaktır. Kural tabanında bilginin modellenme şekline göre

⁵ H.J. Zimmermann, H.B. Verbruggen, R. Babuska, **Fuzzy Algorithms For Control**, A.B.D. Kluwer Academic Publisher, 1999, s.62

⁶ Abraham Kandel, Dideon Langholz, **Fuzzy Control Systems**, ABD, CRC pres, 1993 s 5,6,7,100,143; Baykal s.195; Altaş s.2

⁷ Beyan s.196; Elmas s.242; Aminah Robinson Fayek, Ayodele Oduba, Predicting Industrial Construction Labor Productivity Using Fuzzy Expert Systems, **Journal of Construction Engineering and Management**, 2005 August s.939; Serdar Korukoğlu, Aybars Uğur Sekan Ballı, İnsan Kaynakları Yönetiminde Performans Değerleme İçin Bir Bulanık Uzman Sistem Gerçekleştirimi, **Ege Akademik Bakış**, 2005, bölüm 9/2 s. 842; Birol Yıldız, Oran Analizinde Bulanık Mantık Kullanımı Ampirik Bir Çalışma; **Möдав** 2008/2 s.193

⁸ Mustafa M. Özkan, **Bulanık Hedef Programlama**, 1. Baskı, İstanbul, Ekin Kitabevi, 2003, s.126

⁹ Ross s.148; Kevin m. Passino, Stephen Yurkovich, **Fuzzy Control**, California, Addison Wesley Longman, 1998 s.31

(Mamdani, Takagi- Sugeno Kang,.. vs) girdiye karşılık çıktı değerleri belirlenecektir. Mamdani ve Sugeno ayrı ayrı çıkarım kalıpları önermişlerdir. Mamdani yöntemi genelde Uzman Sistem'in geliştirilmesi için kullanılır. Sözel bulanık model olarak da tanımlanan Mamdani yöntemi nitel bilginin kullanılabilmesi için imkan tanımaktadır. Mamdani yönteminde hem öncül hemde sonuç önermesi fuzzy önermedir. "x" ve "y" birer değişken "i" kuralın sayısı, "A" ve "B" de fuzzy kümeler olursa; Eğer "x Ai" ise o halde "y Bi" dir şeklinde kural oluşturulur. Sugeno'nun önerisi daha çok veriden hareketli yaklaşımda kullanılmaktadır. Sugeno fuzzy modelinde öncül fuzzy önerme, sonuç da kesin fonksiyondur. Öncül girdi uzayındaki fuzzy bölgeleri tanımlarken sonuç matematiksel bir fonksiyondur. Sugeno kuralı; Eğer "x Ai dir" ise, o halde " $y_i = f_i(x)$ " biçiminde oluşturulmaktadır. Aşağıdaki örnekte sözel olarak koşullu önerme bağıntısı verilmektedir.¹⁰

Eğer "a doğru" ise, o halde "b doğrudur"

Yukarıdaki ifadeyi daha da genelleştirebiliriz, diğer bir deyişle "ve" bağlacı ile birden fazla ön şart da eklenebilir.¹¹

$$\mu_{\hat{R}}(x, y) = \min[\mu_{\hat{A}}(x), \mu_{\hat{B}}(y)]$$

Yukarıdaki eşitlik Minimum İlişki ve Mamdani'nin Akıl Yürütmesi olarak literatürde yer almaktadır. Mamdani yönteminde fuzzy koşul işlemcisi olarak min işlemcisi, bileşke işlemcisi olarak da max-min işlemcisini kullanılır.¹²

İki bulanık kural tabanlı ifadenin "veya" bağlacı ile birleştirildiği varsayıldığında Mamdani'ye göre hesaplama aşağıdaki gibidir.¹³

$$\mu_{\hat{B}}(y) = \max \left[\min \left[\left[\mu_{\hat{A}_1}(girdi i), \mu_{\hat{A}_2}(girdi j) \right] \right] \right]$$

Bilgi tabanı, çıkarım motorunun kullandığı, bilgilerin alındığı, veritabanı ve denetim amaçlarına uygun dilsel denetim kurallarının da bulunduğu kısımdır. Uygulamanın mevcut olduğu alanın bilgisi burada bulunmaktadır. Sistemle ilgili bulanıklaştırma, fuzzy çıkarım, durulaştırma işlemleri sırasında gerekli üyelik işlevi ve kural tablosu bilgileri veri tabanından kullanıma sunulmaktadır. Veri işlemede gereken tanımlar veri tabanında bulunmaktadır. Kural tabanı kısaca sözel olarak sistemin modellenmiş halidir.¹⁴

¹⁰ Baykal s.201, 207,209; Elmas s.238,243

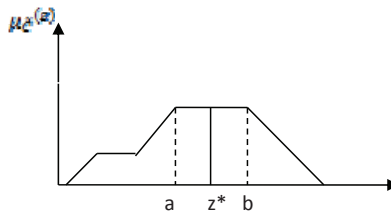
¹¹ Guanrong Chen, Trung Tat Pham, **Introduction to Fuzzy sets, Fuzzy Logic and Fuzzy Control Systems**. USA CRC pres, 2001 s.76

¹² Baykal s.216

¹³ Ross s.246,249

¹⁴ Elmas s.242,243; Baykal s.196,197; Zimmermann s.6

Durulaştırma aşamasında, fuzzy çıktının kesin bir değere dönüşmektedir. Durulaştırma işleminde birçok yöntem kullanılmaktadır ancak çalışmada kullanılan mean-max yöntemine kısaca değinilecektir. Mean-max yöntemi, maksimum üyeliğe sahip elemanların ortalamasının alınarak, durulaştırma sonucuna ulaşılan yöntemdir. Maksimum üyeliğe sahip elemanların tek değer almadığı durumlarda kullanılabilir. Şekil-1’de çıkarım motorundan elde edilen fuzzy bir kümeden, mean-max yöntemine göre durulaştırmanın nasıl uygulandığı gösterilmektedir. z^* değeri durulaştırılmış kesin değerdir. Maksimum üyeliğin “a” ve “b” değerlerinin orta noktası çıkarım motorundan elde edilen fuzzy çıktının durulaştırılması ile elde edilen değerdir.¹⁵



Şekil 1: Mean-Max Yöntemi Gösterimi

$$z^* = \frac{a+b}{2}$$

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde Fuzzy ile finansal oranlar gibi değerlerin kullanıldığı çok kriterli karar verme tekniklerinin uygulandığı çalışmalar bulunmaktadır.¹⁶ Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri dışında da Fuzzy’nin finansal olarak değerlendirilmede kullanıldığı çalışmalara

¹⁵ George Bojadziev, Maria Bojadziev, **Fuzzy Logic For Business, Finance and Management**, 2. Baskı, Singapur, World Scientific Publishing, 2007, s.144,146; William Siler, James J. Buckley, **Fuzzy Expert System and Fuzzy Reasoning**, USA, John Wiley And Sons, 2005, s.51,52; Passino s.65; Ross s.102; Şen s.91-97; Elmas s.247-250

¹⁶ Alvydas Baležentis, Tomas Baležentis, Algimantas Misiūnas, An Integrated Assessment Of Lithuanian Economic Sectors Based On Financial Ratios And Fuzzy Mcdm Methods, **Technological And Economic Development Of Economy** 2012 18 (1), s.34; Ramazan Akbulut, Ömer Faruk Rençber, BİST’te İmalat Sektöründeki İşletmelerin Finansal Performansları Üzerine Bir Araştırma, **Muhasebe ve Finansman Dergisi**, 2015 Ocak, s.117; Fatih Ecer, N. Serap Vurur, Latife Özdemir, Bulanık Bir Modelle Firmaları Değerlendirme Ve Optimal Portföy Oluşturma: Çimento Sektöründe Bir Uygulama, **Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 2009, 6 (11) s.477; Selçuk Perçin, Aykut Karakaya, Bulanık Karar Verme Yöntemleriyle Türkiye’de Bilişim Teknolojisi Firmalarının Finansal Performanslarının Değerlendirilmesi, **Marmara Üniversitesi İ.İ.B. Dergisi**, 2012, 33 (2) s. 241; Kemal Eyüboğlu, Pelin Çelik, Financial Performance Evaluation of Turkish Energy Companies with Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methods, **Business and Economics Research Journal**, 2016 7 (3), s.21; Hasan Uygurtürk, Turhan Korkmaz, Finansal Performansın TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi İle Belirlenmesi: Ana Metal Sanayi İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama, **Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİB Dergisi**, EKİM 2012, 7(2), s.95; Nese Yalcin, Ali Bayraktaroglu, Cengiz Kahraman, Application of Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Methods for Financial Performance Evaluation of Turkish Manufacturing Industries, **Expert Systems with Applications**, 2012, 39, s.350; Mojtaba Farrokh, Hossein Heydari, Hamid Janani, Two comparative MCDM approaches for evaluating the financial performance of Iranian basic metals companies, **Iranian Journal of Management Studies**, 2016 9 (2) s.359

da rastlamak mümkündür.¹⁷ Örneğin, Sermaye artırımının tahmininin yapıldığı bir çalışmada da fuzzy den yararlanılmıştır.¹⁸

III. Finansal analize ilişkin genel bilgiler ve oranlar yöntemi

Finansal analiz, analizi yapan kimselerin ilgileri doğrultusunda bir veya birden fazla döneme ait finansal tablolardaki kalemlerin, analiz tekniklerinden yararlanılarak incelenmesi yorumlanması ve değerlendirilmesi işlemidir.¹⁹ Finansal analizde amaçlanan, işletmenin faaliyetlerinin sonucu oluşan finansal tabloların incelenmesi ve değerlendirilmesidir.²⁰

Çalışmada finansal analiz yöntemlerinden oranlar yöntemi kullanılmıştır. Mali tablolarda bulunan iki kalem arasındaki ilişkinin basit matematiksel ifadesine oran denilmektedir. Oranlar (rasyo) yönteminde, işletmenin finansal tablolarında bulunan varlık ve kaynak yapısı ile ilgili çokluklar arasındaki ilişki gösterilir. Ayrıca mali tablolarda bulunan birçok kalem birbirleriyle karşılaştırılabilir. Oranları hesaplamak gayesi dışında önemli olan o oranların değerlendirilmesi ve yorumlanmasıdır.²¹

Oranlar yöntemi için yapılan işlevleri açısından sınıflandırmada likidite analizi için ve finansal yapı analizi için kullanılan oranlar Çalışmada kullanılmış olup bu oranlar kısaca açıklanacaktır.

Likidite, nakde çevirme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. İşletmenin kısa dönemli borç ödeme gücünü ölçebilmek ve net işletme sermayesinin yeterli olup olmadığını belirleyebilmek için likidite oranları kullanılmaktadır.²² Likidite analizinde kullanılan birçok oran bulunmaktadır. Çalışmada likidite analizi oranlarından cari oran, asit test (likidite) oranı ve nakit oran kullanılmaktadır.

Cari Oran, bilanço kalemlerinden dönen varlıklar ile kısa vadeli yabancı kaynaklar arasındaki sayısal ilişkiyi göstermektedir.²³

¹⁷ Hakan TUNAHAN, Sinan ESEN, Davut TAKIL, Havayolu Şirketlerinin Finansal Risk Düzeylerinin Bulanık Mantık Yöntemi İle Karşılaştırmalı Analizi, **Journal Of Accounting Finance and Auditing Studies**, 2016 2 (2) s.239; Erhan Birgili, Fuat Sekmen, Sinan Esen, Bulanık Mantık Yaklaşımıyla Finansal Yönetim Uygulamaları: Bir Literatür Taraması, **Uluslararası Yönetim İktisat Ve İşletme Dergisi**, 2013, 9 (19), s.121; Rasa Dainiene, Lina Dagiliene, Company's Going Concern Evaluation Fuzzy Model, **Economics And Management**: 2013. 18 (3) s.374; M. Bahar BAŞKIR, Sigorta Piyasasında Finansal Performansın Klasik ve Bulanık Öbekleme Yöntemleri ile İncelenmesi, **Bankacılık ve Sigortacılık Araştırmaları Dergisi**, 2015, 2 (7-8) s.20

¹⁸ İsmail TUNA, Süleyman Serdar KARACA, Borsa İstanbul (Bist) 30'da Kayıtlı Sanayi Şirketlerinin Sermaye Artırımlarının Tahmini, **Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi**, 2015, 7 (12) s.31

¹⁹ Nalan Akdoğan, Nejat Tenker, **Finansal Tablolar ve Mali Analiz Teknikleri**, 6.bası, Ankara:Gazi, 1998, s.507

²⁰ Niyazi Berk, **Finansal Yönetim**, 8. Bası, İstanbul, Türkmen Kitabevi, 2005, s.37

²¹ Öztin Akgüç, **Mali Tablolar Analizi**, 4. Baskı, İstanbul, Sermet matbaası 1979 s.273; Nejat Akıncı, Necmettin Erdoğan, **Finansal Tablolar ve Analizi**, 4. Bası, İzmir, Barış yayınları, 1995 s.255

²² M. Emin Arat, **Finansal Analiz Aracı Olarak Oranlar**, İstanbul, Marmara Üniversitesi Nihat Sayar eğitim vakfı yayınları, 2005, s.92; Öztin s.275

²³ Akdoğan s.603

$$\text{Cari oran} = \frac{\text{Dönen varlıklar}}{\text{Kısa vadeli yabancı kaynaklar}}$$

Analistler bu orana göre, dönen varlıkların kısa vadeli yabancı kaynaklardan daha fazla olmasını isterler. İşletmenin 1 TL'lik kısa vadeli yabancı kaynağına karşılık kaç liralık dönen varlığa sahip olduğunu gösteren cari oran işletmenin kısa vadeli borçlarını ödeme gücünü ölçmek ve net işletme sermayesinin yeterli olup olmadığını saptamak amacıyla hesaplanmaktadır. Bu oranın 2 olması likiditenin yeterli olduğunu gösterebilir. Türkiye koşullarında 1,60 ve 2,40 tolerans sınırlarıdır. Cari oranın sınırdan yüksek olması, gereğinden fazla dönen varlık bulunduğunu göstermektedir. Bu da atıl çalışma varlığı olduğunu ve bunun iyi değerlendirilmediğini gösterebilir.²⁴

Asit Test Oranı, dönen varlıklardan, likiditesi düşük olan varlıkların çıkarılmasıyla elde edilmektedir. Stokların nakde çevrilmesindeki zorluklardan dolayı bu oran daha duyarlıdır. Dönen varlıkların içinde bulunan stokların nakde dönüşme süresi stokların niteliğine ve ekonomik koşullara göre değişebilmektedir. Bu oranın 1 olması istenmektedir. Türkiye koşullarında ise 0,80 ile 1,20 tolerans sınırlarıdır. Oranın 1'den düşük olması borç ödemedeki zayıflama olabileceğini gösterebilmektedir. Oranın yüksek olması işletme karını olumsuz etkileyebilmektedir. Asit test oranı, stokların dönen varlıklardan çıkarılmasıyla elde edilen değerlerin kısa vadeli yabancı kaynaklara bölünmesiyle elde edilmektedir.²⁵

$$\text{Asit test (Likidite) oranı} = \frac{\text{Dönen varlıklar} - \text{Stoklar}}{\text{Kısa vadeli yabancı kaynaklar}}$$

Nakit oran ise, para ve paraya çevrilmesi kolay olan değerlerle menkul değerlerin kısa vadeli yabancı kaynaklara bölünmesi ile elde edilen orandır. İşletmede satışların durması, alacaklarını tahsil edememesi ve stoklarını paraya çevirememesi durumunda olan kısa vadeli borçları ödeme yeteneğini göstermektedir. Bu oranın 0,20'nin altına düşmesi istenmemektedir.²⁶

$$\text{Nakit Oran} = \frac{\text{Nakit değerler} + \text{Menkul değerler}}{\text{Kısa vadeli yabancı kaynaklar}}$$

Finansal yapı ile ilgili oranlardan biri olan borçlanma katsayısı oranı özkaynağın kaç katı oranında borçlanıldığını göstermektedir. Diğer bir deyişle işletmenin, özkaynakların yüzde kaçını kadar yabancı kaynaktan yararlandığını gösterir. Bu oranın 1 olması özkaynak yabancı kaynak açısından yeterli olarak görülmektedir. Oranın 1'den küçük olması işletmede kullanılan varlıkların büyük bir kısmının özkaynak tarafından finanse edildiğini, birden büyük olması ise işletmenin borçlarını ve faizlerini ödemedeki güçlüğüyle karşılaşma olasılığının varlığına işaret eder. Ayrıca, borçlanma katsayısı oranının 1'den büyük olması durumunda alacaklıların şirket aktifi

²⁴ Arat s.93; Akdoğan s.603,604

²⁵ Arat s.95; Ümit Gücenme, **Mali Tablolar Analizi**, 1. Bası, Bursa Barış Marmara kitabevi,1996,s. 93; Berk s.42

²⁶ Arat s.96; Berk s.43

üzerinde sahip veya sahiplerden daha fazla hak sahibi olduğu söylenebilir. Böyle bir durumun varlığında, borçlanmanın sebep olduğu faiz giderleri ortaklar için sürekli ve sabit bir yük olmaya başlayabilir. Türkiye koşullarında bu oranın en çok 1,5 olması, diğer bir anlatımla özkaynakların en fazla 1,5 katı borçlanılması önerilmektedir.²⁷

$$\text{Borçlanma katsayısı oranı} = \frac{\text{Yabancı kaynaklar}}{\text{Özkaynaklar}}$$

Finansal yapı oranları başlığı altında olan duran varlıkların sürekli sermayeye oranı olarak da adlandırılan yatırım oranı, duran varlıkların ne ölçüde uzun vadeli yabancı kaynaklar ve özkaynaklarla finanse edildiğini göstermektedir. İşletmeler duran varlık yatırımlarını sürekli sermaye veya özkaynak ile yapmaları gerekir. Yatırım oranı 1'den küçük olmalıdır. Oranın 1'den büyük olması, duran varlıkların finansmanında kısa vadeli yabancı kaynaklardan yararlandığını göstermektedir. Bu durum işletmenin üçüncü kişilerin baskısı altına girmiş olduğunu belirtir.²⁸

$$\text{Sürekli sermaye} = \text{Uzun vadeli yabancı kaynak} + \text{Özkaynaklar}$$

$$\text{Yatırım oranı} = \frac{\text{Duran varlıklar}}{\text{Sürekli sermaye}}$$

IV. Fuzzy finansal oranlarla karar verme

Çalışmada, Fuzzy Uzman Sistemleri kullanarak likidite ve finansal yapı oranları ile karar verilecektir. Bu karar ile işletmenin likidite ve finansal yapısını hem değerlendirmek hem de diğer işletmelerle kıyaslayarak yorumlanmıştır.

Fuzzy Uzman Sistem ile finansal oran analizinde sınır koyamama belirsizliğinin olduğu durumlarda hesaplamayı mümkün kılarak karar vericinin daha net karar alabilmesini sağlamak ve karar vericiye firmalar arasındaki farklılıkları göstermede kolaylık sağlanmak amaçlanmıştır.

Çalışmada İMKB (BİST) 100 de bulunan üretim işletmelerinin bilanço verileri kullanılarak, finansal oranlar hesaplanmıştır.

Çalışmada ilk olarak finansal oranlar bulanıklaştırılacak, kural tabanlı oluşturulacak, sisteme hesaplanan oranlar girilecek ve işlendikten sonra durulaştırma işlemi sonucu elde edilen değerler yorumlanacaktır.

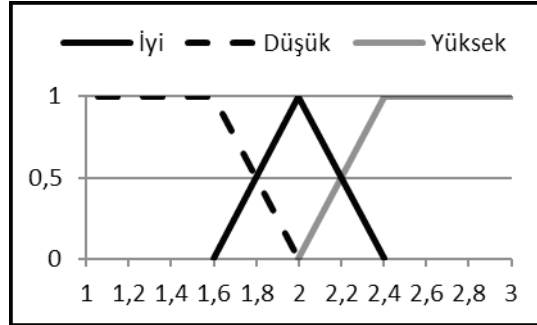
Likidite analizi oranlarından üçü (cari oran, asit-test oranı, nakit oran) şirketin likidite durumunu, finansal yapı analizi oranlarından ikisi (borçlanma katsayısı oranı ve yatırım oranı) de şirketin finansal yapısını yorumlamak için kullanılmıştır.

²⁷ Akıncı s.262-263; Arat s.101

²⁸ Akdoğan s.614; Arat s.105

Genel kabul görmüş kurallara göre referans değerler kullanılarak analizde kullanılan finansal oranlar bulanıklaştırılacaktır.²⁹ Bulanıklaştırmada üçgen fuzzy sayıları kullanılacaktır.

Cari oran için referans değerler maksimum 2,4 minimum 1,6 optimum değer 2 olarak alınmıştır. Şekil-2'de fuzzy kümeler görülmektedir. Üç farklı fuzzy küme oluşturulmuştur. Cari oranın belirtilen referans değerden fazla olması durumu için “yüksek”, belirtilen optimum aralıkta olması için “iyi”, referans değerden az olması durumu için de “düşük” fuzzy kümesi bulunmaktadır. Kesin girdi bu üç fuzzy kümeden birine dahil olacaktır.



Şekil 2: Cari Oran Üyelik Fonksiyonu Gösterimi

Cari oranın üyelik fonksiyonları,

$$\mu_{\text{Cari oran düşük}}(x) = \begin{cases} 1, & x < 1,6 \\ -2,5x + 5, & 1,6 \leq x \leq 2 \\ 0, & x > 2 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Cari oran iyi}}(x) = \begin{cases} 0, & x < 1,6 \\ 2,5x - 4, & 1,6 \leq x \leq 2 \\ -2,5x + 6, & 2 < x \leq 2,4 \\ 0, & x > 2,4 \end{cases}$$

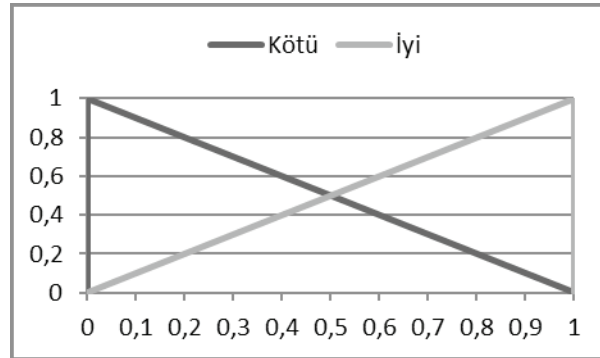
$$\mu_{\text{Cari oran yüksek}}(x) = \begin{cases} 0, & x < 2 \\ 2,5x - 5, & 2 \leq x \leq 2,4 \\ 1, & x > 2,4 \end{cases}$$

Çalışmada kullanılan diğer oranlar da (nakit oran, asit-test oranı, borçlanma katsayısı oranı, yatırım oranı) benzer şekilde üçgen fuzzy sayıları olarak bulanıklaştırılmıştır.

Fuzzy Uzman Sistem için çalışmada kullanılan likidite oranlarının çıktı olarak değerlendirilmesinde iki fuzzy küme kullanılacaktır. Fuzzy kümeler yorum açısından “iyi” ve “kötü” olarak adlandırılmıştır.

²⁹ Yıldız s.197

Likidite oranlarının analizi için çıktı üyelik fonksiyonu Şekil 3’de görülmektedir.



Şekil 3: Likidite Oranları Çıktı Üyelik Fonksiyonu Gösterimi

Çıktı değerleri için üyelik fonksiyonları,

$$\mu_{\text{çıktı iyi}}(x) = x$$

$$\mu_{\text{çıktı kötü}}(x) = -x + 1$$

Uygulamada kullanılan finansal oranların bulanıklaştırma işleminde yer alan değerler, Fuzzy Uzman Sistem için geliştirilmiş olan MATLAB 7.5.0 “Fuzzy logic“ eklentisinde yer alan arayüze girilmiştir.

Kural tabanları, likidite oranları ve finansal yapı oranları için ayrı ayrı oluşturulmuştur. Çalışmada, kural tabanları karar verici uzmanın kullandığı mantık çerçevesinde oluşmaktadır. Uzman kararının farklı olabileceği çalışmalar için, kural tabanının tasarımı değişebilir. Kural tabanları (“eğer-ise” kuralları) öncelikle uygulamaya konu olan likidite oranları için üç tane duruma sahip (yüksek, iyi, düşük) ve üç tane farklı oranın sistemde olması sebebiyle; birinci oran için üç, ikinci oran için üç, üçüncü oran için üç olmak üzere ($3 \times 3 \times 3 = 27$) yirmi yedi adet; finansal yapı oranları için iki oran bulunması nedeniyle de her bir oran için 3’er durum olması sebebiyle ($3 \times 3 = 9$) dokuz adet olarak oluşturulmuş ve sisteme girilmiştir. “Eğer-ise” kurallarından biri aşağıdaki gibidir:

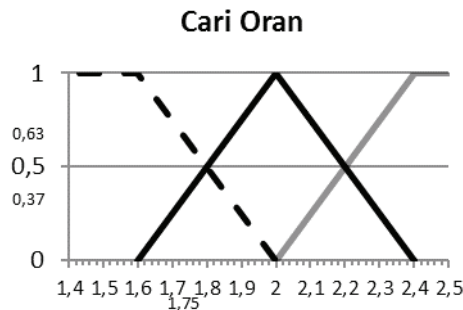
Eğer cari oran “düşük” ve likidite oranı “düşük” ve nakit oran “düşük” ise , o halde çıktı ”kötü”

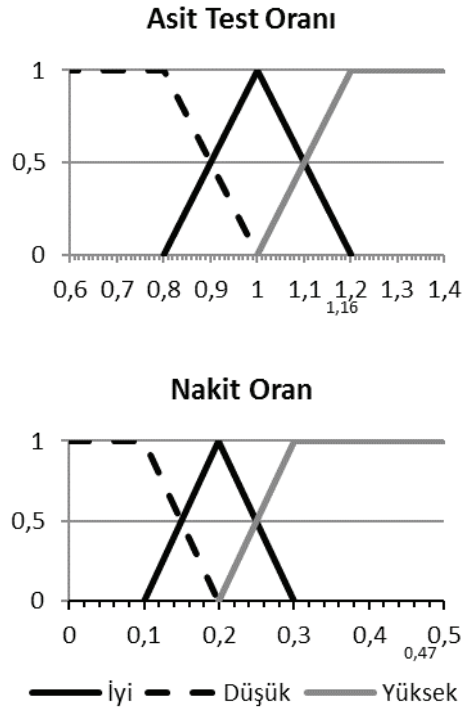
Kural tabanı da oluşturulduktan sonra üretim sektörü içerisinde yer alan borsaya kote edilmiş şirketlerin ilgili finansal oranları hesaplanmıştır. Bu oranları yorumlamak üzere genel kabul görmüş referans değerler bulunmaktadır. Bu değerlere göre yorum yapmak istediğimizde ortaya örneğin şöyle sonuçlar çıkmaktadır: Cari oranın 2 olması iyi olarak görülmektedir. 1,60 ve 2,40 aralığı da yeterli görülebilmektedir. Eğer cari oran 2 den fazlaysa “yüksek” diye tanımlanmakta ve mevcut paranın atıl olabileceği söylenmektedir. Ancak iki farklı firmaya

ait 2,04 ve 2,39 cari oranları da 2 den fazladır ve yorum gereği cari oranları yüksektir. Diğer bir deyişle klasik mantıkla yaklaşırsak her iki firmanın da cari oranı yüksek olup iki firma da aynı durumdadır. Ama fuzzy oranlara göre bakıldığında 2,04 olan cari oranın iyi olduğu fuzzy üyelik fonksiyonundaki üyelik derecesi 0,9; 2,39 olan oranın ise üyelik derecesi 0,025 olmakta, bu sebeple de her iki oran için yorum farklı olabilmektedir.

Şirketlere ait oranlar MATLAB (fuzzy logic eklentisi) programına girildikten sonra sistem Mamdani yöntemine göre bileştirme işlemini yapmış ve mean-max yöntemine göre durulaştırma işlemi ile firmanın likidite durumu, finansal yapısı ile ilgili 0 ile 1 arasında birer çıktıya ulaşılmıştır. Elde edilen bu çıktıları yorumladığımızda genel kabul görmüş kurallar çerçevesinde (ilgili oranlar için referans değerler çerçevesinde) fuzzy uzman sistem ile yapılan analiz sonucunda, uzman sistemin iyi ve kötü olarak değerlendirdiği firmalar analist (genel kabul görmüş referans değerlere göre) değerlendirmeleri ile karşılaştırdı. Uzman sistem çıktısında 0 ile 1 arasındaki orta nokta olan 0,5'den küçük değerler için kötü, 0,5'den yüksek değerler için iyi durum olarak firmalar ayrıldı.

Bu karşılaştırmada likidite oranları için analistin görüşüne göre 36 firmadan 12 tanesi iyi olarak yorumlanmış 24 tanesi kötü olarak yorumlanmıştır. Uzman Sistem'e göre 36 firmadan 9 tanesi iyi olarak yorumlanmış ve derecelendirme yapılmıştır. Uzman Sistem'in analist yorumuyla uyumluluğu (33/36) % 91'dir. Analist görüşü ile Uzman Sistem'in görüşünün farklı olduğu firmalara ait oranlar referans değerler aralığında fakat uç referans değere çok yakın olmaktadır. Şekil 4'de analist görüşleri ile uzman sistemin yorumunun farklı olduğu firmalardan birine ait değerlerin görülmektedir. Analistin iyi olarak yorumladığı cari oran ve asit-test oranı uç referans noktaya yakın olmaktadır. Fuzzy uzman sistem bu sınıra yakın olma durumunu üyelik değerleri sayesinde durulaştırma işlemi sonucunda kötü olarak yorumlanmış ve 0,185 değerini vermiştir. Ve bu değer 0,5'den küçük olup istenmeyen bir likidite durumuna sahip olarak yorumlanmıştır.





Şekil 4: Likidite Oranları için Uzman Sistem'in Girdi Değerleri

Aynı şekilde firmaların finansal yapı oranları için finans analistinin ve Uzman Sistem'in genel kabul görmüş oranlar vasıtasıyla yaptığı değerlendirmeye göre; analistin yorumları ile Uzman Sistem'in yorumları karşılaştırıldığında, analist 36 şirketin 16'sına "iyi" yorumunu yapmıştır. Uzman Sistem ise 12 şirket için "iyi" yorumunu yapmıştır. Uzman Sistem'in analist yorumuyla uyumluluğu (32/36) % 89'dur. Analistin "iyi" uzman sistemin "kötü" yorumunu yaptığı bu firmalar incelendiğinde likidite analizinde karşılaşılan durumun aynısı ortaya çıkmıştır. Uç referans değerlere yakın firmalar için analistin iyi finansal yapı durumu olarak değerlendirmiş Fuzzy Uzman Sistem kötü olarak değerlendirmiştir. Diğer tüm firmalar için Uzman Sistem ve analist aynı yorumları yapmış, ayrıca Uzman Sistem firmaları kendi içinde sıralamıştır.

Her iki analiz için de uyumluluğun yüksek oluşu ve farklılıkların sebepleri çalışmanın önemli bulgularıdır.

Ayrıca bazı firmalar için Fuzzy Uzman Sistem çıktı değerini 0 olarak görmekteyiz. Bunun anlamı likidite analizi oranları için genel kabul görmüş kıstaslarına göre Fuzzy Uzman Sistem kararının olumsuz olabileceği yönündedir. Diğer bir deyişle, "0" değeri olan firmaların likidite yapısı için inceleme yapılmalıdır. Çünkü "0" değeri, değerlendirmedeki likidite analizi oranlarına göre uygun olmayan bir likidite yapısının var olabileceği şeklinde değerlendirilmektedir. Bu değerlendirme

ile düşük bir likidite durumu varlığında bunu arttıracak girişimlerde bulunulabilir. Yüksek olarak çıkmış bir değer söz konusu ise bu seferde atıl olabilecek varlıkların değerlendirilmesi konusunda çalışmalar yapılmalıdır.

Finansal yapı analizi oranları için yapılan incelemede Fuzzy Uzman Sistem “0” çıktı değeri, finansal yapıda istenmeyen durumun varlığını gösterdiğinden dolayı, bu firmalarda finansal tabloların ayrıntılı bir biçimde incelenmesi gerekmektedir.

Son olarak da 0 ile 1 arasında olan Fuzzy Uzman sistem çıktı değerlerine göre 1'e doğru gittikçe firmalar “iyi”, 0'a doğru gittikçe “kötü” olarak yorumlanabilmektedir. Bu da firmaları sektör içerisinde ilgili durumuna göre kıyaslayabilme imkanı tanımaktadır.

Fuzzy Uzman sistemde yapılan bu analize göre firmaların durumunu “iyi” veya “kötü” olarak değerlendirebilmekte, sektör içinde birbirleri ile kıyaslayabilmekte ve elde edilen “0” çıktı değerine sahip firmalar için genel kabul görmüş kurallara göre istenmeyen bir durumun var olduğunu belirterek detaylı inceleme yapılması gerektiğine dair yorum yapabiliriz.

V. Sonuç

Finansal oranlarla karar vermek için mevcut olan belirsizliğin hesaba dahil edilmesi amacıyla fuzzy mantık kullanılmıştır. İki değerli mantık sisteminde aynı işlemler yapılarak sonuca ulaşılabilir. Ancak [1,6-2,4] aralığındaki her bir cari oran değeri, [0,8-1,2] aralığındaki her bir asit test oran değeri, [0,1-0,3] aralığındaki her bir nakit oranı değerleri için “eğer-ise” kuralı uygulanmalıdır. Bu aralıkları 0,1 mertebesinde kesikleştirirsek ve birinci aralıkta sekiz, ikinci aralıkta dört, üçüncü aralıkta üç oranı karşılaştırırsak $8 \times 4 \times 3 = 96$ adet kural koymamız gerekirdi. 0,01 mertebesinde kesikleştirirsek $80 \times 40 \times 30 = 96000$ adet kural koymamız gerekirdi. Bu son halde bile sürekli fonksiyon olarak tanımlanan bu aralıklardaki üyelik fonksiyonlarıyla yapılan işlemlerin hassasiyeti göz ardı edilemez. Fuzzy Uzman Sistem'in buradaki kullanımıyla elde edilen üstünlük “eğer-ise” kurallarının üç likidite oranları için 27, iki finansal yapı oranları için 9 adete indirgenmesidir.

Firmaları kendi içerisinde kıyaslayabilme imkanı tanıyan sistemde Uzman Sistem çıktı değerleri, analist görüşleri ile karşılaştırıldığında uyum saptanmıştır.

Finansal analizde bulunan diğer oranlar için de Fuzzy Uzman Sistem kullanılabilir. Sistemin sayısal olan bu çıktıları farklı karar verme problemleri için de kullanılabilmesine imkan sağlamaktadır.

Sonuç olarak fuzzy finansal oranlar ile karar verme konusu, mevcut finansal analize farklı bir boyut kazandırabilmeyi amaçlamıştır. Fuzzy Uzman Sistem'in kullanımı, dilsel değişkenlerden kaynaklanan belirsizliği hesaba dahil edebilmekte, birden fazla oranın aynı anda analizi ile firmaya ait oranları tek bir çıktı ile değerlendirmekte, firmaların oranlara göre istenen ve istenmeyen durumdakiler olarak sıralanabilmesinde kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca çıktıların ve sistemin

farklı amaçlarla kullanılabilmesi uygulamaya esneklik sağlamaktadır. Sistemin tasarımına nazaran daha kolay olan veri girişi sayesinde, finansal oranların analizi konusunda daha az bilgiye sahip kullanıcılara karar verebilmesi için destek sunulmaktadır. Son olarak işletmelerin finansal oranları ile karar verme konusunda yararlanılan bilgisayar kullanımı, kullanıcıya kolaylık sağlayabilmektedir.

Kaynakça

- AKBULUT Ramazan, Rençber Ömer Faruk, BİST'te İmalat Sektöründeki İşletmelerin Finansal Performansları Üzerine Bir Araştırma, **Muhasebe ve Finansman Dergisi**, 2015, Ocak, s.117
- AKDOĞAN Nalan, Tenker Nejat, **Finansal Tablolar ve Mali Analiz Teknikleri**, 6.bası, Ankara: Gazi, 1998
- AKGÜÇ Öztin, **Mali Tablolar Analizi**, 4. Baskı, İstanbul, Sermet matbaası 1979
- AKINCI Nejat, Erdoğan Necmettin, **Finansal Tablolar ve Analizi**, 4. Bası, İzmir, Barış yayınları, 1995
- ALTAŞ İsmail H., Bulanık Mantık: Bulanık Denetim, **Enerji ve Elektromekanik**, 1999 Eylül, sayı 64, s.2
- ARAT M. Emin, **Finansal Analiz Aracı Olarak Oranlar**, İstanbul, Marmara Üniversitesi Nihat Sayar Eğitim Vakfı Yayınları, 2005
- BALEŽENTIS Alyvydas, Baležentis Tomas, Algimantas Misiūnas, An Integrated Assessment Of Lithuanian Economic Sectors Based On Financial Ratios And Fuzzy Mcdm Methods, **Technological And Economic Development Of Economy Economy**, 2012, 18 (1), s.34
- BAŞKIR M. Bahar, Sigorta Piyasasında Finansal Performansın Klasik ve Bulanık Öbekleme Yöntemleri ile İncelenmesi, **Bankacılık ve Sigortacılık Araştırmaları Dergisi**, 2015, 2 (7-8) s.20
- BAYKAL Nazife. Beyan Timur, **Bulanık Mantık Uzman Sistemler ve Denetleyiciler**, 1. Baskı, Ankara, Bıçakçılar Kitabevi, 2004
- BERK Niyazi, **Finansal Yönetim**, 8. Bası, İstanbul, Türkmen Kitabevi, 2005
- BİRGİLİ Erhan, Sekmen Fuat, Esen Sinan, Bulanık Mantık Yaklaşımıyla Finansal Yönetim Uygulamaları: Bir Literatür Taraması, **Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi**, 2013, 9 (19), s.121
- BOJADZİEV George, Bojadziev Maria, **Fuzzy Logic For Business, Finance and Management**, 2. Baskı, Singapur, World Scientific Publishing, 2007
- CHEN Guanrong, Pham Trung Tat, **Introduction to Fuzzy sets, Fuzzy Logic and Fuzzy Control Systems**, USA CRC Pres, 2001
- DAİNİENE Rasa, Dagiliene Lina, Company'S Going Concern Evaluation Fuzzy Model, **Economics And Management**, 2013, 18 (3) s.374
- ECER Fatih, Vurur N. Serap, Özdemir Latife, Bulanık Bir Modelle Firmaları Değerlendirme Ve Optimal Portföy Oluşturma: Çimento Sektöründe Bir Uygulama, **Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 2009, 6 (11) s.477
- ELEREN Ali, İmkb'ye Kayıtlı Çimento İşletmelerinin Finansal Tablolarının Bulanık Mantık Yaklaşımı İle Değerlendirilmesi, **Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi**, 2007, sayı 1 s.144
- ELMAS Çetin, **Yapay Zeka Uygulamaları**, 1. Baskı, Ankara, Seçkin Yayıncılık, 2007
- EYÜBOĞLU Kemal, Çelik Pelin, Financial Performance Evaluation of Turkish Energy Companies with Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methods, **Business and Economics Research Journal**, 2016, 7 (3), s.21

- FARROKH Mojtaba, Heydari Hossein, Hamid Janani, Two Comparative MCDM Approaches For Evaluating The Financial Performance Of Iranian Basic Metals Companies, **Iranian Journal of Management Studies**, 2016, 9 (2) s.359
- FASANGHARİ Mehdi, Montezer Gholam Ali, Design And İmplementation of Fuzzy Expert System For Tehran Stock Exchange Portfolio Recommendation, **Expert Systems with Applications**, 2010, sayı 37, s.6139
- FAYEK Aminah Robinson, Oduba Ayodele, Predicting Industrial Construction Labor Productivity Using Fuzzy Expert Systems, **Journal of Construction Engineering and Management**, 2005, August, s.939
- GÜCENME Ümit, **Mali Tablolara Analizi**, 1. Baskı, Bursa Barış Marmara Kitabevi, 1996
- KANDEL Abraham, Langholz Dideon, **Fuzzy Control Systems**, ABD, CRC Pres, 1993
- KORUKOĞLU Serdar, Uğur Aybars, Ballı Serkan, İnsan Kaynakları Yönetiminde Performans Değerleme İçin Bir Bulanık Uzman Sistem Gerçekleştirimi, **Ege Akademik Bakış**, 2005, Bölüm 9/2 s.842
- LOWEN R., Verschoren A., **Foundation of Generic Optimization 2. Volume Applications of Fuzzy Control, Genetic Algorithms and Neural Networks**, 1.Baskı, Springer, 2008
- MAGNİ Carlo Alberto, Malagoli Stefano, Giovanni Mastroleo, An Alternative Approach To Firms' Evaluation Expert Systems and Fuzzy Logic, **International Journal of Information Technology & Decision Making**, 2006, Bölüm 5, No.1 s.197
- NGAİ E.W.T., Wat F.K.T., Design and Development of a Fuzzy Expert System for Hotel Selection, **The international Journal of Management Science**, 2003, sayı 31 s.276
- NGUYEN Hung T. Walker Elbert A., **A First Course in Fuzzy Logic**, 2. Baskı, Florida, 2000
- NOVAK Vilam, Lehmké Stephan, Logical Structure of fuzzy İf-Then Rules, **Fuzzy Sets And Systems**, 2006, sayı 157, s.2004
- ÖZKAN Mustafa M., **Bulanık Hedef Programlama**, 1. Baskı, İstanbul, Ekin Kitabevi, 2003
- PASSİNO Kevin M., Yurkovich Stephen, **Fuzzy Control**, California, Addison Wesley Longman, 1998
- PERÇİN Selçuk, Karakaya Aykut, Bulanık Karar Verme Yöntemleriyle Türkiye'de Bilişim Teknolojisi Firmalarının Finansal Performanslarının Değerlendirilmesi, **Marmara Üniversitesi İ.İ.B.Dergisi**, 2012, 33 (2), s. 241
- ROSS Timothy J. , **Fuzzy logic With Engineering Applications**, England, John Wiley & Sons, 2. Baskı, 2004
- SILER William, Buckley James J., **Fuzzy Expert System and Fuzzy Reasoning**, USA, John Wiley And Sons, 2005
- ŞEN Zekai, **Mühendislikte Bulanık (fuzzy) Mantık ile Modelleme Prensipleri**, 2. Baskı, İstanbul, Su Vakfı Yayınları, 2004
- TANAKA Kazuo and Wang Hua O., **Fuzzy Control Systems Design and Analysis**, ABD, John Wiley & Sons, 2001
- TUNA İsmail, Karaca Süleyman Serdar, Borsa İstanbul (Bist) 30'da Kayıtlı Sanayi Şirketlerinin Sermaye Artırımlarının Tahmini, **Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi**, 2015, 7 (12), s.31
- TUNAHAN Hakan, Esen Sinan, Takıl Davut, Havayolu Şirketlerinin Finansal Risk Düzeylerinin Bulanık Mantık Yöntemi İle Karşılaştırmalı Analizi, **Journal Of Accounting Finance and Auditing Studies**, 2016, 2 (2), s. 239
- UYGURTÜRK Hasan, Korkmaz Turhan, Finansal Performansın TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi İle Belirlenmesi: Ana Metal Sanayi İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama, **Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİB Dergisi**, Ekim 2012, 7(2), s.95

- UZOKA Faith Michael E., Fuzzy –Expert System For Cost Benefit Analysis Of Enterprise Information Systems: A framework, **International Journal on Computer Science and Engineering**, 2009, Vol 1(3), s.255
- YALÇIN Neşe, Bayrakdaroglu Ali, Cengiz Kahraman, Application of Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Methods for Financial Performance Evaluation Of Turkish Manufacturing Industries, **Expert Systems with Applications**, 2012, 39, s.350
- YEN Vincent C., Rule Selections in Fuzzy Expert Systems, **Expert Systems with Applications**, 1999, sayı 16, s.79
- YILDIZ Birol, Oran Analizinde Bulanık Mantık Kullanımı Ampirik Bir Çalışma; **Möдав** 2008/2, s.193,197
- ZİMMERMANN H.J., Verbruggen H.B., R. Babuska, **Fuzzy Algorithms For Control**, A.B.D. Kluwer Academic Publisher, 1999

