

Araştırma Makalesi

Bulanık Doğrusal Programlama ile En İyi Portföy Seçimi: Bankacılık Endeksi Örneği

The Best Portfolio Choice with Fuzzy Linear Programming: An Example of a Banking Index

Adem ALTAY

Dr. Öğretim Üyesi, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi

İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

İşletme Bölümü

adem.altay@hbv.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0002-2089-2507>

Makale Geliş Tarihi	Makale Kabul Tarihi
05.05.2023	15.06.2023

Öz

Genel olarak finansal yatırım portföyü, yatırımcıların risk ile getiri beklentilerini dikkate alarak oluşturulur. En iyi portföyü oluşturma süreci, portföy yönetimi olarak isimlendirilebilir. Bir yatırımcının en büyük sermayesi iyi bir portföy hazırlamaktır. Bu çalışmada, finans alan yazınında bulanık mantık kullanan Hiroshi Konno ve Hiroaki Yamazaki (1991) modeli kullanılıp, BİST Bankacılık Endeksinde (XBANK) yer alan on bankanın hisse senetlerinin 02 Ocak 2021 – 31 Aralık 2021 dönemi arasındaki aylık kapanış fiyatlarını kullanarak modelleme yapılmıştır. Çalışmada oluşturulan model WinQSB v.1.0 paket programı yardımıyla çözümlenmiştir. Çözüm sonuçlarına göre; beklenen getirinin 0,52 değerinde bulanıklaştırılması ile en iyi portföyde dört tane banka AKBNK, GARAN, ISCTR ve YKBNK banka hisse senedi vardır. Bu modelde en küçükleme risk oranı ise 1.834 olmuştur. Beklenen getiri oranının 1.02 değerinde bulanıklaştırılmasıyla ulaşılan amaç fonksiyonu değeri 1.246 olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Portföy Seçimi, Bulanık Doğrusal Programlama, Bankacılık Endeksi, BİST

Abstract

In general, a financial investment portfolio is created taking into account the risk and return expectations of investors. The best business portfolio creation process can be called portfolio management. The greatest capital of an investor is to prepare a good portfolio. In this study, the literature uses fuzzy logic in the field of Finance Hiroshi Konno and Hiroaki Yamazaki (1991) model is used, whether the BIST Banking Index (XBANK) ten banks in the stocks of 02 January 2021 – December 31, 2021, using the modeling of monthly closing prices between the period reviewed. The model created in the study was analyzed with the help of the WinQSB v.1.0 package program. According to the solution results; The best portfolio includes four bank stocks AKBNK, GARAN, ISCTR and YKBNK, with expected return blurred by 0.52. In this model, the smallest risk ratio was 1.834. The objective function value reached by blurring the expected rate of return to 1.02 was 1.246.

Keywords: Portfolio Selection, Fuzzy Linear Programming, Banking Index, BIST

1. Giriş

Bir ekonomi içinde piyasa güdüsü ile hareket eden yatırımcılar finansal piyasa ekonomisinin en önemli unsurlarıdır. Yatırımcılar finansal alanda yatırım kararlarını çoğunlukla risk ve belirsizlik unsurlarını dikkate alarak vermektedir. Klasik finans teorisi açısından yatırımcının finansal karar verme yöntemi finansal varlıkların geçmiş dönem verilerini kullanarak gelecek dönemdeki fiyatı tahmin etme sürecine dayalıdır. Bir portföy modelinde finansal yatırım araçlarının geçmiş dönem fiyat verileri kullanıldığında bu veriler içinde sosyo - ekonomik göstergelerin etkisi ve fiyat istikrarsızlıkları (aşırı dalgalı hareketler) gibi oluşturulan portföy modellerine yansıtılması zor olan durumlar karşımıza çıkabilir. Bu etkileri

Önerilen Atıf /Suggested Citation

Altay, A., 2023 Bulanık Doğrusal Programlama ile En İyi Portföy Seçimi: Bankacılık Endeksi Örneği, *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 58(2), 1600-1611

gidermek ya da etkilerini azaltmak için portföy modellerinde üstel düzeltme, hareketli ortalamalar yöntemi ile düzeltme gibi bazı ekonometrik ve istatistiksel yöntemler ile modellere müdahaleler yapılmaktadır. Bu müdahalelerin yapıldığı trend (zaman) analizi, regresyon analizi veya farklı zaman serisi analizleri finansal varlıkların gelecekteki fiyatlarını tahmin etmek istenildiğinde sonuçların güvenilirliği azalmaktadır.

Bir yatırımcı sahip olduğu mevcut olanakları kullanarak getiri beklentilerine karşılık bulmak ister. Bu durumda yatırımcı, yaptığı taramalar ve mevcut olanakları doğrultusunda, bir portföy modeli sistem çözümünü zorlaştıracak kesin değerlerin yerine piyasadaki belirsizliğe daha kolay biçimde adapte olabilecek kısıtlara bağlı kalarak portföy modeli sisteminin tamamında iyileştirme sağlayacak bir model önerisi ister. Yatırımcı finansal yatırımından en yüksek verimi sağlamak için portföy yönetimi ve alım satım / karar verme sürecinde izleyeceği yolu net olarak bilmek ister. Mevcut finansal yatırımını korumak ve hatta büyütmek isteyen yatırımcı belirsizliği içerecek şekilde belirli amaç ve kısıtlar kullanan bulanık doğrusal programlama modelinden yararlanarak bir portföy modeli oluşturmak isteyebilir.

Bu çalışmada, BIST X BANK bankacılık endeksinde yer alan on adet banka hisse senedine ait bir portföy oluşturulmaya çalışılmıştır. Problemin modellenmesinde bazı belirsizliklerin söz konusu olması sebebiyle bulanık doğrusal programlama yönteminden yararlanılacaktır. Çalışmada en büyük getiri ya da en düşük risk gibi birbirleri ile çelişen bir kısmının bulanık olduğu amaçların bulunduğu en iyi portföy oluşturma probleminin çözümünün bulunabilmesi için gerekli olan modelinin nasıl oluşturulabileceği araştırılmıştır. Çalışma beş bölüm içermektedir. Giriş bölümü ilk bölümdür. Çalışmanın ikinci bölümünde yakın zamanda yapılmış farklı konuları içeren literatür taraması yapılmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümünde; bulanık mantık kullanan Hiroshi Konno ve Hiroaki Yamazaki (1991) modeline ilişkin bilgiler verilmiş ve alan yazın çalışmaları anlatılmıştır. Dördüncü bölümde, Hiroshi Konno ve Hiroaki Yamazaki (1991) modeli kullanılarak BIST Bankacılık endeksinde yer alan on bankanın hisse senetlerinden oluşan en iyi portföy oluşturma problemi tanımlanmıştır. Çalışmanın beşinci ve son bölümünde uygulama sonuçları detaylandırılmıştır.

2. Literatür Taraması

İbrahim Güngör, Meltem Aycan ve Yusuf Demir (2005) Borsa İstanbul'da işlem gören tüm sektörlerden getirisi faizden yüksek olan 114 hisse senedine modeli uygulamış ve farklı sürelerde farklı risk algısına göre optimal portföy oluşturma önerileri sunmuşlardır.

İrfan Ertuğrul ve Dilek Pelitli'de (2008) çalışmalarında bulanık mantık ve portföy seçimi hakkında bilgiler vererek BİST'te bir uygulama yapmışlardır.

Nuri Avşarlıgil (2020) makalesinde Verdegay bulanık doğrusal programlama modeli ile portföy seçimi konusunu ele almıştır. Bu çalışmada hisse senetlerinin fiyatı değil de BİST endeksleri dikkate alınmış ve yüksek kazanç sağlayacak portföy oluşturulmaya çalışılmıştır.

Bulanık doğrusal programlama portföy seçiminin yanı sıra, bir işletmede optimal karı sağlayacak mamul seçiminde veya üretim metodu seçiminde de kullanılmaktadır. Örneğin; Abdülkerim Güler ve Hüdaverdi Bircan (2021) BİMS üretiminde Wernes yaklaşımı ile maliyetleri minimum ve karı maksimum yapacak üretim metodunu geliştirmeyi örneklemişlerdir. Aynı şekilde farklı çalışmalarda farklı ürünlerin üretim aşamasında karar verme yöntemi olarak da bulanık doğrusal programlama yöntemi kullanılmıştır.

Bizim çalışmamızda da ise bankacılık sektörü dikkate alınarak, daha spesifik bir alanda optimal portföy oluşturma yöntemi açıklanacaktır. Ayrıca aşağıda üçüncü bölümde de bulanık mantığın gelişimi kısaca özetlenmiştir.

3. Amaç ve Yöntem

Çalışmada, optimal portföy oluşturulması amacıyla bulanık doğrusal programlama modeli kullanılacaktır. Bu kısımda, modelin kullanılma nedeni, bulanık mantık kavramının gelişimi açıklanmaya çalışılmış ve bulanık mantık kullanılarak doğrusal programlama modeli oluşturulmuştur.

Akılcı yatırımcılar en fazla getiriyi en az riskle sağlamaya çalışırlar. Buna göre yatırımcılar portföylerini belirlerken en uygun risk ile getiri fırsatlarını değerlendirmek ister. Optimal portföy oluşturmada

kullanılan klasik regresyon yöntemleri, izole, temel ve anlaşılır vakalardan oluşan portföy problemlerin çözümünde etkin sonuçlar vermesine rağmen, kompleks ve etkileşimli portföy problemlerinin çözümünde yetersiz olabilmektedir. Teknolojideki gelişimlere bağlı olarak da teorideki hızlı gelişim paralel olarak yatırım karar süreçlerinde de komplekslik artmış belirsizliği de yükselmiştir. Tüm bu açıklanan süreç klasik regresyon yöntemleri ile portföy problemlerin çözümünü sonuçsuzluğa sürüklemektedir. Gerçek piyasalara ilişkin portföy problemlere incelendiğinde, model parametreleri kesinlikli değildir ve daha fazla belirsizlik içermektedir (Koyuncugil,1999, s. 6).

Bulanık küme konsepti, temel matematik kurallarının eksik kaldığı, belirsizlik ya da kesin olmayan karar verme süreçlerine, kesinlik kazandırıp çözümdeki çıkmazlığı elimine eden, kavramlar ve çözümler ortaya koymaktadır. Karmaşıklık kavramı farklı formlarda ortaya çıkabilir. Eğer eksiksiz ve kesin olmayan durumlar varsa, belirsizlik gözlemleniyorsa buna “bulanık” denir. Bulanık mantık, bir olayla ilgili tam ve kesin bilginin oluşturamadığı durumlar için doğru karar almayı sağlar. Özünde insan zekâ ve düşünme tarzını baz alan bulanık mantık teoremi, dünyada birçok alanda uygulanma bulmasına karşın, ülkemizde henüz yeterince uygulama olanağı sahip olamamıştır.

Genel olarak doğrusal programlama modelinin çözümlerine kıyasla, bulanık doğrusal programlama modelinin gerek yatırımcılar gerekse portföy yöneticileri için çok daha fazla bilgi verdiği ve daha anlamlı sonuçlar ortaya koyduğu görülmüştür. Ayrıca optimal portföy oluşturma sürecinde, modele ilave edilen tercih kısıtlarının optimal portföyde yer alacak hisse senedi sayısını ve yatırım oranlarını da etkilemektedir (Erdaş, M. L. ve Demir, Y. 2016).

Bulanık mantık teoremi ilk kez, Lotfi Zadeh (1965) tarafından alan yazında tartışılmış ve hızla ilerleyerek farklı alanlarda kullanılmıştır. Yetmişli yıllardan sonra özellikle Japonya’da bulanık mantık ve bulanık sistem kavramları öne çıkmıştır. Sonrasında tüm dünyada diğer ülkelerde de fazla kullanım bulmuştur. Bulanık mantık bir belirsizlik temsilcisi olarak görülebilir. Alan yazında eskiden belirsizlik kavramını açıklamak ve çözümlmek için olasılık teorisi kullanılırdı. Bulanıklık deterministik bir belirsizlik kavramı olduğu için olasılık teorisinden ayrılmaktadır. Sonrasında matematikte ve istatistik belirsizlik durumlarında çözüm için birlikte kullanılmıştır. Bulanık mantık iki durumda geçerlidir. Bu durumlar: (Bekçi, 2001, s. 88).

- Bir olayın çok kompleks yapıda olması ve olayla ilgili yeterli bilginin sağlanamadığı durumlarda karar vericinin kişisel görüş ve değer yargılarına göre davranılması,
- Karar vericinin muhakeme gücü, olaylara bakış açısı ve verilen kararlara ihtiyaç duyan durumlardır.

Bir kompleks problemin çözümü için bulanık mantık kullanılması mutlak çözümün olacağının anlamına gelmez. Fakat çözüme karar vericinin düşünceleri ile çözüm için kullanılabilecek sözel çıkarımların çözüm içine alınmasını sağladığı için daha kullanılabilir, anlaşılabilir bir sonuç çıkarılabilir. Son dönemlerde alan yazında Aristo mantığı ile çözüm bulunması yerine belirsizlik kavramını da içeren bulanık mantık daha fazla tercih edilmeye başlanmıştır. Yani aslında yöntemler geleneksel yapısından belirliliği dikkate alan yaklaşımlardan daha modern düşünce akımına yani belirsizliği dikkate alan yaklaşımlara doğru kayma göstermiştir. Geçmişten günümüze kadar bulanık mantık kavramı ve teorik gelişimi ve aşamaları aşağıda Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1: Geçmişten Günümüze Bulanık Mantık Kavramı ve Teorik Gelişimi

Lotfi A. Zadeh (1965), “Bulanık küme kavramının ortaya atılması”
Peter Marinos (1966), “Bulanık mantık kavramının ortaya çıkışı”
F., E., Mamdani ve S., Assilian (1975), “Buhar makinesinin kontrol sistemine birleştirilmesi”
F., L., Smidth (1980), “Bulanık mantığın ilk kez çimento sanayiinde uygulamasının yapılması”
(1987), “Bulanık mantığın Sendai metrosunda otomatik tren denetimi konusunda kullanılması”
Yamaichi Security (1988), “Tokyo borsasında hisse senedi portföyü için uzman sistem kullanımı”
(1989), “Japonya’da Laboratory for Interchange Fuzzy Engineering (LIFE) laboratuvarının kurulması”

Kaynak: Keskenler, M., F., ve Keskenler, F. E., (2017)

Bir karmaşık problemin çözümünde bulanık mantığın kullanılabilmesi için üç temel kriteri sağlaması lazımdır. Bu kriterlerden birincisi oluşturulacak olan bulanık kümenin normal olması gereklidir. Yani küme elemanlarından birinin en büyük üyelik derecesine bir değerine sahip olması lazımdır. İkinci kriter bulanık kümenin tek düze olması gereklidir. Bunun sağlanabilmesi için küme içinde üyelik derecesi bir olan elemanın sağ ve sol yanındaki diğer elemanlarında üyelik derecesinin bire eşit ya da yakın değerde olması lazımdır. Üçüncü kriter ise bulanık kümenin simetrik özellikte olması gereklidir. Yani ikinci kriterde olduğu gibi üyelik derecesi bir olan elemanın sağ ve sol yanındaki öğelerin eşit şekilde dağılması ve üyelik derecelerinin sağ ve solda birbirlerine yakın olması gerekliliğidir.

Bulanık mantık yardımıyla bir model oluşturulurken modelin komplekslik, güvenilirlik ve belirsizlik şeklinde sıralanmış olan üç temel kriteri içeren ve bunlar arasında olabildiğince sıkı ilişki olacak şekilde modelin oluşturulmasına dikkat edilmelidir. Genel anlamda bir model içinde çok fazla belirsizlik varsa kompleksliğin azalmasına ve modelde, belirsizlikten en iyi şekilde yararlanılıp, her bir model parametrelerinin çözüm değerini hesaplayabilecek yöntemler geliştirmek esas amaç olmalıdır. Bu şekilde belirsizlik, modelleme içinde temel olur ve amaca uygun olacak şekilde modelin diğer temel kriterlerinin elde edilmesini sağlar.

En iyi portföyü oluşturma sürecinde, oluşturulan alternatif portföylerin denetiminin sağlanabilmesi için sürecin dinamik olmasına izin veren bir modele ihtiyaç vardır. Süreç içinde gelişen durumlar, matematiksel bir model olarak ifade edilebilir şekilde oluşturulmalıdır. En iyi çözümün bulanık mantık çerçevesinde elde edilmesi için bu çalışmada daha önce tanımlanan Hiroshi Konno ve Hiroaki Yamazaki (1991) tarafından geliştirilmiş olan model ve yardımcı değişkenler kullanılarak aşağıdaki model tanımlanmıştır.

Amaç Fonksiyonu:

(1)

$$\text{En Küçük } Z = -A * \alpha + \frac{\sum_{t=1}^T |\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j|}{T}$$

Kısıtlayıcı Koşullar:

$$y_t + \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq 0$$

$$y_t - \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^n r_j x_j \geq (\rho * M_0) - B * \delta^-$$

$$\sum_{j=1}^n x_j = M_0$$

$$\alpha + \delta^- = 1$$

$$\delta^- \geq 0$$

$$0 \leq \alpha \leq 1$$

$$0 \leq x_j \leq u_j$$

Negatif Olmama Koşulu:

$$y_t \geq 0$$

(1) nolu eşitlikte T, dönem sayısı, t, T dönemi içinde yer alan herhangi bir dönemi, ρ , beklenen getiri oranını, α , beklenen getiri oranından vazgeçilebilecek miktarının kullanılmama oranını ve δ^- , beklenen getiri oranından vazgeçilebilecek miktarının kullanılma oranını, r_j , j. ci hisse senedine ait beklenen

getiri oranını, u_j , j. ci hisse senedine yapılacak olan yatırım değerinin üst sınırını, M_0 , toplam yatırım bütçesini ve x_j j. ci hisse senedine yapılan yatırım değerini göstermektedir.

4. Bulgular

BIST Bankacılık Endeksinde Bulanık Doğrusal Programlama ile optimal portföy oluşturulabilmesi için BIST bankacılık endeksinde yer alan on bankaya ait hisse senetlerinin aylık getiri değerleri on iki aylık dönem (2021) için hesaplanmış ve hesaplamada kullanılan fonksiyonlar ile elde edilen bulgulara aşağıda yer verilmiştir. Tablo 2’de ilgili bankalar gösterilmektedir.

Tablo 2: Modelde Yer Alan Banka Hisse Senetleri

Banka	Kodu	Model
Akbank T.A.Ş	AKBNK	X_1
Albaraka Türk Katılım A.Ş.	ALBRK	X_2
Garanti BBVA	GARAN	X_3
Türkiye Halk Bankası	HALKB	X_4
ICBC Turkey	ICBCT	X_5
Türkiye İş Bankası C	ISCTR	X_6
Şekerbank T.A.Ş	SKBNK	X_7
TSKB	TSKB	X_8
Vakıfbank	VAKBN	X_9
Yapı Kredi Bankası	YKBNK	X_{10}

Oluşturulan en iyi portföy modelinin amaç fonksiyonu her bir dönem için ayrı ayrı t dönemindeki banka hisse senetlerinin getiri değerlerinin ilgili bankanın hisse senedinin ortalama getiri değerinin farkının alınması ve bu değerın mutlak değerinin kullanılması ile $a_{ij} = r_{jt} - r_j$, $\sum_{t=1}^T |\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j|$ oluşturulan y_t fonksiyonunun toplam değerinin en küçük yapılması şeklinde oluşturulmuştur.

Modelde kısıtlayıcı koşul sayısı $2T + 2$ ’dir. Çalışmada kullanılan Hiroshi Konno ve Hiroaki Yamazaki (1991) doğrusal programlama modelinde on bankanın hisse senedi ve bir yıl için on iki aylık dönem vardır. O halde modelde yirmi altı tane kısıtlayıcı koşul yer alacaktır. Kısıtlayıcı koşulların bir kısmı döneme bağlı kısıtlardır. Bütçe kısıtı, yatırım yapılacak banka hisse senetleri ile ilgili üst ve alt sınır kısıtları, her bir banka hisse senedine yapılacak yatırım payı ile yine her bir banka hisse senedinin ortalama getirilerinin çarpımının toplam değerinin ortalama getiri ile toplam yatırım tutarı çarpımından büyük veya eşit olması kısıtı ile model tanımlanmıştır. Bulanık mantık modelinde tanımlanan kısıtlardan birinde eşitliğin sağ yan değeri eksi olarak vazgeçilebilecek beklenen getiri miktarı δ^- olarak tanımlanmıştır. δ^- ’nın katsayısı olan β , % 0.52 olarak alınmıştır.

Amaç Fonksiyonu:

(2)

$$\text{En Küçük } Z = \frac{(y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + y_{10} + y_{11} + y_{12}) * -0.05\alpha}{12}$$

Kısıtlayıcı Koşullar:

$$y_1 + 6.35x_1 - 8.76x_2 + 9.26x_3 + 4.68x_4 - 10.00x_5 + 10.86x_6 - 3.31x_7 + 2.25x_8 - 7.43x_9 + 6.49x_{10} \geq 0$$

$$y_1 - 6.35x_1 + 8.76x_2 - 9.26x_3 - 4.68x_4 + 10.00x_5 - 10.86x_6 + 3.31x_7 - 2.25x_8 + 7.43x_9 - 6.49x_{10} \geq 0$$

$$y_2 + 6.32x_1 - 5.21x_2 + 4.89x_3 - 1.13x_4 + 14.41x_5 + 9.29x_6 + 9.59x_7 + 8.24x_8 + 4.36x_9 + 6.60x_{10} \geq 0$$

$$y_2 - 6.32x_1 + 5.21x_2 - 4.89x_3 + 1.13x_4 - 14.41x_5 - 9.29x_6 - 9.59x_7 - 8.24x_8 - 4.36x_9 - 6.60x_{10} \geq 0$$

.....

.....

$$y_{12} - 9.28x_1 + 7.94x_2 + 2.18x_3 + 6.64x_4 + 11.85x_5 - 9.12x_6 + 9.73x_7 + 3.36x_8 + 2.16x_9 - 6.29x_{10} \geq 0$$

$$y_{12} + 9.28x_1 - 7.94x_2 - 2.18x_3 - 6.64x_4 - 11.85x_5 + 9.12x_6 - 9.73x_7 - 3.36x_8 - 2.16x_9 + 6.29x_{10} \geq 0$$

$$0.83x_1 - 0.50x_2 + 1.35x_3 - 1.33x_4 - 1.23x_5 + 0.65x_6 - 3.01x_7 + 1.35x_8 - 1.92x_9 + 1.27x_{10} \geq 1.533 * 1 - 0.52$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} = 1$$

$$\alpha + \delta^- = 1$$

$$\delta^- \geq 0$$

$$0 \leq \alpha \leq 1$$

$$y_t \geq 0$$

(2) nolu eşitlikte bulanık mantık yardımıyla oluşturulan amaç fonksiyonu ve kısıtlayıcı koşullar ile tanımlanan bulanık doğrusal en iyi portföy modeli veri olarak alınmış ve WinQSB v.1.0 bilgisayar paket program kullanılarak aşağıda Tablo 3’de verilen sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 3: Bulanık Doğrusal En İyi Portföy Modeli Sonuçları

<i>Karar Değişkeni</i>	<i>Banka Hisse Senetleri</i>	<i>Yatırım Oranı</i>
X ₁	Akbank T.A.Ş (AKBNK)	0,40
X ₃	Garanti BBVA (GARAN)	0,18
X ₆	Türkiye İş Bankası C (ISCTR)	0,24
X ₁₀	Yapı Kredi Bankası (YKBNK)	0,18

Tablo 3’de verilen sonuçlar incelendiğinde en iyi portföy içinde Akbank T.A.Ş (AKBNK) ait hisse senedinin % 40 oranında, Türkiye İş Bankası C (ISCTR)’in % 24 oranında ve Garanti BBVA (GARAN) ile Yapı Kredi Bankası (YKBNK) % 18 oranında olması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. İlgili portföy için beklenen aylık getiri oranından vazgeçilebilecek değer 0,52 olarak alınmıştır. Beklenen getiri değerinden vazgeçilebilecek miktar 0,52 yerine 1,02 olması halinde hesaplanan en iyi portföy sonuçları Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4: Bulanık Doğrusal Alternatif Portföy Modeli Sonuçları

<i>Karar Değişkeni</i>	<i>Banka Hisse Senetleri</i>	<i>Yatırım Oranı</i>
X ₁	Akbank T.A.Ş (AKBNK)	0,54
X ₃	Garanti BBVA (GARAN)	0,15
X ₆	Türkiye İş Bankası C (ISCTR)	0,31

Tablo 4’de verilen sonuçlar incelendiğinde en iyi portföy içinde Akbank T.A.Ş (AKBNK) ait hisse senedinin % 54 oranında, Türkiye İş Bankası C (ISCTR)’in % 31 oranında ve Garanti BBVA (GARAN) % 15 oranında olması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Beklenen getiri değerinden vazgeçilebilecek miktarın artması portföye giren banka senetlerinde bir değişiklik yapmamıştır. Sadece Yapı Kredi Bankası (YKBNK) portföyden çıkmıştır. Beklenen getiri değerinden vazgeçilebilecek miktarın artması portföy çeşitlendirmesini azaltıcı etki yaratmaktadır.

5. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada bulanık doğrusal programlama modelinin BIST XBANK endeksi içinden en iyi portföyün kurulması denenmiştir. İlk olarak bulanık mantık kavramı anlatılmış ve modelin bulanık mantık yöntemine dayalı olarak kısıtlayıcı koşulların bulanıklaştırılmasıyla elde edilen bulanık doğrusal programlama modeli oluşturulmuş ve yatırımcılara bu model ile portföy oluşturmaları tavsiyesi verilmiştir. Kurulan bu modellerden hareketle BIST XBANK bankacılık endeks verilerinden ve bu endekste işlem gören banka hisse senetlerinden yararlanılmış ve en iyi portföy oluşturularak alternatiflerin sonuçları karşılaştırılmış yorumlanmıştır.

BIST XBANK bankacılık endeksinde yer alan on bankanın AKBNK, ALBRK, GARAN, HALKB, ICBCT, ISCTR, SKBNK, TSKB, VAKBN ve YKBNK hisse senetlerine ait aylık veriler (01.2021-12.2021) kullanılarak, bulanık doğrusal programlama modeli ile en iyi portföy en uygun şekilde hesaplanmıştır. Çalışmanın uygulama bölümünde önerilen model ile en az risk düzeyinde oluşturulan en iyi portföyün hangi banka hisse senetlerini içerdiğini ve bu banka hisse senetlerinin portföyde hangi oranlarda olması gerektiği önerilen bulanık doğrusal programlama portföy modeliyle çözümlenmiştir.

Bulanık doğrusal programlama modeli amaç fonksiyonu ile riskin en azlanması amaçlanmıştır. Bu amacı sağlamak için belli bir dönemdeki herhangi bir banka hisse senedinin aylık getirisi ile ilgili banka hisse senedinin ortalama getirisinin farkının mutlak değeri alınarak elde edilen değer, on iki dönem ve on banka hisse senedi için tekrarlanmış, risk olarak tanımlanan karar değişkenlerinin katsayıları hesaplanmış ve amaç fonksiyonuna, vazgeçilebilecek beklenen getiri oranının kullanılmama oranı eklenmiştir. Bulanık doğrusal programlama modelinin kısıtlarından bir tanesi de, ortalama getiriden sapmanın oluşturduğu ve mutlak değer şeklinde modele koyulan her bir y değişkeni için on iki dönem, on banka hisse senedi için hesaplamayı gösteren kısıttır. Ayrıca bulanık doğrusal programlama modelinde yer alan bir diğer kısıt, her bir banka hisse senedinin yatırım payı ile ortalama getirilerinin çarpımlarının, beklenen getiriye eşit veya büyük olmasıdır. Bu kısıtta vazgeçilebilecek beklenen getiri oranının kullanılmama oranı eksi işaretli eşitliğin sağ tarafına eklenmiştir. Ayrıca yatırımcı için bütçe payında alt ve üst sınır belirtilmemiştir.

Çalışmada tercih edilen Bulanık doğrusal programlama modeline girdi olarak koyulan veri seti ile kısıtlayıcı koşullar WinQSB v.1.0 paket programı yardımıyla çözülmüştür. Bulanık mantıkla en iyi portföy elde edilmiştir. Bu en iyi çözüm oluşturulurken beklenen getiri oranının 0,52 ve 1,02 değerlerinde bulanıklaştırma ile sağlanmış ve her bir bulanıklaştırma sonrasında en iyi çözümler tekrar hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; beklenen getirinin 0,52 değerinde bulanıklaştırılması ile en iyi portföyde dört tane AKBNK, GARAN, ISCTR ve YKBNK banka hisse senedi vardır. Bu modelde en küçükleme risk oranı ise 1.834 olmuştur. Beklenen getiri oranının 1.02 değerinde bulanıklaştırılmasıyla ulaşılan amaç fonksiyonu değeri % 1.246 olmuştur.

Model sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde; risk almayı seven bir yatırımcı oluşturacağı portföy yatırımından dolayı yüksek getiri beklerken, ortaya çıkan risk değerine de katlanmak durumundadır. Fakat buna karşın riske karşı muhafazakâr olan bir yatırımcının ise, portföy yatırımından dolayı umduğu getiri değerini bir birim azaltmakla maruz kalacağı risk oranı da azalmaktadır. Bu nedenle riske karşı muhafazakâr olan bir yatırımcı bulanık mantık kullanan bulanık doğrusal programlama portföy modeline göre yatırım yaparsa daha az risk ile daha fazla kazanç (getiri) elde edebilir.

Ekler**Ek 1. XBANK Hisse Senetlerinin Varyans – Kovaryans Değerleri**

	AKBNK	ALBRK	GARAN	HALKB	ICBCT	ISCTR	SKBNK	TSKB	VAKBN	YKBNK
AKBNK	0,847	0,086	1,304	0,202	0,170	0,896	0,034	0,116	0,209	0,492
ALBRK	0,086	0,051	0,080	0,055	0,117	0,074	0,028	0,038	0,067	0,045
GARAN	1,304	0,080	2,394	0,220	0,112	1,367	-0,010	0,119	0,200	0,778
HALKB	0,202	0,055	0,220	0,183	0,162	0,185	0,055	0,070	0,156	0,085
ICBCT	0,170	0,117	0,112	0,162	0,397	0,154	0,088	0,103	0,190	0,084
ISCTR	0,896	0,074	1,367	0,185	0,154	0,981	0,028	0,113	0,201	0,536
SKBNK	0,034	0,028	-0,010	0,055	0,088	0,028	0,029	0,030	0,064	0,007
TSKB	0,116	0,038	0,119	0,070	0,103	0,113	0,030	0,040	0,078	0,057
VAKBN	0,209	0,067	0,200	0,156	0,190	0,201	0,064	0,078	0,168	0,092
YKBNK	0,492	0,045	0,778	0,085	0,084	0,536	0,007	0,057	0,092	0,305

Ek 2. XBANK Hisse Senetlerinin Aylık Getiri Değerleri

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
AKBNK	-6,35	-6,32	-22,37	3,18	6,16	2,90	-1,32	12,57	-9,81	9,94	12,12	9,28
ALBRK	8,76	5,21	-18,92	-11,11	-0,63	-5,66	0,00	-2,00	12,93	6,63	6,78	-7,94
GARAN	-9,26	-4,89	-25,14	7,76	9,97	5,04	1,80	16,37	-6,48	6,60	16,55	-2,18
HALKB	-4,68	1,13	-19,03	-1,15	3,26	16,03	-10,51	3,48	-9,66	3,02	8,80	-6,64
ICBCT	10,00	-14,41	0,98	-17,31	-1,96	6,19	-2,63	-1,74	13,16	-6,94	11,75	-11,85
ISCTR	-10,86	-9,29	-13,96	0,00	4,52	1,38	1,74	9,71	-9,90	8,48	16,87	9,12
SKBNK	-3,31	-9,59	-9,85	-8,40	1,83	-3,60	-3,74	1,94	-7,62	4,12	11,88	-9,73
TSKB	2,25	-8,24	-18,56	-7,35	5,56	-4,51	-2,36	7,26	-9,02	6,61	15,50	-3,36
VAKBN	-7,43	-4,36	-16,79	-1,44	3,22	0,85	-2,81	3,76	-8,91	5,20	7,85	-2,16
YKBNK	-6,49	-6,60	-18,22	-4,55	2,38	1,40	8,72	10,97	-7,98	12,81	16,48	6,29

Kaynakça

- Avşarlıgil, N. (2020). Bulanık Programlamayla Portföy Optimizasyonu Üzerine Bir Uygulama. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (38), 197-209 .
- Bekçi, İ. (2001). *Optimal Portföy Oluşturulmasında Bulanık Doğrusal Programlama Modeli ve IMKB’de Bir Uygulama*. (Doktora Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Erdaş, M. L. ve Demir, Y. (2016). Bulanık Doğrusal Programlama Yöntemiyle Bir Portföy Optimizasyonu Modelinin Geliştirilmesi: Bist 30 Endeksinde Bir Uygulama. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(45), 768-789.
- Ertuğrul İ., ve Pelitli, D. (2008). Portföy analizinde bulanık mantık yaklaşımı. *İktisat İşletme ve Finans, Bilgesel Yayıncılık*, 23(265), 91-113.
- Güler, A. & Bircan, H. (2021). Bulanık Doğrusal Programlama ve BIMS Üretim İşletmesinde Bir Uygulama. *Turkish Studies - Economy*, 16(2), 823-837.

- Güngör, İ., Aycan, M. ve Demir, Y. (2005). Bulanık Ortamda Portföy Optimizasyonu. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 5 (10), 104-120.
- Keskenler, F. M. ve Keskenler, E. F., (2017). Bulanık Mantığın Tarihi Gelişimi. *Takvim-i Vekayi*, 5(1), 1-10.
- Konno, H. ve Yamazaki, H. (1991). Mean - Absolute Deviation Portfolio Optimization Model and Its Applications to Tokyo Stock Market. *Management Science*, 37(5), 519 - 531.
- Koyuncugil, A. S. (1999). *Stokastik Hedef Programlamaya Bulanık Algoritma Yaklaşımı ve Yatırım Problemine Uygulanması*. (Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Mamdani, E., H. ve Assilian, S. (1975). An Experiment in Linguistic Synthesis with a Fuzzy Logic Controller. *International Journal of Man-Machine Studies*, 7, 1-13.
- Marinos, P. (1966). *Fuzzy Logic*. Bell Telephone Labs., Technical Memorandum. 66-3341-1.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8(3), 338 - 353.

Research Article**Bulanık Doğrusal Programlama ile En İyi Portföy Seçimi: Bankacılık Endeksi Örneği***The Best Portfolio Choice with Fuzzy Linear Programming: An Example of a Banking Index***Adem ALTAY**

Dr. Öğretim Üyesi, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi

İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

İşletme Bölümü

adem.altay@hbv.edu.tr<https://orcid.org/0000-0002-2089-2507>**Extensive Summary**

Investors who act with market motivation in an economy are the most important elements of the financial market economy. Investors mostly make their investment decisions in the financial field by taking into account the risk and uncertainty factors. In terms of classical finance theory, the investor's financial decision-making method is based on the process of estimating the price in the future using the past period data of financial assets. When historical price data of financial investment instruments are used in a portfolio model, we may encounter situations that are difficult to reflect on portfolio models such as the effect of socio-economic indicators and price instabilities (extremely volatile movements) within these data.

An investor wants to meet his/her return expectations by using the available opportunities. In this case, the investor requests a model proposal that will improve the entire portfolio model system by adhering to the constraints that can more easily adapt to the uncertainty in the market, instead of the exact values that will complicate the solution of a portfolio model system, in line with his scans and available possibilities. The investor wants to know clearly the path to be followed in the portfolio management and trading / decision-making process in order to obtain the highest efficiency from his financial investment. Investors who want to protect or even grow their current financial investment may want to create a portfolio model by using the fuzzy linear programming model, which uses certain objectives and constraints to include uncertainty.

In this study, a portfolio of ten bank stocks in the BIST XBANK banking index was tried to be created. Since there are some uncertainties in modeling the problem, fuzzy linear programming method will be used. In the study, it has been researched how to create the necessary model to find the solution of the best portfolio creation problem, where some of the conflicting goals such as the highest return or the lowest risk are fuzzy.

Rational investors try to get the most return with the least risk. Accordingly, investors want to evaluate the most appropriate risk and return opportunities while determining their portfolios. Although the classical regression methods used in creating an optimal portfolio give effective results in solving portfolio problems consisting of isolated, basic and understandable cases, they may be insufficient in solving complex and interactive portfolio problems.

The fuzzy set concept introduces concepts and solutions that provide certainty and eliminate the deadlock in the solution to uncertain or imprecise decision-making processes where the basic mathematical rules are missing. Fuzzy logic provides correct decision making for situations where complete and precise information about an event cannot be formed. The fuzzy logic theorem was first discussed in the literature by Lotfi Zadeh (1965) and used in different fields by rapidly progressing. In the literature, probability theory was used to explain and analyze the concept of uncertainty in the past.

Since fuzziness is a deterministic uncertainty concept, it differs from probability theory. It was then used together for the solution in mathematical and statistical uncertainty situations.

The monthly return values of the stocks of ten banks in the BIST banking index for the shares included in the model used in the study were calculated within a twelve-month period (2021). The objective function of the best portfolio model created is $a_{ij} = r_{jt} - r_j$, by taking the difference between the return values of the bank's stocks in the t period separately for each period and the average return value of the relevant bank's stock and using the absolute value of this value. $\sum_{t=1}^T |\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j|$ It was created by minimizing the total value of the y_t function created.

The number of constraining conditions in the model is $2T+2$. Hiroshi Konno and Hiroaki Yamazaki (1991) linear programming model used in the study has stocks of ten banks and a twelve-month period for one year. Then there will be twenty-six constraining conditions in the model. Some of the restrictive conditions are period restrictions. The model is modeled with the budget constraint, the upper and lower limit constraints on the bank stocks to be invested, the investment share to be made in each bank stock and the total value of the product of the average returns of each bank stock is greater or equal to the product of the average return and the total investment amount. has been defined. In one of the constraints defined in the fuzzy logic model, the right side value of the equality minus the expected return amount that can be given up is defined as δ^- . The coefficient of δ^- , β , was taken as 0.52%.

Purpose Function:

(1)

$$\text{Min } Z = \frac{(y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + y_{10} + y_{11} + y_{12}) * -0.05\alpha}{12}$$

Subject to:

$$y_1 + 6.35x_1 - 8.76x_2 + 9.26x_3 + 4.68x_4 - 10.00x_5 + 10.86x_6 - 3.31x_7 + 2.25x_8 - 7.43x_9 + 6.49x_{10} \geq 0$$

$$y_1 - 6.35x_1 + 8.76x_2 - 9.26x_3 - 4.68x_4 + 10.00x_5 - 10.86x_6 + 3.31x_7 - 2.25x_8 + 7.43x_9 - 6.49x_{10} \geq 0$$

$$y_2 + 6.32x_1 - 5.21x_2 + 4.89x_3 - 1.13x_4 + 14.41x_5 + 9.29x_6 + 9.59x_7 + 8.24x_8 + 4.36x_9 + 6.60x_{10} \geq 0$$

$$y_2 - 6.32x_1 + 5.21x_2 - 4.89x_3 + 1.13x_4 - 14.41x_5 - 9.29x_6 - 9.59x_7 - 8.24x_8 - 4.36x_9 - 6.60x_{10} \geq 0$$

.....

.....

$$y_{12} - 9.28x_1 + 7.94x_2 + 2.18x_3 + 6.64x_4 + 11.85x_5 - 9.12x_6 + 9.73x_7 + 3.36x_8 + 2.16x_9 - 6.29x_{10} \geq 0$$

$$y_{12} + 9.28x_1 - 7.94x_2 - 2.18x_3 - 6.64x_4 - 11.85x_5 + 9.12x_6 - 9.73x_7 - 3.36x_8 - 2.16x_9 + 6.29x_{10} \geq 0$$

$$0.83x_1 - 0.50x_2 + 1.35x_3 - 1.33x_4 - 1.23x_5 + 0.65x_6 - 3.01x_7 + 1.35x_8 - 1.92x_9 + 1.27x_{10} \geq 1.533 * 1 - 0.52$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} = 1$$

$$\alpha + \delta^- = 1$$

$$\delta^- \geq 0$$

$$0 \leq \alpha \leq 1$$

$$y_t \geq 0$$

In equation (1), the fuzzy linear best portfolio model defined with the objective function and constraint conditions created with the help of fuzzy logic was taken as data and the results were obtained by using the WinQSB v.1.0 computer package program.

The best portfolio was obtained with fuzzy logic. While creating this best solution, the expected return rate was obtained by blurring at 0.52 and 1.02 values, and the best solutions were recalculated after each blurring. According to the results obtained; The best portfolio includes four bank stocks AKBNK, GARA, ISCTR and YKBK, with expected return blurred by 0.52. In this model, the smallest risk ratio was 1.834. The objective function value reached by blurring the expected rate of return to 1.02 was 1.246%.