



Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi  
Yıl: Temmuz 2018 Cilt-Sayı: 11(3) ss: 26-41

Academic Review of Economics and Administrative Sciences  
Year: July 2018 Vol-Issue: 11(3) pp: 26-41

<http://dergipark.gov.tr/ohuiibf/>

ISSN: 2564-6931

DOI: 10.25287/ohuiibf.423114

Geliş Tarihi / Received: 12.05.2018

Kabul Tarihi / Accepted: 05.07.2018

Araştırma Makalesi  
Research Article

# BULANIK MANTIK VE ULUSLARARASI ÇEŞİTLENDİRME İLE PORTFÖY OPTİMİZASYONU: GELİŞMİŞ VE GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELERİN HİSSE SENEDİ ENDEKSLERİ İLE BİR UYGULAMA\*

Saffet AKDAĞ<sup>1</sup>  
Mehmet Ali EKİNCİ<sup>2</sup>

## Özet

Bu çalışmanın amacı uluslararası çeşitlendirme ile gerçekleştirilen portföy optimizasyon sonuçlarını gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler bakımından değerlendirmektir. Bu bağlamda çalışmada Ocak 2010 ile Aralık 2017 tarihleri arasında analize dâhil edilen 15 gelişmiş ve 15 gelişmekte olan ülkenin önde gelen borsa endeksinin aylık yüzdelik getirileri kullanılmıştır. Hem gelişmiş ülkelerin endeks getirileri ile hem gelişmekte olan ülkelerin endeks getirileri ile hem de gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin endeks getirilerinin birlikte kullanılmasıyla ayrı ayrı optimizasyon gerçekleştirilmiştir. Optimizasyon sonucuna göre en yüksek getiriye ve en yüksek riske sahip optimal portföy gelişmekte olan ülkelerin endeks getirileri ile oluşturulan portföydür. En düşük getiri ve en düşük riske sahip portföy ise gelişmiş ülkelerin endeks getirileri kullanılarak oluşturulan portföydür. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin endeks getirilerinin birlikte kullanılmasıyla oluşturulan portföy ise gelişmekte olan ülkelerin endeksleriyle oluşturulan portföyün riskine kıyasla daha düşük bir riske, gelişmiş ülkelerin endeks getirileriyle oluşturulan portföyün getirisine kıyasla daha yüksek bir getiriye sahiptir. Bu bağlamda daha yüksek getiri hedefleyen yatırımcılara, gelişmekte olan ülkelerin endekslerinden oluşan portföyleri; daha düşük risk hedefleyen yatırımcılara ise gelişmiş ülkelerin endekslerinden oluşan portföyleri tercih etmesi önerilebilir.

**Anahtar Kelimeler** : Portföy Optimizasyonu, Uluslararası Çeşitlendirme, Bulanık Mantık.

**Jel Sınıflandırılması** : G11, F21, C61.

## Portfolio Optimization with Fuzzy Logic and International Diversification: A Apply with Stock Index of Developed and Emerging Countries

### Abstract

The aim of this study is to evaluate the results of portfolio optimization realized by international diversification in terms of developed and emerging countries. In this context, the monthly percentages return of the prominent stock indexes of 15 developed and 15 emerging countries included in the analysis between January 2010 and December 2017 were used in the study. Portfolio optimizations have been made by index

\*Bu çalışma 2. Uluslararası Ekonomi Araştırmaları ve Finansal Piyasalar Kongresi'nde sunulan bildirinin genişletilmiş halidir.

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, İİBF, [saffet.akdag@bozok.edu.tr](mailto:saffet.akdag@bozok.edu.tr), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9576-6786>

<sup>2</sup> Öğr. Gör., Yozgat Bozok Üniversitesi, Akdağmadeni MYO, [mehmetali.ekinci@bozok.edu.tr](mailto:mehmetali.ekinci@bozok.edu.tr), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4280-5563>

*returns of both developed countries, emerging countries and developed and emerging countries together. The optimal portfolio with the highest return and highest risk as a result of optimization is the portfolio created using the index returns of the emerging countries. The optimal portfolio with the lowest return and lowest risk is the portfolio created by using index return of developed countries. The portfolio formed by the combined use of index returns of developed and emerging countries has a lower risk than portfolio risk created by the indexes of emerging countries and has a higher return than the portfolio created by index of developed countries. In this context, it may be suggested that investors who target higher returns prefer portfolios with index of emerging countries; investors prefer lower risk, they may opt for portfolios of index of developed countries.*

**Key Words** : *Portfolio Optimization, International Diversification, Fuzzy Logic*

**Jel Classification** : *G11, F21, C61.*

## GİRİŞ

Yatırımcılar açısından yatırım kararlarının temel belirleyicileri, yatırımdan beklenen getiri ve risk olarak görülmektedir. Bu bağlamda yatırımcılar yatırım kararı alırken bir yandan yatırımdan beklenen getiriyi maksimum yapmak isterlerken diğer yandan yatırımın riskini minimize etmek isterler. Bu amaçla yatırımcılar tek bir varlığa yatırım yapmak yerine çeşitli yatırım araçlarından oluşan bir portföye yatırım yapmayı tercih ederler. Hangi varlıklara hangi ağırlıklarda yatırım yapılması gerektiği sorusu, portföy yönetim teorilerinin gelişmesini sağlamıştır. Bu yöntemlerden biri olan Geleneksel Portföy Yönetim Teorisi portföy oluştururken daha çok risk odaklı bir anlayışla hareket etmiş ve portföye ne kadar çok varlık alınırsa portföyün riskinin o derece düşeceği belirtilmiştir. Markowitz (1952) çalışmasında geliştirilen Modern Portföy Teorisi'nde ise portföyde yer alacak menkul kıymetler belirlenirken menkul kıymetler arasındaki korelasyon dereceleri dikkate alınarak çeşitlendirmenin yapılması gerektiği belirtilerek, özellikle düşük ve negatif korelasyon derecelerine sahip menkul kıymetlerden portföy oluşturulması gerektiği ifade edilmiştir. Böylelikle portföy oluşturma süreci istatistiksel bir temele dayandırılmış ve Ortalama Varyans Modeli geliştirilmiştir. Ancak Ortalama Varyans Modeli, kuadratik programlama gerektirmesi ve büyük ölçekli portföylere uygulanmasının zorluğu nedeniyle eleştirilmiştir. Ortalama Varyans Modeli'ne alternatif olarak Konno ve Yamazaki (1991) çalışmasında geliştirilen modellerden biri olan Ortalama Mutlak Sapma Modeli ya da literatürde Konno Yamazaki Doğrusal Programlama Modeli olarak kullanılan model, hem doğrusal programlama kullanması hem de büyük ölçekli portföylere uygulama kolaylığı sağlaması nedeniyle tercih edilen bir model olmuştur.

Finansal yatırım karar süreçleri belirsizlikler barındırmaktadır. Belirsizliklerin olduğu durumlarda daha sağlıklı karar vermek için en çok kullanılan yöntemlerden biri de yapay zeka yöntemleridir. Yapay zeka yöntemlerinden biri olan ve Zadeh (1965) çalışmasında geliştirilen bulanık mantık, birçok karar verme sürecinde aktif olarak kullanılmaktadır. Bulanık mantık bir olay hakkında kesin ve net bilgiye ulaşamadığı durumlarda doğru karar verilmesine yardımcı olur (Şen, 1999:6). Portföy oluşturma sürecinde belirsizlikler içerdiğinden bulanık mantık temelli modeller, portföy optimizasyon modelleri ile birlikte kullanılmaktadır. Bu bağlamda bu çalışmada da bulanık mantık ve Konno Yamazaki (1991) çalışmasında geliştirilen Doğrusal Programlama Modeli birlikte kullanılarak optimal portföy oluşturulması amaçlanmıştır.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın giriş bölümünde portföy oluşturma sürecine yönelik ortaya çıkan teoriler hakkında kısa bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde literatür başlığı altında uluslararası çeşitlendirme ile yapılan portföy optimizasyonuna yönelik çalışmalar özetlenmiştir. Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan Bulanık Konno Yamazaki Doğrusal Programlama Modeli'ne ait bilgiler verilmiştir. Dördüncü bölümde çalışmada kullanılan model ile 15 gelişmiş ve 15 gelişmekte olan ülkenin önde gelen endekslerinin getirisi kullanılarak optimizasyon gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın son bölümünde ise optimizasyon sonuçları verilerek öneriler sunulmuştur.

## I. LİTERATÜR

Literatür taraması sırasında uluslararası çeşitlendirme ile yapılan portföy optimizasyonuna yönelik az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bu bakımdan çalışmaya uluslararası çeşitlendirmenin faydalarını araştıran çalışmalarda ilave edilmiştir. Çalışma sonuçları uluslararası çeşitlendirmenin özellikle portföyün riskinin düşürülmesinde daha çok etki sağlamakla birlikte portföyün getirisinde de artışlar yaratabileceği ifade edilmektedir. Literatür taraması sonucu ulaşılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Grubel (1968) çalışması, uluslararası çeşitlendirme ile yapılan ilk portföy optimizasyonu çalışmalarından biridir. Grubel çalışmasında ortalama varyans modelini ve 11 büyük ülkenin hisse senedi endekslerinin 1959-1966 tarihleri arasındaki yıllık getirilerini kullanmıştır. Çalışma

sonucunda bir Amerikalı yatırımcının portföyüne diğer ülkelerin menkul kıymetlerine dâhil etmesi durumunda ya daha yüksek bir getiri oranı ya da daha düşük bir riske ulaşabileceği ifade edilmiştir.

Novack (1977) çalışmasında ortalama varyans modeli kullanarak 1961-1970 yılları arasında Hollanda, Japonya, Avustralya, Kanada, Güney Afrika, İngiltere, ABD ve Filipinler'in yer aldığı sekiz ülkenin hisse senedi endekslerinin yıllık verileri ile portföy optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda uluslararası çeşitlendirmenin risk getiri bakımında önemli faydalar sağladığı ifade edilerek portföy optimizasyonunda uluslararası çeşitlendirmeye gidilmesi önerilmektedir.

Jorion (1985) çalışmasında Kanada, Fransa, Almanya, Japonya, İsviçre, İngiltere ve Amerika'nın hisse senedi endekslerinin Ocak 1972 – Aralık 1983 aylık getirileri kullanılarak ortalama varyans modeli ile gerçekleştirilen portföy optimizasyonunda uluslararası çeşitlendirmenin portföyün riskinde önemli ölçüde düşüş yaratacağı ifade edilmiştir.

Cosset ve Suret (1995) çalışmasında kuadratik programlama ile 36 ülkenin hisse senedinin Nisan 1982 ile Aralık 1991 tarihleri arasındaki aylık getirileri ile portföy optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda uluslararası çeşitlendirmenin en önemli faydasının portföy riskinde meydana getirdiği düşüş olarak ifade edilmiştir.

Gilmore ve McManus (2002) çalışmasında 1 Temmuz 1995 ile 1 Ağustos 2001 tarihleri arasında ABD, Çek Cumhuriyeti, Macaristan ve Polonya'nın hisse senedi endekslerinin haftalık getirileri ile eşbütünleşme ve Granger nedensellik testleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda bu ülkeler arasında düşük korelasyonun varlığı, uzun süreli ilişki ve nedenselliğin olmaması nedeniyle uluslararası çeşitlendirmenin fayda sağlayabileceği ifade edilmiştir.

Lagoarde-Segot ve Lucey (2007) çalışmasında ortalama varyans modeli ile yedi Ortadoğu ülkesi olarak tanımlanan Fas, Tunus Mısır, Ürdün, Lübnan, İsrail ve Türkiye borsa endekslerinin haftalık getirileri ile gerçekleştirilen portföy optimizasyonu sonucunda uluslararası çeşitlendirmenin risk ve getiri performansı bakımından olağanüstü fayda sağlayacağı ifade edilmiştir.

Driessen ve Laeven (2007) çalışmasında ortalama varyans modeli 1985-2002 tarihleri arasında 52 ülkenin borsa endekslerinin aylık getirileri ile portföy optimizasyonu gerçekleştirilmiş ve uluslararası çeşitlendirmenin faydasının ulusal çeşitlendirmenin faydasından çok daha büyük olduğu ifade edilmiştir.

Jamaledin Mohseni Zonouzi vd., (2014) çalışmasında 7 petrol üreticisi Ortadoğu ülkesinin hisse senedi getirileri arasında kısa, orta ve uzun dönemdeki korelasyon dikkate alınarak DCC (Dinamic Condinational Correlation) ve ARDL modelleri ile analizler gerçekleştirilmiştir. Haziran 2002 – Nisan 2011 tarihleri arasında haftalık veriler kullanılarak gerçekleştirilen analiz sonucunda bu ülkelerin endeksleri kullanılarak yapılacak uluslararası çeşitlendirme ile optimal portföyün performansının artırılabilirliği ifade edilmiştir.

Okuyan ve Deniz (2017) çalışmasında ortalama varyans modeli kullanılarak öncelikle 20 yurt içi hisse senedinin aylık getirileri ile optimal portföy oluşturulmuş daha sonra ise 20 yurtiçi hisse senedine 20 yurtdışı hisse senedi eklenerek optimal portföy oluşturulmuş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Uluslararası çeşitlendirme ile veri getiri seviyesinde riskin azami %43,25 oranında düşürülebildiği, ayrıca optimal portföyün Sharpe rasyosunun %46,8 oranında arttığı görülmüştür.

Oloko (Baskıda) çalışmasında Nijerya, İngiltere ve ABD önde gelen hisse senedi endekslerinin Ocak 2004 ile Haziran 2015 tarihleri arasında aylık verileri kullanılmıştır. VAR-BEKK-GARCH modeli ile endeksler arasındaki ilişkinin analiz edildiği çalışmada İngiltere ve ABD'li yatırımcıların oluşturacakları portföye Nijerya hisse senetlerini ilaveleri etmeleri durumunda portföyün performansının artabileceği ifade edilmiştir. Sonuç olarak gelişmiş ülkelerdeki yatırımcıların portföylerine geliştirmekte olan ülkelerin hisse senetlerinin ilave edilmesinin fayda sağlayabileceği ifade edilmektedir.

## II. YÖNTEM

Bulanık mantık kavramı, yapay zekâ çalışmalarının bir alt dalı olarak incelenmektedir. Aristoteles'in bir önermenin doğru veya yanlış olabileceği üçüncü bir alternatifin olamayacağı, şeklinde ifade ettiği iki değerli mantık önermesine karşı; üçüncü, dördüncü vb. seçeneklerin olabileceğini ifade eden çok değerli mantık çalışmalarının bir ürünü olarak ortaya çıkmıştır (Birgili vd., 2013:121). Zadeh (1965) çalışması bulanık mantık modeli alanındaki ilk çalışmalardan biri olup ilgili çalışmasında bulanık mantığı, dar anlamda yaklaşımsal uslamlama biçimlendirmesi olarak mantık sistemine fayda sağlayan bir yapı, geniş anlamda ise bulanık küme teorisinin eş anlamlısı olarak tanımlamıştır. Bulanık doğrusal programlama modeli, doğrusal programlama modeli ve bulanık mantık özelliklerini içeren ve klasik doğrusal programlama modelinin genişletilmiş ve bulanıklaştırılmış bir hâlidir

Bulanık Doğrusal Programlama Modeli'nde, üç farklı çözüm yaklaşımı bulunmaktadır. Bunlar Verdegay (1982), Zimmermann (1983) ve Werners (1987) yaklaşımlarıdır. Verdegay (1982) yaklaşımında, bulanık karar kümesinin en yüksek üyelik derecesi belirlenmemektedir. Ayrıca amaç fonksiyonu da kısıtlar gibi değerlendirilmediğinden çözüm biçimi simetrik değildir. Zimmermann (1983) yaklaşımında ise maksimum ve minimum üyelik dereceleri karar vericiye sorarak oluşturulmaktadır. Werners (1987) yaklaşımında ise maksimum ve minimum üyelik derecelerinin karar verici tarafından oluşturulmasının doğru olmayacağı, bu işlemin max-min işlemi kullanılarak oluşturulması gerektiği ifade edilmiştir (Verdegay, 1982; Werners, 1987; Zimmermann, 1991). Max-min işlemi ile üyelik derecesinin oluşturulması Werners (1987) yaklaşımının, diğer yaklaşımlara göre daha çok tercih edilmesini sağlamıştır.

Bulanık Doğrusal Programlama Modeli portföy optimizasyonlarına yönelik uygulama kısmında Konno Yamazaki Doğrusal Programlama Modeli ile kullanılmaktadır. Amaç fonksiyonunun bulanıklaştırılması sonucu, Konno Yamazaki Doğrusal Programlama Modeli bulanık Konno Yamazaki Doğrusal Programlama Modeli'ne dönüşür. Bulanık Konno Yamazaki Doğrusal Programlama Modeli'ne Werners (1987) yaklaşımının uygulanmasıyla oluşturulan amaç fonksiyonu ve kısıtlar aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Kocadağlı, 2006:133).

$$\text{Amaç Fonksiyonu:} \\ \text{Min} Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (1)$$

$$\text{Kısıt 1:} \\ y_j - \sum_{i=1}^m a_{ij} x_i \geq 0 \quad t=1,2,\dots,T \quad (2)$$

$$\text{Kısıt 2:} \\ y_j + \sum_{i=1}^m a_{ij} x_i \geq 0 \quad t=1,2,\dots,T \quad (3)$$

$$\text{Kısıt 3:} \\ \sum_{j=1}^n r_j x_j \geq \rho M_T + \alpha \tau \quad \alpha \in [0,1] \quad (4)$$

$$\text{Kısıt 4:} \\ \sum_{j=1}^n x_j = M_T \quad (5)$$

Model aracılığıyla  $\alpha \in [0,1]$  olmak üzere, model portföy optimizasyonu için uygulandığında, portföyün beklenen getirisinin çeşitli memnuniyet seviyelerine göre bulunarak belirlenen memnuniyet seviyesinde hangi menkul kıymetlere hangi oranda yatırım yapılması gerektiği tespit edilebilir. Bu aşamada belirli bir memnuniyet seviyesine karşılık gelen beklenen hedef getiri ve risk değerleri belirlenebilir. Ancak model, çeşitli getiri ve risk kombinasyonları arasından optimal

portföyün belirlenmesi için tam olarak çözüm sunamamaktadır. Bu bağlamda model öncelikle  $\rho M_0$  ( $\alpha=0,1$ ) ve  $\rho M_0+\tau$  ( $\alpha=1$ ) beklenen getiriler için çözülerek  $Z^0$  ve  $Z^1$  amaç fonksiyonu değerleri bulunur. Modeldeki beklenen getiri düzeyi arttıkça risk de artacağından  $Z^1 > Z^0$  olacaktır.  $Z^0$  ve  $Z^1$  değerlerinin kullanılmasıyla oluşturulacak üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Kocadağlı, 2006:134).

$$\mu_F(x) = \begin{cases} 1, & Z < Z^0 \\ 1 - [Z - Z^0] / [Z^1 - Z^0], & Z^0 \leq Z \leq Z^1 \\ 0, & Z > Z^1 \end{cases} \quad (6)$$

$$\mu_0(x) = \begin{cases} 0, & \sum_{j=1}^n r_j x_j < \rho M_0 \\ \frac{\sum_{j=1}^n r_j x_j - \rho M_0}{\rho M_0 + \tau - \rho M_0}, & \rho M_0 \leq \sum_{j=1}^n r_j x_j \leq \rho M_0 + \tau \\ 1, & \sum_{j=1}^n r_j x_j > \rho M_0 + \tau \end{cases} \quad (7)$$

Beklenen getirinin üyelik fonksiyonu ( $\mu_0(x)$ ) ile amacın üyelik fonksiyonunun  $\mu_F(x)$  max-min operatörü kullanılmasıyla oluşturulan Bulanık Konno Yamazaki Doğrusal Programlama Modeli'nin amaç fonksiyonu ve kısıtları aşağıdaki gibi gösterilebilir (Wang, 1997:385).

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Max } \alpha \quad (\mu_F(x) \geq \alpha, \mu_0(x) \geq \alpha, x \geq 0, \alpha \in [0,1]) \quad (8)$$

Kısıt 1:

$$\sum_{j=1}^n y_j / T + \alpha (Z^1 - Z^0) \leq Z^1 \quad (9)$$

Kısıt 2:

$$y_t - \sum_{j=1}^n a_j x_j \geq 0 \quad t=1,2,\dots,T \quad (10)$$

Kısıt 3:

$$y_t + \sum_{j=1}^n a_j x_j \geq 0 \quad t=1,2,\dots,T \quad (11)$$

Kısıt 4:

$$\sum_{j=1}^n r_j x_j \geq \rho M_0 + \alpha \tau \quad \alpha \in [0,1] \quad (12)$$

Kısıt 5:

$$\sum_{j=1}^n x_j = M_0 \quad (13)$$

$$(0 \leq x_j \leq \mu_j, y_j \geq 0)$$

Modelin kullanılmasıyla kabul edilebilir bir memnuniyet seviyesinde ( $\alpha \in [0,1]$ ) hangi menkul kıymetlere hangi oranda yatırım yapılacağı hesaplanabilir. Modelde kullanılan parametrelerin neyi ifade ettiği aşağıda belirtilmiştir:

$T$  : İncelenen dönem sayısı

$t$  : T dönemi içindeki herhangi bir t dönem

$\rho$  : Beklenen getiri oranı

$r_j$  : j hisse senedinin ortalama getiri oranı

$r_{jt}$  : j hisse senedinin t döneminde gerçekleşen getiri oranı

$a_{jt}$  : j. hisse senedinin riski ( $r_{jt} - r_j$ )

$x_j$  : j hisse senedine yapılan yatırımın payı

- $\mu_j$  : j hisse senedine yapılan yatırımın üst sınırı  
 $M_?$  : Toplam yatırım miktarı  
 $\rho M_?$  : Beklenen getiri miktarı  
 $y_j$  : Yardımcı değişken  
 $\tau$  : Beklenen getirinin önceden bilinen tolerans değeri  
 $\alpha$  : Memnuniyet seviyesi

### III. VERİ VE UYGULAMA

Bu çalışmada 15 gelişmiş ve 15 gelişmekte olan ülkenin Ocak 2010 ile Aralık 2017 tarihleri arasında önde gelen hisse senedi endekslerinin aylık getirileri kullanılarak Bulanık Konno Yamazaki Doğrusal Programlama Modeli ile portföy optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Analizde 30 ülke ve 96 aylık veri ile toplamda 2880 gözlem kullanılmıştır. Bu bağlamda analize dâhil olan ülkeler ve endeksleri ile analizde kullanılmak üzere belirlenen değişkenler Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1: Analize Dâhil Olan Ülke Endeksleri**

Değişken	Endeks	Değişken	Endeks	Değişken	Endeks
X1	NASDAQ (ABD)	X11	KOSPI (Güney Kore)	X21	COLCAP (Kolombiya)
X2	DAX (Almanya)	X12	JTOPI40 (Güney Afrika)	X22	BUX (Macaristan)
X3	MERVAL (Arjantin)	X13	BSESN30 (Hindistan)	X23	KLCI (Malezya)
X4	S&P/ASX 200 (Avustralya)	X14	CROBEX (Hırvatistan)	X24	S&P/BMV IPC (Meksika)
X5	FTSE100 (İngiltere)	X15	AEX (Hollanda)	X25	NSE30 (Nijerya)
X6	BOVESPA (Brezilya)	X16	IBEX35 (İspanya)	X26	OSEBX (Norveç)
X7	SHANGHAI (Çin)	X17	SMI (İsviçre)	X27	KARACHI100 (Pakistan)
X8	IBX (Endonezya)	X18	FTSEMIB (İtalya)	X28	MOEX (Rusya)
X9	OMX (Finlandiya)	X19	NIKKEI225 (Japonya)	X29	BIST100 (Türkiye)
X10	CAC40 (Fransa)	X20	S&P/TSX (Kanada)	X30	STI (Singapur)

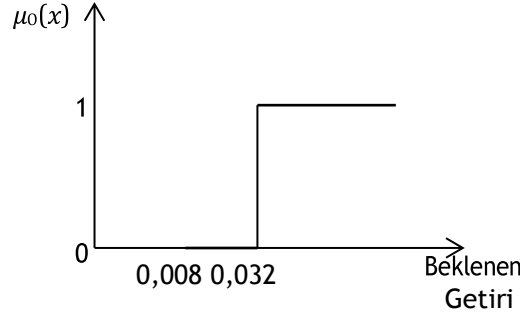
Tablo 1’de yer alan ülkelerden ABD, Almanya, Avustralya, İngiltere, Finlandiya, Fransa, Güney Kore, Hollanda, İspanya, İsviçre, İtalya, Japonya, Kanada, Norveç ve Singapur gelişmiş ülkeler içerisinde yer almaktadır. Arjantin, Brezilya, Çin, Endonezya, Güney Afrika, Hindistan, Hırvatistan, Kolombiya, Macaristan, Malezya, Meksika, Nijerya, Pakistan, Rusya ve Türkiye ise gelişmekte olan ülkeler içerisinde yer almaktadır. Hangi ülkelerin gelişmiş hangilerinin gelişmekte olan ülke olduğu IMF’nin yaptığı sınıflandırmadan alınmıştır (IMF, 2018:1).

#### III. I. Gelişmekte Olan Ülkelerin Endeks Getirileri ile Portföy Optimizasyonu

Bulanık Konno Yamazaki Doğrusal Programlama Modeli ile analize dâhil edilen 15 gelişmekte olan ülkenin endekslerinin aylık yüzdelik getirileri ile optimal portföy belirlenmeye çalışılmıştır. Analize dâhil edilen 30 endeksin Ocak 2010 ile Aralık 2017 tarihleri arasındaki toplamda 96 aylık verisi ile analiz yapılmıştır. Analize konu olan endekslerin aylık getirilerinin hesaplanmasından sonra beklenen getiri diğer bir ifadeyle endekslerin ortalama getiri oranlarının ortalaması ( $\rho$ ) 0,008, endekslerden beklenen maksimum getiri oranı ( $\rho_{TU\vee}$ ) 0,032 bulunmuştur. Beklenen getirinin toleransı ( $\tau$ ) ise 0,024 ( $\tau = 0,032 - 0,008$ ) olarak hesaplanmıştır. Beklenen getirinin üyelik fonksiyonu ( $\mu_0(x)$ )  $M_?=1$  alınarak aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur:

$$\mu_0(x) = \begin{cases} 0, & \sum_{j=1}^n r_j x_j < 0,008 \\ P(\sum_{j=1}^n r_j x_j - 0,008R / 0,024), & 0,008 \leq \sum_{j=1}^n r_j x_j \leq 0,032 \\ 1, & \sum_{j=1}^n r_j x_j > 0,032 \end{cases} \quad (14)$$

Gelişmekte olan ülkelerin endeks getirileri ile gerçekleştirilen portföy optimizasyonunda beklenen getirinin üyelik fonksiyonuna ait şekil ise aşağıdaki gibidir.



Şekil 1: Ocak 2010 – Aralık 2017 Dönemi Beklenen Getirinin Üyelik Fonksiyonu

Şekil 1'e göre optimal portföyün beklenen getirisi, endekslerin beklenen ortalama getirisi olarak hesaplanan 0,008 değerinden, endekslerin beklenen ortalama maksimum getirisi olarak hesaplanan 0,032 değerine yaklaştıkça yatırımcının tatmin düzeyi de sıfırdan (tatminsiz), bire (tam tatmin) doğru kayacaktır.

Werners yaklaşımı ile amaç fonksiyonu bulanık hale getirilen modelde, farklı memnuniyet seviyeleri sırasıyla  $\rho M_1$  ( $\alpha = 0$ ) ve  $\rho M_1 + \tau$  ( $\alpha = 1$ ) beklenen getiriler çözülerek  $Z^-$  ve  $Z^+$  amaç fonksiyonu değerleri bulunur. Modelin çözülmesiyle amaç fonksiyonunun  $Z^- = 0,009$  ve  $Z^+ = 0,080$  değerleri elde edilir.  $Z^-$  tam tatmine karşılık gelen optimal portföyün risk değerini,  $Z^+$  ise tam tatminsizliğe karşı gelen optimal portföyün risk değerini ifade etmektedir.  $\alpha = 0$  için  $Z^-$  ve  $\alpha = 1$  için  $Z^+$  değerlerinin yerine yazılmasıyla amacın üyelik fonksiyonu aşağıdaki şekilde oluşturulabilir.

$$\mu_F(x) = \begin{cases} 1, & Z < 0,009 \\ 1 - [Z - 0,009] / 0,080 - 0,009, & 0,009 \leq Z \leq 0,080 \\ 0, & Z > 0,080 \end{cases} \quad (15)$$

Üyelik fonksiyonunun yerine konmasıyla Bulanık Doğrusal Programlama Modeli, standart Doğrusal Programlama Modeli'ne dönüşür. Bulanık Konno Yamazaki Doğrusal Programlama ile kurulan model çözüldüğünde, optimal portföyü oluşturacak memnuniyet derecesi  $\alpha = 0,62$  bulunmuştur. Bu değer aynı zamanda birim risk başına en yüksek getiriyi sunan optimal portföyü belirlemektedir (Pelitli, 2007:142) Elde edilen  $\alpha$  seviyesine karşılık gelen optimal portföyün minimize edilen riski, üyelik fonksiyonundan aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\begin{aligned} \mu_F(x) &\Rightarrow 0,62 = 1 - a \frac{Z - 0,009}{0,071} \\ 1 - 0,62 &= a \frac{Z - 0,009}{0,071} \\ 0,38 &= a \frac{Z - 0,009}{0,071} \\ 0,027 &= Z - 0,008 \\ 0,035 &= Z \end{aligned}$$

$\alpha = 0,62$  memnuniyet seviyesinde minimize edilen risk 0,035 olarak bulunmuştur. Bu memnuniyet seviyesinde beklenen getiri ise aşağıdaki şekilde bulunur:



$$\begin{aligned}\text{Beklenen Getiri} &= \rho M + \alpha \tau \\ &= 0,008 * 1 + 0,62 * 0,024 \\ &= 0,008 + 0,015 \\ &= 0,023\end{aligned}$$

$\alpha=0,62$  memnuniyet seviyesinde minimize edilen risk 0,035 iken beklenen getiri 0,023 olarak gerçekleşmiştir. Tablo 2’de optimal portföyün getirisi, riski ve portföyde yer alan varlık sayısı verilmiştir.

**Tablo 1: Optimizasyon Sonucuna İlişkin Veriler**

	Portföyde Yer Alan Varlık Sayısı	Portföyün Getirisi	Bulanık Konno Yamazaki Programlama Modeline Göre Portföyün Riski
Gelişmekte Olan Ülkelerin Endeksleri ile Optimal Portföy	2	0,023	0,035

Tablo 2’de sadece gelişmekte olan ülkelerin analize dâhil edilmesi durumunda oluşturulan optimal portföy 2 farklı endeksten oluşmakta olup portföyün getirisi %2,3 riski ise %3,5 düzeyinde gerçekleşmiştir.

Tablo 3’te sadece gelişmekte olan ülkelerin endekslerinin analize dâhil edilmesi durumunda optimal portföyde yer alan hisse senedi endekslerinin ilgili dönemdeki ortalama getirileri ve standart sapmaları ile portföy içindeki ağırlıkları verilmiştir.

**Tablo 2: Portföyde Yer Alan Hisse Senedi Endeksleri ve Ağırlıkları**

Değişkenler	Hisse Senetleri	Portföy İçindeki Ağırlığı	İlgili Dönemdeki Ortalama Getirisi	İlgili Dönemdeki Standart Sapması
X3	MERVAL	0,404	0,032	0,097
X27	KARACHI100	0,596	0,016	0,050

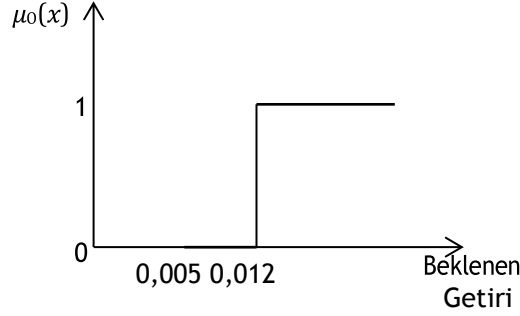
Optimizasyon sonucunda %62 memnuniyet seviyesinde %2,3 getiri sunan ve %3,5 riske sahip optimal portföyde yer alan endeksler %40,4 ile MERVAL, %59,6 ile KARACHI100 endeksleridir.

### III. II. Gelişmiş Ülkelerin Endeks Getirileri ile Portföy Optimizasyonu

Bulanık Konno Yamazaki Doğrusal Programlama Modeli ile analize dâhil edilen 15 gelişmiş ülkenin endeksinin aylık yüzdelik getirileri ile optimal portföy belirlenmeye çalışılmıştır. Analize dâhil edilen 15 endeksin Ocak 2010 ile Aralık 2017 tarihleri arasındaki toplamda 96 aylık verisi ile analiz yapılmıştır. Analize konu olan endekslerin aylık getirilerinin hesaplanmasından sonra beklenen getiri diğer bir ifadeyle endekslerin ortalama getiri oranlarının ortalaması ( $\rho$ ) 0,005, endekslerin beklenen maksimum getiri oranı ( $\rho_{\max}$ ) 0,012 bulunmuştur. Beklenen getirinin toleransı ( $\tau$ ) ise 0,025 ( $\tau=0,032-0,007$ ) olarak hesaplanmıştır. Beklenen getirinin üyelik fonksiyonu ( $\mu_k(x)$ )  $M_0=1$  alınarak aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur:

$$\begin{aligned} &0, & \sum_{j=1}^X r_j x_j < 0,005 \\ P(\sum_{j=1}^X r_j x_j - 0,005R / 0,007, & 0,005 \leq \sum_{j=1}^X r_j x_j \leq 0,012S & (16) \\ &1, & \sum_{j=1}^X r_j x_j > 0,017 \end{aligned}$$

Gelişmiş ülkelerin endeks getirileri ile gerçekleştirilen portföy optimizasyonunda beklenen getirinin üyelik fonksiyonunu gösteren şekil ise aşağıdaki gibidir.



**Şekil 2: Ocak 2010 – Aralık 2017 Dönemi Beklenen Getirinin Üyelik Fonksiyonu**

Şekil 2'ye göre, optimal portföyün beklenen getirisi, endekslerin beklenen ortalama getirisi olarak hesaplanan 0,005 değerinden, endekslerin beklenen ortalama maksimum getirisi olarak hesaplanan 0,012 değerine yaklaştıkça yatırımcının tatmin düzeyi de sıfırdan (tatminsiz), bire (tam tatmin) doğru kayacaktır.

Werners yaklaşımı ile amaç fonksiyonu bulanık hale getirilen modelde, farklı memnuniyet seviyeleri, sırasıyla  $\rho M_?$  ( $\alpha = 0$ ) ve  $\rho M_? + \tau$  ( $\alpha = 1$ ) beklenen getiriler çözülerek  $Z^?$  ve  $Z^+$  amaç fonksiyonu değerleri bulunur. Modelin çözülmesiyle amaç fonksiyonunun  $Z^?=0,010$  ve  $Z^+=0,030$  değerleri elde edilir.  $Z^?$  tam tatmine karşılık gelen optimal portföyün risk değerini,  $Z^+$  ise tam tatminsizliğe karşı gelen optimal portföyün risk değerini ifade etmektedir.  $\alpha = 0$  için  $Z^?$  ve  $\alpha = 1$  için  $Z^+$  değerlerinin yerine yazılmasıyla amacın üyelik fonksiyonu aşağıdaki şekilde oluşturulabilir.

$$\begin{aligned} &1, & Z < 0,010 \\ \mu_F(x) = \sqrt[1 - [Z - 0,010] / 0,030 - 0,010, & 0,010 \leq Z \leq 0,030^{\wedge} & (17) \\ &0, & Z > 0,030 \end{aligned}$$

Üyelik fonksiyonunun yerine konmasıyla Bulanık Doğrusal Programlama Modeli, standart Doğrusal Programlama Modeline dönüşür. Bulanık Konno Yamazaki Doğrusal Programlama ile kurulan model çözüldüğünde, optimal portföyü oluşturacak memnuniyet derecesi  $\alpha=0,70$  bulunmuştur. Bu değer aynı zamanda birim risk başına en yüksek getiriyi sunan optimal portföyü belirlemektedir (Pelitli, 2007:142) Elde edilen  $\alpha$  seviyesine karşılık gelen optimal portföyün minimize edilen riski, üyelik fonksiyonundan aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\begin{aligned} \mu_F(x) \Rightarrow & 0,70 = 1 - a \frac{Z - 0,010}{0,020} \\ 1 - 0,70 = a & \frac{Z - 0,010}{0,020} \\ 0,30 = a & \frac{Z - 0,010}{0,020} \end{aligned}$$

$$0,006 = Z - 0,010$$

$$0,016 = Z$$

$\alpha=0,70$  memnuniyet seviyesinde minimize edilen risk 0,016 olarak bulunmuştur. Bu memnuniyet seviyesinde beklenen getiri ise aşağıdaki şekilde bulunur:

$$\begin{aligned} \text{Beklenen Getiri} &= \rho M_2 + \alpha \tau \\ &= 0,005 * 1 + 0,70 * 0,007 \\ &= 0,005 + 0,005 \\ &= 0,010 \end{aligned}$$

$\alpha=0,70$  memnuniyet seviyesinde minimize edilen risk 0,016 iken beklenen getiri 0,010 olarak gerçekleşmiştir. Tablo 4'te optimal portföyün getirisi, riski ve portföyde yer alan varlık sayısı verilmiştir.

**Tablo 3: Optimizasyon Sonucuna İlişkin Veriler**

	Portföyde Yer Alan Varlık Sayısı	Portföyün Getirisi	Bulanık Konno Yamazaki Programlama Modeline Göre Portföyün Riski
Gelişmiş Ülkelerin Endeksleri ile Optimal Portföy	5	0,010	0,016

Tablo 4'te sadece gelişmiş ülkelerin endeks getirilerinin analize dâhil edilmesi durumunda oluşturulan optimal portföyler 5 farklı endeksten oluşmakta olup portföyün ortalama getirisi %1, riski ise %1,6 düzeyinde gerçekleşmiştir.

Tablo 5'te sadece gelişmiş ülkelerin analize dâhil edilmesi durumunda optimal portföyde yer alan endekslerinin ilgili dönemdeki ortalama getirileri ve standart sapmaları ile portföy içindeki ağırlıkları verilmiştir.

**Tablo 4: Portföyde Yer Alan Hisse Senedi Endeksleri ve Ağırlıkları**

Değişkenler	Hisse Senetleri	Portföy İçindeki Ağırlığı	İlgili Dönemdeki Ortalama Getirisi	İlgili Dönemdeki Standart Sapması
X1	NASDAQ100	0,353	0,012	0,040
X2	DAX	0,175	0,009	0,048
X11	KOSPI	0,005	0,005	0,039
X19	NIKKEI225	0,075	0,009	0,052
X26	OSEBX	0,392	0,009	0,040

Optimizasyon sonucunda %70 memnuniyet seviyesinde %1 getiri sunan ve %1,6 riske sahip optimal portföyde yer alan endeksler %35,3 ile NASDAQ100, %17,5 ile DAX, %0,5 ile KOSPI, %7,5 ile NIKKEI225 ve %39,2 ile OSEBX endeksleridir.

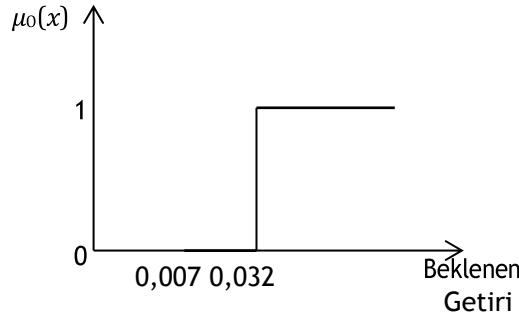
### III. III. Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkelerin Endeks Getirileri ile Portföy Optimizasyonu

Bulanık Konno Yamazaki Doğrusal Programlama Modeli ile analize dâhil edilen gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere ait 30 endeksin aylık yüzdelik getirileri ile optimal portföy belirlenmeye

çalışılmıştır. Analize dâhil edilen 30 endeksin Ocak 2010 ile Aralık 2017 tarihleri arasındaki toplamda 96 aylık verisi ile analiz yapılmıştır. Analize konu olan endekslerin aylık getirilerinin hesaplanmasından sonra beklenen getiri diğer bir ifadeyle endekslerin ortalama getiri oranlarının ortalaması ( $\rho$ ) 0,007, endekslerin beklenen maksimum getiri oranı ( $\rho_{TUV}$ ) 0,032 bulunmuştur. Beklenen getirinin toleransı ( $\tau$ ) ise 0,025 ( $\tau = 0,032 - 0,007$ ) olarak hesaplanmıştır. Beklenen getirinin üyelik fonksiyonu ( $\mu_0(x)$ )  $M_7=1$  alınarak aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur:

$$\mu_0(x) = \begin{cases} 0, & \sum_{j=1}^{f?} r_j/x_j < 0,007 \\ P(\sum_{j=1}^{f?} r_j/x_j - 0,007)/0,025, & 0,007 \leq \sum_{j=1}^{f?} r_j/x_j \leq 0,032 \\ 1, & \sum_{j=1}^{f?} r_j/x_j > 0,032 \end{cases} \quad (18)$$

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin endeks getirileri ile gerçekleştirilen portföy optimizasyonunda beklenen getirinin üyelik fonksiyonunu gösteren şekil ise aşağıdaki gibidir.



Şekil 3: Ocak 2010 – Aralık 2017 Dönemi Beklenen Getirinin Üyelik Fonksiyonu

Şekil 3'e göre, optimal portföyün beklenen getirisi, endekslerin beklenen ortalama getirisi olarak hesaplanan 0,007 değerinden, endekslerin beklenen ortalama maksimum getirisi olarak hesaplanan 0,032 değerine yaklaştıkça yatırımcının tatmin düzeyi de sıfırdan (tatminsiz), bire (tam tatmin) doğru kayacaktır.

Werners yaklaşımı ile amaç fonksiyonu bulanık hale getirilen modelde, farklı memnuniyet seviyeleri sırasıyla  $\rho M_7$  ( $\alpha = 0$ ) ve  $\rho M_7 + \tau$  ( $\alpha = 1$ ) beklenen getiriler çözülerek  $Z^-$  ve  $Z^+$  amaç fonksiyonu değerleri bulunur. Modelin çözülmesiyle amaç fonksiyonunun  $Z^- = 0,008$  ve  $Z^+ = 0,043$  değerleri elde edilir.  $Z^-$  tam tatmine karşılık gelen optimal portföyün risk değerini,  $Z^+$  ise tam tatminsizliğe karşı gelen optimal portföyün risk değerini ifade etmektedir.  $\alpha = 0$  için  $Z^-$  ve  $\alpha = 1$  için  $Z^+$  değerlerinin yerine yazılmasıyla amacın üyelik fonksiyonu aşağıdaki şekilde oluşturulabilir.

$$\mu_F(x) = \begin{cases} 1, & Z < 0,008 \\ 1 - [Z - 0,008] / 0,043 - 0,008, & 0,008 \leq Z \leq 0,043 \\ 0, & Z > 0,043 \end{cases} \quad (19)$$

Üyelik fonksiyonunun yerine konmasıyla Bulanık Doğrusal Programlama Modeli, standart Doğrusal Programlama Modeli'ne dönüşür. Bulanık Konno Yamazaki Doğrusal Programlama ile kurulan model çözüldüğünde, optimal portföyü oluşturacak memnuniyet derecesi  $\alpha = 0,61$  bulunmuştur. Bu değer aynı zamanda birim risk başına en yüksek getiriyi sunan optimal portföyü belirlemektedir (Pelitli, 2007:142) Elde edilen  $\alpha$  seviyesine karşılık gelen optimal portföyün minimize edilen riski, üyelik fonksiyonundan aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\mu_F(x) \Rightarrow 0,61 = 1 - a \frac{Z - 0,008}{0,035}$$

$$1 - 0,61 = a \frac{Z - 0,008}{0,035}$$

$$0,39 = a \frac{Z - 0,008}{0,035} e^{-\rho T}$$

$$0,014 = Z - 0,008$$

$$0,022 = Z$$

$\alpha = 0,61$  memnuniyet seviyesinde minimize edilen risk 0,022 olarak bulunmuştur. Bu memnuniyet seviyesinde beklenen getiri ise aşağıdaki şekilde bulunur:

$$\begin{aligned} \text{Beklenen Getiri} &= \rho M_T + \alpha \tau \\ &= 0,007 * 1 + 0,61 * 0,025 \\ &= 0,007 + 0,015 \\ &= 0,022 \end{aligned}$$

$\alpha = 0,611$  memnuniyet seviyesinde minimize edilen risk 0,022 iken beklenen getiri 0,022 olarak gerçekleşmiştir. Tablo 6'da optimal portföyün getirisi, riski ve portföyde yer alan varlık sayısı verilmiştir.

**Tablo 5: Optimizasyon Sonucuna İlişkin Veriler**

	Portföyde Yer Alan Varlık Sayısı	Portföyün Getirisi	Bulanık Konno Yamazaki Programlama Modeline Göre Portföyün Riski
<b>Tüm Endeksler Dâhil Edildiğinde Optimal Portföy</b>	3	0,022	0,022

Tablo 6'da, seçilmiş gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin endekslerinin tamamının analize dâhil edilmesi durumunda oluşturulan optimal portföyler 3 farklı hisse senedi endeksinden oluşmakta olup portföyün getirisi %2,2, riski ise %2,2, düzeyinde gerçekleşmiştir.

Tablo 7'de bütün ülkelerin analize dâhil edilmesi durumunda optimal portföyde yer alan endekslerinin ilgili dönemdeki ortalama getirileri ve standart sapmaları ile portföy içindeki ağırlıkları verilmiştir.

**Tablo 6: Portföyde Yer Alan Hisse Senedi Endeksleri ve Ağırlıkları**

Değişkenler	Hisse Senetleri	Portföy İçindeki Ağırlığı	İlgili Dönemdeki Ortalama Getirisi	İlgili Dönemdeki Standart Sapması
X3	MERVAL (Arjantin)	0,400	0,032	0,097
X8	IBX (Endonezya)	0,108	0,010	0,040
X27	KARACHI100 (Pakistan)	0,492	0,016	0,050

Optimizasyon sonucunda %61 memnuniyet seviyesinde %2,2 getiri sunan ve %2,2 riske sahip optimal portföyde yer alan hisse senedi endeksleri %40 ile MERVAL %10,8 ile IBX ve %49,2 ile KARACHI100 endeksleridir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada 15'i gelişmiş ve 15'i gelişmekte olan ülkenin hisse senedi endeksi olmak üzere toplamda 30 ülkenin önde gelen hisse senedi endeksinin aylık getirileri üzerinde Bulanık Konno Yamazaki Doğrusal Programlama Modeli kullanılarak optimal portföy oluşturulması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda Ocak 2010 ile Aralık 2017 tarihleri arasında ilgili ülkelerin hisse senedi endekslerinin aylık getirileri hesaplanmıştır. Daha sonra Bulanık Konno Yamazaki Doğrusal Programlama Modeli kullanılarak hem gelişmiş ülkelerin endeksleri ile hem gelişmekte olan ülkelerin endeksleri ile hem de gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin endeks getirileri birlikte kullanılarak ayrı ayrı portföy optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Gelişmekte olan ülkelerin endeksleri ile gerçekleştirilen optimizasyon sonucunda optimal portföy Merval ve KARACHI100 endeksinden oluşmakta olup %2,3 getiri, %3,5 risk ve %62 tatmin düzeyi sunmaktadır. Gelişmiş ülkelerin endeksleri ile gerçekleştirilen optimizasyon sonucunda optimal portföy NASDAQ100, DAX, KOSPI, NIKKEI225 ve OSEBX endekslerinden oluşmakta olup, %1 getiri, %1,6 risk ve %70 tatmin düzeyi sunmaktadır. Hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerin endeks getirileri ile gerçekleştirilen optimizasyon sonucunda ise optimal portföy Merval, IBX ve KARACHI100 endekslerinden oluşmakta olup %2,2 getiri, %2,2 risk ve %61 tatmin düzeyine sahiptir. Merval ve KARACHI100 endeksleri hem gelişmekte olan ülkelerin endeksleri ile oluşturulan optimal portföyün içerisinde yer almakta hem de tüm ülkelerin endeksleri ile oluşturulan optimal portföyün içerisinde yer almaktadır. Merval endeksi, incelenen dönemler itibarıyla analize dâhil edilen ülke endeksleri içinde aylık en yüksek ortalama getiriye (%3,15) sahiptir. KARACHI100 endeksi ise ikinci en yüksek getiri (%1,66) sunan endeks olmakla birlikte Merval endeksi ile korelasyon derecesi (%9,9) en düşük endeks olarak tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilen diğer bir sonuç ise gelişmiş ve gelişmekte olan ülke endeksleri birlikte kullanılarak oluşturulan optimal portföyde yer alan hisse senedi endekslerinin tamamının sadece gelişmekte olan ülke endekslerinden oluşmasıdır.

Optimizasyon sonucuna göre en yüksek getiriye ve en yüksek riske sahip optimal portföy gelişmekte olan ülkelerin endeks getirileri kullanılarak oluşturulan portföydür. En düşük getiri ve en düşük riske sahip portföy ise gelişmiş ülkelerin endeks getirileri kullanılarak oluşturulan portföydür. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin endeks getirilerinin birlikte kullanılmasıyla oluşturulan portföy ise gelişmekte olan ülkelerin endeksleriyle oluşturulan portföyün riskine kıyasla daha düşük bir riske, gelişmiş ülkelerin endeks getirileriyle oluşturulan portföyün getirisine kıyasla daha yüksek bir getiriye sahiptir.

Analiz sonuçları yatırımcılar açısından değerlendirildiğinde, oluşturacakları portföylerde Novack (1977) çalışmasıyla benzer şekilde uluslararası çeşitlendirmeye gidilmesi önerilebilir. Ayrıca literatürden farklı olarak daha yüksek getiri için gelişmekte olan ülkelerin endekslerinden oluşan portföylerin tercih edilmesi, daha düşük risk için ise gelişmiş ülkelerin endekslerinden oluşan portföylerin tercih edilmesi önerilebilir. Bu çalışma 30 ülke endeksi ile sınırlandırılmıştır. Bu bakımdan bundan sonra yapılacak benzer çalışmalarda analize daha çok ülke endekslerin ilave edilmesi önerilebilir.

## KAYNAKÇA

- Bloomberg (2018). *Markets stocks*. <https://www.bloomberg.com/markets/stocks>, (Erişim Tarihi: 05.01.2018).
- Birgili, E., Sekmen, F. & Esen, S. (2013). "Bulanık mantık yaklaşımıyla finansal yönetim uygulamaları: Bir literatür taraması". *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 9(19), 121-136.
- CNBC (2018). *Markets pre-markets*. [<https://www.cnbc.com/pre-markets/>, Erişim Tarihi: 05.01.2018].

- Cosset, J. C. & Suret, J. M. (1995). "Political risk and the benefits of international portfolio diversification". *Journal of International Business Studies*, 26(2), 301-318.
- Driessen, J. & Laeven, L. (2007). "International portfolio diversification benefits: Cross-country evidence from a local perspective". *Journal of Banking & Finance*, 31(6), 1693-1712.
- IMF (2018). *International monetary fund data and statistics. World economic outlook*. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2008/02/weodata/groups.htm#ae> (Erişim Tarihi: 05.01.2018).
- Gilmore, C. G. & McManus, G. M. (2002). "International portfolio diversification: US and Central European equity markets". *Emerging Markets Review*, 3(1), 69-83.
- Grubel, H. G. (1968). "Internationally diversified portfolios: Welfare gains and capital flows". *The American Economic Review*, 58(5), 1299-1314.
- Investing (2018). *Bütün dünya endeksleri*. <https://tr.investing.com/indices/major-indices>, (Erişim Tarihi: 05.01.2018).
- Jamaledin Mohseni Zonouzi, S., Mansourfar, G., & Bagherzadeh Azar, F. (2014). "Benefits of international portfolio diversification: Implication of the Middle Eastern oil-producing countries". *International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management*, 7(4), 457-472.
- Jorion, P. (1985). "International portfolio diversification with estimation risk". *Journal of Business*, 58(3), 259-278.
- Kocadağlı, O. (2006). *Bulanık matematiksel programlama ve portföy analizi uygulaması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Türkiye.
- Konno, H. & Yamazaki, H. (1991). "Mean-absolute deviation portfolio optimization model and its applications to Tokyo stock market", *Management Science*, 37(5), 519-531.
- Lagoarde-Segot, T. & Lucey, B. M. (2007). "International portfolio diversification: Is there a role for the Middle East and North Africa?". *Journal of Multinational Financial Management*, 17(5), 401-416.
- Markowitz, H. (1952). "Portfolio selection". *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91.
- Novack, S. (1977). "The benefits of international portfolio diversification: Industry and national diversification". *The American Economist*, 21(1), 21-29.
- Oloko, T. F. (In Press). Portfolio diversification between developed and developing stock markets: The case of US and UK investors in Nigeria. *Research in International Business and Finance*.
- Okuyan, H. A. & Deniz, D. (2017). "Portföy yönetiminde uluslararası çeşitlendirme üzerine uygulamalı bir çalışma". *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 35(2), 71-93.
- Pelitli, D. (2007). *Portföy analizinde bulanık mantık yaklaşımı ve uygulama örneği*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.
- Şen, Z. (1999). *Mühendislikte Bulanık (Fuzzy) Modelleme İlkeleri*. İstanbul: İ.T.Ü. Uçak Ve Uzay Bilimleri Fakültesi.
- Verdegay, J.L. (1982) *Fuzzy Mathematical Programming*, in: M.M. Gupta, E. Sanchez (Eds.), *Fuzzy Information and Decision Processes*, Amsterdam: North-Holland.
- Wang, L.X. (1997). *A Course in Fuzzy-Systems and Control* (1. Edition). Eastbourne: Prentice Hall Inc.

Akdağ, S. & Ekinci, M. A. (2018). "Bulanık Mantık ve Uluslararası Çeşitlendirme İle Portföy Optimizasyonu: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkelerin Hisse Senedi Endeksleri İle Bir Uygulama", *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(3), 26-41.

Werners, B. (1987). "An interactive fuzzy programming system". *Fuzzy Sets and Systems*, 23, 131-147.

Yahoo (2018). *Finance home*. <https://finance.yahoo.com/>, (Erişim Tarihi: 05.01.2018).

Zadeh, L. A. (1965). "Fuzzy sets". *Information and Control*, 8(3),338-353.

Zimmermann, H.J. (1983). "Fuzzy mathematical programming". *Computers & Operations Research*, 10(4), 291-298.

Zimmermann, H.J. (1991). *Fuzzy Set Theory and Its Applications*. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.