



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2012, Volume: 7, Number: 2, Article Number: 3A0053

NWSA-PHYSICAL SCIENCES

Received: december 2011

Accepted: April 2012

Series : 3A

ISSN : 1308-7304

© 2010 www.newwsa.com

Sibel Atan

gaziUniversity

sduman@gazi.edu.tr

Ankara-Turkey

**0-1 TAMSAYILI PROGRAMLAMA İLE PORTFÖY SEÇİM MODELİ VE İMKB-30
ENDEKSİNDE BİR UYGULAMA**

ÖZET

Bu çalışmada, çeşitli kısıtlayıcı koşullar altında yatırımcıya en yüksek beklenen getiriyi sağlayan doğrusal 0 - 1 tamsayılı programlama modeli ile bir alternatif oluşturulmuştur. Bu modelde, portföyün beklenen getirisi portföydeki hisse senetlerine ilişkin hareketli ortalama ve riski ise standart sapma değerleri kullanılarak ölçülmüştür. Bu model çerçevesinde, 2008 Ocak - 2011 Eylül döneminde İstanbul Menkul Kıymetler Borsası İMKB - 30 endeksine göre işlem gören hisse senetlerine ilişkin aylık beklenen getiriler kullanılarak, bir portföy optimizasyonu yapılmıştır. Sonuçta, portföye seçilen ve seçilmeyen hisse senetleri ile portföyün beklenen getirisi hesaplanmıştır. Doğrusal 0 - 1 tamsayılı programlama modelinin portföy optimizasyonunda etkin bir şekilde kullanılabileceği endeks ortalama getirisi ile desteklenerek gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tamsayılı Programlama, Optimum Portföy, Optimizasyon, Getiri Maksimizasyonu, İMKB-30 Endeksi

**THE PORTFOLIO SELECTION MODEL BY 0-1 INTEGER PROGRAMMING AND AN
APPLICATION IN ISE-30 INDEX**

ABSTRACT

In this paper, a linear binary (0-1) integer programming model that provides the maximum expected return to the investor, subject to several constraints has been constructed. In this model, the portfolio expected return, has been surveyed by moving average of stocks in the portfolio and the risk has been surveyed by using standard deviation of shares. According to the model, a portfolio optimization was performed, using monthly expected returns for stocks trading in ISE - 30 index in Istanbul Stock Exchange for 2008 January - 2011 September. In conclusion, the stocks chosen and not chosen for the portfolio, their returns and expected return of the portfolio were calculated. It was indicated that the linear binary integer programming model could be used effectively for portfolio optimization in support of index average return.

Keywords: Integer Programming, Optimum Portfolio, Optimization, Return Maximization, ISE-30 Index

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Geleneksel portföy yönetiminde, hisse senetleri arasındaki ilişki dikkate alınmadan çok sayıda çeşitlendirme yapılarak portföy riskinin azaltılması amaçlanmaktadır. Modern portföy teorisinde ise, bireyin elindeki varlığını tüm alternatif menkul kıymetlere en düşük risk düzeyinde en yüksek getiriyi sağlayacak şekilde seçmeye yönelik davrandığı varsayımından hareket etmektedir. Bir yatırımcı, her bir varlığın diğer varlıklarla birlikte hareket etme özelliğini de dikkate almak zorundadır. Bu birlikte hareket etme durumunun dikkate alınması, bu varlıklar arasındaki etkileşimin göz ardı edilerek oluşturulan portföyün riskinden daha az ya da aynı beklenen getiriye sahip olan bir portföyün elde edilmesini sağlamaktadır [6]. Büyük bir kısmı yüksek getiriye sahip çok yüksek riskli varlıklardan oluşan portföyde, getiri ve risk arasındaki ilişki oldukça açıktır. Bu nedenle, çoğunlukla yatırımcılar risk ve getiri dengesini sağlayan portföyleri ortaya çıkarmaktadır. Ancak, portföy teorisinde gelecek belirsiz olduğu için, bu döneme ilişkin getiriler çoğunlukla beklenen getiri olarak tanımlanmaktadır. Yatırımın gelecek garantisi olarak düşünüldüğü dünyada, çeşitli yatırım araçları olmakla birlikte, bu yatırım araçları üzerinden beklenen getiriyi en çoklayan portföyü oluşturmaya ilişkin birçok teori, model ve çözüm yöntemleri de geliştirilmiştir.

Williams, Graham ve Dodd, menkul kıymetleri bir bugünkü algılanan portföy mantığı içinde değerlendirmek yerine, ayrı ayrı değerlendirerek, bireysel olarak yatırım yapılabileceğini belirtmişlerdir [7 ve 17]. Markowitz'in çalışmaları öncü olmakla birlikte, özellikle 1950'li yıllarda araştırmacılar, portföy teorisine yönelik çalışmalarla modern portföy teorisinin hızla gelişmesini sağlamışlardır. Modern finansal ekonominin doğuşu olarak bilinen 1950'lerin başında henüz doktora öğrencisi olan Markowitz, yatırımların çeşitlendirilmesinin gerekliliği fikrini matematiksel olarak ilk kez ortaya atmış ve bireylerin yatırım davranışlarına odaklanmıştır. Bu çalışmada, ayrıca etkin ve etkin olmayan portföyler birbirinden ayrıştırılmıştır [10]. Çalışmaları, özellikle karesel programlama üzerine odaklanan Markowitz, modern portföy teorisi anlayışının da temelini oluşturmaktadır [10, 11 ve 12]. Markowitz (1956), hisse senetlerine ilişkin bir portföyün beklenen getirisi varlıkların ayrı ayrı ortalamalarına ve getiri varyansı da kovaryanslara bağlı olarak ortalama ve varyans seçimine ilişkin bir portföy problemi tanımlayarak, portföy teorisinde ortalama - varyans temel teoremini geliştirmiştir [11]. Bu teoremden, sabit varyans ile beklenen getirinin en çoklanması ve sabit beklenen getiri ile varyansın en küçüklenmesi şeklinde iki ilke ortaya atılmıştır. Ayrıca, doğrusal ya da doğrusal olmayan kısıtlayıcılara göre, yatırımcıyı bir grafikte ifade eden etkin sınırlar tanımlamıştır.

Roy, bireysel risk getiri tercihlerine göre yatırımcının portföyünü seçmesine yardımcı olan "etkin sınır" ölçütü ile birlikte, "güvenli ilk portföy" olarak isimlendirilen özel bir portföy (ortalama - varyans etkin) tanımlamıştır [13]. Wolfe, teoremlere ilişkin etkin çözüm geliştirerek modern portföy yaklaşımına farklı bir temel kazandırmıştır [18]. Bu çalışmada, en küçüklemeye ilişkin karesel programlamaya yönelik bir simpleks algoritması geliştirmekle birlikte, modelin portföy teorisinde de kullanılacağını ifade etmiştir. Tobin, portföy ortalama - varyans bağlanımında portföy seçimini değerlendirerek, varlık fiyatları ve ödemelere ilişkin dağılımlar verildiğinde bireysel yatırımcıların optimal portföy seçimine yönelik gelişmeler sunulmuştur [14].

Markowitz ve Tobin'in çalışmalarındaki bu gelişmeleri izleyerek, birçok çalışmada ortalama - varyans modelinden hareketle portföy seçim modeli geliştirilmiştir. Sharpe, Markowitz portföy analizine göre varlıklar arasındaki ilişkileri gösteren özel bir model kullanarak, analizin uygulamadaki üstünlüklerini göstermiştir [15]. Sharpe, risk koşulu altında sermaye piyasalarının davranışını öngörmenin bir sorun olduğunu ifade etmiştir. Bununla birlikte, varlıkların beklenen getirilerini ortalama ve getirilere ilişkin riski varyans ile ilişkilendirerek sermaye piyasalarına ilişkin bir genel denge modeli geliştirmiştir. Bu modelde varlıkların fiyatları veya beklenen getirileri modelde içsel olarak alınmıştır [16]. Ameng ve Sourd, etkin sınır hesaplama yöntemlerine ilişkin algoritmaları, portföy performansının ölçülmesine ilişkin bazı gelişmeleri incelemiştir [2]. Aldaihani ve Aldeehani, Kuwait menkul kıymetler borsasında işlem gören hisse senetlerinin getiri ve risk etkileşimine göre tam sayılı programlama modeli geliştirerek 1994 - 2001 döneminde aylık ve üçer verilerle bir portföy optimizasyonu denemesi yapmışlardır [1].

Türkiye'de portföy optimizasyonu ile ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde, çok sayıda çalışmanın olduğu dikkat çekmektedir. Küçükkocaoğlu, portföy çeşitlendirmesinin ve optimizasyonun İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında çalışabilirliğini test ederek, İMKB Ulusal - 30 Endeksine göre oluşturulan optimal portföyü İMKB Ulusal - 100, İMKB Ulusal - 30 endekslerine ve eşit ağırlıklı portföye göre karşılaştırmıştır [9]. Atan, İMKB 100 Endeksinde bulunan şirketlerin hesaplanan getiri değerleri kullanılarak beklenen getiri ve varyans-kovaryans matrisi oluşturularak, karesel programlama ile portföy seçim modeli oluşturmuştur. Bu çalışmada, risk ile getiri arasında aynı yönlü güçlü bir ilişkinin olduğu sonucu çıkarılmıştır [3]. Baylan, teknik analiz ile yatırım analizi uygulayarak hisse senedi performans değerlendirmesini incelemiş ve tamsayı programlama ile optimum portföyü belirlemeye çalışmıştır [4]. Çetin, küresel finansal kriz döneminde İMKB-30 endeksine göre işlem gören hisse senetlerine yatırıma yönelik yatırımcıların optimum risk düzeyinde getiri miktarını kuadratik (karesel) programlama ile belirlemeye çalışmıştır [5]. İskenderoğlu ve Karadeniz, getiri, risk ve değişim katsayısı göstergelerine göre İMKB-100 ve İMKB-30'dan daha düşük riske sahip bir portföy oluşturma durumu incelenerek, iyi çeşitlenen bir portföyde en az ve en çok ne kadar hisse senedi olması gerektiği araştırılmıştır [8].

Portföy teorisi çerçevesinde genellikle modellerin getiri ve diğer kısıtlayıcı koşullar altında, portföy riski en küçüklenecek şekilde oluşturulduğu dikkat çekmektedir. Diğer bir ifadeyle, çeşitlendirmenin yatırım riskini azaltması yönünde hareket ettiği ifade edilmektedir. Bununla birlikte, optimum portföy ve bu portföye seçilen varlıklar çeşitli yöntemler kullanılarak belirlenebilmektedir. Bu çalışmada, hareketli ortalama ile hesaplanan beklenen getiriler dikkate alınarak, gerek risk ve gerekse seçilen hisse senedi sayısını tanımlayan kısıtlayıcı koşullar altında portföyün en yüksek beklenen getirisi 0 - 1 tamsayı programlama modeli ile elde edilmiştir. Bu bulgular, İMKB - 30 endeksinin ortalama getirisi ve bu değere göre endekse ilişkin hisse senetlerinin davranışı ile karşılaştırılarak desteklenecektir. Çalışmanın izleyen bölümlerinde, çalışmanın önemi, yöntemi, analizi ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesine yer verilmiştir.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Portföy optimizasyonu için, özellikle karesel programlama başta olmak üzere, çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Markowitz, bir yatırımcının, en küçüklenen maliyet getiri volatilitesi (riski) iken, portföyden elde ettiği istenen çıktı düzeyinin yüksek getiri olduğunu ifade ederek doğrusal programlama ve yatırımı birlikte düşünmüştür. Bu durumda, düzgün çeşitlendirilen bir portföy ile verilen volatilité düzeyinde en yüksek getirinin veya verilen getiri düzeyinde en düşük volatilitenin sağlanabileceğini kuramsal olarak ortaya atmıştır. Aynı zamanda, bu etkin portföyün elde edilmesine ilişkin bir model uygulamıştır [<http://www.brandes.com/Institute/Documents/Past%20Future%20MPT%20081604.pdf>].

Bu çalışmada, çeşitli kısıtlayıcılar altında portföyün beklenen getirisini en büyükleme amacıyla alternatif bir tam sayılı programlama modeli oluşturulmuştur. Çalışmanın amacı, 2008:01 - 2011:09 zaman aralığına İMKB - 30 endeksi kapsamında işlem gören hisse senetlerine ilişkin geçmiş veriler kullanılarak, portföy optimizasyonuna yönelik 0 - 1 tamsayılı programlama modeli geliştirmek ve etkin bir şekilde işleyişini göstermektir. Bu modele göre, sahip olunan varlığın portföydeki her bir hisse senedine eşit bir şekilde dağıtıldığı varsayılarak portföye seçilen ve seçilmeyen hisse senetleri sayısı ve portföyün toplam getirisi belirlenecektir. Bu anlamda, kurgulanan çeşitli kısıtlar altında seçilen hisse senetlerine göre beklenen getiri düzeyinin en yüksek değeri hesaplanacaktır.

3. TAMSAYILI PROGRAMLAMA (INTEGER PROGRAMMING)

Yöneylem araştırmasında kullanılan yöntemlerde, karar değişkenleri tanım aralığında aldığı değerlere göre kesikli veya sürekli olarak sınıflanmaktadır. Sürekli karar değişkenleri, kesirli değerleri de alabilirken, kesikli karar değişkenleri sadece kesikli veri kümesi olarak tanımlanan tamsayılı değerleri alabilmektedir. Kesikli karar değişkenlerine göre oluşturulan modeller "tamsayılı programlama" adı altında incelenmektedir. Tamsayılı programlamada, karar değişkenleri bazen pozitif tamsayı şeklinde tanımlanırken, bazen de 0 - 1 tamsayı yani ikili tamsayı şeklinde tanımlanmaktadır.

Tamsayılı programlama modeli doğrusal ya da doğrusal olmayan yapıda oluşturulmakla birlikte, aşağıda doğrusal yapıda tanımlanan bir optimizasyon problemine ilişkin genel bir tamsayılı programlama modeli verilmektedir [<http://web.mit.edu/15.053/www/AMP-Chapter-09.pdf>]:

$$\text{Amaç Fonksiyonu: } Z_{\text{maks./min}} = \sum_{j=1}^n c_j X_j \quad (1)$$

$$\text{Kısıtlayıcılar: } \sum_{j=1}^n a_{ij} X_{ij} \leq b_i \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$X_j \geq 0 \text{ ve tamsayı (bazı ya da tüm } j = 1, 2, \dots, n \text{ için)}$$

(1) nolu eşitlikte tanımlanan tamsayılı programlama modeli, gerek amaç fonksiyonu ve gerekse kısıtlayıcı fonksiyonlarının yapısına göre doğrusal olarak oluşturulmuştur. Bu modelde, bazı karar değişkenleri tamsayı ve diğerleri tamsayı değeri olmak durumunda değil ise, bu yapıdaki modele "karma tamsayılı programlama modeli" denir. Bir modelde tüm karar değişkenleri için tamsayı değeri olma koşulu olduğunda, bu modele "saf tamsayılı programlama modeli" adı verilirken, karar değişkenlerinin değeri sadece 0 ya da 1 şeklinde

tamsayı olarak tanımlandığında bu modele "0 - 1 tamsayı programlama modeli" adı verilmektedir.

Tamsayı programlama, sermaye bütçeleme, portföy optimizasyonu, planlama, depo yerleştirme, en kısa yol problemi, üretim planlama, telekomünikasyon, vb. birçok alanda kullanılmaktadır [19]. Bu çalışmada, doğrusal yapıda 0 - 1 tamsayı programlama ile portföy modeli oluşturularak, modelin etkin olarak işleyişi gösterilmiştir.

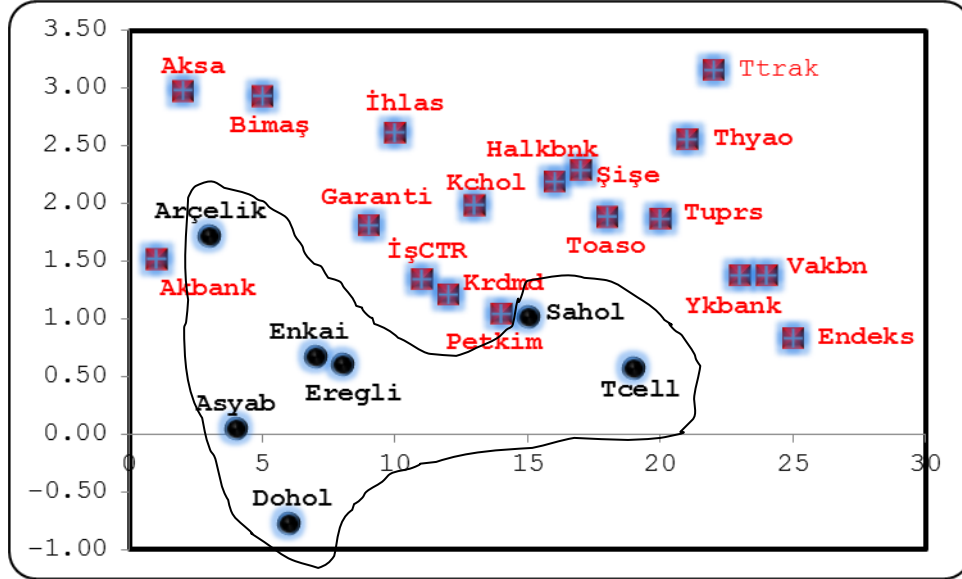
4. MODEL VE BULGULAR (MODEL AND FINDINGS)

Çalışmada, gerek risk ve gerekse portföye seçilebilecek hisse senedi sayısı ile ilgili kısıtlayıcı koşullar altında, seçilen hisse senetlerine göre en yüksek beklenen getiri düzeyinin elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, doğrusal 0-1 (ikili) tamsayı programlama modeli oluşturulmuştur.

Bu model çözümünden önce, çalışmanın ilk aşamasında modelde yer alan hisse senetlerinin ve İMKB-30 endeksinin 2008 Ocak - 2011 Eylül döneminde hareketli ortalama getiri değerlerine göre davranışları elde edilmiş ve Grafik 1' de verilmiştir. Bu grafikte, hisse senetlerinin endeksin ortalama getiri düzeyine göre davranışsal dağılımı gözlenmekle birlikte, birbirlerine göre konumsal durumları da gözlenmektedir.

Grafik 1. Hisse Senetleri ve İMKB-30 Endeksin Hareketli Ortalama Getirisi

(Graph 1. Average Return for the Stocks and ISE-30 Index)



Grafik 1'de; endeksin ortalama beklenen getirisine yakın konumlanan hisse senetleri ile endeksten uzakta kalan hisse senetleri görülmektedir. Bu sonuçlara göre, grafikte ek çizgiler içinde gösterilen Arçelik, Enka İnşaat (Enkai), Asya Katılım Bankası (Asyab), Ereğli Demir Çelik (Ereğli), Turkcell (Tcell), Sabancı Holding (Sahol) ve Doğan Holding (Dohol) hisse senetlerinin beklenen getirisinin endeksin ortalama getirisine uzak olan hisse senetleri oldukları belirlenmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında, doğrusal 0-1 tamsayı programlama ile portföy modeli oluşturulmuştur. Aşağıda bu modelin kapalı matematiksel yapısı verilmiştir:

$$\text{Amaç Fonksiyonu: } Z_{\text{maks}} = \sum X_i R_i \quad (2)$$

$$\text{Kısıtlayıcılar: } \frac{\sum X_i R_i}{\sum X_i} \leq S_{\text{piyasa}}$$

$$X_i S_i \leq S_{\text{min}}$$

$$5 \leq \sum X_i \leq 15$$

(2) nolu eşitlikte tanımlanan modelde,
 $X_i = 0$ veya 1 ($i = 1, 2, \dots, n$)

X_i : Portföye i . hisse senedi seçildiğinde 1, seçilmediğinde 0 değerini alan iki değerli karar değişkeni

R_i : i . hisse senedinin beklenen getirisi

S_i : Zaman aralığı boyunca i . hisse senedine ilişkin standart sapma

S_{min} : Zaman aralığı boyunca ilgili hisse senedinin standart sapmasına ilişkin belirlenen en düşük değer

S_{piyasa} : Zaman aralığı için piyasadaki tüm hisse senetlerinin ortalama standart sapması

Bu model çerçevesinde, 2008 Ocak - 2011 Eylül döneminde İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda İMKB - 30 endeksine göre işlem gören ve 24 adet hisse senedine ilişkin aylık getiriler veri olarak alınmıştır. Bu getiri değerleri, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) veri tabanından elde edilmiştir. Modelin amaç fonksiyonu, beklenen getiri maksimizasyonu yapısında olup, bu nedenle öncelikle ilgili dönem aralığında her bir hisse senedinin her bir aylık döneme ilişkin beklenen getiri değerleri hareketli ortalama kuralı ile hesaplanmıştır. Bir hisse senedinin beklenen getirisi ise, ilgili dönem aralığında her bir dönemdeki kendi hareketli ortalama değerlerinin ortalaması alınarak bulunmuş ve amaç fonksiyonu katsayısı olarak alınmıştır. Risk kısıtlayıcıları hisse senetlerinin standart sapmalarına göre tanımlanmakla birlikte, bu standart sapma değerleri hisse senetlerinin hareketli ortalamalarına göre hesaplanmıştır. Modeldeki risk kısıtları, hisse senetlerinin standart sapmaları ile ölçülen bireysel riskleri ile portföy riski arasındaki ilişkiyi belirleyecek yapıdadır. Bununla birlikte, getirilere göre her bir hisse senedine ilişkin varyans - kovaryans değerleri de elde edilmiş ve EK1'de verilmiştir. Ayrıca piyasaya ilişkin risk düzeyi de tüm hisse senetlerinin ortalama standart sapması olup, hareketli ortalamalar üzerinden hesaplanmıştır. Portföyün genişliğini belirlemek için, "Dow's ten" kuralına göre 10 hisse senedinin ± 50 'si 5 - 15 aralığına ilişkin kısıtlayıcı modele eklenmiştir. Bu hesaplamalar sonucunda elde edilen sayısal değerlere göre modelin açık yapısı aşağıda (3) nolu eşitlikte verilmiştir:

Amaç Fonksiyonu:

$$Z_{\text{maks}} = 1.21X_1 + 3.05X_2 + 1.61X_3 + 0.05X_4 + 3.14X_5 + 0.66X_6 + 0.36X_7 + 0.63X_8 + 1.53X_9 + 2.20X_{10} + 1.07X_{11} + 1.14X_{12} + 1.89X_{13} + 1.10X_{14} + 0.90X_{15} + 2.11X_{16} + 1.94X_{17} + 1.82X_{18} + 0.33X_{19} + 1.71X_{20} + 2.67X_{21} + 3.35X_{22} + 1.04X_{23} + 1.08X_{24} \quad (3)$$

Kısıtlayıcılar:

(3.a)

$$7.19X_1 + 7.74X_2 + 10.88X_3 + 9.96X_4 + 5.19X_5 + 9.23X_6 + 7.92X_7 + 8.47X_8 + 8.47X_9 + 12.980X_{10} + 6.69X_{11} + 8.14X_{12} + 7.83X_{13} + 6.38X_{14} + 8.05X_{15} + 7.27X_{16} + 8.13X_{17} + 11.54X_{18} + 4.48X_{19} + 6.36X_{20} + 9.47X_{21} + 9.68X_{22} + 9.93X_{23} + 7.13X_{24}$$

$$\text{-----} \leq 8.30$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24}$$

(3.b)

$$(5.6) \quad X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} \leq 15$$

$$19.00X_1 \leq 14.76 \quad 7.92X_7 \leq 13.09 \quad 7.83X_{13} \leq 14.80 \quad 4.48X_{19} \leq 9.97$$

$$7.74X_2 \leq 15.08 \quad 8.47X_8 \leq 13.16 \quad 6.38X_{14} \leq 12.03 \quad 6.36X_{20} \leq 11.63$$

$$10.88X_3 \leq 16.88 \quad 8.47X_9 \leq 15.04 \quad 8.05X_{15} \leq 14.78 \quad 9.47X_{21} \leq 14.31$$

$$9.96X_4 \leq 15.29 \quad 12.98X_{10} \leq 20.02 \quad 7.27X_{16} \leq 13.49 \quad 9.68X_{22} \leq 14.30$$

$$5.19X_5 \leq 8.84 \quad 6.69X_{11} \leq 12.50 \quad 8.13X_{17} \leq 15.80 \quad 9.93X_{23} \leq 17.03$$

$$9.23X_6 \leq 13.32 \quad 8.14X_{12} \leq 13.58 \quad 11.54X_{18} \leq 16.63 \quad 7.13X_{24} \leq 13.57$$

Pozitif ve 0 - 1 Tamsayı Olma Koşulu:

$X_i = 1$ (i.nci hisse senedi portföye seçildiğinde)

$X_i = 0$ (i.nci hisse senedi portföye seçilmediğinde)

İMKB - 30 endeksi kapsamındaki hisse senetlerinin seçimine ilişkin oluşturulan (3) nolu portföy modeli, yöneylem araştırmasında kullanılan WINQSB 2.0 Paket Programı aracılığı ile çözülmüştür ve sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir:

Tablo 1. Portföy Seçim Modeli İçin Çözüm Sonuçları
 (Table 1. Solution Results for the Portfolio Selection Model)

Karar Değişkeni	Çözüm Değeri	Birim Kar (C_{ij}) (%)	Toplam Katkı (%)
X_1 (Akbnk)	1	1.21	1.21
X_2 (Aksa)	1	3.05	3.05
X_3 (Arçelik)	0	1.61	0.00
X_4 (Asyab)	0	0.05	0.00
X_5 (Bimaş)	1	3.14	3.14
X_6 (Dohol)	0	0.66	0.00
X_7 (Enkai)	0	0.36	0.00
X_8 (Ereğli)	0	0.63	0.00
X_9 (Garan)	1	1.53	1.53
X_{10} (İhlas)	1	2.20	2.20
X_{11} (İşCTR)	1	1.07	1.07
X_{12} (Krdmd)	1	1.14	1.14
X_{13} (Kchol)	1	1.89	1.89
X_{14} (Petkm)	1	1.10	1.10
X_{15} (Sahol)	0	0.90	0.00
X_{16} (Şişe)	1	2.11	2.11
X_{17} (Halkb)	1	1.94	1.94
X_{18} (Toaso)	1	1.82	1.82
X_{19} (Tcell)	0	0.33	0.00
X_{20} (Tuprs)	1	1.71	1.71
X_{21} (Thyao)	1	2.67	2.67
X_{22} (Ttrak)	1	3.35	3.35
X_{23} (Vakbn)	0	1.04	0.00
X_{24} (Ykbank)	0	1.08	0.00
Amaç Fonksiyonu		(Maksimum) % = %29.93	

Tablo 1'de verilen sonuçlara göre, 15 adet hisse senedinin seçildiği ve 9 adet hisse senedinin ise portföye seçilemediği gözlenmiştir. Portföye seçilen hisse senetleri sırasıyla Akbank (Akbnk), Aksa, Bim Mağazalar (Bimaş), Garanti Bankası (Garan), İhlas Holding (İhlas), İş Bankası (C) (İşCTR), Kardemir (D) (Krdmd), Koç

Holding (Kchol), Petkim (Petkm), Şişe Cam (Şişe), Türkiye Halk Bankası (Halkb), Tofaş Oto Fabrikaları (Toaso), Tüpraş (Tuprs), Türk Hava Yolları (Thyao), Türk Traktör (Ttrak) olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan, portföye seçilmeyen hisse senetleri ise Arçelik, Asya Katılım Bankası (Asyab), Doğan Holding (Dohol), Enka İnşaat (Enkai), Ereğli Demir Çelik (Ereğli), Sabancı Holding (Sahol), Turkcell (Tcell), Vakıflar Bankası (Vakbn) ve Yapı ve Kredi Bankası (Ykbank) olarak belirlenmiştir. model çözümü sonucunda portföyde yer almayan senetlerdir.

Dikkat edildiğinde, karar değişkenlerinin değeri 1 olarak elde edilen hisse senetleri portföye seçilen hisse senetleri olarak değerlendirilirken, 0 değerine sahip hisse senetleri ise portföye seçilmeyen hisse senetleri olarak değerlendirilmektedir. Bu tabloda, hisse senetlerine ilişkin birim kar değerleri ilgili hisse senetlerinin beklenen getirisini ifade etmektedir. Bununla birlikte, birim katkıların modelin amaç fonksiyonu gereğince portföye seçilmeyen hisse senetlerinin 0, seçilen hisse senetlerinin ise ilişkin beklenen getiri düzeyi kadar olduğu görülmektedir. Bu değerlerin toplamı ise, incelenen dönemde portföyün beklenen getiri düzeyini vermekte olup, %29.93 olarak elde edilmiştir. Birim katkı değerleri, özellikle Türk Traktör, Bim Mağazalar, Aksa, Türk Hava Yolları, İhlas Holding ve Şişe Cam'ın beklenen getiri değerlerinin diğerlerine göre daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Son olarak, çalışma analizinin ilk aşamasında oluşturulan Grafik 1'de elde edilen sonuçlar ile 0-1 tamsayılı programlama modeli ile elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, modelin çözüm sonucunda portföye seçilmeyen hisse senetlerinin Vakıflar Bankası ve Yapı ve Kredi Bankası dışında gerçekte endeksin ortalama getirisine uzak olan hisse senetleri olduğu görülmektedir. Bu durumda, modelin genel olarak gerçekteki durumu yansıttığı görülmektedir.

5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Portföy optimizasyonu, genellikle en yüksek beklenen getiri düzeyine göre tanımlanan temel kısıt altında, yatırımcının riskini azaltmaya yönelik uygulanmaktadır. Yatırımcılar portföy oluştururken, risk tahmini üzerine yoğunlaşmakta olup, en yüksek getiriyi sağlayan en düşük risk düzeyini belirlemeye çalışmaktadır. Bu anlamda, özellikle karesel programlama başta olmak üzere, çok çeşitli yöntemler ile portföy optimizasyonuna yönelik uygulamalar yapılmaktadır.

Bu çalışmada, 0-1 tamsayılı programlama yöntemi ile çeşitli kısıtlar altında portföyün gelecekteki beklenen getirisini en çoklamaya yönelik bir model denemesi yapılmıştır. Bu modelin etkin bir şekilde işleyişi belirlenerek, diğer yöntemler ile oluşturulan modellere bir alternatif olduğu görülmüştür. Bu modelde, hisse senetleri sayısı belirlenmekle birlikte, seçilen hisse senetlerinin portföyün toplam beklenen getirisi içindeki yüzde payları da belirlenmiştir. Çalışmadaki modele ilişkin çözüm sonuçları ve hisse senetlerinin İMKB - 30 endeksinin ortalama getirisine göre davranışları karşılaştırıldığında, oluşturulan 0-1 tamsayılı programlama modelinin portföy optimizasyonunda etkin bir şekilde kullanılabileceği belirlenmiştir. Bununla birlikte, bu model farklı piyasalar, hisse senetleri arasındaki korelasyonun dikkate alındığı farklı kısıtlar çerçevesinde, doğrusal ya da doğrusal olmayan yapılarla uygulanarak farklı açılardan da değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Aldaihani, M.M. and Aldeehani, T.M., (2004). Modeling and Analysis for Portfolio Optimization in an Emerging Market: The Case of Kuwait, WSEAS Transactions on Systems, Vol. 3, Issue 7, pp: 2523 - 2530.
2. Ameng, N. and Sourd, V.L., (2003). Portfolio Theory and Performance Analysis, John Wiley & Sons, Ltd, England.
3. Atan, M., (2005), Karesel Programlama İle Portföy Optimizasyonu, VII. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, İstanbul Üniversitesi Beyazıt Kampüsü, İstanbul.
4. Baylan, E. B., (2005). Tam sayılı Programlama ile Portföy Çeşitlendirme Probleminin Çözümü, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul.
5. Çetin, A.C., (2009). Küresel Finansal Krizde Portföy Optimizasyonu ve İMKB Uygulaması, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı: 9, pp: 93 - 14.
6. Elton, E.J. and Gruber, M.J., (1997). Modern Portfolio Theory, 1959 to date. Journal of Banking & Finance, 21, pp: 1743 - 1759.
7. Graham, B. and Dodd, D., (1934). Security Analysis, McGraw - Hill, New York.
8. İskenderoğlu, Ö. ve Karadeniz, E., (2011). Optimum Portföyün Seçimi: İMKB Üzerinde Bir Uygulama, C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt: 12, Sayı: 2, pp: 235 - 257.
9. Küçükocaoğlu, G., (2002). Optimal Portföyün Seçimi ve İMKB Ulusal-30 Endeksi Üzerine Bir Uygulama, Active Bankacılık ve Finans Dergisi, Sayı:26, pp: 20 - 40.
10. Markowitz, H., (1952). Portfolio Selection, The Journal of Finance, Vol.7, No.1, pp: 77 - 91.
11. Markowitz, H., (1956). The optimization of a quadratic function subject to linear constraints, Naval Research Logistics Quarterly, Vol.3, pp: 111 - 133.
12. Markowitz, H., (1959). Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments, John Wiley & Sons., New Jersey.
13. Roy (1952), Safety First and the Holding of Assets, Econometrica, 20, 3, pp: 431 - 449.
14. Tobin, J., (1958). Liquidity preference as a behavior toward risk, Review of Economic Studies, 25, pp: 65 - 86.
15. Sharpe, W. F., (1963). A Simplified Model for Portfolio Analysis, Management Science, 9 (2), pp: 277 - 293.
16. Sharpe, W.F., (1964). Capital Asset Prices - A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk, The Journal of Finance, Vol.19, Issue 3, pp: 425 - 442.
17. Williams, J.B., (1938). The Theory of Investment Value, North Holland Publishing, Amsterdam.
18. Wolfe, P., (1959). The Simplex Method for Quadratic Programming, Econometrica, 27, pp: 382 - 398.
19. Wolsey, L.A., (1998). Integer Programming, John Wiley & Sons., USA.

INTERNET KAYNAKLARI (INTERNET REFERENCES)

<http://www.imkb.gov.tr/Data/StocksData.aspx>
<http://www.brandes.com/Institute/Documents/Past%20Future%20MPT%20081604.pdf>
<http://web.mit.edu/15.053/www/AMP-Chapter-09.pdf>



EK 1. Varyans - Kovaryans Değerleri (Annex 1. Variance - Covariance Values)

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	X ₂₀	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄	End.		
X ₁	217.9																										
X ₂	99.9	227.3																									
X ₃	154.1	132.1	284.8																								
X ₄	152.6	87.7	180.3	233.9																							
X ₅	37.9	40.9	64.2	73.7	78.1																						
X ₆	105.6	64.6	120.1	109.6	49.6	177.4																					
X ₇	79.8	119.7	166.8	115.3	54.8	70.9	171.4																				
X ₈	67.5	91.9	137.7	93.4	58.6	92.9	129.9	173.3																			
X ₉	197.8	125.4	198.2	184.8	56.5	124	112.8	107.3	226.3																		
X ₁₀	121.6	90.1	183.3	188.4	85.3	139.4	124.1	124.2	151.4	401																	
X ₁₁	158.2	95.9	150.4	140.2	38	106.5	83.5	77.3	171	109.6	156.2																
X ₁₂	102.8	128.1	167	144.8	78.5	109.8	140.3	141.8	144.3	179	114.4	184.3															
X ₁₃	169.4	97.1	175.5	158.4	43.1	125.4	110.7	113.6	187.7	165.7	155.8	131.4	201.2														
X ₁₄	62.1	87.5	93.6	117.7	40.4	73.3	65.1	52.8	103.1	110.9	90.7	99.3	91.9	144.7													
X ₁₅	178.5	78.7	184.9	186.2	56.4	111.2	111.9	110.2	195.2	171.7	153.1	137.5	189.3	88.2	218.4												
X ₁₆	123.3	113.8	151.5	135.4	29.5	88.8	108.4	96.8	140.5	141.7	122.8	138.8	128	85.8	133.4	182.1											
X ₁₇	172.7	128.9	190.5	179	68.3	85.5	119.1	96.2	202.8	120.7	148.3	135.6	164.9	90.7	184.4	131	249.8										
X ₁₈	151	131.9	222.8	203.3	73.9	132.1	165.8	131	184.7	215.2	149.3	179	174.5	118.2	183.6	161.1	170.1	276.6									
X ₁₉	80.4	58.9	57.2	88.4	14.5	40.5	47.1	26.2	85.2	71	68.8	57.9	77.4	73.5	77.5	79.6	89.1	72.1	99.4								
X ₂₀	103	101.7	142.3	111	36.5	92.2	124.6	102.9	124.4	109.2	101.6	115.2	120.3	65.4	111.9	106.5	104.3	158.1	47.4	135.2							
X ₂₁	126.8	106	143.1	138.6	45.8	98.4	90	69.8	136.4	99.4	114.6	101.8	105.7	78.7	106.2	114.4	131	151.2	84	97.1	204.7						
X ₂₂	104.4	91.7	156.6	140.7	66.8	75.5	107.9	107.6	124.1	190.4	96.7	146.2	115.4	89.5	128.1	137.5	128	174.5	63.9	101.1	99.8	204.6					
X ₂₃	215.8	137.8	207.7	213.7	57.7	129.9	121.6	97.2	232.5	156.6	186.5	153.5	196.2	98.4	207.3	166.9	234	204.9	103.4	129	157	135.9	290.2				
X ₂₄	160.9	88.1	161.2	154	42.8	83	92	72.8	175.3	121.9	143.8	100.9	163.2	95.6	167.2	111.6	182.9	148.5	83.6	94	108.3	101.2	192.4	184.2			
End.	139.7	89.2	131.3	130.4	37.7	81.7	87.6	75.6	151.5	111.5	117.6	100.5	133.3	69.0	140.0	104.1	142.9	130.7	69.3	90.8	98.1	94.1	162.6	127.3	111.0		



EK 2. Korelasyon Değerleri (Annex 2. Correlation Values)

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	X ₂₀	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄	End.	
X ₁	1																									
X ₂	0.449	1																								
X ₃	0.619	0.519	1																							
X ₄	0.676	0.380	0.699	1																						
X ₅	0.290	0.307	0.431	0.545	1																					
X ₆	0.537	0.322	0.534	0.538	0.421	1																				
X ₇	0.413	0.607	0.755	0.576	0.473	0.407	1																			
X ₈	0.348	0.463	0.620	0.464	0.504	0.530	0.754	1																		
X ₉	0.891	0.553	0.781	0.803	0.425	0.619	0.573	0.542	1																	
X ₁₀	0.412	0.299	0.542	0.615	0.482	0.523	0.473	0.471	0.503	1																
X ₁₁	0.858	0.509	0.713	0.734	0.344	0.640	0.510	0.470	0.910	0.438	1															
X ₁₂	0.513	0.626	0.729	0.697	0.654	0.608	0.789	0.793	0.706	0.658	0.674	1														
X ₁₃	0.809	0.454	0.733	0.730	0.344	0.664	0.596	0.609	0.880	0.583	0.879	0.683	1													
X ₁₄	0.350	0.482	0.461	0.640	0.380	0.457	0.414	0.333	0.570	0.460	0.603	0.608	0.539	1												
X ₁₅	0.818	0.353	0.741	0.824	0.432	0.565	0.578	0.567	0.878	0.580	0.829	0.685	0.903	0.496	1											
X ₁₆	0.619	0.559	0.665	0.656	0.248	0.494	0.613	0.545	0.692	0.524	0.728	0.758	0.669	0.529	0.669	1										
X ₁₇	0.740	0.541	0.714	0.740	0.489	0.406	0.576	0.462	0.853	0.381	0.750	0.632	0.736	0.477	0.790	0.614	1									
X ₁₈	0.615	0.526	0.794	0.799	0.502	0.597	0.762	0.598	0.738	0.646	0.718	0.793	0.740	0.591	0.747	0.718	0.647	1								
X ₁₉	0.546	0.392	0.340	0.580	0.164	0.305	0.361	0.200	0.568	0.356	0.552	0.428	0.547	0.613	0.526	0.592	0.566	0.435	1							
X ₂₀	0.600	0.580	0.725	0.624	0.355	0.595	0.818	0.672	0.711	0.469	0.699	0.730	0.729	0.468	0.651	0.678	0.567	0.818	0.409	1						
X ₂₁	0.600	0.492	0.593	0.633	0.362	0.516	0.480	0.371	0.634	0.347	0.641	0.524	0.521	0.457	0.502	0.592	0.579	0.635	0.589	0.583	1					
X ₂₂	0.494	0.425	0.649	0.643	0.529	0.396	0.576	0.571	0.577	0.665	0.541	0.753	0.569	0.520	0.606	0.712	0.566	0.733	0.448	0.608	0.487	1				
X ₂₃	0.858	0.536	0.722	0.820	0.383	0.572	0.545	0.433	0.907	0.459	0.876	0.664	0.812	0.480	0.823	0.726	0.869	0.723	0.609	0.651	0.644	0.558	1			
X ₂₄	0.803	0.431	0.704	0.742	0.357	0.459	0.518	0.407	0.859	0.448	0.848	0.547	0.848	0.586	0.834	0.609	0.853	0.658	0.618	0.595	0.558	0.521	0.832	1		
End.	0.898	0.562	0.739	0.809	0.404	0.582	0.635	0.545	0.956	0.529	0.893	0.703	0.892	0.545	0.899	0.732	0.858	0.746	0.660	0.741	0.651	0.624	0.906	0.890	1	



EK 3. Hareketli Ortalamaya Göre Beklenen Getiri (Annex 3. Expected Return to Moving Average)

Tarih	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	X ₂₀	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄	End.
07/10	2.40	(5.02)	(3.32)	5.15	0.76	(2.52)	10.30	(0.98)	8.04	15.54	6.70	5.36	0.40	(1.71)	(2.25)	(1.47)	4.68	(1.06)	10.68	1.29	(4.22)	0.88	1.64	5.91	3.30
07/11	(0.83)	(5.50)	(5.89)	3.74	1.75	(5.54)	10.41	(2.69)	4.61	(0.84)	0.40	0.04	0.11	(4.55)	(5.56)	(3.97)	8.01	0.70	8.03	2.56	(2.55)	(1.06)	0.66	2.72	1.02
07/12	(13.37)	(15.06)	(8.76)	0.11	0.39	(14.14)	(2.41)	(12.40)	(10.46)	(10.86)	(9.59)	(8.42)	(9.29)	(11.85)	(14.43)	(12.40)	(2.00)	(4.46)	(2.01)	(3.10)	(4.66)	(10.86)	(11.91)	(11.40)	(8.83)
08/01	(8.07)	(10.48)	(4.64)	6.23	3.49	(11.26)	0.18	(1.44)	(10.13)	(0.25)	(9.20)	(1.86)	(6.87)	(6.71)	(4.35)	(4.20)	(5.60)	0.23	(0.56)	1.15	(1.87)	(4.51)	(7.54)	(14.03)	(6.98)
08/02	(12.26)	(8.77)	(12.53)	(6.98)	0.31	(14.76)	(6.20)	(0.83)	(16.23)	(10.63)	(12.08)	(7.10)	(15.42)	(7.69)	(11.94)	(9.45)	(14.65)	(10.28)	(3.32)	(4.51)	(9.62)	(0.92)	(15.35)	(14.08)	(10.83)
08/03	1.47	4.79	(4.09)	(1.35)	6.50	0.07	2.74	15.83	(1.66)	2.34	2.65	9.69	0.07	3.01	0.88	7.10	(5.04)	(1.33)	0.75	5.76	1.19	6.96	(2.88)	(2.47)	(0.83)
08/04	(3.81)	4.77	(7.85)	(9.21)	8.22	(1.87)	2.13	8.31	(7.30)	(9.59)	(1.34)	1.28	(3.88)	0.10	(3.79)	(2.43)	0.68	(3.61)	(6.45)	3.36	(2.56)	(2.88)	(8.67)	2.12	(3.22)
08/05	(7.18)	(1.66)	(5.11)	(9.71)	10.66	4.04	4.93	15.22	(7.07)	(5.36)	(4.03)	4.40	1.76	(6.59)	1.26	(5.89)	(4.64)	(3.72)	(12.73)	2.76	(5.84)	(9.52)	(11.55)	(3.46)	(4.62)
08/06	4.34	(1.97)	(6.07)	(2.14)	5.03	4.19	1.31	7.11	1.21	(9.23)	(0.07)	(0.98)	8.84	(6.82)	9.37	(4.61)	7.94	(2.07)	(0.98)	1.24	(4.31)	(5.78)	2.47	6.06	3.96
08/07	8.81	(1.79)	(2.76)	(4.13)	1.39	6.77	(9.68)	2.54	4.23	(3.18)	6.64	(1.86)	8.49	(7.39)	5.02	0.11	(0.33)	(3.89)	(3.54)	(2.27)	1.33	(0.90)	6.71	5.12	3.89
08/08	18.14	(2.50)	(4.76)	(1.92)	(4.95)	0.94	(14.35)	(13.12)	5.26	(1.34)	11.47	(10.26)	7.68	(3.47)	7.12	7.12	2.40	(6.59)	6.96	(5.05)	9.93	(3.15)	12.89	13.38	6.62
08/09	(6.40)	(7.18)	(19.37)	(22.55)	(10.15)	(10.65)	(24.60)	(20.98)	(13.63)	(16.69)	(6.86)	(23.25)	(14.67)	(7.47)	(13.54)	(7.83)	(18.94)	(23.66)	(4.90)	(14.97)	(5.70)	(20.36)	(13.48)	(9.13)	(10.25)
08/10	(10.48)	(14.01)	(29.24)	(20.96)	(11.06)	(12.84)	(25.42)	(22.45)	(13.74)	(27.71)	(10.74)	(25.18)	(14.71)	(2.83)	(14.35)	(12.14)	(14.07)	(34.36)	4.14	(18.72)	(5.00)	(27.85)	(18.42)	(9.30)	(10.16)
08/11	(8.92)	0.50	(12.57)	(15.93)	(6.01)	(11.62)	(12.61)	(12.61)	(4.38)	(22.79)	(8.03)	(12.75)	(11.62)	2.08	(8.85)	(11.00)	(5.71)	(22.77)	2.29	(10.82)	(3.00)	(16.95)	(17.34)	(6.49)	(4.12)
08/12	(2.15)	0.02	(4.37)	(7.46)	4.69	(5.96)	(0.23)	(7.96)	(2.98)	(11.08)	(4.78)	(1.50)	(6.38)	(2.17)	(4.34)	(7.66)	0.95	(10.25)	5.49	(6.05)	8.64	(3.56)	(6.47)	(1.78)	0.23
09/01	(2.28)	9.17	4.08	(7.17)	2.01	(9.69)	12.88	(2.09)	(2.48)	(1.36)	(6.37)	2.90	(5.36)	(5.68)	(6.32)	(4.05)	(3.71)	2.87	(1.50)	1.21	2.12	(1.35)	(3.31)	(4.21)	0.79
09/02	3.03	3.44	(3.51)	(1.10)	3.22	(3.86)	4.28	(8.77)	(2.48)	(1.36)	(2.36)	0.67	(3.23)	(3.50)	(5.20)	(2.60)	(7.21)	8.52	(2.31)	1.13	5.26	(0.33)	3.08	(6.32)	(0.56)
09/03	12.05	9.28	16.83	14.10	8.14	2.15	8.69	3.72	16.13	15.95	9.35	13.08	8.98	6.83	12.49	9.40	13.06	19.42	(2.49)	4.69	9.54	9.00	16.77	7.38	8.45
09/04	19.39	10.18	21.04	22.60	14.13	21.61	7.05	8.28	23.56	22.06	17.88	18.32	18.57	12.15	25.11	11.69	21.32	28.55	0.85	11.79	18.56	15.29	26.00	13.07	13.75
09/05	12.69	12.56	21.45	24.79	15.98	27.14	7.67	12.79	21.84	27.47	11.77	19.17	12.01	16.84	17.48	11.65	21.89	24.70	3.67	8.51	23.27	14.86	23.57	10.73	11.55
09/06	10.43	7.46	17.56	22.77	10.17	21.69	3.55	7.68	15.85	21.71	7.58	7.38	13.77	14.74	13.98	5.43	13.51	17.04	6.58	6.33	16.65	10.78	20.04	13.65	9.34
09/07	10.29	4.14	26.03	15.98	4.91	16.78	7.26	12.06	13.33	13.93	8.23	7.08	11.93	8.62	10.56	10.05	11.75	14.43	6.18	5.80	18.40	10.79	16.51	11.43	7.11
09/08	7.97	0.97	23.90	13.96	4.00	1.78	9.62	13.17	11.01	7.29	8.83	6.10	14.36	4.90	12.48	8.13	13.51	15.77	7.45	9.61	19.39	12.82	14.18	13.41	7.02
09/09	(0.35)	4.03	17.35	3.79	(1.50)	0.73	7.32	6.72	2.28	(1.88)	4.43	3.89	3.83	1.70	0.37	6.22	4.89	8.05	2.45	11.15	22.50	6.28	5.91	0.48	1.34
09/10	(1.55)	4.42	5.71	2.99	2.91	(10.23)	(1.32)	(1.74)	(1.78)	(3.18)	(4.32)	(4.94)	(2.05)	(2.91)	(2.65)	(1.47)	3.83	3.15	(1.31)	5.01	19.51	7.70	(1.52)	(2.53)	(1.18)
09/11	3.53	21.54	10.99	4.01	5.51	0.21	3.62	(0.28)	4.96	(0.59)	3.58	1.44	4.68	(0.44)	0.13	6.42	11.44	4.65	0.44	6.70	13.93	3.40	9.85	0.74	3.11
09/12	2.79	19.04	6.81	8.40	8.06	3.52	5.41	5.25	5.55	8.55	5.71	3.55	10.32	8.44	5.64	7.63	6.02	14.96	3.58	6.49	9.65	5.39	5.07	5.63	3.99
10/01	(1.00)	14.49	1.69	6.98	4.80	4.33	2.32	2.15	3.96	7.77	6.92	3.85	7.92	8.78	3.51	6.54	4.24	7.58	0.01	3.02	0.96	(1.07)	6.15	4.84	1.55
10/02	3.12	(2.33)	3.36	5.97	4.63	4.24	1.51	0.85	4.78	10.86	5.01	(0.20)	6.21	7.95	4.72	0.90	(1.99)	7.79	(3.91)	5.95	(2.77)	3.02	(0.92)	6.15	0.77
10/03	5.87	4.00	4.95	0.33	7.22	0.54	1.49	(0.34)	5.81	3.83	5.94	4.05	4.61	10.57	1.91	1.39	4.92	5.32	(3.73)	5.14	(3.26)	12.15	0.13	5.95	0.89
10/04	11.22	3.67	9.39	(1.62)	7.21	2.96	2.62	(0.14)	6.93	5.45	5.36	2.08	6.88	10.21	3.70	(0.17)	3.02	5.48	(0.45)	4.09	(3.27)	11.47	(0.94)	7.62	2.94
10/05	1.38	3.96	2.94	(2.70)	4.33	(4.34)	(1.28)	(3.79)	(1.76)	(3.28)	1.26	(1.90)	2.23	7.26	(0.01)	(1.46)	3.61	0.04	(2.16)	(3.36)	(4.70)	8.87	(2.62)	3.99	(0.88)



EK 3. Devamı (Annex 3. Continuing)

Tarih	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	X ₂₀	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄	End.
10/06	3.98	(1.60)	4.24	(0.97)	3.92	(0.26)	(1.38)	(3.35)	2.97	(2.57)	3.19	(5.52)	2.09	(3.05)	1.58	(0.51)	2.31	(2.60)	(1.18)	1.81	0.70	5.14	2.40	2.54	2.26
10/07	1.41	4.23	3.34	0.30	0.68	(3.91)	2.21	2.10	3.56	2.00	5.46	1.15	3.09	0.62	2.65	10.50	6.53	5.06	4.46	6.32	7.71	14.40	7.95	3.65	3.55
10/08	5.14	8.03	6.05	(1.47)	(1.54)	1.55	5.12	8.57	8.56	7.66	7.69	4.41	8.72	1.82	5.55	14.14	4.36	11.73	5.78	10.66	14.74	13.14	6.61	5.08	6.13
10/09	2.65	8.24	2.32	(0.28)	2.74	(1.40)	5.83	8.87	4.38	11.61	4.60	6.80	5.08	4.87	4.20	12.56	5.97	11.57	5.58	4.20	11.29	11.19	4.40	6.40	4.23
10/10	1.80	2.74	2.42	(2.04)	7.34	1.99	0.18	4.96	4.35	19.36	1.64	3.40	6.10	2.36	2.65	4.19	4.62	8.37	1.93	2.46	5.18	6.85	0.54	4.73	2.68
10/11	(0.97)	6.49	(0.62)	(6.12)	8.15	2.21	(2.37)	(0.21)	(2.23)	34.39	(3.46)	5.17	2.95	1.55	(1.24)	1.88	(0.54)	2.04	2.72	(0.24)	(2.83)	10.57	(3.64)	(0.66)	(1.01)
10/12	(5.66)	7.00	1.68	(8.69)	1.60	1.93	(1.95)	(2.22)	(6.72)	23.12	(7.88)	3.83	(1.15)	(2.78)	(4.77)	7.82	(4.42)	2.98	(1.80)	2.78	(4.47)	9.58	(5.11)	(5.16)	(5.06)
11/01	(3.98)	9.87	(1.20)	(6.18)	(0.60)	3.72	(0.59)	(0.72)	(5.26)	10.83	(5.02)	4.47	(1.36)	(0.27)	(4.70)	3.88	(6.39)	(0.35)	(4.08)	3.07	(6.23)	6.63	(2.41)	(4.98)	(5.07)
11/02	(3.67)	(0.61)	(1.21)	2.47	(0.28)	2.39	1.74	3.15	(2.52)	8.91	(3.45)	4.88	(1.14)	(0.40)	0.23	10.34	(2.91)	3.63	(4.56)	5.84	(7.20)	13.27	(0.42)	(3.02)	(0.88)
11/03	2.23	3.53	3.48	2.94	0.93	3.27	3.92	7.49	3.96	8.99	3.18	4.60	8.85	4.69	6.45	5.60	1.59	2.40	(2.83)	8.04	(4.37)	14.63	0.79	0.85	3.49
11/04	0.30	6.94	5.85	1.46	0.84	(3.01)	4.11	5.77	1.02	(0.48)	1.17	5.16	4.21	2.80	4.42	16.06	1.23	2.13	(0.29)	4.43	(1.65)	17.44	(1.24)	(2.73)	2.49
11/05	0.12	16.10	5.69	(5.49)	1.20	(8.87)	(1.07)	2.39	1.49	(14.96)	1.37	2.70	0.62	1.68	(0.57)	5.68	1.66	(3.57)	(1.56)	(1.94)	(0.31)	6.19	(1.42)	(2.18)	(0.87)
11/06	(2.19)	9.81	(3.64)	(7.33)	3.56	(10.26)	(7.14)	(2.76)	(1.64)	(11.94)	(3.35)	2.91	(4.55)	(1.48)	(6.00)	4.50	(2.51)	(7.07)	(0.82)	(5.64)	(5.47)	3.08	(4.16)	(5.30)	(3.57)
11/07	(4.51)	(0.20)	(9.76)	(9.79)	3.04	(14.45)	(8.38)	(6.06)	(3.79)	(6.66)	(3.96)	(1.33)	(5.33)	(2.49)	(4.74)	(5.04)	(2.49)	(9.66)	(4.79)	(7.56)	(11.73)	(2.05)	(5.59)	(5.29)	(4.79)
11/08	(0.06)	(3.47)	(2.42)	(8.05)	(0.57)	(10.17)	(2.26)	(7.49)	0.31	(8.45)	(0.87)	(3.21)	0.34	(0.51)	(1.39)	0.66	4.30	(2.37)	(0.07)	0.27	(7.13)	(1.10)	1.45	1.54	(1.82)
Toplam	56.86	143.26	75.50	(2.26)	147.73	(30.89)	17.14	29.56	71.69	103.39	50.23	53.55	88.69	51.85	42.45	99.21	91.11	85.50	15.69	80.39	125.72	157.54	48.84	50.64	30.94
Ort.	1.21	3.05	1.61	(0.05)	3.14	(0.66)	0.36	0.63	1.53	2.20	1.07	1.14	1.89	1.10	0.90	2.11	1.94	1.82	0.33	1.71	2.67	3.35	1.04	1.08	0.66
S.Sap.	7.19	7.74	10.88	9.96	5.19	9.23	7.92	8.47	8.47	12.98	6.69	8.14	7.83	6.38	8.05	7.27	8.13	11.54	4.48	6.36	9.47	9.68	9.93	7.13	5.48
Piyasa Std.Dev	8.295																								

Not: Kırmızı ile () içinde verilen hücreler negatif değerlerdir.