

**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI**

KARESEL PROGRAMLAMA İLE PORTFÖY OLUŞTURULMASI

MASTER TEZİ

**Hazırlayan
Faruk KAYA**

**Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Şenol ALTAN**

ANKARA – 2006

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Faruk Kaya'ya ait "Karesel Programlama ile Portföy Oluşturulması" adlı çalışma, jürimiz tarafından Ekonometri Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Prof. Dr. Nihat BOZDAĞ



Üye

Yrd. Doç. Dr. Hakan ÇERMİKLİ



Üye

Yrd. Doç. Dr. Şenol ALTAN (Danışman)



ÖNSÖZ

Çalışmanın gerçekleştirilmesi sırasında öncelikle çalışma yaptığım konuya dikkatimi çeken, beni araştırmaya sevk eden, hayatın teori öğrenmekten ibaret olmadığını gösteren ve her türlü desteğini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Murat Atan'a saygılarımı sunarım.

Tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Şenol Altan'a, kaynak toplama aşamasında desteklerinden dolayı Didem Yeter, Hasan Türe ve Furkan Emirmahmutoğlu'na, okuma ve düzeltme aşamasında desteğinden dolayı Fatih Safitürk'e, ayrıca gösterdikleri hoşgöründen dolayı mesai arkadaşlarım Kültür ve Turizm Bakanlığı yurtdışı kuruluşlar şube müdürlüğü personeline teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
TABLO ve ŞEKİLLER LİSTESİ.....	iv
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 1: PORTFÖY KURAMI.....	3
1.1. Portföy tanımı ve Portföy literatürü.....	3
1.2. Portföy optimizasyonu ile ilgili temel kavramlar.....	6
1.2.1. Portföy optimizasyonu süreci.....	6
1.2.2. Portföy getirisi.....	8
1.2.3. Portföy riski.....	10
1.3. Portföy teorileri.....	14
BÖLÜM 2: MODERN PORTFÖY TEORİSİ.....	16
2.1. Modern portföy teorisinin temeli.....	16
2.2. Modern portföy teorisinin varsayımları.....	17
2.3. Markowitz ortalama-varyans modeli.....	19
2.3.1. İki menkul kıymetten oluşan portföyün beklenen getirisi ve riski.....	19
2.3.1.1. Korelasyon katsayısının (+1) olması durumu.....	21
2.3.1.2. Korelasyon katsayısının (0) olması durumu.....	22
2.3.1.3. Korelasyon katsayısının (-1) olması durumu.....	23
2.3.2. N menkul kıymetten oluşan portföyün beklenen getirisi ve riski.....	24
2.4. Markowitz modelinin geometrik gösterimi ve etkin sınır.....	25
2.5. Markowitz ortalama varyans modeline yöneltilen eleştiriler ve modele yapılan katkılar.....	30
2.5.1. Risk ve ölçümü ve varyans-kovaryans matrisi.....	30
2.5.2. Alım-satım maliyetleri ve vergiler.....	31

2.5.3. Modelin tek periyotluk olması.....	31
2.5.4. Miktar kısıtları ve aşırı çeşitlendirme.....	32
2.6. Optimum portföy.....	34
BÖLÜM 3: KARESEL PROGRAMLAMA.....	37
3.1. Karesel programlama tanımı ve uygulanma alanları.....	37
3.2. Karesel programlama modeli.....	38
3.3. Karesel programlama modelinin matris notasyonu ile gösterimi...	40
3.4. Karesel programlama modeli çözüm algoritmaları.....	41
BÖLÜM 4: UYGULAMA.....	43
4.1. Yatırım yapılacak hisse senedi sayısı kısıtlı ortalama-varyans portföy seçim modeli.....	45
4.2. Standart ortalama-varyans portföy seçim modeli.....	53
4.3. Yatırım üst sınırlı ortalama-varyans portföy seçim modeli.....	61
SONUÇ.....	69
KAYNAKÇA.....	71
EK.....	75
ÖZET.....	81
ABSTRACT.....	82

TABLO VE ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1	Toplam Riskin Kaynakları.....	10
Şekil 1.2	Çeşitlendirme ve Risk	14
Şekil 2.1	Korelasyon Katsayısının (1) Olması Durumu.....	22
Şekil 2.2	Korelasyon Katsayısının (0) Olması Durumu.....	23
Şekil 2.3	Korelasyon Katsayısının (-1) Olması Durumu.....	24
Şekil 2.4	Mümkün Olan Portföylerin Kümesi.....	26
Şekil 2.5	Üst Sınırın Konveksliği.....	27
Şekil 2.6	Her Bir Risk Düzeyi İçin Maksimum Getiriyi Sağlayan Portföyler.....	28
Şekil 2.7	Her Bir Getiri Düzeyi İçin Minimum Riski Sağlayan Portföyler.....	29
Şekil 2.8	Etkin Sınır Eğrisi.....	29
Şekil 2.9	Risk Karşısında Değişik Yatırımcıların Eğilimleri.....	35
Şekil 4.1	Hisse Senedi Sayısı Kısıtlı Modelin Çözümünde Elde Edilen Etkin Sınır.....	51
Şekil 4.2	Standart Model İle Hisse Senedi Sayısı Kısıtlı Modelin Çözümünde Elde Edilen Etkin Sınırlar.....	58
Şekil 4.3	Üçüncü Uygulamada Etkin Sınır.....	66
Tablo 4.1	Uygulamada Kurulan Birinci Model.....	46
Tablo 4.2	Birinci Modelde Kullanılan Alan Tanımlamaları ve Formüller.....	47
Tablo 4.3	Birinci Modelin Çözücü Parametreleri.....	48
Tablo 4.4	Birinci Modelde Etkin Sınır Üzerinde Olan Portföylerdeki Hisse Senedi Ağırlıkları.....	50
Tablo 4.5	Portföylerin Sharpe Oranları.....	52
Tablo 4.6	Sharpe Oranı Maksimum Olan Portföydeki Hisse Senedi Ağırlıkları.....	52

Tablo 4.7	Uygulamada Kurulan İkinci Model.....	54
Tablo 4.8	İkinci Modelde Kullanılan Alan Tanımlamaları Ve Formüller.....	55
Tablo 4.9	İkinci Modelin Çözücü Parametreleri.....	56
Tablo 4.10	İkinci Modelde Etkin Sınır Üzerinde Olan Portföylerdeki Hisse Senedi Ağırlıkları.....	57
Tablo 4.11	Portföylerin Sharpe Oranları.....	59
Tablo 4.12	Sharpe Oranı Maksimum Olan Portföydeki Hisse Senedi Ağırlıkları.....	60
Tablo 4.13	Uygulamada Kurulan Üçüncü Model.....	62
Tablo 4.14	Üçüncü Modelde Kullanılan Alan Tanımlamaları Ve Formüller.....	63
Tablo 4.15	Üçüncü Modelin Çözücü Parametreleri.....	64
Tablo 4.16	Üçüncü Modelde Etkin Sınır Üzerinde Olan Portföylerdeki Hisse Senedi Ağırlıkları.....	65
Tablo 4.17	Portföylerin Sharpe Oranları.....	67
Tablo 4.18	Sharpe Oranı Maksimum Olan Portföydeki Hisse Senedi Ağırlıkları.....	68

GİRİŞ

Portföy optimizasyonu işlemini gerçekleştirmeye yönelik modeller incelenmeye başlandığında şüphesiz ilk dikkati çeken model Modern Portföy Teorisi'nin temellerini atan Harry Markowitz'in geliştirdiği ortalama-varyans modelidir. Markowitz'in ortalama-varyans modeli her bir menkul kıymet çifti arasındaki ilişkiyi dikkate alarak bir optimizasyon işlemi gerçekleştirmektedir.

Bu çalışmada Harry Markowitz'in geliştirdiği ortalama-varyans modelini kullanarak yatırımcının birden fazla yatırım aracına yatırım yaparken yani portföy oluştururken dikkate aldığı amacın ve kısıtların matematiksel modellemelerinin nasıl yapılacağı ortaya konulmaktadır. Yapılan çalışmanın gerek modern portföy teorisinin temelini oluşturan Markowitz ortalama-varyans portföy modelini çok yönlü olarak ele alması, gerekse pratikte portföy seçimi yapılırken ihtiyaç duyulabilecek kısıtların modele nasıl katılabileceğinden bahsetmesi nedeniyle portföy oluşturma sürecine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Finansman, iktisat, yöneylem araştırması, matematik ve istatistik gibi bilimlerle yakından ilgili olan portföy optimizasyonu sürecini ele alan bu çalışma dört bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde finansman teorisi; özelde portföy teorisinin oluşumu ile birlikte portföyle ilgili temel kavramlar incelenmektedir.

İkinci bölümde ise modern portföy teorisi ayrıntılarıyla ortaya konulmaktadır.

Üçüncü bölümde ortalama-varyans modelinin çözümünde kullanılan karesel programlama modeli ve çözüm algoritmalarından bahsedilmektedir.

Dördüncü bölüm ise uygulamayı içermektedir. Uygulamadaki amaç, tezin genel amacı “portföy oluştururken dikkate alınan amacın ve kısıtların matematiksel modellemelerinin nasıl yapılacağını ortaya koymak” paralelinde Gökçe ve Cura'nın 2003 yılında yazdıkları “İMKB Hisse Senedi Piyasalarında İyi Çeşitlendirilmiş Portföy Büyüklüğünün Araştırılması” adlı makalede ortaya koydukları iyi çeşitlendirilmiş portföy seçme yöntemine alternatif iki aşamalı bir iyi çeşitlendirilmiş portföy seçme yöntemi ortaya koyup daha sonra bu iki yöntemi karşılaştırmaktır.

BÖLÜM 1

PORTFÖY KURAMI

Bu bölümde portföy tanımı yapıp, portföyle ilgili genel bilgiler verildikten sonra portföy optimizasyonu ile ilgili olarak portföy optimizasyon süreci, portföy getirisi ve portföy riski ile ilgili konulara değinilecektir.

1.1. Portföy Tanımı ve Portföy Literatürü

Portföy, hisse senedi, tahvil, altın, döviz, varlığa dayalı menkul kıymet, gayri menkul sertifikaları ve banka mevduatı gibi yatırım araçlarından oluşan, belirli bir kişi veya grubun elinde bulunan finansal nitelikteki menkul kıymetlerdir. Her ne kadar portföy belirli menkul kıymetlerden oluşsa da bu menkul kıymetler arasında bir ilişki olduğundan, portföy kendine öz, ölçülebilir nitelikleri olan bir varlıktır. Bu nedenle portföy, içerdiği menkul kıymetlerin basit bir toplamı değildir (Ceylan ve Korkmaz, 1998:7).

Ekonomi teorisinin yirminci yüzyılın başlarındaki gelişme sürecinde finansman teorisi geniş yer tutmuyordu. Halbuki ekonomistler, finansal piyasaların temel ekonomik fonksiyonlarının önemini farkındaydılar. Buna rağmen finans teorisi ve özelde portföy teorisi konusunda çalışmaya pek ilgi duymamışlardır. Bunun sebebi, o yıllarda borsaların gerçek anlamda piyasa gibi değil de bir çeşit kumarhane gibi algılanması etkili olmuş olabilir.

Finansal piyasalarla ilgili ilk çalışmalar sezgisel olmaktan ileriye geçememiştir. Bu konuda ilk teorik çalışma 1900 yılında, genç bir Fransız

matematikçi olan Louis Bachelier'in Sorbonne Üniversitesi'nde matematik bilimleri doktoru ünvanı alabilmek için hazırladığı "Spekülasyon Teorisi" adlı tezdır. Bu tez, matematiksel formüller kullanılarak menkul kıymet piyasalarının nasıl çalıştığını açıklayan bir teori ortaya koymaya yönelik ilk girişim olmuştur. Çalışmaya, akademi ve ekonomi çevrelerince hak ettiği önem ilk zamanlarda verilmemiştir. Daha sonraları finansman teorisine ilgi arttıkça, tez hak ettiği önemi kazanmış ve finansman teorisinin başlangıcı olarak kabul edilmiştir.

Irving Fisher, sermaye ve yatırım teorisini geliştirirken 1906'da yazdığı "Sermaye ve Gelirin Doğası" ve 1907'de yazdığı "Faiz Oranı" adlı makalelerinde kredi piyasalarının ekonomik aktivitedeki temel fonksiyonlarını ortaya koymuş, finansman amacı ile sermaye kaynaklarından portföy oluşturmayı ve bu süreçte riskin önemini vurgulamıştır.

Finansal piyasalarda varlık fiyatlarının nasıl oluştuğuna dair teori geliştiren öncü finansçılardan biri John Burr Williams'tır. 1937'de Harvard Üniversitesi'nde doktora tezi için geliştirdiği model, daha sonra kitap olarak da basılmış ve bir yatırım klasiği haline gelmiştir. Ona göre bir finansal varlığın gerçek değeri, o varlığın alımı ile satımı arasındaki fark ile o varlıktan elde edilecek temettü geliri toplamının bugünkü değerine eşittir.

1952'de Harry Markowitz o zamana kadar geliştirilen değere yönelik yaklaşımların hep geleceğe dönük tahminler içermesine rağmen risk kavramına hiç değinmediğini tespit etmiştir. Markowitz'e göre piyasa belirsizlikleri dikkate alınmazsa geleceğe dönük tahmin içeren yaklaşımlar, çeşitlendirilmemiş portföylere tercih edilen herhangi bir çeşitlendirilmiş portföy ortaya koyamazlar (Markowitz, 1952:77).

Getiri ve risk, hayatta her zaman yan yana olan iki kavram olmasına rağmen, yatırım kararlarına nasıl dahil edilebileceği konusu çözülememişti.

Markowitz, riski ölçme konusunda adım atmış ve optimal portföy oluşturma tekniklerini modellemiştir. Markowitz'in portföyde farklı yatırım araçlarına yer vererek riski azaltmak üzerine geliştirdiği teori, daha sonraları "Modern Portföy Teorisi" olarak anılmaya başlanmıştır.

A.D.Roy, Markowitz'den bağımsız olarak hemen hemen aynı tarihlerde, risk ölçüsü olarak varyansın kullanılabileceğini ortaya koymuştur. (Roy, 1952:434) Markowitz'in yaptığı çalışmaya benzer şekilde etkin portföyler kümesi oluşturmuştur. Aradan yıllar geçtikten sonra kendi çalışması ile Roy'un çalışmasını karşılaştırırken Markowitz "1952'deki makalem dikkate alınarak, çoğu zaman modern portföy teorisinin babası olarak anılmaktayım fakat Roy da bu şerefi en az benim kadar hak etmektedir" demiştir (Markowitz, 1999:5).

James Tobin, 1958 yılında Markowitz'in teorisine en likit ve risksiz varlık olan nakit parayı katmıştır (Tobin, 1958:65). Tobin'e göre yatırımcılar, temelde yaptıkları tercihlerinde birikimlerini risksiz ve riskli varlıklardan oluşan bir portföye bölüştürüyorlardı. Yatırımcı, kendi risk tercihine göre bu ikisi arasında varlıklarını dağıtmalıydı. Risk karşısında değişik davranışlar, risksiz varlık olan nakit para ile riskli varlıklar arasında değişik kombinasyonları gündeme getirmiştir.

Markowitz ve Tobin'in geliştirdikleri teoriler çok da pratik sayılmazlardı. Özellikle modelin çözümü için gerekli varyans-kovaryans matrisini oluşturmak oldukça zordu. William Sharpe 1964'de finansal varlıkları fiyatlama modelini oluşturmuştur. Finansal varlıkları fiyatlama modelinde Sharpe, Markowitz'den farklı olarak her varlığın getirisinin genel bir piyasa indeksi ile arasındaki ilişkiyi hesaplayıp sistematik risk olarak tanımlamış ve böylece daha az hesaplama yaparak Markowitz'in modelindeki sonuçlara ulaşılabileceğini göstermiştir.

70'li yıllarda teoriye katkılar sürmüştür. Bu katkılardan en önemli olanı 1976'da Stephen A. Ross tarafından ortaya atılan Arbitraj Fiyatlama Teorisi'dir. Bu teorinin diğer bir adı da çok faktörlü finansal varlıkları fiyatlama modelidir. Bu kuram tek fiyat yasasına dayanmaktadır. Bir başka deyişle modelin esasını aynı malın iki ayrı fiyattan satılamayacağı veya arbitraj yapılamayacağı fikri oluşturur.

Arbitraj fiyatlama teorisinden sonra 80'li yıllarda finansal varlıkları fiyatlama modeli, arbitraj fiyatlama modeli ve bunların çıkış noktası sayılan Markowitz ortalama-varyans modeli üzerinde özellikle bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle çok çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaları yapanlardan bazıları modeli basitleştirici varsayımlarından kurtararak pratiğe daha yakın hale getirmeye, bazıları ise farklı programlama modelleri ve bu modellere ait çözüm algoritmalarını geliştirmeye çalışmışlardır.

Finansman teorisi alanındaki öncü çalışmaları, Harry M. Markowitz, Merton H. Miller ve William F. Sharpe'a 1990 yılı Nobel ekonomi ödülünü kazandırmıştır. Markowitz, Nobel ödülünü alırken üstünde önemle durduğu nokta, finansman teorisinin artık tamamen ekonomi biliminin bir parçası olarak kabul ediliyor olmasıydı (Markowitz, 1990:286).

1.2. Portföy Optimizasyonu İle İlgili Temel Kavramlar

Bu bölümde portföy optimizasyonu süreci, portföy getirisi ve portföy riski gibi temel kavramlar üzerinde durulacaktır.

1.2.1. Portföy Optimizasyonu Süreci

Portföy optimizasyonu, çok sayıda yatırım aracını, çeşitli sınırlamalar altında, yatırımcıya en fazla getiriyi sağlayacak buna karşılık en az risk ile

yönetme faaliyetidir (Karan, 2001:531). Portföy optimizasyonu beş aşamada incelenebilir. Bunlar;

- a) Portföy planlaması
- b) Yatırım analizi
- c) Portföy seçimi
- d) Portföy değerlendirme
- e) Portföy revizyonu

olarak ifade edilebilir.

Portföy planlaması aşamasında yatırımcının tercihleri incelenir ve yatırımcıya veya onun adına faaliyette bulunan portföy yöneticisine yol gösterecek yatırım ölçütleri saptanır. Böylelikle portföy yöneticisinin ve yatırımcının karşılıklı olarak bilgilenmesi sağlanır. Amaç net bir şekilde ortaya konulur.

Yatırım analizi aşamasında menkul kıymet performansına etki edebilecek değişkenlerin analizi yapılır. Bunlar sırasıyla ekonomi analizi, sektör analizi ve menkul kıymet analizidir. Ekonomi analizinde genel ekonomik trend ve makroekonomik göstergeler gibi faktörler incelenir. Sektör analizinde ise rekabet koşulları, yasal düzenlemeler, arz-talep ilişkileri gibi sektör bazındaki faktörler incelenir. Son olarak menkul kıymet analizinde, menkul kıymeti çıkaran firma ile ilgili haberler, firmanın gelir tablosu ve bilanço analizleri gibi unsurları değerlendirilir.

Portföy seçimi aşamasında portföyün genel kompozisyonuna karar verilerek hangi menkul kıymete ne kadar yatırım yapılacağı ortaya konur. Portföy seçiminin hedefi, yatırım yöneticisinin yatırım kararlarına netlik getirmek ve muhtemel risk oranlarını düşürebilmektir. Bu çalışmanın konusu olan Markowitz ortalama varyans modeli, portföy optimizasyon sürecinin bu

aşaması ile ilgilidir. Ayrıntılı olarak ele alacağımız Markowitz ortalama varyans modeli, menkul kıymetlerin getirilerini ve risklerini göz önünde bulundurarak portföyün genel kompozisyonuna karar verebilmemizi sağlar.

Portföy değerlendirilmesi aşamasında sistemin dinamik özelliğinden dolayı, oluşturulan portföyün belirli aralıklarla değerlendirilmesi yapılır. Bu aşamada zaman içerisinde portföyün değerinde olan değişiklikler incelenir. Daha önceki aşamalarda verilen kararların bekleneni ne ölçüde karşıladığı saptanır. Elde edilen sonuçlar hedeflere ulaşıldığını, değişikliklere gerek olmadığını gösterebileceği gibi portföyde değişiklik ihtiyacı olduğunu da gösterebilir.

Portföy revizyonu aşamasında ise, portföyün performansı ölçüldükten sonra, alınması gereken önlemler saptanmakta ve gerekli girişimler yapılmaktadır. Bu faaliyetin amacı, portföy kazancını belirli bir risk seviyesinde maksimize etmeyi sağlayacak önlemleri almaktır. Portföy revizyonu, sürekli analiz gerektiren, elde edilen kazanç oranlarına göre değişikliklere uğrayan yani geri beslemesi olan ve piyasadaki fırsatların tam zamanında değerlendirilmesini sağlayan dinamik bir süreçtir.

1.2.2. Portföy Getirisi

Getiri, yapılan bir yatırım sonucunda yatırımcının servetindeki artışın ölçüsüdür. Bu ölçüm genelde yüzde olarak yapılır ve belli bir zaman dilimi boyunca oluşan artışı ifade eder. Örneğin, bir hisse senedinin t zamanındaki fiyatı P_t , t-1 zamanındaki fiyatı P_{t-1} ve ilgili dönemde D_t kadar kar payı ödemesi yapılmışsa bu hisse senedinin getirisi şu şekilde gösterilebilir:

$$r = \frac{[(P_t - P_{t-1}) + D_t]}{P_{t-1}} \quad (1.1)$$

Yatırım kararları geleceğe dönük olarak verildiğinden yalnızca getiri yerine, beklenen getiriden bahsedilmesi gerekmektedir. Bir menkul kıymetin beklenen getirisi muhtemel getirilerinin olasılık dağılımının beklenen değeridir. Bu durum şu şekilde ifade edilebilir:

$$E(r_i) = \sum_{j=1}^n r_j p_j \quad (1.2)$$

Burada;

$E(r_i)$: Bir menkul kıymetin beklenen getirisi,

r_j : Beklenen getiri,

p_j : Her bir beklenen getirinin olasılık değeridir.

Portföy, çeşitli menkul kıymetlerden oluştuğu için portföyün beklenen getirisi, portföy içinde yer alan her bir menkul kıymetin beklenen getirisine bağlıdır. Ayrıca her bir menkul kıymetin portföydeki ağırlığı da portföyün beklenen getirisini etkilemektedir. Kısaca bir portföyün beklenen getirisi şöyle gösterilebilir:

$$E(P_r) = \sum_{i=1}^n x_i E(r_i) \quad (1.3)$$

Burada;

$E(P_r)$: Portföyün beklenen getirisi,

$E(r_i)$: i. menkul kıymetin beklenen getirisi,

x_i : i. menkul kıymetin portföydeki ağırlığıdır.

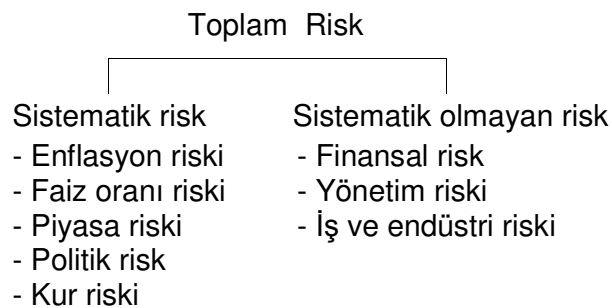
1.2.3. Portföy Riski

Risk, bilginin yeterli olmaması ya da hiç olmamasından kaynaklanan bir durumdur. Her şey hakkında tam ve kesin bilgiye sahip olunabilseydi hiçbir şeyde risk olmazdı. Riskin bazı tanımları şöyle sıralanabilir;

- a) Tereddütte olma durumu ya da kesinliğin olmaması
- b) Gelecekteki bir olayın zarar verme olasılığı
- c) Sonuçlarda olası değişim
- d) Ölçülebilir belirsizlik
- e) Beklenenden sapmalar

Bu tanımlarda yukarıdan aşağıya doğru ölçülebilir olma özelliğinin arttığına dikkat edilmelidir. Risk kelimesinin Çince yazımındaki sembol, tehlike ve fırsat kelimelerini karşılayan sembollerin yan yana gelmesiyle oluşmaktadır. Bu durum, belki de yatırımcı açısından riske bakışın en güzel ifadesidir (Rasmussen, 2003:23). Risk, yatırım getirilerindeki değişimle aynı anlama gelmektedir. Toplam risk Şekil 1.1'de görüldüğü gibi sistematik risk ve sistematik olmayan risk olarak iki ana gruba ayrılabilir. Sistematik riske çeşitli kaynaklarda genel risk veya pazar riski de denilmektedir. Sistematik olmayan riske ise özel risk ya da firma riski de denilmektedir.

Şekil 1.1: Toplam Riskin Kaynakları



Kaynak: A.Ceylan ve T.Korkmaz, **Borsada Uygulamalı Portföy Yönetimi**, Ekin Kitabevi Yayınları, Bursa, 1993: 33

Sistemik risk, menkul kıymet getirilerindeki dalgalanmaların piyasadaki bütün finansal varlıkların fiyatlarını aynı anda etkileyen faktörlerden kaynaklanan kısımdır. Ekonomik, politik ve sosyal yaşamın yapısı ve değişkenliğinden kaynaklanan sistemik risk, belirli sınırlar içerisindeki tüm finansal piyasaları ve bu piyasalarda işlem gören menkul kıymetlerin tümünü etkiler. Bu sınırlar genelde ülke sınırlarıyla aynıdır. Ekonomik, politik ve sosyal yaşamın yapısı ülke içinde hemen hemen aynı iken ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir.

Sistemik riski portföy yöneticilerinin kontrol olanağı yoktur. Sistemik risk aynı zamanda portföyün, yatırımın aynı ülkede çeşitlendirilmesi ile giderilemeyen riski olarak da tanımlanabilir. Aynı ülke sınırları içinde çeşitlendirme ile giderilemez çünkü her yatırım aracı o ülke içindeki sistemik riskten etkilenir. Bu yüzden sistemik risk üzerinde kontrol sınırlıdır. Ancak uluslararası çeşitlendirme ile yatırımcılar sistemik risklerini biraz azaltabilirler. Çeşitli ülkelerdeki menkul kıymet borsaları arasındaki korelasyonların tam ve pozitif olmaması yatırımcılara bu olanağı sağlamaktadır. Yapılan araştırmalar, uluslararası pazarlar arasında çok yüksek bir korelasyonun olmadığını göstermiştir. Özellikle gelişmekte olan pazarlarla, gelişmiş pazarların aralarındaki ilişkiler daha düşüktür. Bu pazarların bulunduğu ülkelerde uygulanan ekonomik ve sosyal politikalar, vergi oranları gibi değişkenler ilişkinin düşmesine yol açmaktadır.

Sistemik riskin başlıca kaynakları şunlardır;

Enflasyon riski: Enflasyon, menkul kıymet yatırımlarından beklenen getirileri ve dolayısıyla menkul kıymetlerin değerlerini etkilemektedir. Bu nedenle enflasyon, menkul kıymet yatırımlarının reel karlılık düzeyini belirleyen önemli faktörlerden birisidir. Enflasyon oranının yükselmesi demek, reel karlılık oranının düşmesi demektir. Bu durum, özellikle yüksek ve dalgalı

enflasyon görülen ülkelerde yatırım yapılırken çok dikkat edilmesi gereken bir risktir.

Faiz oranı riski: Faiz oranı riski, piyasa faiz oranının yükselmesi veya düşme olasılığını ifade eden bir kavramdır. Portföy getirisi sabit iken piyasa faiz oranı yükselirse, portföy sahibi tercih ettiği risk başına daha az getiri elde etmiş olur. Aynı şekilde portföy getirisi sabit iken piyasa faiz oranı düşerse, portföy sahibi tercih ettiği risk başına daha fazla getiri elde etmiş olur.

Piyasa riski: Genel ekonomik nedenlerden ötürü hisse senetlerinin beklenen getirilerinin gerçekleşen getirilerden az olması riskidir (Akmüt, 1989: 19). Piyasa riskinden kaynaklanan fiyat dalgalanmaları şirketlerin denetimi dışındadır. Beklenilmeyen bir savaşın patlak vermesi, bir terör olayının meydana gelmesi, seçim yılı olması veya politik spekülasyonların artması yatırımcı beklentilerini etkileyen olaylara örnek olarak verilebilirler.

Politik risk: Dünyada meydana gelen siyasi ve ekonomik krizler ve soğuk savaşlar, yatırımcıların davranışları üzerinde oldukça etkilidir. Politik riskin bir başka boyutu da uluslararası ticaretin hacmi ile ilgilidir. Koruma girişimleri, kotalar, döviz kurundaki dalgalanmalar veya yabancı sermaye yatırımları bu riskin unsurlarını oluşturmaktadır. Birçok kaynakta politik risk piyasa riskinin içerisinde düşünülerek incelenmektedir.

Kur riski: Bazı kaynaklarda döviz riski olarak da ifade edilen kur riski, yabancı para cinsinden yapılan yatırımlarda, paraların değerinin değişmesi durumunda ortaya çıkan bir risktir. Menkul kıymet yatırımcılarının ülke sınırlarını aşması söz konusu riskin önemini arttırmıştır.

Sistemik olmayan risk, bir şirket veya sektöre özgü olan risktir. Rekabet, yönetim yanlışlıkları, pazar daralması ve bunun gibi faktörler şirket

gelirinde sistematik olmayan değişmelere yol açabilir. Bu faktörler, diğer endüstriler ve genel olarak menkul kıymetler piyasasını etkileyen faktörlerden bağımsızdır. Sistematik olmayan risk, teoride çok iyi çeşitlendirilmiş bir portföyle ortadan kaldırılabilir bir risk türüdür (Bekçioğlu, 1984:61). İşletme yönetiminin sistematik olmayan risk kaynakları üzerinde bazı hallerde sınırlı olmakla beraber, doğrudan kontrol olanakları vardır. Sistematik olmayan riskin kaynakları şunlardır:

Finansal risk: Bu risk işletmenin borç ödeme yeterliliğinin azalmasından kaynaklanır. Bir işletmenin finansal riski finansal yapısına bakılarak anlaşılabilir. Yabancı kaynakların toplam kaynaklar içindeki payı arttıkça karların ve dolayısıyla getirilerin dalgalanma oranı da artacaktır.

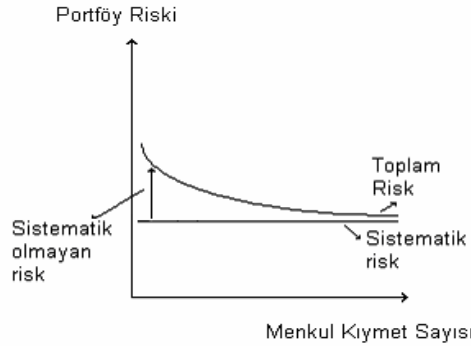
Yönetim riski: Bu risk işletme yöneticilerinin hatalarından ortaya çıkar. Yönetim hataları sonucu firmanın satışları ve dolayısıyla karı azalabilir. Bu gelişmeler kuşkusuz hisse senetleri fiyatlarında düşüğe yol açar. Bu da riskin artması demektir. Yöneticilerin hatası, faaliyet sonuçlarına direkt yansıtacağından, faaliyetlerin verimliliğini ölçmek suretiyle yönetim riski konusunda fikir elde edilebilir.

İş ve endüstri riski: İş ve endüstri riski, bir firmanın satışları ve faaliyet geliri üzerinde olumsuz etki doğurabilecek tüm etkenleri ifade eder. İş riskini doğuran veya arttıran etkenlere örnek olarak, tüketici tercih ve beğenilerindeki değişmeler, şiddetlenen dış rekabet, iş koluna yaygın grevler, hammadde sağlanmasındaki güçlükler, teknolojik gelişmeler gibi tüm endüstriyi ilgilendiren faktörler gösterilebilir. Bu faktörlerdeki olumsuz gelişmeler, ilgili firmanın faaliyet karını azaltarak, pay senedinin verimini düşürür (Akgüç, 1989:680).

Sistematik olmayan riskin ise aynı ülke içerisindeki yatırım araçlarıyla yapılan çeşitlendirmeye azaltılması, hatta yok edilmesi mümkündür. Toplam

riskin menkul kıymet sayısındaki artışa göre değişimi Şekil 1.2'deki gibi gösterilebilir.

Şekil 1.2: Çeşitlendirme ve Risk



Kaynak: G.J.Alexander, W.F.Sharpe ve J.V.Bailey, **Fundamentals of Investments**, Prentice Hall, New Jersey, 1993: 178.

1.3. Portföy Teorileri

Portföy teorileri, geleneksel ve modern olmak üzere iki ayrı grupta incelenebilir. Geleneksel portföy teorisi, 1950'li yıllara kadar hem teoride hem de uygulamada yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. Bu yaklaşıma göre portföy yönetimi bir sanattır. Bu sanatın kendine özgü kuralları ve ilkeleri vardır. Bunlar yatırımcı açısından önemlidir. Geleneksel portföy analizinin sezgi ve içe doğuş gibi subjektif yaklaşımlar içerdiği söylenebilir (Ceylan ve Korkmaz, 1998:123). Geleneksel yaklaşımın amacı, yatırımcının sağlayacağı faydayı maksimize etmektir. Bir başka ifadeyle yatırımcı, belirli bir dönem içinde beklenen getirinin kendisinden ziyade faydasını maksimize etmekle ilgilendir. Burada sözünü ettiğimiz fayda kavramı bireysel tercihler arasındaki farklılıkların bireyler için ifade ettiği tatminin değeridir. Yani ortaya çıkan risk düzeyine göre yatırımcı, belirlemiş olduğu faydayı en üst düzeye çıkarmaya çalışmaktadır (Kocaman, 1995:9).

Geleneksel portföy yaklaşımında portföy getirisi, portföyü oluşturan menkul kıymetlerin temettü ve değer artışlarından oluşmaktadır. Yatırımcı, gelecekteki menkul kıymet getirilerini tahmin edip, çeşitli getiri düzeyine göre risk hesaplar. Portföy oluşturmanın esas amacı, riski dağıtmaktır. Bu nedenle bu yaklaşımda amaç portföy içindeki menkul kıymet sayısını arttırmaktır.

Geleneksel portföy yaklaşımında hisse senedi üzerine yapılan bir yatırımın getirisi büyük ölçüde onu ihraç eden firmanın genel performansına ve dönem içinde elde ettiği kar tutarına bağlıdır.

Portföy teorilerinden ikincisi, Markowitz'in ortalama varyans modeli ile başlayan modern portföy teorisidir. Markowitz, finansal varlık getirileri arasındaki ilişkilerin dikkate alınması ve tam pozitif ilişki içinde bulunmayan varlıkların aynı portföyde birleştirilmesiyle beklenen getiriden vazgeçmeden riskin azaltılabileceğini göstermiştir (Markowitz, 1952:77). Markowitz çeşitlendirmesiyle, geleneksel portföy yaklaşımında olduğu gibi varlıklar arasındaki ilişkiler dikkate alınmaksızın yapılan basit çeşitlendirmeye kıyasla, riski daha düşük portföylerin elde edilebilmesi mümkündür (Bolak, 2001:162).

BÖLÜM 2

MODERN PORTFÖY TEORİSİ

Bu bölümde modern portföy teorisinin temeli, modern portföy yaklaşımının varsayımları anlatıldıktan sonra, Markowitz ortalama-varyans modeliyle ilgili olarak; modelin geometrik gösterimi, modele yöneltilen eleştiriler ve modele yapılan katkılar üzerinde durulacaktır.

2.1. Modern Portföy Teorisinin Temeli

Harry M. Markowitz 1952 yılında Journal of Finance dergisinde yayınlanan "Portföy Seçimi" başlıklı makalesi ile modern portföy teorisinin kurucusu olarak kabul edilmiştir. Markowitz'in bu çalışması üç yeni görüşü kapsamaktadır.

Bunlardan ilki, geleneksel portföy teorisinde olduğu gibi sadece portföydeki menkul kıymet sayısının artırılmasının, riski azaltmada yeterli olmadığıdır. Portföyde yer alan menkul kıymetlerin getirileri farklı derecelerde aynı ya da zıt yönlerde değişmektedirler. Markowitz portföy oluştururken menkul kıymetler arasındaki bu korelasyon ilişkilerini göz önünde bulundurmuştur. Portföyde yer alan menkul kıymetlerin tek tek getirilerinin ve risklerinin toplamının, o portföyün getiri ve riskine eşit olmadığını saptamıştır.

Çalışmasında ele aldığı ikinci yeni görüş ise, riskin ölçümü ile ilgilidir. Modern portföy teorisinin ortaya çıkmasına kadar portföy yönetiminde risk kavramından söz edilmesine rağmen, bu kavramı ölçebilecek belli bir araç

bulunamamıştı. Markowitz, portföydeki menkul kıymetlerin sağlayacağı getirilerin varyanslarının, portföyün riskini ölçmekte kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Markowitz'in ortaya koyduğu üçüncü yeni görüş ise, bazı portföylerin aynı risk düzeyinde olmasına karşın daha az getiri sağladıkları için tercih edilmeyeceğini, bu durumun da bazı portföylerin diğer portföylere göre sahip olduğu üstünlüğün sonucu olduğunu ileri sürmesidir. Markowitz bu üstün portföylere etkin portföyler adını verirken, bu etkin portföylerin varyans ve beklenen getiri düzleminde oluşturdukları eğriye ise etkin sınır eğrisi adını vermiştir. Etkin sınır eğrisini oluşturan noktaların bulunması için karesel programlama kullanmıştır. Markowitz karesel programlamanın çözümü için kritik hat algoritmasını oluşturmuştur.

2.2. Modern Portföy Teorisinin Varsayımları

Modern portföy teorisinin varsayımları şu şekilde sıralanabilir;

Yatırımcının amacı fayda fonksiyonunu maksimize etmektir (Harrington, 1987:26). Bütün yatırımcılar rasyonel düşünürler. Yatırımcılar, her dönemde beklenen faydayı maksimize etmeyi amaçlarlar ve azalan marjinal faydaya sahiptirler. Yatırımcılar her yatırımı belli bir elde tutma dönemi sonunda, refahlarına katkıda bulunacak, olasılık dağılımına sahip getirileriyle algırlarlar.

Yatırımcılar portföy seçim kararlarını sadece beklenen getiri ve riske göre verirler. Bu yüzden yatırımcının fayda eğrileri, sadece beklenen getiri ve beklenen getirilerin varyansının bir fonksiyonudur (Reilly, 1989:257).

Yatırımcıların, risk ve getiri hakkındaki beklentileri homojendir. Tüm yatırımcılar, aynı risk düzeyinde olan iki portföyden getirisi daha fazla olanı, aynı getiri düzeyinde olan iki portföyden riski daha az olanı tercih ederler.

Modern portföy teorisine göre sermaye piyasası oldukça etkindir. Yani, bilgiler süratle, tamamen ve doğru olarak menkul kıymet fiyatlarına yansır. Bilgi akışına herhangi bir kısıtlama konmamıştır ve yatırımcılar için söz konusu bilgilere eş zamanlı olarak ulaşmak mümkündür. Piyasa her zaman dengededir.

Yatırım birimleri tamamen bölünebilirdir. Bir varlık portföye dahil edilecekse yatırım yapılan para biriminin her miktarında portföye o varlıktan alınabilmektedir.

Portföyün getirileri normal dağılıma göre gerçekleşir. Bu dağılımın aritmetik ortalaması ve varyansı bilindiğinden, beklenen getiri kolayca tahmin edilir. Dağılımın normal olması bazı kolaylıklar sağlar. Çünkü, bir dağılımı belirlemek için sadece aritmetik ortalama ve varyansın bilinmesi yeterlidir. Markowitz, yatırımlara ilişkin getirilerin bazılarının normal olarak dağılmamasına rağmen, yatırım kararının analizini basitleştirmek için dağılımın normal olduğunu varsaymıştır.

Yatırımcılar özdeş zaman ufkuna sahiptirler. Portföylerindeki varlıkları herhangi bir zaman noktasında alırlar ve gelecekte belirsiz fakat ortak olan bir zaman noktasında satarlar.

2.3. Markowitz Ortalama – Varyans Modeli

Markowitz, modelini ortalama ve varyans modeli olarak adlandırmıştır. Ortalama-varyans modelini kurabilmek için, menkul kıymetlerin beklenen ortalama getirilerinin ve varyanslarının uygun bir biçimde tahmin edilmesi gerekir. Bu tahmin, objektif ve subjektif olmak üzere iki şekilde yapılabilir. Subjektif tahmin, kişinin bekleyişleri ve tahminleri doğrultusunda yapılır. Subjektif tahminler kişiden kişiye çok fazla değişkenlik göstereceklerinden ve ölçümleri zor olduğundan çoğunlukla bilimsel araştırmalara kaynak olamazlar. Objektif tahmin ise, geçmiş verilere dayanılarak yapılır. Bu tür tahminlerin geleceği ne kadar yansıttıkları tartışma konusu olmuştur. Çünkü geçmiş verilerin dağılımı basıklık ve çarpıklık içerebileceklerinden normal dağılımdan uzak olabilmektedirler. Markowitz, menkul kıymetlerin getirilerinin olasılık dağılımlarının sürekli olarak normal olduğunu varsayarak, modeline basitleştirici bir çözüm getirmiştir. Böylelikle Markowitz, menkul kıymetlerin geçmişte gösterdikleri performansların geleceğe de ışık tutacağı sonucuna varmıştır.

2.3.1. İki Menkul Kıymetten Oluşan Portföyün Beklenen Getirisi ve Riski

İki menkul kıymetten oluşan portföyün getirisi, tek tek menkul kıymetlerin getirilerinin ağırlıklı ortalamasıdır. Bu durumu şu şekilde ifade etmek mümkündür:

$$\text{Portföyün Getirisi} = E(R_p) = X_a E(R_a) + X_b E(R_b) \quad (2.1)$$

Burada;

X_a : a menkul kıymetinin portföydeki ağırlığını,

$E(R_a)$: a menkul kıymetinin beklenen getirisini,

X_b : b menkul kıymetinin portföydeki ağırlığını,

$E(R_b)$: b menkul kıymetinin beklenen getirisini

ifade etmektedir.

Portföyün riski ise, portföyü oluşturan menkul kıymetlerin getirilerinin varyansları ile bu getiriler arasındaki kovaryans ilişkisine bağlı olarak değişmektedir. İki varlıktan oluşan portföyün riski şöyle gösterilebilir:

$$\begin{aligned}
 \sigma_p^2 &= E(R_p - \bar{R}_p)^2 = E\left[\left(X_a R_{aj} + X_b R_{bj} - E(X_a \bar{R}_a + X_b \bar{R}_b)\right)^2\right] \\
 &= E\left[\left(X_a (R_{aj} - \bar{R}_a) + X_b (R_{bj} - \bar{R}_b)\right)^2\right] \\
 &= E\left[X_a^2 (R_{aj} - \bar{R}_a)^2 + X_b^2 (R_{bj} - \bar{R}_b)^2 + 2X_a X_b (R_{aj} - \bar{R}_a)(R_{bj} - \bar{R}_b)\right] \\
 &= X_a^2 E\left[(R_{aj} - \bar{R}_a)^2\right] + X_b^2 E\left[(R_{bj} - \bar{R}_b)^2\right] + 2X_a X_b E\left[(R_{aj} - \bar{R}_a)(R_{bj} - \bar{R}_b)\right] \\
 &= X_a^2 \sigma_a^2 + X_b^2 \sigma_b^2 + 2X_a X_b \sigma_{a,b} \quad (2.2)
 \end{aligned}$$

Portföye dahil edilen menkul kıymetler arasındaki ilişki, korelasyon katsayısı ile gösterilir. Kovaryans, $-\infty$ ile $+\infty$ arasında değerler alırken korelasyon katsayısı +1 ile -1 arasında değerler alır. Korelasyon katsayısı ile kovaryans arasındaki ilişki ise eşitlik 2.3'deki gibi gösterilebilir.

$$\rho_{a,b} = \frac{\sigma_{a,b}}{\sigma_a \sigma_b} \quad (2.3)$$

Eşitlik 2.3'deki kovaryans değeri çekilip portföyün varyansı eşitliğinde bu ifade yerine konulduğunda, eşitlik 2.4'ü elde ederiz.

$$\sigma_p^2 = X_a^2 \sigma_a^2 + X_b^2 \sigma_b^2 + 2X_a X_b \sigma_a \sigma_b \rho_{a,b} \quad (2.4)$$

Korelasyon değerinin farklı uç değerler (-1, 0, +1) alması halinde eşitlik 2.4 şu son şekilleri alır.

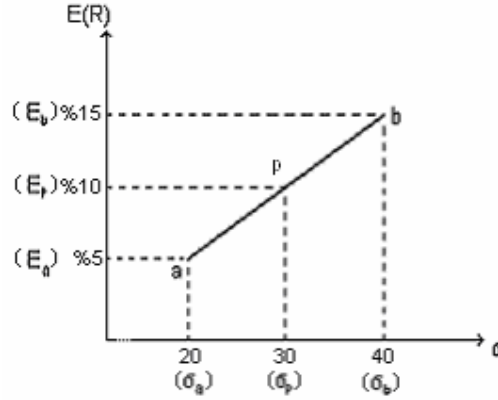
2.3.1.1. Korelasyon Katsayısının (+1) Olması Durumu

Portföyü oluşturan menkul kıymetlerin getirileri arasındaki korelasyonun (+1) yani tam olması durumunda ($\rho=+1$), bu menkul kıymetlerin birleşiminden sağlanabilecek herhangi bir kazanç bulunmamaktadır (Rasmussen, 2003:88). Bu tür bir çeşitlendirme riskin azaltılmasını sağlayamaz ancak risk ortalaması yapılabilir. Çünkü portföydeki menkul kıymetlerin fiyatları aynı yönde değişmektedir.

$$\begin{aligned} \sigma_p^2 &= X_a^2 \sigma_a^2 + X_b^2 \sigma_b^2 + 2X_a X_b \sigma_a \sigma_b \rho_{a,b} & \rho_{a,b} = 1 \text{ ise} \\ &= X_a^2 \sigma_a^2 + X_b^2 \sigma_b^2 + 2X_a X_b \sigma_a \sigma_b \\ &= (X_a \sigma_a + X_b \sigma_b)^2 \end{aligned} \quad (2.5)$$

Aralarında tam korelasyon bulunan iki hisse senedinden değişik ağırlıklarda oluşturulan portföylerin getiri-varyans düzlemindeki yerleri Şekil 2.1'deki gibi bulunmuştur. Burada (p) noktasındaki portföy, aralarında tam pozitif korelasyon bulunan (a) ve (b) menkul kıymetlerinden eşit ağırlıklı olarak oluşturulan bir portföyü göstermektedir. (p) portföyünün beklenen getirisi, (a) ve (b) portföylerinin beklenen getirilerinin ortalaması yani %10 ve aynı portföyün riski (a) ve (b) portföylerinin risk ortalamasıdır yani 30.

Şekil 2.1: Korelasyon Katsayısının (1) Olması Durumu



Kaynak: G.J.Alexander, W.F.Sharpe ve J.V.Bailey, **Fundamentals of Investments**, Prentice Hall, New Jersey, 1993: 170

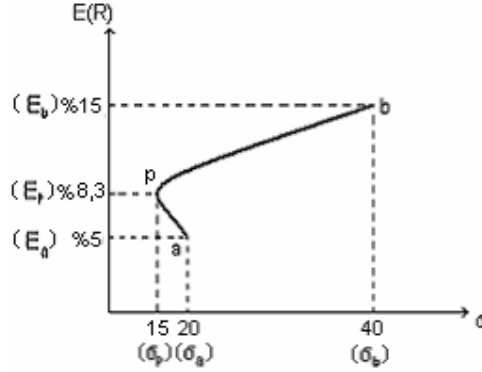
2.3.1.2. Korelasyon Katsayısının (0) Olması Durumu

Korelasyon katsayısının sıfır olduğu durumlarda, portföyü oluşturan menkul kıymetler birbirlerinden tamamen bağımsız hareket etmektedirler. Bu şekilde bir çeşitlendirilme yapıldığında, portföyün varyansının genel formülü eşitlik 2.6'daki gibi olur;

$$\begin{aligned}\sigma_p^2 &= X_a^2 \sigma_a^2 + X_b^2 \sigma_b^2 + 2X_a X_b \sigma_a \sigma_b \rho_{a,b} & \rho_{a,b} = 0 \text{ ise} \\ &= X_a^2 \sigma_a^2 + X_b^2 \sigma_b^2 & (2.6)\end{aligned}$$

Aralarında korelasyon bulunmayan iki hisse senedinden değişik ağırlıklarda oluşturulan portföylerin getiri-varyans düzlemindeki yerleri Şekil 2.2'deki gibi bulunmuştur. Bu şekle göre sadece (a) menkul kıymetine yatırım yapılmasındansa (a) ve (b) menkul kıymetlerinden belirli ağırlıklarda oluşturulan (p) portföyüne yatırım yapmak daha rasyoneldir. (p) portföyü (a) menkul kıymetine göre hem daha az riske hem de daha fazla beklenen getiriye sahiptir.

Şekil 2.2 : Korelasyon Katsayısının (0) Olması Durumu



Kaynak: G.J.Alexander, W.F.Sharpe ve J.V.Bailey, **Fundamentals of Investments**, Prentice Hall, New Jersey, 1993: 170

2.3.1.3. Korelasyon Katsayısının (-1) Olması Durumu

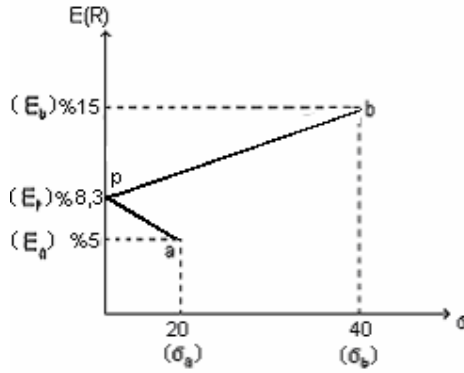
Korelasyon katsayısı (-1) değer aldığı anda, tam negatif korelasyon söz konusudur. Bu koşullarda tam bir çeşitlendirme yapılabilmekte, risk minimum düzeye indirilebilmektedir. Portföy oluşturulurken oldukça arzulanmasına rağmen, gerçekte iki menkul kıymetin tam negatif korelasyona sahip olmaları pek mümkün değildir. Portföy varyansının genel formülü şu şekilde yazılabilir:

$$\begin{aligned}\sigma_p^2 &= X_a^2 \sigma_a^2 + X_b^2 \sigma_b^2 + 2X_a X_b \sigma_a \sigma_b \rho_{a,b} & \rho_{a,b} = -1 \text{ ise} \\ &= X_a^2 \sigma_a^2 + X_b^2 \sigma_b^2 - 2X_a X_b \sigma_a \sigma_b\end{aligned}\quad (2.7)$$

Aralarında tam negatif korelasyon bulunan iki hisse senedinden değişik ağırlıklarda oluşturulan portföylerin getiri-varyans düzlemindeki yerleri Şekil 2.3'deki gibi bulunmuştur. Bu şekle göre sadece (a) menkul kıymetine yatırım yapılmasındansa (a) ve (b) menkul kıymetlerinden belirli ağırlıklarda oluşturulan (p) portföyüne yatırım yapmak daha rasyoneldir. (p) portföyü (a)

menkul kıymetine göre daha fazla beklenen getiriye sahiptir. Aynı zamanda (p) portföyü sıfır riske sahiptir.

Şekil 2.3: Korelasyon Katsayısının (-1) Olması Durumu



Kaynak: G.J.Alexander, W.F.Sharpe ve J.V.Bailey, **Fundamentals of Investments**, Prentice Hall, New Jersey, 1993: 170

2.3.2. N Menkul Kıymetten Oluşan Portföyün Beklenen Getirisi ve Riski

Pratikte yatırımcıların portföylerine alacağı ve hakkında bilgi sahibi olması gereken yüzlerce finansal varlık vardır. Bu nedenle, N sayıda finansal varlıktan oluşan portföyün beklenen getirilerinin ve risklerinin hesaplanması gerekmektedir. Daha önce iki menkul kıymetten oluşan portföyün getirisi için oluşturulan eşitlik 2.1, N menkul kıymet için genelleştirilirse portföyün getirisi;

$$E(P_i) = \sum_{i=1}^n m_i x_i \quad (2.8)$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada;

$E(P_r)$: Portföyün beklenen getirisini,

m_i : Her bir menkul kıymetin beklenen getirisini,

X_i : Her bir menkul kıymetin portföydeki ağırlığını

ifade etmektedir.

Risk formülü de N varlıktan oluşan bir portföy için genelleştirilirse eşitlik 2.9'daki gibi gösterilmesi mümkündür:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N X_i X_j \text{Cov}(i, j) \quad (2.9)$$

Burada;

σ_p^2 : Portföyün riskini,

X_i : Her bir menkul kıymetin portföydeki ağırlığını,

$\text{Cov}(i, j)$: $i=j$ ise i. menkul kıymetin varyansını

$i \neq j$ ise i. ile j. menkul kıymetler arasındaki kovaryansı

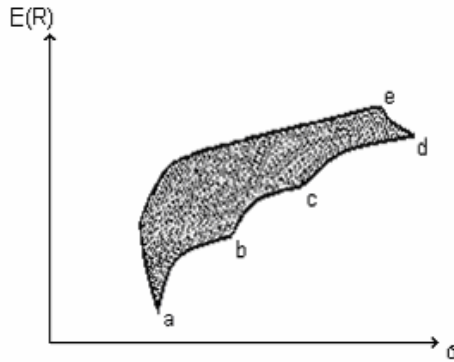
ifade etmektedir.

2.4. Markowitz Modelinin Geometrik Gösterimi ve Etkin Sınır

Modern portföy teorisinin varsayımları anlatılırken belirtildiği gibi yatırımcılar portföy oluştururken, hem beklenen getiriye hem de varyansı göz önüne almaktadırlar. Eğer yatırımcılar, varyansı göz önüne almaksızın sadece beklenen getiriye maksimize etmek isterlerse, fonlarını en fazla getiriye sağlayacak olan tek bir menkul kıymete yatıracaklardır. Diğer yandan eğer

yatırımcılar, beklenen getiriyi göze almadan en düşük riski istiyorlarsa ya risksiz bir yatırım aracına ya da varyansı en düşük riskli tek bir yatırım aracına yöneleceklerdir. Her iki durumdaki seçimler rasyonel değildir. Genelde yatırımcılar en yüksek getiriyi en düşük riskle elde etmeye çalışırlar. Bu yüzden oluşturacakları bir portföy aracılığı ile yatırımlarını çeşitlendireceklerdir. Şekil 2.4'de beş adet menkul kıymetten oluşturulabilecek mümkün portföyler kümesi görülmektedir.

Şekil 2.4: Mümkün Olan Portföylerin Kümesi



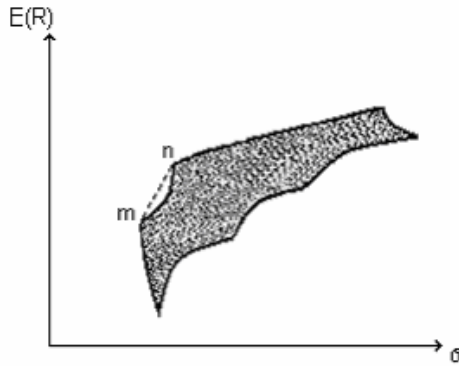
Kaynak: G.J.Alexander, W.F.Sharpe ve J.V.Bailey, **Fundamentals of Investments**, Prentice Hall, New Jersey, 1993: 164

Mümkün portföyleri gösteren noktalar, Şekil 2.4'den de görüldüğü gibi bir bölgeyi tamamen doldururlar. Bu bölge, sağdan tek tek menkul kıymetler ve bunlar arasındaki ikili korelasyon ilişkileri sınırlıdır. (a) ile (b), (b) ile (c), (c) ile (d) ve (d) ile (e) menkul kıymetleri arasındaki sınırın şekli daha önce anlattığımız gibi aralarındaki korelasyonun değerine bağlıdır. Aynı bölge soldan ise bu menkul kıymetlerden oluşturulabilecek, her bir getiri seviyesi için en düşük riske sahip portföylerle sınırlıdır.

Bölge üst sınırı boyunca konvektir yani bu sınırdaki hiçbir girinti yoktur. Şekil 2.5'de (m) ve (n) noktaları üst sınır üzerinde iki portföyü gösteriyor

olsun. Bu iki portföyün birleşimi, kendilerini birleştiren doğru üzerindeki riskten daha büyük bir riske sahip olamayacağı için üst sınır konveks olmak zorundadır (Alexander, Sharpe ve Bailey, 1993:187). Pek mümkün olmamakla birlikte eğer bu iki portföy arasında tam pozitif korelasyon varsa, ancak o zaman bu iki nokta arası doğru şeklinde olabilir. Bu iki portföy arası korelasyon ne olursa olsun üst sınırdaki şekil 2.5'deki gibi bir girinti hiçbir zaman olamaz.

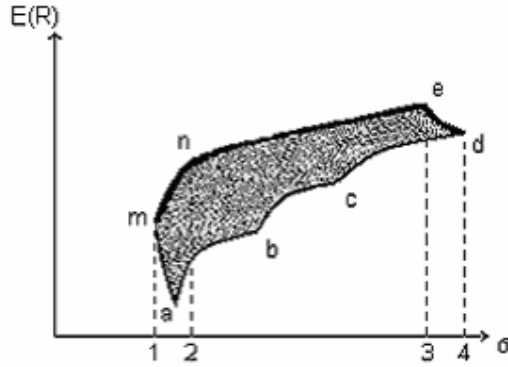
Şekil 2.5: Üst Sınırın Konveksliği



Kaynak: G.J.Alexander, W.F.Sharpe ve J.V.Bailey, **Fundamentals of Investments**, Prentice Hall, New Jersey, 1993: 187

N adet menkul kıymet ile sonsuz sayıda portföy oluşturulabilir. Tüm bu portföyler içinde bazıları diğerlerine tercih edileceklerdir. Markowitz'e göre bir portföyün etkin portföy olabilmesi için şu iki şartı aynı anda sağlaması gerekmektedir. İlk şart, o portföyün risk seviyesinde daha yüksek getiriye sahip portföyün bulunmamasıdır. İkinci şart ise, o portföyün getiri seviyesinde daha düşük riske sahip portföyün bulunmamasıdır.

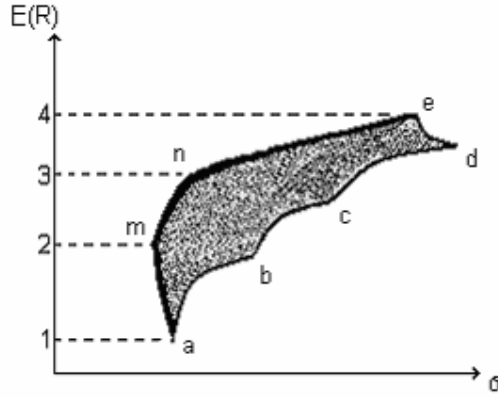
Şekil 2.6: Her Bir Risk Düzeyi İçin Maksimum Getiriyi Sağlayan Portföyler



Şekil 2.6'da mümkün portföylerin yer aldığı bir portföy kümesi ve bu kümenin uç noktalarındaki portföyler yer almaktadır. Etkin portföy olmanın ilk şartına göre Şekil 2.6 incelenirse, belli bir risk düzeyi için maksimum getiriyi sağlayan portföylerin (mned) noktalarından geçen eğri üzerinde oldukları görülür. Risk, 1 numaralı seviyedeysen en yüksek getiriyi (m) noktasındaki portföy sağlamaktadır. Risk, 2 numaralı seviyedeysen ise en yüksek getiriyi (n) noktasındaki portföy sağlamaktadır. Risk, 3 numaralı seviyedeysen ise en yüksek getiriyi (e) noktasındaki portföy sağlamaktadır. Son olarak risk 4 numaralı seviyedeysen en yüksek getiriyi (d) noktasındaki portföy sağlamaktadır.

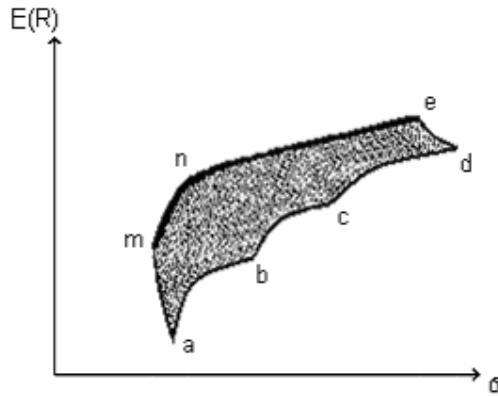
Etkin portföy olmanın ikinci şartına göre belli bir getiri düzeyi için minimum riskli portföyler belirlenmelidir. Şekil 2.7'de en yüksek getirili portföyün (e) noktasında olduğu ve bu (e) noktasındaki getiri düzeyinde daha düşük risk düzeyinde portföy olmadığı açıkça görülmektedir. Benzer şekilde (n), (m) ve (a) noktaları da belli getiri seviyelerinde minimum riskleri olan portföylerdir. Bu dört noktadan (amne) geçen eğrinin üzerindeki her nokta, kendi getiri seviyelerinde minimum riske sahip olan portföylerdir. Bu eğri aynı zamanda minimum varyans eğrisi olarak da adlandırılmaktadır.

Şekil 2.7: Her Bir Getiri Düzeyi İçin Minimum Riski Sağlayan Portföyler



Bir portföyün etkin olabilmesi için, Markowitz etkin portföy tanımının iki şartını da aynı anda sağlaması gerektiğini daha önce belirtmiştik. Buna göre belli bir risk düzeyi için maksimum getiriyi sağlayan (mned) noktalarından geçen eğri üzerinde olan portföyler ile belli bir getiri düzeyi için minimum riski sağlayan, (amne) noktalarından geçen eğri üzerinde olan portföylerin kesişim kümesi, Markowitz etkin portföy tanımının iki şartını da aynı anda sağlayan portföyleri verecektir. Şekil 2.8'den de açıkça görüldüğü gibi (mne) eğrisi etkin sınırı oluşturmaktadır.

Şekil 2.8: Etkin Sınır Eğrisi



2.5. Markowitz Ortalama Varyans Modeline Yöneltilen Eleştiriler ve Modele Yapılan Katkılar

Markowitz modeline yapılan eleştiriler ve modele yapılan katkılar şu başlıklar altında toplanabilir.

2.5.1. Risk Ölçümü ve Varyans-Kovaryans Matrisi

Genel olarak risk ölçütleri iki grupta toplanmaktadır. İlk grupta belli bir spesifik referans noktası etrafında olasılık dağılımının simetrik olduğunu varsayan simetrik risk ölçütleri vardır. Bu grupta yer alan ölçütler daha önceden belirlenen hedeften negatif sapmaların yanında bu hedeften pozitif sapmaları da dikkate alır. Bu ölçütlerden en çok bilinen ve yaygın olarak kullanılan ikisi, Markowitz'in ortaya koyduğu varyans ya da standart sapma ile Konno ve Yamazaki'nin ortalama mutlak sapma ölçütleridir.

İkinci grupta bulunan risk ölçütleri belli bir referans noktasının altında kalan değerleri ve dağılımları dikkate alır. Bu grupta bulunan ölçütlere asimetrik risk ölçütleri adı verilmektedir. Bu ölçütlere örnek olarak Domar ve Musgrave'in zararın beklenen değeri, Roy'un güvenli ilki, Markowitz'in yarı varyansı, Fishburn'ün α -t kriteri, JP Morgan yatırım danışmanlığı şirketinin ortaya koyduğu riskteki değeri ve onun uzantısı olan Andersson ve Uryasev'in koşullu riskteki değeri verilebilir (Mitra ve başk., 2001:1).

Markowitz 1952'deki makalesinde simetrik ölçütlerden varyans kullanmıştır. Ancak bu ölçüt iki açıdan eleştiriye uğramıştır. Bu eleştirilerden birincisi, yatırımcılar pozitif yönlü riskleri negatif yönlü risklere tercih ettiklerinden, simetrik bir ölçüt olan varyansın yatırımcının bu asimetrik risk olgusunu yeterince iyi temsil edemediği iddiasıdır. Bu eleştirilere karşı asimetrik risk ölçütleri ortaya konmuştur.

Varyans ölçütüne yöneltlen eleştirilerden ikincisi ise, model için gerekli varyans-kovaryans matrisinin hesaplanma zorluğudur. Bilgisayar teknolojisinin sınırlı olarak kullanılabildiği 50'li ve 60'lı yıllarda (n) adet beklenen getiri hesabının yanında (n) adet varyansı ve $n(n+1)/2$ adet kovaryansı hesaplamak, analizin en güç yanlarından birisini oluşturmaktaydı. Bu nedenle, indeks ve faktör modelleri geliştirilmiştir. Ayrıca senaryo modelleri ve çoklu indeks modelleri üzerinde çalışılan konular olmuşlardır (Ulucan, 2004:2).

2.5.2. Alım-Satım Maliyetleri ve Vergiler

Markowitz, ortalama-varyans modelinde alım-satım maliyetlerini ve vergileri ciddi hesaplama zorluğu çıkaracakları için dikkate almamıştır. Gerçekte alım satım maliyetleri ve vergiler, bir yatırımcının yatırım kararı üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Bir portföyün gerçek net getirisi, tüm maliyetler hesaba katıldıktan sonra ortaya çıkar. Arnott ve Wagner (1990) alım-satım maliyetlerinin dikkate alınmamasının etkin olmayan portföylerin oluşturulmasına yol açtığını göstermişlerdir.

Alım-satım maliyetleri ve vergi konusunda birçok çalışma yapılmıştır. Mao (1970), Jacob (1974), Brennan (1975), Levy (1978) ve Patel ve Subrahmanyam (1982) alım-satım maliyetlerini, Brennan (1970) vergileri analiz etmişlerdir.

2.5.3. Modelin Tek Periyotluk Olması

Çoğu yatırımcının portföy karar problemi çok periyotludur. Hemen hemen her yatırımcı yatırımını ve tasarrufunu birkaç periyot boyunca yapar. Buna rağmen çoğu portföy teorisinde olduğu gibi Markowitz portföy teorisinde de yatırımcının tek bir periyot için yatırım yaptığı varsayılmaktadır.

Çok periyotlu portföy yönetimi konusunda Hakansson (1971,1979) ve Mossin'in (1968) makaleleri başlıca makalelerdir. Ayrıca Brodt'un (1979) ticari bankaların çok periyotlu portföy tercihleri üzerindeki çalışması bankacıların kolayca uygulayabildiği oldukça esnek bir modeli içermektedir.

2.5.4. Miktar Kısıtları ve Aşırı Çeşitlendirme

Markowitz ortalama-varyans modelinin varsayımları arasında bulunan "Yatırım birimleri tamamen bölünebilirdir. Bir varlık portföye dahil edilecekse, yatırım yapılan para biriminin her miktarında portföye o varlıktan alınabilmektedir" varsayımı, modelin çözümünü basitleştirdiği kadar, modeli pratikteki koşullardan uzaklaştırmıştır. Bu nedenle modeli pratiğe adapte edebilecek değişik miktar kısıtları geliştirilmiştir.

Miktar kısıtlarından üç tanesi portföy oluşturulmasında oldukça önemli yere sahiptirler. Birinci miktar kısıtı, yatırımın temel birimidir. Örneğin bir hisse senedi için temel birim lottur. Bir lot bin adet hisse senedi içermektedir. Dolayısıyla yatırımcı hep bin hisse senedinin katlarında alım ve satım yapabilmektedir. Portföy içindeki her bir varlığa yatırımı, tüm portföye yatırılan miktarın yüzdesi olarak gösteren ortalama-varyans modelinde bu kısıt önemli bir kısıttır.

İkinci miktar kısıtı ise, bir varlığa yapılan yatırımın, tüm portföye yapılan yatırımın belli bir yüzdesinden az olmamasıdır. Bu miktar kısıtı olmadığı takdirde, gerçekçi olmayacak kadar küçük miktarda varlıklar portföyde yer alacaklardır. Bu kısıtın başka bir şekli de portföyde yer alan varlıklara getirilen en yüksek yatırım oranı kısıtıdır. En yüksek yatırım oranı kısıtı, çeşitlendirmenin makul bir seviyede kalmasını sağlamaktadır.

Üçüncü miktar kısıtı ise, portföyde yer alacak varlıkların sayısına getirilen sınırlamadır. Aslında bu kısıtın ikinci kısıtla yakın ilişkisi vardır. Örneğin portföyde yer alacak her bir varlığa, portföye yatırılacak tüm miktarın en az % 5'i yatırılır şeklinde bir birinci kısıt konulursa bu demektir ki portföyde en fazla 20 varlık olacaktır. Teoride, portföy sonsuz sayıda varlık içerirse sistematik olmayan risk, sistematik risk seviyesine düşmektedir. Ancak uygulamada alım satım maliyetleri, bilgi edinme maliyetleri ve her istenilen miktarda varlık alım satımı yapılamaması gibi nedenlerden dolayı portföye çok sayıda varlık alınamamaktadır. Bu nedenlere rağmen, portföye çok fazla sayıda varlık dahil etmek, aşırı çeşitlendirme olarak adlandırılmaktadır.

Portföyün riskini kabul edilebilir seviyede düşürebilecek fakat aşırı çeşitlendirmeden kaçınılacak sayıda varlık içeren portföylere iyi çeşitlendirilmiş portföy denilmektedir. İyi çeşitlendirilmiş bir portföyde kaç adet varlık olması gerektiği konusunda birçok çalışma yapılmıştır. Bunlardan ilki Evans ve Archer'ın 1968'de yazdıkları makaledir. Bu çalışmada 8 ile 10 civarında menkul kıymet çeşidinin portföyde iyi bir çeşitlendirme sağlamak için yeterli olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Latane ve Young'ın 1969'daki çalışmalarında ise bu sayının 8 ile 16 arasında olması gerektiği ortaya konulmuştur. Daha sonraki çalışmalarda iyi çeşitlendirilmiş bir portföyde Fisher ve Lorie (1970) 8 adet, Wagner ve Lou (1971) 10 adet, Fielitz (1974) 6 adet, Klemkosky ve Martin (1975) 8 ile 14 adet arasında, Fama (1976) 20 adet, Statman (1987) 30 ile 40 adet arasında ve Beck, Perfect ve Peterson (1996) 48 adet menkul kıymet olması gerektiğini savunmuşlardır. Gökçe ve Cura kendi araştırmalarında İMKB 30 endeksinde yer alan hisse senetlerinden 12 ile 14 adedinden oluşturulan portföyün iyi çeşitlendirilmiş portföy olduğu sonucuna ulaşmışlardır. (Gökçe-Cura, 2003:81) Portföylerde yer alacak hisse senetlerinin İMKB 30 endeksini oluşturan hisse senetlerinden seçmelerinin iki sebebi vardır. Bunlardan ilki hesaplama kolaylığı ikincisi ise İMKB 30 endeksini oluşturan hisse senetlerinin, İMKB

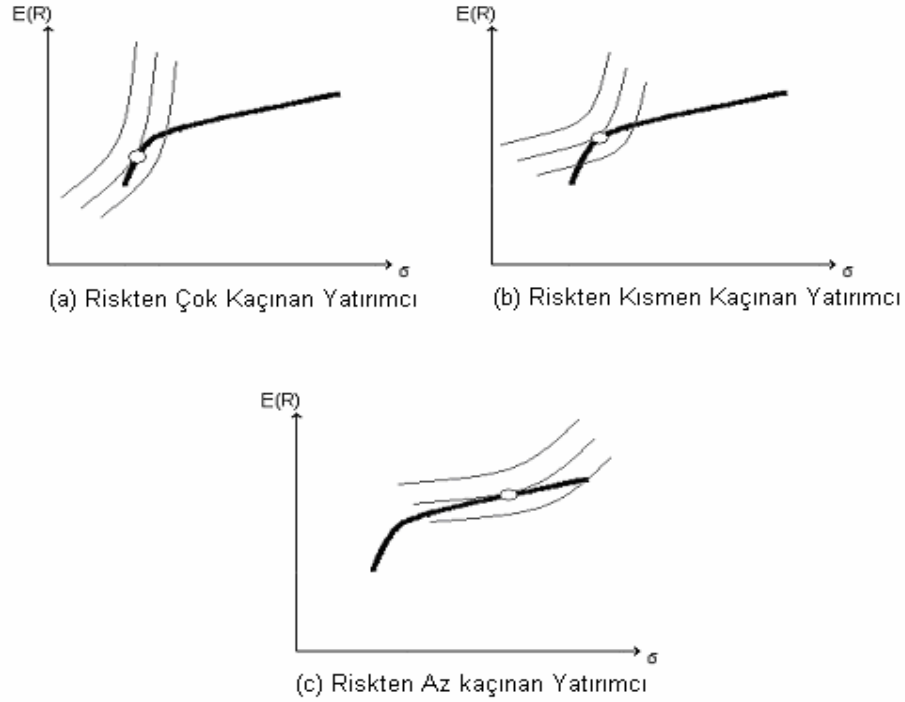
hisse senedi piyasasında işlem gören tüm hisse senetlerini temsil gücünü yeterli görmeleridir.

Birinci tip kısıtın modele dahil edilmesi için genel tam sayı değişkenlerin, ikinci ve üçüncü tip kısıtların Markowitz portföy modeline yer alması için ise yalnızca sıfır ve bir değerlerini alan değişkenlerin kullanılması gerekmektedir. Genel tam sayı kısıtlarıyla model standart karesel programlamadan daha çok bir tam sayılı karesel programlama halini almaktadır.

2.6. Optimum Portföy

Optimum portföy olarak riski en küçük ya da getirisi en yüksek portföyü seçmek rasyonel değildir. Optimum portföy, yatırımcının tatminini en yüksek düzeye çıkararak, yatırımcının kendi tercihine göre alacağı riske en yüksek bedeli ödeyen portföydür. Markowitz'in modern portföy seçim teorisi gereğince, optimum bileşimi veren portföy etkin sınır ile yatırımcının kayıtsızlık eğrisinin kesiştiği noktadaki portföydür. Hatırlanacağı üzere, etkin sınır üzerindeki her portföy geri kalan portföylerden üstündür. Bu portföylerden hangisinin en iyi olarak seçileceği yatırımcının tercihine (kayıtsızlık eğrisine) bağlı olarak değişir. Farklı yatırımcılar için optimum portföyün elde edildiği noktalar aşağıdaki Şekil 2.9'da gösterilmiştir.

Şekil 2.9: Risk Karşısında Değişik Yatırımcıların Eğilimleri



Kaynak: G.J.Alexander, W.F.Sharpe ve J.V.Bailey, **Fundamentals of Investments**, Prentice Hall, New Jersey, 1993: 146.

Tüm yatırımcılar riskten kaçınıyor olsalar da hepsinin riskten kaçınma düzeyi aynı değildir. Farklı düzeyde risk alan yatırımcıların kayıtsızlık eğrileri de farklı olacak ve değişik eğimlere sahip olacaklardır. Risk almaktan çok kaçınan yatırımcının kayıtsızlık eğrilerinin eğimi oldukça büyüktür (Alexander,Sharpe ve Bailey, 1993:145).

Ancak gerek faydanın objektif bir kriterle ölçülememesi ve gerek yatırımcıdan yatırımcıya değişkenlik göstermesi, kayıtsızlık eğrilerini oluşturmayı zorlaştırmaktadır. Roy, Markowitz'den farklı olarak etkin sınırdan hangi portföyün seçileceğini objektif olarak ortaya koymaya çalışmıştır. Bunun için $(\mu_P - d)/\sigma_P$ oranını maksimize eden portföyün seçilmesi gerektiğini savunmuştur. Burada μ_P , portföyün getiri oranı, d yatırımcının getirisinin

altına düşmesini istemeyeceği bir getiri oranı, σ_P ise portföyün standart sapması yani riskidir.

Sharpe, Roy'un tanımladığı d getiri artış oranı yerine faiz oranını kullanmıştır. Sharpe indeksi, faiz oranı üstünde elde edilen ek getirinin göze alınan riske oranı olarak tanımlanabilir. Portföylerin farklı getiri ve standart sapmaya sahip olmaları, Sharpe indeksi ile kıyaslanmalarına engel olmamaktadır. Değişkenliğe göre ödül oranı veya kısaca ödül oranı olarak bilinen William Sharpe'ın geliştirdiği performans ölçütü portföyün artık getirisini standart sapma ile karşılaştırır. Portföyün artık getirisi (risk primi) olarak kastedilen, dönemin ortalama portföy getirisinden risksiz faiz oranının çıkarılması ile bulunur. Standart sapma ise toplam riski temsil eder.

$$\text{Sharpe oranı} = \frac{\text{Portföyün getirisi} - \text{Risksiz getiri oranı}}{\text{Portföyün standart sapması}} \quad (2.10)$$

Bu oranın yüksek olması yatırımın performansının riske dayalı getiri esasına göre iyi olduğunu, düşük oran ise başarısız bir performansa sahip olduğunu gösterir.

BÖLÜM 3

KARESEL PROGRAMLAMA

Eşitlik ve/veya eşitsizlik olarak modelde bulunan doğrusal ve/veya doğrusal olmayan kısıtlayıcı fonksiyonların sınırlayıcı koşulları altında doğrusal olmayan bir amaç fonksiyonunun uç noktasının araştırılması ile ilgili işlemlere doğrusal olmayan programlama denir. Bu bölümde doğrusal olmayan programlama türlerinden biri olan karesel programlama tanıtılmaya çalışılacaktır.

3.1. Karesel Programlama Tanımı ve Uygulanma Alanları

Karesel programlama, amaç fonksiyonu ikinci dereceden polinom ve kısıtlayıcı şartları doğrusal olan veya doğrusal olmayan programlama tipidir (Halaç, 1995:489). Karesel programlamanın doğrusal programlamadan en önemli farkı, amaç fonksiyonunun ikinci dereceden bir polinom olmasıdır. Karesel programlamaya çeşitli kaynaklarda “kuadratik programlama” da denilmektedir.

Karesel programlama, doğrusal olmayan programlamanın özel bir sınıfı olması sebebiyle talep tahmini, portföy analizi, üretim planlaması, maliyet minimizasyonu, kar maksimizasyonu ve optimizasyon problemleri gibi bazı işletme problemlerine uygulanabilmektedir. Tüm bu uygulama alanlarına karşın karesel programlama modeli, hem modelin oluşturulması hem de modelin çözülmesi açısından çeşitli güçlüklerle sahiptir (Atan, 1999:3).

3.2. Karesel Programlama Modeli

Markowitz, geliştirdiği standart karesel programlama formundaki ortalama–varyans modeli, hedeflenen beklenen getiri düzeyini karşılayacak minimum varyanslı (minimum riskli) portföyü bulmaya çalışır. Modelde amaç fonksiyonu, minimize edilecek portföy varyansıdır ve şu şekilde gösterilir:

$$\text{Min. } \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i x_j \sigma_{ij} \quad (3.1)$$

N : Mevcut varlık sayısını,

σ_{ij} : $i = j$ ise i . varlığın varyans değerini,

$i \neq j$ ise i . ile j . varlıklar arasındaki kovaryans değerini,

($i = 1, 2, \dots, N$), ($j = 1, 2, \dots, N$)

x_i : i . varlığın portföy içindeki oranını gösterir (karar değişkenleri).

($i = 1, 2, \dots, N$)

Markowitz modelinde iki temel kısıt vardır. Bunlardan birincisi, hedeflenen beklenen getiri düzeyinin karşılanmasını sağlayacak aşağıdaki matematiksel ifadedir.

$$\sum_{i=1}^N x_i \mu_i \geq R \quad (3.2)$$

μ_i : i . varlığın beklenen getirisini ($i = 1, 2, \dots, N$),

R : hedeflenen beklenen getiri düzeyini ifade eder.

Modeldeki ikinci temel kısıt ise, portföyde bulunan varlıkların ağrılıkları toplamının bir olmasını sağlayan eşitlik 3.3'tür.

$$\sum_{i=1}^N x_i = 1 \quad (3.3)$$

Karar değişkenlerinin negatif olamama kısıtı da eklendiğinde aşağıdaki genel model elde edilir:

$$\text{Amaç:} \quad \text{Min.} \quad \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i x_j \sigma_{ij}$$

$$\text{Kısıtlar :} \quad \sum_{i=1}^N x_i \mu_i \geq R \quad (3.4)$$

$$\sum_{i=1}^N x_i = 1$$

$$0 \leq x_i \leq 1 \quad , \quad i = 1, 2, \dots, N$$

N : mevcut varlık sayısı

μ_i : i. varlığın beklenen getirisini ($i = 1, 2, \dots, N$)

σ_{ij} : $i = j$ ise varyans değerini,

$i \neq j$ ise kovaryans değerini,

($i = 1, 2, \dots, N$), ($j = 1, 2, \dots, N$)

R : hedeflenen beklenen getiri düzeyi

x_i : i. varlığın portföy içindeki oranıdır . (karar değişkenleri)

($i = 1, 2, \dots, N$)

3.3. Amaç Fonksiyonunun Matris Notasyonu ile Gösterimi

Karesel fonksiyon matris notasyonu ile gösterilirse,

$$Q = \begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & \dots & \dots & q_{1n} \\ q_{21} & q_{22} & \dots & \dots & q_{2n} \\ q_{31} & q_{31} & \dots & \dots & q_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ q_{n1} & q_{n2} & \dots & \dots & q_{nn} \end{bmatrix} \text{ ve } X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ \dots \\ X_n \end{bmatrix} \text{ olarak alınırsa,} \quad (3.5)$$

$$f(x) = [X_1 \ X_2 \ \dots \ X_n] \begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & \dots & \dots & q_{1n} \\ q_{21} & q_{22} & \dots & \dots & q_{2n} \\ q_{31} & q_{31} & \dots & \dots & q_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ q_{n1} & q_{n2} & \dots & \dots & q_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ \dots \\ X_n \end{bmatrix} \text{ olur. Bu ifade,} \quad (3.6)$$

$$f(x) = X^T Q X \text{ şeklinde yazılabilir. Yani} \quad (3.7)$$

$$f(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j \sigma_{ij} = X^T Q X \text{ olur.} \quad (3.8)$$

3.4. Karesel Programlama Çözüm Algoritmaları

Doğrusal olmayan programlama problemleri analitik ya da algoritmik yöntemlerle çözülebilir. Problemlerin analitik yöntemlerle çözülebilmesi için, fonksiyonların sürekli ve türevleri alınabilen fonksiyonlar olması gerekir. Pratikte karşılaşılan problemleri, analitik yöntemlerle çözmek güç olduğundan, belirli bir başlangıç noktasından hareketle ardışık noktalarda çözüm arayan algoritmik yaklaşımlar kullanılmaktadır.

Markowitz, ortalama-varyans modelini çözmek üzere kritik hat algoritmasını geliştirmiştir. Bu algoritma karesel amaç fonksiyonunu iteratif olarak minimize eder (Markowitz, 1959:174).

Karesel programlama çözümünde kritik hat algoritmasından başka bir çok çözüm algoritması geliştirilmiştir. Bunlara örnek olarak diyagonal yöntem, iç nokta yöntemi, aktif set yöntemi, ardışık karesel programlama yöntemi, kesme düzlemi yöntemi, ceza fonksiyonları yöntemi ve gradyant yöntemleri verilebilir.

Doğrusal kısıtları ile karesel amaç fonksiyonlu problem, bağıntılarının simpleks yönteminin uygulanabileceği forma dönüştürülmesi ile de çözülebilir. Karesel fonksiyonun kısmi türevlerini kapsayan Kuhn-Tucker koşullarının kullanılmasıyla karesel programlama modeli, bir doğrusal programlama problemine indirgenebilir. Kuhn-Tucker koşulları, Lagrange çarpanları yönteminin eşitsizlik sınırlamalarına genişletilmesidir (Halaç, 1995:489).

Bu çalışma kapsamında yapılan uygulamanın çözümünde MS Excel'in eklentisi Çözücü programı kullanılmıştır. Bu program, modellerin çözümünde gradyant yöntemlerden biri olan genelleştirilip indirgenmiş gradyant yöntemini (GRG2) kullanmaktadır. Gradyant yöntemlerinde genel olarak, kısıtları

sağlayan bir başlangıç noktasından başlanarak her adımda amaç fonksiyonunu iyileştiren ve kısıtlarla çelişmeyen bir hareket (gradyant) yönünün bulunması amaçlanır. Genelleştirilip indirgenmiş gradyant yönteminde (GRG2) her aşamada gerçek amaç fonksiyonunu doğrusallaştırır. Amaç fonksiyonu değerinin en iyilendiği noktada, yöntem sona erer. Gradyant yöntemlerin temelini Wolfe atmıştır. Bu çalışmada kullandığımız genelleştirilip indirgenmiş gradyant yöntemini (GRG2) ise Lasdon ve arkadaşları tarafından ortaya konmuştur. Genelleştirilip indirgenmiş gradyant algoritmasının adımları şu şekilde yazılabilir (Ecker ve Kupferschmid, 1991:314) ;

0. Başlangıç

X^0 = Başlama noktası

T = Yakınsama toleransı

k = 0 olarak alınır.

1. Doğrusal olmayan kısıtlar doğrusallaştırılır

$$f_i(x) \approx f_i(x^k) + \nabla f_i(x^k)^T (x - x^k)$$

2. m adet doğrusallaştırılmış kısıtı m temel değişken için kalan temel olmayan değişkenler cinsinden çöz

3. İndirgenmiş problemi oluştur ve f_0 'ı minimize et.

4. İndirgenmiş problemi çöz ve doğrusallaştırılmış kısıtlardan temel değişkenleri bul.

5. Yakınsamayı kontrol et

Eğer $\|x^{k+1} - x^k\| < T$, ise dur; X^{k+1} minimumdur.

6. Değilse k'yı 1 arttırıp 1. adıma geri dön.

BÖLÜM 4

UYGULAMA

Ortalama varyans portföy seçim modelini çözmek için Microsoft Excel yazılımı içinde yer alan Çözücü eklentisi kullanılmıştır. Çözücü kullanılmaktaki amacımız hedeflediğimiz getiri düzeyindeki minimum riski bulmak, hedeflenen getiri ve risk düzeyindeki portföyde hisse senetlerinin ağırlıklarını saptamaktır. Çözücü, doğrusal olmayan problemlerin çözümünde genelleştirilip indirgenmiş gradyant algoritmasını (GRG2) kullanmaktadır. Bu algoritma doğrusal programlamanın çözümünde kullanılan simpleks metodunun doğrusal olmayan programlama için genişletilmiş bir halidir (Lasdon ve başk., 1978:34).

Modelin parametrelerinin (getiri, varyans ve kovaryans) tahmini, ortalama-varyans analizinin önemli bir aşamasıdır. Tahminlerdeki küçük değişiklikler optimal çözümlerde önemli değişikliklere sebep olmaktadır. Chopra ve Ziemba (1993) tahmin edilen ortalamalardaki hataların varyans tahminindeki hatalardan 10 kat, kovaryans tahminindeki hatalardan ise 20 kat daha önemli olduğunu ortaya koymuşlardır.

Bu çalışmada, 2005 yılının ekim ayı itibarıyla İMKB 100 endeksini oluşturan şirketlerin Ekim 2004 - Eylül 2005 arasındaki aylık getiri oranları kullanılmıştır. Bu veriler İstanbul Menkul Kıymetler Borsası internet sitesinden alınmıştır. İMKB, aylık getiri hesaplanmasında eşitlik 4.1'i kullanmaktadır.

$$G_i = \frac{F_i * (BDL + BDZ + 1) - (R * BDL) + T - F_{i-1}}{F_{i-1}} \quad (4.1)$$

Eşitlik 4.1'de;

G_i : i. aya ait getiri,

F_i : i. aya ait en son kapanış fiyatı,

BDL: Ay içinde alınan bedelli hisse adedi,

BDZ: Ay içinde alınan bedelsiz hisse adedi,

R : Rüçhan hakkı kullanma fiyatı,

T : Ay içinde 1 YTL nominal değerli bir hisse senedine ödenen net temettü tutarı,

F_{i-1} : i. aydan bir önceki aya ait en son kapanış fiyatıdır.

Uygulamada kullanılacak her hisse senedi için aylık fiyat artış oranları matrisi MS Excel programına aktarılmıştır. Bir sonraki aşamada varyans ve kovaryans matrisi bulunmuştur.

MS Excel formatında 2005 ekim ayı itibariyle İMKB100 endeksini oluşturan hisse senetlerinin aylık getiri oranı artış miktarları ile ortalama aylık getiri oranları matrisi ve bu hisse senetlerine ait çalışmanın ekinde verilen varyans-kovaryans matrisi çalışmanın temel hareket noktasıdır.

Uygulama üç kısımdan oluşmaktadır. İlk kısımda Gökçe ve Cura(2003)'nin çalışmaları paralelinde iyi çeşitlendirilmiş portföyler elde etmek için İMKB30 endeksine dahil hisse senetlerinin 12 ile 14 adedinden etkin portföyler oluşturulacaktır. Bu portföyleri elde etmek için hisse senedi sayısı kısıtlı ortalama varyans modeli kurulacaktır. Bulunan etkin portföyler arasından Sharpe performans kriterine göre optimum portföy saptanacaktır.

Gökçe ve Cura(2003)'nin portföylerde yer alacak hisse senetlerini İMKB 30 endeksini oluşturan hisse senetlerinden seçmelerinin iki sebebi vardır. Bunlardan ilki hesaplama kolaylığı ikincisi ise İMKB 30 endeksine

dahil olan 30 menkul kıymetin İMKB'de işlem gören 302 hisse senedini iyi bir şekilde temsil ettikleri düşüncesidir.

Çalışmanın ikinci kısmında iyi çeşitlendirilmiş portföyler oluşturmak için Gökçe ve Cura(2003)'ya alternatif, iki aşamalı bir yaklaşım test edilecektir. İlk aşamada İMKB100 endeksinde bulunan hisse senetlerinden standart ortalama varyans modeliyle etkin portföyler bulunacaktır. Bulunan etkin portföylerde herhangi bir ağırlıkta bulunan hisse senetlerinin İMKB100 endeksini en iyi temsil eden hisse senetleri olduğu düşünülmektedir. Bu temsil gücü yüksek hisse senetleri kullanılarak ikinci aşamada miktar kısıtlarından en yüksek yatırım oranı kısıtı modellenecektir. Model kurulduktan sonra etkin portföyler bulunarak etkin portföy sınırı çizilecektir. Daha sonra etkin portföylerden optimum portföy saptaması yapılacaktır. Her iki yaklaşımla elde edilen etkin sınırlar ve optimum portföyler bulunduktan sonra karşılaştırılmaları yapılacaktır.

4.1. Yatırım Yapılacak Hisse Senedi Sayısı Kısıtlı Ortalama-Varyans Portföy Seçim Modeli

Portföyün riskini kabul edilebilir seviyede düşürebilecek fakat aşırı çeşitlendirmeden kaçınılacak sayıda varlık içeren portföylere, iyi çeşitlendirilmiş portföy denildiği bölüm 2.5.4'de belirtilmişti. Bu kısımda Gökçe ve Cura'ya göre iyi çeşitlendirilmiş portföyler bulunup etkin sınır çizildikten sonra Sharpe performansına göre optimum portföy saptaması yapılacaktır. Sharpe oranını hesaplarken gerekli risksiz faiz oranı T.C. Merkez Bankası web sitesinden aylık %1,87 olarak bulunmuştur.

Tablo 4.1: Uygulamada Kurulan Birinci Model

	A	B	C	D	E	F	G	H		AD	AE	AF
1		AKBNK	AEFES	ARCLK	DENİZ	DISBA	DOHOL	DYHOL	...	VESTL	YKBNK	
2	Eyl.05	12,58	10,77	(2,52)	17,07	8,72	(3,09)	(3,31)	...	(2,83)	(3,45)	
3	Ağu.05	8,16	8,33	(1,85)	3,36	1,87	0,52	(2,69)	...	(4,08)	0,00	
4	Tem.05	14,55	(2,44)	1,89	8,18	(0,47)	14,88	10,71	...	5,53	13,73	
5	Haz.05	5,48	12,84	10,42	22,77	(0,92)	7,01	7,69	...	2,95	(0,97)	
6	May.05	9,77	3,79	22,98	15,46	(4,41)	6,08	(2,52)	...	(1,25)	1,38	
7	Nis.05	1,53	2,86	(19,23)	1,57	22,04	(15,91)	(9,73)	...	(11,11)	(5,93)	
8	Mar.05	(15,31)	(3,67)	(9,83)	(6,37)	0,54	(4,86)	(2,63)	...	1,89	(6,09)	
9	Şub.05	(4,19)	0,93	0,00	2,00	6,94	2,78	3,83	...	(0,93)	6,48	
10	Oca.05	0,00	(0,92)	4,85	39,74	36,22	25,87	10,37	...	2,88	27,36	
11	Ara.04	22,79	16,45	7,14	14,71	56,79	15,32	10,91	...	4,00	10,99	
12	Kas.04	2,26	0,43	(13,97)	(5,56)	1,25	(6,77)	4,76	...	(11,50)	15,06	
13	Eki.04	(2,21)	1,30	1,70	0,17	(5,88)	(1,48)	1,94	...	(3,42)	(15,95)	
14	Ort Getiri	4,62	4,22	0,13	9,43	3,91	5,54	14,91	...	-1,49	3,55	
18		AKBNK	AEFES	ARCLK	DENİZ	DISBA	DOHOL	DYHOL	...	VESTL	YKBNK	
19	AKBN	174,14	12,97	98,18	52,10	99,13	41,96	106,18	...	37,80	97,35	
20	AEFES	12,97	37,71	22,65	39,27	11,34	4,67	38,55	...	(8,75)	26,47	
21	ARCLK	98,18	22,65	154,51	59,30	110,27	81,39	132,95	...	47,31	64,80	
22	DENİZ	52,10	39,27	59,30	90,84	40,11	33,35	93,78	...	28,70	55,59	
23	DISBA	99,13	11,34	110,27	40,11	111,81	64,76	95,52	...	39,89	64,26	
24	DOHOL	41,96	4,67	81,39	33,35	64,76	78,27	71,10	...	64,52	49,79	
25	DYHOL	106,18	38,55	132,95	93,78	95,52	71,10	145,88	...	48,75	89,65	
...	
47	VESTL	37,80	(8,75)	47,31	28,70	39,89	64,52	48,75	...	126,38	62,73	
48	YKBNK	97,35	26,47	64,80	55,59	64,26	49,79	89,65	...	62,73	122,95	
49		AKBNK	AEFES	ARCLK	DENİZ	DISBA	DOHOL	DYHOL	...	VESTL	YKBNK	Top.
50	Portföy ağırlıkları								...			
51	0-1								...			
52	Bağlantı kısıtları								...			
53	Portföy getirisi			Portföy varyansı		Portföyde istenen hisse senedi sayısı	Min.	12				
54	Hedef getiri			Port std.sap			Max.	14				

Tablo 4.2: Birinci Modelde Kullanılan Alan Tanımlamaları ve Formüller

ARALIK	TANIM	FORMÜL
B2:AE13	Aylık getiri Artışları	-
B14:AE14	Ortalama getiriler	=ORTALAMA(B2:B13) B14:AE14 aralığına kopyalanmıştır
B19:AE48	Varyans- kovaryans matrisi	=KOVARYANS(\$B\$19:\$B\$48;B19:B48) Gerekli değişikliklerle B19:AE48 matrisi oluşturulmuştur
B50:AE50	Karar değişkenleri, Varlıkların portföydeki payları	-
AF50	Portföy payları toplamı	=TOPLAM(B50:AE50)
B53	Portföy getirisi	=TOPLA. ÇARPIM(B14:AE14;B50:AE50)
B54	Hedeflenen getiri	-
E53	Portföy varyansı	=TOPLA.ÇARPIM (DÇARP(B50:AE50;B19:AE48);B50:AE50)
E54	Portföy standart sapması	=KAREKÖK(E53)
B51:AE51	0-1 Tamsayı Değişkenler	-
B52:AE52	Normal ve Tamsayılı Değişkenler Arası Bağlantı Kısıtları	=B50-B51 B52:AE52 aralığına kopyalanmıştır
AF51	Portföydeki Hisse Senedi Sayısı	=TOPLAM(B51:AE51)
H54	Portföyde İstenen En Fazla Hisse Senedi Sayısı	14
H53	Portföyde İstenen En Az Hisse Senedi Sayısı	12

Model Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'deki formüllere uygun olarak kurulduktan sonra MS Excel Çözücü eklentisi çalıştırılır. Çözücü parametreleri aşağıdaki gibi oluşturulur.

Tablo 4.3: Birinci Modelin Çözücü Parametreleri

Çözücü Parametreleri

Hedef Hücre:

Eşittir: En Büyük En Küçük Değer:

Değişen Hücreler:

Kısıtlamalar:

-
-
-
-
-
-
-
-

Buttons: Çöz, Kapat, Seçenekler, Tümüü Sıfırla, Yardım, Ekle, Değiştir, Sil, Tahmin

Hedef hücresi, portföyün varyansı olduğundan ve varyansın en küçük olması istendiğinden, 'Eşittir' satırından en küçük seçilir. Değişen hücreler bölümünde karar değişkenlerinin değerinin hesaplanması için belirlenen B41:AE51 alanı girilir. Kısıtlamalar kısmına ise optimizasyon sürecinde göz önünde bulundurulacak kısıtlar tanımlanır. Bu kısıtlar sırasıyla, karar değişkenlerinin negatif değer almamasını sağlayan $B50:AE50 \geq 0$, y'leri 0-1 değeri almasını sağlayan $B51:AE51 = \text{ikili düzen}$, bağlantı kısıtlarının sıfırdan küçük ya da sıfıra eşit olmasını sağlayan $B52:AE52 \leq 0$, portföylerde %1'den daha düşük paya sahip hisse senedi olmamasını sağlayan $B52:AE52 \geq -0,99$ hedeflenen getiri düzeyine ulaşılmasını sağlayan $B53 = B54$, portföy ağırlıkları toplamının bire eşit olmasını sağlayan $AF50 = 1$, portföyde istenen sayıdan fazla varlık bulunmamasını sağlayan $AF51 \leq H54$ ve portföyde istenen sayıdan az varlık bulunmamasını sağlayan $AF51 \geq H53$ kısıtlarıdır.

Model çözülmeyen önce 'seçenekler' menüsündeki tolerans değeri %0'a çekilmelidir. Böylece model tamsayılar için optimal değeri bulana kadar çalışacaktır.

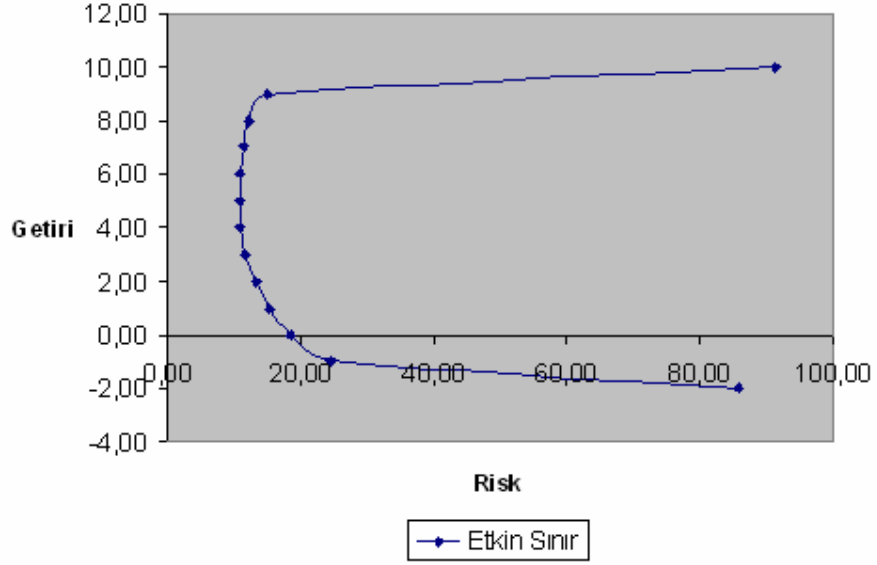
Çeşitli getiri seviyeleri için en küçük varyansa sahip portföyler hesaplanmıştır. Bu portföyler içindeki hisse senetleri ve bu hisse senetlerinin portföydeki ağırlıkları aşağıdaki gibidir. Daha sonra etkin sınırdaki portföylerden optimum olanını seçmek için Sharpe performans kriteri kullanılmıştır.

Tablo 4.4: Birinci Modelde Etkin Sınır Üzerinde Olan Portföylerdeki Hisse Senedi Ağırlıkları (%)

Port no	Getiri	Risk	AKBNK	AEFES	DENIZ	DISBA	DOHOL	DYHOL	EREGL	FINBN	GARAN	HURGZ	IHLAS	ISCTR
1	-2,00	85,82	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,67	0,01	0,01
2	-1,00	24,54	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
3	0,00	18,54	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
4	1,00	15,22	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
5	2,00	13,48	0,01	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	3,00	11,68	0,01	0,15	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
7	4,00	10,95	0,00	0,18	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	5,00	10,97	0,01	0,18	0,00	0,01	0,00	0,08	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
9	6,00	11,42	0,01	0,18	0,00	0,01	0,00	0,15	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	7,00	11,44	0,01	0,19	0,00	0,01	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
11	8,00	12,29	0,01	0,17	0,00	0,01	0,00	0,30	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
12	9,00	15,07	0,00	0,24	0,00	0,01	0,01	0,39	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
13	10,00	91,48	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,20	0,00	0,00	0,01	0,01

Port no	Getiri	Risk	ISGYO	KRDMD	MIGRS	PTOFS	SAHOL	SKBNK	SISE	TNSAS	TCELL	TUPRS	VESTL	YKBNK
1	-2,00	85,82	0,01	0,19	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	0,01
2	-1,00	24,54	0,01	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,81	0,01
3	0,00	18,54	0,00	0,01	0,18	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,69	0,00
4	1,00	15,22	0,00	0,00	0,18	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,12	0,55	0,01
5	2,00	13,48	0,00	0,01	0,20	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,19	0,44	0,01
6	3,00	11,68	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,22	0,29	0,06
7	4,00	10,95	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,31	0,17	0,06
8	5,00	10,97	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,32	0,11	0,04
9	6,00	11,42	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,01	0,31	0,07	0,01
10	7,00	11,44	0,00	0,01	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,01	0,31	0,01	0,01
11	8,00	12,29	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,30	0,01	0,01
12	9,00	15,07	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,01	0,24	0,00	0,00
13	10,00	91,48	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,38	0,01	0,00

Şekil 4.1: Hisse Senedi Sayısı Kısıtlı Modelin Çözümünde Elde Edilen Etkin Sınırlar



Tablo 4.4'de en fazla 14, en az 12 hisse senedi içeren etkin portföyler görülmektedir. Bu hisse senetlerinden 24 tanesi herhangi bir ağırlıkta bir etkin portföyün içinde yer almışlardır. Diğer 6 hisse senedi hiçbir portföyde yer almamıştır. Şekil 4.1'de ise bu uygulamada elde ettiğimiz etkin sınır gösterilmiştir.

Tablo 4.5: Portföylerin Sharpe Oranları

Portföyler	Hedeflenen Getiri	Portföyün Varyansı	Sharpe Oranı
Portföy 1	-2,00	85,82	-0,42
Portföy 2	-1,00	24,54	-0,58
Portföy 3	0,00	18,54	-0,43
Portföy 4	1,00	15,22	-0,22
Portföy 5	2,00	13,48	0,04
Portföy 6	3,00	11,68	0,33
Portföy 7	4,00	10,95	0,64
Portföy 8	5,00	10,97	0,95
Portföy 9	6,00	11,42	1,22
Portföy 10	7,00	11,44	1,52
Portföy 11	8,00	12,29	1,75
Portföy 12	9,00	15,07	1,84
Portföy 13	10,00	91,48	0,85

Tablo 4.11’de uygun çözüm bulunan getiri düzeylerindeki risk ve getiri-risk seviyelerindeki portföylerin Sharpe oranları gösterilmiştir. En yüksek Sharpe oranına sahip portföy 12 numaralı portföydür. Bu portföyde bulunan hisse senetlerinin portföydeki ağırlıkları ise Tablo 4.6’da gösterilmiştir;

Tablo 4.6: Optimum Portföydeki Hisse Senedi Ağırlıkları

AEFES	%24
DISBA	%1
DOHOL	%1
DYHOL	%39
EREGL	%1
GARAN	%1
İHLAS	%1
İSCTR	%1
MİGRS	%1
TNSAS	%5
TCELL	%1
TUPRS	%24

Optimum portföyde Anadolu Efes (AEFES) hisse senedine %24, Dışbank hisse senedine (DISBA) %1, Doğan holding hisse senedine (DOHOL) %1, Doğan yayın holding hisse senedine (DYHOL) %39, Ereğli demir çelik hisse senedine (EREGL) %1, Garanti bankası hisse senedine (GARAN) %1, İhlas holding hisse senedine (İHLAS) %1, İş bankası -C- hisse senedine (İSCTR) %1, Migros hisse senedine (MGROS) %1, Tansaş hisse senedine (TNSAS) % 5, Turkcell hisse senedine (TCELL) % 1, Tüpraş hisse senedine (TPRAS) %24 olmak üzere toplam 12 hisse senedine yatırım yapılmaktadır.

4.2. Standart Ortalama-Varyans Portföy Seçim Modeli

Bu kısımda modern portföy teorisinin temeli olarak kabul edilen ortalama-varyans portföy seçimi modeli sunulacaktır. İMKB100 endeksini oluşturan hisse senetlerinden standart ortalama varyans modeliyle etkin portföyler bulunacaktır. Bulunan etkin portföylerde herhangi bir ağırlıkta bulunan hisse senetlerinin İMKB100 endeksini en iyi temsil eden hisse senetleri olduğu düşünülmektedir. Bu temsil gücü yüksek hisse senetleri kullanılarak ikinci aşamada yani uygulama 4.3'de miktar kısıtlarından en yüksek yatırım oranı kısıtı modellenecektir.

Tablo 4.7: Uygulamada Kurulan İkinci Model

	B	C	D	E	F	G	H	i		CW	CX
1	Hisse senetleri Aylar	ADNAC	AEFES	AGYO	AKBNK	AKCNS	AKENR	AKGRT	...	YKBNK	YKGYO
2	Eyl.05	12,58	10,77	25,00	12,58	18,85	(5,41)	22,56	...	(3,45)	15,19
3	Ağu.05	0,00	8,33	(4,17)	8,16	0,00	(5,93)	4,72	...	0,00	16,18
4	Tem.05	12,05	(2,44)	9,09	14,55	14,02	7,27	13,39	...	13,73	13,81
5	Haz.05	(2,35)	12,84	7,32	5,48	14,81	2,80	6,67	...	(0,97)	12,21
6	May.05	22,24	3,79	20,59	9,77	17,09	5,94	20,41	...	1,38	6,50
7	Nis.05	(15,29)	2,86	(16,34)	1,53	(18,78)	(19,20)	(8,79)	...	(5,93)	(3,85)
8	Mar.05	(10,53)	(3,67)	(9,68)	(15,31)	(8,27)	(10,07)	(19,49)	...	(6,09)	(16,13)
9	Şub.05	26,67	0,93	1,09	(4,19)	6,60	(2,80)	3,31	...	6,48	28,50
10	Oca.05	1,35	(0,92)	19,48	0,00	11,34	15,32	12,04	...	27,36	16,27
11	Ara.04	13,28	16,45	8,45	22,79	1,28	5,98	18,42	...	10,99	19,42
12	Kas.04	16,07	0,43	(7,79)	2,26	7,80	(6,40)	(3,39)	...	15,06	10,32
13	Eki.04	4,67	1,30	(1,28)	(2,21)	3,81	(3,10)	(1,67)	...	(15,95)	4,13
14	Ort Getiri	7,83	4,22	4,31	4,62	5,71	(1,30)	5,68	...	3,55	10,21
...											
18	Var-Kov Matrisi	ADNAC	AEFES	AGYO	AKBNK	AKCNS	AKENR	AKGRT	...	YKBNK	YKGYO
19	ADNAC	174,14	12,97	98,18	52,10	99,13	41,96	106,18	...	37,80	97,35
20	AEFES	12,97	37,71	22,65	39,27	11,34	4,67	38,55	...	(8,75)	26,47
21	AGYO	98,18	22,65	154,51	59,30	110,27	81,39	132,95	...	47,31	64,80
22	AKBNK	52,10	39,27	59,30	90,84	40,11	33,35	93,78	...	28,70	55,59
23	AKCNS	99,13	11,34	110,27	40,11	111,81	64,76	95,52	...	39,89	64,26
24	AKENR	41,96	4,67	81,39	33,35	64,76	78,27	71,10	...	64,52	49,79
...
117	YKBNK	37,80	(8,75)	47,31	28,70	39,89	64,52	48,75	...	126,38	62,73
118	YKGYO	97,35	26,47	64,80	55,59	64,26	49,79	89,65	...	62,73	122,95
122	Portföy Ağırlıkları								...		
123	Portföy % Ağırlıkları								...		
125	Toplam portföy ağırlığı	1,00		Portföy ün getirisi			Portföy ün varyansı				
126				Hedeflenen getiri			Portföy ün std.sapması				

Tablo 4.8: İkinci Modelde Kullanılan Alan Tanımlamaları ve Formüller

ARALIK	TANIM	FORMÜL
C2:CX13	Aylık getiri artış oranları	-
C14:CX14	Ortalama getiriler	=ORTALAMA(C2:C13) C14:CX14 aralığına kopyalanmıştır
C19:CX118	Varyans-kovaryans matrisi	=KOVARYANS(\$C\$2:\$C\$13;C2:C13) Gerekli değişikliklerle C19:CX118 matrisi oluşturulmuştur
C122:CX122	Karar değişkenleri, Varlıkların portföydeki payları	-
C123:CX123	Varlıkların portföydeki % payları	=(C122:CX122)*100
C:125	Portföy payları toplamı	=TOPLAM(C122:CX122)
F:125	Portföy getirisi	=TOPLA. ÇARPIM(C14:CX14;C122:CX122)
F:126	Hedeflenen getiri	-
I:125	Portföy varyansı	=TOPLA. ÇARPIM (C122:CX122;DÇARP (C122:CX122;C19:CX118))
I:126	Portföy standart sapması	=KAREKÖK(I125)

Model, Tablo 4.7 ve Tablo 4.8'deki formüllere uygun olarak kurulduktan sonra MS Excel Çözücü parametreleri aşağıdaki gibi oluşturulur.

Tablo 4.9: İkinci Modelin Çözücü Parametreleri

The screenshot shows the 'Çözücü Parametreleri' (Solver Parameters) dialog box in Microsoft Excel. The 'Hedef Hücre:' (Set Objective) field is set to '\$I\$125'. The 'Eşittir:' (To: Of) section has three radio buttons: 'En Büyük' (unchecked), 'En Küçük' (checked), and 'Değer:' (unchecked) with a value of '770,97'. The 'Değişen Hücreler:' (Changing Variable Cells) field is set to '\$C\$122:\$CX\$122'. The 'Kısıtlamalar:' (Constraints) list contains three constraints: '\$C\$122:\$CX\$122 >= 0', '\$C\$125 = 1', and '\$F\$126 = \$F\$125'. The 'Çöz' (Solve) button is highlighted in yellow.

Hedef hücresi, portföyün varyansı olduğundan ve varyansın en küçük olması istendiğinden dolayı 'Eşittir' satırından en küçük seçilir. Kısıtlamalar bölümünde ilk kısıt, portföy ağırlıklarının herhangi birinin negatif olmaması kısıtıdır. Bu ifadenin yorumu, kısa satışlara izin verilememesi şeklindedir. İkinci kısıt, portföydeki hisse senetlerinin toplam ağırlığının bir olmasını sağlayan kısıttır. Üçüncü ve son kısıt ise, portföy getirisinin hedeflenen getiri ile aynı olmasını sağlayan kısıttır.

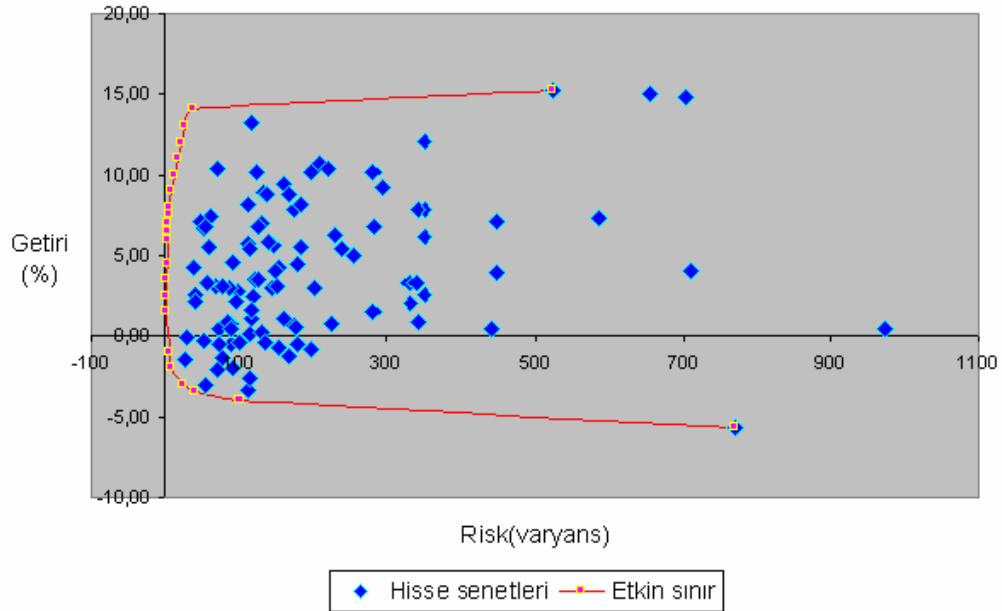
Çeşitli getiri seviyeleri için en küçük varyansa sahip portföyler hesaplanmıştır. Bu portföyler içindeki hisse senetleri ve bu hisse senetlerinin portföydeki ağırlıkları Tablo 4.10'daki gibidir. Daha sonra tek tek hisse senetlerinin getiri ve varyanslarının gösterildiği grafik üzerinde etkin sınır gösterilmiştir. Bir sonraki aşamada etkin sınırdaki portföylerden optimum olanını seçmek için Sharpe performans kriteri kullanılmıştır.

Tablo 4.10: Etkin Sınır Üzerinde Olan Portföylerdeki Hisse Senedi Ağırlıkları (%)

Port	Hedef Getiri	Port Var.	AEFES	ASELS	AYEN	BEKO	BFREN	BRSAN	DISBA	ECILC	ENKAI	FENER	ISCTR	IZMDC	MRDIN	SKBNK	TATKS	TNSAS	TRCAS	TUPRS	UCAK	VESTL
1	-5,68	770,97	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-4,00	99,84	0,00	0,00	0,00	0,00	37,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	61,85	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	-3,50	40,41	0,00	0,00	0,00	13,67	17,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	68,75	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	-3,00	24,14	0,00	0,00	0,00	8,58	9,89	0,07	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	61,69	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	15,36
5	-2,00	8,63	0,00	0,00	0,00	0,00	3,78	0,00	0,00	8,95	0,00	0,00	0,00	54,95	0,00	0,00	7,56	0,00	0,00	0,00	0,00	24,60
6	-1,00	5,61	0,00	0,07	0,00	0,00	1,43	6,68	0,00	17,50	0,76	0,09	0,08	51,13	0,02	0,00	4,64	0,02	0,00	0,00	0,08	13,83
7	1,50	2,55	0,00	0,47	0,00	0,00	0,14	3,43	0,00	19,37	16,35	4,12	0,06	32,82	3,36	0,00	0,04	2,28	6,02	1,12	1,83	2,12
8	2,50	2,63	1,95	1,52	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	18,52	15,84	7,66	0,08	29,69	2,86	0,08	0,00	1,61	7,19	3,52	2,51	0,00
9	3,50	2,58	5,08	0,78	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	15,44	20,85	11,79	0,10	22,28	5,54	0,00	0,05	0,59	3,31	4,09	3,15	0,00
10	4,50	2,84	2,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	1,53	13,89	26,84	15,28	0,00	14,51	11,47	0,00	0,04	0,00	0,00	2,65	3,69	0,05
11	6,00	3,73	9,85	0,00	0,01	0,03	0,03	0,00	3,17	9,17	26,78	20,82	0,00	4,34	10,51	0,00	0,08	0,06	0,00	5,13	4,32	0,10
12	6,50	3,91	10,34	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	4,29	7,27	29,07	22,30	0,00	0,26	9,45	0,00	0,03	0,00	0,00	7,78	4,73	0,06
13	7,00	4,23	12,52	0,00	0,00	0,04	0,00	0,08	4,43	6,06	25,64	25,79	0,00	0,00	7,80	0,09	0,02	0,01	0,00	10,20	4,71	0,06
14	7,50	5,01	14,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,75	5,70	21,65	29,98	0,00	0,00	7,17	0,00	0,00	0,00	0,00	9,79	5,38	0,00
15	8,00	6,30	22,97	1,28	0,00	0,00	0,00	0,06	1,47	3,07	16,29	33,23	0,17	0,03	5,51	0,06	0,00	0,00	0,10	8,65	4,83	0,02
16	9,00	9,10	15,33	0,07	0,00	0,00	0,00	0,09	1,51	4,06	15,00	37,69	6,93	0,03	6,39	0,03	0,10	0,00	0,07	6,17	4,24	0,02
17	10,00	12,68	1,49	0,00	5,57	0,00	0,00	0,07	0,00	2,97	16,80	38,99	15,43	0,00	7,15	0,00	0,10	0,06	0,08	8,36	1,09	0,00
18	11,00	17,16	0,00	0,00	5,54	0,00	0,00	0,07	0,00	1,93	10,69	43,13	20,43	0,00	5,07	0,00	0,10	0,06	0,08	9,83	1,21	0,00
19	12,00	22,18	0,05	0,00	1,03	0,00	0,00	0,07	1,02	4,18	5,83	48,63	26,06	0,00	9,58	0,00	0,10	0,09	0,00	0,00	1,20	0,00
20	13,00	27,98	0,03	0,05	0,61	0,00	0,00	0,07	0,09	4,38	0,04	53,19	31,99	0,00	5,94	0,00	0,10	0,06	0,08	0,00	1,54	0,00
21	14,10	37,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,09	0,05	0,04	65,40	32,52	0,00	0,07	0,00	0,10	0,06	0,08	0,09	0,00	0,00
22	15,20	522,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tablo 4.10'da görüldüğü gibi İMKB 100 endeksini oluşturan 100 hisse senedinden sadece 20 tanesi etkin sınır üzerinde bulduğumuz portföylerde çeşitli ağırlıklarda yer almaktadırlar. Kalan 80 hisse senedinden hiçbiri etkin portföylerden herhangi birinde yer almamaktadır. Etkin portföylerde yer alan 20 adet farklı hisse senedinin İMKB 100 endeksinde bulunan diğer 80 hisse senedinden üstün oldukları söylenebilir.

Şekil 4.2: Etkin Sınır ve Tek Tek Hisse Senetleri



Şekil 4.2'de etkin sınır gösterilmiştir. Etkin sınırın çizilmesinde uygun çözüm bulunan çeşitli getiri seviyelerindeki portföyler kullanılmıştır. Etkin sınırın getiri eksenine hisse senetlerinin hepsinden daha yakın geçmesi yani hisse senetlerinin hepsinden daha az riskli portföyler elde edilebilmesi, çeşitlendirme ile tek bir menkul kıymetle aynı getiri seviyesinde daha az riskli portföy oluşturulabileceğinin açık bir göstergesidir. Şekil 4.2'de dikkati çeken diğer bir nokta etkin sınır eğrisinin bir ucunda bir tek hisse senedinin diğer ucunda başka bir hisse senedinin olmasıdır. Bu noktalar tüm varlığın tek bir hisse senedine yatırıldığı portföylerdir. Üst sınır noktası Şekerbank (SKBNK)

hisse senedi, alt sınır noktası ise Bosch fren sistemleri (BFREN) hisse senedir.

Tablo 4.11: Portföylerin Sharpe Oranları

Portföyler	Hedeflenen Getiri	Portföyün Varyansı	Sharpe Oranı
Portföy 1	-5,68	770,97	-0,27
Portföy 2	-4,00	99,84	-0,59
Portföy 3	-3,50	40,41	-0,84
Portföy 4	-3,00	24,14	-0,99
Portföy 5	-2,00	8,63	-1,32
Portföy 6	-1,00	5,61	-1,21
Portföy 7	1,50	2,55	-0,23
Portföy 8	2,50	2,63	0,39
Portföy 9	3,50	2,58	1,01
Portföy 10	4,50	2,84	1,56
Portföy 11	6,00	3,73	2,14
Portföy 12	6,50	3,91	2,34
Portföy 13	7,00	4,23	2,49
Portföy 14	7,50	5,01	2,52
Portföy 15	8,00	6,30	2,44
Portföy 16	9,00	9,10	2,36
Portföy 17	10,00	12,68	2,28
Portföy 18	11,00	17,16	2,20
Portföy 19	12,00	22,18	2,15
Portföy 20	13,00	27,98	2,10
Portföy 21	14,10	37,34	2,00
Portföy 22	15,20	522,25	0,58

Tablo 4.11'de uygun çözüm bulunan getiri düzeylerindeki etkin portföylerin Sharpe oranları gösterilmiştir. En yüksek Sharpe oranına sahip portföy, 14 numaralı portföydür. Optimum portföyde 8 adet hisse senedi bulunmaktadır.

Tablo 4.12: Sharpe Oranı Maksimum Olan Portföydeki Hisse Senedi Ağırlıkları

AEFES	%14,27
DISBA	%3,75
ECILC	%5,70
ENKAI	%21,65
FENER	%29,98
MRDIN	%7,17
TUPRS	%9,79
UCAK	%5,38

Tablo 4.12’de Sharpe oranı maksimum olan yani optimum portföydeki hisse senedi ağırlıkları görülmektedir. Optimum portföyde Anadolu efes hisse senedine (AEFES) %14,27 , Dışbank hisse senedine (DISBA) %3,75 , Eczacıbaşı hisse senedine (ECILC) %5,70 , Enka inşaat hisse senedine (ENKAI) %21,65 , Fenerbahçe sportif hisse senedine (FENER) %29,98 , Mardin çimento hisse senedine(MRDIN) %7,17 , Tüpraş hisse senedine (TPRAS) %9,79 , Usaş hisse senedine (UCAK) % 5.38 oranında yatırım yapılmıştır.

4.3. Yatırım Üst Sınırlı Ortalama-Varyans Portföy Seçim Modeli

Uygulama 4.1'de İMKB30 endeksini oluşturan hisse senetlerinden en az 12, en fazla 14 adedinden oluşturulan ortalama-varyans portföy seçim modeli kurulup optimum portföy bileşenleri hesaplanmıştır.

Uygulamanın bu kısmında bir önceki kısımda İMKB100 endeksinden bulunan temsil gücü yüksek hisse senetleri kullanılarak alternatif iyi çeşitlendirilmiş portföy seçimi yönteminin ikinci aşaması için model oluşturulacaktır. Burada farklı bir miktar kısıtı olan yatırım üst sınırı kısıtını ele alınacaktır. Yatırımcı, oluşturmak istediği portföyde herhangi bir varlığa yapacağı yatırım miktarına bir üst sınır koyarak makul sayıda menkul kıymet içeren iyi çeşitlendirilmiş portföyler elde edebilir. Modelin önceki iki modelden farkı, varlıklara yapılacak yatırım miktarına üst sınır getirilmesi kısıtıdır. Modelde üst sınır olarak %40 kullanılacaktır. %40'lık üst sınırın başka bir manası portföyde en az 3 menkul kıymet demektir. Bu da ülkemiz şartları altında bireysel yatırımcı için kabul edilebilir bir çeşitlendirmedir.

Model çözülüp etkin sınır belirlendikten sonra Sharpe kriterine göre optimum portföy seçimi yapılacaktır. Daha sonra uygulama 4.1'de bulduğumuz etkin sınırla bu kısımda bulduğumuz etkin sınır karşılaştırılacaktır.

Tablo 4.13: Üçüncü Uygulamada Kullanılan Model

	A	B	C	D	E	F		T	U	V
1	Hisse senetleri	AEFES	BEKO	BFREN	BRSAN	DISBA	...	UCAK	VESTL	
	Aylar									
2	Eyl.05	10,77	(7,17)	(6,64)	(1,90)	8,72	...	(2,73)	(2,83)	
3	Ağu.05	8,33	(9,06)	(6,22)	(4,55)	1,87	...	(0,90)	(4,08)	
4	Tem.05	(2,44)	11,29	(8,16)	8,91	(0,47)	...	3,74	5,53	
5	Haz.05	12,84	9,25	52,17	(0,49)	(0,92)	...	18,89	2,95	
6	May.05	3,79	10,73	22,90	4,64	(4,41)	...	5,63	(1,25)	
7	Nis.05	2,86	(12,39)	(23,84)	(15,24)	22,04	...	(7,63)	(11,11)	
8	Mar.05	(3,67)	(24,03)	(14,00)	(6,06)	0,54	...	(15,70)	1,89	
9	Şub.05	0,93	(1,28)	(6,98)	3,94	6,94	...	(4,72)	(0,93)	
10	Oca.05	(0,92)	1,30	19,44	8,55	36,22	...	(6,50)	2,88	
11	Ara.04	16,45	0,19	(9,55)	(8,59)	56,79	...	(3,55)	4,00	
12	Kas.04	0,43	(16,94)	(19,60)	21,90	1,25	...	60,95	(11,50)	
13	Eki.04	1,30	(2,36)	(67,65)	0,00	(5,88)	...	38,16	(3,42)	
14	Ort Getiri	4,22	-3,37	-5,68	0,92	10,22	...	7,14	-1,49	
		AEFES	BEKO	BFREN	BRSAN	DISBA	...	UCAK	VESTL	
18	AEFES	174,14	12,97	98,18	52,10	99,13	...	37,80	97,35	
19	BEKO	12,97	37,71	22,65	39,27	11,34	...	(8,75)	26,47	
20	BFREN	98,18	22,65	154,51	59,30	110,27	...	47,31	64,80	
21	BRSAN	52,10	39,27	59,30	90,84	40,11	...	28,70	55,59	
22	DISBA	99,13	11,34	110,27	40,11	111,81	...	39,89	64,26	
23	ECILC	41,96	4,67	81,39	33,35	64,76	...	64,52	49,79	
...	
36	UCAK	37,80	(8,75)	47,31	28,70	39,89	...	126,38	62,73	
37	VESTL	97,35	26,47	64,80	55,59	64,26	...	62,73	122,95	
38		AEFES	BEKO	BFREN	BRSAN	DISBA	...	UCAK	VESTL	Toplam
39	Portföy ağırlıkları						...			
44	Portföy getirisi		Portföy varyansı							
45	Hedef getirisi		Port std.sap							
47	Üst sınır	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	...	0,40	0,40	

Tablo 4.14: Üçüncü Modelde Kullanılan Alan Tanımlamaları Ve Formüller

ARALIK	TANIM	FORMÜL
B2:U13	Aylık getiriler	-
B14:U14	Ortalama getiriler	=ORTALAMA(B2:B13) B14:U14 aralığına kopyalanmıştır
B18:U37	Varyans-kovaryans matrisi	=KOVARYANS(\$B\$2:\$B\$13;B2:B13) Gerekli değişikliklerle B18:U37 matrisi oluşturulmuştur
B39:U39	Karar değişkenleri, Varlıkların portföydeki payları	-
V:39	Portföy payları toplamı	=TOPLAM(B39:U39)
B:44	Portföy getirisi	=TOPLA. ÇARPIM(B14:U14;B39:U39)
B:45	Hedeflenen getiri	-
D:44	Portföy varyansı	=TOPLA. ÇARPIM (B14:U14;DÇARP(B14:U14;B39:U39))
D:45	Portföy standart sapması	=KAREKÖK(D44)
B47:U47	Yatırım üst sınırı	%40

Model Tablo 4.13'e ve Tablo 4.14'deki formüllere uygun olarak kurulduktan sonra MS Excel Çözücü eklentisi çalıştırılır. Çözücü parametreleri aşağıdaki gibi oluşturulur.

Tablo 4.15: Üçüncü Modelin Çözücü Parametreleri

The screenshot shows the 'Çözücü Parametreleri' (Solver Parameters) dialog box in Microsoft Excel. The 'Hedef Hücre:' (Set Objective) field is set to '\$D\$41'. The 'Eşittir:' (To: Of) section has three radio buttons: 'En Büyük' (Not selected), 'En Küçük' (Selected), and 'Değer:' (Not selected) with a value of '0'. The 'Değişen Hücreler:' (Changing Variable Cells) field is set to '\$B\$39:\$U\$39'. The 'Kısıtlamalar:' (Constraints) list contains four entries: '\$B\$39:\$U\$39 <= \$B\$47:\$U\$47', '\$B\$39:\$U\$39 >= 0', '\$B\$41 = \$B\$42', and '\$V\$39 = 1'. On the right side, there are buttons for 'Çöz', 'Kapat', 'Seçenekler', 'Tümünü Sıfırla', and 'Yardım'. Below the constraints list, there are buttons for 'Ekle', 'Değiştir', and 'Sil'. A 'Tahmin' button is located next to the 'Değişen Hücreler:' field.

Hedef hücresi portföyün varyansı olduğundan ve varyansın en küçük olması istendiğinden, 'Eşittir' satırından en küçük seçilir. Değişen hücreler bölümünde karar değişkenlerinin değerinin hesaplanması için belirlenen B39:U39 alanı girilir. Kısıtlamalar kısmına ise optimizasyon sürecinde göz önünde bulundurulacak kısıtlar tanımlanır.

Bu kısıtlar, karar değişkenlerinin negatif değer almamasını sağlayan $B39:U39 \geq 0$, hedeflenen getiri düzeyine ulaşılmasını sağlayan $B41 = B42$, portföy ağırlıkları toplamının bire eşit olmasını sağlayan $V39 = 1$ kısıtlarına ek olarak $B39:U39 \leq B47:U47$ üst sınır kısıtı modele eklenmiştir.

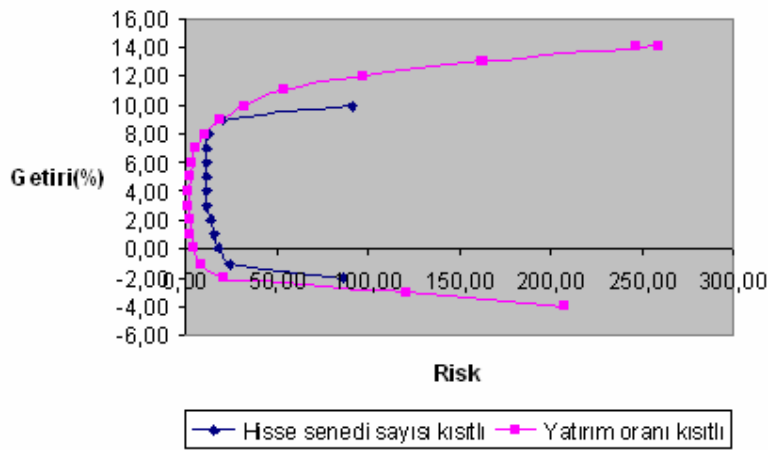
Çeşitli getiri seviyeleri için en küçük varyansa sahip portföyler hesaplanmıştır. Bu portföyler içindeki hisse senetleri ve bu hisse senetlerinin portföydeki ağırlıkları aşağıdaki gibidir.

Tablo 4.16: Üçüncü Modelde Etkin Sınır Üzerinde Olan Portföylerdeki Hisse Senedi Ağırlıkları

Portf no	Getiri	Risk	AEFES	BEKO	BFREN	BRSAN	DISBA	ECILC	ENKAI	FENER	GIMA	ISCTR	ZMDC	KRDMD	MRDIN	SKBNK	TEKTU	TNSAS	TRCAS	TUPRS	UCAK	VESTL
1	-4,00	207,98	0,00	0,40	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-3,00	120,51	0,00	0,21	0,32	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,12	0,15	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,15
3	-2,00	20,63	0,00	0,18	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37
4	-1,00	8,30	0,00	0,00	0,02	0,05	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,34	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40
5	0,00	4,32	0,00	0,00	0,01	0,05	0,00	0,04	0,18	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,01	0,40
6	1,00	3,03	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,13	0,16	0,00	0,02	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,01	0,20
7	2,00	2,32	0,00	0,00	0,01	0,10	0,00	0,22	0,09	0,01	0,02	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,07	0,00	0,00	0,00
8	3,00	2,07	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,19	0,20	0,07	0,06	0,00	0,30	0,00	0,08	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00
9	4,00	2,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,27	0,08	0,09	0,00	0,21	0,00	0,14	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
10	5,00	2,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,13	0,34	0,01	0,11	0,00	0,14	0,00	0,18	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
11	6,00	3,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,10	0,40	0,00	0,11	0,00	0,02	0,00	0,19	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
12	7,00	5,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,06	0,32	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,11	0,00	0,00	0,09	0,02	0,00
13	8,00	10,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,04	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,13	0,00	0,00	0,20	0,03	0,00
14	9,00	18,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,03	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,16	0,00	0,00	0,23	0,03	0,00
15	10,00	31,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,21	0,00	0,00	0,18	0,03	0,00
16	11,00	54,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	12,00	97,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,04	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	13,00	162,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,21	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	14,00	247,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,38	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	14,12	258,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tablo 4.16'da bir hisse senedine en fazla %40 yatırılabilen etkin portföylerdeki hisse senetleri ve yatırım miktarları gösterilmiştir. Bu hisse senetlerinden iki tanesi hariç (AEFES ve İSCTR hisse senetleri) diğerleri etkin portföylerin herhangi birinde herhangi bir oranda yer almışlardır.

Şekil 4.3: Üçüncü Uygulamada Etkin sınır



Şekil 4.3'de ise hisse senedi sayısı kısıtlı portföy seçim modeli ile yatırım oranı kısıtlı portföy seçim modellerinden elde edilen etkin sınırlar gösterilmiştir. Bu şekilde dikkati çeken nokta hisse senedi sayısı kısıtlı modelden elde edilen etkin sınırın, yatırım oranı kısıtlı modelden elde ettiğimiz etkin sınırdan daha kısa olmasıdır. Bunun sebebi modelde portföyde yer almasını istediğimiz hisse senedi sayısının en az 12 en fazla 14 olmasıdır.

Tablo 4.17: Portföylerin Sharpe Oranları

Portföyler	Hedeflenen Getiri	Portföyün Varyansı	Sharpe oranı
Portföy 1	-4	207,98	-0,41
Portföy 2	-3	120,51	-0,44
Portföy 3	-2	20,63	-0,85
Portföy 4	-1	8,3	-1,00
Portföy 5	0	4,32	-0,90
Portföy 6	1	3,03	-0,50
Portföy 7	2	2,32	0,09
Portföy 8	3	2,07	0,79
Portföy 9	4	2,02	1,50
Portföy 10	5	2,41	2,02
Portföy 11	6	3,2	2,31
Portföy 12	7	5,28	2,23
Portföy 13	8	10,3	1,91
Portföy 14	9	18,99	1,64
Portföy 15	10	31,98	1,44
Portföy 16	11	54,31	1,24
Portföy 17	12	97,62	1,03
Portföy 18	13	162,51	0,87
Portföy 19	14	247,32	0,77
Portföy 20	14,12	258,9	0,76

Tablo 4.17'de uygun çözüm bulunan getiri düzeylerindeki portföylerin Sharpe oranları gösterilmiştir. En yüksek Sharpe oranına sahip portföy, portföy 11'dir. Bu portföyde bulunan hisse senetlerinin portföydeki ağırlıkları ise Tablo 4.18'de gösterilmiştir;

Tablo 4.18: Sharpe Oranı Maksimum Olan Portföydeki Hisse Senedi Ağırlıkları

DISBA	%8
ECİLC	%10
ENKAI	%40
GİMA	%11
İZMDC	%2
MRDİN	%19
TEKTU	%8
UCAK	%2

Optimum portföyde Dışbank hisse senedine (DISBA) %8, Eczacıbaşı ilaç hisse senedine (ECILC) %10, Enka inşaat hisse senedine (ENKAI) %40, Gima (GİMA) hisse senedine %11, İzmir demir çelik hisse senedine (İZMDC) %2, Mardin çimento hisse senedine(MRDİN) %19, Tek-art turizm hisse senedine (TEKTU) %8, Usaş hisse senedine (UCAK) %2 yatırım yapılmaktadır.

SONUÇ

Ülkemizde 1986 yılında faaliyete başlayan İstanbul Menkul Kıymetler Borsası(İMKB)'yla birlikte sermaye piyasasında bir canlılık ve gelişme gözlemlenmiştir. Bu hızlı gelişimle beraber yatırımcının piyasada bulunan yatırım araçlarından hangisine, ne miktarda, ne zaman ve hangi risk seviyesinde yatırım yapması gerektiği sorularına cevap aranması gerekmektedir. Her yatırımcının bu tür sorulara rasyonel cevap vermesi beklenemez. Piyasadaki varlıklara yatırım yapılmak suretiyle bir portföy oluşturulması amaçlanıyorsa portföyün getirisi ve riski gibi kavramların hesaba katılması gerekir. Tüm bu hesaplamalar teknik ve bilimsel bilgi birikimi ile bilgisayar programları sayesinde doğru ve hızlı bir şekilde yapılabilmektedir.

Bu çalışmada, portföy yönetimi konusu ele alınmış ve Markowitz ortalama-varyans modeli ile ilgili üç tane uygulama yapılmaya çalışılmıştır. Söz konusu uygulamalarda şu sonuçlara ulaşılmıştır;

İlk uygulamada Gökçe ve Cura(2003)'nın makalelerindeki sonuç doğrultusunda İMKB30 endeksini oluşturan hisse senetleri arasından 12 ile 14 tanesinden oluşan portföyler oluşturulmuş bu portföyler arasından en yüksek Sharpe oranına sahip portföy yani optimum portföy saptanmıştır. Bu şekilde elde edilen optimum portföyün getirisi %9, varyansı yani riski 15,07 ve Sharpe oranı 1,84 olarak bulunmuştur.

Optimum portföyde Anadolu Efes (AEFES) hisse senedine %24, Dışbank hisse senedine (DISBA) %1, Doğan holding hisse senedine (DOHOL) %1, Doğan yayın holding hisse senedine (DYHOL) %39, Ereğli demir çelik hisse senedine (EREGL) %1, Garanti bankası hisse senedine (GARAN) %1, İhlas holding hisse senedine (İHLAS) %1, İş bankası -C- hisse senedine (İSCTR) %1, Migros hisse senedine (MGROS) %1, Tansaş hisse

senesine (TNSAS) % 5, Turkcell hisse senesine (TCELL) % 1, Tüpraş hisse senesine (TPRAS) %24 olmak üzere toplam 12 hisse senesine yatırım yapılmaktadır.

Gökçe ve Cura(2003)'nın iyi çeşitlendirilmiş portföy seçimlerine alternatif olarak ortaya koyulan iki aşamalı yöntem ikinci ve üçüncü uygulamalarda modellenmiştir. İki aşamalı yöntemin ilk aşamasında yani ikinci uygulamada standart ortalama-varyans modeli ile İMKB100 endeksini oluşturan hisse senetlerinden etkin portföyler oluşturulmuştur. Bu yüz hisse senesinden sadece yirmi adedi etkin portföylerde yer herhangi bir oranda yer almışlardır. Bu hisse senetleri temsil gücü yüksek hisse senetleri olarak kabul edilip iki aşamalı yöntemin ikinci aşamasına yani üçüncü uygulamaya geçilmiştir. Bu aşamada temsil gücü yüksek hisse senetlerine ait aylık ortalama artış verileri kullanılarak yatırım oranı kısıtlı ortalama-varyans modeli oluşturulmuştur. Bu modelin çözülmesi sonucu elde edilen etkin portföylerden Sharpe oranına göre optimum portföy saptanmıştır. Bu şekilde elde edilen optimum portföyün getirisi %6, varyansı yani riski 3,2 ve Sharpe oranı 2,31 olarak bulunmuştur. Optimum portföyde Dışbank hisse senesine (DISBA) %8, Eczacıbaşı ilaç hisse senesine (ECILC) %10, Enka inşaat hisse senesine (ENKAI) %40, Gima (GİMA) hisse senesine %11, İzmir demir çelik hisse senesine (İZMDC) %2, Mardin çimento hisse senesine(MRDIN) %19, Tek-art turizm hisse senesine (TEKTU) %8, Usaş hisse senesine (UCAK) %2 olmak üzere toplam 8 adet hisse senesine yatırım yapılmaktadır.

Bu iki farklı yöntemi karşılaştırdığımızda ilk yöntemden elde edilen optimum portföyün Sharpe oranınının 1,84 , iki aşamalı yöntemden elde edilen optimum portföyün Sharpe oranınının 2,31 olduğu görülmüştür. Yani iki aşamalı yöntem ile daha yüksek Sharpe oranına sahip optimum portföyler elde edilebilmektedir.

KAYNAKÇA

- AKGÜÇ, Öztin
1989 **Finansal Yönetim**, Muhasebe Enstitüsü Yayınları No:56, İstanbul.
- AKMUT, Özdemir
1989 **Sermaye Piyasası Analizleri ve Portföy Yöntemi**, Ankara.
- ALEXANDER G.J., W.F.Sharpe ve J.V.Bailey
1993 **Fundamentals of Investments**, Prentice Hall, New Jersey.
- ATAN, Murat
1999 "Ürün Karması Probleminin Kuadratik Programlama Yöntemiyle Çözülmesi" XX.Araştırması ve Endüstri Mühendisliği Kongresi, Kara Harp Okulu, Ankara.
- BEKÇİOĞLU, Selim
1984 **Portföy Yaklaşımları ve Markowitz Portföy Yaklaşımının Türk Hisse Senedi Piyasasına Uygulanması**, Ankara.
- BOLAK, Mehmet
1991 **Sermaye Piyasası Menkul Kıymetler ve Portföy Analizi**, Beta Basım Yayın, İstanbul.
- BRENNAN, Micheal J.
1975 "The Optimal Number of Securities in a Risky Asset Portfolio When There are Fixed Costs of Transacting: Theory and Some Emprical Results", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 10, 483-496.
- BRODT, Abraham
1979 "A Multi-Period Portfolio Theory Model for Commercial Bank Management", *TIMS Studies in Management Sciences*, 11, 197-213.
- CEYLAN, Ali ve T. Korkmaz
1998 **Borsada Uygulamalı Portföy Yönetimi**, Ekin Kitabevi Yayınları, Bursa

- CEYLAN, Ali ve T. Korkmaz
2000 **Sermaye Piyasası Ve Menkul Değer Analizi**, Ekin Kitabevi Yayınları, Bursa.
- CHOPRA, Vijay K. ve W.T. Ziemba
1993 "The Effect of Errors in Means, Variances and Covariances on Optimal Portfolio Choice" *Journal of Portfolio Management*, 6, 11
- ECKER, Joseph ve M. Kupferschmid
1991 **Introduction to Operations Research**, John Wiley and Sons Ltd, New York.
- GÖKÇE, Alp G. ve T. Cura
2003 "İMKB Hisse Senedi Piyasalarında İyi Çeşitlendirilmiş Portföy Büyüklüğünün Araştırılması" *İ.Ü. İşletme İktisadi Enstitüsü Dergisi*, 44, Şubat 2003
- HALAÇ, Osman
1995 **Kantitatif Karar Verme Teknikleri**, 4.Baskı , Alfa Basım Yayın, İstanbul.
- HARRINGTON, Diana R.
1987 **Modern Portfolio Theory, the Capital Asset Pricing Model and Arbitrage Pricing Theory: A User's Guide** Prentice Hall, New Jersey.
- JACOB, Nancy L.
1974 "A Limited-Diversification Portfolio Selection Model for the Small Investor", *Journal of Finance*, 29, 3, 847-856.
- KARAN, Mehmet B.
2001 **Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi**, HÜFAM Yayınları No:1, Ankara
- KOCAMAN, Berna
1995 **Yatırım Teorisinde Modern Gelişmeler ve İstanbul Menkul Kıymetler Borsası**, İMKB Yayınları, İstanbul.
- LASDON L.S. ve Başk.
1978 "Design and Testing of a Generalized Reduced Gradient Code for Nonlinear Programming" *ACM Transactions on Mathematical Software*, 4, 1, 34-50.

LEVY, Haim

- 1978 "Equilibrium in an Imperfect Market: A Constraint on the Number of Securities in a Portfolio" *American Economic Review*, 68, 643-658.

MAO, James C.T.

- 1970 "Survey of Capital Budgeting: Theory and Practice" *Journal of Finance*, 25, 2, 349-360.

MARKOWITZ, Harry M.

- 1952 "Portfolio Selection", *Journal of Finance*, 7, 1, 77-91.

MARKOWITZ, Harry M.

- 1959 **Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments**, John Wiley, New York.

MARKOWITZ, Harry M.

- 1990 "Foundations of Portfolio Theory", Nobel Lecture, Aralık 1990.

MARKOWITZ, Harry M.

- 1999 "Early History of Portfolio Theory: 1600-1960," *Financial Analysts Journal* 55, No. 4, 5-16.

MİTRA, Gautam ve başk.

- 2001 "Computational Aspects of Alternative Portfolio Selection Models in the Presence of Discrete Asset Choice Constraints" *Quantitative Finance*, 1, 13.

RASMUSSEN, Mikkel

- 2003 **Quantitative Portfolio Optimisation, Asset Allocation And Risk Management**, Palgrave Macmillan, Hampshire.

REILLY, Frank K. ve K.C. Brown

- 1989 **Investment Analysis And Portfolio Management** South-Western Pub., Cincinnati, 7. Baskı(2002).

ROSS, Stephan A.

- 1976 "The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing", *Journal of Economic Theory*, 13, 341-360.

ROY, Andrew D.

- 1952 "Safety First and the Holding of Assets", *Econometrica* 20, No. 3 (Temmuz1952), 431-449.

SHARPE, William. F.

1964 "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk" *Journal of Finance* , 19, 3, 425-442.

TOBIN, James

1958 "Liquidity Preference as Behavior Towards Risk", *Review of Economic Studies* 25, No. 2 (Şubat1958), 65-86.

ULUCAN, Aydın

2004 **Portföy Optimizasyonu**, Siyasal Kitabevi, Ankara.

YAZICI, Bilgehan

<http://www.bilgehanyazici.com/weekly/030223.htm>

EK

Uygulamalarda kullanılan hisse senetlerine ait aylık ortalama getiri verileri

Tarih	ADNAC	AEFES	AGYO	AKBNK	AKCNS	AKENR	AKGRT	AKSA
Eyl.04	25,81	10,77	25,00	12,58	18,85	(5,41)	22,56	(3,76)
Eki.04	0,00	8,33	(4,17)	8,16	0,00	(5,93)	4,72	0,76
Kas.04	12,05	(2,44)	9,09	14,55	14,02	7,27	13,39	3,94
Ara.04	(2,35)	12,84	7,32	5,48	14,81	2,80	6,67	5,83
Oca.05	22,24	3,79	20,59	9,77	17,09	5,94	20,41	8,82
Şub.05	(15,29)	2,86	(16,34)	1,53	(18,78)	(19,20)	(8,79)	(15,56)
Mar.05	(10,53)	(3,67)	(9,68)	(15,31)	(8,27)	(10,07)	(19,49)	(14,01)
Nis.05	26,67	0,93	1,09	(4,19)	6,60	(2,80)	3,31	(1,26)
May.05	1,35	(0,92)	19,48	0,00	11,34	15,32	12,04	3,92
Haz.05	13,28	16,45	8,45	22,79	1,28	5,98	18,42	2,00
Tem.05	16,07	0,43	(7,79)	2,26	7,80	(6,40)	(3,39)	2,74
Ağu.05	4,67	1,30	(1,28)	(2,21)	3,81	(3,10)	(1,67)	2,82
Ortalama Getiri	7,83	4,22	4,31	4,62	5,71	-1,30	5,68	-0,31

Tarih	ALARK	ALCTL	ALGYO	ANSGR	ARCLK	ASELS	AYEN	AYGAZ
Eyl.04	1,62	(6,42)	29,48	8,80	(2,52)	11,37	(1,40)	0,58
Eki.04	(6,57)	(0,91)	(4,95)	(6,72)	(1,85)	(4,52)	(4,44)	8,23
Kas.04	3,66	6,80	24,66	16,52	1,89	8,33	16,58	1,94
Ara.04	8,52	15,47	29,20	18,97	10,42	12,09	3,76	10,71
Oca.05	18,12	5,69	12,10	22,88	22,98	4,61	(0,36)	9,64
Şub.05	(0,67)	(21,12)	(8,36)	(24,36)	(19,23)	(23,40)	4,09	(15,29)
Mar.05	(20,21)	(4,46)	(19,12)	(9,30)	(9,83)	26,34	(3,93)	(12,29)
Nis.05	6,82	14,29	0,00	(5,49)	0,00	35,77	(8,50)	(1,10)
May.05	10,00	5,15	36,00	11,66	4,85	19,13	(1,29)	11,73
Haz.05	15,11	1,51	12,11	13,19	7,14	(12,88)	51,22	3,18
Tem.05	(4,14)	(3,54)	(3,88)	4,35	(13,97)	33,33	10,81	(5,99)
Ağu.05	1,40	(3,42)	14,85	16,46	1,70	0,51	8,82	(5,25)
Ortalama Getiri	2,81	0,75	10,17	5,58	0,13	9,22	6,28	0,51

Tarih	BAGFS	BANVT	BEKO	BFREN	BOLUC	BOSSA	BOYNR	BRISA
Eyl.04	8,78	(8,04)	(7,17)	(6,64)	24,77	(2,59)	31,72	2,53
Eki.04	13,85	7,18	(9,06)	(6,22)	1,87	(2,52)	(1,36)	0,64
Kas.04	17,12	11,17	11,29	(8,16)	12,63	12,26	16,67	2,61
Ara.04	(0,89)	1,62	9,25	52,17	10,47	6,67	4,13	7,75
Oca.05	23,94	20,92	10,73	22,90	14,72	1,27	3,42	31,48
Şub.05	(20,34)	(8,38)	(12,39)	(23,84)	(11,83)	(14,40)	(12,03)	(22,86)
Mar.05	(5,69)	(10,22)	(24,03)	(14,00)	(8,82)	(4,39)	(14,74)	(20,68)
Nis.05	(15,17)	(9,71)	(1,28)	(6,98)	9,68	11,76	(3,11)	2,16
May.05	52,95	19,08	1,30	19,44	29,17	6,25	75,00	23,33
Haz.05	0,00	(4,95)	0,19	(9,55)	8,99	(0,52)	10,18	4,17
Tem.05	(5,20)	(15,35)	(16,94)	(19,60)	0,91	(10,23)	(9,24)	0,70
Ağu.05	4,60	(0,92)	(2,36)	(67,65)	14,66	22,16	(13,21)	27,68
Ortalama Getiri	6,16	0,20	-3,37	-5,68	8,93	2,14	7,29	4,96

Tarih	BRSAN	BRYAT	CIMSA	CYTAS	DENİZ	DEVA	DGZTE	DISBA
Eyl.04	(1,90)	(0,93)	16,77	(10,68)	17,07	13,17	4,79	8,72
Eki.04	(4,55)	(4,44)	5,23	(11,59)	3,36	15,17	(5,19)	1,87
Kas.04	8,91	12,50	19,53	1,30	8,18	56,76	6,21	(0,47)
Ara.04	(0,49)	(2,91)	11,30	33,72	22,77	17,83	17,89	(0,92)
Oca.05	4,64	21,90	32,49	5,52	15,46	7,56	6,03	(4,41)
Şub.05	(15,24)	(22,87)	(10,65)	(24,88)	1,57	(15,22)	(23,18)	22,04
Mar.05	(6,06)	6,19	(11,76)	(21,09)	(6,37)	(14,81)	(10,12)	0,54
Nis.05	3,94	(1,87)	11,21	(9,84)	2,00	6,93	(3,45)	6,94
May.05	8,55	12,63	14,32	29,79	39,74	16,76	33,85	36,22
Haz.05	(8,59)	(2,06)	6,85	3,98	14,71	8,81	4,00	56,79
Tem.05	21,90	(4,90)	0,92	23,50	(5,56)	(8,62)	(11,97)	1,25
Ağu.05	0,00	(0,49)	9,87	(9,07)	0,17	2,35	5,19	(5,88)
Ortalama Getiri	0,92	1,06	8,84	0,89	9,43	2,00	10,22	3,36

Tarih	DOAS	DOHOL	DOKTS	DYHOL	ECILC	ECYAP	ECZYT	EFES
Eyl.04	1,08	(3,09)	(2,72)	(3,31)	0,00	6,64	4,32	2,94
Eki.04	(1,07)	0,52	(2,65)	(2,69)	(5,74)	(4,52)	(3,65)	(3,77)
Kas.04	15,43	14,88	10,53	10,71	6,63	18,18	23,08	17,78
Ara.04	(5,81)	7,01	8,92	7,69	18,79	6,25	17,29	21,62
Oca.05	12,20	6,08	4,24	(2,52)	24,56	15,03	1,35	14,73
Şub.05	(12,63)	(15,91)	(17,09)	(9,73)	(11,76)	(10,00)	(14,19)	(20,37)
Mar.05	(8,21)	(4,86)	(7,01)	(2,63)	30,77	(21,30)	(5,34)	(5,26)
Nis.05	(5,91)	2,78	(4,04)	3,83	5,88	0,93	1,55	(5,52)
May.05	1,85	25,87	5,19	10,37	(9,05)	4,39	2,38	23,97
Haz.05	8,00	15,32	6,53	10,91	28,57	15,17	5,00	26,96
Tem.05	(17,70)	(6,77)	(9,55)	4,76	(3,57)	0,56	(1,64)	(17,86)
Ağu.05	(4,71)	(1,48)	1,85	1,94	3,70	0,00	5,17	9,38
Ortalama Getiri	-0,48	2,44	7,40	2,61	2,94	5,38	2,94	5,38

Tarih	ENKAI	EREGL	FENER	FINBN	FROTO	GARAN	GIMA	GLYHO
Eyl.04	0,00	21,92	(4,44)	2,13	(0,10)	5,79	(3,45)	8,13
Eki.04	7,30	11,45	2,98	21,55	1,02	3,83	10,69	14,95
Kas.04	(7,43)	12,93	27,27	(1,69)	11,36	11,39	1,55	4,90
Ara.04	(0,67)	5,45	3,12	21,65	3,53	11,65	(1,53)	0,00
Oca.05	8,64	6,61	(0,78)	28,31	9,68	4,04	8,26	10,87
Şub.05	6,70	(8,53)	0,78	15,95	(8,82)	(3,32)	12,56	(22,03)
Mar.05	(5,83)	(5,84)	0,79	(5,78)	(5,26)	(13,95)	5,91	(19,18)
Nis.05	15,08	5,38	4,96	15,33	0,00	11,21	(11,35)	18,70
May.05	(3,89)	6,56	16,35	23,97	6,54	25,59	53,69	9,82
Haz.05	0,68	2,52	(1,89)	49,38	7,00	21,71	19,20	1,82
Tem.05	0,00	1,71	(6,19)	9,46	(14,53)	(11,17)	(13,79)	(9,09)
Ağu.05	4,96	6,36	(0,88)	(1,33)	(0,85)	13,89	2,11	(0,82)
Ortalama Getiri	2,13	5,54	14,91	0,80	6,72	6,99	1,51	4,03

Tarih	GOLDS	GOODY	GRGYO	GSDHO	HURGZ	IHLAS	ISCTR	ISFIN
Eyl.04	(0,83)	(5,11)	23,74	42,06	12,99	2,50	16,88	51,28
Eki.04	(3,23)	(0,72)	17,80	20,00	1,14	(4,76)	5,96	0,52
Kas.04	30,53	7,81	20,41	5,00	10,06	13,51	(3,21)	29,33
Ara.04	5,56	8,47	(2,00)	(9,91)	21,37	(19,57)	26,49	9,09
Oca.05	8,43	2,61	35,14	29,09	6,73	15,27	4,96	30,33
Şub.05	(24,55)	(19,58)	(15,91)	(17,14)	(15,65)	(19,19)	(8,15)	(22,57)
Mar.05	(5,98)	(16,37)	(7,37)	(13,22)	(13,53)	(15,38)	(14,29)	(21,01)
Nis.05	(2,50)	4,91	(1,04)	30,11	(1,73)	(1,68)	15,92	(12,66)
May.05	(5,51)	12,41	5,49	43,08	8,81	9,17	5,37	68,09
Haz.05	(23,03)	0,00	1,11	8,33	14,39	0,00	10,37	10,85
Tem.05	14,58	(12,12)	(7,22)	(15,49)	(4,79)	(9,17)	10,66	16,48
Ağu.05	54,84	23,13	0,00	5,97	7,16	(2,44)	10,91	(0,27)
Ortalama Getiri	0,45	5,85	10,66	3,91	-2,64	6,82	13,29	4,06

Tarih	ISGYO	IZMDC	KARSN	KARTN	KCHOL	KOZAD	KRDMD	MIGRS
Eyl.04	23,58	5,15	0,40	(3,29)	(2,40)	(1,43)	(4,00)	(0,87)
Eki.04	(3,64)	0,00	(3,14)	5,56	14,43	12,00	(9,09)	9,52
Kas.04	1,38	(1,45)	8,97	5,88	4,24	(2,34)	11,68	0,96
Ara.04	6,37	(2,13)	7,34	11,48	1,72	23,67	3,97	(1,89)
Oca.05	27,66	(16,57)	11,79	8,93	13,46	27,78	11,50	12,54
Şub.05	(14,58)	9,03	(25,71)	(22,05)	(11,86)	5,88	(16,91)	1,60
Mar.05	(12,73)	(13,89)	(22,22)	(13,53)	(14,13)	(11,05)	(14,47)	(10,48)
Nis.05	0,46	2,86	(10,00)	(15,84)	0,58	53,57	0,00	0,96
May.05	14,06	4,17	7,14	34,67	(1,70)	3,33	0,00	(7,14)
Haz.05	15,19	(5,62)	(2,78)	12,78	12,10	5,26	(1,85)	21,08
Tem.05	(3,57)	(1,66)	(22,58)	(23,56)	(12,29)	(19,72)	(5,26)	2,21
Ağu.05	(5,49)	4,93	14,81	96,61	1,70	(2,74)	0,00	8,38
Ortalama Getiri	-1,26	-3,00	8,14	0,49	0,49	7,85	-2,04	3,07

Tarih	MMART	MNDRS	MRDIN	NETAS	NTHOL	NTTUR	OTKAR	PETKM
Eyl.04	27,78	(6,85)	34,09	(12,88)	(5,13)	5,81	4,07	15,25
Eki.04	(9,09)	(2,67)	4,76	(2,22)	0,00	(1,78)	2,50	(1,67)
Kas.04	53,49	15,38	14,75	3,05	2,63	14,29	20,00	2,56
Ara.04	16,22	0,00	2,23	9,17	(2,56)	(3,75)	10,62	9,35
Oca.05	7,11	16,07	5,14	9,52	0,00	12,68	2,54	6,15
Şub.05	(12,98)	(13,85)	(6,86)	(17,16)	(2,50)	2,90	(22,20)	(14,58)
Mar.05	0,77	(17,72)	4,08	(9,46)	(17,24)	(21,14)	(5,22)	(35,16)
Nis.05	(1,52)	5,33	2,62	1,37	16,94	11,46	7,20	7,69
May.05	13,79	5,63	6,11	8,96	5,08	17,16	11,61	29,01
Haz.05	(17,24)	4,41	(0,96)	7,20	34,09	31,37	(0,88)	5,65
Tem.05	5,44	(9,33)	22,50	(3,85)	(9,28)	(10,53)	(13,08)	(18,42)
Ağu.05	10,53	(1,32)	9,59	0,00	(13,76)	(4,20)	2,36	33,33
Ortalama Getiri	7,86	-0,41	8,17	-0,53	0,69	4,52	1,63	3,26

Tarih	PRKTE	PTOFS	SAHOL	SANKO	SASA	SISE	SKBNK	TATKS
Eyl.04	(10,43)	(12,55)	16,81	1,62	(5,50)	(8,15)	(2,85)	(7,59)
Eki.04	(13,53)	7,14	3,48	0,00	(2,68)	(3,72)	(12,14)	(8,94)
Kas.04	1,53	15,53	11,65	0,54	13,13	24,10	41,41	(3,15)
Ara.04	33,67	12,79	10,04	8,88	3,30	18,90	23,75	(3,79)
Oca.05	8,89	19,46	18,07	1,20	9,52	10,26	4,58	34,01
Şub.05	(29,13)	(15,53)	(13,68)	(16,08)	(22,79)	(10,06)	(7,27)	(17,23)
Mar.05	(18,06)	(10,25)	(15,68)	(1,00)	(12,26)	(19,14)	(4,09)	(18,49)
Nis.05	(5,49)	(9,63)	(1,77)	(1,47)	(6,63)	2,96	14,48	(2,01)
May.05	21,48	20,54	7,62	3,55	4,40	9,14	53,47	12,03
Haz.05	9,76	0,00	16,15	(0,51)	0,00	10,71	56,52	(1,48)
Tem.05	31,97	(7,05)	(15,51)	1,54	(8,62)	(6,67)	15,72	5,06
Ağu.05	0,76	(7,31)	(0,93)	1,30	4,82	9,09	(1,24)	5,76
Ortalama Getiri	2,62	1,10	3,02	-0,04	-1,94	3,12	15,20	-0,49

Tarih	TCELL	TEBNK	TEKST	TEKTU	THYAO	TNSAS	TOASO	TRCAS
Eyl.04	0,68	41,98	(3,96)	(10,51)	(4,64)	(2,22)	17,37	15,76
Eki.04	0,68	2,34	61,60	(1,61)	(6,21)	19,68	0,00	(0,60)
Kas.04	10,61	38,38	8,84	71,27	6,62	2,17	4,26	8,50
Ara.04	(7,04)	6,32	(3,31)	66,06	18,90	(2,13)	20,11	(9,47)
Oca.05	7,06	30,83	9,01	11,89	18,69	2,73	6,34	15,75
Şub.05	(8,11)	(7,53)	(15,43)	(4,23)	(17,05)	1,10	(25,51)	(2,67)
Mar.05	(2,12)	(23,04)	(8,28)	14,54	(14,00)	(2,69)	(12,41)	(10,18)
Nis.05	(3,57)	11,70	38,10	12,38	0,00	1,64	(7,84)	0,60
May.05	4,26	6,88	56,72	5,21	(5,66)	14,38	11,68	5,06
Haz.05	7,43	5,96	21,82	(10,70)	(3,05)	6,67	1,48	(3,07)
Tem.05	(3,31)	30,17	(21,43)	11,98	(17,17)	(9,64)	(24,58)	15,60
Ağu.05	35,07	0,87	34,62	13,78	15,12	7,79	(0,56)	1,44
Ortalama Getiri	3,47	12,07	14,86	15,00	-0,70	3,29	-0,81	3,06

Tarih	TRKCM	TSKB	TTRAK	TUDDF	TUPRS	UCAK	ULKER	UZEL
Eyl.04	(6,80)	26,57	0,00	16,77	15,05	(2,73)	19,90	(4,55)
Eki.04	1,98	2,14	1,50	(3,13)	6,19	(0,90)	(0,48)	3,29
Kas.04	12,22	36,59	14,66	37,93	1,57	3,74	3,50	5,97
Ara.04	3,21	(1,44)	1,75	(4,92)	9,77	18,89	2,04	2,03
Oca.05	15,25	2,07	(1,49)	19,85	10,35	5,63	16,82	1,86
Şub.05	(10,22)	(3,38)	(12,99)	(3,60)	(8,38)	(7,63)	(23,32)	(13,66)
Mar.05	(4,66)	18,40	(2,53)	(5,13)	12,35	(15,70)	(15,85)	(14,02)
Nis.05	15,12	28,21	1,28	2,63	6,25	(4,72)	2,91	(7,04)
May.05	11,41	48,85	13,87	36,36	16,79	(6,50)	0,00	39,90
Haz.05	(1,08)	16,96	0,00	18,75	(5,52)	(3,55)	3,00	(0,49)
Tem.05	1,09	0,00	(1,44)	8,64	6,62	60,95	(10,57)	(6,42)
Ağu.05	(3,16)	(2,61)	0,72	0,47	10,57	38,16	(3,15)	0,46
Ortalama Getiri	10,39	6,80	7,14	10,39	6,80	7,14	-0,43	0,61

Tarih	VESTL	YAZIC	YKBNK	YKGYO
Eyl.04	(2,83)	6,78	(3,45)	15,19
Eki.04	(4,08)	9,26	0,00	16,18
Kas.04	5,53	4,45	13,73	13,81
Ara.04	2,95	26,25	(0,97)	12,21
Oca.05	(1,25)	7,19	1,38	6,50
Şub.05	(11,11)	3,38	(5,93)	(3,85)
Mar.05	1,89	(9,76)	(6,09)	(16,13)
Nis.05	(0,93)	1,86	6,48	28,50
May.05	2,88	29,84	27,36	16,27
Haz.05	4,00	29,71	10,99	19,42
Tem.05	(11,50)	(10,65)	15,06	10,32
Ağu.05	(3,42)	7,86	(15,95)	4,13
Ortalama Getiri	-1,49	8,85	3,55	10,21