

**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİMDALI**

**PORTFÖY SEÇİMİ PROBLEMİ ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI
ALTERNATİF YAKLAŞIMLAR**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hazırlayan
Burcu HALICI**

**Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Murat ATAN**

Ankara - 2008

**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİMDALI**

**PORTFÖY SEÇİMİ PROBLEMİ ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI
ALTERNATİF YAKLAŞIMLAR**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hazırlayan
Burcu HALICI**

**Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Murat ATAN**

Ankara - 2008

ONAY

Burcu HALICI tarafından hazırlanan “Portföy Seçimi Problemi Üzerine Karşılaştırmalı Alternatif Yaklaşımlar” başlıklı bu çalışma 22/01/2008 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Ekonometri Anabilim dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof.Dr.Nihat Bozdağ (Başkan)

Yrd.Doç.Dr.Hakan Naim Ardor

Yrd.Doç.Dr.Murat Atan

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın amacı, Yatırımcının elindeki mevcut fonu en iyi şekilde değerlendirebilmesini sağlamak için Matematiksel Programlama Tabanlı Modellerden Doğrusal Programlama, Hedef Programlama ve Karesel Programlama yöntemlerini kullanarak Portföy Modelleri oluşturmak ve yatırımcı için optimum çözümü sağlayan modeli bulmaktır.

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında göstermiş oldukları katkılarından dolayı öncelikle danışman hocam sevgili Murat ATAN'a ve

Beni bugünlere getiren, yetiştiren ve her zaman arkamda olduklarını bildiğim sevgili Aileme

Sonsuz TEŞEKKÜRLER...

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
TABLoların LİSTESİ	v
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	vii
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 1	
1. PORTFÖY ANALİZİ	2
1.1. Portföy Analizi ile İlgili Temel Kavramlar	2
1.1.1. Portföy Tanımı	2
1.1.2. Portföy Yönetimi	3
1.1.3. Portföy Yönetimi Süreci	3
1.1.3.1. Portföy Planlaması	3
1.1.3.2. Yatırım Analizi	4
1.1.3.3. Portföy Seçimi	4
1.1.3.4. Portföy Değerlendirmesi	4
1.1.3.5. Portföy Revizyonu	4
1.2. Portföy Yönetiminde Kullanılan Çeşitli Kavramlar	5
1.2.1. Standart Sapma ve Varyans	5
1.2.2. Korelasyon Katsayısı	5
1.2.3. Kovaryans	6
1.2.4. Beta Katsayısı	6
1.3. Portföylerde Risk ve Beklenen Getiri	7
1.4. Riskli ve Risksiz Menkul Kıymetler Arasında Yatırım Kararı	9
1.5. Toplam Risk Kaynakları	10
1.5.1. Sistematik Riskin Kaynakları	10
1.5.1.1. Satın Alma Gücü Riski	11
1.5.1.2. Faiz Oranı Riski	11

	Sayfa
1.5.1.3. Piyasa Riski	12
1.5.1.4. Politik Risk	13
1.5.1.5. Kur Riski	13
1.5.2. Sistematik Olmayan Riskin Kaynakları	14
1.5.2.1. Finansal Risk	14
1.5.2.2. İş ve Endüstri Riski	15
1.5.2.3. Yönetim Riski	15
1.6. Portföy Çeşitlendirmesi	16
1.6.1. Modern Portföy Kuramının Varsayımları	16
1.6.2. Ortalama Varyans Ölçütü	18
1.7. Etkin Portföyler ve Optimal Portföy Seçimi	19
1.8. Etkin Piyasalar Hipotezi	20
1.9. Portföy Performansının Değerlendirilmesi	21
1.9.1. Sharpe Oranı	22
1.9.2. M^2 Performans Ölçütü	22
1.9.3. Treynor Endeksi	23
1.9.4. Jensen Ölçütü	23
BÖLÜM 2	
2. MATEMATİKSEL PROGRAMLAMA YÖNTEMLERİ	24
2.1. Doğrusal Programlama	24
2.1.1. Doğrusal Programlama Modeli	24
2.1.2. Grafik Yöntemi	26
2.1.3. Simpleks Yöntemi	26
2.2. Hedef Programlama	28
2.2.1. Hedef Programlama Modeli	30
2.3. Karesel Programlama	30
2.3.1. Karesel Programlama Modeli	31

	Sayfa
BÖLÜM 3	
3. UYGULAMA	33
3.1. Doğrusal Programlama Yöntemi ile Modelin Çözümlemesi	33
3.2. Doğrusal Programlama Modelinde Alternatif Çözümler	37
3.2.1. Alternatif Çözüm 1	37
3.2.2. Alternatif Çözüm 2	38
3.2.3. Alternatif Çözüm 3	39
3.3. Hedef Programlama Yöntemi ile Modelin Çözümlemesi	42
3.4. Hedef Programlama Modelinde Alternatif Çözümler	47
3.4.1. Alternatif Çözüm 1	47
3.4.2. Alternatif Çözüm 2	48
3.4.3. Alternatif Çözüm 3	49
3.5. Karesel Programlama Yöntemi ile Modelin Çözümlemesi.....	51
SONUÇ	65
KAYNAKÇA	69
EKLER	73
ÖZET.....	99
ABSTRACT	101

TABLOLARIN LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Doğrusal Programlama Modeli Sonuçları.....	35
Tablo 3.2. Doğrusal Programlama Modeli Duyarlılık Analizi Sonuçları	36
Tablo 3.3. Alternatif Doğrusal Programlama Modeli 1 Sonuçları	37
Tablo 3.4. Alternatif Doğrusal Programlama Modeli 2 Sonuçları	39
Tablo 3.5. Alternatif Doğrusal Programlama Modeli 3 Sonuçları	40
Tablo 3.6. Hisse Senetlerinin Sektörel Dağılımı	41
Tablo 3.7. İMKB 'de İşlem Gören Hisse Senetlerine Ait Hesaplanan Beta Katsayıları	44
Tablo 3.8. Hedef Programlama Modeli Sonuçları.....	45
Tablo 3.9. Hedef Programlama Modeli Duyarlılık Analizi Sonuçları	46
Tablo 3.10. Alternatif Hedef Programlama Modeli 1 Sonuçları ...	47
Tablo 3.11. Alternatif Hedef Programlama Modeli 2 Sonuçları ...	49
Tablo 3.12. Alternatif Hedef Programlama Modeli 3 Sonuçları ...	50
Tablo 3.13. Karesel Programlama Modeline Girecek İMKB-30 Hisse Senetleri	52
Tablo 3.14. MS Excel 2003 'de Oluşturulan Karesel Programlama Modeli ve Parametre Değerleri.....	53
Tablo 3.15. Markowitz Karesel Programlama Modeli ile ilgili Microsoft Excel Alan Tanımlamaları ve Kullanılan Formüller	54
Tablo 3.16. Karesel Programlama modeli ile ilgili Microsoft Excel Çözücü Eklentisinin Çözüm Parametreleri	55
Tablo 3.17. Aylık Getirilerine Göre İMKB 30 Endeksi ile Aynı Getiri ve Risk Düzeyine Sahip Portföy Ağırlıkları (%)	56

	Sayfa
Tablo 3.18. Getirilere Göre Oluşturulan Portföyde Yer Alan Hisse Senetleri İle İMKB 30 Endeks Getirisi Arasındaki Korelasyon Değerleri	60
Tablo 3.19. Hisse Senetlerinin Ocak 2000 ile Ekim 2006 Dönemleri Arasında Gerçekleşen Ortalama Getiri Değerleri	61
Tablo 3.20. Ocak 2000 ile Ekim 2006 Dönemleri Arasında Gerçekleşen Ortalama Getiri Değerlerine Göre Çözümlenen Portföy Sonuçlarının Karşılaştırılması .	62
Tablo 3.21. Hisse Senetlerinin Kasım-2006 ile Temmuz-2007 Dönemleri Arasında Gerçekleşen Getiri Değerleri....	63
Tablo 3.22. Kasım-2006 ile Temmuz-2007 Dönemleri Arasında Gerçekleşen Ortalama Getiri Değerlerine Göre Hisse Senetlerinin Sıralaması.....	64
Tablo 3.23. Kasım 2006 ile Temmuz 2007 Dönemleri Arasında Gerçekleşen Ortalama Getiri Değerlerine Göre Çözümlenen Portföy Sonuçlarının Karşılaştırılması..	65

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Risk karşısında yatırımcı tipleri	8
Şekil 1.2. Etkinlik Sınırı Eğrisi	19
Şekil 3.1. Aylık Getirilerine Göre Etkin Sınır Eğrisi ve İMKB 30 Endeksi ile Eşit Risk-Getiri Yapısına Sahip Portföyler	58
Şekil 3.2. Portföyde Yer Alan Senetlere Göre Aylık Portföy Dağılımı	59

GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı yatırımcının veya portföy yöneticisinin portföyünü oluştururken kullanabileceği alternatif yöntemleri ayrıntılarıyla açıklamak ve uygulamaları ile birlikte sunmaktır.

Yatırımcıların birikimlerini sermaye piyasalarında değerlendirmeye başlaması ile birlikte portföy ve portföy yönetimi ile ilgili konular tartışılmaya, araştırılmaya başlanmıştır. Portföy yönetimi, yatırımcının tercih ve ihtiyaçlarına göre menkul kıymetlerin bir araya getirilmesi şeklinde tanımlanabilir.

Yatırımdaki amaç en az risk ile en fazla getirili portföyü oluşturmak veya aynı riske sahip daha fazla getirili portföyleri elde etmektir.

Tezin birinci bölümünde Portföy Analizi hakkında bilinmesi gerekenler kısaca açıklanmaya çalışılmıştır. Konu ile ilgili temel kavramlar, teoriler, riskler, getiriler üzerinde durulmuştur.

İkinci bölümde Matematiksel Programlama tabanlı modellerden Karesel Programlama, Hedef Programlama ve Doğrusal Programlama modelleri ve çözüm teknikleri hakkında bilgi verilmeye çalışılmıştır.

Üçüncü bölümde ise modellerin çözümlerine yer verilmiştir. Uygulama aşamasında İMKB 30 endeksi içinde işlem gören 20 şirketin verileri kullanılmıştır. Çözümlemeler yapılırken MS Excel 2003 ve Win QSB 2.0 programları kullanılmıştır.

BÖLÜM 1

1. PORTFÖY ANALİZİ

1.1. PORTFÖY ANALİZİ İLE İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR

1.1.1. Portföy Tanımı

Bireyler iktisadi kısıtlayıcı koşullar altında gelecekteki yaşamını garanti altına almak amacıyla sahip olduğu varlıklardan elde edecekleri toplam getirilerini, risk durumunu da göz önüne alarak artırmayı amaçlar. Birçok seçenekle karşı karşıya kalan bu kişiler, varlıklarını ne şekilde değerlendirecekleri konusunda karar vermeye çalışır.

Menkul kıymetlerin diğer yatırım araçlarına göre daha yüksek getiriler sağlaması bunlar üzerine ilginin artmasına neden olmuştur. Günümüzde hem atıl olan fonların ekonomiye akmasının sağlanması hem de küçük tasarruf sahiplerinin tasarruflarını değerlendirmesine imkan vermesi nedeniyle menkul kıymet yatırımlarının pek çok kişinin ilgi alanı olmasını sağlamıştır. Özellikle değişken getirili menkul kıymet yatırımları riskli yatırımlardır ve bu riski dağıtmanın (azaltmanın) en uygun yolu menkul kıymetlerin çeşitlendirilmesi yani portföy oluşturulmasıdır.

Çeşitli menkul kıymetlerden meydana gelen, ağırlıklı olarak hisse senedi, tahvil gibi menkul kıymetler ve türev ürünlerden oluşan, belirli bir kişi veya grubun elinde bulunan finansal nitelikteki kıymetler portföyü oluşturur (Korkmaz ve Ceylan, 2006: 471).

En iyi yatırım portföyüne sahip olmak için, portföyde yer alabilecek araçlarının getiri ve risklerine bakılarak portföy seçimi yapma çalışmaları 1950’li yıllarda Markowitz ile başlamıştır.

1.1.2. Portföy Yönetimi

Portföy yönetimi, çok sayıda yatırım aracını, çeşitli sınırlamaları altında, yatırımcıya en fazla getiriye sağlayacak, buna karşılık en az risk ile yönetme faaliyetidir. Portföy yöneticisi, müşterisi adına bir yatırım portföyünü yöneten kişi veya şirkettir.

1.1.3. Portföy Yönetimi Süreci

Portföy yönetimi süreci, dinamik bir süreç olup beş aşamadan oluşmaktadır.

- Portföy Planlaması,
- Yatırım Analizi,
- Portföy Seçimi,
- Portföy Değerlemesi,
- Portföy Revizyonu.

1.1.3.1. Portföy Planlaması

Bu aşamada yatırımcının durumu, portföy yöneticisinden beklentileri ve portföy yöneticisinin durumunun saptanması ve yatırım kriterleri belirlenerek daha sonraki aşamalarda portföy yöneticisinin ve yatırımcının karşılıklı olarak bilgilenmesi ve amacın belirlenmesi konusuna açıklık getirilir (Sermaye Piyasaları ve Borsa Temel Bilgiler Kılavuzu, 1999: 492).

1.1.3.2. Yatırım Analizi

Portföye alınacak menkul kıymetlerin niteliklerinin belirlenmesi, ölçülmesi, belirli süre içinde menkul kıymetlerin performanslarının nicel olarak tahmin edilmesidir. Ayrıca geçmişe ait bilgilerin kullanılarak ileriye yönelik matematiksel tahminlerin yapılmasını da içerir.

1.1.3.3. Portföy Seçimi

Portföy seçimi; öncelikle her yatırım kategorisine yapılacak yatırım tutarının saptanmasını içerir. Daha sonra bu kategori içinde değişik menkul kıymetlere yapılacak yatırım tutarının saptanması gerekir. Portföyün genel kompozisyonuna karar verildikten sonra, her bir varlık için ayrılan paranın, daha önce ilk ayırımı yapılmamış varlıkların hangilerine ve ne oranda dağıtılacağına karar verilmektedir.

1.1.3.4. Portföy Değerlendirmesi

Sistemin dinamik özelliğinden dolayı, oluşturulan portföyün belirli zaman aralıklarında değerlendirilmesi gerekir. Zaman içerisinde portföyün verimi ve değerinde meydana gelen değişiklikler incelenir. Sonuçlar, yatırım süresinin başında saptanan yatırımcının amaçları ve yatırım ölçütleri ile karşılaştırılır.

1.1.3.5. Portföy Revizyonu

Bu aşamada, portföyün performansı ölçüldükten sonra, alınması gereken önlemler saptanmakta ve gerekli girişimler yapılmaktadır. Portföy revizyonunun amacı, belirli bir risk seviyesinde portföyün getirisini maksimize

etmektedir. Portföydeki bazı varlıklar çıkartılırken, bazı varlıklar portföye dahil edilerek portföyün verimi arttırılabilir.

1.2. PORTFÖY YÖNETİMİNDE KULLANILAN ÇEŞİTLİ KAVRAMLAR

1.2.1. Standart Sapma ve Varyans

Portföy yönetiminde standart sapma ve varyans risk ölçütü olarak kullanılırlar. σ_i ile ifade edilen standart sapma, hisse senedi getirilerinin beklenen getiriden ne kadar saptığını gösterir.

σ_i^2 ile ifade edilen varyans ise standart sapmanın karesi alınarak bulunur.

Standart sapmanın ve varyansın küçüklüğü, riskin az olduğunu göstergesidir.

1.2.2. Korelasyon Katsayısı

-1 ile +1 arasında değer alan bu katsayı, değişkenler arasındaki ilişkinin derecesini ölçer. Korelasyon katsayısının sıfır değer alması iki değişken arasında herhangi bir ilişkinin olmadığını gösterir. Bunun dışında korelasyon katsayısının -1 veya yakın bir değer alması değişkenler arasında ters yönde; +1 veya yakın bir değer alması ise, aynı yönde bir ilişki olduğu anlamına gelir.

1.2.3. Kovaryans

Kovaryans, hisse senedi çiftlerinin birlikte değişimini ifade eder. Kovaryans katsayısı negatif veya pozitif bir değer alabilir (ŞAKAR, 1997: 248-249).

1.2.4. Beta Katsayısı

Beta katsayısı, bir menkul kıymetin sistematik (Pazar) riskinin ölçüsüdür. Bir başka deyişle, menkul kıymetin performansının, piyasanın ortalama performansı ile olan ilişkisidir. Menkul kıymetin piyasadaki bir birimlik değişime karşılık yaptığı değişimin katsayısıdır. Piyasanın beta katsayısı her zaman için 1 olarak kabul edilir. Teorik olarak da piyasayı oluşturan tüm menkul kıymetlerin beta katsayısı toplamalarının da 1'e eşit olduğu söylenebilir.

Bir menkul kıymetin beta katsayısının 1 olması, piyasadan ne daha fazla ne de daha az risk içermediğini, piyasayla aynı riski taşıdığını gösterir. Örneğin, piyasa %5 yükselir veya düşerse, menkul kıymetin de %5 yükseleceği ya da düşeceği beklenir.

Bir menkul kıymetin beta katsayısının 1'den yüksek olması, menkul kıymetin fiyatının piyasadan daha fazla yükseleceğini ya da düşeceğini gösterir. Örneğin beta katsayısı 1,25 olan bir menkul kıymetin fiyatının piyasadan %25 daha fazla yükseleceği ya da düşeceği beklenir. Piyasa %1,00 yükseliyorsa, menkul kıymetin fiyatının %1,25 yükselmesi, piyasa %1,00 düşüyorsa, menkul kıymetin fiyatının da %1,25 düşmesi beklenir.

Bir menkul kıymetin beta katsayısının 1'den düşük olması, menkul kıymetin fiyatının piyasadan daha az yükseleceğini ya da düşeceğini gösterir.

Örneğin beta katsayısı 0,80 olan bir menkul kıymetin fiyatının piyasadan %20 daha az yükseleceği ya da düşeceği beklenir. Piyasa %1,00 yükseliyorsa, menkul kıymetin fiyatının %0,80 yükselmesi, piyasa %1,00 düşüyorsa, menkul kıymetin fiyatının da %0,80 düşmesi beklenir.

Beta katsayısı 1'den yüksek olan menkul kıymetler beta katsayısı 1 'den küçük olan menkul kıymetlere oranla daha çok risk içerirler ve dolayısıyla beta katsayısı 1'den yüksek olan menkul kıymetlerden oluşan portföyün de riski artar.

Beta katsayısı, istatistiksel olarak bir menkul kıymetin sağladığı getiri (r_i) ile piyasa portföy getirisi (r_m) arasındaki kovaryansın, piyasa getirisinin varyansına oranıdır (Cuthbertson, 1996: 24).

1.3. PORTFÖYLERDE RİSK VE BEKLENEN GETİRİ

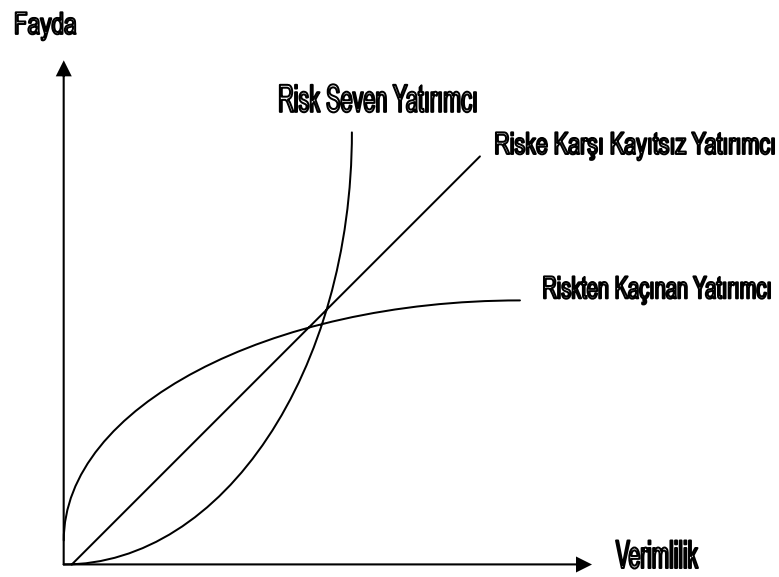
Yatırım kararlarının verilmesinde beklenen getiri ve risk iki temel boyutu oluşturmaktadır. Getiri kısaca bir yatırımdan belirli bir dönem içinde yapılan yatırıma karşılık elde edilen geliri göstermektedir. Beklenmeyen bir durumun ortaya çıkma olasılığı olarak ifade edilebilen risk kavramı ise portföy yönetiminde, portföyün gerçekleşen getirisinin beklenen getirisinden sapma olasılığı olarak tanımlanabilir (Şakar, 1997: 245).

Standart sapma veya varyans, olasılık dağılımının sıklığını gösterir ve portföy yönetiminde risk ölçüsü olarak kullanılmaktadır. Standart sapma veya varyans, her bir olası getirinin, beklenen getiriden ne kadar saptığını gösterir (Korkmaz ve Ceylan, 2006: 472).

Her yatırımcının risk-getiri profili farklıdır. Risk karşısındaki yatırımcı tipleri üçe ayrılabilir:

- a) Riskten kaçınan yatırımcı,
- b) Riske karşı kayıtsız yatırımcı,
- c) Risk seven yatırımcı.

Bu üç durum aşağıdaki şekil yardımıyla gösterilebilir:



Şekil 1.1. Risk karşısında yatırımcı tipleri

Riskten kaçınan yatırımcılar getirileri belli olan iki yatırımdan daha az riskli olanını tercih ederler. Riskten kaçınan bir yatırımcının sağlayacağı verimliliklerin faydası, her ek üniteye azalarak devam eder.

Riske karşı kayıtsız yatırımcılar için hangi yatırımın seçileceği önemli değildir. Yatırımcıların risk ve verim arasında kayıtsız kaldıkları söylenebilir.

Riski seven bir yatırımcının her ek ünite yatırımda kazanacağı verimliliğin sağlayacağı fayda da giderek artmaktadır (Korkmaz ve Ceylan, 2006: 477).

1.4. RİSKLİ VE RİSKSİZ MENKUL KIYMETLER ARASINDA YATIRIM KARARI

Yatırımcılar, portföylerini çeşitli menkul kıymetlerden oluştururlar. Bu menkul kıymetler, riskli ve risksiz olabilir. Yatırımcılar, risk-getiri profillerine göre, portföylerindeki riskli ve risksiz menkul kıymetlerin ağırlıklarını belirlerler. Bir portföyün riskini kontrol etmenin en direkt yolu, portföyün risksiz ve riskli menkul kıymet oranını takip etmektir.

Hükümetlerin çıkardığı, hazine bonoları ve devlet tahvilleri, risksiz menkul kıymet olarak kabul edilmektedir. Fakat, bu menkul kıymetler bile gerçek anlamda tam olarak risksiz sayılamaz. Sadece birebir fiyat endeksine bağlı olarak çıkarılan bono-tahviller risksiz sayılabilir. Fakat, fiyat endeksli bono-tahviller bile faiz riskine maruz kalabilirler. Çünkü, faizler zaman içinde hızla değişebilir. Yine, gelecekteki faiz oranlarının belirsizliği, gelecekteki fiyatları da belirsiz yapmaktadır. Kısaca, hazine bonoları ve devlet tahvilleri tam anlamıyla risksiz olmasa da, risksiz menkul kıymetler olarak kabul edilmektedirler.

Risksiz faiz oranı ise, devlet tahvili veya hazine bonolarına uygulanan faiz oranıdır. Ekonomik hayattan etkilenmeyen menkul kıymetler, belirli bir faiz oranı düzeyinde getiri sağlarken, ekonomik hayattan etkilenen menkul kıymetlerden, genellikle daha yüksek getiri sağlanabilir. Burada, beta katsayısının tahmininde tarihi veriler kullanılır. Gelişmiş sermaye piyasalarında yapılan ampirik araştırmalar, tarihi verilere dayanarak hesaplanan beta katsayısının gelecek için iyi bir gösterge olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır (Korkmaz ve Ceylan, 2006: 487).

1.5. TOPLAM RİSK KAYNAKLARI

Yatırımcı, doğal olarak riskten kaçınma eğilimindedir. Ancak, bu kaçınmayı tek bir finansal varlığa yatırım yaparak gerçekleştiremez. Yapılacak rasyonel iş, tasarruflarını birden fazla yatırım aracına yönlendirecek bir portföy oluşturmaktır (Sarıkamış, 1994: 163). Portföyde bulunan menkul kıymet sayısının artması ile portföyün riski azalacaktır. Bu ifade çeşitleme ile portföy riskinin düşürülebileceğini göstermektedir.

Menkul kıymetlerin toplam riski;

- Sistematik risk
- Sistematik olmayan risk

gibi iki unsurdan oluşmaktadır.

1.5.1. Sistematik Riskin Kaynakları

Sistematik risk, portföyün çeşitlendirilmesi ile giderilemeyen risk olarak tanımlanabilir (Akgüç, 2000: 677).

Sistematik riskin kaynakları, sosyal, ekonomik ve politik çevredeki değişimlerdir. Söz konusu değişimler, menkul kıymet pazarlarını etkilemektedir (Ceylan, 2003: 302).

Markowitz, aralarında tam korelasyon olmayan hisse senetlerinin seçilmesiyle, riskin sistematik risk düzeyine indirgenebileceğini öne sürmektedir. Varlıkların getirileri arasındaki korelasyon (kovaryans) ne kadar düşükse, portföy etkisi o kadar kuvvetli olur (Bolak, 1990: 142).

Sistemik riskin başlıca kaynakları şunlardır:

- Satın Alma Gücü Riski,
- Faiz Oranı Riski,
- Piyasa Riski,
- Politik Risk,
- Kur Riski.

1.5.1.1. Satın Alma Gücü Riski

Satın alma gücü riski, enflasyon riski olarak da ifade edilebilir. Bu risk, yatırımcının parasal değerlerle ifade edilen kıymetlerinin, enflasyon nedeniyle, satın alma gücünde meydana gelen kayıptır. Eğer fiyatlar genel seviyesi belirgin ve sürekli olarak artıyor ve artış, yatırımın getirisinin üstünde oluyorsa, satın alma gücünde azalma meydana gelmiş demektir.

Hisse senetlerinin enflasyondan en az etkilenen finansal varlıklar olduğu belirtilmektedir (Teziş, 1987: 31). Bazı ülkelerde yapılan ampirik çalışmalarda enflasyonla hisse senedi getirilerinin negatif ilişki içerisinde oldukları tespit edilmiştir (Bağcı, 1990: 10).

1.5.1.2. Faiz Oranı Riski

Faiz oranı riski, piyasa faiz oranının yükselme veya düşme olasılığını ifade eden bir kavramdır. Piyasa faiz oranında meydana gelen değişimler, belirli faiz getirisine sahip menkul kıymetlerin piyasa fiyatlarında ve dolayısıyla verimlerinde değişimlerin meydana gelmesine yol açmaktadır. Sabit getirili menkul kıymetlere yatırım yapan yatırımcı, piyasa faiz oranının yükselmesi durumunda bundan zarar görür. Faiz oranı riski, faiz oranının en

düşük olduğu zaman en az, en yüksek olduğu zaman ise maksimum düzeye çıkar.

Menkul kıymetlerin fiyatı ile piyasadaki faiz oranları arasında ters yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Buna göre, faiz oranlarındaki yükselme, fiyatların düşüşünü, faiz oranlarındaki düşüş ise, menkul kıymetlerin fiyatlarının yükselişini ifade eder.

Faiz oranı riski, genellikle, tahvillere ilişkin olmasına karşın, hisse senetleri de söz konusu riskten etkilenmektedir. Hisse senedinin önceden belirlenen, sabit bir getirisi yoktur. Böyle bir durumda, hisse senedinden beklenen gelir, sabit faizli bir yatırımcının sağlayacağı gelirin çok üstünde olmalıdır. Yatırımcı bu durumu göz önüne alarak, faiz getirisi olan bir yatırım aracı ile hisse senedi arasında tercih yapabilir. Eğer hisse senedinden sağlayacağı gelirin, faiz oranlarından yüksek olacağını düşünürse, hisse senedine yatırım yapacaktır (Çevik ve Aşut, 1990: 62). Özellikle, Türkiye’de çok yüksek düzeydeki faiz oranları, hisse senetlerine olan talebi daha da azaltmıştır. Piyasa faiz oranının fazla bir değişkenlik göstermemesi için, enflasyon oranının kabul edilebilir bir seviyede olması gerekir. Faiz oranı riskinden korunmak için, kısa vadeli tahvillere yatırım yapılabilir. Eğer yatırımcılar, gelecekteki faiz oranlarında önemli değişiklikler bekliyorlarsa, hisse senetlerine yatırım yaparak söz konusu risklerini azaltabilirler.

1.5.1.3. Piyasa Riski

Sermaye piyasasında, zaman zaman belirli bir neden veya nedenlere bağlanabilen, bazen de hiçbir geçerli neden olmadan, finansal varlıkların pazar fiyatlarında büyük düşüşler olabilir. İşte, böyle bir fiyat düşüşünün yatırımcının verimi üzerindeki olumsuz etkisi piyasa riskini oluşturur.

Piyasa riskinden kaynaklanan fiyat değişmeleri, şirketlerin denetimi dışındadır. Beklenilmeyen bir savaşın başlaması veya bitmesi, seçim yılı olması, politik faaliyetlerin artması veya ülkedeki başbakanın veya cumhurbaşkanının hastalanması veya ölmesi, piyasada spekülatif faaliyetlerin artması vb. piyasayı etkileyen psikolojik faktörlerdir.

Piyasa riski, yüksek kaliteli finansal varlıklardan ziyade, düşük kaliteli finansal varlıklar üzerinde daha fazla hissedilir. Yatırımcının, eşitlendirme yoluna giderek, piyasa riskini azaltması veya ortadan kaldırması oldukça uzak bir ihtimaldir. Çünkü, piyasa riskinin ortaya çıkmasıyla birlikte, tüm menkul kıymetler aynı yönde hareket etmektedirler. Ancak, kendisini piyasa riskine karşı korumak isteyen bir yatırımcı, satın almayı düşündüğü hisse senedinin fiyatının piyasada meydana gelen değişkenliklere karşı olan duyarlılığını, yani beta katsayısını hesaplamalıdır.

1.5.1.4. Politik Risk

Dünyada meydana gelen siyasi ve ekonmik krizler, savaşlar, yatırımcıların davranışları üzerinde oldukça etkilidir. Politik riskin bir başka boyutu da, uluslar arası ticaretin hacmi ile ilgilidir. Koruma girişimleri, kotalar, döviz kurundaki dalgalanmalar veya yabancı sermaye yatırımları, bu riskin unsurlarını oluşturmaktadır.

1.5.1.5. Kur Riski

Kur riski, yabancı para cinsinden yapılan yatırımlarda paraların değerinin değişmesi durumunda ortaya çıkan bir risktir.

Kur riskinden korunabilmek için, yatırımcıların oluşturacakları uluslararası portföylerinde farklı ülkelere ait menkul kıymetlere yer vermeleri, kur riskini azaltıcı bir rol oynayabilir.

1.5.2. Sistematik Olmayan Riskin Kaynakları

Sistematik olmayan risk, bir şirket veya sektöre özgü olan risktir. Firma ile ilgili yasal problemler, başarılı ya da başarısız problemler, önemli ihaleleri almak veya kaybetmek, yönetim değişiklikleri, firmanın geliştirdiği teknolojilerin başarısı, firmaya özel diğer konular sistematik olmayan riskin başlıca nedenleridir (Karan, 2001: 153).

Sistematik olmayan riskin kaynakları şunlardır:

- Finansal Risk,
- İş ve Endüstri Riski,
- Yönetim Riski.

1.5.2.1. Finansal Risk

Finansal risk, işletmenin borç ödeme yeterliliğinin azalmasıdır. Buradaki risk, firmanın faaliyetlerini öz kaynaklarla veya yabancı kaynaklarla finanse etmesine bağlı olarak ortaya çıkar. Finansal risk, firma gelirlerinin borçlanma sonucu sürekliliğini kaybetmesi ve başta ekonomik olmak üzere, çevresel koşullarda özel yada genel bir değişikliğe ayak uyduramayarak, faiz ve kar payı ödemelerini gerçekleştirecek gelir düzeyinin altına düşmesi tehlikesidir. Hisse senedi ile tahvil karşılaştırıldığında, hisse senedinin finansal riskinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

1.5.2.2. İş ve Endüstri Riski

Bazen bir veya birkaç iş kolunda faaliyet gösteren firmaların, karlarında meydana gelen değişimler, bu firmalara ait hisse senedi fiyatlarında belirgin dalgalanmalara neden olmaktadır. Söz konusu hisse senetlerine yatırım yapan yatırımcı, sermaye yada gelir kaybına uğramaktadır.

1.5.2.3. Yönetim Riski

Yönetim riski, işletmelerin iyi veya kötü yönetilmelerine göre ortaya çıkan bir risk türüdür.

İşletmelerin başarıları, büyük ölçüde yönetici kadrolarının yeteneklerine bağlıdır. Yapılan araştırmalar, işletmelerin başarısızlıklarının yönetim hatalarından kaynaklandığını ortaya koymuştur. Yönetim hataları, hisse senetlerinin değerini belirleyen değişkenleri büyük ölçüde etkiler. Yönetim hataları sonucu, işletmelerin satışları ve karı azalabileceği gibi, riski de artabilir. Bu gelişmeler kuşkusuz hisse senedi fiyatlarında düşüşe yol açar. Yönetim riski, hisse senedi sahiplerini, tahvil sahiplerine göre daha fazla etkileyen bir risktir. Bu nedenle, hisse senedine yatırım yapan kişiler veya kurumlar, yatırım yapacakları işletmenin yöneticilerinin kalitesine büyük önem verirler (Korkmaz ve Ceylan, 2006: 504).

1.6. PORTFÖY ÇEŞİTLENDİRMESİ

Portföy çeşitlendirmesi konusunda **geleneksel** ve **modern** olmak üzere iki yaklaşımdan söz edilebilir. Geleneksel yaklaşımın amacı, yatırımcının sağlayacağı faydayı maksimize etmektir. Portföy oluşturma'nın esas amacı, riskin dağıtılmasıdır. Portföyü oluşturan menkul kıymetlerin getirileri aynı yönde hareket etmeyeceğinden, portföyün riski tek bir menkul kıymetin riskinden küçük olacaktır. Geleneksel portföy teorisi, bu prensipten hareketle, portföy içindeki menkul kıymet sayısının artırılması ilkesine dayanmaktadır. Bu yaklaşım, bütün yumurtaları aynı sepete koymamak şeklinde tanımlanabilir.

Portföy çeşitlendirmesinde ikinci yaklaşım, modern yaklaşımdır. Modern yaklaşımda portföy çeşitlendirmesi, Markowitz modeline göre yapılmaktadır. Markowitz'e göre, sadece çeşitlendirme yapılarak, riski azaltmak mümkün değildir. Markowitz modeli ile portföy çeşitlendirmesi yaparken, korelasyon katsayıları esas alınmaktadır. Çünkü, korelasyon katsayısı ile portföy riski arasında doğrusal bir ilişki vardır. Örneğin, portföye alınan menkul kıymetler arasında pozitif korelasyon varsa, çeşitlendirme yapılmamış olur. Oysa portföye alınan menkul kıymetler arasında negatif korelasyon varsa, belirli bir getiri düzeyinde risk azaltılabilir. Markowitz modeline ortalama varyans modeli de denilmektedir (Korkmaz ve Ceylan, 2006: 505).

1.6.1. Modern Portföy Kuramının Varsayımları

Modern portföy kuramının varsayımlarını beş ana başlık altında toplayabiliriz.

- Yatırımcının amacı fayda fonksiyonunu maksimize etmektir.

- Yatırımcılar, yatırım kararlarını, yalnızca beklenen getiri ve riske göre alırlar. Getiri ölçütü olarak, portföyü oluşturan varlıkların beklenen getirilerinin ortalaması, riskin ölçütü olarak bu portföy getirilerinin varyansı kullanılır.
- Tüm yatırımcılar, aynı risk düzeyinde daha fazla getiriye daha azına tercih ederler.
- Yatırımcılar özdeş zaman ufkuna sahiptirler.
- Bilgiler, süratle, tamamen ve doğru olarak menkul kıymet fiyatlarına yansır. Piyasa her zaman dengededir. Bilgi akışına herhangi bir kısıtlama konmamıştır ve yatırımcılar için söz konusu bilgilere eş-zamanlı olarak ulaşmak mümkündür.
- Markowitz, etkin portföylerin, beklenen getiri ve bu getirinin varyansının göz önüne alınarak oluşturulması gerektiğini ifade etmektedir.

Ortalama-varyans modeli şu iki varsayıma dayanır:

- Yatırımcılar riskten kaçınan bireylerdir.
- Yatırımcıların olasılık dağılımı yaklaşık olarak normaldir.

Ortalama varyans ölçütüne göre seçim yapıldığında, bu varsayımlar doğruysa, yatırımcı, beklenen faydayı en çoklaştırır. Ayrıca, Markowitz, etkin portföylerin oluşturulabilmesi için, her bir menkul kıymetle ilgili olarak beklenen getiri, risk ve menkul kıymetler arasındaki kovaryansların bilinmesi gerektiğini ileri sürmüştür. Ancak, ortalama-varyans ölçütü ile her zaman karar verilememektedir. Ayrıca, bireylerin riskten kaçındığını belirten ilk

varsayımın geçerliliği kabul edilebilir. Ancak, yatırımla ilgili getirilerin normal dağılım varsayımı yerine, yatırımcıların karesel veya kuadratik bir fayda fonksiyonuna sahip oldukları varsayılabilir.

1.6.2. Ortalama Varyans Ölçütü

Ortalama varyans modelinin kullanılmasında iki temel değişken, beklenen getiri ve varyanstır. Beklenen getiri, yatırımın karlılığını, varyans ise riskini ifade etmektedir.

K ve T gibi iki yatırım alternatifi arasında tercih yapılırken, öncelikle, her iki yatırım alternatifinin beklenen getirileri ve varyanslarının tespit edilmesi gereklidir. Örneğin, K alternatifinin T alternatifinden üstün olduğunu söyleyebilmek için, mutlak surette aşağıdaki koşulların gerçekleşmesi gereklidir.

$$E(R_K) \geq E(R_T)$$

$$\sigma_K^2 \leq \sigma_T^2$$

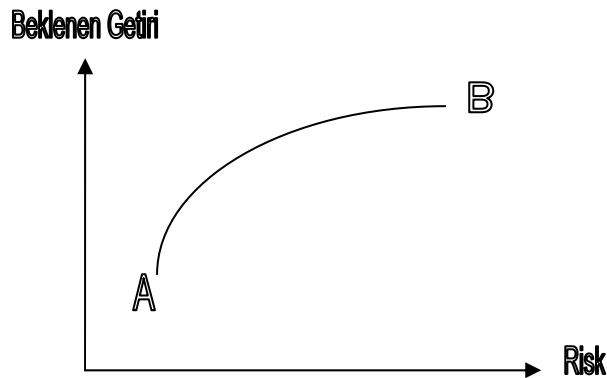
Bunun anlamı, eğer K alternatifinin beklenen getirisi, T alternatifinin beklenen getirisinden büyük veya eşit iken, K alternatifinin varyansı T alternatifinin varyansından küçük veya eşit ise modern portföy teorisinin üstünlük ilkesine göre K seçeneği T seçeneğine tercih edilecektir.

1.7. ETKİN PORTFÖYLER VE OPTİMAL PORTFÖY SEÇİMİ

Etkin portföy kavramı, aynı risk sınıfına giren portföyler içinde, daha fazla beklenen getiriye sahip olan portföyü ya da beklenen getirileri aynı olan portföyler içinde, diğer portföylere göre daha az riskli olan portföyü ifade etmek için kullanılır (Şakar, 1997: 250).

Markowitz, değişik risk ve getiri düzeylerindeki etkin portföyleri birleştiren eğriyi “Etkin Sınır” olarak tanımlamış ve portföy yöneticisinin amacını “etkin sınır üzerindeki noktaları belirlemek” olarak ifade etmiştir. Aşağıdaki şekilde görülebileceği gibi, etkin sınır, A-B doğrusu üzerindeki portföylerden oluşmaktadır.

Bir yatırımcı için optimum portföy, etkin sınır üzerinde o yatırımcı için en yüksek faydayı sağlayan etkin portföydür. Etkin sınırın elde edilebilmesi için, her bir portföyün beklenen getirisi ve varyansının hesaplanması gerekir (Korkmaz ve Ceylan, 2006: 515).



Şekil 1.2. Etkinlik Sınırı Eğrisi

Bir yatırımcı için optimum portföy, etkin sınır üzerinde o yatırımcı için en yüksek faydayı sağlayan etkin portföydür. Etkin sınırın elde edilebilmesi için, her bir portföyün beklenen getirisi ve varyansının hesaplanması gerekir (Korkmaz ve Ceylan, 2006: 515).

Şekildeki A-B eğrisi, yatırımcıların risk karşısındaki tutumları ne olursa olsun, yatırım yapmayı tercih edecekleri fırsatları sunmaktadır. Ancak, riskten hoşlanmayan yatırımcılar eğri üzerinde sol tarafta kalan varlıkları tercih ederlerken, risk seven yatırımcılar, eğri üzerinde sağ tarafta kalan varlıkları daha cazip bulabileceklerdir. Portföy yöneticisi de etkin sınır üzerindeki etkin varlıklardan oluşan portföylerden hangilerinin seçileceği konusunda karar verirken, yatırımcı tipini göz önüne almalıdır.

Yatırımcılar, beklenen getirileri ve bu beklenen getiri düzeyinde göze aldıkları riske göre oluşturdukları en iyi portföye sahip olmak isterler. Ekonomik ve politik durum, pazar koşulları ve benzeri değişimler, risk ve getiri kombinasyonunu da değiştireceğinden, en iyi portföye sahip olmak için, portföyün devamlı olarak yeni koşullara göre revizyonu gerekmektedir.

1.8. ETKİN PİYASALAR HİPOTEZİ

Bir menkul değerler piyasası genelde, piyasada alınıp satılan menkul değerlerin fiyatları, mevcut tüm bilgiyi tamamen yansıtıyorsa ve bu fiyatlar yeni bilgiye ani ya da buna yakın ve sapmasız bir biçimde tepki veriyorsa, etkin olarak tanımlanır.

Bu tanım ideal bir piyasanın tanımıdır. Günümüzde böyle bir tanımın geçerli olabilmesi için, bazı koşulların varlığı gereklidir. Bu koşullar,

- Piyasada mükemmel bir rekabet olmalıdır.

- İşlemler üzerinde hem kurumsal hem de bilgisel değişim maliyetleri ya da sınırlamaları olmalıdır. Dolayısıyla tüm yatırımcılar gelecekteki beklentileriyle ilgili mevcut ve gelecek bilgiye aynı anda ulaşmalıdırlar.
- Tüm yatırımcılar türdeş kanılara sahip olmalı ve elde ettikleri bilgiyi aynı biçimde analiz ederek yorumlamalıdır.
- Tüm yatırımcılar, piyasa fiyatlarına aynı şekilde dikkat etmeli ve ellerindeki bilgi fonksiyonlarını bekledikleri faydayı maksimize etmek için aynı şekilde kullanmalıdır şeklinde ifade edilebilir.

Piyasa etkinliğinin, bilginin hazır oluşu ve fiyatlara yansıtılma derecesi ve hızına göre üç birimi vardır.

- Zayıf piyasalar
- Yarı-güçlü piyasalar
- Güçlü (etkin) piyasalar

Genelde elde edilen bulgular, hipotezin zayıf ve yarı-güçlü biçimiyle uyumludur. Güçlü biçime çok ender rastlanmaktadır (Şakar, 1998: 254).

1.9. PORTFÖY PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Oluşturulan portföyün performansının ölçülmesi aslında yatırımcının ya da portföy yöneticisinin ne derecede başarılı olup olmadığının tespit edilmesi demektir. Kendi portföyünü kendi yöneten bir bireysel yatırımcı, portföyünün performansını ölçerek, kendi kararlarının güçlü ya da zayıf noktalarını anlayabilir (Konuralp, 2001: 276).

Performans değerlendirme ölçütlerinden en çok bilinen ve uygulama alanına sahip olan Sharpe oranı, M^2 ölçütü, Treynor endeksi ve Jensen ölçütüdür. Bu ölçütlerden Sharpe oranı ve M^2 ölçütü standart sapmayı esas

almakta, Treynor endeksi ve Jensen ölçütü sistematik riski (beta) esas almaktadır.

1.9.1. Sharpe Oranı

Sharpe oranı, bir fonun getiri fazlasının (ek getirisinin) toplam risk ya da standart sapmaya oranına odaklanmaktadır. Menkul kıymetin her birim risk için kazandığı fazla getiriyi belirtmektedir.

Sharpe oranı aşağıdaki şekilde formüle edilir:

$$S_p = \frac{r_p - r_f}{\sigma_p}$$

S_p : Sharpe oranı

r_p : Portföy getirisi

r_f : Risksiz faiz oranı

σ_p : Portföyün standart sapmasını göstermektedir.

1.9.2. M² Performans Ölçütü

M² ölçütü bir portföyün riskini piyasa riskiyle eşleştirmekte ve bu eşitlenen risk seviyesinde portföyün getirisini ölçmektedir. M² ölçütü, portföy performansları sıralamasında Sharpe oranı ile aynı sonuçları vermektedir; ancak M² ölçütü'nün yatırımcı için anlaşılması ve yorumlanması daha kolaydır.

M^2 ölçütü aşağıdaki gibi formüle edilir:

$$M^2 = r_f + \frac{r_p - r_f}{\sigma_p} \sigma_m$$

1.9.3. Treynor Endeksi

Treynor performans değerlemesi yaparken sistematik riski, yani betayı kullanmaktadır. Treynor endeksi olarak adlandırılan ölçüt, Sharpe oranı formülündeki değişkenlik yerine oynaklığı yazarak elde edilmektedir. Formülle şu şekilde gösterilmektedir:

$$T_p = \frac{r_p - r_f}{\beta_p}$$

r_p : Portföy getirisi

r_f : Risksiz faiz oranı

β_p : Portföy betasını göstermektedir.

1.9.4. Jensen Ölçütü

Jensen, portföy performansını tek bir değerle, portföyün ortalama getirisinin menkul kıymet piyasa doğrusundan sapma derecesiyle ölçmüştür (Korkmaz ve Ceylan, 2006: 560).

$$r_p - r_f = \alpha + \beta_p(r_m - r_f) + u_p$$

α : Alfa

β : Hata payını göstermektedir.

BÖLÜM 2

2. MATEMATİKSEL PROGRAMLAMA YÖNTEMLERİ

2.1. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA

Doğrusal Programlama, amaç fonksiyonu ve kısıtların, karar değişkenlerinin doğrusal fonksiyonu olarak yazıldığı matematiksel programlamanın özel bir alanıdır. Bir doğrusal programlama modelinde amaç fonksiyonu sistemin etkinliğinin bir ölçümünü veren karın en büyüklenmesi, maliyetin en küçüklenmesi gibi hedefler biçiminde ifade edilir. Pratik hayatta hemen hemen daima bu türden amaçları gerçekleştirebilmek zaman, para vb. kaynak kısıtları tarafından sınırlandırılır. Doğrusal programlama probleminde kısıtlar doğrusal eşitlik ya da eşitsizlikler biçiminde yazılırlar (Bakır ve Altunkaynak, 2003: 21).

2.1.1. Doğrusal Programlama Modeli

Doğrusal Programlama Modelinin Standart Formu şu şekilde gösterilebilir:

$$\text{Max./Min.} \quad C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_n X_n \quad (1)$$

$$\begin{array}{llll} \text{Kısıtlar} & A_{11} X_1 + A_{12} X_2 + \dots + A_{1n} X_n & (\leq / \geq / =) & B_1 \\ & A_{21} X_1 + A_{22} X_2 + \dots + A_{2n} X_n & (\leq / \geq / =) & B_2 \\ & \dots & (\leq / \geq / =) & \\ & A_{m1} X_1 + A_{m2} X_2 + \dots + A_{mn} X_n & (\leq / \geq / =) & B_m \\ & X_1, X_2, \dots, X_n & \geq & 0 \end{array} \quad (2)$$

Bu gösterimde;

$X_1, X_2, \dots, X_n$: Karar Değişkenlerini,

$C_1, C_2, \dots, C_n$: Amaç Fonksiyonu Katsayılarını,

$A_{11}, A_{12}, \dots, A_{1n}$: Teknoloji Katsayılarını,

$B_1, B_2, \dots, B_m$: Sağ Taraf Parametrelerini (Gereksinimler, Kapasiteler)

ifade etmek için kullanılmıştır.

Genel formda, en küçükleme türünden Doğrusal Programlama problemlerinde kısıt eşitsizlikleri $\geq$, en büyükleme türünde ise $\leq$ biçiminde yazılır. Ancak gerçek bir problemde kısıtlar her iki türden ve aynı zamanda eşitlikler biçiminde karma biçimde oluşabilir. Bu kısıtlar standart forma dönüştürülmelidir. Kısıt eşitsizliklerinin “artık değişken” ve “aylak değişken” diye tanımlanan değişkenlerin eklenmesiyle eşitlik haline dönüştürülmesiyle elde edilen forma “standart form” denir.

Eğer kısıtlayıcı denklemi

$$A_{11}X_1 + A_{12}X_2 + A_{13}X_3 \leq B_1 \quad (3)$$

şeklinde ise denklemin sol tarafına aylak değişken (s_1) eklenir.

$$A_{11}X_1 + A_{12}X_2 + A_{13}X_3 + s_1 = B_1 \quad (4)$$

Eğer kısıtlayıcı denklemi

$$A_{11}X_1 + A_{12}X_2 + A_{13}X_3 \geq B_1 \quad (5)$$

şeklinde ise denklemin sol tarafından artık değişken v_1 çıkarılır ve yapay değişken A_1 eklenir.

$$A_{11}X_1 + A_{12}X_2 + A_{13}X_3 - v_1 + A_1 = B_1 \text{ olur.} \quad (6)$$

Eğer kısıtlayıcı denklemi tam bir eşitlik halinde ise denklemin sol tarafına sadece yapay değişken eklenir (Öztürk, 1997: 78).

Doğrusal programlama modellerini çözmek için başvurulabilecek çeşitli yöntemler vardır. Eğer modeldeki karar değişkeni sayısı iki ise, grafik çözüm yöntemi kullanılabilir. İki'den fazla sayıda değişkene sahip olan modellerin çözümünde ise genellikle Simpleks algoritması olarak adlandırılan bir çözüm algoritması kullanılır (Ulucan, 2004: 28).

2.1.2. Grafik Yöntemi

Grafik yöntemde iki temel adım vardır:

1. Modelin tüm kısıtlarının sağlandığı uygun çözümleri içeren çözüm uzayının belirlenmesi,
2. Belirlenen bu uygun çözüm uzayındaki bütün noktalar arasından optimum çözümün belirlenmesi (Taha, 2002: 15).

Kısıtları bir koordinat sisteminde göstermenin en kolay yolu, eşitsizlikleri eşitlik şeklinde düşünerek bunlara ait doğruların çizilmesidir. Daha sonra eşitsizliğin işaretine göre doğrunun altında ya da üstünde kalan bölge çözüm bölgesi olarak seçilir.

2.1.3. Simpleks Yöntemi

Bu yöntemde ilk olarak, modelde bulunan eşitsizlikler halindeki kısıtların aylak ya da artık değişkenler kullanmak suretiyle eşitliklere

dönüştürülerek modelin standart doğrusal programlama haline gelmesi sağlanmalıdır.

Model standart doğrusal programlama haline geldikten sonra ilginç doğrusal eşitlikler haline gelmiş olan kısıtların eşanlı temel çözümlerine yönelecektir. Bu temel çözümler çözüm uzayındaki en uç noktaların hepsini tam olarak tanımlamaktadır. Simpleks algoritması, bu temel çözümler içinden optimum olanının yerini saptamak üzere tasarlanmıştır.

Bir modelin standart hale gelmesi için aşağıdaki özellikleri sağlamış olması gerekir:

1. Değişkenlerin negatif olmaması koşulunu içeren kısıtların dışındaki tüm kısıtlar, negatif olmayan sağ tarafa sahip eşitlikler haline dönüşmüş olmalıdır.

2. Tüm değişkenlerin sıfır ya da pozitif olması (negatif olmaması) gerekir.

3. Amaç fonksiyonu maksimum yada minimum olabilir. Bir $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ fonksiyonunun maksimizasyonu, $-f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ fonksiyonunun minimizasyonuna eşdeğerdir (Taha, 2002: 69).

Yöntem cebirsel tekrarlama (iterasyon) işlemine dayanır. Yöntemde önce başlangıç simpleks tablosu düzenlenir sonra tekrarlayıcı işlemler ile belirli bir hesap yöntemi içinde gelişen çözümlere doğru ilerleyerek optimum çözüme ulaşıncaya kadar işlemler sürdürülür. Gelişen çözüm tablolarında amaç fonksiyonunun ve karar değişkenlerinin değişen değerleri gözlenebilir (Öztürk, 1997: 77).

Doğrusal Programlamanın finansman alanında yaygın olarak uygulamaları yapılmaktadır. Bu alandaki önemli uygulamalardan birisi de yatırım planlaması / portföy oluşturma problemidir. Bu yapıdaki problemlerde genellikle ya getiri maksimize edilir ya da risk minimize edilir. Karar verici yatırım enstrümanlarını karar değişkenleri olarak seçer. Amacına ulaşmak için hangi yatırım enstrümanına ne kadar yatırım yapması gerektiğini belirler.

Yatırımın vade yapısı, riski, vergi yapısı, volatilitesi, derecelendirilmesi gibi kriterler de modeldeki kısıtları oluşturur (Ulucan, 2004: 67).

2.2. HEDEF PROGRAMLAMA

Hedef Programlama, çok sayıda hedef veya amaçların bulunduğu doğrusal programlama problemlerine uygulanan bir tekniktir (Halaç, 1995: 503). Sistemin çok sayıda (büyük bir olasılıkla çelişen) amaca sahip olabileceği durumlar söz konusu olabilir. Böyle durumlarda, çelişen amaçları optimum kılan tek bir çözüm bulmak olanaksız olabilir. Hedef Programlama, çelişen amaçlarla ilgili karar problemlerinin çözümünde kullanılır. Temel düşünce, orijinali çok amaçlı olan problemi tek amaçlı probleme dönüştürmektir. Modelin sonucuna genellikle etkin çözüm adı verilir. Çünkü problemin tüm çelişen amaçlarına uygun çözüm bulunmayabilir (Taha, 2002: 343).

Hedef programlamasında, en küçüklenmeye çalışılan sapmalar doğrusal programlamanın simpleks algoritmasındaki aylak değişkenler olarak adlandırılır. Sapmalar her hedeften negatif ve pozitif sapma olarak iki yönde temsil edilir. Hedef programlamada asıl gaye atanan öncelik ve göreceli önemlerine göre bu sapmaları en aza indirmektir ve tüm amaçları hedeflere dönüştüren bir model olarak ele almaktır. Bu dönüştürme, her amacın sağ

tarafına istenen düzeyin atanması ile yapılır. İstenen düzey ile çözüm düzeyi arasındaki sapmaların en küçüklenmesiyle çözüme ulaşılmaya çalışılır.

Hedef Programlama modelinin bazı temel ilkeleri vardır. Bunları kısaca şu şekilde özetleyebiliriz;

- Hedef programlamada her bir amaç bir hedef olarak kabul edilir.
- Hedef programlamada hedeflerin gerçekleştirilmesinde öncelikler dikkate alınır.

Önce birinci öncelik düzeyindeki hedefler daha sonra ikinci öncelik düzeyindeki hedefler gerçekleştirilir. Sıra atlamadan bütün hedefler tamamlanana kadar devam edilir.

- d_i^- i. hedefin altında kalınması durumunu, d_i^+ hedefin aşılması durumunu gösterir.
- Hedef düzeyleri dikkate alınarak hedeflerden toplam sapma minimize edilmeye çalışılır. Öncelikle birinci öncelikli hedefler için problemin çözümü belirlenir. Daha sonra bu çözümü ihmal etmeyen ikinci düzey hedeflere ait çözüm belirlenir. Aynı şekilde diğer hedefleri olabildiğince sağlayan ve önceki hedefleri ihmal etmeyen çözümler belirlenir.

Hedef programlaması modelinde amaç fonksiyonu, karar vericinin istekleri, sınırlı kaynaklar ve kontrol değişkenleri üzerine konulan herhangi bir kısıtlama koşulları göz önünde bulundurularak oluşturulur. Hedef Programlama'da amaç fonksiyonları, karar değişkenlerinin matematiksel bir fonksiyonu olarak gösterilebilir. (Atan, 2005: ?)

2.2.1. Hedef Programlama Modeli

Hedef Programlama'nın Genel Formülasyonu:

$$MinZ = \sum_{k=1}^k \sum_{i=1}^i p_k (w_{ik} d_i^+ + w_{ik} d_i^-) \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^m (a_{ij} \bar{x}_j + d_i^- - d_i^+) = b_i \quad (8)$$

$$\bar{x}, d_i^-, d_i^+ \geq 0 \quad \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, m \\ j = 1, 2, \dots, m \end{matrix} \quad (9)$$

şeklindedir.

- $\bar{x}_j$: Karar değişkenleri
- b_i : i. hedef düzeyi
- d_i^- : Hedeften negatif sapma
- d_i^+ : Hedeften pozitif sapma
- w_{ik}^+, w_{ik}^- : k öncelik düzeyindeki, i. hedefin sapma değişkenlerine verilmiş olan asıl ağırlıklar
- P_k : k hedefine verilen, tahsis edilmiş öncelik $P_k, \dots, P_{k+1}$
- a_{ij} : i. hedefte X_j ile ilgili teknoloji katsayısını gösterir.

2.3. KARESEL PROGRAMLAMA

Karesel programlama doğrusal olmayan bir yöneylem araştırması tekniğidir. Markowitz tarafından geliştirilen standart karesel programlama şeklindeki ortalama varyans modeli, yatırımcı tarafından hedeflenen beklenen getiri düzeyine eşit getiriyi en az risk ile sağlayan portföyü bulmaya çalışır.

Karesel Programlama en genel ifadeyle, karesel bir amaç fonksiyonunun doğrusal kısıtlamalar (eşitlik ya da eşitsizlik şeklinde olabilir) altında iteratif olarak minimizasyonu (maksimizasyonu) olarak tanımlanabilir.

Teoride, etkin sınırın elde edilebilmesi için sınırsız sayıda portföyün beklenen getiri-standart sapma grafiğine yerleştirilerek, herbir standart sapma değeri için en yüksek beklenen getiriyi ya da her bir beklenen getiri değeri için en düşük standart sapmayı veren portföyün seçilmesi gerekmektedir. Pratikte, etkin sınırın elde edilebilmesi için karesel programlama kullanılmaktadır.

Karesel programlamada, amaç fonksiyonu olan portföy varyansı, belirli kısıtlamalar altında, minimize edilir. Örneğin, bu kısıtlamalar, portföyün beklenen getirisinin en az hedeflenen beklenen getiri kadar olması ve finansal varlıkların portföydeki ağırlıkları toplamının bire eşit olması olabilir (Akgüç, 2000 :77).

2.3.1. Karesel Programlama Modeli

Bir karesel programlama modeli aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$\text{Maks (veya Min) } Z = CX + X^t QX \quad (10)$$

$$\begin{aligned} AX (\leq, =, \geq) B, \\ X \geq 0 \end{aligned} \quad (11)$$

Burada;

$X_{n \times 1}$: Karar değişkenleri

$C_{1 \times n}$: Amaç fonksiyonunun doğrusal bölümünün sabit katsayısı

$Q_{n \times n}$: Amaç fonksiyonunun karesel bölümünün sabit katsayısı

A_{mxn} : Kısıtlar matrisinin sabit katsayısı

B_{mx1} : Kısıtların sağ taraf değerleri

olarak kullanılmıştır.

$AX (\leq, =, \geq) B$ ifadesinin açık şekli aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned}
 &a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n (\leq, =, \geq) b_1 \\
 &a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n (\leq, =, \geq) b_2 \\
 &\dots\dots\dots \\
 &a_{k1}x_1 + a_{k2}x_2 + \dots + a_{kn}x_n (\leq, =, \geq) b_k
 \end{aligned} \tag{12}$$

$f(x)$, kareli bir fonksiyon ise bunun her bir teriminde ya iki değişkenin çarpımı ya da bir değişkenin karesi vardır. $Q = Q(x_1, x_2, \dots, x_n)$ n değişkenli genel karesel formların çifte toplamı olup aşağıdaki şekilde gösterilir:

$$\begin{aligned}
 Q &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} x_i x_j \\
 &= a_{11}x_1^2 + a_{12}x_1x_2 + \dots + a_{ij}x_ix_j + \dots + a_{nn}x_n^2
 \end{aligned} \tag{13}$$

Doğrusal ve Karesel Programlama problemleri arasındaki tek fark, karesel olan $X^t Q X$ ifadesinin amaç fonksiyonuna eklenmiş olmasıdır. Q matrisi simetrik bir matris olarak ifade edilmektedir.

BÖLÜM 3

3. UYGULAMA

3.1. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA YÖNTEMİ İLE MODELİN ÇÖZÜMLENMESİ

Bu bölümde Doğrusal Programlama yöntemi kullanılarak İMKB 30 endeksi içinde yer alan hisse senetlerinin Ocak 2000 – Ekim 2006 dönemleri arasındaki aylık verileri kullanılarak etkin bir portföy oluşturulacaktır. Yatırımcı; elindeki 10000 YTL'lik fonu aylık getiriye maksimize edecek şekilde İMKB 30 endeksi içinde yer alan hisse senetlerine yatırmak istemektedir.

- Yatırımcı; en az ilgili dönemde gerçekleşen piyasa getirisi %236 kadar bir getirinin sağlanmasını planlamıştır.
- Yatırımcı; ilgili dönem içinde yüksek riskli ($\beta > 1$ olan) hisse senetlerine elindeki fonun en az %25'ini yatırmayı planlamıştır.
- Yatırımcı; ilgili dönem içinde düşük riskli ($\beta < 1$ olan) hisse senetlerine elindeki fonun en fazla %50'sini yatırmayı planlamıştır.
- Yatırımcı; ilgili dönemde elindeki fonun en az %25'ini Bankacılık ve Sigortacılık sektörüne yatırmayı planlamıştır.
- Yatırımcı; ilgili dönemde elindeki fonun en az %25'ini Holding sektörüne yatırmayı planlamıştır.
- Yatırımcı; ilgili dönemde elindeki fonun en az %30'unu İmalat sektörüne yatırmayı planlamıştır.
- Yatırımcı; ilgili dönemde elindeki fonun en az %10'unu Hizmet sektörüne yatırmayı planlamıştır.

Amaç Fonksiyonu şu şekilde oluşturulur:

Maksimum Z

$$2,25X_1 + 1,57X_2 + 4,26X_3 + 2,64X_4 + 1,83X_5 + 2,07X_6 + 2,9X_7 + 1,63X_8 + 1,78X_9 + 1,02X_{10} + 3,30X_{11} + 1,82X_{12} + 1,99X_{13} + 0,47X_{14} + 0,19X_{15} + 3,67X_{16} + 0,61X_{17} + 1,42X_{18} + 2,02X_{19} + 1,95X_{20} \quad (14)$$

Modelin kısıtları ise aşağıdaki gibidir:

1. kısıt :

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} = 10000 \quad (15)$$

2. kısıt :

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} \geq 2363 \quad (16)$$

3. kısıt :

$$X_2 + X_3 + X_4 + X_6 + X_7 + X_9 + X_{12} + X_{13} + X_{19} \geq 2500 \quad (17)$$

4. kısıt :

$$X_1 + X_5 + X_8 + X_{10} + X_{11} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{20} \leq 5000 \quad (18)$$

5.kısıt :

$$X_1 + X_6 + X_7 + X_{13} \geq 2500 \quad (19)$$

6.kısıt:

$$X_3 + X_4 + X_9 + X_{10} \geq 2500 \quad (20)$$

7.kısıt:

$$X_2 + X_5 + X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} + X_{17} + X_{20} \geq 3000 \quad (21)$$

8.kısıt:

$$X_8 + X_{16} + X_{18} \geq 1000 \quad (22)$$

9.kısıt:

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{17}, X_{18}, X_{19}, X_{20} \geq 0 \quad (23)$$

Model Doğrusal Programlama yöntemi kullanılarak WINQSB paket programı ile çözümlenmiştir. Çözüm sonuçları Tablo 3.1. 'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Doğrusal Programlama Modeli Sonuçları

Hisse Senedi	Yatırım Miktarı (YTL)
DOĞAN YAYIN HOLDİNG	3500
GARANTİ BANKASI	2500
TOFAŞ OTO SANAYİ	3000
HÜRRİYET GAZETESİ	1000

İMKB 30 endeksi içinde yer alan hisse senetlerinden belirlediği amaçları sağlayan etkin bir portföy modeli oluşturmak isteyen bir yatırımcı Tablo 3.1.'de gösterilen Doğan Yayın Holding hisselerine 3500 YTL, Garanti Bankası hisselerine 2500, Tofaş Oto Sanayi hisselerine 3000 YTL, Hürriyet Gazetesi hisselerine ise 1000 YTL yatırım yapması halinde amaçlarını sağlayan etkin bir portföy oluşturabilecektir. Doğan Yayın Holding ve Garanti

Bankası hisselerinin beta değeri 1'den büyüktür. Doğan Yayın Holding hisse senetlerinin getirisi 4.26 olup ilgili dönemde en yüksek getiriye sahip hisse senedi Doğan Yayın Holding'dir. Amaç Fonksiyonu değeri 35812 olarak hesaplanmıştır. Bu çözüme göre yatırımcı 10000 YTL 'lik yatırımı ile 35812 YTL'lik getiri elde edecektir.

Tablo 3.2. Doğrusal Programlama Modeli Duyarlılık Analizi Sonuçları

Kısıtlar	Sol Taraf Sabiti	Yönü	Sağ Taraf Sabiti	Yapay Değişken
1	10000	$\leq$	10000	0
2	10000	$\geq$	2363	7637
3	6000	$\geq$	2500	3500
4	4000	$\leq$	5000	1000
5	2500	$\geq$	2500	0
6	3500	$\geq$	2500	1000
7	3000	$\geq$	3000	0
8	1000	$\geq$	1000	0

Tablo 3.2. incelendiğinde; yatırımcının 2, 3, 4 ve 6 no'lu amaçlarının yapay değişkeni değeri aldığı görülmektedir. Yani bu kısıtların sağ yan değerleri tabloda verilen yapay değişken değeri kadar artırılması halinde bile çözüm sonuçları değişmeyecektir. Bu değerlerin üzerinde bir sağ yan değeri olması halinde ise çözüm sonuçları değişecektir. O halde yatırımcı bu değerleri dikkate alarak hedeflerini yeniden belirleyebilir ve böylece yeni çözüm sonuçlarına ulaşarak farklı portföyler oluşturması mümkün olabilecektir sonucuna ulaşılmıştır. Toplam yatırım için ayrılan 10000 YTL'lik bütçe tümüyle kullanılmıştır.

3.2. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA MODELİNDE ALTERNATİF ÇÖZÜMLER

3.2.1. Alternatif Çözüm 1

Yatırımcı; elindeki 10000 YTL'lik fonu 20000 YTL 'ye çıkararak aylık getiriye maksimize edecek şekilde İMKB 30 endeksi içinde yer alan hisse senetlerine yatırmak istemektedir. Amaç fonksiyonu ve diğer kısıtlar değişmezken, bütçe kısıtı aşağıdaki gibi olacaktır.

Bütçe kısıtı:

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} = 20000 \quad (24)$$

Modelin çözüm sonuçları Tablo 3.3. 'de verilmiştir:

Tablo 3.3. Alternatif Doğrusal Programlama Modeli 1 Sonuçları

Hisse Senedi	Yatırım Miktarı (YTL)
DOĞAN YAYIN HOLDİNG	13500
GARANTİ BANKASI	2500
TOFAŞ OTO SANAYİ	3000
HÜRRİYET GAZETESİ	1000

Tablo 3.3.'e göre, İMKB 30 endeksi içinde yer alan hisse senetlerinden belirlediği amaçları sağlayan etkin bir portföy modeli oluşturmak isteyen bir yatırımcı Doğan Yayın Holding hisselerine 13500 YTL, Garanti Bankası

hisselerine 2500, Tofaş Oto Sanayi hisselerine 3000 YTL, Hürriyet Gazetesi hisselerine ise 1000 YTL bir yatırım yapması halinde amaçlarını sağlayan etkin bir portföy oluşturabilecektir. Yatırımcının elindeki bütçeyi iki katına çıkartması sadece Doğan Yayın Holding hisselerine yatırılan payın artmasını sağlamıştır. Diğer hisselerle yatırılan miktarlarda bir değişiklik olmamıştır. Amaç fonksiyonu değeri 78462 bulunmuştur. Bütçeyi iki katına çıkartmak sağlanan getirinin iki kattan daha fazla artmasına neden olmuştur.

3.2.2. Alternatif Çözüm 2

Yatırımcı eğer riski seven bir yatırımcı ise, elindeki 10000 YTL'lik fonun en az %50'sini beta değeri 1'den büyük olan hisse senetlerine, en fazla %20'sini de beta değeri 1'den küçük olan hisse senetlerine yatırmak isteyecektir. Bu durumda beta ile ilgili kısıtlar aşağıdaki gibi olacaktır:

$\beta > 1$ için:

$$X_2 + X_3 + X_4 + X_6 + X_7 + X_9 + X_{12} + X_{13} + X_{19} \geq 5000 \quad (25)$$

$\beta < 1$ için:

$$X_1 + X_5 + X_8 + X_{10} + X_{11} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{20} \leq 2000 \quad (26)$$

Modelin çözüm sonuçları Tablo 3.4.'de verilmiştir.

Tablo 3.4. Alternatif Doğrusal Programlama Modeli 2 Sonuçları

Hisse Senedi	Yatırım Miktarı (YTL)
DOĞAN YAYIN HOLDİNG	3500
GARANTİ BANKASI	2500
TOFAŞ OTO SANAYİ	1000
ŞİŞE CAM	2000
HÜRRİYET GAZETESİ	1000

Tablo 3.4.'e göre, Yatırımcı elindeki 10000 YTL'lik fonun 3500 YTL'sini Doğan Yayın Holding, 2500 YTL'sini Garanti Bankası, 1000 YTL'sini Tofaş Oto Sanayi, 2000 YTL'sini Şişe Cam, 1000 YTL'sini ise Hürriyet Gazetesi hisselerine yatırması halinde amaçlarını sağlayan etkin bir portföy oluşturabilecektir. Amaç fonksiyonu değeri 32836 olarak hesaplanmıştır. Yatırımcı 10000 YTL'lik yatırımı ile 32836 YTL'lik getiri elde edecektir. Bu alternatif model, modelin ilk haline göre daha az bir getiri sağlamaktadır.

3.2.3. Alternatif Çözüm 3

Yatırımcı, elindeki 10000 YTL'nin en az % 60'ını Holding sektörüne, en az %10'unu Bankacılık ve Sigortacılık sektörüne, en az %10'unu İmalat sektörüne, en az %10'unu ise Hizmet sektörüne yatırmak istemektedir. Bu durumda yatırımcının sektörlerle ilgili kısıtları aşağıdaki gibi olacaktır.

$$X_1 + X_6 + X_7 + X_{13} \geq 1000 \quad (27)$$

$$X_3 + X_4 + X_9 + X_{10} \geq 6000 \quad (28)$$

$$X_2 + X_5 + X_{11} + X_{12} + X_{14} + X_{15} + X_{17} + X_{20} \geq 1000 \quad (29)$$

$$X_8 + X_{16} + X_{18} \geq 1000 \quad (30)$$

Modelin çözüm sonuçları Tablo 3.5.'de verilmiştir.

Tablo 3.5. Alternatif Doğrusal Programlama Modeli 3 Sonuçları

Hisse Senedi	Yatırım Miktarı (YTL)
DOĞAN YAYIN HOLDİNG	7000
GARANTİ BANKASI	1000
TOFAŞ OTO SANAYİ	1000
HÜRRİYET GAZETESİ	1000

Tablo 3.5.'e göre Yatırımcı, elindeki 10000 YTL'nin 7000 YTL'sini Doğan Yayın Holding hisselerine, 1000 YTL'sini Garanti Bankası hisselerine, 1000 YTL'sini Tofaş Oto Sanayi hisselerine, 1000 YTL'sini ise Hürriyet Gazetesi hisselerine yatırması halinde amaçlarını sağlayan etkin bir portföy oluşturabilecektir. Amaç fonksiyonu değeri ise 39753 olarak hesaplanmıştır.

Bu alternatif çözüm en fazla getiriye sağlayan çözümdür. Yatırımcının elindeki fonun büyük bir kısmını Holding sektörüne yatırması ona en yüksek kazancı sağlamaktadır. Yatırımcının portföyünde her sektörden birer tane hisse senedi bulunmaktadır. Ancak en fazla pay Holding sektörüne aittir.

Tablo 3.6. Hisse Senetlerinin Sektörlere Göre Dağılımı

Sektör Adı	Senet Adları	Değişkenler
Bankacılık ve Sigortacılık	Akbank	X1
	İş Bankası	X6
	Garanti Bankası	X7
	Yapı Kredi Bankası	X13
	Ak Sigorta	X19
Holding	Doğan Yayın Holding	X3
	Doğan Holding	X4
	Koç Holding	X9
	Sabancı Holding	X10
İmalat	Arçelik	X2
	Ereğli Demir Çelik	X5
	Tofaş Oto Sanayi	X11
	Şişe Cam	X12
	Vestel	X14
	Tüpraş	X15
	Petrol Ofisi	X17
	Ford Otosan	X20
Hizmet	Migros	X8
	Hürriyet Gazetesi	X16
	Turkcell	X18

Tablo 3.6.'da İMKB-30 endeksi içerisinde yer alan şirketlerin sektörlere göre dağılımı ve hisse senetlerine atanan değişkenler gösterilmektedir.

3.3. HEDEF PROGRAMLAMA YÖNTEMİ İLE MODELİN ÇÖZÜMLENMESİ

Hedef programlama kullanılarak oluşturulan model, İMKB 30 endeksi içinde yer alan hisse senetlerinden etkin (optimum) bir portföy oluşturmak isteyen bir yatırımcıya yardımcı olacak yatırımcının tüm hedeflerini sağlayacak bir uzlaşık çözüm bulmayı amaçlamaktadır.

Bir yatırımcı yatırım tercihlerini ve hedeflerini belirlemek dışında bu hedeflerin önceliklerini de belirlemelidir. Bu hedef programlaması modelinin yatırımcıya sağladığı bir kolaylıktır.

İMKB 30 endeksi içinde yer alan hisse senetlerinden etkin bir portföy oluşturmak isteyen bir yatırımcının Ocak 2000 – Ekim 2006 dönemleri arasında aylık veriler kullanılarak aşağıda belirlenen öncelikli amaçlarını sağlamaya yönelik oluşturulan Hedef Programlaması modeli çözümlenmiştir.

Yatırımcının amaçları şu şekilde sıralanmıştır:

1. Birinci öncelik olarak yatırımcı; İMKB 30 endeksi içinde yer alan hisse senetlerine en fazla 10000 YTL yatırım yapmayı planlamaktadır.
2. İkinci öncelik olarak yatırımcı; oluşturacağı portföyün beklenen verimliliğini sağlayabilmesi için en az ilgili dönemde gerçekleşen piyasa getirisi %236 kadar bir getirinin sağlanması planlanmıştır.
3. Üçüncü öncelik olarak yatırımcı; riske karşı duyarlılığını portföyün betası ile ölçtüğü için portföy için uygun beta katsayısını belirleyecek bir amaç oluşturmayı planlamıştır.
4. Dördüncü öncelik olarak yatırımcı; ilgili dönem içinde beta katsayısı 1'den büyük olan hisse senetlerine elindeki fonun en fazla %50'sini yatırmayı planlamıştır.

5. Beşinci öncelik olarak yatırımcı; ilgili dönem içinde beta katsayısı 1'den küçük olan hisse senetlerine elindeki fonun en az %25'ini yatırmayı planlamıştır.

6. Altıncı öncelik olarak yatırımcı; elindeki fonun %20'sini Bankacılık Sektörüne yatırmayı planlamıştır.

Bu amaçlar matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$1- \sum_{i=1}^n X_i + d_i^- - d_i^+ = \text{Bütçe} \quad \sum_{i=1}^{20} X_i + d_1^- - d_1^+ = 10000 \quad (30)$$

$$2- \sum_{i=1}^n R_i X_i + d_i^- - d_i^+ = \text{BeklenenVerimlilik} \quad \sum_{i=1}^{20} R_i X_i + d_2^- - d_2^+ = 2363 \quad (31)$$

$$3- \sum_{i=1}^n \beta_i X_i + d_i^- - d_i^+ = \beta_{\text{piyasa}} \times \text{Bütçe} \quad \sum_{i=1}^{20} \beta_i X_i + d_3^- - d_3^+ = 1 \times 10000 \quad (32)$$

$$4- \sum_{i=1}^n X_i + d_i^- - d_i^+ = 5000 \quad \beta > 1 \text{ için} \quad \sum_{i=1}^9 X_i + d_4^- - d_4^+ = 5000 \quad (33)$$

$$5- \sum_{i=1}^n X_i + d_i^- - d_i^+ = 2500 \quad \beta < 1 \text{ için} \quad \sum_{i=10}^{20} X_i + d_5^- - d_5^+ = 2500 \quad (34)$$

$$6- \sum_{i=1}^n X_i + d_i^- - d_i^+ = 2000 \quad X_1 + X_6 + X_7 + X_{13} + d_6^- - d_6^+ = 2000 \quad (35)$$

Yatırımcı tarafından yapılan yatırım, hisse senetlerinin beta katsayılarını göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Modelin çözümü için kullanılacak olan beta katsayıları 2000 - 2006 yılları için Tablo 3.7.'de hesaplanmıştır. Bunların ortalama değerleri bulunmuştur. Beta katsayısı 1'den büyük olan hisse senetlerine 1, 1'den küçük olan hisse senetlerine ise 0 değeri atanmıştır.

Tablo 3.7. İMKB’de İşlem Gören Hisse Senetlerine Ait Hesaplanan Beta Katsayıları

Hisse Senetleri	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Ortalama
Akbank	0,95	0,81	0,62	0,97	0,76	1,19	1,26	0,94
Arçelik	1,65	1,28	1,14	1,50	1,27	-0,38	0,67	1,02
Doğan Yayın Holding	1,33	1,86	1,02	1,09	0,83	0,77	1,44	1,19
Doğan Holding	1,62	1,65	1,27	1,29	1,56	1,12	2,21	1,53
Ereğli Demir Çelik	1,00	0,72	0,82	1,17	0,87	-0,55	0,82	0,69
İs Bankası C	1,01	0,97	1,32	1,16	0,82	1,25	1,77	1,19
Garanti Bankası	1,21	1,48	1,15	1,12	1,21	0,91	1,44	1,22
Migros	1,29	0,43	1,36	0,64	1,08	1,00	0,86	0,95
Koç Holding	1,32	1,05	0,92	1,11	1,21	0,97	1,47	1,15
Sabancı Holding	0,74	0,79	1,04	0,03	1,17	1,58	1,39	0,96
Tofaş Oto Sanayi	1,26	0,81	0,90	1,25	1,43	-0,07	0,75	0,90
Şişecam	1,00	1,11	1,31	0,84	0,90	1,37	1,20	1,10
Yapı Kredi Bankası	1,16	1,35	1,48	1,13	1,17	0,15	1,15	1,08
Vestel	0,37	1,16	1,24	0,94	1,01	1,10	0,96	0,97
Tüpraş	0,74	1,01	1,09	0,82	0,42	1,29	0,70	0,87
Hurriyet Gazetecilik	1,11	1,09	0,99	1,30	0,96	-0,05	1,19	0,94
Petrol Ofisi	1,34	0,66	0,92	0,54	0,70	0,44	1,10	0,81
Turkcell	-	-	-	-	-	0,99	1,01	1,00
Aksigorta	1,16	0,99	1,07	1,25	1,41	1,52	1,47	1,27
Ford Oto Sanayi	1,34	1,16	0,65	0,61	0,56	0,75	0,95	0,86

Tablo 3.7.'den görüleceği gibi, Arçelik, Doğan Yayın Holding, Doğan Holding, İş Bankası, Garanti Bankası, Koç Holding, Şişe Cam, Yapı Kredi Bankası ve Aksigorta hisselerinin beta katsayıları 1'den büyük çıkmıştır. Bunlar beta katsayıları 1'den küçük çıkan Akbank, Ereğli Demir Çelik, Migros, Sabancı Holding, Tofaş Oto Sanayi, Vestel, Tüpraş, Hürriyet Gazetecilik, Petrol Ofisi, Turkcell ve Ford Oto Sanayi hisse senetlerine göre daha riskli hisse senetleridir.

Hedef programlama modeli sapma değişkenlerini minimize edecek şekilde oluşturularak WINQSB 2.0 paket programı ile çözümlenmiştir. Çözüm sonuçları Tablo 3.8.'de verilmiştir.

Tablo 3.8. Hedef Programlama Modeli Sonuçları

Hisse Senedi	Yatırım Miktarı (YTL)
DOĞAN HOLDİNG	5000
AKBANK	2000
TURKCELL	3000

İMKB 30 endeksi içinde yer alan hisse senetlerinden belirlediği amaçları sağlayan etkin bir portföy modeli oluşturmak isteyen bir yatırımcı Tablo 3.8'de gösterilen Doğan Holding, Akbank ve Turkcell hisse senetlerine yatırım yapması halinde amaçlarını sağlayan etkin bir portföy oluşturabilecektir. Elindeki 10000 YTL'nin 5000 YTL'sini Doğan Holding hisselerine, 2000 YTL'sini Akbank hisselerine, 3000 YTL'sini ise Turkcell hisselerine yatırmalıdır. Portföyde yer alan hisse senetlerinden Doğan Holding'in aylık getirisi 2.64, Akbank'ın aylık getirisi 2.25, Turkcell'in aylık getirisi ise 1.42'dir. Doğan Holding ve Turkcell hisseleri Akbank hisselerine

göre daha riskli hisselerdir. Yatırımcı elindeki fonun büyük bir kısmını daha riskli olan Doğan Holding ve Turkcell hisselerine yatırmalıdır.

Tablo 3.9. Hedef Programlama Modeli Duyarlılık Analizi Sonuçları

Kısıtlar	Sol Taraf Sabiti	Yönü	Sağ Taraf Sabiti	Yapay Değişken
1	10000	=	10000	0
2	21960	>=	2363	19597
3	12530	>=	10000	2530
4	5000	<=	5000	0
5	5000	>=	2500	2500
6	2000	=	2000	0

Tablo 3.9. incelendiğinde; yatırımcının 2, 3 ve 5 no'lu amaçlarının yapay değişkeni değeri aldığı görülmektedir. Yani bu kısıtların sağ yan değerleri tabloda verilen yapay değişken değeri kadar arttırılması halinde bile çözüm sonuçları değişmeyecektir. Bu değerlerin üzerinde bir sağ yan değeri olması halinde ise çözüm sonuçları değişecektir. O halde yatırımcı bu değerleri dikkate alarak hedeflerini yeniden belirleyebilir ve böylece yeni çözüm sonuçlarına ulaşarak farklı portföyler oluşturması mümkün olabilecektir sonucuna ulaşılmıştır. Toplam yatırım için ayrılan 10000 YTL'lik bütçe tümüyle kullanılmıştır. Çözüm sonucunda hesaplanan portföy değeri 22005 bulunmuştur. Bu sonuç yatırımcı'ya 10000 YTL'lik yatırımı ile % 120'lik bir getiri artışı sağlamaktadır.

3.4. HEDEF PROGRAMLAMA MODELİNDE ALTERNATİF ÇÖZÜMLER

3.4.1. Alternatif Çözüm 1

Yatırımcı elindeki bütçeyi 10000 YTL'den 50000 YTL'ye çıkarmak isterse, diğer amaçlarında herhangi bir değişiklik yapmazsa ;

Bütçe kısıtı ;

$$\sum_{i=1}^{20} X_i + d_1^- - d_1^+ = 50000 \quad (36)$$

şeklinde olacaktır.

Beta katsayısı ile ilgili kısıtlar ise aşağıdaki gibidir:

$$\sum_{i=1}^9 X_i + d_4^- - d_4^+ = 25000 \quad \beta > 1 \text{ için} \quad (37)$$

$$\sum_{i=10}^{20} X_i + d_5^- - d_5^+ = 12500 \quad \beta < 1 \text{ için} \quad (38)$$

Modelin çözüm sonuçları Tablo 3.10.'da verilmiştir.

Tablo 3.10. Alternatif Hedef Programlama Modeli 1 Sonuçları

Hisse Senedi	Yatırım Miktarı (YTL)
İŞ BANKASI	2000
TÜPRAŞ	25000
AKSİGORTA	23000

Belirlediği amaçları sağlayan etkin bir portföy modeli oluşturmak isteyen bir yatırımcı elindeki 50000 YTL'lik fonun 2000 YTL'sini İş Bankası hisselerine, 25000 YTL'sini Tüpraş hisselerine, 23000 YTL'lik kısmını ise Aksigorta hisselerine yatırmalıdır. Çözüm sonucunda hesaplanan portföy değeri 55462 bulunmuştur. Bu sonuç yatırımcı'ya 50000 YTL'lik yatırımı ile % 10'luk bir getiri artışı sağlamaktadır.

3.4.2. Alternatif Çözüm 2

Riski seven bir yatırımcı daha fazla getiri elde etmeyi amaçlar. İlgili dönem içinde beta katsayısı 1'den büyük olan hisse senetlerine elindeki fonun en az %50'sini ve beta katsayısı 1'den küçük olan hisse senetlerine de elindeki fonun en fazla %20'sini yatırmak ister. Bu amaçları aşağıdaki gibi değişecektir.

$$\sum_{i=1}^9 X_i + d_4^- - d_4^+ = 5000 \quad \beta > 1 \text{ için} \quad (39)$$

$$\sum_{i=10}^{20} X_i + d_5^- - d_5^+ = 2000 \quad \beta < 1 \text{ için} \quad (40)$$

Diğer amaçları değişmemiştir.

Modelin çözüm sonuçları Tablo 3.11.'de verilmiştir.

Tablo 3.11. Alternatif Hedef Programlama Modeli 2 Sonuçları

Hisse Senedi	Yatırım Miktarı (YTL)
DOĞAN HOLDİNG	8000
İŞ BANKASI	2000

Belirlediği amaçları sağlayan etkin bir portföy modeli oluşturmak isteyen bir yatırımcı elindeki 10000 YTL'lik bütçenin 8000 YTL'sini Doğan Holding hisselerine, 2000 YTL'sini ise İş Bankası hisselerine yatırmalıdır. Yatırımcı elindeki fonun tamamını betası 1'den büyük olan hisselerle yatırmalıdır. Çözüm sonucunda hesaplanan portföy değeri 25292 bulunmuştur. Bu sonuç yatırımcı'ya 10000 YTL'lik yatırımı ile % 153'lük bir getiri artışı sağlamaktadır.

3.4.3. Alternatif Çözüm 3

Yatırımcı diğer amaçları sabit kalmak koşuluyla, ilgili dönemde gerçekleşen piyasa getirisinden en az %50 daha fazla bir getirinin sağlanmasını istemektedir. Bu amaçla ilgili kısıtı aşağıdaki gibi olacaktır:

$$\sum_{i=1}^{20} R_i X_i + d_2^- - d_2^+ = 3540 \quad (41)$$

Modelin çözüm sonuçları Tablo 3.12.'de verilmiştir.

Tablo 3.12. Alternatif Hedef Programlama Modeli 3 Sonuçları

Hisse Senedi	Yatırım Miktarı (YTL)
DOĞAN HOLDİNG	909
GARANTİ BANKASI	2000
TÜPRAŞ	7091

Tablo 3.12.'den görüldüğü gibi endeks getirisinden %50 daha fazla getiri elde etmek isterse, 909 YTL'sini Doğan Holding, 2000 YTL'sini Garanti Bankası, 7091 YTL'sini ise Tüpraş hisselerine yatırmalıdır. Çözüm sonucunda hesaplanan portföy değeri 9591 bulunmuştur. Bu sonuç yatırımcı'nın 10000 YTL'lik yatırımının karşılığında % 4'lük bir kayıba yol açmıştır.

Hedef programlamasına dayalı olarak oluşturulan portföy modelleri sonuçlarına bakıldığında; riski arttıran ikinci Alternatif modelin en fazla getiriyi sağlayan model olduğu görülmektedir.

3.5. KARESEL PROGRAMLAMA YÖNTEMİ İLE MODELİN ÇÖZÜMLENMESİ

Bu bölümde İMKB endeksi ile eşit risk-getiri yapısına sahip olan portföyler belirlenecektir. Modele alınan hisse senetleri, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB 30)'ndan alınmıştır. Bu hisse senetlerinin Ocak-2000 ile – Ekim-2006 dönemleri arasındaki kapanış fiyatları baz alınarak işlemler yapılmıştır. Bazı aylar, çözümde problem yarattığı için daha sonradan modele dahil edilmemiştir.

Karesel Programlama modeli aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

Amaç Fonksiyonu :

$$\text{Min.} \quad \sum_{i=1}^{20} \sum_{j=1}^{20} x_i x_j \sigma_{ij} \quad (42)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{i=1}^{20} x_i \mu_i \geq 2.36 \quad (43)$$

$$\sum_{i=1}^{20} x_i = 1 \quad (44)$$

$$0 \leq x_i \leq 1 \quad , \quad i=1, \dots, 20$$

Markowitz standart karesel programlama modeli ile portföy seçimi problemini çözmek için Microsoft Excel programı içerisinde yer alan Çözücü eklentisi kullanılmıştır.

Modele girecek olan, İMKB 30'da işlem gören hisse senetleri Tablo 3.13.'de verilmiştir.

Tablo 3.13. Karesel Programlama Modeline Girecek İMKB 30 Hisse Senetleri

<i>Değişken</i>	<i>Senet Adı</i>	<i>Senet Kodu</i>
X_1	AKBANK	AKBNK
X_2	ARÇELİK	ARCLK
X_3	DOĞAN YAYIN HOLDİNG	DYHOL
X_4	DOĞAN HOLDİNG	DOHOL
X_5	EREĞLİ DEMİR ÇELİK	EREGLİ
X_6	İŞ BANKASI	ISCTR
X_7	GARANTİ BANKASI	GARAN
X_8	MİGROS	MGRS
X_9	KOÇ HOLDİNG	KCHOL
X_{10}	SABANCI HOLDİNG	SAHOL
X_{11}	TOFAŞ OTO SANAYİ	TOASA
X_{12}	ŞİŞE CAM	SISE
X_{13}	YAPI KREDİ BANKASI	YKBNK
X_{14}	VESTEL	VESTL
X_{15}	TÜPRAŞ	TPRS
X_{16}	HÜRRİYET GAZETESİ	HURGZ
X_{17}	PETROL OFİSİ	PTOFS
X_{18}	TURKCELL	TCELL
X_{19}	AK SİGORTA	AKGRT
X_{20}	FORD OTOSAN	FROTO

Karesel modelin kurulması için hisse senetlerinin ortalama getirileri ile varyans kovaryans değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Varyans kovaryans değerleri Microsoft Excel’de Çözücü programında işleme konarak Tablo 3.14.’deki varyans kovaryans matrisi elde edilmiştir. Hesaplanan getiri değerleri de Tablo 3.14.’de verilmiştir.

Tablo 3.14. MS Excel 2003 ‘de Oluşturulan Karesel Programlama Modeli ve Parametre Değerleri

	A	B	C	...	...	T	U
2	GETİRİ TABLOSU						
3	Dönem	Akbnk	Arclk	...	...	Akgrt	Froto
4	Oca.00	-18,31	-7,59	...	...	-61,48	-1,75
5	Şub.00	-16,07	-8,10	...	...	-5,26	1,85
...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
75	Ağu.06	10,41	2,70	...	...	0	5,0
76	Eyl.06	-3,08	1,58	...	...	3,70	-6,60
77	Eki.06	7,89	0	...	...	8,03	4,04
78	Ort.Getiri	2,25	1,57	...	...	2,02	1,95
79							
80	VARYANS KOVARYANS MATRİSİ						
81		Akbnk	Arclk	...	...	Akgrt	Froto
82	Akbnk	277,7	248,6	...	...	187,2	138,6
83	Arclk	248,6	433,3	...	...	172,6	187,2
...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
100	Akgrt	187,2	225,8	...	...	330,8	148,2
101	Froto	138,6	260,1	...	...	148,2	354,6
...							
...							
104	Portföyün Ağırlıkları	0,11	0	...	...	0,08	0,00
105	Portföyün % Ağırlıkları	10,67	0	...	...	8,05	0,00
106							
107	Toplam Portföy Ağırlığı	1					
108							
109	Portföyün Getirisi						
110	Hedeflenen Getiri						
111							
112	Portföyün Varyansı	244,518					
113	Portföyün Standart Sapması	15,637					
115	Endeksin Varyansı	207,503					
116	Endeksin Getirisi	2,363					

Aylık getiriler hesaplanırken ilgili hisse senedinin o aya ait son günlük kapanış fiyatından ilk günlük kapanış fiyatı çıkarılarak ilk günlük kapanış fiyatına bölünür. Senetlerin aylık getiri değerleri Ek-3.'de verilmiştir. Modelde hisse senetlerinin ortalama getiri değerleri kullanılmıştır.

Karesel Programlama modelinin çözümünde kullanılan formüller Tablo 3.15.'de verilmiştir.

Tablo 3.15. Markowitz Karesel Programlama Modeli ile ilgili Microsoft Excel Alan Tanımlamaları ve Kullanılan Formüller

Tanım Aralığı	Açıklaması	Formülü
B78:U78	Ortalama Getiriler	= ORTALAMA (B4:B77) Formülü (C78:U78) aralığına kopyalanmıştır.
B82:U101	Varyans-Kovaryans Matrisi	= KOVARYANS (\$B\$4: \$B\$77) Formülü (B82 : U101) aralığına kopyalanmıştır.
B104:U104	Karar Değişkenleri, Finansal Varlıkların Portföy içindeki Payları	
B107	Portföy Ağırlıklarının Toplamı	= TOPLA (B104 : U104)
B109	Portföyün Getirisi	= TOPLA.ÇARPIM (B78:U78; B104 : U104)
B110	Hedeflenen Getiri	Ocak 2000 – Ekim 2006 Dönemleri arasında İMKB 30 endeksinin değişimi (getirisi)
B112	Portföyün Varyansı	= TOPLAM.ÇARPIM (DÇARP (B104 : U104 ; B82 : U101); B104 : U104)
B113	Portföyün Standart Sapması	=KAREKÖK (B112)

**Tablo 3.16. Karesel Programlama Modeli ile İlgili Microsoft Excel
Çözücü Eklentisinin Çözüm Parametreleri**

Amaç Fonksiyonu	Karar Değişkenleri	Kısıtlayıcı Koşullar
Min $\$B\112	B104 : U104	$\$B\$107 = 1$ $\$B\$104:\$U\$104 \geq 0$ $\$B\$109 = \$B\110

Markowitz standart karesel programlama modeli şeklinde ifade edilen modelin çözümlenmesi ile İMKB 30 endeksi ile aynı risk ve getiri düzeyine sahip portföyler elde edilmiştir. Aylık dönemler itibariyle portföyler içindeki hisse senetlerinin ağırlıkları Tablo 3.17.'de verilmiştir.

Tablo 3.17. Aylık Getirilerine Göre İMKB 30 Endeksi ile Aynı Getiri ve Risk Düzeyine Sahip Portföy Ağırlıkları (%)

	getiri artış	hedeflenen getiri	portföyün varyansı	akbnk	arclk	dyhol	dohol	eregl	isctr	garan	mgrs	kchol	sahol	toaso	sise	ykbnk	vestl	tprs	hurgz	ptofs	tcell	akgrt	froto
Portföy 1	aynı	2,363	433,596	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	40,95	0,00	59,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Portföy 2	aynı	2,363	207,503	7,52	0,00	9,57	1,02	10,39	5,71	0,92	11,14	0,44	1,70	10,14	5,21	0,00	0,00	3,85	11,59	3,14	3,57	8,42	5,68
Portföy 3	aynı	2,363	176,228	6,04	0,00	10,85	0,00	15,47	0,00	0,00	26,51	0,00	0,00	17,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,53	11,68	9,92
Portföy 4	0,010	2,387	177,488	6,14	0,00	11,54	0,00	15,25	0,00	0,00	26,14	0,00	0,00	18,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,24	11,66	9,69
Portföy 5	0,050	2,484	183,059	6,50	0,00	14,33	0,00	14,36	0,00	0,00	24,63	0,00	0,00	19,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	11,62	8,74
Portföy 6	0,100	2,610	191,511	7,31	0,00	17,87	0,00	12,87	0,00	0,00	21,95	0,00	0,00	22,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,97	6,95
Portföy 7	0,150	2,743	202,004	8,14	0,00	21,62	0,00	11,28	0,00	0,00	19,07	0,00	0,00	24,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,32	5,05
Portföy 8	0,200	2,883	214,791	9,01	0,00	25,56	0,00	9,61	0,00	0,00	16,04	0,00	0,00	27,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,62	3,04
Portföy 9	0,250	3,030	230,141	9,93	0,00	29,70	0,00	7,85	0,00	0,00	12,86	0,00	0,00	29,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,90	0,94
Portföy 10	0,300	3,185	248,505	10,86	0,00	34,09	0,00	5,75	0,00	0,00	9,01	0,00	0,00	32,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,76	0,00
Portföy 11	0,350	3,344	269,871	11,79	0,00	38,61	0,00	3,40	0,00	0,00	4,70	0,00	0,00	35,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,32	0,00
Portföy 12	0,400	3,511	295,096	12,93	0,00	43,31	0,00	0,88	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	38,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,80	0,00
Portföy 13	0,450	3,687	325,391	7,68	0,00	50,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62	0,00
Portföy 14	0,500	3,871	362,421	0,00	0,00	58,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Portföy 15	0,550	4,065	484,903	1,18	0,00	87,19	0,00	1,42	0,82	0,57	0,00	0,00	0,00	4,77	0,08	0,00	0,00	0,00	1,26	0,00	0,00	1,79	0,92
Portföy 16	0,600	4,268	568,043	0,00	0,00	100,0	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	0,00	0,00
Portföy 17	0,650	4,482	627,216	0,00	0,00	105,1	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	0,00	0,00
Portföy 18	0,700	4,706	691,476	0,00	0,00	110,3	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	0,00	0,00
Portföy 19	0,750	4,941	762,260	0,00	0,00	115,8	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	0,00	0,00

Tablo 3.17.'de hedeflenen getiri değerleri Portföy 3'den sonra %1, Portföy 4'den sonra ise %5 artırılmıştır. Portföyün varyansı ve hisse senetlerinin portföy içindeki ağırlıklarında meydana gelen değişim izlenmiştir.

Tablo 3.17.'den de görüleceği gibi, Portföy 3, endeksle eşit getiriye sahip ve en düşük risk seviyesini veren portföydür. Yatırımcının portföyünde Akbank (%6,04), Doğan Yayın Holding (%10,85), Ereğli Demir Çelik (%15,47), Migros (%26,51), Tofaş Oto Sanayi (%17,99), Turkcell (%1,53), Aksigorta (%11,68), Ford Oto Sanayi (%9,92) hisse senetleri yer almalıdır. Portföy içindeki payı en fazla olan hisse senedi Migros'tur. En az pay ise Turkcell hisse senedine aittir.

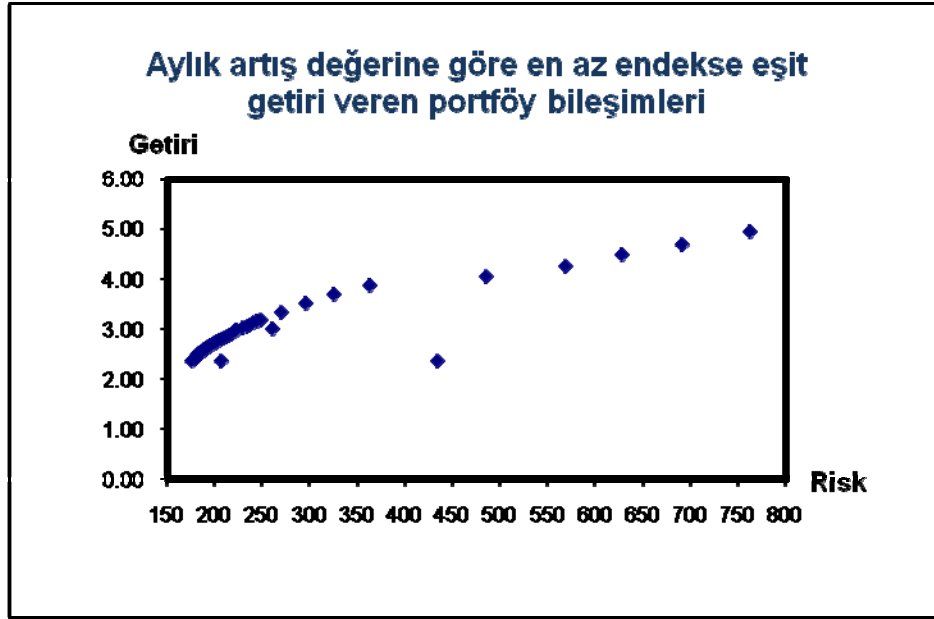
Hedeflenen getirinin artmasıyla birlikte portföy varyansı da artma eğilimi göstermektedir. Portföy bileşimlerine bakıldığında hedeflenen getirinin artması ile, bazı hisse senetlerinin portföy içindeki ağırlıkları artmakta, bazılarının ki ise azalmaktadır. Doğan Yayın Holding ve Tofaş Oto Sanayi hisse senetlerinin ağırlıklarında hedeflenen getirinin artmasıyla birlikte bir artış gözlenmiştir. Migros, Ereğli Demir Çelik ve Ford Oto Sanayi hisselerinin ağırlıklarında ise hedeflenen getirinin artmasıyla birlikte bir azalma gözlenmiştir.

Karesel programlama modeli çözüm sonuçları incelendiğinde; Endeks getirisine eşit getiri sağlayan buna karşın en az seviyede risk üstlenen model çözümü sonucunda portföy değeri 20708 olarak hesaplanmıştır.%107'lik bir getiri sağlanmıştır.

Endeks getirisinden %25'lik bir artış öngörüldüğünde portföy değeri 22194 olarak hesaplanmış ve %122'lik bir getiri sağlanmıştır.

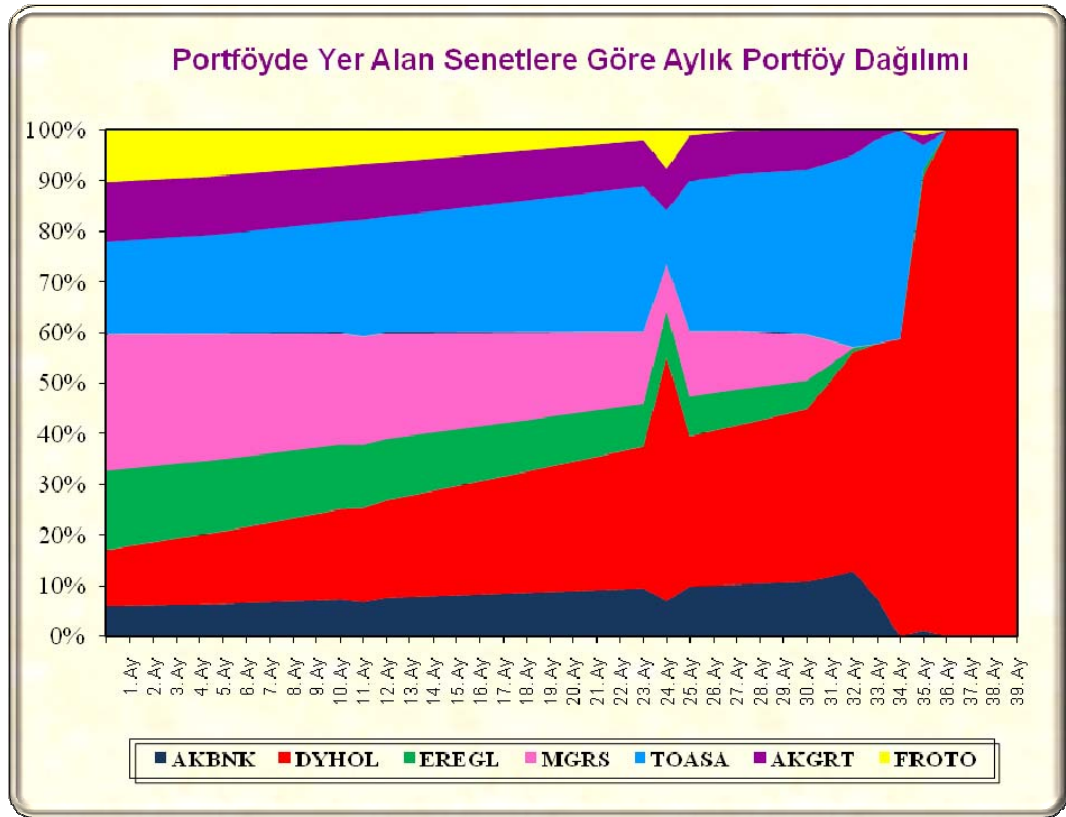
Endeks getirisinden %50'lik bir artış öngörüldüğünde portföy değeri 22890 olarak hesaplanmış ve %129'luk bir getiri sağlanmıştır.

Endeks getirisinden %75'lik bir artış öngörüldüğünde portföy değeri 18240 olarak hesaplanmış ve %57'lik bir getiri sağlanmıştır.



Şekil 3.1. Aylık Getirilerine Göre Etkin Sınır Eğrisi ve İMKB 30 Endeksi ile Eşit Risk-Getiri Yapısına Sahip Portföyler

Şekil 3.1.'de yer alan (176.228, 2.363) noktası, İMKB 30 endeksi ile eşit getiri değerine sahip ve en düşük risk seviyesini veren portföydür. Bu portföyün getirisi 2,363 buna karşın riski ise 176,228 dir. (207.503, 2.363) noktası endeks ile eşit getiri ve risk seviyesini veren portföydür. (433.596, 2.363) noktası endeksin getirisine eşit fakat endeksin riskinden daha yüksek risk seviyesine sahip portföydür. Diğer portföyler ise etkin sınır eğrisi üzerinde yer alan diğer portföy bileşimlerini göstermektedir. Hedeflenen getiri arttıkça portföyün varyansında da artış gözlenmiştir. Hedeflenen getirideki %75'lik artış sonucunda en yüksek risk seviyesine ulaşılmıştır.



Şekil 3.2. Portföyde Yer Alan Senetlere Göre Aylık Portföy Dağılımı

Şekil 3.2.'de aylık dönemler için portföy içinde yer alan hisse senetlerinin dağılımı gösterilmektedir. Yatırımcının hedeflenen getiri düzeyinde yapacağı artış düzeyine paralel olarak üstleneceği risk oranında artış olması portföy içinde yer alan hisse senedi dağılımını büyük ölçüde etkilemektedir. Bazı senetlerin portföy içindeki payı risk ve getiri ile birlikte büyürken bazıları tam aksine azalmakta hatta bazıları ise hiç portföyde yer almamaktadırlar. Örneğin, Doğan Yayın Holding ve Tofaş Oto Sanayi hisselerinin portföy içindeki payları giderek artmaktadır. Migros, Ereğli Demir Çelik ve Ford Oto Sanayi hisselerinin portföy içindeki payları giderek azalış göstermektedir. Akbank ve Aksigorta hisselerinin ise portföy içindeki payları zamana bağlı olarak çok fazla bir değişim göstermemektedir.

Tablo 3.18. Getirilere Göre Oluşturulan Portföyde Yer Alan Hisse Senetleri İle İMKB 30 Endeks Getirisi Arasındaki Korelasyon Değerleri

Hisse Senedi	Korelasyon	Hisse Senedi	Korelasyon
AKBNK	-0,16200	TOASA	-0,14123
ARCLK	-0,18267	SISE	-0,17938
DYHOL	-0,19712	YKBNK	-0,16877
DOHOL	-0,15719	VESTL	-0,18719
EREGL	-0,17325	TPRS	-0,27809
ISCTR	-0,18733	HURGZ	-0,22932
GARAN	-0,24008	PTOFS	-0,35872
MGRS	-0,07258	TCELL	-0,05523
KCHOL	-0,16197	AKGRT	-0,20789
SAHOL	-0,08533	FROTO	-0,37912

Tablo 3.18. incelendiğinde; bütün hisse senetlerinin aylık getirisi ile İMKB 30 endeks getirisi arasında ters yönlü (negatif) ve zayıf bir ilişki olduğu görülmektedir.

İlgili dönemler için İMKB 30 endeks getirisi ile hisse senedi getirisi arasında pozitif ve güçlü korelasyon olması, endeks getirisinin artmasının ilgili hisse senedinin getirisini de artıracak ya da endeks getirisinde meydana gelebilecek bir azalmanın ilgili hisse senedinin getirisinde de bir azalmaya yol açacağı şeklinde yorumlanabilir. Buna karşın endeks getirisi ile hisse senedi getirisi arasında negatif bir korelasyon değeri ise ilgili hisse senedinde

endeksteki değişimin ters yönünde bir hareket olacağı şeklinde yorumlanabilir.

**Tablo 3.19. Hisse Senetlerinin Ocak 2000 ile Ekim 2006 Dönemleri
Arasında Gerçekleşen Ortalama Getiri Değerleri**

SENETLER	ORTALAMA GETİRİ
AKBNK	2,25
ARCLK	1,57
DYHOL	4,26
DOHOL	2,64
EREGL	1,83
ISCTR	2,07
GARAN	2,91
MGRS	1,63
KCHOL	1,78
SAHOL	1,02
TOASA	3,30
SISE	1,82
YKBNK	1,99
VESTL	0,47
TPRS	0,19
HURGZ	3,67
PTOFS	0,61
TCELL	1,42
AKGRT	2,02
FROTO	1,95

Tablo 3.19.'da Ocak 2000 ile Ekim 2006 dönemleri arasında hisse senetlerinin ortalama getiri değerleri verilmiştir. Tablo'ya göre altı yıllık dönemde en çok getiri sağlayan Doğan Yayın Holding hisseleri olmuştur. Hürriyet Gazetesi ve Tofaş Oto Sanayi ise öne çıkan diğer hisse senetleridir. En az getiri artışı sağlayanlar ise Tüpraş, Petrol Ofisi ve Vestel hisse senetleri olmuştur.

Tablo 3.20. Ocak 2000 ile Ekim 2006 Dönemleri Arasında Gerçekleşen Ortalama Getiri Değerlerine Göre Çözümlenen Portföy Sonuçlarının Karşılaştırılması

Model	Başlangıç Portföy Değeri (YTL)	Gerçekleşen Dönem Portföy Değeri (YTL)	Değişim (%)
<i>Doğrusal Programlama (DP)</i>	10000	35812	258
DP Alternatif 1	20000	78462	292
DP Alternatif 2	10000	32836	228
DP Alternatif 3	10000	39753	297
Ortalama			269
<i>Hedef Programlama (HP)</i>	10000	22005	120
HP Alternatif 1	50000	55462	10
HP Alternatif 2	10000	25292	153
HP Alternatif 3	10000	9591	-4
Ortalama			91
<i>Karesel Programlama (KP)</i>			
Eşit Getiri - Minimum Risk	10000	20708	107
%25 Getiri Artışı	10000	22194	122
%50 Getiri Artışı	10000	22890	129
%75 Getiri Artışı	11580	18240	57
Ortalama			104

**Tablo 3.21. Hisse Senetlerinin Kasım 2006 ile Temmuz 2007 Dönemleri
Arasında Gerçekleşen Getiri Değerleri**

SENETLER	DÖNEMLER									ORTALAMA GETİRİ
	2006 KASIM	2006 ARALIK	2007 OCAK	2007 ŞUBAT	2007 MART	2007 NİSAN	2007 MAYIS	2007 HAZİRAN	2007 TEMMUZ	
AKBNK	-2,40	4,88	4,65	0,54	2,20	8,11	-3,65	-20,88	20,41	1,54
ARCLK	-11,54	5,03	2,31	4,95	1,62	10,27	-43,72	-33,64	-0,91	-7,29
DYHOL	-7,27	-1,39	0,20	-9,23	13,84	0,00	13,13	-6,42	8,57	1,27
DOHOL	-59,36	-11,51	7,73	-8,40	7,41	11,59	14,29	-8,45	6,82	-4,43
EREGL	1,78	2,86	19,77	5,45	16,81	13,67	-44,74	-5,99	19,50	3,23
ISCTR	-35,64	5,69	3,88	-5,63	7,20	-1,50	-1,60	0,00	13,60	-1,56
GARAN	-9,06	-2,90	11,34	-4,42	23,76	7,20	13,28	1,42	20,81	6,83
MGRS	-7,88	20,39	6,32	-5,88	4,07	-11,48	19,62	13,51	-3,60	3,90
KCHOL	-12,63	10,00	8,11	-1,60	7,69	7,14	12,40	-29,17	13,21	1,68
SAHOL	-7,38	-0,89	3,54	-7,32	1,79	6,14	7,89	4,13	11,45	2,15
TOASA	4,60	-2,97	10,54	-3,67	1,92	17,48	5,88	0,00	0,00	3,75
SISE	9,83	-6,54	11,45	-1,72	0,95	-0,94	5,94	0,00	9,35	3,15
YKBNK	-9,93	-1,60	11,84	6,99	5,71	2,04	3,47	-2,70	32,88	5,41
VESTL	-6,15	0,00	-3,85	-1,13	7,93	-0,57	2,92	-12,00	3,82	-1,00
TPRS	-2,83	0,41	2,88	5,83	22,77	-8,20	14,68	0,00	0,79	4,04
HURGZ	24,55	-5,15	11,29	-9,35	6,19	-12,38	8,79	-8,63	9,89	2,80
PTOFS	-3,81	-9,31	8,48	17,00	8,18	4,31	14,29	-20,59	1,82	2,26
TCELL	-12,82	7,52	13,77	-10,63	-1,39	9,35	16,45	-3,43	1,67	2,28
AKGRT	-11,57	0,00	10,28	-4,13	18,10	-5,15	14,96	-2,72	20,53	4,48
FROTO	7,62	0,88	19,64	-10,37	0,00	-3,31	12,07	-4,72	4,07	2,88

Tablo 3.21.'e göre ilgili dönemde en çok getiri sağlayan Garanti Bankası hisseleridir. Garanti Bankası hisseleri %6,83'lük bir kazanç

sağlamıştır. En çok kaybettiren ise Arçelik hisseleridir. Arçelik hisseleri %7,29'luk bir kayıp getirmiştir. Tablo 3.22'de senetlerin ortalama getirilerine göre sıralaması verilmiştir.

Tablo 3.22. Kasım 2006 ile Temmuz 2007 Dönemleri Arasında Gerçekleşen Ortalama Getiri Değerlerine Göre Hisse Senetlerinin Sıralaması

Senetler	Sıra No	Ortalama Getirileri
GARAN	1	6,83
YKBNK	2	5,41
AKGRT	3	4,48
TPRS	4	4,04
MGRS	5	3,90
TOASA	6	3,75
EREGL	7	3,23
SISE	8	3,15
FROTO	9	2,88
HURGZ	10	2,80
TCELL	11	2,28
PTOFS	12	2,26
SAHOL	13	2,15
KCHOL	14	1,68
AKBNK	15	1,54
DYHOL	16	1,27
VESTL	17	-1,00
ISCTR	18	-1,56
DOHOL	19	-4,43
ARCLK	20	-7,29

SONUÇ

Çalışmada çözümlenen portföy modelleri için modele alınan şirketlerin Ocak 2000 ile Ekim 2006 dönemleri arasındaki verileri kullanılmıştır. İlgili dönemde en çok getiri artışı sağlayan hisse senetleri Garanti Bankası, Yapı Kredi Bankası ve Aksigortadır. Bu şirketler bankacılık ve sigortacılık sektöründe yer almaktadır. İlgili dönemde, kaybettiren hisse senetleri ise Vestel, İş Bankası, Doğan Holding ve Arçelik'tir.

Tablo 3.23. Kasım 2006 ile Temmuz 2007 Dönemleri Arasında Gerçekleşen Ortalama Getiri Değerlerine Göre Çözümlenen Portföy Sonuçlarının Karşılaştırılması

Model	Başlangıç Portföy Değeri (YTL)	Test Dönemi Portföy Değeri (YTL)	Değişim (%)
<i>Doğrusal Programlama (DP)</i>	10000	35570	256
DP Alternatif 1	20000	48270	141
DP Alternatif 2	10000	34370	244
DP Alternatif 3	10000	22270	123
Ortalama			191
<i>Hedef Programlama (HP)</i>	10000	-12230	-222
HP Alternatif 1	50000	200920	302
HP Alternatif 2	10000	-38560	-486
HP Alternatif 3	10000	38281	283
Ortalama			-31
<i>Karesel Programlama (KP)</i>			
Eşit Getiri - Minimum Risk	10000	32829	228
%25 Getiri Artışı	10000	28296	183
%50 Getiri Artışı	10000	22918	129
%75 Getiri Artışı	11580	14707	27
Ortalama			142

Hangi modelin optimum çözümü verdiğini bulmak için Kasım 2006 ile Temmuz 2007 dönemleri için şirketlerin getiri değerleri hesaplanmıştır. Bulunan çözüm sonuçlarının bu gerçekleşen dönemdeki değerlerle ne kadar örtüştüğüne bakılmıştır.

Çalışmada oluşturulmuş olan modeller için kullanılan kısıtlayıcı koşullar ve karar değişkenleri modern portföy kuramının varsayımlarını sağlamaktadır. Ayrıca seçilen modellere bağlı olarak tanımlanmış olan programlama kısıtlarının geçerliliğinin sağlanması esastır.

Finansal teori çerçevesinde modellere alternatifler oluşturulmuştur. Bu alternatif modellerde getiri artışı hedeflenmiştir. Bu alternatiflerde, daha fazla risk üstlenilmesi, bütçe kısıtını arttırma, hisse senetlerinde sektörel çeşitlendirmeye gitme ve endeksten daha fazla bir getiri elde etme durumlarında portföylerin getirilerindeki değişim incelenmiştir.

Tablo 3.23’de çalışmada çözümlenen tüm modeller ile test döneminde aynı şirketlerin gerçekleşen getirileri kullanılarak portföylerin getirilerindeki (%) değişim oranları karşılaştırılmıştır. Tez çalışmasının amacı alternatif yaklaşımlar içinden en uygun olanları belirlemektir.

Buna göre, en yüksek getiri çok amaçlı hedef programlamasının bazı alternatif modelleri için sağlanmıştır. Bunu tek bir amaç fonksiyonunu en iyilemeyi amaçlayan doğrusal programlama modelleri izlemiştir. Son olarak ise karesel programlama modeli gelmektedir.

Elde edilen modeller tek tek incelendiğinde; Doğrusal programlama modelleri içinde ilk tanımlanan model en yüksek getiriye sağlamıştır. Bütçe kısıtını değiştirmek bu model üzerinde olumlu bir katkı sağlamamıştır. Riski arttıran alternatifin de getiriye attırmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Daha fazla risk daha fazla getiri sağlamamaktadır. Finans teorisinin aksine bir sonuç ortaya çıkmıştır. Son alternatifte ise sektörel çeşitlendirme yapılmıştır.

Yatırımcının elindeki fonu sektörlere paylaştırmasının ona daha fazla bir getiri artışı sağlayıp sağlamayacağı araştırılmıştır. Ama sektörel çeşitlendirme alternatifi de beklenen getiri artış etkisi yapmamıştır.

Birden çok amacı uzlaşık olarak sağlamayı hedefleyen hedef programlamasına dayalı portföy modelleri sonuçları incelendiğinde; doğrusal programlama modeli ile bulunan sonuçların tam aksine bütçe kısıtını arttırmak en olumlu katkıyı sağlayan seçenek olarak bulunmuştur. Bunu getiriye arttırma seçeneği izlemiştir. Riski arttırmak seçeneği ise portföyde önemli kayıba yol açmıştır. Yani yatırımcının daha fazla getiri elde etmek için daha fazla riski göze alması onun için bir kazanç sağlamazken önemli ölçüde kayıba neden olmuştur.

Son olarak riski en küçüklemeyi amaçlayan karesel programlama modeli çözüm sonuçları incelendiğinde; endeks getirisine eşit getiri sağlayan buna karşın en az seviyede risk üstlenen model çözümünün en iyi olduğu görülmüştür. Karesel programlama ile oluşturulan portföy modellerinde getiriye arttırmak üzerine kurulu olan alternatif senaryolar getirideki artışa paralel hem üstlenilen riski arttırmış hem de arzu edilen getiri artışı sağlanamamıştır.

Matematiksel programlama tabanlı üç farklı alternatif portföy modeli sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde; ister getiri en büyüklemesi isterse de risk en küçüklemesi şeklinde modellenen tek amaçlı modellerin çok amaçlı modellere göre daha olumlu sonuçlar ortaya çıkardığı bulunmuştur. Çok amaçlı modeller daha yüksek getiri sağlayabilmektedir ama eğer model çok iyi tanımlanamaz ise ya da amaçlar doğru şekilde belirlenemez ise getiri (kazanç) yerine götürü (kayıp) ile karşılaşılabilir.

Yatırımcının davranış yapısı, oluşturacağı portföy için hangi alternatif yaklaşımı benimsemesi gerektiği konusunda belirleyicidir. Riski seven ve risk üstlenmeyi göze alan yatırımcı tipi için doğrusal programlama tabanlı

modeller uygun iken, bütçe kısıtı olmayan ve getiri artışı hedefleyen yatırımcı tipi için hedef programlama tabanlı modeller daha uygundur. Riskten kaçınan, en az risk üstlenerek elde edebileceği en yüksek getiriyi kabul edebilecek yatırımcı tipi için ise karesel programlama tabanlı modeller daha uygun olacaktır.

Yapılan çalışmada gerçekleşen dönemdeki (Ocak 2000 – Ekim 2006) modeller yatırımcı için bir kanıt niteliğindedir. Bu modeller yardımıyla İMKB-30 endeksi içerisindeki şirketlerin Kasım 2006 – Temmuz 2007 aralığını kapsayan test dönemindeki getiri değerleri kullanılarak yatırımcı için optimum çözüm aynı anda birden çok amacı gerçekleştirmeyi sağlayan hedef programlamasının birinci ve üçüncü alternatif modellerinde elde edilmiştir.

Görüldüğü gibi farklı imkanlara sahip, farklı kısıtlar ve amaçlar altında portföy yatırımında bulunan yatırımcılar için hazır (kalıp) bir portföy modeli oluşturulması mümkün olmamaktadır. Sonuç olarak her yatırımcının kendi durumlarına (olanakları) bakarak kendisi için en uygun matematiksel programlama tabanlı modeli seçmesi amaçlarına ulaşmasında yatırımcıya yol gösterecektir sonucuna ulaşılmıştır.

KAYNAKÇA

AKIN, Besim, ZEREN, Esen; **Doğrusal Olmayan Programlama ve İstatistiksel Yöntemlerin Portföy Seçim Problemine Uygulanması**, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 1998.

AKGÜÇ, Öztin; **Finansal Yönetim**, İstanbul, Genişletilmiş Muhasebe Enstitüsü Yayınları, 2000.

AKMUT, Özdemir; **Sermaye Piyasası Analizleri ve Portföy Yönetimi**, Ankara, 1989.

ATAN, Murat, 9.Ulusal Finans Sempozyumu; “Stratejik Finans”, Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Kapadokya, Nevşehir, 2005, s.316-324.

BAĞCI, Hamdi; “Enflasyon ve Endeksleme”, **Sermaye Piyasası Kurulu Denetleme Dairesi Araştırma Raporu**, Ankara, 1990, s. 10.

BAKIR, Mehmet Akif, ALTUNKAYNAK, Bülent; **Tamsayılı Programlama Teori Modeller ve Algoritmalar**, Ankara, Nobel Yayınları, 2003.

BOLAK, Mehmet; **Finansman**, İstanbul, İTÜ Matbaası, 1990.

BOLAK, Mehmet; **Sermaye Piyasası – Menkul Kıymetler ve Portföy Analizi**, İstanbul, Beta Basım, 4. Baskı, 2001.

CEYLAN, Ali; **İşletmelerde Finansal Yönetim**, Bursa, Ekin Kitabevi, 2003.

CEYLAN, Ali, KORKMAZ, Turhan; **Sermaye Piyasası ve Menkul Değerler Analizi**, İstanbul, Ekin Kitabevi, 3. Baskı, 2006.

CHANG, Yih-Long; **Win QSB**, Version 2.0, U.S.A., 2003.

CUTHBERTSON, Keith; **Quantitative Financial Economics**, Stocks, Bonds and Foreign Exchange, John Wiley & Sons, West Sussex, England, 1996.

ÇEVİK, Serkan, AŞUT, Mahir, “Oyunun Kuralları: Hisse Senedi Fiyatları Faiz Oranlarıyla Ters Orantılıdır: Zıt Kardeşler”, **Para Dergisi**, 37.Sayı, 1990, s. 62-63.

ERTUNA, İbrahim Özer; **Yatırım ve Portföy Analizi**, İstanbul, Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, 1991.

ESİN, Alptekin; **Yöneylem Araştırmalarında Yararlanılan Karar Yöntemleri**, Ankara, Gazi Kitabevi, 4. Baskı, 2003.

FETTAHOĞLU, Abdurrahman; **Menkul Değerler Yönetimi**, İstanbul, Rengin Matbaası, 2003.

GÖKÇE Alp, CURA Tunçhan, “İMKB Hisse Senedi Piyasalarında İyi Çeşitlendirilmiş Portföy Büyüklüğünün Araştırılması”, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi, **İşletme İktisadi Enstitüsü Dergisi**, Sayı 44, Şubat, 2003.

HALAÇ, Osman; **Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Araştırması)**, İstanbul, Alfa Basım, 1995.

KARAN, Baha; **Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi**, Ankara, Gazi Kitabevi, 2001.

KARAŞİN, Gültekin; **Sermaye Piyasası Analizleri**, Ankara, Sermaye Piyasası Kurulu Yayınları, 1991.

KILIÇ, Saim; **Türkiye’ deki Yatırım Performanslarının Değerlendirilmesi**, İstanbul, Mart Matbaacılık, 2002.

KONURALP, Gürel; **Sermaye Piyasaları, Analizler, Kuramlar ve Portföy Yönetimi**, İstanbul, Alfa Yayınları, 2001.

KÖSE, Ergül; **Doğrusal Olmayan Programlama Yöntemlerinden Kuadratik Programlama ile İMKB 30’da Portföy Oluşturma Uygulaması**, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2001.

KÜÇÜKKOCAOĞLU, Güray; “Optimal Portföyün Seçimi ve İMKB Ulusal 30 Endeksi Üzerine bir Uygulama”, **Active Bankacılık ve Finans Dergisi** 26, 2002.

MOY, Ronald; “Portfolio Performance: Illustrations from Morningstar”, **Journal of Education for Business**, Vol.77, No.4, 2002,s. 226

ÖZDEMİR, Erhan, TURAN, Gökhan; Birleşik Amaç Fonksiyonlu Portföy Seçimi Modelinin İMKB-30 Endeksine Uygulanması, Ankara, 2003. (Erişim) <http://www.ufuk.edu.tr/kutupweb/borsa.htm>

ÖZTÜRK, Ahmet; **Yöneylem Araştırması**, Bursa, Ekin Kitabevi Yayınları, 6. Baskı, 1997.

SARIKAMIŞ, Cevat; **Sermaye Pazarları**, İstanbul, Alfa Dağıtım, 1994.

Sermaye Piyasaları ve Borsa Temel Bilgiler Kılavuzu, İMKB Yayınları, 14. Basım, İstanbul, 2000.

SUCU, Meral, **Doğrusal Programlama**, Hacettepe Üniversitesi İstatistik Bölümü, Ankara, Bizim Büro Kitabevi, 1996.

ŞAKAR, Ünal; **Araçları, Kurumları ve İşleyişi ile Sermaye Piyasası**, Eskişehir , Anadolu Üniversitesi Yayınları, 1997.

ŞENSOY, Derya; **Hisse Senedi Portföyünün Yönetimi ve İMKB’de bir Uygulama**, Doktora Tezi, İstanbul, 1996.

TAHA, Hamdy; **Yöneylem Araştırması**, Çevirenler: Alp Baray, Şakir Esnaf, İstanbul, Literatür Yayınları, 1996.

TEZİŞ, Füsun; “Hisse Senedi Yatırımlarında Risk Türleri”, **Para ve Sermaye Piyasası Dergisi 98**, 1987, s. 31.

ULUCAN, Aydın; “Markowitz Kuadratik Programlama ile Portföy Seçim Modelinin Sermaye Piyasasında Endeks ile Aynı Risk-Getiri Yapısına Sahip Portföyün Elde Edilmesinde Kullanımı”, **Hacettepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi**, Cilt:20, Sayı 2, 2002.

ULUCAN, Aydın; **Yöneylem Araştırması Uygulamalı Bilgisayar Destekli Modelleme**, Ankara, Hacettepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Yayın No: 29, 2004.

YENİTEPE, Feyzullah; **Nonlineer Programlama Yöntemlerinden Kuadratik Programlama ile Portföy Optimizasyonu Uygulaması**, Y.Lisans Tezi, İstanbul, 2000.

EKLER

Ek-1. Fiyat Endekslerinin Kapanış Değerleri

FİYAT ENDEKSLERİNİN KAPANIŞ DEĞERLERİ					
	ULUSAL-100	ULUSAL-50	ULUSAL-30	ULUSAL-TÜM	ULUSAL-SINAI
	YTL Bazlı	YTL Bazlı	YTL Bazlı	YTL Bazlı	YTL Bazlı
	<u>(Ocak 1986=1)</u>	<u>(28.12.99=15208.78)</u>	<u>(27.12.96=976)</u>	<u>(27.12.96=976)</u>	<u>(31.12.90=33)</u>
2000	9.437,21	9.267,51	11.909,72	8.884,92	6.954,99
Ocak	16.714,95	16.373,99	20.499,55	15.821,75	11.725,21
Şubat	15.945,93	15.832,15	19.999,17	15.014,40	11.027,98
Mart	15.920,10	15.759,61	19.864,83	15.054,95	11.183,62
Nisan	19.205,71	18.979,50	23.829,20	18.097,90	13.833,35
Mayıs	16.206,42	15.961,63	20.194,70	15.398,98	11.581,21
Haziran	14.466,12	14.270,47	18.093,22	13.792,77	10.749,21
Temmuz	13.870,23	13.589,33	17.205,93	13.197,22	10.346,14
Ağustos	13.132,06	12.827,83	16.120,73	12.484,27	10.027,03
Eylül	11.350,30	11.035,93	13.949,39	10.847,83	8.913,77
Ekim	13.538,44	13.219,92	16.830,16	12.834,65	10.383,88
Kasım	8.747,68	8.533,08	10.787,60	8.307,95	7.088,18
Aralık	9.437,21	9.267,51	11.909,72	8.884,92	6.954,99
2001	13.782,76	13.605,85	17.516,43	13.055,34	11.413,44
Ocak	10.685,07	10.558,22	13.677,95	9.998,94	7.504,16
Şubat	8.791,60	8.767,54	11.355,65	8.173,85	6.579,43
Mart	8.022,72	7.891,84	10.177,57	7.578,87	6.395,44
Nisan	12.367,36	12.226,95	15.848,51	11.575,89	9.538,18
Mayıs	10.879,83	10.745,45	13.939,59	10.234,90	8.286,10
Haziran	11.204,24	11.058,32	14.225,00	10.588,16	8.702,96
Temmuz	9.914,61	9.750,14	12.514,07	9.433,52	8.311,43
Ağustos	9.878,88	9.717,87	12.484,58	9.431,17	8.603,24
Eylül	7.625,87	7.565,77	9.812,42	7.329,26	7.068,90

Ekim	9.848,76	9.717,77	12.551,69	9.440,25	9.139,28
Kasım	11.633,93	11.464,15	14.771,92	11.089,17	10.056,85
Aralık	13.782,76	13.605,85	17.516,43	13.055,34	11.413,44
2002	10.369,92	10.165,35	12.886,20	10.086,54	9.888,71
Ocak	13.252,32	13.045,11	16.776,91	12.611,33	11.095,57
Şubat	11.055,67	10.889,53	14.030,07	10.584,39	9.445,89
Mart	11.679,43	11.540,30	14.898,56	11.137,40	9.427,08
Nisan	11.441,50	11.298,41	14.569,40	10.941,68	9.371,75
Mayıs	10.413,70	10.303,39	13.305,61	10.001,64	8.764,79
Haziran	9.379,92	9.256,29	11.891,03	9.098,74	8.850,68
Temmuz	10.236,46	10.085,02	12.886,09	9.917,24	9.883,96
Ağustos	9.547,30	9.342,64	11.805,97	9.318,16	9.386,96
Eylül	8.842,24	8.649,54	10.918,49	8.609,65	8.531,86
Ekim	10.251,92	10.035,12	12.734,36	9.960,07	9.847,60
Kasım	13.300,40	13.012,53	16.538,31	12.870,46	12.519,81
Aralık	10.369,92	10.165,35	12.886,20	10.086,54	9.888,71
2003	18.625,02	18.594,76	24.310,03	17.715,57	16.299,23
Ocak	11.032,03	10.813,50	13.742,43	10.743,08	10.701,87
Şubat	11.574,44	11.362,79	14.439,06	11.256,97	11.118,73
Mart	9.475,09	9.259,70	11.776,46	9.298,48	9.692,32
Nisan	11.509,95	11.217,05	14.123,13	11.297,84	12.061,89
Mayıs	11.381,42	11.110,23	13.989,06	11.126,22	11.850,38
Haziran	10.884,43	10.651,13	13.518,33	10.633,07	10.944,97
Temmuz	10.572,04	10.399,43	13.236,65	10.316,54	10.683,53
Ağustos	11.611,84	11.496,50	14.686,86	11.262,59	11.555,39
Eylül	13.055,90	13.009,18	16.736,33	12.561,63	12.474,24
Ekim	15.754,34	15.747,78	20.431,73	15.014,19	14.188,35
Kasım	14.617,53	14.551,83	18.764,66	13.984,73	13.238,18
Aralık	18.625,02	18.594,76	24.310,03	17.715,57	16.299,23
2004	24.971,68	24.988,27	32.152,87	23.856,96	20.885,47
Ocak	17.259,25	17.190,99	22.370,50	16.498,20	15.338,69
Şubat	18.889,20	18.846,35	24.472,50	17.985,94	16.490,67

Mart	20.190,83	20.062,37	25.899,00	19.268,76	18.048,52
Nisan	18.022,69	17.828,55	22.584,09	17.337,95	16.651,83
Mayıs	17.081,08	16.907,27	21.508,91	16.415,60	15.629,69
Haziran	17.967,60	17.900,48	23.011,65	17.155,74	15.592,20
Temmuz	19.380,86	19.370,98	24.883,79	18.568,90	17.141,14
Ağustos	20.218,37	20.166,33	25.923,44	19.301,20	18.179,90
Eylül	21.953,52	21.884,89	28.026,37	20.969,47	19.746,68
Ekim	22.899,89	22.806,60	29.321,16	22.044,87	20.836,12
Kasım	22.486,20	22.392,50	28.798,97	21.640,61	20.162,66
Aralık	24.971,68	24.988,27	32.152,87	23.856,96	20.885,47
2005	39.777,70	39.423,44	50.467,53	38.473,03	31.140,59
Ocak	27.330,35	27.170,51	34.770,44	26.183,96	22.687,68
Şubat	28.396,17	28.305,29	36.256,86	27.213,29	23.135,28
Mart	25.557,76	25.490,37	32.560,27	24.589,40	21.646,66
Nisan	23.591,64	23.717,57	30.319,42	22.641,60	19.100,54
Mayıs	25.236,48	25.269,91	32.325,14	24.223,90	20.041,86
Haziran	26.957,32	26.973,96	34.473,76	25.864,40	21.888,05
Temmuz	29.615,29	29.530,89	37.806,83	28.455,23	23.471,66
Ağustos	30.908,02	30.897,37	39.739,74	29.690,03	24.249,55
Eylül	33.333,23	33.307,29	42.939,38	31.970,52	26.336,25
Ekim	31.963,99	31.852,66	40.789,03	30.784,52	25.262,05
Kasım	38.088,65	38.037,39	48.930,72	36.527,51	28.808,22
Aralık	39.777,70	39.423,44	50.467,53	38.473,03	31.140,59
2006	39.117,46	38.834,76	48.551,38	38.355,48	30.896,67
Ocak	44.590,22	44.411,97	56.988,75	42.996,23	33.603,25
Şubat	47.015,88	46.565,25	59.676,14	45.593,40	34.949,23
Mart	42.911,32	42.513,02	54.066,94	41.709,79	32.961,91
Nisan	43.880,43	43.486,08	55.190,84	42.719,04	34.024,24
Mayıs	38.132,21	37.863,34	47.916,32	37.366,32	30.264,70

Ek-2. Doğrusal Programlama Modelinin Çözüm Çıktıları

Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
X1	0	2,2570	0	-0,6570	at bound	-M	2,9140
X2	0	1,5750	0	-1,7330	at bound	-M	3,3080
X3	3.500,0000	4,2650	14.927,5000	0	basic	3,6760	M
X4	0	2,6420	0	-1,6230	at bound	-M	4,2650
X5	0	1,8310	0	-1,4770	at bound	-M	3,3080
X6	0	2,0780	0	-0,8360	at bound	-M	2,9140
X7	2.500,0000	2,9140	7.285,0000	0	basic	2,2570	4,2650
X8	0	1,6360	0	-2,0400	at bound	-M	3,6760
X9	0	1,7890	0	-2,4760	at bound	-M	4,2650
X10	0	1,0210	0	-3,2440	at bound	-M	4,2650
X11	3.000,0000	3,3080	9.924,0000	0	basic	1,9510	4,2650
X12	0	1,8200	0	-1,4880	at bound	-M	3,3080
X13	0	1,9930	0	-0,9210	at bound	-M	2,9140
X14	0	0,4700	0	-2,8380	at bound	-M	3,3080
X15	0	0,1920	0	-3,1160	at bound	-M	3,3080
X16	1.000,0000	3,6760	3.676,0000	0	basic	1,6360	4,2650
X17	0	0,6160	0	-2,6920	at bound	-M	3,3080
X18	0	1,4270	0	-2,2490	at bound	-M	3,6760
X19	0	2,0220	0	-0,8920	at bound	-M	2,9140
X20	0	1,9510	0	-1,3570	at bound	-M	3,3080
Objective	Function	(Max.) =	35.812,5000				
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
C1	10.000,0000	<=	10.000,0000	0	4,2650	9.000,0000	M
C2	10.000,0000	>=	2.363,0000	7.637,0000	0	-M	10.000,0000
C3	6.000,0000	>=	2.500,0000	3.500,0000	0	-M	6.000,0000
C4	4.000,0000	<=	5.000,0000	1.000,0000	0	4.000,0000	M
C5	2.500,0000	>=	2.500,0000	0	-1,3510	0	3.500,0000
C6	3.500,0000	>=	2.500,0000	1.000,0000	0	-M	3.500,0000
C7	3.000,0000	>=	3.000,0000	0	-0,9570	0	4.000,0000
C8	1.000,0000	>=	1.000,0000	0	-0,5890	0	2.000,0000

Ek-3. Doğrusal Programlama Alternatif Model 1 Çözüm Çıktıları

Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
X1	0	2,2570	0	-0,6570	at bound	-M	2,9140
X2	0	1,5750	0	-1,7330	at bound	-M	3,3080
X3	13.500,0000	4,2650	57.577,5000	0	basic	3,6760	M
X4	0	2,6420	0	-1,6230	at bound	-M	4,2650
X5	0	1,8310	0	-1,4770	at bound	-M	3,3080
X6	0	2,0780	0	-0,8360	at bound	-M	2,9140
X7	2.500,0000	2,9140	7.285,0000	0	basic	2,2570	4,2650
X8	0	1,6360	0	-2,0400	at bound	-M	3,6760
X9	0	1,7890	0	-2,4760	at bound	-M	4,2650
X10	0	1,0210	0	-3,2440	at bound	-M	4,2650
X11	3.000,0000	3,3080	9.924,0000	0	basic	1,9510	4,2650
X12	0	1,8200	0	-1,4880	at bound	-M	3,3080
X13	0	1,9930	0	-0,9210	at bound	-M	2,9140
X14	0	0,4700	0	-2,8380	at bound	-M	3,3080
X15	0	0,1920	0	-3,1160	at bound	-M	3,3080
X16	1.000,0000	3,6760	3.676,0000	0	basic	1,6360	4,2650
X17	0	0,6160	0	-2,6920	at bound	-M	3,3080
X18	0	1,4270	0	-2,2490	at bound	-M	3,6760
X19	0	2,0220	0	-0,8920	at bound	-M	2,9140
X20	0	1,9510	0	-1,3570	at bound	-M	3,3080
Objective	Function	(Max.) =	78.462,5000				
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
C1	20.000,0000	=	20.000,0000	0	4,2650	9.000,0000	M
C2	20.000,0000	>=	2.363,0000	17.637,0000	0	-M	20.000,0000
C3	16.000,0000	>=	2.500,0000	13.500,0000	0	-M	16.000,0000
C4	4.000,0000	<=	5.000,0000	1.000,0000	0	4.000,0000	M
C5	2.500,0000	>=	2.500,0000	0	-1,3510	0	13.500,0000
C6	13.500,0000	>=	2.500,0000	11.000,0000	0	-M	13.500,0000
C7	3.000,0000	>=	3.000,0000	0	-0,9570	0	4.000,0000
C8	1.000,0000	>=	1.000,0000	0	-0,5890	0	2.000,0000

Ek-4. Doğrusal Programlama Alternatif Model 2 Çözüm Çıktıları

Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
X1	0	2,2570	0	-2,1450	at bound	-M	4,4020
X2	0	1,5750	0	-0,2450	at bound	-M	1,8200
X3	3.500,0000	4,2650	14.927,5000	0	basic	2,9140	M
X4	0	2,6420	0	-1,6230	at bound	-M	4,2650
X5	0	1,8310	0	-1,4770	at bound	-M	3,3080
X6	0	2,0780	0	-0,8360	at bound	-M	2,9140
X7	2.500,0000	2,9140	7.285,0000	0	basic	2,0780	4,2650
X8	0	1,6360	0	-2,0400	at bound	-M	3,6760
X9	0	1,7890	0	-2,4760	at bound	-M	4,2650
X10	0	1,0210	0	-4,7320	at bound	-M	5,7530
X11	1.000,0000	3,3080	3.308,0000	0	basic	1,9510	M
X12	2.000,0000	1,8200	3.640,0000	0	basic	1,5750	3,3080
X13	0	1,9930	0	-0,9210	at bound	-M	2,9140
X14	0	0,4700	0	-2,8380	at bound	-M	3,3080
X15	0	0,1920	0	-3,1160	at bound	-M	3,3080
X16	1.000,0000	3,6760	3.676,0000	0	basic	1,6360	5,7530
X17	0	0,6160	0	-2,6920	at bound	-M	3,3080
X18	0	1,4270	0	-2,2490	at bound	-M	3,6760
X19	0	2,0220	0	-0,8920	at bound	-M	2,9140
X20	0	1,9510	0	-1,3570	at bound	-M	3,3080
Objective	Function	(Max.) =	32.836,5000				
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
C1	10.000,0000	=	10.000,0000	0	4,2650	9.000,0000	M
C2	10.000,0000	>=	2.363,0000	7.637,0000	0	-M	10.000,0000
C3	8.000,0000	>=	5.000,0000	3.000,0000	0	-M	8.000,0000
C4	2.000,0000	<=	2.000,0000	0	1,4880	1.000,0000	4.000,0000
C5	2.500,0000	>=	2.500,0000	0	-1,3510	0	3.500,0000
C6	3.500,0000	>=	2.500,0000	1.000,0000	0	-M	3.500,0000
C7	3.000,0000	>=	3.000,0000	0	-2,4450	1.000,0000	4.000,0000
C8	1.000,0000	>=	1.000,0000	0	-2,0770	0	2.000,0000

Ek-5. Doğrusal Programlama Alternatif Model 3 Çözüm Çıktıları

Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
X1	0	2,2570	0	-0,6570	at bound	-M	2,9140
X2	0	1,5750	0	-1,7330	at bound	-M	3,3080
X3	7.000,0000	4,2650	29.855,0000	0	basic	3,6760	M
X4	0	2,6420	0	-1,6230	at bound	-M	4,2650
X5	0	1,8310	0	-1,4770	at bound	-M	3,3080
X6	0	2,0780	0	-0,8360	at bound	-M	2,9140
X7	1.000,0000	2,9140	2.914,0000	0	basic	2,2570	4,2650
X8	0	1,6360	0	-2,0400	at bound	-M	3,6760
X9	0	1,7890	0	-2,4760	at bound	-M	4,2650
X10	0	1,0210	0	-3,2440	at bound	-M	4,2650
X11	1.000,0000	3,3080	3.308,0000	0	basic	1,9510	4,2650
X12	0	1,8200	0	-1,4880	at bound	-M	3,3080
X13	0	1,9930	0	-0,9210	at bound	-M	2,9140
X14	0	0,4700	0	-2,8380	at bound	-M	3,3080
X15	0	0,1920	0	-3,1160	at bound	-M	3,3080
X16	1.000,0000	3,6760	3.676,0000	0	basic	1,6360	4,2650
X17	0	0,6160	0	-2,6920	at bound	-M	3,3080
X18	0	1,4270	0	-2,2490	at bound	-M	3,6760
X19	0	2,0220	0	-0,8920	at bound	-M	2,9140
X20	0	1,9510	0	-1,3570	at bound	-M	3,3080
Objective	Function	(Max.) =	39.753,0000				
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
C1	10.000,0000	=	10.000,0000	0	4,2650	9.000,0000	M
C2	10.000,0000	>=	2.363,0000	7.637,0000	0	-M	10.000,0000
C3	8.000,0000	>=	5.000,0000	3.000,0000	0	-M	8.000,0000
C4	2.000,0000	<=	2.000,0000	0	0	2.000,0000	M
C5	1.000,0000	>=	1.000,0000	0	-1,3510	0	2.000,0000
C6	7.000,0000	>=	6.000,0000	1.000,0000	0	-M	7.000,0000
C7	1.000,0000	>=	1.000,0000	0	-0,9570	0	1.000,0000
C8	1.000,0000	>=	1.000,0000	0	-0,5890	0	1.000,0000

Ek-6. Hedef Programlama Modeli Çözüm Çıktıları

Goal Level	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit $c(j)$	Total Contribution	Reduced Cost
G1	X2	0	0	0	0
G1	X3	0	0	0	0
G1	X4	5.000,00	0	0	0
G1	X6	0	0	0	0
G1	X7	0	0	0	0
G1	X9	0	0	0	0
G1	X12	0	0	0	0
G1	X13	0	0	0	0
G1	X19	0	0	0	0
G1	X1	2.000,00	0	0	0
G1	X5	0	0	0	0
G1	X8	0	0	0	0
G1	X10	0	0	0	0
G1	X11	0	0	0	0
G1	X14	0	0	0	0
G1	X15	0	0	0	0
G1	X16	0	0	0	0
G1	X17	0	0	0	0
G1	X18	3.000,00	0	0	0
G1	X20	0	0	0	0
G1	n1	0	1,00	0	1,00
G1	p1	0	1,00	0	1,00
G1	n2	0	0	0	0
G1	p2	0	0	0	0
G1	n3	0	0	0	0
G1	p3	0	0	0	0
G1	n4	0	0	0	0
G1	p4	0	0	0	0
G1	n5	0	0	0	0
G1	p5	0	0	0	0
G1	n6	0	0	0	0
G1	p6	0	0	0	0
G2	X2	0	0	0	0
G2	X3	0	0	0	0
G2	X4	5.000,00	0	0	0

G2	X6	0	0	0	0
G2	X7	0	0	0	0
G2	X9	0	0	0	0
G2	X12	0	0	0	0
G2	X13	0	0	0	0
G2	X19	0	0	0	0
G2	X1	2.000,00	0	0	0
G2	X5	0	0	0	0
G2	X8	0	0	0	0
G2	X10	0	0	0	0
G2	X11	0	0	0	0
G2	X14	0	0	0	0
G2	X15	0	0	0	0
G2	X16	0	0	0	0
G2	X17	0	0	0	0
G2	X18	3.000,00	0	0	0
G2	X20	0	0	0	0
G2	n1	0	0	0	0
G2	p1	0	0	0	0
G2	n2	0	0	0	0
G2	p2	0	1,00	0	1,00
G2	n3	0	0	0	0
G2	p3	0	0	0	0
G2	n4	0	0	0	0
G2	p4	0	0	0	0
G2	n5	0	0	0	0
G2	p5	0	0	0	0
G2	n6	0	0	0	0
G2	p6	0	0	0	0
G3	X2	0	0	0	0
G3	X3	0	0	0	0
G3	X4	5.000,00	0	0	0
G3	X6	0	0	0	0
G3	X7	0	0	0	0
G3	X9	0	0	0	0
G3	X12	0	0	0	0
G3	X13	0	0	0	0
G3	X19	0	0	0	0
G3	X1	2.000,00	0	0	0
G3	X5	0	0	0	0
G3	X8	0	0	0	0
G3	X10	0	0	0	0
G3	X11	0	0	0	0
G3	X14	0	0	0	0
G3	X15	0	0	0	0

G3	X16	0	0	0	0
G3	X17	0	0	0	0
G3	X18	3.000,00	0	0	0
G3	X20	0	0	0	0
G3	n1	0	0	0	0
G3	p1	0	0	0	0
G3	n2	0	0	0	0
G3	p2	0	0	0	0
G3	n3	0	0	0	0
G3	p3	0	1,00	0	1,00
G3	n4	0	0	0	0
G3	p4	0	0	0	0
G3	n5	0	0	0	0
G3	p5	0	0	0	0
G3	n6	0	0	0	0
G3	p6	0	0	0	0
G4	X2	0	0	0	0
G4	X3	0	0	0	0
G4	X4	5.000,00	0	0	0
G4	X6	0	0	0	0
G4	X7	0	0	0	0
G4	X9	0	0	0	0
G4	X12	0	0	0	0
G4	X13	0	0	0	0
G4	X19	0	0	0	0
G4	X1	2.000,00	0	0	0
G4	X5	0	0	0	0
G4	X8	0	0	0	0
G4	X10	0	0	0	0
G4	X11	0	0	0	0
G4	X14	0	0	0	0
G4	X15	0	0	0	0
G4	X16	0	0	0	0
G4	X17	0	0	0	0
G4	X18	3.000,00	0	0	0
G4	X20	0	0	0	0
G4	n1	0	0	0	0
G4	p1	0	0	0	0
G4	n2	0	0	0	0
G4	p2	0	0	0	0
G4	n3	0	0	0	0
G4	p3	0	0	0	0
G4	n4	0	1,00	0	1,00
G4	p4	0	0	0	0
G4	n5	0	0	0	0
G4	p5	0	0	0	0

G4	n6	0	0	0	0
G4	p6	0	0	0	0
G5	X2	0	0	0	0
G5	X3	0	0	0	0
G5	X4	5.000,00	0	0	0
G5	X6	0	0	0	0
G5	X7	0	0	0	0
G5	X9	0	0	0	0
G5	X12	0	0	0	0
G5	X13	0	0	0	0
G5	X19	0	0	0	0
G5	X1	2.000,00	0	0	0
G5	X5	0	0	0	0
G5	X8	0	0	0	0
G5	X10	0	0	0	0
G5	X11	0	0	0	0
G5	X14	0	0	0	0
G5	X15	0	0	0	0
G5	X16	0	0	0	0
G5	X17	0	0	0	0
G5	X18	3.000,00	0	0	0
G5	X20	0	0	0	0
G5	n1	0	0	0	0
G5	p1	0	0	0	0
G5	n2	0	0	0	0
G5	p2	0	0	0	0
G5	n3	0	0	0	0
G5	p3	0	0	0	0
G5	n4	0	0	0	0
G5	p4	0	0	0	0
G5	n5	0	0	0	0
G5	p5	0	1,00	0	1,00
G5	n6	0	0	0	0
G5	p6	0	0	0	0
G6	X2	0	0	0	0
G6	X3	0	0	0	0
G6	X4	5.000,00	0	0	0
G6	X6	0	0	0	0
G6	X7	0	0	0	0
G6	X9	0	0	0	0
G6	X12	0	0	0	0
G6	X13	0	0	0	0
G6	X19	0	0	0	0
G6	X1	2.000,00	0	0	0
G6	X5	0	0	0	0
G6	X8	0	0	0	0

X10	0	0	0	0					
X11	0	0	0	0					
X14	0	0	0	0					
X15	0	0	0	0					
X16	0	0	0	0					
X17	0	0	0	0					
X18	3.000,00	0	0	0					
X20	0	0	0	0					
n1	0	0	0	0					
p1	0	0	0	0					
n2	0	0	0	0					
p2	0	0	0	0					
n3	0	0	0	0					
p3	0	0	0	0					
n4	0	0	0	0					
p4	0	0	0	0					
n5	0	0	0	0					
p5	0	0	0	0					
n6	0	1,00	0	1,00					
p6	0	1,00	0	1,00					
Goal	Value	(Min.) =	0						
Goal	Value	(Min.) =	0						
Goal	Value	(Min.) =	0						
Goal	Value	(Min.) =	0						
Goal	Value	(Min.) =	0						
Goal	Value	(Min.) =	0						
Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	ShadowPrice Goal 1	ShadowPrice Goal 2	ShadowPrice Goal 3	ShadowPrice Goal 4	ShadowPrice Goal 5	ShadowPrice Goal 6
10.000,00	=	10.000,00	0	0	0	0	0	0	0
21.960,00	>=	2.363,00	19.597,00	0	0	0	0	0	0
12.530,00	>=	10.000,00	2.530,00	0	0	0	0	0	0
5.000,00	<=	5.000,00	0	0	0	0	0	0	0
5.000,00	>=	2.500,00	2.500,00	0	0	0	0	0	0
2.000,00	=	2.000,00	0	0	0	0	0	0	0

Ek-7. Hedef Programlama Alternatif Model 1 Çözüm Çıktıları

Goal Level	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit $c(j)$	Total Contribution	Reduced Cost
G1	X2	0	0	0	0
G1	X3	0	0	0	0
G1	X4	0	0	0	0
G1	X6	2.000,00	0	0	0
G1	X7	0	0	0	0
G1	X9	0	0	0	0
G1	X12	0	0	0	0
G1	X13	0	0	0	0
G1	X19	23.000,00	0	0	0
G1	X1	0	0	0	0
G1	X5	0	0	0	0
G1	X8	0	0	0	0
G1	X10	0	0	0	0
G1	X11	0	0	0	0
G1	X14	0	0	0	0
G1	X15	25.000,00	0	0	0
G1	X16	0	0	0	0
G1	X17	0	0	0	0
G1	X18	0	0	0	0
G1	X20	0	0	0	0
G1	n1	0	1,00	0	1,00
G1	p1	0	1,00	0	1,00
G1	n2	0	0	0	0
G1	p2	0	0	0	0
G1	n3	0	0	0	0
G1	p3	0	0	0	0
G1	n4	0	0	0	0
G1	p4	0	0	0	0
G1	n5	0	0	0	0
G1	p5	0	0	0	0
G1	n6	0	0	0	0
G1	p6	0	0	0	0
G2	X2	0	0	0	0
G2	X3	0	0	0	0
G2	X4	0	0	0	0

G3	X16	0	0	0	0
G3	X17	0	0	0	0
G3	X18	0	0	0	0
G3	X20	0	0	0	0
G3	n1	0	0	0	0
G3	p1	0	0	0	0
G3	n2	0	0	0	0
G3	p2	0	0	0	0
G3	n3	0	0	0	0
G3	p3	0	1,00	0	1,00
G3	n4	0	0	0	0
G3	p4	0	0	0	0
G3	n5	0	0	0	0
G3	p5	0	0	0	0
G3	n6	0	0	0	0
G3	p6	0	0	0	0
G4	X2	0	0	0	0
G4	X3	0	0	0	0
G4	X4	0	0	0	0
G4	X6	2.000,00	0	0	0
G4	X7	0	0	0	0
G4	X9	0	0	0	0
G4	X12	0	0	0	0
G4	X13	0	0	0	0
G4	X19	23.000,00	0	0	0
G4	X1	0	0	0	0
G4	X5	0	0	0	0
G4	X8	0	0	0	0
G4	X10	0	0	0	0
G4	X11	0	0	0	0
G4	X14	0	0	0	0
G4	X15	25.000,00	0	0	0
G4	X16	0	0	0	0
G4	X17	0	0	0	0
G4	X18	0	0	0	0
G4	X20	0	0	0	0
G4	n1	0	0	0	0
G4	p1	0	0	0	0
G4	n2	0	0	0	0
G4	p2	0	0	0	0
G4	n3	0	0	0	0
G4	p3	0	0	0	0
G4	n4	0	1,00	0	1,00
G4	p4	0	0	0	0
G4	n5	0	0	0	0
G4	p5	0	0	0	0

G4	n6	0	0	0	0
G4	p6	0	0	0	0
G5	X2	0	0	0	0
G5	X3	0	0	0	0
G5	X4	0	0	0	0
G5	X6	2.000,00	0	0	0
G5	X7	0	0	0	0
G5	X9	0	0	0	0
G5	X12	0	0	0	0
G5	X13	0	0	0	0
G5	X19	23.000,00	0	0	0
G5	X1	0	0	0	0
G5	X5	0	0	0	0
G5	X8	0	0	0	0
G5	X10	0	0	0	0
G5	X11	0	0	0	0
G5	X14	0	0	0	0
G5	X15	25.000,00	0	0	0
G5	X16	0	0	0	0
G5	X17	0	0	0	0
G5	X18	0	0	0	0
G5	X20	0	0	0	0
G5	n1	0	0	0	0
G5	p1	0	0	0	0
G5	n2	0	0	0	0
G5	p2	0	0	0	0
G5	n3	0	0	0	0
G5	p3	0	0	0	0
G5	n4	0	0	0	0
G5	p4	0	0	0	0
G5	n5	0	0	0	0
G5	p5	0	1,00	0	1,00
G5	n6	0	0	0	0
G5	p6	0	0	0	0
G6	X2	0	0	0	0
G6	X3	0	0	0	0
G6	X4	0	0	0	0
G6	X6	2.000,00	0	0	0
G6	X7	0	0	0	0
G6	X9	0	0	0	0
G6	X12	0	0	0	0
G6	X13	0	0	0	0
G6	X19	23.000,00	0	0	0
G6	X1	0	0	0	0
G6	X5	0	0	0	0
G6	X8	0	0	0	0

X10	0	0	0	0					
X11	0	0	0	0					
X14	0	0	0	0					
X15	25.000,00	0	0	0					
X16	0	0	0	0					
X17	0	0	0	0					
X18	0	0	0	0					
X20	0	0	0	0					
n1	0	0	0	0					
p1	0	0	0	0					
n2	0	0	0	0					
p2	0	0	0	0					
n3	0	0	0	0					
p3	0	0	0	0					
n4	0	0	0	0					
p4	0	0	0	0					
n5	0	0	0	0					
p5	0	0	0	0					
n6	0	1,00	0	1,00					
p6	0	1,00	0	1,00					
Goal	Value	(Min.) =	0						
Goal	Value	(Min.) =	0						
Goal	Value	(Min.) =	0						
Goal	Value	(Min.) =	0						
Goal	Value	(Min.) =	0						
Goal	Value	(Min.) =	0						
Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	ShadowPrice Goal 1	ShadowPrice Goal 2	ShadowPrice Goal 3	ShadowPrice Goal 4	ShadowPrice Goal 5	ShadowPrice Goal 6
50.000,00	=	50.000,00	0	0	0	0	0	0	0
55.350,00	>=	2.363,00	52.987,00	0	0	0	0	0	0
53.340,00	>=	10.000,00	43.340,00	0	0	0	0	0	0
25.000,00	<=	25.000,00	0	0	0	0	0	0	0
25.000,00	>=	12.500,00	12.500,00	0	0	0	0	0	0
2.000,00	=	2.000,00	0	0	0	0	0	0	0

Ek-8. Hedef Programlama Alternatif Model 2 Çözüm Çıktıları

Goal Level	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost
G1	X2	0	0	0	0
G1	X3	0	0	0	0
G1	X4	8.000,00	0	0	0
G1	X6	2.000,00	0	0	0
G1	X7	0	0	0	0
G1	X9	0	0	0	0
G1	X12	0	0	0	0
G1	X13	0	0	0	0
G1	X19	0	0	0	0
G1	X1	0	0	0	0
G1	X5	0	0	0	0
G1	X8	0	0	0	0
G1	X10	0	0	0	0
G1	X11	0	0	0	0
G1	X14	0	0	0	0
G1	X15	0	0	0	0
G1	X16	0	0	0	0
G1	X17	0	0	0	0
G1	X18	0	0	0	0
G1	X20	0	0	0	0
G1	n1	0	1,00	0	1,00
G1	p1	0	1,00	0	1,00
G1	n2	0	0	0	0
G1	p2	0	0	0	0
G1	n3	0	0	0	0
G1	p3	0	0	0	0
G1	n4	0	0	0	0
G1	p4	0	0	0	0
G1	n5	0	0	0	0
G1	p5	0	0	0	0
G1	n6	0	0	0	0
G1	p6	0	0	0	0
G2	X2	0	0	0	0
G2	X3	0	0	0	0
G2	X4	8.000,00	0	0	0

G2	X6	2.000,00	0	0	0
G2	X7	0	0	0	0
G2	X9	0	0	0	0
G2	X12	0	0	0	0
G2	X13	0	0	0	0
G2	X19	0	0	0	0
G2	X1	0	0	0	0
G2	X5	0	0	0	0
G2	X8	0	0	0	0
G2	X10	0	0	0	0
G2	X11	0	0	0	0
G2	X14	0	0	0	0
G2	X15	0	0	0	0
G2	X16	0	0	0	0
G2	X17	0	0	0	0
G2	X18	0	0	0	0
G2	X20	0	0	0	0
G2	n1	0	0	0	0
G2	p1	0	0	0	0
G2	n2	0	0	0	0
G2	p2	0	1,00	0	1,00
G2	n3	0	0	0	0
G2	p3	0	0	0	0
G2	n4	0	0	0	0
G2	p4	0	0	0	0
G2	n5	0	0	0	0
G2	p5	0	0	0	0
G2	n6	0	0	0	0
G2	p6	0	0	0	0
G3	X2	0	0	0	0
G3	X3	0	0	0	0
G3	X4	8.000,00	0	0	0
G3	X6	2.000,00	0	0	0
G3	X7	0	0	0	0
G3	X9	0	0	0	0
G3	X12	0	0	0	0
G3	X13	0	0	0	0
G3	X19	0	0	0	0
G3	X1	0	0	0	0
G3	X5	0	0	0	0
G3	X8	0	0	0	0
G3	X10	0	0	0	0
G3	X11	0	0	0	0
G3	X14	0	0	0	0
G3	X15	0	0	0	0

G3	X16	0	0	0	0
G3	X17	0	0	0	0
G3	X18	0	0	0	0
G3	X20	0	0	0	0
G3	n1	0	0	0	0
G3	p1	0	0	0	0
G3	n2	0	0	0	0
G3	p2	0	0	0	0
G3	n3	0	0	0	0
G3	p3	0	1,00	0	1,00
G3	n4	0	0	0	0
G3	p4	0	0	0	0
G3	n5	0	0	0	0
G3	p5	0	0	0	0
G3	n6	0	0	0	0
G3	p6	0	0	0	0
G4	X2	0	0	0	0
G4	X3	0	0	0	0
G4	X4	8.000,00	0	0	0
G4	X6	2.000,00	0	0	0
G4	X7	0	0	0	0
G4	X9	0	0	0	0
G4	X12	0	0	0	0
G4	X13	0	0	0	0
G4	X19	0	0	0	0
G4	X1	0	0	0	0
G4	X5	0	0	0	0
G4	X8	0	0	0	0
G4	X10	0	0	0	0
G4	X11	0	0	0	0
G4	X14	0	0	0	0
G4	X15	0	0	0	0
G4	X16	0	0	0	0
G4	X17	0	0	0	0
G4	X18	0	0	0	0
G4	X20	0	0	0	0
G4	n1	0	0	0	0
G4	p1	0	0	0	0
G4	n2	0	0	0	0
G4	p2	0	0	0	0
G4	n3	0	0	0	0
G4	p3	0	0	0	0
G4	n4	0	0	0	0
G4	p4	0	1,00	0	1,00
G4	n5	0	0	0	0
G4	p5	0	0	0	0

G4	n6	0	0	0	0
G4	p6	0	0	0	0
G5	X2	0	0	0	0
G5	X3	0	0	0	0
G5	X4	8.000,00	0	0	0
G5	X6	2.000,00	0	0	0
G5	X7	0	0	0	0
G5	X9	0	0	0	0
G5	X12	0	0	0	0
G5	X13	0	0	0	0
G5	X19	0	0	0	0
G5	X1	0	0	0	0
G5	X5	0	0	0	0
G5	X8	0	0	0	0
G5	X10	0	0	0	0
G5	X11	0	0	0	0
G5	X14	0	0	0	0
G5	X15	0	0	0	0
G5	X16	0	0	0	0
G5	X17	0	0	0	0
G5	X18	0	0	0	0
G5	X20	0	0	0	0
G5	n1	0	0	0	0
G5	p1	0	0	0	0
G5	n2	0	0	0	0
G5	p2	0	0	0	0
G5	n3	0	0	0	0
G5	p3	0	0	0	0
G5	n4	0	0	0	0
G5	p4	0	0	0	0
G5	n5	0	1,00	0	1,00
G5	p5	0	0	0	0
G5	n6	0	0	0	0
G5	p6	0	0	0	0
G6	X2	0	0	0	0
G6	X3	0	0	0	0
G6	X4	8.000,00	0	0	0
G6	X6	2.000,00	0	0	0
G6	X7	0	0	0	0
G6	X9	0	0	0	0
G6	X12	0	0	0	0
G6	X13	0	0	0	0
G6	X19	0	0	0	0
G6	X1	0	0	0	0
G6	X5	0	0	0	0
G6	X8	0	0	0	0

X10	0	0	0	0					
X11	0	0	0	0					
X14	0	0	0	0					
X15	0	0	0	0					
X16	0	0	0	0					
X17	0	0	0	0					
X18	0	0	0	0					
X20	0	0	0	0					
n1	0	0	0	0					
p1	0	0	0	0					
n2	0	0	0	0					
p2	0	0	0	0					
n3	0	0	0	0					
p3	0	0	0	0					
n4	0	0	0	0					
p4	0	0	0	0					
n5	0	0	0	0					
p5	0	0	0	0					
n6	0	1,00	0	1,00					
p6	0	1,00	0	1,00					
Goal	Value	(Min.) =	0						
Goal	Value	(Min.) =	0						
Goal	Value	(Min.) =	0						
Goal	Value	(Min.) =	0						
Goal	Value	(Min.) =	0						
Goal	Value	(Min.) =	0						
Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	ShadowPrice Goal 1	ShadowPrice Goal 2	ShadowPrice Goal 3	ShadowPrice Goal 4	ShadowPrice Goal 5	ShadowPrice Goal 6
10.000,00	=	10.000,00	0	0	0	0	0	0	0
25.260,00	>=	2.363,00	22.897,00	0	0	0	0	0	0
14.620,00	>=	10.000,00	4.620,00	0	0	0	0	0	0
10.000,00	>=	5.000,00	5.000,00	0	0	0	0	0	0
0	<=	2.000,00	2.000,00	0	0	0	0	0	0
2.000,00	=	2.000,00	0	0	0	0	0	0	0

Ek-9. Hedef Programlama Alternatif Model 3 Çözüm Çıktıları

Goal Level	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit $c(j)$	Total Contribution	Reduced Cost
G1	X2	0	0	0	0
G1	X3	0	0	0	0
G1	X4	910,00	0	0	0
G1	X6	0	0	0	0
G1	X7	2.000,00	0	0	0
G1	X9	0	0	0	0
G1	X12	0	0	0	0
G1	X13	0	0	0	0
G1	X19	0	0	0	0
G1	X1	0	0	0	0
G1	X5	0	0	0	0
G1	X8	0	0	0	0
G1	X10	0	0	0	0
G1	X11	0	0	0	0
G1	X14	0	0	0	0
G1	X15	7.090,00	0	0	0
G1	X16	0	0	0	0
G1	X17	0	0	0	0
G1	X18	0	0	0	0
G1	X20	0	0	0	0
G1	n1	0	1,00	0	1,00
G1	p1	0	1,00	0	1,00
G1	n2	0	0	0	0
G1	p2	0	0	0	0
G1	n3	0	0	0	0
G1	p3	0	0	0	0
G1	n4	0	0	0	0
G1	p4	0	0	0	0
G1	n5	0	0	0	0
G1	p5	0	0	0	0
G1	n6	0	0	0	0
G1	p6	0	0	0	0
G2	X2	0	0	0	0
G2	X3	0	0	0	0
G2	X4	910,00	0	0	0

G2	X6	0	0	0	0
G2	X7	2.000,00	0	0	0
G2	X9	0	0	0	0
G2	X12	0	0	0	0
G2	X13	0	0	0	0
G2	X19	0	0	0	0
G2	X1	0	0	0	0
G2	X5	0	0	0	0
G2	X8	0	0	0	0
G2	X10	0	0	0	0
G2	X11	0	0	0	0
G2	X14	0	0	0	0
G2	X15	7.090,00	0	0	0
G2	X16	0	0	0	0
G2	X17	0	0	0	0
G2	X18	0	0	0	0
G2	X20	0	0	0	0
G2	n1	0	0	0	0
G2	p1	0	0	0	0
G2	n2	0	0	0	0
G2	p2	0	1,00	0	1,00
G2	n3	0	0	0	0
G2	p3	0	0	0	0
G2	n4	0	0	0	0
G2	p4	0	0	0	0
G2	n5	0	0	0	0
G2	p5	0	0	0	0
G2	n6	0	0	0	0
G2	p6	0	0	0	0
G3	X2	0	0	0	0
G3	X3	0	0	0	0
G3	X4	910,00	0	0	0
G3	X6	0	0	0	0
G3	X7	2.000,00	0	0	0
G3	X9	0	0	0	0
G3	X12	0	0	0	0
G3	X13	0	0	0	0
G3	X19	0	0	0	0
G3	X1	0	0	0	0
G3	X5	0	0	0	0
G3	X8	0	0	0	0
G3	X10	0	0	0	0
G3	X11	0	0	0	0
G3	X14	0	0	0	0
G3	X15	7.090,00	0	0	0

G3	X16	0	0	0	0
G3	X17	0	0	0	0
G3	X18	0	0	0	0
G3	X20	0	0	0	0
G3	n1	0	0	0	0
G3	p1	0	0	0	0
G3	n2	0	0	0	0
G3	p2	0	0	0	0
G3	n3	0	0	0	0
G3	p3	0	1,00	0	1,00
G3	n4	0	0	0	0
G3	p4	0	0	0	0
G3	n5	0	0	0	0
G3	p5	0	0	0	0
G3	n6	0	0	0	0
G3	p6	0	0	0	0
G4	X2	0	0	0	0
G4	X3	0	0	0	0
G4	X4	910,00	0	0	0
G4	X6	0	0	0	0
G4	X7	2.000,00	0	0	0
G4	X9	0	0	0	0
G4	X12	0	0	0	0
G4	X13	0	0	0	0
G4	X19	0	0	0	0
G4	X1	0	0	0	0
G4	X5	0	0	0	0
G4	X8	0	0	0	0
G4	X10	0	0	0	0
G4	X11	0	0	0	0
G4	X14	0	0	0	0
G4	X15	7.090,00	0	0	0
G4	X16	0	0	0	0
G4	X17	0	0	0	0
G4	X18	0	0	0	0
G4	X20	0	0	0	0
G4	n1	0	0	0	0
G4	p1	0	0	0	0
G4	n2	0	0	0	0
G4	p2	0	0	0	0
G4	n3	0	0	0	0
G4	p3	0	0	0	0
G4	n4	0	0	0	0
G4	p4	0	1,00	0	1,00
G4	n5	0	0	0	0
G4	p5	0	0	0	0

G4	n6	0	0	0	0
G4	p6	0	0	0	0
G5	X2	0	0	0	0
G5	X3	0	0	0	0
G5	X4	910,00	0	0	0
G5	X6	0	0	0	0
G5	X7	2.000,00	0	0	0
G5	X9	0	0	0	0
G5	X12	0	0	0	0
G5	X13	0	0	0	0
G5	X19	0	0	0	0
G5	X1	0	0	0	0
G5	X5	0	0	0	0
G5	X8	0	0	0	0
G5	X10	0	0	0	0
G5	X11	0	0	0	0
G5	X14	0	0	0	0
G5	X15	7.090,00	0	0	0
G5	X16	0	0	0	0
G5	X17	0	0	0	0
G5	X18	0	0	0	0
G5	X20	0	0	0	0
G5	n1	0	0	0	0
G5	p1	0	0	0	0
G5	n2	0	0	0	0
G5	p2	0	0	0	0
G5	n3	0	0	0	0
G5	p3	0	0	0	0
G5	n4	0	0	0	0
G5	p4	0	0	0	0
G5	n5	0	1,00	0	1,00
G5	p5	0	0	0	0
G5	n6	0	0	0	0
G5	p6	0	0	0	0
G6	X2	0	0	0	0
G6	X3	0	0	0	0
G6	X4	910,00	0	0	0
G6	X6	0	0	0	0
G6	X7	2.000,00	0	0	0
G6	X9	0	0	0	0
G6	X12	0	0	0	0
G6	X13	0	0	0	0
G6	X19	0	0	0	0
G6	X1	0	0	0	0
G6	X5	0	0	0	0
G6	X8	0	0	0	0

X10	0	0	0	0					
X11	0	0	0	0					
X14	0	0	0	0					
X15	7.090,00	0	0	0					
X16	0	0	0	0					
X17	0	0	0	0					
X18	0	0	0	0					
X20	0	0	0	0					
n1	0	0	0	0					
p1	0	0	0	0					
n2	0	0	0	0					
p2	0	0	0	0					
n3	0	0	0	0					
p3	0	0	0	0					
n4	0	0	0	0					
p4	0	0	0	0					
n5	0	0	0	0					
p5	0	0	0	0					
n6	0	1,00	0	1,00					
p6	0	1,00	0	1,00					
Goal	Value	(Min.) =	0						
Goal	Value	(Min.) =	0						
Goal	Value	(Min.) =	0						
Goal	Value	(Min.) =	0						
Goal	Value	(Min.) =	0						
Goal	Value	(Min.) =	0						
Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	ShadowPrice Goal 1	ShadowPrice Goal 2	ShadowPrice Goal 3	ShadowPrice Goal 4	ShadowPrice Goal 5	ShadowPrice Goal 6
10.000,00	=	10.000,00	0	0	0	0	0	0	0
9.569,50	>=	3.540,00	6.029,50	0	0	0	0	0	0
10.000,60	>=	10.000,00	0,60	0	0	0	0	0	0
2.910,00	<=	5.000,00	2.090,00	0	0	0	0	0	0
7.090,00	>=	2.500,00	4.590,00	0	0	0	0	0	0
2.000,00	=	2.000,00	0	0	0	0	0	0	0

ÖZET

[HALICI, Burcu]. [Portföy Seçimi Problemi Üzerine Karşılaştırmalı Alternatif Yaklaşımlar], [Yüksek Lisans Tezi], Ankara, [2007].

Bu çalışmada, Ocak 2000 - Ekim 2006 dönemlerini kapsayan İMKB 30 Endeksinde yer alan şirketlerin hisse senetleri verilerine Matematiksel Programlama yöntemlerinden Karesel Programlama, Hedef Programlama ve Doğrusal Programlama modelleri uygulanmıştır. Finansal teori çerçevesinde bu modellere alternatif modeller üretilmiştir. Altı yıllık dönemde İMKB-30 endeksi içerisinde süreklilik gösteren yirmi şirketin hisse senetleri analize alınmıştır. Kasım 2006 - Temmuz 2007 arasındaki dönemler çalışmanın test dönemini oluşturmaktadır. Modelin statik bir model olduğu varsayılmıştır. Çözümlenen tüm modeller ile test döneminde aynı şirketlerin gerçekleşen getirileri kullanılarak portföylerin getirilerindeki değişim oranları karşılaştırılmıştır. Mevcut portföy modellerinin analizi sonucunda bulunan sonuçlar değerlendirilerek yatırım yapmak isteyen bir yatırımcının stratejilerine göre hangi alternatif yatırım modelinin daha karlı bir sonuç doğuracağı önerilmiştir.

Analizler sonucunda en yüksek getiri çok amaçlı hedef programlamasının bazı alternatif modelleri için sağlanmıştır. Riski seven ve risk üstlenmeyi göze alan yatırımcı tipi için doğrusal programlama tabanlı modeller uygun iken, bütçe kısıtı olmayan ve getiri artışı hedefleyen yatırımcı tipi için hedef programlama tabanlı modeller daha uygundur. Riskten kaçınan yatırımcı tipi için ise karesel programlama tabanlı modeller daha uygun olacaktır.

Yatırımcıların dikkat etmeleri gereken noktalar, modeli çok iyi tanımlamak ve amaçları doğru şekilde belirlemektir. Eğer amaçlar doğru şekilde belirlenmezse kazanç yerine kayıp ile karşılaşılabilir. Her

yatırımcının kendi olanaklarına bakarak kendisi için en uygun matematiksel programlama tabanlı modeli seçmesi amaçlarına ulaşmasında yatırımcıya yol gösterecektir sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Sözcükler

1. Portföy Analizi
2. İMKB 30
3. Doğrusal Programlama
4. Hedef Programlama
5. Karesel Programlama

ABSTRACT

[HALICI, Burcu]. [Comparative Alternative Approaches on Portfolio Selection], [Graduate Thesis], Ankara, [2007].

In this study, Quadratic Programming, Goal Programming and Linear Programming all of which are Mathematical Programming methods applied to stock data, which companies take part in ISE 30 index between January 2000 and October 2006 period. We developed alternative models by financial theory. In a period of six years we analyzed that permanent twenty stock datas in ISE 30 index. The period between November 2006 and July 2007 is the test period in this study. The model is static. We compared the rate of exchange in yields of portfolio through all of models and come true in the test period. It is suggested that which alternative investment models are more profitable according to strategies of an investor who wants to invest by assestment the results found by the analysis of portfolio models.

We realized highest income for some alternatives of goal programming in the result of analysis. Linear programming is agreeable for investor who accept a risk. Goal programming is agreeable for investor who has not limit of budget. Quadratic programming is also agreeable for investor who doesn't accept a risk.

Investors have to determine the model and objectives. If the objectives can't be determined correctly, investors will be exposed to a loss. It is concluded that an investor should choice optimal mathematical programming method for himself to achieve purpose.

Key Words

1. Portfolio Analysis
2. ISE 30 Index
3. Linear Programming
4. Goal Programming
5. Quadratic Programming