

Portföy Yönetiminde Sistemik Olmayan Riski Azaltacak Bir Doğrusal Programlama Model Önerisi

Murat UĞURLU

*Sorumlu Yazar, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı,
ugurlu52@hotmail.com*

Mehmet Levent ERDAŞ

*Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Meslek Yüksekokulu, Muhasebe ve Vergi Uygulamaları
Bölümü, leventerdas@sdu.edu.tr*

Abdullah EROĞLU

*Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Anabilim Dalı,
aeroglu@sdu.edu.tr*

Öz

Geleneksel portföy teorisi portföy riskini azaltmak için çeşitlendirmeye önem verirken modern portföy teorisi geçmiş nicel bilgileri kullanarak matematiksel ve istatistiksel yöntemlerle yatırımcıya etkin sınır üzerinde bir portföy oluşturma seçeneğini sunmaktadır. Modern portföy teorisinin öncülerinden Markowitz risk olarak standart sapmayı dikkate almıştır. Seçim yapılacak hisse senetlerinin sayısının çokluğu standart sapma hesaplamalarını zorlaştırmaktadır. Konno ve Yamazaki risk olarak standart sapma yerine mutlak sapmayı kullanmış, böylelikle portföy seçimi doğrusal programlama modeli olarak ifade edilebilmiştir. Her iki model portföye girecek hisse senetlerinin sayısına ve endüstri kollarına dağıtılmasına müdahale edemez. Bu ise oluşacak portföyün, teorik olarak bir tek hisse senedinden oluşmasını mümkün kılabilir. Bu çalışmada, bahsedilen olumsuzluğu gidermek amacıyla Konno ve Yamazaki modeli ilave kısıtlarla genişletilerek yatırımcıya en yüksek beklenen getiriye sağlayan yeni bir doğrusal programlama modeli önerisi yapılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Portföy Yönetimi, Portföy Optimizasyonu, Doğrusal Programlama, Sistemik Olmayan Risk.

JEL Sınıflandırma Kodları: G11, G31, C61, D81.

A Linear Programming Model Suggestion Which Decreases Unsystematic Risk in the Portfolio Management*

Abstract

Traditional portfolio management attaches importance to diversification to decrease portfolio risk modern ones offer an alternative to investors in an efficient frontier to create a portfolio with mathematical and statistical methods by using the past quantitative knowledge. Markowitz, one of the pioneers of the portfolio management, has considered the standart deviation as a risk. The abundance in the number of the selected shares make it hard to calculate the standart deviation instead of standart one. So they suggested the linear programming model as a portfolio suggestion. The models of them don't interfere with the number of shares and its distribution of industry branches. As a result, the portfolio might consist of the sole shares theorotically. To prevent the bad sides mentioned in the study, a linear programming that provides the maximum expected return to investors, a new model suggestion has been made by widening the additional constraints of Konno and Yamazaki's model.

Keywords: Portfolio Management, Portfolio Optimizations, Linear Programming, Unsystematic Risk.

JEL Classification Codes: G11, G31, C61, D81.

* Extended abstract is presented at the end of the article.

Atıfta bulunmak için...| Uğurlu, M., Erdaş, M.L. & Eroğlu, A. (2016). Portföy Yönetiminde
Cite this paper...| Sistemik Olmayan Riski Azaltacak Bir Doğrusal Programlama
Model Önerisi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*, 6(1),
147-174.

1. Giriş

Yatırımcılar için finansal piyasada alternatif birçok yatırım seçeneği mevcuttur. Yatırımcılar sahip oldukları fonları yönlendirirken mevduat faizi, repo, tahvil ve benzeri ürünler gibi risksiz yatırım araçlarının yanında hisse senedi gibi riskli yatırım araçlarına da yatırım yapabilirler (Demir ve Derer, 2012, 13).

Günümüz rekabet koşulları altında gerçek ve tüzel kişilerin amacı sahip oldukları menkul kıymetlerin (hisse senedi, tahvil ve benzeri ürünler) toplam getirilerini, risk faktörünü de dikkate alarak mümkün olduğunca arttırmaktır (Akay vd., 2002, 126). Bu işlemi yapabilmeyin yolu, menkul kıymetlerin bulunduğu portföyün etkin bir şekilde oluşturulması ve yönetilmesidir. Bu işlemde ana hedef ise hangi menkul kıymetlerin hangi oranlarda portföyde yer alacağına belirlenmesi ve risk getiri dengesinin ne şekilde kurulacağına karar verilmesidir (Aby, 2013, 176). Birçok seçenek karşısında kalan yatırımcılar, varlıklarını ne şekilde değerlendirecekleri konusunda karar vermeye çalışırlar. Bu kararlardan en önemlileri ise portföy seçimi ve yönetimidir (Bozdağ vd., 2005, 2).

Portföy, çeşitli menkul kıymetlerden meydana gelen finansal nitelikteki kıymetlerdir. Genel olarak hisse senedi, tahvil, hazine bonusu, döviz, mevduat hesabı ve türev ürünlerden oluşur. Portföy her ne kadar belirli menkul değerlerden oluşsa da kendisini oluşturan menkul değerlerin basit bir toplamı olmayıp kendine özgü ölçülebilir özellikleri olan bir varlıktır (Korkmaz ve Ceylan, 2007, 471). Menkul kıymetler açısından ise portföy, riski azaltmak ve üstelenen risk seviyesine göre en yüksek getiriyi sağlamak amacı ile en az iki menkul kıymetten oluşan bir havuz olarak adlandırılmaktadır (Ercan ve Ban 2008, 189). Optimal portföy ise, belli bir beklenen getiri düzeyinde riski en düşük olan portföy veya belli bir risk derecesinde beklenen getirisi en yüksek olan portföydür (Bekçi vd., 2001, 89).

Portföy yönetimi, yatırımcıların ellerindeki fonların kendi eliyle veya aracı kurumlar vasıtasıyla yatırımcının riske karşı tutumunu yansıtacak ve minimum risk, maksimum karlılığı sağlayacak şekilde menkul kıymetler arasında dağıtılmasıdır (Karan, 2013, 139). Portföy yönetimi, oluşturulacak portföyün hangi menkul değeri hangi oranda içereceğinin belirlenmesi ve oluşturulan portföyün belli sürelerle test edilmesi, gerektiğinde değiştirilmesini kapsayan ve performanslarının sürekli olarak değerlendirildiği dinamik bir süreçtir (Özçam, 1997, 4). Yatırımcının etkin bir portföy oluşturabilmesi için portföyün riski ve beklenen getirisi hakkında bilgi sahibi olması gereklidir. Ayrıca yatırımcının kendisinin de portföyden ne beklediğini iyi tanımlaması gereklidir. Yatırımcılar bir menkul kıymete yatırım yaparken dikkate almaları gereken en önemli unsur, söz konusu menkul kıymete ait risk ve getiri arasında ilişki kurabilmesidir (Topal ve İlarıslan, 2009, 221). Getiri, belirli bir dönem içinde yapılan bir yatırıma karşılık elde edilen geliri ifade etmektedir. Risk, bir iktisadi kaybın oluşması sonucu doğabilecek belirsizlik ya da istenilmeyen bir olayın meydana gelme

belirsizliği olarak tanımlanmaktadır. Finansal açıdan risk ise gerçekleşen getiri ile beklenen getiri arasında negatif değerli bir fark oluşma olasılığıdır (Üstünel, 2000, 4).

Finans literatüründe optimal portföy oluşturma problemiyle ilgili çok sayıda yaklaşım teori ve modeller geliştirilmiştir. Söz konusu yaklaşımlar üzerinde tartışmalar devam etmekte ve bu model ve teorilerin geçerliliği farklı zamanlarda ve farklı önermeler üzerinde test edilmektedir (İskenderoğlu ve Karadeniz, 2011, 236).

Geleneksel portföy yönetiminde, hisse senetleri arasındaki ilişkiyi dikkate almadan çok sayıda çeşitlendirme yapılarak portföy riskinin azaltılması ve yatırımcının sağlayacağı faydanın maksimum yapılması amaçlanmaktadır (Atan, 2012, 75). Geleneksel portföy yaklaşımına göre iyi portföy, çok sayıda menkul kıymeti bünyesinde barındıran portföydür. Geleneksel anlayışta portföyün bir riski olduğunu kabul eder fakat istatistiksel veya matematiksel yöntemleri kullanarak bu riski hesaplamazlar.

Modern anlamda portföy seçim modeli ilk olarak 1950'li yıllarda başlamıştır. Modern portföy kuramının öncülüğünü Markowitz 1952 ve Sharp (1953) yılında yapmıştır. Modern portföy kuramı ise yatırımcıların ellerindeki varlığı tüm alternatif menkul kıymetlere, en düşük risk düzeyinde en yüksek getiriyi sağlayacak şekilde dağıtmaya yönelik davranışını varsayımından hareket etmektedir (Atan, 2012, 75). Markowitz L_2 risk fonksiyonu (varyans) kullanarak karesel bir model geliştirmiştir. Markowitz tarafından geliştirilen ortalama-varyans modeli, teorik anlamda ününe rağmen büyük ölçekli portföyleri oluşturmada yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bunun en önemli nedeni modelde geçen bazı parametrelerin elde edilmesindeki ve modelin çözümündeki güçlüklerdir. Diğer bir deyişle, kısa bir zaman aralığında incelenen hisse senedi getirilerinin çoklu normal dağılmaması ve yatırımcının risk algısının ortalama etrafında simetrik olmamasıdır (Konno ve Yamazaki, 1991, 521). Ayrıca büyük boyutlu portföyler için optimal çözümün yorumlanmasında da güçlüklerle karşılaşmaktadır (Kardiyen, 2008, 336).

1960'lı yıllardan sonra birçok araştırmacı tarafından Markowitz'in ortalama-varyans modelinin bahsedilen güçlüklerini hafifletmek amacıyla Markowitz'in çalışması temel alınarak aynı problem için çok sayıda modeller geliştirilmiştir. Sharpe (1963) tarafından geliştirilen tek indeks modeli hisse senetlerinin getirilerini tek tek ölçmek yerine pazarın toplam riskini ölçmeyi önermiştir. Chen ve arkadaşları (1986) tarafından geliştirilen çoklu indeks modeli ortaya atılmıştır. Model hisse senedi getirilerinin pazar endeksinin yanı sıra faiz ve endüstri gibi çok sayıda makroekonomik değişkenlerden etkilendiği esasına dayanmaktadır (İskenderoğlu ve Karadeniz, 2011, 237-238). Daha sonra sermaye varlıklarını fiyatlama ve arbitraj fiyatlama modeli gibi varlık fiyatlarını açıklamaya yönelik denge modelleri ortaya atılmıştır. Markowitz ve diğer araştırmacılar tarafından

geliştirilen bu modellerden sonra Konno ve Yamazaki (1991) tarafından stokastik problemlere alternatif olması bakımından ortalama mutlak sapmayı minimize etmeyi amaçlayan deterministik L_1 risk modelini geliştirilmiştir (Kocadağlı ve Cinemre, 2010, 360). Ortalama-mutlak sapma modeli, amaç fonksiyonunu minimize etmek için ele alınan varyans yerine ortalama-mutlak sapmayı kullanmıştır. Böylece portföy seçim problemi karesel programdan doğrusal programlamaya dönüşmüştür (Simaan, 1997, 1437). Konno ve Yamazaki önerdikleri modelde, $2T+2$ kısıt (T =dönem sayısı) ve $2T+n$ değişken (n = modelde yer alan menkul kıymet sayısı) kullanmışlardır (Konno ve Yamazaki, 1991, 524).

Bu çalışmada doğrusal programlamada var olan Konno ve Yamazaki model yaklaşımı ile belirli bir dönemde Borsa İstanbul 100 endeksinde yer alan hisse senetlerinden optimal portföy oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu amaçla çalışmada, doğrusal programlamaya dayalı ortalama-mutlak sapma portföy seçim modeli ele alınmış ve bu modele ek kısıtlar yazılarak portföye girecek hisse senetlerinin farklı endüstri kollarına dağıtılması sağlanarak optimal getiri ve riski sağlayan portföyler oluşturulmuştur.

2. Portföy Seçiminde Doğrusal Programlama Modelinin Kurulması

2.1. Literatür Taraması

Markowitz'in 1950'li yıllarda doktora tezi olarak başladığı ve daha sonra portföy yönetiminin temel taşlarından biri olan çalışması ile portföy yönetimi alanında önemli değişiklikler olmuştur. Modern portföy teorisinin öncülerinden Markowitz portföy seçiminde doğrusal olmayan matematiksel bir model önermiştir. Bu modelde N sayıda menkul değer arasından, belirlenmiş bir beklenen getiri düzeyinde en az risk taşıyan portföyün bulunabilmesi için $N(N-1)/2$ adet korelasyon hesaplanması gerekmektedir. Bu ise uygulamada güçlük oluşturabilmektedir. Markowitz'in modelinin doğrusal olmayışının nedeni risk ölçüsü olarak varyansı kabul etmesine dayanmaktadır. Markowitz'in çalışması temel alınarak, portföy oluşturma modeli için çok sayıda alternatif model önerilmiştir. Bu alternatif modellerin temel amacı, karesel programlama problemine ait hesaplama karmaşıklığının ortadan kaldırılmasıdır. Ortalama-mutlak sapma modeli de bu modellere verilebilecek örneklerden biridir (Kardiyen, 2008, 336).

Portföy seçimine imkan sağlayan pek çok yöntem finans literatüründe yerini almıştır. Literatürde optimal portföy oluşturulması konusunda birçok çalışma mevcuttur. Portföy optimizasyonunda en çok başvurulan yöntemlerden birisi ortalama-mutlak sapma modelidir. Finans literatüründe optimal portföyü basit bir doğrusal programlama probleminin çözümü ile elde etmeye dayanan ortalama-mutlak sapma modelinin kullanılması alanında yapılan literatürdeki çalışmalar aşağıda yer almaktadır.

Doğrusal programlama yöntemini kullanarak bir model geliştiren ilk kişiler Konno ve Yamazaki'dir. Konno ve Yamazaki (1991), bu modellerinde risk ölçüsü olarak varyans yerine mutlak sapmayı kullanarak daha kullanışlı bir model sunmuşlardır. Konno ve Li (2000), uluslararası portföy yatırımları için entegre bir model yaklaşımı uygulamışlardır. Çalışmasında 6 farklı ülkeden olmak üzere 700'den fazla hisse senedi ve hazine bonosu gibi menkul kıymetleri kullanarak bir sonuç çıkarmışlardır. Çalışmalarının sonucunda önerdikleri modelin diğer klasik modellere göre daha güvenli ve daha az maliyetli olduğunu belirtmişlerdir. Konno ve Wijayanayake (2002), işlem maliyetleri ve minimal işlem birim kısıtları altında portföy optimizasyonu problemi ortalama mutlak sapma modelini kullanarak çözmeye çalışmışlardır. Konno (2003), küçük ölçekli fonların optimizasyon problemi için işlem maliyetleri ve minimal işlem birim kısıtlarını da kapsayan ortalama mutlak sapma modelini kullanmıştır (Konno, 2003, 403-418).

Feinstein ve Thapa (1993), Konno ve Yamazaki'nin risk fonksiyonunu tekrar modelleyerek kısıt sayısını $T+2$ 'ye (T =dönem sayısı) düşürmüşlerdir.

Simann (1997), portföy seçim probleminde risk düzeylerini tahmin etmek için ortalama mutlak sapma modeli ile ortalama varyans modelini karşılaştırmıştır. Çalışmasında varyans kovaryans matrisinin ihmal edilmenin faydasından çok büyük tahmin görüşlerine yol açtığını belirtmiştir. Küçük boyutlu uygulamalarda ortalama varyans modelinin daha az risk tahmini ve yatırımcılar için düşük risk toleransı sağladığını ifade etmiştir.

Parra vd. (2001), bulanık ortamda hedef programlama yaklaşımı ile doğrusal olmayan bir model geliştirmişlerdir. Bu modelde getiri, risk ve likidite kriterleri bulanık olarak dikkate alınmıştır.

Bekçi vd. (2001), 30 dönemi ve sürekli işlem görmüş 63 hisse senedini kapsayan veri seti kullanarak ve sadece beklenen getirinin bulanık olduğunu varsayarak bulanık mantık çerçevesinde ele almış ve her iki model için doğrusal programlama modeli kurmuş ve İMKB'de bir uygulama yapmıştır.

Chang (2005), Konno ve Yamazaki'nin risk fonksiyonunu tekrar modelleyerek kısıt sayısını $T+2$ 'ye düşürmüştür. Bununla birlikte, yardımcı işaret kısıt sayısını ise T kadar arttırmıştır. Çalışmasında LINDO paket programını kullanarak Feinstein ve Thapa modeli ile kendi önerdiği modeli karşılaştırmıştır.

Tiryaki ve Ahlatcıoğlu (2005), yine bulanık mantığı dikkate alarak portföy seçimi yapmışlardır. Yazarlar çalışmalarında Chen Metodu diye bilinen bir metotta bir takım düzenlemeler yaparak ortaya koydukları yeni metodun İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda uygulanabilirliğini araştırmışlardır.

Güngör vd. (2005), beklenen getiri oranı, beklenen risk miktarı, riski artıran veya azaltan etkenlerin yapısı, sektörler itibarıyla belirli sektörlerle yapılacak yatırım

oranı, İMKB-30, İMKB-50 ve İMKB-100'e yapılacak yatırımların oranlarını bulanık olarak dikkate alan bir doğrusal hedef programlama modeli önermişlerdir. Çalışmalarında beklenen getirinin hesaplandığı ve riskin minimize edildiği amaç fonksiyonunda yer alan değişken katsayılarına farklı ağırlık vermişlerdir. Farklı ağırlık denemeleri ile 11 değişik çözüm ortaya çıkmış ve yatırımcıya yatırım süresine göre tercih etme imkanı sunmuşlardır.

Karacabey (2007), çalışmasında belirli bir beklenen getiri altında ortalama-varyans modeli ile ortalama-mutlak sapma modelini karşılaştırmıştır. Her iki yöntemin risk düzeylerinin aşağı (negatif) ve yukarı (pozitif) yönünde olabileceğini ortaya koymuştur. Çalışmasında her iki modelin sadece aşağı (negatif) yöne değil aynı zamanda yukarı (pozitif) yöne maruz kalabileceğini söylemiştir. Uygulamada gerçek verilerden yararlanılmış ve önerilen yöntemin daha fazla riskli ancak daha fazla getiriye sahip olduğunu göstermiştir. Yüksek getiri sağlamak isteyen yatırımcılar açısından bu modelin faydalı olabileceğini ileri sürmüştür.

Kardiyen (2007), yaptığı çalışmada doğrusal programlama modeli ile çözümü yapılabilen ortalama-mutlak sapma modelini ele almıştır. Söz konusu modeli teorik anlamda açıklamış ve avantajlarına değinmiştir. Uygulama çalışmasında İMKB verilerini kullanarak modele ait sonuçları değerlendirmiştir. Çalışmasında ortalama-mutlak sapma modelinin uygulanabilirliğini ve tercih edilebilir bir portföy optimizasyon modeli olduğunu ortaya koymuştur.

Cihangir vd. (2008), çalışmalarında İMKB mali sektöründe işlem gören 65 adet hisse senedi ile Konno ve Yamazaki modeli kullanarak optimal portföyler oluşturulması konusunu ele almışlardır. Çalışmada en düşük risklilik düzeyinde oluşturulan portföylerin hangi hisse senetlerini kapsadığı ve bu hisse senetlerinin her birine hangi oranlarda yatırım yapılacağı saptanması bu durumda Konno ve Yamazaki modelinin Markowitz ortalama-varyans modeli ile ulaşılmak istenen optimal portföy oluşturma girişimlerini destekleyip desteklemeyeceğini araştırmışlardır. Çalışma sonucu riskten kaçınan veya riski seven yatırımcının beklediği getiriyi revize ederek beklentisini karşılayacağı yönünde olmuştur. Ayrıca çalışmalarında Konno ve Yamazaki modelinin amaç fonksiyonunu geliştirmişlerdir. Konno ve Yamazaki modeli ile yatırımcı türlerine göre farklı portföyler oluşturmanın mümkün olduğunu belirtmişlerdir.

Kardiyen (2008), optimal portföy oluşturmada ortalama-varyans modeli ile ortalama-mutlak sapma modelini ele almıştır. Çalışmasında İMKB-50 endeksinde yer alan hisse senetlerinden 15 tanesinin 2000-2003 dönemleri arasındaki aylık getiri değerleri kullanmış ve bu verilere iki modelin uygulaması ile farklı hedef getiri düzeyleri için portföyler elde etmiştir. Aylık verileri bir simülasyon modeli için her iki modele ait sonuçlar karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Çalışmanın sonucunda riskten kaçan bir yatırımcıya portföy seçim modelini yerine, Markowitz'in ortalama-varyans modeli ile çözülebileceğini söylemiştir. Her iki

modelin portföy getirileri bazında farklı sonuçlar vermemesi nedeniyle kullanımındaki pratiklik, işlem yükünün az olması dağılım varsayımı gerektirmemesi gibi nedenlerle ortalama-mutlak sapma modeli ile portföy seçimi yapılmasını önermiştir.

Ertuğrul ve Pelitli (2008), karar vericiler için optimal portföy oluşturmaya çalışmışlardır. İMKB 50’de 2001-2006 dönemlerini kapsayan 35 hisse senedine ait aylık veriler kullanarak, bulanık Konno ve Yamazaki modeli ile optimal portföy oluşturmaya çalışmışlardır. Çözüm değerlerini analiz ettiklerinde doğrusal programlama modelinin çözümlerine kıyasla, bulanık doğrusal programlama modelinin yatırımcılar için daha fazla bilgi sağladığı ve daha anlamlı sonuçlar verdiğini ortaya koymuşlardır.

Kocadağlı ve Cinemre (2010), İMKB-30 endeksinde işlem gören 30 hisse senedinin kapanış değerlerini kullanarak bulanık doğrusal olmayan matematiksel programlama yaklaşımı ile optimum portföy setleri oluşturmaya çalışmışlardır. Uygulamada Markowitz ve Konno ve Yamazaki modellerini ele almışlar ve üyelik fonksiyonları yardımıyla risk, getiri ve portföyün betasını eş anlı olarak değerlendirerek optimal bir karar alınmasını sağlamışlardır. Ayrıca önerilen modelin performansını Markowitz ile Konno ve Yamazaki modellerinin performansları ile karşılaştırmışlardır.

2.2. Sistemik Olmayan Risk ve Kaynakları

Sistemik olmayan risk tüm menkul kıymetleri etkilemeyen, etkisi sınırlı olan risk türüdür. Sistemik olmayan riskler işletmenin finansal yapısının özelliğinden, yöneticilerin başarı durumundan ve endüstrinin özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Büker vd., 1997, 69).

Toplam riskin bir bölümü olan sistemik olmayan risk, bir şirket ya da sektöre aittir. Bu nedenle “işletmeye özgü risk” olarak da adlandırılabilir (Malgharni ve Karimnia, 2014, 148). İşçi grevi, yönetim kararları reklam kampanyaları, tüketici tercihlerindeki değişimler, işletme gelirlerinde sistemik olmayan değişimlere yol açabilir (Ceylan ve Korkmaz, 1998, 50-51). Portföy seti içindeki menkul kıymet sayısı arttıkça portföyün sistemik olmayan risk kısmı azaltılabilmektedir (Balvers, 2001, 41).

Kısaca özetlemek gerekirse sistemik olmayan risk, çok iyi çeşitlendirilmiş bir portföy ile yok edilebilen bir risk türüdür. Sistemik riskin işletmeler tarafından kontrol edilmesi imkansızken, sistemik olmayan riskin kaynakları ile yapılan değişimlerle ve yönlendirmelerle azaltılması veya ortadan kaldırılması mümkündür (Başoğlu vd., 2009, 208).

Sistemik riski doğuran nedenler; finansal risk, iş (endüstri) riski, yönetim riski ve faaliyet riski olarak dört başlık altında incelenebilir (Sarıkamış, 1998, 198).

Finansal risk, işletmenin borç ödeme yeterliliğinin azalması durumunda ortaya çıkan bir risktir. İşletmenin gelirlerinin borçlanma sonucu sürekliliğini kaybetmesi, işletmenin gelirlerinin faiz borçlarını ve kar paylarını ödeyecek yeterliliğini kaybetmesi durumunda finansal risk ortaya çıkar (Bolak, 2004, 7). İşletmenin hisse senetleri, ihraç ettiği tahvile göre daha fazla risk altına girer çünkü öncelikle tahvillerin ödemesi yapılır. Başka bir deyişle bir işletmenin sermaye yapısı içinde banka kredileri, tahviller, sabit ödeme yükümlülükleri gibi işletmenin nakit akışını yavaşlatan faktörler finansal riski oluşturur (Şakar, 1997, 246).

Yatırımcı açısından finansal riskin göstergeleri; işletmenin borçlarının artması, satışlarında dalgalanma, hammadde fiyatlarında artış olasılığı, grev olayları, rekabetteki artış, çalışma sermayesi yetersizliği, yeniliklere ayak uyduramama gibi unsurlar olabilmektedir (Üstünel, 2000, 5).

Yukarıda sayılan finansal riskin oluşumuna neden olan unsurların başında borçlanma oranının artması gelmektedir. İşletmelerin yüksek oranda borç kullanması, kiralamaya ağırlık verilmesi ve imtiyazlı hisse senedi ihraç etmeleri bu riski artırır (Okka, 2009, 233-234). Çünkü, faaliyet kaldırıcı yüksek olan işletmelerin hisse senetleri sahiplerinin karları, faaliyet kazançlarından daha yüksek oranda artarken, işlerin azalma sürecinde ortakların kazançlarındaki azalma faaliyet karından daha yüksek olmaktadır. Ayrıca finansal kaldıracın yüksek olması daha fazla nakit çıkışına ve dolayısıyla ödeme ve iflas riskini de artırmaktadır (Gökbel, 2003, 7).

Endüstri riski, işletmenin içinde bulunduğu iş kolu ve buna bağlı olarak işletmenin o iş kolundaki konumundan kaynaklanan risk türüdür. İşletmenin endüstri içinde tekel konumunda olması veya tam rekabet şartlarının olması, endüstrideki para ve mal dönüşümü, yatırımcıların kararını etkiler (Usta ve Demireli, 2010, 29). Talep değişkenliği, satış fiyatı değişkenliği, girdi fiyatları değişkenliği, çıktı fiyatları değişkenliği ve faaliyet kaldırıcı gibi değişkenler iş riskinin bağlı olduğu temel etkenlerdir (Brigham, 1996, 106).

Yönetim riski, firma yönetimi sürecinde alınan hatalı kararların ve bunların uygulanmasında yapılan hataların, finansal varlığın verimini ve değerini olumsuz yönde etkileme olasılığıdır (Yörük, 2000, 21). İşletmenin kurumsal ilkelere ne düzeyde sahip olduğunu dikkate alan bir risktir. Örneğin, işletmenin yönetim kadrosunun iyi olmaması, güven vermemesi veya sektörü bilmeyen yeni bir müdür veya yönetici atanması gibi durumlar bu riski ortaya çıkarabilmektedir. Yönetim hataları hisse senetlerinin değerini belirleyen değişkenleri büyük ölçüde etkiler. Yönetim hataları sonucu, işletmenin satış düzeyi, karı azalabileceği gibi, riski de artabilir (Bolak, 2001, 7).

Faaliyet riski ise, adından da anlaşılacağı gibi menkul kıymetin çıkarıldığı firmanın faaliyetlerinden dolayı ortaya çıkan risk türüdür. Faaliyet riski özellikle

kurum içi personel ve teknolojik hata ya da kazalardan, şirket yönetimindeki hatalardan veya sel yangın gibi olağanüstü durumların neden olabileceği kayıplardan kaynaklanan riskler olarak bilinmektedir. Genel olarak faaliyet riski işletme içi ve dışı dolandırıcılık olayları, yanlış istihdam uygulamaları ile iş ve ürün uygulamaları veya sistem ya da süreç yönetimi hataları gibi nedenlerden dolayı ortaya çıkmaktadır (Gökgöz, 2006, 63).

İşletmelerde faiz yükümlülüğünün yüksekliği finansal riski artırırken sabit giderlerin yüksekliği de faaliyet riskini arttırmaktadır (Güven, 2001, 12). Sabit giderlerin yüksekliği başabaş noktasını yükseltmektedir. Ayrıca, üretimin ve satışların düşük olduğu zamanlarda da aynı sabit giderlerin karşılanması zorunluluğunun bulunması satışların dalgalanması karşısında net kardaki dalgalanmaların da büyük olmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla satışlardaki bir birim değişme işletmenin karında, bu durum da işletmenin hisse senedi getirilerinde önemli değişimlere neden olabilecektir. Bu anlamda özellikle hisse senetlerinin değerlerini belirleyen değişkenler üzerinde önemli bir risk unsuru yaratmaktadır (Bolak, 2004, 7).

Portföy yatırımcısı açısından faaliyet riskine baktığımızda; faaliyet riskini azaltmak isteyen yatırımcı farklı sektörlerden menkul kıymetlere yatırım yaparak bir veya birkaç sektörde oluşabilecek risklere karşı kendini korumuş olacaktır. Ters durumda eğer yatırımcı faaliyet alanlarını çeşitlendirmeyip sadece tek bir sektöre yatırım yapmayı düşünürse bu sektörde meydana gelebilecek risklerden kaçınamayacak belki de portföyün bir kısmının yok olmasına sebep olacaktır (Ercan ve Ban, 2008, 180).

2.3. Çeşitlendirme Yoluyla Sistemik Olmayan Riskin Azaltılması

Günümüzde borsada işlem gören işletmelerin hisse senetlerinin fiyatları birçok etkene bağlı olarak değişmektedir. Bu etkenlerden bir kısmı yatırımcı tarafından kontrol edilemeyen etkenlerdir. Fakat bazı etkenler yatırımcı tarafından kontrol edilebilir. Bu tür risklere sistemik olmayan risk denilmektedir. İyi bir çeşitlendirme yapılarak oluşturulan portföyler, bazı risklere karşı daha korunaklı bir hale getirilebilir.

Portföyün çeşitlendirilmesi, belli bir sayıya kadar sistemik olmayan riski azaltarak toplam riski sistemik risk düzeyine indirmektedir. Konno ve Yamazaki'nin sunduğu model aşağıda verilmiştir (Konno ve Yamazaki, 1991, 523).

Amaç fonksiyonu aşağıdaki gibidir;

$$\text{Min } \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T Y_t \quad (1)$$

$$Y_t + \sum_{j=1}^n (r_{jt} - r_j) x_j \geq 0, t=1,2,3,\dots,T \quad (2)$$

$$Y_t - \sum_{j=1}^n (r_{jt} - r_j) x_j \geq 0, t=1,2,3,\dots,T \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n r_j x_j \geq pM_0 \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n x_j = M_0 \quad (5)$$

$$r_j = \sum_{t=1}^T r_{jt} \quad (6)$$

$$p = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_j \quad (7)$$

$$r_{jt} = \frac{P_{jt} - P_{jt-1}}{P_{jt-1}} \quad (8)$$

Yukarıda yer alan notasyonların anlamları aşağıda açıklanmıştır.

Yukarıdaki formülasyonda kullanılan notasyonların anlamları aşağıda açıklanmıştır;

n: Hisse senedi sayısını,

T: Dönem uzunluğunu (T=aylık dönem),

t: T dönemi içindeki herhangi bir t. dönemini,

p: Yatırımcı tarafından belirlenen minimum beklenen getirisini,

r_j : j hisse senedinin ortalama getiri oranını,

x_j : j hisse senedine yatırılan para miktarını,

u_j : j hisse senedine yapılacak maksimum yatırım miktarını,

μ_0 : Portföye yapılacak toplam yatırım miktarını,

Y_t : Yardımcı değişkeni,

P_{jt} : j hisse senedinin t dönem sonundaki fiyatını,

P_{jt-1} : j hisse senedinin (t-1) dönem sonundaki fiyatını,

r_j : Hisse senetlerinin ortalama getirilerinin toplamını temsil etmektedir.

Bu modelle portföye girecek hisse senedi sayısı ve portföydeki ağırlıkları kontrol edilemez. Dolayısıyla portföy ağırlığı bir kaç hisse senedinde toplanabilir. Seçilen hisse senetlerinin tamamı aynı endüstri kolundan veya aynı çatı altındaki işletmelerden oluşabilir. Bu ise portföyü endüstri riski ve yönetim riski gibi sistematik olmayan risklere karşı korumada yetersiz kalır. Model'e yazılacak ek kısıtlarla portföyün sistematik olmayan riskini azaltmak mümkündür. Bu çalışmada portföyün ağırlığının belli endüstri kollarında toplanmaması için bir model önerilmiştir.

2.4. Optimal Portföy Oluşturmada Yeni Bir Model Önerisi

Bu çalışmada; Markowitz'in karesel programlama modeli yerine Konno-Yamazaki tarafından ortaya koyulan doğrusal programlama modeli ele alınmıştır. Konno-Yamazaki modeline ek olarak aşağıdaki kısıtlar yazılarak yeni bir model öne sürülmüş ve Borsa İstanbul Endeksinde bir uygulama yapılmıştır.

$$\sum_{k=n_j}^{m_j} x_k + z_j \geq f \quad , j=1,2,3,\dots,s \quad (9)$$

$$\sum_{j=1}^s z_j \leq s - a \quad , z_j \text{ tam sayılı } (0,1) \text{ değişken} \quad , j=1,2,3,\dots,s \quad (10)$$

Yukarıda yer alan notasyonların anlamları aşağıda açıklanmıştır;

s: Sektör sayısını,

n_j : j'inci sektördeki ilk işletmeyi,

m_j : j'inci sektördeki son işletmeyi,

z_j : j'inci sektörü,

a: Portföye girmesi istenen sektör sayısını,

f: Sektördeki hisse senetleri eğer portföyde yer alacak ise sektörün portföyün içerisindeki en az ağırlığını temsil etmektedir.

Bu model ile portföydeki hisse senedinin ağırlığı farklı endüstri kollarına dağıtılmış olacaktır. Böylelikle portföyün sistematik olmayan risklere karşı daha korunaklı duruma gelmesi beklenmektedir.

Bu model ile bir uygulama yapıldığında bulunacak minimum risk, Konno ve Yamazaki modelinin minimum riskinden daha büyük çıkabilir. Bu ilk bakışta riskin arttığı anlamına gelebilir fakat yatırımcıların sistematik olmayan risklerden kaçınmak için portföyün ağırlığının farklı iş kollarına ve işletmelere dağıtılmasını isteyebilecekleri de değerlendirilmelidir. Bu model ile portföydeki hisse senedinin ağırlığı farklı endüstri kollarına dağıtılmış olacaktır. Böylelikle portföyün sistematik olmayan risklere karşı daha korunaklı duruma gelmesi beklenmektedir.

3. Uygulamada Kullanılan Yöntem

Çalışmada çeşitli hisse senetlerinden oluşan portföyler arasından optimal portföyleri belirleyebilmek için doğrusal programlama modeli kullanılmıştır.

3.1. Uygulamanın Konusu

Çalışmada Borsa İstanbul Endeksinde sürekli işlem gören hisse senetlerinden meydana gelecek olan portföyler arasından optimal portföy setini belirleyebilmek için doğrusal programlama modeline dayanan ortalama-mutlak sapma modeli ele alınmıştır. Çalışmada orijinal Konno ve Yamazaki modeline ek kısıtlar yazılarak bir model önerilmiştir. Önerilen model ile Borsa İstanbul 100 endeksinde optimal portföyler oluşturulmaya çalışılmıştır.

3.2. Uygulamanın Amacı

Markowitz'in ortaya koyduğu ortalama-varyans modeli büyük boyutlu (large-scale) portföyleri oluşturmada yaygın olarak kullanılamamaktadır. Bu durumun en önemli nedeni, büyük boyutlu karesel problemin çözümünde karşılaşılan hesaplama zorlukları ve parametrelerin elde edilmesinde ve modelin çözümündeki güçlüklerdir. Sözü edilen güçlüklerin ortadan kaldırılması için doğrusal programlama modeli ele alınmıştır. Modelde amaç fonksiyonu olarak risk ölçütü olan mutlak değer kullanılarak daha kısa sürede optimal portföyler oluşturulmaya çalışılmıştır.

3.3. Uygulamanın Kapsamı ve Modelde Kullanılan Veriler

Çalışma Borsa İstanbul 100 endeksi içinde işlem gören hisse senetlerine ait gerçek veriler ele alınmış ve 10 farklı endüstriden 83 işletme incelenmiştir. Hangi işletmenin hangi iş kolunda olduğu Ek-1'de belirtilmiştir. Bu uygulamada en az 4 işletme bulundurmayan iş kolu değerlendirmeye alınmamıştır. Değerlendirmeye alınan iş kolları ve bu iş kollarında yer alan işletme sayıları aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

1. Gıda, içecek ve perakende sektörü (11 işletme)
2. Holdingler (11 işletme)
3. Gayrimenkul yatırım ortaklığı sektörü (4 işletme)

4. Kimya, petrol ve maden sektörü (7 işletme)
5. Demir çelik, makine ve otomotiv sektörü (6 işletme)
6. İnşaat, çimento ve boya sektörü (9 işletme)
7. Elektrik ve enerji sektörü (4 işletme)
8. Ulaştırma ve turizm sektörü (7 işletme)
9. Teknoloji ve elektronik sektörü (9 işletme)
10. Bankacılık, sigorta ve finans sektörü (15 işletme)

İş kollarından portföye girecek sektörlerle ait hisse senetlerinin portföy içindeki en az ağırlığının sırasıyla %5, %7, %10 olması durumlarına göre model çözülecektir.

Yatırımcının beklenen getiri isteği çalışmamıza konu olan 83 hisse senedinin 15 aylık dönem boyunca elde edilen aylık getiri oranlarının ortalaması olarak (ρ), %6 olarak hesaplanmıştır.

Diğer veriler aşağıdaki gibidir.

Dikkate alınana menkul kıymet sayısı (n): 83

Portföye yapılacak toplam yatırım tutarı (μ_0): 1,00 Türk Lirası

İncelenen dönem sayısı (T): 15 dönem (ay)

Burada n; dikkate alınan menkul kıymet sayısını, μ_0 ; toplam yatırım oranını; T; aylık dönem uzunluğunu ifade etmektedir. Çalışmamızda toplam yatırım tutarı kolaylık olması bakımından (μ_0), 1 Türk Lirası olarak alınmıştır. Dolayısıyla yatırım paylarını temsil eden x_j karar değişkenleri toplamının 1'e eşit olması gerekmektedir.

Modelde kısıt sayısı $2T+2$ kadar olacaktır. Çalışmamızda Konno-Yamazaki doğrusal programlama modelinde, 15 dönem ele alındığı için toplam kısıt sayısı 32 olacaktır. Toplam 32 kısıtı sunmak zor olacağından burada sadece birinci ve ikinci döneme ait kısıtlamalar verilecektir.

Bu yukarıdaki verilerden hareketle her dönem için hesaplanan yardımcı değişken (yt) fonksiyonu kullanılarak 15 dönem için minimize edilecek amaç fonksiyonu şöyle olacaktır.

$$\text{Min} \left(\frac{1}{15} \sum_{t=1}^{15} Y_t \right)$$

$$\text{Min } Z = (y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + \dots + y_{14} + y_{15}) / 15$$

Kısıtlar;

(2) ve (3) numaralı kısıt gurupları için toplam 30 kısıt yazılmalıdır. (her dönem için iki kısıt 15 dönem için 30 kısıt). (2) ve (3) numaralı kısıt guruplarının hepsi yazılamayacağından örnek olarak ilk iki ayın kısıtları yazılmıştır. Kullanılan katsayılar hisse senetlerinin aylık ortalama getirilerinin değişim yüzdelerinden alınmıştır.

$$Y_1 + 2,56x_1 - 4,84x_2 - 1,23x_3 + 15,33x_4 + \dots + 16,27x_{82} \geq 0$$

$$Y_1 - 2,56x_1 + 4,84x_2 + 1,23x_3 - 15,33x_4 - \dots - 16,27x_{82} \geq 0$$

$$Y_2 + 6,92x_2 + 0,41x_3 - 8,45x_5 + 6,54x_6 + \dots - 8,79x_{82} - 15,04x_{83} \geq 0$$

$$Y_2 - 6,92x_2 - 0,41x_3 + 8,45x_5 - 6,54x_6 - \dots + 8,79x_{82} + 15,04x_{83} \geq 0$$

(4) numaralı kısıt aşağıdaki gibi yazılmıştır. Kullanılan katsayılar ise modelde kullanılan 83 hisse senetlerinin 15 aylık dönem boyunca elde edilen aylık getiri oranlarının ortalamasıdır.

$$3,86x_1 + 5,18x_2 + 6,45x_3 + \dots + 5,74x_{80} + 4,14x_{82} + 5,85x_{83} \geq 6.00$$

(5) numaralı kısıt ise aşağıdaki gibi yazılmıştır.

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + \dots + x_{81} + x_{82} + x_{83} = 1$$

Buraya kadar yazılan kısıtların Konno ve Yamazaki modeli orijinal halinden herhangi bir farkı yoktur. Bu modeli WINQSB 2.0 programında çözdüğümüzde ise aşağıdaki sonuç çıkmıştır.

Bu modeli WINQSB 2.0 programında çözdüğümüzde aşağıdaki sonuç çıkmıştır.

Beklenen getiri (aylık) = %6

Risk = %5,8726

Portföye giren hisse senetleri ve oranları ise şu şekildedir;

x_{26} (Anadolu Efes) = %41.07

x_{70} (Şişe Cam) = %14.42

x_{87} (BSH Ev Aletleri) = %44.52

Çözümünden de görüldüğü üzere Konno-Yamazaki modeli portföye girecek hisse senedi ve sektör sayısını kontrol edememektedir. 83 hisse senedinden yalnızca 3 tanesini portföye alarak portföy çeşitlendirmesini yeteri kadar gerçekleştirememiştir. Konno ve Yamazaki modelinin çözümünde teorik olarak portföyün yalnızca bir hisse senedinden oluşması dahi mümkündür. İyi çeşitlendirilmemiş bir portföy, yatımcı açısından ayrı bir risk düşüncesi

oluşturabilir. Önerilen modelde ise Konno-Yamazaki modeline ek kısıtlar yazılarak portföye girecek hisse senetlerin farklı endüstri kollarına dağıtılması sağlanacaktır.

Ek kısıtlar yazılması aynı beklenen getiri durumunda Konno-Yamazaki modeline göre portföyün riskini bir miktar artıracaktır fakat sistematik olmayan risk grubunda farklı bir risk kaynağı olan portföyün çeşitlendirilememesi riskini azaltacaktır. Önerilen modelin uygulanmasında toplam 108 değişken 126 kısıt bulunmaktadır.

Portföye giren hisse senetleri ve oranları ise sırasıyla; x_{26} (Anadolu Efes) %41,07, x_{70} (Şişe Cam) %14,42, ve x_{87} (BSH Ev Aletleri) %44,52 olarak bulunmuştur. Çözümünden de görüldüğü üzere Konno-Yamazaki modeli portföye girecek hisse senedi ve sektör sayısını kontrol edememektedir. 83 hisse senedinden yalnızca 3 tanesini portföye alarak portföy çeşitlendirmesini yeteri kadar gerçekleştirememiştir.

Konno ve Yamazaki modelinin çözümünde teorik olarak portföyün yalnızca bir hisse senedinden oluşması dahi mümkündür. İyi çeşitlendirilmemiş bir portföy, yatımcı açısından ayrı bir risk düşüncesi oluşturabilir. Önerilen modelde ise Konno-Yamazaki modeline ek kısıtlar yazılarak portföye girecek hisse senetlerin farklı endüstri kollarına dağıtılması sağlanacaktır.

Ek kısıtlar yazılması aynı beklenen getiri durumunda Konno-Yamazaki modeline göre portföyün riskini bir miktar artıracaktır fakat sistematik olmayan risk grubunda farklı bir risk kaynağı olan portföyün çeşitlendirilememesi riskini azaltacaktır. Önerilen modelin uygulanmasında toplam 108 değişken 126 kısıt bulunmaktadır.

Modelde yer alan (9) ve (10) numaralı kısıt denkleminde ait eşitsizliklerle portföyün farklı sektörlerden hisse senetleri ile çeşitlendirilmesi amaçlanmaktadır. (9) ve (10) numaralı kısıtlar aşağıdaki gibi yazılmıştır.

1. endüstri kolu için kısıtlar;

$$x_1 + z_1 \leq 1, x_2 + z_1 \leq 1, x_3 + z_1, \dots, x_{11} + z_1 \leq 1$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + \dots + x_9 + x_{10} + x_{11} + z_1 \geq f$$

2. endüstri kolu için kısıtlar;

$$x_{12} + z_2 \leq 1, x_{13} + z_2 \leq 1, x_{14} + z_2, \dots, x_{22} + z_2 \leq 1$$

$$x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + \dots + x_{20} + x_{21} + x_{22} + z_2 \geq f$$

3. endüstri kolu için kısıtlar;

$$x_{23} + z_3 \leq 1, x_{24} + z_3 \leq 1, x_{25} + z_3, x_{26} + z_3 \leq 1$$

$$x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + z_3 \geq f$$

4. endüstri kolu için kısıtlar;

$$x_{27} + z_4 \leq 1, x_{28} + z_4 \leq 1, \dots, x_{32} + z_4, x_{33} + z_4 \leq 1$$

$$x_{27} + x_{28} + x_{29} + x_{30} + x_{31} + x_{32} + x_{33} + z_4 \geq f$$

5. endüstri kolu için kısıtlar;

$$x_{34} + z_5 \leq 1, x_{35} + z_5 \leq 1, \dots, x_{38} + z_5 \leq 1, x_{39} + z_5 \leq 1$$

$$x_{34} + x_{35} + x_{36} + x_{37} + x_{38} + x_{39} + z_5 \geq f$$

6. endüstri kolu için kısıtlar;

$$x_{40} + z_6 \leq 1, x_{41} + z_6 \leq 1, x_{42} + z_6 \leq 1, \dots, x_{48} + z_6 \leq 1$$

$$x_{40} + x_{41} + x_{43} + x_{44} + x_{45} + x_{46} + x_{47} + x_{48} + z_6 \geq f$$

7. endüstri kolu için kısıtlar;

$$x_{49} + z_7 \leq 1, x_{50} + z_7 \leq 1, x_{51} + z_7 \leq 1, x_{52} + z_7 \leq 1$$

$$x_{49} + x_{50} + x_{51} + x_{52} + z_7 \geq f$$

8. endüstri kolu için kısıtlar;

$$x_{53} + z_8 \leq 1, x_{54} + z_8 \leq 1, x_{55} + z_8 \leq 1, \dots, x_{59} + z_8 \leq 1$$

$$x_{53} + x_{54} + x_{55} + x_{56} + x_{57} + x_{58} + x_{59} + z_8 \geq f$$

9. endüstri kolu için kısıtlar;

$$x_{60} + z_9 \leq 1, x_{61} + z_9 \leq 1, x_{62} + z_9 \leq 1, \dots, x_{68} + z_9 \leq 1$$

$$x_{60} + x_{61} + x_{62} + x_{63} + x_{64} + x_{65} + x_{66} + x_{67} + x_{68} + z_9 \geq f$$

10. endüstri kolu için kısıtlar;

$$x_{69} + z_{10} \leq 1, x_{70} + z_{10} \leq 1, x_{71} + z_{10} \leq 1, \dots, x_{83} + z_{10} \leq 1$$

$$x_{69} + x_{70} + x_{71} + x_{72} + x_{73} + x_{74}, \dots, + x_{82} + x_{83} + z_{10} \geq f$$

Çözümde en az kaç sektör olacağına karar vermek için ise (10) numaralı kısıt aşağıda yazılmıştır.

$$z_1 + z_2 + z_3 + z_4 + z_5 + z_6 + z_7 + z_8 + z_9 + z_{10} \leq a, z_i (0,1) \text{ de\u0131işken ve } i=1, 2, 3, \dots, 10$$

Burada a yerine kaç yazılacaksa en az (10-a) sektörünün çözüme yer alması istenmektedir. Bu kısıtta tüm sektörlerden hisse senetlerinin eğer çözüme gireceklerse sırasıyla en az %5, %7, %10 ağırlıkla portföye girmesi istenmiştir. Bu alt sınırlar verilmez ise model istenilen sayıda sektörü çözüme alacak fakat ağırlıklarını sıfıra yakın verecektir. Kısıt (9)'da f'nin sırasıyla 0,05, 0,07 ve 0,10 kısıt (10)'da a'nın 1, 2, 3, 4, 5, 6 değerlerini alması ile 18 farklı sonuç bulunmuştur. Bulunan sonuçlar tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1: Önerilen Modelin Çözüm Önerileri (f=0,05 Olması Durumunda)

	a=1	a=2	a=3	a=4	a=5	a=6
f = 0,05 Çözüme giren hisse senetleri, yüzdeleri ve sektör numaraları	(1)x ₂₉ =0,225	(1)x ₂₆ =0,224	(1)x ₂₆ =0,280	(1)x ₂₆ =0,293	(1)x ₂₆ =0,335	(1)x ₂₆ =0,3094
	(3)x ₄₉ =0,050	(3)x ₄₉ =0,050	(4)x ₂₇ =0,050	(4)x ₅₄ =0,050	(4)x ₅₄ =0,0496	(4)x ₅₄ =0,050
	(4)x ₅₉ =0,050	(5)x ₆₀ =0,050	(6)x ₇₀ =0,148	(6)x ₇₀ =0,155	(4)x ₅₇ =0,0004	(6)x ₇₀ =0,1655
	(5)x ₆₀ =0,050	(6)x ₇₀ =0,163	(7)x ₇₅ =0,372	(7)x ₇₅ =0,402	(5)x ₆₀ =0,050	(7)x ₇₅ =0,425
	(6)x ₇₀ =0,162	(7)x ₇₅ =0,318	(8)x ₈₁ =0,050	(9)x ₉₀ =0,050	(6)x ₇₀ =0,153	(9)x ₉₀ =0,050
	(7)x ₇₅ =0,313	(8)x ₈₃ =0,050	(9)x ₉₀ =0,036	(10)x ₁₀₄ =0,041	(7)x ₇₅ =0,412	
	(8)x ₈₁ =0,050	(9)x ₉₀ =0,050	(9)x ₉₁ =0,014	(10)x ₁₀₇ =0,008		
	(9)x ₉₀ =0,042	(10)x ₁₀₄ =0,05	(10)x ₁₀₄ =0,047			
	(9)x ₉₁ =0,008		(10)x ₁₀₇ =0,003			
	(10)x ₁₀₄ =0,035					
(10)x ₁₀₇ =0,014						
Sektör Sayısı	9	8	7	6	5	5
Risk	5,9105	5,9086	5,8937	5,8853	5,8825	5,8786

Tablo 1'de görüldüğü üzere, hisse senetlerinin çözüme %5 ağırlıkla girmesi ve a değerinin 1 olması durumunda portföyde yer alan sektör sayısının 9 adet ve risk seviyesinin ise 5,9105 olduğu anlaşılmaktadır. Anadolu Efes'e (x₂₆) %22,5, İş Gayri Menkul Yatırım Ortaklığı'na (x₄₉) %5, Doğu Otomotiv'e (x₅₉) %5, Ereğli Demir Çelik'e (x₆₀) %5, Konya Çimento'ya (x₇₀) %16,2, Aksa Enerji'ye (x₇₅) %31,3, Net Turizm'e (x₈₁) %5, Turkcell'e (x₉₀) %4,2, Türk Telekom'a (x₉₁) %0,8, Tekstilbank'a (x₁₀₄) %3,5 ve son olarak Yapı Kredi Bankası'na (x₁₀₇) %1,4 oranlarında yatırım yapılması gerektiği görülebilir.

Modelde kullanılan toplam hisse senedi sayısının 83 olduğu ancak optimal portföy içinde yer almayan 72 hisse senedinin karar değişkenlerinin çözüm değerinin sıfır olduğu yani bu 72 hisse senedine yatırım yapılamayacağı söylenebilir.

Sektörün çözüme %5 ağırlıkla girmesi ve a değerinin 6 olması durumunda ise portföyde yer alan sektör sayısının 5 adet ve risk seviyesinin %5,8786 olduğu görülmektedir. Anadolu Efes'e (x₂₇) %30,95, Gübre Fabrikası'na (x₅₄) %5, Konya Çimento'ya (x₇₀) %16,55, Aksa Enerji'ye (x₇₅) %42,5 ve son olarak Turkcell'e

(x_{90}) %5 oranlarında yatırım yapılması gerektiği görülebilir. Modelde kullanılan toplam hisse senedi sayısının 83 olduğu ancak optimal portföy içinde yer almayan 78 hisse senedinin karar değişkenlerinin çözüm değerinin sıfır olduğu yani bu 78 hisse senedine yatırım yapılamayacağı söylenebilir.

Tablo 2: Önerilen Modelin Çözüm Önerileri (f=0,07 Olması Durumunda)

	a=1	a=2	a=3	a=4	a=5	a=6
f = 0,07 Çözümüne giren hisse senetleri, yüzdeleri ve sektör numaraları	(1) $x_{26}=0,155$	(1) $x_{26}=0,137$	(1) $x_{26}=0,2097$	(1) $x_{26}=0,2272$	(1) $x_{26}=0,269$	(1) $x_{26}=0,3140$
	(3) $x_{49}=0,070$	(2) $x_{38}=0,070$	(4) $x_{54}=0,070$	(4) $x_{54}=0,070$	(4) $x_{54}=0,070$	(6) $x_{70}=0,1764$
	(4) $x_{54}=0,070$	(4) $x_{54}=0,070$	(5) $x_{60}=0,070$	(5) $x_{60}=0,070$	(6) $x_{70}=0,174$	(7) $x_{75}=0,4395$
	(5) $x_{60}=0,070$	(5) $x_{60}=0,070$	(6) $x_{70}=0,1654$	(6) $x_{70}=0,1748$	(7) $x_{75}=0,417$	(9) $x_{90}=0,070$
	(6) $x_{70}=0,171$	(6) $x_{70}=0,175$	(7) $x_{75}=0,345$	(7) $x_{75}=0,3881$	(9) $x_{90}=0,070$	
	(7) $x_{75}=0,254$	(7) $x_{75}=0,338$	(8) $x_{81}=0,070$	(9) $x_{90}=0,0282$		
	(8) $x_{81}=0,070$	(8) $x_{81}=0,0503$	(9) $x_{90}=0,0018$	(9) $x_{91}=0,0418$		
	(9) $x_{90}=0,023$	(8) $x_{83}=0,0197$	(9) $x_{91}=0,0682$			
	(9) $x_{91}=0,047$	(9) $x_{91}=0,070$				
	(10) $x_{104}=0,012$					
Sektör Sayısı	9	8	7	6	5	4
Risk	5,9276	5,9040	5,9018	5,8897	5,8811	5,8744

Tablo 2’de görüldüğü üzere hisse senetlerinin çözüme %7 ağırlıkla girmesi ve a değerinin 1 olması durumunda portföyde yer alan sektör sayısının 9 adet ve risk düzeyinin ise 5,9276 olduğu anlaşılmaktadır. Anadolu Efes’e (x_{26}) %15,5, İş Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı’na (x_{49}) %7, Gübre Fabrikası’na (x_{54}) %7, Ereğli Demir Çelik’e (x_{60}) %7, Konya Çimento’ya (x_{70}) %17,1, Aksa Enerji’ye (x_{75}) %25,4, Net Turizm’e (x_{81}) %7, Turkcell’e (x_{90}) %2,3, Türk Telekom’a (x_{91}) %4,7 ve son olarak Tekstilbank’a (x_{104}) %1,2 oranlarında yatırım yapılması gerektiği söylenebilir.

Modelde kullanılan toplam hisse senedi sayısının 83 olduğu ancak optimal portföy içinde yer almayan 73 hisse senedinin karar değişkenlerinin çözüm değerinin sıfır olduğu yani bu 73 hisse senedine yatırım yapılamayacağı söylenebilir.

Sektörün çözüme %7 ağırlıkla girmesi ve a değerinin 6 olması durumunda ise portföyde yer alan sektör sayısının 4 adet ve risk seviyesinin %5,8744 olduğu görülmektedir. Anadolu Efes’e (x_{27}) %31,4, Konya Çimento’ya (x_{70}) %17,64, Aksa Enerji’ye (x_{75}) %43,95 ve son olarak Turkcell’e (x_{90}) %7 oranlarında yatırım yapılması gerektiği görülebilir. Modelde kullanılan toplam hisse senedi sayısının 83 olduğu ancak optimal portföy içinde yer almayan 79 hisse senedinin karar değişkenlerinin çözüm değerinin sıfır olduğu yani bu 79 hisse senedine yatırım yapılamayacağı söylenebilir.

Tablo 3: Önerilen Modelin Çözüm Önerileri (f=0,10 Olması Durumunda)

	a=1	a=2	a=3	a=4	a=5	a=6
f = 0,10 Çözüm giren hisse senetleri, yüzdeleri ve sektör numaraları	(1) $x_{26}=0,100$	(1) $x_{26}=0,1251$	(1) $x_{26}=0,1596$	(1) $x_{26}=0,1245$	(1) $x_{26}=0,2043$	(2) $x_{38}=0,1725$
	(2) $x_{38}=0,100$	(4) $x_{54}=0,100$	(4) $x_{54}=0,100$	(3) $x_{48}=0,0257$	(5) $x_{60}=0,100$	(6) $x_{70}=0,2323$
	(3) $x_{49}=0,010$	(5) $x_{60}=0,100$	(5) $x_{60}=0,100$	(3) $x_{49}=0,0743$	(6) $x_{70}=0,1976$	(7) $x_{75}=0,4203$
	(4) $x_{53}=0,057$	(6) $x_{70}=0,1760$	(6) $x_{70}=0,1798$	(5) $x_{60}=0,100$	(7) $x_{75}=0,3981$	(9) $x_{90}=0,1283$
	(4) $x_{54}=0,043$	(7) $x_{75}=0,2988$	(7) $x_{75}=0,3606$	(6) $x_{70}=0,1845$	(9) $x_{90}=0,059$	(9) $x_{91}=0,0465$
	(6) $x_{70}=0,133$	(8) $x_{80}=0,0108$	(9) $x_{90}=0,0165$	(7) $x_{75}=0,1911$	(9) $x_{91}=0,041$	
	(7) $x_{75}=0,167$	(8) $x_{81}=0,0892$	(9) $x_{91}=0,0835$			
	(8) $x_{80}=0,029$	(9) $x_{91}=0,100$				
	(8) $x_{81}=0,071$					
Sektör Sayısı	7	7	6	5	5	4
Risk	5,9517	5,9451	5,9153	5,8979	5,8869	5,8807

Tablo 3'e baktığımızda ise hisse senetlerinin çözüme %10 ile ağırlıkla girmesi ve a değerinin 1 olması durumunda portföyde yer alan sektör sayısının 7 adet ve risk düzeyinin ise 5,9517 olduğu anlaşılmaktadır. Anadolu Efes'e (x_{26}) %10,0, Deva Holding'e (x_{38}) %10,0, İş Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı'na (x_{49}) %1,0, Ege Gübre'ye (x_{53}) %5,7, Gübre Fabrikası'na (x_{54}) %4,3, Konya Çimento'ya (x_{70}) %13,3, Aksa Enerji'ye (x_{75}) %16,7, Metro Ulaşım'a (x_{80}) %2,9 ve son olarak Net Turizm'e (x_{81}) %7,1 oranlarında yatırım yapılması gerektiği söylenebilir.

Modelde kullanılan toplam hisse senedi sayısının 83 olduğu ancak optimal portföy içinde yer almayan 74 hisse senedinin karar değişkenlerinin çözüm değerinin sıfır olduğu yani bu 74 hisse senedine yatırım yapılamayacağı söylenebilir

Sektörün çözüme %10 ağırlıkla girmesi ve a değerinin 6 olması durumunda ise portföyde yer alan sektör sayısının 4 adet ve risk seviyesinin 5,8807 olduğu görülmektedir. Deva Holding'e (x_{38}) %17,25, Konya Çimento'ya (x_{70}) %23,23, Aksa Enerji (x_{75}) %42,03, Turkcell'e (x_{90}) %12,83 ve son olarak Türk Telekom'a (x_{91}) %4,65 oranlarında yatırım yapılması gerektiği söylenebilir. Modelde kullanılan toplam hisse senedi sayısının 83 olduğu ancak optimal portföy içinde yer almayan 78 hisse senedinin karar değişkenlerinin çözüm değerinin sıfır olduğu yani bu 78 hisse senedine yatırım yapılamayacağı söylenebilir

Tablo 1 ve 2'ye benzer şekilde tablo 3'de de modelin çözüm önerilerine baktığımızda, a değeri arttıkça portföyde yer alan hisse senedi ve sektör sayısının giderek azaldığı görülmüştür. Benzer şekilde risk düzeylerine baktığımızda ise a değeri arttıkça riskin giderek azaldığı görülmektedir.

Tablo 1, 2 ve 3'de görüldüğü gibi modelde çıkan sonuçlardan hiçbirinde portföy riskleri Konno ve Yamazaki modelinde bulunan riskten daha küçük değildir.

Bununla birlikte modelin çözümünde yatırımcıların istekleri doğrultusunda farklı çeşitlendirmeler mümkün kılınmaktadır. Yatırımcı portföyünün en az kaç sektörden hisse senetlerinden oluşacağına karar vermektedir. Ayrıca çözüme giren sektörün portföy içindeki ağırlığının alt sınırını da kontrol edebilmektedir.

Modelin istenildiği gibi çeşitlendirme yapabilmesi için portföye girecek sektör için belli bir alt sınır belirlenmesi zorunlu olmaktadır. Belirlenen alt sınırın büyümesi belli bir noktadan sonra modeli kullanışsız duruma düşürecektir. Örneğin alt sınır %20 olarak belirlendiğinde, portföyde 5 sektörden daha fazlası bulunamaz ve sektörler portföye % 20 ile girmek zorunda bırakılır. Bu ise daha risksiz bir sektörün portföydeki payını azaltır.

Uygulamada %7 alt sınırın %10 alt sınıra göre daha az risk ve daha iyi çeşitlendirme yaptığı tablo 2 ve 3'den açıkça görülmektedir.

4. Sonuç

Markowitz'in ortaya koyduğu ortalama-varyans modeli büyük boyutlu (large-scale) portföyleri oluşturmada yaygın olarak kullanılamamaktadır. Bu durumun en önemli nedeni, büyük boyutlu karesel problemin çözümünde karşılaşılan hesaplama zorlukları ve parametrelerin elde edilmesinde ve modelin çözümündeki güçlüklerdir. Sözü edilen güçlüklerin ortadan kaldırılması için doğrusal programlama modeli ele alınmıştır. Modelde amaç fonksiyonu olarak risk ölçütü olan mutlak değer kullanılarak daha kısa sürede optimal portföyler oluşturulmaya çalışılmıştır.

Portföy seçimi yatırımcının riski algılayışı ve riske karşı duyarlılığına göre farklılık göstermektedir. Geleneksel portföy yönetiminin teorisyenleri portföy oluşturma sürecinde portföyü oluşturacak kişinin kişisel kabiliyetine, uzmanlık bilgisine ve çeşitlendirmenin önemine vurgu yapmışlardır. Bunun yanında modern portföy yönetiminin teorisyenleri portföy seçim sürecini geçmiş nicel verileri kullanarak bilimsel yöntemlerle yürütülmesi gereken bir süreç olarak tanımlamıştır. Markowitz ortalama-varyans modelini tanımlayarak hisse senetlerinin arasındaki korelasyonu hesaplamış ve hisse senetlerinin arasındaki korelasyonun negatif olması ile doğru orantılı olarak portföyün sistematik olmayan risklerden korunabileceği düşüncesini savunmuştur. Konno ve Yamazaki ise riski, hisse senetlerinin değerlerinin yüzde olarak değişimleri ile ortalama getirileri arasındaki farkların mutlak değerce toplamı olarak tanımlamış ve modelini doğrusal programlama biçiminde ifade etmiştir. Markowitz veya Konno ve Yamazaki'nin modelleri portföyü oluştururken portföye girecek hisse senetlerinin sayısı ile ilgili bir tanımlama yapmamış ve yatırımcının çeşitlendirme isteğini modellerinde dikkate almamışlardır.

Bu çalışmada Borsa İstanbul 100 endeksinde yer alan hisse senetlerine yatırımda bulunan gerçek veya tüzel kişi yatırımcılara, yatırımlarını çeşitlendirme yoluyla

optimal risk seviyelerini seçerek elde edecekleri olası getiriler hakkında bilgiler verilmiştir. Bu amaçla çalışmada, doğrusal programlamaya dayalı Konno ve Yamazaki portföy seçim modeli ele alınmış ve bu modele ek kısıtlar yazılarak portföye girecek hisse senetlerinin farklı endüstri kollarına dağıtılması sağlanarak optimal getiri ve riski sağlayan portföyler oluşturulmuştur. Ayrıca çalışmada, Konno ve Yamazaki modeline ek kısıtlar yazılarak yatırımcının isteği doğrultusunda portföyün istenen sayıda iş kolundan hisse senetlerini içermesi sağlanmıştır. Böylelikle, portföye alınan hisse senetlerinin seçiminde hem nicel verilerden faydalanılmış hem de yatırımcının isteği doğrultusunda portföyü sistematik olmayan risklerden korumak için portföye alınacak hisse senetlerinin farklı endüstri kollarından seçilmesi sağlanmıştır.

Ekler

Ek 1: Modelde Kullanılan Hisse Senetleri ve Buldukları Sektörler

No	Sek. No	İşletme İsmi	No	Sek. No	İşletme İsmi	No	Sek. No	İşletme İsmi
26	1	Anadolu Efes	57	4	Petrol Ofisi	88	9	İhlas Ev Aletleri
27	1	Bagfaş	58	4	Tüpraş	89	9	Netaş
28	1	Banvit	59	5	Doğuş Otomotiv	90	9	Turkcell
29	1	BİM	60	5	Ereğli Demir Çelik	91	9	Türk Telekom
30	1	Eczacıbaşı	61	5	Ford Otosan	92	9	Vestel Beyaz Eşya
31	1	Kartonsan	62	5	Karsan	93	9	Vestel Elektronik
32	1	Kerevitaş Gıda	63	5	Otokar	94	10	Ak Sigorta
33	1	KİPA	64	5	Tofaş	95	10	Akbank
34	1	Pınar Süt	65	6	Afyon Çimento	96	10	Albarakatürk
35	1	Selçuk Ecza	66	6	DYO Boya	97	10	Anadolu Sigorta
36	1	Ülker	67	6	Ege Seramik	98	10	Bankasya
37	2	Alarko	68	6	Enka İnşaat	99	10	Fortisbank
38	2	Deva Holding	69	6	Göлтаş Çimento	100	10	Garanti Bankası
39	2	Doğan	70	6	Konya Çimento	101	10	Halkbank
40	2	Doğan Yayın	71	6	Marshall Boya	102	10	İş Finansal Kiralama
41	2	Global Yatırım	72	6	Şişe Cam	103	10	Şekerbank
42	2	GSD Denizcilik	73	6	Trakya Cam	104	10	Tekstilbank
43	2	İhlas Holding	74	7	Ak Enerji	105	10	Türk Ekonomi Bankası
44	2	Koç Holding	75	7	Aksa Enerji	106	10	Vakıflar Bankası
45	2	Net Turizm	76	7	Park Elektrik	107	10	Yapı Kredi Bankası
46	2	Sabancı Holding	77	7	Zorlu Enerji	108	10	Yapı Kredi Sigorta
47	2	Tefken	78	8	Çelebi			

Ek 1'in devamı

48	3	Eczacıbaşı Yatırım	79	8	Martı Otel			
49	3	İş G.M.Y.O.	80	8	Metro Ulaşım			
50	3	Pera G.M.Y.O.	81	8	Net Turizm			
51	3	Sinpaş G.M.Y.O.	82	8	Reysaş Lojistik			
52	4	Aygaz	83	8	Tav Havalimanı İşl.			
53	4	Ege Gübre	84	8	Türk Hava Yolları			
54	4	Gübre Fabrikası	85	9	Arçelik			
55	4	Koza Madencilik	86	9	Aselsan			
56	4	Petkim	87	9	BSH Ev Aletleri			

Kaynakça

- Abay, R. (2013). Markowitz Karesel Programlama İle Portföy Seçimi: İMKB 30 Endeksinde Riskli Portföylerin Seçimi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 175-194.
- Akay, D., Çetinyokuş, T. ve Dağdeviren, M. (2002). Portföy Seçimi Problemi İçin KDS/GA Yaklaşımı. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 17(4), 125-138.
- Atan, S. (2012). 0-1 Tamsayılı Programlama İle Portföy Seçim Modeli ve İMKB-30 Endeksinde Bir Uygulama. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 7(2), 74-86.
- Balvers, R. (2001). *Foundations of Asset Pricing*. West Virginia: Virginia University Review.
- Baçoğlu, U., Ceylan, A. ve Parasız, İ. (2009). *Finans Teori, Kurum ve Uygulama*. 2. Baskı, Bursa: Ekin Yayınevi.
- Bekçi, İ., Eroğlu, A. ve Usul, H. (2002). Portföy Seçimine Bulanık Mantık Yaklaşımı. *Süleyman Demirel Üniversitesi İİBF Dergisi*, 6(89), 89-107.
- Bolak, M. (2004). *Risk ve Yönetimi*. İstanbul: Birsan Yayınevi.
- Bozdağ, N., Altan, Ş., ve Duman, S. (2005). Minimaks Portföy Modeli ile Markowitz Ortalama-Varyans Portföy Modelinin Karşılaştırılması. *VII. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu*, Mayıs, İstanbul.
- Brigham, E.F. (1996). *Finansal Yönetimin Temelleri*. No:206, (Ö.Akmud ve H.Sarıaslan, Çev.). Ankara: Ankara Üniversitesi Yayınları,

- Büker, S., Aşıkoğlu, R. ve Sevil, G. (1997). *Finansal Yönetim*. 2. Baskı, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Ceylan, A. ve Korkmaz, T. (1998). *Borsada Uygulamalı Portföy Yönetimi*. 3. Baskı, Bursa: Ekin Yayınevi.
- Ceylan, A. ve Korkmaz, T. (2007). *Sermaye Piyasası ve Menkul Değer Analizi*. 7. Baskı, Bursa: Ekin Yayınevi.
- Chang, C.T. (2005). A Modified Goal Programming Approach For The Mean-Absolute Deviation Portfolio Optimization Model. *Applied Mathematics and Computation*, 171(1), 567-572.
- Cihangir, M., Güzeler, A.K. ve Sabuncu, İ. (2008). Optimal Portföy Seçiminde Konno-Yamazaki Modeli Yaklaşımı ve İMKB Mali Sektör Hisse Senetlerine Uygulanması. *Gazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 10(3), 125-142.
- Çetinceli, K. (2012). *Doğrusal Programlama ile Portföy Optimizasyonu ve İMKB-30 Endeksi Üzerine Uygulanması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Demir, Y. ve Derer, E. (2012). Optimal Portföy Kapsamında Tanjant Portföyü: İMKB-100'de Örnek Uygulama. *Uluslararası Antalya Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 4(2), 13-25.
- Ercan, M.K. ve Ban, Ü. (2008). *Değere Dayalı İşletme Finansı Finansal Yönetim*. 3. Baskı, Ankara: Gazi Kitabevi.
- Ertuğrul, İ. ve Pelitli, D. (2008). Portföy Analizinde Bulanık Mantık Yaklaşımı. *İktisat İşletme ve Finans Dergisi*, 23(265), 91-113.
- Feinstein, C.D. ve Thapa, M.N. (1993). Notes: A Reformulation of A Mean-Absolute Deviation Portfolio Optimization Model. *Management Science*, 39(12), 1552-1553.
- Gökbek, S.A. (2003). *Süre Temelli Portföyler ve İMKB'de Uygulanabilirliği*. Ankara: Sermaye Piyasası Kurulları.
- Gökgöz, E. (2006). *Riske Maruz Değer ve Portföy Optimizasyonu*. Yayın No:190, Ankara: Sermaye Piyasası Kurulu Yayınları.
- Güngör, İ., Aycan, M. ve Demir, Y. (2005). Bulanık Ortamda Portföy Optimizasyonu. *Selçuk Üniversitesi İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 5(10), 105-121.

- Güven, S. (2001). *Finansal Risk Yönetimi Çerçevesinde Piyasa Volatilitésinin Tahmini ve Portföy VaR Hesaplamaları*. Yayın No:1323, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- İskenderoğlu, Ö. ve Karadeniz, E. (2011). Optimum Portföy Seçimi: İMKB 30 Üzerinde Bir Uygulama. *Cumhuriyet Üniversitesi İİBF Dergisi*, 12(2), 235-257.
- Karacabey, A.A. (2007). Risk and Investment Opportunities in Portfolio Optimization. *European Journal of Finance and Banking Research*, 1(1), 1-15.
- Karan, M.B. (2013). *Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi*. 4. Baskı, Ankara: Gazi Kitabevi.
- Kardiyen, F. (2007). Doğrusal Programlama ile Portföy Optimizasyonu ve İMKB Verilerine Uygulanması Üzerine Bir Çalışma. *Atatürk Üniversitesi İİBF Dergisi*, 21(2), 15-28.
- Kardiyen, F. (2008). Portföy Optimizasyonunda Ortalama Mutlak Sapma Modeli ve Markowitz Modelinin Kullanımı ve İMKB Verilerine Uygulanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi İİBF Fakültesi Dergisi*, 13(2), 335-350.
- Konno, H. ve Yamazaki, H. (1991). Mean Absolute Deviation Portfolio Optimization Model and Its Applications to Tokyo Stock Market. *Management Science*, 37(5), 519-531.
- Konno, H. ve Li, J. (2000). Applications of the Integrated Approach to International Portfolio Optimization, *Asia-Pacific Financial Markets*, Kluwer Academic Publishers, 7, 121-144.
- Konno, H. ve Wijayanayake, A. (2002). Portfolio Optimization Under D.C. Transaction Costs and Minimal Transaction Unit Constraints, *Journal of Global Optimization*, Kluwer Academic Publishers, 22, 137-254.
- Konno, H. (2003). Portfolio Optimization of Small Scale Fund Using Mean-Absolute Deviation Model, *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 6(4), 403-418.
- Kocadağlı, O. ve Cinemre, N. (2010). Portföy Optimizasyonunda SVFM İle Bulanık Doğrusal Olmayan Model Yaklaşımı. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 39(2), 359-369.

- Malgharni, A.M. ve Karimnia, M. (2014). Investigate the Relationship Between Unsystematic Risk and Profit Growth of Accepted Companies in Tehran Stock Exchange. *Singaporean Journal of Business Economics and Management Studies*, 2(11), 147-154.
- Okka, O. (2009). *Analitik Finansal Yönetim Teori ve Problemler*. 1. Baskı, Ankara: Finans Serisi Nobel Yayın Dağıtım.
- Özçam, Ö. (1997). *Varlık Fiyatlama Modelleri Aracılığıyla Dinamik Portföy Yönetimi*. Ankara: Sermaye Piyasası Kurulu Yayınları, Yayın No:4.
- Parra, M.A., Terol, A.B. ve Uria, M.V.R. (2001). A Fuzzy Goal Programming Approach to Portfolio Optimization, *European Journal of Operational Reserach*, 133, 287-297.
- Sarıkamış, C. (1998). *Sermaye Pazarları*. 3. Baskı, İstanbul: Alfa Basım Yayın.
- Simaan, Y. (1997). Estimation Risk in Portfolio Selection: The Mean Variance Model Versus the Mean Absolute Deviation Model. *Management Science*, 43(10), 1437-1446.
- Şakar, S.Ü. (1997). *Araçları, Kurumları ve İşleyişi ile Sermaye Piyasası*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Tiryaki, F. ve Ahlatciođlu, M. (2005). Fuzzy Stock Selection Using A New Fuzzy Ranking and Weighting Algorithm. *Applied Mathematics and Computation*, 170(1), 144-157.
- Topal, Y. ve İlarıslan, K. (2009). Portföy Optimizasyonu Bağlamında Tanjant Portföyleri: İMKB-30 İşletmelerinden Bir Örnek. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, XI(I), 219-247.
- Usta, Ö. ve Demireli, E. (2010). Risk Bileşenleri Analizi: İMKB'de Bir Uygulama. *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(12), 25-36.
- Üstünel, İ. E. (2000). *Durađan Portföy Analizi ve İMKB Verilerine Uygulanması*, Ankara: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Yayınları.
- Yörük, N. (2000). *Finansal Varlık Fiyatlama Modelleri ve Arbitraj Fiyatlama Modelinin İMKB'de Test Edilmesi*. İstanbul: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Yayınları.

A Linear Programming Model Suggestion Which Decreases Unsystematic Risk in the Portfolio Management

Extended Abstract

1. Introduction

As a globalization is widespread, international security trading has shown outstanding development and gained complex dimension as a result of such factors as institutional investor's motivation for eliminating risks and increasing returns of their portfolios by investing in various investment areas. With these developments, forming a portfolio and its management has become today's subject especially with the development of financial markets. Along with the valuation of savings in capital markets by owners of savings, the matters related to portfolio management began to be discussed.

A portfolio is defined as any combination of investment assets held at the same time by an investor's. Portfolio management, while assembling the dissembled savings, brings out the advantages such as rapidity in decision-making and practice, compliance with market conditions and reducing risks. On the other hand, portfolio analysis is the determination of portfolio risk, its expected profit and preference of the customer. The purpose of portfolio management, incorporate various instruments to portfolio and to manage portfolio according to investor's needs. All investor's certainly recognize that by entering into the investment process, they assume risk or they face with, the possibility of loss. They also know that for each possibility of loss, there is an opportunity for gain. Moreover, each investor's face the problem of how to optimally allocate capital in portfolios and between different assets. Because every investor's wants to minimize the risk while maximizing return.

In the finance literature different approaches, theories and models have been developed related to portfolio optimization. Traditional portfolio management attaches importance to diversification to decrease portfolio risk modern ones offer an alternative to investor's in an efficient frontier to create a portfolio with mathematical and statistical methods by using the past quantitative knowledge. Markowitz, one of the pioneers of the portfolio management, has considered the standard deviation as a risk. In his work "Portfolio Selection" (1952), H. Markowitz presented what is now known as modern portfolio theory. This theory is based on the mean-variance optimization model, which solves the portfolio problem by using two basic indicators: expected returns, represented by the mean return, and risk, measured by the return's variation. In spite of having attractive theoretical consistency, the mean-variance model is not often used for portfolio selection because of difficulties related to its formulation and solution. The most relevant one is the covariance matrix dimension, which may result in a quadratic optimization problem that makes an optimal solution rather difficult to attain. Mean absolute deviation optimization model, developed by Konno and Yamazaki (1991), is an optimal portfolio construction method that overcomes these problems. The abundance in the number of the selected shares make it hard to calculate the standard deviation instead of standard one. So they suggested the linear programming model as a portfolio suggestion. The models of them don't interfere with the number of shares and its distribution of industry branches. As a result, the portfolio might consist of the sole shares theoretically. To prevent the bad sides mentioned in the study, a linear programming that provides the maximum expected return to investor's, a new model suggestion has been made by widening the additional constraints of Konno and Yamazaki's model.

2. Method

In this study, optimal portfolio selection was performed by applying the Konno and Yamazaki model that is mean absolute deviation model. In this study, the theoretical structure of unsystematic risks of stocks is first in detail. By making use of this issue, data from the monthly return per stock and the market return of 83 stocks between the periods of January 2009 and March 2010 at the Istanbul Stock Exchange (BIST) 100 Index are used for computations. A model has been proposed by original Konno and Yamazaki additional constraints to the original model. To prevent the bad sides mentioned in the study, a linear programming that provides the maximum expected return to investor's, a new model suggestion has been made by widening the additional constraints of Konno and Yamazaki's model. In the last stage, a portfolio that is appropriate to the investor's risk profile and preferences is constructed by using the stock return.

In this study, industry branch containing less than four business has not been evaluated. The number of evaluated industry branches and the business in these industry branches are given in part of the application.

3. Results and Discussion

The traditional portfolio management is based on the principle of increasing the number securities within the portfolio according to investor's preferences and then decreasing the risk amount. In the modern portfolio management, according to the examination of the relationship between the securities and to these relations, it is intend to constitute and manage the portfolio with mathematical methods. However, Markowitz portfolio optimization model, contrary to its theoretical reputation, has not been used extensively in its original form to construct a large-scale portfolio. One of the most significant reasons behind this is the computational difficulty associated with solving a large-scale quadratic programming problem with a dense covariance matrix. Due to the reasons, several authors tried to alleviate this difficulty by using various approximation schemes. One of the approach is mean absolute deviation model based on linear programming. Markowitz's mean-variance model advocate to reducible of unsystematic risk with the diversification by considering negative correlation relationship among stocks. In contrast to Markowitz's mean-variance model, Konno and Yamazaki stated that the value of stocks as a percentage changes and composes the portfolios with minimum risk in case the investor's predict the expecting return rate. Moreover, Konno and Yamazaki indicated that absolute value which is criteria is used as the objective function.

4. Conclusion

The aim of this study is to help participants for their decision making processes in the market investment regarding the financial uncertainties, and identify portfolios covering stocks which have minimal risks and which are covered of this study. Moreover, this study is important for both diversification of shares and investing in different sectors at the same time in order to see risk effect. Complex portfolio selection models that have complex mathematical structure can be solved fastly and efficiently using computer program. We showed in this study that absolute deviation risk model can be used as an alternative to standard deviation risk model. The proposed model to set the best technique to allocate the investable assets into different asset classes.

By writing additional constraints to Konno and Yamazaki model, it is ensured that the portfolio contains the equity shares from required amount of industry branches in accordance with the investor's request. Thus, in selection of the equity shares taken in the portfolio, we take advantage of using both non quantitative data and choosing shares from different industry branches in order to be protected from non-systematic risks. We believe that the proposed portfolio optimization model may find this study useful and practical and beneficial for investor's and portfolio managers.