

Optimal Portföyün Seçimi ve İMKB Ulusal-30 Endeksi Üzerine Bir Uygulama

*Güray Küçükkocaoğlu**

Özet

18 Mayıs 2001 tarihi itibarıyla İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda (İMKB) toplam 283 şirketin hisse senedi borsa kotunda işlem görmektedir. Bu hisse senetlerinin fiyat ve getirilerinin bütünsel ve sektörel bazda performanslarını ölçmek için oluşturulan endeksler aynı zamanda portföy yatırımcıları içinde birer yatırım alternatifi olarak görülmektedir. Endekse bağlı yatırım stratejisi izleyen kurumsal portföy yöneticileri yatırım fonlarını İMKB endekslerinin getirilerine göre oluşturma eğilimindedirler. Bu çalışmanın amacı İMKB endekslerinden olan İMKB Ulusal-30 Endeksi'ne yapılacak olası bir yatırımın Modern Portföy Teoremi yaklaşımına göre seçimi, optimal portföy'ü oluşturacak yatırım alternatiflerinin oluşturulması ve Markowitz ortalama-varyans modeli ile en uygun çeşitlendirmenin bulunmasına yöneliktir.

1. Giriş

Bu çalışmanın amacı İMKB'de yer alan hisse senetlerine yatırımda bulunan bireysel ve kurumsal yatırımcılara, yatırımlarını Modern Portföy Teoremi'nde anlatılan çeşitlendirme yoluyla optimal risk seviyesini seçerek yapmaları durumunda, elde edecekleri olası getiri hakkında bilgi vermektir. Çalışma İMKB endekslerinden olan İMKB Ulusal-30 Endeksine yapılacak olası bir yatırımın Modern Portföy Teoremi yaklaşımına göre seçimi, optimal portföy'ü oluşturacak yatırım alternatiflerinin oluşturulması ve Markowitz ortalama-varyans modeli ile en uygun çeşitlendirmenin bulunmasına yöneliktir.

Günümüz koşullarında İMKB'ye yapılan yatırımların halkımızın çoğu tarafından kumar olarak algılanması ve sonuçta zarar edilecekmiş gibi bir kanının yaygınlığı göz ardı edilemeyecek kadar çoktur. Böyle bir önyargının giderilmesi için yatırımcılar, menkul kıymet piyasalarındaki yatırım olanakları ve yatırım stratejileri hakkında bilgilendirilmelidir.

Modern Portföy Teoremi'nin kurucusu sayılan Harry S. Markowitz, 1952 yılında yayınladığı "Portföy Seçimi" başlıklı makalesinde, kişilerin oluşturduğu portföyde yer alan menkul kıymetlerin, belirli risk seviyelerinde mümkün olan maksimum getiri oranının nasıl sağlanacağı hakkında bilgi vermişti.

Bu çalışmada Markowitz'in Portföy Seçimi Teoremi kullanılarak, İMKB Ulusal-30 Endeksi üzerinde teoreme uygun olarak yatırım olanakları bulunacak, Optimizasyonun İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda çalışabilirliği test edilecek ve optimal portföyü oluşturmak için gerekli olan tüm bilgiler sunulacaktır.

Markowitz'in Modern Portföy Teoremi, portföyde çeşitlendirmenin yanı sıra menkul kıymetlerin aralarındaki ters yönlü korelasyonların da riski önemli ölçüde azaltacağını söylemektedir. Buna göre portföyü oluşturan varlıklar portföyün riskini azaltacaktır. Teoremde sözü edilen başka bir konu ise etkin sınır üzerinedir. Yatırımcılar alternatif yatırım olanaklarında aynı riske sahip farklı getiri sağlayan portföy seçebileceklerdir. Buna göre etkin sınır üzerinde oluşturulan portföylerin hesaplanmasında, portföyü oluşturan hisse senetlerinin geçmişteki getirileri, standard sapmaları, senetler arasındaki korelasyon katsayıları, varyans-kovaryans matrislerine ihtiyaç vardır. Bu tür istatistiksel değerlerin bulunması için gerekli formüller aşağıda gösterilmiştir.

* Başkent Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, Bağlıca Kampüsü, Ankara.
Tel. (312) 234 10 10 / 1728 E-mail. gurayk@baskent.edu.tr

Ortalama Getiri $E(R_i) = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N R_{it}$

Standard Sapma $\sigma_{R_i} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (R_{it} - E(R_i))^2}$

Varyans $\sigma_{R_i}^2 = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (R_{it} - E(R_i))^2$

Korelasyon Katsayısı $\rho_{i,j} = \frac{Cov(r_i, r_j)}{\sigma_i \sigma_j}$

Kovaryans $Cov(i, k) = \frac{1}{N-1} \sum_{t=1}^N (R_{it} - E(R_i))(R_{kt} - E(R_k))$

veya

$$Cov(r_i, r_j) = (\rho_{i,j})(\sigma_i \sigma_j)$$

Bu çalışmada hesaplamalar için gerekli olan veri elde edildikten sonra matematiksel hesaplamalar Microsoft Excel yardımıyla yapılacaktır. Teorik olarak çok düşük riske hatta risksiz yatırıma olanak verecek portföy oluşturulabilse dahi pratikte İMKB’de risksiz portföy oluşturulması olanaksızdır. Bunun nedeni çoğu hisse senedi arasında pozitif korelasyon görülmesidir. Buna ek olarak ekonomik ve siyasi istikrarsızlık hisse senedi fiyatlarını önemli ölçüde etkilemektedir.

2. Optimal Portföyün Oluşturulması

Markowitz’in Optimal Portföy Teoremi’nden yola çıkarak İMKB’de oluşturulacak optimal portföy yatırımı için gerekli görülen veri ve araçlar şunlardır.

1. Microsoft Excel ve Excel’in Araçlar (Tools) menüsünde bulunan Çözücü (Solver) fonksiyonu,
2. 28/12/1999 tarihinde İMKB Ulusal-30 Endeksini oluşturan firmalar ve bu firmaların 04/01/1999 – 28/12/1999 tarihleri arasındaki günlük düzeltilmiş ikinci seans kapanış fiyatları

Bu araç ve verileri kullanarak optimal portföyü oluşturmak için gerekli görülen işlemler ise sırasıyla şöyledir.

1. İMKB Ulusal-30 Endeksini oluşturan firmaların 04/01/1999 – 28/12/1999 tarihleri arasındaki günlük düzeltilmiş fiyat kapanışlarını kullanarak yılsonu getirilerinin ve standard sapmalarının bulunması (Tablo 1) ,

2. Hisse senetleri arasındaki korelasyonun bulunması ve korelasyon matrisinin oluşturulması (Tablo 2),
3. $Cov(r_i, r_j) = (\rho_{i,j})(\sigma_i \sigma_j)$ formülasyonunu Excel'de kullanarak standard sapmalar ve korelasyon matrisinin yardımıyla kovaryans matrisinin oluşturulması (Tablo 3),
4. Kovaryans matrisi ile farklı ağırlıkların oluşturduğu portföyün varyansının, standard sapmasının ve getirisinin hesaplanması,

(Tablo 4, Eşit ağırlıklı yatırım yapılan portföy sonuçları),

(Tablo 5, Farklı ağırlığa sahip hisse senedi yatırımı, Açığa satış (short-selling) olanağı mevcut)

(Tablo 6, Farklı ağırlığa sahip hisse senedi yatırımı, Açığa satış (short-selling) olanaksız)

Tablo 5 ve Tablo 6'daki sonuçlara ulaşmak için Excel'in Çözücü fonksiyonundan yararlanıldı. Çalışmanın ilerleyen aşamalarında bu fonksiyonun nasıl kullanıldığı ayrıntılı olarak gösterilecektir.

Kovaryans matrisinin hesaplanması ikiden fazla hisse senedine yatırım yapıldığı için kompleks bir takım matematiksel işlemler gerektirecektir. Çalışmanın ilerleyen aşamalarında bu portföyün varyansının ve standard sapmasının nasıl hesaplandığı ayrıntılı olarak gösterilecektir. Eğer portföy iki tane hisse senedi ile sınırlı olsaydı, portföyün varyansının hesaplanması şu şekilde olacaktır.

$$\sigma_p^2 = w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2$$

Fakat portföy içerisinde 30 tane hisse senedini bulundurduğu için yapılacak işlem kuadratik programlama gerektirmektedir.

5. Eşit ağırlıklı portföyün, Optimal portföyün, İMKB Ulusal-30 Endeksi'nin, İMKB Ulusal-100 Endeksi'nin getirilerinin ve olası yatırım sonuçlarının karşılaştırılması (Tablo 7).

Yukarıda bahsedilen işlemlere teker teker değinmekte ve optimal portföyü bulurken hangi aşamalardan geçilmesi gerektiğinin açıklanmasında yarar vardır. Buna göre optimal portföyü oluşturmak için gerekli görülen işlemler sırasıyla ayrıntılı olarak şöyledir.

1. İMKB Ulusal-30 Endeksini oluşturan firmaların 04/01/1999 – 28/12/1999 (236 gün) tarihleri arasındaki günlük fiyat kapanışlarını kullanarak yılsonu getirilerinin ve standard sapmalarının bulunması, yılsonu getiriler bulunurken hisselerin günlük getirilerinin bulunması ve bu getirilerin toplamalarının alınması gerekmektedir (Tablo 1).

$$\text{Günlük getiri} = \frac{n_{1 \text{ gün}} - n_{0 \text{ gün}}}{n_{0 \text{ gün}}}$$

Günlük getiriler bulunduktan sonra ortaya çıkan değerlerin sayısı 235 günlük getiridir. Bu değerlerin toplamı 04/01/1999 – 28/12/1999 tarihleri arasındaki yıllık getiriyi verir.

Standard sapma ise Excel'de 235 günlük getirilerin tamamını seçtikten sonra hedef noktamıza standard sapma formülünü yazdıktan sonra bulunur. Günlük standard sapma için $STDSAPMA(X_1, X_2)$, Yıllık Standard Sapma için $STDSAPMA(X_1, X_2) * KAREKÖK(235)$ yazılır. Burada (X_1, X_2) günlük getirileri temsil etmektedir (Tablo 1).

2. Hisse senetleri arasındaki korelasyonun bulunması ve korelasyon matrisinin oluşturulmasında ise yine Excel kullanılacaktır (Tablo 2). Excel'in Araçlar menüsündeki (Tools) Data Analizi (Data Analysis) alt menüsünde bulunan korelasyon hesaplama fonksiyonunun yardımıyla, İMKB Ulusal-30 Endeksinde bulunan 30 firmanın 04/01/1999 – 28/12/1999 tarihleri arasındaki günlük getirilerinin tamamını seçtikten sonra hedef hücreye korelasyon matrisi oluşturulur. Korelasyon matrisini oluşturan (30 sütun x 30 satır) ve her bir (sütun x satır) kesişimi ise sütun başındaki hisse senedi ile satır başındaki hisse senedi arasındaki korelasyonu verecektir. Örneğin Akçansa ve Akbank hisse senetleri arasındaki korelasyon katsayısının $\rho_{Akçansa, Akbank} = 0,499554$ olduğu görülecektir. Burada önemli olan portföy optimizasyonu yaparken korelasyon katsayısının +1'e yakın olmamasına özen gösterilmelidir. İMKB Ulusal-30 hisse senetlerinden oluşan portföy(ler)in risklerini sınırlama olanağı +1 korelasyon'da azalmaktadır. Dolayısıyla çeşitlendirmenin etkinliği hisseler arası yüksek korelasyon görüldüğünde azalmaktadır.
3. $Cov(r_i, r_j) = (\rho_{i,j})(\sigma_i \sigma_j)$ formülasyonunu Excel'de kullanarak standard sapmalar ve korelasyon matrisinin yardımıyla kovaryans matrisinin oluşturulması ise her bir hisse senedinin standard sapmalarının çarpımı ile senetler arasındaki korelasyonun çarpımıyla bulunacaktır (Tablo 3). Örneğin Akçansa ve Akbank hisse senetleri arasındaki kovaryans katsayısının $Cov(Akçansa, Akbank) = 0,001$ olduğu görülecektir.

$$Cov(Akçansa, Akbank) = 0,5000 * 0,0425655 * 0,046769 = 0,001$$

4. Kovaryans matrisi ile farklı ağırlıkların oluşturduğu portföyün varyansının, standard sapmasının ve getirisinin hesaplanması;

Tablo 4, Eşit ağırlıklı yatırım yapılan portföyün sonuçlarını göstermektedir. Kovaryans matrisini oluşturan (30 sütun x 30 satır) ve her bir (sütun x satır) kesişiminde bulunan kovaryans katsayıları ile sütun ve satır başındaki hisse senetlerine verilecek portföy içindeki ağırlıkların çarpımı Varyans-Kovaryans (Sınırlandırılmış Kovaryans) matrisini verecektir. Buna göre Akbank sütunundaki Varyans-Kovaryans değerlerinin toplamı sütun sonunda Akbank'ın portföye katacağı riski göstermektedir. Sütun sonlarındaki risk değerlerinin toplamı, portföyün toplam riskini gösterecektir¹.

Bu değer portföy varyansı hücresinde görülmektedir. Eşit ağırlıklı portföy için bulunan varyans günlük olarak 0,0011'dir. Portföyün günlük standard sapması 0,0338, yıllık standard sapması %51.75'tir.

Hisse başına eşit ağırlıklı yatırımın söz konusu olduğu durumda portföyün beklenen getirisi, portföyü oluşturan hisse senetlerinin ağırlıklı ortalamaları ile hisse başına düşen beklenen getirinin çarpımlarının toplamıdır. Buna göre eşit ağırlıklı portföy için bulunan beklenen günlük getiri 0,0088, yıllık getiri ise %207,54'tür.

¹ Portföyün varyansı her bir hisse senedinin portföy içindeki varyanslarının toplamına eşit olmalıdır. Bunun için Portföyün varyansının bulunduğu hücreye (E38 hücresine) $TOPLA(C35:AF35)$ formülasyonu yazılmalıdır.

Tablo 5, Farklı ağırlığa sahip hisse senedi yatırımına olanak verildiği ve açığa satış (short-selling) işleminin mevcut olduğu durumda portföye yatırımı yapılan hisse senetlerinin ağırlıklı ortalamaları için bir sınır olmadığını göstermektedir. Varyans-Kovaryans matrisini oluştururken yatırım için seçilen İMKB Ulusal-30 hisselerinin portföy içindeki ağırlıklarında bir sınırlama söz konusu değildir. Bu tür bir yatırımda beklenen getirinin maksimum, riskin ise minimum olması beklenir. Çalışmada seçilen portföyün riski, eşit ağırlıklı yatırım yapılan portföyün riski ile eşit olacak şekilde bulunmuştur. Hesaplamalar Excel'in Çözücü fonksiyonu ile yapılmıştır²(Figür 1). Çözücü fonksiyonu kullanılırken, portföyün riskinin (varyansının) minimize edilmesi beklenmektedir. Bunun için yapılması gereken, Çözücü'nün içinde bulunan hedef hücreyi portföyün varyansı olarak seçmek, portföye yatırımı yapılan hisse senetlerinin ağırlıklı ortalamalarının toplamını 1'e eşitlemek³, ve beklenen getirimizin ne olacağını seçmemiz gerekmektedir. Seçilen beklenen getirinin oluşturacağı risk, çözücü tarafından getiriye göre minimum varyans oluşturacak şekilde hesaplanmaktadır. Buna göre çözücüye girilen farklı getiriler, farklı varyans verecektir. Eşit ağırlıklı portföy için bulunan varyansın günlük olarak 0,0011 olduğu göz önünde bulundurulursa, açığa satış (short-selling) işleminin mevcut olduğu bir durumda portföyün günlük varyansında en az 0,0011'e (yıllık standard sapmasının %51,75'e) eşit olması beklenebilir. Farklı ağırlığa sahip açığa satış olanağı mevcut portföyün Çözücü yardımıyla oluşturulması sonucunda günlük varyansı 0,0011 ve yıllık standard sapması %51,75 olan bir portföy kurulmuş ve böyle bir riske sahip portföyün beklenen günlük getirisi 0,0136, yıllık getirisi %319,91 olarak bulunmuştur.

Figür 1⁴



Tablo 6, Farklı ağırlığa sahip hisse senedi yatırımına olanak verildiği ve açığa satış (short-selling) işleminin olanaksız olduğu durumda portföye yatırımı yapılan hisse senetlerinin ağırlıklı ortalamaları için belirli bir sınırlamanın olduğunu göstermektedir. Sınırlama her bir hisse senedine yapılan yatırımın $w_i \geq 0$ ($i=1,2,3,\dots,30$) olması gerektiğini böylece açığa satışa izin verilmediğini göstermektedir (Figür 2). Böylece Varyans-Kovaryans matrisini

² Çözücü (Solver) fonksiyonunun gerçekleştirdiği hesaplamaların iyi anlaşılabilmesi için bundan sonraki satırları Figür 1 ve Tablo 5'le birlikte takip etmekte yarar vardır.

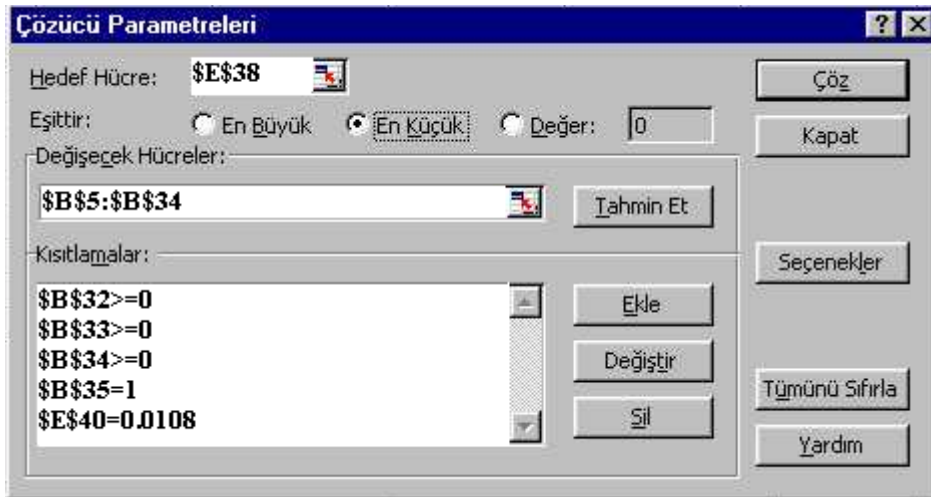
³ Bu işlemi yaparken portföyü oluşturan ağırlıklı yatırım oranlarının hem sütunda hemde satırda birbirleriyle bağlantılı olması gerekmektedir. Örneğin B5 hücresindeki ağırlığın C4 hücresine eşit olması için B5 hücresine =C4 yazılmalıdır. Bu işlem Tablo 4, 5 ve 6 için yapılmalıdır.

⁴ Çözücü Parametrelerinin kullanımı hakkında geniş bilgi için Ek 3'e bakınız.

oluştururken yatırım için seçilen İMKB Ulusal-30 hisselerinin portföy içindeki ağırlıklarında bir sınırlama $w_i \geq 0$ söz konusudur. Bu tür bir yatırımda beklenen getirinin maksimum, riskin ise minimum olması beklenir.

Çalışmada seçilen açığa satışı izin vermeyen portföyün riski, eşit ağırlıklı yatırım yapılan portföyün riski ile eşit olacak şekilde bulunmuştur. Hesaplamalar Excel'in Çözücü fonksiyonu ile yapılmıştır⁵ (Figür 2). Çözücü fonksiyonu kullanılırken, portföyün riskinin (varyansının) minimize edilmesi beklenmektedir. Bunun için yapılması gereken, Çözücü'nün içinde bulunan hedef hücreyi portföyün varyansı olarak seçmek, portföye yatırımı yapılan hisse senetlerinin ağırlıklı ortalamalarının toplamını 1'e eşitlemek, ve beklenen getirimizin ne olacağını seçmemiz gerekmektedir. Bütün bunlara ek olarak portföyü oluşturan hisse senetlerinin ağırlıkları $w_i \geq 0$, Çözücü'ye sınırlama (constraint) olarak girilecektir. Seçilen beklenen getirinin oluşturacağı risk, Çözücü tarafından, getiriye göre minimum varyans oluşturacak şekilde hesaplanmaktadır. Buna göre Çözücüye girilen farklı getiriler, farklı varyans verecektir. Varyansı minimuma indirmek ve bunu sadece Çözücü'nün seçeceği birkaç hisse senedi ile yapmak, portföyün varyansını büyüten hisse senetlerini portföyden çıkarmak bu aşamadaki en önemli işlemdir. Eşit ağırlıklı portföy için bulunan varyansın günlük olarak 0,0011 olduğu göz önünde bulundurulursa, açığa satış işleminin mevcut olmadığı bir durumda portföyün günlük varyansında en az 0,0011'e (standard sapmasının %51,75'e) eşit olması beklenebilir. Farklı ağırlığa sahip açığa satış olanağı olmayan mevcut portföyün Çözücü yardımıyla oluşturulması sonucunda günlük varyansı 0,0011 ve yıllık standard sapması %51,75 olan bir portföy oluşturulmuş ve böyle bir riske sahip portföyün beklenen günlük getirisi 0,0108, yıllık getirisi %254,54 olarak bulunmuştur (Tablo 8). Yıllık %254,54 getiri sağlaması beklenen portföyü oluşturan hisse senetleri; Alarko Holding w_1 =%10,19, Doğan Holding w_2 =%22,33, Ereğli Demir Çelik w_3 =%7,43, Netaş w_4 =%18,08, Petrol Ofisi w_5 =%7,33, Tansaş w_6 =%34,64 olarak Çözücü tarafından seçilmiştir. Açığa satış olanağı olmayan portföyü oluşturan hisselerin toplam sayısı altı'dır. Buna göre İMKB Ulusal-30 Endeksi'ne yapılan bir portföy yatırımının sınırları açığa satışın mümkün olmadığı durumlarda yukarıdaki ağırlıklarla olacaktır.

Figür 2



⁵ Çözücü (Solver) fonksiyonunun gerçekleştirdiği hesaplamaların iyi anlaşılabilmesi için bundan sonraki satırları Figür 2 ve Tablo 6 ile birlikte takip etmekte yarar vardır.

Sonuç

Bu çalışmanın amacı portföy çeşitlendirmesinin ve optimizasyonun İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda çalışabilirliğini test etmek, İMKB Ulusal-30 Endeksi'ne göre oluşturulan optimal portföyün İMKB Ulusal-100, İMKB Ulusal-30 endekslerine ve eşit ağırlıklı portföye göre karşılaştırmasını yapmaktır. Çeşitlendirilmiş portföyler yatırımın riskini en aza indirmeye yararken, karşılığında yüksek getiri sağlamaya çalışırlar. Burada amaç portföy oluştururken en iyi çeşitlendirmeyi yapabilmektir. İyi çeşitlendirme ise Markowitz'in Modern Portföy Teoremi ve etkin sınırdaki optimal portföyün seçimiyle olacaktır⁶. Bu çalışmanın sonucunda optimize edilmiş etkin portföyün kurulduğuna inanılmaktadır. Bunu test etmek için Çözücü yardımıyla oluşturulan portföylerden açığa satış olanağı olmayan portföy, yatırım portföyü olarak seçilmiştir. Portföyün içeriği Çözücü tarafından bulunan hisse senetleri ve bunların ağırlıklarıdır. Buna göre portföy Alarko Holding $w_1=10,19$, Doğan Holding $w_2=22,33$, Ereğli Demir Çelik $w_3=7,43$, Netaş $w_4=18,08$, Petrol Ofisi $w_5=7,33$, Tansaş $w_6=34,64$ olarak belirlenmiştir. Yatırım süresi ise 04/01/2000 –22/12/2000 (246 Gün) tarihleri ile sınırlı tutulmuştur. Bir yıllık yatırımın sonucunda ortaya çıkan getiri oranı İMKB Ulusal-100 Endeksi, İMKB Ulusal-30 Endeksi, İMKB Ulusal-30 Endeksi'ndeki hisselerle oluşturulan eşit ağırlıklı portföyün sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

04/01/2000 - 22/12/2000 tarihleri arasındaki getiri oranları

| Yatırım Araçları | Getiri | Standard Sapma |
|---|----------------|----------------|
| İMKB Ulusal-100 Endeksi | -45,10% | 58.53% |
| İMKB Ulusal-30 Endeksi | -45,55% | 60.12% |
| Eşit ağırlıklı portföy (Her hisse senedi için $w = 3.3$) | -34,16% | 74.25% |
| Yatırım için seçilen portföy | -16,44% | 60.78% |

2000 yılı İstanbul Menkul Kıymetler Borsası için kötü bir yıl olmuş ve borsa endeks bazında yılı zararlar kapatmıştır. Hisse senetlerinde kaybın yaşandığı yıl yapılan bu yatırım getiri yerine götürüyle sonuçlanmıştır. Optimizasyon getirinin olduğu durumlarda çalışacağı gibi götürünün yani kaybın olduğu durumlarda da çalışacaktır. Buna göre, İMKB Ulusal-30 endeksinden seçilen farklı ağırlıklara sahip altı hisse senedinin kaybı (-16,44%), diğer yatırım araçlarının kayıplarından (İMKB Ulusal-100 Endeksi -45,10%, İMKB Ulusal-30 Endeksi -45,55%, Eşit ağırlıklı portföy yatırımı -34,16%) daha az gerçekleşmiştir (Tablo 7).

Sonuçta, Markowitz'in Modern Portföy Teoremi ve Optimizasyon, İstanbul Menkul Kıymetler Borsasındaki hisse senetlerine yapılacak yatırımlarda portföy oluşturmak için seçilen hisseler için kullanılabilir en iyi yöntemdir. Böylece hem bireysel yatırımcılar, hem de kurumsal yatırımcılar optimize edilmiş portföylerini oluşturduklarında yüksek getiri sağlamış olacaklardır.

⁶ Çözücüye girilen beklenen getiri oranları ile çözücü tarafından bulunan varyanslar etkin sınır eğrisini oluşturur. Açığa satış imkanı olmayan durumda farklı getiri olasılıklarıyla oluşturulan etkin sınır eğrisi Tablo 8'de gösterilmiştir. Minimum varyans portföyü ve İMKB Ulusal-30 endeksinin 1999 yılı varyansına eşit varyansla oluşturulan portföyler ve bu portföylerin 2000 yılı getirileri Tablo 9'da ek bilgi olarak verilmiştir.

TABLO 1

İMKB Ulusal-30 Endeksi Hisse Senetleri 04/01/1999 - 28/12/1999

| | Standard Sapma | Ortalama Getiri | Standard Sapma | Ortalama Getiri |
|---------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| | Günlük | Günlük | Yıllık | Yıllık |
| AKBANK | 0.0467692779 | 0.0079795897 | 71.70% | 187.52% |
| AKÇANSA | 0.0425655576 | 0.0072517952 | 65.25% | 170.42% |
| AKSİGORTA | 0.0435959705 | 0.0090619964 | 66.83% | 212.96% |
| ALARKO HOLDİNG | 0.0434721809 | 0.0103146949 | 66.64% | 242.40% |
| ALCATEL TELETAŞ | 0.0474925587 | 0.0103050014 | 72.80% | 242.17% |
| ARÇELİK | 0.0497308657 | 0.0091204642 | 76.24% | 214.33% |
| BAĞFAŞ | 0.0463134122 | 0.0045067208 | 71.00% | 105.91% |
| DOĞAN HOLDİNG | 0.0492017315 | 0.0114841627 | 75.42% | 269.88% |
| DOĞAN YAYIN HOL. | 0.0538294560 | 0.0103622909 | 82.52% | 243.51% |
| EFES SİNAİ YATIRIM | 0.0488574951 | 0.0061705221 | 74.90% | 145.01% |
| ENKA HOLDİNG | 0.0430899262 | 0.0091873143 | 66.06% | 215.90% |
| EREĞLİ DEMİR ÇELİK. | 0.0470291964 | 0.0102904355 | 72.09% | 241.83% |
| FORD OTOSAN | 0.0529067457 | 0.0099892668 | 81.10% | 234.75% |
| GARANTİ BANKASI | 0.0487104832 | 0.0081395204 | 74.67% | 191.28% |
| HÜRRİYET | 0.0499911550 | 0.0072488081 | 76.63% | 170.35% |
| İHLAS HOLDİNG | 0.0445834103 | 0.0085934412 | 68.35% | 201.95% |
| İŞ BANKASI C | 0.0463353797 | 0.0092380278 | 71.03% | 217.09% |
| KOÇ HOLDİNG | 0.0461561746 | 0.0094490617 | 70.76% | 222.05% |
| MİGROS | 0.0346772418 | 0.0051742043 | 53.16% | 121.59% |
| NETAŞ | 0.0546993472 | 0.0118374989 | 83.85% | 278.18% |
| PETKİM | 0.0499302419 | 0.0087624424 | 76.54% | 205.92% |
| PETROL OFİSİ | 0.0652710804 | 0.0112591486 | 100.06% | 264.59% |
| SABANCI HOLDİNG | 0.0432133132 | 0.0085983577 | 66.24% | 202.06% |
| ŞİŞECAM | 0.0507021531 | 0.0089612611 | 77.72% | 210.59% |
| TANSAŞ | 0.0409216554 | 0.0100636850 | 62.73% | 236.50% |
| TOFAŞ OTO FABRİKASI | 0.0546797597 | 0.0090371165 | 83.82% | 212.37% |
| TÜPRAŞ | 0.0418646871 | 0.0069855787 | 64.18% | 164.16% |
| TÜRK HAVA YOLLARI | 0.0457047137 | 0.0080197304 | 70.06% | 188.46% |
| VESTEL | 0.0476934322 | 0.0077494822 | 73.11% | 182.11% |
| YAPI KREDİ BANKASI | 0.0515548060 | 0.0098068124 | 79.03% | 230.46% |

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z AA AB AC AD AE AF

1 **TABLO 6**

2 **AÇIĞA SATIŞ İŞLEMİNİN OLANAKSIZ OLDUĞU DURUM; PORTFÖYÜN KOVARYANS MATRİSİ VE YATIRIMIN RİSKİ VE GETİRİSİ**

| 3 | | AKBNK | AKCNS | AKGRT | ALARK | ALCTL | ARCLK | BAGFS | DOHOL | DYHOL | EFES | ENKA | EREGL | FROTO | GARAN | HURGZ | IHLAS | ISCTR | KCHOL | MIGRS | NETAS | PETKM | PTOFS | SAHOL | SISE | TNSAS | TOFAS | TUPRS | THYAO | VESTL | YKBNK | | |
|----|--------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-----------|-------|------|------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|----------|-------|------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|---|---|
| 4 | Weight | 0 | 0 | 0 | 0.10 | 0 | 0 | 0 | 0.22 | 0 | 0 | 0 | 0.07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.18 | 0 | 0.07 | 0 | 0 | 0.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 8 | 0.10 | 0 | 0 | 0 | 2E-05 | 0 | 0 | 0 | 2.84E-05 | 0 | 0 | 0 | 8.06E-06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2E-05 | 0 | 9.9E-06 | 0 | 0 | 2E-05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 12 | 0.223 | 0 | 0 | 0 | 2.8E-05 | 0 | 0 | 0 | 0.000121 | 0 | 0 | 0 | 2.13E-05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.1E-05 | 0 | 1.8E-05 | 0 | 0 | 4.8E-05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 0.074 | 0 | 0 | 0 | 8.1E-06 | 0 | 0 | 0 | 2.13E-05 | 0 | 0 | 0 | 1.22E-05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.3E-05 | 0 | 5.9E-06 | 0 | 0 | 1.6E-05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 0.181 | 0 | 0 | 0 | 2E-05 | 0 | 0 | 0 | 4.13E-05 | 0 | 0 | 0 | 1.3E-05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9.8E-05 | 0 | 1.8E-05 | 0 | 0 | 4.6E-05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | 0.073 | 0 | 0 | 0 | 9.9E-06 | 0 | 0 | 0 | 1.78E-05 | 0 | 0 | 0 | 5.94E-06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.8E-05 | 0 | 2.3E-05 | 0 | 0 | 1.4E-05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | 0.346 | 0 | 0 | 0 | 2E-05 | 0 | 0 | 0 | 4.76E-05 | 0 | 0 | 0 | 1.64E-05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.6E-05 | 0 | 1.4E-05 | 0 | 0 | 0.0002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 35 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0.000106 | 0 | 0 | 0 | 0.0002771 | 0 | 0 | 0 | 7.693E-05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000235 | 0 | 8.82E-05 | 0 | 0 | 0.0003452 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

| | | |
|----|----------------------|--------|
| 36 | | |
| 37 | | Günlük |
| 38 | Portföy Varyansı | 0.0011 |
| 39 | Portföy Std. Sapması | 0.0336 |
| 40 | Portföy Getirisi | 0.0108 |

TABLO 7

Açığa Satışın Olanaksız Olduğu Durumda Oluşturulan Portföy'ün
04/01/2000 - 22/12/2000 tarihleri arasındaki getirisi

| | Yıllık Getirisi | Ağırlık | Portföye Katkısı |
|---------------------------|-----------------|---------|------------------|
| ALARKO HOL. | -5.21% | 0.1019 | -0.53% |
| DOĞAN HOLDİNG | -58.31% | 0.2233 | -13.02% |
| EREĞLİ DEMİR Ç. | -38.35% | 0.0743 | -2.85% |
| NETAŞ | 14.95% | 0.1808 | 2.70% |
| PETROL OFİSİ | -45.60% | 0.0733 | -3.34% |
| TANSAŞ | 1.72% | 0.3464 | 0.59% |
| Portföyün Yıllık Getirisi | | | -16.44% |

Eşit Ağırlıklı Yatırımla Oluşturulan Portföy'ün
04/01/2000 - 22/12/2000 tarihleri arasındaki getirisi

| | Yıllık Getirisi | Ağırlık | Portföye Katkısı |
|---------------------------|-----------------|---------|------------------|
| AKBANK | -51.17% | 0.033 | -1.69% |
| AKÇANSA | -47.66% | 0.033 | -1.57% |
| AKSİGORTA | 5.74% | 0.033 | 0.19% |
| ALARKO HOL. | -5.21% | 0.033 | -0.17% |
| ALCATEL TELETAŞ | -45.57% | 0.033 | -1.50% |
| ARÇELİK | -52.34% | 0.033 | -1.73% |
| BAĞFAŞ | -54.35% | 0.033 | -1.79% |
| DOĞAN HOLDİNG | -58.31% | 0.033 | -1.92% |
| DOĞAN YAYIN HOL. | 5.34% | 0.033 | 0.18% |
| EFES SİNAİ YAT. | -63.72% | 0.033 | -2.10% |
| ENKA HOLDİNG | 10.28% | 0.033 | 0.34% |
| EREĞLİ DEMİR Ç. | -38.35% | 0.033 | -1.27% |
| FORD OTOSAN | 25.16% | 0.033 | 0.83% |
| GARANTİ BANK. | -66.00% | 0.033 | -2.18% |
| HÜRRİYET | -22.94% | 0.033 | -0.76% |
| İHLAS HOLDİNG | -136.44% | 0.033 | -4.50% |
| İŞ BANKASI C | -13.45% | 0.033 | -0.44% |
| KOÇ HOLDİNG | -41.14% | 0.033 | -1.36% |
| MİGROS | -26.31% | 0.033 | -0.87% |
| NETAŞ | 14.95% | 0.033 | 0.49% |
| PETKİM | -53.04% | 0.033 | -1.75% |
| PETROL OFİSİ | -45.60% | 0.033 | -1.50% |
| SABANCI HOL. | -38.72% | 0.033 | -1.28% |
| ŞİŞECAM | -28.91% | 0.033 | -0.95% |
| TANSAŞ | 1.72% | 0.033 | 0.06% |
| TOFAŞ OTO FAB. | -17.07% | 0.033 | -0.56% |
| TÜPRAŞ | -80.94% | 0.033 | -2.67% |
| THY | -16.86% | 0.033 | -0.56% |
| VESTEL | -34.71% | 0.033 | -1.15% |
| YAPI KREDİ | -59.54% | 0.033 | -1.96% |
| Portföyün Yıllık Getirisi | | | -34.16% |

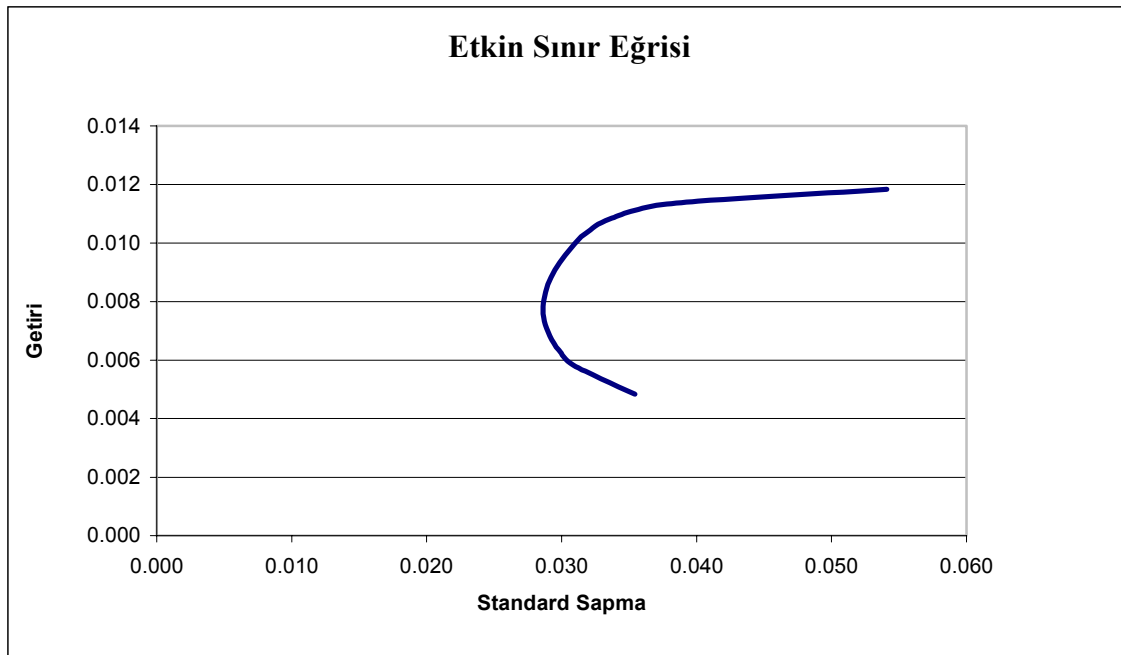
İMKB Ulusal-30 Endeksi'nin
04/01/2000 - 22/12/2000 tarihleri arasındaki getirisi -45.55%

İMKB Ulusal-100 Endeksi'nin
04/01/2000 - 22/12/2000 tarihleri arasındaki getirisi -45.10%

TABLO 8**ETKİN SINIR EĞRİSİ - Açığa Satış İmkkanı Olmayan Portföy**

| ALARKO HOL. | DOĞAN HOL. | EREĞLİ D.Ç. | NETAŞ | PETROL OFİSİ | TANSAŞ |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Portföy Ağırlığı | Portföy Ağırlığı | Portföy Ağırlığı | Portföy Ağırlığı | Portföy Ağırlığı | Portföy Ağırlığı |
| 0.101931073 | 0.223267659 | 0.074291929 | 0.180788238 | 0.073332293 | 0.346388807 |
| 10.19% | 22.33% | 7.43% | 18.08% | 7.33% | 34.64% |

| Portföy Getirisi Günlük | Portföy SD Günlük | Portföy Varyans Günlük | Yılsonu Beklenen Getiri | Yılsonu Standard Sapma |
|----------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 0.0168316140 | Çözüm Bulunamadı | | 395.54% | |
| 0.0158316140 | Çözüm Bulunamadı | | 372.04% | |
| 0.0148316140 | Çözüm Bulunamadı | | 348.54% | |
| 0.0138316140 | Çözüm Bulunamadı | | 325.04% | |
| 0.0128316140 | Çözüm Bulunamadı | | 301.54% | |
| 0.0118316141 | 0.054105083 | 0.002927360 | 278.04% | 82.94% |
| 0.0113326140 | 0.037802343 | 0.001429017 | 266.32% | 57.95% |
| 0.0108316140 | 0.033595548 | 0.001128661 | 254.54% | 51.50% |
| 0.0103326139 | 0.031782669 | 0.001010138 | 242.82% | 48.72% |
| 0.0098316143 | 0.030707953 | 0.000942978 | 231.04% | 47.07% |
| 0.0093316140 | 0.029862978 | 0.000891797 | 219.29% | 45.78% |
| 0.0088316139 | 0.029218275 | 0.000853708 | 207.54% | 44.79% |
| 0.0083309808 | 0.028805862 | 0.000829778 | 195.78% | 44.16% |
| 0.0078316140 | 0.028631046 | 0.000819737 | 184.04% | 43.89% |
| 0.0073316140 | 0.028722131 | 0.000824961 | 172.29% | 44.03% |
| 0.0068316140 | 0.029115861 | 0.000847733 | 160.54% | 44.63% |
| 0.0063306140 | 0.029815378 | 0.000888957 | 148.77% | 45.71% |
| 0.0058316140 | 0.030843080 | 0.000951296 | 137.04% | 47.28% |
| 0.0048316140 | 0.035436571 | 0.001255751 | 113.54% | 54.32% |
| 0.0038316140 | Çözüm Bulunamadı | | 90.04% | |
| 0.0028316140 | Çözüm Bulunamadı | | 66.54% | |
| 0.0018316140 | Çözüm Bulunamadı | | 43.04% | |
| 0.0008316140 | Çözüm Bulunamadı | | 19.54% | |



TABLO 9

Minimum Varyans Porföyü

| | Ağırlık | 1999-2000 Getiri | Ağırlıklı Getiri |
|---|---------|---------------------|---------------------|
| AKÇANSA | 9.32% | -47.66% | -4.44% |
| AKSİGORTA | 4.10% | 5.74% | 0.24% |
| ALARKO HOL. | 1.36% | -5.21% | -0.07% |
| ARÇELİK | 5.83% | -52.34% | -3.05% |
| EREĞLİ DEMİR ÇELİK | 0.10% | -38.35% | -0.04% |
| İHLAS HOLDİNG | 11.88% | -136.44% | -16.21% |
| KOÇ HOLDİNG | 3.17% | -41.14% | -1.31% |
| MİGROS | 30.25% | -26.31% | -7.96% |
| PETROL OFİSİ | 0.59% | -45.60% | -0.27% |
| ŞİŞECAM | 0.87% | -28.91% | -0.25% |
| TANSAŞ | 25.92% | 1.72% | 0.45% |
| TÜPRAŞ | 6.45% | -80.94% | -5.22% |
| VESTEL | 0.16% | -34.71% | -0.06% |
| Minimum Varyans Portföyü (1999-2000 Getirisi) | | | -38.19% |

Açığa Satış İmkanı Olmayan Portföy

İMKB Ulusal-30 Endeksi ile aynı riske (varyans) sahip portföy

| | Ağırlık | 1999-2000 Getiri | Ağırlıklı Getiri |
|----------------------|---------|---------------------|---------------------|
| DOĞAN HOLDİNG | 35.50% | -58.31% | -20.70% |
| NETAŞ | 28.88% | 14.95% | 4.32% |
| PETROL OFİSİ | 10.15% | -45.60% | -4.63% |
| TANSAŞ | 25.46% | 1.72% | 0.44% |
| (1999-2000 Getirisi) | | | -20.57% |

EK 1

**HİSSE SENETLERİNİN 02.04.2001 TARİHİ İTİBARIYLA İMKB ENDEKSLERİNİN HESAPLAMASINDA
KULLANILACAK TAKASBANK SAKLAMA ORANLARI**

| HİSSE ADI | SAKLAMA | | HİSSE ADI | SAKLAMA | | HİSSE ADI | SAKLAMA | | |
|-----------------------|-----------|--|----------------------|-----------|--|-----------------------|-----------|-----------------------|----|
| | ORANI (%) | | | ORANI (%) | | | ORANI (%) | | |
| ABANA ELEKTROMEKANİK | 56 | | ÇİMBETON | 15 | | İNTEMA | 46 | PINAR SÜT | 33 |
| ACIBADEM SAĞLIK | 14 | | ÇİMENTAŞ | 41 | | İNTERMEDYA | 99 | PINAR ET VE UN | 30 |
| ADANA ÇİMENTO (A) | 85 | | ÇİMSA | 23 | | İPEK MATBAACILIK | 25 | PİRELLİ KABLO | 15 |
| ADANA ÇİMENTO (B) | 14 | | ÇUKUROVA ELEK. | 16 | | İŞ BANKASI (A) | 16 | POLYLEN | 44 |
| ADANA ÇİMENTO (C) | 50 | | DARDANEL | 55 | | İŞ BANKASI (B) | 44 | RAKS ELEKTRONİK | 61 |
| ADEL KALEMCİLİK | 22 | | DEMİR YAT. ORT. | 94 | | İŞ BANKASI (C) | 26 | RAKS EV ALETLERİ | 51 |
| AFYON ÇİMENTO | 20 | | DEMİRBANK | 27 | | İŞ FİN.KİR. | 29 | RANT FİNANSAL KİR. | 47 |
| AK ENERJİ | 17 | | DEMİSAŞ DÖKÜM | 22 | | İŞ GMYO | 49 | RAY SİGORTA | 26 |
| AK YAT.ORT. | 55 | | DENİZLİ CAM | 37 | | İŞ YAT. ORT. | 80 | SABAH PAZARLAMA | 48 |
| AKAL TEKSTİL | 31 | | DENTAŞ AMBALAJ | 20 | | İŞIKLAR AMBALAJ | 41 | SABAH YAYINCILIK | 57 |
| AKBANK | 19 | | DERİMOD | 15 | | İZMİR DEMİR ÇELİK | 41 | SABANCI HOLDİNG | 16 |
| AKÇANSA | 17 | | DEVA HOLDİNG | 49 | | İZOCAM | 35 | SANKO PAZARLAMA | 25 |
| AKIN TEKSTİL | 14 | | DIŞBANK | 35 | | KAPLAMIN | 17 | SARKUYSAN | 54 |
| AKSA | 20 | | DİTAŞ DOĞAN | 48 | | KARDEMİR (A) | 92 | SASA | 12 |
| AKSİGORTA | 32 | | DOĞAN BURDA | 15 | | KARDEMİR (B) | 93 | SELÇUK GIDA | 76 |
| AKSU ENERJİ | 31 | | DOĞAN HOLDİNG | 34 | | KARDEMİR (D) | 97 | SERVE KIRTASIYE | 71 |
| AKSU İPLİK | 17 | | DOĞAN YAYIN HOL. | 20 | | KARSAN OTOMOTİV | 10 | SEVGİ SAĞLIK HİZM. | 27 |
| AKTAŞ ELEKTRİK | 15 | | DOĞUSAN | 32 | | KARSU TEKSTİL | 21 | SEZGİNLER GIDA | 20 |
| AKTİF FİNANS | 35 | | DÖKTAŞ | 28 | | KARTONSAN | 48 | SİFAŞ | 41 |
| ALARKO CARRIER | 14 | | DURAN OFSET | 32 | | KAV DAN.PAZ.TİC. | 38 | SİNAİ YATIRIM BANKASI | 27 |
| ALARKO GMYO | 49 | | ECZACIBAŞI İLAÇ | 23 | | KELEBEK MOBİLYA | 18 | SODA SANAYİİ | 15 |
| ALARKO HOLDİNG | 25 | | ECZACIBAŞI YAPI | 28 | | KENT GIDA | 15 | SÖKSA | 79 |
| ALCATEL TELETAŞ | 33 | | ECZACIBAŞI YAT. ORT. | 80 | | KEPEZ ELEKTRİK | 12 | SÖKTAŞ | 27 |
| ALFA MENKUL DEĞ. | 15 | | ECZACIBAŞI YATIRIM | 42 | | KEREVİTAŞ GIDA | 49 | SÖNMEZ FİLAMANT | 6 |
| ALKİM KAĞIT | 20 | | EDİP İPLİK | 18 | | KİPA | 88 | SÖNMEZ PAMUKLU | 4 |
| ALKİM KİMYA | 17 | | EFES HOLDİNG | 48 | | KLİMASAN KLİMA | 38 | ŞEKER PİLİÇ | 15 |
| ALTERNATİF YAT.ORT. | 49 | | EGE ENDÜSTRİ | 31 | | KOÇ HOLDİNG | 14 | ŞEKERBANK | 16 |
| ALTERNATİFBANK | 15 | | EGE GÜBRE | 41 | | KONFRUT GIDA | 33 | ŞİŞE CAM | 35 |
| ALTINYAĞ | 20 | | EGE PROFİL | 31 | | KONİTEKS | 47 | T. KALKINMA BANK. | 1 |
| ALTINYILDIZ | 20 | | EGE SERAMİK | 18 | | KONYA ÇİMENTO | 29 | T.DEMİR DÖKÜM | 19 |
| ALTINYUNUS ÇEŞME | 6 | | EGEPLAST | 32 | | KORDSA SABANCI DUPONT | 14 | T.S.K.B. | 29 |
| ANADOLU CAM | 20 | | EGESER GİYİM | 54 | | KOYTAŞ TEKSTİL | 93 | T.TUBORG | 40 |
| ANADOLU EFES | 35 | | EGS DIŞ TİCARET | 57 | | KRİSTAL KOLA | 17 | TAÇ YAT. ORT. | 26 |
| ANADOLU GIDA | 49 | | EGS FİN.KİR. | 33 | | KÜTAHYA PORSELEN | 22 | TANSAŞ | 38 |
| ANADOLU HAYAT | 15 | | EGS GMYO | 50 | | LAFARGE ASLAN ÇİMENTO | 2 | TAT KONSERVE | 22 |
| ANADOLU ISUZU | 15 | | EGS HOLDİNG | 39 | | LİNK BİLGİSAYAR | 15 | T.EKONOMİ BANK. | 20 |
| ANADOLU SİGORTA | 47 | | EMEK ELEKTRİK | 28 | | LİO YAĞ | 45 | TEK-ART TURİZM | 25 |
| APEKS DIŞ TİCARET | 47 | | EMEK SİGORTA | 33 | | LOGO YAZILIM | 19 | TEKSTİLBANK | 27 |
| ARAT TEKSTİL | 37 | | EMİNİŞ AMBALAJ | 15 | | LÜKS KADİFE | 21 | TİRE KUTSAN | 81 |
| ARÇELİK | 18 | | ENKA HOLDİNG | 19 | | M. YILMAZ YAT.ORT. | 98 | TOFAS OTO TİC. | 14 |
| ARENA BİLGİSAYAR | 15 | | ERBOSAN | 28 | | MAKİNA TAKIM | 70 | TOFAŞ OTO. FAB. | 21 |
| ARŞAN TEKSTİL | 15 | | EREĞLİ DEMİR ÇELİK | 46 | | MARDİN ÇİMENTO | 49 | TOPRAK FACT. | 25 |
| ASELSAN | 15 | | ERSU GIDA | 17 | | MARET | 32 | TOPRAK FİN. KİR. | 25 |
| ATA YAT.ORT. | 49 | | ESBANK | 2 | | MARMARİS ALTINYUNUS | 24 | TOPRAKBANK | 5 |
| ATLANTİS YAT. ORT. | 96 | | ESCORT COMPUTER | 25 | | MARMARİS MARTI | 36 | TRAKYA CAM | 29 |
| ATLAS YAT. ORT. | 93 | | ESEM SPOR GİYİM | 15 | | MARSHALL | 31 | TRANSTÜRK HOLD. | 76 |
| AVRASYA YAT.ORT. | 33 | | EVREN YAT. ORT. | 93 | | MAZHAR ZORLU HOLDİNG | 27 | TUKAŞ | 29 |
| AYEN ENERJİ | 15 | | FACTOFİNANS | 42 | | MEDYA HOLDİNG | 46 | TURCAS PETROL | 14 |
| AYGAZ | 38 | | FAVORİ DİNLENME YER. | 23 | | MEGES BOYA | 19 | TURKCELL | 11 |
| BAGFAŞ | 63 | | FENİŞ ALÜMİNYUM | 15 | | MENDERES TEKSTİL | 16 | TÜMTEKS | 32 |
| BAK AMBALAJ | 39 | | FİNANS FİN. KİR. | 21 | | MENSA MENSUCAT | 19 | TÜPRAŞ | 34 |
| BANVİT | 22 | | FİNANS YAT. ORT. | 90 | | MERKO GIDA | 28 | TÜRK HAVA YOLLARI | 2 |
| BATI ÇİMENTO | 28 | | FİNANSBANK | 31 | | METAŞ | 41 | UKİ KONFEKSİYON | 22 |
| BATISÖKE ÇİMENTO | 25 | | F-M İZMİT PİSTON | 15 | | METEMTEKS | 48 | USAŞ | 29 |
| BAYRAKLI BOYA | 33 | | FORD OTOSAN | 15 | | MİGROS | 48 | UŞAK SERAMİK | 58 |
| Beko ELEKTRONİK | 22 | | FRİGO PAK GIDA | 31 | | MİLLİYET GZT. | 25 | UZEL MAKİNA | 15 |
| BERDAN TEKSTİL | 29 | | GARANTİ BANKASI | 31 | | MİLPA | 34 | ÜNAL TARIM ÜRÜN. | 56 |
| BİRLİK MENSUCAT | 44 | | GARANTİ YAT. ORT. | 80 | | MUDURNU TAVUK. | 39 | ÜNYE ÇİMENTO | 10 |
| BİSAŞ TEKSTİL | 20 | | GEDİK YAT.ORT. | 57 | | MUTLU AKÜ | 25 | VAKIF FİN. KİR. | 29 |
| BOLU ÇİMENTO | 50 | | GEDİZ İPLİK | 76 | | NERGİS HOLDİNG | 33 | VAKIF GMYO | 42 |
| BOROVA YAPI | 35 | | GENTAŞ | 50 | | NET HOLDİNG | 68 | VAKIF RISK | 50 |
| BORUSAN BORU | 23 | | GİMA | 32 | | NET TURİZM | 64 | VAKIF YAT. ORT. | 45 |
| BORUSAN YAT. PAZ. | 33 | | GLOBAL MENKUL DEĞ. | 97 | | NETAŞ TELEKOM. | 32 | VAKKO TEKSTİL | 15 |
| BOSCH FREN SİSTEMLERİ | 20 | | GLOBAL YAT. ORT. | 99 | | NUH ÇİMENTO | 7 | VANET | 68 |
| BOSSA | 19 | | GOLDAS KUYUMCULUK | 7 | | NUROL GMYO | 49 | VARLIK YAT.ORT. | 66 |
| BOYASAN TEKSTİL | 35 | | GOOD-YEAR | 19 | | OKAN TEKSTİL | 43 | VESTEL | 61 |
| BRISA | 9 | | GORBON İŞİL | 41 | | OLMUKSA | 17 | VİKİNG KAĞIT | 33 |
| BSH PROFİLO | 6 | | GÖLTAŞ ÇİMENTO | 43 | | OSMANLI GMYO | 49 | YAPI KREDİ FİN.KİR. | 25 |
| BUMERANG YAT.ORT. | 90 | | GSD HOLDİNG | 35 | | OTOKAR | 28 | YAPI KREDİ KORAY GMYC | 49 |
| BURÇELİK | 45 | | GÜBRE FABRİK. | 16 | | OYSA-NİĞDE ÇİM. | 12 | YAPI KREDİ SİGORTA | 27 |
| BURSA ÇİMENTO | 35 | | GÜMÜŞSUYU HALI | 41 | | ÖZ FİNANS FACT. | 49 | YAPI KREDİ YAT.ORT. | 89 |
| CAMIŞ LOJİSTİK HİZ. | 35 | | GÜNEŞ SİGORTA | 14 | | PARK ELEK.MADENCİLİK | 35 | YAPI VE KREDİ BANK. | 42 |
| CEYLAN GİYİM | 18 | | HAZNEDAR REFRAKTER | 17 | | PARSAN | 15 | YASAŞ | 40 |
| CEYTAŞ MADENCİLİK | 35 | | HEKTAŞ | 38 | | PASTAVİLLA | 16 | YAŞARBANK | 16 |
| COMMERCIAL UN. SİG. | 15 | | HÜRRİYET GZT. | 33 | | PENGUEN GIDA | 23 | YATAŞ | 25 |
| ÇARŞI | 30 | | İDAŞ | 33 | | PETKİM | 4 | YATIRIM FİN. YAT.ORT. | 50 |
| ÇBS BOYA | 29 | | İHLAS EV ALETLERİ | 25 | | PETROKENT TURİZM | 82 | YAZICILAR HOLDİNG | 18 |
| ÇBS PRİNTAŞ | 40 | | İHLAS FİNANS | 37 | | PETROL OFİSİ | 7 | YÜNSA | 11 |
| ÇELEBİ | 16 | | İHLAS GMYO | 49 | | PİMAŞ | 9 | ZORLU ENERJİ | 20 |
| ÇELİK HALAT | 35 | | İHLAS HOLDİNG | 45 | | PINAR SU | 31 | | |
| ÇEMTAŞ | 45 | | İKTİSAT FİN. KİR. | 43 | | | | | |

EK 2

02/04/2001 tarihi itibariyle İMKB Ulusal-30 Endeksini oluşturan
Hisse Senetleri ve Endeks Ağırlıkları

| Firma | Piyasa Takas Değeri | Ağırlık |
|---------------------|-----------------------|---------|
| AKENERJİ | 91,800,000,000.00 | 0.86 |
| AKBANK | 532,000,000,000.00 | 4.96 |
| AKSİGORTA | 135,000,000,000.00 | 1.26 |
| ALARKO HOL. | 108,875,000,000.00 | 1.01 |
| ALCATEL TELETAS | 42,240,000,000.00 | 0.39 |
| ANADOLU EFES | 447,744,712,465.05 | 4.17 |
| ARÇELİK | 190,890,000,000.00 | 1.78 |
| DOĞAN HOLDİNG | 183,600,930,240.00 | 1.71 |
| DOĞAN YAYIN HOL. | 107,321,025,000.00 | 1.00 |
| ENKA HOLDİNG | 115,710,000,000.00 | 1.08 |
| EREĞLİ DEMİR Ç. | 362,134,080,000.00 | 3.37 |
| FORD OTOSAN | 162,295,875,000.00 | 1.51 |
| GARANTİ BANK. | 564,200,000,000.00 | 5.26 |
| HÜRRİYET | 108,767,529,090.00 | 1.01 |
| İŞ BANKASI C | 1,671,212,660,000.00 | 15.57 |
| İŞ BANKASI C (Yeni) | 719,600,310,000.00 | 6.70 |
| İŞ GMYO | 103,002,900,000.00 | 0.96 |
| KOÇ HOLDİNG | 454,698,272,000.00 | 4.24 |
| MİGROS | 383,356,800,000.00 | 3.57 |
| NETAŞ | 134,918,784,000.00 | 1.26 |
| PETKİM | 69,030,000,000.00 | 0.64 |
| PETROL OFİSİ | 169,750,000,000.00 | 1.58 |
| SABANCI HOL. | 576,000,000,000.00 | 5.37 |
| ŞİŞECAM | 156,016,630,000.00 | 1.45 |
| TANSAŞ | 75,240,000,000.00 | 0.70 |
| TOFAŞ OTO FAB. | 140,026,320,000.00 | 1.30 |
| TRAKYA CAM | 103,200,328,000.00 | 0.96 |
| TURKCELL | 442,200,000,000.00 | 4.12 |
| TÜPRAŞ | 851,425,280,000.00 | 7.93 |
| VESTEL | 354,235,898,316.44 | 3.30 |
| YAPI KREDİ | 1,179,676,478,904.67 | 10.99 |
| | 10,736,169,813,016.20 | 100.00 |

EK 3

Çözücü Parametreleri

Hedef Hücre Portföyün varyansını minimuma indirmek için seçilen, portföyün varyansının bulunduğu hücredir (E38).

Portföyün varyansının minimum değerde bulunması gerektiği için Çözücü'deki **Eşittir** kutusundaki **En Küçük** boşluğunun doldurulması gerekmektedir.

Değişecek Hücreler; Portföyün ağırlıklarının Çözücü tarafından yeniden hesaplanmasının gerektiği için değişecek hücreler boşluğuna hisselerin ağırlıklarının bulunduğu hücrelerin alanı seçilmelidir. Açığa satış imkanı olan portföy'de (Tablo 5) B5:B34 hücreleri Çözücü tarafından değiştirilecek ve bu hücrelere bağlı olan C4:AF4 hücreleride otomatik olarak değişecektir.

Açığa satış imkanı olmayan portföy'de (Tablo 6) yine B5:B34 hücreleri Çözücü tarafından değiştirilecek ve bu hücrelere bağlı olan C4:AF4 hücreleride otomatik olarak değişecektir.

Kısıtlamalar; Portföyü oluşturacak hisselerin ağırlıklarının toplamı her zaman 1'e eşit olmak durumundadır. Buna göre B35 hücrenin toplamı 1 olmak durumundadır ($B35=1$).

Oluşturulan portföyün beklenen (istenilen) getirisi yatırımcı tarafından seçilmeli ve istenilen hücre referans olarak verilmelidir.

Diğer kısıtlamalar ise portföyün Açığa Satışa izin verip vermemesi durumunda değişmektedir. Açığa satışın olmadığı durumda Figür 1'de yapılan işlemler **Çöz** komutu ile son bulacaktır. Açığa satışa izin verilmediği durumda portföyü oluşturulacak hisse senetlerinin ağırlıkları eksi olmamak zorundadır. Buna göre portföyde bulunan her bir hisse senedinin ağırlığı $w_i \geq 0$, yani hisse senedinin ağırlığını gösteren her hücre sıfırdan büyük olmak zorundadır ($B5 \geq 0$, $B6 \geq 0$, $B7 \geq 0$ $B32 \geq 0$, $B33 \geq 0$, $B34 \geq 0$).

Kaynakça

Bodie Zvi, Alex Kane and Alan J. Marcus, Investments, Fourth Edition. New York : Irwin/McGraw-Hill, 1999.

Edwin J. Elton and Martin J. Gruber, Modern Portfolio Theory and Investment Analysis, Fifth Edition. New York : Wiley, 1995.

Markowitz, H., "Portfolio Selection," The Journal of Finance, March 1952, 7, 77-91.

Markowitz, H., Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investment. New York : Wiley, 1959.

Markowitz, H., "Foundations of portfolio theory," Journal of Finance, June 1991, 46, 469-77.

Stephens, A., "Markowitz and the Spreadsheet," Journal of Financial Education, Fall 1998, 35-43.