

PORTFÖY SEÇİMİ PROBLEMİ İÇİN KDS/GA YAKLAŞIMI

Dişyar AKAY, Tahsin ÇETİNYOKUŞ ve Metin DAĞDEVİREN

Endüstri MühendisliĐi Bölümü, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Gazi Üniversitesi,
Maltepe, 06570 Ankara.

diyara@mmf.gazi.edu.tr, tahsinc@gazi.edu.tr, metind@mmf.gazi.edu.tr

ÖZET

Tüm karmaşık problemlerde olduğu gibi portföy yönetiminde de kararların verilmesi zordur ve uzun bir süreç gerektirir. Bunun nedeni, yatırımcının kriterlerine uygun portföylerin oluşturulmasında, çok fazla sayıda ve karmaşık yapıda verileri kullanarak, istenilen özelliklere sahip portföylerinin seçiminin zorluğudur. Yatırımcının bu yapıdaki problemlerin çözümünde kullanabileceği etkin yöntemlerden biri Karar Destek Sistemleri (KDS)'dir. Bu çalışmada, farklı kısıtlara sahip portföylerin oluşturulmasına yönelik bir KDS'i geliştirilmiştir. Portföy seçimine yönelik olarak KDS'nin model aşamasında, Genetik Algoritma (GA) ve teknik göstergeden yararlanılmıştır. Sonuçta, yatırımcının karar vermesine yardımcı olacak senaryolar elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karar destek sistemleri, genetik algoritma, portföy seçimi

A DSS/GA APPROACH FOR PORTFOLIO SELECTION PROBLEM

ABSTRACT

Decision making is a hard and long process in portfolio management like any other complex real life problems. Reason of this is the difficulty of selection the portfolio fitting the decision makers criteria from using the great amount of complex data to satisfy investor's goals. Decision Support Systems (DSS) are one of the the efficient methods for the decision makers in order to solve this kind of problems. In this study, a DSS is developed for constituting the portfolios having cardinality constraints. In the model phase of the DSS, Genetic Algorithm (GA) and technical indicator are used. Finally, scenarios are obtained for the purpose of helping investor's decisions.

Keywords: Decision support systems, genetic algorithm, portfolio selection

1. GİRİŞ

Ekonomik koşullar altında gerçek ve tüzel kişilerin amacı, sahip oldukları varlıkların (hisse senedi, tahvil ve diğer değerli kağıtlar) toplam getirilerini, risk faktörünü de dikkate alarak mümkün olduğunca artırmaktır. Ağırlıklı olarak hisse senedinden, çeşitli menkul kıymetlerden meydana gelen tahviller ve benzeri türevleri portföyü oluşturur. Bu varlıkların getirisini artırmanın yolu portföyün etkin bir şekilde yönetilmesiyle mümkündür. Portföy yönetiminde amaç, karar vericinin risk ve getiriye karşı gösterdiği tutum çerçevesinde portföy içine hangi varlıkların hangi oranlarda gireceğine ve zamanla değişen ekonomik koşullara bağlı olarak hangi varlıkların portföyden çıkarılacağına karar vermektir [1].

Karmaşık problemlerin çözümü için, çok büyük veri yığınları içinden model aracılığıyla bilgi üreten ve bu bilgi sayesinde karar vericinin karar verme sürecini hızlandıran, alternatif durumlar sunan etkileşimli bilgi sistemi teknolojisi Karar Destek Sistemi(KDS) olarak adlandırılmaktadır [2]. Portföy yönetiminde karar mekanizmalarının geliştirilmesinde KDS literatürde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. KDS kullanılarak geliştirilen modeller sayesinde, yatırımcının istediği özelliklere sahip portföyler hızlı ve etkin bir şekilde oluşturulmaktadır. KDS, veri tabanı, modeller, kullanıcı arayüzü ve kullanıcı bileşenlerinden oluşmaktadır [3]. Tüm KDS'lerde sonuçların performansını etkileyen en önemli faktör kullanılan modeldir. Portföy yönetiminde, analitik olmayan modeller, tahmin tekniğine dayalı modeller ve teknik gösterge temelli modeller KDS'lerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Genetik Algoritmalar (GA), bilinen metodlarla çözülemeyen ya da çözüm zamanı problemin büyüklüğü ile üstel artan problemlerde optimuma yakın sonuçlar vermektedir. Bu sebeple portföy seçimi gibi karmaşık bir probleme analitik açıdan yaklaşan GA, teknik gösterge ile birlikte KDS de model olarak kullanılacaktır.

Bu makalede, kısıtlara sahip portföy seçimi probleminin çözümü için bir KDS geliştirilmiştir. KDS nin modelinde sezgisel bir yöntem olan GA kullanılmıştır. Sonuçların güvenilirliğini artırmak için teknik göstergelerden faydalanarak, karar vericinin arasından seçim yapmasını sağlayacak senaryolar oluşturulmuştur. Böylece karar verici, risk ve getiri kriterlerine uygun portföyleri kolay bir şekilde oluşturulabilmektedir.

2. PORTFÖY YÖNETİM PROBLEMİ

Portföy yönetiminin en önemli konusu portföye hangi menkul kıymetlerin hangi oranlarda gireceğine ve değişen ekonomik koşullara göre portföyün ne zaman güncellenmesi gerektiğine karar vermektir. Yatırım kararını belirleyen en önemli faktör, oluşturulacak portföyün getirisi ve riskidir. Portföy yönetiminde risk ölçüsü, standart sapma ve varyanstır. Yapılacak çalışmalarla bir yatırımın riskini ölçmek mümkündür [1,4].

2.1. Modern Portföy Teorisi

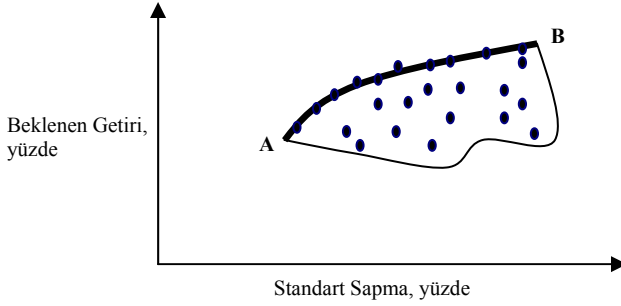
Geleneksel portföy yönetiminde, portföyde yer alan menkul kıymetlerin getirileri arasındaki ilişkileri göz önünde bulundurmadan sadece portföydeki menkul kıymetlerin sayılarını artırarak risk faktörünü azaltılabileceği öngörülmektedir. Bu yaklaşım, modern portföy yönetiminin kurucusu olan Markowitz'in geliştirdiği teoriyle beraber geçerliliğini yitirmiştir. Çünkü, sadece portföy çeşitlendirilmesine gidilerek riskin azaltılamayacağı, portföyde yer alan menkul kıymetler arasındaki ilişkinin yönünün ve derecesinin de riskin azaltılması yönünde etkili olduğu Markowitz Ortalama -Varyans Modeli ile ortaya konulmuştur. Modern Portföy Teorisi, yatırımcının karşılaştığı takası, riske karşı beklenen getiri olarak tanımlamaktadır. Markowitz Ortalama-Varyans Modeli, "Bütün yumurtalarını aynı sepete koyma!" atasözüne matematiksel bir anlam vermiştir [5]. Markowitz modelindeki temel kavramlar aşağıda verilmiştir.

- R : Portföyün beklenen getirisi.
 w_i : i menkul kıymetinin portföydeki oranı. ($0 \leq w_i \leq 1$) ($i=1, \dots, N$)
 μ_i : i. menkul kıymetin beklenen getirisi.
 N : Menkul kıymet sayısı. $i:=1 \dots N$
 σ_{ij} : i ve j menkul kıymet getirilerinin kovaryansı. $i=1, \dots, N, j=1, \dots, N$
 S_p^2 : Portföyün varyansı.

$$R = \sum_{i=1}^N w_i * \mu_i$$

$$S_p^2 = \sum_{i=1}^N w_i * w_j * \sigma_{ij}$$

Markowitz, portföy varyansının büyük ölçüde portföyü oluşturan varlıkların birbirleri ile ilişkisinden kaynaklandığını göstermiştir. Böylece aralarında negatif veya sıfır korelasyon sayısı içeren portföylerin varyansı, varlıkların tek tek ele alındığı durumdan daha düşük olmaktadır. Bu durumda çeşitlendirme yararlı olacaktır. Yatırımcı risk-getiri uzayında bütün menkul kıymet bileşimlerinin üzerinden , belirli bir risk düzeyinde en yüksek getiri oranını elde etmek, ya da tersi söylenirse, belirli bir getiri düzeyinde en düşük riskle gerçekleştirmek amacıyla Şekil 1.'deki Portföy Olanakları Eğrisi üzerinde etkin olan AB çizgisi üzerinde tercihlerini oluşturacaktır. Markowitz AB çizgisi üzerinde bulunan portföyleri "Etkin Sınır" (ES) olarak tanımlamıştır. ES, yatırımcıya tercihlerine göre portföyü oluşturmasına yardımcı olacaktır [6].



Şekil 1. Portföy Olanakları Eğrisi

Markowitz' in modern portföy teorisinin doğrusal programlama modeli (Model-1) aşağıdaki gibidir.

R^* : Portföyden beklenen ortalama getiri düzeyi

$$\begin{array}{l}
 \text{Min} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_i w_j \sigma_{ij} \\
 \left. \begin{array}{l}
 \text{kısıtlar} \\
 \sum_{i=1}^N w_i \mu_i = R^* \\
 \sum_{i=1}^N w_i = 1 \\
 0 \leq w_i \leq 1, i=1, \dots, N
 \end{array} \right\} \text{MODEL 1}
 \end{array}$$

Model-1 farklı R^* değerleri ile çalıştırıldığı zaman bize ES'ı çizelebilmek için belirli getiri düzeyindeki minimum varyanslı noktaların kümesini verecektir. Model-1'i farklı R^* değerleri ile belli sayıda çalıştırmak yerine Model-2' nin farklı λ değerleri ile çalıştırılmasıyla da aynı etkin sınıra ulaşılabilir. $\lambda=0$ değeri ile model çalıştırıldığında portföyün beklenen getirisi maksimize edilecektir ve optimum sonuç en yüksek getiriye sahip olan tek bir hisse senedini içerecektir. $\lambda=1$ değeri ile model getiriyi hiç dikkate almadan riski minimize etmeye çalışacaktır ve optimum sonuç, riski minimize edecek şekilde farklı hisse senetlerinin karışımından oluşacaktır. $0 < \lambda < 1$ değerleri arasında model, getiri ve riski önem derecelerine göre dikkate alarak portföyleri belirleyecektir.

$$\text{Minimize} = \lambda \left[\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_i w_j \sigma_{ij} \right] - (1 - \lambda) \left[\sum_{i=1}^N w_i \mu_i \right]$$

kısıtlar

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1,$$

$$0 \leq w_i \leq 1, \quad i=1, \dots, N$$

MODEL 2

2.2. Kısıtlı Portföy Optimizasyonu Modeli

Model-1 ve Model-2 basit bir yapıda olmasına ve kolayca çözümler verebilmesine karşın yatırımcının beklentilerini karşılamada yetersiz kalabilir. Bu modellere ek olarak değişik kısıtların eklenmesi gerekebilir. Örneğin 40 adet hisse senedi içinden portföye yalnızca 10 tanesinin girmesi, portföye giren hisse senetleri için alt ve üst sınır limitlerinin tanımlı olması vb. Bu tip önemli kısıtlar içeren modelimizi Model-1 ve Model-2'yi kullanarak üretilebiliriz. Bu tip kısıtları içeren Model-3 aşağıda verilmiştir [7]. $0 < \lambda < 1$ arasındaki farklı λ değerleriyle modelin çalıştırılması sonucu kısıtlara sahip durumdaki modelimizin ES'ına ulaşılabilir.

N = Toplam menkul değer sayısı

K = Portföyde bulunması istenen menkul değer sayısı

ε_i = i menkul değeri için eğer portföye dahil ise portföy içindeki minimum oranı

δ_i = i menkul değeri için eğer portföye dahil ise portföy içindeki maksimum oranı

$$z_i = \begin{cases} 1 & \text{eğer } i \text{ menkul değeri portföye dahil ise} \\ 0 & \text{diğer} \end{cases}$$

$$\text{Minimize} = \lambda \left[\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_i w_j \sigma_{ij} \right] - (1 - \lambda) \left[\sum_{i=1}^N w_i \mu_i \right]$$

kısıtlar

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1,$$

$$\sum_{i=1}^N z_i = K,$$

$$\varepsilon_i z_i \leq w_i \leq \delta_i z_i, \quad i=1, \dots, N$$

$$z_i \in [0, 1], \quad i=1, \dots, N$$

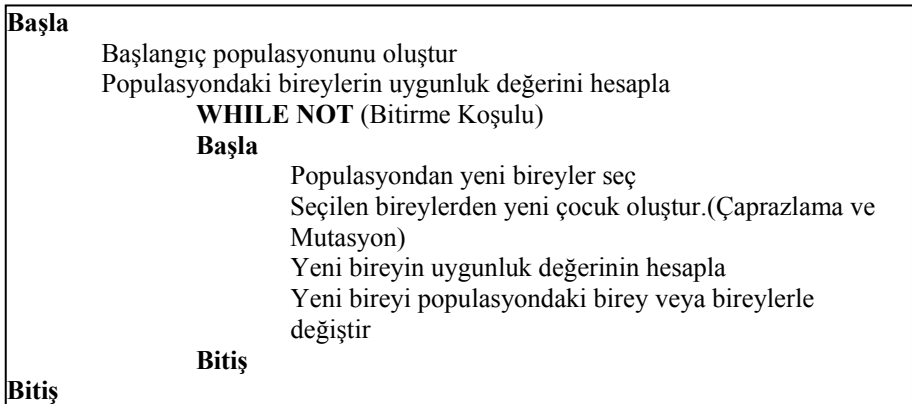
MODEL 3

Literatürde Kısıtlı Portföy Optimizasyonu Modeli (KPOM)'ne yönelik olarak yapılmış az sayıda çalışma mevcuttur. Bienstock Model-3'e benzer bir model kurmuş ve çözümü için karmaşık tamsayılı kuadratik dal-sınır algoritması geliştirmiştir [8]. Sprenza'da KPOM'nde amaç fonksiyonunda standart sapma yerine ortalama mutlak sapmayı kullanmıştır. Çözüm metodu olarak karmaşık tamsayılı doğrusal programlama ile sezgisel algoritmayı birlikte kullanmıştır. Modelin dezavantajı, kovaryans matrisini kullanmamasından dolayı menkul değerler arasındaki ilişkiyi tam olarak dikkate almamasıdır [9]. Mansini ve Sprenza, risk göstergesi olarak varyans yerine negatif - ortalama mutlak sapmayı kullanmış ve her menkul değer için minimum alım oranı içeren kısıtı ile modelin çözümü için 3 tane sezgisel yöntem önermiştir. Sezgisellerin başlangıç çözümlerinde doğrusal programla ile gevşetme kullanmıştır [10]. Kellerer, her menkul değer için alınması gereken minimum lot miktarı ve menkul değer üst alım limitinin aşılması sırasında ortaya çıkacak bir ceza maliyetini içeren kısıtlarla birlikte, amaç fonksiyonunu doğrusal olarak oluşturmuştur [11].

3. GENETİK ALGORİTMALAR

Genetik algoritmalar (GA) stokastik bir arama yöntemidir. Darwin'in "en iyi olan yaşar" prensibine dayalı olarak biyolojik sistemlerinin gelişim sürecini benzeten GA, ilk defa Holland tarafından önerilmiştir [12]. GA, sezgisel bir metot olması nedeniyle verilen bir problem için optimum sonucu bulamayabilir, ancak bilinen metodlarla çözülemeyen ya da çözüm zamanı problemin büyüklüğü ile üstel artan problemlerde optimuma yakın sonuçlar vermektedir.

Bir GA, yığın olarak adlandırılan mümkün çözümlerin kodlandığı dizilerin bir seti ile biyolojik özelliği taklit eden operatörlerin bir setinden oluşur. Herhangi bir problemin çözümünde kullanılan basit bir GA'nın genel yapısı Şekil 2'deki gibidir. Genetik algoritmaların uygulanmasında temel amaç kromozomların uyum



Şekil 2. Basit bir genetik algoritma

değerlerinde genel bir iyileştirme sağlayarak, birkaç nesil sonra optimum değişken değerlerine sahip kromozomlara ulaşmaktır [13,14].

KPOM karışık tamsayılu kuadratik programlama modelidir ve kombinatoriyal en iyileme problemi sınıfına girmektedir. Bu tip problemlerin çözümü oldukça zordur ve ayrıca değişken sayısı arttıkça modelin çözüm zamanı üstel olarak artmaktadır. Bu nedenle, basitliği, problemin çözümüne yönelik sezgiselin kolay ve çabuk şekilde geliştirilmesi ve yerel optimumda kalmaya karşı dirençli olmasından dolayı GA, KPOM'nun çözümü için kullanılabilecek etkin bir yöntemdir. KPOM'nun GA ile çözümüne yönelik olarak çalışmada Evolver paket programı kullanılmıştır [15]. Evolver Ms-Excel altında çalışan GA tabanlı bir optimizasyon programıdır. Evolver'ın Ms-Excel altında çalışması programın değişik tipteki problemlerin çözümüne uygulanmasındaki esnekliğini ve etkinliğini artırmaktadır. Yapılması gereken modelin MS-Excel'deki hücrelerde doğru olarak formüle edilmesi, daha sonra Evolver'ın menüsünden optimize edilecek hücrenin ve her iterasyonda değişime uğrayacak girdi değişkenlerini içeren hücre dizilerinin tanımlanması ve kısıtların eklenmesidir. Populasyon büyüklüğü, çaprazlama ve mutasyon türleri ve oranları, ceza fonksiyonu gibi özellikleri program standart olarak sunmaktadır.

3.1. Evolver'da Model 3'ün Parametre Değerleri

1. Budget ve Recipe metotları kullanılarak N hisse senedi içinden K tanesinin seçimi ve seçilen K hisse senedinin portföydeki toplamının bir olması sağlanmıştır.
2. Her menkul değer için portföyde bulunması gereken alt ve üst sınırların sağlanmaması durumunda Evolver'ın standart ceza fonksiyonu kullanılarak, kısıtları sağlamayan portföylerin amaç fonksiyonlarının bir sonraki iterasyonlarda seçilme olasılığı azaltılmıştır.
3. İkili turnava metodu, standart çaprazlama ve mutasyon operatörleri kullanılmış, populasyon büyüklüğü 100 ve iterasyon sayısı 2500 olarak alınmıştır.
4. Kesikli yapıdaki ES'ı oluşturmak üzere KPOM'de $E=50$ (toplam koşturma sayısı) kere çalıştırılmıştır. Her çalıştırmada λ , $\lambda = (e-1)/(E-1)$ formülüyle hesaplanmıştır. Burada e, ES üzerinde hesaplanacak E tane nokta üzerinden birini göstermektedir. Böylece ES üzerinde eşit aralıklarla hareket edilmiş olacaktır.

4. WILLIAM'S%R TEKNİK GÖSTERGESİ

Teknik göstergelerle hisse senedinin gitmekte olduğu yön görülebilir ve gücü ölçülebilir. Hareketli ortalamalar momentum, stokastik, william's%R trend göstergesi gibi farklı amaçlar için geliştirilmiş çok sayıda gösterge mevcuttur. Markowitz Ortalama-Varyans modelinde beklenen getiri ve portföyün beklenen standart sapma değeri uzun vadedeki tahminler sonucu elde edilmiştir. Bunun dezavantajı, modelin eski dönem verilerine eşit derecede önem vermesidir. Günümüze yakın değerlerin

modeldeki etkinliği artırmak için uygulamada William's%R teknik göstergesi Evolver sonucu elde edilen portföyün güvenilirliğinin artırılmasında kullanılmıştır. Bu gösterge kısa vadede hareket eden bir göstergedir ve yalnızca aşırı alım ve aşırı satım bölgelerinin tesbitinde kullanılır. William's%R erken uyarı yapan göstergelerdendir. Çoğunlukla fiyat dönüşlerini bir gün önceden haber verir. Uygulamada William's%R 'de gerekli dönüşüm yapılarak aralık değer 0-1'e çekilmiştir. 1'e yakınlık kullanıcı için alım sinyalinin göstermektedir.

5. KARAR DESTEK SİSTEMLERİ

Günümüzde gelişen teknoloji sayesinde çok uzun zaman alan problem çözümleri artık bilgisayar ve bilgisayar destekli bilgi sistemleri ile kısa zamanda elde edilmektedir. Bu sistemler hayatımızın her alanına girmiştir. KDS, çözümü zor karmaşık problemlerin çözümünde kullanıcıya destek veren bir bilgi sistemidir. Yöneticilerin, yönetsel problemlerin aşılması için kantitatif modelleri kullanma çabalarıyla ortaya çıkan karar desteği, ilk J. D. Little'in (1970) çalışmasıyla ortaya konmuştur. Terim olarak KDS nin kullanıldığı ilk çalışma ise Gorry ve Scott Morton'un (1971) yaptığı çalışmadır [16].

KDS'ler özellikle taktik ve stratejik seviyede karar vericiler için, çok karmaşık ve yapısallığı az olan problemlerde kullanılmaktadır. Ellerinde veri yığını, problem ve kullanıcının deneyimi olmasına rağmen karar verici için sonuç çıkarmanın zor olduğu durumlarda KDS kullanılabilecek bir araçtır. KDS'ler, tüm karar aşamaları, karar tipleri ve farklı yapıdaki problemlerle ilgilenebilir [17,18].

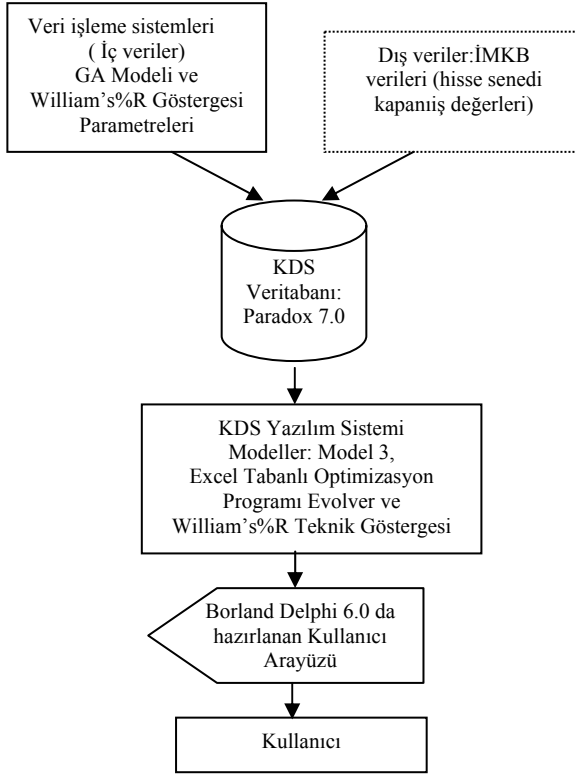
5.1. KPOM için KDS Bileşenleri

Laudon ve Laudon tarafından önerilen KDS temel alınarak KPOM için bileşenler geliştirilmiştir (Şekil 3).

6. KDS/GA UYGULAMASI

Bu çalışmada kullanıcının portföy seçiminde kullanabileceği bir KDS/GA uygulamasına yer verilmiştir. Bölüm 2'de anlatılan Model 3, Bölüm 3.1'deki Evolver parametreleriyle çalıştırılmış, senaryoların oluşturulması amacıyla Delphi 6.0'da Paradox Veri Tabanı Yönetim Sistemini kullanan bir KDS geliştirilmiştir. KDS'nin girdileri İMKB'deki hisse senetlerine ait aylık getiri değişim yüzdesi, standart sapması ve William's%R teknik göstergesidir.

Kullanıcı arayüzü Şekil 4'te gösterilmiştir. Burada kullanıcı, seçilecek hisse senedi sayısını ve her hisse senedi için portföyde yer alacak minimum ve maksimum oranları girecektir. $N=20$, $K=10$ $\epsilon_i = 0.02$, $\delta_i = 0.025$ değerleri için küçük bir uygulama yapılmıştır. Model verileri Tablo 4'te sunulmuştur. Modelin çözümüyle Şekil 5'teki ES grafiği elde edilmiştir. Daha sonra kullanıcı isteğine bağlı olarak



Şekil 3. Portföy Seçimi Problemi için KDS/GA

ES'daki portföylerin güvenilirliğini teknik göstergedan yararlanarak artırabilir. William's%R göstergesi değerleri, model kısıtlarını bozmayacak şekilde dönüştürülerek modele katılır ve ES üzerindeki noktalardan kullanıcı istediği sayıda KDS senaryosu oluşturur. Örneğimizde 3 adet senaryo oluşturulmuş ve sonuçları Tablo 1, Tablo 2, Tablo 3'te gösterilmiştir. Yatırımcı oluşturulan senaryolara göre, artık amaçlarına uygun olarak kendi bilgi ve tecrübeleriyle hangi portföyü seçeceğine karar verebilecektir.

Üretilen senaryolar, yatırımcı için alternatif durumları göstermektedir. Tablo 3'te gösterilen Senaryo 1 $\lambda = 0.49$, $e = 25$ için üretilmiştir. Evolver sonucu elde edilen bu portföyün ortalama beklenen getirisi % 6.07, standart sapması ise % 11'dir. Daha sonra, William's%R teknik göstergesi kullanılarak aynı hisse senetlerinin portföydeki ağırlıkları düzeltilmiştir. Yeni durumda, ortalama beklenen getiri % 6.54, standart sapma ise % 11.54 olmuştur. Daha önceki sonuçlara göre teknik gösterge kullanımı portföyü daha iyi bir sonuca ulaştırmıştır. Portföyün getirisinin eski durumuna göre artışı % 7.74 iken standart sapma değeri yalnızca % 4.9 oranında artmıştır.

PORTFÖY SEÇİM PROBLEMİ İÇİN KDS/GA YAKLAŞIMI

Parametre Giriş Çalıştır Yardım Çıkış

Model Parametreleri

Seçilecek Hisse Senedi Sayısını Giriniz

Hisse Senetleri için Alt ve Üst Alım Limitleri

Hisse Senedi Seçiniz

Alt Limit

Üst Limit

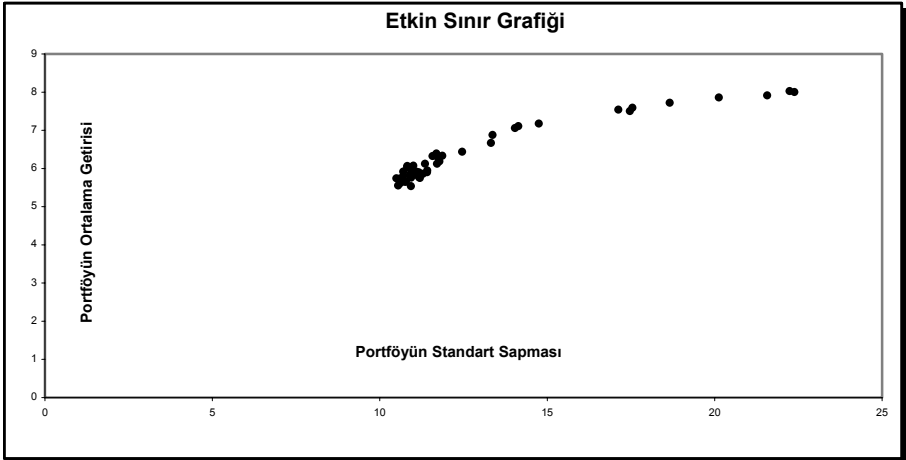
Evolver ile birlikte Teknik Gösterge de Kullanmak İstiyormusunuz

Evet Hayır

Oluşturulacak Senaryo Sayısını Giriniz

Model Delphi 6.0 temelli olarak Paradox 7.0 , Excel, Evolver programlarını kullanmaktadır

Şekil 4. Kullanıcı arayüzü



Şekil 5. ES grafiği

Tablo 1. Senaryo 1

e=0 λ=0 için KDS senaryosu	
Hisse Senedi	Teknik Gösterge Destekli Portföy Ağırlığı
YAPI K.B.	16 %
İS B.C	21%
DOGAN	20,10%
MİGROS	2,5%
GİMA	4,30%
PETKİM	7,1%
PTOFİSİ	3,70%
TUPRAS	12,7%
ALCATEL	8,40%
VESTEL	4,10%
Yüzde Toplam	100%
Portföyün	
Ortalama Getirisi	8,015%
Standart Sapması	23,104%

Tablo 2. Senaryo 2

e=50 λ=1 için KDS senaryosu	
Hisse Senedi	Teknik Gösterge Destekli Portföy Ağırlığı
YAPI K.B.	19,60 %
ALARKO	5,80%
MİGROS	20,10%
BAĞFAŞ	5,40%
BRİSA	3,30%
PTOFİSİ	16,7%
ÇELİK HALAT	13,30%
EREGLİ	3,70%
ALCATEL	8,10%
VESTEL	4,10%
Yüzde Toplam	100%
Portföyün	
Ortalama Getirisi	5,826%
Standart Sapması	11,129%

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

KDS/GA yaklaşımı ile portföy yönetiminde, kararların verilmesini kolaylaştıracak ve karar verme sürecini kısaltacak bir uygulama ortaya konmuştur. Uygulamada çok sayıda ve karmaşık veriler içinden model aracılığıyla, yatırımcıya alternatif durumları gösteren senaryolar sunulmuştur.

İleride bu konuda yapılacak çalışmalarda problemin modeline daha farklı kısıtlar eklenerek sistemin etkinliği ve güvenilirliği artırılabilir. Çalışmamızda yalnızca bir teknik gösterge kullanılmıştır. Literatürde değişik amaçlarla kullanılan çok sayıda teknik gösterge mevcuttur. Bu göstergelerinde KDS'ye eklenmesi ile daha tutarlı sonuçlar elde edilebilir.

KAYNAKLAR

1. Ertuna, I.O., **Yatırım ve Portföy Analizi** (Bilgisayar Uygulama Örnekleriyle), Boğaziçi Üniversitesi, 1991.
2. Shim, J.P., Warkentin, M., Courtney, J.F., Power, D.J., Sharda, R., Carlsson, C., "Past, Present, and Future of Decision Support Technology", **Decision Support System**, Vol 33, pp:111-126, 2002.
3. Laudon, C. K. ve Laudon, J. P., **Management Information Systems**, 7th Edition, Prentice Hall, New Jersey, 2002.

Tablo 3. Senaryo 3

$\lambda=0.49$ e=25 için KDS senaryosu						
Hisse Senedi	Evolver Sonucu Portföy Oranları	William's%R Teknik Göstergesi	Dönüştürülmüş William's%R	Hisse Senedi	Teknik Gösterge Destekli Portföy Ağırlığı	
YAPI K.B.	20,00%	19	0,81	YAPI K.B.	19,90%	
ALARKO	6,35%	4	0,96	ALARKO	6,80%	
MİGROS	15,65%	11	0,89	MİGROS	16,70%	
BAĞFAŞ	3,09%	13	0,87	BAĞFAŞ	2,60%	
PTOFİSİ	20,00%	0	1	PTOFİSİ	17,00%	
ÇELİK HALAT	6,41%	0	1	ÇELİK HALAT	7,10%	
İZDEMİR	4,45%	31	0,69	İZDEMİR	5,30%	
ALCATEL	7,06%	15	0,85	ALCATEL	9,20%	
ARÇELİK	10,50%	23	0,77	ARÇELİK	9,30%	
VESTEL	6,51%	0	1	VESTEL	6,10%	
Yüzde Toplam	100%			Yüzde Toplam	100,00%	
Portföyün Ortalama Getirisi	6,07%			Portföyün Ortalama Getirisi	6,54%	
Standart Sapması	11,00%			Standart Sapması		

Tablo 4. Hisse senedine ait veriler

Hisse Senedi	AKBANK	GARANTİ	YAPI K.B.	İŞ B. C.	ALARKO	İHLAS	DOĞAN
Ortalama Getiri (%)	5,173	5,425	8,134	9,23	4,604	4,634	8,722
Standart Sapma (%)	21,087	24,67	22,66	29,56	20,991	24,159	32,13
William's %R	14,1	30,4	19,0	4,1	13,3	81,3	11,1
Dönüştürülmüş William's %R	0,9	0,7	0,8	1,0	0,9	0,2	0,9
Hisse Senedi	MİGROS	GİMA	VESTEL	BAĞFAŞ	BRİSA	PETKİM	PİOFİSİ
Ortalama Getiri (%)	5,173	7,055	6,179	4,889	4,032	6,314	6,595
Standart Sapma (%)	15,713	25,695	22,016	22,187	19,636	30,799	25,88
William's %R	13,3	0,0	31,1	15,7	0,0	31,3	0,0
Dönüştürülmüş William's %R	0,9	1,0	0,7	0,8	1,0	0,7	1,0
Hisse Senedi	TÜPRAŞ	ÇELİKHALAT	EREĞLİ	İZDEMİR	ALCATEL	ARÇELİK	
Ortalama Getiri (%)	7,656	2,844	3,961	3,778	7,999	5,326	
Standart Sapma (%)	26,608	20,054	21,72	30,954	31,031	23,566	
William's %R	8,7	3,7	3,4	14,9	26,7	23,3	
Dönüştürülmüş William's %R	0,9	1,0	1,0	0,9	0,7	0,8	

4. Akmut, O., **Sermaye Piyasası Analizleri ve Portföy Yönetimi**, Ankara, 1989.
5. Markowitz, H., "Portfolio Selection", **Journal of Finance**, Vol 7, pp:77-91, 1952.
6. Elton, E.J., Gruber, M.J., **Modern Portfolio Theory and Investment Analysis**, New York, Wiley, 1995.
7. Chang, T., Meade, N., Beasley, J.E., Sharaika, Y.M., "Heuristic for Cardinality Constrained Portfolio Optimization", **Computers & Operation Research**, Vol 27, pp: 1271-1302, 2000.
8. Bienstock, D., "Computational Study of a Family Mixed-Integer Quadratic Programming Problems", **Mathematical Programming**, Vol 74, pp:121-140, 1996.
9. Sprezza, M.G., "A Heuristic Algorithm for A Portfolio Optimization Model Applied to Milan Stock Market", **Computers&Operations Research**, Vol 23, pp:433-441, 1996.
10. Mansini, R., Sprezza, M.G., "Heuristic Algorithms for the Portfolio Selection Problem with Minimum Transaction Lots", **European Journal of Operational Research**, Vol 114, pp: 219-233, 1999.
11. Kellerer, H., On Selection a Portfolio with Fixed Costs and Minimum Transaction Lots, **Working Paper**, Dip. Di Metodi Quantitativi, Università di Brescia, 1997.
12. Goldberg, D.E., **Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning**, Addison Wesley, 1989.
13. Reeves, C., **Modern Heuristic Techniques for Combinatorial Problems**, John Wiley, 1993.
14. Davis, L., **Handbook of Genetic Algorithms**, Van Nostrand, Reinhold, New-York, 1991.
15. Evolver Optimization Suit, Palisade Incorporation, www.palisade.com
16. Marakas G. M., **Decision Support Systems**, Prentice Hall, New Jersey, 1999.
17. Stair, R. M., **Principles of Information Systems**, Body & Fraser Publishing Company, Boston, 1992.
18. Çetinyokuş, T., Gökçen, H., "Borsada Göstergelerle Teknik Analiz İçin Bir Karar Destek Sistemi", **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 17-1, pp:43-58, 2002.
19. Sarı. Y., **Borsada Göstergelerle Teknik Analiz**, 3. Basım, Alfa Basım Yayın Dağıtım, 281, Türkiye.