

OYUN TEORİSİ YAKLAŞIMI İLE PORTFÖY YÖNETİMİ OPTİMİZASYONU HİSSE YATIRIM UYGULAMASI

Merve DEMİRCİ Vesile ŞAHİNKUL Tamer EREN¹

Özet

Günümüzdeki finansal koşullar altında piyasa krizlerine yapısal sorunlar da ilave edilince yatırım sektörü olumsuz yönde etkilenme yaşamıştır. Ülke ekonomilerinin ana sorunları arasında ekonomik büyümenin yanı sıra, toplumsal hayatın da etkilenmesi vardır. Bu sorunun çözümlenmesinde, doğrudan ve dolaylı yatırımlar büyük önem taşır. En önemli problemler; yatırım için yeterli fonun sağlanması, düşük risk ve yüksek getiri doğrultusunda en uygun finansal araçlar ile değerlendirilme yapılması ve küresel ekonomidir. Yapılan çalışmada BİST 100’ de işlem gören ve Türkiye’de ilk 100’de yer alan 8 holding/yatırım şirketi seçilerek endeks değerleri alınmış fiyat getiri verileri analiz edilmiştir. Yatırım problemi doğaya karşı oynanan bir oyun olarak görülerek, yöneylem araştırması yöntemi olan iki kişili sıfır toplamı oyun teorisi yaklaşımı ile optimal getiriye sahip portföy oluşturulmuştur. Oluşturulan bu portföyün getirisi oyun teorisi ile hesaplanmış ve getiriler doğrusal programlama ile modellenmiştir ardından çözüm sonuçları sunulmuştur. Çalışmada yatırımcı farklı bir portföy yaklaşımı aracılığıyla kazancını en çoklayacak strateji seçimini yaparak, portföyünün beklenen getirisini ölçüp karşılaştırma yapabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Doğrusal programlama, finansal araçlar, kazanç matrisi, optimal strateji, oyun teorisi, portföy yönetimi.

PORTFOLIO MANAGEMENT OPTIMIZATION BY APPLYING THE GAME THEORY APPROACH TO APPLYING SHARE INVESTMENT

Abstract

If structural problems are added to the market crises under today's financial conditions, the investment sector is not affected negatively. Among the main problems of national economies are economic growth as well as social life. In solving this problem, direct and indirect investments are of great importance. The most important problems are; Adequate funding for investment, evaluation with the most appropriate financial instruments in terms of low risk and high yield, and global economy. In this study, the 8 prices of return value data were analyzed by selecting 8 holding / investment companies which are listed in BİST 100 and ranked in the top 100 in Turkey. The investment problem is seen as a play against the nature and a portfolio with an optimal return has been created by the approach of two-person zero-sum game theory which is a method of operation research. The result of this generated portfolio is calculated by game theory and the results are modeled by linear programming and then the solution results are presented. In the study, the investor will be able to measure and compare the expected turnover of his portfolio by choosing the strategy that will maximize his profitability through a different portfolio approach.

Keywords: Linear programming, financial instruments, gain matrix, optimal strategy, game theory, portfolio management.

¹Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü tamereren@gmail.com

1. GİRİŞ

20. yüzyılın başlarında görülen sanayileşmenin etkileri, günümüz gelişen ve küreselleşen ekonomileri, artan ihtiyaçlar finansal yapının karmaşılaşmasına ve değişmesine sebebiyet vermiştir. Bu sebeple bireysel ve kurumsal yatırımcıların yatırım kararı almaları zorlaştırmıştır. Sürekli artan dünya nüfusu ve ihtiyaçlar doğrultusunda, doğrudan ve dolaylı yatırımların önemi artmıştır. Yatırımcılar, belirsizlik ve risk altında kârını en çoklayacak yatırım kararını almak durumundadırlar. Riski en aza indirecek etkileşimli karar alma açısına ilişkin temel matematiksel yaklaşımlardan bir tanesi de oyun teorisi. Oyun teorisi, yöneylem araştırmasının uygulamalarını kullanarak birçok probleme çözüm getirmektedir. Oyun teorisi, anlaşmazlık içerisinde bulunan tarafların hareketlerini ve adımlarını inceleyerek, en iyi sonuca ulaşmaktadır.

Oyun teorisinin sağlayacağı başarı; gerekli veriler elde edilerek oluşturulan kazanç matrisinin oyunun gerçek doğasını temsil yeteneğine bağlıdır. Matematiksel birçok yaklaşım ve sıfır toplamlı oyun yaklaşımı ile birlikte yatırımcıların risk seviyesini en düşükleyecek aynı zamanda getirisini en çoklayacak portföy oluşturulabilmek mümkündür.

Bu çalışmada oluşturulan portföylerin, yöneylem araştırması yöntemlerinden iki kişili sıfır toplamlı oyun teorisi yaklaşımı kullanılarak, getirileri hesaplanmış ve optimal portföy seçimi belirlenmiştir. Ayrıca alternatif portföyler tespit edilerek elde edilebilecek maksimum kazanç saptanmıştır.

Bu çalışmada ilk bölüm giriş kısmı olup ikinci bölümde portföy ve portföy yönetimi hakkında bilgi verilmiştir. İki kişili sıfır toplamlı oyun yaklaşımı ile oluşturulan bu çalışmada, oyun teorisinin tanımına üçüncü bölümde yer verilmiştir. Dördüncü bölümde ise portföy yönetimi ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. beşinci bölümde oyun teorisi yaklaşımı ile belirli bir dönemde finansal piyasa araçlarının kullanılarak portföy oluşturulması üzerine bir uygulama yapılmıştır. Son bölümde ise sonuçlara yer verilmiş ve genel bir değerlendirme yapılmıştır.

2. PORTFÖY YÖNETİMİ

Menkul kıymetlerden oluşan bir topluluğu ifade eden portföye, kelime anlamı olarak “cüzdan” denilmektedir. Bir kişi veya kuruma ait finansal niteliğe sahip olan kıymetlerin, özellikle hisse senetlerinin, tahvillerin ve türev ürünlerin bir araya getirilmesinden oluşmaktadır(1). Portföy, birden fazla menkul kıymetlerin, riskin dağıtılması amacıyla bir arada bulundurulmasıdır. Portföy kavramının temelinde, risklerin minimize edilmesi ile birlikte mevcut risk seviyesinde maksimum getirinin de yakalanması yaklaşımı yer almaktadır(2). Portföyler, birçok menkul kıymetin birleşimi ile meydana getirilmiş olsa da, her bir menkul kıymetten bağımsız olarak değeri ölçülebilmektedir. Bu nedenle, kâr amacı güden yatırımcıların sahip olduğu, birbirleriyle ilişkisi olan ve içerdiği menkul kıymetlerden bağımsız olarak ölçülebilen yeni bir finansal varlıktır(3).

Portföy yönetimi profesyonel olarak varlıkların yönetilmesidir ve mesleki olarak Avrupa’da Sanayi Devrimi döneminde yatırım bankacılarının ortaya çıkmasıyla uygulanmaya başlanmıştır. Portföy yönetimi, yatırımcıların risk ve getiri hedeflerini baz alarak menkul kıymetlerin yönetim süreci olarak tanımlanabilmektedir. Portföy yönetimi, sosyoekonomik verilerin doğrultusunda yatırımcıların hedeflerinin belirlenmesi, alınan kararların başarısının portföyü takip etme koşulu ile değerlendirilmesinin sistematik olarak yapılması ve yenilenmesidir(4). Portföy yönetiminde temel amaç, yapılan yatırımdan fayda sağlamaktır. Alınan riske uygun biçimde yatırımcının kârlılığı en çoklanmaya çalışılır. Yatırımdan sağlanmak istenen fayda, kâr payı veya faiz geliri olabilir aynı zamanda menkul kıymetlerin piyasa değerinin artışıyla bağımlı elde edilebilecek sermaye kazancı ya da her ikisinin birleşimi şeklinde de olabilmektedir.

Ekonomi dinamik bir yapıya sahiptir dolayısıyla ekonomik koşullar zamanla değişmektedir. Bu değişim menkul kıymetlere yatırım yapan kişi veya kurumların, portföylerinden bazı menkul kıymetleri çıkartarak başka menkul kıymetleri portföyelerine eklemelerine sebep olabilmektedir. Portföyün kârlılığını sürdürebilmesi gerekli alım satımların uzmanlıkla yapılması ile mümkün

olmaktadır. Bu sebeple dünya genelinde portföy yönetimi genellikle portföy yönetimi için yasal belgeleri almaya hak kazanmış olan bankalar ve aracı kuruluşlar tarafından yapılmaktadır. Yatırımcılar portföy yönetimini iki şekilde yapmaktadırlar.

İlk yönetim, portföy yöneticiye sadece emanet edilmektedir. Portföy yöneticisi portföy sahibinin tüm emirlerini yerini getirmekle yükümlüdür aynı zamanda portföy üzerinde herhangi bir karar yetkisine sahip değildir. Bu şekilde bir yönetim şekli beraberinde bazı dezavantajları da getirmektedir. Yatırım kararının sadece portföy sahibi tarafından yapılabiliyor olması ile değişen piyasa koşullarında, kısa vade aralıklarında oluşabilecek yatırım fırsatları kaçırılmaktadır. İkinci yönetim, portföy yöneticisinin yatırım kararı alabildiği yönetim şeklindedir. Portföy yöneticisinin sorumlulukları bir sözleşme ile belirlenebilir aynı zamanda yönetici kaynaklı oluşacak zarar riski yine karşılıklı yapılacak sözleşme ile kabul edilir. Portföy yöneticisi sözleşme doğrultusunda uygun gördüğü şekilde alım - satım yapabilmektedir. Böylelikle anlık fiyat değişimlerinden sağlanacak yatırım fırsatları değerlendirilmiş olacaktır.

Menkul kıymetlere yatırım yapmayı amaçlayan yatırımcı, birden çok menkul kıymetin arasından seçim yapmak zorundadır. Bu seçim, menkul kıymetlerin risk-getiri özellikleriyle alakalıdır. Yatırımcı, en çok talep edilen menkul kıymetleri seçmek ve tasarrufunu bu menkul kıymet grubuna aktarmak isteyecektir. Ancak, bu noktada hangi menkul kıymete ne kadar yatırım yapacağı kararını verme sorunu ortaya çıkacaktır. Bu durumda, yatırımcı sonsuz sayıda menkul kıymet grubuyla veya portföy seçeneğiyle karşı karşıya kalacaktır. Portföylerin getiri-risk özellikleri, portföyü oluşturan menkul kıymetlerin getiri-risklerinden farklıdır. Bundan dolayı, yatırımcı, diğer tüm olası portföylerin de getiri-risk özelliklerini dikkate alan en uygun portföyü seçmeye çalışacaktır. Ekonomik ve finansal çevredeki dinamik yapı, menkul kıymetlerin ve bu menkul kıymetlerin oluşturduğu portföylerin getiri-risk özelliklerini değiştirmektedir. Bu durumda yatırımcı, portföyü periyodik olarak gözden geçirmesi ve düzeltmesi gerektirmektedir(5).

Portföyü farklı yatırım araçlarından veya menkul kıymetlerden oluşturabilmek mümkündür. Hatta çok sayıda portföyü de oluşturabilmek mümkündür. Portföylerin genel olarak hisse senedi ve tahvillerden oluşturulduğu göz önünde bulundurulursa dört farklı portföy çeşidinden söz edilebilir. Bunlar; sadece hisse senetlerinden oluşan portföyler, sadece tahvillerden oluşan portföyler, diğer yatırım araçlarından oluşan portföyler ve karma portföylerdir. Bu portföy çeşitlerinin yatırımcıların riski sevme veya riskten kaçma durumlarına göre tercihlerinde en ideal bileşimi yapmaları açısından önemlidir(6). Yatırım araçlarından çok sayıda portföy oluşturulabilir. Bir portföy hisse senedi ve tahvil gibi temel menkul kıymetler dışındaki yatırım araçlarıyla da oluşturulabilir. Yatırım araçları arasında karşılaştırmalar yapılarak, hangi finansal aracın daha etkin olduğu, tercih edilmesi gerektiği istatistikî yollarla bulunarak tahmin hesaplanır. Bu varlıklar seçilir ve portföye dâhil edilir(7).

Portföy yönetim süreci dinamik olup bu süreç beş aşamadan oluşmaktadır. Aşamalar şu şekildedir: Portföy Planlaması, Yatırım Analizi, Portföy Seçimi, Portföy Değerlendirilmesi, Portföy Revizyonu(8). Geleneksel portföy yaklaşımı, portföy yönetimini kendine has kuralları olmayan bir bilim dalı olarak değil sanat olarak tanımlar. Bunlar, yatırımcı açısından önem taşıyor ve dikkatli bir çalışmayı gerektirir. Ancak, bu teorik araçları etkin kullanabilme yeteneği kişiden kişiye değiştiğinden, geleneksel portföy teorisi bir sezgi ve içe doğuş özelliği taşımakta bundan dolayı subjektif özellik taşımaktadır. Geleneksel portföy teorisi, portföyün yatırımcıya sağlayacağı faydayı en çoklamayı amaçlamaktadır(9).

3. OYUN TEORİSİ

Oyun bugüne kadar birçok bilim adamı tarafından kendi uzmanlık alanlarına göre farklı şekillerde tanımlanmıştır. Ancak bu tanımlar incelendiğinde aslında hepsinin ortak pek çok noktası olduğu açıkça görülmektedir. Göz ardı edemeyeceğimiz tek şey, insanın doğduğu andan başlayarak oyun kavramına aşına olduğu ve yaşı ilerledikçe de bu kavramı geliştirdiği, hayatın her safhasında ve alanında kullanmaya meyilli olduğudur. Oyun oynama küçük yaşlardan itibaren insan için sürekli bir öğrenme deneyimidir. İnsan doğduğu anda sürmekte olan bir oyuna yeni bir oyuncu olarak dâhil olur(10).

Doğumundan itibaren insan doğası farklı şeylere karşı ilgi ve merak duyar. Büyümeyle gelen farkındalık sonrasında ise, faydacı bir yaklaşımla ulaşabildiği şeyleri ve becerebildiği davranışları kendi lehinde kullanmak ister. İsteklerinin gerçekleşmesi için davranışsal oyunlara girmeye başlar. Sosyalleşme ile gelen iktidar ve ego savaşı onu aslında dünyaya ve yaşama hazırlar. İstekleri ve hayalleri için savaşmayı, neleri yaparsa onlara ulaşabileceği, farklı yolların kendisine maliyeti gibi kavramları kendi kendine öğrenir. Her seçimin bir sonucu varken, bir kazancı ve bir de gideri olduğunu bilir. Piaget'ye göre oyun; "dış dünyadan alınan uyaranları özümleme ve uyum sistemine yerleştirme yolu" dur. Sheridan'a göre oyun; belirli bir memnun kalma derecesinde fayda sağlamak için gerçekleştirilen fiziksel ve zihinsel etkinliktir(10). Başka bir deyişle oyun teorisi, karar vericilerin rasyonel davrandıklarını kabul eden ve birbirleriyle olan stratejik etkileşimleri sebebiyle ortaya çıkan sonuçları modelleyerek uygulayan matematik biliminin bir dalıdır(11). Oyun teorisinin birçok alanda uygulaması mevcuttur. Öncelikle ekonomi olmak üzere sosyoloji, psikoloji gibi sosyal bilimler ve bunlara ek olarak fen bilimleri dallarında kullanılıp, uygulanması yapılmaya başlanmıştır. Bunun yanında ürün kalitesinin belirlenmesi, reklam politikaları, satın alma süreçlerinde, yeni ürünlerin seçilmesi gibi örnekler verilebilir. Şirketlerin mali durumlarında, çalışanların incelenmesinde kullanılmaktadır. Oyun teorisi ekonomik çalışmalarda matematiksel çözümler yaparak maksimum yarar sağlayabilmek için geliştirilen bir yöntemdir. Birden fazla oyuncu, kendi çıkarlarına maksimum fayda getirecek yönde karar vermektedirler (12).

Ekonomide birtakım çatışmalarla karşı karşıya kalırız. Çatışma genel anlamda taraflardan birinin yapacağı herhangi bir hamlenin sonucunun, kısmen diğer tarafın hamlesine bağlı olması durumu olarak açıklanır. Bu ve buna benzer tarzda çatışma durumlarını inceleyebilmek ve bu çatışma durumu altında uygun görülen en iyi kararın alınabilmesini sağlamak amacıyla oyun teorisi geliştirilmiştir. John Von Neumann yüzyılın en iyi matematikçilerinden biri olarak oyun teorisinin büyük bir bölümünü tek başına tamamlamıştır. Oyun teorisinin matematiksel bölümünün oluşturulmasında, Emile Borel'in çalışmalarının da yardımcı olduğu bilinmektedir. Von Neumann iki kişili sıfır toplamlı oyun teorisi çalışmalarını 1928 yılında yayınlamıştır. Von Neumann ve Morgenstern, iki kişili sıfır toplamlı olarak adlandırılan oyunların çoğunda çözüme ulaşmışlardır(13). İki kişili sıfır toplamlı oyunlarda üç sonuç bulunabilir. Bu sonuçlar oyunu kazanmak, kaybetmek ve oyundan çekilmek olarak açıklanabilir. Fakat oyundan çekilmek yine kayba neden olacak ise, sonuç kazanmak ve kaybetmek olarak iki türlü olacaktır(14).

Kazanç matrisi, karar verecek tarafların diğer bir deyişle oyuncuların strateji tercihlerinin birleşiminden sonuçlanan kayıp ve kazanç değerlerini belirten matrise denir. Kazanç matrisi oluşturulurken oyuncuların amaç ve hedefi belirlenir. Stratejilerle ilgili gerekli bilgiler elde edilir. Bu bilgiler geçmiş deneyler, istatistikler veya oyuncunun kendisinin yaptığı araştırmalardır. Oyunun başlayıp, oynanması ile birlikte her bir stratejiye göre karşılık gelen, karar vericilerin bir kaybı ya da bir kazancı mevcuttur. Söz konusu kazanç ya da kayıpların artı sonsuz ile eksi sonsuz arasında yer alabilmesi mümkündür. Bu değerler hem sayısal olarak hem de oransal olarak ifade edilebilir(15). İki kişili sıfır toplamlı oyunlarda oyunun oluşturulmasında stratejilerin sonlu sayıda olması ve diğer oyuncuların rakip stratejileri hakkında tam bilgiye sahip olması gibi varsayımlar mevcuttur üstelik her iki karar vericinin de çıkarları birbirine tamamıyla zıttır. Yani taraflardan birinin kazancı diğerinin kaybına eşittir. Bu nedenle oyuncuların kazançları toplamı sıfırdır. Sonuç olarak elde edilen kazançlar toplamı sıfır olduğundan dolayı bu tarz oyunlar sıfır toplamlı oyunlar olarak adlandırılır. Sıfır toplamlı oyunlarda her iki taraf için, ayrı ayrı oluşturulacak olan

matrisler birbirinin zıt işaretlisi olduğundan dolayı her iki matrisi oluşturmaya gerek yoktur. Sıfır toplamlı oyunlar matrisin yalnızca biri ile gösterilebilir.

Doğrusal programlama birçok pratik alanda kullanım yerine sahiptir. Özellikle birçok işletme ve ekonomi problemlerine özel veya kamu alanında sürekli kullanılmaktadır. Nakliyat, enerji üretimi ve dağıtımı, telekomünikasyon, sınai üretim gibi teknik işletmeciliğin bulunduğu işletmeler doğrusal programlamayı kullanmaktadır. İşletmecilik alanlarında çok geniş ve çok çeşitli sorunların çözülebilmesi doğrusal programlama ile sağlanmaktadır. Bunların içinde planlama, yol gösterme, zaman programlaması, iş ve işçi tahsis edilmesi gibi önemli problemlerde doğrusal programlama kullanılarak modelleme yapılabilir(5).

4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Birden çok çeşide sahip etkin bir portföy, yatırımcıya en düşük risk seviyesinde en fazla getiriye sunacaktır. Fakat yatırımcı tarafından portföye dahil edilen menkul kıymet sayısı, her bir menkul kıymetin portföy içindeki ağırlığı, menkul kıymetler arasındaki korelasyon katsayısının önceden tahmin edilmesi ve doğruya yakın tahmin edilmesi yatırımcıya piyasada avantaj sağlayacaktır. Yapılan uygulamaların oyun teorisi kapsamında yapılması da yatırımcının optimum portföye ulaşmasını sağlamakta ve aynı zamanda piyasada avantajlı kılmaktadır. Literatürde portföyün yönetimi veya portföyün oyun teorisi bakış açısıyla yönetilmesi ile ilgili birçok uygulama yapılmıştır.

John Von Neumann ve Oskar Morgenstern (1944) iki kişili sıfır toplamlı teorisini açıklayan “Oyunlar Teorisi ve Ekonomik Davranış” adlı çalışmalarını yayınlamışlardır(16). Levy ve Sarnat (1970) çalışmasında, 1951-1967 tarihleri arası farklı ülkelerin hisse senetlerini finansal araç olarak doları baz alarak getiri oranlarını kullanmış ve her ülke için etkin portföyler oluşturmuştur. Daha sonra da bu portföylerden hareketle uluslararası optimum portföy oluşturmaya çalışmıştır(17). Markowitz, (1991) daha öncesinde yapılmış olan portföy teorisi çalışmalarının risk unsurunu göz ardı ettiğini belirtmiş, özellikle çalışmalarında varlık riski, korelasyon, portföy çeşitliliğinin yatırım portföyünün faydalarına yaptığı etkiler üzerinde durmuştur. Markowitz portföy yönetiminde, her bir menkul kıymetin riskinin, portföyün genel riskinin bütününe eşit olmadığını ispatı üzerinde durmuştur. Markowitz, portföyü oluşturan menkul kıymetlerin risklerinin portföyün riskinden daha fazla olabileceğini ve belirli şartlar altında portföyün sistematik olmayan riskinin “0” olabileceği ile ilgili teorisini sunmuştur(18).

Rothkopf ve Harstad, (1994) çalışmalarında reklam planlarının yapılması analizini oyun teorisi yaklaşımıyla yapmışlardır(19). Forte (1996) çalışmasında oyun teorisi ve kamu tercihi arasındaki ilişkiyi inceleyerek oyun teorisinin kamu tercihinin uyarlanma ihtimalini analiz etmiştir(20). Canbaş vd., (1997) çalışmalarında 1993-1997 tarihleri arasında hisse senetleri İMKB100’de işlem gören 173 endüstri işletmesinin finansal verilerini kullanıp, finansal oranların hisse senetlerinin incelenmesinde ve hisse senetlerinin sağlayacağı getirilerinin açıklanmasında istatistiksel açıdan anlamlı olduğunu belirtmişlerdir(21). Bekçi (2001) çalışmasında İMKB100’de işlem gören hisse senetlerini kullanarak kurumsal ve bireysel yatırımcıların getirilerini maksimum yapacak risklerini de minimum yapacak olan doğrusal programlama modelini oluşturmuştur. Daha sonra bulanıklığı da dikkate alarak optimal portföyler oluşturmuş ve yatırımcılara aktarmakla ilgili çalışma yapmıştır(6). Küçükkoçoğlu (2002) çalışmasında Modern Portföy Teorisinin İMKB’de uygulanmasına ilişkin olarak portföy optimizasyonunun ve çeşitlendirmesinin İMKB’de çalışabilirliğini analiz etmiştir(22). Ulucan (2002) çalışmasında 1999 Ağustos- 2003 Eylül tarihleri arasında İMKB 30 endeksinin hisse senetlerinin aylık verilerini kullanmış ve endeksle aynı risk-getiri düzeyine sahip portföyün 13 adet hisse senedine de sahip olması gerektiği sonucuna varmıştır(23).Gökçe ve Cura (2003) çalışmalarında İMKB 30 hisse senedi üzerine yaptığı araştırmada etkin olarak çeşitlendirilmiş portföylerde 12-14 adet hisse senedi olması gerektiği sonucuna varmıştır(24). Tuluca vd. (2003) çalışmalarında Asya’da olan krizin , ABD hisse senetlerine olan etkisini incelemiş ve krizden sonra hisse senetleri arasındaki korelasyon katsayılarında ciddi bir artış olduğunu saptamışlardır(25).

Küçüksille (2004) çalışmasında portföylerini oluşturan bireysel yatırımcıların göstermiş oldukları davranışları, nedenleri ile birlikte analiz etmiştir(26). Goetzman vd. (2005) çalışmasında 1875 ve 2000 tarihleri arasında farklı hisse senetlerine ait verileri kullanarak korelasyon katsayılarındaki değişimleri incelemiştir. Araştırma sonucunda uluslararası hisse senetlerine ait korelasyon katsayılarının sürekli değiştiği saptanırken, düşük korelasyona sahip ülkelerin hisseleri bir arada tutularak riski daha düşük olan portföylerin elde edilebileceğini göstermiştir(27). Türel (2005) Türkiye AB ilişkilerine bir bakış sunan çalışmasında, Türkiye ve AB'nin tam üyelik müzakerelerinde izleyebilecekleri stratejiler ve bu stratejilere göre kazanç matrislerinin oluşturulmasını oyun teorisi kapsamında analiz etmiştir(28). Hakkı (2006) çalışmasında İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Ulusal 100 endeksinde işlem gören hisse senetlerinden optimal portföy oluşturup, optimal portföyü bir sonraki işlem yılı verileri ile test etmiştir. Çalışma tam sayılı doğrusal programlama modeli ile yapılmıştır(29). Gökşen vd. (2009) çalışmalarında partilerin seçmenler için önem teşkil eden özelliklerini belirlemiş, hangi stratejinin seçmenler için daha etkili olduğunu oyun teorisi kullanarak araştırmışlardır(30). Aktaş ve Kayalıdere (2010) çalışmalarında portföy performanslarının, portföylerin oluşturulduğu gözlemlere göre benzerliğini düşük hacim problemini yok etmek ve analiz edebilmek amacıyla yüksek işlem hacmine sahip olan aynı stratejilerin hisse senetlerinden oluşturulan portföyler için yinelenildiği sonucuna varmışlardır(31).

Birgili (2011) çalışmasında Türkiye'deki yatırımcıların bireysel olarak, mali piyasalardaki finansal yatırım kararlarını inceleyerek 2005 Aralık- 2010 Ocak tarihleri arası verilerini kullanmıştır. Türkiye, Yunanistan ve Amerika'ya ait hisse senedi Piyasası, Türkiye-Yunanistan ortak endeksi GT-30, TL(aylık), altın, dolar, euro şeklinde finansal araçlar analiz edilerek en fazla tercih edilen yatırım aracı (optimal portföy) sonuçlandırılmıştır(32). Uzun vd. (2014) çalışmalarında dizüstü bilgisayar tercihi öğrenci beğenilerinin firmaların stratejilerine etkisini oyun teorisi ile analiz etmişlerdir(33). Eren vd. (2015) çalışmalarında öğrencilerde akıllı telefon kullanımının özelliklerini oyun teorisi yaklaşımı ile analiz etmişlerdir(34). Eren ve Yavuz (2016) çalışmalarında 2009-2014 tarihleri arasında en çok kullanılan finansal yatırım araçlarının(Altın, Euro, Dolar, İMKB 100) finans endeks değerlerini kullanarak bir portföy oluşturmuştur. Oluşturulan portföyün getirisi oyun teorisi ile hesaplanmıştır. Problem doğrusal programlama ile modellenip ilgili yıllara ait optimal portföy sonuçlandırılmışlardır(7).

5. İKİ KİŞİLİ SIFIR TOPLAMLI OYUN MODELİNİN UYGULANMASI

Uygulama çalışmasının konusunu, kârını en çoklamaya çalışan bir yatırımcının 2009-2015 yılı dönemlerinde BİST 100'de işlem gören aynı zamanda Türkiye'de ilk 100'e girmiş 8 holding ve yatırım şirketinin endeks değerlerini kullanarak portföy oluşturması problemi oluşturmaktadır. Türkiye'de ilk 100'e girmiş holding ve yatırım şirketi arasından 8' inin seçilmesinin sebebi ise seçilen holding/yatırım şirketlerinin 2009-2015 yıllarında her döneme ait verilerinin(endeks değerlerinin) mevcut olmasından kaynaklanmaktadır. İki kişili bu oyunun taraflarını yatırımcı ve piyasa (doğa) oluşturmaktadır. Yatırımcı piyasanın sonsuz sayıda oynayabileceği stratejiye karşı kârını en çoklayacak stratejiyi seçmek durumundadır.

Uygulama Hipotezleri:

H1: Oyun teorisi yaklaşımı ile portföy yönetimi, yatırımcı kârlılığını arttırmayı hedefler.

H2: Finansal piyasalar iki kişili sıfır toplamli bir yapıya sahiptir.

H3: Oyun teorisi yaklaşımı ile yatırımcı açısından en kârlı portföy (holding/yatırım şirketi) tespit edilmiştir.

Uygulama Yöntemi:

Bu araştırmada BİST 100’de işlem gören Türkiye’de ilk 100’e girmiş 8 holding ve yatırım şirketinin endeks değerleri alınmış ve fiyat getiri verileri analiz edilmiştir. Endeks değerlerine ait getiriler iki kişili sıfır toplamlı oyun yaklaşımı ile analiz edilmiş ve LINDO paket programı ile çözümlenmiştir.

Uygulamanın Amacı:

2009-2015 yılları arasında 3 dönem olmak üzere BİST 100’de işlem gören 8 holding ve yatırım şirketinin endeks değer getirileri analiz edilerek yatırımcı kârını en çoklayacağı endeks değerlerinden oluşan optimal portföyü oluşturmaktır. Uygulama, oyun teorisi yaklaşımı kullanılarak, sıfır toplamlı iki kişili oyun modelinin varsayımları kabul edilerek çözülmüştür.

Uygulama Aşamaları:

- BİST 100’de işlem gören aynı zamanda Türkiye’de ilk 100’e giren 8 holding ve yatırım şirketinin belirlenmesi; tespit edilen holding ve yatırım şirketinin endeks verilerinin derlenmesi
- Stratejilerin belirlenmesi
- Kazanç matrisinin oluşturulması
- Doğrusal programlama ile çözülmesi
- Optimal strateji seçilmesi.

Endeks değerlerinin seçimi

Araştırmaya konu olan 2009-2015 3 dönemlik endeks değerleri şimdiki değer, açılış değeri, yüksek değer ve düşük değer verileri arasından yüksek değer olan endeks verileri derlenmiştir. 1 aylık eksik veri rastlantısında eğer verilerde orantılı artış veya azalış söz konusu ise transportasyon yöntemi ile değer hesaplanıp bulunmuştur. Ancak düzgün artışın ardından azalışa ya da düzgün azalışın ardından artışa geçildiyse 3 aya göre ortalama alınmıştır.

Her yıl için 3 çeyrek şeklinde incelenerek, fiyat değişimleri bir önceki dönem fiyatı baz alınarak getiri endeksi oluşturulmuştur. Kazanç matrisi 2009-2015 dönemleri arası 7 yıla ait her 4 aylık periyot içerisinde seçilmiş endeks değerlerinin net getirileri ile oluşturulmuştur. 8 ayrı kazanç matrisi doğrusal programlama modeline uyarlanıp, 7 yıllık veriler ile her 4 aylık dönem için yatırımcının minimum risk seviyesinde, maksimum getiri sağlayan portföy elde edilmiştir.

Yatırımcının en kısa yatırım döneminin 4 ay olduğu varsayılmıştır ve 4 aylık dönemin sonunda portföyün durumu hakkında yeniden karar verilmiştir. Finansal piyasa stratejilerinin tanımlandığı dönem olarak 2009 - 2015 yılları alınmıştır.

Araştırmaya konu olan finansal araçlara ait fiyat değişimleri diğer bir deyişle oyunda piyasanın (doğanın) stratejilerinin tanımlandığı 2009-2015 yılları arasındaki 4’er aylık değerleri Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo.1. 2009-2015 Yılları Arası Borsada İşlem Gören Holding/Yatırım Şirketlerinin Endeks Değerleri

TARİH	1.Şirket	2.Şirket	3.Şirket	4.Şirket	5.Şirket	6.Şirket	7.Şirket	8.şirket
1.Nis.09	1.875	3.075	1.075	1.730	2.217	3.275	2.892	0.579
1.Ağu.09	2.945	4.867	1.535	3.105	3.320	3.880	4.572	1.095
1.Ara.09	3.505	5.382	2.632	3.947	4.195	5.575	5.305	1.173
1.Nis.10	4.620	6.232	3.215	4.000	5.172	7.070	6.702	1.222
1.Ağu.10	5.167	6.597	2.955	3.350	4.612	7.142	7.742	1.145
1.Ara.10	6.420	7.475	3.005	3.472	5.715	9.857	7.972	1.165
1.Nis.11	6.740	7.127	3.317	3.510	5.987	15.072	8.850	1.280
1.Ağu.11	6.715	6.857	3.485	3.475	5.465	22.580	11.272	1.030
1.Ara.11	6.150	6.175	2.737	3.125	5.522	21.780	8.405	0.640
1.Nis.12	6.515	7.247	3.252	3.750	5.735	28.175	9.672	0.802
1.Ağu.12	4.967	7.652	3.995	4.045	6.230	32.700	10.08	0.855
1.Ara.12	8.080	9.167	3.692	4.325	6.460	37.925	10.122	0.870
1.Nis.13	10.057	10.84	4.230	5.487	7.282	43.95	13.262	1.430
1.Ağu.13	9.975	11.082	3.852	5.812	6.727	57.000	14.24	1.067
1.Ara.13	9.735	9.842	3.785	6.085	4.970	53.450	13.707	0.923
1.Nis.14	8.782	8.467	3.165	4.815	5.092	52.012	12.185	0.752
1.Ağu.14	1.950	10.302	3.360	4.995	5.470	55.575	13.115	0.850
1.Ara.14	11.885	10.572	3.967	4.357	5.870	53.000	17.482	0.787
1.Nis.15	12.735	10.310	6.055	4.245	5.542	54.437	21.485	0.720
1.Ağu.15	12.625	10.337	6.750	3.845	4.657	64.200	24.292	0.635
1.Ara.15	12.902	9.275	6.580	3.482	4.392	13.740	27.575	0.590
1.Nis.16	13.517	9.315	7.945	3.597	4.860	87.950	32.172	0.585

Kaynak:investing.com

Tablo.1'deki veriler doğrultusunda piyasa ve yatırımcı için stratejiler belirlenip, 4 aylık dönemler için kazanç matrisi oluşturulmuştur. Daha sonra doğrusal programlama modeline uyarlanarak, her bir dönem için optimal portföy analiz edilmiştir.

Stratejilerin tanımlanması

Yatırımcı stratejileri:

- 1.strateji;1.Şirkete t. dönemde yatırım yapılması
2. strateji;2.Şirkete t. dönemde yatırım yapılması
- 3.strateji;3.Şirkete t. dönemde yatırım yapılması
- 4.strateji;4.Şirkete t. dönemde yatırım yapılması
- 5.strateji;5. Şirkete t. dönemde yatırım yapılması
- 6.strateji;6.Şirkete t. dönemde yatırım yapılması
- 7.strateji;7. Şirkete t. dönemde yatırım yapılması

8.strateji;8.Şirkete t. dönemde yatırım yapılması

Yatırımcı, strateji seçimleri neticesinde her bir yatırım şirketi veya holdingin endeks değerlerinin getirisi oranında gelir elde etmiştir. Yatırımcının strateji seçimi sonucunda elde edilen gelir fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$$Y = f\{\$1, \$2, \$3, \$4, \$5, \$6, \$7, \$8\}$$

Yatırımcı negatif bakış açısıyla piyasanın kendisi için en kötü strateji seçimini yapacağını düşünmektedir. Dolayısıyla yatırımcı olası en düşük getiriyi sağlayan stratejiler arasından, en yüksek getiriyi sağlayacak stratejiyi belirlemeyi hedeflemektedir.

Kazanç matrisinin oluşturulması

Kazanç matrisindeki değerler, finansal varlığın bir önceki dönemin değerine göre değişim oranı hesaplanıp aynı zamanda bu orana anapara anlamında (+1) eklenerek oluşturulmuştur. Bu sayede negatif bir değerın matriste yer almaması sağlanmıştır. Kazanç matrisinde oluşturulan, 1'den büyük değerler pozitif, 1'den küçük değerler ise negatif getiriyi temsil etmektedir.

F^t = Finansal varlığın t. dönemdeki değeri,

F^{t-1} = Finansal varlığın t-1.dönemdeki değeri,

G = Getiri Oranı,

$$G = \frac{F^t - F^{t-1}}{F^{t-1}}$$

Örnek olarak 1.dönem için finansal varlığın getirileri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$G_{1.dönem} = \frac{F^t - F^{t-1}}{F^{t-1}}$$

$$2009 \text{ — } G_{1,\$} = [(2.945-1.875)/1.875] = 0.571$$

$$2010 \text{ — } G_{1,\$} = [(5.167-4.62)/4.62] = 0.118$$

$$2011 \text{ — } G_{1,\$} = [(6.715-6.74)/6.74] = -0.004$$

$$2012 \text{ — } G_{1,\$} = [(4.967-6.515)/6.515] = -0.238$$

$$2013 \text{ — } G_{1,\$} = [(9.975-10.057)/10.057] = -0.008$$

$$2014 \text{ — } G_{1,\$} = [(10.95-8.782)/8.782] = 0.246$$

$$2015 \text{ — } G_{1,\$} = [(12.625-12.735)/12.735] = -0.009$$

1.şirketin stratejisinin getiri oranları [0.571, 0.118, -0.004, -0.238, -0.008, 0.246, -0.009] şeklinde hesaplanmıştır. Diğer şirketlerin getiri oranları da hesaplanıp Tablo.2'de verilmiştir.

Tablo.2. Getiri Oranları Matrisi

YIL	1.Şirket	2.Şirket	3.Şirket	4.Şirket	5.Şirket	6.Şirket	7.Şirket	8.şirket
2009	0.571	0.583	0.428	0.795	0.498	0.185	0.581	0.891
2010	0.118	0.059	-0.081	-0.162	-0.108	0.010	0.155	-0.063
2011	-0.004	-0.038	0.051	-0.01	-0.087	0.498	0.274	-0.195
2012	-0.238	0.056	0.228	0.079	0.086	0.161	0.042	0.066
2013	-0.008	0.022	-0.089	0.059	0.924	0.297	0.074	-0.254
2014	0.246	0.217	0.062	0.037	-0.076	0.069	0.076	0.130
2015	-0.009	0.003	0.115	-0.094	-0.160	0.179	0.131	-0.118

1.döneme ait değerler, 8 holding ve yatırım şirketlerinin endeks değerlerinden herhangi birinin yatırımcıya sağladığı kazanç ve kayıp oranlarını temsil etmektedir. Örneğin;1.Şirket için 2009 yılında % 57.1, 2010 yılında %11.8, 2011 yılında %-0.4, 2012 yılında %-23.8, 2013 yılında %-

0.8, 2014 yılında %24.6, 2015 yılında %-0.9 kazanç sağlamaktadır. Buradaki getiri oranları baz alınarak yatırıma gelecek yıllarda karar verme şansı doğmaktadır.

Kazanç matrisi; 2009-2015 yıllarında, 8 holding ve yatırım şirketinin 4'er periyotluk (çeyreklik), 3 döneme ayrılmış ve (+1) eklenmiş halde hesaplanmış olup değerleri Tablo.3 'de gösterilmiştir.

Tablo.3. Çözüm Fonksiyonuna Ait Getiri Katsayıları

	1.Şirket	2.Şirket	3.Şirket	4.Şirket	5.Şirket	6.Şirket	7.Şirket	8.Şirket
x	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7	Y_8
2009-1.Çeyrek	1.571	1.583	1.428	1.795	1.498	1.185	1.581	1.891
2009-2.Çeyrek	1.190	1.106	1.715	1.271	1.264	1.437	1.160	1.071
2009-3.Çeyrek	1.318	1.158	1.222	1.013	1.233	1.268	1.263	1.042
2010-1.Çeyrek	1.118	1.059	0.919	0.838	0.892	1.010	1.155	0.937
2010-2.Çeyrek	1.243	1.133	1.017	1.036	1.239	1.380	1.030	1.017
2010-3.Çeyrek	1.050	0.953	1.104	1.011	1.048	1.529	1.110	1.099
2011-1.Çeyrek	0.996	0.962	1.051	0.990	0.913	1.498	1.274	0.805
2011-2.Çeyrek	0.916	0.901	0.785	0.899	1.01	0.965	0.746	0.621
2011-3.Çeyrek	1.059	1.174	1.188	1.200	1.039	1.294	1.151	1.253
2012-1.Çeyrek	0.762	1.056	1.228	1.079	1.086	1.161	1.042	1.066
2012-2.Çeyrek	1.627	1.198	0.924	1.069	1.037	1.160	1.004	1.018
2012-3.Çeyrek	1.245	1.183	1.146	1.269	1.127	1.159	1.310	1.644
2013-1.Çeyrek	0.992	1.022	0.911	1.059	0.924	1.297	1.074	0.746
2013-2.Çeyrek	0.976	0.888	0.983	1.047	0.739	0.938	0.963	0.865
2013-3.Çeyrek	0.902	0.860	0.836	0.791	1.025	0.973	0.889	0.815
2014-1.Çeyrek	1.247	1.217	1.062	1.037	1.074	1.069	1.076	1.130
2014-2.Çeyrek	1.085	1.026	1.181	0.872	1.073	0.954	1.333	0.926
2014-3.Çeyrek	1.072	0.975	1.526	0.974	0.944	1.027	1.229	0.915
2015-1.Çeyrek	0.991	1.003	1.115	0.906	0.840	1.179	1.131	0.882
2015-2.Çeyrek	1.022	0.897	0.975	0.906	0.943	0.214	1.135	0.929
2015-3.Çeyrek	1.048	1.004	1.207	1.033	1.107	6.401	1.167	0.992

Doğrusal Programlama ile Çözüm

Doğrusal programlama ile çözüm safhasında v değerinin pozitif olduğu varsayılır. Eğer matrisde negatif a_{ij} değerleri var ise sabit bir sayı eklenerek tüm negatif a_{ij} değerlerinin pozitif olması sağlanır. Sonuç bulunduktan sonra eklenen sayı oyunun değerinden çıkartılarak, oyunun gerçek v değeri bulunur. Doğrusal programlamada ilk olarak en kötü seçenekler belirlenir. Daha sonra en kötü seçenekler içerisinde en iyi seçenek belirlenir. Aşağıdaki denklemde Y_i değerleri ($Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6, Y_7, Y_8$) endeks değerlerine ait olasılık vektörüdür. Bu kısımda amaç, yatırım araçlarının olasılık vektörünün bulunmasıdır.

$$Z_{enb} = \underline{v} = \min_j \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_i a_{ij} \right), \{p_i \in [0,1]; i=1,2, \dots, m\}$$

$$a_{11}y_1 + a_{12}y_2 + \dots + a_{1n}y_n \leq v$$

$$a_{21}y_1 + a_{22}y_2 + \dots + a_{2n}y_n \leq v$$

.....

$$a_{m1}y_1 + a_{m2}y_2 + \dots + a_{mn}y_n \leq v$$

Modelin, doğrusal programlama şeklinde gösterilebilmesi için amaç fonksiyonu ve kısıtlar (v) değerine bölünür aynı zamanda $Y'_i = Y_i / v$ varsayımı altında kabul edilerek, aşağıdaki denklem oluşturulur.

$$Enb \frac{1}{v} = y'_1 + y'_2 + \dots + y'_n$$

Oyunun kısıtları; aşağıdaki gibidir.

$$a_{11}y'_1 + a_{12}y'_2 + \dots + a_{1n}y'_n \leq 1$$

$$a_{21}y'_2 + a_{22}y'_2 + \dots + a_{2n}y'_n \leq 1$$

.....

$$a_{m1}y'_1 + a_{m2}y'_2 + \dots + a_{mn}y'_n \leq 1$$

$$y'_1 + y'_2 + \dots + y'_n \geq 0$$

Standart şekle çevrilmiş doğrusal programlama modeli:

$$Enb \frac{1}{v} = y'_1 + y'_2 + \dots + y'_n$$

Oyunun kısıtları; aşağıdaki gibidir:

$$a_{11}y'_1 + a_{12}y'_2 + \dots + a_{1n}y'_n + S_1 = 1$$

$$a_{21}y'_2 + a_{22}y'_2 + \dots + a_{2n}y'_n + S_2 = 1$$

.....

$$a_{m1}y'_1 + a_{m2}y'_2 + \dots + a_{mn}y'_n + S_n = 1$$

$$y'_1 + y'_2 + \dots + y'_n \geq 0$$

$$Z_{\max} = v$$

1. Dönemde çözüm için kullanılacak kısıtların getiri katsayıları Tablo.4' de gösterilmektedir.

Tablo.4. 2009-2015 Yıllarına Göre 1. Döneme Ait Getiri Katsayıları

	1.Şirket	2.Şirket	3.Şirket	4.Şirket	5.Şirket	6.Şirket	7.Şirket	8.Şirket
x	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7	Y_8
2009-1.Çeyrek	1.571	1.583	1.428	1.795	1.498	1.185	1.581	1.891
2010-1.Çeyrek	1.118	1.059	0.919	0.838	0.892	1.010	1.155	0.937
2011-1.Çeyrek	0.996	0.962	1.051	0.990	0.913	1.498	1.274	0.805
2012-1.Çeyrek	0.762	1.056	1.228	1.079	1.086	1.161	1.042	1.066
2013-1.Çeyrek	0.992	1.022	0.911	1.059	0.924	1.297	1.074	0.746
2014-1.Çeyrek	1.247	1.217	1.062	1.037	1.074	1.069	1.076	1.13
2015-1.Çeyrek	0.991	1.003	1.115	0.906	0.84	1.179	1.131	0.882

Yatırımcının beklediği kazanç oyun değerine (v) eşit veya büyük yapılmaya çalışılacaktır. Aşağıda beklenen gelir eşitsizlik olarak gösterilmektedir.

2009 Yılı 1.Dönem

$$1.571Y_1+1.583Y_2+1.428Y_3+1.795Y_4+1.498Y_5+1.185Y_6+1.581Y_7+1.891Y_8 \geq v$$

2010 Yılı 1.Dönem

$$1.118Y_1+1.059Y_2+0.919Y_3+0.838Y_4+0.892Y_5+1.01Y_6+1.155Y_7+0.937Y_8 \geq v$$

2011 Yılı 1.Dönem

$$0.996Y_1+0.962Y_2+1.051Y_3+0.99Y_4+0.913Y_5+1.498Y_6+1.274Y_7+1.805Y_8 \geq v$$

2012 Yılı 1.Dönem

$$0.762Y_1+1.056Y_2+1.228Y_3+1.079Y_4+1.086Y_5+1.161Y_6+1.042Y_7+1.066Y_8 \geq v$$

2013 Yılı 1.Dönem

$$0.992Y_1+1.022Y_2+0.911Y_3+1.059Y_4+0.924Y_5+1.297Y_6+1.074Y_7+0.746Y_8 \geq v$$

2014 Yılı 1.Dönem

$$1.247Y_1+1.217Y_2+1.062Y_3+1.037Y_4+1.074Y_5+1.069Y_6+1.076Y_7+1.13Y_8 \geq v$$

2015 Yılı 1.Dönem

$$0.991Y_1+1.003Y_2+1.115Y_3+0.906Y_4+0.84Y_5+1.179Y_6+1.131Y_7+0.882Y_8 \geq v$$

Ayrıca olasılıklar toplamı aşağıdaki gibidir.

$$Z_{\min} = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8$$

Eşitsizliklerin her iki yanı v 'ye bölünüp, $Y'_i = Y_i / v$ 'ye dönüştürüldüğünde, her bir dönem için aşağıdaki denklemler oluşturulmuştur.

2009 Yılı 1.Dönem

$$1.571Y'_1+1.583Y'_2+1.428Y'_3+1.795Y'_4+1.498Y'_5+1.185Y'_6+1.581Y'_7+1.891Y'_8 \geq 1$$

2010 Yılı 1.Dönem

$$1.118Y'_1+1.059Y'_2+0.919Y'_3+0.838Y'_4+0.892Y'_5+1.01Y'_6+1.155Y'_7+0.937Y'_8 \geq 1$$

2011 Yılı 1.Dönem

$$0.996Y'_1+0.962Y'_2+1.051Y'_3+0.99Y'_4+0.913Y'_5+1.498Y'_6+1.274Y'_7+1.805Y'_8 \geq 1$$

2012 Yılı 1.Dönem

$$0.762Y'_1+1.056Y'_2+1.228Y'_3+1.079Y'_4+1.086Y'_5+1.161Y'_6+1.042Y'_7+1.066Y'_8 \geq 1$$

2013 Yılı 1.Dönem

$$0.992Y'_1+1.022Y'_2+0.911Y'_3+1.059Y'_4+0.924Y'_5+1.297Y'_6+1.074Y'_7+0.746Y'_8 \geq 1$$

2014 Yılı 1.Dönem

$$1.247Y'_1+1.217Y'_2+1.062Y'_3+1.037Y'_4+1.074Y'_5+1.069Y'_6+1.076Y'_7+1.13Y'_8 \geq 1$$

2015 Yılı 1.Dönem

$$0.991Y'_1+1.003Y'_2+1.115Y'_3+0.906Y'_4+0.84Y'_5+1.179Y'_6+1.131Y'_7+0.882Y'_8 \geq 1$$

Yatırımcının oyun değerini (v) büyükmeye çalışması $1 / v$ 'yi en küçükmek istemesiyle birbirlerine eş olan durumlardır. Bu durumda amaç denklemi, aşağıdaki gibidir.

$$Z_{\min}=(1/v)= Y'_1+ Y'_2 + Y'_3+ Y'_4+ Y'_5+ Y'_6+ Y'_7+ Y'_8$$

Yukarıda oluşturulan doğrusal programlama modeli simpleks yöntemi ile çözümlenerek, optimal çözüm Tablo.5' de gösterilmektedir.

Tablo.5. 1.Dönem için Oyunun Değeri ve Karma Strateji Vektörü

Holding/Şirket	Y'_i	Y_i
1.Şirket	0	
2.Şirket	0.102	0.11
3.Şirket	0	
4.Şirket	0	
5.Şirket	0	
6.Şirket	0.351	0.38
7.Şirket	0.466	0.51
8.Şirket	0	
$Z=1/v$	0.918	
OYUN DEĞERİ(v)	1.089	

Elde edilen çözüm vektörü ve oyun değeri aşağıdaki gibidir.

$$Y_i= [0 ;0.11 ;0 ;0 ;0 ;0.38 ;0.51 ; 0] \quad v = 1.089$$

1.Dönem

$$Z_{\min}=0.918$$

$$P_2=0.102 \times 1.089=0.11$$

$$P_6=0.351 \times 1.089=0.38$$

$$P_7=0.466 \times 1.089=0.51$$

Kazanç matrisinin çözümü neticesinde, bir karma strateji elde edilmiştir. 2009-2015 yıllarına ait 1.dönem verileri incelenmiş ve portföyün %11'inin 2.şirketin,%38'inin 6.şirketin,%51'ni 7.şirketin hisse senetlerinin alımı yapılmasının, optimal çözüm olduğu sonucuna varılmıştır.

2.Dönemde çözüm için kullanılacak kısıtların getiri katsayıları Tablo.6 'da gösterilmektedir.

Tablo.6. 2009-2015 Yıllarına Göre 2. Döneme Ait Getiri Katsayıları

	1.Şirket	2.Şirket	3.Şirket	4.Şirket	5.Şirket	6.Şirket	7.Şirket	8.Şirket
x	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7	Y_8
2009-2.Çeyrek	1.190	1.106	1.715	1.271	1.264	1.437	1.16	1.071
2010-2.Çeyrek	1.243	1.133	1.017	1.036	1.239	1.380	1.030	1.017
2011-2.Çeyrek	0.916	0.901	0.785	0.899	1.01	0.965	0.746	0.621
2012-2.Çeyrek	1.627	1.198	0.924	1.069	1.037	1.160	1.004	1.018
2013-2.Çeyrek	0.976	0.888	0.983	1.047	0.739	0.938	0.963	0.865
2014-2.Çeyrek	1.085	1.026	1.181	0.872	1.073	0.954	1.333	0.926
2015-2.Çeyrek	1.022	0.897	0.975	0.906	0.943	0.214	1.135	0.929

Tablo.6 verileri kullanılarak kısıtlar oluşturulup doğrusal programlama modeli simpleks yöntemi ile çözümlenerek, optimal çözüm Tablo.7' de gösterilmektedir.

Tablo.7. 2. Dönem için Oyunun Değeri ve Karma Strateji Vektörü

Holding/Şirket	Y'_i	Y_i
1.Şirket	0.178	0.170
2.Şirket	0	
3.Şirket	0	
4.Şirket	0.549	0.510
5.Şirket	0.340	0.320
6.Şirket	0	
7.Şirket	0	
8.Şirket	0	
$Z=1/v$	1.067	
OYUN DEĞERİ(v)	0.937	

Elde edilen çözüm vektörü ve oyun değeri aşağıdaki gibidir.

$$Y_i = [0.17 ; 0 ; 0 ; 0.51 ; 0.32 ; 0 ; 0 ; 0] \quad v = 0.937$$

2.Dönem

$$Z_{\min} = 1.067$$

$$P_1 = 0.178 \times 0.937 = 0.17$$

$$P_4 = 0.549 \times 0.937 = 0.51$$

$$P_5 = 0.340 \times 0.937 = 0.32$$

Kazanç matrisinin çözümü neticesinde, bir karma strateji elde edilmiştir. 2009-2015 yıllarına ait 2.dönem verileri incelenmiş ve portföyün %17'sinin 1.şirketin, %51'inin 4.şirketin, %32'sinin 5.şirketin hisse senetlerinin alımı yapılmasının, optimal çözüm olduğu sonucuna varılmıştır.

3.Dönemde çözüm için kullanılacak kısıtların getiri katsayıları Tablo.8'de gösterilmektedir.

Tablo.8. Yıllara Göre 3. Dönemlere Ait Kısıtlar

	1.Şirket	2.Şirket	3.Şirket	4.Şirket	5.Şirket	6.Şirket	7.Şirket	8.Şirket
x	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7	Y_8
2009-3.Çeyrek	1.318	1.158	1.222	1.013	1.233	1.268	1.263	1.042
2010-3.Çeyrek	1.050	0.953	1.104	1.011	1.048	1.529	1.110	1.099
2011-3.Çeyrek	1.059	1.174	1.188	1.200	1.039	1.294	1.151	1.253
2012-3.Çeyrek	1.245	1.183	1.146	1.269	1.127	1.159	1.310	1.644
2013-3.Çeyrek	0.902	0.860	0.836	0.791	1.025	0.973	0.889	0.815
2014-3.Çeyrek	1.072	0.975	1.526	0.974	0.944	1.027	1.229	0.915
2015-3.Çeyrek	1.048	1.004	1.207	1.033	1.107	6.401	1.167	0.992

Tablo.8 verileri kullanılarak kısıtlar oluşturulup doğrusal programlama modeli simpleks yöntemi ile çözümlenerek, optimal çözüm Tablo.9 'da gösterilmektedir.

Tablo.9. 3. Dönem için Oyunun Değeri ve Karma Strateji Vektörü

Holding/Şirket	Y'_i	Y_i
1.Şirket	0	
2.Şirket	0	
3.Şirket	0.105	0.11
4.Şirket	0	
5.Şirket	0.890	0.89
6.Şirket	0	
7.Şirket	0	
8.Şirket	0	
$Z=1/v$	0.995	
OYUN DEĞERİ(v)	1.005	

Elde edilen çözüm vektörü ve oyun değeri aşağıdaki gibidir.

$$Y_i = [0 ; 0 ; 0.11 ; 0 ; 0.89 ; 0 ; 0 ; 0] \quad v = 1.005$$

3.Dönem

$$Z_{\min} = 0.995$$

$$P_3 = 0.105 \times 1.005 = 0.11$$

$$P_5 = 0.890 \times 1.005 = 0.89$$

Kazanç matrisinin çözümü neticesinde, bir karma strateji elde edilmiştir. 2009-2015 yıllarına ait 3.dönem verileri incelenmiş ve portföyün %11'inin 3.şirketin, %89'unun 5.şirketin hisse senetleri alımı yapılmasının, optimal çözüm olduğu sonucuna varılmıştır.

6. SONUÇ

Oyun teorisi portföy yönetimi yaklaşımı ile 2009 – 2015 yılları arasında BİST 100'de işlem gören holding ve yatırım şirketinden Türkiye'de ilk 100'e girmiş 8 adet holding ve yatırım şirketi seçilerek endeks değerleri incelenmiş, sadece bu dönemler için optimal portföy modeli oluşturulmuştur. Optimal portföy modeli oyun teorisi ile portföy oluşturma problemine uygulanması yatırımcı tarafından finansal piyasaya(doğaya) karşı oynanan iki kişilik sıfır toplamlı oyun modeli ile oluşturulmuştur. Oyuncular, kârını en çoklamak isteyen yatırımcı ve piyasa olmaktadır. Bu çalışmada tahmini bir model oluşturularak gelecek dönemler için portföy tahmini yapılması söz konusu değildir. Doğrusal programlama çözümü ile her bir dönem için çözüm vektörleri oluşturularak, dönemlere ait optimal getiriler hesaplanmıştır.

Çalışmada 2009-2015 yıllarına ait veriler incelenmiş 1.dönem için portföyün %11'inin 2. şirkete, %38'inin 6.şirkete, %51'ni 7. şirkete, 2.dönem portföyün %17'sinin 1. şirkete, %51'inin 4. şirkete, %32'sinin 5. şirkete, 3.dönem %11'inin 3. şirkete, %89'unun 5. şirkete ait hisse senetleri alımı yapılmasının, optimal çözüm olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışma alanı oldukça geniş ve dikkat çekici olan bu uygulama ile oyun teorisinin uygulamalarının yatırımcıların maddi gelirlerini etkin aynı zamanda verimli bir şekilde kullanmasını sağlar. Yoğun olarak ilgilenilen bu alan, sonuçları ile birçok yatırımcıyı karar alma noktasında yönlendirmektedir. Bu sayede karar vericilere karmaşık problemlere farklı bakış açısı sağlar.

KAYNAKÇA

- (1) Gürol, E., Kılıçoğlu, A.,1994. Business World Dictionary Cem Yayınevi , No:2, İstanbul.
- (2) Baykan, G.2010. Portföy Yönetimi ve İMKB'de Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Finansman Bilim Dalı.
- (3) Akgüç , Ö., 1994. Finansal Yönetim, Muhasebe Enstitüsü Yayını, No:6, İstanbul.

- (4) French, D.W.,1989, Security Analysis and Portfolio Analysis: Concepts and Management, Merrill Publishing Company.
- (5) Kevin, S., 2006, Portfolio Management, Prentice-Hall of India Private Limited.
- (6) Bekçi, İ. 2001. Optimal Portföy Oluşturulmasında Bulanık Doğrusal Programlama Modeli ve İMKB’de Bir Uygulama. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı.
- (7) Yavuz, M., Eren, T. 2016, Finansal Araçların Oyun Teorisiyle Analiz Edilmesi, Bartın Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi Cilt 7, Sayı 13.
- (8) Berk, N., 2000, Finansal Yönetim, Türkmen Kitapevi, No:5.
- (9) Ercan, M.K., Ban,Ü., 2005, Finansal Yönetim, Gazi Kitabevi,Ankara.
- (10) Yürüten, S. 2010. Sıfır Toplamlı İki Kişili Oyun Modeli Yaklaşımı İle Finansal Piyasaların İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Yöneylem Araştırması Bilim Dalı Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı.
- (11) Başar, B. 2015. Doğu Akdeniz Doğal Gazının Türkiye-İsrail Etkileşimi Bağlamında Oyun Teorisi İle Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Harp Akademileri Stratejik Araştırmalar Enstitüsü Strateji Ve Stratejik Araştırmalar Ana Bilim Dalı.
- (12) Akdağ, Y. 2015. Oyun Teorisi Yaklaşımı İle Reklam Aracı Seçim Sürecinin Ekonomiye Etkileri: Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Vakıf Üniversitelerinin Eğitim Sektörü Üzerine Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonomi ve Finans Ana Bilim Dalı.
- (13) Ferguson, S. 2000. Game Theory, Two-Person Zero-Sum Games, s.3.
- (14) Yıldırım, S. 2006. Oyun Teorisi ile İMKB’de Sektör Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Ana Bilim Dalı Yöneylem Araştırması Bilim Dalı.
- (15) Biçici, Ü. 2009. Dağıtım Kanallarında Oyun Teorisi Yaklaşımının Kullanımı ve Bir Uygulama. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- (16) Neumann, Von J. & O. Morgenstern (1944). Theory of Games and Economic Behavior, Princeton: Princeton University Press.
- (17) Levy, H., Sarnat, M. C.(1970), “International Diversification of Investment Portfolios”, American Economic Review, (60):668-675.
- (18) Markowitz, H.(1991), "Foundations of Portfolio Theory", The Nobel Prizes 1990, Editor Tore Frängsmyr, [Nobel Foundation], Stockholm.
- (19) Rothkopf, M. H. ve Harstad, R.M. (1994). Modeling competitive bidding. Management Science, 40(3): 364-384.
- (20) Forte, F. (1996), “Development of Game Theory and Public Choice: An Interaction”. J. C. Pardo & F.Schneider (Ed.). Current Issues in Public Choice. London: Edward Elgar Publishing Limited.
- (21) Canbaş, Serpil, Hatice Düzakın ve Süleyman B. Kılıç (1997), “Türkiye’de Hisse Senetlerinin Değerlendirilmesinde Temel Finansal Verilerin ve Bazı Makroekonomik Göstergelerin Etkisi”, Uludağ Üniversitesi, II. Ulusal Ekonomi ve İstatistik Sempozyumu, Bursa.

- (22) Küçükkoçaoğlu, G. (2002). Optimal Portföyün Seçimi ve İMKB Ulusal 30 Endeksi Üzerine Bir Uygulama. *Active Bankacılık ve Finans Dergisi*, 26.
- (23) Ulucan, A.(2002), “Markowitz Kuadratik Programlama İle Portföy Seçim Modelinin Sermaye Piyasasında Endeks İle Aynı Risk- Getiri Yapısına Sahip Port-Föyün Elde Edilmesinde Kullanımı”, Hacettepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi, 20(2):141–153.
- (24) Gökçe, A. G. ve Cura, T.(2003), “İMKB Hisse Senedi Piyasalarında İyi Çeşitlendirilmiş Portföy Büyüklüğünün Araştırılması ”.İstanbul Üniversitesi, İşlet-Me Fakültesi, İşletme İktisadi Enstitüsü Dergisi, Yönetim, 44(1):63-81.
- (25) Tuluca, S. A., Zwick, B., M. J. Seiler (2003), “International Versus U.S. Sector Diversification Strategies in The Wake of Asian Crisis”. *American Business Review*, (21):67–74.
- (26) Küçüksille, E. (2004), Optimal Portföy Oluşturmaya Davranışsal Bir Yaklaşım: Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı.
- (27) Goetzman, N., William, L. Lİ ve K.G. Rouwenhorst(2005). Forthcoming, Long-Term Global Market Correlations, *The Journal of Business*, 78(1).
- (28) Türel, O. (2005). Oyunlar Teorisi Çerçevesinden Türkiye-AB İlişkilerine Genel Bakış. *Mülkiye*, (29) (248):13-21.
- (29) Haklı, Z. (2006). Tam Sayılı Doğrusal Programlama Modeli İle Optimal Portföy Oluşturma Ve İMKB’de Bir Uygulama: Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı.
- (30) Gökşen, Y., Doğan, O. ve Yaralıoğlu, K. (2009). Oyun Teorisinin 2009 Yerel Seçimleri İçin Uygulanması: İzmir İli Uygulaması. *Ege Akademik Bakış*, 9(4):1225-1241.
- (31) Kayalidere, K., Aktaş H. (2009). Alternatif Portföy Seçim Modellerinin Performanslarının Karşılaştırılması (İMKB Örneği). Doktora Programı, Celal Bayar Üniversitesi İşletme Anabilim Dalı.
- (32) Birgili, E., Tuna, G.,(2011). Türkiye-Yunanistan-Amerika Borsalarında Yatırım Fonlarının Oluşmasında Yatırımcı Kararlarının Etkilendiği Alanlar, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*,7.
- (33) Uzun, V., Uzunoğlu Koçer, U., Albayrak, O. ve Kumaç, S. (2014). Dizüstü Bilgisayar Tercihinde Öğrenci Beğenilerinin Firmaların Stratejilerine Etkisini: Oyun Kuramı Yaklaşımı, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 16(1): 159-178.
- (34) Eren, T., Doğan, R., Yavuz, M. ve Küçükdemirci, İ. (2015). Öğrencilerde Akıllı Telefon Kullanımının Özellikleri Bakımından Oyun Teorisi ile Analiz Edilmesi, *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 7(2): 67-76.