T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
SAYISAL YÖNTEMLER VE YÖNETİM BİLİMİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

OYUN TEOREMİ
VE
BİR FİNANSAL PORTFÖY SEÇİMİ UYGULAMASI

Onur DOĞAN

Danışman
Prof. Dr. Şevkinaz GÜMÜŞOĞLU

2009

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Oyun Teoremi ve Bir Finansal Portföy Seçimi Uygulaması**” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

08/07/2009

Onur DOĞAN

YÜKSEK LİSANS TEZ SINAV TUTANAĞI

<u>Öğrencinin</u>

Adı ve Soyadı	**: Onur DOĞAN**
Anabilim Dalı	**: İşletme**
Programı	**: Sayısal Yöntemler ve Yönetim Bilimi**
Tez Konusu	**: Oyun Teoremi ve Bir Finansal Portföy Seçimi Uygulaması**

Sınav Tarihi ve Saati : …/…/…..

Yukarıda kimlik bilgileri belirtilen öğrenci Sosyal Bilimler Enstitüsü'nün …. ………………….. tarih ve ………. sayılı toplantısında oluşturulan jürimiz tarafından Lisansüstü Yönetmeliği'nin 18. maddesi gereğince yüksek lisans tez sınavına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini ………. dakikalık süre içinde savunmasından sonra jüri üyelerince gerek tez konusu gerekse tezin dayanağı olan Anabilim dallarından sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin,

BAŞARILI OLDUĞUNA	O	OY BİRLİĞİ	O
DÜZELTİLMESİNE	O*	OY ÇOKLUĞU	O
REDDİNE	O**		

ile karar verilmiştir.

Jüri teşkil edilmediği için sınav yapılamamıştır.	O***
Öğrenci sınava gelmemiştir.	O**

* Bu halde adaya 3 ay süre verilir.
** Bu halde adayın kaydı silinir.
*** Bu halde sınav için yeni bir tarih belirlenir.

	Evet
Tez burs, ödül veya teşvik programlarına (Tüba, Fulbright vb.) aday olabilir.	O
Tez mevcut hali ile basılabilir.	O
Tez gözden geçirildikten sonra basılabilir.	O
Tezin basımı gerekliliği yoktur.	O

JÜRİ ÜYELERİ				İMZA
………………………………..	□ Başarılı	□ Düzeltme	□ Red	……………..
………………………………..	□ Başarılı	□ Düzeltme	□Red	………..........
………………………….........	□ Başarılı	□ Düzeltme	□ Red	………….……

ÖZET

Tezli Yüksek Lisans

Oyun Teoremi ve Bir Finansal Portföy Seçimi Uygulaması

Onur DOĞAN

Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
İşletme Anabilim Dalı
Sayısal Yöntemler ve Yönetim Bilimi Programı

Canlılar doğaları gereği her zaman en iyi olma çabasındadır. İnsanoğlu da bu nedenden ötürü diğerlerinden iyi olma ihtiyacı hisseder. İnsan hem kendisi ile hem de çevresindeki çıkarlarının örtüştüğü diğer insanlar ile yarış halindedir. Bu yarış insanların bireysel olarak ya da gruplar halinde bir rekabet ortamı içerisinde olmaları anlamına gelir. Bireyler ya da firmalar bu rekabet ortamında ayakta kalabilmek için mevcut özelliklerini geliştirmek ve yeni özellikler edinmek zorundadırlar.

Bireyler ve firmalar karar alma süreçlerinde bir takım tekniklere başvurmak durumundadırlar. Oyun Teoremi özellikle son yarım asırda bu karar alma tekniklerinden en sık kullanılan tekniklerden biri haline gelmiştir. Bu çalışmada ise bireysel yatırım kararı sürecinde, etkileşimli karar alma metotlarının en başında gelen oyun teoremi kullanılmıştır.

Yatırım kararı verecek olan yatırımcı ve yatırımı yaptığı piyasa oyundaki oyunculardır. Oluşturulan bu model iki oyunculu sıfır toplamlı bir oyun olarak ele alınmıştır. Yatırımcının stratejileri ve bu stratejilere karşı piyasanın karşı stratejileri belirlenmiştir. Bu stratejilerin getirileri ile oyun matrisleri oluşturulmuş ve yatırımcı için optimal sonucu verecek çözüm aranmıştır. Ayrıca oyun matrisleri farklı tipteki yatırımcılar için fayda kuramından da yararlanılarak yeniden oluşturulmuştur. Riske karşı tutumları farklı olan yatırımcılar için oyunun çözüm matrislerinin yorumları yapılmıştır

Sonuç olarak, bu çalışma kapsamında yatırımcı için en uygun çözümü sağlayan yatırım çeşitlendirmesine karar verilmiştir. Günümüzün zorlu koşullarında piyasada tutunmak için bireylerin yatırımlarının optimal spnuç vermesi için kullanılabilecek bir model belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler; Oyun Teoremi, Fayda Kuramı, Strateji, Yatırım, Yatırım Karar Süreci

ABSTRACT

Master Thesis

Game Theory and Application of Invidual Investment Decision

Onur Doğan

Dokuz Eylul Unıversity
Institute of Social Sciences
Department of Management
Quantitative Methods and Management Science Program

Thanks to nature living things are always need in an effort to be the best. Because of this reason, humankind feel to be beter than the others. People are in a state of competition both with theirselves and with people who share comon interest. This race means, people are in a competitive environment inviduals or groups. Individuals or companies to remain standing in this competitive environment, to remain standing, they have to find new features or improve their existing properties.

Decision-making processes of individuals and firms will need to apply a number of techniques. Game Theory, has become most frequently used decision-making in the last half century. In this study, during the period of making a personel investment decision game theory is used. which is one of the prior method of interactive decision making.

Investment decision maker and investments market are chosen as the players of the game. This model created as a two-player zero-sum game. Investor's strategies and strategies against this strategy has been identified. With the return of this strategy game matrices created and as a result the optimal solution was searched for the investors. Moreover, game matrices has been rebuilt for the different types investors with the help of utility theory. The solution of game matrices have been interpreted for the investors, which have different attitudes towards the risk.

As a result, the decision has been made resulting with investment diversification for the investor. In today's challenging market conditions a model was determined with a need to hold the investment to end with optimal results of individual investors

Keywords: Game Theory, Utility Theory, Strategy, İnvestment, Process of İnvestment Decision

İÇİNDEKİLER

OYUN TEOREMİ VE BİR FİNANSAL PORTFÖY SEÇİMİ UYGULAMASI

BİRİNCİ BÖLÜM

OYUN TEOREMİ

İKİNCİ BÖLÜM

OYUN TEOREMİ: BİREYSEL YATIRIM KARARI UYGULAMASI

TABLOLAR LİSTESİ

ŞEKİLLER LİSTESİ

EKLER LİSTESİ

GİRİŞ

20. yüzyılın son çeyreğinden başlayan büyük değişim ve gelişim kendini en çok ekonomi alanında göstermiştir. Bu değişim ve gelişim rekabeti arttırırken, bu rekabet ise gelişimin ve değişimin hızlanmasına yol açmıştır. Dünya firmaları, piyasa ekonomisinde her geçen gün artan rekabetinin sonucunda, geçmişte karar verme süreçlerinde sadece içgüdüsel hareket eden ve alınacak kararların yalnızca en tepedeki yöneticinin tekelinde olduğu durumdan, bugün rakiplerinin sahip oldukları stratejileri önemseyen kendi kararlarını etkin analiz teknikleriyle ölçen ve destekleyen bir firma kültürüne sahip olmuşlardır. Çünkü bugünkü hızlı değişen rekabet ortamında doğru kararlar verebilmek firmanın devamlılığı ve karlılığı açısından oldukça önemlidir. Bu durum ise firmaların geçmişte basit denilebilecek karar alma süreçlerini, daha karmaşık bir alt yapıyla ve bilimsel bir sürece dönüştürmesine yol açmıştır. Bu temel altyapı dâhilinde firmalar etkin karar alma teknikleri uygulamaktadırlar.

Günümüzde sıkça kullanılan ve akademik anlamda son yıllarda birçok çalışmada irdelenen karar alma tekniklerinden birisi de Oyun Teorisi'dir. Oyun Teorisi'nin tarihsel gelişimi incelendiğinde, oyunların araştırılmasına şans kuramının ortaya atıldığı 17. yüzyılda başlanmıştır. Oyun teorisinin ayrıca olasılık kuramı adı verilen matematik dalının gelişmesinde kaynak olduğu görülür. Amacı, çıkarları çatışan tarafların rasyonel strateji kurallarının belirlenmesi olan Oyun Teorisi, belirsizik ve risk altında yeralan ve stratejilerin karşı stratejilere doğrudan etki ettiği karar ortamlarını açıklayan matematiksel bir yaklaşımdır. Oyun Teorisi'nin kullanılması ile karar vericiler, karar alma süreçlerinde kendi avantaj ve dezavantajlarını görebildikleri gibi, verecekleri karar sonucunda rakiplerinin bu kararlardan nasıl etkilenebileceklerini ve karşı hamle olarak ne tür kararlar verebileceklerini tahmin edebilmektedir.

Böylelikle karar mekanizmaları, kendi hamlelerini yapmadan önce gelecekle ilgili tahminler yapıp, kendilerine en büyük kazancı sağlayacak stratejilerin seçimi ile hamlelerini yapacaklardır.

Çalışmanın ilk bölümünde oyun teorisi anlatılmıştır. Oyun Teorisinin tarihçesine göz atılmış, oyunların sınıflandırılması ve farklı tarz oyunların çözüm yolları anlatılmıştır. Oyun teorisinin önemli kilometre taşlarından olan *Nash Dengesi* ve oyun teoreminin yine önemli konularından olan *mahkûmlar ikilemi* konusu incelenmiştir.

Oyun Teorisinin ekonomi ve diğer bilimlerle olan ilişkisi ve bu bilimler içerisinde kendine nasıl yer ettiği gösterilmiştir. Ayrıca fayda kuramına ve oyun kuramının fayda kuramı ile olan etkileşimine aynı bölüm içerisinde değinilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümü ise temel ekonomi kavramlarının anlatıldığı, ekonomik hayatta risk kavramının ve yatırımcıların riske karşı tutumlarının anlatıldığı bölümdür. Çalışmanın ikinci bölümünde yatırım ve tasarruf kavramları anlatılmıştır. Ayrıca yatırım çeşitlerinden, yatırım ve plasman arasındaki ilişkinden bahsedilmiştir. Çalışmanın bu bölümü ayrıca uygulamanın da yer aldığı bölümdür. Oyun Teoreminin bireysel yatırım kararına uygulaması aşamasında belirlenen varsayımlar, yatırım kararlarının belirlenmesi, bu kararlara yönelik oyun matrislerinin oluşturulmasında kullanılan yöntemler bu bölümde açıklanmıştır. Bu bölümde belirlenen yatırım çeşitleri oyun matrislerine yerleştirilmiş ve geçmiş zaman verileri de oyun matrisinin değerleri olarak alınmıştır.

Matrislerin oluşturulmasından sonra, matrislerin çözümleri yapılmıştır. Sonuçların çözümlerinin yorumları, yatırım kararı vermek isteyen bir yatırımcının ortaya çıkan sonuçları nasıl yorumlayabileceği belirtilmiştir. Ayrıca ikinci ve üçüncü modellerde oyun matrislerinin çözümleri riske giren ve riskten kaçan yatırımcılar için ayrı ayrı yapılmıştır. Riske giren ve riskten kaçan yatırımcılar için ayrı ayrı fayda fonksiyonları belirlenmiş ve ilk modeldeki matris elemanları bu fonksiyonlar yardımıyla para birimi olarak ifade edilmeyen değerlere çevrilmiştir. Bu değerler ile yani matrisler oluşturulmuştur. Çalışmanın son bölümü olan ikinci bölüm ayrıca bulunan değerlerin 2008 verileri ile karşılaştırıldığı bölümdür. Bu karşılaştırmanın anlamı, kurulan modellerin kullanılır olup olmadığına, herhangi bir dönemde optimal sonuç verip vermediğine karar verilmesi açısından önem taşır. Sonuç bölümü ise çalışmanın neticelerine genel bir bakışın yapıldığı ve bütünsel bir değerlendirme imkânı sağlandığı bölümdür.

BİRİNCİ BÖLÜM
OYUN TEOREMİ

1.1. Oyun Kavramı ve Oyun Teoremi

Oyun Teoreminin açılımını yapmadan önce oyun kavramından bahsetmek ve bu kavramın tanımını yapmak faydalı olacaktır. Genellikle oyun kelimesine; oyun teoreminin ilk örneklerinin görüldüğü satranç, poker vb. masa oyunları yanında; futbol basketbol gibi saha oyunları; ya da tek kişinin oynadığı talih oyunları içerisinde rastlanır. Farlı birçok anlama gelen kelime anlamı yapısı nedeniyle birçok disiplin içerisinde kendisine yer etmiş olan oyun kavramının tek bir tanımını yapmak zordur. Genel anlamıyla oyun, karşılıklı rakipleri olan rakiplere ait stratejiler ve oyun süresince uyulması zorunlu kuraları olan, sonucunda bir kaybeden ve/veya kazanan olan bir modeldir. Huzinga (1947), oyun felsefesini *Homo Luden* adlı eserinde ayrıntılı bir biçimde ele almıştır. Ona göre oyun, kişinin kendini bütünüyle kaptırdığı çok ciddi bir etkinliktir. Bu etkinliğin genel özellikleri şunlardır;

- Oyun isteğe bağlı olarak gelişir.
- Oyun düzen içerir.
- Oyun oynarken duyulan sevinç oyunu eğlenceli kılar.
- Oyun gerçek yaşantıdan farklı bir durumdur.
- Oyunda çıkar hesapları yoktur.

Oyun teoreminin temel aldığı kelime anlamıyla oyun tanımı dâhilinde ise; bu özelliklerden ilk üçü kabul edilebilirdir. Ancak ekonomik terminoloji içerisine girmiş olan oyun kelimesinin gerçek yaşantıdan farklı olduğu çok kabul edilebilir gözükmemektedir. Ayrıca yine aynı düzlemde düşünüldüğünde oyunda çıkar hesapları vardır.

Oyun teorisine ismini veren oyun kelimesi genel anlamıyla kullanılan oyun kelimesiyle ortak özellikler taşımakla birlikte ayrıldığı yönlerde vardır. Bu sebeple oyun teorisiyle ilgili birçok başka tanımlamalarda yapılmıştır

Oyun, rakiplerin ellerindeki alternatifleri ve bunların sonuçlarını açıklayarak, kendini tanımlayan kurallar setinden oluşan bir çatışma modelidir.[1] Bu tanım bizim inceleyeceğimiz tarz oyunları tanımlamada daha yetkin bir tanım olacaktır.

Basitçe bahsedecek olursak; bir oyun, oyuncu (kazanmak isteyen), oyun kuralları (uyulması zorunlu), oyuncuların stratejileri (hamleler) ve sonuç (kazanç ve kayıp) kavramlarından oluşur. Oyun bu kavramları barındıran modelin ismidir. Oyuncu ise belirli stratejileri olan oyunun neticesinden birinci dereceden etkilenen kişi veya topluluktur. Strateji ise oyuncuların amaçlarına yönelik yaptıkları planlı hamlelerdir.

Günlük yaşantımızda verdiğimiz kararlarda, bireylerden bağımsız gelişen, değişen durumları gözönüne almak ve aldığımız kararların daha önce alınmış kararlardan etkilenmiş olduğu ve bizim kararlarımızın neticelerinin başka kişilerin aldığı kararlara etki edeceği gerçeğinden bağımsız hareket edemeyiz. Sonuç olarak kararlarımızın diğer karar vericilerin karar sonuçları ile ne derece çatıştığı ve bu çatışmanın sonuçları önemlidir.

Oyun teorisi, karar sürecine rakiplerin stratejilerini de dâhil ederek karar verme olayını inceleyen matematiksel bir tekniktir. Oyun terorisinde, iki ya da daha fazla stratejinin bulunduğu ve karar vericinin çıkarlarının, karşıt çıkarlara sahip bir rakip tarafından kontrol edildiğini bildiği durumlar söz konusudur.[2]

Karşıt çıkarların sözkonusu olduğu durumlar için, Joseph Conrad'in Typhoon isimli romanından örnek bir oyun teorisi sorusu ele alınsın;

“Bir gemide çalışan 200 kişi biriktirdikleri maaşlarını (altın paralar) kendi tahta kasalarında saklamışlardır. Gemi fırtınaya yakalanmış ve bütün tahta kasalar kırılmıştır. Dağılan paraları bir araya getirildikten sonra, kaptanın bu paraları

---

[1] Tuncer Özdil, **Ekonomik Problemlerin Çözümünde Oyun teorisinin Yeri: Finansal Piyasalarda Bir Uygulama**, Doktora tezi, İzmir, 1998,s.43
[2] Şevkinaz Gümüşoğlu, Hülya H. Tütek, **Sayısal Yöntemler Yönetsel Yaklaşım**,4.Baskı, Beta Basım, İstanbul,2005,s.317

herkesin fırtınadan önce sahip olduğu miktara uygun olarak dağıtmaya çalıştığı durumu ele alalım[3]"

Buradaki sorunda, kaptan eğer herkese fırtınadan önceki mevcut miktarını sorma yoluna giderse, kimin fırtınadan önce ne kadar parası olduğunu yalnızca kendi bildiğinden, adil bir dağılım olup olmayacağı bir muammadır. Zira herhangi bir tayfa parasını daha fazla söyleyebilir ve bu da bir başka tayfanın daha az almasına neden olabilir. Buradaki adaletin sağlanma yolu kaptan açısından bir oyun teorisi problemidir.

Oyun teorisinin sıkça kullanıldığı alanlardan biride ekonomi alanıdır. Ekonomi alanında karar verme süreçlerinde risk hakimdir. Ekonomik sahada kararlar rakip işletmenin verdiği kararlardan veya olası kararlarından etkilenir.

Örneğin, aynı firmada çalışan elemanların firmaya katkılarına göre kazanım elde etmeleri işbirlikçi oyun teorisine bir örnektir. Bir diğer durumda, duopol piyasada rekabet eden iki firmanın reklâm yapma veya yapmama stratejileri, ürün kalitesi stratejileri, fiyatlandırma stratejileri birbirlerinden bağımsız olamayacağı için oyun teorisi konusuna güzel bir örnek olarak alabiliriz.

Yönetim bilimi ve matematikin güzel bir harmanı olan oyun teorisi konusu; Karar Kuramı(*Decision theory)* , Genel Denge Teorisi (*General equilibrium theory),* Mekanizma Tasarım Teorisi (*Mechanism design theory)* gibi teorilerle yakından ilintilidir.

Karar Teorisi; tek kişilik oyunları veya doğaya karşı oynanan oyunları içine alan bir teori olarak görülebilir. En yaygın kullanılan formu ile Karar teorisi riskli alternatifler arasından bir sayısal fayda fonksiyonuna bağlı olarak, seçim yapmaya dayanır. Karar Teorisi içerisinde olasılık teorisi ve belirsizlik durumlarında sıkça kullanılan Bayes Kuralı sıkça kullanılır. Karar teorisi, genellikle bilgi edinmek için bir karar vermeden önce en iyi sonuca ulaşmanın analizi için kullanılır.

Genel Denge Teorisini genellikle ticaret ve üretim ile ilgilenen oyun teorisinin bir alt dalı olarak görebiliriz. Çok geniş tabanlı ekonomik politikaların makroekonomik analizlerinde, vergi politikaları analizlerinde, piyasada, faiz, döviz

---

[3] Joseph Conrad, **Typhoon, Chapter 6**,2005
http://www.classicreader.com/book/1231/7/ (02.01.2009)

kuru analizlerinde kullanılır. Son yıllarda Avrupa Birliği içerisinde vergi politikaları, ticaret anlaşmaları, oy dengeleri gibi konular oyun teorisi ve genel denge teorisi kombinasyonu ile çözüme ulaştırılmaya açlışılmıştır ve bu konuda sayıları son yıllarda oldukça artan çalışmalar göze çarpmaktadır.

Mekanizma Tasarım Teorisi ile oyun teorisi arasındaki temel fark oyun teorisinde kurallar önceden belirli iken mekanizma tasarım teorisi farklı kuralların sonuçlarında durumun nasıl değişiklik göstereceğini sorar.
Mekanizma Tasarım Teorisinde risk tazminatı, ücret anlaşmaları gibi konular başlıca ilgilenilen konulardır.[4]

1.2.Oyun Teoreminin Tarihsel Gelişimi

Bugünkü anlamda karmaşık yapıdaki oyun teorisi problemlerine göre daha basit yapıdaki oyun teorisi problemlerine, Talmud' dan[5], Charles Darwin' e[6] birçok farklı yerde rastlamak mümkündür. Oyun teorisinin ilk "teoremi'", satrançta ya beyaz kazanır, ya siyah kazanır, ya da oyun sonunda her iki taraf ta berabere kalır şeklinde bir oyun öne sürmektedir. Bu teorem, Ernest Zermelo tarafından, *Uber eine Anwendung der Mengenlehre auf die Theorie des Schachspiels* bildirisinde yayınlanmış ve burada Zermelo'nun Teoremi olarak anılmıştır.[7] Daha sonra oyun kuramına Emile Borel tarafından değinilmiştir. Emile Borel tarafından minumum ve maksimum çözümlerin modern bir formülasyonu verilmiştir.

Stratejik oyunlar teorisinin ilk kuramcısı olan, oyuncuların davranışlarını modelleme ve akılcı strateji seçimleri üzerine çalışan, Macar asıllı Amerikalı *John Von Neumann*, 1928 yılında *Zur Theorie der Gesellschaftsspiele* isimli makalesinde minimum-maksimum teoremini ispatlamıştır. 1944 yılında John von Neuman ve

---

[4] David K. Levine, **What's Game Theory,** tarihsiz
http://levine.sscnet.ucla.edu/general/whatis.htm (27.01.2009)
[5] Babil' li Talmud, Musevi dini hukuku, medeni hukuk ve ceza hukukununa temel teşkil eden, milattan sonraki beş yüzyıl boyunca süregelen eski kanun ve geleneklerin bir derlemesidir
[6] İnsan Soyunun Türemesi ve Cinsiyetine Bağlı Ayıklanma kitabında, Charles Darwin, evrimsel biyolojide ilk kuramsal oyun argumanını verdi. Darwin, doğal seçilimin cinsiyet oranını eşitlemek için hareket edeceğini savundu.
[7] Ahmet Çelik,**Oyun Teorisi Tarihi(1900–1949 Arası)** ,30.09.2005
http://www.oyunteorisi.com/article.php?aID=24 (25.01.2009)

Oskar Morgenstern, “Oyun Teorisi ve Ekonomik Davranış” isimli eseri yayınlamışlardır.

Sıfır toplamlı iki kişilik oyun teorisinin açıklandığı bu kitap, devredilebilir faydalı (TU) ortaklaşa oynanan oyunların tasarımı, koalisyonel form ve Von Neuman-Morgenstern’in sabit setleri gibi oyun teorisi alanlarında yeni ufuklar açmıştır. Bu iki dahi bilim adamı hem oyunları matematiksel olarak temsil etmenin bir yolunu bulmuş hemde oyuncuların çıkarlarının birbirine taban tabana zıt olduğu durumlarda (sıfır toplamlı oyunlar) için sistematik bir yaklaşım biçimi sunmuştur.

Ne var ki iktisatçıları ilgilendiren oyunlar sıfır toplamlı değildir ve oyun teorisine ekonomik bir açılım kazandıran von Neuman ve Morgenstern gerçek hayata uyarlanabilir oyunlarda yetersiz kalmaktadır.

1950 ve 1953 yılları arasında *John Forbes Nash* isimli genç bir matematikçi, arda arda yayınladığı dört makale[8] ile oyun terosinin bu eksikliğini gidermede önemli bir adım atmıştır. *John Forbes Nash*, herhangi bir stratejik etkileşimde, herhangi bir oyuncunun en iyi seçiminin öteki oyuncuların ne yapacaklarına sıkı sıkıya bağlı olduğunu farketmiştir.

Nash, her oyuncunun, öteki oyuncuların yapabileceği hamle seçeneklerine bakarak en uygun hamleyi seçtiği duruma bakmamızı önermiştir. Bu da şimdiki adıyla Nash Dengesidir.[9]

Nash ‘ten sonra da oyun teorisine olan ilgi artarak büyümüştür. O tarihlerden bugüne önemli gelişmeler kronolojik olarak sıralanacak olunursa;[10]

— Haziran 1950’de Melvin Dresher ve Merrill Flood, Rand Corporation’da bugün Mahkûmlar İkilemi (Prisoner’s Dilemma) olarak bilinen oyunu ortaya çıkaran deneyi tamamlamışlardır.(1950)

---

[8] N-kişili Oyunlarda Denge Noktaları (1950) , İşbirliksiz Oyunlar’da Denge Noktaları (1951) , Pazarlık Problemi (1950) ve İki Kişilik İşbirlikçi Oyunlar (1953))
[9] Hal R. Varian, The New York Times,11 Nisan 2002
[10] http://www.oyunteorisi.com/article.php (26.01.2009)

—Lloyd Shapley, “N-kişilik Oyunlar için Bir Değer” isimli makalesinde, bir dizi aksiyom ve işbirlikçi oyun ile bağlantılı bir çözüm kavramı tanımladı. Bu çözüm günümüzde Shapley Değeri olarak bilinir.(1953)

—R. C. Lewontin’in “Evrim ve Oyun Teorisi” adlı kitabı evrimsel biyolojinin ilk belirgin uygulaması olarak ortaya çıkmıştır.(1963)

—Tamamlanmamış bilgiye sahip sonsuz tekrarlayan oyunlar, R. J. Aumann ve M. Maschler’in “Aşamalı Silahsızlanmanın Oyun-Teorik Yönleri” bildirisinde doğmuştur.(1966)

—Bayesian Oyuncular Tarafından Oynanan Eksik Bilgili Oyunlar, Bölüm I, II ve III’ten oluşan üç bildirilik seride, John Harsanyi tam olarak bilgi sahibi olunmayan oyunlar teorisini kurdu.(1967–1968)

—R. J. Aumann, “Tekrarlanan Oyunlar Üzerine Bir Çalışma” adlı kitabını yayınladı. Bu çalışma, tekrarlanan bir oyundaki bir oyuncuyu tanımlamak için bir makinenin kullanımı kavramını ilk defa önermiştir.(1981)

—D. Fudenberg ve J. Tirole tarafından Kusursuz Bayesian Dengesi konusunda bir ön tartışma niteliğindeki Kusursuz Bayesian Dengesi ve Ardışık Denge yayınlandı.(1991)

Ayrıca oyun teorisi 1994’te (İşbirlikçi olmayan oyun modellerindeki denge analizi konularındaki öncü yaklaşımlarından ötürü) John Nash, John C. Harsanyi ve Reinhard Selten'e ve 2005’te (Oyun-teorisi analizi ile çatışma ve işbirliği anlayışının geliştirilmesi nedeniyle) Robert J. Aumann ve Thomas C. Schelling 'e verilmesiyle iki tane Nobel ödülü almıştır.

1.3. Oyun Teoreminin Temel Kavramları

Oyun Teorisi, en genel ifadesiyle, rasyonel bireylerin seçimleri ve bunların karşılıklı etkileşimlerinin sonuçlarını inceler. Oyun teorisi karmaşık yararların mücadelesini açıklayan matematiksel bir yaklaşımdır. Yararların çatışması ekonomide (sendika, yönetici arasındaki ücret görüşmeleri, oligopol piyasadaki durumlar vb.) olağan olduğundan, son yıllarda oyun kuramına ilgi oldukça artmıştır.[11]

Oyun teoremi, oyun şeklinde ifade edilebilen her türlü durumu kapsar. Oyun Teoremi içerisinde olmazsa olmaz bir takım kavram ve elemanlar yer almaktadır. Bu kavramlar oyun, oyuncular, stratejiler, ödemeler, bu ödemelerin yeraldığı kazanç matrisi, ödemelerin belirlenmesi sonucunda ortaya çıkan oyun değeri olarak sıralanabilir.

Herhangi bir durumun oyun olarak değerlendirilebilmesi için genel anlamda model içinde, oyuncu olarak adlandırılan karar vericiler kümesi, oyuncuların stratejileri kümesi ve seçilen stratejilerin sonuçları kümesi olması gerekir.

Fudenberg'in Oyun Teorisi (Game Theory) adlı kitabında tanımladığı üzere; gerçek hayatta çatışma durumları birbirini etkileyen son derece karmaşık faktörlerin etkisi altında bulunmaktadır. Bu durumların analizi çok güç ve son derece karmaşıktır. Bu nedenle matematiksel bir analizi mümkün kılmak için, önemsiz faktörleri analiz dışında tutmak, basitleştirilmiş modeller inşa etmek gerekmektedir. Bu şekilde hazırlanan modellere de oyun denir. Oyunda karar verici olarak adlandırabileceğimiz oyunun sonucuna etki eden ve oyunun sonucundan doğrudan etkilenen öğelere ise oyuncu denir.

Bir işletmenin temel amaçlarından biri de kar etmektir. Kar elde etmek ve piyasada devamlılığın sürdürmek isteyen firmalar, diğer firmalarla rekabet halindedirler. Rekabet ekonomik hayatın vazgeçilmez unsurlarından biridir.

Rekabet sırasında bir firmanın yalnızca iç bünyesindeki etmenleri iyileştirmesi, ürün kalitesinde iyileşmeye gitmesi, ürünü için iyi bir reklâm yapması tek başına yeterli olmayacaktır. Bir işletme sürekli iyileşme yanında rakiplerinin davranışalarını iyi etüt etmeli, rakiplerininde stratejilerini göz önünde bulundurarak kendisine maksimum faydayı getirecek stratejiyi bulmalıdır.

---

[11] Ahmet Öztürk, **Yöneylem Araştırması, 5**.Baskı, Ekin Kitabevi Yayınları,1997

Bireylerin, firmaların veya devletlerin rekabet halinde olmaları (çıkarlarının çelişmesi), aralarında bir çatışma durumu olması sonucunu doğurmaktadır. Mevcut model içerisinde çıkarları çatışan birey ya da topluluklarda oyuncu olarak adlandırılır. Oyuncuların amaçları çatışmaya neden olan olguya mümkün olduğunca sahip olmaya çalışmaktır.

Oyun Teorisinin temel öğelerinden biride kazanç ve ödemelerdir. Oyuncuların tercih ettiği her stratejinin bir sonucu vardır. Stratejilerin sonuçları oyuncuya kayıp ya da kazanç olarak dönecektir.

Strateji sonuçları kantitatif değerlerdir ve o strateji sonucunda ne kadar kazanılacağını veya kaybedileceğini gösterirler. Bu nedenle negatif veya pozitif değerler alırlar.

Pozitif değerler kazançları, negatif değerler ise kayıpları gösterir. Literatür araştırıldığında kazanç ve kayıpların tamamının ödemeler kelimesiyle karşılandığı da görülmektedir.

1.3.1. Stratejiler

Bütün oyunlarda, oyuncuların oyunun yönünü kendi lehlerine çevirmek üzere yaptıları hamleler vardır. Oyuncuların rakibinin hareketlerine karşılık önceden belirlediği hamleler bütününe strateji denir. Bir sektörde rekabet eden her firmanın açıkca tanımlanmış olsun ya da olmasın bir rekabet stratejisi vardır.[12]
Bu bağlamda düşünüldüğünde doğru stratejik hamleler, ekonomik düzlemin olmazsa olmazıdır. Strateji, bir girişimin amaçlarının ve uzun dönem beklentilerinin belirlenmesi, bu amaçlar ve beklentiler doğrultusunda gerekli kaynakların tahsis edilip harekete geçilmesidir.[13]

İşletme temelli düşünüldüğünde bu tanımlama oldukça yerinde olacaktır. Herhangi bir stratejinin oyuna kattığı değer o stratejinin ne kadar rasyonel ve ne kadar fayda sağlar olduğu ile doğrudan ilintilidir. Bir işletmenin de kısa ve uzun dönem beklentilerinin doğru etüt edilmesi ve bu amaçlara uygun adımların atılması

[12] Michael E. Porter, **Rekabet Stratejisi**, s.1
[13] Alfred Chandler, **Strategy and Structure: Chapters in the History of the American Industrial Enterprise, Cambridge**, MA, MIT Press, 1962, p.13

stratejik programlamanın bir parçasıdır. İşletmenin varlığını devam ettirebilmesi ise doğru stratejik programlamanın yapılması ile mümkündür. Ayrıca ekonomik sahada belirlenen stratejilerin herhangi bir durumda oyuna sağlayacağı etki de önemlidir. Stratejileri oyuna etkileri, birbirleriyle olan etkileşimleri gibi farklı yönleri ile sınıflandırabiliriz.

1.3.1.1.Arı Stratejiler ve Karma Stratejiler:

Oyun dâhilinde her bir stratejinin belirli sonuçları vardır. Oyunun farklı zaman dilimlerinde farklı stratejiler olabilir ve bu değişen stratejilere göre sonuçlar da farklılık gösterir. Bu durumda oyun içerisinde karma stratejiler vardır.
Karma stratejilerden her birinin oyunda oynanma sıklığına bağlı olarak, bir olasılık dağılımından bahsetmek mümkündür.
Herhangi bir oyunda bir oyuncunun karma strateji olasılık vekörü şu şekilde gösterilebilir:

$$X = \{x_1, x_2, ..., x_i, ...x_n\} \tag{1.1}$$

Burada karma stratejileri $A_1, A_2, ..., A_n$ şeklinde gösterecek olursak, $x_1, x_2, .., x_n$ bu stratejilerin oynanma olasılıklarını gösterir. Ve bu durumda,

$$x_i \geq 0 \text{ (i=1,2,..n)} \quad \text{ve} \quad \sum_{i=1}^{n} x_i = 1 \tag{1.2}$$

eşitliklerini yazabiliriz.

Karma stratejide faklı zamanlarda farklı stratejiler oyuncular tarafından seçilirken, oyun sürecinde daimi olarak aynı stratejinin seçildiği durumlar söz konusu olduğunda tam strateji vardır. Tam stratejide stratejilerden bir bütün oyun boyunca tercih edilecektir ve bu stratejinin oynanma olasılığı 1'dir.Diğer bütün stratejilerin oynanma olasılıkları ise sıfırdır.

1.3.1.2.Optimal Stratejiler:

Oyun Teorisi'nin amacının çıkarları çatışan oyuncuların oyun içerisindeki en iyi hamle yollarını belirlemek olduğundna bahsetmiştik. Denge noktası bulunan sıfır toplamlı oyunlarda bir oyuncu için optimal strateji, mümkün olan en büyük kazancı garanti edecek stratejidir.

Rakip için optimal strateji ise, en küçük kaybı garanti edebilecek bir stratejidir. Oyun sıfır toplamlı olduğundan bir oyuncu diğerinin kazancı kadar baybedecektir. Bu tarzdaki oyunlar ilerleyen bölümlerde ele alıncaktır. Eyer noktası olmayan oyunlarda ise optimal stratejiyi verecek tek bir strateji mevcut değildir. Bu durumda en uygun strateji karma stratejinin uygulanması ile elde edilir. Karma stratejiler bazı çözüm yolları ile değerlendirilerek optimal stratejiye ulaşılmaya çalışılır.

1.3.1.3.Eş Stratejiler:

Bir oyunda iki ya da daha fazla stratejinin bir oyuncu için beklenen kazançları eşit ise bu stratejilere eş stratejiler denir. Eş stratejilerin beklenen kazançları bir oyuncu için eşit olduğu gibi karşı oyuncu için de beklenen kayıpların her iki strateji için de aynı olması gerekir. Eş stratejilerin hangisinin oyuncu tarafından seçildiği stratejinin sonuçları açısından önem arz etmez.

1.3.1.4.Üstünlük Stratejileri:

Bir oyunda herhangi bir A_i stratejisinin tüm olası sonuçları ile bir diğer A_j stratejisinin tüm olası sonuçları karşılaştırıldığında; herhangi birisi tüm olası sonuçlar için oyundaki her oyuncu için diğerine tercih ediliyor ise tercih edilen stratejiye baskın strateji denir. Oyun matrisinin bir sırasındaki elemanların hiç biri başka bir sıradaki karşı elemandan küçük değilse, oyuncu hiçbir zaman ikinci sırayı tercih etmez.

Oyun değeri değişmez ve birinci sıra ikinci sırayı hükümsüz kılar.[14] Oyun matrisinin çözüm aşamalarında üstünlük stratejileri oldukça yarar sağlar.

1.3.2. Oyun Matrisi ve Oyun Değeri

Oyun süresince seçilen her bir stratejinin oyunculara yüklediği kazanç ve kayıpların gösterildiği matrise oyun matrisi (ödemeler matrisi) denir. Oyun sürecinde seçile stratejiler sonucunda elde edilen kazançlar bir oyun matrisinde sayısal olarak gösterilir.

Genel anlamda iki kişilik bir oyunun oyun matrisinden bahsedecek olursak, matrisin satırında bir oyuncu sütununda diğer bir oyuncu vardır. Sütundaki oyuncunun satırdaki oyuncuya ödeme yaptığı varsayılır.

A oyuncusunun "n" tane, B oyuncusunun "m" tane stratejisi olduğu bir durumda oyun matrisi n x m, boyutunda olacaktır. Matriste her oyuncunun her stratejisine karşılık gelen strateji vektörleri olacaktır.

Örneğin A oyuncusunun j. stratejisi için yazılabilecek strateji vektörü;

$$Aj = \left\{a_{j1}, a_{j2}, \ldots\ldots, a_{jm}\right\} \quad , \; j = 1,2,\ldots,n \tag{1.3}$$

şeklinde olacaktır.

Yukarıdaki vektör A oyuncusun olası kazançlarını göstermektedir vektör boyutu B oyuncusunun stratejisi sayısına denk gelen m'dir.

Aynı strateji vektörü benzer şekilde B oyuncusu içinde düzenlenebilir:

$$B_i = \left\{a_{1i}, a_{2i}, \ldots\ldots\ldots, a_{mi}\right\} \quad ,i = 1,2,\ldots\ldots,m \tag{1.4}$$

Strateji vektörlerinin matrise yerleştirilmesi ile oyun matrisi oluşturulur. Matriste yer alan a_{ji} elemanı A oyuncusunun i. stratejisine karşılık, B oyuncusunun

[14] Sedat Akalın, **Yöneylem Araştırması**, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir, 1979, s.464

j. stratejiyi seçmesi durumda B oyuncusunun A oyuncusuna ne kadar ödeme yapacağını gösteren sayısal değerdir. Bu sayısal değer tam olarak ödemenin miktarını belirtebileceği gibi bir oranı da belirtiyor olabilir.

Matrisin, A oyuncusuna göre düzenlendiği durumlarda $a_{11}, a_{12}, \ldots.., a_{nm}$ matris elemanlarının pozitif olması A oyuncusunun B oyuncusundan ilgili miktarda kazanç elde edeceğini gösterir. Dolayısıyla bu değerin negatif oluşu A' nın kaybını temsil etmektedir. Eğer bu değerlerden herhangi biri sıfırsa o strateji çiftinin karşılıklı seçimi durumunda oyuncular arası herhangi bir ödeme olmayacağı anlamına gelir.

Oyun değeri ise mevcut ödeme değerleri ele alındığında bulunan bir değerdir. Tam stratejili bir oyun düşünüldüğünde her iki oyuncunun da karar kıldığı strateji çiftinin kesişiminde yer alan değer oyun değeridir.

Karma stratejili bir oyunda ise her oyunda optimum stratejilerin seçilmesi durumunda oyun başına beklenen değere oyun değeri denir. Böyle durumlarda her iki oyuncunun rasyonel davrandığı varsayımını yaparsak, oyun değeri herhangi bir oyuncunun en az kazancı ile en çok kaybı arasında bir değer olacaktır. Oyun değeri genelde "**v**" ile gösterilir. Oyun değeri konusuna ve oyun değerinin yeraldığı aralığa, izleyen bölümlerde tekrar değinilecektir.

1.4. Oyun Teoreminin Varsayımları

Herhangi bir oyun modelinde olması gerekenlerden daha önceki bölümlerde bahsedilmişti. Bir oyunun kantitatif bir model üstüne oturtulabilmek için bir takım temel varsayımlara ihtiyaç duyarız.

Bu varsayımlar şu şekilde sıralanabilir:[15]

1. Oyuncu sayısı sonludur.
2. Oyuncuların mümkün stratejileri de sonlu sayıdadır.

---

[15] İlhami Karayalçın, **Yöneylem "Harekât" Araştırması**, 3. baskı, Menteş Kitabevi, İstanbul, 1993, s.169

3. Her oyuncu, kendisi ve rakipleriyle ilgili tüm olası stratejilerden ve sonuçlardan haberdardır.
4. Daha önceden oyunun oynanmış olması dolayısıyla yapılabilecek tahminler haricinde, rakipler birbirlerinin nasıl oynayacaklarından habersizdirler.
5. Her oyuncu için amaç, oyunu kazanmak veya kazancı maksimize etmek, kayıp söz konusu ise zararı minimize etmektir. Kaybedecegi kesinlesen taraf, sırf rakibine daha az kazandırmak için daha fazla kaybetmeyi seçemez.
6. Oyunun kuralları taraflarca bilindigi, özellikle de kurallara uyulacağı kabul edilir. Baska bir deyisle, tüm oyuncular akılcı bir sekilde davranırlar. Aynı oyun defalarca oynansa bile, şartlar değismedigi takdirde herkes aynı stratejiyi seçer.

Bir oyunun varsayımlarının en temel maddesi oyunun akılcı (rasyonel) koşullar altında oynanması durumudur. Bu varsayım altında oynanamayan oyunlarda optimal çözümlerden bahsedilemez. Oyunculardan biri strateji seçimi yaparken, diğer oyuncunun bu stratejiden önce veya bu stratejiye karşı kendisi için en iyi olanı yaptığını veya yapacağını varsayar.

Ekonomik bir sahada amaç kazancı enbüyüklemek veya kaybı enküçüklemek olduğundan oyun dâhilinde herhangi bir oyuncunun daha iyi bir strateji seçeneği varken başka koşulları (hırs, duygu, kişisel kaygılar vb.) göz önünde bulundurup seçim yapmadığı varsayılır.

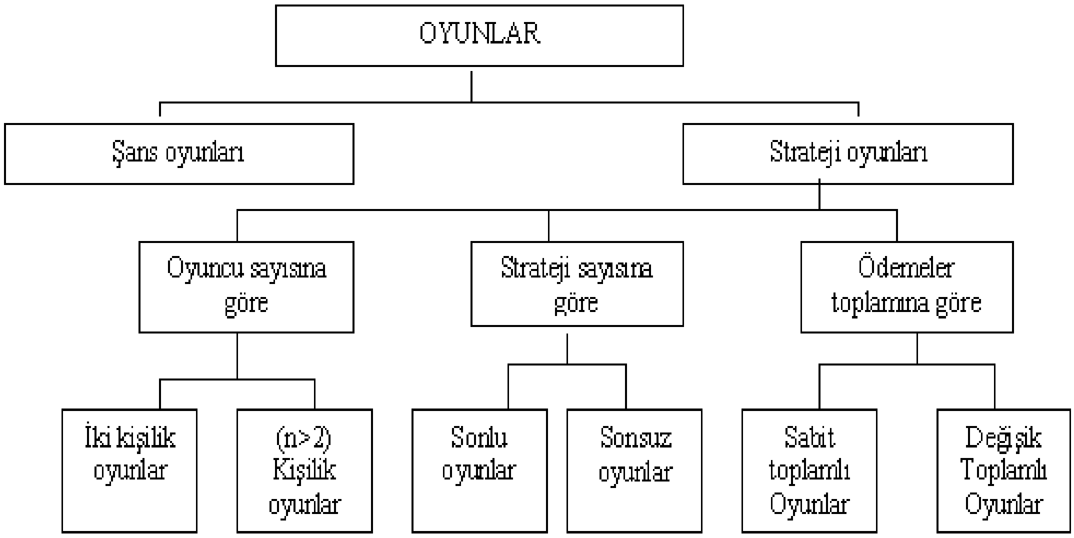
1.5.Oyunların Sınıflandırılması

Bazı oyunlar yalnızca şans ile ilgili iken bazıları oyuncuların stratejik alt yapıları, beceri, zekâ, bilgi seviyesi vb. birçok değişkene bağlıdır. Oyun Teorisinin ilgi alanına giren oyunların birbirinden bağımsız birçok değişkeni içine aldığından bahsedilmişti. Bu bakımdan düşünüldüğünde benzer özelliklere sahip oyunlar için bir sınıflandırma yapılabilir. Oyunların sınıflandırması ile ilgili olarak birçok başlık altında gruplandırma yapılabilir. Oyunların ortak özellikleri; oyuncu sayıları, strateji sayıları, ödeme toplamları vb. olabilir.

Bununla ilgili gruplandırma şu şekilde gösterilebilir;[16]

---

[16]Özden K., **Yöneylem Araştırması**, Hava harp Okulları Yayınları, İstanbul,1989



Şekil.1.1.Oyunların Sınıflandırılması

Yapılan bu sınıflandırmaya ek olarak oyunların sınıflandırmasında kriter olarak bilgi seviyesi ya da oyunun dinamik veya statik oluşu düşünülebilir. Bu çalışmada oyunlarla ilgili sınıflandırma beş ana başlık altında toplanmıştır;

- Tam Bilgili ve Eksik Bilgili Oyunlar
- Statik ve Dinamik Oyunlar
- Oyuncu Sayısına Göre Oyunlar
- Sonuçlarına Göre Oyunlar
- İşbirlikçi ve İşbirlikçi Olmayan Oyunlar

1.5.1. Tam Bilgili ve Eksik Bilgili Oyunlar

Oyuncular oyun için masaya oturmadan önce ve oyunda karşılıklı stratejilerin kullanıldığı süreç boyunca mevcut hamleler ve bu hamlelerin sonuçları hakkındaki bilgiler her oyuncu için aynı olmayabilir. Oyuncuların kendisinin ve rakiplerinin olası stratejileri ve bu hareketleri sonucunda ortaya çıkacak kazanç ve kayıplar hakkında net bilgilerinin oldugu oyunlara tam bilgili oyunlar denir. Oyuncular birbirlerinin özelliklerini, olası stratejileri ve bu stratejilerin olası sonuçlarını bilirler. Oyun tam bilgi altında oynanır.

Eksik bilgili oyunlarda ise oyun kuralları hakkında bir sorun yoktur. Oyun sürecinde kuralların değişmesi gibi bir durum söz konusu değildir. Rasyonellik varsayımı göz önünde tutulduğunda oyuncunun kendi stratejileri ve bunların analizi ve sonuçları ile ilgili de bilgi eksikliği yokutr. Ancak bu tarz oyunlarda oyuncunun rakibinin hamleleri ve bu hamlelerin olası sonuçları ile ilgili bilgi eksikiliği vardır. Oyunları birçok farklı başlıklar altında sınıflandırılabileciği oldukça açıktır. Oyunları statik ve dinamik oyunlar olmak üzere bir başka şekilde de sınıflandırmak mümkündür.

1.5.2. Dinamik ve Statik Oyunlar

Statik oyunlarda oyuncular es zamanlı ve birbirlerinden habersiz olarak sadece bir defalık karar verirler. Yani oyun bir kerelik oynanır. Dinamik oyunlarda ise, oyunun tekrarlanması söz konusudur, oyun birkaç kez devam edebilir. Dinamik Oyunlarda kararlar farklı zamanlarda ve birbiri ardına verilebilir.[17]

Statik oyunlarda oyun bir kere oynanır ve oyun sona erer. Zaman içindeki değişkenler oyunun gidişatına etki etmez, oyuncular oyun sürecinde strateji değişimine gitmezler. Dinamik oyunlarda ise oyuncular rakip oyuncunun stratejilerine ve zaman değişkenine göre strateji değiştirebilir.
Dinamik ve statik oyunlardaki farkı daha iyi anlamak için aşağıdaki örneği analiz ele alınsın;

Bu oyunda, A ve B gibi iki oyuncu vardır. Ve her oyuncuya ait ikişer strateji vardır. Matriste strateji kutusundaki iki sayıdan sol taraftaki sayı A oyuncusunun kazancını, sağ taraftaki sayı ise B oyuncusunun kaybını göstermektedir.

---

[17] Deniz Giz, **Oyun Teorisi ve İktisadi Uygulamaları**, Filiz Kitabevi, İstanbul, 2003, s.10

Tablo.1.1.Örnek Oyun matrisi

	B1		B2	
A1	4	5	3	1
A2	7	0	2	6

Oyun matrisi analiz edildiğinde eğer bu oyun dinamik bir oyun ise, yani her oyuncu rakibinin stratejisinden haberdar ve oyun süreç içerisinde birden fazla karar verilerek devam ediyor ise A oyuncusu öncelikle kendine ait stratejilerden en kazançlı olabilecek stratejiyi yani 7 birimlik kazanç olasılığı olan A2 stratejisini tercih edecektir. Ancak rasyonel A oyuncusu hamlelerini rakibinin de rasyonel olduğu varsayımına göre yapar ve A2 stratejisine, B oyuncusunun da kendi ikinci stratejisi ile karşılık verme olasılığını göz önünde bulundurur. Bu durumda A oyuncusu 2 birimlik kazanç elde etmektedir. A oyuncusu 2 birimlik kazancı göze almayıp her koşulda kendisine 2 birimden fazla getiren A1 stratejisini tercih eder. Buna karşılık B oyuncusu da kendisine daha fazla kazandıran B1 stratejisini seçecektir ve uygun çözüm ikilisi A1/B1 olacaktır.

Ancak oyunun dinamik ancak eksik bilgiyle oynandığı durumu analiz edecek olursak; ilk hamleyi A oyuncusunun yaptığını ve B oyuncusunun hamlesini yaparken A oyuncusunun hamlesinden haberdar olmadığı bir durum eksik bilgili bir durumdur. A oyuncusu da hamlesini yaptıktan sonra hamlesini değiştiremeyeceği bir durum söz konusudur.

Bu durumda B oyuncusu, A oyuncusunun kendisine en büyük kazancı (7birim) getirecek A2 stratejisini oynayacağını düşünerek, bu stratejiye B2 ile karşılık vermek isteyecektir. Ancak B oyuncusu, A oyuncusunun da bu durumu bildiğini ve kendisinin bu düşüncesi dolayısıyla A oyuncusunun A1 stratejisine yönelme olasılığı olduğunu hesaba katmak durumundadır.

Oyunun eksik bilgili ya da tam bilgili olmasına göre çözüm strateji çiftleri değişiklik göstermektedir.

Oyunun eksik bilgili olduğu durumlarda kişilerin riske karşı eğilimleri veya oyunun parasal kazanç dışındaki olası getirileri (fayda) konularıda karar vericinin kararını etkileyen etmenler arasındadır. Örneğin bizim oyunumuzda A oyuncusu risk alan oyuncu ise, A2 stratejisi A oyuncusu için cazip bir strateji haline gelecekti. Oyun kuramı ile fayda ilişkisine ve oyunda oyuncuların riske karşı tutumlarının oyunun sonuçlarına etkilerinin incelenmesine ilerleyen bölümlerde tekrar değinilecektir.

1.5.3. Oyuncu Sayısına Göre Oyunlar

Oyunları sınıflandırmada kulllanılabilecek bir başka ölçüt ise oyunlarda yer alan oyuncuların sayısıdır. Oyunları iki ikişilik ve n kişilik (n>2) oyunlar olmak üzere iki başlıkta inceleyebiliriz. Daha önce belitildiği gibi oyun kuramının temel varsayımları gereği burda n sayısı sonlu olmalıdır.

Oyuncu sayısı arttıkça oyun matrisinin oluşturulmasındaki zorluklar ve teorik yetersizlikler nedeniyle modelin çözümü zorlaşmaktadır. Buna karşılık anlaşmalı oyunlar, koalisyon önerilse de üç oyunuclu bir modelde dahi 3 ayrı işbirliğinin incelenmesi gerekeceğinden oyuncu sayısı arttıkça bu öneride çözüm olmaktan uzaklaşmaktadır.[18] Ancak bir çok rekabet oyununda iki oyuncudan fazlası mevcuttur. Bu yüzden iki kişiden fazla oyunların yapısını da incelenecektir.

n sayıda oyuncudan oluşan $N = \{1, 2, ..., n\}$ kümesi oyuncular kümesi olsun.

Bu yapı içerisinde bu yapıya özel karakteristik bir fonksiyon atanmaktadır. Bu karakteristik fonksiyon modelin çözümü konusunda yardımcı olacaktır.

<u>Tanım: S</u> alt kümesi N kümesinin alt kümesi olmak üzere v(S) karakteristik fonksiyonu bize işbirliği yapmış olan S kümesi elemanlarının kazanç miktarlarını verir.

[18] a.g.e. Özdil, s.48

v(S) değeri hesaplanırken S kümesi içerisinde olmayan elemanların incelenmesine gerek yoktur.[19]

<u>Hamburger Oyunu:</u>

Aşçı Obur yeni bulduğu lezzetli hamburgerin yapılış formülünü satmak istemektedir. Aşçı Obur'un bu yeni mamulü satabilecek alt yapısı olmadığından sadece formülü büyük şirketlere satarak para kazanma ihtimali vardır. Burger King ve Mc Donald's ise Aşçı Obur'un hamburger tarifini almak istemektedir. İki şirket te hamburgerlerin satışından elde edecekleri 1000 TL. karı Ali ile paylaşmayı önermişlerdir. Oyunun çözümü için bu oyunun karakteristik fonksiyonları bulunur:

Eğer Aşçı 1. oyuncu, Burger King 2.oyuncu, Mc Donald's ise 3. oyuncu olarak ele alınırsa bu oyunun karakteristik fonksiyonları şu şekilde olacaktır;

$$v\left(\{\ \}\right)=v\left(\{1\}\right)=v\left(\{2\}\right)=v\left(\{3\}\right)=v\left(\{2,3\}\right)=0$$

Burada bütün oyuncuların karakteristik fonksiyonları ayrı ayrı değerlendirildiğinde değerleri sıfırdır. Çünkü 1. oyuncunun tarifi tek başına ona kazanç sağlamamaktadır. 2 ve 3. oyuncu ise tarif sonucu hamburger satamadan oyundan kazanç elde edemez. Bu yüzden yukarıdaki koalisyonsuz durumlar ile 2. ve 3. oyuncuların koalisyonu sonucu elde edilecek kazanç sıfır olur.

Ancak 1. oyuncu ile herhangi bir oyuncu veya üç oyuncu birden koalisyon yaparsa, karakterisitk fonksiyonlar aşağıdaki şekilde olacaktır;

$$v\left(\{1,2\}\right)=v\left(\{1,3\}\right)=v\left(\{1,2,3\}\right)=1000TL$$

[19] Wayne L. Winston, **Operation Research Applications and Algorithms, 2th**. Edition, Dixbury Press,1191.s.799

İki kişilik oyunların ve yukarıdaki örnekten daha karmaşık yapıdaki n kişilik oyunların çözümleri sonraki bölümlerde tekrar incelenecektir.

1.5.4. Sıfır Toplamlı ve Sıfır Toplamlı Olmayan Oyunlar

Oyunları sonuçları açısından da iki şekilde inceleyebiliriz. Oyuncuların hamlelerinin sonuçları, yani getirilerinin toplamları sıfırsa bu tarz oyunlara sıfır toplamlı oyunlar denir. Ödeme toplamlarının sıfır olması kesinlikle oyunda bir kazanan bir kaybeden olacağı anlamına gelir. Bu tip oyunlarda kaybeden taraf kazanana ödeme yapar. Matriste elemanları bir tarafın kazancını gösterirken, oyun sonucunda sabit toplam sıfır olacağından diğer tarafın kaybını gösterir.

Sıfır toplamlı olmayan oyunlarda ödemeler toplamı sıfırdan farklı sabit bir sayı veya sabit olmayan bir sayıdır. Bu şekilde de bir sınıflandırma da yapılabilir. Böyle oyunlarda kesinlikle bir kazanan ya da bir kaybeden olmak zorunda değildir. Oyuncular beraber kazanabilir veya kaybedebilirler. Sıfır toplamlı, sıfırdan farklı sabit toplamlı, sıfırdan farklı sabit toplamlı olmayan oyunları aşağıdaki oyun matrislerini inceleyerek ifade etmeye çalışalım.

Sıfır toplamlı bir oyunda oyunda ödemeler toplamının sıfır olacağından söz etmiştik.

Tablo.1.2.Örnek oyun matrisi

	Y_1	Y_2
X_1	3	8
X_2	4	-5

Yukarıdaki matris bir sıfır toplamlı oyun matrisi örneğidir. Oyun X oyuncusuna göre düzenlenmiştir. (X_1, Y_2) strateji çiftinin seçilmesi X oyuncusunun 8 birimlik kazanç, Y oyuncusunun ise 8 birimlik kayıp elde edeceği anlamına gelir. (X_2, Y_2) çifti ise oyun X oyuncusuna göre düzenlendiğinden X için 5 birimlik kayıp,Y için aynı miktarda kazanç demektir.

Daha önce incelenmiş olan Tablo.1.2.’ deki oyun matrisi ise sıfır toplamlı olmayan oyunlara bir örnektir. Oyuncuların stratejileri sonucunda kazançları veya kayıpları sabit bir sayı olmasa da oyuncuların beraber kazandığı stratejiler mevcuttur. İlgili matriste (A1,B1) strateji çiftinde toplam kazanç 9 birim iken, (A1,B2) strateji çiftinde toplam kazancın 4 birim olduğu gözükmektedir.

Aşağıdaki matrislerde ise sabit toplamlı bir oyun söz konusudur. İlk sıradaki matris A oyuncusunun kazanç matrisi iken ikinci matris B oyuncusuna aittir.

Tablo.1.3.a.Örnek oyun matrisi

A	B1	B2
A1	50	60
A2	30	80

Tablo.1.3.b.Örnek oyun matrisi

B	B1	B2
A1	50	40
A2	70	20

Herhangi iki strateji çiftinin ödemeler toplamı 100 birimdir. Bu oyun, oyun sonucunda her iki oyuncunun da kazandığı sabit toplamlı bir oyundur. Örneğin A oyuncusu 2. stratejisini B oyuncusu 1. stratejisini oynarsa A oyuncusu 30, B oyuncusu 70 birimlik kazanç elde edecektir.

1.5.5. İşbirlikçi ve İşbirlikçi Olmayan Oyunlar

Oyunların sınıflandırılmasında kullanılan diğer bir belirleyici etmen ise oyunların işbirliğine dayanıyor olup olmamasıdır. İşbirliğine dayanmayan oyunlarda oyuncular oyun süresinde beraber hareket etmeyecekler sonucu çıkarılması yanlıştır. İşbirlikçi olmayan oyunlarda oyuncular işbirliği yapabilirler ancak bu birliktelik herhangi bir şarta veya tahahhüte bağlı değildir. İşbirlikçi oyunlarda ise oyuncuların kararları diğer oyuncularıda bağlayıcıdır. İşbirlikçi oyunda her oyuncu oyun değerine pozitif bir katkı yapıyorsa işbirliği anlamlıdır. Aksi halde oyuncu işbirliğinde kendine yer bulamaz.

Ve benzer şekilde oyun sonunda oyuncu oyun değerine yaptığı katkı kadar kazanç elde edecektir. Patron ve çalışanları arasındaki durum bir işbirlikçi oyun teorisi örneğidir. Patron kardan çalışanlarına göre daha büyük pay alırken çalışanlarıda işletmeye yaptıkları katkı oranında (tecrübe, bilgi vs.) maaş alırlar. Bu takdirde oyun bir sözleşmeyle ortaya konmuştur. Oyuncu stratejileri açıktır.

1.6. Çözüm Yöntemleri Ve Farklı Tarzdaki Oyunlara Yaklaşımlar

Oyun teorisi kavramı ve bu kavram genel hatları incelendikten sonra çalışmanın bu bölümünde bir oyun probleminin çözümü incelenecektir. Oyun problemleri daha önce bahsedilen denge noktasının, oyunda bulunması veya bulunmaması durumuna göre farklı şekillerde çözülebilir.

1.6.1. Denge Noktalı İki Kişili Sıfır Toplamlı Oyunların Çözümü

Denge noktalı oyunların çözümleri, karar vericilerin kendilerine avantaj sağlayan stratejide anlaşmaları ve her her karar vericinin bu noktayı terk etmek istememesi varsayımı nedeniyle, denge noktasız oyunların çözümüne göre daha kolaydır. Bu bölümde denge noktalı oyunların çözümleri, “maksimin ve minimaks ilkeleri” ve “eş ve baskın stratejiler” olmak üzere iki alt başlıkta incelenecektir.

1.6.1.1. Maksimin ve Minimaks İlkesi

Sıfır toplamlı ve iki kişilik bir oyunda kullanılan maksimin ölçütü belirsizlik kararları için kötümser bir ölçüttür.[20] Oyun teorisi içerisinde düşünüldüğünde herhangi bir oyuncu mümkün olan kazançları arasında rakibinin rasyonel davranacağını düşünerek minumum değerleri göz önünde bulunduracak ve bu minumum değerlerden maksimumu veren stratejiyi seçecektir. Çünkü bu oyuncu belli bir miktarda kazancı garanti altına almak isteyecektir. Buna maksimin çözüm denir. Oyun matrisinde bu değere a dersek, a aşağıdaki şekilde bir eşitlik halinde yazılabilir.

$$a = Max_i \min_j a_{ij} \tag{1.5}$$

Sıfır toplamlı bir oyunda matristeki elemanlar sütun oyuncusu için kaybı ifade edeceğinden sütun oyuncusu da benzer bir şekilde hareket edecektir. Bu oyuncu olası maksimum kayıpları arasından minumumunu seçecektir. Bu çözüme de minimaks çözüm denir. Bu değeri de b ile gösterecek olursak; b aşağıdaki eşitlikle yazılılabilir.

$$b = Min_i \max_j a_{ij} \tag{1.6}$$

Herhangi bir oyunun oyun değerine daha önce değinilmişti. Oyun değeri v ile gösterilir. Oyun sonunda taraflar arasında yapılacak olan ödeme miktarını ifade eden oyun değeri minimaks ve maksimin değerler arasında yer alır.[21]

Sütun oyuncusu için optimum çözümü gösteren minimaks değerini $\bar{v}$, satır oyuncusu için optimum çözümü gösteren maksimin değeri $\underline{v}$ ile gösterirsek;

$$v \in \left[\underline{v}, \bar{v} \right] \tag{1.7}$$

olur.

[20] a.g.e. Ş.,Gümüşoğlu,H.,Tütek, s.70

[21] Hamdy A. Taha, **Operations Research**, 6th ed., Prentice-Hall Int. Inc., 1997, s.557

Minimax kriteri uyarınca; oyundaki bir strateji çifti her iki oyuncu için optimal çözümse, sabit bir çözüm sağlanır ve herhangi bir oyuncu kendi stratejisini değiştirmez.[22]

$$v = \underline{v} = \overline{v} \tag{1.8}$$

Bulunan bu noktaya oyunun denge noktası denir. Bazı oyunlarda bir oyuncunun herhangi bir stratejisine karşılık diğer oyuncu her zaman aynı strateji ile cevap verir. Bu oyunlarda tam strateji durumu vardır.

Denge noktası oyuncuların tam stratejileri olduğu durumlarda ortaya çıkar ve oyun sonucu ve oyun sonucundaki ödemeler için hesaplamaya gerek duyulmaz.[23]

İki kişili sıfır toplamlı bir oyun örneği ele alalım;

Tablo.1.4.Örnek oyun matrisi

	B_1	B_2	B_3	Min.
A_1	20	10	15	10
A_2	35	24	19	19
A_3	25	40	15	15
Max	35	40	19	

Yukarıdaki matris A oyuncusu için hazırlanmıştır. Matris elemanları ilgili stratejinin seçilmesi durumunda A oyuncusu için o birimde kazancı temsil ederken, B oyuncusu için aynı birimde kaybı temsil etmektedir. Matris incelendiğinde A oyuncusunun stratejilerine B oyuncusu kaybını minimize etmek için her sütundaki değerin en küçüğü ile karşılık verecektir. Örneğin A oyuncusunun 1. stratejiyi oynaması durumunda olası kazançları (20,10,15) 'tir.

[22] Frederick S.Hillier, Gerald J. Lieberman, **İntroduction to Operation Research**,7th Editon, Mcgraw-Hill Higher Education,2001,s.734
[23] Barry Render, Rlaph M. Stair Jr. ,**Quantitative Analysis for Management, 7th**.Edition, Prentice Hall,2000,s.24

B oyuncusu kendi kaybını enküçüklemek için burada 2. stratejiyi oynamalıdır. Mevcut bütün stratejiler bu şekilde incelendiğinde maksimin ve minimaks stratejilerinin kesişim noktası olduğu görülür. (A_2, B_3) oyunun denge çiftidir ve oyun değeri v=19' dur.

1.6.1.2. Eş Stratejiler ve Baskın Stratejiler

Daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi çözüm aşamasında matrisin boyutunun küçültülmesi işleminde eş stratejiler ve baskın stratejiler de kullanılabilir. Eğer bir oyuncu için farklı iki ya da daha fazla strateji aynı sonucu veriyorsa bu stratejilere eş strateji denir. Oyun çözümü sırasında herhangi biri tercih edilerek matris boyutu küçültülür.

Oyun matrisinde, herhangi bir stratejinin bütün değerleri bir oyuncu için gözardı edilebiliyorsa bu strateji çekiniktir bir başka deyişle diğer bir strateji tarafından domine edilir.

Bu strateji oyunun hiçbir zaman diliminde tercih edilmeyecektir. Matristeki a_{ik} elemanlarının A oyuncusunun kazancını gösterdiği n x m' lik bir oyunda;

$$\forall k, \quad a_{ik} \geq a_{jk} \qquad i,j=1,2,...,n \quad , \quad k=1,2,...,m \qquad (1.9.)$$

olduğu durumda; A oyuncusunun i. stratejisi j. stratejisini domine eder denir. Matrisin boyutu j. stratejinin hiç oynanmayacağından dolayı (n–1) x m şeklinde azaltılabilir. Bu işlem başka satırlar ve sütunlar için ayrıca B oyuncusunun stratejileri için de yapılarak çözümü daha kolay olan, daha az boyutlu bir oyun matrisi elde edilebilir. Eş stratejilre ve baskın stratejilerden diğer tip oyunların çözümünde de yararlanılabilir.

1.6.2. Denge Noktasız İki Kişilik Oyunların Çözümü

Denge noktasız oyunların çözümü oyuncuların anlaştıkları herhengi bir nokta olmadığından, matematiksel bir takım işlemler yardımıyla bulunur. Oyun sonunda stratejiler farklı olasılıklarla yinelenebileceğinden bu değerler bulunabilir.

Bu durumda hangi stratejinin oyunda ne sıklıkla oynanacağına karar verilir. Denge noktasız oyunların birçok farklı çözüm yöntemi vardır.

1.6.2.1. Cebirsel Yöntem İle Çözüm

Oyun matrisi a_{ij} (i=1,2,,…,m) , (j=1,2,…,n) şeklinde elemanlardan oluşan m x n ' lik bir matrise sahip denge noktasız bir oyunda satır oyuncusu m adet stratejisini x_i olasılıkla $\{x_i \in [0,1], i = 1,2,...,m\}$, sütun oyuncusu ise n adet stratejisini y_j olasılıkla $\{y_j \in [0,1], j = 1,2,...,n\}$ oynar.

Karma stratejilerin söz konusu olduğu denge noktalı oyunlarda oyun değeri oyuncu için beklenen değere dönüşür.[24] Bu değer şu şekilde olur.

$$E = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j}^{n} a_{ij} x_i y_j$$

(1.10)

Satır oyuncusu için doğaya karşı oynanan oyunlarda veya karşı stratejinin oynanma olasılıklarının bilinemediği oyunlarda olasılıklar eşit olarak kabul edilerek ortalama bir kazanç değeri elde edilebilir. Ayrıca herhangi bir stratejinin oynanma olasılıkları oyuncu tarafından sezgisel olarak atanarak oyun değerleri tespit edilebilir. Bunun yanında oyuncu kendi olası kazancını en iyi kılan stratejiyi ya da oyunun oynandığı sürecin ne kadarlık kısmında hangi strateji oynaması gerektiğini de hesaplayabilir.

1.6.2.2. Matris Yöntemi İle Çözüm

Oyun matrisleri kare matris şeklinde olan oyunlar için kullanılabilecek bir yöntemdir.Genel ifadeyle a_{ij} (i=1,2,,…,m), (j=1,2,…,n) şeklinde matris

[24] Frederick S. Hiller, Gerald J. Lieberman, **Introduction to Operations Research**, 5th ed.,McGraw-Hill Int.Ed., 1990, s.441

elemanlarına sahip bir oyunda; I, derecesi A matrisinin derecesine eşit olan bir satır vektörünü belirtir.

Satır oyuncusunun strateji vektörü;

$$\left(x_1, x_2, \ldots.., x_m\right) = \frac{I.AdjA}{I.adjA.I^t} \tag{1.11}$$

sütun oyuncusunun strateji vektörü;

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ . \\ . \\ y_n \end{pmatrix} = \frac{I.(AdjA)^t}{I.adjA.I^t} \tag{1.12}$$

ve son olarak oyunun değeri;

$$v = \frac{|A|}{I.adjA.I^t} \tag{1.13}$$

ifadeleri ile bulunur.[25]

Denge noktasız oyunların matrisle çözüm yöntemi ile ilgili olarak aşağıdaki oyun matrisine ait çözüm açıklayıcı olacaktır.[26]

Tablo.1.5.Matrisle Çözüm Yöntemi Örnek Oyun Matrisi

	y_1	y_2	y_3
x_1	2	-2	3
x_2	-3	5	-1

[25] Akalın Sedat, Yöneylem Araştırması, Ege Üniversitesi Yay. 1979, s.471
[26] Curest Churchman, Russel L. Adolf, E. Leoanrd Arnoff, İntorduction to Operation Research,s.541

Çözüm:

$$B_1 = \begin{bmatrix} -2 & 3 \\ 5 & -1 \end{bmatrix}, B_2 = \begin{bmatrix} 2 & 3 \\ -3 & -1 \end{bmatrix}, B_3 = \begin{bmatrix} 2 & -2 \\ -3 & 5 \end{bmatrix}$$

2x3 bir matris olan oyun matrisi içerisinden 3 farklı kare matris elde edilir. Bu matrislerin her birinin adjoint ve adjoint matrislerinin devrikleri(transpoze) bulunur. Bulunan değerler satır ve sütün matrislerinin strateji vektörlerini ve oyun değerini veren formülerde yerlerine konur.

$$adjB_1 = \begin{bmatrix} -1 & -3 \\ -5 & -2 \end{bmatrix}, (adjB_1)^T = \begin{bmatrix} -1 & -5 \\ -3 & -2 \end{bmatrix}$$

$$\bar{X} = \frac{[1,1]\begin{bmatrix} -1 & -3 \\ -5 & -2 \end{bmatrix}}{[1,1]\begin{bmatrix} -1 & -3 \\ -5 & -2 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}} = \frac{[-6,-5]}{[-6,-5]\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}} = \frac{[-6,-5]}{-11} = \left[\frac{6}{11}, \frac{5}{11}\right]$$

$$\bar{Y} = \frac{[1,1]\begin{bmatrix} -1 & -5 \\ -3 & -2 \end{bmatrix}}{-11} = \frac{[-4,-7]}{-11} = \left[\frac{4}{11}, \frac{7}{11}\right]$$

$$v = \frac{\begin{bmatrix} -2 & 3 \\ 5 & -1 \end{bmatrix}}{-11} = \frac{2-15}{-11} = \frac{13}{11}$$

Bu eşitliklerden çözüm vektörleri ve oyun değeri aşağıdaki şekilde yazılır.

$$\bar{X} = \left[\frac{6}{11}, \frac{5}{11}\right], \bar{Y} = \left[0, \frac{4}{11}, \frac{7}{11}\right], v = \frac{13}{11}$$

Çözümün uygun çözüm olup olmadığı değerlerin yerine konması ile belirlenir.

$$2x_1 - 3x_2 = 2(\frac{6}{11}) - 3(\frac{5}{11}) = \frac{12}{11} - \frac{15}{11} = -\frac{3}{11} \leq \frac{13}{11}$$

Sonucun oyun değerinden düşük çıkması bu çözümün uygun çözüm olmadığını gösterir.

Aynı işlemler B_2 ve B_3 kare matrisleri için de yapılır. B_3 kare matrisinde uygun çözüme ulaşılır. Oyun matrisinin çözümü ve oyun değeri şu şekilde olur.

$$\bar{X} = \left[\frac{2}{3}, \frac{1}{3}\right], \bar{Y} = \left[\frac{7}{12}, \frac{5}{12}, 0\right], v = \frac{1}{3}$$

1.6.2.3. Alt Oyun Çözüm Yöntemi

2 x n veya m x 2 oyunlarda kullanılan yöntemlerden biri de alt oyun yöntemidir.3 x 2'lik bir oyun matrisi ele alalım;

Tablo.1.6. Alt Oyun Yöntemi Örnek oyun matrisi

	B_1	B_2
A_1	a_{11}	a_{12}
A_2	a_{21}	a_{22}
A_3	a_{31}	a_{32}

A oyuncusunun 1. stratejisini oynamadığını varsaydığımız durumda, satır oyuncusu 2. ve 3. stratejileri sırasıyla p ve 1-p olasılıklarla oynarsa, buna göre A oyuncusunun beklenen kazançları;

$$\begin{aligned} E_2 &= p.a_{21} + (1-p).a_{31} \\ E_3 &= p.a_{22} + (1-p).a_{32} \end{aligned} \tag{1.14}$$

olur. Daha önce de göstermiş olduğumuz gibi bu iki eşitliğin ortak çözümünden satır oyuncusu içim emniyet düzeyi sağlayan bir oyun değeri bulunur. Eğer bu oyun değerine v_2 orijinal oyun değerine v_1 dersek;

$$v_2 \geq v_1 \tag{1.15}$$

olduğu durumlarda 1. strateji A oyuncusu için hiçbir zaman oynanmayabilir. Çünkü 1. stratejinin oyuna dâhil edilmesi oyun değerini düşürmektedir. Bu da rasyonellik ilkesine aykırıdır. Aynı değer sütun oyuncusu için de hesaplanabilir. Gözardı edilebilecek stratejiler bulunabilir. 2x2 haline getirilmis matrisin cebirsel yöntemle incelenmesiyle, dışarıda bırakılan (karara dâhil edilmeyen) stratejinin yokluğunun neden oldugu durum (fayda veya zarar) bulunur.[27]

Ancak; 2 x n veya m x 2 'lik oyunlarda m değerinin büyük olduğu durumlarda veya karar dışı bırakılan strateji, oyun değerini düşürmediğinde diğer stratejilerin teker teker denenmek zorunda olunması nedeniyle bu yöntem bu tip oyunlar için çok tercih edilmez.

1.6.2.4. Grafik Çözüm Yöntemi

2 x n veya m x 2 oyunlarda alt oyun yönteminin zorluğu nedeniyle tercih edilebilir bir yöntemdir. Yani herhangi bir oyuncunun strateji sayısı ikiye indirilirse bu oyunlar grafik yöntem ile çözülebilir.

2xn matrisli bir oyunu ele alınsın, sütun oyuncusunun n adet stratejisine karsılık gelen her bir beklenen kazanç bir dogru tanımlar[28].

O halde, satır oyuncusu için n adet doğru vardır. Bu doğruların koordinat sistemine taşınmasıyla, satır oyuncusunun kullanması gereken strateji çifti bulunur. Bulunan değer satır oyuncusunun stratejilerin oynanma olasılıkları değeri olduğundan koordinat siteminde [0,1] aralığında ortaya çıkar.

[27] a.g.e.Akalın,s.474
28 Nalân Cinemre, **Yöneylem Araştırması**, Beta yay. İstanbul, 2004, s.411

A ve B oyuncuları arasında oynanan 2 x 4 boyutlu oyun matrisi verilmiştir[29]

Tablo.1.7. Grafik Çözüm Yöntemi Örnek Oyun Matrisi

	B_1	B_2	B_3	B_4
A_1	9	-3	-4	6
A_2	-2	3	5	-1

Çözüm: A oyuncusunun 1. stratejisini oynama olasılığına *x* dersek, 2. stratejisini oynama olasılığı (*1-x*) olacaktır.
B oyuncusunun stratejilerine göre, A oyuncusunun stratejilerinin beklenen değerleri, göre şöyle olacaktır.

Tablo.1.8.A Oyuncusu İçin Beklenen Değer Tablosu

B oyuncusunun tam stratejleri	A oyuncusunun beklenen değerleri
B_1	9x - 2(1-x) = 11x-2
B_2	-3x + 3(1-x) = 3-6x
B_3	-4x + 5(1-x) = 5-9x
B_4	6x - 1(1-x) = 7x-1

A oyuncusunun beklenen değerleri oyun değerinden büyük veya eşit olmalıdır. A oyuncusunun amacı kazancını maksimize etmek olacağından A

29 a.g.e.Öztürk s.398 ; John s. Croucher s.105

oyuncusu için doğrusal programlama modelini aşağıdaki eşitlikler yardımıyla oluşturulabilir.

$$\begin{aligned} &\max Z = v \\ &11x - 2 \geq v \\ &3 - 6x \geq v \\ &5 - 9x \geq v \\ &7x - 1 \geq v \\ &ve \\ &0 \leq x \leq 1 \end{aligned} \tag{1.16}$$

Elimizde x ve v gibi iki değişken olduğundan bu problem analitik düzlemde izah edilebilir. x değeri 0 ve 1 aralığında yer alır. x yatay eksende v ise düşey eksende gösterilir. x'in farklı değerleri için v değerlerini incelersek;

11x–2 = v denkleminden; $x= 0$ için $v= -2$ ve $x= 1$ için $v= 9$ bulunur.

Bu değerler doğrunun v eksenlerini nerede kestiğini göstermektedir. Ayrıca $v = 0$ için bulunacak x değeri ise doğrunun yatay olarak yer alan x eksenini nerede kestiğini gösterir. Bu denklem için bu değer; $x=2/11$ olarak bulunur.

Bu işlemler diğer denklemler için de yapıldığnda bulunan değerler;

$3\text{-}6x=v$ denkleminde;

$x= 0$ için $v= 3$, $x= 1$ için $v= -3$ ve $v=0$ için $x= 1/2$

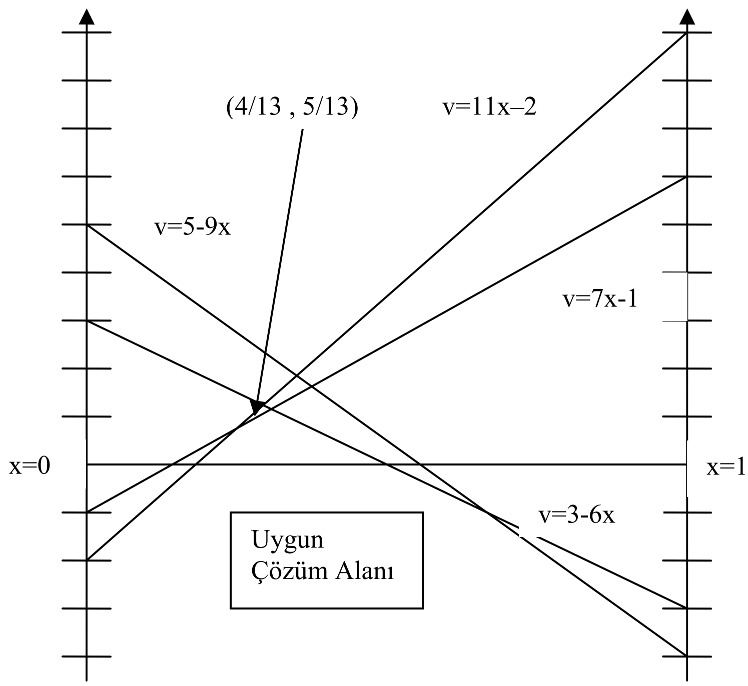
$5\text{-}9x =v$ denkleminde;

$x= 0$ için $v= 5$, $x=1$ için $v= -4$ ve $v=0$ için $x= 5/9$

$7x–1 =v$ denkleminde

$x= 0$ için $v= -1$ $x=1$ için $v= 6$ ve $v=0$ için $x= 1/7$

Bulunan bu değerleri grafike yerleştirilerek doğruları çizelim.



Şekil.1.2.Grafikle Çözüm Yöntemi: Örnek Soru Grafiği

A oyuncusu için uygun çözüm alanı doğruların kesiştikleri noktaların altında kalan alandır. Optimal çözümü bulmak için bu alanın tepe noktasına bakılır. Şekildeki grafikte x in optimal çözümü *v = 3- 6x* ve *v = 7x–1* denklemlerinin kesim noktasıdır.

Bu noktayı bulabilmek için ortak çözüm yapılırsa x*=4/13* bulunur.

Oyunun beklenen değeri ise; *v = 3 – 6(4/13)=15/13* olur. Yani uygun çözüm alanının tepe noktası *(4/13, 15/13)* noktasıdır. A oyuncusunun optimal strateji vektörü x*=(4/13,9/13)* olur.

Grafik B oyuncusuna göre de benzer biçimde yorumlanabilir ve B oyuncusu içinde optimal strateji vektörü bulunabilir.

1.6.2.5. Doğrusal Programlama ile Çözüm

Doğrusal programlama ile çözüm yöntemi *n x m* boyutlu matrise sahip ve daha önce anlatılan yöntemlerle boyutları istenilen düzeye indirgenemeyen oyunlar için kullanılan bir yöntemdir. Oyun teorisinin ilk kuramcısı kabul edilen J. von Neumann teoriyi ilk ortaya attığı zamanlarda bu teori ile doğrusal programlama ve dualite arasındaki güçlü farkı hemen farketmişti.

Oyun matrisinin bir doğrusal programlama sorunu haline gelebilmesi için modelin amaç fonksiyonun ve kısıtlarının doğru şekilde belirlenmesi, katsayıların ve değişkenlerin de modele doğru bir şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir.

Maksimin ve minimaks ilkeleri uyarınca ve $(x_1, x_2, ..., x_n)$ vektörünün optimal olasılıkları gösterdiği durumda maksimin problemi aşağıdaki şekilde ortaya konabilir;

$$\max\left\{\min(\sum_{i=1}^{m} a_{i1}x_i, \sum_{i=1}^{m} a_{i2}x_i, ..., \sum_{i=1}^{m} a_{in}x_i\right\}$$

$$\begin{aligned} & x_1 + x_2 + ... + x_m = 1 \\ & x_i \geq 0, i = 1, 2, ..., m \end{aligned} \qquad (1.17)$$

Oyun değeri(v), A oyuncusu için emniyetlli bir değer olacağından,

$$v = \min(\sum_{i=1}^{m} a_{i1}x_i, \sum_{i=1}^{m} a_{i2}x_i, ..., \sum_{i=1}^{m} a_{in}x_i) \qquad (1.18)$$

ve

$$\sum_{i=1}^{m} a_{ij}x_i \geq v,\ j = 1, 2, ..., n$$

(1.19)

eşitlikleri yazılabilir.

A oyuncusunun doğrusal programlama problemini aşağıdaki biçimde yazabiliriz;

Maksimize z = v

$$v - \sum_{i=1}^{m} a_{ij} x_i \leq 0$$
$$j = 1, 2, ..., n \qquad (1.20)$$
$$x_1 + x_2 + ... + x_m = 1$$
$$x_i \geq 0, i = 1, 2, ..., m$$

Oyun değerini gösteren “v” negatif değerlerde alabilir. B oyuncusu için bu probleme minimaks yaklaşımla bakacak olursak B oyuncusu oyun değerini minimize etmeye çalışacaktır ve B oyuncusunun doğrusal programlama modeli şu şekilde olacaktır;

Minimize z = v

$$v - \sum_{j=1}^{n} a_{ij} y_j \geq 0$$
$$j = 1, 2, ..., m$$
$$y_1 + y_2 + ... + y_m = 1$$
$$y_i \geq 0, j = 1, 2, ..., n$$

(1.21)

İki problem de v değişkenini optimize etme ilkesine dayanır. A’nın problemi B’nin probleminin dualidir.

1.6.3. Nash Dengesi (Nash Equilibrium)

Oyun Teorisinin en fazla dikkat çeken çalışmalarının sahibi John Nash’in ortaya koyduğu bu teoreme göre, bütün oyuncuların seçimleri belirliyken hiçbir oyuncu stratejisini değiştirmek için bir neden göremiyorsa bu durumda Nash eşitliği vardır denir. Eğer herhangi bir oyun Nash dengesine ulaşmışsa hiçbir oyuncu stratejisini değiştirerek o anki elde ettiği kazançtan fazlasını elde edemez. İki uçak firmasının 1 Tl. , 100 TL., olmak üzere iki farklı fiyat politikası olduğu bir ulaşım sektöründeki fiyatlandırma problemi ele alalım. Eğer iki firmada daha fazla müşteri amacıyla bilet fiyatlarını 1 Tl., olarak belirlerse, firmalar bu durumda hem kendilerine hemde kendileriyle rekabet halindeki otobüs firmalarına zarar verirler.

Eğer firmalardan biri 1 TL., diğeri 100 TL., olarak fiyat uygulaması belirlerse fiyatı aşağı çeken firma serbest rekabet koşulları nedeniyle piyasa denge haline gelene kadar kendisine ve diğer firmalara zarar verecektir. Her iki firmanında 100 tl. ‘lik fiyat uygulaması ise piyasayı tamamen otobüs şirketlerine bırakacaktır. Eğer uçak firmaları müşterilerin ödemeye hazır oldukları bir miktar üzerinde anlaşırlarsa, hem birbilerine hem de otobüs şirketlerine zarar vermeyeceklerdir.

İşte bu durumda piyasa Nash dengesindedir. Herhangi bir firma bu fiyat politikasını terketmek istemeyecektir. Aksi halde herhangi bir fiyat kırma poltikası halinde her iki firma da bu strateji değişikliğinden bağımsız hareket edecektir.

Her iki oyuncunun da üçer stratejisi bulunan bir oyun matrisi ele alınsın;

Tablo.1.9.Nash Dengesi Örnek Oyun Matrisi

	B1		B2		B3	
A1	6*	4	3	-2	3	6**
A2	2	1	5*	5**	-1	1
A3	4	2	1	6**	6*	7**

Bir hücredeki, birinci ödeme rakamı, bağlı bulunduğu sütundaki en büyük eleman ise ve ikinci ödeme rakamı, bağlı bulunduğu satırdaki en büyük rakam ise bu hücre bir Nash Dengesi özelliği sergilemektedir. Bir başka deyişle, 1. oyuncu için sütun en büyükleri, 2. oyuncu için satır en büyükleri işaretlendikten sonra aynı hücreye denk düşen elemanlar Nash dengesi’ni oluşturur. (*) ile gösterilen ödemeler bağlı bulundukları sütunun en büyük ödemeleridir. (**) ile gösterilen ödemeler ise bulundukları satırın en büyük ödemeleridir. Bu iki optimal ödemelerin aynı hücrelerde bulunması durumunda bu strateji çiftleri arasında Nash dengesi vardır. Bu oyun matrisinde A2-B2 ve A3-B3 hücrelerinde Nash dengesi oluşmuştur. Herhangi bir oyunda 1 tane Nash dengesi olabileceği gibi satır veya sütun boyutlarından fazla olan kadar da Nash dengesi oluşabilir.

1.6.4. Mahkumlar İkilemi (Prisoner's Dilemma)

Sabit toplamlı olmayan oyunları anlatmak için verilebilecek en iyi örneklerden birinin de "Mahkûmlar İkilemi" olduğundan bahsetmiştik. Ali ve Veli gibi iki suçlunun yakalanmları ve sorgu esnasında suçlarını itiraf etmeleri durumunda onlarla yapılacak bir anlaşma söz konusudur. Anlaşma şartlarına göre her iki tutuklu da suçu itiraf ederse -4 birimlik, her ikisi de suçu inkâr ederse -1 birimlik ceza elde edeceklerdir.

Tutuklulardan birinin suçu itiraf etmesi ve diğerinin inkâr etmesi durumunda ise, suçu itiraf eden dürüstlüğünden dolayı ödüllendiriliyor ve serbest bırakılıyor, inkar eden ise -9 birimlik ceza kazanıyor. Bu koşullar altında anlaşma hükümlerini oyun matrisinde gösterecek olursak;

Tablo.1.10.Mahkumlar İkilemi Örnek Oyun Matrisi

	İtiraf Et(V)		Reddet(V)	
İtiraf Et(A)	-4	-4	0	-9
Reddet(A)	-9	0	-1	-1

Mahkûmlar ikilemi oyununda, Ali'nin itiraf etme eylemi sabit tutulursa, Veli'in yapabileceği en iyi seçim itiraf etmektir. Çünkü itiraf ederse -4 birim, inkâr ederse -9 birim ceza alacaktır. Ali'nin reddetme eylemi sabit tutulduğunda, Veli'nin yapacağı en iyi seçim yine itiraf etme olacaktır. Ali serbest kalmayı, -1 birimlik cezaya tercih edecektir. Yani, Ali ne yaparsa yapsın, itiraf etmek Veli için dominant bir stratejidir. Ali için de aynı durum söz konusudur. Akılcı oyuncular ayrı odalarda, birbirlerinin nasıl davranacaklarını düşünürken ulaştıkları sonuç olan (itiraf, itiraf) gerçekten oyunun Nash dengesini verir, çünkü ne Ali ne de Veli rakibin itiraf stratejisi karşısında kendi itiraf stratejilerini değiştirmek istemezler.

1.6.5. Mahkûmlar İkilemi-Gurur İkilemi ve Fayda Etkileşimi

Şimdi mahkûmların çıkmazını farklı bir şekilde ele alalım. Ali ve Veli aynı koşullar altında yakalanmış olsun ve yine anlaşma şartları daha önce belirtildiği gibi olsun, Tablo.1.10' daki mahkûmlar ikilemi matrisine tekrar dönelim. Burada problemimize gurur ve utanç fonksiyonlarını dâhil edecek olursak, itiraf etme ya da etmeme stratejilerinin yanına daha başka değişkenler ekleyerek oyunumuzu farklı bir şekilde ele alabiliriz. Beraber suç işlemeye teşebbüs etmiş iki mahkûmun birbirlerine güvendiği ve gururlu olan davranışın suçu itiraf etmeme seçeneği olduğu varsayımında bulunursak, itiraf etmeyen tarafın pozitif yönde gurur puanı, eden tarafın negatif yönde utanç puanı alacağını düşünülebilir. Gurur fonksiyonu,
g(x)= x + 5 ve utanç fonksiyonu, u(x)= x–5 olarak tanımlar ve matristeki faydaları tekrar değerlendirecek olursak oluşan yeni matris şu şekilde olacaktır:

Tablo.1.11.Mahkûmlar İkilemi(Gurur Fonksiyonu)

	İtiraf Et		Reddet	
İtiraf Et	-9	-9	-5	-4
Reddet	-4	-5	4	4

Mahkûmlar ikileminden farklı olarak gurur ikileminde oyunun denge noktası itiraf et - itiraf et strateji ikilisinde oluşmamıştır. Bu tür bir oyunda herhangi bir suçlu karşısındaki oyuncunun kişisel özelliklerini kantitatif mantıkta yorumlar ise kendisine daha fazla fayda getirecek seçeneği belirleyebilir.

Ekonomik düzlemde yorum yapılacak olursa, firmaların üst düzey karar mekanizmalarının riske karşı tutumları verdikleri kararları doğrudan etkilemektedir.
Bir firma rekabet halinde olduğu firmanın riske karşı tutumunu iyi yorumlar bunun yanında kendi faydasını yalnızca kar maksimizasyonuna bağlamayarak fayda

fonksiyonuna başka değişkenler atarsa, verdiği kararlar da daha sağlıklı ve firma açısından daha yarar sağlayıcı olacaktır.

Bireylerin veya şirketlerin riske karşı tutumları baz alınarak bu firmaların veya şirketlerin faydaları açısından oyun matrisinin değerlendirmesi yeniden yapılabilir. Diğer yandan, oyuncuların birbirlerinin stratejileri ve bu stratejiler sonucunda elde edecekleri sonuçlara ilişkin "tam bilgi" sahibi olmaları varsayımı, fayda değerleri kullanılması durumunda da geçerli olur. Yani oyuncular birbirlerinin riske karşı tutumları konusunda bilgi sahibi ise oyun ve fayda kuramları karar vericilerin stratejilerini ortaya koymada bütünleşik bir karar verme aracı olarak kullanılabilmektedir.[30]

Aşağıda fayda fonksiyonları verilmiş A ve B oyuncularına ait matris verilmiştir;

Tablo1.12.Fayda Kuramı-Oyun Kuramı Etkileşimi Örnek Oyun Matrisi

	B1		B2	
A1	5	4	3	5
A2	7	1	2	6

Yukarıdaki tabloda, herhangi bir hücredeki ilk değerler A oyuncusunun faydasını gösterirken ikinci değerler o strateji çiftinin oynanması sonucunda B oyuncusunun faydasını göstermektedir. A oyuncusunun riske giren bir karar verici olduğunu varsayarsak A oyuncusunun fayda fonksiyonu konveks, B oyuncusunun riskten kaçan bir tutum izlediği durumda ise bu oyuncunun fayda fonksiyonu konkav yapıda olacaktır. A ve B oyuncuları için bu varsayımlar altında fayda fonksiyonu atayabiliriz. Bahsedilen fayda fonksiyonlarını riske karşı tutumları ele alarak aşağıdaki şekilde seçebiliriz.

---

[30] Gümüşoğlu ve Aslı Özdemir, **Rekabet Ortamında Karar Verme Süreçlerinde Oyun ve Fayda Kuramı İlişkileri ve Etkileşimi**, Review of Social, Economic & Business Studies, Vol.9/10, 287-308

$$f_A(x) = \frac{x^2}{25}$$

$$f_B(x) = \frac{\sqrt{x}}{5}$$

Fayda değerlerinin fonksiyona koyulmasından sonra oluşan yeni matris aşağıdaki gibi olacaktır.

Tablo.1.13.Fayda Fonsiyonu Uygulanmış Değelere Ait Oyun Matrisi

	B1		B2	
A1	1.00	0.40	0.36	0.44
A2	1.96	0.20	0.16	0.48

Oluşan yeni matriste oyuncuların riske karşı tutumlarını göz önünde bulundurarak fayda değerleri yer almaktadır. A oyuncusunun kendisine en yüksek kazancı veren 1. stratejiyi oynaması durumunda B oyuncusu 2. stratejiyi oynar ve bu durumda A oyuncusu 1.96 'lık fayda yerine, 0.16 'lık fayda değeri elde edecektir.

Bu sebepten ötürü rasyonel olan A oyuncusunun 1. stratejiyi oynaması ve B oyuncusunun 2. stratejiyle karşılık vermesidir. Oyunun denge noktası A1-B2 strateji çiftinde oluşmaktadır. Görüldüğü gibi oyun teorisiyle fayda kuramı arasında da ödemelerin yorumlanması ve oyun matrisinin çözümlenmesi açısından güçlü bir ilişki vardır.[31]

1.6.6. Hurwics ve Bayes-Laplace Kuralları

Eksik bilgiye dayanan oyunların çözümü için ortaya atılan yöntemlerden ikisi Hurwics ve Bayes-Laplace kurallarıdır. Karar probleminde karar verilirken maksimin ve minimaks ölçütler göz önünde bulundurularak iyimser veya kötümse kararlar verilebilir. Leonid Hurwics'in ortaya attığı kurala göre iyimser ve kötümser

[31] Oyun Teorisi ve Fayda Kuramı ile ilgili daha geniş bilgi için, bkz. Gümüşoğlu, Ş. ,**Rasyonel Karar Verme Süreçlerinde Oyun ve Fayda Kuramı Etkileşimi**, Sıtkı Gözlü'ye Armağan Kitabı, Çağlayan Basımevi, İstanbul.2007 ve Gümüşoğlu ve Aslı Özdemir,**Rekabet Ortamında Karar Verme Süreçlerinde Oyun ve Fayda Kuramı İlişkileri ve Etkileşimi**, Review of Social, Economic & Business Studies, Vol.9/10, 287-308

ölçütlerin ortalaması alınarak karar verilir. Örnek olarak bir kişinin yatırım sorununu ele alalım. Doğanın durumları (B1,B2,B3,B4), oyuncunun stratejileri veya yatırım kararları ise (A1,A2,A3,A4) olsun. Doğanın farklı durumları karşısında yatırımların ulusal ekonomide yaratacağı milli gelir artış yüzdelerini, matris halinde gösterelim.

Tablo.1.14.Yatırım Sorunu Örnek Oyun Matrisi

	D_1	D_2	D_3	D_4
Y_1	6	2	9	6
Y_2	4	3	5	12
Y_3	8	6	5	15
Y_4	3	4	8	1

Satır elemanları yatırımları ve sütun elemanları doğanın stratejilerini göstermektedir. Oyun matrisinin elemanları, yatırım kararlarının ulusal gelirdeki artış yüzdelerini göstermektedir. Söz konusu oyunda istenen hangi yatırıma karar verileceğidir.[32]

Böyle bir oyunda emniyet stratejileri ile karar verilebilir. Ancak tam belirsizlik olması durumunda, Hurwicz kötümser ile iyimser durumun aritmetik ortalaması alınarak en yüksek ortalama değeri veren stratejinin seçilebileceğini ve böylelikle de riskin en aza indirilebileceğini söylemiştir.

Problemi, bu teori yardımıyla çözersek;

Tablo.1.15.Yatırım Sorunu Çözüm Matrisi

	Min Y_i	Max Y_i	Ortalama
Y_1	2	9	5,5

[32] Oskar Lange, **Optimal Decision Principles of Programming**, Pergamon Pres, New York, 1971, s.270

Y_2	3	12	7,5
Y_3	5	15	10
Y_4	1	8	4,5

Yatırım yapan oyuncunun ortalama değeri en yüksek olan 3. stratejiyi oynaması rasyonel olandır. Ayrıca Hurwics kuralı, en iyi ve en kötü durumların meydana gelmeleri için olasılıklar verilerek genişletilebilir.

Örneğin; en iyi durumun gerçekleşme olasılığı 0,60 ve en kötü durumun gerçekleşme olasılığı ise 0,40 olduğunda, yatırımların beklenen değerler şu şekilde olacaktır;

B.D.(Y1) = 9(0,6) + 2(0,4) = 6,2

B.D.(Y2) = 12(0,6) + 3(0,4) = 8,4

B.D.(Y3) = 15(0,6) + 5(0,4) = 11*

B.D.(Y4) = 8(0,6) + 1(0,4) = 5,2 (1.22)

Bu değerlere göre yorum yapıldığında optimal çözüm yine 3. stratejiyi işaret etmektedir. Tam belirsizlik altında oynanan oyunlarda bir başka çözüm yöntemi ise Bayes-Laplace Kuralıdır. Bu kural uyarınca doğa olaylarının ortaya çıkmaihtimallerinin aynı olduğu varsayımı altında hareket ederek bir çözüm bulunması durumu söz konusudur. Yine aynı yatırım sorunumuzu bu kural ile çözecek olursak, doğa stratejilerinin ortaya çıkma olasılıkları birbirine eşit ve toplamda 1 olacağından;

$$\begin{aligned} p_1 + p_2 + p_3 + p_4 &= 1 \\ p_1 = p_2 = p_3 &= p_4 \end{aligned} \tag{1.23}$$

olur. Ve bu olasılık koşulları altında beklenen değerler;

B.D.(Y1) = 6(0,25) + 2(0,25) + 9(0,25) + 6(0,25) = 5,75

B.D.(Y2) = 4(0,25) + 3(0,25) + 5(0,25) + 5(0,25) = 6,0

B.D.(Y3) = 8(0,25) + 6(0,25) + 5(0,25) + 5(0,25) = 8,5*

$$B.D.(Y4) = 3(0,25) + 4(0,25) + 8(0,25) + 8(0,25) = 4,0 \tag{1.24}$$

Oyun matrisinin Bayes-Laplace Kuralı ile çözümü yapıldığında da yatırımcı oyuncu için optimal çözüm 3. stratejinin oynanması yönünde olacaktır.

1.6.7. İşbirlikçi Oyunlar ve Shapley Değeri

Mahkûmlar ikilemi oyunun mahkûmlar işbirliği içirisinde hareket ederse her ikisi açısından da olumlu sonuçlandığı bir durumdur.

Mahkûmlar ikilemi oyunun yapısı nedeniyle birçok farklı şekilde günlük hayatta karşımıza çıkabilir.

Çağdaş dünyada mahkûmlar çıkmazı oyunun karşımıza çıktığı beş farklı örnek ile aşağıdaki şekilde özetlenebilir.[33]

a. Reklam Oyunu

İki değişik firmanın belli bir pazarda aynı ürünü sattığı durum söz konusudur ve ürünlerin satış fiyatları ve firmaların toplam satış miktarları değişmemektedir. Değişen şey firmaların Pazar paylarıdır ve bu pay onlarn reklam bütçelerinin büyüklüğüne bağlıdır.

b. Ortak Kaynak Oyunu

Su kıtlığı nedeniyle yurttaşlardan su tüketimlerini kısmaları istenir. Eğer her yurttaş kendinde isteneni yaparsa kimse su stoklamamalıdır. Bir kişinin su stokluyor olması genel anlamda bir sorun teşkil etmesede herkesin kendi çıkarına yönelik hareket ettiği durumda sonuç felaket olacaktır.

c. Vergi Oyunu

Eğer kimse vergi vermez ise devletin işleme mekanizması çökecektir. Ancak herkes vergi ödemeyi kabul ederse vergi ödemeyen hiç kimse kalmaz. Doğal olarak bir birey için en iyi seçenek herkesin vergisini ödediği durumda kendisinin vergi ödemediği durumdur.

[33] Davis 1970,s.95-6;Polama M. M., **Çağdaş Sosyoloji Kuramları**, Çeviren: Dr.Hayriye Erbaş,Gündoğan Yayınları, Ankara,1993, s.178

d. Üretim Kısma Oyunu

Üretim fazlası olan br yıldan sonra çiftçiler fiyatların artması için gönüllü olarak üretimlerini kısma kararı verirler. Fakat hiçbir çiftçi fiyatı etkilemek için üretimini kısmaz. Onlar için en iyi seçenek ne getiriyorsa getirsin mümkün olduğunca fazla satış yapmaktır. Bu nedenle üretim artar ve fiyatlar düşer.

e. Silahsızlanma Yarışı Oyunu

Dost olmayan iki ülke askeri bütçelerini hazırlarken her biri, diğeri önünde askeri avantaj sağlamak ister. Dolayısıyla her ülke buna göre bütçe hazırlar. Sonuçta her ikiside aynı düzeyde askeri güce sahiptirler ancak daha yoksuldurlar.

Yukarıdaki örnekler göz önüne alındığında örneklerdeki bütün devletler, firmalar ya da bireyler işbirliği ile daha iyi neticeler alacakken işbirliğine uymamayı veya işbirliğini devam etmemeyi seçerler. Bunun nedeni güvensizlik, eksik bilgi ya da kişisel çıkardır. İşbirliğinin daha olumlu sonuç verdiği durum "Mahkûmlar İkilemi" ile açıklanmıştı. İşbirlikçi oyunlardan daha önceki bölümlerde bahsetmiştik. İşbirliği yapılan oyunlarda sorun işbirliği sonucunda kimin toplam ödemeden ne kadar alacağının belirlenmesidir.

Shapley değeri basit olarak v oyununda i oyuncusunun beklenen kazancıdır. Bunun hesaplanmasında oyuncusun marjinal katkısından faydalanılır.[34] Kazanç fonksiyonu v ile gösterildiğinde, i. oyuncunun kazancının bulunması ile ilgili olarak Shapley aşağıdaki formülü geliştirmiştir;

$$\Phi_i(v) = \sum_{S \subset N/i} \frac{|S|!(n-|S|-1)}{n!}(v(S \cup \{i\}) - v(S))$$ [35]

(1.25)

[34] Driessen T.,**Cooparative Games,Solutions and Applications**,Kluwer Academic Publishers,1988,s.16

[35] Lloyd S. Shapley. **A Value for n-person Games. In Contributions to the Theory of Games,** volume II, by H.W. Kuhn and A.W. Tucker, editors. Annals of Mathematical Studies v. 28, s. 307-317. Princeton University Press

$\frac{|S|!(n-|S|-1)}{n!}$ işbirliğinin oluşturabileceği bütün alt seçenekleri bulunmasını sağlar.

$v(S\cup\{i\})-v(S)$, ise i. Oyuncunun oyunun kazanılmasındaki payını bulunmasını sağlar.

1.7. Oyun Teoreminin Farklı Alanlara Uygulanması

Oyun teorisi ile ilgili çalışmaların başladığı ilk günden bu yana bu teoriye bir çok alanda değinilmiş, teoremden farklı alanlardaki bir çok sorunun çözümünde yararlanılmıştır. Çalışmanın bu bölümünde farklı alanlarda oyun teorisiyle ilgili çalışmalardan bazılarına yer verilmiştir.

Başka birçok bilim dalıyla ilgili olduğu gibi oyun teorisi biyoloji bilimi ile de yakından ilintilidir. Akademik çevrede bu konuda eserler yapılmıştır. Oyun Teorisi'nin tarihçesi bölümünde Charles Darwin' in türlerin bir takım konularda oyun teorisine bağlı olarak karar verdiğinden bahsedilmişti. Her ne kadar çalışmada anlatılan kısımlarda oyun teorisi ismi geçmese de Darwin kuramdan üstü kapalı olarak bahsetmiştir. Charles Darwin İnsan Soyunun Türemesi ve Cinsiyetine Bağlı Ayıklanma kitabının ilk baskısında, doğal seçilimin cinsiyet oranını eşitlemek için hareket edeceğini savunmuştur.

Örneğin, eğer erkeklere göre daha az dişi doğumu olursa, yeni doğmuş bir dişinin yeni doğmuş bir erkeğe göre daha iyi bir çiftleşme olasılığı vardır ve bu nedenle daha fazla yavrusu olması beklenebilir. Bunun için, ebeveynler genetik olarak ortalama sayıdan daha fazla toruna sahip olabilmek için dişi doğurmayı isteyeceklerdir ve böylece genlerin dişi üretim eğilimi artar ve dişi doğumları daha çok olur. Erkek ve dişi bireyler arasındaki oran 1/1 oranına yaklaşıldığında, dişi üretimi ile ilgili avantaj yavaş yavaş yok olacaktır. Aynı durum erkek doğumları az olduğunda da tersi şekilde işleyecektir. Bu nedenle denge oranı 1/1' dir.[36]

[36] http://www.oyunteorisi.com/article.php?aID=23 (17.03.2009)

Yine popülasyon yaşantısından bir örnek daha verelim. Örneğin; belli bir canlı populasyonunda elimizde iki tane erkek, iki tane dişi stratejisi olduğu durumu ele alalım.

İki dişi stratejisi varolduğu durumda, bu stratejilere "**nazlı**" ve "**hızlı**" denilsin. 2 erkek stratejisi de "**çapkın**" ve "**sadık**" olarak adlandırılsın. Nazlı dişiler, uzun ve pahalı flört döneminden sonra ve hızlı dişiler ise, herkesle anında çiftleşiyor diyelim. Sadık erkekler ise, uzun süre flört ediyor ve çiftleşme sonrasında dişi ile kalarak, yavrunun büyütülmesine yardım ediyor. Çapkın erkekler ise, dişi hemen çiftleşemeye hazır değilse, başka dişiler arıyor. Çiftleşmeden sonra yavrunun bakımına yardım etmiyor ve başka dişiler aramaya gidiyor.

Dawkins, şöyle bir puanlama yapmıştır; anne ve babanın yavrunun başarı ile büyütülmesinden elde edecekleri gelir +15 birim olsun. Yavrunun büyütülmesi, beslenmesi, harcanan zaman, vb. gibi alınan tüm risklerin bedeli (-20) birim olsun. Bedel anne-baba tarafından ödendiği için sonuç sıfırdan küçük çıkmalıdır. Uzatmalı flört için zaman kaybetme bedeli ise (-3) birim olsun. *Dawkins* bu konuyla ilgili ortaya 3 farklı senaryo atmıştır. İlk senaryo tüm dişilerin nazlı, tüm erkeklerin sadık olduğu popülasyona ait senaryodur. İkinci senaryoda ise ilk senaryodaki popülasyona hızlı bir dişinin girdiği durumu ele alır. Üçüncü senaryo ise çapkın erkeğin popülasyona dahil olduğu durumu ele alan senaryodur.[37]

Oyun Teorisinin görüldüğü farklı alanlardan biri de rekabetin en üst düzeyde yaşandığı spor ve rekabetin yanında artık ekonomik bir sektör olarak tanımlanan futboldur. Takımların ortak çıkar sebebiyle otoriteye karşı birlikte hareket etmeleri, futbolcuların teknik kadroya karşı davranışları vb. birçok sorunu aslında bir oyun teorisi sorunu hissi uyandırmaktadır.

Rasyonel ve işbirlikçi hareket etmenin en güzel örneklerinden biri Portekizde düzenlenen 12. Avrupa Futbol Şampiyonası sırasında canlı olarak yaşanmıştır. Avrupa Futbol Şampiyonası'nda gruplarda ilk ikiye giden takımlar direk olarak

---

[37] Bu farklı senaryoların sonuçları ve popülasyonun hareketlerinin oyun teorisine uygunluğunu daha ayrıntılı görmek için bkz. http://www.oyunteorisi.com/article.php?aID=19 (18.03.2009)

çeyrek finale çıkarak kupada yollarına devam etmektedirler. Üçüncü ve dördüncü sırada yeralan takımlar ise turnuvadan elenmektedir. Ancak herhangi bir fikstürde zor karşılaşılacak bir olay Bulgaristan, Danimarka, İsveç ve İtalya milli futbol takımlarında oluşan 2004 yılında Portekizde düzenlenen 12. Avrupa Futbol Şampiyonası C Grubunda ikinci maçlar sonucunda karşımıza çıkmıştır.

Aşağıdaki tablo ikinci maçlar sonucunda oluşan puan tablosunu göstermektedir.[38]

Tablo.1.16.Avrupa 2004,C Grubu Puan Durumu

	0	G	B	M	A	Y	P
İsveç	2	1	1	0	6	1	4
Danimarka	2	1	1	0	2	0	4
İtalya	2	0	2	0	1	1	2
Bulgaristan	2	0	0	2	0	7	0

Üç maç üstünden oynanan grup maçlarının sonuncu maçları ise;

İsveç-Danimarka
İtalya-Bulgaristan

takımları arasında oynanacaktı.

Puan tablosu incelendiğinde ilk iki sıradaki takım son maçlarında berabere kalırlarsa ve İtalya son maçını kazandığı takdirde üç takımın puan eşitliği dolayısıyla grubun ilk iki sırasında yer alacak takımlar üç takımın averaj durumuna bakılarak karar verilecekti. Yani puan tablosu ve daha önceki maçlar dikkate alındığında İsveç-Danimarka arasında yapılacak maç 2–2 veya daha farklı bir beraberlik skoru ile biterse bu iki takım beraber bir üst tura çıkacak durumdaydı. İtalya Futbol Federasyonu maç öncesi yaptığı açıklamada bu maçın dikkatli bir şekilde

[38] http://www.maksimum.com/spor/euro2004takim.php?frm_id=10 (19.03.2009)

incelenmesi çağrısında bulunmuştu ve maç öncesi yaptığı açıklamada bu maçın 2–2' lik skorla biteceğini söylemişti.

Gruptaki son maçta kazanmak için hareket edecek bir taraf grup birinciliğini elde ederek bir üst tura çıkabilirdi. Ancak taraflar işbirliği yaparak ya da yapmayarak (bu tartışmalar hala devam etmekte) her iki taraf için avantajlı olacak skorla maçı bitirdi. Maç 2–2' lik skora ulaştığında bir taraf bunu bozarak kazanamak için saldırma stratejisini belirleyebilirdi ancak bu strateji Nash dengesini terk etmek anlamına gelir ve o takım için olumsuz biçimde de sonuçlanabilirdi. Ancak oyun denge noktasına ulaşmıştı. Ve maçın son on dakikası takımların kendi aralarında yaptığı paslaşmalarla geçti. Belki de denge noktasının avantajının ve keyfinin en reel yaşandığı on dakika bu oldu. Oyun teorisinde kuramsal olarak haberi olsun yada olmasın, rakipler önceden anlaşsın yada anlaşmasın görünen o ki içgüdüsel olarakta bu denge noktasına uygun hareket edilmektedir.

1.8. Oyun Teoremi ve Ekonomi

Oyun Teorisine ekonomik alandaki karar verme süreçlerinde de başvurulabilir. Ekonomik piyasalarda ayakta kalmaya çalışan işletmelerin ve iyi hizmet ve kalite arayışındaki tüketicilerin arasında devamlı olarak tekrar eden ve birbiri içine geçmiş sayısız oyun oynanmaktadır.

Oligopol piyasalar, piyasaya arzın n sayıda işletme tarafından sağlanması durumunu sağlayan piasa modelidir. Oligopol piyasalarında, çok sayıda tüketici ve piyasaya hizmeti gerçeklestiren birden fazla üretici bulunmaktadır. İşletmecilerin üretmiş olduğu mal ve hizmetlerin homojen özellik gösterdiği piyasalar, saf oligopol piyasa olarak tanımlanmaktadır. Üretilen malın homojen özellik göstermemesi, diger bir ifadeyle piyasaya arz edilen malın farklılaştırılmış olması durumunda ise, söz konusu piyasaya farklılaştırılmışoligopol piyasası denilmektedir.[39]

Oligopol piyasalarda mal ve hizmetler homojen olduğundan ve çoklu işletmeler yer aldığından, işletmeciler diğer işletmecilerin stratejilerinden etkilenir.

[39] Selçuk ARSLAN, Telekomünikasyon Şebekelerinde Oyun Teorisi Yaklaşımı, Doktora Tezi, Ankara,2006, s.49

Ve bu etkileşimler oyun teorisi yaklaşımların uygulanabilirligini sağlamaktadır. Oligopol piyasalardaki işletmeler, karar alma söz konusu olunca tekel piyasalardakiler kadar bagımsız hareket edemezler.

Oligopol piyasalarda, iki işletmecinin bulunması durumunda söz konusu özel duruma, duopol piyasa denilmektedir. Oligopol piyasalarında işletmecinin diger işletmecilerin kararlarına karsı gösterecegi tepkilere iliskin olarak farklı modellemeler söz konusudur. Bu modellerden bazıları şunlardır:

a.Rekabet Modeli
b.Cournot Modeli
c.Kartel Modeli
d.Stackelberg Modeli
e.Bertrand Modeli

1.8.1. Rekabet Modeli

Rekabet (competition) modelde, duopol piyasasında yer alan iki işletmenin homojen mal ürettiği ve söz konusu işletmelerin tam rekabet kosullarına uygun davranacağı varsayımı esastır. Buna göre işletmeler kârlarını, yalnızca kendi üretiminin bir fonksiyonu olarak algılamaktadır.
Dolayısıyla rakip satıcının olası tepkileri dikkate alınmamaktadır.[40]

Birinci işletmenin üretim miktarının q_1 , İkinci işletmenin üretim miktarının q_2 olacağı varsayıldıgında, piyasaya arz edilen mal miktarı iki işletmecinin üretim miktarına eşit olacaktır. Dolayısıyla toplam arz miktarı Q_d ,

$$Q_d = q_1 + q_2 \tag{1.26}$$

[40]İsmail Bulmuş, **Mikro İktisat**, 5. baskı, *Cantekin Matbaası*, Ankara, (2003), s.131

olacaktır. Piyasaya arz edilen ürünler ile fiyat arasındaki ilişki ve ilgili ters talep fonksiyonu asagıdaki sekilde gösterilebilmektedir:

$$Q_d = f(P) \Rightarrow P = f(Q_d) \Rightarrow P = f(q_1 + q_2) \tag{1.27}$$

Buna göre, işletmelerin toplam gelir (TR, total revenue) fonksiyonları aşağıdaki şekilde oluşturulabilmektedir:

$$\begin{aligned} TR_1 = Pq_1 \Rightarrow TR_1 = f(q_1 + q_2)q_1 \\ TR_2 = Pq_2 \Rightarrow TR_2 = f(q_1 + q_2)q_2 \end{aligned} \tag{1.28}$$

Yukarıdaki gelir denkleminden görülecegi üzere, isletmelerin gelirleri rakip işletmecinin üretim miktarına bağımlı olmaktadır. Buna karşın, işletmecilerin toplam maliyet (TC, total cost) fonksiyonu kendi üretim düzeylerine bağlı olmaktadır:

$$TC_1 = f(q_1)$$

$$TC_2 = f(q_2)$$

(1.29)

İşletmecilerin elde edecekleri toplam kâr (total profit) miktarı $\prod_1 ve \prod_2$ olarak tanılanabilir. Buna göre işletmelerin sahip olacağı kâr miktarı aşağıdaki şekilde gösterilebilmektedir:

$$\begin{aligned} \prod_1 = Pq_1 - TC_1 \\ \prod_2 = Pq_2 - TC_2 \end{aligned} \tag{1.30}$$

İşletmelerin maksimum kâr seviyesine ulaşabilmeleri için, her bir kâr fonksiyonunun türevi alınarak söz konusu ifadeler sıfıra eşitlenmektedir:[41]

---

[41] a.g.e.Arslan,S.

$$\frac{d\prod_1}{dq_1} = P - \frac{dTC_1}{dq_1} = 0 \Rightarrow P = MC_1$$
$$\frac{d\prod_2}{dq_2} = P - \frac{dTC_2}{dq_2} = 0 \Rightarrow P = MC_2 \qquad (1.31)$$

1.8.2. Cournot Modeli

Cournot Duopol Modeli’nde bir firmanın stratejisi üretim miktarı olarak tanımlanabilir. İki oyuncunun bulunduğu bir durumda, birinci firmanın üretim düzeyine q_1 ile, ikinci firmanın üretim düzeyine q_2 ile gösterelim Stratejilerin üretilen miktarlar olduğu (üretimin satışlara eşit olduğu ve stok bulunmadığı varsayımı altında oluşan) bir model ele alalım. Bu durum işbirliğine dayanmayan Nash dengesi görünümündedir.

Cournot çözümündeki bileşenleri ele alırsak;

$$\prod_1 = TR_1 - TC_1$$
$$\prod_2 = TR_2 - TC_2$$
$$\frac{d\prod_1}{dq_1} = \frac{dTR_1}{dq_1} - \frac{dTC_1}{dq_1} = 0 \Rightarrow MR_1 = MC_1 \qquad (1.32)$$
$$\frac{d\prod_2}{dq_2} = \frac{dTR_2}{dq_2} - \frac{dTC_2}{dq_2} = 0 \Rightarrow MR_2 = MC_2$$

Cournot modelde, yukarıdaki sonuçtan da anlayabileceğimiz gibi, işletmelerin en kârlı bir sekilde çalısabilmeleri için üretim seviyelerini, marjinal maliyetin marjinal hasılata eşit oldugu noktaya göre belirlemesi gerekmektedir. Herhangi bir fonksiyonun ikinci mertebeden türevi bize fonksiyonun maksimum ve minumum noktaları konusunda sonuç vereceği bilgisi üzerinden Kâr maksimizasyonuna ilişkin ikinci derece kosulları şu şeklide yazabiliriz:

$$\frac{d^2 \prod_1}{d^2 q_1} = \frac{dMR_1}{dq_1} - \frac{dMC_1}{dq_1} < 0 \Rightarrow \frac{dMR_1}{dq_1} < \frac{dMC_1}{dq_1}$$
$$\frac{d^2 \prod_2}{d^2 q_2} = \frac{dMR_2}{dq_2} - \frac{dMC_2}{dq_2} < 0 \Rightarrow \frac{dMR_2}{dq_2} < \frac{dMC_2}{dq_2} \qquad (1.33)$$

Cournot çözümünde, piyasa dengesine, bir süreç sonrasında ulaşılmaktadır. İşletmelerden birisinin üretim miktarı, digerini yeni bir denge arayışına sokmakta ve bu yeni durum karsısında diğer işletme üretim seviyesini değiştirmek durumunda kalmaktadır. Bu etkileşim işletmelerin tepkisi olarak ifade edilebilmektedir. Söz konusu süreç, işletmelerin birbirlerinin üretim seviyesinden memnun oluncaya kadar devam etmektedir. Piyasa dengesine (Nash dengesi) ise söz konusu memnuniyetin ardından ulaşılmaktadır.

1.8.3. Kartel Modeli

Herhangi bir piyasada uzun zamanlı rekabet etkileşimleri sonucunda, firmalar kartel oluşturmak amacıyla işbirliğine giderler. Bu şekilde genellikle üretim miktarında kısıtlamalara gidilerek, fiyatların artması hedeflenmektedir. Dolayısıyla Kartel yönteminde aslında bir tekel ortamının oluşturulmasına neden olunmaktadır.

Kartel yönetiminde işletmeler toplam karlarını maksimize edilmesini hedefleyerek üretim miktarı belirleme yoluna giderler. Kartel oluşturan işletmeciler, genellikle endüstri kârının ne sekilde paylaşılacagını da kendi aralarında önceden kararlaştırmaktadırlar.[42]

Toplam kar fonksiyonu $\prod = \prod_1 + \prod_2$ olarak belirlersek üretim miktarları bu fonksiyonun q_1 ve q_2' ye göre kısmi türevlerinin alınmasıyla bulunur.

[42] a.g.e. Arslan, S.

$$\prod = \prod_1 + \prod_2 = (TR_1 - TC_1) + (TR_2 - TC_2)$$
$$\frac{d\prod}{dq_1} = 0, \frac{d\prod}{dq_2} = 0 \qquad (1.34)$$

1.8.4. Stackelberg Modeli

Bu model Cournot modelin bir uzantısıdır. Cournot modelinde firmalar stratejilerini eş zamanlı olarak belirlerken Stackelberg düopol modelinde oyun sıralı bir şekilde oynanmaktadır. Bu nedenle bu türlü sıralı modellerin çözümü oyun ağacının çözümü gibi sondan başa doğru ilerlenmelidir.[43] Stackelberg modelde öncelikle bir firma kendine ait bir arz miktar belirler ve bu firmaya Stackelberg lideri denir. Rakip işletme ise daha sonra bir arz miktarı belirler ve bu firmaya da Stackelberg takip edicisi denir. Stackelberg takip edicisinin tepki fonksiyonu, öncü firmanın belirlediği arz miktarına göre Cournot modelde bulduğumuz tepki fonksiyonu ile benzer şekilde olur.[44]

1.8.5. Bertnard Modeli

Counot Duopol modelde firma stratejilerinin üretim miktarları üzerine belirlendiğinden bahsedilmişti. Bertnard modelde ise firmaların üretim miktarlarını belirlemek yerine fiyat stratejileri belirleyeceği durumu söz konusudur.
Bertnard modelde kazanç değerlerini yazabilmek için piyasa fiyatından bahsetmeliyiz.

Piyasa fiyatını p,firmaların fiyatlarını p_1 ve p_2 ,talep fonksiyonunu Q ile gösterecek olursak;

[43] Osman Orkan Özer, Oyun Teorisi ve Tarımda Uygulanması, Doktora tezi, Ankara, 2004
[44] a.g.e. Özer, O.

$$p = \min(p_1, p_2)$$
$$Q = Q(p) \tag{1.35}$$

Bir firmanı satacağı malın miktarını belirleyen ürünün fiyatıdır. Çünkü malların homojen olduğu varsayımı altında tüketici ucuz olan mala yönelecektir.
Bu durumda örneğin 1. firma için talep fonksiyonu aşağıdaki gibi üç farklı şekilde bulunur;

$$p_1 < p_2 \qquad \text{ise} \qquad q_1 = Q(p)$$
$$p_1 = p_2 \qquad \text{ise} \qquad q_1 = \frac{Q(p)}{2}$$
$$p_1 > p_2 \qquad \text{ise} \qquad q_1 = 0 \tag{1.36}$$

Her iki firmanında aynı marjinal maliyetle çalıştığı varsayımı altında firmaların kar fonksiyonları ise şöyle bulunur;

$$p_1 < p_2 \qquad \text{ise} \qquad \prod_1 = p_1 Q(p_1) - Q(c_1)$$
$$p_1 = p_2 \qquad \text{ise} \qquad \prod_1 = \frac{1}{2}\left[p_1 Q(p_1) - Q(c_1)\right]$$
$$p_1 > p_2 \qquad \text{ise} \qquad \prod_1 = 0 \tag{1.37}$$

Kar fonksiyonu sürekli biçimde olmadığından en iyi tepki fonksiyonunu türev yolu ile bulamayız. Her iki firmanın da fiyatlarının aynı olduğu koşul altında, herhangi bir firma fiyat indirimi ile piyasanın tamamını ele geçirebilir ve karını iki katına çıkarabilir. Fiyatlar eşit değilse, yüksek fiyatlı firma fiyatını, düşük fiyatlı firma fiyatının biraz altına çeker ve sıfır kardan pozitif kara geçebilir. Bu nedenle pozitif kar Nash dengesi için gereken koşulu sağlamaz.

Her iki firma içinde Nash dengesinin sağlandığı tek koşul firmaların kar elde edemedikleri durumdur. $(\prod_1 = \prod_2 = 0)$
Firmalar kar elde edebilmeleri için işbirliği yoluna giderler bu da beraberinde kartel yapılanmayı getirir. Bu şekilde de duopol piyasadan tekel piyasaya geçiş olur.

İKİNCİ BÖLÜM
OYUN TEOREMİ: BİREYSEL YATIRIM KARARI UYGULAMASI

2.1. Ekonominin Temel Kavramları ve Konusu

Ekonomi, sosyal bir bilim dalıdır. Sosyal bilim dallarının ortak sorunu olan toplumların refah sorunu ekonominin ilgi alanına girer. Dilimize Fransızcadan girmiş olan ekonomi sözcüğünün birçok farklı tanımı vardır. Ekonomi insan gereksinmelerini karşılamada kıt kaynakların alternatifli kullanım yollarını inceleyen bir sosyal bilim dalıdır.[45] Ekonomi ile ilgili buna benzer birçok tanımlama yapılabilir. Ancak ekonomi kelimesinin anlamı ile ilgili olarak, iktisatçılar şu tanım üzerinde anlaşmışlardır demek mümkündür. Ekonomi, insanların ve toplumların para kullanarak ya da para kullanmadan zaman içinde çeşitli mallar üretmek ve bunların bugün ve gelecekte tüketmek, üzere toplumdaki bireyler ya da gruplar arasında bölüştürmek için, kıt kaynakları kullanmak konusundaki tercihlerini inceler.[46] İnsan ihtiyaçlarının sınırsız olduğu bir gerçektir. Ekonominin en büyük problemi de sınırsız ihtiyaçlara sınırlı kaynaklarla nasıl cevap verileceği konusudur.

Dünya üzerindeki birçok gelişmenin insanın ihtiyaçlarına cevap araması neticesinde ortaya çıktığı bir gerçektir. İhtiyaç giderildiği zaman rahatlık, haz ve doyum, giderilmediğinde ise rahatsızlık, acı ve üzüntü veren bir olgudur. İnsanların bütün ekonomik faaliyetleri ihtiyaç olgusuna bağlıdır. İhtiyaçlar şiddetlerine ve

---

45 a.g.e Bulmuş, s.1

46 http://ansiklopedika.org/Ekonomi (15.06.2009)

tatmin edilmediği zaman ki sonuçlarına göre zorunlu ihtiyaçlar ve zorunlu olmayan ihtiyaçlar olarak iki gruba ayrılabilir. Zorunlu ihtiyaçlar genellikle fizyolojik gereksinimlerden doğar ve insanın hayatını idame edebilmesi için birincil dereceden önem taşır (yemek, içmek, barınmak, uyumak vb.). Zorunlu olmayan ihtiyaçların tatminsizliği büyük sorunlar doğurmaz, ancak tatmini bireye haz verir. (tatile çıkmak, eğlenmek,vb.)

Zorunlu ve zorunlu olmayan ihtiyaçları birbirinden kesin olarak ayırmak mümkün değildir. Çünkü ihtiyaçların derecesi ve şekli, insanların yaşadığı toplumun yapısına, yaşa, cinsiyete ve sosyal sınıflar ve mesleklere göre değişiklikler gösterebilmektedir. Örneğin, soğuk iklimlerde yaşayan insanlar sıcak iklimlerde yaşayan insanlara göre daha fazla ısınmaya ihtiyaç gösterirler. Aynı şekilde gelişmemiş bir toplumda otomobil zorunlu bir ihtiyaç durumunda değilken; gelişmiş ekonomilerde, yaşam otomobile bağımlı olarak organize edildiğinden, zorunlu bir ihtiyaçtır. Bu ekonomilerde otomobille alışverişe gitmek, iş takip etmek, işe gidip gelmek daha ekonomik olabilmektedir.[47]

İhtiyaç denildiğinde akla gelen ilk isim kuşkusuz Abraham Maslow ’dur. 1943 yılında ortaya attığı İhtiyaçlar Hiyerarşisi Teorisi, o yıllarda bilim alanında ses getirmiş ve sonrasında da oldukça fazla çalışılan bir konu olmuştur.

Maslow Teorisi, insanların belirli kategorilerdeki ihtiyaçlarını karşılamalarıyla, kendi içlerinde bir hiyerarşi oluşturan daha 'üst ihtiyaçlar 'ı tatmin etme arayışına girdiklerini ve bireyin kişilik gelişiminin, o an için baskın olan ihtiyaç kategorisinin niteliği tarafından belirlendiğini söz konusu etmektedir. Maslow, gereksinimleri şu şekilde kategorize etmektedir:[48]

1. Fizyolojik gereksinimler (uyumak, yemek yemek, solumak vb.)
2. Güvenlik gereksinimi (can ve mal güvenliği isteği)
3. Ait olma gereksinimi (aile kurmak, bir gruba ait olmak vb.)
4. Sevgi, sevecenlik gereksinimi
5. Saygınlık gereksinimi (statü sahibi olmak

[47] http://www.bilgininadresi.net/Madde/39875/%C4%B0htiya%C3%A7lar-ve-%C3%96zellikleri,-%C4%B0htiya%C3%A7-Nedir (25.04.2009)
[48] http://tr.wikipedia.org/wiki/Maslow_teorisi (25.04.2009)

6.Kendini gerçekleştirme gereksinimi (bireyin yeteneklerini geliştirmesi vb.)

Maslow, teorisinde en alttaki basamakta fizyolojik gereksinimlerin yer aldığını belirtmiştir. Maslow ’a göre birey bir alt basamakta yer alan ihtiyacı doyurulmadan bir üst basamağa geçememektedir. Ancak model daha sonra *Yoshio Kondo* tarafından bireyin bütün düzeylerdeki gereksinimlerine aynı anda sahip olabileceği, ancak göreli önemlerinin kişilerin yaşam standardına göre değişeceği tarzında yorumlanmıştır. Bu yorum tarzı gerçek yaşama daha uygundur. Aksi takdirde asgari ücretle çalışan ve henüz fizyolojik gereksinimlerini zar zor karşılayan bir kişinin, bir gruba ait olma, saygı görme gibi gereksinimleri olmayacağı gibi bir sonuç ortaya çıkar. Gerçekte birey daha üst gereksinimlere sahiptir ancak fizyolojik gereksinimlerini daha önde tutar.[49]

İnsan ihtiyaçlarının iyi çözümlenmesi ve yorumlanması ekonomi bilimi için oldukça önemlidir. Maslow ‘un ihtiyaç basamakları ve ekonomik gelişmeler arasında da bir ilişkiden bahsetmek çok ta yanlış olmaz. Günümüzde yaşadığımız küresel krizin basamağın an altını ilgilendiren emlak sektörüyle başlamış olması, sırayla devam ettiği sektörlerle basamağın yukarısına doğru tırmanması bir ilişki kurulabileceğini akla getirmektedir.

İnsan ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik nesnelere ml, insan etkilerine ise hizmet denir. İnsan ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla mal ve hizmetlerin kullanılmasına ise tüketim denir. İnsan ihtiyaçlarının karşılanmasına yönelik olarak mal ve hizmet elde etme işi ise üretim olarak adlandırılır. İnsan ihtiyaçlarının sınırsız olduğundan bahsedilmişti. İktisat bilimi bu ihtiyaçların, karşılanacak ve karşılanmayacaklar olarak sınıflandırılmasını inceler. Karşılanacak ihtiyaçların karşılanma sırası da iktisat biliminin konusudur. Mal ve hizmet üretme işinde izlenilecek yol ve bu mal ve hizmetlerin üretirken kullanılacak kaynaklar ve kaynakların etkin kullanımı da iktisat biliminin konusu içine girer.

2.2. Yatırım ve Tasarruf

[49] http://selimtuncer.blogspot.com/2006/01/maslowun-ihtiyalar-hiyerarisi-kuram-ve.html (30.04.2009)

Yatırım kelimesinin günlük dildeki anlamı ile ekonomideki anlamı birbirinden farklıdır. Ekonomide yatırım, bir ülkenin veya bir kişinin sermaye mallarında ve teçhizat stokunda meydana gelen net bir artıştır. Kurulan yeni bir fabrika, yapılan yeni bir köprü, yeni bir demiryolu hattı, yeni bir baraj ve sulama kanalları, yeni bir okul, kışla ve hastane binaları yapılması yatırımlara örnek olarak verilebilir.[50]

Ekonomik anlamda yatırım; fonların reel varlıklara(sermaye malları) dönüşmesidir. Reel varlıklara yapılan net ilavelere yatırım denmektedir. Reel varlıklar başlıca mal ve hizmetlerin üretilmesi için kullanılan mallar olup, bunlar fabrika, makine donanımı ve stoklardan oluşmaktadır.[51]

Gelir elde etmek ya da belli bir ihtiyacı karşılayabilmek için bireysel tasarruflar, menkul, gayrimenkul ya da kıymetli maden alımı gibi üretken olmayan ancak bireyin zenginliğini koruyucu alanlara yönlendirebilir. Kuşkusuz bu ekonomik anlamda bir yatırım olarak düşünülemez. Yani herhangi bir finansal varlığın bireyler arasında el değiştirmesi "alan" açısından yatırım olurken, "satan" açısından olumsuz yatırım olacağından makro ekonomik açıdan net sonuç sıfırdır. Bu anlamda ekonomik açıdan yatırım reel varlıktaki net artışlar olmaktadır.

Tasarruf ise kişi bakımdan tüketimden vazgeçme anlamına gelir. Bir kişi tüketebileceği mal ve hizmetler (gelirini) bu dönem yerine daha sonraki bir dönemde tüketmeye karar verirse tasarruf yapmış olur. Buradan hareket edecek olursak tasarrufu; belli bir dönemde gelirin tüketilmeyen kısmı, ya da gelirle tüketim arasındaki pozitif fark olarak tanımlayabiliriz.[52] Var olan tasarruftan kullanmaya, onu tüketmeye ise negatif tasarruf denir.

Bireyler beklenmedik durumları göz önünde bulundurarak, herhangi bir kaza ya da hastalık durumunda, geniş çaplı bir harcamaya karşılayabilmek için tasarrufta bulunurlar. Hangi gelir düzeyinde olursa olsun kişiler tasarrufa yönlenirler. Gelir düzeyinden bağımsız olarak düşünüldüğünde kişinin yaşı, cinsiyeti, kültür düzeyi vb. demagojik özellikleri de bireyin tasarrufunun çeşidi ve miktarı konusunda belirleyici birer unsurdur.

---

[50] a.g.e. Pekin, s.23
[51] Uluatam Özhan, Makro İktisat, Savaş Yayınları, Ankara, 1987, s. 144
[52] a.g.e. Pekin, s.23

İster ekonomik anlamda ülke bazında düşünülsün, ister bireysel çapta düşünülsün görüldüğü gibi, tasarruf ve yatırım arasında çok güçlü bir bağ vardır. Tasarruflar olmadan yeni yatırımların gerçekleşmesi oldukça zor olduğu gibi, yatırım olanaklarının bulunamaması veya mevcut yatırımların değerlendirilememesi durumunda tasarrufun oluşması da çok zordur.

2.3. Yatırım Çeşitleri

Yapılacak makro analizleri kolaylaştırması ve yatırımlarla, milli gelir arasındaki ilişkileri daha açık bir şekilde ortaya koyması bakımından yatırımlar, aşağıdaki gibi gruplara ayrılmaktadır.[53]

2.3.1. Brüt Yatırımlar-Net Yatırımlar

Bir ekonomide belirli dönemde yapılan üretim esnasında, üretimde görev alan sermaye malları yıpranır. Söz konusu dönemde yapılan yatırımların aşınma ve yıpranmayı karşılayan kısmından geri kalan miktarına, *net (safi) yatırım* denir. O halde, bir ekonomide bir yılda yapılan yatırımların toplamı, *brüt (gayrisafi)* yatırım olarak adlandırılır. Brüt yatırımdan aşınma ve yıpranma payı çıktıktan sonra geriye kalan yatırıma net yatırım denir.[54] Tesislerin büyütülmesi, düzenlenmesi ve yeni kapasite eklenmesi için yapılan yatırımlarla, stoklarda dönem içinde artışlar net yatırımlara örnektir.

2.3.2. Altyapı Yatırımları-Üstyapı Yatırımları

Doğrudan doğruya mal üretimine yönelik olmayan, fakat mal ve hizmet üreten birimlerin daha verimli çalışması için elverişli ortamı sağlayan temel yatırımlara altyapı yatırımları denir. Bu yatırımların amacı gelir sağlamak değildir. Bu yatırımlar genelde devlet tarafından yapılır. Yol, köprü, baraj vb. konularda yapılan yatırımlar bu yatırımlara örnektir.

Üstyapı yatırımları ise, altyapı yatırımlarının hazırladığı elverişli ortamda kurulan, üretime doğrudan doğruya katkıda bulunan ve kar amacı güden yatırımlardır. Bu tür yatırımları genelde özel teşebbüs yapar.

---

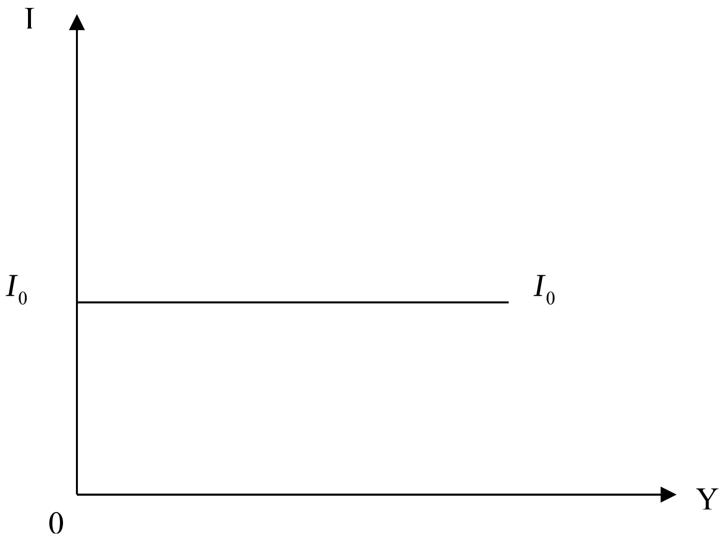
[53] Tevfik Pekin, Makro Ekonomi, (2005) s.159
[54] Zeynel Dinler, İktisada Giriş, s.309

Altyapı yatırımları üç başlıkta incelenir; Sosyal sabit yatırımlar(yol, köprü, vb.), Beşeri sermaye yatırımları (eğitim, sağlık, vb alan yatırımları) ve Kurumsal altyapı yatırımları(mevcut kurumların mali, hukuk vb. etkinliklerini arttırma için yapılan yatırımlar) [55]

2.3.3. Otonomom Yatırımlar- Uyarılmış Yatırımlar

"Otonom" ; eski Yunancadan gelme bir kelime olup, bağımsız anlamına gelmektedir. Milli gelir düzeyi ile ilgili olmayan, yani milli gelirde meydana gelen artış ve azalışların miktarından etkilenmeyen yatırımlara otonom yatırımlar denilmektedir.[56]

I: Yatırım, Y: Milli Gelir olmak üzere otonom yatırımlar ile milli gelir arasındaki ilişkiyi aşağıdaki şekilde gösterebiliriz.



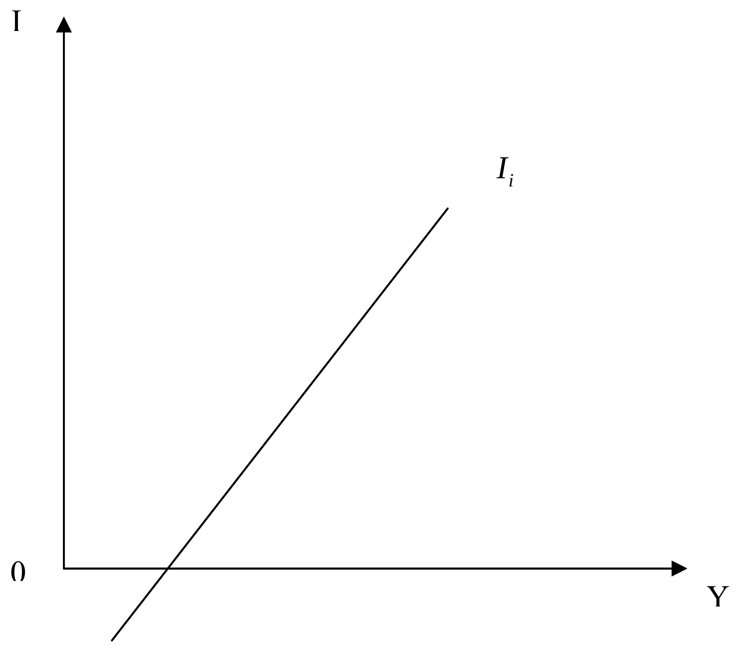
Şekil.2.1.Otonom Yatırım-Milli Gelir İlişkisi

Uyarılmış yatırımlar ise, tüketim harcamalar, tarafından uyarılmış olan yatırımlardır. Bu bakımdan uyarılmış yatırımlar, efektif talebin ve karların artması sonunda yapılmaktadır; yani milli gelire bağlı olarak yapılan yatırımlardır. Uyarılmış

[55] a.g.e. Pekin, s.160
[56] Sadık Acar,, Genel İktisat,1998, s.249

yatırımlar, milli gelirle ilişkili olduğuna göre, aralarında fonksiyonel bir bağlılık vardır.[57]

Bu tip yatırımlar arttıkça milli gelirde de bir artış olacaktır. Çünkü gelir arttıkça, talep artacak, talep arttıkça karlar artacaktır. Karın artışı ise girişimcileri yatırımları arttırmaya itecektir. Bu ilişki ise aşağıdaki şekilde gösterilebilir



Şekil.2.2.Uyarılmış Yatırım-Milli Gelir İlişkisi

2.3.4.Reel Yatırımlar-Mali Yatırımlar(Plasman-Yatırım İlişkisi)

Reel yatırım, ekonominin makine, teçhizat, konut ve bayındırlık tesisleri ve stoklarına bir dönem içinde yapılmış eklemelerdir. Mali yatırımlar üretim araçlarına bir eklemeyi içermeyen, bir alacak hakkının veya bir sermaye malı üzerindeki mülkiyet hakkının el değiştirmesi şeklinde ortaya çıkan işlemlerdir. Hisse senedi ve tahvilin ikinci el piyasada satın alınması, bir firmanın stoklarında ya da bir bireyin servetinde meydana gelen değer artışları mali yatırım kapsamına girer.[58] Mali yatırım bir birey açısından yatırım sayılabilir. Ancak bireylerin bazılarının yatırımı diğerlerinin negatif yatırımı olur.

[57] a.g.e. Acar, s.249
[58] Hüseyin Şahin, İktisat İlkelerine Bakış, 1997 , s.209

Yatırımı firmalar ya da devlet yapar. Ancak, girişimcilerin mevcut bir fabrikayı almaları ya da mevcut fabrikalardan birinin hisselerini almaları, kendileri yönünden yatırım olmakla beraber, makroekonomik anlamda, bu harcama ekonominin üretim kapasitesini değiştirmediğinden yatırım olarak kabul edilmez.

Bunun gibi, mevcut yatırımların el değiştirmesine *plasman* denir. Paranın gelir getirici bir alacağı, menkul veya gayrimenkul bir değere tahsisine plasman denir.[59]

Reel ve mali yatırımlar arasındaki ayırım bir bakıma yatırım ile plasman arasındaki farka tekabül eder. Plasman borç veya hisse senedi ile temsil edilen bir hakkın el değiştirmesinden ve kullanılmasından ibarettir.

Başlıca plasman çeşitleri şu şekilde sıralanabilir:[60]

a)Bankaya yatırılan mevduat; daha önce belirlenmiş bir süre sonunda veya istenildiğinde çekilmek üzere bankalara faiz karşılığı yatırılan para olarak tanımlanabilir.[61]

b)Her türlü tahviller

c)Hamiline yazılı hisse senetler

d)Toprak; eğer değer satışından yararlanılmak ve ileride satılmak üzere satın alınıyorsa plasman sınıfına girer.

e)Altın, değerli taşlar, antika eşyalar, yabancı paralar değer saklamak ve ileride daha yüksek fiyattan satılmak maksadıyla alınıyorsa, bunlara yapılan harcamalar plasman sınıfına girer.

Bu çalışmada en uygun bireysel yatırım tercihine karar verilmeye çalışılacağından yapılan iş aslında uygun plasmana karar vermektedir. Ancak plasman kelimesi yerine daha sık kullanılan bireysel yatırım kelimesi kullanılacaktır. Ayrıca daha sonra oyunun varsayımları kısmında da belirtileceği üzere; plasmanlar içerisinden beş farklı plasman alınacak ve uygulama bu plasmanlar üzerinden değerlendirilecektir. Bunlar; banka mevduatı, borsa yatırımı, döviz yatırımı(dolar ve euro) ve altına yatırımdır.

---

[59] http://tr.wiktionary.org/wiki/plasman (15.06.2009)
[60] a.g.e. Şahin, s.209
[61] http://www.tuketicifinansman.net/2007/09/mevduat-nedir-mevduat-tanimi.html (15.06.2009)

2.4. Ekonomik Alanda Risk ve Riskle Mücadele

Risk zarar veya kayıp hallerine yol açabilecek bir olayın ortaya çıkma olasılığı anlamına gelir. Tehlike ile eş anlamlı ve ileride ortaya çıkması beklenen ama meydana gelip gelmeyeceği kesin olarak bilinmeyen olaylar için kullanılır. Risk gelecek ile ilgili bir kavramdır çünkü gelecek belirsizlik ifade eder. Risk de belirsizlik hallerinde ortaya çıkan ve tehlikenin ciddiyetine verilen isimdir.

Ekonomik alanda bireyler ya da işletmelerin verdiği kararlar risk unsurları içerir. Ekonomide karlılığını devam ettirmek isteyen birey ya da işletme verdikleri kararın, yaptıkları yatırımın risk düzeyini göz önünde bulundurmalıdırlar. Genel anlamda birey ya da firmalar riski sevmedikleri için onu azaltabilmek için masraftan kaçınmazlar. İktisatçılar bireyleri riskten kaçınan, riske kayıtsız ve riskten hoşlananlar olarak kısımlara ayırırlar. Riskli hareketi bir oyun üzerinden açıklayacak olursak; 100 TL kazanmak için %50 şansımız ve 100 TL kaybetmek için %50 şansımız olduğu bir durumda ortalama olarak bu tip kumarlarda para kaybetmek veya para kazanmak gibi bir durum söz konusu değildir. Böyle kumarlara hilesiz kumarlar denir. Ancak 100 TL kazanmak için %30, kaybetmek için ise %70 ihtimalin olduğu bir durum haksız bir kumardır. İnsanların riske karşı tutumlarını büyük ölçüde hilesiz kumarı kabul edip etmeyeceği belirler. Riske karşı kayıtsız bir insan muhtemel neticeye karşı bir ilgi göstermez, sadece ve sadece kumar lehineyse kumara girer. Riskten kaçınan bir insan hilesiz bir kumarı kabul etmeyecektir. Ancak ortaya konan para tatminkâr biçimde lehine ise, tabiatında olan isteksizliğin üstesinden gelebilir. Riskten hoşlanan insan ise matematiksel olarak durum ne kadar aleyhine olursa olsun risk alacaktır. Bu tip insan riskin kendisini kazancına tercih edecektir.[62]

Herhangi bir yatırımcının portföy seçimi riske karşı tutumu ile doğrudan alakalıdır. Portföy genel anlamda düşünüldüğünde; banka mevduatları göreceli olarak daha güvenli mallardır. Yatırımcı banka mevduatlarının ne olacağına dair bir fikre sahiptir. Riskten kaçan bir yatırımcı altın, banka mevduatı, döviz, borsanın yer aldığı bir portföyden muhtemelen banka mevduatını seçecektir. Riske giren yatırımcının ise genel anlamda kazanç miktarı daha değişken olduğu için mevcut seçimler arasından borsayı tercih etmesi muhtemeldir.

---

[62] David Begg, Stanley Fischer, Rudiger Dornbusch, Mikro İktisat, İstanbul, 2001, s.220

Birkaç tane riskli mal olduğunda yatırımcı yatırımını çeşitlendirme yoluna gidebilir. Bu yöntem ile mevcut risk paylaştırılarak azaltılabilir. Özel getirileri birbirinden farklı olan çeşitli mallara karşı risk havuzu ile riski azaltma stratejisine çeşitlendirme denir.[63]

Çeşitlendirme bütün yumurtların aynı sepete konmaması anlamına gelmektedir.[64]

Riskin azaltılması için firmalar geçmişe dönük verileri incelemekte, geleceğe dair uygun bir öngörüde bulunmaya çalışmaktadırlar. Bu çalışmada, mevcut yatırımın portföy arasında optimal şekilde nasıl dağıtılacağından bahsedilecektir. Aynı zamanda riske karşı tutumları göz önünde bulundurularak finansal yatırımcının vereceği kararın nasıl değişeceği analiz edilecektir.

2.5. Yatırım Kararı: Oyun Teoremi Uygulaması

Bir finansal yatırımcının vereceği kararda karar sonucunda ortaya çıkacak riski minimize etmesi önemlidir. Oyun teoremi belirsizlik altında verilen kararlarda en uygun çözüme ulaşılmasını sağlayan karar verme tekniklerinden birisidir. Finansal yatırımcının portföy tercihi için bu şekilde düşünüldüğünde oyun teoreminden yararlanmak uygun olacaktır. Burada oyun yatırımcının doğaya karşı oynadığı oyun olarak düşünülebilir. Yani, piyasa sahip olduğu bütün özellikleri ile doğayı temsil etmektedir. Kuşkusuz piyasa, yatırımcıya karşı bir oyuncu mantığıyla davranmamaktadır. Ancak burada oyuncunun kazancı, piyasanın sanki kasasından çıkacakmış gibi düşünerek yatırımcısını yıkmak, yok etmek istercesine davrandığı düşünülecektir.[65] Bir yatırımcı piyasada herhangi bir tercihi ile milyonlarca başka oyuncu ile karşı karşıya gelmektedir. Bu şekilde düşünüldüğünde, yatırımcının kazancı, birbirinden habersiz milyonlarca yatırımcının kararlarına göre değişiklik gösterecektir.

Herhangi bir oyunda, oyun matrisinin oluşturulması daha önceki bölümlerde anlatılmıştı. Bu çalışmada, oyun matrisi oluşturulurken satırlarda finansal yatırımcının stratejileri, sütunlarda yıllar yer almaktadır. Oyun matrisinin elemanları

---

[63] a.g.e. Begg ve arkadaşları
[64] Yale Üniversitesi'nden Prof. James Tobin, 1981'de ekonomi dalında Nobel ödülünü aldıktan sonra basit bir şekilde portföy seçimi çalışmasının özetlenmesi istendiğinde, bütün yumurtların aynı sepete konmasının akıllıca olmadığını söylemiştir.
[65] a.g.e. Özdil

ise oyuncunun stratejinin hangi yılda ne kadar kazandırdığını göstermektedir. Veriler toplanırken ilgili yatırımın reel getirisi dikkate alınmıştır. Reel getiri herhangi bir yatırım aracının enflasyon oranı dikkate alınarak bulunan değeridir.

Herhangi bir yatırım aracının enflasyon dikkate alınmadığı durumdaki getirisine nominal getiri denir. Örneğin, 1 yıllık bir devlet tahvilinin ilk ihraçta %40 yıllık getiri ile alınıp vade sonuna kadar elde tutulması durumunda bu tahvilin vadeye kadar getirisi nominal %40 olur.[66] Reel getiri ise, nominal getirinin enflasyondan arındırılmış halidir. Reel faiz oranı; teknik olarak, beklenen enflasyonun çıkarılması ile bulunur. Örneğin, faiz oranı %70, beklenen enflasyon oranı %60 ise reel faiz oranı %10 olarak bulunur.[67] Reel getiri değerlerinden ise, tüfe (tüketici fiyat endeksi) göz önünde bulundurularak hesaplanan değerler matrise alınmıştır. Tüketici fiyat endeksi; tüketici tarafından satın alınan mal ve hizmetlerin fiyatlarındaki değişimi ölçen endekstir. Tüfe hesaplanırken ilk olarak, ülkenin genelini temsil eden bir örnek kitlenin bir yıl içinde hangi mal ve hizmete ne kadar para harcadığı hesaplanmaktadır. Bu hesaplamadan çıkan sonuca göre harcama gruplarına endeks içerisinde farklı ağırlıklar verilmektedir. Böylelikle bu örnek kitle tarafından yüksek oranda tüketilen mal ve hizmetler daha yüksek bir ağırlığa sahip olurken, daha az tüketilenler daha düşük bir ağırlığa sahip olmaktadır. Yılın her ayının belirli günlerinde ve belirli alışveriş merkezlerinden alınan mal ve hizmet fiyatlarındaki değişim, bu ağırlıklara göre ölçülerek o ayın tüketici enflasyon rakamına ulaşılır.[68]

Amaç; oyuncu için en uygun çözümü getirecek çeşitlendirmeyi yapmak ve bireysel tutumu bilinen bir yatırımcının elde edeceği faydayı veren bir model sunmaktır. Oyun değeri maksimin ölçüte göre belirlenecektir. Yani, oyun değeri finansal yatırımcının sağlayacağı en düşük getiriyi belirlemektedir. Sonuç olarak yatırımcının oyun değerinden büyük bir gelir sağlaması olasılığı bulunmaktadır.

2.5.1. Oyunun Varsayımları

[66] http://www.parasal.net/tahvil-bono-piyasasinda-temel-kavramlar-t248.html (01.05.2009)
[67] http://www.tcmb.gov.tr/yeni/gen_sek/sozluk.htm#reelfaizorani (01.05.2009)
[68] http://muhasebeturk.org/ecopedia/405-t/1779-tufe-nedir-tuketici-fiyat-endeksi-ne-demek-anlami-tanimi.html (01.05.2009)

i) Oyun matrisi düzenlenirken yatırımcının elindeki parasını değerlendirebileceği portföy seçenekleri beş farklı seçenek ile kısıtlandırılmıştır. Yatırımcının yatırım aracı olarak döviz alabileceği ve dövizdeki değişimler yoluyla kazanç sağlama yoluna gideceği veya fonunu altına yatırarak değerlendireceği düşüncesi seçenekler içindedir. Bunun dışında, yatırımcının diğer iki seçeneği parasını İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında (İMKB) değerlendirmesi ya da bankalarda mevduat olarak değerlendirmesidir. İstanbul Menkul Kıymetler Borsası' nda yatırımcı birçok farklı şirket tercih ederek fonunu değerlendirebilir ancak çalışmamızda borsa genel endeksi dikkate alınmıştır. İMKB'deki birçok farklı endeks türünden pazardaki tüm şirketleri kapsayan bileşik endeks alınmıştır. Bileşik endeks, 60'ı sanayi ve 15'i mali sektör olmak üzere seçilmiş 75 hisse senedine göre hesaplanmakta, 1986 yılından beri günlük olarak Sermaye Piyasası Kurulu (SPK) tarafından yayınlanmaktadır.[69]

ii) Oyun matrisinde yatırımcının stratejileri olarak kabul edilen beş farklı yatırım aracı ile ilgili, bu yatırım araçlarının bir ay, üç ay, altı ay ve 12 ay sonundaki getirilerine, her yıl için ayrı ayrı ulaşılmıştır.[70] Ancak çalışmada yatırımcının herhangi bir yatırımı bir ay devam ettireceği varsayımı ile hareket edilecektir. Bu nedenle yatırım araçlarının bir aylık getirileri dikkate alınmıştır. Oyun matrisine, bir ay sonunda yatırımcının 100 TL olan yatırımının nasıl değiştiğine dair değerler konulmuştur.

iii) İlgili yatırım araçlarının geçmiş dönemlerde hangi ayda nasıl bir seyir izlediğinin bulunması; gelecek dönemle ilgili hangi süreçte ne tür bir düzende seyredeceği konusunda analiz imkânı verecektir. Ancak bu varsayımın rasyonel olması, ilgili dönemlerin ekonomi için krizin olmadığı bir dönemden seçilmesi ile mümkündür. Bu sebepten ötürü, çalışmada 2003–2007 yılları arasındaki veriler dikkate alınmış oyun matrisi oluşturulurken bu veriler kullanılmıştır.

---

[69] Bolak, M., **Sermaye Piyasası Menkul Kıymetler ve Portföy Analizi**, Beta Yayınları, 1994, s.192

[70] İlgili verilere, internet üzerinden, T.C. Merkez Bankası'nın bültenlerinin ve yatırım araçlarının getirilerinin toplu halde bulunduğu "www.gazeteler.com" adresinin incelenmesiyle ulaşılmıştır.

2.5.2. Oyunun Doğrusal Programlama Modeline Dönüştürülmesi:

Temmuz	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	103,4	101,6	101,9	100,5	102,1
Borsa	97,2	107,7	108,8	100,4	113,8
Dolar	98,9	97,1	99	103,7	97,8
Euro	96,4	98,1	98	96,5	99,9
Altın	96,5	98,7	98,9	102,6	99,9

Oyunun varsayımları bölümünde, yatırımcının ilgili fonu değerlendirmesi ile ilgili en az sürenin bir ay olduğundan bahsedilmişti. Bu nedenle ilgili yıllar arasında yatırım araçlarının bir ay içerisinde hangi yılsa ne kadar kazanç ya da kayıp getirdiğine bağlı olarak matrisler düzenlenmiştir. Bu koşullar ve veriler altında temmuz ayına ait oyun matrisi aşağıdaki şekilde düzenlenmiştir.

Tablo.2.1.Temmuz Ayı Ödemeler Matrisi

Oyun matrisi daha öncede belirtildiği gibi yatırımcının 100 TL olan yatırımının nasıl değiştiğine dair verilerle oluşturulmuştur. Örneğin, yatırımcı 2003 yılının temmuz ayında 100 TL olan parasının tamamını borsada değerlendirirse 2,8 TL kayıp ile ay sonunda 97,2 TL elde etmiştir. Diğer aylara ait oyun matrisleri ekler bölümünde yer almaktadır.

Oyunun çözümünde doğrusal programlama modeli kullanılacaktır. Oyunun doğrusal programlama modeline dönüştürülmesi ile ilgili olarak temmuz ayı matrisinin bu modele nasıl dönüştürüldüğü ve çözümün ne şekilde olduğu verilecektir. Diğer aylar için ise sadece çözüm değerleri verilecektir.

Modelin amaçlarından birinin eğer herhangi bir ay için optimal çözüm veriyorsa, yatırımcının fonunu çeşitlendirmesi olduğundan bahsedilmişti. Bu yüzden her aya ait yatırımcının hangi stratejiyi oynayacağına olasılıklar atanabilir. Yatırımcı x_1 olasılıkla faize yatırım yapma, x_2 olasılıkla fonunu borsada değerlendirme, x_3 olasılıkla Dolar alma, x_4 olasılıkla Euro alma ve x_5 olasılıkla altına yatırım yapma stratejilerini oynayacaktır.

Yatırımcının vereceği kararlarda riski en aza indirmesi ve kazancını matristeki olası en kötü seçeneklerden daha büyük bir değerde tutması amaçlanmaktadır. Bu sebepten ötürü yatırıcının herhangi bir yıl için beklenen kazancının oyunun değerinden büyük olması gerekmektedir.

Temmuz ayı ödemeler matrisi göz önüne alınarak model aşağıdaki şekilde oluşturulabilir.

$$
\begin{aligned}
&103,4x_1 + 97,2x_2 + 98,9x_3 + 96,4x_4 + 96,5x_5 \geq V \\
&101,6x_1 + 107,7x_2 + 97,1x_3 + 98,1x_4 + 98,7x_5 \geq V \\
&101,9x_1 + 108,8x_2 + 99x_3 + 98x_4 + 98,9x_5 \geq V \\
&100,5x_1 + 100,4x_2 + 103,7x_3 + 96,5x_4 + 102,6x_5 \geq V \\
&102,1x_1 + 113,8x_2 + 97,8x_3 + 99,9x_4 + 99,9x_5 \geq V \\
&x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 1 \\
&x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0
\end{aligned}
\tag{2.1}
$$

Buradan, $y_i = \dfrac{x_i}{V}$ dönüşümü yapıldığında, doğrusal programlama modelinin kısıtları aşağıdaki şekilde elde edilecektir.

$$
\begin{aligned}
&103,4y_1 + 97,2y_2 + 98,9y_3 + 96,4y_4 + 96,5y_5 \geq 1 \\
&101,6y_1 + 107,7y_2 + 97,1y_3 + 98,1y_4 + 98,7y_5 \geq 1 \\
&101,9y_1 + 108,8y_2 + 99y_3 + 98y_4 + 98,9y_5 \geq 1 \\
&100,5y_1 + 100,4y_2 + 103,7y_3 + 96,5y_4 + 102,6x_5 \geq 1 \\
&102,1y_1 + 113,8y_2 + 97,8y_3 + 99,9y_4 + 99,9y_5 \geq 1 \\
&y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 = \frac{1}{v}
\end{aligned}
\tag{2.2}
$$

Oyuncunun V’yi, maksimize etmek istemesi, $\frac{1}{V}$ ’yi minimize etmek istemesi demektir. Bu yüzden amaç denklemi aşağıdaki şekilde olacaktır.

$$\text{Min}\, Z = (\frac{1}{v}) = y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5$$

$$y_1, y_2, y_3, y_4, y_5 \geq 0$$

2.5.3. Oyunun Çözümü (Model 1)

Oluşturulan modelin çözümü *DS for Windows* programı yardımıyla çözülmüş ve çözüm matrisi aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

Tablo.2.2.Temmuz Ayı Çözüm Matrisi

Yatırım Çeşidi (Temmuz Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0059	0,5959
Borsa	0,0014	0,1414
Dolar	0,0026	0,2626
Euro	0,0000	0,0000
Altın	0,0000	0,0000
Amaç denklemi (1/V)	0,0099	
Oyun Değeri (V)	101,01	

Oyunun çözümünde karma strateji vardır. Çözümden elde edilen çözüm vektörü; $x_i = (0{,}5959\ ,\ 0{,}1414\ ,\ 0{,}2626\ ,\ 0\ ,\ 0)$ şeklinde ve oyun değeri "V= 101,01" olarak bulunmaktadır. Oyun matrisinin yorumlanması sonucunda ise; optimal çözümde, yatırımcının temmuz ayında parasını %59 olasılıkla banka mevduatı yatırımından gelecek faize yatırması, %14 olasılıkla parasını borsada değerlendirmesi ve %26 olasılıkla parasını dövize yatırması sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu çözüme göre temmuz ayında yatırımcı, yatırım kararını euro almak ve altında değerlendirmek yönünde kullanmayacaktır.

Daha önceki bölümlerde bu modelin bir diğer amacının yatırımda çeşitlendirme için optimal bir çözüm bulmak olduğundan bahsedilmişti. Oyunun çözüm matrisi bu yönde incelendiğinde, yatırımcının herhangi temmuz ayında 100 TL olan parasının tamamını yalnızca bir yatırıma yönlendirmek yerine, 59,59 TL sini banka faizine yatırmasına, 14,14 TL sini borsada değerlendirmesine, 26,26 TL si ile dolar almasına, karar verilebilir. Bu çeşitlendirme oyuncuya garantili bir kazanç temin edecektir. Oyun değeri ise oyuncunun minimum kazancına işaret etmektedir. Oyuncu bu oyun sonucunda en kötü olasılıkla 101,01 TL kazanç sağlayacaktır. 100 TL yatırım yapan oyuncu için bu kazanç demektir.

Bütün ayların çözümleri benzer şekilde yapılmıştır. Her ay için oyuncuya optimal yatırım kararı veren strateji bulunmuştur. Oyuncunun stratejileri bazı aylar için arı strateji iken, bazı aylar için ise karma strateji olarak bulunmuştur.

İzleyen tablolar model 1 için yatırımcı karar matrislerini göstermektedir.

Tablo.2.3. Yatırımcı Kararı Çözüm Matrisleri

Yatırım Çeşidi (Ocak Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0099	0,1000
Borsa	0,0000	0,0000
Dolar	0,0000	0,0000
Euro	0,0000	0,0000
Altın	0,0000	0,0000
Amaç denklemi (1/V)	0,0099	
Oyun Değeri (V)	101,01	

Yatırım Çeşidi (Şubat Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0095	0,9596
Borsa	0,0004	0,0404
Dolar	0,0000	0,0000
Euro	0,0000	0,0000
Altın	0,0000	0,0000
Amaç denklemi (1/V)	0,0099	
Oyun Değeri (V)	101,01	

Yatırım Çeşidi (Mart Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0097	0,9604
Borsa	0,0000	0,0000
Dolar	0,0000	0,0000
Euro	0,0004	0,0396
Altın	0,0000	0,0000
Amaç denklemi (1/V)	0,0101	
Oyun Değeri (V)	99,0099	

Yatırım Çeşidi (Nisan Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0090	0,9091
Borsa	0,0004	0,0404
Dolar	0,0000	0,0000
Euro	0,0000	0,0000
Altın	0,0005	0,0505
Amaç denklemi (1/V)	0,0099	
Oyun Değeri (V)	101,01	

Yatırım Çeşidi (Mayıs Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0092	0,9200
Borsa	0,0000	0,0000
Dolar	0,0000	0,0000
Euro	0,0000	0,0000
Altın	0,0008	0,0800
Amaç denklemi (1/V)	0,0100	
Oyun Değeri (V)	100,00	

Yatırım Çeşidi (Haziran Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0085	0,8585
Borsa	0,0004	0,0404
Dolar	0,0010	0,1010
Euro	0,0000	0,0000
Altın	0,0000	0,0000
Amaç denklemi (1/V)	0,0099	
Oyun Değeri (V)	101,01	

Yatırım Çeşidi (Temmuz Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0059	0,5959
Borsa	0,0014	0,1414
Dolar	0,0026	0,2627
Euro	0,0000	0,0000
Altın	0,0000	0,0000
Amaç denklemi (1/V)	0,0099	
Oyun Değeri (V)	101,01	

Yatırım Çeşidi(Ağustos Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0071	0,7171
Borsa	0,0006	0,0606
Dolar	0,0022	0,2223
Euro	0,0000	0,0000
Altın	0,0000	0,0000
Amaç denklemi (1/V)	0,0099	
Oyun Değeri (V)	101,01	

Yatırım Çeşidi (Eylül Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0071	0,7395
Borsa	0,0004	0,0416
Dolar	0,0001	0,0105
Euro	0,0020	0,2084
Altın	0,0000	0,0000
Amaç denklemi (1/V)	0,0096	
Oyun Değeri (V)	104,16	

Yatırım Çeşidi (Ekim Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0100	1,0000
Borsa	0,0000	0,0000
Dolar	0,0000	0,0000
Euro	0,0000	0,0000
Altın	0,0000	0,0000
Amaç denklemi (1/V)	0,0100	
Oyun Değeri (V)	100	

Yatırım Çeşidi (Kasım Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0000	0,0000
Borsa	0,0005	0,0515
Dolar	0,0000	0,0000
Euro	0,0000	0,0000
Altın	0,0092	0,9484
Amaç denklemi (1/V)	0,0097	
Oyun Değeri (V)	1,0309	

Yatırım Çeşidi (Aralık Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0097	0,9797
Borsa	0,0002	0,0203
Dolar	0,0000	0,0000
Euro	0,0000	0,0000
Altın	0,0000	0,0000
Amaç denklemi (1/V)	0,0099	
Oyun Değeri (V)	101,01	

Bulunan çözüm değerleri incelendiğinde, faize yatırım yapmanın diğer aylara oranla daha rasyonel bir seçim olacağı göze çarpmaktadır. Özellikle Ocak ve Ekim aylarında faiz yatırımı tam stratejili bir sonuç vermiştir. Yine; Şubat, Mart, Nisan, Mayıs ve Aralık ayları incelendiğinde %90 pay değerinin üstündeki değeriyle faiz yatırımı başı çekmektedir.

Altına yatırım bulunan sonuç itibariyle Nisan ve Mayıs aylarındaki sırasıyla %5 ve %8 paylarla çok küçük değerler alarak dikkat çekmiştir. Ancak kasım ayı incelendiğinde altına yatırım oranı %94 payı ile kasım ayının en önemli yatırım stratejisini oluşturmaktadır.

Genel itibariyle dövize yatırım incelendiğinde Ocak, Şubat, Nisan, Mayıs, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında bu yatırıma bütçe ayrılmaması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Dolar yatırımı; Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül aylarında sırasıyla %10, %26, %22 ve %1 payları ile dikkat çekmektedir. Diğer aylarda hiç pay almayan Dolar yatırımının, rasyonel bir seçime dönüştüğü ayların yılın yaz aylarına denk gelmesi, bu sonucun turizmle ilişkilendirilebileceği gerçeği bakımından oyun sonucunu desteklemektedir. Euro yatırımı ise Mart ayında %4 ve Eylül ayında %20 pay almıştır.

Borsa endeksi stratejisi incelendiğinde ise bu yatırımın temmuz ayındaki %14 paylık değeri saymasak, yılın hiçbir döneminde %10 barajının üstüne çıkamadığı görülmüştür. Borsa endeksi yatırımı Şubat, Nisan Haziran, Eylül aylarında %4, Ağustos ayında %6, Kasım ayında %5 ve Aralık ayındaki %2 payı ile dikkat çekmektedir. Borsa endeksinin hiçbir ayda en yüksek payı almamış olması aksine yılın tamamı ele alındığında en düşük payı alan yatırım olması, modelin amacı ile örtüşmektedir. Borsa değerlerindeki ani iniş ve çıkışlar, borsa endeksindeki kayıp-kazanç aralığının diğer yatırımlara oranla daha geniş olması, modeldeki riski minimize ederek, optimal portföy çeşitlendirmesi yapılması amacına ters düşmektedir. Diğer yatırımlara oranla borsa endeksi çok daha riskli bir yatırımdır. Oyun matrisleri incelendiğinde, bütün matris değerleri arasından 2003 yılının Mayıs ayı itibariyle 72,7 TL değeri ile en yüksek kaybı getiren strateji borsa endeksi iken, yine değerler arasından 2004 yılının Kasım ayı borsa endeks değeri 132,1 TL kazancı ile borsa endeksi en karlı yatırımdır. Bu iki değer arasındaki büyük fark ise riski minimize etmek isteyen yatırımcı için cazip bir seçenek değildir.

Borsa endeksi stratejisinin risk incelemesi bakımında tam zıt stratejisi ise banka faizi stratejisidir. Yine oyun matrislerinin incelenmesi sonucu görülecektir ki, oyun matrislerinin oluşturulmasında veri olarak kullanılan 60 aylık süreç içerisinde faiz getirisi 7 aylık süreç haricinde hiçbir zaman 100 TL sınırının altına düşmemiştir. Bu 7 aylık süreç içerisinde ise bütün değerler 99 TL üstündedir. En düşük getirisi ise 2007 Kasım ayına denk gelen 99,4 TL değerindeki getiridir. Öte yandan borsa endeksinin en yüksek getirisinin 2004 yılının Kasım ayındaki 116,2 TL olduğu da göz önünde bulundurulmalıdır. Zira bu sayede, banka faizi kazanç değerlerinin dar ve riskten uzak bir aralıkta seyrettiği görülecektir.

2.5.4. Riske Giren Yatırımcı İçin Oyunun Çözümü(Model 2)

Bu bölümde oyun matrisinin çözümüne dair ikinci bir model yaklaşımı verilmiştir. Piyasada oynayan yatırımcıların riske giren, riskten kaçan ve riske kayıtsı olmak üzere üçe ayrılabileceğinden bahsedilmişti. Oyunun çözümünün ikinci modelinde, riske giren yatırımcı için portföy çeşitlendirmesine karar verilecektir. Riske giren yatırımcı tipi, riskin kendisini oyunun sonucuna tercih edebilir. Bu tip karar verici kazancın daha fazla olma ihtimali olan stratejiyi seçecektir.

Riske giren yatırımcı tipi risk almayı kabul eden atak bir kişidir. Bu tip yatırımcının öncelikli amacı, riski minimize etmek olmayacaktır. Bu tip yatırımcı yalnızca oyunun kendisinden yani yatırım yapıyor olmaktan dolayı, oyundan fayda sağlar. Bu nedenle, yatırımcının oyundan sağladığı faydanın, para birimiyle ifade edilmemesi rasyoneldir.

Bu modelde, oyuncuya bir fayda fonksiyonu atanmıştır. Riske giren yatırımcının fayda fonksiyonu beklenen değer doğrusunun altındadır. Teknik olarak riske giren karar fonksiyonu konvekstir.[71] Oyuncunun riske giren tipte bir yatırımcı olması ve daha fazla risk aldığı durumlarda daha fazla kazanç sağlayacak olması nedeniyle, oyuncunun fayda fonksiyonun grafiği konveks olan bir fonksiyon olması gerekmektedir.

Oyunun ikinci model çözümünde, riske giren yatırımcı için fayda fonksiyonu aşağıdaki şekilde seçilmiştir.

$$f(x) = \frac{x^2 + 12x}{190}$$

Birinci modeldeki her bir matristeki 100 TL. nin nasıl değiştiğini gösteren değerler bu fonksiyon aracılığıyla başka bir veri kümesi oluşturmuştur. Yeni matrisler ise bulunan yeni değerlerle oluşturulmuştur. Oyunun çözümünde oyun

[71] a.g.e.Tütek,Gümüşoğlu

doğrusal programlama modeline dönüştürülmüştür. Matris çözümleri DS for Windows yardımıyla yapılmıştır.

Seçilen fayda fonksiyonu ile oluşturulan Ocak ayına ait yeni matris aşağıdaki gibi olacaktır.

Tablo.2.4.Riske Giren Yatırımcı İçin Ocak Ayı Matrisi

Ocak	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	60,0684	60,5197	60,0684	65,2434	59,3945
Borsa	45,3315	67,6118	70,3874	72,8465	59,7310
Dolar	60,5197	51,7078	55,3225	56,6274	57,6160
Euro	64,8917	54,3538	53,2875	58,9473	55,6473
Altın	66,1857	52,1267	50,9787	60,0684	57,7263

Riske giren yatırımcı için Ocak ayı matrisinde ilk göze çarpan; kazanç aralığı diğer yatırımlara göre daha geniş olan borsa stratejisinin, fayda değerleri düşünüldüğünde daha büyük değerler almış olmasıdır. Riske giren yatırımcı için diğer aylara ait matrisler oyunun ekler kısmında verilmiştir.

Oyun matrisleri çözülmesinden sonra her aya ait çözüm matrisleri aşağıdaki gibi olmuştur.

Tablo.2.5.Riske Giren Yatırımcı İçin Çözüm Matrisleri

Yatırım Çeşidi (Ocak Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0161	0,9526
Borsa	0,0008	0,0474
Dolar	0,0000	0,0000
Euro	0,0000	0,0000
Altın	0,0000	0,0000
Amaç denklemi (1/V)	0,0169	
Oyun Değeri (V)	59,171	

Yatırım Çeşidi (Şubat Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0159	0,9578
Borsa	0,0007	0,0422
Dolar	0,0000	0,0000
Euro	0,0000	0,0000
Altın	0,0000	0,0000
Amaç denklemi (1/V)	0,0166	0,0000
Oyun Değeri (V)	60,240	0,0000

Yatırım Çeşidi (Mart Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0163	0,9532
Borsa	0,0000	0,0000
Dolar	0,0000	0,0000
Euro	0,0008	0,0468
Altın	0,0000	0,0000
Amaç denklemi (1/V)	0,0171	
Oyun Değeri (V)	58,479	

Yatırım Çeşidi (Nisan Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0152	0,9047
Borsa	0,0007	0,0417
Dolar	0,0000	0,0000
Euro	0,0000	0,0000
Altın	0,0009	0,0536
Amaç denklemi (1/V)	0,0168	
Oyun Değeri (V)	59,523	

Yatırım Çeşidi (Mayıs Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0156	0,9285
Borsa	0,0000	0,0000
Dolar	0,0000	0,0000
Euro	0,0000	0,0000
Altın	0,0012	0,0715
Amaç denklemi (1/V)	0,0168	
Oyun Değeri (V)	59,523	

Yatırım Çeşidi (Haziran Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0143	0,8666
Borsa	0,0007	0,0425
Dolar	0,0015	0,0909
Euro	0,0000	0,0000
Altın	0,0000	0,0000
Amaç denklemi (1/V)	0,0165	
Oyun Değeri (V)	60,606	

Yatırım Çeşidi (Temmuz Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0098	0,5903
Borsa	0,0024	0,1446
Dolar	0,0044	0,2651
Euro	0,0000	0,0000
Altın	0,0000	0,0000
Amaç denklemi (1/V)	0,0166	
Oyun Değeri (V)	60,240	

Yatırım Çeşidi(Ağustos Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0118	0,7065
Borsa	0,0011	0,0660
Dolar	0,0000	0,0000
Euro	0,0038	0,2275
Altın	0,0000	0,0000
Amaç denklemi (1/V)	0,0167	
Oyun Değeri (V)	59,880	

Yatırım Çeşidi (Eylül Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0000	0,0000
Borsa	0,0169	1,0000
Dolar	0,0000	0,0000
Euro	0,0000	0,0000
Altın	0,0000	0,0000
Amaç denklemi (1/V)	0,0169	
Oyun Değeri (V)	59,171	

Yatırım Çeşidi (Ekim Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0000	0,0000
Borsa	0,0171	1,0000
Dolar	0,0000	0,0000
Euro	0,0000	0,0000
Altın	0,0000	0,0000
Amaç denklemi (1/V)	0,0171	
Oyun Değeri (V)	58,479	

Yatırım Çeşidi (Kasım Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0000	0,0000
Borsa	0,0014	0,0870
Dolar	0,0000	0,0000
Euro	0,0000	0,0000
Altın	0,0147	0,9130
Amaç denklemi (1/V)	0,0161	
Oyun Değeri (V)	62,111	

Yatırım Çeşidi (Aralık Ayı)	y_i	x_i
Faiz	0,0165	0,9880
Borsa	0,0002	0,0120
Dolar	0,0000	0,0000
Euro	0,0000	0,0000
Altın	0,0000	0,0000
Amaç denklemi (1/V)	0,0167	
Oyun Değeri (V)	59,880	

Oluşturulan çözüm matrislerinin değerlendirilmesi yapıldığında; faiz yatırımının yine model 1 ’de olduğu gibi riske giren yatırımcı için en cazip seçenek olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Faiz yatırımı model 1 çözümünde Kasım Ayı hariç diğer bütün aylarda yatırım çeşitlendirmesindeki yerini almışken, bu çözümde Eylül, Ekim, Kasım aylarında pay ayrılmaması gereken bir strateji olarak önemini az da olsa yitirmiştir. Yine bazı aylarda ufak azalmalar gözlemlenmiştir. Bunun nedeni riske alan yatırımcının 100 TL. civarında seyreden faiz kazancı yerine diğer yatırımları tercih edebilecek olmasıdır.

Yatırımlar arasındaki en büyük pay artışı borsa stratejisinde gözlemlenmiştir. Model 1 çözümünde bazı aylarlarda hiç pay alamayan bazı aylarda az paylarla dikkat çeken borsa endeksi stratejisi, Model 2 çözümünde Eylül ve Ekim aylarında tam stratejili sonuç vermiştir. Yine diğer aylarda da borsa endeksindeki artış gözlemlenmiştir. Bunun nedeninin, borsa endeksindeki değerlerinin arasındaki geniş çaplı dalgalanmalar olduğu sonucuna varılabilir.

Döviz yatırımlarından Euro % 5 ve Ağustos ayında %23 pay alırken, Dolar yatırımı ise Haziran ve Temmuz aylarındaki sırasıyla %9 ve % 27 pay değerleri ile dikkat çekmektedir.

Altın yatırımı stratejisi ilk modelde olduğu gibi Kasım ayındaki en fazla paya(%91) sahip stratejidir. Bunun dışında Mayıs ayında %7 ve Nisan ayında %5 paylar almıştır.

2.5.5. Riskten Kaçan Yatırımcı İçin Oyunun Çözümü(Model 3)

Bu bölümde**,** oyunun çözümü riskten kaçan tipteki yatırımcı için ele alınmıştır. Model 2 çözümünde olduğu gibi riskten kaçan yatırımcı için bir fayda fonksiyonu belirlenmiştir. Riske giren yatırımcı için fayda fonksiyonunun konveks yapıda olması konusunda bir önceki bölümde bahsedilmiştir. Riskten kaçan yatırımcının fayda fonksiyonu ise konkav yapıdadır. Bu tipteki yatırımcı sözgelimi, daha az risk ile daha düşük kazanca sahip olacağı yatırımı daha fazla risk altında daha fazla kazanç getirecek diğer bir yatırım çeşidine tercih edecektir.

Yatırımcının karar yelpazesi içerisinde bulunan beş yatırım çeşidi incelendiğinde, faiz yatırımının diğer yatırımlara oranla mevcut yatırım miktarını korumak konusunda daha tercih edilir bir yatırım olduğu göze çarpmaktadır.

Faiz yatırımı çalışmanın esas aldığı 60 aylık dönemin büyük bölümünde (53 ay) , ufak çaplı da olsa yatırımcıya kazanç sağlamıştır. Bu nedenle riskten kaçan bir yatırımcı için verilerin alındığı süreç incelendiğinde, öncelikli tercih faiz yatırımı olacaktır. Yine bir sonraki bölümde görülebileceği üzere faiz yatırımı, diğer yatırım çeşitleri ile kıyaslandığında bütün yıllar itibariyle standart sapması en düşük, yani yatırımcıya en fazla güven veren yatırımdır.

Riskten kaçan yatırımcı, yatırımların getirileri konusunda büyük dalgalanmalardan kaçınacaktır.

Bütün bu sebeplerden ötürü oyunun çözümünün model 3 çözümünde, yatırım çeşitleri içerisinden faiz yatırımı hariç diğer dört yatırım oyun çözümüne alınacaktır. Böylece bir bakıma riskten kaçan yatırımcı için ikincil tercih belirlenecektir.

Riskten kaçan yatırımcı için ilk tercihin faiz yatırımı olduğu varsayılmış ve kazancının belli bir kısmını garanti altına alan yatırımcı için diğer bir yatırım çeşidi belirlemek yönünde karar verilmesine yönelik bir çözüm aranmaktadır.

Oyunun Model 3 çözümünde konkav yapıdaki fayda fonksiyonu aşağıdaki şekilde seçilmiştir.

$$f(x) = \frac{\sqrt{3x + 13000}}{1,15}$$

Model 1 çözümünde 100 TL. nin nasıl değiştiğini gösteren matristeki veriler bu fayda fonksiyonu ile başka verilere dönüştürülmüştür. Fayda bölümünde değinildiği gibi bu veriler para birimi ile ifade edilen veriler değildir.

Yukarıdaki fonksiyon ile 12 aya ait matrislerin çözümleri yapılmıştır. Faiz yatırımının çözüm dışı bırakıldığı, konkav yapıdaki fonksiyon ile oluşturulmuş Ocak ayına ait çözüm matrisi aşağıda gösterilmiştir.

Tablo.2.6.Riskten Kaçan Yatırımcı İçin Ocak Ayı Matrisi

Ocak	2003	2004	2005	2006	2007
Borsa	100,136	100,367	100,393	100,416	100,291
Dolar	100,299	100,207	100,245	100,259	100,269
Euro	100,341	100,235	100,224	100,283	100,249
Altın	100,354	100,211	100,199	100,294	100,270

Diğer aylara ait oluşturulan matrisler çalışmanın ekler kısmında verilmiştir. Matrislerin çözümünden sonra her aya ait çözüm matrisleri aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

Tablo.2.7.Riskten Kaçan Yatırımcı İçin Çözüm Matrisleri

Yatırım Çeşidi(Ocak Ayı)	y_i	x_i
Borsa	0,0036	0,36
Dolar	0,0000	0,00
Euro	0,0023	0,23
Altın	0,0041	0,41
Amaç Denklem(1/V)	0,0100	
Oyun Değeri(V)	100	

Yatırım Çeşidi(Şubat Ayı)	y_i	x_i
Borsa	0,0061	0,61
Dolar	0,0000	0,00
Euro	0,0039	0,39
Altın	0,0000	0,00
Amaç Denklem(1/V)	0,0100	
Oyun Değeri(V)	100	

Yatırım Çeşidi(Mart Ayı)	y_i	x_i
Borsa	0,0002	0,02
Dolar	0,0083	0,83
Euro	0,0000	0,00
Altın	0,0015	0,15
Amaç Denklem(1/V)	0,0100	
Oyun Değeri(V)	100	

Yatırım Çeşidi(Nisan Ayı)	y_i	x_i
Borsa	0,0260	0,26
Dolar	0,0460	0,46
Euro	0,0000	0,00
Altın	0,0280	0,28
Amaç Denklem(1/V)	0,0100	
Oyun Değeri(V)	100	

Yatırım Çeşidi(Mayıs Ayı)	y_i	x_i
Borsa	0,0006	0,06
Dolar	0,0004	0,04
Euro	0,0090	0,90
Altın	0,0000	0,00
Amaç Denklem(1/V)	0,0100	
Oyun Değeri(V)	100	

Yatırım Çeşidi(Haziran Ayı)	y_i	x_i
Borsa	0,0046	0,46
Dolar	0,0000	0,00
Euro	0,0054	0,54

Altın	0,0000	0,00
Amaç Denklem(1/V)	0,0100	
Oyun Değeri(V)	100	

Yatırım Çeşidi(Temmuz Ayı)	y_i	x_i
Borsa	0,0014	0,14
Dolar	0,0085	0,86
Euro	0,0000	0,00
Altın	0,0000	0,00
Amaç Denklem(1/V)	0,0099	
Oyun Değeri(V)	101,01	

Yatırım Çeşidi(Ağustos Ayı)	y_i	x_i
Borsa	0,0026	0,26
Dolar	0,0000	0,00
Euro	0,0000	0,00
Altın	0,0074	0,74
Amaç Denklem(1/V)	0,0100	
Oyun Değeri(V)	100	

Yatırım Çeşidi(Eylül Ayı)	y_i	x_i
Borsa	0,0100	1,00
Dolar	0,0000	0,00
Euro	0,0000	0,00

Altın	0,0000	0,00
Amaç Denklem(1/V)	0,0100	
Oyun Değeri(V)	100	

Yatırım Çeşidi(Ekim Ayı)	y_i	x_i
Borsa	0,0038	0,38
Dolar	0,0062	0,62
Euro	0,0000	0,00
Altın	0,0000	0,00
Amaç Denklem(1/V)	0,0100	
Oyun Değeri(V)	100	

Yatırım Çeşidi(Kasım Ayı)	y_i	x_i
Borsa	0,0005	0,05
Dolar	0,0000	0,00
Euro	0,0000	0,00
Altın	0,0094	0,95
Amaç Denklem(1/V)	0,0099	
Oyun Değeri(V)	101,01	

Yatırım Çeşidi(Aralık Ayı)	y_i	x_i

Borsa	0,0060	0,60
Dolar	0,0000	0,00
Euro	0,0040	0,40
Altın	0,0000	0,00
Amaç Denklem(1/V)	0,0100	
Oyun Değeri(V)	100	

2.5.6. 2003–2007 Arası Yatırımların Getirilerinin Analizi

Modellerin çözümünde kullanılan verilerin her yatırım çeşidi için her ay incelenmesi sonucunda, çözümlerde elde edilen sonuçların yorumlanması daha kolay olacaktır. Bu nedenle her bir yatırım çeşidinin her yıl için kazanç değerlerinin varyans ve standart sapma değerleri bulunmuş ve tablolar halinde aşağıda gösterilmiştir.

Tablo.2.8.Yatırım Çeşitlerinin Standart Sapma ve Varyans Değerleri

2003	Standart sapma	Varyans
Faiz	3,0410	9,2481
Borsa	12,2670	150,4806
Dolar	7,4364	55,3008
Euro	5,0165	25,1656
Altın	7,3197	53,5790

2004	Standart Sapma	Varyans
Faiz	4,3871	19,2469
Borsa	10,5439	111,1754
Dolar	5,1707	26,7365
Euro	10,6768	113,9955
Altın	3,5887	12,8790

2005	Standart Sapma	Varyans
Faiz	0,6426	0,4129
Borsa	6,0104	36,1251
Dolar	1,5410	2,3447
Euro	2,3313	5,4353
Altın	3,8940	15,1638

2006	Standart Sapma	Varyans
Faiz	1,5762	2,4845
Borsa	6,9266	47,9790
Dolar	4,4202	19,5387
Euro	4,6242	21,3838
Altın	5,9411	35,2972

2007	Standart Sapma	Varyans
Faiz	0,8151	0,6645
Borsa	6,3779	40,6787
Dolar	2,3895	5,7099
Euro	1,8826	3,5444
Altın	2,1482	4,6151

Yatırım çeşitlerinin getirilerinin standart sapmaları analiz edildiğinde, genel olarak Borsa yatırımının en büyük standart sapmaya sahip yatırım olduğu göze çarpmaktadır.

Bunun aksine bütün yıllar genel olarak incelendiğinde standart sapması en küçük yatırımın ise Faiz yatırımı olduğu görülmektedir.

Oyunun amacının riski minimize etmek olduğu göz önünde bulundurulursa, her iki modelde de genel anlamda en fazla payı alan yatırımın faiz yatırım olması oldukça rasyoneldir. Bununla beraber, Borsa yatırımı Model 1 çözümündeki değerler ile kıyaslandığında Model 2 çözümünde daha fazla pay sahibi almıştır. Model 2 çözümünün riske giren yatırımcı için çözüldüğü göz önünde bulundurulursa, standart sapması en büyük yatırım olan borsa yatırımının Model 2 çözümündeki payının artması çözümü destekleyici bir unsurdur. Model 2 'de incelenen yatırımcı tipi, bahsin kendisini bahsin beklenen değerine tercih edebileceğinden Borsa yatırımındaki standart sapma değerlerinin büyüklüğü, bu tip yatırımcıyı olumsuz yönde etkileyen bir unsur değildir.

2.5.7. Modellerin Çözümlerinin 2008 Verileri İle Karşılaştırılması

Tablo.2.9.Modeller-2008 Verileri Karşılaştırma Tablosu

2008	Faiz	Borsa	Dolar	Euro	Altın	Model 1	Model 2	Model 3[72]
Ocak	100,49	87,37	99,13	100	107,90	100,49	99,84	98,68

[72] Model 3 değerlendirmeleri yapılırken burada bulunan kazançların yatırımcının faiz stratejisini hiçbir ayda oynamadığı varsayımının yapıldığı göz önünde bulundurulmalıdır.

Şubat	99,99	90,53	100,28	100,54	105,27	99,52	99,62	97,56
Mart	100,31	91,88	103,11	108,56	109,35	100,64	100,73	103,82
Nisan	99,60	100,02	102,97	104,45	96,48	99,63	99,63	100,53
Mayıs	99,80	97,15	94,59	93,41	92,35	99,21	99,29	93,69
Haziran	101,70	92,53	99,16	99,16	99,10	101,09	101,11	96,12
Temmuz	100,76	95,25	97,73	99,13	103,90	99,20	99,17	98,42
Ağustos	101,58	112,57	97,43	92,52	87,91	101,33	100,25	94,30
Eylül	100,89	89,70	104,53	100,35	100,25	100,97	89,70	89,70
Ekim	98,81	74,09	117,84	108,48	114,42	98,81	74,07	101,20
Kasım	100,56	88,56	105,72	101,66	103,44	102,69	102,11	102,70
Aralık	101,77	102,32	97,20	103,93	103,12	102,19	101,98	102,96

Model 1, 2 ve 3 çözümleri yapıldıktan sonra, önerilen yatırım çeşitlerinin 2008 yılında nasıl bir sonuç vereceği incelenmiştir.[73] Bu sonuçlarla yukarıdaki tablo oluşturulmuştur. Tabloda oyundaki beş stratejiye 2008 yılında 100 TL. yatırılması sonucu elde edilecek kazançların her ay için hesaplanması sonucu bulunan değerlerle birlikte, modellerin önerdiği çeşitlendirme sonrası yatırımcının ilgili stratejiyi oynaması sonucunda elde edeceği kazançlar yer almaktadır.

Tablo incelendiğinde Model 1 çözümünün yılın 7 ayında yatırımcıya kazanç sağladığı görülmektedir. Ayrıca Model 1 çözümüne uygun hareket ederek elde edilen kazanın 100 TL.' den az olduğu diğer beş ayın dördünde 99 TL.' nin altına düşmediği görülmüştür. Model 1 çözümü yılın geneli göz önünde bulundurulursa yatırımcıya kazanç sağlamıştır. Model 2 çözümü ise yılın beş ayında yatırımcıya kazanç sağlamıştır.

Eylül ve Ekim ayları hariç diğer ayların getirileri ise 99 TL. 'den fazladır. Eylül ve Ekim aylarındaki büyük kaybın nedeni bu aylarda Model 2 çözümünde tam strateji ile Borsa stratejisinin önerilmesidir. Riske giren yatırımcının risk eğilimi bu aylar için ters tepmiştir. Model 3 çözümü faiz yatırımını hariç tutarak bir yatırım

[73] 2008 verilerine internet üzerinden Türkiye İstatistik Kurumu sitesi (www.tuik.gov.tr) ve www.gazeteler.com adresinden ulaşılmıştır.

çeşitlendirmesinin önerildiği modeldir. Model 3 çözümünde yılın beş ayında kazanç sağlanmıştır. Diğer aylardaki getiriler ise yine 100 TL barajının çok ta altında değildir. Model 1,2 ve 3 çözümlerinin yorumlanması sırasında çözümlerin kazançlarının yatırımcıyı tatmin edici olmadığı eleştirisi yapılabilir. Ancak çözümlerin değerlendirmeleri yapılırken 2008 yılına ait verilerle bu yorumların yapıldığı da göz önünde bulundurulmalıdır.

Bunun önemi 2008 yılının küresel krizin ortaya çıktığı yıl olmasıdır. Küresel krizin ortaya çıktığı 2008 verileri incelendiğinde çarpıcı bulgulara rastlanmaktadır. Örneğin oyun matrisinin oluşturulmasında kullanılan 60 aylık süreçte faiz yatırımı yalnızca 7 ayda 100 TL sınırının altına düşmüşken, 2008 yılı süresince 4 ayda 100 TL. barajı altına düştüğü görülmüştür. Riskten en uzak, standart sapması en düşük yatırımdaki bu değişim bile krizin büyüklüğünü göstermesi konusunda oldukça dikkat çekicidir. Sonuç olarak çözümünün küresel kriz koşullarında Türkiye' deki yatırımlar için bu sonucun başarılı bir sonuç olduğu yorumu yapılabilir.

Bütün bunlara ek olarak; tablodaki çözüm değerlerinin 2008 yılında ortaya çıkan değerlerden bazı aylar için daha az getiri sağladığı bir gerçektir. Ancak bu karşılaştırma yapılırken Model 1, Model 2, Model 3 çözümlerinin ve önerilerinin belirsizlik altında yapıldığı, ancak 2008 verilerinin ise bahsi geçen süreç bittikten sonra değerlendirmeye alındığı unutulmamalıdır. Örneğin, 2008 yılının Ocak Ayı bulguları incelendiğinde Altın yatırımının bu ayda 107,90 getirisi göze çarpmaktadır. Bununla birlikte önerilen modellerin getirilerinin, bu değerin altında kaldığı görülmektedir. Bu nedenle önerilen modellerin optimalliği konusunda bir eleştiri yapılabilir. Ancak yatırımcının yatırımı yapmadan önce bu tür bir bilgiye sahip olmadığı gerçeği söz konusudur. Ayrıca yatırımcı bu tür bir bilgiyi elde etmek için danışmanlık vb. bir bedel ödemek durumunda olacağı için, ek bilginin değerinin maliyeti nedeniyle yatırımın net getirisi düşecektir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Oyun teoremi; rekabet ortamında ve belirsizlik altında, karar vericilerin kararlarını belirleyen ve yönlendiren matematiksel bir optimizasyon yöntemidir. Oyun teoremini diğer optimizasyon tekniklerinden ayıran başlıca özellik, oyun teoreminin karşılıklı etkileşimleri ve rakiplerin hamlelerini dikkate alarak çözüm önermesidir. Çalışmada oyun teoreminin geçirdiği gelişim ve değişim incelenmiştir. Ayrıca oyun teoreminin kullanım alanı olarak büyük bir sahada kendine yer etmiş olması gerçeğinden bahsedilmiştir. Bunu takiben oyun teoreminin ekonomi alanında bir uygulaması yapılmıştır.

Oyun teoreminin finansal karar vermeye uygulanması sorununu ele alan bu çalışmada, ayrıca farklı tipteki karar vericiler için oyunun farklı modellerde çözümü yapılmıştır. Oyunun amacı beş farklı yatırım tercihi olan bir yatırımcının parasını, optimal şekilde yatırım çeşitlerine dağıtmasıdır. Oyun bu anlamıyla piyasaya karşı oynanan sıfır toplamlı bir oyun olma özelliği taşımaktadır. Yatırımcının kazancının, piyasanın kaybı olduğu varsayımı yapılmıştır.

Yatırımcının stratejileri; parasını borsada değerlendirmek, banka faizine yatırmak, döviz yatırımıyla değerlendirmek ve altına yatırmak olarak belirlenmiştir.

Modellerin çözümlerinin 2008 verileri ile karşılaştırıldığı bölümde anlatıldığı gibi, yatırımcının yatırım kararını Model 1 çözümüne göre belirlemesi durumunda yılın yedi ayında, Model 2 ve 3 çözümlerine göre belirlemesi durumunda ise yılın beş ayında kazanç elde etmektedir. Karşılaştırmaların 2008 verileriyle yapıldığı göz önünde bulundurulunca modellerdeki önerilerin yerinde öneriler olduğu anlaşılacaktır. Bu üç model içerisinde bir tercih yapılması gerekirse ay bazında bir sonuç elde etmek zor olacaktır. 2008 verilerinin de yer aldığı tablo incelendiğinde, bazı aylarda optimal sonucu Model 1 çözümü vermişken bazı aylarda ise Model 3 çözümü optimal çözümü vermiştir. Model 2 çözümü yalnızca bir ayda diğer modellerden fazla bir getiri getirmiştir. Ancak genel bir bakış açısıyla kıyaslama yapılacak olursa yılın bütününe bakılabilir. Yılın tamamında Model 1 çözümü doğrultusunda hareket eden yatırımcı yılın sonunda *100,48* TL. kazanç elde etmiştir.

Bu rakam Model 2 çözümünde *97,29* ve Model 3 için *98,30* olarak hesaplanmıştır. Bu şekilde düşünüldüğünde Model 1 çözümü daha uygun bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Oyunda oluşturulan matrisler 2003 ve 2007 yılları arasındaki verilerden oluşturulmuştur.

Matrislerin oluşturulduğu veri kümesinin büyütülmesi, çözümün optimalliğine pozitif yönde bir katkı yapacaktır. Modelde yatırım dönemi bir ay olarak belirlenmiştir. Yatırım dönemi daha küçük seçilmesi, modelin ortaya koyduğu sonucu olumlu yönde etkileyecektir. Matrislerin oluşturulduğu veri kümesinin büyütülmesi ve yatırımcının yatırım döneminin küçültülmesi çözüm aşamasında daha karmaşık hesaplamalar ve daha fazla sayıda matrisin çözülmesini gerektireceğinden, bu çeşit bir yöntemin bilgisayar programlaması ile yapılması çalışmanın önerileri arasına eklenebilir.

Modelin içindeki veri kümesi büyültülebileceği gibi oyuncunu stratejileri de arttırılabilir. Bu şekilde portföy yelpazesinin genişlemesi, daha fazla çeşitlendirme imkanı sağlayacağından riskin azaltılması açısından iyi bir yöntemdir. Bunun yanında stratejiler kendi aralarında gruplandırılarak, bunlar arasında da ayrı bir karar verme problemi tanımlanabilir. Örneğin Borsa stratejisinin tam strateji çıktığı bir ayda, hangi firmanın hisse senetlerine yatırım yapılacağı, seçilen şirketlerin geçmiş zaman verilerinin modele konulması ve modelin tekrar çalıştırılması ile saptanabilir. Bunun yanında Dolar ve Euro yatırımın değerlerinin birbirine yakın ve optimal çıktığı bir zaman diliminde, başka ülke paraları da modele dahil edilerek portföy yelpazesi büyütülebilir.

Piyasada oynayacak yatırımcı modeli için risk ölçütü belirlenebileceği gibi, herhangi bir yatırımcının kazanç beklentisi üzerinden başka modellerde çözümlerde belirlenebilir. Örneğin herhangi bir yatırımcı için 100 TL. üzerinden 5 TL. değerindeki bir getiriyi kazanç sayacağı varsayımı altında farklı modellerde çözümler yapılabilir.

Belirsizlik altındaki finansal piyasalarda, bireysel yatırıma karar verilmesi uygulamasında oyun teoreminin kullanılması sağlıklı sonuçlar vermiştir. Yine öneriler kısmında belirtilenler ışığında yapılabilecek, takip eden çalışmalar daha da sağlıklı sonuçlar verebilir.

KAYNAKLAR

— Acar Sadık, **Genel İktisat**, DEU Hukuk Fakültesi Yayınları, 3. Baskı İzmir, 1998

— Akalın Sedat, **Yöneylem Araştırması**, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir, 1979

— Arslan Selçuk, **Telekomünikasyon Şebekelerinde Oyun Teorisi Yaklaşımı**, Doktora Tezi, Ankara, 2006

—Ateş Şanlı (2004), Oyun Teorisi ve Uygulamaları
Erişim: 25.03.2009 http://idari.cu.edu.tr/sanli/oyun.pdf

— Barry Render, Rlaph M. Stair Jr. ,**Quantitative Analysis for Management, 7th**.Edition, Prentice Hall,2000

— Beckmann Klaus B., **Tax competition and strategic Complementarity,** Andrassy Working
Paper Series No: 14, June 2005

— Begg David, Stanley Fischer, Rudiger Dornbusch, Mikro İktisat, İstanbul, 2001, s.220

— Bolak, Mehmet, **Sermaye Piyasası Menkul Kıymetler ve Portföy Analizi**, Beta Yayınları, 1994

— Bulmuş İsmail, **Mikro İktisat**, 5. baskı, *Cantekin Matbaası*, Ankara, 2003

— Chandler Alfred, **Strategy and Structure: Chapters in the History of the American Industrial Enterprise,** Cambridge, MA, MIT Press, 1962

— Çelik Ahmet, **Oyun Teorisi Tarihi(1900–1949 Arası)**
Erişim: 25.01.2009, http://www.oyunteorisi.com/article.php?aID=24

— Cinemre Nalân, **Yöneylem Araştırması**, Beta yay. İstanbul, 2004

- Curest Churchman, Russel L. Adolf, E. Leoanrd Arnoff, İntorduction to Operation Research,s.541

— David K. Levine, **What's Game Theory,** tarihsiz
Erişim: 27.01.2009, http://levine.sscnet.ucla.edu/general/whatis.htm

— Davis 1970,s.95-6;Polama M. M., **Çağdaş Sosyoloji Kuramları**, Çeviren: Dr.Hayriye Erbaş,Gündoğan Yayınları, Ankara,1993

— Davis M., On **the Applications of Game Theory**, Mc. Graw-Hill, New York, 1970

— Driessen T.,**Cooparative Games,Solutions and Applications**,Kluwer Academic Publishers, 1988

— Dinler Zeynel, **İktisada Giriş**, Ekin Kitabevi Yayınları, Yedinci Basım, Bursa, 2001

— Erkan Hüsnü, **Ekonomi Sosyolojisi,** Barış Yayınları Fakülteler Kitabevi, 5. Baskı, İzmir
2004

— Giz Deniz, **Oyun Teorisi ve İktisadi Uygulamaları**, Filiz Kitabevi, İstanbul, 2003, s.10

— Gümüşoğlu Şevkinaz, Özdemir Aslı, **Rekabet Ortamında Karar Verme Süreçlerinde Oyun ve Fayda Kuramı İlişkileri ve Etkileşimi**, Review of Social, Economic & Business Studies, Vol.9/10, 287-308

— Gümüşoğlu Ş. ,**Rasyonel Karar Verme Süreçlerinde Oyun ve Fayda Kuramı Etkileşimi**, Sıtkı Gözlü'ye Armağan Kitabı, Çağlayan Basımevi, İstanbul.2007

— Gümüşoğlu Şevkinaz, Tütek Hülya H. , **Sayısal Yöntemler Yönetsel Yaklaşım**, 4.Baskı, Beta Basım, İstanbul, 2005

— Güran Nevzat, **Makro Ekonomik Analiz,** Üçüncü Baskı, Anadolu Matbaacılık, İzmir, 2002

— Harford Tim, **Görünmeyen Ekonomist,** Çeviren: Sibel Demirel**,** Pegasus 8Yayınları, 1. Baskı, İstanbul 2008

— Hal R. Varian, The New York Times,11 Nisan 2002
Erişim: 27.01.2009, http://www.oyunteorisi.com/article.php

— Hillier Frederick S, Gerald J. Lieberman, **İntroduction to Operation Research**,7th Editon, Mcgraw-Hill Higher Education,2001

— Hiller Frederick S, Gerald J. Lieberman, **Introduction to Operations Research**, 5th edition, McGraw-Hill Int.Ed., 1990

— Joseph Conrad, **Typhoon, Chapter 6**,2005
Erişim: 02.01.2009, http://www.classicreader.com/book/1231/7/

— Karayalçın İlhami, **Yöneylem "Harekât" Araştırması**, 3. baskı, Menteş Kitabevi, İstanbul, 1993,

—Keyder Nur, **Para (Teori-Politika-Uygulama) ,** 10.Baskı , Seçkin Dağıtım A.Ş.,Ankara

— Koutsoyiannis A. , **Modern Makro İktisat**, Gazi Kitabevi, Çeviren: Muzaffer Sarımeşeli, İkinci Baskı, Ankara 1997

—Lloyd S. Shapley. **A Value for n-person Games. In Contributions to the Theory of Games,** volume II, by H.W. Kuhn and A.W. Tucker, editors. Annals of Mathematical Studies v. 28, s. 307-317. Princeton University Press

— Mc Lennon Andy (1998) The Mathematics of Nash Equilibrium
Erişim:15.02.2009
http://www.econ.umn.edu/~mclennan/Classes/Ec81178/ec81178_lectures.html

— Nash F. J. **Essays On Game Theory** , Edward Elgar Publishing Company, New York, 1996

— Nash F. J. , Game Theory
Erişim: 20.01.2009. http://www.matematikaski.com/Matematik-Konulari-Oyun-Teorisi-Nash-Tez.htm

— Newbold Paul, **İşletme ve İktisat için İstatistik**, Çeviren: Ümit Şenesen, 4. Baskı, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 2003

— Özateşler Mustafa, **İktisadi Planlama Teorisi ve Genel Üretim Modeli,** 3. Bası, Anadolu Matbaacılık, Ekim, 2001

— Özden Kenan, **Yöneylem Araştırması**, Hava harp Okulları Yayınları, İstanbul,1989

— Özdil Tuncay, **Ekonomik Problemlerin Çözümünde Oyun teorisinin Yeri: Finansal Piyasalarda Bir Uygulama**, Doktora tezi, İzmir, 1998,s.43

— Özer Osman Orkan, **Oyun Teorisi ve Tarımda Uygulanması**, Doktora tezi, Ankara, 2004

— Öztürk Ahmet, **Yöneylem Araştırması, 5**.Baskı, Ekin Kitabevi Yayınları,1997

— Pekin Tevfik, **Makro Ekonomi**, Zeus Kitabevi, 2005

— Porter Micahel E., **Rekabet Stratejisi**, Sistem Yayıncılık, Çeviren: Gülen Ulubilgen, İstanbul, 2007

— Ratliif Jim(2003), Level Course in Game Theory
Erişim: 20.03.2009 http://www.virtualperfection.com/gametheory/

— Şahin Hüseyin, **İktisat İlkelerine Bakış**, Ezgi Kitabevi Yayınları, 1997

— Taha Hamdy A. , **Operations Research**, 6th ed., Prentice-Hall Int. Inc., 1997

— Uluatam Özhan, Makro İktisat, **Savaş Yayınları**, Ankara, 1987

— Wayne L. Winston, **Operation Research Applications and Algorithms, 2th**. Edition, Dixbury Press,1191.s.799

—Yıldız Muhammet (2004), Game Theory
Erişim: 20.03.2009 http://stellar.mit.edu/S/course/14/fa04/14.12/materials.html

—www.ansiklopedika.org

—www.bilgininadresi.net

— www.gazeteler.com

— www.muhasebeturk.org

—www.parasal.net

—www.tuketicifinansman.net

—www.tcmb.gov.tr

— www.tuik.gov.tr

— www.wikipedia.org

—www.wiktionary.org

EKLER

Ek – 1. 2008 Yatırım Tercihlerinin Getirileri

2008 Yatırım Tercihlerinin Getirileri

2008	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Faiz	100,49	99,99	100,31	99,60	99,80	101,70	100,76	101,58	100,89	98,81	100,56	101,77
Borsa	87,37	90,53	91,88	100,02	97,15	92,53	95,25	112,57	89,70	74,09	88,56	102,32
Dolar	99,13	100,28	103,11	102,97	94,59	99,16	97,73	97,43	104,53	117,84	105,72	97,20
Euro	100	100,54	108,56	104,45	93,41	99,16	99,13	92,52	100,35	108,48	101,66	103,93
Altın	107,90	105,27	109,35	96,48	92,35	99,10	103,90	87,91	100,25	114,42	103,44	103,12

Ek – 2 ,Model 3 Oyun Matrisleri

Model 3 Oyun Matrisleri

Ocak	2003	2004	2005	2006	2007
Borsa	100,136	100,367	100,393	100,416	100,291
Dolar	100,299	100,207	100,245	100,259	100,269
Euro	100,341	100,235	100,224	100,283	100,249
Altın	100,354	100,211	100,199	100,294	100,270

Şubat	2003	2004	2005	2006	2007
Borsa	100,340	100,257	100,345	100,330	100,367
Dolar	100,120	100,261	100,248	100,275	100,254
Euro	100,137	100,266	100,236	100,259	100,262
Altın	100,127	100,252	100,242	100,329	100,267

Mart	2003	2004	2005	2006	2007
Borsa	100,132	100,352	100,222	100,248	100,245
Dolar	100,276	100,266	100,262	100,288	100,282
Euro	100,279	99,891	100,294	100,296	100,295
Altın	100,231	100,261	100,297	100,267	100,267

Nisan	2003	2004	2005	2006	2007
Borsa	100,349	100,249	100,215	100,260	100,379
Dolar	100,120	100,311	100,314	100,267	100,232
Euro	100,237	100,286	100,294	100,288	100,253
Altın	100,074	100,313	100,295	100,407	100,275

Mayıs	2003	2004	2005	2006	2007
Borsa	99,973	100,148	100,269	100,192	100,268
Dolar	100,054	100,403	100,279	100,341	100,258
Euro	100,288	100,404	100,258	100,390	100,259
Altın	100,234	100,332	100,279	100,430	100,245

Haziran	2003	2004	2005	2006	2007
Borsa	100,292	100,299	100,351	100,112	100,287
Dolar	100,235	100,271	100,274	100,412	100,273
Euro	100,248	100,283	100,226	100,401	100,265
Altın	100,243	100,293	100,282	100,259	100,250

Temmuz	2003	2004	2005	2006	2007
Borsa	100,251	100,370	100,382	100,287	100,439
Dolar	100,270	100,250	100,271	100,325	100,258
Euro	100,242	100,261	100,260	100,243	100,282
Altın	100,243	100,268	100,270	100,312	100,282

Ağustos	2003	2004	2005	2006	2007
Borsa	100,388	100,315	100,308	100,373	100,196
Dolar	100,279	100,293	100,278	100,225	100,312

Euro	100,257	100,285	100,302	100,236	100,304
Altın	100,308	100,295	100,283	100,239	100,302

Eylül	2003	2004	2005	2006	2007
Borsa	100,372	100,392	100,403	100,286	100,357
Dolar	100,243	100,295	100,268	100,279	100,228
Euro	100,250	100,297	100,265	100,273	100,248
Altın	100,302	100,311	100,314	100,211	100,300

Ekim	2003	2004	2005	2006	2007
Borsa	100,466	100,308	100,254	100,296	100,367
Dolar	100,309	100,249	100,278	100,269	100,208
Euro	100,357	100,270	100,256	100,259	100,233
Altın	100,306	100,283	100,263	100,235	100,274

Kasım	2003	2004	2005	2006	2007
Borsa	100,323	100,645	100,357	100,284	100,226
Dolar	100,303	100,162	100,270	100,251	100,251
Euro	100,301	100,276	100,247	100,275	100,287
Altın	100,330	100,299	100,344	100,332	100,322

Aralık	2003	2004	2005	2006	2007
Borsa	100,378	100,395	100,384	100,282	100,300
Dolar	100,239	100,245	100,271	100,260	100,268
Euro	100,295	100,224	100,279	100,287	100,260
Altın	100,300	100,198	100,367	100,258	100,268

Ek – 3. Model 1 Oyun Matrisleri

Model 1 Oyun Matrisleri

Ocak	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	101	101,4	101	105,5	101,4
Borsa	87	107,5	109,8	111,8	100,7
Dolar	101,4	93,3	96,7	97,9	98,8
Euro	105,2	95,8	94,8	100	97
Altın	106,3	93,7	92,6	101	98,9

Şubat	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	101,3	101,3	101,4	101	100,9
Borsa	105,1	97,7	105,5	104,2	107,5
Dolar	85,6	98,1	96,9	99,3	97,5
Euro	87,1	98,5	95,9	97,9	98,2
Altın	86,2	97,3	96,4	104,1	102,9

Mart	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	99,5	100,9	101,2	100,9	100,4
Borsa	86,7	106,1	94,6	96,9	96,7
Dolar	99,4	98,5	98,2	100,5	99,9
Euro	99,7	65,4	101	101,2	101,1
Altın	95,4	98,1	101,3	101,3	98,6

Nisan	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	101,4	101,2	100,7	99,9	100,1
Borsa	105,9	97	94	98	108,5
Dolar	85,6	102,5	102,8	98,6	95,5
Euro	96	100,3	101	100,5	97,4
Altın	81,6	102,7	101,1	111	99,3

Mayıs	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	111,2	101,4	100,5	99,4	100,8
Borsa	72,7	88,1	98,8	92	98,7
Dolar	79,8	110,6	99,7	105,2	97,8
Euro	100,5	110,7	97,8	109,5	97,9
Altın	95,7	104,4	99,7	113	96,7

Haziran	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	103,4	101,9	101,3	101	101,6
Borsa	100,8	101,4	106	84,9	100,4
Dolar	95,8	99	99,2	111,4	99,1
Euro	96,9	100	95	110,5	98,4
Altın	96,5	100,9	99,9	97,9	97,1

Temmuz	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	103,4	101,6	101,9	100,5	102,1
Borsa	97,2	107,7	108,8	100,4	113,8
Dolar	98,9	97,1	99	103,7	97,8
Euro	96,4	98,1	98	96,5	99,9
Altın	96,5	98,7	98,9	102,6	99,9

Ağustos	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	102,5	101,2	100,5	101,8	101,3
Borsa	109,3	102,9	102,2	108	92,3
Dolar	99,7	100,9	99,6	94,9	102,6
Euro	97,7	100,2	101,7	95,9	101,9
Altın	102,2	101,1	100	96,1	101,7

Eylül	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	100,6	100,9	100,3	100,1	100,3
Borsa	107,9	109,7	110,6	100,3	106,6
Dolar	96,5	101,1	98,7	99,7	95,2
Euro	97,1	101,3	98,4	99,1	96,9
Altın	101,7	102,5	102,8	93,7	101,5

Ekim	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	100,9	99,6	99,6	100,1	99,6
Borsa	116,2	102,2	97,5	101,2	107,5
Dolar	102,3	97	99,6	98,8	93,4
Euro	106,6	98,9	97,6	97,9	95,6
Altın	102,1	100	98,3	95,8	99,2

Kasım	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	100,6	116,2	100	100,1	99,4
Borsa	103,6	132,1	106,6	100,1	95
Dolar	101,8	89,3	98,9	97,2	97,2
Euro	101,6	99,4	96,8	99,3	100,4
Altın	104,2	101,4	105,4	104,4	103,5

Aralık	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	101,3	101	100,9	101,1	101,1
Borsa	108,4	109,9	109	99,9	101,5
Dolar	96,1	96,7	99	98	98,7
Euro	101,1	94,8	99,7	100,4	98
Altın	101,5	92,5	107,5	97,8	98,7

Ek – 4 Model 2 Oyun Matrisleri

Model 2 Oyun Matrisleri

Ocak	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	60,0684	60,5197	60,0684	65,2434	59,3945
Borsa	45,3315	67,6118	70,3874	72,8465	59,7310
Dolar	60,5197	51,7078	55,3225	56,6274	57,6160
Euro	64,8917	54,3538	53,2875	58,9473	55,6473
Altın	66,1857	52,1267	50,9787	60,0684	57,7263

Şubat	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	60,4067	60,4067	60,5197	60,0684	59,9558
Borsa	64,7747	56,4088	65,2434	63,7265	67,6118
Dolar	43,9713	56,8463	55,5390	58,1688	56,1907
Euro	45,4295	57,2855	54,4611	56,6274	56,9560
Altın	44,5517	55,9731	54,9987	63,6105	62,2274

Mart	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	58,3907	59,9558	60,2938	59,9558	59,3945
Borsa	45,0383	65,9495	53,0755	55,5390	55,3225
Dolar	58,2797	57,2855	56,9560	59,5065	58,8358
Euro	58,6131	26,6418	60,0684	60,2938	60,1811
Altın	53,9261	56,8463	60,4067	60,4067	57,3955

Nisan	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	60,5197	60,2938	59,7310	58,8358	59,0590
Borsa	65,7137	55,6473	52,4421	56,7368	68,8118
Dolar	43,9713	61,7697	62,1128	57,3955	54,0328
Euro	54,5684	59,2825	60,0684	59,5065	56,0818
Altın	40,1987	61,9983	60,1811	71,8578	58,1688

Mayıs	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	72,1044	60,5197	59,5065	58,2797	59,8433
Borsa	32,4088	46,4147	57,6160	50,3578	57,5057
Dolar	38,5560	71,3661	58,6131	64,8917	56,5181
Euro	59,5065	71,4888	56,5181	70,0223	56,6274
Altın	54,2467	63,9587	58,6131	74,3421	55,3225

Haziran	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	62,8018	61,0863	60,4067	60,0684	60,7461
Borsa	59,8433	60,5197	65,8315	43,2990	59,3945
Dolar	54,3538	57,8368	58,0581	72,3513	57,9474
Euro	55,5390	58,9473	53,5000	71,2434	57,1755
Altın	55,1065	59,9558	58,8358	56,6274	55,7558

Temmuz	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	62,8018	60,7461	61,0863	59,5065	61,3137
Borsa	55,8644	67,8510	69,1738	59,3945	75,3475
Dolar	57,7263	55,7558	57,8368	63,1478	56,5181
Euro	54,9987	56,8463	56,7368	55,1065	58,8358
Altın	55,1065	57,5057	57,7263	61,8840	58,8358

Ağustos	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	61,7697	60,2938	59,5065	60,9728	60,4067
Borsa	69,7794	62,2274	61,4275	68,2105	50,6678
Dolar	58,6131	59,9558	58,5018	53,3937	61,8840
Euro	56,4088	59,1707	60,8594	54,4611	61,0863
Altın	61,4275	60,1811	58,9473	54,6758	60,8594

Eylül	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	59,6187	59,9558	59,2825	59,0590	59,2825
Borsa	68,0905	70,2657	71,3611	59,2825	66,5408
Dolar	55,1065	60,1811	57,5057	58,6131	53,7128
Euro	55,7558	60,4067	57,1755	57,9474	55,5390
Altın	60,8594	61,7697	62,1128	52,1267	60,6328

Ekim	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	59,9558	58,5018	58,5018	59,0590	58,5018
Borsa	78,4044	61,4275	56,1907	60,2938	67,6118
Dolar	61,5415	55,6473	58,5018	57,6160	51,8124
Euro	66,5408	57,7263	56,2997	56,6274	54,1397
Altın	61,3137	58,9473	57,0657	54,3538	58,0581

Kasım	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	59,6187	78,4044	58,9473	59,0590	58,2797
Borsa	63,0324	100,187	66,5408	59,0590	53,5
Dolar	60,9728	47,6110	57,7263	55,8644	53,8644
Euro	60,7461	58,2797	55,4307	58,1688	59,3945
Altın	63,7265	60,5197	65,1261	63,9587	62,9171

Aralık	2003	2004	2005	2006	2007
Faiz	60,4067	60,0684	59,9558	60,1811	60,1811
Borsa	68,6913	70,5095	69,4157	58,8358	60,6328
Dolar	54,6758	55,3225	57,8368	56,7368	57,5057
Euro	60,1811	53,2875	56,6131	59,3945	56,7368
Altın	60,6328	50,875	67,6118	56,5181	57,5057