AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Hüseyin Avni ÇUBUKCU

OYUN TEORİSİ VE BİR UYGULAMA

Ekonometri Ana Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Antalya, 2016

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Hüseyin Avni ÇUBUKCU

OYUN TEORİSİ VE BİR UYGULAMA

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Fahriye UYSAL

Ekonometri Ana Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Antalya, 2016

T.C.

Akdeniz Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Hüseyin Avni ÇUBUKCU 'nun bu çalışması, jürimiz tarafından Ekonometri Anabilim dalı Yüksek Lisans Programı tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan	: Yrd. Doç. Dr. Çiğdem DEMİR	(İmza)
Üye (Danışman)	: Yrd. Doç. Dr. Fahriye UYSAL	(İmza)
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Onur DEMİREL	(İmza)

Tez Başlığı: Oyun Teorisi ve Bir Uygulama

Onay: Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Tez Savunma Tarihi : 21/07/2016
Mezuniyet Tarihi : 04/08/2016

(İmza)

Prof. Dr. Zekeriya KARADAVUT

Müdür

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum "Oyun Teorisi ve Bir Uygulama" adlı bu çalışmanın, akademik kural ve etik değerlere uygun bir biçimde tarafımca yazıldığını, yararlandığım bütün eserlerin kaynakçada gösterildiğini ve çalışma içerisinde bu eserlere atıf yapıldığını belirtir; bunu şerefimle doğrularım.

Hüseyin Avni ÇUBUKCU

İmza

İ Ç İ N D E K İ L E R

ŞEKİLLER LİSTESİ…..iv
TABLOLAR LİSTESİ v
KISALTMALAR LİSTESİ..vi
ÖZET vii
SUMMARY viii
GİRİŞ 1

BİRİNCİ BÖLÜM

OYUN TEORİSİ

1.1 Oyun Teorisine Genel Bakış 3
1.1.1 Oyun Teorisi ve Temel Kavramları 3
1.1.1.1 Oyun Teorisi...3
1.1.1.2 Kavramlar...3
1.1.2 Oyun Teorisinin Tarihçesi 5
1.1.3 Oyun Teorisinin Varsayımları 6
1.1.4 Oyun Teorisi Uygulama Alanları 6
1.1.5 Oyunların Sınıflandırılması 8
1.1.5.1 Bilgi Düzeyine Göre Sınıflandırma..8
1.1.5.2 Oyun Sonunda Elde Edilen Kazanç Bakımından Sınıflandırma.....................................8
1.1.5.3 Anlaşmalı Olup Olmamasına Göre Sınıflandırma 9
1.1.5.4 Oyuncu Sayısına Göre Sınıflandırma...9
1.1.5.5 Dinamik ve Statik Sınıflandırması 9
1.2 Statik Oyunlar..10
1.2.1 Tam Bilgili Statik Oyunlar 10
1.2.1.1 İki Kişili Sıfır Toplamlı Oyunlar..10
1.2.1.1.1 Maximin ve Minimax 11
1.2.1.1.2 Eyer (Tepe) Noktası 12
1.2.1.2 Nash Dengesi..13
1.2.1.3 Karma Stratejiler 14
1.2.1.4 Sıfır Toplamlı Olmayan İki Kişili Oyunlar 16
1.2.1.4.1 Mahkûmlar İkilemi 17
1.2.2 Eksik Bilgili Statik Oyunlar...18
1.2.2.1 Beklenen Değer Kavramı ve Allais Paradoksu 19
1.2.2.2 Hurwicz ve Bayes Kuralları 21

1.3 Dinamik Oyunlar 23
1.3.1 Alt Oyun Mükemmel Nash Dengesi 27
1.4 Tekrarlı Oyunlar 28
1.4.1 Sonlu Tekrarlı Oyunlar 29
1.4.1.1 Geriye Doğru Çıkarsama 29
1.4.2 Sonsuz ve Belirsiz Tekrarlı Oyunlar 32
1.5 Oligopol 37
1.5.1 Cournot Modeli 37
1.5.2 Stackelberg Modeli 39
1.5.3 Bertrand Modeli 41
1.6 Çözüm Yöntemleri 42
1.6.1 Cebirsel Yöntem 42
1.6.2 Grafik ile Çözüm 43
1.6.3 Doğrusal Programlama ile Çözüm 47

İKİNCİ BÖLÜM

SİVİL HAVACILIK SEKTÖRÜ

2.1 Havacılığın Tanımı 52
2.2 Havacılığın Tarihçesi 52
2.3 Hava Ulaşımının Genel Özellikleri 54
2.4 Havayolu Ulaşımını Etkileyen Gelişmeler 55
2.4.1 Serbestleşme 55
2.4.2 Liberalleşme 55
2.4.3 Özelleşme 55
2.5 Hava Ulaşımının Ekonomik Katkısı 56
2.6 Havacılığın Dünyadaki ve Türkiye’deki Durumu 57
2.6.1 Dünyada Havacılık 57
2.6.1.1 Uluslararası Havaalanları Konseyi (ACI) 57
2.6.1.2 Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO) 58
2.6.1.3 Uluslararası Hava Taşımacılığı Kurumu (IATA) 58
2.6.1.4 Hava Seyrüseferinin Emniyeti için Avrupa Teşkilatı (EUROCONTROL) 58
2.6.1.5 Avrupa Sivil Havacılık Konferansı (ECAC) 59
2.6.2 Türkiye’de Havacılık 59
2.6.2.1 Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM) 60
2.6.2.2 Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMİ) 61

2.6.2.3 Türk Hava Kurumu (THK) 63
2.6.2.4 Türk Hava Yolları (THY) 63
2.6.3 Sivil Havacılıkla İlgili Uluslararası Düzenlemeler 64
2.6.3.1 Paris Havacılık Sözleşmesi (1919) 64
2.6.3.2 Madrid Sözleşmesi (1926) 64
2.6.3.3 Havana Sözleşmesi (1928) 65
2.6.3.4 Chicago Konvansiyonu (1944) 65
2.6.3.5 Montreal Sözleşmesi (1999) 65

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
UYGULAMA

3.1 Uygulamanın Amacı 66
3.2 Literatür Taraması 66
3.3 Yöntem 67

SONUÇ 74
KAYNAKÇA 76
EK 1 - A Firmasının 2015 Yılına Ait Günlük Yolcu Sayıları ve Bilet Fiyatları 79
EK 2 - B Firmasının 2015 Yılına Ait Günlük Yolcu Sayıları ve Bilet Fiyatları 82
ÖZGEÇMİŞ 85

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 m/n Ödemeler Matrisi 4
Şekil 1.2 Alfa ve Beta İçin Oyun Ağacı 26
Şekil 1.3 Alfa & Beta Oyununun Alt Oyun Mükemmel Nash 28
Şekil 1.4 Girişimci Oyununun Bir Kademesinin Oyun Ağacı 31
Şekil 1.5 2x2'lik Oyun Matrisi 42
Şekil 1.6 A Oyuncusu İçin Grafiksel Çözüm 45
Şekil 1.7 B Oyuncusu İçin Grafiksel Çözüm 46
Şekil 2.1 Türkiye'nin Havalimanları 62

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1 İki Kişili Sıfır Toplamlı Oyun Ödemeler Matrisi....................................11
Tablo 1.2 A x B Firmalarının Ödemeler Matrisinde Tepe Noktası..12
Tablo 1.3 Kafe A ve Kafe B Ödemeler Matrisi..17
Tablo 1.4 Mahkûmlar İkilemi...18
Tablo 1.5 Mahkûmlar İkilemi Baskın Stratejiler...18
Tablo 1.6 Yatırımlar ve Doğa Oyun Matrisi 21
Tablo 1.7 Hurwicz Yönteminin Gösterimi...22
Tablo 1.8 Alfa ve Beta Oyun Matrisi 24
Tablo 1.9 Alfa ve Beta Sıfır Toplamlı Olmayan Oyun Matrisi...25
Tablo 1.10 Sıralı Oyunların Oyun Matrisinde Gösterimi...27
Tablo 1.11 Sonlu Tekrarlı Mahkumlar İkilemi Oyun Matrisi..30
Tablo 1.12 Genelleştirilmiş Mahkumlar İkilemi 34
Tablo 1.13 2 x 4 Boyutlu Oyun Matrisi 44
Tablo 1.14 A Oyuncusunun Beklenen Kazançları 44
Tablo 1.15 B Oyuncusunun Beklenen Kazancı...46
Tablo 2.1 ACI 2015 Yılı Havalimanı Trafik Özeti 57
Tablo 2.2 Yıllara göre Yolcu Sayıları 60
Tablo 2.3 Türkiye'de Faaliyet Gösteren Havayolu İşletmeleri..61
Tablo 2.4 Havalimanları Yolcu Sayıları 63
Tablo 3.1 A ve B Firmalarının Kazançları 70
Tablo 3.2 A ve B Firmalarının Oyun Matrisi 70

KISALTMALAR LİSTESİ

ACI	Uluslararası Havaalanları Konseyi
B.D.	Beklenen Değer
B.K	Beklenen Kazanç
DHMİ	Devlet Hava Meydanları İşletmesi
IATA	Uluslararası Hava Taşımacılığı Kurumu
ICAO	Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü
SHGM	Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü
THK	Türk Hava Kurumu
THY	Türk Hava Yolları
TL	Türk Lirası

ÖZET

Günümüzde ticari şartların iyileşmesi, devlet teşvikleri, globalleşme sonucu pazarların genişlemesi ve her gün artan nüfusun taleplerinin karşılanması gibi nedenler piyasalarda yer alan şirket sayılarını ve sonuç olarak şirketler arasındaki rekabeti artırmıştır. Yüksek rekabet koşullarında şirketlerin varlıklarını sürdürebilmeleri için bilimsel analizlerden faydalanarak hedef koymaları ve stratejilerini bu analizlere dayanarak belirlemeleri önem taşımaktadır. Bu nedenle bu çalışmada, rekabetin yüksek olduğu hava ulaşım sektöründe hizmet veren iki havayolu şirketinin daha çok kazanç sağlamak için karar alma yöntemlerinden biri olan ve sıklıkla kullanılan oyun teorisi ile ideal stratejilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada oyun teorisi ve havacılık hakkında bilgi verilmiş ve iki havayolu şirketinin en ideal fiyat politikalarının belirlenebilmesi için 2015 yılına ait Antalya (AYT) – Atatürk (IST) Havalimanları seferlerinin günlük yolcu sayıları ve bilet fiyatları kullanılarak iki kişili sıfır toplamlı oyun matrisi oluşturulmuştur. Kurulan oyunun denge noktası minmax ve maxmin yöntemiyle hesaplanmış ve elde edilen sonuçlara göre ilgili şirketlerin yüksek rekabet sonucu fiyatlarını çok fazla düşürdükleri tespit edilmiştir. Şirketlerin daha fazla kazanç sağlamak için aralarında fikirbirliğine vararak fiyatlarını birlikte artırmaları sonucunda kazançlarını da artırabalicekleri bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Oyun, Oyun Teorisi, Havacılık, Nash Dengesi, Statik Oyunlar, Dinamik Oyunlar

SUMMARY

GAME THEORY AND AN APPLICATION

Nowadays the factors such as recovery in trade conditions, public incentives, expansion of markets due to globalisation struggling to respond the demand that increases day by day with the raising amount of population have ascended the number of companies and the competition among them. On the high level of competition circumstances, it is vital for companies to determine their aims and strategies by applying scientific analyses in order to maintain their existence. Thus in the study, it is aimed to designate the ideal strategies for two aviation companies with game theory, one of the decision analyses and is used often so as to increase their revenue.

In the study, game theory and aviation are explained and in order to determine the optimum pricing policy two players zero sum game matris is formed by means of the daily data of ticket prices and amount of passengers that two airline companies had for Antalya (AYT) – Atatürk (IST) flights in 2015. The equilibrium point of the game matrix is calculated by the minmax - maxmin method and according to the results it is found out that two companies decrease the level of ticket prices due to intensive competition. It is determined that companies may raise the level of ticket prices by cooperating together so as to increase the income.

Keywords: Game, Game Theory, Aviation, Nash Equilibrium, Static Games, Dynamic Games

G İ R İ Ş

İkinci Dünya Savaşında yaşanan teknolojik gelişmeler, havacılığın gelişmesini sağlamış, daha uzun mesafeler gidebilen, daha az yakıt harcayan uçaklar geliştirilmiştir. Bu gelişmelerle birlikte havacılık sektörü şekillenmeye başlamış ve zamanla havayolu ulaşım sektörü yüksek talep gören bir sektöre dönüşmüş ve günümüze kadar sürekli ilerleme kaydetmiştir.

Bu ilerleme ile birlikte birçok havayolu şirketi kurulmuş ve havayolu ulaşımı öncelikli tercih edilen ulaşım türü haline gelmiştir. Sektörün büyümesi havayolu şirketleri arasındaki rekabeti de arttırmış ve havayolu şirketlerine ait bilet fiyatlarının neredeyse şehirlerarası karayolu ulaşım fiyatlarından daha düşük seviyelere gelmesine neden olmuştur.

Rekabetin yoğun olduğu böyle sektörlerde, ayakta kalabilmesi için o şirketin sektörün koşullarını iyi değerlendirmesi, rakip şirketlerin hamlelerini öngörebilmesi, kapasitelerini belirlemesi, kapsamlı analizler yapması ve bunları göz önünde bulundurarak kararlar alması büyük önem arz etmektedir.

Bu analizlerden biri de oyun teorisidir. Oyun Teorisi, birbirini etkileyen birimlerin davranışlarını inceleyen ve karar alma aşamalarında kullanılan matematiksel bir analiz aracıdır. Teori, ilk olarak 19. Yüzyılda ortaya atılmış fakat 20. Yüzyılın başlarında yaygınlaşmış ve ekonomi alanında kullanılmaya başlanmıştır. Burada oyuncular alacakları kararlar sonuçlarında kendilerinin ve rakiplerinin nasıl etkileneceğini bilir ve buna göre kendilerine en yüksek getiriyi sağlayacak ya da kaybı en aza indirecek stratejileri seçerler. Günümüzde serbest pazarların yaygınlaşması sonucu şirketler arası rekabetin yüksek olması, çıkar çatışmalarının olduğu durumlarda uygulanan matematiksel bir analiz olarak oyun teorisinin önemini artırmaktadır.

Çalışmanın birinci bölümünde, uygulamada kullanılan oyun teorisi açıklanmış, tarihçesinden bahsedilmiş, teorinin kavram ve tanımlarına yer verilmiş, dinamik, statik ve çok kişili oyunlar, Nash dengesi detaylı bir şekilde incelenmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde, oyun teorisinin bu çalışmada uygulandığı alan olan havacılık sektörü incelenmiş, genel özelliklerinden ve havayolu ulaşımını etkileyen faktörlerden bahsedilmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde ise Türkiye hava taşımacılık sektöründe rekabetin en yoğun olduğu

Antalya (AYT) – Atatürk (IST) hattında seferleri olan iki havayolu şirketinin kendilerine en fazla kazancı sağlayacak fiyat politikalarının oyun teorisi ile bulunması amaçlanmıştır. Bunun için söz konusu iki havayolu şirketinin 2015 yılına ait Antalya (AYT) – Atatürk (IST) seferlerinin günlük yolcu sayıları ve bilet fiyatlarından yararlanılarak oyun matrisi kurulmuş ve en uygun denge noktası araştırılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM
OYUN TEORİSİ

1.1 Oyun Teorisine Genel Bakış

Oyun teorisi, geçmişi Babillere kadar uzansa da 1944 yılında ilk kez John von Neumann tarafından "Oyun Teorisi ve Ekonomik Davranış" adlı kitabında yer almıştır. Tarihten günümüze kadar önemini korumuş, evrim kuramını içeren hayvan davranışlarından, siyaset biliminde etik alandaki düşünceleri belirlemeye kadar birçok alanda kullanılmıştır.

1.1.1 Oyun Teorisi ve Temel Kavramları

1.1.1.1 Oyun Teorisi

Oyun teorisi, bireyin başarısının diğer bireylerin alacağı kararlara bağlı olduğu durumlarda kullanılan matematiksel hesaplamalara dayanan bir karar verme yöntemidir. Önceleri bireyin kazancının diğer bireyin kaybını ifade eden oyun türlerinde çözüm aramıştır. Ancak teorinin gelişmesiyle birlikte diğer oyun türleri için de çözüm yöntemleri geliştirilmiş ve neticesinde kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. Bu teorinin en önemli özelliği oyuncuların kararlarının diğer oyuncuların kararları ile ilişkili olmasıdır.

1.1.1.2 Kavramlar

Oyuncular: Oyuncular, karar alıcılardır ve aldıkları kararlar birbirlerini etkiler. Bir oyunda en az iki oyuncu olmalıdır ve oyuncuların rasyonel kararlar alarak optimum faydayı sağlayabilmek için en iyisini yaptıkları varsayılır.

Stratejiler: Oyuncuların farklı seçenekleri mevcuttur. Bu seçenekler de strateji olarak ifade edilir. Oyuncular, kendilerine maksimum faydayı sağlayacak olan stratejileri seçerler.

Kazanç veya Ödemeler: Oyunların sonu kazanç, kayıp veya geri çekilme olarak bulunabilir. Hesaplanan ödeme değerleri oyuncunun rakibine karşı kazanç veya kaybını ifade eder.

Ödemeler Matrisi:

> Oyuncuların strateji seçimlerinin türlü bileşimlerinden sonuçlanan kazanç ve kayıpları gösteren matrise ödemeler matrisi denir. Ödeme matrisinin elemanları pozitif, negatif veya sıfıra eşit olabilir. Söz konusu matrisin herhangi bir elemanı pozitif ise sütunda yer alan oyuncu, satırda yer alan oyuncuya, bu miktarda ödeme yapar. Matrisin herhangi bir elemanı negatif ise satırdaki oyuncu sütundaki oyuncuya bu negatif elemanın mutlak değerine eşit ödemede bulunur. Matrisin elemanı sıfır ise oyunculardan hiçbiri birbirine ödemede bulunmaz (Öztürk, 2009: 656).

m sayıda satırlı ve n sayıda sütunlu bir ödemeler matrisi aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

$$[K] = \begin{bmatrix} a11 & a12 & \cdots & a1n \\ a21 & a22 & \dots & a2n \\ a31 & a32 & \dots & a3n \\ \vdots & \dots & \dots & \vdots \\ a\mathrm{m} & am2 & \cdots & amn \end{bmatrix}$$

Şekil 1.1 m/n Ödemeler Matrisi

Satır A oyuncusunun, sütun da B oyuncusunun stratejilerini göstermektedir. Buna göre A oyuncusunun (1,2,…..m) sayıda stratejisi vardır ve bunlardan birini seçebilir. B oyuncusunun da (1,2,….n) sayıda stratejisi vardır. Oyunun sonucu, yani sütundaki oyuncu B'nin, satırdaki oyuncu A'ya yaptığı ödeme, A oyuncusunun ödeme matrisinde seçtiği satır ile B'nin seçtiği sütunun kesiştiği yerdeki eleman tarafından belirlenir. Örneğin A oyuncusu, A_3 stratejisini seçer ve B oyuncusu da B_2 stratejisini seçerse oyunun sonucu a_{32} veya A oyuncusunun kazancı olur. Eğer miktar negatif olursa, bu miktar A oyuncusunun B oyuncusuna yapacağı ödemeyi veya A oyuncusunun kaybını gösterir (Öztürk, 2009: 657).

Oyunlar: Oyunlar, çoğunlukla oyuncuların sayısına göre sınıflandırılır. 2 kişili, 3 kişili veya (n) kişili oyunlar oluşturulabilir. Ayrıca sıfır toplamlı, sıfır toplamlı olmayan, sabit toplamlı, sabit toplamlı olmayan, statik, dinamik, sonlu tekrarlı, sonsuz tekrarlı olarak da oyunların sınıflandırılmaları yapılabilir.

"Herhangi bir oyunda, oyuncular tarafından oynanan stratejiler göze alınmadan her oyuncunun kazanç ve kayıplarının matematik toplamı sıfır ise oyun, sıfır toplamlı oyundur. Bu oyunlar iki kişilik oyunlardır. Bir oyuncunun kazancı diğer oyuncunun kaybına eşittir." (Öztürk, 2009: 657).

Tam Stratejiler: Oyunun her oynanmasında oyuncuların aynı stratejiyi kullandığı söylenir. Bu strateji bazı oyunlar için optimal strateji olabilir. Bir oyuncunun faydasının optimum yapan tam strateji diğer oyuncu için de optimum olur. Oyunun tepe noktası olan bu tam stratejiye de maxmin ve minmax yöntemi ile ulaşılabilir.

Aynı zamanda tam stratejiler bir vektör olarak ifade edilebilir. Eğer A oyuncusu her zaman A_2 stratejisini seçerse strateji vektörü x= [0,1,0,0] yani $x_2 = 1$ olur; diğer elemanlar sıfır olur (Öztürk, 2009: 660).

Karma Stratejiler: Oyunlarda genellikle karma strateji kullanılır. Karma strateji, tam stratejiler kümesindeki ihtimal dağılımı ile tanımlanır. A oyuncusu için herhangi bir karma strateji olasılık vektörü

$X = [x_1, x_2, \dots, x_m]$ 'dir.

Burada x_i (i = 1,2,….,m) A_i stratejisinin seçilme olasılığını ifade eder. Oyuncu B için karma stratejisi ise

$Y = [y_1, y_2, \dots, y_m]$ 'dir.

Y_i (j= 1,2,…..,n) B_j stratejisinin seçilme olasılığını ifade eder.

Olasılık olarak x ve y vektöründeki x_i ve y_j negatif olmamalıdır. Yani

$X_i \geq 0$ i = 1,2,….m

$Y_j \geq 0$ j = 1,2,….n

$\sum_{i=1}^{m} X_i = \sum_{j=1}^{n} Y_j = 1$ 'dir.

Beklenen Değer: Beklenen değer, olayın gerçekleşme ihtimali ile olayın değerinin çarpımlarının toplamlarıdır.

B.D. = $\sum_{i=1}^{n} P(Xi)Xi$ (i= 1,2,3,…..,n)

Oyun kuramına beklenen değeri uygularsak A oyuncusunun uzun dönemdeki beklenen kazancı

B.D.(x, y) =$\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} Aij x_i y_j$ dir

Burada, x_i ve y_j A ve B oyuncularının i ve j stratejilerini seçme olasılığını a_{ij}: A oyuncusu (i) stratejisini x_i olasılığı ile B oyuncusu da (j) stratejisini y_j olasılığı ile seçtiğinde, A oyuncusunun kazancını veya B oyuncusuna olan ödemesini gösterir (Öztürk, 2009: 661).

Herhangi Bir Çözümün Tanımı:

Herhangi bir oyunu çözümlerken, oyunun birkaç kez yinelenerek oynandığı düşünülür. İki kişilik oyunda, A oyuncusu rakibi olan B oyuncusunun hangi stratejiyi oynayacağını düşünmeden kendisi için x gibi optimal strateji vektörünü elde etmeye çalışır. X vektörü A oyuncusuna oyundan maksimum beklenen kazancı sağlar. Buna karşılık B oyuncusu da A oyuncusunun beklenen kazancını en aza indirecek kendi strateji vektörü [y] 'yi araştırır. Eğer x^* ve y^*, A ve B oyuncularının optimal stratejilerini gösterirse, A oyuncusunun beklenen değeri B.D.(x^*, y^*) olur ki, bu da oyunun değeridir (Öztürk, 2009: 662).

1.1.2 Oyun Teorisinin Tarihçesi

Oyun teorisi analizini içeren bir uygulamanın varlığı tarihte ilk olarak M.S. 500 yılında Babillerin toplumsal hayatlarını düzenleyen kuralların yer aldığı Talmud yapıtında rastlanılmıştır. 17. Yüzyılda Pierre de Fermat ve Blaise Pascal arasındaki yazışmalarda Karma Stratejiler kavramından bahsedilmiş, 18.yüzyıl başlarında James Waldegrave tarafından minmax ilkesi ortaya atılmıştır. Sosyal alandaki ilk çalışma Zermelo tarafından satrançta uygulanmıştır. Zermelo burada çıkarları birbiriyle tamamen zıt olan iki bireyin olduğu oyunları incelemiştir.

1944 yılında John von Neumann'in yazdığı "Oyun Teorisi ve Ekonomik Davranış" isimli kitabı ile ilk kez ekonomide kullanılmıştır. Kitabında iki kişili sıfır toplamlı oyunları ve koalisyon durumundaki oyunları inceşlemiştir.

1950'li yıllarda John Forbes Nash, rasyonel davranış teorisini öne sürmüş ve oyun teorisinin tüm parçalarını birleştirerek teoriyi ilk kez ekonomi alanında kullanmıştır. Nash, aynı zamanda sıfır toplamlı olan ve sıfır toplamlı olmayan tüm oyunlar için bir çözüm yöntemi de bulmuştur.

Oyun teorisi günümüzde ekonomi, ticaret, siyasal bilimler, biyoloji, uluslararası ilişkiler gibi birçok alanda uygulanan matematiksel bir yöntem olarak sıklıkla kullanılmaktadır.

1.1.3 Oyun Teorisinin Varsayımları

Teorinin uygulanması sırasında ortaya çıkabilecek karmaşık durumların etkilerinin azaltılabilmesi için oyunun modellenmesi sırasında yerine getirilmesi gereken bazı varsayımlar vardır. Bu varsayımlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

Oyuncular sonlu sayıdadır. Oyunda en az iki oyuncu bulunmalıdır.

Oyuncuların tüm olası stratejileri sonlu sayıdadır.

Her oyuncu hem kendisi için hem de rakibi için olası stratejilerin hepsini bilir. Bununla beraber oyuncular rakiplerinin bu stratejilerden hangisini seçeceğini bilmemektedir.

Oyuncuların stratejileri ne olursa olsun kar ve zararları sınırlıdır.

Oyuncuların kazançları ya da zararları alacakları kararlara bağlı olduğu kadar rakibinin vereceği karara da bağlıdır.

Tüm mümkün davranışlar veya oynanacak stratejiler aynı ölçü biriminde, hesaplanabilir nitelikte olmalıdır (Esin, 2003: 322).

1.1.4 Oyun Teorisi Uygulama Alanları

Oyun teorisi, matematik içerikli bir araç olduğu için herhangi bir etkileşimli karar alma durumunda kullanılabilir. Teorinin uygulandığı kısmi alan listesi aşağıdaki bilimleri kapsar:

Kuramsal Ekonomi: Satıcı ile alıcının ticaret yaptığı piyasa oyun teorisi için bir örnektir. Her satıcı satış yapmak istediği fiyata göre mallarının fiyatlarını belirler ve her alıcı da hangi satıcıdan ne miktarda alacağına karar verir. Piyasa modelinde, oyun teorisi taleple birlikte mallar için belirlenen fiyatları tahmin etmeye çalışır ve arz ile talep arasındaki ilişkiyi inceler. Oyun teorisi için diğer bir örnek de açık artırmadır. Açık artırmadaki her katılımcı fiyat teklif ederek malın fiyatını belirler ve en yüksek teklifi veren katılımcı malı satın alır. Açık artırma modellerinde, oyun teorisi katılımcıların tekliflerini satıcının beklenen gelirini ve başka bir açık artırma yöntemi kullanılması durumunda beklenen gelirin nasıl değişeceğini tahmin etmekte kullanılır (Maschler, 2013: 1).

Şebekeler (Networks): Çağdaş dünya şebekelerle doludur; internet ağları ve telefon ağları buna en iyi iki örnek olarak gösterilebilir. Her şebeke kullanıcısı mümkün olan en düşük fiyattan en iyi hizmeti (hızlı internet bağlantısı, yüksek kaliteli telefon görüşmesi…vb) almak ister. Kullanıcı, bir internet servis sağlayıcısı ya da cep telefonu operatörü seçer ki bu sağlayıcılar sağladıkları hizmetin fiyatlarını belirledikleri için oyunun oyuncuları konumundadır. Oyun teorisi, bu piyasadaki oyuncuların tüm davranışlarını tahmin etmeye çalışır. Bu oyun servis sağlayıcıları açısından alıcılara göre daha karmaşıktır. Çünkü servis sağlayıcılar kendi aralarında işbirliği yapabilir (örneğin, telefon operatörleri işbirliği yapıp birbirlerinin şebeke ağı altyapısını kullanarak giderleri azaltabilirler) ve bu durumda oyun teorisi işbirlikçi koalisyonu tahmin etmekte ve katılımcıların işbirlikten elde ettiği kazancın adil dağılımının belirlenmesinde kullanılır.

Siyaset Bilimi: Parlamento seçimlerinden sonra koalisyon hükümeti oluşturan siyasi partiler, kazançlarının koalisyon oluşumlarından oluştuğu oyunları oynarlar. Bu koalisyon bakanlıkları ve diğer seçilen parlamento sözcüsü, komite başkanı gibi memurları, koalisyon üyeleri arasında böler. Oyun teorisi her siyasi partinin gücünü ölçebilen bir gösterge geliştirmiştir. Bu göstergeler, bakanlıkların ve bazı yüksek hükümet pozisyonlarının bölünmesini tahmin edebilir ya da açıklayabilir. Oyun teorisinin diğer bir dalı çeşitli oylama yöntemleri sağlar ve onların özelliklerini inceler.

Askeri uygulamalar: Oyun teorisinin askeri alandaki en klasik uygulaması savaş uçağını kovalayan rokettir. En iyi roket takip stratejisi nedir? Kendisini takip eden roketten kaçınmak için pilotun uygulayacağı en iyi strateji nedir? Oyun teorisi, ne zaman ne yapılacağı, rakibin yerine kendini koyarak rakibin ne yapacağı ve neden yapacağı, karşı tarafında aynı şekilde düşünüp nasıl davranacağı gibi stratejik düşünme gerektiren savunma alanına birçok katkıda bulunmuştur.

Denetim: Birçok farklı alandaki problemler, birinci oyuncunun yasadışı yollardan kar sağlayan bir kuruluş, ikinci oyuncunun ise birinci oyuncunun davranışlarını gözlemleyen bir denetçi olduğu “ikili oyun” olarak tanımlanabilir. Bu oyunlara örnek olarak imza sahibi ülkelerde bulunan nükleer tesisleri denetleyerek nükleer silahların sınırlandırılması anlaşmasını kabul ettirmedeki rolü açısından Uluslararası Atom Enerjisi Bürosu’nun aktiviteleri gösterilebilir. Ek olarak uyuşturucu kaçakçılığını önlemek için kullanılan hukuksal yaptırımlar, vergi denetimleri, tren ve otobüs bilet fiyatlarının denetimi gibi konuyla ilgili örnekler çoğaltılabilir.

Biyoloji: Bitkiler ve hayvanlar da oyun oynarlar. Evrim, polenlerin taşınmasında böcekleri çekmek için çiçeklerin kullandıkları stratejileri ve böceklerin hangi çiçeğe gideceğinin belirlenmesinde kullandıkları stratejileri belirler. Darwin'in "Survival of the Fittest" adlı eserinde sadece yaşadığı çevre koşullarına en iyi adapte olan organizmaların hayatta kalacağını belirtmektedir. Bu ilke oyun teorisi fikrinin en önemlisi olan Nash dengesinin bir çeşidi olan Evrimsel Sabit Strateji kavramı ile açıklanabilir. Genel ve evrimsel biyolojide kullanılan oyun teorisi, çeşitli biyolojik olayları bazen şaşırtıcı derecede iyi açıklar.

Oyun teorisi yukarıdaki bilimlere ek olarak başka alanlarda da kullanılmaktadır. Örneğin, ahlak ve sosyal adalet ile ilişkili kavramlara yeni görüşler getirerek felsefeye katkıda bulunur ve psikolojiyi ilgilendiren farklı durumlarda insan davranışlarına yönelik sorular ortaya çıkarır. Yöntemsel olarak, oyun teorisi matematiğe sıkı bir şekilde bağlıdır. Oyun modelli çalışmalar, olasılık ve kombinasyondan diferansiyel denklemler ve cebirsel geometriye kadar birçok matematiksel araç kullanmayı gerektirir. Oyun modellerinin analizi bazen yeni matematiksel yöntemler geliştirilmesini gerektirir.

1.1.5 Oyunların Sınıflandırılması

1.1.5.1 Bilgi Düzeyine Göre Sınıflandırma

Oyunlar bilgi düzeylerine göre tam bilgi veya eksik bilgi ile oynanan oyunlar olarak sınıflandırılmaktadır. Tam bilgi ile oynanan oyunlarda her oyuncu, diğer oyuncuların stratejilerini ve bu stratejileri seçmesi durumunda ne kadar kazanacaklarını veya zarara uğrayacaklarını bilmektedirler. Eksik bilgili oyunlarda ise bireyler oyunun sonunda elde edecekleri kazanç veya kaybın ne kadar olduğunu bilmemektedirler.

1.1.5.2 Oyun Sonunda Elde Edilen Kazanç Bakımından Sınıflandırma

Oyunlar kazanç bakımından sıfır toplamlı ve sıfır toplamlı olmayan oyunlar olmak üzere ikiye ayrılır. Bir oyuncunun kazancının diğer oyuncunun kaybını gösterdiği oyunlar sıfır toplamlı oyunlar olarak sınıflandırılmaktadır. Sıfır toplamlı oyunlara örnek olarak dama, satranç, kart oyunları gibi oyunlar gösterilebilir.

Bir oyuncunun kazancı diğer oyuncunun kaybını ifade etmediği oyun türleri sıfır toplamlı olmayan oyunlar olarak adlandırılmaktadır. Bu durumda oyuncuların çıkarları aynı yönde olabilir ve oyuncular kendi aralarında koalisyon kurabilirler.

1.1.5.3 Anlaşmalı Olup Olmamasına Göre Sınıflandırma

Oyuncular faydalarını maksimum yapabilmek için diğer oyuncularla işbirliğinde bulunabilirler. Böyle durumlarda işbirlikçi oyuncular arasında koalisyon kurulur ve koalisyon tek bir oyuncu gibi değerlendirilir. Bu tür oyunlar işbirliği olan oyunlar olarak adlandırılır.

İşbirliği olmayan oyunlarda ise stratejik seçimlerin zamanı sırası gibi analizleri değerlendirilir. Bu tür oyunlarda oyuncular arasında herhangi bir anlaşma gerçekleşmez. Her oyuncu kendisine maksimum faydayı sağlayacak olan stratejiyi seçer.

1.1.5.4 Oyuncu Sayısına Göre Sınıflandırma

Bir oyunda en az iki oyuncu olmalıdır. İki oyucunun olduğu oyunlar, iki kişili oyunlar olarak ifade edilir. Oyuncu sayısının ikiden fazla olduğu oyunlar ise n kişili oyunlar olarak adlandırılır. Bazı durumlarda oyunda yer alan oyuncuların bazıları aralarında koalisyon kurarak birlikte hareket ederler. Bu durumlarda koalisyon oyuncuları oyunda tek bir oyuncu olarak gösterilir.

1.1.5.5 Dinamik ve Statik Sınıflandırması

Bir oyunu çözmek, oyuncuların nasıl hamleler yapabileceklerini öngörmektir. Statik oyunlarda oyuncular kararlarını izole olarak ve diğer oyuncuların hamlelerinden haberdar olmadan yaparlar. Aynı anda karar vermeleri gerekmese de, birbirlerinin eğilimlerinden haberdar olamazlar. Kapalı ihale usulü buna bir örnek teşkil etmektedir. Günümüzde birçok alanda kapalı teklif ihale usulü yaygın olarak kullanılır. İhale, bir projenin uygulanması safhasında gerekli olacak mal ve hizmetlerin sağlanması için birçok istekli kişi veya kurumun teklif vermesidir. Kapalı teklif usulünde teklifler yazılı olarak kapalı bir zarf içerisinde yapılır. İsteklilerden en düşük bedeli veren işi alır. Kapalı ihale usulü statik oyunlar için bir örnek oluşturur. Oyuncu işi almak için kendince en uygun teklifi diğer oyuncuların kim olduğundan, teklif kapasitelerinden ve tüm olasılıklardan haberdar olmadan yapar (Gedikoğlu, 2012: 15).

Dinamik oyunlarda ise, oyunu oynayış sırası ve sınırlı da olsa oyuncuların birbirlerini gözlemleme ve bilgi edinme hakları vardır. İngiliz müzayede sistemi dinamik oyunlar için bir örnek oluşturmaktadır. Burada belirli bir fiyat ile açılış yapılır, ücreti artıran oyunculardan en yüksek fiyatı veren malın veya hizmetin sahibi olur.

Statik ve dinamik oyunlar, oyunun oynandığı zaman periyodunun oyunun oynanışı ve stratejileri üzerindeki etkisi açısından önemlidir. Bir oyunun oynandığı zaman periyodu ve oyuncuların sahip olabildikleri bilgi seviyesi oyunun akışını belli etmektedir. Her oyun sınıfı için bir oyun statik veya dinamik olabilir. Eğer oyuncular arasında etkileşim varsa veya oyun birden çok kere tekrarlanabiliyorsa o oyun dinamiktir. Oyuncuların bilgi seviyesi, oyunun statik veya dinamik olacağını belirleyebilir (Gedikoğlu, 2012: 16).

Statik oyunlar, alınan kararların tümünün aynı anda alındığı oyunlardır. Oyuncular bir kez karar alırlar ve oyun sonlanır. Dinamik oyunlarda ise karar alma farklı zaman aralıklarında gerçekleşir. İki oyun türü arasındaki farkı kavrayabilmek için Cournot Duopol modeli incelenebilir. Modele göre her iki firma da kendi karını maksimize edecek şekilde aynı anda ve tek üretim kararı verirler, yani statik bir oyun oynarlar. Ancak firmaların birkaç aşamada karar alarak karlarını maksimize etmeye çalıştıklarını da düşünebiliriz. Bu durumda oyun dinamik bir görüntüye sahip olur. Dolayısı ile bir oyun bir veya birden çok oyun sınıflandırmasının içinde bulunabilmekte ve kurallarına uyabilmektedir. Buna bağlı olarak da, çözüm yöntemleri değişmektedir (Gedikoğlu, 2012: 16).

1.2 Statik Oyunlar

1.2.1 Tam Bilgili Statik Oyunlar

Statik oyunlarda oyuncuların kararlarını eş zamanlı aldığı ya da karar alırken diğer oyuncuların alacakları kararları bilmeden stratejilerini belirledikleri oyun türleridir. Bu oyun türünde oyuncular oyun sonunda diğer oyuncuların olası strateji seçimlerinde ne kadar kazanacakalrını veya kaybedeceklerini bilmektedirler.

1.2.1.1 İki Kişili Sıfır Toplamlı Oyunlar

İki kişili sıfır toplamlı oyunlar, iki oyuncunun yer aldığı ve bir oyuncu kazanırken diğer oyuncunun kaybettiği oyunlardır. Yani bir oyuncunun kazancı, diğer oyuncunun cebinden çıkar ve diğer oyuncunun zararını ifade eder. Bu yüzden sıfır toplamlı oyunlarda bireylerin çıkarları çakışma içerisindedir. Yani bireyler arasında işbirliğine gidilmesi mümkün değildir.

İki kişili sıfır toplamlı oyunların ödemeler matrisi Tablo 1.1’deki gibi gösterilir.

Tablo 1.1 İki Kişili Sıfır Toplamlı Oyun Ödemeler Matrisi

		B						
		B_1	B_2	B_3	….	…..	….	B_n
	A_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	…..	…..	…..	a_{1n}
A	A_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	…..	…..	…..	a_{2n}
	A_3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	…..	…..	…..	a_{3n}
	…..	…..	…..	…..	…..	…..	…..	…..
	A_m	a_{m1}	a_{m2}	a_{m3}	…..	…..	…..	a_{mn}

Tablo 1.1’de görüldüğü üzere A oyuncusunun (A_1, A_2, …..,A_m) m tane, B oyuncusunun (B_1, B_2, ……, B_n) n tane stratejisi vardır. Oyunun sonucu sütun oyuncusunun (B) seçtiği sütun ile satır oyuncusunun (A) seçtiği satırın kesiştiği yerdeki değerdir. Örneğin A oyuncusu, A_3 stratejisini seçer ve B oyuncusu da B_2 stratejisini seçerse oyunun sonucu a_{32} olur. Eğer a_{32} negatif ise, bu durumda A oyuncusu B oyuncusuna ödeme yapacaktır. Yani A oyuncusunun kaybını gösterecektir. Pozitif ise A oyuncusunun kazancını gösterir.

1.2.1.1.1 Maximin ve Minimax

Oyunun ödemeler matrisi oluşturulduktan sonra oyun sonucunun ve optimal stratejilerin belirlenmesi için maximin ve minimax karar kriterleri kullanılmaktadır.

Teorik olarak maximin stratejisi, satır oyuncusu için ödemeler matrisinde minimum değerli stratejiler arasından maksimum stratejiyi seçmektir. Minimaks strateji ise sütun oyuncusu için maksimum değerli stratejiler arasından minimum stratejiyi seçmektir (Çevikkan, 2010: 12).

Oyuncular en kötü durumları hesaplayıp stratejilerini belirlerler. Maksimin stratejisine göre satır oyuncusunun seçtiği strateji karşısında sütun oyuncusu, kaybını en küçük yapacak stratejiyi seçecektir. Bu yüzden satır oyuncusu, rakibine göre de oyunu değerlendirir ve rakibinin her bir stratejisi için en az ne kadar kazanç sağlayacağını hesaplar.

Tablo 1.2 A x B Firmalarının Ödemeler Matrisinde Tepe Noktası

	B1	B2	B3	B4	B5	Satırların minimum Elemanı
A1	9	3	1	8	0	0
A2	6	6	5	8	7	5 (maximin)
A3	2	4	3	3	8	2
A4	4	6	2	2	1	1
Sütunların Maximum Elemanı	9	6	5(minimax)	8	8	

Tablo 1.2'de A x B ödemeler matrisinde satır içerisindeki en küçük değerler her bir satırın en sağına sütun içerisindeki en büyük değerler her bir sütunun en altına yazılır. A firması A1 stratejisini seçtiğinde kazancı 9 birim olacaktır. Fakat B firmasının 9 birimlik kaybı olacaktır. Bu yüzden B firması kaybını en aza indirecek stratejiyi seçecektir. Bu strateji aynı zamanda oyunun sınır değeridir. Maximin ve minimax değerlerinin aynı olması durumunda oyunda denge en uygun stratejiler bulunmuş olur. Yukarıdaki tabloda da maxmin ve minmax değerleri 5 olarak bulunmuştur. Yani oyunun denge noktası oluşmuştur. Bu durumda A firması A2 stratejisini, B firması ise B3 stratejisini seçerler.

1.2.1.1.2 Eyer (Tepe) Noktası

Minimax ve maximin yöntemleri kullanılarak elde edilen satır elemanlarının minimum elemanı ile sütun elemanlarının maksimum elemanı birbirine eşit ise bu değere tepe noktası denir. Bu değer aynı zamanda oyunun da değeridir. Bir oyunun birden fazla tepe noktası olabilir ya da hiç tepe noktası olmayabilir. Eğer oyunun tepe noktası yoksa oyuncuların optimal stratejileri karma olacaktır.

Tablo 1.2'de A x B oyun matrisinde görüldüğü gibi maximin ve minimax kullanılarak A için oyun değeri 5 birim ve B için oyun değeri 5 birimdir. Yani oyunun tepe noktası bulunmaktadır.

1.2.1.2 Nash Dengesi

Tepe noktasının bulunmadığı oyunlarda oyunun denge noktasının bulunabilmesi için Nash eşitliği kullanılır.

İktisattaki standart arz-talep yapısındaki gibi stratejik yapılarda da rasyonel olarak sürdürülen davranış düzenliliği denge olarak tanımlanır. İktisadi bir oyunda bütün oyuncuların strateji seçimleri belirliyken oyuncuların hiçbiri stratejilerini değiştirme eğiliminde bulunmuyorsa, bu strateji birleşimi bir Nash dengesini göstermektedir (Kural, 2007: 53).

Nash dengesine ulaşıldığı zaman hiçbir oyuncu stratejisini değiştirmek istemeyecektir. Nash Dengesi, oyuncu sayısına bakmaksızın herkesin genel durumu göz önünde bulundurarak seçiminden memnun olduğu, yani seçimlerini değiştirmek için hiçbir neden olmadığı durumu tanımlar. Bütün oyuncuların kendine göre en yüksek kazancı getirecek bir stratejisi vardır ama bu 'dominant strateji' oyundaki yegane oyuncu o olmadığı için uygulanamaz, o yüzden de bir 'denge' durumuna razı olunur. Nash dengesine ulaşıldığında, hiçbir oyuncu rakip oyuncunun eylemi sabit alındığında kendi seçimini değiştirmek istemez. “Bir başka deyişle, hiçbir oyuncu, rakip oyuncunun stratejisi sabitken, kendi eylemini değiştirerek kazancını arttıramaz. İşte Nash ağır matematik kullanarak, böyle bir dengenin çoğu şartlarda mevcut olduğunu ispat ederek, Von Neumann'ın yaklaşımını genelleştirmiş, çözüm üretmiş ve denge kavramını yerleştirmiştir” (Kural, 2007: 53).

Aşağıda yer alan oyun matrisini inceleyelim:

$$\begin{array}{cc} & \text{B} \\ A & \begin{bmatrix} 6,5 & 3,2 & 5,2 \\ 3,4 & 4,7 & 1,5 \\ 2,8 & 1,2 & 6,8 \end{bmatrix} \end{array}$$

Bu matriste tepe noktası bulunmamaktadır. Bu yüzden oyunun denge noktasının belirlenmesi için Nash eşitliğinden yararlanılır. Öncelikle B oyuncusunun stratejisi sabitken A oyuncusunun en iyi stratejileri belirlenir. Örnekte B oyuncusu b_1 stratejisini seçtiğinde, A oyuncusu da kendisine en çok kazanç getirecek olan a_1 stratejisini seçecektir. B oyuncusunun stratejisi sabitken A oyuncusunun en iyi stratejileri aşağıdaki gibi gri renkle gösterilmiştir (Kural, 2007: 54).

$$\begin{array}{cc} & B \\ A & \begin{bmatrix} 6{,}5 & 3{,}2 & 5{,}2 \\ 3{,}4 & 4{,}7 & 1{,}5 \\ 2{,}8 & 1{,}2 & 6{,}8 \end{bmatrix} \end{array}$$

Sonrasında A oyuncusunun stratejisi sabitken B oyuncusunun en iyi stratejileri gösterilir

$$\begin{array}{cc} & B \\ A & \begin{bmatrix} 6{,}5 & 3{,}2 & 5{,}2 \\ 3{,}4 & 4{,}7 & 1{,}5 \\ 2{,}8 & 1{,}2 & 6{,}8 \end{bmatrix} \end{array}$$

Her iki oyuncu için de oluşturduğumuz en iyi strateji matrisinde, aynı hücreye denk gelen en iyi tepki stratejileri, oyunun Nash dengesini oluşturur.

$$\begin{array}{cc} & B \\ A & \begin{bmatrix} 6{,}5 & 3{,}2 & 5{,}2 \\ 3{,}4 & 4{,}7 & 1{,}5 \\ 2{,}8 & 1{,}2 & 6{,}8 \end{bmatrix} \end{array}$$

Sonuç olarak her iki oyuncu için en iyi stratejiler a_{11}, a_{22}, a_{33} ‘tür ve bu noktalar aynı zamanda Nash Dengesi olarak adlandırılır. Bu noktalarda oyunculardan hiçbiri, rakibi strateji değiştirmedikçe kendi stratejisini değiştirmez ve bu nedenle bu noktalar denge noktalarıdır (Kural, 2007: 56).

1.2.1.3 Karma Stratejiler

Tam strateji yöntemi içinde yer alan tepe noktası yaklaşımına göre bir oyunun denge değerini bulmak mümkün olmazsa karma strateji yöntemi uygulanabilmektedir. Bu tür oyunlarda oyuncular sahip oldukları stratejileri olasılık dağılımına göre karma bir biçimde seçip oynamak suretiyle, belli bir miktarın altına düşmeyen bir kazancı ve belli bir miktarın üzerine çıkmayan bir kaybı garanti edebilirler. Karma strateji yöntemi ile ulaşılan oyun değeri, beklenen değer olarak adlandırılır (Straffin, 1993: 32).

Karma strateji yöntemi bir örnekle açıklanabilir.

		Fatma	
		F = p	T = 1 - p
Ayşe	F = q	5,3	2,1
	T = 1 - q	1,2	3,5

Ev arkadaşı olan Ayşe ile Fatma’nın birlikte film izleme veya tenis oynama stratejileri mevcuttur. Ayşe, Fatma ile film seyretmek istemekte; Fatma ise Ayşe ile birlikte tenis oynamak istemektedir. Ayşe ile Fatma birlikte film seyrederlerse elde edecekleri fayda sırasıyla (5, 3), ikisi birlikte tenis oynarlarsa (3,5), Ayşe film seyrederken Fatma tenis oynarsa (2,1), Ayşe tenis oynarken Fatma film seyrederse (1, 2) birimdir.

Yukarıdaki matriste görüldüğü üzere matrisin baskın değeri bulunmamaktadır. Fatma tenis oynamayı tercih ederse, Ayşe için en çok fayda getirecek olan karar da tenis oynamaktır. Fatma film seyretmeyi tercih ederse Ayşe için en yüksek faydayı sağlayacak karar film seyretmektir. Bu yüzden Ayşe’nin baskın bir stratejisi bulunmamaktadır. Aynı durum Fatma için de söz konusudur (Straffin, 1993: 33).

Bu durumda oyunun stratejisinin belirlenebilmesi için karma stratejiler yöntemi ile oyuncuların hangi stratejiyi hangi oranda oynadıkları hesaplanır. Ayşe’nin “q” oranında (veya zamanında) film seyrederse tenis oynama oranı 1 - q olacaktır. Fatma “p” oranında film seyrederse tenis oynama oranı 1 – p olur. Fatma’nın film seyretmesi durumunda Ayşe’nin q oranında film ve 1 – q oranında tenis stratejilerini oynaması neticesinde elde edilen Fatma’nın beklenen kazancı, Fatma’nın tenis oynaması durumunda Ayşe’nin yine aynı oranlarda tenis ve film stratejilerini oynaması neticesinde elde edeceği beklenen kazanca eşit olması gerekmektedir. Yani:

$3q + 2\,(1 – q) = 1q + 5\,(1 – q)$ dir ve

$3q + 2 – 2q = 1q + 5 – 5q$

$q + 2 = 5 - 4q$

$5q = 3$

$q = 3/5$

$1 – q = 2/5$ olarak bulunur. (Straffin, 1993: 33)

Ayşe stratejilerini oransal şekilde oynarsa, Fatma’nın film stratejisi için beklenen kazancı;

$3\,(3/5) + 2\,(2/5) = 13/5 = 2{,}6$

Fatma'nın tenis stratejisi için beklenen kazancı;

1 (3/5) + 5 (2/5) = 13/5 = 2,6 dır.

Ayşe'nin beklenen kazancını hesaplamak için de aynı işlemler yapılır. Yine aynı şekilde Ayşe'nin film seyretmesi durumunda Fatma'nın "p" oranında film ve "1 – p" oranında tenis oynaması neticesinde elde edilen Ayşe'nin beklenen kazancı, Ayşe'nin tenis oynaması durumunda Fatma'nın "p" oranında film ve "1- p" oranında tenis oynaması neticesinde elde edilen beklenen kazanca eşit olacaktır. Yani:

5p + 2 (1 – p) = 1p + 3 (1 – p) dir.

5p + 2 – 2p = 1p + 3 – 3p

3p + 2 = 3 – 2p

5p = 1

p = 1/5

1 – p = 4/5 olarak bulunur.

Fatma stratejilerini oransal şekilde oynarsa Ayşe'nin film stratejisi için beklenen kazancı;

5 (1/5) + 2 (4/5) = 13/5 = 2,6

Ayşe'nin tenis stratejisi için beklenen kazancı;

1 (1/5) + 3 (4/5) = 13/5 = 2,6'dır.

Örnekte görüldüğü gibi oyuncular sahip oldukları stratejileri oransal bir şekilde oynarlarsa kazançlarını artırabilmektedirler (Straffin, 1993: 34).

1.2.1.4 Sıfır Toplamlı Olmayan İki Kişili Oyunlar

Sıfır toplamlı oyunlarda yenilgi ve yenginin toplamı sıfırdır. Bir oyuncunun kazancı, diğer oyuncunun kaybı olur. Sıfır toplamlı olmayan oyunlarda ise oyuncuların kazanç ve kayıplarının toplamının sıfırdan farklı bir değer olmasıdır. Gerçek hayatta sıfır toplamlı olmayan oyunlar daha gerçekçidir. Neuman ve Morgenstern'ın 1944 basımlı kitabı bu tip oyunların çözümlerine açıklık getirmezken, Nash'in teoremi bu tip oyunların izahına yönelik olmuştur (Gedikoğlu, 2012: 40).

Örnek:

Aynı cadde üzerinde bulunan A ve B kafeleri müşterileri için içecek fiyatlarında özel bir indirim yapmayı planlamaktadır. Stratejileri indirim yapmak ya da indirim yapmamaktır.

Eğer biri indirim yaparken diğeri indirim yapmaz ise, indirim yapan kafe, diğer kafenin bazı müşterilerini kendisine çekecektir. Eğer iki Kafe de indirim yaparsa, hiçbiri diğer kafenin müşterilerini çekemeyecek; mevcut müşterilerle satışlardan kazanmaya devam edeceklerdir. Eğer iki kafe de indirim yapmaz ise, Kafe A'nın aylık 8000 TL, Kafe B'nin ise 9000 TL kazancı olmaktadır. Oyun matrisi aşağıdaki gibi olur.

Tablo 1.3 Kafe A ve Kafe B Ödemeler Matrisi

		Kafe B	
		İndirim	**İndirimsiz**
Kafe A	**İndirim**	11, 15	19, 7
	İndirimsiz	5, 21	8, 9

Tablo 1.3'te Kafe A ve Kafe B'nin indirim uygulama ve indirim uygulamama stratejileri sonucunda aylık kazançları gösterilmektedir. Kafe A indirim uyguladığında, Kafe B indirim uygularsa 15.000 TL, indirim uygulamaz ise 7.000 TL kazancı olmaktadır. Bu yüzden Kafe A indirim uyguladığında Kafe B için en kazançlı strateji indirim uygulamaktır. Kafe A indirim uygulamaz ise, Kafe B için en kazançlı strateji 21.000 TL getirisi olan indirim stratejisidir. Kafe A'nın her iki stratejisine karşı Kafe B'nin baskın stratejisi indirim uygulamaktır.

Mevcut oyuna Kafe A açısından bakacak olursak; Kafe B indirim uyguladığında Kafe A indirim uygularsa 11.000 TL, indirim uygulamaz ise 5.000 TL kazanacaktır. Bu yüzden Kafe B indirim uyguladığında Kafe A da indirim uygulamayı seçecektir. Kafe B indirim uygulamaz ise, Kafe A için en kazançlı strateji indirim uygulamaktır. Sonuç olarak hem Kafe A ve hem de Kafe B için baskın strateji indirim uygulamak olup oyunun denge noktası (11, 15) olur (Öztürk, 2009: 670).

1.2.1.4.1 Mahkûmlar İkilemi

İki şüpheli bir suçtan dolayı polis tarafından yakalanıp ayrı odalarda sorgulanmaya başlanır. Böylece ikisi de diğer arkadaşının sorgulamasının nasıl gittiği hakkında bilgiye sahip değildir. Buradaki varsayım, şüphelilerin gerçekten suçu işledikleridir. Sorguda suçu itiraf etme ya da reddetme olmak üzere sadece iki seçenekleri bulunmaktadır. Eğer şüphelilerin ikisi de suçu işlediklerini reddederlerse, polis ikisini de büyük suçtan dolayı mahkum edemeyecek; fakat yine de başka bir küçük suçtan dolayı ikisi de birer yıl cezalandıracaktır. Eğer biri inkar eder, diğeri itiraf ederse, reddeden şüpheli 10 yıl ceza alacak; itiraf eden ise ceza almayacaktır. Eğer ikisi de itiraf ederse 5'er yıl hapis cezası alacaklardır. Bu duruma ait oyun matrisi Tablo 1.4'teki gibi olur.

Tablo 1.4 Mahkûmlar İkilemi

Mahkûm 2

		İnkâr	**İtiraf**
Mahkûm 1	**İnkâr**	-1, -1	-10, 0
	İtiraf	0, -10	-5, -5

Oyun matrisinde görüldüğü üzere oyunun baskın stratejisi mevcuttur. Bu strateji de her iki mahkumun itiraf etmesidir. Aşağıdaki tabloda iki mahkumun da baskın stratejileri altı çizilerek gösterilmiştir.

Tablo 1.5 Mahkûmlar Ikilemi Baskın Stratejiler

Mahkûm 2

		Red	**İtiraf**
Mahkûm 1	**Red**	-1, -1	-10, 0
	İtiraf	0, -10	-5, -5

Tablo 1.5'e göre eğer mahkum 1 inkar ederse, mahkum 2 için en kazançlı seçim itiraf etmektir. Eğer mahkum 1 itiraf ederse, bu durumda mahkum 2 için en iyi strateji yine itiraf etmektir. Yani mahkum 1'in her stratejisine karşı mahkum 2 için baskın strateji itiraf etmektir. Aynı durum mahkum 1 için de geçerlidir. Eğer Mahkum 2 inkar ederse, mahkum 1 için en kazançlı seçim itiraf etmektir. Eğer mahkum 2 itiraf ederse, mahkum 1 için en kazançlı seçim yine itiraf etmek olacaktır. Sonuç olarak her iki mahkumun itiraf etmesi (-5, -5) oyunun denge noktasıdır ve kendileri için en kazançlı stratejidir (Carmicheal, 2005: 59).

1.2.2 Eksik Bilgili Statik Oyunlar

Gerçek hayatta kişilerin tam bilgiye sahip olması olasılık dışıdır. Oyuncular piyasayı etkileyebilecek tüm şartları tahmin edip etkilerini hesaplamaları mümkün olsa bile birbirlerinin kazanç fonksiyonlarından emin olamazlar. Yani eksik bilgili oyunlarda bir belirsizlik mevcuttur.

Genelde eksik bilgiye dayanan statik oyunları çözmek için Beklenen Değer ve Hurwics-Bayes Kuralları kullanılır.

1.2.2.1 Beklenen Değer Kavramı ve Allais Paradoksu

Bir oyunun eksik bilgiye dayanması durumunda, bu oyunu analiz etmek için sıkça kullanılan yöntemlerden biri, beklenen değer yöntemidir. Beklenen değer, bir oyuncunun, farklı kazanma olasılıkları ile her olasılığın gerçekleşmesi durumunda kazanacağı miktarları çarpıp, bulduğu değerleri toplaması sonucu elde ettiği olası bir değerdir (Kural, 2007: 105).

Allais paradoksu ise oyuncuların her zaman beklenen değer yöntemine göre hareket etmeyeceğini savunur. İnsanların belirsizlik içeren bir oyuna katılması için, oyunun beklenen değerinin pozitif olması ve eğer bir giriş maliyeti varsa, beklenen kazancın bundan yüksek olması gerekir. Ancak uygulamada, insanların bekledikleri değer pozitif olsa bile bu tür oyunları oynamak istemedikleri gözlemlenmiştir. İlk kez bu çelişki 18. yüzyılda Bernoulli tarafından araştırılmıştır. Bernoulli bu paradoksu kardinal bir fayda yaklaşımı ile açıklamıştır. Buna göre, bir kişinin oyuna katılma kararı beklediği kazanca değil, beklediği faydaya eşittir. Bernoulli burada beklenen fayda terimi ile insanın psikolojik olarak verdiği bir değeri dikkate almaktadır. Bernoulli beklenen faydayı ise beklenen değer kavramı ile açıklamaya çalışmıştır. Beklenen değer teorisinin öncüleri bir oyuna katılmanın beklenen değer ile doğru orantılı olduğunu savunmuşlardır. Bernoulli, beklenen değere göre hareket etmeyen bireylerin ise rasyonel birey olmadıkları için bu tercihleri yaptığını söylemiştir. Fransız iktisatçı Allais ise uygulamada bireylerin her zaman beklenen değere bağlı kalmadığını söylemiş ve bu durumun nedenin de bireylerin rasyonel olmaması değil, bireylerin risk içeren faktörlerden uzak durmaya çalışması olarak yorumlamıştır. Allais, bir karmaşık piyango olarak verdiği örnek üzerinde anlaşmazlık olarak gördüğü noktayı şöyle açıklar:

(1). Aşağıdaki iki durumdan hangisini seçerdiniz?

A Durumu :

Kesinlikle 100 bin kazanacaksınız.

B Durumu :

%10 ihtimalle 400 bin, %89 ihtimalle 100 bin kazanacaksınız.

%1 ihtimalle hiçbir şey kazanamayacaksınız.

(2). Aşağıdaki durumlardan hangisini tercih edersiniz?

C Durumu :

%11 ihtimalle 100 bin kazanacaksınız.

%89 ihtimalle hiçbir şey kazanamayacaksınız.

D Durumu:

%10 ihtimalle 400 bin kazanacaksınız.

%90 ihtimalle hiçbir şey kazanamayacaksınız.

Bu problem neo-Bernoulli formulasyonu içinde şu şekilde ifade edilir:

$u(X) = p\text{-}1X1 + P2X2 + \cdots + PnXn$

$u(A) = 1 * 100$

$u(B) = (0{,}10 * 400) + (0{,}89 * 100) + (0{,}01 * 0)$

$u(B) = 129$

$u(C) = (0{,}11 * 100) + (0{,}89 * 0)$

$u(C) = 11$

$u(D) = (0{,}10 * 400) + (0{,}90 * 0)$

$u(D) = 40$

Bu durumda beklenen faydaları dikkate alırsak; bireylerin B seçeneğini A'ya; D seçeneğini de C'ye tercih etmeleri gerekmektedir (Kural, 2007: 107).

Fransız bilim adamı Allais, rasyonel olduğu varsayılan kişilere bu soruyu sorduğunda, birinci soruda bu kişilerin A seçeneğini B'ye, ikinci soruda ise C seçeneğini D'ye tercih ettiklerini gözlemlemiştir. Bu durum ise tercihlerin değişmezliği varsayımına ters düşmektedir. Bu çelişki literatürde Allais Paradoksu olarak adlandırılır. Allais'e göre ise bu çelişkinin nedeni basittir:

Bu paradoks gibi duruma neden olan şey riske karşı oluşan insan psikolojisidir. Tarafsız bir gözle bakıldığında, Allais'in eleştirisi hiç de yabana atılır cinsten değildir. İnsanlar belirsizlik durumlarında her zaman bekledikleri değere göre değil, risk alma psikolojilerine göre de karar verirler. Aynı beklenen kazancı planlayan iki kişiden; birinin oyuna girmesi, birinin ise oyun dışında kalmayı tercih etmesini, rasyonalizm ile değil, risk psikolojisi kavramı ile açıklamak daha mantıklı görünmektedir.

Bu konu hakkında hangi yaklaşımın daha mantıklı olduğu hakkındaki karar okuyucuya kalmıştır. Çünkü, risk almayı sevmeyenler Allais'in yaklaşımı daha mantıklı bulacak, risk almayı sevenler ise neo-Bernoulli yaklaşımın her zaman geçerli olduğunu inanacaklardır (Kural, 2007: 107).

1.2.2.2 Hurwicz ve Bayes Kuralları

Eksik bilgiye dayanan oyunlar için ekonomist Hurwicz ve matematikçi Bayes de farklı yaklaşımlar getirmiştir. Bu bilim adamlarının yaklaşımları bir örnek yardımı ile incelenmiştir.

Bir kişinin evren ile oynadığı bir yatırım oyununu inceleyelim. Evrenin stratejileri (B_1, B_2, B_3, B_4), oyuncunun stratejileri ise (A_1, A_2, A_3, A_4) olduğu varsayılsın. Evrenin farklı durumları karşısında yatırımların ulusal ekonomide yaratacağı milli gelir artış yüzdeleri oyun matrisinde gösterilmiştir.

Tablo 1.6 Yatırımlar ve Doğa Oyun Matrisi

		Doğa			
		B1	**B2**	**B3**	**B4**
Yatırımlar	**A1**	6	2	9	6
	A2	4	3	5	12
	A3	8	6	5	15
	A4	3	4	8	1

Oyun matrisinin elemanları, çeşitli yatırım stratejilerinin milli gelirdeki artış yüzdelerini ifade etmektedir. Buradaki oyunda arzulanan hangi yatırım stratejisinin seçileceğidir (Kural, 2007: 108).

Böyle bir oyunda güvenlik stratejileri ile karar verilebilir. Ancak eksik bilgi ve belirsizlik olması durumunda, Leonid Hurwicz kötümser ile iyimser durumun aritmetik ortalaması alınarak en yüksek ortalama değeri veren stratejinin seçilebileceğini ve böylelikle de riskin en aza indirilebileceğini söylemiştir. Örnekte Hurwicz'in bu yaklaşımını uygulandığında elde edilen değerler aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 1.7 Hurwicz Yönteminin Gösterimi

	Min aij	Max aij	Ortalama Değer
A1	2	9	5,5
A2	3	12	7,5
A3	5	15	10
A4	1	8	4,5

Bu sonuçlara göre A oyuncusu A3 yatırım stratejisini tercih etmelidir. Belirsizlik altında bu tür karar almayı Leonid Hurwicz ortaya atmış olduğundan, bu kural **Hurwics Kuralı** olarak bilinir. Ek olarak bu kural, en iyi ve en kötü durumların meydana gelmeleri için olasılıklar verilerek genişletilebilir. Örneğin en iyi durumun gerçekleşme olasılığı 0,60, en kötü durumun gerçekleşme olasılığı ise 0,40 olduğunda yatırımların beklenen değerleri sırası ile;

$$B.D.(A_1) = 9(0{,}6) + 2(0{,}4) = 6{,}2$$

$$B.D.(A_2) = 12(0{,}6) + 3(0{,}4) = 8{,}4$$

$$B.D.(A_3) = 15(0{,}6) + 5(0{,}4) = 11$$

$$B.D.(A_4) = 8(0{,}6) + 1(0{,}4) = 5{,}2$$

olarak bulunur. Bulunan beklenen değerlere göre A oyuncusu yine A3 yatırımını seçer (Kural, 2007: 108).

Belirsizlik içerisinde en iyi kararın verilmesi için Fransız matematikçi Laplace ve İngiliz matematikçi Bayes tarafından ortaya atılan ***Bayes-Laplace Kuralı*** incelenebilir. Kuralın işleyişi çok basittir. Bu kurala göre doğal durumların meydana gelme olasılıklarının eşit olduğunu varsayılır. Doğanın sırasıyla B_1 durumunda olma olasılığı p_1, B_2 durumunda olma olasılığı p_2, B_3 durumunda olma olasılığı p_3 ve B_4 durumunda olma olasılığı da p_4 olursa;

$$p_1 + p_2 + p_3 + p_4 = 1$$

$$p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = \frac{1}{4}$$

şeklinde eşitlikler elde eldir ve böylelikle her bir yatırımın beklenen değerleri bulunur:

$$B.D.(A_1) = 6(0{,}25) + 2(0{,}25) + 9(0{,}25) + 6(0{,}25) = 5{,}75$$

$B.D.(A_2) = 4(0,25) + 3(0,25) + 5(0,25) + 12(0,25) = 6$

$B.D.(A_3) = 8(0,25) + 6(0,25) + 5(0,25) + 15(0,25) = 8,5$

$B.D.(A_4) = 3(0,25) + 4(0,25) + 8(0,25) + 1(0,25) = 4$

Bu sonuçlara göre oyuncu tarafından en yüksek beklenen değeri veren A_3 stratejisi seçilir (Kural, 2007: 109).

1.3 Dinamik Oyunlar

Zaman kavramının önemli olduğu oyunlar dinamik oyunlardır. Statik oyunlarda oyuncuların eş anlı hareket ettiği, birbirlerinin hareketlerini gözlemleyemediği kabul edilirken, dinamik oyunlarda ise oyuncular ardışık olarak strateji seçimleri yaparlar ve bir oyuncu hareket ettiğinde diğer oyuncu oyunda ne olduğu bilgisine sahip olur ve buna göre stratejisini belirler. Piyasadaki yerleşik firmalar arasındaki pazarlık süreçlerini dinamik oyunlar mantığı ile incelemek mümkündür. Her firma, ilk olarak rakibinin kullandığı stratejiyi inceler ve bu strateji karşısında en iyi stratejisi ile rakip firmaya karşılık vermeye çalışır (Çevikkan, 2010: 27).

Dinamik oyunlarda Nash dengesinin en güçlü birimi "alt oyun mükemmel Nash dengesi" kavramıdır. Ancak bu kavramdan önce geri yönlü çıkarsama ilkesini kullanarak dinamik bir oyun için alt oyun mükemmel Nash dengesini bulmak daha kolay olmaktadır (Bekar, 2008: 30).

Geriye doğru çıkarsama dinamik oyunlara uygulanan tekrarlayan tam baskınlık ilkesidir. Ancak bu ilke, stratejileri değil, hareketleri kazançları doğrultusunda elemeye dayanır. Bu ilkeyi dinamik oyunlara uygularken, önce son bölüm ile başlanır ve geriye yönelik başarılı düğümler boyunca hareket edilip oyunun başlangıç kısmına ulaşılmaya çalışılır (Bekar, 2008: 40).

Örnek:

Bu örnekte Alfa ve Beta adında iki şirket bulunmaktadır. İlk hamleyi Alfa şirketi yapar ve sadece Alfa'nın Arjantin'de şube açarak doğrudan yabancı yatırım yapma seçeneği bulunmaktadır. Şu an için Alfa şirketi Arjantin'e ihraç yapmaktadır. Alfa, ya mevcut ihracatını 10 yıl daha sürdürülebilir ya da bu ülkede şube açarak doğrudan yabancı yatırım yapabilir. İhracat yapmanın maliyeti daha azdır fakat rekabet ortamında Alfa'nın pazar payı kırılgan olacaktır. Eğer Alfa şirketi bu ülkede yerli komitelerle ilişkilerini geliştirir ve yerli çalışanlara iş sağlayarak şube açarsa, müşteri sadakati oluşur ve şirketin pazar payı daha sağlam ve istikrarlı olacaktır. Beta şirketinden gelen herhangi bir iddia yoksa bu durumda

Alfa, şube açmak yerine en az maliyetli seçenek olan ihracat yapmayı seçer. Herhangi bir iddia olmadığı durumda Alfa şirketinin karları aşağıda gösterilmektedir.

Alfa'nın stratejileri		
	Şube açma	40
	İhracat	60

Beta ihracat yapmamaktadır fakat hem Arjantin'de hem de şirketin bulunduğu ülkede bir ihracat pazarı geliştirerek ürünü için pazarı genişletmeyi planlamaktadır. Eğer Arjantin'e ihracat yapma stratejisini seçerse, Alfa şirketi ile rekabete girmiş olacak ve kazancı, Alfa'nın şube açma ya da ihracat yapma stratejilerinden hangisini seçtiğine bağlı olacaktır. Eğer Beta Arjantin'e ihracat yapar ve Alfa Arjantin'e şube açmazsa, Beta'nın kazancı daha yüksek olacaktır. Aynı zamanda bu durumda Beta'nın kazancı, ihracat yapmayıp yerli pazarını genişletmesinden de daha yüksek olacaktır. Fakat Alfa Arjantin'de şube açarsa, Beta şirketi Alfa ile rekabet edemeyecektir. Bu şartlarda Beta, bu pazara girmeye çalışırsa, küçük bir Pazar payına sahip olacak ve sonuç olarak net bir kayba uğrayacaktır. Bu yüzden, Alfa şirketi Arjantin'de şube açar ve Beta da Arjantin'e ihracat yapmayıp, yerli pazarını geliştirmeyi seçerse, Beta şirketinin kazancı daha fazla olur. İki şirketin oyun matrisi aşağıda gösterilmektedir (Carmicheal, 2005: 81).

Tablo 1.8 Alfa ve Beta Oyun Matrisi

Alfa'nın stratejileri

		Şube Açma	**İhracat**
Beta'nın stratejileri	**İhracat yapmama**	-5	30
	İhracat	10	10

Beta Arjantin'e ihracat yapma stratejisini seçerse, Alfa'nın kazancı da daha az olur. Eğer Alfa sadece Arjantin'e ihracat yapmayı seçerse, ihracat pazarını paylaşmaktan başka seçeneği yoktur. Şube açma stratejisini seçerse, tekel pozisyonunu sürdürebilmek için maliyetli bir mücadeleye girişir. Alfa, Arjantin'de pazar lideri olduğunda bu mücadele kısmen başarılı olur fakat Beta ile olan rekabet, Beta'nın yerli pazar açarak Alfa'nın pazar tekelini zayıflatır.

Beta'nın Arjantin'e ihracat yapması durumunda Alfa'nın kazançları aşağıdaki gibi olur.

Alfa'nın stratejileri		
	Şube Açma	25
	İhracat	30

Bu duruma göre Beta şirketi Arjantin pazarına girse bile Alfa kazancı daha fazla olacağı için ihracat yapma stratejisini seçecektir (Carmicheal, 2005: 82).

Eğer şirketler eş zamanlı hareket etmiş olsaydılar, ödemeler matrisi aşağıdaki gibi olurdu.

Tablo 1.9 Alfa ve Beta Sıfır Toplamlı Olmayan Oyun Matrisi

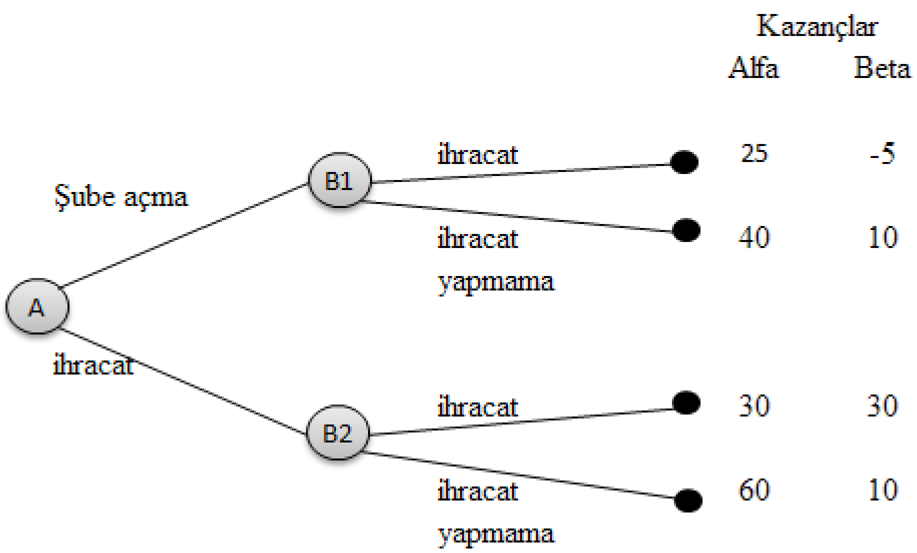
		Beta	
		İhracat	**İhracat yapmama**
Alfa	**Şube Açma**	25, -5	40, 10
	İhracat	30, 30	60, 10

Yukarıdaki ödemeler matrisinde denge noktası {İhracat, İhracat} olmak üzere sadece bir tanedir. Beta'nın Arjantin'e ihracat yapması durumunda Alfa'nın en iyi stratejisi İhracat yapmaktır ve Alfa'nın ihracat yapması durumunda Beta için en iyi strateji de ihracat yapmaktır. Bu Nash dengesi, Beta'nın rekabetçi bir tehdidi olup olmadığını gözetmeksizin Alfa'nın ihracat yapma stratejisini seçeceğini göstermektedir. Ancak, oyunun bu şekilde gösterilmesi oyuncuların hareketlerinin sırasını görmezden gelmektedir (Carmicheal, 2005: 83).

Oyunda Alfa şirketi ilk hamleyi yapar ve şube açma ya da ihracat yapma stratejilerinden birini seçer. Alfa'nın hamlesinden sonra Beta hamlesini yapar ve ihracat yapma ya da ihracat yapmama stratejilerinden birini seçer. Fakat Beta, Alfa'nın hareketini gördüğü için Beta'nın strateji seçimi Alfa'nın strateji seçimine bağlıdır. Bu yüzden Alfa ile Beta'nın stratejileri arasında çok önemli bir fark vardır. Strateji oyunu oynamak için yapılan bir plandır ve oyun boyunca oyuncunun yapmayı planladıklarının tam bir açıklamasını vermesi gerekir. Oyun ne kadar karmaşık olursa, oyuncunun planı da o kadar detaylı olmalıdır (Carmicheal, 2005: 83).

Alfa ilk hamleyi yaptığı için, planı sadece iki stratejisinden (şube açma ve ihracat yapmak) birini belirlemektir. Fakat Beta için durum daha karmaşıktır. Oyun boyunca Beta'nın planı Alfa'nın tercihlerine bağlı olan strateji seçimlerini belirlemektir. Söz konusu durumu oyun ağacında görmek daha kolaydır.

Oyun ağacında Alfa ilk hamleyi yaparak "A" ile gösterilen başlangıç düğümünde ihracat yapmak ya da şube açmak seçeneklerinden birini seçer. Eğer Alfa şube açmayı seçerse, oyun Beta'nın ihracat yapma veya ihracat yapmama seçeneklerinden birini seçebileceği "B_1" düğümüne ilerler. Eğer Alfa başlangıç düğümünde ihracat yapmayı seçerse, oyun B_2 düğümüne ilerler ve bu düğümde de Beta'nın seçenekleri aynıdır. Oyun ağacının son düğümlerinde yer alan sayılar firmaların kazançlarını göstermektedir. Beta'nın stratejisi Alfa'nın tercihlerine bağlı olduğu için Beta'nın tercihleri daha karmaşıktır. Bu yüzden Beta'nın tam kapsamlı bağlılık planına ihtiyacı vardır. Yani Beta'nın stratejisi, Alfa'nın şube açma ya da ihracat yapma seçeneklerinden herhangi birini seçmesi durumunda Beta'nın hareketlerini belirlemesi gerekir. Çünkü Beta'nın stratejisi, her ihtimali belirlemesi gerekir ve bu oyunda Beta'nın 4 olası stratejisi bulunmaktadır (Carmicheal, 2005: 83).



Şekil 1.2 Alfa ve Beta İçin Oyun Ağacı

1. Alfa'nın stratejisi ne olursa olsun ihracat yapmak (ihracat yapma, ihracat yapma)
2. Alfa'nın stratejisi ne olursa olsun ihracat yapmamak (ihracat yapmama, ihracat yapmama)
3. Alfa şube açmayı seçerse ihracat yapmak ve Alfa ihracat yapmayı seçerse ihracat yapmamak (ihracat yapma, ihracat yapmama)
4. Alfa şube açmayı seçerse ihracat yapmamak ve Alfa ihracat yapmayı seçerse ihracat yapmak (ihracat yapmama, ihracat yapma)

Belirlenen bu stratejiler karşısında oluşan oyuncuların bütün hamlelerini gösteren oyun matrisi Tablo 1.6'daki gibi gösterilebilir. Fakat oyuncular arasındaki sıralı hareketlerin daha çok olması durumunda, matris de çok büyüyeceği için, dinamik oyunların normal matrisler yardımı ile gösterimi pek tercih edilmez (Carmicheal, 2005: 84).

Tablo 1.10 Sıralı Oyunların Oyun Matrisinde Gösterimi

		Beta			
		İhracat, İhracat	**İhracat yapmama, İhracat yapmama**	**İhracat, İhracat yapmama**	**İhracat yapmama, İhracat**
Alfa	**Şube açma**	25, -5	40, 10	25, -5	40, 10
	İhracat	30, 30	60, 10	60, 10	30, 30

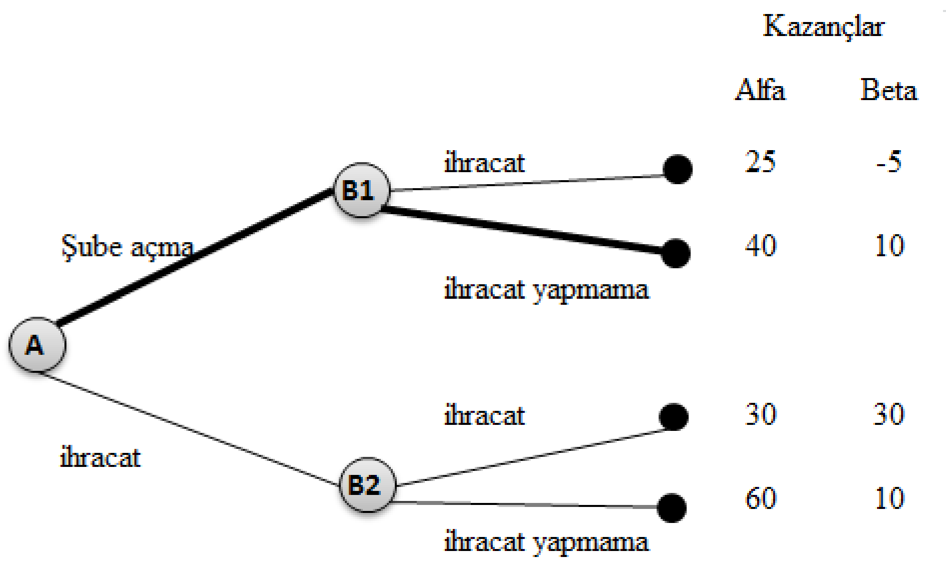
Tablo 1.10'da görüldüğü üzere bu oyun matrisinin iki Nash dengesi bulunmaktadır. İlk oyun matrisinde (30, 30) dengesi noktası bulunurken, (40, 10) denge noktası yer almamaktadır. Alfa şirketi bu iki Nash dengesinden kendisi için kazancı daha yüksek olan (40, 10) denge noktasını seçmek ister. Fakat Beta şirketi ise kazancını daha yüksek yapan (30, 30) denge noktasını seçmek ister. Nash dengesi oyunun denge noktasını belirleyemediği için oyunun denge noktasının belirlenmesinde Alt Oyun Mükemmel Nash Dengesi kullanılır (Carmicheal, 2005: 85).

1.3.1 Alt Oyun Mükemmel Nash Dengesi

Alt oyun mükemmel Nash dengesi, oyun için öngörülen çözümün tüm alt oyunlarda bir Nash dengesi olmasını gerektirir. Bir alt oyun, tüm oyunun herhangi bir düğümünden başlayan ve oyunun sonuna kadar devam eden, hiçbir enformasyon kümesini bölmeyen oyunun küçük bir bölümüdür. Bir dinamik oyunun çözümünün tüm alt oyunlarda Nash dengesi olması gerektiğinden her oyuncunun kendi kazancını oyunun her bölümünde artıracak şekilde hareket etmesi gerekmektedir (Bekar, 2008: 29).

Alt oyun mükemmel Nash dengesinin bulunabilmesi için geriye doğru çıkarsama yöntemi kullanılır. Geriye doğru çıkarsama yöntemi, oyunun her düğümünde oyuncuların en iyi stratejilerine göre belirlenen Nash dengelerinden birinin seçilmesini sağlar. Oyun ağacında oyunun son düğümünden başlanır ve tüm alt düğümler analiz edilerek başlangıç düğümüne kadar stratejiler incelenir.

Aşağıdaki şekil yardımıyla önceki örnek üzerinde alt oyun mükemmel Nash dengesi bulunmuştur.



Şekil 1.3 Alfa & Beta Oyununun Alt Oyun Mükemmel Nash

Alfa, şube açmayı seçmesi durumunda Beta, kazancının daha fazla olacağı ihracat yapmama stratejisini seçecek ve Alfa'nın kazancı 40 birim olacaktır. Alfa, ihracat yapmamayı seçmesi durumunda ise Beta için ihracat yapmak daha kazançlı olacak ve Alfa ihracat yaparken Beta'nın da ihracat yapması sonucu Alfa'nın kazancı 30 birim olacaktır. Alfa, Beta'nın stratejilerinin getirilerini bildiği için ve ilk hamleyi Alfa yapacağı için Alfa şube açmayı seçecek ve Beta ihracat yapmamayı seçecektir. Bu yüzden oyunun alt oyun mükemmel Nash dengesi (40, 10)'dur (Carmicheal, 2005: 88).

1.4 Tekrarlı Oyunlar

Tekrarlı oyunlarda oyun tekrarlandığından oyuncular geçmiş verileri kullanarak karar verirler. Bu oyunlarda oyuncuların planları, oyunun her tekrarında ya da düğümünde oyuncuların hareketlerini belirlemeleri gerekir. Bu bakımdan hareketler grubunu tanımlayan stratejiler zamanlar arası ya da meta stratejiler olarak adlandırılır. Bir oyuncunun strateji seçimi, oyundaki diğer oyuncuların tüm olası hareketlerini göz önünde bulundurmalıdır ve meta stratejisinin denge noktası olabilmesi için oyundaki diğer oyuncuların denge meta stratejilerine en iyi tepki olmalıdır. Meta stratejilerin diğer oyuncuların olası tüm hareketlerine karşılık yanıtları belirlemesi gerekir ve ödül ya da ceza uygulayarak belirli davranışları yerine getirmek amacıyla kullanılabilir.

Tekrarlı oyunlar sonlu tekrarlı ya da sonsuz tekrarlı olabilir. Eğer oyun sonlu sayıda tekrar ediyorsa oyuncuların oyunu oynama süreleri sabittir ve oyunun bir sonu vardır. Sonlu tekrarlı oyunlarda oyunun muhtemel sonucu hakkında tahmin yapmak için geriye çıkarsama yöntemi kullanılabilir. Eğer oyun sonsuz sayıda tekrar ediyorsa, oyuncular oyunun asla bir sonu olmayacağına inanırlar. Oyun belirsiz sayıda tekrar ediyorsa, bu durumda oyuncular oyunun sonlu tekrarlı olduğunu bilir fakat tam olarak ne zaman biteceğini bilmez ve bu nedenle her zaman başka bir tekrar olacağına inanırlar. Sonsuz tekrarlı oyunlarda tahmini kazançlar hesaba katılmazsa sonsuz ve belirsiz tekrarlı oyunlar analitik olarak eşdeğer olur. Fakat tekrarlı oyunların analizi sonsuz ya da belirsiz oyunların analizinden daha farklıdır. Çünkü oyunun alt oyun mükemmel Nash dengesini ortaya çıkarmak için oyunun son düğümünden başlayarak geriye doğru çıkarsama yöntemi kullanılabilir fakat sonsuz ya da belirsiz tekrarlı oyunlarda ise tanımlanabilir net bir son bulunmadığı için kullanılamaz (Ateş, 2010: 186).

1.4.1 Sonlu Tekrarlı Oyunlar

Tekrarlı oyunda bir oyuncunun stratejisinin denge stratejisi olabilmesi için bu stratejinin oyunun her tekrarında diğer oyuncunun strateji seçimine en iyi karşılık olmalıdır. Her tekrar tüm oyunun bir alt oyunu iken uygun denge noktası alt oyun mükemmel Nash dengesidir. Sonlu oyunlarda tek bir oyun sonu bulunur ve bu tür oyunlarda alt oyun mükemmel Nash dengesini bulmak için geriye doğru çıkarsama yöntemi kullanılır.

1.4.1.1 Geriye Doğru Çıkarsama

Geriye doğru çıkarsama dinamik oyunlara uygulanan tekrarlayan tam baskınlık ilkesidir. Ancak bu ilke, stratejileri değil, hareketleri kazançları doğrultusunda elemeye dayanır. Bu ilkeyi dinamik oyunlara uygularken, önce son bölüm ile başlanır ve geriye yönelik başarılı düğümler boyunca hareket edilip oyunun başlangıç kısmına ulaşılmaya çalışılır (Çevikkan, 2010: 29).

Örnek olarak, sonlu tekrarlı mahkumlar ikilemi oyununda geriye doğru çıkarsama yöntemi kullanılarak oyunun alt oyun mükemmel Nash dengesi bulunur.

Aşağıda yer alan oyun matrisi göz önünde bulundurulursa oyunun tek hamleli versiyonunda Nash dengesi, inkar etme stratejisi olacaktır. Çünkü inkar etme stratejisi her iki oyuncu için de baskın stratejidir. Sonlu tekrarlı mahkumlar ikileminin çözümü için oyuncuların son tekrarda ne yapacaklarını tahmin etmek gerekir. Bunun için de geriye doğru çıkarsama yöntemi son tekrardan başlanarak ilk tekrara gelinceye kadar oyunun her aşamasında uygulanır.

Tablo 1.11 Sonlu Tekrarlı Mahkumlar İkilemi Oyun Matrisi

Mahkum 2

		İtiraf	Red
Mahkum 1	**İtiraf**	1, 1	-1, 2
	Red	2, -1	0, 0

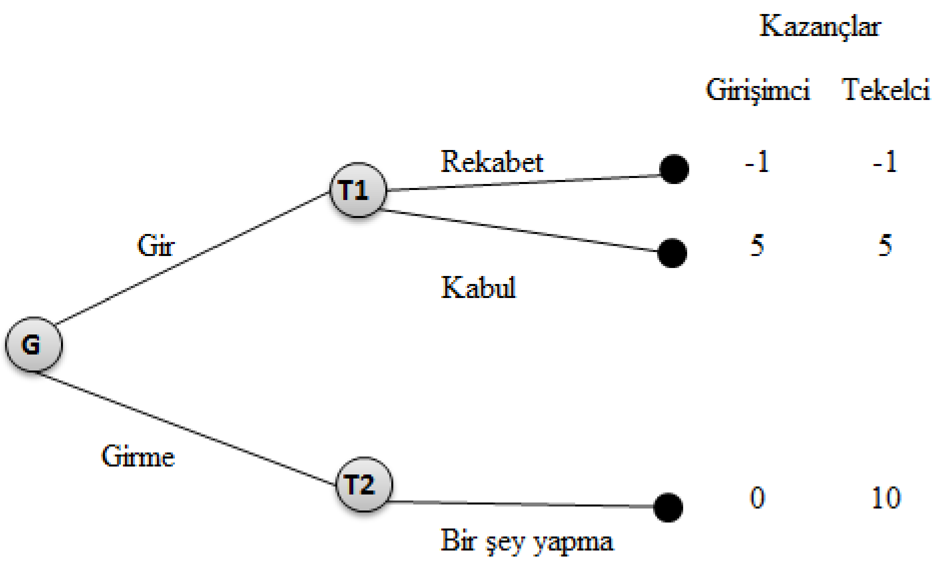
Bu oyunun 30 defa tekrar ettiğini farz edelim. Geriye doğru çıkarsama yöntemi oyunun son tekrarından, yani 30'uncu tekrarından itibaren uygulanır. Oyuncular son aşamaya ulaştığında bir daha tekrar olmayacağını bilirler ve bu nedenle oyun tek hamleli oyun şeklindedir. Rasyonel oyuncular da bu yönde hareket edecekler ve tek hamleli oyunun Nash dengesi (inkar, inkar) olacaktır. Her iki oyuncu son tekrarda inkar edeceğini bildiği için sondan bir önceki tekrar olan 29'uncu tekrarda itiraf etmezler ve bu yüzden "inkar etme" yine baskın strateji olur. Yani 29'uncu tekrarda da oyuncular inkar edeceklerdir. 28'inci tekrarda ise oyuncular, oyunun son ve sondan bir önceki tekrarlarında inkar edeceklerini bildikleri için yine inkar etmeyi seçeceklerdir. Aynı mantık 1'inci tekrara kadar diğer tüm aşamalar için geçerli olacaktır. Her iki oyuncu da oyunun ilk aşamasından itibaren inkar etme stratejisini seçecektir. Yani sonlu tekrarlı mahkumlar ikilemi oyununun alt oyun mükemmel Nash dengesi iki oyuncu için de inkar etmektir (Maschler, 2013: 126).

Örnek:

Bu örnekte farklı şehirlerde mağazaları olan bir tekel firma yer almaktadır. Mağazalarının olduğu şehirlerin her birinde tekel konumundadır. Ancak bir girişimci söz konusu şehirlerin her birine mağaza açmayı planlar. Bu durumda tekel oyuncu, her şehirde pazarını paylaşmak ya da pazarını korumak arasında bir karar verecektir. Eğer girişimci mağaza açmayıp pazara giriş yapmazsa, tekelcinin bir şey yapmasına gerek olmayacaktır.

Bu oyun tekrarlı bir oyundur. Oyunun her kademesinde potansiyel girişimci pazara girip girmeyeceğine karar verir ve girmeye karar verirse, tekel konumundaki oyuncu da pazar payını korumak ya da pazarını paylaşmak arasında bir seçim yapacaktır (Maschler, 2013: 126).

Tekrarlı oyunun bir kademesi Şekil 1.4'te yer alan oyun ağacı modelinde gösterilmektedir. Burada girişimcinin pazara girmesi durumunda tekelci için en kazançlı durum pazarı paylaşmayı kabul etmesidir. Tek hamleli oyunun alt oyun mükemmel Nash dengesi girişimcinin pazara girmesi sonucu tekelcinin pazarı paylaşmayı kabul etmesi stratejilerinin birleşimidir.



Şekil 1.4 Girişimci Oyununun Bir Kademesinin Oyun Ağacı

Girişimcinin, birinci şehirden başlayarak tekelcinin mağazalarının bulunduğu 20 şehre sırayla mağaza açacağını varsayalım. Bu durumda oyun 20 tekrarlı olur. Alt oyun mükemmel Nash dengesini bulmak için 20'nci şehirden, yani 20'nci tekrardan başlayarak analiz yapılır. Geriye doğru çıkarsama yöntemi kullanılarak oyun, 20'nci tekrardan ilk tekrara kadar incelenir.

Girişimci 20'nci şehre girerse, tekelci için en iyi karşı hamle kabul etmek olacaktır. Girişimci bu sonucu bildiği için pazara girmeyi seçer. Bu nedenle oyunun son tekrarında (gir, kabul et) stratejisi alt oyun mükemmel strateji birleşimidir. Son tekrar analiz edildikten sonra sıra 19'uncu şehre gelir. 19'uncu tekrarda tekelci hangi stratejiyi seçmelidir? Tekelcinin 19'uncu tekrarda rekabet etmeyi seçmesi 20'nci tekrarda girişimcinin pazara girmesini engeller mi? Eğer engellemiyorsa, tekelcinin rekabet etmeyi seçmesinin bir faydası olmayacaktır. Fakat her iki oyuncu da 20'nci tekrarda girme kararını kabul etme stratejisinin takip edeceğini bilir ve bu nedenle tekelcinin 19'uncu tekrarda stratejisi ne olursa olsun girişimci 20'nci tekrarda pazara girecektir. Yani tekelcinin 19'uncu tekrarda rekabet etmesi için bir neden olmadığından girişimci bu tekrarda pazara girmeyi seçerse, tekelci kabul edecektir. Bu durumu bilen girişimci 19'uncu turda da pazara girmeyi seçer. Aynı mantık birinci tekrara kadar devam eder ve girişimci bir sonraki tekrarda girmeyi seçtiğinde tekelcinin kabul edeceğini bildiği için birinci tekrarda da girmeyi seçer (Maschler, 2013: 127).

Geriye doğru çıkarsama yöntemi her şehirde girme kararının kabul edileceği tek alt oyun mükemmel Nash dengesine götürür. Bu sonuç yeterli açıklamayı sağlamakta mıdır? Belki de tekelci için oyunun ilk turlarında birkaç şehirde rekabet ederek girişimciyi zayıflatmak ve onun pazara girmesini engellemek daha uygundur. Bu noktada geriye doğru çıkarsama yönteminin ikilemi ortaya çıkar.

Bu sonuç her bir kademesinde tek Nash dengesi bulunan tekrarlı oyunun alt oyun mükemmel Nash dengesidir ve her kademede alt oyun mükemmel Nash denge stratejisi aynıdır. Bu durumu anlamak için her kademesinde tek bir alt oyun mükemmel Nash dengesi olan tekrarlı bir oyun ele alındığında böyle bir oyunu çözmek için geriye doğru çıkarsama yöntemi kullanılır. Oyunun son tekrarında oyun, başka bir tekrar olmayacağı için tek hamleli oyuna dönüşür. Bu yüzden Nash dengesi stratejilerini seçerler. Sondan bir önceki turda oyuncular, son turda Nash dengesini seçeceklerini bildikleri için bu turda da başka bir şey yapmayı gerektirecek bir durum söz konusu olmaz. Aynı mantık diğer tekrarlar için de geçerli olur ve oyuncular her tekrarda Nash stratejilerini seçerler. Sonuç olarak Nash dengesi her tekrarda oyuncuların uygulayacağı strateji birleşimi olacaktır (Maschler, 2013: 127).

1.4.2 Sonsuz ve Belirsiz Tekrarlı Oyunlar

Tekrarlı oyunlarda tekrar sayısı belirsiz ise bu oyunlara Belirsiz Tekrarlı Oyun, tekrar sayısı sonsuz ise Sonsuz Tekrarlı Oyun denir.

Bir oyun sonsuz ya da belirsiz sayıda tekrar ediyorsa o oyun için net bir son yoktur ve bu yüzden geriye doğru çıkarsama yöntemi uygulanamaz. Yani, oyunun denge noktasının belirlenebilmesi için başka bir hesaplama yönteminin kullanılması gerekir. Geriye doğru çıkarsama yöntemini kullanmak yerine oyuncular ileri bakmalı ve şu anki ve gelecekteki her alternatif stratejiyi değerlendirmelidir (Carmicheal, 2005: 203).

Önceden bahsedilen mahkumlar ikilemi probleminin belirsiz sayıda tekrarı olduğunu varsayalım. Oyuncular oyunun sonu olduğunu bilir fakat ne zaman oynanacağını bilmezler. Bu durumda oyunun bir sonraki tura geçme olasılığı (P) varsayımı ile model oluşturulur. Oyuncular neredeyse sonsuz sayıdaki olası meta stratejiler arasından seçim yaparlar. Örneğin, her zaman işbirliği ya da her zaman inkar stratejilerini uygulayabilirler ya da ilk üç tekrarda işbirliği yapıp diğer tekrarlarda inkar edebilirler. Aynı zamanda diğer oyuncunun tercihlerine göre daha karmaşık stratejilerde seçebilirler. Örneğin diğer oyuncu bir önceki tekrarda işbirliği yaparsa, oyuncular işbirliği yaparak oyuna başlarlar ve diğer tekrarlarda da işbirliği stratejisine devam ederler. Bu strateji, oyuncunun diğer oyuncunun bir önceki turda yaptığı hamleleri taklit ederek yaptığı misilleme stratejisidir. Misilleme stratejisi, bir oyuncunun seçimine göre diğer oyuncunun belli bir strateji seçmesini tetikleyen bir çeşit tetikleyici (trigger) stratejidir. Diğer bir tetikleyici strateji de sert (grim) stratejidir. Mahkumlar ikileminde sert strateji seçimi yapan bir oyuncu, diğer oyuncu inkar etmediği sürece işbirliği yapmayı seçer. Oyunun geri kalanında ise inkar etmeyi seçer. Tetikleyici stratejiler bazen ceza stratejileri olarak da adlandırılır. Çünkü mahkumlar ikilemi gibi oyunlarda işbirlikçi davranmayan oyuncuları cezalandırmada kullanılabilir (Carmicheal, 2005: 204).

Mahkumların affedici olmadıkları ve ikisinin de tekrarlı oyunda sert strateji oynayacakları varsayıldığında bu stratejiler her iki oyuncunun da işbirliği yapması için rasyonel midir? Eğer öyleyse, sert stratejiler, oyunun kurallarında herhangi bir değişiklik olmaksızın oyuncuların kendi seçimleri olduğu için işbirlikçi bir stratejiye neden olur. Bu durumun gerçekçi bir olasılık olup olmadığını anlamak için oyuncuların kazançları daha detaylı incelenmelidir.

Öncelikle ikinci mahkumun perspektifinden oyuna bakıldığında mahkum 2, mahkum 1'in sert strateji uygulayacağını düşünsün. Eğer Mahkum 2 işbirliği yaparsa kazancı 1 birim olacak ve tekrar eden sonraki turlarda da birer birim kazanmaya devam edecektir. Oyunun bir tekrar daha oynanma olasılığı P'dir. Oyunun iki tur daha oynanma olasılığı P^2, oyunun üç tur daha oynanma olasılığı ise P^3 olur. Genel olarak oyunun n sayıda tekrar edilme olasılığı P^n'dir. 2'nci mahkumun işbirliği yapması durumunda beklenen kazancı;

$$B.K_{işbirliğiM2} = 1 + \mathrm{P} + P^2 + P^3 + \cdots + P^n = \sum_{n=0}^{n=\infty} P^n$$

Oyunun sonsuz sayıda tekrar etme olasılıklarının işbirliği yapması durumunda elde edeceği 1 birimlik kazançla çarpıldıktan sonra çıkan değerler toplanır. Diğer bir ifadeyle, mahkum 1'in sert strateji oynaması halinde mahkum 2'nin işbirliğinden beklenen kazancı;

$$B.K._{işbirliğiM2} = \frac{1}{1 - \mathrm{P}}$$

Eğer mahkum 2 inkar ederse ilk turda kazancı 2 birim, oyunun geri kalanında da sıfır olacaktır. Sonuç olarak, $\frac{1}{1-P} > 2$ yani $P > \frac{1}{2}$ ise işbirliği yapmayı seçer. Başka bir ifadeyle, Eğer $P > \frac{1}{2}$ ise, işbirliğinden elde edilen kazançlar inkar etme durumunda elde edilecek kazançlardan daha fazla olur ve bu yüzden her iki oyuncu oyunun her tekrarında işbirliği yapmayı seçerler. $P = \frac{1}{2}$, P'nin kritik değeridir. Öyle ki eğer $P > \frac{1}{2}$ ise sert stratejiler her iki oyuncu için de en iyi hamlelerdir ve oyuncuların başka seçim yapmasını gerektirecek bir durum yoktur. Bu şartlarda sert stratejiler, her kademesinde işbirliği olan tüm oyunun alt oyun mükemmel Nash dengesi olur (Carmicheal, 2005: 205).

Bu sonucun mahkumlar ikilemi matrisi üzerinde genellemesi Tablo 1.12'deki gibi gösterilebilir.

Tablo 1.12 Genelleştirilmiş Mahkumlar İkilemi

Mahkum 2

Mahkum 1		**İtiraf**	**Red**
	İtiraf	a, a	b, c
	Red	c, b	d, d

c > a > d > b

Basitleştirmek için oyunun en az bir tur daha devam edeceğinin bilindiği ve iki oyuncunun da sert strateji uygulayacağı varsayılsın. Bu varsayımlara göre eğer bir oyuncu işbirliği yaparsa, oyunun sonuna kadar a birim kazanç beklentileri olur. Yani işbirliğinden beklenen kazanç, B.K.$_{\text{işbirliği}}$ aşağıdaki gibi olur:

$$B.K_{işbirliği} = \mathrm{a} + \mathrm{aP} + \mathrm{a}P^2 + aP^3 + \cdots + aP^n = \sum_{n=0}^{n=\infty} aP^n = \frac{1}{(1-P)}$$

Eğer oyuncular hile yaparsa, sadece bir tur kazançları c birim olur fakat diğer turlarda oyunun sonuna kadar kazançları d birim olacaktır. Yani B.K.$_{\text{red}}$ şu şekilde olur:

$$B.K_{red} = \mathrm{c} + \mathrm{dP} + \mathrm{d}P^2 + dP^3 + \cdots + dP^n = \sum_{n=0}^{n=\infty} dP^n = c + \frac{dp}{(1-P)}$$

Eğer B.K.$_{\text{işbirliği}}$>B.K.$_{\text{red}}$ ise oyuncular için makul karar işbirliği olur:

$$\frac{a}{1-P} > c + \frac{dp}{(1-P)}$$

$$a > c(1-P) + dP = c - cP + dP$$

$$a - c > P(d - c)$$

$$P > \frac{(a-c)}{(d-c)}$$

Yukarıdaki ifade P'nin kritik değerini göstermektedir. Yani eğer $P = \frac{(a-c)}{(d-c)}$ ise oyuncuları inkar etmeye teşvik eden bir şey yoktur. Bu durum iki taraf için tatmin ediciyse, iki oyuncu da oyunun sonuna kadar işbirliği yapmayı seçecektir. P'nin yeteri kadar yüksek olması halinde sert stratejiler, işbirliği olacaktır. Sonuç olarak bu şartlar altında oyunun alt oyun mükemmel Nash dengesi oyunun her tekrarında işbirliği olur.

Yukarıda bahsedilen genel durum mahkumlar ikilemi oyununda uygulanabilir. Tablo 1.7'de yer alan mahkumlar ikilemi matrisi ele alındığında burada;

$a = 1,\ b = -1,\ c = 2,\ d = 0$ olur.

Bu değerler yukarıda bulunan denklemde yerine koyulursa kritik değer P=(1-2)/(0-2) = ½ olarak hesaplanır.

Oyun sonsuz tekrarlı olduğunda oyuncular sürekli başka bir tekrar olacağını bilirler. Ancak oyun sonsuza kadar devam ederse, önceden plan yapmak için oyuncuların gelecekteki kazançlarının bugünkü iskontolu değerlerini hesaplamaları gerekir. Gelecek n yılda elde edilen toplam paranın (€X) bugünkü değeri, mevcut değeri $\frac{x}{(1+r)^n}$ 'dir. r bugün yatırılan paranın tekrar (faiz) oranını ifade eder. $\frac{1}{(1+r)}$ ise ıskonto faktörüdür ve F ile gösterilir. Bu formül, (€X) gibi toplam paranın kişiye göre değerinin parayı bugün almaları durumuna kıyasla gelecekte almaları durumunda daha az olduğunu belirtir. Bugünkü kazanç yarınkinden daha fazladır. Ancak, gelecekteki kazançların bir değeri olduğu sürece sonsuz işbirliğinin yararları, kısa dönem inkar stratejisinin kazançlarından daha üstün gelir. Belirsiz tekrarlı durumlardaki gibi bu sezgisel tahmin oyuncuların denge noktası kullanılarak formüle edilebilir (Carmicheal, 2005: 206).

Yine oyuncuların sert strateji uyguladığı varsayılsın. Tablo 1.8'e göre işbirliğine gidilmesi sonucu beklenen kazanç, $B.K._{\text{işbirliği}}$:

$$B.K._{işbirliği} = a + a\frac{1}{1+r} + a\frac{1}{(1+r)^2} + a\frac{1}{(1+r)^3} + \cdots a\frac{1}{(1+r)^n} + \ldots' dir.$$

Denklemde $\frac{1}{(1+r)}$ yerine F değeri eklenirse:

$$a + aF + aF^2 + aF^3 + \cdots aF^n + \cdots = \sum_{n=0}^{n=\infty} aF^n = \frac{a}{1-F}$$

Eğer iki oyuncu da inkar ederse bir tur için kazançları c birim olacak; fakat oyunun sonuna kadar diğer turlarda d birim olacaktır. Bu yüzden sonsuz tekrarlı mahkumlar ikilemi oyununda inkar stratejisinin beklenen kazancı:

$$B.K._{red} = c + d\frac{1}{1+r} + d\frac{1}{(1+r)^2} + d\frac{1}{(1+r)^3} + \cdots d\frac{1}{(1+r)^n} + \ldots' dir.$$

Denkleme $\frac{1}{(1+r)}$ yerine F değeri konulursa:

$$B.K._{red} = c + dF + dF^2 + dF^3 + \cdots dF^n + \cdots = c + \sum_{n=0}^{n=\infty} dF^n = c + \frac{dF}{1-F} \quad 'dir.$$

Görüldüğü gibi sonsuz tekrarlı mahkumlar ikileminde oyuncuların her ikisi de $\frac{a}{1-F} > c + \frac{dF}{(1-F)}$ koşulu sağlandığı sürece işbirliği yapmalıdırlar.

$F > \frac{(a-c)}{(d-c)}$ değeri, F değerinin yeteri kadar yüksek olması durumunda sezgisel tahmini doğrular. Böylece gelecekte hemen ıskonto yapılmaz ve oyuncular işbirliği yapar. Eğer iki oyuncu da sert stratejileri seçerse, $F > \frac{(a-c)}{(d-c)}$ olduğu sürece işbirliği yapmak rasyonel olacaktır. Bu şartlar altında sonsuz tekrarlı mahkumlar ikilemi oyununun alt oyun mükemmel Nash dengesi iki oyuncunun da işbirliği yapmasıdır. Ek olarak sonsuz tekrarlı oyunda kazançlarda ıskonto uygulanırsa sonsuz ve belirsiz sayıdaki tekrarlı oyunlar eşdeğer olur.

Örnekte sert stratejiler alt oyun mükemmel dengesidir. Sert stratejilerin alt oyun dengesi olabilmesi için aşağıdaki koşulların sağlanması gerekir:

a) İşbirliğine karşı işbirliği stratejisi en iyi karşılıktır.
b) İnkar stratejisine karşı inkar en iyi karşılıktır.

Sert stratejiler, her iki oyuncunun işbirliği yaptığı oyunda en iyi strateji birleşimidir. Aynı zamanda güvenilir iddialar ya da sözler içerirler. Belirsiz oyunda devam etme olasılığı ya da sonsuz oyundaki indirim oranı yeteri kadar yüksek olduğu sürece oyunun her tekrarında işbirlikçi hareketi sürdürmek mümkündür.

Fakat sert stratejiler, sonsuz ya da belirsiz tekrarlı oyunlarda işbirliği üreten tek meta stratejiler değildir. Folk kuramına göre stratejilerin sonsuz sayısı oyuncuların mahkumlar ikilemindeki gibi sonsuz ya da belirsiz tekrarlı oyunlarda verilen kazancı elde etmesini sağlar. Örneğin işbirliğine teşvik ettiği kadar inkara karşı cezalandırma stratejilerini birleştiren misilleme stratejisi gibi bir affedici strateji, işbirlikçi bir kazanç sağlayabilir. Böyle stratejiler aynı zamanda ödül ve ceza stratejileri olarak adlandırılır.

Folk kuramı sonsuz ya da belirsiz tekrarlı oyunların birden fazla denge noktası olduğunu ve bu nedenle böyle oyunlarda ne olacağı konusunda net bir tahmin yapmanın neredeyse imkansız olduğunu belirtir. Bu bölümde yapılan analizler sonsuz ya da tekrarlı mahkumlar ikilemi oyununda en az bir kez olsa da işbirliği olacağını göstermektedir. Son tekrarın zamanlamasındaki bazı belirsizliklerin başlangıcı oyunun kazanç tahmini tamamen değiştirmiştir. İnkar stratejisi artık tek alt oyun mükemmel dengesi olmadığından oyuncular için işbirliğine gitmek daha kazançlı olmaktadır (Carmicheal, 2005: 208).

1.5 Oligopol

Belirli bir piyasada birkaç şirketin baskın olması durumunu ifade etmek için oligopol kavramı kullanılır. Bu tarz bir piyasada temel unsur rekabet halindeki şirketlerin birbirine bağlı olmalarıdır. Bir şirketin davranışı diğer şirketlerin kazancını etkiliyorsa birbirlerine bağlı olma durumu gerçekleşir. Bu karakteristik, oligopolün oyun teorisinde incelenmesini uygun hale getirmektedir. Oligopol, iki uç piyasa yapısı ile kıyaslanabilir. Bunlardan birincisi, tam rekabet durumunda şirketlerin piyasa fiyatına etkileri olmayacağından şirketlerin birbirlerinden bağımsız oldukları varsayılır. İkincisi ise tekel durumudur. Piyasada sadece bir şirket mevcut ise bağımlılıktan bahsedilemez (Bekar, 2008: 49).

Oligopolistik şirketlerin davranışlarını tahmin eden ve açıklamaya çalışan birçok model geliştirilmiştir. Bu bölümde üç değişik model incelenecektir. Bu üç modeli birbirinden ayıran özellik modellerin altında yatan piyasa yapısıdır. Cournot rekabetinde şirketler piyasa payı bakımından rekabet içindedirler. Stackelberk *rekabetinde* bir veya daha fazla şirketin oyun sonunda elde edecekleri piyasa payını oyunun başlangıcında belirlemeleridir. Diğer şirketler bu piyasa payını gözlemler ve eş zamanlı olarak kendileri için optimal piyasa payını belirlerler. Bertrand *rekabetinde* ise şirketler belirledikleri fiyat konusunda rekabet ederler. Bu farklılıklar şirketler arasındaki oyunun piyasa yapısını değiştireceğinden şirketlerin beklenen davranışları da değişecektir (Bekar, 2008: 49).

1.5.1 Cournot Modeli

Oligopolistik yapıdaki piyasaların temel özelliği çok az sayıda firmanın üretimin tamamını veya büyük kısmını gerçekleştirmesidir. Bazı oligopolistik piyasalarda firmaların bazıları veya tamamı uzun vadede çok büyük yapısal karlar elde ederler. Bu durumun oluşmasının nedeni ise piyasaya giriş engellerinin bulunmasıdır. Bu engeller sadece birkaç firmanın piyasada bulunmasına olanak verir. Oligopolistik piyasalara oldukça sık rastlanılır (Pindyck ve Rubinfeld, 1995: 419).

Oligopol piyasalarını açıklamaya çalışan ilk model Fransız matematikçi Cournot tarafından 1838 yılında geliştirilmiştir. Bu modelde firmalar aynı anda ne kadar ürün üreteceklerinin kararını verirler. Firmalar bu kararı alırken, rakiplerinin durumunu da dikkate almak durumundadırlar (Pindyck ve Rubinfeld, 1995: .421).

Cournot'un ortaya attığı rekabet modelinde firma 1 ve firma 2 olmak üzere iki oyuncu bulunmaktadır. Burada birbirleriyle rekabet halinde bulunan firmalar homojen bir mal üretmektedirler. Bu oyunda firmaların stratejileri ürettikleri ürünlerin miktarıdır. Oyunda firmalar ürettikleri ürünlerin miktarını aynı anda seçerler. Modelde firmaların sattıkları ürünün fiyatı p (Q) ile ifade edilir. Bu ifadede Q birinci firma ile ikinci firmanın üretimlerinin toplamını ifade eder. Firmalardan herhangi birinin üretim maliyeti ise c_i (q_i) ile ifade edilir. Herhangi bir firmanın geliri ise ürettiği miktarın fiyatla çarpımı kadardır. Buradan hareketle i firmasının karı gelirinden maliyetini çıkararak bulunur. Bu durum matematiksel olarak aşağıda ifade edilmiştir (Fundenberg ve Tirole, 1991: 14).

$$\pi_i(q_1 \dots \dots q_n) = q_i p(q_1 + \cdots + q_n) - c_i(q_i)$$

Bu oyunda firmaların marjinal maliyetlerinin sabit olmasından ötürü, birim maliyeti c olarak kabul edebiliriz. Bu modelde firmaların sabit maliyeti olmadığı varsayılır. Burada c ≥ 0 olarak kabul edilebilir. Firmaların talep fonksiyonları ise aşağıdaki gibi ifade edilebilir. Aşağıdaki ifadede a > 0 olarak kabul edilir (Gibbons, 1992: 15).

$Q \leq a$ ise $p(Q) = a - Q$

$Q > a$ ise $p(Q) = 0$

Bu oyunda da Nash dengesine ulaşmak için yapmamız gereken firmaların en iyi tepki fonksiyonlarını bulmaktır. En iyi tepki fonksiyonlarına ulaşmak için firmaların karlarını ifade etmemiz gerekir. Firma 1'in karı aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Börü, 2011: 60).

$$\pi_1(q_1, q_2) = q_1(p(q_1 + q_2) - c)$$

Burada firma 1'in karı iki farklı durumda iki farklı sonuç alır.

Eğer $q_1 + q_2 \leq a$ ise firmanın karı, $q_1(a - q_1 - q_2 - c)$ şeklindedir.

Eğer $q_1 + q_2 > a$ ise firmanın karı, $- q_1 c$ şeklindedir.

Bundan sonra yapmamız gereken, kar fonksiyonunun türevini almaktır. Eğer q_2 değerini sabit tutup, kar fonksiyonun q_1'e göre türevini alırsak, en iyi tepki fonksiyonuna ulaşırız (Börü, 2011: 60).

Eğer $q_2 \leq a - c$ ise $b_1(q_2) = (1/2)(a – c - q_2)$ en iyi tepki fonksiyonudur.

Eğer $q_2 > a - c$ ise $b_1(q_2) = 0$ en iyi tepki fonksiyonudur.

Firma 2, firma 1 ile benzer maliyet ve talep fonksiyonlarına sahiptir. Dolayısıyla firma 1 simetriktir. Bu sebeple en iyi tepki fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Börü, 2011: 60).

Eğer $q_1 \leq a - c$ ise $b_2(q_1) = (1/2)(a – c – q_1)$ en iyi tepki fonksiyonudur.

Eğer $q_1 > a - c$ ise $b_2(q_1) = 0$ en iyi tepki fonksiyonudur.

En iyi tepki fonksiyonlarını bulduktan sonra, Cournot-Nash dengesine ulaşabiliriz. Cournot-Nash dengesi en iyi tepki fonksiyonlarının birbirine eşitlendiği noktada oluşacaktır. Bu noktalara ulaşabilmek için $b_1(q_2)$ ve $b_2(q_1)$ tepki fonksiyonlarını birlikte çözmek gerekmektedir. Bu durumda aşağıda ifade edilen denge değerlerine ulaşılır (Börü, 2011: 60).

$b_1(q_2) = b_2(q_1)$ ise, $q_1 = q_2 = (1/3)(a – c)$ noktaları Cournot-Nash dengesidir.

1.5.2 Stackelberg Modeli

Cournot rekabetinde şirketler arz miktarlarını aynı anda belirlemektedir. Stackelberg rekabetinde piyasadaki şirketlerden en az bir tanesi diğer şirketler arz miktarlarını belirlemeden önce kendi arz miktarını belirleyebileceği varsayılır. Şirketler bu lider şirketin arz miktarına göre kendi arz miktarlarını belirlerler. Arz miktarını önceden belirleyebilen şirketlere piyasa liderleri, diğerlerine ise takipçiler denir (Bekar, 2008: 58).

Örneğin A şirketi lider şirket, B şirketi ise takipçi şirket olsun. B şirketi çok fazla ürün üreteceğini iddia eder ve bu durum inandırıcı olursa lider şirket hiç üretim yapmayabilir. Dolayısıyla, B şirketi tek arz eden şirket olur. Bu durum Nash dengesi için bir seçenektir. Bu tür iddia ve sözlerin sürekli devam etmesi sonsuz tane Nash dengesi doğurur. Buradaki problem Nash dengelerin çoğunda lider şirketin güvenilir olmayan iddia veya sözlere inanıyor olmasıdır. Güvenilir olmamasının nedeni, gerektiği anda takipçi şirketin iddiayı veya sözü yerine getirme gücünün olmamasındandır. Bu tür güvenilir olmayan iddia veya sözleri hariç tutmak amacıyla oyun için öngörülen muhtemel sonuç alt oyun mükemmel Nash dengesi olmalıdır. Bu oyunun alt oyun mükemmel Nash dengesini bulmak için geri yönlü tümevarım ilkesi uygulanır (Bekar, 2008: 59).

Geri yönlü tümevarım metodu kullanılarak son periyottan başlanır ve ilk önce takipçi şirketlerin arz miktarları belirlenir. Takipçi şirketin mantıklı olduğu kabul edilirse takipçi şirket lider şirketin bilinen arz miktarını da dikkate alarak kazancını maksimize etmeye çalışacaktır. Takipçi şirketin kazanç fonksiyonu:

$$\prod_B = Pq_B - cq_B$$

$$\prod_B = (a - q_A - q_B)q_B - cq_B \text{ olacaktır.}$$

q_b' ye göre türevi alınırsa:

$$\frac{d\prod_B}{dq_B} = a - q_A - 2q_B - c = 0$$

$$q_B = \frac{a - q_A - c}{2}$$

Bu denklem takipçi şirketin reaksiyon fonksiyonudur. Bu fonksiyon lider şirket tarafından belirlenen arz miktarına karşılık takipçi şirketin optimal arz miktarını göstermektedir. Bu nedenle takipçi şirketin yapabileceği tek güvenilir iddia veya söz kendi reaksiyon fonksiyonu doğrultusunda hareket etmek olacaktır (Bekar, 2008: 60).

Oyunun son periyodunda takipçi şirketin kendi reaksiyon fonksiyonu doğrultusunda hareket edeceği öngörüldükten sonra, artık lider şirketin ilk periyotta ne yapacağı değerlendirilebilir. Yukarıda bahsedilen argümanlara göre lider şirket oyunun sonucunun takipçi şirketin reaksiyon fonksiyonu üzerinde olacağını bilmektedir. Bu sınırlama doğrultusunda lider şirket kendi kazancını maksimize etmeye çalışacaktır. Maksimum değeri bulmak için B şirketine ait reaksiyon fonksiyonu kendisine ait arz miktarı denkleminde yerine konulur (Bekar, 2008: 60).

$$\prod_A = Pq_A - cq_A$$

$$\prod_A = (a - q_A - q_B)q_A - cq_A$$

$$\prod_A = aq_A - {q_A}^2 - \frac{a - q_A - c}{2}q_A - cq_A$$

$$\prod_A = \frac{a - c}{2}q_A - \frac{1}{2}{q_A}^2$$

$$\frac{d\prod_A}{dq_A} = \frac{a - c}{2} - q_A = 0$$

$$q_A = \frac{a - c}{2}$$

Bu eşitlik lider şirkete ait arz miktarının alt oyun mükemmel Nash dengesidir (Bekar, 2008: 61).

1.5.3 Bertrand Modeli

Betrand modelide Cournot modeli gibi oligopol piyasalarını açıklamak üzere kurulmuş olan bir modeldir. Betrand modelinde, Cournot modelinden farklı olarak; firmalar rekabet aracı olarak ürettikleri malları değil, fiyatları kullanırlar (Shy, 1995: 113).

Bu durumda birbirine benzeyen, fakat farklı mallar üreten iki firma söz konusudur. Birinci firma firma 1, ikinci firma da firma 2 olarak adlandırıldığında firmaların talep fonksiyonları aşağıdaki gibi tanımlanır (Gibbons, 1992: 21):

$q_1 = a – p_1 + bp_2$

$q_2 = a – p_2 + bp_1$

Yukarıda ifade edilen eşitlikte b parametresi iki malın birbirine göre durumunu gösterir. Eğer $b > 0$ ise, q_1 ve q_2 birbirini ikame eden mallardır. $b < 0$ olduğu durumda ise q_1 ve q_2 tamamlayıcı mallardır (Yılmaz, 2009: 51). Bu modelde, Cournot modelinde olduğu gibi firmaların marjinal maliyete sahip olduğu ve sabit maliyetin olmadığı kabul edilecektir. Firmaların sahip olduğu marjinal maliyet sabittir ve c kadardır (Gibbons, 1992: 21).

Firma 1'in kar fonksiyonu;

$\pi_1= p_1q_1 – cq_1$

En iyi tepki fonksiyonuna ulaşmak için kar fonksiyonun p_1'e göre türevi alınıp 0'a eşitlenir (Börü, 2011: 62).

$0 = \partial\pi_1 / \partial p_1 = a – 2p_1 + bp_2 + c$

Buradan en iyi tepki fonksiyonuna ulaşılır.

$p_1 = (a +c +bp_2) / 2$

Benzer biçimde firma 2 içinde en iyi tepki fonksiyonu bulunabilir. Bunun için ilk önce kar fonksiyonu yazılmalıdır.

$\pi_1= p_2q_2 – cq_2$

Kar fonksiyonundan hareketle en iyi tepki fonksiyonuna ulaşılabilir. İzlenecek yöntem firma 1 için kullanılanla aynıdır. (Börü, 2011: 62)

$0 = \partial\pi 2 / \partial p_2 = a - 2p_2 + bp_1 + c$

Buradan hareketle en iyi tepki fonksiyonu bulunur.

$p_2 = (a + c + bp_1) / 2$

Yukarıda bulunan iki firmaya ait en iyi tepki fonksiyonları aynı anda çözülerek Betrand-Nash dengesine ulaşılır. Denge durumunda oluşan fiyat düzeyi aşağıda belirtilmiştir (Yılmaz, 2009: 52).

$p_1^* = p_2^* = (a + c) / (2 - b)$

1.6 Çözüm Yöntemleri

Oyun teorisinde, herhangi bir oyunun çözümü için oyunun türüne göre çeşitli çözüm alternatifleri vardır. Hangi çözüm yönteminin kullanılması gerektiğine karar verirken oyunun eyer noktasının olup olmadığı, oyunun kaç boyutlu olduğu gibi durumlara dikkat edilir (Çevikkan, 2010: 39).

1.6.1 Cebirsel Yöntem

Cebirsel çözüm yöntemi için 2x2 oyun matrisi şekildeki gibi olur.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}$$

Şekil 1.5 2x2'lik Oyun Matrisi

Şekil 1.5'te satır oyuncusu birinci stratejisini p olasılıkla oynarsa, ikinci stratejisini (1-p) olasılıkla oynar ve en büyük karı elde edebileceği p değerini bulmayı amaçlar. Bu durumda satır oyuncusu için sütun oyuncusunun strateji seçimine göre değişen iki adet beklenen değer söz konusudur (Cinemre, 2004: 405).

$E_1 = pa_{11} + (1 - p)a_{21}$

$E_2 = pa_{12} + (1 - p)a_{22}$

Satır oyuncusunun kazancının her türlü koşulda aynı olması demek, p olasılık değerinin her iki denklemi de sağlaması demektir. Oyun her tekrar edildiğinde sütun oyuncusu beklenen değeri daha düşük elde edilecek olan stratejiyi seçer. Oyunun en az kazancı $\underline{v}$ olduğunda,

$$\underline{v} = p\, a_{1j} + 1 - p\, a_{2j}$$

Sütun oyuncusu da stratejilerini q ve (1-q) olasılıklarla seçer ise; sütun oyuncusunun beklenen kazancı:

$$F1 = q\, a11 + 1 - q\, a12$$

$$F2 = q\, a21 + 1 - q\, a22$$

Sütun oyuncusunun en iyi strateji

$v = q\, a_{i1} + 1 - q\, a_{i2}$ olur (Cinemre, 2004: 406).

mxn olan bir oyun için satır oyuncusu m adet stratejisini x_i olasılıkla oynar. Sütun oyuncusu ise n adet stratejisini y_j olasılıkla oynar. Satır ve sütun oyuncularının x_i ve y_j olasılıklarla oynadığı oyunda m ve n adet strateji kombinasyonu ile m+n+1 adet değişken ve m+n+2 adet eşitlik veya eşitsizlik elde edilir. Bu duruma ilişkin eşitlik aşağıdaki gibi olur (Esin, 2003: 358).

$$x_1 + x_2 + \cdots + x_m = 1$$

$$y_1 + y_2 + \cdots + y_n = 1$$

$$x_1 a_{1j} + x_2 a_{2j} + \cdots + x_m a_{mj} \geq \underline{v}$$

$$y_1 a_{i1} + y_2 a_{i2} + \cdots + y_n a_{in} \leq v$$

$$i = 1, 2, 3, \ldots, m \qquad j = 1, 2, 3, \ldots, n$$

Bu denklem sistemlerindeki eşitsizlikler, eşitlik olarak kabul edilerek oyuncuların strateji vektörleri olan x_i ve y_j olasılık değerleri ve oyunun değeri bulunmuş olur (Esin, 2003: 358).

1.6.2 Grafik ile Çözüm

Grafik çözüm, minimum bir oyuncunun iki stratejisinin olduğu durumlar için uygundur. Yani; üstünlük stratejisi ile oyunlar m x 2 veya 2 x n boyuta indirgenirse, bu oyunlar grafik yöntemiyle çözülebilir.

Grafik yöntemi, A oyuncusunun iki stratejisinin olduğu (2 x n) boyutlu oyunlar üzerinde uygulanablir.

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \ldots.. & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} \ldots.. & a_{2n} \end{vmatrix} \quad X_1 = a_1 \quad \text{ve} \quad 1 - X_1 = a_2$$

A oyuncusunun a_1 ve a_2 stratejilerini, $0 \leq X_1 \leq 1$ olasılık dağılımına sahip X_1 ve $1 - X_1$ olasılıklarıyla karıştırdığı varsayılsın. Örnek olarak (2x4) boyutlu oyun matrisi oluşturulduğunda aşağıdaki gibi olur.

Tablo 1.13 2 x 4 Boyutlu Oyun Matrisi

		B Oyuncusu			
		B1	**B2**	**B3**	**B4**
A	**A1**	2	2	3	-1
Oyuncusu	**A2**	4	3	2	6

Oyun herhangi bir tam strateji çözümüne sahip değildir. Bu yüzden karma stratejiler kullanılmalıdır. A oyuncusu için, B oyuncusunun farklı stratejilerine denk düşen beklenen kazançları şu şekildedir:

Tablo 1.14 A Oyuncusunun Beklenen Kazançları

B oyuncusunun Stratejisi	A Oyuncusunun Beklenen Kazancı
B1	2x+4(1-x)= -2x+4
B2	2x+3(1-x)= -x+3
B3	3x+2(1-x)= x+2
B4	(-1)x+6(1-x) = -7x+6

A oyuncusunun hedefi gelirini maksimum yapmak olduğu için oyunun değerini en büyük yapacak x değerini seçmek isteyecektir. v ve x gibi iki karar değişkenleri bulunduğundan, problem grafik yöntemi ile çözülebilmektedir. v ordinat ekseninde, x de apsis ekseninde gösterilir. Grafik çözüm tekniğini uygulayabilmek için x=0 ve x=1 için v değerleri hesaplandığında;

1. -2x + 4 = v denkleminde;
x = 0 için, **v = 4** ; x = 1 için, **v = 2**

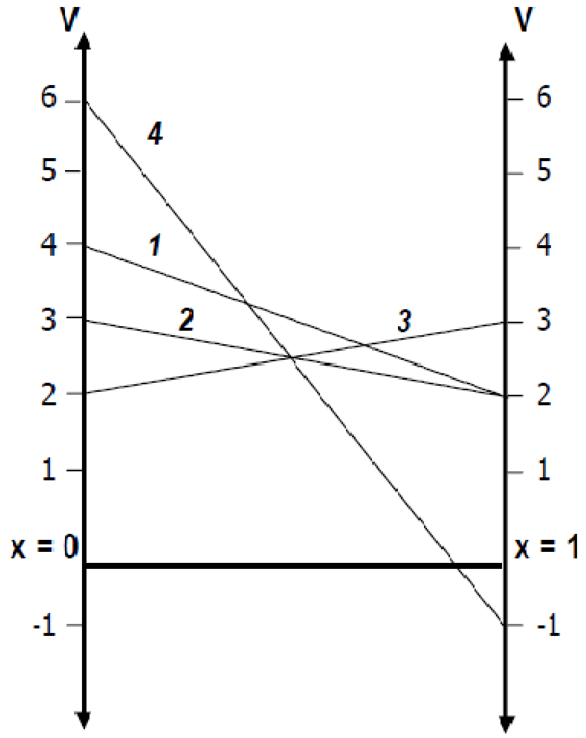
2. -x + 3 = v denkleminde ;
x = 0 için, **v = 3** ; x = 1 için, **v = 2**

3. x + 2 = v denkleminde ;

x = 0 için, **v = 2** ; x = 1 için, **v = 3**

4. -7x + 6 = v denkleminde ;
x = 0 için, **v = 6** ; x = 1 için, **v = -1**

olarak bulunur. Bu değerler yerlerine konularak grafik çizilir.



Şekil 1.6 A Oyuncusu İçin Grafiksel Çözüm

Elde edilen doğrular grafikte gösterildikten sonra, bütün doğruların altında kalan kısım uygun çözüm alanı olarak belirlenir. Belirlenen uygun çözüm alanının en tepe noktası ise A oyuncusun bu oyunda kazanabileceği maksimum kazancı verir (Kural, 2007: 146).

Bu grafikte uygun çözüm alanı 2, 3 ve 4 numaralı doğruların kesiştiği noktanın altında kalan kısımdır. Bu uygun çözüm alanının en tepe noktası yine, bu doğruların kesiştiği noktadır. Örneğin 2 ve 4 numaralı denklemleri veya 3 ve 4 numaralı denklemleri birbirine eşitleyerek bu noktadaki x değeri bulunur.

$-x + 3 = x + 2$ veya $-x + 3 = -7x + 6$

$x = \frac{1}{2}$ $x = \frac{1}{2}$

A oyuncusu bu oyunda maksimum kazancı elde edebilmek için, grafik yöntemine göre x değerini 0,50 olasılıkla seçmelidir. Buna göre A oyuncusu bu oyundan; v = -x + 3 = 2.5 birimlik bir kazanç elde edebilir.

Aynı şekilde A oyuncusunun farklı stratejilerine göre B oyuncusunun yapacağı strateji karışımı da bulunabilir. Ancak ilk olarak B_1 stratejisinin B_2'yi, B_3 ve B_4'ün de %50 olasılıklarla oynanması durumunda B_1'i domine edeceği açıktır. Bu yüzden B oyuncusu B_1 ve B_2 stratejilerini kullanmayacak, B_3 stratejisini y olasılıkla, B_4 stratejisini de (1-y) olasılıkla kullanacaktır (Kural, 2007: 146).

Tablo 1.15 B Oyuncusunun Beklenen Kazancı

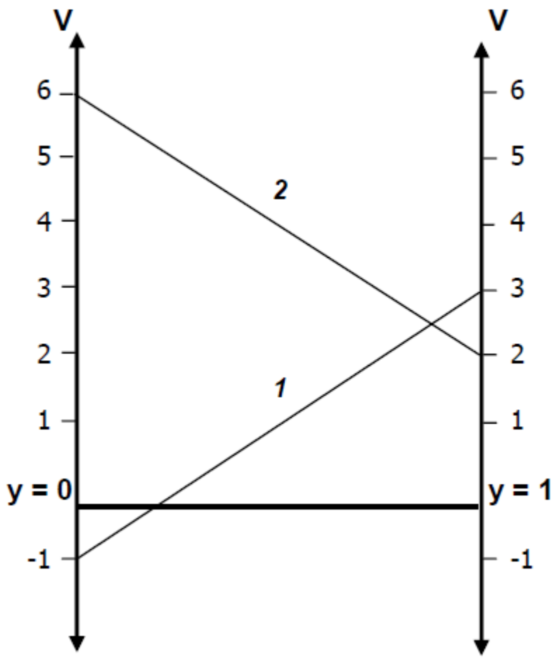
A oyuncusunun Stratejisi	B Oyuncusunun Beklenen Kazancı
A1	3y+(-1)(1-y)= 4y-1
A2	2y+6(1-y)=-4y+6

Mevcut v ve y gibi iki karar değişkenleri ile problem grafik yöntemi ile çözülür. İlk olarak y=0 ve y=1 için v değerleri hesaplanır.

1. 4y - 1 = v denkleminde;
y = 0 için, **v = -1** ; y = 1 için, **v = 3**

2. -4y + 6 = v denkleminde ;
y = 0 için, **v = 6** ; y = 1 için, **v = 2**

olarak bulunur. Bu değerler yerine konulduğunda aşağıdaki gibi bir grafik elde edilir.



Şekil 1.7 B Oyuncusu İçin Grafiksel Çözüm

Elde edilen doğrular grafikte gösterildikten sonra, B oyuncusunun amacı kaybını minimize etmek olduğu için bu sefer bütün doğruların üstünde kalan kısım uygun çözüm alanı olarak belirlenir. Belirlenen uygun çözüm alanının en alt noktası ise B oyuncusun bu oyunda kaybedebileceği minimum kaybı verir (Kural, 2007: 147).

Bu grafikte uygun çözüm alanı 1 ve 2 numaralı doğruların kesiştiği noktanın üstünde kalan kısımdır. Bu uygun çözüm alanının en alt noktası ise yine, bu doğruların kesiştiği noktadır. 1 ve 2 numaralı denklemleri birbirine eşitlenerek bu noktadaki y değeri bulunabilir.

$4y - 1 = -4y + 6$

$8y = 7$

$y = 7/8$

B oyuncusu bu oyunda minimum kaybı sağlayabilmek için, grafik yöntemine göre y değerini yaklaşık 0,88 olasılıkla seçmelidir. Bir başka deyişle B_3 stratejisini 7/8, B_4 stratejisini ise 1/8 olasılıkla uygulamalıdır. Buna göre B oyuncusu bu oyundan; v = 4y – 1 = 2,5 birimlik bir kayıp elde edecektir.

"Sonuç olarak, grafik yöntemine göre oyunun çözümü A oyuncusunun A1 ve A2 stratejilerini eşit olasılıkla karıştırmasını, B oyuncusunun da B_3 ve B_4 stratejilerini sırasıyla 7/8 ve 1/8 olasılıklarıyla karıştırmasını gerektirir." (Kural, 2007: 148).

1.6.3 Doğrusal Programlama ile Çözüm

Oyunun türü ve oyun matrisinin özellikleri ne olursa olsun denge noktasız tüm sıfır veya sabit toplamlı oyunlar için doğrusal programlama yöntemi çözümü verebilmektedir. Eğer ödemeler matrisi (m x n) grafiksel veya cebirsel yöntemle çözülemeyecek boyutlarda veya eş ve üstün stratejiler ile indirgenemiyor ise doğrusal programlama yaklaşımı kullanılabilir. George B. Dantzig, oyun teorisinin doğrusal programlamanın simpleks yöntemi ile çözülebileceğini göstermiştir. Yani denge noktası bulunmayan oyunlar doğrusal programlama yardımıyla çözülebilmektedir (Gedikoğlu, 2012: 35).

Bu tip oyunlar, doğrusal programlama olarak formüllenip, doğrusal programlama problemlerinin klasik çözüm yöntemi olan simpleks yöntemle çözülebilir. İki kişili sıfır toplamlı oyunlar doğrusal programlama ve oyun teorisinin cebirsel yöntemi ile de çözülebildiği için, oyun teorisiyle ve doğrusal programlama birbiri ile bağlantılı alanlardır.

Problemin öncelikle doğrusal programlama yöntemine uygun olarak modellenerek kanonik formunun oluşturulması gerekmektedir. Oyunun denge noktası bulunmadığından, her iki oyuncunun da karma stratejilerinden optimal olanları bulmak hedeftir. Maks-min teorisinden yola çıkılarak oyunun, doğrusal programlamaya uygun olarak, kanonik formu oluşturulur. Doğrusal programlama yöntemi arkasında bulunan teori, kontrol edilmesi gereken çözümler arasından, mümkün en iyi çözüm sayısını minimumda azaltmaktadır.

Doğrusal programlamanın varsayımlarından negatif olmama koşulundan yola çıkarak oyunun değerinin pozitif olacağı varsayımı kabul edilmektedir. Oyun modelinin kanonik formu oluşturulurken; doğrusallık, toplanabilirlik, negatif olmama koşulu, bölünebilirlik ve kesinlik varsayımları göz önünden bulundurulmalıdır.

Oyunun kısıt ve amaç fonksiyonlarının yazılması, negatif olmama koşulu da dahil, ilk adımdır. Maks-min ilkesi gereği satır oyuncusu, strateji seçiminin sonucunun oyunun değerine eşit olmasını ister. En az kazancını en büyüklemek oyunun çözümünün çıkış noktasını oluşturur.

Satır oyuncusunun en uygun olasılıkları "p_i" aşağıdaki maks-min problemini çözerek bulunabilir (Taha, 2007: 582).

Uygulama ile bağlantılı olarak, portföyün içindeki çeşitli varlıkların oranlarını "x_i" ifade etmektedir.

$X_1 + X_2 + \ldots.. + X_m = 1$

Her bir varlığın oranı 0 ile 1 arasında değişmelidir. Varlık çeşidi seçimi yatırımcıya bağlıdır. Aşağıda "m" yatırımcının seçtiği varlık seçimi sayısını göstermektedir.

$X \geq 0, \; 1,2 \ldots, m$

Minimum getiri oranını sağlayan portföy oluşumları aşağıdaki matematiksel ifade ile elde edilir.

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

Maks – min ilkesi gereği satır oyuncusu, yani yatırımcı, bu değerlerden en büyük olanını seçmelidir. Bu hamle seçimi matematiksel olarak aşağıdaki gibi gösterilir.

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

Buradan yola çıkarak aşağıdaki işlemlerden sonra satır oyuncusunun problemi maksimum

$$\sum_{i=1}^{m} a_{ij}x_i \ veya \ Z_{enb} = v$$

ifadesi ile özetlenebilir.

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

$$x_1 + x_2 +, \dots + x_m = 1$$

$$x_i \geq 0, \qquad j = 1,2, \dots, m$$

“v ” oyunun değeri ve satır oyuncusunun getirisidir. Oyuncu hamlesini “x_i” olasılıkları ile seçer ise aşağıdaki kanonik doğrusal programlama modelini elde edilir.

$$a_{11}x_1 + a_{21}x_2 +, \dots + a_{m1}x_m \geq v$$

$$a_{12}x_1 + a_{22}x_2 +, \dots + a_{m2}x_m \geq v$$

…. ….. …. ….

$$a_{1n}x_1 + a_{2n}x_2 +, \dots + a_{mn}x_m \geq v$$

Bu modelde, oyun teorisinin maks-min teoreminden yola çıkarak, karar değişkenlerinin, “a_{ij}”, minimum değerlerinden maksimum olanı oyunun değerini verir. Oyun teorisinin iki koşulu olan tüm değişkenlerin ve tüm kısıt denklemlerinin sağ taraflarının negatif olmama koşulları simpleks metodu ile parallellik göstermektedir. Kısıt denklemleri sağ tarafı negatif değer vermeyecek şekilde olan eşitsizliklerden oluşur. Bu eşitsizlikteki tüm değişkenlerin değerlerinin sıfır olmadığı varsayımı geçerlidir. Satır oyuncusu x_i ile belirtilmiş olasıklar ile minimum getiri oranını sağlayacak “a_{ij} x_i” oyun hamlesini oynayacaktır (Gedikoğlu, 2012: 37).

Buradan, oyunun değerinin modeline ulaşmaktayız. Oyunun amacı en büyüklemek olduğundan beklenen değeri aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

$Z_{enb} = min\left(\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} pa\right)$: $p[0,1]$; $i = 1,2, \dots, m$ (Taha, 2007:593)

Satır oyuncusu garantilemek istediği oyunun değerinin en az kazancı kabul eder. Buradan yola çıkarak sütun oyuncusun yaptığı her hamle satır oyuncusu için oyun değerine eşit veya oyunun değerinden büyük getiri sağlayacaktır. Oyunun alt değerinin satır oyuncusunun oynayacağı eşitsizlikler belirler. Bu eşitsizlikler doğrusal programlama modelinin kısıtlayıcı fonksiyonlarıdır.

Modelin kanonik formdan standart forma dönüştürülebilmesi için, kısıtlayıcı fonksiyonların eşitsizliklerin sağ tarafındaki değerlerin sabit sayı olmaları gerekmektedir. Bunu sağlamanın tek yolu, kısıtlayıcı fonksiyonların her birinin v ye bölünmesidir. Bölme işlemiyle ortaya çıkan değişkenler aşağıdaki gibi tanımlanır (Cinemre, 2004: 416).

$X_1 = p_1/V$, $X_2 = p_2/V$, $X_m = p_m/V$

Buradaki x_i'ler negatif olmayan sayılardır. $p_1 + p_2 + ... + p_m = 1$ bağıntısının dikkate alınmasıyla, $x_1 + x_2 + ... + x_m = 1/V$ elde edilir.

Satır oyuncusunun garanti edilmiş ortalama kazancı olan V'nin en büyüklenmesi için, 1/V 'nin en küçüklenmesi gerekir. Buna göre bir "m x n" oyunun çözümünü bulma problemi, aşağıdaki doğrusal programlama probleminin çözülmesine indirgenmiş olur.

$$Z_{enk} = \frac{1}{v} = x_1 + x_2 +, \dots, + x_m$$

$$x_{1,} x_2, \dots, x_m \geq 0$$

$$a_{11}x_1 + a_{21}x_2 +, \dots + a_{m1}x_m \geq 1$$

$$a_{12}x_1 + a_{22}x_2 +, \dots + a_{m2}x_m \geq 1$$

…. ….. …. ….

$$a_{1n}x_1 + a_{2n}x_2 +, \dots + a_{mn}x_m \geq 1$$

Problemin doğrusal programlamanın klasik çözüm yöntemi simpleks tekniğiyle çözümüyle belirlenen xi (i =1, 2,..., m) değerlerinin xi = pi/V 'de yerine konulmasıyla satır oyuncusunun en iyi karma stratejisi bulunmuş olur.

Sütun oyuncusunun karma stratejileri primal modelin dualini bularak elde edilir. Problem satır oyuncusu için çözüldüğünde sütun oyuncusu için de çözülmüş olunur.

Sütun oyuncusu stratejilerini $q_1, q_2, ..., q_n$ ($\sum_{j=1}^{n} \text{qj} = 1$) olasılıkları ile seçmesine bağlı olarak beklenen kazanç kısıtlayıcı fonksiyonları aşağıdaki gibi modellenir:

$$R_1 \, için: F_1 = a_{11}q_1 + a_{12}q_2 +, \dots + a_{1n}q_n$$

$$R_2 \, için: F_2 = a_{21}q_1 + a_{22}q_2 +, \dots + a_{2n}q_n$$

$R_m\ için: F_n = a_{m1}q_1 + a_{m2}q_2 +, \ldots + a_{mn}q_n$

Sütun oyuncusunun amacı min-maks ilkesi doğrultusunda, rakibinin strateji seçimi ne olursa olsun en büyük kaybını en küçüklemektir. Bunun için sütun oyuncusu kaybının en fazla oyunun değerine eşit olmasını ister. Buna göre sütun oyuncusunun problemi aşağıdaki gibi formüllenir:

$Z_{enk} = g$

$qj \geq 0$

$j=1,2,\ldots,n$

$q_1 + q_2 + \ldots + q_n = 1$

$a_{11}q_1 + a_{12}q_2 + \ldots + a_{1n}q_n \leq g$

$a_{21}q_1 + a_{22}q_2 + \ldots + a_{2n}q_n \leq g$

…. ….. ….. …….

$A_{m1}q_1 + a_{m2}q_2 + \ldots + a_{mn}q_n \leq g$

Kısıtlayıcıların sağ taraf sabitlerinin negatif olmamaları varsayımını sağlamak için, önceden olduğu gibi, g'nin pozitif bir sayı olduğu kabul edilir. Kısıtlayıcı fonksiyonları uygun şekle dönüştürmek için g ile bölüp tanımlarsak sütun oyuncusu için doğrusal programlama problemi aşağıdaki gibi olur.

$Y_1 = q_1/g,\ y_2 = q_2/g, \ldots, y_n = q_n/g$

$Z_{enb} = 1/g = y_1 + y_2 + \ldots + y_n$

$y_1, y_2, \ldots, y_n \geq 0$

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

$a_{21}y_1 + a_{12}y_2 + \ldots + a_{2n}y_n \leq 1$

…. ….. ….. …….

$A_{m1}y_1 + a_{m2}y_2 + \ldots + a_{mn}y_n \leq 1$

Dönüştürülmüş problemin çözüm sonuçları olan y_j değerleri, strateji olasılıklarının oyunun ortalama değerine bölünmesi; $y_j = q_n/g$; bağıntısına yerleştirildiğinde orijinal problem çözülmüş, yani q değerleri belirlenmiş olur. Problem sütun oyuncusu için çözüldüğünde primal-dual model ilişkileri kullanılarak satır oyuncusunun karma stratejisi de belirlenebilir (Gedikoğlu, 2012: 37).

İKİNCİ BÖLÜM
SİVİL HAVACILIK SEKTÖRÜ

2.1 Havacılığın Tanımı

Hava araçlarının tasarlanması, geliştirilmesi, üretimi ve kullanımı ile birlikte, hava araçlarının fonksiyonlarını sürdürebilmesi amacıyla yapılan tüm altyapı, destek ve hizmet faaliyetlerinin tümü havacılık kavramı kapsamındadır.

Askeri amaçlı yapılan havacılık faaliyetleri dışında kalan iş amaçlı uçuşlar, eğitim uçuşları, balonlu uçuşlar, paraşüt atlayışları, yelken kanat uçuşları, planör uçuşları, hava fotoğrafçılığı, hava ambulans uçuşları, zirai ilaçlama uçuşları, trafik denetleme uçuşları, charter uçuşları, polis devriye uçuşları gibi tüm havacılık faaliyetleri sivil havacılık kapsamıında değerlendirilmektedir.

2.2 Havacılığın Tarihçesi

Tarihte ilk uçma teşebbüsünün 11. yüzyıl başlarında Cevheri tarafından gerçekleştiği bilinmektedir. Bunu, 17. yüzyılın başlarında Galata Kulesi'nden Üsküdar'a, kendi yapmış olduğu kanatlar ile uçmayı başaran Hazerfen Ahmet Çelebi, 1633 yılında fişek ile yaklaşık 1000 fit yüksekliğe ulaşan Lagari Hasan Çelebi ve 18. yüzyılın başlarında Türk Veli Direko'nun uçuş denemeleri izlemiştir. 1783 tarihinde Mongolfier kardeşlerin yapmış olduğu balon uçuşu ile de, havacılık tarihinin ilk yolcu taşımacılığı gerçekleşmiştir. Balon ile yapılan uçuşlardaki gelişmeleri 1900 yılında Ferdinand Von Zeppelin'in imal ettiği zeplin ilk kontrollü uçuş takip etmiştir (Erden, 2007: 3).

Havacılık tarihinde insanoğlunun ilk kontrollü ve güç kullanılarak gerçekleştirmiş olduğu sürekli uçuş ise 17 Aralık 1903 tarihinde Orville Wright kardeşlerin Kitty Hawk adlı uçağı ile Kuzey Carolina Eyaleti'nde gerçekleşmiştir. Bu gelişmeyi 25 Temmuz 1909 tarihinde Mans Denizi'ni 25 Hp'lik uçağı ile ilk deniz aşırı uçuşu gerçekleştiren Louis Bleriot izlemiştir. Bu yıl içerisinde C. Furnas ve Orville Wright Amerika'da Furnas Airways'i kurarak ilk ticari yolcu uçuşunu gerçekleştirmişlerdir. Sanayi Devrimi sonrasında, ülkelerin yeni pazar ve kaynakları ele geçirme çabası ortaya çıkmış, Birinci ve İkinci Dünya Savaşları patlak vermiştir. Bu dönemde uçaklar öncelikle propaganda yapma amacı ile beyanname atmak amacı ve keşif amaçlı kullanılmıştır. Akabinde uçaklar savaş sanayisinin en önemli araçları haline gelmiştir. Bu süreç içerisinde uçak sanayi ve teknolojisinde hızlı gelişmeler sağlanmıştır (Erden, 2007: 4).

1919 yılında Albert Cushion bir deniz uçağı ile Kanada Newfoundland'den Lizbon'a kadar uçarak ilk transatlantik uçuşu gerçekleştirmiştir. Aynı yıl içerisinde kesintisiz ilk transatlantik uçuş, John William Alcock ve W. Brown tarafından 350 beygir gücündeki iki Rolls-Royce motoruna sahip bir uçak ile Kanada'dan İrlanda'ya uçarak gerçekleştirilmiştir. 1930 yılında Frank Whittle tarafından jet motorun tasarlanmasıyla, uçaklar pistonlu motorlarını 1950 yılların başında öncelikle turbopropa ve akabinde de jet motorlarına bırakmıştır. Bu arada, Amerika'da 1940 yılında bir Rus göçmeni olan Igor Sikorsky tarafından havacılık tarihinde modern anlamda bilinen ilk helikopter imal edilmiş, böylece uçakların iniş veya kalkış yapamadığı yerlere ulaşma imkânı doğmuştur. Bu gelişmeler ile 1952 yılında jet motoruna sahip ilk yolcu uçağı seferlerine başlamıştır (Erden, 2007: 4).

Havacılık alanındaki bu gelişmeler nihayetinde ilk uzay uçuşlarının başlamasına yardımcı olmuş, Rusya Sputnik-1 adı verilen uyduyu 1957 yılında dünya yörüngesine fırlatmayı başararak bir ilke imza atmıştır. Bu ilerlemeyi 1969 yılında Amerikalı astronot Neil Armstrong'un aya ayak basması izlemiştir (Erden, 2007: 4).

1969 yılı içerisinde sivil havacılık alanında çok önemli iki olay daha gerçekleşmiştir. Bunlardan biri dünyanın en geniş gövdeli turbofan motorlu Boeing 747'nin uçusunun gerçekleşmesi, bir diğeri de A-F Concorde'un Fransa Toulouse'da taşıma uçağı olarak ilk süpersonik uçuşunu gerçekleştirmesi olmuştur. Ancak Concorde ile başlayan süpersonik hava taşımacılığı yüksek gürültü ve maliyetleri nedeniyle sektördeki işletmecilerce tercih edilmemiştir (Erden, 2007: 4).

Havacılık alanında bu gelişmeler öncelikle ticari ürün taşımacılığı açısından gelişmeye başlamış ve yolcu taşımacılığına ağırlık verilmemiştir. 1930'lu yılların başından itibaren yolcu taşımacılığından elde edilen gelirlerin artması ile birlikte yolcu taşımacılığı yaygınlaşmaya başlamıştır. İkinci Dünya Savaşı'nın sona ermesi ile birlikte ülkeler ve kıtalar arası uçuşlar yaygınlaşmış, hava taşımacılığı uluslararası bir pazar haline gelmiştir. Pazarda artan arz nedeniyle hava taşımacılığı alanında standartlaşma yoluna gidilmiş, bu bağlamda şimdiki adıyla Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü'nün (ICAO) temelini oluşturan Chicago Konvansiyonu 1944 yılında imzalanmıştır (Erden, 2007: 5).

1978 yılında çıkartılan Havacılık Düzenleme Yasası (The Airline Deregulation Act) Amerika Birleşik Devletleri'nin havacılık tarihinde iktisadi açıdan bir dönüm noktasını oluşturmuş ve bu yasanın uluslararası etkileri 1980'li yılların başında tüm dünyaya yayılmıştır. Bu yasa ile havacılık sektöründe devletin korumacı pozisyonu sona erdirilmiş ve pazar ekonomisine dayalı bir havacılık sisteminin oluşturulması desteklenmiştir (Sürmeli, 1991: 5).

2.3 Hava Ulaşımının Genel Özellikleri

Hava yolu taşımacılığı en hızlı taşıma yollarından biri olmakla birlikte masrafları diğer ulaşım seçeneklerine göre daha fazladır. Kara yolu ulaşıma kıyasla daha kısa sürede ulaşımın sağlanması havayolu ile ulaşımı daha konforlu hale getirmektedir.

Ayrıca birçok havayolu şirketi yolcularına envai çeşit ikram ve içecek servisi sunmaktadır. Böylecelikle yolcular uçuşların daha fazla keyif alabilmektedirler.

Havayolu ulaşımının önemli bir dezavantajı havalimanlarının genellikle şehir dışında olmalarından dolayı havalimanına ulaşımının uzun sürmesidir. Ulaşımın uzun olması da havalimanına ulaşım için kullanılan taksi veya toplu taşıma araçlarının ücretini artırmaktadır.

Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü'nün (ICAO) yayınlamış olduğu verilere bakıldığında 2014 yılında havayolunu tercih eden yolcu sayısı bir önceki yıla göre %5,5 artış göstererek 3 milyarı geçmiştir. Kargo taşımacılığı da bir önceki yıla göre %3,9 artarak 50 milyon tona ulaşmıştır.

Günümüzde havayolu taşımacılığı ile uzaklık tanımaksızın ülkeler arasında teknik, ekonomik, finansal, ticari, işletmecilik ve kurumsal konularda işbirlikleri gerçekleştirilmekte, insanların veya üretilen bir ürünün güvenli, konforlu bir şekilde ve en kısa süre içerisinde bir yerden başka bir yere taşınması sağlanmaktadır. Yerel, bölgesel, ulusal ve uluslararası boyutta ekonomik ve teknolojik gelişmeleri hızlandırmakta ayrıca farklı kültürel değerlere sahip insanları buluşturarak birbirlerini daha iyi tanıma yönünde önemli sosyal ve kültürel katkılar da sağlamaktadır.

> Havayolu taşımacılığı, kısa sürede çok hızlı teknolojik ve yapısal değişiklikler gösteren bir sektördür. Bir yandan geniş kapasiteli, yakıt tasarrufu sağlayan, düşük gürültü ve emisyon seviyelerine sahip uçakların geliştirilmesinin; havayolu şirketlerinin faaliyetleri, yönetimi, hizmet kalitesi ve kapsamı üzerinde büyük ölçüde etkisi olurken diğer yandan serbestleşme, özelleştirme sektörün daha ticari bir yapıya dönüştürülmesi ve işbirliklerinin oluşması sektörün yapısını değiştirmiş ve sektörü tüketicilerin hakim olduğu bir pazara dönüştürmüştür. Bu yapısal değişiklikler arasında özelleştirme, birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkede büyük ölçüde benimsenmekte ve uygulanmaktadır (Çizmecioğlu, 2013: 18).

Yolculuklarını havayolu ile gerçekleştirenler seyahat amaçlarına göre, iş amaçlı ve eğlence amaçlı olmak üzere ikiye ayrılabilir (Battal, 1997: 66).

İş amaçlı uçuşlar: Bu tür uçuşlar genellikle son anda rezerve edilen uçuşlardır. Fiyat ne olursa olsun çalışanların işlerini yerine getirebilmeleri için gerekli günün biletini alması gerekmektedir. Bireyler ulaşıma fazla zaman kaybetmek istemez ve en kısa sürede iş yerine varmak isterler. Bu tür uçuşlarda fiyatın talep esnekliği fazla olmamaktadır.

Eğlence amaçlı uçuşlar: Eğlence amaçlı uçuşlarda ise kişilerin seçimleri fiyatlara oldukça duyarlı olmaktadır. Bu tür uçuşlarda kişiler biletlerini en düşük fiyattan almak isterler.

Kişilerin tercihleri güvenlik, uçuş saatleri, bagaj hakkı, ikram gibi faktörler tarafından da değişiklik gösterebilir.

2.4 Havayolu Ulaşımını Etkileyen Gelişmeler

2.4.1 Serbestleşme

Türkiye'de 1983 yılında yayınlanan 2920 sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu ile havaalanı ve havayolu işletmeciliğinde serbestleşmenin önünü açmış, 2002 yılından sonra uygulanan iç hat politikaları ile de özel sektör hava ulaşımı daha da aktif hale gelmiştir.

Kuşkusuz dünyadaki gelişmelere paralel olarak bir takım gelişmeler yaşanmıştır. Dünyada havayolunda serbestleşme ilk kez Amerika Birleşik Devletleri'nde iç hatlarda 1983 yılında gerçekleştirilmiştir. Bu, havayolu şirketleri sayısının artmasına, fiyatların ve uçuş hatlarının daha serbest biçimde şirketlerce belirlenebilmesine, bunun sonucunda da havayolu ulaşımında yolcu sayısının oldukça artmasına neden olmuştur.

Avrupa'da ise bu hareket 1990'lı yıllarda ortaya çıkmış, ancak ABD'deki gibi birden etkisini göstermeyip, daha kademeli bir gelişme yaratmıştır. Türkiye'de de iç hat uçuşlarına 2003 yılı Ekim ayında serbestleşme getirilmiştir (Çizmecioğlu, 2013: 22).

2.4.2 Liberalleşme

1980'lerin başında dünyada bulunan havayollarının büyük çoğunluğunun sahibi bizzat devletlerin kendileri olup havacılık sektörünün daha çok yeni olması sert rekabete dayanamayacak kadar kırılgan bir yapıya sahip olması, devlet sahipli ve destekli "bayrak taşıyıcı" havayollarının, havacılık endüstrisinin ekonomik olgunluğa ulaşması için en önemli araç olduğu düşüncesi, özel sektörün o yıllarda yeni bir havayolu işletmeye başlamanın risk ve finansal maliyetlerini üstlenmek konusunda isteksiz olması gibi nedenlerden dolayı sektör rekabete açık değildi.

Bayrak taşıyıcı havayolları iç hatlarda çoğunlukla tekel olup uluslararası piyasada, yani dış hatlarda da korumacı şartlar altında faaliyet göstermekteydiler. Sektör genel anlamda ya tekel bir yapıya sahip ya da ABD'de olduğu gibi ileri rekabete karşı devlet tarafından korunmaktaydı (Çizmecioğlu, 2013: 22).

2.4.3 Özelleşme

Havayolu ulaştırması son yirmi yıl öncesine kadar tüm ülkelerde kamu hizmeti olarak görülmüştü. Bunun arkasında yatan nedenlerin başında havayolu işletmelerinin ülkenin itibar sembolü olmaları, diğer ülkeler ile turistik, ticari aktiviteleri destekleyen bir hizmet sektörü olmaları, aynı zamanda savunma amacıyla kullanılabilir olmaları gelmektedir. Ancak gittikçe değişen ve daha da liberalleşen politikaların sonucu olarak devlet elini pek çok sektörden çekmekte ve yerini özel sektöre bırakmaktadır.

Ülkemizde de hava ulaştırması her geçen gün artmaktadır. Bunda en büyük etkenler, hükümetlerce getirilen bazı vergi indirimleri yanında; 2003 yılında iç hat uçuşlarında serbestliğin sağlanması, bayrak taşıyıcı işletme olan Türk Hava Yolları'nın dışında özel hava yolu işletmelerinin kurulması ve bu işletmelerin düşük maliyetli havayolu işletmeciliği anlayışı ile hizmet vermesi sonucu ulaşım ücretlerinin düşmesidir.

Özelleştirme amaçları ülkeden ülkeye farklılık gösterse de özelleştirme, verimliliği ve hizmet kalitesini arttırmaya ve hükümet sübvansiyonlarını azaltmaya yöneliktir.

> ABD'de havacılığın etkin ve verimli bir şekilde gelişmesinin temel nedeni, hükümetin 1978 yılındaki serbestleştirme hareketine dayandırılmaktadır. 1978 yılında ABD'de gerçekleşen serbestleşme hareketi Avrupa'yı da etkilemiş ve liberalleşme sürecine girmiştir. Sivil havacılık sektöründe, Avrupa Topluluğu'na üye ülkeler arasında "Tek Pazar" uygulamasına geçilmiştir. Havayollarında gelecekte serbestleşme eğiliminin Avrupa'nın yanı sıra diğer pazarlarda da devam edeceği düşünülmektedir. Bu nedenle havalimanlarının özelleştirilmesi gündeme gelmiştir. Bugün dünyada en çok karşılaşılan özelleştirme biçimleri olarak; havalimanı yönetiminin özel bir şirkete devredilmesi, havalimanı sahipliğinin devlette kalmak şartıyla uzun dönem kiralanması ya da anlaşmalar yoluyla özel işletmelerin havalimanı finanse etmesi ve yönetmesi, havalimanlarının hükümet tarafından özel bir işletmeye satılması ve son olarak da Yap-İşlet-Devret modeli uygulanmaktadır (Çizmecioğlu, 2013: 23).

2.5 Hava Ulaşımının Ekonomik Katkısı

Havayolu ulaşımı, ekonomiye doğrudan ve dolaylı olarak çok büyük katkılar sağlamaktadır. Hava yolu işletmeleri, Havalimanları ve Havacılık ile ilgili kuruluşlar bünyelerinde binlerce kişiye iş olanağı sağlayarak ülkede istihdam yaratmaktadırlar.

Ayrıca havayolu ulaşımı bir ülkenin turizmi için çok önemlidir. Ulaşım ağlarının yaygın olması o ülkeye olan ulaşımı kolaylaştıracak ve böylecelikle turistler için tercih edilebilir bölegelerden biri haline gelecektir. Turist sayısının artması turizm tesislerinin gelişmesini sağlayacak ve birçok kişiye istihdam yaratacaktır.

> Sivil havacılık sektörünün ekonomi ile ilişkisi ve ekonomik kalkınma üzerindeki katalizör etkisi artık yaygın bir şekilde kabul görmektedir. Öyle ki, Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO) hava ulaşımına harcanan her 100$'ın ekonomi için 325$ değerinde bir fayda ürettiğini; hava ulaşımındaki 100 ilave işin, ekonomi genelinde 610 yeni iş imkânı oluşturduğunu hesaplamıştır. Havacılık sektörü, sağladığı katma değer ve yan sanayilere verdiği destek neticesinde ülkelerin ekonomilerine büyük katkı sağlamaktadır. Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri'nde havacılık endüstrisi GSYİH'nin yüzde 9'luk oranını temsil etmekte olup, 11 milyon kişiye iş olanağı sağlamaktadır (Çizmecioğlu, 2013: 20).

2.6 Havacılığın Dünyadaki ve Türkiye'deki Durumu

2.6.1 Dünyada Havacılık

Gelişen teknoloji ile birlikte hava araçları uzun süreler havada kalabilmeye başlaması ve diğer ulaşım alternatiflerine göre daha kısa sürede gideceği yere ulaşmasından dolayı, hava yolu ulaşımı kıtalararası mesafelerde en çok tercih edilen ulaşım şekli olmuştur. Ülkelerarası uçak trafiğinin artması sonucu emniyetin ve güvenliğin sağlanması ve yeknesaklığın oluşturulması için global kuruluşlar oluşturularak havacılık kuralları belirlenmiştir. Bu uluslararası kuruluşlar aşağıda açıklanmıştır.

2.6.1.1 Uluslararası Havaalanları Konseyi (ACI)

Uluslararası Havaalanları Konseyi, dünya havalimanı yetkililerinin ticari tek global temsilcisidir. 1991'de kurulan Konsey, havalimanlarının devlet ve uluslararası kuruluşlarla olan ilişkilerini yürütmekle birlikte gerekli politikaları belirler ve havalimanları için tavsiye edilen uygulamalar geliştirir. Aynı zamanda dünya çapında standartları yükseltmek için eğitim olanakları sağlamaktadır.

Kuruluşun temel amacı; güvenli, verimli ve çevreye duyarlı hava ulaşım sistemini sağlamaktır. Bunun yanında; havacılık endüstrisinin tüm birimleri arasında işbirliğini sağlamak, havalimanları arasında dayanışmaları artırmak, üyelere endüstriyel bilgi ve tavsiye vermek, asistanlık yapmak, etkili ve verimli hizmet sunabilmek için kuruluşun kapasitesini yaygınlaştırmak vb. hedefleri bulunmaktadır.

Tablo 2.1'de ACI'nın 2015 yılına ait "Dünya Havalimanı Trafik Raporu" yer almaktadır.

Tablo 2.1 ACI 2015 Yılı Havalimanı Trafik Özeti

2015 Yılı Havalimanı Trafik Özeti						
BÖLGE	**Toplam Uçak Operasyonları**	**% Değişim**	**Toplam Yolcu**	**% Değişim**	**Toplam Kargo**	**% Değişim**
Afrika	12.068.202	2,6	45.491.632	2,4	144.904.667	4,9
Asya-Pasifik	131.815.006	9,6	517.498.157	8,7	1.527.745.570	6,6
Avrupa	142.469.982	3,5	484.819.372	4,8	1.731.006.669	5,2
Latin Amerika	38.515.104	5	157.504.533	5,5	466.288.259	5,5
Orta Doğu	22.524.588	7,3	89.234.409	8,7	252.145.032	8,7
Kuzey Amerika	135.186.618	4,3	503.733.268	3,9	1.577.419.750	3,8
ACI Toplam	482.579.500	5,6	1.798.281.371	5,8	5.699.509.947	5,3

2.6.1.2 Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO)

Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı, Birleşmiş Milletlerin bir kuruluşudur. Uluslararası hava seyrüsefer ilke ve tekniklerini düzenler ve uluslararası hava taşımacılığın güvenli ve düzenli bir şekilde gelişmesini sağlar.

ICAO kurultayı, hava seyrüseferi ile ilgili standartları ve tavsiye edilen uygulamaları kanunlaştırır. Uçuş denetimi, illegal müdahalelerin engellenmesi ve sınır geçiş prosedürlerinin kolaylaştırılması bu kuruluşun alt yapılarını oluşturmaktadır. ICAO, Chicago Sözleşmesinde imza sahibi ülkelerin ulaşım güvenlik otoritelerini takiben hava kazası inceleme protokollerini tanımlar.

Kuruluş, uluslararası sivil havacılığın daha güvenli, emniyetli ve verimli olması üzerine fikir birliğine ulaşmak için 191 ülkenin kabul ettiği anlaşma ile çalışmaktadır.

ICAO'nun amacı;

- Devletler için birçok hava ulaşım geliştirme hedeflerinin desteklenmesini sağlamak,
- Güvenlik ve hava seyrüsefer ile ilgili çok uluslu stratejik ilerlemeleri koordine etmek için global planlar üretmek,
- Birçok hava ulaşım sektörü ölçümlerini gözetlemek ve raporlamaktır.

2.6.1.3 Uluslararası Hava Taşımacılığı Kurumu (IATA)

IATA, dünya havayolu şirketlerinin ticari birliğidir. 117 ülkeden 260 havayolu şirketi, kuruluşun üyeleridir ve bu üyeler dünya hava trafiğinin %83'ünü oluşturmaktadır. Bu birlik havayolu şirketlerinin aktivitelerini destekler ve onlara endüstriyel politikaların ve standartların belirlenmesinde yardım eder. Merkez binası Montreal, Kanada'da bulunmaktadır. IATA, 1945 yılında Küba'da kurulmuştur. Kurulduğundaki üye sayısı 57 iken 2015 yılı itibari ile üye sayısı 260'ya ulaşmıştır.

IATA'nın birinci önceliği emniyettir. 2001 yılında yaşanan 11 Eylül saldırılarından sonra güvenlik de büyük bir önem kazanmış ve güvenlik ile ilgili yeni düzenlemeler yapılmıştır.

Diğer amaçları arasında iş kolaylaştırmak, çevreye karşı daha duyarlı politikalar uygulanması, danışma ve eğitim hizmetleri sağlamak, stratejik ortaklıklar üretmektir.

2.6.1.4 Hava Seyrüseferinin Emniyeti için Avrupa Teşkilatı (EUROCONTROL)

Eurocontrol olarak da bilinen Avrupa Hava Seyrüsefer Emniyeti Teşkilatı, Avrupa üzerinde güvenli bir hava trafik yönetimini sağlamaya çalışan uluslararası bir birliktir. 1960 yılında kurulan birliğin Türkiye'nin de içinde bulunduğu 41 üyesi olmakla birlikte merkezi Brüksel'dedir.

Avrupa Birliği'ne bağlı bir kuruluş olmamasına rağmen AB tarafından tüm Avrupa'ya ait hava trafik kontrolünün "Tek Avrupa Hava Sahası" projesi kapsamında planlanması ve koordine edilmesinde görevlendirilmiştir. Üyelerinin hemen hemen hepsi aynı zamanda AB üyelerinden oluşmaktadır. Birlik, ulusal yetkililer, hava seyrüsefer hizmet sağlayıcıları, sivil ve askeri hava sahası kullananlar, havalimanları ve diğer kuruluşlarla birlikte çalışmaktadır.

2.6.1.5 Avrupa Sivil Havacılık Konferansı (ECAC)

Avrupa Sivil Havacılık Konferansı, 1955 yılında ICAO ve Avrupa Konseyi tarafından kurulan uluslararası bir örgüttür. Merkezi Fransa'da olup Türkiye'nin de içinde bulunduğu 44 üyesi bulunmaktadır. ECAC'ın amacı Avrupa hava taşıma sisteminin verimli, güvenli ve sürdürülebilir gelişimini sağlamaktır.

2.6.2 Türkiye'de Havacılık

Türkiye'de ilk sivil havacılık faaliyetleri 1933 yılında filosunda 5 uçak bulunan Türk Hava Postaları kuruluşu ile başlamıştır. Dünyada sivil havacılığın hızla gelişmesi ve teknolojinin ilerlemesi sonucu bu ilerlemelere yetişebilmek, ülke çıkarlarını korumak ve uluslararası ilişkileri düzenli bir şekilde yürütmek için 1954 yılında Sivil Havacılık Dairesi Başkanlığı kurulmuştur. Türkiye, Uluslararası Sivil Havacılık Anşlaşması ve Chicago Sözleşmesi'ne taraf olduktan sonra 1945 yılında Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı'nın (ICAO) kurucu üyeleri arasına girmiştir.

Birçok uluslararası anlaşmada yer alan Türkiye'de sivil havacılık faaliyetleri katlanarak artmış ve havalimanlarının ülkede yaygınlaşması ile birlikte günümüzde en popüler ulaşım şekli haline gelmiştir. Sonuç olarak havayolu ulaşımını tercih eden yolcu sayısı da her yıl artış göstermiştir. Tablo 2.2'de Türkiye'de yıllara göre havayolunu kullanan yolcu sayıları ve uçakların taşıdığı kargo miktarları yer almaktadır.

Tablo 2.2 Yıllara göre Yolcu Sayıları

Havalimanlarında Toplam Yolcu ve Yük Trafiği		
Yıl	Yolcu Sayısı	Yük (ton)
2000	34 972 534	796 627
2001	33 620 448	763 156
2002	33 755 452	880 133
2003	34 424 340	931 191
2004	45 034 589	1 123 108
2005	55 545 473	1 249 555
2006	61 684 203	1 346 989
2007	70 352 867	1 546 025
2008	79 438 289	1 644 014
2009	85 508 508	1 726 345
2010	102 800 392	2 021 076
2011	117 620 469	2 249 474
2012	130 351 620	2 249 133
2013	149 430 421	2 595 316
2014	165 720 234	2 893 000

Kaynak: http://www.tuik.gov.tr/ (erişim tarihi: 08.06.2016)

2.6.2.1 Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM)

Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM), 2920 sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu ile 5431 sayılı Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun çerçevesinde faaliyet yürüten Türk sivil havacılık otoritesidir. Ankara-Maltepe'de bulunan Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı'nın ek binasında hizmet vermektedir.

"Kuruluşun amacı havacılık emniyet ve güvenliğinden taviz verilmeden, diğer ulaşım modları ile entegre, insana ve çevreye duyarlı, sivil havacılık faaliyetlerinin sürdürülebilir gelişimini sağlayacak altyapıyı oluşturmak üzere uluslararası işbirliği içinde güvenilir, etkin, şeffaf ve tarafsız bir şekilde düzenleme ve denetleme yapmaktır." (SHGM, 2011: 1).

Bu çerçevede SHGM"nin görev, yetki ve sorumlulukları aşağıda genel hatları ile özetlenmiştir.

-Sivil havacılık faaliyetlerinin teknik, ekonomik ve sosyal gelişmeleri kamu yararına ve milli güvenlik amaçlarına uygun olarak kurulmasını ve geliştirilmesini sağlayacak esasları tespit etmek ve uygulanmasını takip etmek ve denetlemek.

-Türkiye hava sahasında faaliyette bulunan sivil uçakların uçuşa elverişlilik şartlarını tayin etmek ve belgelerini tanzim ederek sicillerini tutmak, mürettebat ehliyetlerini mevzuata göre denetlemek.

-Türk sivil havacılık sahasında görev alan ve ihtisası dolayısı ile gerekli görülen personelin ehliyet şartlarını tayin etmek ve lisanslarını tanzim ederek sicillerini tutmak.

-Yurt içinde ve dışında hava ulaştırma faaliyetlerinde bulunmak isteyen Türk ve yurt içinde ulaştırma faaliyetlerinde bulunmak isteyen yabancı gerçek veya tüzelkişilere verilecek izinlerin esaslarını ve şartlarını hazırlamak, faaliyetlerini denetlemek.

-İlgili kuruluşların görüşlerini almak suretiyle, Türkiye hava sahasında sivil uçakların seyrüseferini, trafik haberleşme hizmetlerini kamu güvenliği bakımından düzenlemek, denetlemek, gerekli tedbirleri almak ve aldırtmak.

-Hava seyrüsefer güvenliği bakımından hava meydanlarının teknik niteliklerini ve işletme esaslarını tayin etmek ve uygulamaları denetlemek.

-Milletlerarası sivil havacılık sahasındaki gelişmeleri takip ederek ülkemiz sivil havacılık faaliyetlerinde bu gelişmelerin uygulanması için tedbirler almak, sivil havacılıkla ilgili planların hazırlanmasını sağlamak ve uygulaması ile ilgili faaliyetlerde diğer milletlerarası kuruluşlarla işbirliği yapmak.

-Türkiye hava sahasında hava arama ve kurtarma hizmetlerinin yapılması hususunda ilgili kuruluşlarla işbirliği sağlamak ve sivil havacılık kazalarını tahkik etmek, tahkikat sonuçlarına göre gerekli tedbirleri almak.

-Sivil havacılık eğitim müesseselerinin kuruluş ve çalışma esaslarını tayin etmek ve denetlemek.

-Sivil havacılık faaliyetleri ile ilgili olarak konulmuş mevzuat ve kurallara aykırı hareket eden gerçek ve tüzelkişiler hakkında kanuni yollara başvurmak.

-Hava ulaştırması konusunda milletlerarası ikili ve çok taraflı antlaşmaların uygulanmasını takip etmek, bunlarla ilgili çalışmalara katılmak (SHGM, 2011: 3).

Türkiye'de ruhsatı olan ve faaliyet gösteren havayolu şirketleri aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 2.3 Türkiye'de Faaliyet Gösteren Havayolu İşletmeleri

	Havayolu İşletmeleri	Faaliyet Türü
1	THY A.O	Yolcu ve Kargo
2	Güneş Ekspres Havacılık A.Ş.	Yolcu ve Kargo
3	Pegasus Hava Taşımacılığı A.Ş.	Yolcu ve Kargo
4	Onur Air Taşımacılık A.Ş.	kargo
5	MNG Havayolları ve Taşımacılık A.Ş.	Yolcu ve Kargo
6	Hürkuş Havayolu Taşımacılık ve Ticaret A.Ş.	Yolcu ve Kargo
7	Atlasjet Havacılık A.Ş.	Kargo
8	ULS Hava Yolları Kargo Taşımacılık A.Ş.	Yolcu ve Kargo
9	Turistik Hava Taşımacılık A.Ş.	Kargo
10	ACT Hava Yolları A.Ş.	Yolcu ve Kargo
11	İHY İzmir Havayolları A.Ş.	Yolcu ve Kargo
12	Tailwind Havayolları A.Ş.	
13	Borajet Havacılık Taşımacılık Uçak Bakım Onarım ve Ticaret A.Ş.	Yolcu ve Kargo

Kaynak: www.shgm.gov.tr (erişim tarihi: 08.06.2016)

2.6.2.2 Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMİ)

"Türkiye Havalimanlarının işletilmesi ile Türkiye Hava sahasındaki hava trafiğinin düzenlenmesi ve kontrolü görevi, Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMİ) Genel Müdürlüğü'nce yerine getirilmektedir." www.dhmi.gov.tr (erişim tarihi: 08.06.2016).

Türk Sivil Havacılık sektörünün altyapısını oluşturan tesis ve donanımıyla, 1933 yılından bu yana değişik isim ve statülerle hizmetlerini yürütmekte olan kuruluş, 233 Sayılı Kanun Hükmünde

Kararname ve Ana Statüsü çerçevesinde 1984 yılından itibaren faaliyetlerini Kamu İktisadi Tesebbüsü olarak sürdürmektedir. Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMİ) Genel Müdürlüğü; tüzel kişiliğe sahip, faaliyetlerinde özerk, sorumluluğu sermayesi ile sınırlı, Ulaştırma Bakanlığı ile ilgili ve en son hukuki düzenlemeyle hizmetleri imtiyaz sayılan bir Kamu İktisadi Kuruluşudur (KİK). Kuruluşun Ana Statüsü ile belirlenen amaç ve faaliyet konuları ise; Sivil havacılık faaliyetlerinin gereği olan hava taşımacılığı, havalimanlarının işletilmesi, meydan yer hizmetlerinin yapılması, hava trafik kontrol hizmetlerinin ifası, seyrüsefer sistem ve kolaylıklarının kurulması ve işletilmesi, bu faaliyetler ile ilgili diğer tesis ve sistemlerin kurulması, işletilmesi ve modern havacılık düzeyine çıkarılmasını sağlamaktır www.dhmi.gov.tr (erişim tarihi: 08.06.2016).

Üstlenmiş olduğu görevlerini Uluslararası sivil havacılık kural ve standartlarına göre yapmak zorunluluğunda olan DHMİ Genel Müdürlüğü bu doğrultuda;

Uluslararası hava ulaşımında can ve mal emniyetini sağlamak ve düzenli ekonomik çalışma ve gelişmeyi temin maksadıyla yürürlüğe konulan Sivil Havacılık Anlaşmasına göre kurulan "Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı(ICAO-International Civil Aviation Organization)`nın üyesi bulunmaktadır. Ayrıca, "Hava Seyrüseferinin Emniyeti için Avrupa Teşkilatı(EUROCONTROL)", Uluslararası Havalimanları Konseyi (ACI-Airports Council International) başta olmak üzere ilgili Uluslararası kuruluşların da üyesi bulunmaktadır.

DHMİ Genel Müdürlüğünce hava seyrüsefer ve havalimanı işletme hizmetleri çerçevesinde, hizmet verilen uçak ve yolcu trafiklerinde, son yıllarda önemli artışlar meydana gelmiştir. Özellikle, Uluslararası havalimanlarımızın dış hat uçak ve yolcu trafiklerinde önemli gelişmeler gerçekleşmekte olup, İstanbul/Atatürk Havalimanı ile Antalya Havalimanı, yaşanmakta olan Uluslararası trafik artışı nedeniyle, Avrupanın da önde gelen havalimanları arasında yer almaktadır www.dhmi.gov.tr (erişim tarihi: 08:06:2016).

Şekil 2.1'de ülkemizdeki 55 havalimanı harita üzerinde gösterilmiştir.

Şekil 2.1 Türkiye'nin Havalimanları

Kaynak: www.dhmi.gov.tr (erişim tarihi: 08.06.2016)

Türkiye'deki havalimaları arasında yolcu sayısına göre en büyük olan ilk 10 havalimanı Tablo 2.4'te gösterilmiştir.

Tablo 2.4 Havalimanları Yolcu Sayıları

	Havalimanı	Yolcu Sayısı
1	İstanbul (Atatürk)	56 695 166
2	Antalya	28 303 192
3	İstanbul (Sabiha Gökçen)	23 494 646
4	Ankara (Esenboğa)	11 035 606
5	İzmir (Adnan Menderes)	10 970 663
6	Adana	4 687 494
7	Muğla (Dalaman)	4 309 480
8	Muğla (Milas-Bodrum)	3 846 547
9	Trabzon	2 777 536
10	Gaziantep	2 082 821

Kaynak: http://www.tuik.gov.tr/ (erişim tarihi:08.06.2016)

Tablo 2.4'te görüldüğü gibi yolcu sayısına göre Türkiye'deki en yoğun havalimanları İstanbul Atatürk ve Antalya havalimanları olmakla birlikte Antalya (AYT) – Atatürk (IST) hattı sefer sayısının en fazla olduğu havalimanlarıdır. Bu nedenle ilgili hatta seferleri olan havayolu şirketleri arasında yoğun bir rekabet söz konusudur.

2.6.2.3 Türk Hava Kurumu (THK)

Türk Hava Kurumu, Türkiye'de havacılık sanayisini kurmak; askeri, sivil, sportif ve turistik havacılığın gelişmesini sağlamak için 16 Şubat 1925'te Mustafa Kemal Paşa'nın emri ile kurulmuş bir dernektir. Atatürk'ün işareti ile kurulduğunda Cevat Abbas Gürer kurucu ve başkan idi ve dernek Türk Tayyare Cemiyeti adını taşımaktaydı; 1935 yılında Türk Hava Kurumu (THK) adını aldı https://tr.wikipedia.org/ (erişim tarihi: 08.06.2016).

THK, Türkiye'nin "Havacılık Federasyonu" yetkisini taşır. 5 Ağustos 1925 tarihinden itibaren 'kamu yararına çalışan dernek' statüsündedir. Merkezi Ankara'dadır. Cumhurbaşkanı ve Bakanlar Kurulu THK'nın manevi koruyucularındandır. Cumhurbaşkanı, Başbakan, Kuvvet Komutanları, Ankara Valisi doğal üyeleri arasında bulunmaktadır https://tr.wikipedia.org/ (erişim tarihi: 08.06.2016).

2.6.2.4 Türk Hava Yolları (THY)

Türk Hava Yolları Anonim Ortaklığı, Türkiye'nin bayrak taşıyıcısı olan ulusal hava yolu şirketi olup merkezi İstanbul'dadır. Türk Hava Yolları'nın uçuş ağı Avrupa, Orta Doğu, Uzak Doğu, Kuzey Afrika, Orta Afrika, Güney Afrika, Kuzey ve Güney Amerika'ya kadar uzanmaktadır. 2015 yılında toplam 61,2 milyon yolcu taşımıştır https://tr.wikipedia.org/ (erişim tarihi: 08.06.2016).

Skytrax'ın 2015 ödüllerine göre 5. kez Avrupa'nın en iyi havayolu seçilmiştir ve hâlihazırda dünyanın en iyi 4. havayoludur. Ayrıca birçok alanda yüksek dereceler elde etmiştir. Star Alliance üyesi Türk Hava Yolları; 113 ülkede, 43'ü iç hat, 235'i dış hat olmak üzere 284 noktaya uçmaktadır. Bu uçuş ağı ile en çok uçuş ağı bulunan havayolları listesinde dünyada 4. sırada yer almaktadır https://tr.wikipedia.org/ (erişim tarihi: 08.06.2016).

2.6.3 Sivil Havacılıkla İlgili Uluslararası Düzenlemeler

Sivil havacılığın gelişmesinde kuruluşların yanı sıra havacılıkla ilgili düzenlemeler de etkili olmuştur. Birçok ülke bir araya gelerek ülkeler arasında havacılıkta oluşan uygulama farklılıklarını gidermek ve güvenliği artırmak için bir takım anlaşmalara imza atmıştır. Bu anlaşmalar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

2.6.3.1 Paris Havacılık Sözleşmesi (1919)

Paris Havacılık Sözleşmesi, 1919 yılında Paris'te imzalanmıştır. Uluslararası hava seyrüseferle ilgili siyasi zorlukları ve karışıklıkları ele alan ilk uluslararası sözleşmedir. Ülkeler arasında farklılık gösteren düzenlemeler ve ideolojilerdeki karışıklıkları azaltmayı amaçlamaktadır.

Paris Sözleşmesi, sivil havacılığı ilgilendiren teknik ve operasyonel konuları incelemektedir ve ICAN (Uluslararası Havacılık Komisyonu)'ın kurulmasında büyük rol oynamıştır.

2.6.3.2 Madrid Sözleşmesi (1926)

Sivil havacılığı uluslararası düzeyde düzenlemeyi amaçlayan diğer bir girişim ise 1926 yılında Madrid'de imzalanan Madrid Sözleşmesidir. Diktatör Primo de Rivera yönetimindeki İspanya, Milletler Cemiyeti Konseyi'nde kalıcı bir üyelik verilmediği için cemiyetten ayrılmıştır. Fransa ve İtalya'ya verilen oylama gücü İspanya'ya verilmediği için İspanya Paris Sözleşmesi'ne bağlı kalmamıştır. 1926 yılında İspanya Latin Amerika devletlerini Madrid'de düzenlenen Ibero Amerikan Hava Kongresi'ne davet etmiş ve katılımcılar arasında genellikle Madrid Sözleşmesi olarak bilinen "Ibero Amerikan Hava Seyrüsefer Sözleşmesi" imzalanmıştır. Bu sözleşme bir başarı sağlayamamıştır. Sadece Arjantin, Kosta Rika, Dominik Cumhuriyeti, El Salvador, Meksika ve İspanya arasında gerçekleşmiştir. 1933 yılında İspanya ve Arjantin bu gruptan ayrılarak ICAN'a geçmiştir.

Sonuç olarak Madrid Sözleşmesi hiçbir zaman etkili bir şekilde uygulanamamış ve yasal olarak herhangi bir yenilik getirememiştir.

2.6.3.3 Havana Sözleşmesi (1928)

Hava hukukunun düzenlenmesiyle ilgili yapılan diğer bir çalışma da Pan Amerikan Birliği Ticari Hava Komisyonu tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu sözleşme 1928 yılında Havana'da altıncısı düzenlenen Pan-Amerikan Konferansı'nda yürürlüğe girmiştir. Teknik ve operasyonel konuları ele alan Paris ve Madrid Sözleşmesi'nden farklı olarak trafik haklarının libarelleşmesi ve üye ülkelerin yolcu ve kargo uçaklarının tüm havalimanlarına iniş yapabilme serbestliğinin getirilmesi amaçlanmıştır. Havana Sözleşmesi, Paris Sözleşmesi'nin aksine, sağlam temeller üzerine kurulmamış ve hiçbir teknik Annex dökümanı kapsamamıştır.

Günümüzde uygulanabilirliği kalmasa da dünyada ticari havacılık faaliyetlerinde serbest rekabeti destekleyen birçok partizana trafik haklarının serbestleştirilmesi konusunda hala ilham vermektedir.

2.6.3.4 Chicago Konvansiyonu (1944)

Chicago sözleşmesi olarak bilinen Uluslararası Sivil Havacılık Sözleşmesi Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO)'nın kurulmasını sağlamıştır. Bu kuruluş da önceden bahsedildiği gibi uluslararası hava ulaşımının düzenlenmesi ve koordine edilmesinden sorumludur. Sözleşme ile hava sahaları, hava araçlarının tescili ve güvenliği hakkında kurallar düzenlenmiştir. Konvansiyon aynı zamanda ticari yakıtları vergiden muaf tutmaktadır.

Doküman 52 üye devlet tarafından 1944 yılında Chicago'da imzalanmıştır. 1947 yılında ICAO olarak faaliyetlerine devam etmiş, aynı yılın Ekim ayında Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal Konsey (ECOSOC)'e bağlanmıştır. 2013 yılında üye ülke sayısı 191'e ulaşmıştır.

2.6.3.5 Montreal Sözleşmesi (1999)

Montreal Sözleşmesi, ICAO üye ülkeler tarafından imzalanmış çok uluslu bir anlaşma olarak 1999 yılında yürürlüğe girmiştir. Konvansiyon, uluslararası kargo, yük ve yolcu taşımacılığı ile ilgili kuralların düzenlenmesini amaçlamaktadır. Anlaşma, yıllarca hava ulaşım komiteleri tarafından kullanılan temel hükümleri muhafaza ederken, aynı zamanda birçok önemli alanda yenilikler sağlamıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
UYGULAMA

Oyun teorisi, sosyal hayatta ve iktisadın hemen her alanında kullanılabilir bir duruma gelmiş olup, sosyal ilişkilerin iç içe geçmiş olan yapısını dikkate alarak sonuca varmaya yardımcı olmaktadır (Çevikkan, 2010: 63).

Endüstriyel organizasyonlarda, uluslar arası ticaret alanlarında, emek piyasalarında, politik ekonomide, rant paylaşımında, oligopol ve duopol piyasalarda firmaların rekabet analizinde, bir malın fiyatlandırılmasında, kadın erkek arasındaki tercih çatışmalarının çözümünde (cinsiyetler savaşı), küçülen bir piyasadan çıkmak için verilen kararlarda, çalışanların ücretlerini belirlemede, ülkelerin gümrük politikalarını belirlemesinde oyun teorisi bir karar yöntemi olarak sıkça kullanılmaktadır (Yılmaz, 2001: 3).

3.1 Uygulamanın Amacı

Havayolu ile ulaşım, havacılık sektöründeki teknolojik gelişmeler ve havayolu şirketleri arasındaki rekabet sonucu zamanla ekonomik hale gelmiş ve hatta bazen havayolu şirketlerinin uyguladıkları bilet fiyatları karayolu ulaşım fiyatları ile kıyaslanabilecek seviyelere kadar düşmüştür. Ayrıca ulaşım türleri arasında en hızlı ulaşım olması sonucu havayolu ulaşımı çok yaygınlaşmış, yolcu sayıları katlanarak artmış, talebi karşılamak için yeni havalimanları yapılmış ve hala yapılmaktadır.

Havayolu ulaşımına olan talebin fazla olması havayolu şirketleri arasındaki rekabeti artırmış, şirketlerin uyguladıkları bilet fiyatları yolcular için karar verme aşamasında önemli bir kriter olmuştur. Neticesinde de şirketler geniş bir fiyat yelpazesi oluşturmuşlardır.

Bu uygulamada, rekabetin yüksek olduğu hava ulaşım sektöründe hizmet veren iki havayolu şirketinin 2015 yılına ait Antalya (AYT) - Atatürk (IST) Havalimanı uçuşları incelenerek her iki şirketin en yüksek faydayı sağlayabilmek için oyun teorisi ile ideal stratejilerinin belirlenmesi, birbirlerinin stratejilerini hesaba katarak optimum fiyat seviyesinin hesaplanması amaçlanmıştır.

3.2 Literatür Taraması

Oyun teorisinin kullanıldığı yayınlanmış birçok makale ve tez bulunmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde, literatür taraması yapılarak oyun teorisinin kullanım alanları için örnekler verilmiştir.

Çevikkan (2010), yayınlanmış tez çalışmasında Duopol bir piyasadaki iki rakibin birbirine ikame olabilecek birer ürünü için iki firmanın pazardaki satış rekabetini oyun teorisi ile inceleyerek firmaların en yüksek faydayı sağlayabilmeleri için farklı stratejilerini nasıl ve ne oranda kullanmaları gerektiğini araştırmıştır.

Kural (2007), yayınlanmamış yüksek lisans tezinde, karşılıklı çıkar gruplarının ilişkilerinin oyun teorisi ile uygulamasını göstermek amacıyla yaklaşık 50 yıllık bir geçmişe sahip olan Avrupa Birliği ve Türkiye arasındaki ilişkilerin bugününde her iki tarafın da ne tür stratejiler uygulayabileceğini araştırmıştır.

Özkan ve Akçaöz (2001), yaptıkları çalışmada oyun teorisi Antalya ilinde yetiştirilen tarım ürünlerine uygulanmış ve sonuçta yer fıstığı ve pamuğun bölge için en riskli tarım ürünleri olduğu anlaşılmıştır.

Kiracı (2008), çalışmasında Cournot tipi oyun modeli kurarak şirketlerin maliyetlerini incelemiş ve yenilikçi ürünler kullanan şirketlerin daha fazla kazanç elde ettiği ancak rekabetin artmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Rençber (2012), Ankara bölgesinde yaptığı çalışmada oyun teorisinden faydalanarak şehir nüfusundaki artış ile taksi saysındaki artış ne kadar olmalı sorusuna cevap aramıştır.

Bekmez ve Çalış (2011), yaptıkları çalışmada oyun teorisini kullanarak bankacılık sektörü ile müşteri tipleri arasında kredi kullanımını araştırmıştır. Kredi verilerinden yararlanılarak bulunan sonuca göre bankaların ödeme gücü olan müşterilere kredi vermek istemesi ve müşterilerin de aldıkları krediyi zamanında geri ödemesi noktasında denge noktasının oluştuğu görülmüştür.

Eser ve Toigonbaeva (2011), psikoloji ile iktisat arasındaki ilişkiyi incelemiş, psikolojik faktörleri göz ardı eden ve insanı sadece rasyonel davranan varlıklar olduğunu varsayan modellerin değiştini vurgulamıştır.

3.3 Yöntem

Uygulama için oyun teorisi ile Antalya – İstanbul uçuş seferi olan iki önemli havayolu şirketinin 2015 yılına ait Antalya İstanbul hattı üzerinde taşıdıkları günlük yolcu sayıları ve ilgili seferleri için ortalama günlük bilet fiyatları kullanılmıştır. Ortalama günlük bilet fiyatları hesaplanırken, şirketin bir gün için belirlediği bilet fiyatı yaklaşık bir ay boyunca takip edilmiş ve bir aylık gözlem sonucu elde edilen verilerin ortalaması alınarak o gün için ortalama bilet fiyatları hesaplanmıştır. Ayrıca şirketlerin arasında rekabet söz konusu olduğu için şirketler, A, ve B olarak adlandırılmıştır.

Oyun matrisinin kurulabilmesi için öncelikle A ve B şirketlerinin stratejilerinin belirlenmesi gerekmektedir. Veri setlerine bakıldığında uygulanan fiyat aralığı 55 TL ile 170 TL arasındadır. Buna göre iki şirketin 2015 yılına ait verileri dikkate alındığında uyguladıkları fiyat stratejileri aşağıda gösterilmiştir.

A şirketi için:

A_1 stratejisi: 55 TL - 65 TL arasında bir fiyat uygulamak

A_2 stratejisi: 66 TL - 75 TL arasında bir fiyat uygulamak

A_3 stratejisi: 76 TL - 85 TL arasında bir fiyat uygulamak

A_4 stratejisi: 86 TL - 95 TL arasında bir fiyat uygulamak

A_5 stratejisi: 96 TL - 105 TL arasında bir fiyat uygulamak

A_6 stratejisi: 106 TL - 115 TL arasında bir fiyat uygulamak

A_7 stratejisi: 120 TL - 129 TL arasında bir fiyat uygulamak

A_8 stratejisi: 130 TL - 139 TL arasında bir fiyat uygulamak

A_9 stratejisi: 160 TL - 169 TL arasında bir fiyat uygulamak

B şirketi için:

B_1 stratejisi: 55 TL - 65 TL arasında bir fiyat uygulamak

B_2 stratejisi: 66 TL - 75 TL arasında bir fiyat uygulamak

B_3 stratejisi: 76 TL - 85 TL arasında bir fiyat uygulamak

B_4 stratejisi: 86 TL - 95 TL arasında bir fiyat uygulamak

B_5 stratejisi: 96 TL - 105 TL arasında bir fiyat uygulamak

B_6 stratejisi: 106 TL - 115 TL arasında bir fiyat uygulamak

B_7 stratejisi: 120 TL - 129 TL arasında bir fiyat uygulamak

B_8 stratejisi: 140 TL - 149 TL arasında bir fiyat uygulamak

B_9 stratejisi: 160 TL - 169 TL arasında bir fiyat uygulamak

Fiyatlardaki değişim ne kadar fazla olursa tüketici tercihleri de o kadar değişkenlik gösterir. Ancak fiyat aralığının fazla olması strateji sayısını azaltmaktadır. Stratejiler arasındaki farklılık makul düzeyde strateji sayısı oluşturulabilecek ve tüketici tercihlerinde değişkenliği sağlayabilecek düzeyde olmalıdır. Bu yüzden en uygun fiyat genişliği 10 TL olarak alınmıştır.

Her bir strateji seçimi sonrası elde edilecek kazancı bulmak için geçmiş verilerden yararlanılmıştır. EK 1 ve 2'de yer alan A ve B şirketinin 2015 yılına ait yolcu sayıları ve bilet fiyatları kullanılarak her bir fiyat aralığında ortalama taşıdığı yolcu sayıları hesaplanmış ve hesaplanan ortalama yolcu sayıları, kendi fiyat aralığının ortalama değerleri ile çarpılarak şirketlerin kazançları bulunmuştur.

A şirketi için:

Stratejiler	**Ort. Yolcu Sayısı (Y)**	**Fiyat Aralığının Ort. Değer (TL) (F)**	**Kazanç (TL) K (Y*F)**
A_1 (55 TL - 65 TL)	669	60	40.140
A_2 (66 TL - 75 TL)	783	70	54.810
A_3 (76 TL - 85 TL)	865	80	69.200
A_4 (86 TL - 95 TL)	842	90	75.780
A_5 (96 TL - 105 TL)	814	100	81.400
A_6 (106 TL - 115 TL)	812	110	89.320
A_7 (120 TL - 129 TL)	848	125	106.000
A_8 (130 TL - 139 TL)	867	135	117.045
A_9 (160 TL - 169 TL)	693	165	114.345

B şirketi için:

Stratejiler	**Ort. Yolcu Sayısı (Y)**	**Fiyat Aralığının Ort. Değer (TL) (F)**	**Kazanç (TL) K (Y*F)**
B_1 (55 TL - 65 TL)	667	60	40.020
B_2 (66 TL - 75 TL)	763	70	53.410
B_3 (76 TL - 85 TL)	774	80	61.920
B_4 (86 TL - 95 TL)	767	90	69.030
B_5 (96 TL - 105 TL)	821	100	82.100
B_6 (106 TL - 115 TL)	887	110	97.570
B_7 (120 TL - 129 TL)	828	125	103.500
B_8 (140 TL - 149 TL)	530	145	76.850
B_9 (160 TL - 169 TL)	588	165	97.020

A ve B firmalarının kazançları hesaplandıktan sonra Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1 A ve B Firmalarının Kazançları

Stratejiler	A Firmasının Kazancı (K_A)	B Firmasının Kazancı (K_B)
1	40.140	40.020
2	54.810	53.410
3	69.200	61.920
4	75.780	69.030
5	81.400	82.100
6	89.320	97.570
7	106.000	103.500
8	117.045	76.850
9	114.345	97.020

İki şirketin çeşitli fiyat stratejilerinde elde edecekleri kazançların birbirine bölünmesiyle iki kişili sıfır toplamlı 9 x 9 boyutlu oyun matrisi oluşturulmuş ve aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 3.2 A ve B Firmalarının Oyun Matrisi

		B Firması									
	K_A/K_B	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	maxmin
A Firması	A_1	1,00	0,75	0,65	0,58	0,49	0,41	0,39	0,52	0,41	0,39
	A_2	1,37	1,03	0,89	0,79	0,67	0,56	0,53	0,71	0,56	0,53
	A_3	1,73	1,30	1,12	1,00	0,84	0,71	0,67	0,90	0,71	0,67
	A_4	1,89	1,42	1,22	1,10	0,92	0,78	0,73	0,99	0,78	0,73
	A_5	2,03	1,52	1,31	1,18	0,99	0,83	0,79	1,06	0,84	0,79
	A_6	2,23	1,67	1,44	1,29	1,09	0,92	0,86	1,16	0,92	0,86
	A_7	2,65	1,98	1,71	1,54	1,29	1,09	1,02	1,38	1,09	1,02
	A_8	2,92	2,19	1,89	1,70	1,43	1,20	**1,13**	1,52	1,21	**1,13**
	A_9	2,86	2,14	1,85	1,66	1,39	1,17	1,10	1,49	1,18	1,10
minmax		2,92	2,19	1,89	1,70	1,43	1,20	**1,13**	1,52	1,21	

Tablo 3.2'de A ve B firmaları için 9 x 9 boyutlu iki kişili sıfır toplamlı oyun matrisi kurulmuştur. İlk bölümde bahsedildiği üzere sıfır toplamlı oyunlarda matris değerleri satır oyuncusunun kazancını gösterirken sütun oyuncusunun kaybını ifade etmektedir. Yani A firması A_1 stratejisini seçtiğinde B firması da B_1 stratejisini seçerse A firmasının kazancı 1,00 birim olurken B firmasının kaybı 1,00 birim olacaktır. Bu yüzden satır oyuncusu herhangi bir strateji seçtiğinde sütun oyuncusu kaybını en küçük yapacak stratejiyi seçecektir. Sütun

oyuncusu herhangi bir strateji belirlediğinde ise satır oyuncusu en yüksek kazancı getirecek olan stratejiyi seçecektir.

Tablo 3.2'de A ve B firmasının maxmin ve minmax değerleri hesaplanmış olup, satır elemanlarının minimum değeri (1,13) ile sütun elemanlarının maximum değeri (1,13) birbirine eşit olduğu için oyunun denge noktası vardır. Oyunun tepe noktası olduğundan herhangi bir çözüm yöntemi kullanmaya gerek yoktur. Denge noktası, A firması için A_8 stratejisi iken B firması için B_7 stratejisidir. Yani A şirketi bilet fiyatlarını 130 TL ile 139 TL arasında; B şirketi ise 120 TL ile 129 TL arasında belirlediğinde iki şirket için en kazançlı seviyeye ulaşılmış olunur. Bu noktada hiçbir şirket diğeri değiştirmedikçe kendi stratejisini değiştirmeyecektir.

Kazanç-Kayıp matrisi kurulduktan sonra oyuncuların beklenen değerleri de hesaplanabilmektedir. Bunun için 1.1.1.2 Kavramlar konusunda bahsedildiği gibi "B.D. = $\sum_{i=1}^{n} P(Xi)Xi$ " formülünden yararlanılır.

Bu oyunda her iki oyuncunun 9 farklı stratejilerinden herhangi birini seçme olasılıklarının eşit olduğu varsayılmıştır. Bu durumda her bir stratejiyi seçme olasılığı;

p1 = p2 = p3 = p4 = p5 = p6 = p7 = p8 = p9 = 1/9 = 0,111 olur.

Bu durumda P (olasılık) değerlerinin toplamı 1 olacaktır.

p1 + p2 + p3 + p4 + p5 + p6 + p7 + p8 + p9 = 1

A firması için Beklenen Değerler;

$B.D.(A)_1$ = (0,11*1,00)+(0,11*0,75)+(0,11*0,65)+(0,11*0,58)+(0,11*0,49)+(0,11*0,41)+ (0,11*0,39) + (0,11*0,52) + (0,11*0,41) = **0,58**

$B.D.(A)_2$ = (0,11*1,37)+(0,11*1,03)+(0,11*0,89)+(0,11*0,79)+(0,11*0,67)+ (0,11*0,56) + (0,11*0,53) + (0,11*0,71) + (0,11*0,56) = **0,79**

$B.D.(A)_3$ = (0,11*1,73)+(0,11*1,30)+(0,11*1,12)+(0,11*1,00)+(0,11*0,84)+ (0,11*0,71) + (0,11*0,67) + (0,11*0,90) + (0,11*0,7371) = **1,00**

$B.D.(A)_4$ = (0,11*1,89)+(0,11*1,42)+(0,11*1,22)+(0,11*1,10)+(0,11*0,92)+ (0,11*0,78) + (0,11*0,73) + (0,11*0,99) + (0,11*0,78) = **1,09**

$B.D.(A)_5$ = (0,11*2,03)+(0,11*1,52)+(0,11*1,31)+(0,11*1,18)+(0,11*0,99)+ (0,11*0,83) + (0,11*0,79) + (0,11*1,06) + (0,11*0,84) = **1,17**

B.D.$(A)_6$ = (0,11*2,23)+(0,11*1,67)+(0,11*1,44)+(0,11*1,29)+(0,11*1,09)+ (0,11*0,92) + (0,11*0,86) + (0,11*1,16) + (0,11*0,92) = **1,24**

B.D.$(A)_7$ = (0,11*2,65)+(0,11*1,98)+(0,11*1,71)+(0,11*1,54)+(0,11*1,29)+ (0,11*1,09) + (0,11*1,02) + (0,11*1,38) + (0,11*1,09) = **1,53**

B.D.$(A)_8$ = (0,11*2,92)+(0,11*2,19)+(0,11*1,89)+(0,11*1,70)+(0,11*1,43)+ (0,11*1,20) + (0,11*1,13) + (0,11*1,52) + (0,11*1,21) = **1,69**

B.D.$(A)_9$ = (0,11*2,86)+(0,11*2,14)+(0,11*1,85)+(0,11*1,66)+(0,11*1,39)+ (0,11*1,17) + (0,11*1,10) + (0,11*1,49) + (0,11*1,18) = **1,65**

Yukarıda hesaplanan değerler stratejilerin gerçekleşme olasılıkları göz önünde bulundurularak A şirketinin her bir strateji seçiminde elde edeceği kazanç miktarlarını göstermektedir. Kurulan sıfır toplamlı oyun matrisi satır oyuncusunun (A firmasının) diğer oyuncu karşısında kazancını gösterdiği için A firması, stratejilerinden beklenen değeri en yüksek olan A_8 (1,69) stratejisini seçecektir.

B firması için Beklenen Değerler;

B.D.$(B)_1$ = (0,11*1,00)+(0,11*1,37)+(0,11*1,73)+(0,11*1,89)+(0,11*2,03)+ (0,11*2,23) + (0,11*2,65) + (0,11*2,92) + (0,11*2,86) = **2,08**

B.D.$(B)_2$ = (0,11*0,75)+(0,11*1,03)+(0,11*1,30)+(0,11*1,42)+(0,11*1,52)+ (0,11*1,67) + (0,11*1,98) + (0,11*2,19) + (0,11*2,14) = **1,56**

B.D.$(B)_3$ = (0,11*0,65)+(0,11*0,89)+(0,11*1,12)+(0,11*1,22)+(0,11*1,31)+ (0,11*1,44) + (0,11*1,71) + (0,11*1,89) + (0,11*1,85) = **1,34**

B.D.$(B)_4$ = (0,11*0,58)+(0,11*0,79)+(0,11*1,00)+(0,11*1,10)+(0,11*1,18)+ (0,11*1,29) + (0,11*1,54) + (0,11*1,70) + (0,11*1,66) = **1,20**

B.D.$(B)_5$ = (0,11*0,49)+(0,11*0,67)+(0,11*0,84)+(0,11*0,92)+(0,11*0,99)+ (0,11*1,09) + (0,11*1,29) + (0,11*1,43) + (0,11*1,39) = **1,01**

B.D.$(B)_6$ = (0,11*0,41)+(0,11*0,56)+(0,11*0,71)+(0,11*0,78)+(0,11*0,83)+ (0,11*0,92) + (0,11*1,09) + (0,11*1,20) + (0,11*1,17) = **0,85**

B.D.$(B)_7$ = (0,11*0,39)+(0,11*0,53)+(0,11*0,67)+(0,11*0,73)+(0,11*0,79)+(0,11*0,86) + (0,11*1,02) + (0,11*1,13) + (0,11*1,10) = **0,80**

$B.D.(B)_8 = (0{,}11*0{,}52)+(0{,}11*0{,}71)+(0{,}11*0{,}90)+(0{,}11*0{,}99)+(0{,}11*1{,}06)+ (0{,}11*1{,}16) + (0{,}11*1{,}38) + (0{,}11*1{,}52) + (0{,}11*1{,}49) = \mathbf{1{,}08}$

$B.D.(B)_9 = (0{,}11*0{,}41)+(0{,}11*0{,}56)+(0{,}11*0{,}71)+(0{,}11*0{,}78)+(0{,}11*0{,}84)+ (0{,}11*0{,}92) + (0{,}11*1{,}09) + (0{,}11*1{,}21) + (0{,}11*1{,}18) = \mathbf{0{,}86}$

olarak hesaplanır. Oyun matrisi sütun oyuncusunun (B Firmasının) kayıplarını gösterdiği için yukarıda B firması için hesaplanan değerler, stratejilerin gerçekleşme olasılıkları da hesaplamaya dahil edilerek B şirketinin uygulayabileceği her bir strateji sonucunda A şirketi kasrşısında ne kadar kaybedeceğini ifade etmektedir. Bu nedenle B şirketi kaybını en aza indirecek stratejiyi seçecektir. Yani B firması için optimum strateji B_7 (0,80) stratejisidir.

Oyun matrisi beklenen değer yöntemi ile hesaplandığında da denge noktası A_8 ve B_7 stratejileri olarak bulunur ve oyunun değeri de matriste bu iki stratejinin kesiştiği nokta olan 1,13'tür. Yani şirketler kazançlarını artırmak için yüksek rekabetin neden olduğu fiyat düşürme politikalarını bırakıp fikir birliği sağlayarak bilet fiyatlarını 120 TL - 130 TL seviyelerine çıkarmaları gerekmektedir. EK 1 ve EK 2'deki veriler incelendiğinde A şirketinin yıl boyunca uyguladığı fiyatların ortalaması 75 TL iken, B firmasının yıl boyunca uyguladığı fiyatların ortalaması 83 TL'dir. Yıl boyunca uygulanacak fiyatların ortalaması 120 TL – 130 TL seviyelerinde olması yolcu sayılarının değişmediği varsayıldığında şirketlerin kazancını %50 ile %100 arasında artıracağı söylenebilir.

SONUÇ

Rekabetin yüksek olduğu piyasalarda şirketlerin doğru zamanlarda en doğru kararları vermesi, şirketlerin devamlılığını sağlayabilmesi veya büyüyebilmesi için büyük önem taşımaktadır. Yüksek rekabetin yaşandığı piyasa içerisinde bulunan bu şirketler en doğru kararın alınmasında ya da en uygun politikaların belirlenmesi aşamasında oyun teorisinden yararlanabilmektedir.

Şirketlere ya da bireylere en fazla faydayı sağlayacak politikaların belirlenmesinde karar verme yöntemlerinden biri olan oyun teorisi, birçok farklı alanda sıklıkla kullanılmaktadır. Oyun teorisinin matematiksel yöntemlerle sonuca ulaşması elde edilen sonuçların güvenilirliğini artırmaktadır.

Çalışmada uygulamada kullanılan oyun teorisinin tarihçesinden bahsedilmiş, teorinin kavram ve tanımlarına yer verilmiş, dinamik ve statik oyunlar; tam ve eksik bilgili oyunlar alt başlığı altında incelenmiş, tekrarlı oyunlarda sonlu ve sonsuz tekrarlı oyunlar, oligopol modeller ve çözüm yöntemleri detaylı bir şekilde işlenmiştir.

Oyun teorisinin bu çalışmada uygulandığı alan olan havacılık sektörü incelenmiş, genel özelliklerinden ve havayolu ulaşımını etkileyen faktörlerden bahsedilmiştir. Uluslararası ve Türkiye'deki Havacılık kuruluşlarına kısaca değinilmiş, sektörün tarihi gelişiminde önemli rol oynayan sözleşmelerden bahsedilmiştir.

Uygulama kısmında ise iki havayolu şirketinin Türkiye'nin en yoğun uçak ve yolcu trafiği olan Antalya Havalimanı (AYT) ile Atatürk Havalimanı (IST) arasındaki Antalya-İstanbul seferlerinin 2015 yılına ait günlük yolcu sayıları ve bilet fiyatları kullanılarak şirketlerin kazançları hesaplanmıştır. Hesaplanan kazançlarla iki kişili sıfır toplamlı oyun matrisi oluşturulmuş ve elde edilen sonuca göre A firması için en fazla kazanç sağlayacak fiyat seviyesi 130 TL - 139 TL aralığı iken, B firması için 120 TL – 129 TL olarak bulunmuştur. Buna göre rekabet içerisindeki A ve B firmaları uyguladıkları bilet fiyatlarını 120 TL – 130 TL seviyelerine yükselttiğinde kazançları da artacaktır. Daha çok kazanç elde etmeleri şirketlerin büyümesini ve sektörün gelişmesini sağlayacaktır.

Kara ulaşımına göre havayolu kaza oranlarının düşük olması ve çok daha kısa sürede gidilecek yere ulaşılması havayolu ulaşımını cazip kılan avantajlar olarak gösterilebilir. Bu avantajlara rağmen Antalya – İstanbul şehirlerarası otobüs taşımacılığı yapan şirketlerin uyguladıkları bilet fiyatları 90 TL seviyelerinde iken havayolu şirketlerinin rekabete kapılıp bu fiyatın yarı seviveyelerinde bilet fiyatları belirlemeleri kazançlarında büyük ölçüde kayıplar yaşanmasına neden olmaktadır.

Sonuç olarak, ticari şirketlerin en temel amacı olan maksimum karın sağlanabilmesi için koşulların uygun olduğu piyasalarda şirketler, aralarında anlaşarak fiyat artırımına gidebilir ve yüksek rekabetin neden olduğu düşük fiyat uygulamaları sonucu uğranılan kazanç kaybı giderilebilir.

KAYNAKÇA

Akçaöz, H. ve Özkan, B. (2001). "Game Theory and its Application to Field Crops in Antalya Province". *Tübitak*, 26(2002): 303-309.

Ateş, S. (2010). Çukurova Üniversitesi, *Oyun Teorisi ve Uygulamaları*. http://idari.cu.edu.tr/sanli/oyun.pdf Adana.

Battal, Ü. (1997). *Hava Taşımacılığında Pazarlamada Stratejik Yönetim Unsuru Olarak Talep Tahmin Yöntemleri*. Yayınlanmamış Bilim Uzmanlık Tezi. Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya.

Baumol, J. W. (1977). *Economic Theory and Analysis*. Prentice Hall Inc, London.

Bekar, M. (2008). Oyun Teorisi ve Ekonomik Modelleme. Yüksek Lisans Tezi. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.

Bekmez, S. ve Çalış, F. (2011). "Oyun Teorisi Çerçevesinde Türk Bankacılık sistemi ve Asimetrik Bilgi Problemi". *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi,* 16(2): 79-96.

Börü, F. (2011). *Gelişmekte olan Ülkelerde Meydana Gelen Döviz Krizleri Üzerine Bir Oyun Teorisi Modeli*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Carmicheal, F. (2005). *A Guide to Game Theory*. Pearson Education, England.

Cinemre, N. (2004). *Yöneylem Araştırması*. Beta Yayınları, İstanbul.

Çebi, Ç. (2014). *Türkiye'de Sivil Havacılığın Gelişimi ve Sorunları: THY'de bir Uygulama*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Çevikkan, N. (2010). *Oyun Teorisi ve Sektörel Bir Uygulama*. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Çizmecioğlu, M. (2013). *Türkiye'de Sivil Havacılık ve Havayolu ulaşımı üzerine Bir Araştırma.* Yüksek Lisans Tezi. Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Church, J. ve Ware, R. (2007*). Industrial Organization.* McGraw Hill, Singapore.

Davis, M. (1997). *Game Theory: A Nontechnical Introduction. Dover Publication* Inc, New York.

DHMİ Hakkımızda, http://www.dhmi.gov.tr/DHMIPage.aspx?PageID=1#.V1gJzfmLSUk. (erişim tarihi: 08.06.2016)

Eichberger, J. (1993). *Game Theory for Economists*. Academik Pres, London.

Erden, E. (2007). *Türkiye'deki Havalimanlarının İç Hat Uçuşları Yönünden Etkinliklerinin Karşılaştırılması; Bir Veri Zarflama Analizi Uygulaması.* Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya.

Eser, R. ve Toigonbaeva, D. (2011). "Psikoloji ve İktisadın Birleşimi Olarak Davranışsal İktisat". *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 6(1): 287-321.

Esin, A. (2003). *Yöneylem Araştırmasında Yararlanılan Karar Yöntemleri*. Gazi Kitapevi, Ankara.

Ferguson, T. (2008). *Game Theory*. UCLA, Los Angeles.

Friedman, J.W. (1996). *Game Theory with Applications to Economics*. Oxford University Pres, New York.

Funderberg, D. Ve Tirole, J. (1991). *Game Theory*. MIT Press, Cambridge.

Gedikoğlu, Z.A. (2012). *İMKB'de Sektörel Yatırımın Oyun Teorisi ile Analizi.* Yüksek Lisans Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Gibbon, R. (1992). *A primier in Game Theory*. Harvester Wheatsheaf, Maylands.

Gibbons, R. (1992*). Game Theory for Applied Economists*. Princeton University Press, New Jersey.

Harsanyi, J. (1967*). Game with Incomplete Information Played by Bayesian Players*. Management Science, London

Horonjeff, R. ve McKelvey, F. (1994). *Planning and Design of Airports*. McGraw-Hill Inc, London.

James, A. J. (1980). *Game Theory: Mathematical Model of Conflict.* Ellis Horwood Series, Chichester.

Kiracı, A. (2008). "Küreselleşme ve Yeni Ekonomik Düzende Piyasa Yapısı ve Şirketlerin Uzun Vadeli Maliyetleri Üzerine Bir Oyun Teorisi Modeli". *Bilgi Ekonomisi ve Yönetim Dergisi*, 3(2):61-75.

Kreps, D. (1990). *Game Theory and Economic Modelling*. Oxford University Pres. New York.

Kural, H. (2007). *Karar Verme Sürecinde Oyun Teorisi*. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Maschler, M., Solan, E., Zamir, S. (2013). *Game Theory*. Cambridge University Press, New York.

Osborne, M. J. ve Rubinstein, A. (1994). *A Course in Game Theory*. Massachusetts Institute of Technology, London.

Öztürk, A. (2009*). Yöneylem Araştırması*. Ekin Basım yayın, Bursa.

Pindyck, R. ve Rubinfeld, D. (1995). *Microeconomics*. Printice Hall, New Jersey.

Rençber, B. (2012). "Karar Vermede Oyun Teorisi Tekniği ve Bir Uygulama". *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(3): 97-108.

Rasmusen, E. (2006). *Games And Information: An Introductionto Game Theory*. Wiley-Blackwell, Oxford.

Romp, G. (2011). *Game Theory: Introduction and Applications*. Oxford University Pres, New York.

Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü. (2011). *Performans Programı*. SHGM, Ankara.

Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, http://web.shgm.gov.tr/tr/havacilik-isletmeleri/2063-hava-tasima-isletmeleri. (erişim tarihi: 08.06.2016)

Shubik, M. (1989). *Game Theory in The Social Sciences: Concepts and Solutions*. The MIT Press, London.

Shy, O. (1995). *Industrial Organization Theory and Applications*. The MIT Press, Cambgridge.

Sürmeli, F. ve Seçim H. (1991). "*Sivil Havacılık Yönetimi*". Sivil Havacılık Meslek Yüksek Okulu yayını No:1.

Straffin, D. (1993). *Game Theory and Strategy. Mathematical Association of America*, New York.

Taha, ve Hamdy, A. (2007). *Operation Research: An Introduction*. Prentice Hall, Arkansas.

Tunç, A.(2003). *Havaalanı Mühendisliği ve Uygulamaları*. Asil Yayınları, Ankara.

Türk Hava Yolları, https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrk_Hava_Yollar%C4%B1.(erişim tarihi: 08.06.2016)

Türkiye İstatistik Kurumu, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1051. (erişim tarihi: 08.06.2016)

Wang, Q. ve Parlar, M. (1989). "*Static Game Theory Models and Their Applications in Management Science*". *European Journal of Operation Research*, (42): 1-21.

Wells, A.T. (2000). *Airport Planning & Management*. McGraw-Hill Inc, Amerika

Wentsell, E.S. (1965). "*Oyunlar Teorisine Giriş". İstanbul:* Türk Matematik Derneği Yayınları (27).

Winston, L. (1994). *Operation Research*. DuxburyPress, California.

Yılmaz, E. (2001). *Finansal Düzenlemeler*. İto yayınları, İstanbul.

EK 1 - A FİRMASININ 2015 YILINA AİT GÜNLÜK YOLCU SAYILARI (Q_A) VE BİLET FİYATLARI (P_A)

Tarih	Q_A	P_A	Tarih	Q_A	P_A	Tarih	Q_A	P_A
01.01.15	531		03.05.15	1067	123	02.09.15	884	72
02.01.15	546	94	04.05.15	982	76	03.09.15	928	72
03.01.15	671	64	05.05.15	914	77	04.09.15	877	72
04.01.15	613	74	06.05.15	899	77	05.09.15	816	76
05.01.15	686	54	07.05.15	777	77	06.09.15	839	86
06.01.15	597	64	08.05.15	1051	77	07.09.15	901	81
07.01.15	551	64	09.05.15	937	77	08.09.15	886	72
08.01.15	556	54	10.05.15	931	91	09.09.15	913	72
09.01.15	716	54	11.05.15	918	76	10.09.15	853	79
10.01.15	660	64	12.05.15	782	77	11.09.15	1016	90
11.01.15	651	84	13.05.15	849	77	12.09.15	791	75
12.01.15	683	54	14.05.15	881	77	13.09.15	859	82
13.01.15	706	64	15.05.15	940	79	14.09.15	957	82
14.01.15	712	64	16.05.15	903	80	15.09.15	836	72
15.01.15	663	54	17.05.15	799	88	16.09.15	913	72
16.01.15	675	64	18.05.15	918	76	17.09.15	918	72
17.01.15	681	64	19.05.15	1180	90	18.09.15	985	72
18.01.15	597	74	20.05.15	994	79	19.09.15	832	76
19.01.15	662	54	21.05.15	890	77	20.09.15	779	92
20.01.15	659	54	22.05.15	980	77	21.09.15	793	72
21.01.15	743	54	23.05.15	891	81	22.09.15	688	72
22.01.15	772	64	24.05.15	1007	86	23.09.15	826	72
23.01.15	724	54	25.05.15	907	76	24.09.15	736	72
24.01.15	657	84	26.05.15	852	77	25.09.15	711	72
25.01.15	716	94	27.05.15	835	77	26.09.15	1059	72
26.01.15	678	54	28.05.15	995	77	27.09.15	1187	72
27.01.15	669	64	29.05.15	1116	77	28.09.15	889	122
28.01.15	672	64	30.05.15	851	87	29.09.15	860	82
29.01.15	700	74	31.05.15	1047	96	30.09.15	843	77
30.01.15	689	64	01.06.15	1017	78	01.10.15	887	72
31.01.15	702	64	02.06.15	795	83	02.10.15	910	72
01.02.15	742	54	03.06.15	964	83	03.10.15	769	72
02.02.15	684	54	04.06.15	911	84	04.10.15	764	72
03.02.15	712	64	05.06.15	1041	89	05.10.15	893	102
04.02.15	763	64	06.06.15	956	109	06.10.15	852	72
05.02.15	789	94	07.06.15	878	95	07.10.15	853	72
06.02.15	782	54	08.06.15	873	77	08.10.15	934	72
07.02.15	677	54	09.06.15	1023	83	09.10.15	960	72
08.02.15	687	124	10.06.15	891	88	10.10.15	783	72
09.02.15	687	54	11.06.15	937	83	11.10.15	783	92

10.02.15	661	64	12.06.15	893	91	12.10.15	896	72
11.02.15	563	64	13.06.15	969	123	13.10.15	880	72
12.02.15	599	84	14.06.15	1180	135	14.10.15	935	72
13.02.15	688	64	15.06.15	981	78	15.10.15	893	72
14.02.15	678	54	16.06.15	993	83	16.10.15	1008	76
15.02.15	780	114	17.06.15	886	83	17.10.15	797	76
16.02.15	735	54	18.06.15	786	84	18.10.15	785	76
17.02.15	634	54	19.06.15	895	82	19.10.15	843	81
18.02.15	143	54	20.06.15	708	85	20.10.15	804	72
19.02.15	489	64	21.06.15	841	93	21.10.15	723	72
20.02.15	699	54	22.06.15	853	77	22.10.15	807	72
21.02.15	671	134	23.06.15	748	83	23.10.15	814	92
22.02.15	693	164	24.06.15	823	82	24.10.15	829	72
23.02.15	704	82	25.06.15	887	83	25.10.15	656	72
24.02.15	638	62	26.06.15	917	82	26.10.15	696	
25.02.15	664	86	27.06.15	974	82	27.10.15	685	
26.02.15	723	67	28.06.15	941	86	28.10.15	685	125
27.02.15	721	84	29.06.15	931	77	29.10.15	686	135
28.02.15	719	92	30.06.15	910	83	30.10.15	763	
01.03.15	770	112	01.07.15	860	78	31.10.15	705	
02.03.15	666	90	02.07.15	818	83	01.11.15	770	
03.03.15	621	62	03.07.15	834	83	02.11.15	738	
04.03.15	591	58	04.07.15	767	84	03.11.15	652	105
05.03.15	695	58	05.07.15	773	89	04.11.15	732	85
06.03.15	688	62	06.07.15	872	109	05.11.15	702	75
07.03.15	678	68	07.07.15	885	95	06.11.15	761	95
08.03.15	763	124	08.07.15	873	77	07.11.15	695	105
09.03.15	712	67	09.07.15	891	83	08.11.15	757	
10.03.15	658	58	10.07.15	867	88	09.11.15	779	
11.03.15	639	55	11.07.15	848	83	10.11.15	740	65
12.03.15	619	57	12.07.15	820	91	11.11.15	697	55
13.03.15	718	66	13.07.15	877	123	12.11.15	731	55
14.03.15	658	68	14.07.15	933	135	13.11.15	661	65
15.03.15	879	89	15.07.15	829	78	14.11.15	663	65
16.03.15	688	63	16.07.15	817	83	15.11.15	585	85
17.03.15	658	59	17.07.15	831	83	16.11.15	604	55
18.03.15	601	56	18.07.15	821	84	17.11.15	699	55
19.03.15	630	57	19.07.15	903	82	18.11.15	716	55
20.03.15	652	62	20.07.15	995	85	19.11.15	699	55
21.03.15	637	59	21.07.15	779	93	20.11.15	705	55
22.03.15	755	66	22.07.15	923	77	21.11.15	708	55
23.03.15	701	58	23.07.15	850	83	22.11.15	693	85
24.03.15	658	57	24.07.15	871	82	23.11.15	702	55
25.03.15	669	57	25.07.15	862	83	24.11.15	693	55
26.03.15	685	57	26.07.15	951	82	25.11.15	662	55
27.03.15	708	64	27.07.15	903	82	26.11.15	662	55

28.03.15	889	68	28.07.15	738	86	27.11.15	745	55
29.03.15	806	68	29.07.15	878	77	28.11.15	690	55
30.03.15	663	71	30.07.15	898	83	29.11.15	643	105
31.03.15	536	67	31.07.15	932	87	30.11.15	772	55
01.04.15	591	74	01.08.15	860	77	01.12.15	640	55
02.04.15	558	74	02.08.15	804	77	02.12.15	621	55
03.04.15	633	74	03.08.15	936	77	03.12.15	725	55
04.04.15	726	74	04.08.15	861	77	04.12.15	719	55
05.04.15	847	92	05.08.15	931	76	05.12.15	713	55
06.04.15	686	81	06.08.15	850	86	06.12.15	761	55
07.04.15	647	74	07.08.15	943	81	07.12.15	706	55
08.04.15	735	74	08.08.15	794	77	08.12.15	737	55
09.04.15	660	74	09.08.15	825	77	09.12.15	712	55
10.04.15	716	74	10.08.15	790	79	10.12.15	690	55
11.04.15	761	76	11.08.15	840	90	11.12.15	672	55
12.04.15	870	94	12.08.15	914	75	12.12.15	698	55
13.04.15	713	74	13.08.15	945	80	13.12.15	608	55
14.04.15	650	74	14.08.15	955	80	14.12.15	657	55
15.04.15	629	74	15.08.15	686	80	15.12.15	667	55
16.04.15	635	74	16.08.15	827	72	16.12.15	617	55
17.04.15	717	74	17.08.15	785	72	17.12.15	609	55
18.04.15	789	74	18.08.15	801	72	18.12.15	641	55
19.04.15	954	97	19.08.15	837	72	19.12.15	665	55
20.04.15	750	74	20.08.15	906	90	20.12.15	710	55
21.04.15	657	74	21.08.15	921	72	21.12.15	632	55
22.04.15	780	74	22.08.15	726	72	22.12.15	595	55
23.04.15	823	74	23.08.15	817	72	23.12.15	751	55
24.04.15	712	74	24.08.15	885	72	24.12.15	749	55
25.04.15	513	74	25.08.15	766	72	25.12.15	751	55
26.04.15	1021	114	26.08.15	845	112	26.12.15	702	55
27.04.15	785	77	27.08.15	864	82	27.12.15	613	55
28.04.15	647	74	28.08.15	974	72	28.12.15	718	55
29.04.15	657	74	29.08.15	861	72	29.12.15	670	55
30.04.15	665	74	30.08.15	887	72	30.12.15	714	55
01.05.15	916	77	31.08.15	891	72	31.12.15	307	55
02.05.15	962	82	01.09.15	856	72			

EK 2 - B FİRMASININ 2015 YILINA AİT GÜNLÜK YOLCU SAYILARI (Q_B) VE BİLET FİYATLARI (P_B)

Tarih	Q_B	P_B	Tarih	Q_B	P_B	Tarih	Q_B	P_B
01.01.15	343	122	03.05.15	1050	104	02.09.15	657	81
02.01.15	814	62	04.05.15	932	88	03.09.15	726	81
03.01.15	833	62	05.05.15	824	87	04.09.15	708	81
04.01.15	873	102	06.05.15	737	81	05.09.15	827	122
05.01.15	942	62	07.05.15	808	76	06.09.15	860	102
06.01.15	669	62	08.05.15	925	92	07.09.15	783	89
07.01.15	637	62	09.05.15	849	101	08.09.15	814	89
08.01.15	770	62	10.05.15	843	101	09.09.15	785	90
09.01.15	1033	62	11.05.15	709	88	10.09.15	760	98
10.01.15	938	62	12.05.15	723	86	11.09.15	841	98
11.01.15	1086	92	13.05.15	842	75	12.09.15	811	92
12.01.15	929	62	14.05.15	773	88	13.09.15	661	101
13.01.15	1046	62	15.05.15	897	96	14.09.15	575	80
14.01.15	835	62	16.05.15	810	101	15.09.15	638	80
15.01.15	922	62	17.05.15	735	101	16.09.15	615	80
16.01.15	896	62	18.05.15	806	83	17.09.15	662	92
17.01.15	861	62	19.05.15	935	101	18.09.15	659	80
18.01.15	974	112	20.05.15	789	91	19.09.15	676	101
19.01.15	789	62	21.05.15	776	81	20.09.15	703	92
20.01.15	937	62	22.05.15	711	101	21.09.15	584	92
21.01.15	990	62	23.05.15	831	101	22.09.15	510	86
22.01.15	1003	62	24.05.15	798	101	23.09.15	507	86
23.01.15	1177	62	25.05.15	837	91	24.09.15	523	92
24.01.15	1045	62	26.05.15	747	101	25.09.15	571	92
25.01.15	1007	102	27.05.15	736	88	26.09.15	783	92
26.01.15	1023	62	28.05.15	767	88	27.09.15	1057	91
27.01.15	995	62	29.05.15	888	101	28.09.15	732	94
28.01.15	970	62	30.05.15	879	101	29.09.15	757	91
29.01.15	1078	62	31.05.15	781	98	30.09.15	665	90
30.01.15	1173	62	01.06.15	834	91	01.10.15	583	88
31.01.15	850	62	02.06.15	835	81	02.10.15	666	98
01.02.15	757	82	03.06.15	798	81	03.10.15	536	80
02.02.15	907	62	04.06.15	886	81	04.10.15	569	81
03.02.15	908	62	05.06.15	1107	97	05.10.15	715	81
04.02.15	874	62	06.06.15	835	104	06.10.15	634	66
05.02.15	901	62	07.06.15	869	87	07.10.15	687	66
06.02.15	934	62	08.06.15	908	90	08.10.15	654	62
07.02.15	896	62	09.06.15	802	84	09.10.15	653	66
08.02.15	932	82	10.06.15	857	79	10.10.15	636	65
09.02.15	885	62	11.06.15	934	97	11.10.15	594	65

10.02.15	698	62	12.06.15	969	98	12.10.15	659	65
11.02.15	584	62	13.06.15	1047	107	13.10.15	641	65
12.02.15	704	62	14.06.15	1086	104	14.10.15	757	66
13.02.15	999	62	15.06.15	940	96	15.10.15	597	64
14.02.15	858	62	16.06.15	992	94	16.10.15	708	82
15.02.15	1077	82	17.06.15	901	104	17.10.15	749	81
16.02.15	884	62	18.06.15	889	92	18.10.15	727	70
17.02.15	720	62	19.06.15	845	97	19.10.15	664	81
18.02.15	221	62	20.06.15	884	104	20.10.15	557	101
19.02.15	540	62	21.06.15	766	94	21.10.15	607	77
20.02.15	986	102	22.06.15	904	90	22.10.15	625	73
21.02.15	886	102	23.06.15	685	82	23.10.15	614	73
22.02.15	905	155	24.06.15	675	84	24.10.15	756	68
23.02.15	933	87	25.06.15	718	84	25.10.15	585	73
24.02.15	856	72	26.06.15	717	97	26.10.15	473	
25.02.15	952	107	27.06.15	783	104	27.10.15	530	143
26.02.15	951	72	28.06.15	747	81	28.10.15	510	
27.02.15	964	91	29.06.15	837	90	29.10.15	565	
28.02.15	915	91	30.06.15	793	79	30.10.15	516	
01.03.15	1113	105	01.07.15	808	79	31.10.15	592	161
02.03.15	868	101	02.07.15	771	90	01.11.15	585	163
03.03.15	694	68	03.07.15	818	81	02.11.15	589	163
04.03.15	648	73	04.07.15	862	104	03.11.15	578	113
05.03.15	835	73	05.07.15	804	97	04.11.15	525	93
06.03.15	853	77	06.07.15	832	84	05.11.15	559	83
07.03.15	785	75	07.07.15	775	84	06.11.15	563	93
08.03.15	1005	122	08.07.15	766	82	07.11.15	593	93
09.03.15	848	81	09.07.15	865	90	08.11.15	594	
10.03.15	623	68	10.07.15	790	81	09.11.15	505	83
11.03.15	674	70	11.07.15	783	91	10.11.15	480	63
12.03.15	751	68	12.07.15	610	92	11.11.15	512	63
13.03.15	906	81	13.07.15	668	104	12.11.15	518	86
14.03.15	1009	83	14.07.15	761	95	13.11.15	538	88
15.03.15	913	84	15.07.15	616	90	14.11.15	412	83
16.03.15	846	66	16.07.15	554	100	15.11.15	445	83
17.03.15	874	67	17.07.15	461	92	16.11.15	489	63
18.03.15	759	66	18.07.15	519	94	17.11.15	524	63
19.03.15	843	66	19.07.15	798	102	18.11.15	504	63
20.03.15	881	66	20.07.15	738	102	19.11.15	471	63
21.03.15	908	65	21.07.15	726	99	20.11.15	503	63
22.03.15	894	65	22.07.15	773	99	21.11.15	461	63
23.03.15	985	66	23.07.15	771	77	22.11.15	476	63
24.03.15	888	62	24.07.15	840	82	23.11.15	485	63
25.03.15	841	66	25.07.15	880	91	24.11.15	464	63
26.03.15	918	66	26.07.15	870	85	25.11.15	464	63
27.03.15	938	81	27.07.15	778	102	26.11.15	534	63

28.03.15	898	82	28.07.15	733	97	27.11.15	554	63
29.03.15	775	80	29.07.15	783	81	28.11.15	581	63
30.03.15	813	97	30.07.15	798	81	29.11.15	565	63
31.03.15	547	87	31.07.15	895	81	30.11.15	506	63
01.04.15	633	94	01.08.15	862	92	01.12.15	453	63
02.04.15	639	91	02.08.15	862	102	02.12.15	416	63
03.04.15	807	92	03.08.15	589	102	03.12.15	455	63
04.04.15	837	96	04.08.15	649	88	04.12.15	1056	63
05.04.15	961	87	05.08.15	621	88	05.12.15	508	63
06.04.15	801	93	06.08.15	729	102	06.12.15	563	63
07.04.15	641	93	07.08.15	843	92	07.12.15	506	63
08.04.15	696	86	08.08.15	719	102	08.12.15	432	63
09.04.15	874	86	09.08.15	747	102	09.12.15	406	63
10.04.15	917	93	10.08.15	740	102	10.12.15	517	63
11.04.15	1010	92	11.08.15	702	82	11.12.15	559	63
12.04.15	1041	101	12.08.15	703	92	12.12.15	425	63
13.04.15	1065	80	13.08.15	723	101	13.12.15	414	63
14.04.15	706	93	14.08.15	768	101	14.12.15	482	63
15.04.15	755	80	15.08.15	957	94	15.12.15	365	63
16.04.15	676	80	16.08.15	941	82	16.12.15	400	63
17.04.15	851	80	17.08.15	739	72	17.12.15	443	63
18.04.15	965	101	18.08.15	848	86	18.12.15	555	63
19.04.15	1106	92	19.08.15	764	88	19.12.15	402	63
20.04.15	923	97	20.08.15	683	102	20.12.15	517	63
21.04.15	755	94	21.08.15	740	102	21.12.15	441	63
22.04.15	724	90	22.08.15	840	92	22.12.15	398	63
23.04.15	925	89	23.08.15	838	77	23.12.15	349	63
24.04.15	1025	88	24.08.15	758	81	24.12.15	433	63
25.04.15	951	101	25.08.15	696	81	25.12.15	431	63
26.04.15	1138	126	26.08.15	714	88	26.12.15	400	63
27.04.15	1100	82	27.08.15	751	102	27.12.15	434	63
28.04.15	824	79	28.08.15	718	102	28.12.15	417	63
29.04.15	830	85	29.08.15	902	81	29.12.15	439	63
30.04.15	881	79	30.08.15	870	81	30.12.15	456	63
01.05.15	833	92	31.08.15	768	81	31.12.15	268	63
02.05.15	826	101	01.09.15	680	81			

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve SOYADI **:** Hüseyin Avni ÇUBUKCU

Doğum Tarihi ve Yeri **:** 25.02.1985 – Torul/Gümüşhane

Eğitim Durumu

Mezun Olduğu Lise **:** Nilüfer Fatih Lisesi, Bursa, 2003

Lisans Diplоması **:** Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bolümü, Isparta, 2008

Yabancı Diller **:** İngilizce, Rusça

İş Deneyimi

Stajlar **:** Türk Ekonomi Bankası – Stajyer, Bursa, 2006

Çalıştığı Kurumlar **:** Anex Tour – Fiyatlandırma Görevlisi, Antalya, 2009

: Devlet Hava Meydanları İşletmesi – Memur, Antalya, 2010-Devam ediyor

E-Posta **:** huseyinac@gmail.com