

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
ÜRETİM BİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

SATINALMA İHALELERİNİN FARKLI
PAZARLIK ÇÖZÜMLERİ İLE ANALİZİ

KORAY ERÖZKAN

2502090318

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. NECDET ÖZÇAKAR

İSTANBUL 2018



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

DOKTORA
TEZ ONAYI



ÖĞRENCİNİN;

Adı ve Soyadı : KORAY ERÖZKAN Numarası : 2502090318
Anabilim Dalı / Anasanat Dalı / Programı : ÜRETİM Danışmanı : PROF.DR.NECDET ÖZÇAKAR
Tez Savunma Tarihi : 19.12.2018 Saati : 14:00
Tez Başlığı : SATINALMA İHALELERİNİN FARKLI PAZARLIK ÇÖZÜMLERİ İLE ANALİZİ

TEZ SAVUNMA SINAVI, İÜ Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin 50. Maddesi uyarınca yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin KABULÜNE OYBİRLİĞİ / OYÇOKLUGUYLA karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATİ (KABUL / RED / DÜZELTME)
PROF.DR.NECDET ÖZÇAKAR		KABUL
PROF.DR.ALP BARAY		KABUL
PROF.DR.SELİM ZAIM		KABUL
DOÇ.DR.ÖZLEM AKÇAY KASAPOĞLU		
DR.ÖĞR.ÜYESİ HALİT ALPER TAYALI		KABUL

YEDEK JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATİ (KABUL / RED / DÜZELTME)
DR.ÖĞR.ÜYESİ SÜNDÜZ DAĞ		KABUL
DR.ÖĞR.ÜYESİ ERDAL YILMAZ		

ÖZ

SATINALMA İHALELERİNİN FARKLI PAZARLIK ÇÖZÜMLERİ İLE ANALİZİ

KORAY ERÖZKAN

Bu tez çalışması kapsamında, işbirlikçi bir oyun olan pazarlık yöntemi ile işbirlikçi olmayan ihale yönteminin sonuçları satınalmacının perspektifinden karşılaştırılmıştır. Çalışmada temel hedef hangi satınalma yönteminin hangi durumda satınalmacıya daha iyi sonuçlar vereceğinin analizini yapmaktır. Bu hedef doğrultusunda öncelikle aksiyomatik iki pazarlık modeli olan Nash pazarlık çözümü ile Kalai - Smorodinsky pazarlık çözümünün karşılaştırılması yapılmıştır. İki kişilik ve simetrik bir pazarlık probleminde hangi pazarlık çözümü uzun oyun serileri boyunca oyunculara en yüksek ortalama faydayı sağlıyor sorusunun cevabı aranmıştır. Ardından satınalmacının ihtiyacı olan ürünü dışarıdaki potansiyel tedarikçiler içerisinde rekabetçi bir ortamdan temin etmesi durumunda hangi ihale yöntemini kullanmasının kendisine daha avantajlı olacağının araştırması yapılmıştır. Satış ihalelerinde gelir denkliği teorisine bağlı olarak her ihale türünün sonucu ihaleyi düzenleyen açısından aynı beklenen geliri ortaya çıkarıyor olsa da satınalma ihalelerinde uygulanacak ihale türünün satınalmacının beklenen ödemesi üzerinde farklı sonuçları olduğu gösterilmiştir. En son olarak, satınalmacının bu iki temel satınalma yöntemi arasında bir tercih yapması gerektiğinde her seferinde yeni tanımlanan problemin değişkenlerine göre karar verebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Nash pazarlık çözümü, Kalai-Smorodinsky pazarlık çözümü, satınalma ihalesi, Monte Carlo simülasyonu, beklenen ödeme, karşılaştırma

ABSTRACT

ANALYSIS OF PROCUREMENT AUCTIONS WITH DIFFERENT TYPE OF BARGAINING SOLUTIONS

KORAY ERÖZKAN

In the context of this thesis, the results of a cooperative bargaining and non-cooperative auction method, are compared from the perspective of the purchaser. The main objective of the study is to analyze which procurement method will give better results to the purchaser. In line with this goal, firstly, the most known axiomatic bargaining model Nash bargaining solution was compared with Kalai - Smorodinsky bargaining solution. The answer to the question of which bargaining solution provides the highest average utility to the players during long series of game in a two person and symmetric bargaining problem were searched. Afterwards, it was researched that if the purchaser obtains the product that is needed from a competitive environment among potential suppliers, which auction method would be more advantageous to be used. Depending on the revenue equivalence theorem in the sales auction, although the result of each type of procurement might result in the same expected revenue in terms of the auction designer, the type of tender to be applied has different results on the expected payment of the purchaser. Finally, it has been concluded that each time the purchaser should decide on the basis of parameters of the newly identified problem when he has to make a choice between these two basic methods of purchase.

Keywords: Nash bargaining solution, Kalai-Smorodinsky bargaining solution, procurement auction, Monte Carlo simulation, expected payment, comparison

ÖNSÖZ

Bu çalışmayla, bir alım işleminde satınalmacı açısından elde edilebilecek en yüksek faydayı sağlayan yöntemin taraması yapılmıştır.

Literatürde konuyla ilgili yapılan ispat, karşılaştırma ve analiz çalışmaları detaylı bir şekilde taranmıştır. Bu tezde diğer çalışmalardan farklı olarak pazarlık sürecindeki en bilinen çözümlerden ikisi simülasyon yöntemiyle karşılaştırılmıştır. Ayrıca en verimli satınalma ihalesi yönteminin tespiti için de iki ihale türünün beklenen ödemeleri hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır.

Çalışmada oyun teorisi genel başlığı altında kalan ihale ve pazarlık süreçleri teorik temellere dayalı olarak, belirli ön kabuller çerçevesinde incelenmiştir. Dolayısıyla, her ne kadar gerçek hayatta karar verici için bir yol gösterici niteliği taşıyor olsa da kurulan modeli bütünüyle uygulayabilmek ve doğru sonuçlar alabilmek için tüm kabullerin gerçekleyle birebir örtüşüyor olması gerektiğini belirtmek isterim.

Bu tez konusunun tayininde, araştırma aşamasında ve tamamlanmasında desteğini esirgemeyen değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Necdet Özçakar'a, tez izleme kurulu üyelerim Sayın Prof. Dr. Alp Baray'a ve Sayın Prof. Dr. Selim Zaim'e ayırdıkları kıymetli zamanlarından ötürü teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında gösterdiği sabır ve verdiği destekle her zaman yanımda olan sevgili eşim Çiğdem Erözkan'a, varlıklarıyla bana güç veren canım oğlum Ömer ve canım kızım Özge'ye, ayrıca bugünlere gelmemde büyük emek sarf eden annem Türkan Erözkan ve babam Levent Erözkan'a katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Koray ERÖZKAN

İstanbul, 2018

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar.....	ix
ŞEKİLLER.....	x
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xii
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

İHALELER

1.1. İhale Kavramı.....	4
1.2. İhale Çeşitleri.....	8
1.2.1. Arz ve Talebe Göre İhaleler.....	8
1.2.2. Teklifin Hazırlanış Biçimine Göre İhaleler.....	8
1.2.3. Ödeme Tutarına Göre İhaleler.....	9
1.2.4. Ödeme Konusu İşin Miktarına Göre İhaleler.....	9
1.3. İhale Yöntemleri.....	9
1.3.1. İngiliz Tipi İhale.....	9
1.3.2. Hollanda Tipi İhale.....	12
1.3.3. İlk Fiyat Kapalı Teklif İhalesi.....	12
1.3.3.1. Satınalma İhalesi.....	16
1.3.4. İkinci Fiyat Kapalı Teklif İhalesi.....	18
1.4. Optimum İhale Tasarımı.....	19
1.4.1. Teklif Verenlerin Risk Tutumu.....	21
1.4.2. Değer Modeli.....	22
1.4.3. Asimetrik Bilgi.....	23

1.4.4. Lisans Bedeli.....	23
1.5. İhalelerde Fiyatı Etkileyen Unsurlar.....	24
1.5.1. Tahmin Edilen Fiyat.....	24
1.5.2. Katılımcı Sayısı.....	25
1.5.3. Açık veya Gizli Anlaşma.....	27
1.6. İhalelerde Gelir Karşılaştırması.....	28

İKİNCİ BÖLÜM

PAZARLIK TEORİSİ

2.1. Tarihçesi ve Gelişimi.....	34
2.2. Pazarlık Problemi.....	36
2.3. Pazarlık Koşulları.....	37
2.4. Pazarlık Çözümleri.....	39
2.4.1. Nash Pazarlık Çözümü.....	41
2.4.1.1. Nash Pazarlık Aksiyomları.....	46
2.4.2. Kalai-Smorodinsky Pazarlık Çözümü.....	47
2.5. Nash Pazarlık Çözümünün Geometrik Gösterimi.....	49
2.6. Pazarlık Çözümlerinin Karşılaştırması.....	57
2.6.1. Monte Carlo Simülasyonu.....	58
2.6.2 Çözümlerin Bilgisayar Programı Üzerinde Hesaplanması.....	61
2.6.3. Solver Modülü ile Nash Pazarlık Çözümü.....	70
2.7. Karşılaştırma Sonucu.....	73
2.8. Risk ve Pazarlık.....	76

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

NASH PAZARLIK ÇÖZÜMÜ VE SATINALMA İHALESİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

3.1. Nash Pazarlık Çözümünün Genelleştirilmiş Hali.....	80
3.2. Pazarlık Gücü.....	83
3.2.1. Dış Opsiyon.....	83

3.3. Karşılaştırma Modeli.....	85
3.3.1. İlk ve İkinci Fiyat Kapalı Teklif Satınalma İhalelerinde Satınalmacının Beklenen Ödemesi.....	88
3.3.2. İlk Fiyat Kapalı Teklif Satınalma İhalesi ile Nash Pazarlık Çözümünün Karşılaştırılması.....	95
3.4. Karşılaştırma Sonuçlarının Analizi.....	96
3.4.1. Karşılaştırma Analizi Örnek Olay.....	97
3.4.1.1. Örnek Olay: 1 Yıl Süreli Temizlik Hizmeti Alımı.....	100
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	112
KAYNAKÇA.....	115
EKLER: Solver Çözüm Raporları.....	122

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1: Farklı İhale Yöntemlerinin Karakteristiği.....	32
Tablo 2: Ödemeler Matrisi.....	50
Tablo 3: 0-1 Aralığında Rastgele Dağılan Sayı Örnekleri.....	59
Tablo 4: Pazarlık Probleminin Tanımı.....	62
Tablo 5: Problemin Stratejik Gösterimi.....	63
Tablo 6: Pazarlık Problemi.....	63
Tablo 7: Stratejilerin Beklenen Getirisini Eşitleyen Olasılık Değeri.....	64
Tablo 8: Anlaşmazlık Noktası.....	64
Tablo 9: Tanımlanan Pazarlık Problemine İlişkin Nash Pazarlık Çözümü.....	64
Tablo 10: Tanımlanan Pazarlık Problemine İlişkin Kalai-Smorodinsky Pazarlık Çözümü.....	65
Tablo 11: Ortalama Faydanın Karşılaştırılması.....	69
Tablo 12: Solver Modülünün Parametreleri.....	71
Tablo 13: Solver ve Nash Çözümünün Sonuçları.....	73
Tablo 14: Program Görüntüsü.....	75
Tablo 15: Firmaların İhale Sürecindeki Teklifleri.....	102
Tablo 16: $\alpha = 0,25$, $\beta = 0,75$ Olması Durumunda Katılımcı Sayısına Göre Satınalmacının Tercihleri.....	105
Tablo 17: $\alpha = 0,75$, $\beta = 0,25$ Olması Durumunda Katılımcı Sayısına Göre Satınalmacının Tercihleri.....	106
Tablo 18: $\alpha = 0,50$, $\beta = 0,50$ Olması Durumunda Katılımcı Sayısına Göre Satınalmacının Tercihleri.....	107
Tablo 19: Farklı Fiyat Aralığı İçin $\alpha = 0,25$, $\beta = 0,75$ Olması Durumunda Katılımcı Sayısına Göre Satınalmacının Tercihleri.....	108
Tablo 20: Farklı Fiyat Aralığı İçin $\alpha = 0,75$, $\beta = 0,25$ Olması Durumunda Katılımcı Sayısına Göre Satınalmacının Tercihleri.....	109
Tablo 21: Farklı Fiyat Aralığı İçin $\alpha = 0,50$, $\beta = 0,50$ Olması Durumunda Katılımcı Sayısına Göre Satınalmacının Tercihleri.....	110

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Tahmini Fiyat Opsiyonları.....	25
Şekil 2: İhale Yöntemleri.....	31
Şekil 3: Sınırlı Kapalı ve Konveks Küme.....	37
Şekil 4: Strateji - Fayda İlişkisi.....	38
Şekil 5: Olası Anlaşmalar Bölgesi.....	41
Şekil 6: Etkin Sınır.....	43
Şekil 7: Kayıtsızlık Eğrileri.....	45
Şekil 8: Nash Pazarlık Çözümü.....	45
Şekil 9: Kalai-Smorodinsky Pazarlık Çözümü.....	48
Şekil 10: Nash Pazarlık Çözümünün İllüstrasyonu-I.....	54
Şekil 11: Nash Pazarlık Çözümünün İllüstrasyonu-II.....	56
Şekil 12: Monte Carlo Simülasyonu Akış Diyagramı.....	61
Şekil 13: Tanımlanan Probleme İlişkin Nash Pazarlık Çözümünün Grafik Gösterimi.....	65
Şekil 14: Tanımlanan Probleme İlişkin Kalai-Smorodinsky Pazarlık Çözümünün Grafik Gösterimi.....	66
Şekil 15: 1. Oyuncunun Nash Pazarlık Çözümü ile Elde Ettiği Faydanın Dağılımı.....	67
Şekil 16: 2. Oyuncunun Nash Pazarlık Çözümü ile Elde Ettiği Faydanın Dağılımı.....	67
Şekil 17: 1. Oyuncunun Kalai-Smorodinsky Pazarlık Çözümü ile Elde Ettiği Faydanın Dağılımı.....	68
Şekil 18: 2. Oyuncunun Kalai-Smorodinsky Pazarlık Çözümü ile Elde Ettiği Faydanın Dağılımı.....	68
Şekil 19: Çözümlere göre oluşan maksimum faydanın 10.000 deneme sonucundaki ortalamaları.....	69
Şekil 20: Solver Çözümü Grafik Gösterimi.....	73
Şekil 21: Asimetrik Nash Pazarlık Çözümü.....	81
Şekil 22: Simetrik Nash Pazarlık Çözümü.....	82

Şekil 23: Dış Opsiyonlar.....	84
Şekil 24: Dış Opsiyonun Çözüm Noktasına Etkisi.....	85
Şekil 25: İhale ve Pazarlık Sınırı.....	96



KISALTMALAR LİSTESİ

Argmax	Maksimumun Argümanı
BATNA	Pazarlık Süreci Yürütülen Anlaşmaya En İyi Alternatif (Best Alternative To A Negotiated Agreement)
cdf	Kümülatif Dağılım Fonksiyonu (Cumulative Distribution Function)
FPA	İlk Fiyat Kapalı Teklif İhalesi (First Price Auction)
GNBS	Genelleştirilmiş Nash Pazarlık Çözümü (Generalised Nash Bargaining Solution)
KS	Kalai-Smorodinsky
Max	Maksimum
Min	Minimum
NBS	Nash Pazarlık Çözümü (Nash Bargaining Solution)
pdf	Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu (Probability Distribution Function)
RAND	Rassal Sayı (Random Number)
TL	Türk Lirası
TÜFE	Tüketici Fiyat Endeksi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
ÜFE	Üretici Fiyat Endeksi

GİRİŞ

İşletmeler açısından Tedarik Zinciri çatısı altında çalışan birimlerin ortaya çıkardığı katma değer gün geçtikçe daha fazla önem kazanır hale gelmektedir. Özellikle satınalma departmanları işletmelerin maliyetlerine ve giderlerine doğrudan etki edebildiği için rekabet ve sürdürülebilirliğin önemli bir unsuru olarak görülmektedirler. Yüksek rekabet ortamında ürün kalitesini sabit tutarak maliyetlerini düşürebilen işletmeler maliyet liderliği ile ön plana çıkmaktadır. Bu yüzden etkin ve verimli çalışan bir satınalma departmanı işletmenin ihtiyacı olan her türlü mal ve hizmeti en uygun şartlarda temin etme yetisine sahip olmalıdır. Genel olarak bir temin süreci aşağıdaki şekilde yürütülmektedir.

- 1- İhtiyacın doğru şekilde tanımlanması
- 2- Uygun satınalma mekanizmasının belirlenmesi
- 3- Alımı yapılacak ürüne ilişkin teknik ve idari şartname hazırlanması
- 4- Satınalma duyurusunun yapılması veya isteklilerin davet edilmesi
- 5- Tekliflerin toplanması ve değerlendirilmesi
- 6- Kazanan teklif sahibin ilan edilmesi ve sözleşme imzalanması

Satınalma kalemleri yoğunlukla hammadde, yarı mamul, mamul, sarf malzemeleri, demirbaş ve yatırıma yönelik yapılan mal ve hizmet alımlarından oluşmaktadır. Satınalma çalışanları alımı yapılacak ürünün istenilen tüm kalite şartları ile birlikte açıkça tanımlanmasını sağlamalıdır. Sonrasında her alım için kendisine en yüksek faydayı getirecek alım yöntemini doğru şekilde tespit etmelidir. Bu yöntem alımı yapılacak ürün veya hizmetin niteliğine ve türüne göre değişebilmektedir. Örneğin sınırlı sayıda arza sahip ürünler veya monopol piyasalarda işlem gören ürünler için satınalmacının seçeneği yok denecek kadar azdır. Bu gibi durumlarda genellikle tedarikçinin belirlemiş olduğu şartlarda alım süreci gerçekleştirilir. Ancak bu ürünlerin dışında bir de rekabete açık ürünler vardır ki bu durumda satınalmacı kendi hazırladığı alım mekanizması doğrultusunda karar verebilir. Satınalmacıların sıklıkla uyguladıkları satınalma usulleri;

1- İhaleler

2- Pazarlık

3- Doğrudan temin

4- Kiralama yoluyla temin şeklindedir.

Ürün ve hizmet alımının son aşamasında uygun bulunan tedarikçi ile anlaşılan şartlar dahilinde sözleşme yapılmaktadır. Bu sözleşmelere alım satım sözleşmeleri denilmektedir. Alım satım sözleşmelerinin amacı her iki taraf için de taahhüt edilenlerin hukuki bir zemine oturtularak alış veriş sürecinin belirlenen şartlar çerçevesinde sorunsuz olarak gerçekleşmesini sağlamaktır. Bazı alım satım sözleşmeleri süresiz olarak düzenlenebileceği gibi bazıları da başlangıç ve bitiş süreleri belirli olacak şekilde düzenlenmektedir.

Bu çalışmada süreli sözleşmeye sahip bir satınalma projesinin yinelenmesi aşamasında bir karar verici olarak satınalmacının en yüksek fayda değerine ulaşabilmesi için pazarlık yöntemini mi yoksa ihale yöntemini mi tercih etmesi gerektiği araştırılmıştır. Böyle bir satınalma projesinde satınalmacının mevcut tedarikçi ile anlaşarak yeni belirlenecek şartlar ile sözleşmeyi uzatma yoluna gitmek ya da alımı başka bir tedarikçiden gerçekleştirmek gibi iki seçeneği vardır. Rasyonel bir satınalmacı mevcut tedarikçisi ile anlaşmak için pazarlık sürecini, dışarıda aynı işi yapabilecek farklı firmaların seçimi için de en rekabetçi yöntem olan ihale yöntemini tercih edecektir. Yapılan analiz ile her iki satınalma yöntemi kendi içinde değerlendirilerek satınalmacıya en yüksek faydayı sağlayacak alım şekli tespit edilmiştir.

Pazarlık süreci için, aksiyomatik pazarlık teorisi altında konuyu literatüre kazandıran John F. Nash'in pazarlık çözümü ve bu çözüme atıfta bulunarak hazırlanan en önemli çalışma olan Kalai-Smorodinsky pazarlık çözümünün ortaya çıkardıkları fayda düzeyleri karşılaştırılmıştır. Bilgisayar programı yardımıyla simetrik pazarlık problemleri için Monte Carlo simülasyonu kullanılarak 10.000 deneme seti oluşturulmuş ve denklem çözümlerini maksimum yapan değerlerin ortalaması

alınmıştır. Ortaya çıkan sonuca göre hangi pazarlık çözümünün oyunculara daha fazla fayda sağladığı belirlenmiştir.

İhale süreci içinse, ilk fiyat kapalı teklif satınalma ihalesi ile ikinci fiyat kapalı teklif satınalma ihalesi satınalmacının beklenen ödemesi yönünden karşılaştırılmıştır. Her iki ihale türünün beklenen ödemesi sıra istatistiklerine göre bağımsız uniform dağılım altında incelenerek en düşük beklenen ödeme değerine sahip satınalma ihalesi tespit edilmiştir.

En son olarak, simetrik pazarlık yönteminde en iyi sonucu veren Nash Pazarlık Çözümü üzerinde dış opsiyonların etkisini gözlemlemek ve karşılaştırma yapabilmek için çözüm asimetrik hale getirilmiştir. Sonrasında ise, pazarlık sürecine göre bir dış opsiyon olan ihale yönteminde en iyi sonucu veren ihale türü ile karşılaştırmalı analizi yapılmıştır.

Çalışmanın asıl konusu olarak yapılan analizin temel amacı, iki satınalma yönteminden herhangi birinin diğerine mutlak bir üstünlük sağlayıp sağlamadığı ve değişen parametre değerlerine göre oluşacak yeni durumlar için iki yöntemden hangisinin tercih edilmesi gerektiği konusunda karar vericiye bir yol göstermektir.

BİRİNCİ BÖLÜM

İHALELER

Çalışmanın ilk bölümde ihale kavramı ve yöntemleri üzerinde durulmuş ve ihalelerde fiyata etki eden unsurlardan bahsedilmiştir. İhaleler uygulama yöntemlerine göre temel olarak dört ana başlık altında sınıflandırılmıştır. Belirtilen yöntemler oyun teorisi kapsamında incelenmiş ve oyuncuların stratejilerine göre elde edilen faydanın analizi yapılmıştır. Bu bölümde ayrıca özel değerli ve ortak değerli ihale kavramlarına değinilmiştir. Farklı ihale türlerine göre teklif verme stratejileri incelenmiştir. Çalışmada teklif veren kavramı ile kastedilen ihalenin gerçekleşme anındaki aktif katılımcılardır. İhale öncesinde teklif verme eğiliminde olan potansiyel katılımcılara ise istekliler denilmiştir.

1.1. İHALE KAVRAMI

İhale anlam olarak; iş, mal vb.ni birçok istekli arasından en uygun şartlarla kabul edene verme, eksiltme veya artırma şeklinde tanımlanmaktadır.¹ İhale kelimesi dilimizde bazı kaynaklarda müzayede olarak da kullanılmaktadır. Bir ihalede taraflar İhaleyi Düzenleyen (*Auctioneer*) ve Teklif Verenlerden (*Bidders*) oluşur. Her teklif verenin ihale konusu olan ürün için biçmiş olduğu değer onun stratejisini belirlemektedir.

İhalelerin tarihi antik döneme kadar uzanmaktadır. Özellikle kölelerin satışı için yapılan ihaleler antik dönemde oldukça yaygındır. Antik Yunan’da maden imtiyazları ile ilgili ihaleler yapıldığı, Antik Roma’da ise Pretorian muhafızlarının bir dönem ele geçirdikleri imparatorluk makamını dahi ihaleyle satışa çıkardıkları

¹ Türk Dil Kurumu, “Güncel Türkçe Sözlükte Söz Arama”, (Çevrimiçi), http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.56d432a52c8a65.15528934, 29 Şubat 2018.

bilinmektedir.² İhalelerin şu anki haliyle bilinen analizi ancak son yıllarda ortaya çıkmıştır.³

Günümüzde ihaleler ile ilgili çok sayıda bilimsel çalışma yapılmaktadır. İhalelerde teklif verme stratejileri konusunda ilk çalışma ise Friedman⁴ tarafından literatüre kazandırılmıştır. Friedman katılımcıların fayda düzeylerini artırmaları için belirli bir olasılık dağılımına dayalı olarak rakiplerin tekliflerini tahmin edebilecekleri bir yöntem geliştirmiştir. Bu tarihten sonra konu ile ilgili en önemli katkı ise Vickrey⁵ tarafından 1961’de yazmış olduğu makalesinde ihalelere oyun teorik bir bakış açısı getirerek yapılmıştır. Vickrey’in çalışmasına göre ihale ortamında tüm alıcı ve satıcılar birer oyuncu olarak beklenen gelirlerini veya daha genel bir ifadeyle beklenen faydalarını maksimize etmeyi amaçlamaktadırlar.

İhalelerin en etkin kullanıldığı alanların başında niteliği açısından standart olmayan ürün ve hizmetler gelmektedir. Standart olmayan ile belirtmek istenen sınırlı miktarda arza sahip olan ürünler, bozulabilme riskine karşı hızla satılması gereken ürünler, ikinci el değerine sahip ve benzeri yapıdaki ürünlerdir. Bu tarz ürünlerin değerlerinin tespiti bazen çok güç olmaktadır. Bu gibi ürünlerin fiyatını alıcı ve satıcıyı aynı ortamda bir araya getirerek oluşturabilmesi ihale yöntemini uygulanabilirliği en kolay piyasa mekanizması haline getirmiştir. Bununla birlikte, ihaleler takip edilmesi kolay, şeffaf ve sıklıkla kullanılan bir piyasa değerlendirme yöntemi olarak da karşımıza çıkmaktadır.⁶ Klemperer’e⁷ göre bir ihalede olması

² Vijay Krishna, **Auction Theory**, 2. bs., United States of America, Academic Press, 2010, s. 1.

³ Panos L. Lorentziadis, “Optimal Bidding In Auctions From A Game Theory Perspective”, **European Journal of Operations Research**, Volume 248, Issue 2, 2016, s. 2.

⁴ Lawrence Friedman, “A competitive bidding strategy”, **Operations Research**, 4, 1956, s: 104-112.

⁵ William Vickrey, “Counterspeculation, Auctions and Competitive Sealed Tenders”, **Journal of Finance**, Volume 16, Issue1, (Mar.,1961), s. 8-37.

⁶ Lisa J. Cameron, Peter Cramton, Robert Wilson, “Using Auctions to Divest Generation Assets”, **Electricity Journal**, vol. 10(10), December 1997, s. 23.

⁷ Paul Klemperer, “What Really Matters in Auction Design”, **The Journal of Economic Perspectives**, Vol. 16, No. 1, 2002, s. 186.

gereken en önemli iki özellik işbirliğine karşı dayanaklı olması ve potansiyel katılımcılar için ilgi çekici olmasıdır.

İhaleye konu olan ürünün değişim işlemi alıcı ve satıcılar arasında fiyat rekabetine dayalı olarak yapılmaktadır.⁸ Bu yönüyle ihaleler önemli bir fiyatlama modelidir. Ürünün fiyatı ihalenin gerçekleştiği andaki arz ve talebe göre oluşmaktadır. İhaleyi düzenleyen açısından istenilen sonuç, teklif verenler arasında ürüne biçilmiş olan en yüksek değere veya satınalma ihalelerinde en düşük maliyete yaklaşılmasıdır. Ancak ihaleyi düzenleyen söz konusu değer hakkında önceden bilgisi varsa ihale mekanizmasına gerek kalmayabilir.⁹ Bu gibi durumlarda alıcı ve satıcı ihale ortamı dışında sadece müzakere etmek için bir araya gelirler. Örneğin satınalma ihalelerinde ürünün en düşük üretim maliyeti ihaleyi düzenleyen tarafından biliniyorsa, satıcıya maliyetinin biraz üstünde bir fiyat teklif edilerek satınalma işlemi gerçekleştirilmek istenecektir. İhalede oluşan sonuçların değerlendirilmesi Pareto Etkinliği (*Pareto Efficiency*) ve Nash Dengesi (*Nash Equilibrium*) göz önünde bulundurularak yapılmaktadır.

Oyunun dengesi, ihalenin ortaya çıkma şeklini belirleyen kuralların bir işlevi olup, teklif sahiplerinin teklif verme durumu, kazananın nasıl belirlendiği ve ne kadar ödemesi gerektiği ile ilgilidir. Bu kurallar, satıcının elde ettiği geliri ve ihaledeki ardışık örneklerinde ne oranda değişmesi gerektiğini de etkileyebilir. Bir ihale, sosyal refahı (*social welfare*) en üst düzeye çıkarmak açısından, ihale konusu ürünü en çok değer veren teklif sahibine tahsis ettiği takdirde, ekonomik olarak etkilidir. Bu yüzden ihalenin doğru tasarlanması çok önemlidir. Çoğu durumda etkili ve verimli bir şekilde uygulanabilecek tek bir ihale mekanizması yoktur.¹⁰ İhale konusu ürünün niteliği, katılımcı sayısı, ihaleyi düzenleyen sahip olduğu özellikler, (kamu kurumu

⁸ H. Scott Bierman, Luis Fernandez, **Game Theory with Economic Applications**, United States of America, Addison-Wesley Publishing Company, 1998, s. 289.

⁹ Birgit Jacobsen, “Auctions without competition: The case of timber sales in the Murmansk Region”, **International Institute for Applied Systems Analysis**, IR-99-072, December 1999, s. 3.

¹⁰ Costas Courcoubetis, Richard Weber, **Pricing Communication Networks: Economics, Technology and Modelling**, United States of America, John Wiley & Sons, Ltd., 2003, s.309.

veya özel kurum) gibi çok sayıda değişken doğru analiz edilmeli ve ihale için en uygun tasarım yapılmalıdır.

Günümüzde ihale mekanizmalarının kullanıldığı çok sayıda uygulama alanı vardır.

Bunlar arasında;

- İnternet üzerinden yapılan alışverişler,
- Kamu kurumlarının alımları için düzenlenen satınalma ihaleleri,
- Japonya’da balık satışı,
- Hollanda’da çiçek satışı,
- Gayrimenkul satışı,
- Taahhüt ile yapılan işler (İnşaat işleri),
- Lisans hakkına sahip ürünlerin satışı,
- Tarihi eser niteliği taşıyan ürünlerin ve antika değerine sahip ürünlerin satışı,
- İşlenmiş kıymetli madenlerin satışı,
- Özel el işçiliği gerektiren ürünlerin satışında,

oldukça yoğun şekilde kullanılmaktadır.

McMillan¹¹ ve Cramton¹² yapmış oldukları çalışmalarda ihale yönteminin avantajlarını şu şekilde sıralamışlardır;

1. İhalelerde rekabetin yüksek seviyede olması ihaleyi düzenleyen için yüksek getiri imkânı sağlamaktadır.
2. Kaynaklar etkin olarak kullanılabilir.

¹¹ John McMillan, “Why Auction The Spectrum?”, **Telecommunications Policy**, vol. 19, issue 3, 1995, s. 199.

¹² Peter Cramton, “Spectrum Auctions”, **Handbook of Telecommunications Economics**, ed. Martin Cave, Sumit Majumdar ve Ingo Vogelsang, Amsterdam: Elsevier Science B.V., chapter 14, February 2001, s. 4.

3. Doğru şekilde hazırlanmış ihale kuralları ile tekellerin önlenmesi ve küçük firmaların desteklenmesi sağlanabilir. Bunun sonucu olarak sadece belirli bir ihale için kurulacak yeni firmalara da katılım imkânı sunulabilir.
4. Pazarlık, müzakere ve liste fiyatı gibi yöntemlerle karşılaştırıldığında daha adil ve şeffaftır.

Sınırlı kaynakların kullanımında piyasa mekanizmalarından biri olan ihaleleri diğer mekanizmalardan ayıran en büyük özellik fiyat oluşumun sürecinin açık ve belirgin olmasıdır.¹³ Özellikle şeffaflık ilkesini ön plana çıkardıkları için satınalma ihaleleri kamu kurumlarının sıklıkla kullandığı bir yöntemdir.

1.2. İHALE ÇEŞİTLERİ

İhaleler katılımcı sayısı, ihale konusu ürünün niteliği ve ödeme şekli gibi birçok değişkene göre kategorize edilebileceği gibi uygulama şekli bakımından da yazılı ya da sözlü olarak yapılabilirler. İhale düzenleyicisi en uygun ihale türünü belirlemek için tüm değişkenleri dikkate almalıdır.

1.2.1. ARZ VE TALEBE GÖRE İHALELER

Arz ihalesinde birden çok sayıda satıcı bir alıcıya teklif verir. Talep ihalesinde ise birden çok sayıda alıcı satılan bir ürün için teklif verir.

1.2.2. TEKLİFİN HAZIRLANIŞ BİÇİMİNE GÖRE İHALELER

İhalelerde teklifler kapalı ya da açık olarak sunulmaktadır.

Kapalı teklif ihalelerinde, istekliler bir teklif verme hakkına sahiptir. İhale süresi dolduğunda teklifler açılır ve kazanan ilan edilir.

Açık ihalelerde ise, istekliler süreklilik arz edecek şekilde, tüm ilgililerin önünde ve ihale süresince artan, azalan veya eş zamanlı olarak teklif verebilmektedir.

¹³ Flavio M. Menezes, Paulo K. Monteiro, **An Introduction to Auction Theory**, United States New York, Oxford University Press Inc., 2005, s. 10.

1.2.3. ÖDEME TUTARINA GÖRE İHALELER

Ödenen fiyatla kazanan fiyatın aynı olduğu ihalelere İlk Fiyat İhalesi, kazananın ödediği fiyatın ikinci en yüksek fiyat olduğu ihaleler de İkinci Fiyat İhalesi olarak tanımlanmaktadır. İkinci Fiyat İhalesinde ödenen fiyat kaybeden tekliflerin içerisinde en yüksek teklif fiyatıdır.

1.2.4. İHALE KONUSU İŞİN MİKTARINA GÖRE İHALELER

İhaleler tek birimli veya çok birimli ürün satışına yönelik olarak dizayn edilebilir. Tek Birimli İhalelerde (*Single Unit Auction*) yalnızca tek bir ürün satışa sunulmakta ve teklifler bir birim için tek seferde verilmektedir. Çok Birimli İhalelerde (*Multiple Unit Auction*) ise birbirine benzer ürünler aynı anda satışa sunulur. İstekliler her birim için ayrı olmak koşuluyla tüm birimlere teklif verebilirler.

1.3. İHALE YÖNTEMLERİ

Uygulamada en çok kullanılan ihale yöntemleri İngiliz Tipi İhale (*English Auction*), Hollanda Tipi İhale (*Dutch Auction*), İlk Fiyat Kapalı Teklif İhalesi (*First-price Sealed Bid Auction*) ve İkinci Fiyat Kapalı Teklif İhalesidir (*Second-price Sealed Bid Auction*). Satınalma işlemi için düzenlenen ihaleler Tersine İhale (*Reverse Auction*) veya Satınalma İhalesi (*Procurement Auction*) olarak isimlendirilir.

1.3.1. İNGİLİZ TİPİ İHALE

Bu ihale yönteminde teklifler açık olarak alınır ve fiyat teklif verenler tarafından sürekli artırılır. Artan Fiyat İhalesi olarak da bilinen bu yöntemin farklı kurallarının uygulandığı 2 türü vardır.

Bunlardan ilkinde ihaleyi yöneten düşük bir fiyattan başlayarak, artırmak suretiyle teklif verenlerin sayısı bire düşünceye kadar fiyatı sürekli yukarıya çeker.

Diğer yöntem ise teklif verenler sürekli olarak yükselen fiyat karşında ellerini kaldırarak belirtilen fiyatı kabul ettiklerini gösterirler, fiyat beklentilerinin üzerine

çıkıldığında ise ellerini indirerek çekildiklerinin sinyali verirler.¹⁴ Bu durum yalnız bir teklif verenin eli havada kalıncaya kadar devam eder. En yüksek teklifi vererek ürünü satınalmaya hak kazanan katılımcı, teklif edilmiş olan en yüksek ikinci fiyatı öder. Eğer bir beraberlik söz konusu olursa kazanan rastgele belirlenir.

Genel olarak bağımsız özel değerli simetrik bir ihale modelinin varsayımları aşağıdaki şekildedir¹⁵:

- İhale konusu bölünemez nitelikte 1 birimlik üründür.
- $n \geq 2$ olmak üzere risk nötr teklif verenlerden oluşan teklif verenler kümesi $N: \{1, \dots, n\}$ dir.
- Herhangi bir i teklif vereninin biçmiş olduğu değer $v_i \in V_i := [\underline{v}_i, \bar{v}_i]$ şeklindedir ve olasılık yoğunluğu $f_i(\cdot)$ olan bir $F_i(\cdot)$ kümülatif dağılım fonksiyonuna sahiptir.
- Her i teklif vereni kendi biçmiş olduğu v_i değerini bilmektedir. Ayrıca tüm teklif verenler de $F_i(\cdot)$ 'nin dağılımını bilmektedir.
- i teklif vereninin kazanma olasılığı x_i ve ödeme miktarı t_i ise, i 'nin elde edeceği fayda $v_i x_i - t_i$ dir.
- Satıcının faydası ise $\sum_{i=1}^n t_i$ dir.

Satıcı açısından ihalenin değerlendirilmesinde kullanılacak 2 kriter etkinlik ve elde edilen gelirdir. Burada etkinlik ihale konusu ürünün en yüksek değerden verilip verilmediğini gösteren değerdir. Bu değer diğer bir ifadeyle Pareto etkinliğidir.

İngiliz tipi ihalede her i teklif vereninin bir önceki verilmiş olan en yüksek teklifin bir miktar üzerine çıkarak, ürüne biçmiş olduğu değer olan v_i ya ulaşıncaya kadar teklif vermesi (zayıf) baskın stratejidir. Teklif veren ürünü her zaman değerinin

¹⁴ Krishna, **a.g.e**, s. 2.

¹⁵ Michael Maschler, Eilon Solan, Shmuel Zamir, **Game Theory**, United States of America, Cambridge University Press, New York, 2013, s. 471.

altında mümkün olan en düşük fiyattan satınalmayı isteyeceğinden uygulanan strateji optimumdur.¹⁶

Şöyle ki; 1. teklif vereni ele aldığımızda, kendi teklifine karşılık en yüksek rakip teklifin $p_1 := \max_{j \neq 1} b_j$ olduğunu varsayalım.

1. teklif verenin teklifine b_1 dersek $b_1 > p_1$ olursa 1. teklif veren ihaleyi kazanır fakat $b_1 < p_1$ olursa kazanamaz. Eğer $p_1 \leq b_1 < v_1$ olursa bu durumda v_1 teklifi, $b_1 < v_1$ gibi bir tekliften zayıfta olsa her zaman daha iyi bir tekliftir. $p_1 < b_1 < v_1$ olması durumunda ise teklif veren v_1 ve b_1 teklifleri arasında kayıtsız kalır. Eğer $b_1 \leq p_1 \leq v_1$ olursa v_1 teklifi kesinlikle b_1 'den daha iyi bir tekliftir. Dolayısıyla; v_1 teklifi zayıf baskındır. Yani v_1 teklifini sunmak hiçbir zaman b_1 teklifini sunmaktan daha kötü olamaz hatta bazı durumlarda daha iyi olur.

Aynı mantıkla ürünün fiyatı teklif verenin o ürün için biçtiği değere ulaştığında ihaleden çekilmesi de zayıf baskın stratejidir.

Sonuç olarak; en yüksek teklif verenin en yüksek ikinci teklif fiyatından ürünü alması denge noktasıdır.

Teklif verenlerin simetrik olduğunu farz edilirse bu durumda $F_i(\cdot) = F(\cdot)$ ve $F: [\underline{v}, \bar{v}] \rightarrow [0,1]$ için ilk ve ikinci fiyat ihalelerinin arasındaki gelirleri karşılaştırmak için gerekli olacak v_i değerine sahip her i teklif vereni aşağıdaki formülde belirtilen beklentiyle ödeme yapar.¹⁷

$$\int_{\underline{v}}^{v_i} x \cdot (n-1) \cdot f(x) \cdot F(x)^{n-2} dx \quad 1-1$$

İngiliz ihalesinin en önemli özelliği tüm katılımcıların ihalenin herhangi bir aşamasında verilmiş olan en iyi teklif hakkında bilgi sahibi olmalarıdır.

¹⁶ Lawrence M. Ausubel, "Auctions: Theory", **The New Palgrave Dictionary of Economics**, Second Edition, ed. Steven N. Durlauf ve Lawrence E. Blume, Palgrave Macmillan, 2008, s. 4.

¹⁷ Menezes ve Monteiro, **a.g.e.**, s. 17.

Sadece iki teklif verenin olduğu bir İngiliz tipi ihalede her teklif verenin stratejisi ihaleden çekilmeden önce vereceği son teklifin hangi seviyeye kadar artırabileceği bir sayı ile tanımlanabilir. En yüksek sayıyı seçmiş olan teklif veren ihaleyi kazanır ve diğer teklif verenin seçmiş olduğu sıraya denk gelen fiyatı öder. Bu yüzden sadece iki teklif veren olması durumunda İngiliz tipi ve İkinci fiyat ihaleleri stratejik olarak eşittir.¹⁸

1.3.2. HOLLANDA TİPİ İHALE

Hollanda tipi ihalede fiyat satıcının önceden belirlemiş olduğu bir noktadan başlar ve azalarak devam eder. Diğer bir adı da Azalan Fiyat İhalesidir. Bu ihale yöntemi de açık şekilde gerçekleştirilir.

1.3.3. İLK FİYAT KAPALI TEKLİF İHALESİ

İlk fiyat kapalı teklif ihalesinde teklifler kapalı zarfla alınır ve ihale neticesinde en yüksek teklifi veren teklif fiyatından ihaleyi kazanır. Artan fiyat ihalesi ile arasındaki en büyük fark; artan fiyat ihalesinde teklif verenlerin diğer teklifleri görmesi ve buna bağlı olarak kendi teklifini sürekli değiştirmesidir. Ancak bu ihale yönteminde her katılımcı sadece bir defa teklif verebilmektedir.

İlk fiyat ihalesi Hollanda ihalesiyle karşılaştırıldığında ise; strateji ve denge seviyesi olarak benzerlik göstermektedir. Stratejik olarak dengenin eşit olmasının nedeni her iki ihale yönteminde de oyuncuların sahip oldukları bilginin diğer oyuncular tarafından ihale sürecinin son anına kadar bilinmemesidir.

Varsayımları yukarıda belirtilmiş olan genel ihale modeli üzerinden değerlendirildiğinde ilk fiyat ihalesinde teklif verenlerin simetrik teklif verme stratejisine göre Bayesyen Nash Dengesine (*Bayesian Nash Equilibrium*) bakılır.

¹⁸ Paul R. Milgrom, Robert J. Weber, “A Theory of Auctions and Competitive Bidding”, *Econometrica*, Vol. 50, No. 5, 1982, s. 1104.

$$\beta: [\underline{v}, \bar{v}] \rightarrow \mathbb{R}_+$$

Denge durumunda i teklif vereninin v_i değeri ile optimum teklifi;¹⁹

$$\beta(v_i) = \underset{b \in R_+}{argmax} (v_i - b)F(\beta(b)^{-1})^{n-1} \quad 1-2$$

Bu denklem aşağıdaki şekilde de yazılabilir,

$$v_i = \underset{\hat{v} \in [\underline{v}, \bar{v}]}{argmax} (v_i - \beta(\hat{v}))F(\hat{v})^{n-1} \quad 1-3$$

$\hat{v} = v_i$ olduğunda maksimum değere ulaşılır.

Denklem 1-3'ün $\hat{v}$ ile diferansiyeli alındığında sonuç Denklem 1-4'deki şekilde $\hat{v} = v_i$ için sıfıra eşitlenir,²⁰

$$\beta'(v_i)F(v_i)^{n-1} + (v_i - \beta(v_i))(F(v_i)^{n-1})' = 0 \quad 1-4$$

ve aşağıdaki denklemi verecek şekilde yeniden düzenlenir.

$$(\beta(v_i)F(v_i)^{n-1})' = v_i(F(v_i)^{n-1})' \quad 1-5$$

Bu denkleme bağlı olarak,²¹

$$\beta(v_i)F(v_i)^{n-1} = \int_{\underline{v}}^{v_i} x(F(x)^{n-1})'dx + K \quad 1-6$$

eşitliğinde $K=0$ dır. Aynı denklem bir defa daha düzenlendiğinde,

$$\beta(v_i) = \frac{\int_{\underline{v}}^{v_i} x(F(x)^{n-1})'dx}{F(v_i)^{n-1}} = \frac{v_i F(v_i)^{n-1} - \int_{\underline{v}}^{v_i} F(x)^{n-1} dx}{F(v_i)^{n-1}} = v_i - \frac{\int_{\underline{v}}^{v_i} F(x)^{n-1} dx}{F(v_i)^{n-1}} \quad 1-7$$

¹⁹ Ensar Yılmaz, **Oyun Teorisi**, Gözden Geçirilmiş 2. bs., İstanbul, Literatür Yayınları, Ekim 2012, s. 330-333.

²⁰ Kim Jinwoo, "Lecture notes", **Contract Theory**, (Çevrimiçi), <http://web.yonsei.ac.kr/jikimdir/lecture/contract.pdf>, 20 Aralık 2017.

²¹ **A.e.**, s. 68.

şeklini alır. Denklem 1-7’deki teklif fonksiyonu sadece birinci sıra koşulu göz önünde bulundurulursa elde edilir. $\beta(v)$ ’ın her $v_i \in [\underline{v}, \bar{v}]$ değerinin en iyisi olduğunu kontrol etmek için Denklem 1-4, Denklem 1-3’te yerine koyulur ve aşağıdaki denklem bulunur.²²

$$(v_i - \hat{v})F(\hat{v})^{n-1} + \int_{\underline{v}}^{\hat{v}} F(x)^{n-1} dx \quad 1-8$$

Denklem 1-8’in sağlaması için $\hat{v}$ ile diferansiyeli alınır,

$$\text{Eğer } \hat{v} \leq v_i \text{ ise } (v_i - \hat{v})(F(\hat{v})^{n-1})' \geq 0 \quad 1-9$$

Burada $\hat{v} = v_i$ eşitliği en büyük değere ulaşıldığını ima eder.

Denklem 1-7’de, $F(v_i) = v_i$ ve $[0,1]$ aralığındaki uniform dağılıma eklendiğinde de aşağıdaki sonuç elde edilir.

$$\beta(v_i) = v_i - \frac{\int_0^{v_i} x^{n-1} dx}{v_i^{n-1}} = \frac{n-1}{n} v_i \quad 1-10$$

Bu durumda denge fiyatı sağlanmıştır.

Görüldüğü gibi simetrik dengeye göre ilk fiyat kapalı teklif ihalelerinde teklif verenlerin optimal teklifi her zaman gerçek değerlemesinin $\frac{n-1}{n}$ katı kadar altında kalmaktadır. Bu şekilde ihalelerde teklif verenlerin ihale konusu ürün için kendi değerlemesinden daha düşük teklif vermesine “teklifin gölgelenmesi” (*bid shading*) denir.

Bierman ve Fernandez’e göre bu tür ihalelerde rasyonel oyuncular ilk tekliflerini tüm rakiplerinden yüksek tutarak ihaleyi kendilerinin kazanacaklarını düşünmektedirler.²³ Bu risk alma yanlısı davranış çoğu zaman ürüne gerçek değerinin üzerinde bir teklif

²² A.e., s. 69.

²³ Bierman ve Fernandez, a.g.e., s. 303.

verilmesine neden olmaktadır. Söz konusu risk McAfee ve McMillan²⁴ ile Milgrom²⁵ tarafından “Kazananın Laneti” (*winner’s curse*) olarak tanımlanmıştır. Kazananın laneti diğer bir ifadeyle; ürün değeri hakkında en yüksek tahmini olan teklif sahibinin kazanacağı gerçeğinden dolayı teklifini aşırıya kaçırmasıdır. Rasyonel oyuncular teklifleri ile ilgili karar vermeden önce kazananın lanetini hesaba katmalıdırlar. Bu yüzden teklif veren oyuncu nesnenin değerini en doğru şekilde tahmin etmeye çalışmalıdır.²⁶

Teklif gölgeleme, kazananın lanetini telafi etmek için ilk fiyat kapalı teklif ihalelerinde kullanılmaktadır.

Bu tür ihalelerde ihale konusu ürün tüm teklif sahipleri için aslında aynı değerdedir ancak teklif verenler ürünün değerini bilmez ve bağımsız olarak tahmin etmeye çalışır. Teklif verenler arasında kazanan kişi değerlemesi en büyük olan teklif sahibi olacaktır. Ancak en yüksek teklif veren hariç teklif verenlerin tamamının ürünün gerçek değerini doğru tahmin ettikleri varsayıldığında, bu durumda en yüksek teklif veren ürünün değerini fazla tahmin etmiş olmaktadır ve bu da gerçek değerinden daha fazla ödeme yapacağı anlamına gelmektedir. Diğer bir deyişle teklif verenin ihaleyi kazanması durumunda yapmış olduğu değer tahmini kötü olabilmektedir. Bilinçli bir teklif veren ise bunu görecektir ve teklifini değerlemesinden daha aşağıda tutacaktır.

²⁴ McAfee ve McMillan, **a.g.e.**, s. 721.

²⁵ Paul Milgrom, “Auctions and Bidding: A Primer”, **Journal of Economic Perspectives**, Vol. 3, No:3, 1989, s. 3-22.

²⁶ David Easley, Jon Kleinberg, **Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World**, United States of America, Cambridge University Press, 2010, s.259.

İlk fiyat kapalı teklif ihalelerinde satıcının geliri,²⁷

$$R_{FPA} := \int_{\underline{v}}^{\bar{v}} \beta(v)(F^n(v))' dv \text{ dir.} \quad 1-11$$

Uniform dağıldığında ise;²⁸

$$R_{FPA} = \int_{\underline{v}}^{\bar{v}} \frac{n-1}{n} v(v^n)' dv = \frac{n-1}{n+1} \text{ dir.} \quad 1-12$$

Görüldüğü üzere satıcının geliri ilk fiyat kapalı teklif ve ikinci fiyat kapalı teklif ihalelerinde aynıdır. İlk fiyat teklifinde v_i değerine sahip i teklif vereninin ödediği miktar Denklem 1-13'e eşittir.²⁹

$$F^{n-1}(v_i)\beta(v_i) = \int_{\underline{v}}^{v_i} x(F(x)^{n-1})' dx \quad 1-13$$

1.3.3.1. Satınalma İhalesi

Bir alıcı ile birden fazla satıcının bir araya geldiği ihale yöntemidir. Satınalma ihalesi, satınalmacı tarafından istenen bir mal, hizmet veya ürün grubunun isteklilere tebliğ edildiği bir piyasa mekanizmasıdır.³⁰ İsteklilerin cevabından sonra mekanizma önceden tanımlanmış olan kurallar doğrultusunda ihaleyi düzenler ve kazanan teklifi belirler. İhaleyi düzenleyen açıncından amaç en düşük maliyete sahip isteklinin verebileceği en düşük teklifi ortaya çıkarmaktır.

Manelli ve Vincent sosyal kazanımların artırılmasında satınalma ihalelerinin optimum çözüm sunduğunu belirtmişlerdir.³¹ Satınalma ihaleleri çok satıcılı ve tek

²⁷ A.e., s. 70.

²⁸ A.e., s. 70.

²⁹ Yılmaz, a.g.e., s. 333.

³⁰ Mingzhou Jin, Andrew Junfang Yu, "Procurement auctions and supply chain performance", **International Journal of Production Economics**, 162, 2015, s. 192.

³¹ Alejandro M. Manelli, Daniel R. Vincent, "Optimal Procurement Mechanisms", **Econometrica**, Vol. 63, No. 3 (May, 1995), s. 591-620.

bir alıcı arasında işbirlikçi olmayan oyunlar olarak modellenenebilir. Teklif verenler ürünün fiyatı konusunda rekabet ederler ve bu rekabet içerisinde maliyet avantajına sahip olmak fiyatın belirlenmesinde önemli bir faktördür. Katılımcı sayısının fazla olması rekabeti artıracığından satınalmacı için avantaj sağlamaktadır.

Satınalma ihalelerinde n sayıda teklif veren kendi c_i maliyetlerinin bir fonksiyonu olarak b_i teklifini verir. F dağılımına göre;

$$[b_i(c_i) - c_i] \Pr(b_i \leq \min_j b_j) \quad 1-14$$

Yüksek maliyetli olan daha yüksek teklif vereceği için simetrik dengeye göre en düşük teklifi elde etme olasılığı en düşük maliyeti bulma olasılığına eşittir.

$$\Pr(b_i \leq \min_j b_j) = [1 - F(c_i)]^{n-1} \quad 1-15$$

Teklif veren kendi maliyeti dışında benzer bir maliyete göre de değerlendirme yapabilir. Eğer bu maliyet $\tilde{c}$ olarak gösterilirse buna bağlı olarak teklif Denklem 1-16'daki şekilde oluşur,

$$\max_{\tilde{c}} [b(\tilde{c}) - c_i] [1 - F(\tilde{c})]^{n-1} \quad 1-16$$

Diferansiyel denklem birinci sıra koşuluna göre;

$$-(n-1)F'(\tilde{c})[1 - F(\tilde{c})^{n-2}[b(\tilde{c}) - c_i] + [1 - F(\tilde{c})]^{n-1}b'(\tilde{c})] = 0 \quad 1-17$$

Teklif verenin gerçek tipi dışındaki herhangi biri gibi davranmayı istememesi yani teklifinin doğrusal olması gerektiği bilinmektedir dolayısıyla birinci sıra koşulunda $\tilde{c} = c_i$ eşitliği sağlanmalıdır.

$$-(n-1)F'(c_i)[1 - F(c_i)^{n-2}[b(c_i) - c_i] + [1 - F(c_i)]^{n-1}b'(c_i)] = 0 \quad 1-18$$

$b(c_i)$ denge teklif fonksiyonu için çözülebilen bir diferansiyel denklemdir. Maliyetler $[0,1]$ olarak uniform dağıldığından, $F(c_i) = c_i$ elde edilir ve diferansiyel eşitlik aşağıdaki şekilde sadeleştirilir.

$$-(n-1)[1-c_i]^{n-2}[b(c_i)-c_i] + [1-c_i]^{n-1}b'(c_i) = 0 \quad 1-19$$

$$(n-1)\frac{1}{1-c_i}[b(c_i)-c_i] = b'(c_i) \quad 1-20$$

Bu diferansiyel denklemin çözümü;

$$b(c_i) = \frac{1+c_i(n-1)}{n} \quad 1-21$$

Açık Eksiltme (*Open-cry*)

Satınalma ihalelerinde açık eksiltme yöntemi İlk Fiyat İhalesi ve İngiliz Tipi İhale arasında kalan hibrit bir mekanizmadır.³² Bu yöntemde teklifler önce kapalı olarak toplanır ve toplanan tüm teklifler katılımcıların huzurunda açılarak ilan edilir. İlan edilen fiyatlar arasındaki en düşük teklif başlangıç fiyatı olarak kabul edilir. Teklif verenler yeni fiyat tekliflerini bir önceki tekliften daha düşük olmak koşuluyla ve açık şekilde sürekli azaltırlar. En düşük teklifi veren katılımcı teklif fiyatından ihaleyi kazanır.

Bu yöntem satınalma ihalelerinde ihaleye konu olan ürün veya hizmet için rekabetin artırılmasını sağlayarak en düşük fiyatın tespit edilmesi için kullanılmaktadır. Genellikle kamu yararı gözetilen kurumların satınalma işlemleri bu yöntemle yapılmaktadır.

Açık eksiltme son yıllarda hem kamu hem de özel sektörde e-satınalma olarak internet üzerinden de sıklıkla kullanılan bir yöntemdir.

1.3.4. İKİNCİ FİYAT KAPALI TEKLİF İHALESİ

İkinci fiyat ihalesi de İngiliz tipi ihaleye benzer. Ancak bu ihalede teklifler kapalı zarfla yapılır. Burada da beklenen fayda maksimizasyon stratejisi baskın stratejidir. Bu yüzden her iki ihale yöntemi de otomatik olarak Nash dengesindeir. İkinci fiyat

³² Karine Brisset, François Cochard, Julie LeGallo, “Secret versus public reserve price in an “outcry” English procurement auction: Experimental results”, **International Journal Production Economics**, 169, 2015, s. 285.

ihalesinin literatürde bilinen diğer adı da Vickrey İhalesidir. Bu ihale yönteminde özetle, ürüne en yüksek teklifi veren ihaleyi kazanır ancak ikinci en yüksek teklifin vermiş olduğu fiyatı öder.

İkinci fiyat kapalı teklif ihalesinde samimi teklif vermek (*sincere bidding*) yani, oyuncuların kendi değerlemesinin doğru bir şekilde teklif edilmesi oyunu denge noktasına getirmektedir. Eğer teklif veren i kendi değerlemesinin bir sonucu olarak $b_i = v_i$ teklifini verirse herhangi bir teklif sahibinin tek taraflı olarak gerçek değerlemesinden sapmasını teşvik edecek bir neden kalmamaktadır. Dahası, samimi teklif vermek teklif verenler için zayıf bir stratejidir. Tüm isteklilerce samimi bir şekilde teklif vermek zayıf baskın (*weakly dominated*) stratejilerin ortadan kaldırılmasının eşsiz bir sonucu olmaktadır.³³

$\hat{b}_{-i} = \max_{j \neq i} \{b_j\}$ teklifi tüm teklifler içerisinde en yüksek tekliftir. Baskın strateji, i teklif vereninin $b'_i < v_i$ teklifine göre yapacağı ödeme yerine $b_i = v_i$ samimi teklifine göre yapacağı ödemenin kıyaslaması yapılarak bulunabilir. Eğer $\hat{b}_{-i}$ teklifi b'_i teklifinden daha az ise veya v_i 'den daha büyükse bunun teklif veren i 'nin ödemesi üzerinde herhangi bir etkisi olmamaktadır. Daha biçimsel bir ifadeyle eski durumda teklif veren her iki şekilde kazanmakta ikinci durumda ise her iki şekilde kaybetmektedir.³⁴

1.4. OPTİMUM İHALE TASARIMI

Optimum ihale tasarımında ulaşılmak istenen nokta ihaleyi düzenleyenin gelirini maksimize etmesidir. Bir ihale modelinin hazırlanması aşamasında ihaleye düzenleyenin dikkate alması gereken dört husus vardır. Bu hususlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir.³⁵

³³ Ausubel, **a.g.e.**, s. 4.

³⁴ **A.e.**, s. 4.

1. Teklif verenlerin risk alma dereceleri
2. Teklif verenlerin ürüne biçmiş oldukları değer
3. Bilgi asimetrisi
4. Lisans sahibine yapılan ödemeler

İhale tasarımında kullanılan standart yöntem teklif verenlerin davranışlarını tahmin etmek için kullanılır ve genellikle sıra istatistiği içeren ihalenin kurallarının bir fonksiyonu olarak oyun teorisinin diğer alanlarındaki gibi Bayesian Nash Dengesini türetir ve tanımlar.³⁶

İyi tasarlanmış bir ihale mekanizması kaynakların onları en iyi değerleyecek olanlara dağıtımını sağlamak açısından tercih edilen yöntemdir. Burada mekanizma tarafların etkileşimini yöneten kurallar kümesi olarak tanımlanmaktadır.³⁷

İhale türlerinin bazı özellikleri modelden modele değişiklik gösterirken, optimal strateji ise her zaman aşağıdaki gibi bir ilişkiyle açıklanabilir.³⁸

Optimal teklif fiyatı = direkt maliyetler + fırsat maliyetleri + rekabet avantajı sağlayacak tutar

Yukarıda yapılan tanımlamalar doğrultusunda ihaleler verimlilik açısından da değerlendirilebilir. Buna göre; ilk fiyat kapalı teklif ihalesinin simetrik artan dengesine göre en yüksek teklif en yüksek değerlemeye karşılık gelmektedir. Dolayısıyla ihale konusu ürün rastgele değişkenler içerisinde verimli şekilde

³⁵ Sanjiv Ranjan Das, Rangarajan K. Sundaram, “Auction Theory: A Summary with Applications to Treasury Markets”, **National Bureau of Economic Research Working Paper**, No. 5873, 1997, s. 11-12.

³⁶ Roger L. Zhan, “Optimality and Efficiency in Auctions Design: A Survey”, **Pareto Optimality, Game Theory and Equilibria**, ed. Panos M. Pardalos v.d., Springer Optimization and Its Applications, Vol. 17, 2008, s. 439.

³⁷ Paul Milgrom, **Putting Auction Theory to Work**, United States of America, Cambridge University Press, New York, 2004, s. 21.

³⁸ Michael H. Rothkopf, “Models of Auction and Competitive Bidding”, **Handbooks in OR & MS**, ed. S. M. Pollock v.d., Vol. 6, Elsevier Science B.V., 1994, s. 684.

atanmaktadır. Aynı şekilde ikinci fiyat kapalı teklif ihalesinin baskın strateji dengesinde de benzer sonucu görmek mümkündür.³⁹

1.4.1. TEKLİF VERENLERİN RİSK TUTUMU

Belirsizlik durumunda teklif verenlerin verecekleri teklif miktarı riske karşı duyarlılıklarına bağlıdır. Teklif verenlerin davranışları;

- Risk karşıtı (*risk-averse*)
- Risk nötr (*risk-neutral*)
- Risk alan (*risk-taking*)

olmak üzere 3 grupta incelenebilir. Sonuçlar risk alma derecelerine göre değişiklik gösterebilir.

Artan ihale türlerinde teklif verenler hangi risk tutumuna sahip olursa olsun fiyat kendi biçmiş oldukları değeri geçmediği sürece teklif vermeleri optimum bir stratejidir. Dolayısıyla ihaleyi düzenleyenin artan ihale yöntemini seçmesi durumunda teklif verenlerin risk tutumunu dikkate almasına gerek kalmamaktadır. Teklif verenlerin risk karşıtı bir tutumu varsa ilk fiyat kapalı teklif ihalesinin, artan fiyat açık teklif ihalelerinden daha fazla gelir getireceği söylenebilir. Bunun nedeni teklif verenin ihaleyi kazanması durumunda bir gelir elde edecekken, kaybetmesi halinde kazancının sıfır olmasıdır. Buna göre teklif verenler tekliflerini azar azar yükseltirken kazanma olasılıklarını artırmakta ancak gelirlerini azaltmaktadır. Risk karşıtı oyuncuların olduğu bir ihalede böyle bir durumdan söz edilemez. Maskin ve Riley'e göre risk karşıtı tutuma sahip teklif verenlerin olduğu bir ihalede, ilk fiyat yönteminden daha fazla gelir elde edilecek yöntemlerin olması mümkündür.⁴⁰

İlerleyen bölümlerde bahsi geçen Gelir Denkliği Teoremi teklif verenlerin risk nötr olduğu varsayımına dayanmaktadır. Teklif sahipleri riskten kaçınırsa, ilk fiyat kapalı

³⁹ Ausubel, **a.g.e.**, s. 7.

⁴⁰ Eric Maskin, John Riley, "Optimal Auctions with Risk Averse Buyers", **Econometrica**, Vol. 52, No. 6, 1984, s. 1473-1511.

teklif ve Hollanda tipi ihalelerin, ikinci fiyat kapalı teklif ve İngiliz tipi ihalelerden farklı sonuçlar verdikleri kolayca görülebilir.

Örneğin, ilk fiyat kapalı teklif ihalesinde, risk karşıtı teklif veren, ortalama net faydası daha az olsa bile, daha sık kazanmayı tercih etmektedir. Dolayısıyla, risk nötr bir teklif verene göre daha yüksek teklif verecektir. Bu durum teklif verenin beklenen net faydasını azaltır ancak satıcının beklenen gelirini artırır. Aynı teklif sahibi ikinci fiyat kapalı teklif ihalesine katılırsa, sunduğu teklif kazandığında ödediği miktarı etkilemez ve bu yüzden stratejisi doğrultusunda gerçek değerlemesini teklif etmesi gerekir. Bu nedenle, risk alan teklif verenler arasında ilk fiyat kapalı teklif ihalesi, ikinci fiyat kapalı teklif ihalesine kıyasla, satıcı için daha fazla beklenen gelir üretmektedir. Ancak, risk karşıtı teklif sahiplerinin hangi tür ihaleleri tercih edeceği açık değildir. Genel olarak, bu tür bir sorunun cevabı güçtür.⁴¹

1.4.2. DEĞER MODELİ

Bağımsız özel değerli (*Independent Private Value*) bir ihalede her teklif veren kendi değerini mutlak olarak bilmekte ve diğerlerinin ürüne biçtiği değeri tahmin edebilmektedir. Diğerlerinin değerini önceden bilmek oyuncunun stratejisini etkilese bile ürün için biçmiş olduğu değeri etkilemeyecektir. Teklif verenler arasındaki değer farklılıkları kendi beğenileri arasındaki gerçek farkı göstermektedir. Bu nedenle, teklif verenlerin her birinin özel değeri diğerlerinininkinden istatistiksel olarak bağımsızdır. Bu durum teklif verenin ürünü kişisel kullanım için satın aldığı ve yeniden satışa çıkarmayacağını düşündüğü durumlarda geçerlidir.⁴²

Ortak değerli (*Common Value*) bir ihalede ise satın alınan ürünün satın alan tarafından yeniden satışa çıkarılacağı düşünülerek teklif verilir. Sunulan teklifler teklif verenin kişisel değerlendirmesi olmayıp bir sonuca endekslidir. Bu yüzden ürünün değeri dışsal nedenlere bağlı olarak değişmektedir. Ortak değerli bir ihalede

⁴¹ Courcoubetis ve Weber, **a.g.e.**, s.317.

⁴² R. Preston McAfee, John McMillan, "Auctions and bidding", **Journal of Economic Literature**, Vol. 25, 1987, s. 705.

teklif verenlerin ihale konusu ürün hakkında farklı bilgi seviyesine sahip olmaları o ürün için farklı değerlendirme yapmalarına neden olmaktadır. Örnek olarak bir madenin değeri o madende ne kadar cevher olduğu ile ilgilidir. Bu maden ihale konusu olmuşsa bu durumda teklif verenlerin biçmiş oldukları değer, içindeki cevher miktarının ne kadar olduğuna dair sahip oldukları bilgi seviyesine göre değişir.

1.4.3. ASİMETRİK BİLGİ

İhaleler teoride tam bilgili ve kısmi bilgili olarak ayrılrsa da gerçek yaşamda uygulanan ihaleler tamamen kısmi bilgiye dayalı oyunlardır. Bir değişim veya alım-satım işlemi söz konusu olduğunda işlemin niteliği hakkında taraflar eşit bilgiye sahip olabildiği gibi birisi diğerinin bilmediği bir bilgiye de sahip olabilir⁴³. Bu gibi durumlarda asimetrik bilgiden söz edilebilir.

Asimetrik bilgi ihaleyi tasarlayan için önemli bir problemdir. Bilginin tam olarak paylaşıldığı durumlarda problemin çözümüne ulaşmak daha rahattır. Teklif verenlerin maliyetlerinin farklı olması onları asimetrik kılmaktadır. Daha önce de belirtildiği gibi oyuncuların asimetrik olmasının artan ihale türlerine etkisi en alt seviyede olmaktadır. Yani ihale fiyatı teklif verenin ürün için biçmiş olduğu değeri geçmediği sürece ihalede kalması optimumdur. En yüksek değerlemeye sahip olanın ihaleyi kazanması durumunda ise ihalenin etkinliği sağlanmış olacaktır.

1.4.4. LİSANS BEDELİ

Lisans bedeli maddi olmayan ve ürünler üzerindeki lisanslı düşünce, patent, marka değeri gibi fikri değerlere göre yapılan ödeme türüdür. Bu ödeme türüne sahip bir ihalede ödeme tutarı bu değerlerden faydalanma derecesine göre değişiklik gösterebilir. Uygulamada çoğu zaman satışa konu edilen ürünlerden elde edilen hasılatın belirli bir yüzdesi şeklinde hesaplandığı görülmektedir. İhaleyi kazananın yapacağı ödeme miktarı ihale sonrasında satıcı tarafından açıklanan ürünün değerine

⁴³ McAfee ve McMillan, **a.g.e.**, s. 699.

göre değişir. Lisans haklarına bağlı olarak bir ödeme sistemi aşağıdaki şekilde lineer bir eşitlikle gösterilebilir.⁴⁴

v = Ürünün ihale esnasında bilinmeyen değeri

l = Lisans ödemesi oranı

b = Kazanan teklif tutarı

p = Ödeme miktarı

Her bir $l \geq 0$ için $p = b + l \cdot v$ dir.

İhaleyi düzenleyen l 'yi sabit tutup b 'yi ihaleye sunabilir veya b 'yi sabit tutup l 'yi ihaleye sunabilir. Her ikisini birden de ihale konusu yapabilir. Burada lisans ödemesi oranının 1 yakın olması ahlaki tehlike (*moral hazard*) yaratabilir. Bunun nedeni üretim miktarının ihaleyi kazanan tarafından belirlenmesi ve satıcının ihaleyi kazananın faaliyetlerini kontrol edememesidir. İhale katılımcıları artan üretim miktarına rağmen l 'nin artması nedeniyle daha az gelir elde edeceklerini bildiklerinden v değeri buna bağlı olarak düşer. Tam tersi bir durumda yani $l = 0$ olduğunda ise satıcının geliri minimum düzeydedir. Dolayısıyla ihaleyi düzenleyenin optimum lisans ödemesi oranını belirlemesi önemlidir.

1.5. İHALELERDE FİYATI ETKİLEYEN UNSURLAR

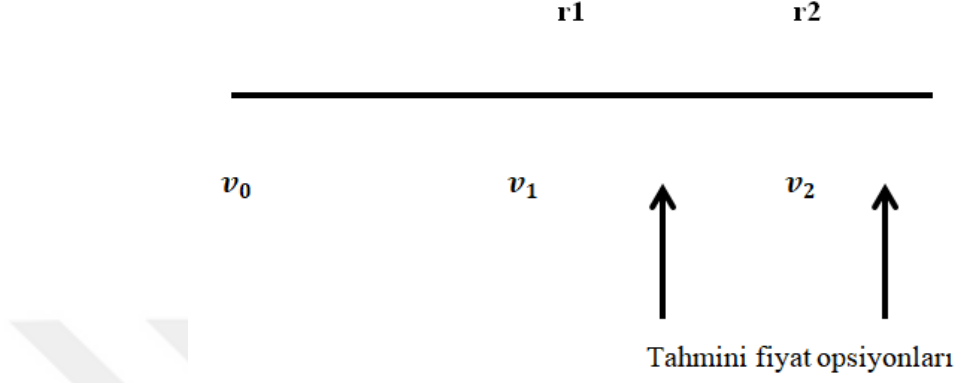
İhalelerde fiyatı etkileyen unsurlar tahmini fiyat (*reserve price*), katılımcı sayısı ve teklif verenler arasında yapılan gizli anlaşmalardır.

1.5.1. TAHMİN EDİLEN FİYAT

Bazı ihalelerde ihale konusu ürüne ilişkin olarak bir alt veya üst değer belirlenebilir. Tahmin edilen fiyat ürünün değerinin altında veya satınalma ihalesi ise üstünde

⁴⁴ A.e., s. 717.

kalmasını engellemek için kullanılan bir enstrümandır. Bu değer ihale düzenleyicisi tarafından katılımcılar arasında gizli bir anlaşma yapılması ihtimaline karşı kullanılır.



Şekil 1 Bir ihalede satıcı ile alıcı arasındaki değer dağılımı

Kaynak: Birgit Jacobsen, “Auctions without competition: The case of timber sales in the Murmansk Region”, **International Institute for Applied Systems Analysis**, Interim report IR-99-072, December 1999, s. 4.

Şekil 1’de v_0 değeri satıcının ürünü satamadığında elde ettiği geliri göstermektedir. Bu değer sıfırdır. v_1 birinci teklif verenin ürün için biçmiş olduğu değeri v_2 ise ikinci teklif verenin değerini göstermektedir. İhalenin v_1 değerlemesi ile ikinci teklif veren tarafından kazanılması durumunda satıcının geliri $v_1 - v_0$ kadar olacaktır. İhaleyi kazananın elde edeceği gelir ise $v_2 - v_1$ kadar olacaktır. Satıcı ürünün değerini biliyorsa bu durumda v_2 ’nin altında fakat v_2 ’ye mümkün olduğu kadar yakın olan r_1 seviyelerinde bir tahmini bir fiyat belirlemesi gerekir. Fakat ürünün değerinin satıcı tarafından bilinmemesi durumunda r_2 gibi bir tahmini fiyat ile satış fiyatı belirleme ihtimali vardır. Bu durumda ihale etkin bir ihale olmayacak ve satıcı beklediği çok yüksek gelirin aksine hiçbir gelir elde edemeyecektir.⁴⁵

⁴⁵ Jacobsen, **a.g.e.**, s. 4.

1.5.2. KATILIMCI SAYISI

İhaleye teklif veren katılımcıların sayısının artması rekabeti artıracığından ortalamada satıcının gelirinin de artmasına neden olmaktadır.⁴⁶ Bulow ve Klemperer'in yaptığı çalışmaya göre ihalelerde oyuncular simetrik ise sürece fazladan bir oyuncunun daha dâhil olması durumunda satıcı açısından beklenen gelirin arttığı gözlemlenmiştir.⁴⁷ McAfee ve McMillan'a göre ise, ihalelerde oyuncu sayısı sonsuz olduğunda tam rekabet ortamı sağlanmış olacak ve fiyat en yüksek seviyede oluşacaktır.⁴⁸ Katılımcı sayısının gelir üzerindeki etkisi ilerleyen bölümlerde detaylı olarak analiz edilmiştir.

Herhangi bir ihale için beklenen gelirin teklif veren firma sayısı ile birlikte artacağı anlaşılmaktadır.

$$E(p) = (n-1)/(n+1) \quad 1-22$$

Buna göre öngörülen fiyat, teklif verenlerin sayısı (n) ile birlikte artacaktır.

İlk fiyat kapalı teklif ihalesi ve Hollanda tipi ihalede, yukarıda belirtilen en uygun teklif değeri, teklif verenlerin sayısının bir fonksiyonudur.

$$b_i = (n-1)/n(v_i) \quad 1-23$$

Buna bağlı olarak; teklif veren sayısı ve dolayısıyla satıcının elde edeceği kazanç birlikte artar.

İkinci fiyat kapalı teklif ihalesi ve İngiliz tipi ihalede ise ikinci yüksek teklifin öngörülen değeri değerlemelerin olasılık dağılımındaki sayıyla birlikte artar.

⁴⁶ A.e., s. 11.

⁴⁷ Jeremy Bulow, Paul Klemperer, "Auctions vs. Negotiations", **American Economic Review**, Vol. 86, No. 1, 1996, s. 180-194.

⁴⁸ McAfee ve McMillan, **a.g.e.**, s. 711.

Basit bir örnekle incelendiğinde; eğer sadece bir zar atılırsa, 5 gelme olasılığı $1/6$ 'dır. Eğer 2 zar atılırsa en az birinin 5 gelme ihtimali $2 \times (1/6) = 1/3$ 'e çıkar. Yani ne kadar çok zar atılırsa olasılık değeri o derece artar. Buradan çıkan sonuç ise şudur; teklif verenlerin sayısı sonsuza yaklaştıkça, ihale konusu ürün fiyatı mümkün olan en yüksek değerlendirme eğilimindedir.⁴⁹

İhale sonucunun bir diğer belirleyicisi de değerlemelerin dağılımının varyansıdır. Varyans ne kadar büyürse, birinci ve ikinci değerlendirme arasındaki ortalama fark ve kazanan teklif sahibinin ekonomik rantı da o derece büyür. Öte yandan, sabit ortalamalı bir dağılımın varyansını artırmak, ikinci en yüksek değerlemeyi de artırmaktadır. Bu normal ve uniform dağılımlarda bu şekilde gösterilmektedir.⁵⁰

İhalelerde teklif veren sadece bir kişi varsa bu durumda satınalma işlemi ihale ile sonuçlandırılmaz. Böyle bir durumda ikili anlaşma gerekir. Bu konuda makul sonuç Nash Pazarlık Çözümü ile elde edilir. Nash Pazarlık Çözümü değerlemeler arasındaki farkın dağıtımını pazarlık gücüne dayalı olarak yapabilmektedir.⁵¹

1.5.3. AÇIK VEYA GİZLİ ANLAŞMA

Bir ihalede teklif verenlerin önceden anlaşarak ürün fiyatının olması gerekenden daha farklı bir seviyede oluşması durumunda açık veya gizli anlaşmadan söz edilebilir. İhalelerde sürekli karşı karşıya gelen rakiplerin arasında belirli bir süre sonra ciddi bir rekabet olmadığı gözlemlenmiştir.⁵²

Bu durum teklif verenler rakip de olsa yeni firmaların ihaleye girmesini engellemek ve rekabeti azaltmak için gizli anlaşma yapabileceklerini göstermektedir. Aynı

⁴⁹ Tilman C. Becker, "E-commerce and Electronic Markets in Agribusiness and Supply Chains", **Proceedings of the 75th Seminar of the European Association of Agricultural Economists (EAAE)**, ed. G. Schiefer, R. Helbig ve U. Rickert, Bonn: Universität Bonn-ILB, Şubat 2001, s. 14-15.

⁵⁰ McAfee ve McMillan, **a.g.e.**, s. 711.

⁵¹ Jacobsen, **a.g.e.**, s. 5.

⁵² McAfee ve McMillan, **a.g.e.**, s. 724.

zamanda ürünlerin fiyat seviyelerinin olması gerekenden daha aşağıda değerlendirilmesine neden olmaktadır. Robinson teklif verenler arasında yapılabilecek gizli anlaşmaların artan ve ikinci fiyat kapalı teklif ihalelerinin, ilk fiyat ihalelerine göre daha uygun olduğunu belirtmiştir.⁵³ Bu yaklaşıma göre ikinci fiyat ihalelerinde anlaşma sonucu seçilen taraf yüksek fiyat verdiğinden ve diğerleri de çok düşük fiyat teklifinde bulunduklarından hiçbir teklif veren anlaşmayı bozmak için güdülenmez. İlk fiyat ihalelerinde ise anlaşma sonucu seçilmiş olan teklif veren çok düşük fiyat vereceğinden anlaşmanın diğerleri tarafından bozulması ihtimali vardır.

İhale piyasalarında anlaşma, fiyatın ya da bir başka deyişle kazanan teklifin iki veya daha fazla potansiyel alıcının işbirliği sonucu oluşmasını ifade etmektedir. Söz konusu işbirliği ürün fiyatının olması gerekenden daha farklı bir seviyede oluşmasına neden olmaktadır.⁵⁴

1.6. İHALELERDE GELİR KARŞILAŞTIRMASI

İhaleyi düzenleyenlerin ürünlerini hangi amaçla satışa çıkardıkları (en yüksek fiyat, kaynakların etkin dağılımı gibi) ve buna bağlı olarak hangi yöntemi kullanacaklarını bilmeleri önem teşkil eder. Sahip oldukları bilgi düzeyi yöntem belirlemede kolaylık sağlamaktadır. Bu doğrultuda isteklilerin farklı ihale kuralları ve yöntemleri altında eşit derecede bilgiye sahip olmaları durumunda ne şekilde davranacaklarına bakılmalıdır. Genel bir ihale problemine göre;

- Teklif verenlerin ürün için biçmiş oldukları değer diğerleri tarafından biliniyorsa,
- Teklif verenlerin ürün için biçmiş oldukları değer özel ve birbirinden bağımsızsa,
- Oyuncular risk nötr ise,
- Ödeme tutarı sadece ihaledeki teklif miktarları üzerinden yapılıyorsa,

⁵³ Marc S. Robinson, "Collusion and the Choice of Auction", **The RAND Journal of Economics**, Vol. 16, No. 1, 1985, s. 141-145.

⁵⁴ Hakan Bilir, **İhale Piyasalarında Rekabet Politikaları: Rekabetin Sağlanması ve Korunması**, Rekabet Kurumu, Ankara, 2004, s.25.

tüm ihale yöntemleri satıcının aynı geliri elde etmesini sağlamaktadır. Buna Gelir Denkliği Teoremi (*Revenue Equivalence Theorem*) denir. Her i teklif vereni ürüne biçmiş olduğu v_i değerini bilmektedir. Bu değer bağımsız özel değerli bir ihalede gerçek değerken ortak değerli bir ihalede algılanan değeri yansıtmaktadır. Her bir teklif veren diğerlerinin sayısını, risk tutumunu, ürün için biçmiş oldukları değerlerin dağılım fonksiyonunu ve kendisinin bu bilgilere sahip olduğunun diğerleri tarafından bilindiğini de bilmektedir.

Bu bilgilere bağlı olarak her teklif veren en yüksek ne kadarlık bir teklifte bulunacağını bilmektedir. Nash dengesine göre herkes kendi değerinin bir fonksiyonu olacak şekilde teklifte bulunmaktadır. Burada da herkes kendi teklifini bu yöntemle seçmektedir. Teklif verenler farklı davranırsa dahi sonuç hep aynı kalmaktadır.

Her ne kadar dört ihale yöntemi aynı sonucu verse de ilk ve ikinci fiyat ihalelerinde uygulamada farklılıklar olabilmektedir. Örneğin artan fiyatlı ihale türünde her teklif veren, ihale fiyatı kendi değerine ulaşana kadar sürekli teklif vermekte iken, ikinci fiyat kapalı teklif türünde ise doğrudan kendi teklifini sunmaktadır. İlk ve azalan fiyat türlerinde teklif verenler kendi gerçek değerlerinden daha aşağıda bir teklifte bulunurlar. Bu miktarın gerçek değerden ne kadar aşağıda olacağı da diğerlerinin biçmiş oldukları değerlerinin olasılık dağılımına ve katılımcı sayısına bağlıdır.

Gelir denkliği aynı zamanda oyuncuların nötr risk yaklaşımında olmaları durumunda geçerlidir. Bununla birlikte Vickrey, ihaleyi düzenleyenin risk karşıtı olması durumunda ikinci fiyat ihale yöntemini seçeceğini belirtmiştir.⁵⁵ Bunun nedeni ilk fiyat ihalelerinde teklif miktarındaki varyansın ikinci fiyat ihalelerine göre daha yüksek olmasıdır.

Belirli bir ihale problemini çözmek için kullanılan standart prosedür, diğer oyunlarda olduğu gibi, önce denge stratejilerini çözmek ve daha sonra denge getirilerini

⁵⁵ Vickrey, *a.g.e.*, s. 8-37.

hesaplamaktır. Bu prosedür, tabii ki, sadece tekdüze dağılımlara değil olasılık dağılım fonksiyonlarına da uygulanabilir.

Örnek olarak tüm teklif verenlerin değerlemesinin Uniform Dağılım $[0,1]$ aralığında dağıldığı ve satıcının kendi değerlemesinin ve minimum fiyatın sıfıra eşit olduğu varsayılırsa,

teklif fonksiyonu $b^* : [0,1] \rightarrow \mathbb{R}^+$ durumda iken;

$$b^*(v) = v \text{ (İngiliz tipi ihale)} \quad 1-24$$

$$b^*(v) = \left(1 - \frac{1}{n}\right) v \text{ (Hollanda tipi ihale)} \quad 1-25$$

Her iki ihale tipinde de beklenen gelir aşağıdaki gibi olacaktır.

$$E(p) = \frac{n-1}{n+1} \quad 1-26$$

Denge kazanç miktarlarına göre ise;

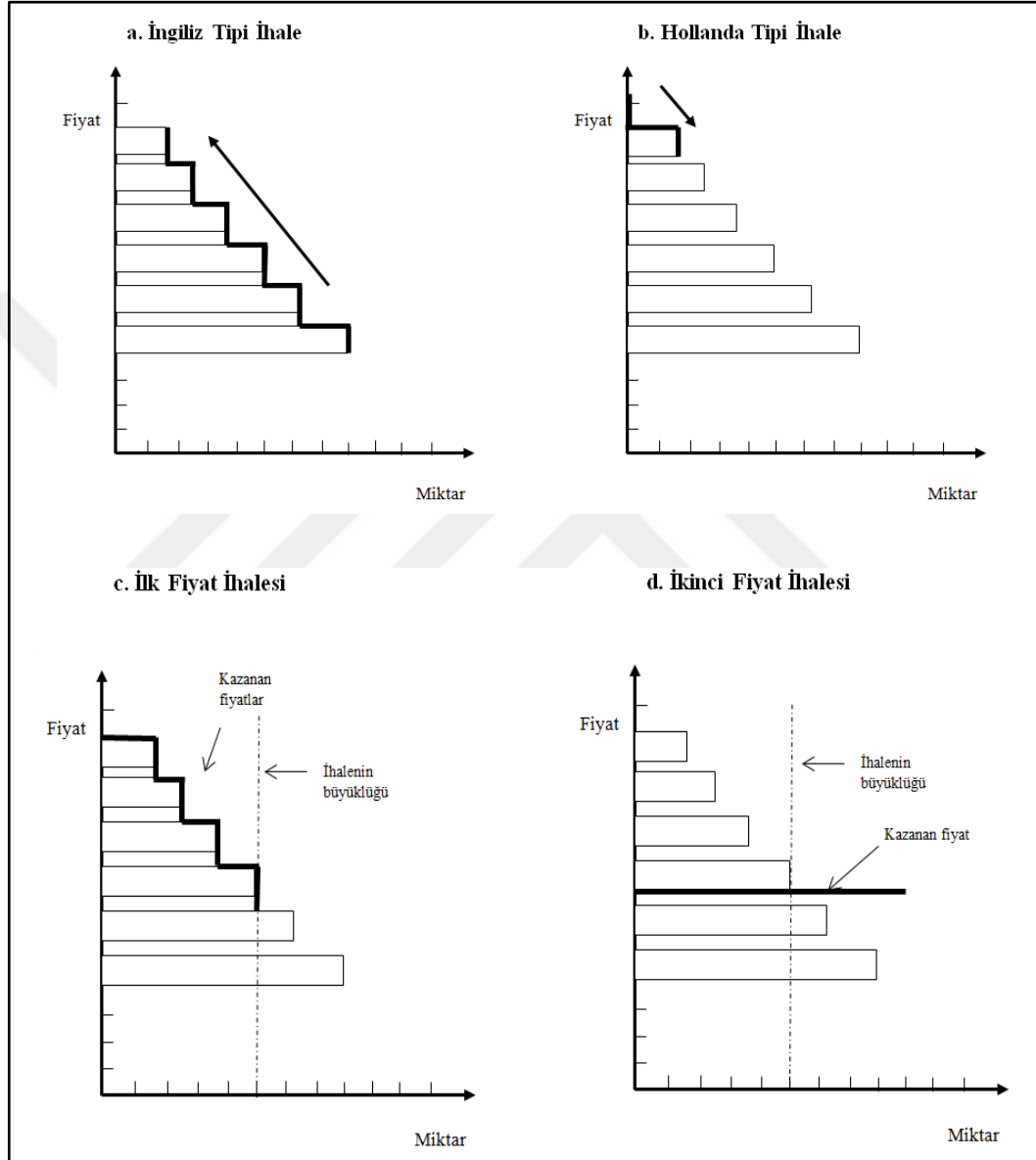
$$U^*(v) = \frac{v^n}{n} \text{ (Teklif verenlerin beklenen geliri)} \quad 1-27$$

$$E(p) = \frac{n-1}{n+1} \text{ (Satıcının beklenen geliri)} \quad 1-28$$

Bu aynı zamanda ödeme denkliğini de ifade etmektedir. Dahası, daha yüksek teklif verenler, satıcının avantajına ve teklif sahiplerinin dezavantajına karşı daha sert bir rekabet içerisinde olmaktadır.⁵⁶

⁵⁶ Elmar Wolfstetter, “Auctions: An Introduction”, **Journal of Economic Surveys**, Volume 10, No.4, s. 373.

Feldman ve Mehra⁵⁷ ihale yöntemlerinin avantajlarını ve dezavantajlarını incelemişler ve bu yöntemleri grafiksel olarak Şekil 2'deki gibi birbirleriyle karşılaştırmışlardır.



Şekil 2 İhale Yöntemleri

Kaynak: Robert A. Feldman, Rajnish Mehra, “Auctions: Theory and Possible Applications to Economies in Transition”, **International Monetary Fund Working Paper**, February 1993, s. 4a.

⁵⁷ Robert A. Feldman, Rajnish Mehra, “Auctions: Theory and Possible Applications to Economies in Transition”, **International Monetary Fund Working Paper**, February 1993, s. 4a.

Yöntem	Kural	Strateji	Beklenen gelir
İngiliz Tipi İhale	Satıcı ilk fiyatı duyurur. Teklif verenler tekliflerini artan bir şekilde yapabilirler ve ihale süresince istedikleri zamanda tekliflerini yenileyebilirler. İhale teklif gelmeye kadar devam eder.	Oyuncu stratejileri, a) Kişisel olarak ürüne biçmiş oldukları değer, b) Rakiplerinin biçmiş oldukları değer konusunda kendi görüşleri, c) İhale boyunca elde ettikleri yeni bilgilerin bir fonksiyonudur.	Oyuncunun beklenen geliri; Oyuncunun ürüne biçmiş olduğu değer ile vermiş olduğu en yüksek teklif arasındaki fark kadardır.
Hollanda Tipi İhale	Satıcı ilk fiyatı duyurur. Teklif verenlerden birisi düşen fiyatı herhangi bir kademede kabul edip ihaleyi durdurana kadar devam eder.	Oyuncu stratejileri, a) Kişisel olarak ürüne biçmiş oldukları değer, b) Rakiplerinin biçmiş oldukları değer konusunda kendi görüşlerinin bir fonksiyonudur. İhale süresince yeni bir bilgi elde edilmemektedir.	Oyuncunun beklenen geliri; Oyuncunun ürüne biçmiş olduğu değer ile ihaleyi kazanan teklif arasındaki fark kadardır.
İlk Fiyat İhalesi	Teklifler yazılı ve kapalı olarak yapılmaktadır. En yüksek teklifi veren ihaleyi kazanmakta ve teklif ettiği fiyattan ürünü almaktadır.	Hollanda Tipi İhale ile aynıdır.	Oyuncunun beklenen geliri; Oyuncunun ürüne biçmiş olduğu değer ile ihaleyi kazanan teklif arasındaki fark kadardır.
İkinci Fiyat İhalesi	Teklifler yazılı ve kapalı olarak yapılmaktadır. En yüksek teklifi veren ihaleyi kazanır fakat verilmiş olan en yüksek ikinci teklifteki ödemeyi yapar.	Hollanda Tipi İhale ile aynıdır.	Oyuncunun beklenen geliri; Oyuncunun ürüne biçmiş olduğu değer ile verilen en yüksek ikinci teklif arasındaki fark kadardır.

Tablo 1 Farklı İhale Yöntemlerinin Karakteristiği

Kaynak: Robert A. Feldman, Rajnish Mehra, “Auctions: Theory and Possible Applications to Economies in Transition”, **International Monetary Fund Working Paper**, February 1993, s.7.

Sonuç olarak; Eğer n sayıda alıcının sunacağı teklif bağımsız özel değerli bir dağılıma göre belirlenirse, dört ihale türü de (ilk fiyat kapalı teklif, ikinci fiyat kapalı teklif, Hollanda tipi ihale ve İngiliz tipi ihaleler) satıcı için aynı düzeyde beklenen geliri üretmektedir.⁵⁸

İhaleler oyun teorisinin en başarılı uygulamalarından biri olarak matematik ve ekonomi bilimlerine önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. Her ne kadar oyun teorik modellerin büyük kısmının gerçek yaşamda uygulanmasının imkânı çok kısıtlı olsa da bazı ihale modellerinin belirlenmiş güçlü özellikleri olması nedeniyle pratikte de kullanılmasına olanak sağlamaktadır.

⁵⁸ Yılmaz, **a.g.e.**, s. 338.

İKİNCİ BÖLÜM

PAZARLIK TEORİSİ

Pazarlık Teorisi Oyun Teorisinin alt başlıkları içerisinde yer almaktadır. Temeli karar analizine dayanan oyun teorisi kişilere, ülkelere ve kurumlara belirli stratejiler çerçevesinde birbirleriyle olan ilişkilerinde fayda sağlamaktadır. Günümüzde matematik ve ekonomi gibi bilim dalları başta olmak üzere pek çok alanda oyun teorisi üzerine yapılan çalışmalar artarak devam etmektedir. Maschler, Solan ve Zamir Oyun Teorisini etkileşimli karar verme durumunu analiz etmek ve modellemek için matematiksel araçları kullanan bir metodoloji olarak tanımlamışlardır.¹ Burada etkileşimli karar ile belirtilmek istenen bir oyuncunun kazancının bir başka oyuncunun seçtiği stratejiye bağlı olması durumudur.

2.1. TARİHÇESİ VE GELİŞİMİ

Oyun teorisi farklı seçeneklere sahip olan oyuncuların davranışlarına göre İşbirlikçi Oyunlar (*Cooperative Games*) ve İşbirlikçi Olmayan Oyunlar (*Non-cooperative Games*) olmak üzere ikiye ayrılır.

Pazarlık teorisi içerisinde de hem işbirlikçi hem de işbirlikçi olmayan modeller mevcuttur. İşbirlikçi pazarlık modellerinde sanki hayali bir hakem taraflara bazı pazarlık sonuçları teklif ediyormuş gibidir. İşbirlikçi olmayan modellerde ise teklifler ve karşı tekliflerin süre geldiği ardışık bir sistem uygulanır.² İşbirlikçi olmayan pazarlık modeli ilk defa Ariel Rubinstein'in "*Perfect Equilibrium in a Bargaining Model*"³ adlı çalışmasında tanımlanmıştır. Rubinstein'in modelinde oyuncular sırasıyla birbirlerine alternatif tekliflerde bulunmaktadır. Modele göre pazarlığa konu olan fazlalık değerini paylaşımı alt oyun mükemmel dengeye bağlıdır. Ayrıca

¹ Michael Maschler, Eilon Solan, Shmuel Zamir, **Game Theory**, United States of America, Cambridge University Press, New York, 2013, s. xxiii.

² Hakan Karabacak, **Herkes İçin Oyun Teorisi**, Ankara, Seçkin Yayıncılık, Şubat 2016, s. 278.

³ Ariel Rubinstein, "Perfect Equilibrium in a Bargaining Model", **Econometrica**, Vol. 50, No. 1, 1982, s. 97-109.

oyuncuların mevcut durumda yaptıkları güçlü tercihler gelecekteki kazanımları üzerinde aynı oranda etkili olmaktadır.

İşbirlikçi bir oyun olan aksiyomatik pazarlık modeli ise bazı istenen koşullara sahip pazarlık çözümlerini tanımlamaktadır. Bu tezde aksiyomatik pazarlık modeline odaklanılmış olup, detaylı incelemesi yapılmıştır.

1944 yılında matematikçi John von Neumann ve ekonomist Oskar Morgenstern, “*Theory of Games and Economic Behaviour*”⁴ adlı çalışma ile ilk defa iki kişilik sıfır toplamli oyunları tanımlamış ve oyun teorisinin bir disiplin olarak bilimsel literatürde yer almasını sağlamışlardır. Neumann ve Morgenstern çalışmanın 1947 yılında yayınlanan 2. baskısında⁵ beklenen fayda teorisine değinmişler ve bu konuyla ilgili kavramları ortaya koymuşlardır.

Bu tarihten sonra oyun teorisine en önemli katkıyı John F. Nash 1950 ve 1953 yılları arasında yazdığı 4 makale ile yapmıştır.

1950 yılında yazdığı ilk makalede n sayıda oyuncu için denge noktasının tanımını yapmıştır.⁶ Aynı yıl yazmış olduğu “*The Bargaining Problem*”⁷ başlıklı makalede ise oyun teorisi kapsamında aksiyomatik pazarlık problemi tanımlanmış ve bu problemin çözümü açıklanmıştır. Nash, çalışmasında pazarlık durumundaki tarafların faydasını maksimize edecek belirli aksiyomlara dayanan işbirlikçi bir oyun modeli geliştirmiştir. Nash’e göre işbirlikçi bir oyun sonucunda oluşan toplam kazanç bireysel kazançların toplamından büyük olmalıdır.

⁴ John von Neumann, Oskar Morgenstern, **Theory of Games and Economic Behavior**, United States of America, Princeton University Press, 1944, b.a.

⁵ John von Neumann, Oskar Morgenstern, **Theory of Games and Economic Behavior**, 2. bs., United States of America, Princeton University Press, 1947, b.a.

⁶ John F. Nash, Jr., “Equilibrium Points in n -Person Games”, **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, Vol. 36, No.1, 1950, s. 48-49.

⁷ John F. Nash, Jr., “The Bargaining Problem”, **Econometrica**, Vol. 18, No. 2, 1950, s. 155-162.

Nash'in açıkladığı çözümden sonra literatürde bazı aksiyomları eleştirilmiş ve farklı görüşler ortaya çıkmıştır. Nash pazarlık çözümünün varyasyonları içerisinde en bilinen çalışma 1975 yılında Kalai ve Smorodinsky tarafından “*Another Solution to Nash Bargaining Problem*”⁸ isimli makaleyle kaleme alınmıştır. Kalai ve Smorodinsky çalışmalarında Nash'in esas aldığı aksiyomlardan biri olan İlgisiz Alternatiflerin Bağımsız sonuçlarının yerine çözümde Monotonluk ilkesini öne sürmüşlerdir.

2.2. PAZARLIK PROBLEMİ

Pazarlık problemleri asıl olarak paylaşım konusuna odaklanmaktadır. Alışveriş yapan taraflar pazarlık konusu olan ürüne farklı değerlendirme yaptıklarında ortaya bir değer fazlası (*surplus*) çıkmaktadır. Bu değer fazlası aynı zamanda bir oyunda iş birliği sonucu ortaya çıkan kazançtır.⁹

Anlaşma olursa fazla değer taraflar arasında paylaşılır, eğer anlaşma olmazsa her oyuncu bireysel kazancını alır ve böylece fazla değer de ortadan kalkar. Pazarlık probleminin amacı oluşan bu fazla değer nasıl paylaşılacağı sorusuna cevap aramaktır.

Pazarlık probleminin çözümde oyuncuların herhangi birinin kazancını azaltmadan en az bir oyuncunun kazancını artırabilecek başka bir sonuç yoksa Pareto Optimum'dur. Ayrıca her oyuncunun olası anlaşmalar konusundaki tercihlerinin bir Neumann-Morgenstern¹⁰ fayda teoremi fonksiyonu ile temsil edileceği varsayılmaktadır.

⁸ Ehud Kalai, Meir Smorodinsky, “Other Solutions to Nash's Bargaining Problem”, **Econometrica**, Vol. 43, No. 3, 1975, s. 513-518.

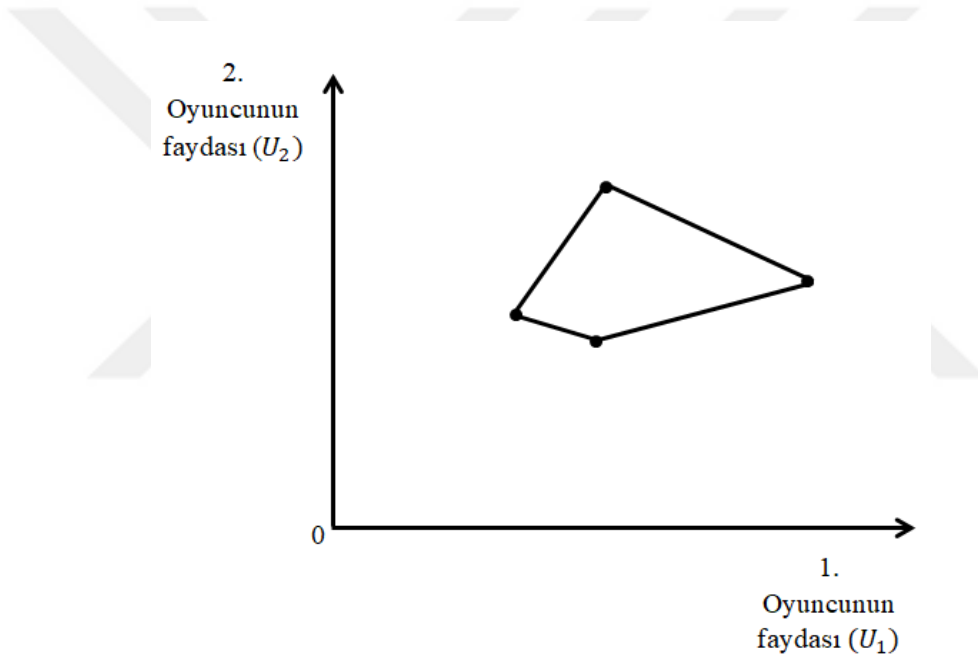
⁹ Abhinav Muthoo, “A Non-Technical Introduction to Bargaining Theory”, **World Economics**, Vol. 1, No. 2, 2000, s. 151.

¹⁰ Neumann ve Morgenstern, **a.g.e.**, s. 15.

2.3. PAZARLIK KOŞULLARI

İki kişilik bir pazarlık problemi Olası Anlaşmalar Kümesi (S)’den ve Anlaşmazlık Noktası (d)’den oluşur ve (S, d) çifti olarak gösterilir. Buna göre;

- Olası anlaşmalar kümesi, sınırlıdır, kapalıdır ve $\mathbb{R}^2$ ’nin konveks alt kümesidir. Burada, konvekslik, olası anlaşmalar kümesi içerisinde seçilen herhangi iki noktayı birleştiren bir doğru üzerindeki bütün noktaların her durumda küme içerisinde kalıyor olması demektir.



Şekil 3 Sınırlı, Kapalı ve Konveks Küme

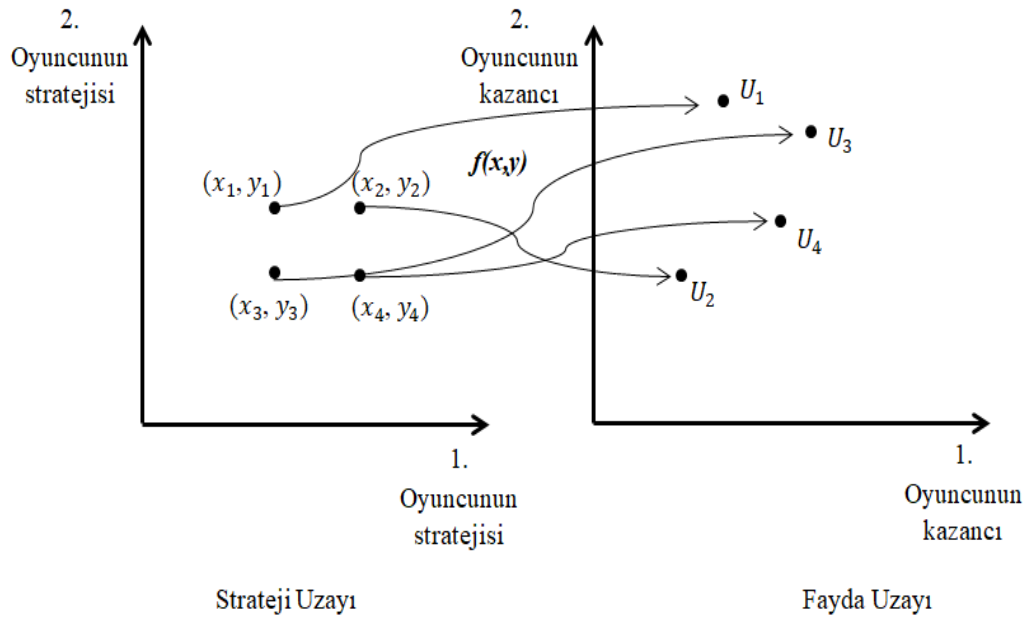
- Pazarlık problemi sonucunda oluşan çözüm benzersizdir ve sadece tek bir noktayı ifade eder. Bu nokta aynı zamanda her bir oyuncunun kazancını gösteren kazanç çiftidir. Belirtilen çözüm mutlaka olası anlaşmalar kümesi içerisinde yer alır. Diğer bir ifadeyle $(U_1, U_2) \in S$ ’dir.

Yukarıda yer alan tanımlamalardan hareketle;

$$B \text{ (Pazarlık Problemi)} = (S, (U_1, d_1), (U_2, d_2))^{11}$$

U (Fayda Dağılımı) = $\{[U_1(s), U_2(s)] : s \in S\}$ şeklinde yazılır.

Pazarlık probleminde oyuncuların strateji uzayı içerisindeki çıktıları çözüm fonksiyonu sayesinde fayda miktarına dönüşmektedir. Örneğin 4 çift ayakkabı üretmek bir strateji iken bu ayakkabıların sağlayacağı fayda 200 TL'lik kazanç olacaktır.



Şekil 4 Strateji - Fayda İlişkisi

Kaynak: Ken Binmore, **Playing for Real: A text on Game Theory**, New York, Oxford University Press, 2007, s. 462.

Her pazarlık problemi çözümü için önceden tespit edilmesi gereken iki kavram vardır. Bu kavramlar Olası Anlaşmalar Kümesi ve Anlaşmazlık Noktasıdır.

¹¹ Ensar Yılmaz, **Oyun Teorisi**, Gözden Geçirilmiş 2. bs., Literatür Yayınları, İstanbul, Ekim 2012, s. 354.

a. Olası Anlaşmalar Kümesi (*Feasible set*)

Oyuncuların birlikte uygulayabilecekleri mümkün olan tüm stratejileri içeren ve en az anlaşmazlık durumunun sağlayacağı kazanç kadar fayda sağlayabilen pazarlık kümesidir. Genellikle *S* harfi ile gösterilir.

b. Anlaşmazlık Noktası (*Disagreement point*)

Anlaşmazlık noktası alışveriş işlemi gerçekleşmediği takdirde oyuncuların alacağı değerdir. Bu nokta her iki rasyonel oyuncunun oyuna girmesi için yeterli olan minimum kazanç değeridir. Herhangi bir oyuncunun pazarlık sonucu elde edeceği fayda bu noktanın sağlayacağı faydadan daha düşük kalıyorsa pazarlık oyunu gerçekleşmez. Anlaşmazlık noktası pazarlık çözümünün sonucuna doğrudan etki eder. Genellikle *d* harfi ile gösterilir.

2.4. PAZARLIK ÇÖZÜMLERİ

Pazarlık çözümünün ortaya çıkan değer fazlasının paylaşımı ile ilgili olarak alıcı ve satıcının anlaşmasını sağlayan bir yol olduğu yukarıda belirtilmişti. Bunu bir örnekle açıklamak gerekirse bir mobilya üreticisinin üretmiş olduğu koltuğun maliyetinin 1.000 TL ve potansiyel bir alıcının bu ürün için biçmiş olduğu değer 2.000 TL olduğu varsayılmaktadır. Bu alışveriş alıcının yaptığı değerlemenin üst sınır değerinde gerçekleştiği takdirde ortaya 1.000 TL'lik değer fazlası çıkar.

Bu örnekte alıcı ürün maliyetinin 2.000 TL'den daha küçük olduğunu bilmektedir. Satıcısı ise ürünün değerinin 1.000 TL'den daha büyük olduğunu bilmektedir. Ancak işlemin gerçekleşmesi için iki taraf da bir fiyat üzerinde anlaşmak zorundadır. Taraflar olası bir alışverişte mümkün olan en yüksek fazlalığı elde etmek için uğraşacaklardır.

Alıcı ürünü mümkün olan en düşük değerle almak isterken satıcı ise en yüksek değerle satmak istemektedir. Ya ikisinin de mutabık kaldığı bir fiyat üzerinde anlaşacaklar ya da alışveriş gerçekleşmeyecektir. Diğer bir deyişle yaratılan fazlalık oyuncuların razı olduğu şekilde dağıtılırsa alışveriş gerçekleşecek eğer fazlalık

oyuncularдан birinin beklentileri doğrultusunda dağıtılmazsa alışveriş de olmayacaktır.

Pazarlık çözümü ortaya çıkan bu fazlalığın bölüşülmesi için kabul edilebilir bir yol sunar ve aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$f: (U, d) \rightarrow S$$

Daha önceki bölümde de belirtildiği üzere;

$U \subseteq \mathbb{R}^2$ ve $S, d \in \mathbb{R}^2$ 'dir.

U olası bir anlaşma durumunda oyuncuların faydalarını gösterirken, d ise anlaşmazlık noktasını göstermektedir. Yukarıdaki örnekte;

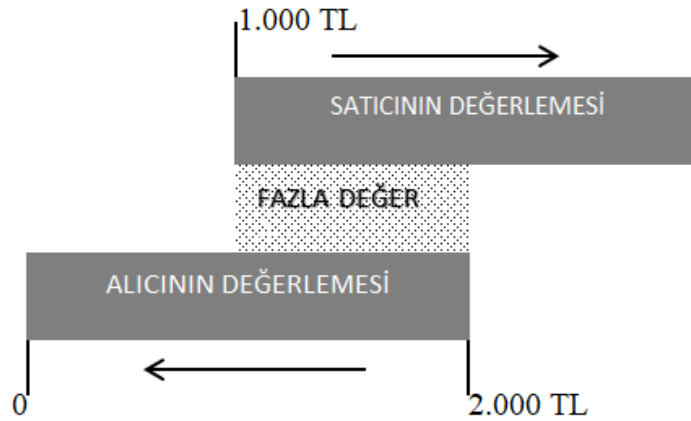
ürün fiyatı $\in [1.000 \text{ TL}, 2.000 \text{ TL}]$, ve

$x + y \leq 1.000 \text{ TL}$,

$x \geq 0$,

$y \geq 0$ 'dır.

Olası anlaşmalar kümesi içerisindeki bir (x,y) noktası satıcının x kadar bir fazlalık elde ettiğinde alıcının da y kadar bir fazlalık aldığını gösterir. Yani satıcı koltuğu $(1.000 \text{ TL} + x)$ 'e satarken alıcı $(2.000 \text{ TL} - y)$ kadar ödeme yapar. Yapılan işlemin illüstrasyonu Şekil 5'de gösterilmiştir.



Şekil 5 Olası Anlaşma Bölgesi (ZOPA – *Zone of Possible Agreement*)

Grafik üzerinde gösterilen fazla değer aynı zamanda Olası Anlaşma Bölgesi (ZOPA – *Zone of Possible Agreement*) olarak adlandırılır. Alıcı taralı bölge içerisinde mümkün olduğu kadar sol tarafa satıcı ise sağ tarafa yaklaşmak isteyecektir. Alıcı ve satıcının alışverişten beklediği minimum veya maksimum değerler sağlanmadığı takdirde bu alanın dışında kalınır ve işlem gerçekleşmez.

Pazarlık sınırları içerisindeki her nokta pareto optimum bir sonuç verebilir. Bir pazarlık durumunda oyuncular her zaman pareto optimum bir noktada anlaşmak isterler çünkü en az bir oyuncunun, diğerlerinin çıkarını etkilemeden, daha iyi durumda olduğu bir sonuç bulmaya çalışırlar. Bu yüzden pareto optimum çözümler her zaman bir tane olmayabilir. Örnekte yer alan $x + y = 1.000$ TL pareto optimum sınırındır.

2.4.1. NASH PAZARLIK ÇÖZÜMÜ

Nash Pazarlık Çözümü iki oyuncu arasında paylaşım yapılması konusunda anlaşma sağlandığı takdirde uygulanabilir optimal bir çözüm yolu sunan yöntemdir.

Çözümünün temel mantığı ortaya çıkan değer fazlasının iki birey arasında eşit olarak paylaştırılmasına dayalıdır. Nash'e göre aynı pazarlık gücüne sahip oyuncular sadece bu tarz simetrik bir paylaşım ile oyunu en verimli şekilde tamamlayabilirler.

Genel pazarlık kuralı olarak paylaşım yapılabilmesi için taraflardan herhangi birisi paylaşılan nesnenin tamamını alamaz, böyle bir durumda her iki taraf da hiçbir şey alamaz ve kazançları sıfır olur. Tarafların payları θ_i ve θ_j olarak gösterildiğinde $\theta_i + \theta_j \leq M$ anlamlı bir sonuç verir ve bu durumda $d_i = 0$ ve $d_j = 0$ iken elde edecekleri paylar minimum $\theta_i > 0$ ve $\theta_j > 0$ olur. $\theta_i + \theta_j > M$ olması durumunda $\theta_i = 0$ ve $\theta_j = 0$ olacaktır ki bu pazarlık sürecinin hiç başlamaması anlamına gelmektedir.

Böyle bir problemin çözümü için standart teknik Nash ürünü (*Nash Product*) kullanmaktır.

$$\text{Nash Ürünü: } (\theta_i - 0)(\theta_j - 0)$$

Bu denklemin Lagrange fonksiyonu oluşturulduğunda;

$$L(\theta_i, \theta_j, \lambda) = (\theta_i - 0)(\theta_j - 0) + \lambda[1 - \theta_i - \theta_j] \quad 2-1$$

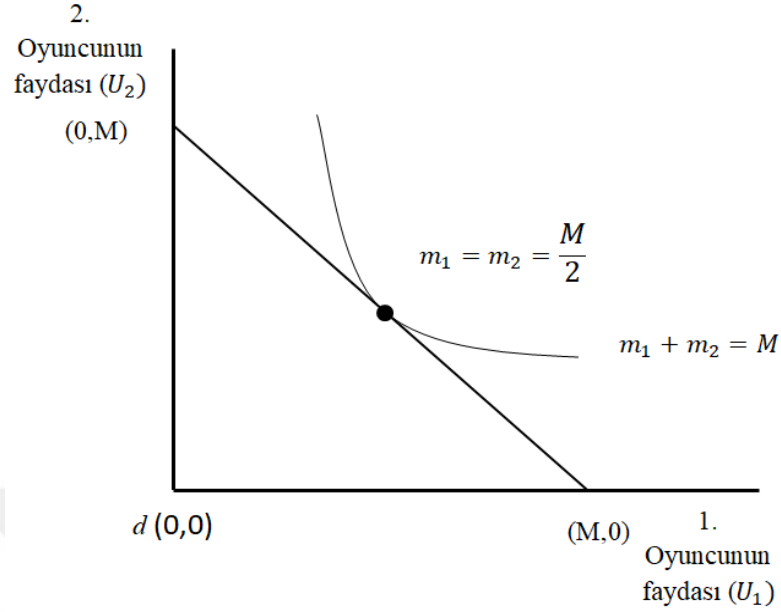
Amaç maksimizasyon olduğu için kısmi türevi alınarak sıfıra eşitlenir,

$$\frac{\partial L(\theta_i, \theta_j, \lambda)}{\partial \theta_i} = \theta_j - \lambda = 0 \quad 2-2$$

$$\frac{\partial L(\theta_i, \theta_j, \lambda)}{\partial \theta_j} = \theta_i - \lambda = 0 \quad 2-3$$

$$\frac{\partial L(\theta_i, \theta_j, \lambda)}{\partial \lambda} = 1 - \theta_i - \theta_j = 0 \quad 2-4$$

Buradan $\theta_j - \lambda = \theta_i - \lambda$ ise oyuncuların alacakları paylar $\theta_j = \theta_i = \frac{1}{2}$ olarak belirlenir. Yapılan paylaşımın grafik üzerindeki gösterimi Şekil 6'daki gibidir.



Şekil 6 Etkin Sınır (*Efficient frontier*)

Burada bir diğer önemli kavram da Etkin Sınırdır. Çözüm simetrik veya asimetrik olsa dahi her zaman etkin sınır üzerinde oluşmaktadır. Etkin sınır üzerindeki toplam fayda her noktada aynıdır. Yukarıdaki grafiğe bakıldığında etkin sınır üzerindeki bir çözüm noktasında, oyunculardan birinin faydası sıfır dahi olsa, toplam faydanın değişmeyeceği görülmektedir.

Nash Pazarlık Çözümünü etkin ve verimli kılan her iki oyuncunun beklentileri doğrultusunda maksimum kazancı sağlayabiliyor olmasıdır. Bu yüzden oyuncuların umut ettiği bir kazanç düzeyi ile bir beklenti içerisinde olması gerekir. Nash'e göre oyuncuların beklentisi pazarlık teorisi için önemli bir kavramdır.¹²

Oyun teorisinin en genel varsayımı olan bireysel rasyonellik koşuluna bağlı olarak, pazarlık oyununda da oyuncular bireysel çıkarları doğrultusunda mümkün olan en yüksek fayda düzeyine erişmek isteyeceklerdir. Bunun için her oyuncu işbirliği çerçevesinde kendi faydasını maksimize etmek isterken aynı zamanda oyunun denge noktasına gelmesini sağlayacaktır.

¹² Nash, **a.g.e.** s.156.

Nash pazarlık problemi oyuncuların rasyonel olmasının yanında ayrıca aşağıdaki unsurları da içermelidir.

- $N = \{1,2\}$ oyuncu sayısı
- $S \subset \mathbb{R}^N$ olası anlaşmalar kümesi
- $d = (d_1, d_2) \in S$ anlaşmazlık noktası
- (S,d) pazarlık problemi
- B pazarlık problemlerinin kümesi
- Her iki oyuncu için tek bir noktayı gösteren U_1, U_2 çözümü. Bu çözüm noktasının da S kümesi içerisinde yer alması gerekir.¹³

Buna göre $s \in S$ ve $s \geq d$ olmak koşuluyla Nash Pazarlık Çözümünün (*NBS - Nash Bargaining Solution*) denklemi;

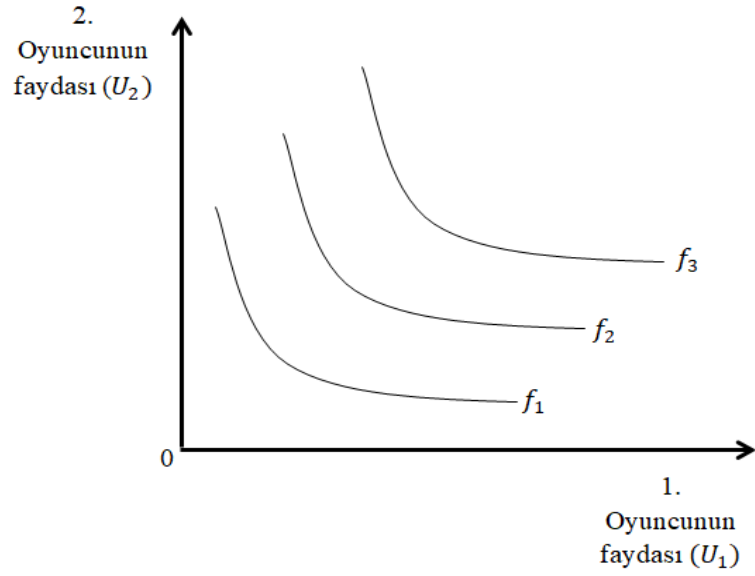
$$f_N(S,d) = \operatorname{argmax} (U_1(s) - d_1)(U_2(s) - d_2)$$

şeklindedir. Fonksiyonu maksimize eden değerler ise U_1, U_2 olarak gösterilir. Belirtilen nokta geometrik olarak optimal strateji vektörü şeklinde de ifade edilir.

Çözüm fonksiyonun grafiksel gösterimi kayıtsızlık eğrisi gibidir. Dolayısıyla kayıtsızlık eğrilerinde bulunan özelliklerin tamamını içermektedir. Kayıtsızlık eğrilerinin başlıca özellikleri şu şekildedir.

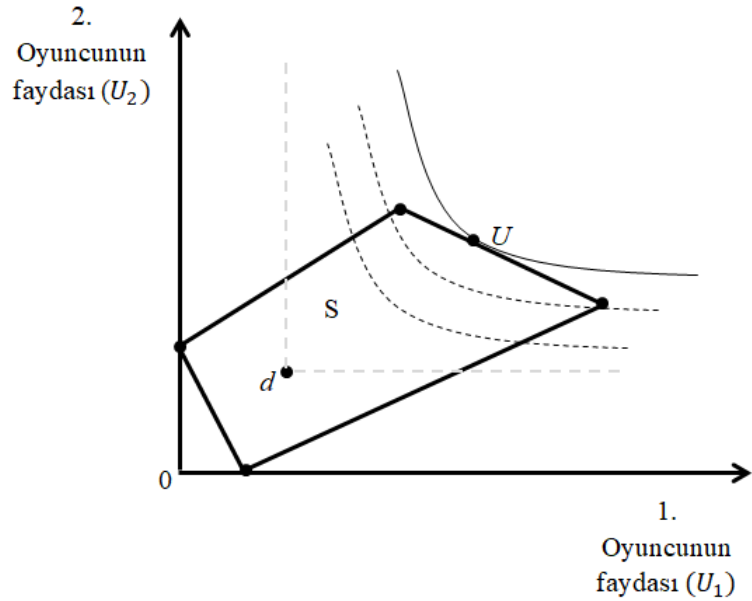
- 1- Negatif azalan eğime sahiptirler.
- 2- Eğriler birbirini kesmezler.
- 3- Kayıtsızlık eğrilerinde bir üstteki eğriye doğru gidildikçe daha yüksek toplam fayda değerine ulaşılır.
- 4- Orijine dış bükeydirler.

¹³ Karabacak, **a.g.e.**, s. 279.



Şekil 7 Kayıtsızlık Eğrileri

Bir oyunda olası anlaşmalar kümesi (S) farklı şekiller alabilir. Ancak her durumda sınırlı, kompakt (kapalı) ve konveks olması gereklidir. Nash Pazarlık Çözümü ise fonksiyonunun olası anlaşmalar kümesini terk etmeden önce kesiştiği en son, tek ve yegâne noktadır.



Şekil 8 Nash Pazarlık Çözümü

Nash kurduğu matematiksel modelde pazarlık çözümü kavramının taşıması gereken özellikleri tespit etmiştir.¹⁴ İdeal bir pazarlık sürecinde olması gereken ve ancak bu özelliklerin tümünü karşılayan benzersiz bir çözümün var olduğunu kanıtlamıştır.

2.4.1.1. Nash Pazarlık Aksiyomları

Nash'e göre çözümde olması gereken 5 aksiyom özetle şu şekildedir;

1. Pareto Etkinliği (Pareto Efficiency): Kısaca, bir pazarlık sonucu pareto etkinse diğer oyuncuların refahı aynı kalırken oyunculardan en az birinin faydasını kesin bir şekilde iyileştirmenin imkanı yoktur.¹⁵ Bunun dışında her iki oyuncuyu da daha iyi hale getirecek başka bir nokta olmamalıdır.

2. Bireysel Rasyonellik (Individual Rationality): Eğer her pazarlık problemi (S, d) için $f(S, d) \geq d$ ise bir pazarlık çözümü olan f bireysel rasyonellik özelliğini karşılar. Yani her oyuncu stratejisini kendisine en fazla avantaj sağlayacak şekilde seçmiş olmalıdır.

3. Lineer Dönüşümlerden Bağımsızlık (Invariant to Affine Transformations): Kazançların ölçüldüğü ölçek ve ya da ölçüm birimi doğrusal olarak değişirse, sonuç da aynı şekilde değişir. Bu özelliğe göre oyunun çözümü kazanç fonksiyonlarının lineer dönüşümlerine karşı hassas olmadığını gösterir. Örnek; bir oyunda her iki oyuncunun 100'er birim faydası var ise $U_1 = U_2 = 100$ olur. $U = \frac{u}{2} + 40$ şeklinde yeni bir fonksiyon tanımladığımızda oyunculara sağlanan fayda bu yeni fonksiyona göre yeniden belirlenecek ve $U_1 = U_2 = 90$ olacaktır. Yani kazanç fonksiyonu lineer bir değişime uğradığında Nash Pazarlık Çözümü de aynı oranda değişime tabi olacaktır ve yeni oluşacak fayda düzeyi oyunun pazarlık çözümü olmaya devam edecektir.¹⁶

¹⁴ A.e., s. 283.

¹⁵ Yılmaz, a.g.e., s. 355.

¹⁶ Karabacak, a.g.e., s. 284.

4. İlgisiz Alternatiflerden Bağımsızlık (*Independence of Irrelevant Alternatives*):

Eğer olası anlaşmalar kümesi (S) simetri ilkesine bağlı olarak genişletilirse genişletilmiş oyunun pazarlık çözümü orijinal oyunun çözüm noktasından başka bir nokta değildir. Bu koşul ilgisiz alternatiflerin ilk ihtimaller kümesinden elenmesi halinde bile Nash çözümünün değişmeyeceğini belirtir.

5. Simetri (*Symmetry*): Pazarlık kümesi içerisinde yer alan $d_1=d_2$ ise ve $U_1=U_2$ ise çözüm simetriktir.¹⁷

2.4.2. KALAI-SMORODINSKY PAZARLIK ÇÖZÜMÜ

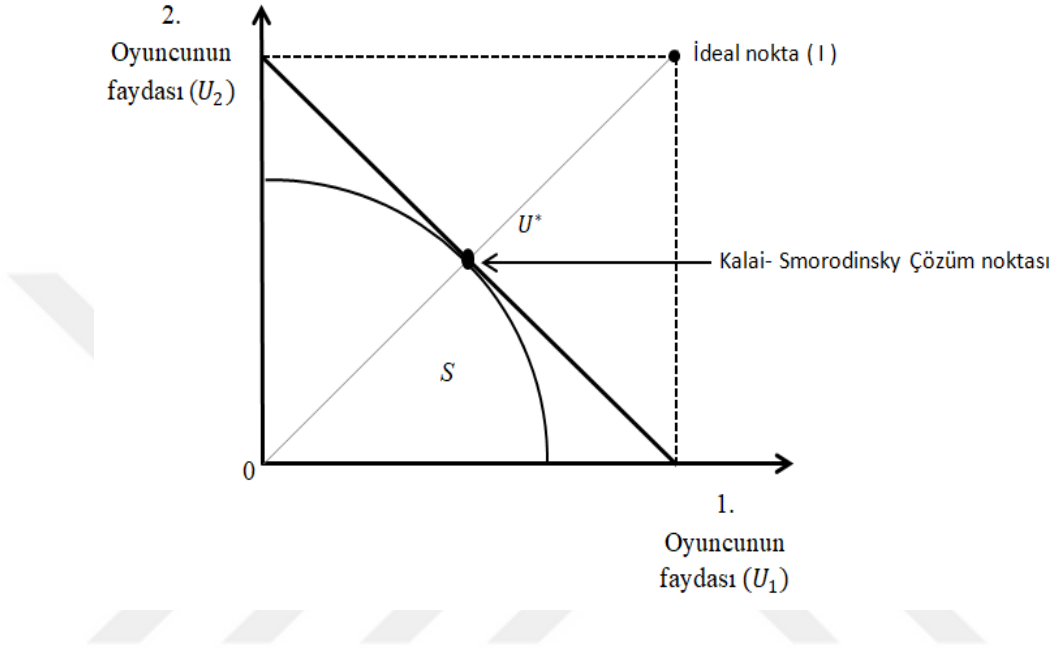
Ehud Kalai ve Meir Smorodinsky, Nash tarafından tanımlanmış olan modelde bazı değişiklikler yaparak Nash'in pazarlık problemi için farklı bir çözüm üretmiştir. Bu değişikliklerden en önemlisi 4. Aksiyom olan İlgisiz Alternatiflerin Bağımsızlığı aksiyomunun yerine tanımladıkları Monotonluk (*Monotonicity*) aksiyomudur. Monotonluk, eğer (U_1^*, U_2^*) olası anlaşmalar kümesi (S) içinde bir çözüm ise ve (S), daha büyük bir W kümesinin bir alt kümesi ise, o zaman W'daki çözümün sonucunun (U_1^*, U_2^*) 'ye baskın olacağını belirtir. Diğer bir deyişle, eğer oyuncular daha büyük bir pastanın üzerinde pazarlık yapıyorlarsa, monotonluk, hiçbir oyuncunun bulunduğu durumdan daha da kötüye gitmemesini sağlar.

Kalai ve Smorodinsky'nin, Nash'in pazarlık aksiyomları üzerinde yaptığı değişikliğe bağlı olarak savundukları temel nokta; olası anlaşmalar kümesi sınırlarının genişletilmesi ve ya daraltılması durumunda oyuncuların hiçbirinin bundan etkilenmeyeceğidir.

Kalai-Smorodinsky pazarlık çözümünü uygulayabilmek için bir pazarlık probleminde olması gereken genel koşullarla Nash pazarlık probleminin genel koşulları aynıdır. Bununla birlikte İlgisiz Alternatiflerin Bağımsızlığı aksiyomu dışındaki tüm aksiyomlar da Kalai-Smorodinsky çözümünde değiştirilmeden kullanılmıştır.

¹⁷ Ingolf Stahl, **Bargaining Theory**, The Economic Research Institute at the Stockholm School of Economics, Stockholm, 1972, s. 223.

Bu çözüme göre tüm aksiyomların sağlandığı durumda olası anlaşmalar kümesinin uç noktalarının iz düşümü ile bulunan nokta İdeal Nokta (*Ideal Point*) olarak adlandırılmıştır.



Şekil 9 Kalai-Smorodinsky Pazarlık Çözümü

Grafik üzerinde ideal nokta ile anlaşmazlık noktasının birleşimi sonucu oluşan doğrunun olası anlaşmalar kümesiyle (S) kesiştiği nokta da oyuncuların maksimum faydayı sağladığı nokta olarak belirlenmiştir.

Kalai-Smorodinsky pazarlık çözümünün fonksiyonel olarak ifadesi ise;

$(U, d) \in S$ ve $s \subset S$ olmak koşuluyla,

$$f_{KS}: (U_1^*, U_2^*): \frac{(U_1(s) - d_1)}{(I_1 - d_1)} = \frac{(U_2(s) - d_2)}{(I_2 - d_2)}$$

şeklindedir. Çözümün sıralaması aşağıdaki gibidir.

Adım 1: Pazarlık problemi (S, d) tespit edilir.

Adım 2: Pazarlık kümesinin dışında bir ideal nokta belirlenir.

Adım 3: Oyuncuların olası anlaşmalar kümesi üzerinde oluşacak fayda düzeyi ile anlaşmazlık noktası arasındaki farkın, ulaşmak istedikleri ideal nokta ile anlaşmazlık noktası arasındaki farka olan oranı bulunur.

2.5. NASH PAZARLIK ÇÖZÜMÜNÜN GEOMETRİK GÖSTERİMİ

Bir pazarlık problemi için Nash'in önerdiği çözüm,

$f_N: (U, d) \in S$ olması koşuluyla;

$$(U_1(s) - d_1)(U_2(s) - d_2)$$

denklemini maksimize eden kazanç çiftidir.

Pazarlık problemi temel olarak bir optimizasyon problemidir. Bu optimizasyon probleminin amaç fonksiyonu ise kesin içbükeyimsi* (*strictly quasi-concave*) bir fonksiyondur.

İçbükeyimsi fonksiyon iç bükey fonksiyona denk gelen fonksiyondur.¹⁸ İçbükeyimsi fonksiyonların sadece bir adet maksimum noktası bulunmaktadır.

Biçimsel olarak, konveks bir olası anlaşmalar kümesi (S) üzerinde tanımlı bir $f: S \rightarrow \mathbb{R}$ fonksiyonu, bütün $x, y \in S$ ile $x \neq y$ iken, her $\delta \in (0, 1)$ ve $f(x) \geq f(y)$ için $f((1-\delta)x + \delta y) > f(y)$ anlamına gelmektedir. Diğer bir ifadeyle konveks bir S kümesi üzerinde yer alan çözüm fonksiyonu öyle bir iç bükey eğridir ki, anlaşmazlık

* Kalkülüste optimal noktaların belirlenmesinde önemli bir rol oynayan ve kontrol edilecek fonksiyonun şeklen özelliğine verilen isimdir. Örnek olarak; herhangi bir fonksiyonun tanım kümesinde q ve p şeklinde 2 nokta olduğu varsayımıyla, $f(q) > f(p)$ ise, bu 2 noktanın konveks kombinasyonu da t olarak tanımlansın. Buna göre; $0 < r < 1$ olmak şartıyla, $t = r.p + (1-r).q$ 'dir ve fonksiyonun tanım kümesinde, p ve q arasında bir noktaya denk gelmektedir. Tüm bu koşullar altında; $f(t) > f(p)$ olduğunda belirtilen fonksiyon içbükeyimsi bir fonksiyon halini almaktadır. Eğer $f(t) \geq f(p)$ ise bu durumda fonksiyon kesin içbükeyimsi olarak ifade edilir.

¹⁸ Türk Dil Kurumu, "Güncel Türkçe Sözlükte Söz Arama", (Çevrimiçi), http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&view=bts&kategori1=veritbn&kelimesec=163899, 17 Nisan 2018.

noktasının x ve y koordinatları üzerindeki iz düşümlerine istenildiği kadar yaklaşabilir ancak hiçbir zaman değmez.

Problemin amaç fonksiyonu bu kriteri karşılamaktadır çünkü Şekil 11’de görüldüğü üzere fonksiyon anlaşmazlık noktasının yatay ve dikey eksendeki izdüşümlerine asimptot şekilde geçen birim hiperboldür (*rectangular hyperbolae*). Tüm bu bilgilere göre Şekil 11’deki optimizasyon problemi Nash Pazarlık Çözümü olarak tanımlanmaktadır.

2 oyunculu bir oyunda ödemeler matrisini aşağıdaki gibi bir örnek ile açıklamak gerekirse,

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 0 \end{pmatrix}$$

olmak üzere her iki oyuncunun uygulayabileceği stratejiler bir tablo üzerinde gösterilebilir. Buna ödemeler matrisi denir.

Ödemeler matrisinin gösterim şekli ise Tablo 2’deki gibidir;

Tablo 2 Ödemeler Matrisi

		B oyuncusu	
		L	R
A oyuncusu	U	2,1	0,3
	D	1,2	1,0

Bu aşamadan sonra oyunda Nash Dengesine (*Nash Equilibrium*) bakılır. Nash dengesi öyle bir strateji profilidir ki bu profilde her oyuncunun stratejisi diğer oyuncuların stratejilerine karşı verebildikleri en iyi karşılıktır (*best response*). Bir oyunda birden çok Nash dengesi olabilir.¹⁹

¹⁹ Çiğdem Özarı, Kemal Kağan Turan, Veysel Ulusoy, **Oyun Teorisi**, 2. bs., Ankara, Pegem Akademi, 2017, s. 27.

Ödemeler matrisi verilerine göre oyunda öncelikle Saf Strateji Nash Dengesinin (*Pure Strategy Nash Equilibrium*) olup olmadığı araştırılır.

Oyuncuların rasyonel olduğu varsayımıyla;

A oyuncusunun izleyeceği stratejiler

- B oyuncusu sol taraftaki L sütununu tercih ederse A'nın vereceği en iyi karşılık üst taraftaki U satırı olacaktır.
- B oyuncusu sağ taraftaki R sütununu tercih ederse A'nın vereceği en iyi karşılık alt taraftaki D satırı olacaktır.

B oyuncusunun izleyeceği stratejiler

- A oyuncusu üst taraftaki U sütununu tercih ederse B'nin vereceği en iyi karşılık sağ taraftaki R satırı olacaktır.
- A oyuncusu alt taraftaki D sütununu tercih ederse B'nin vereceği en iyi karşılık sol taraftaki L satırı olacaktır.
- Oyuncuların strateji dağılımları oyunda herhangi bir Saf Strateji Nash Dengesinin olmadığını göstermektedir. Dolayısıyla bu oyun için Karma Strateji Nash Dengesi (*Mixed Strategy Nash Equilibrium*) hesaplanmalıdır.

Karma stratejilerde oyunun sonucunu birden fazla strateji çifti belirler. Bu strateji çiftleri olasılık değerleri ile ifade edilir. Oyunu dengeye getiren strateji çiftlerinin olasılık değerleri toplamı her zaman 1'dir.

A oyuncusunun strateji kümesi $S_A=\{2,0,1,1\}$ olup, beklenen fayda fonksiyonuna ait olasılık değerleri Denklem 2-5'de gösterilmiştir.

$$f(E_A) = 2pb + 0p(1-b) + 1(1-p)b + 1(1-p)(1-b) \quad 2-5$$

$$f(E_A) = 2pb + b - pb + 1 - b - p + pb \quad 2-6$$

$$f(E_A) = 2pb - p + 1 \quad 2-7$$

B oyuncusunun beklenen fayda fonksiyonuna ait olasılık değerleri Denklem 2-8’de gösterilmiştir.

$$f(E_B) = pb + 3p(1-b) + 2(1-p)b + 0 \quad 2-8$$

$$f(E_B) = pb + 3p - 3pb + 2b - 2pb \quad 2-9$$

$$f(E_B) = -4pb + 3p - 2b \quad 2-10$$

Buradan $f(E_A)$ fonksiyonun p ’ye göre türevi alındığında;

$$\frac{\partial f(E_A)}{\partial p} = 2b - 1 = 0 \quad 2-11$$

olmak üzere b olasılık değeri 0,5 olarak bulunur.

Aynı şekilde B oyuncusu için strateji kümesi $S_B=\{1,3,2,0\}$ ’dir. Beklenen fayda fonksiyonu $f(E_B)$ ’nin b ’ye göre türevinin alınması halinde;

$$\frac{\partial f(E_B)}{\partial b} = -4p + 2 = 0 \quad 2-12$$

eşitliğinden p olasılık değeri 0,5 olarak bulunur.

Buna göre;

A oyuncusu için denge olasılığı : $\frac{1}{2}$ ve

B oyuncusu için denge olasılığı : $\frac{1}{2}$ ’dir.

Bundan sonra bir pazarlık oyununda olması gereken oyuncuların minimum beklenen getirisinin bulunmasıdır. Bu değer aynı zamanda anlaşmazlık noktasıdır.

A oyuncusu için minimum beklenen getiri değeri d_1 olarak ifade edilirse bu değeri bulabilmek için;

U stratejisini oynama olasılığı Denklem 2-13’deki gibi hesaplanır.

$$2p + 0 (1-p) = d_1 \quad 2-13$$

D stratejisini oynama olasılığı Denklem 2-14'deki gibi olacaktır.

$$p + (1-p) = d_1 \quad 2-14$$

Eşitlikler çözümlendiğinde,

$$2p = d_1 \quad 2-15$$

$$p = d_1/2 \text{ iken; } d_1 = 1 \text{ olarak bulunur.} \quad 2-16$$

B oyuncusu için minimum beklenen getiri değeri d_1 olarak ifade edilirse bu değeri bulabilmek için;

U stratejisini oynama olasılığı Denklem 2-17'deki gibi hesaplanır.

$$b + 2 (1-b) = d_2 \quad 2-17$$

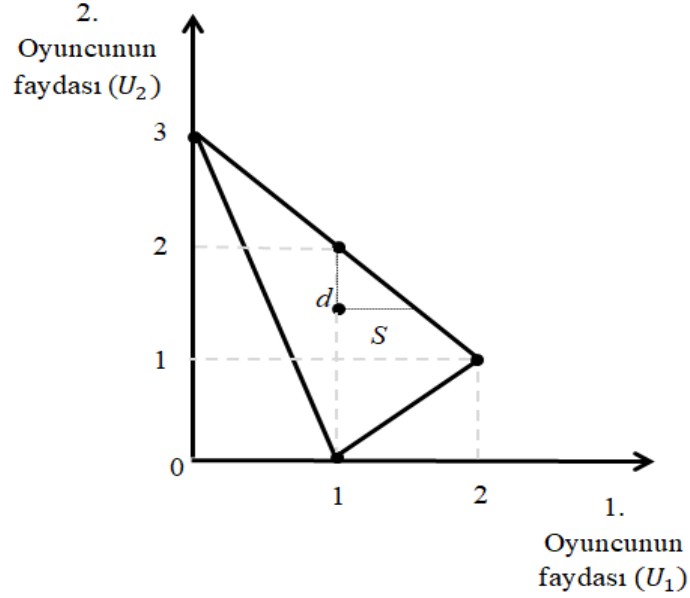
D stratejisini oynama olasılığı Denklem 2-18'deki gibi olacaktır.

$$3b + 0 = d_2 \quad 2-18$$

$$b = d_2/3 \text{ ise; } d_2 = \frac{3}{2} \text{ olarak bulunur.} \quad 2-19$$

Hesaplanan değerler neticesinde ödeme vektörleri (2,1) , (0,3) , (1,2) , (1,0) ve anlaşmazlık noktası $d=(1, \frac{3}{2})$ 'dir.

Problemi tanımlayan grafik Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10 Nash Pazarlık Çözümünün İllüstrasyonu-I

Belirtilen noktalar grafik üzerinde işaretlendikten sonra birleştirildiğinde, kapalı ve konveks S kümesi rahatça görülebilmektedir. Yatay eksen olan U_1 , A oyuncusunun faydasını, dikey eksen U_2 ise B oyuncunun faydasını 2 boyutlu koordinat düzleminde temsil etmektedir.

Anlaşmazlık noktasına göre 1. oyuncunun bu oyundan minimum beklentisi 1'den büyük iken, 2. oyuncunun minimum beklentisi ise $\frac{3}{2}$ 'den büyüktür. Bu ayna zamanda her iki oyuncu için pazarlığa başlama koşuludur. Oyunculardan herhangi biri bu değerlere eşit veya altında bir fayda düzeyini kabul etmez ve buna bağlı olarak pazarlık işlemi hiçbir zaman gerçekleşemez.

Bu aşamadan sonra artık çözüm noktasının bulunması için gerekli veri elde edilmiştir.

Pazarlık kümesi $B = \{ U \in S : U \geq d \}$ olan çözüm için kısıtlar şu şekildedir;

$$U \in \{(U_1, U_2) : U_2 = 3 - U_1, 1 \leq U_1 \leq \frac{3}{2}\}$$

Amaç fonksiyonu ise;

$$\text{Maksimum } (U_1(s) - d_1) (U_2(s) - d_2) \quad 2-20$$

Bulunan değerler formül üzerinde kullanıldığında,

$$= (U_1(s) - 1) \left(\frac{3}{2} - U_1(s) \right) \quad 2-21$$

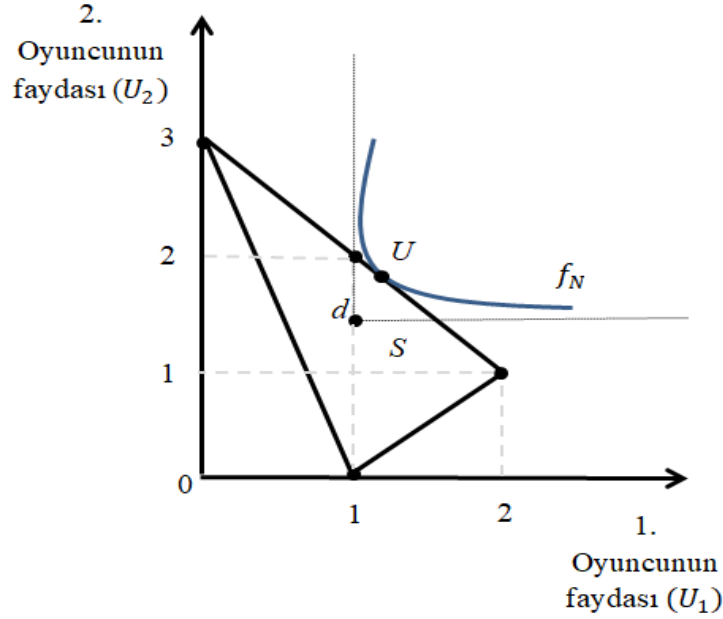
$$= \frac{5}{2} U_1(s) - U_1(s)^2 - \frac{3}{2} \quad 2-22$$

$$\frac{5}{2} U_1(s) - 2 U_1(s) = 0 \quad 2-23$$

$U = \left(\frac{5}{4}, \frac{7}{4} \right)$ olmak üzere her iki oyuncu için optimum faydayı sağlayan noktadır.

Bu nokta oyuncuların bu pazarlık probleminde aynı anda ulaşabilecekleri maksimum fayda düzeyidir. $\left(\frac{5}{4}, \frac{7}{4} \right)$ noktası aynı zamanda optimal strateji vektörüdür. Burada $U_1 = \frac{5}{4}$, $U_2 = \frac{7}{4}$ olup maksimum fayda toplamı 3'dür. Denklem çözümünü maksimize eden değer ise; $(5/4)(7/4)= 2,1875$ 'dir.

Optimal strateji vektörü oyunun denge noktasını ifade etmektedir. Kritik öneme sahip olan optimum noktada herhangi bir oyuncunun faydası artırılmak istediğinde diğer oyuncunun faydasının azaltılması gerekmektedir ki bu denge noktasının bozulacağı ve pareto optimum sonucun ortadan kalkacağı anlamına gelir.



Şekil 11 Nash Pazarlık Çözümünün İllüstrasyonu-II

Daha önceki bölümlerde de belirtildiği gibi Nash Pazarlık Çözümü fayda fonksiyonu ile olası anlaşmalar kümesi içerisindeki pazarlık kümesinin kesiştiği son noktadır ve tektir. Çözüm, Nash eğrisi ile Pareto sınırı arasındaki teğetlik koşulunu karşılamaktadır.²⁰ Buna göre çözüm fonksiyonun grafik üzerinde yerleşimi Şekil 11'deki gibi olacaktır.

Gerçekte d_1 arttığında veya azaldığında (dış opsiyondaki iyileşme veya kötüleşmeden dolayı) Nash çözümü 1. oyuncunun aldığı miktarı artırır veya azaltır. Nash çözümü bu gibi durumlarda da makul ve sezgisel çözüm üretmeye devam edecektir çünkü bu durumlar ya fayda fonksiyonlarını değiştirir ya da anlaşmazlık fayda düzeylerini değiştirir.²¹

²⁰ Olivier l'Haridon, Franck Malherbet, Sebastien Perez-Duarte, "Does Bargaining Matter In The Small Firm's Matching Model?", **Working Paper Series**, No: 1359, European Central Bank, Frankfurt, 2011, s. 14.

²¹ Yılmaz, **a.g.e.**, s. 358.

2.6. PAZARLIK ÇÖZÜMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Her ne kadar bilinen pek çok farklı pazarlık çözümü olsa da literatürde en çok kullanılan aksiyomatik pazarlık çözümü Nash'e aittir. Diğer tüm çalışmalar Nash'in tanımladığı aksiyomlar üzerinden sonuca ulaşmışlardır. Bunlar arasında en bilineni önceki bölümlerde de anlatıldığı üzere Kalai-Smorodinsky pazarlık çözümüdür.

Bu bölümde iki farklı pazarlık çözümünün, konveks bir simetrik pazarlık problemindeki sonuçları analiz edilmiştir. Karşılaştırma için özgün bir metot geliştirilmiş ve bilgisayar programı üzerinde yazılan formüller ile çözümler analiz edilmiştir. Problem çözümleri oyuncuların her bir oyun için ulaşabildikleri maksimum bireysel fayda düzeyi dikkate alınarak yapılmıştır. Her iki çözümde de oyuncuların elde ettiği fayda miktarlarına göre pareto optimum bir sonuca ulaşıp ulaşılmadığı gözlemlenmiştir.

Modelde 2 oyunculu, 2x2 matris yapısına indirgenmiş, tepe noktası olmayan karma stratejili ve birbirinden farklı 10.000 simetrik oyunun sonucuna göre çözümlerin üretmiş oldukları faydalar hesaplanmıştır. Her oyun seti için oyuncuların elde edeceği fayda toplamı "1", oyuncuların elde edeceği minimum fayda ise 0'dan büyük bir değer olarak belirlenmiştir. Buna göre etkin sınır vektörel olarak (1,0) ve (0,1) arasında sürekli sabit tutulmuştur. Belirtilen vektörel değerler aynı zamanda problemin kısıtlarını oluşturmaktadır.

Bununla birlikte her oyun için belirlenen sabit değerler haricindeki diğer girdiler değiştirilmiş dolayısıyla her bir örnek seti birbirinden farklı hale getirilmiştir. Problemlerin birbirinden farklı hale getirilmesiyle her bir oyun için yeni bir olası anlaşmalar kümesi ve anlaşmazlık noktası oluşturulmuştur. Bunun için kazanç matrisi içerisinde yer alan iki ödeme vektörü Monte Carlo yöntemiyle simule edilerek uniform dağılımlı rastgele değerler atanmıştır. Geri kalan diğer tüm matris elemanları ise oyunun simetrik olması açısından "0" olarak sabit tutulmuştur.

2.6.1. MONTE CARLO SİMÜLASYONU

Monte Carlo simülasyonu, araştırmacıların kantitatif analiz ve karar verme riskini hesaba katmalarını sağlayan bilgisayarlı bir matematiksel tekniktir. Günümüzde finans, proje yönetimi, enerji, üretim, mühendislik, araştırma ve geliştirme, sigorta, petrol ve gaz, ulaşım ve çevre gibi çok farklı alanda kullanılmaktadır.

Monte Carlo simülasyonu, karar vericiyi bir dizi olası sonuçla ve her türlü eylem için ortaya çıkacak olasılıklarla donatır. Kırılma noktalarını ve hatta en uç kararların sonuçlarını dahi gösterir.

Simülasyon ilk olarak II. Dünya Savaşı döneminde çeşitli fiziksel ve kavramsal sistemleri modellemek için atom bombası üzerinde çalışan bilim adamları tarafından kullanılmıştır. J. von Neumann'ın nötronların rastgele yapısından esinlenerek kurguladığı model rulet masasındaki yapıyı andırdığından, Neumann simülasyonu daha sonra “Monte Carlo Simülasyonu” olarak adlandırılmıştır.²² Bu adı ise kumarhaneleriyle ünlü Monaco'daki tatil kasabası Monte Carlo'dan almıştır.

Monte Carlo simülasyonu, doğal belirsizlik içeren herhangi bir faktör için bir dizi değer (olasılık dağılımı) yerine, olası sonuçların modellerini oluşturarak analizlerini gerçekleştirir. Daha sonra, olasılık fonksiyonlarından farklı bir rastgele değer kümesini kullanarak, her defasında sonuçları tekrar tekrar hesaplar. Monte Carlo simülasyonu bunu binlerce kez yapabilir ve ortaya çıkan sonuç olası sonuçların olasılık dağılımıdır.

²² Mehpare Timor, **Yöneylem Araştırması ve İşletmecilik Uygulamaları**, İşletme Fakültesi Yayın no:280, İstanbul Üniversitesi Basımevi Müdürlüğü, İstanbul, 2001, s. 409.

Tablo 3 0-1 Aralığında Rastgele Dağılan Sayı Örnekleri

0,8256	0,4192	0,6051	0,0412	0,1327	0,8101
0,0038	0,0675	0,4419	0,3032	0,5525	0,0600
0,9022	0,3972	0,7563	0,9678	0,2742	0,2196
0,5434	0,5155	0,5631	0,6245	0,0346	0,4206
0,5256	0,3902	0,8833	0,6133	0,4915	0,3239
0,4384	0,4543	0,0465	0,5193	0,7928	0,5479
0,2103	0,3413	0,2542	0,8696	0,6157	0,6686
0,1056	0,6276	0,1279	0,2524	0,3827	0,8094
0,7428	0,2816	0,0038	0,0081	0,6074	0,8325
0,2853	0,8473	0,0846	0,9989	0,4987	0,1034

Belirsizliklerin sayısına ve bunlar için belirtilen aralıklara bağlı olarak, bir Monte Carlo simülasyonu, tamamlanmadan önce binlerce veya on binlerce yeniden hesaplama içerebilir.

Simülasyon aynı zamanda olası sonuç değerlerinin dağılımını da gösterir. Olasılık dağılımları kullanılarak, değişkenlerin farklı sonuçlarda meydana gelen farklı olasılıklara sahip olması sağlanmaktadır.

Yaygın olarak kullanılan olasılık dağılımları şu şekildedir;

Normal Dağılım

Diğer adı “çan eğrisi” dağılımıdır. Bu dağılım türü doğada ortaya çıkan pek çok olası olayı tanımlayabildiği için normal dağılım denilmiştir. Normal dağılımda ortalamada olan değerlerin gerçekleşme ihtimali en yüksektir. Standart normal dağılım ortalaması 0, varyansı 1 olan simetrik bir dağılımdır.

Lognormal Dağılım

Değerler normal bir dağılım gibi simetrik değil, pozitif çarpıktır. Sıfırın altına inmeyen, ancak sınırsız pozitif potansiyele sahip değerleri temsil etmek için kullanılır. Lognormal dağılımlarla tanımlanan değişkenlere örnek olarak emlak mülk değerleri, hisse senedi fiyatları ve petrol rezervleri gösterilebilir.

Uniform Dağılım

Bu dağılım türünde tüm değerler eşit şansa sahiptir. Kullanıcı minimum ve maksimum değeri tanımlar. Düzgün olarak dağıtılabilen değişkenlere örnek olarak, yeni bir ürün için üretim maliyetleri veya gelecekteki satış gelirleri verilebilir.

Monte Carlo simülasyonu deterministik veya nokta tahmini analizine göre bir dizi avantaj sağlamaktadır.

Bu avantajlar özetle aşağıdaki şekildedir;

Olasılıksal Sonuçlar: Sonuçların sadece ne olabileceğini değil, her bir sonucun ne kadar olası olduğunu gösterir.

Grafiksel Sonuçlar: Monte Carlo simülasyonunun ürettiği veriler neticesinde farklı sonuçların grafikleri oluşturabilir ve bu sonuçların ortaya çıkma şansları grafik üzerinde belirlenebilir.

Girdilerin Korelasyonu: Monte Carlo simülasyonunda, girdi değişkenleri arasında birbirine bağlı ilişkileri modellemek mümkündür. Bazı faktörler arttığında, diğerlerinin buna göre nasıl yukarı ya da aşağı doğru değiştiğini göstermek açısından önemlidir.

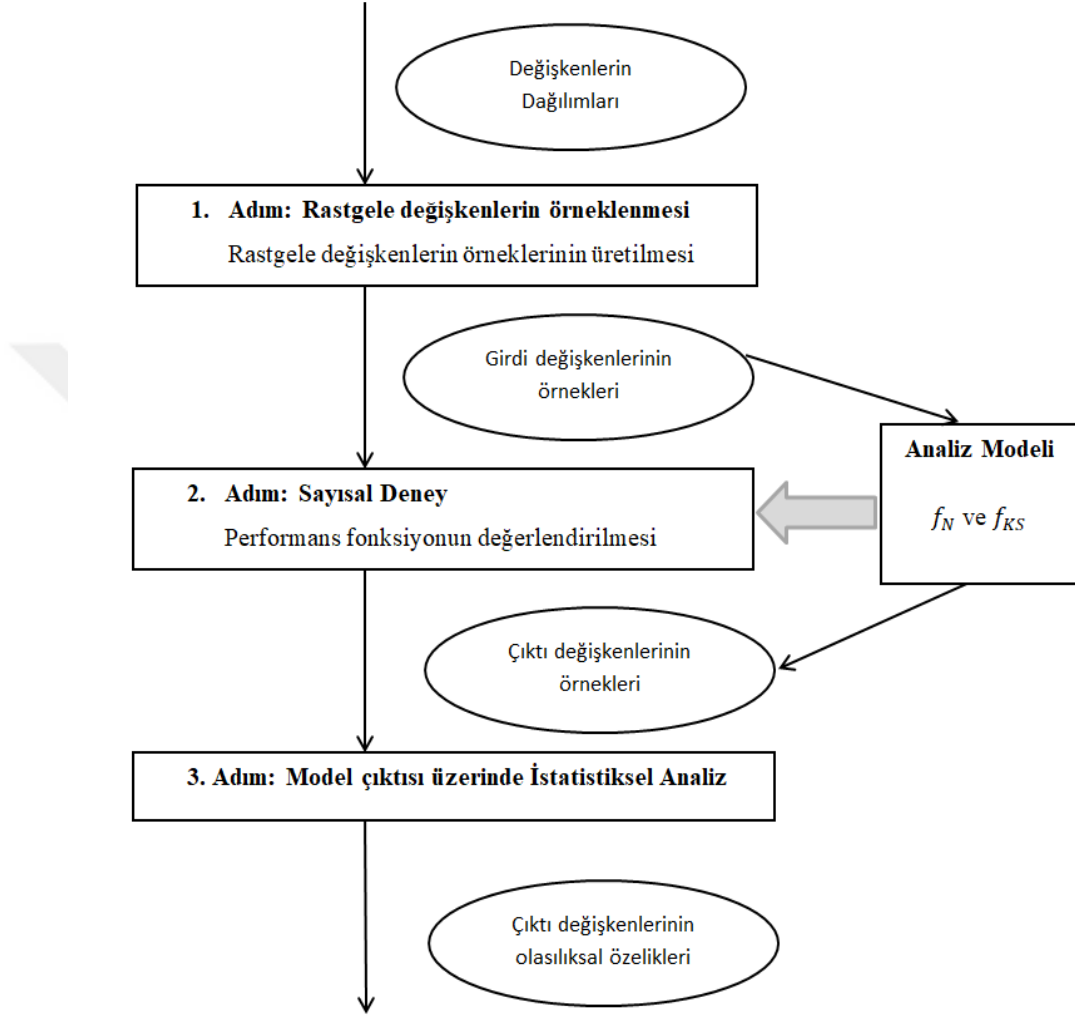
Ayrıca iki ayrı simülasyon modeli vardır.²³

- 1- Sürekli modeller; davranışları zamanla sürekli olarak değişen sistemlerle uğraşır.
- 2- Kesikli modeller; ortalama bekleme süresi ve sıranın uzunluğu gibi ölçüleri belirleme amacı ile bekleme hatları konusunda çalışır.

Bu çalışmada kurgulanan modelde Monte Carlo Simülasyonu ile tüm örnek setlerine ait değerler rastgele belirlenen sürekli olasılık dağılımlarına göre oluşturulmaktadır. Buna bağlı olarak her oyun seti bir iterasyon olarak tanımlanmış ve oluşan çıktılar kaydedilmiştir.

²³ Hamdy A. Taha, **Operations Research: An Introduction**, 8. bs., United States of America, 2007, s. 610-611.

Monte Carlo simülasyonu kullanılarak oluşturulan algoritmaya yönelik akış diyagramı Şekil 12’de gösterilmektedir.



Şekil 12 Monte Carlo Simülasyonu Akış Diyagramı

2.6.2 ÇÖZÜMLERİN BİLGİSAYAR PROGRAMI ÜZERİNDE HESAPLANMASI

Belirtilen tanımlamalar doğrultusunda kazanç matrisi 1. Oyuncu için Denklem 2-1’de 2. Oyuncu için Denklem 2-2’de gösterilmektedir. “RAND” olarak belirtilen değer için her bir yeni oyun için rastgele sayı atanmaktadır. Rassal sayıların dağılım tipi [0,1] aralığında Uniform dağılıma uygun olarak verilmiştir. Her bir oyun için

Rassal sayı türetilmesinin amacı simülasyon modelinin girdilerini oluşturacak birbirinden farklı yeni örnek setlerinin oluşturulmasıdır.

$$1. oyuncu = \begin{pmatrix} 0 & RAND \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \quad 2-1$$

$$2. oyuncu = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & RAND \end{pmatrix} \quad 2-2$$

Probleme ait değerlerinin hesaplanması için *Microsoft Office Excel 2010®* programı kullanılmış ve oluşturulan algoritma sistem özellikleri **Intel® Core™ i7-7700HQ CPU @ 2.80GHz** işlemciye sahip bir bilgisayarda çalıştırılmıştır.

Nash çözümü için Doğrusal Olmayan Programlamada (*Non-Linear Programming*) maksimum noktası, Kalai-Smorodinsky çözümü içinse İki Doğrunun Kesişim Noktası hesaplanmıştır. Nash Pazarlık Çözümünün çıktılarının sağlanması için Excel programına ait bir eklenti olan ve doğrusal olmayan programlama problemlerinin hesaplamasında kullanılan Solver (Çözücü) modülünden yararlanılmıştır.

Program üzerinde çözümü yapılacak pazarlık probleminin tanımı Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4 Pazarlık Probleminin Tanımı

Koşullar	Problemin Tanımlaması
Oyuncu Sayısı	2
Matris Yapısı	2x2
Oyun kategorisi	Simetrik
Maksimum Fayda Toplamı	1
Rassal Sayı Dağılım Tipi	Uniform
Rassal Sayı Dağılım Aralığı	[0,1]

Yapılan tanımlamalar doğrultusunda olası anlaşmalar kümesi (S)’nin sınırlarını belirleyecek problemin stratejik gösterimi Tablo 5’de yer almaktadır.

Tablo 5 Problemin Stratejik Gösterimi

1.Oyuncu	2.Oyuncu		
		L	R
	U	0 , 1	RAND , 0
	D	1 , 0	0 , RAND

Bu aşamadan sonra bir önceki bölümde gösterilen çözüm Excel üzerinde kullanılabilir hale getirilmiştir. Program üzerine yazılan Excel formülleri ile her bir oyuncunun uyguladığı stratejiye bağlı olarak beklenen getirisini eşitleyen olasılık değerleri hesaplanmıştır.

Bu olasılık değerlerinden yola çıkarak anlaşmazlık noktası (minimum beklenen getiri değerleri) hesaplanmıştır. Üzerinde çalışılacak pazarlık problemine ait değerler program çıktısı olarak Tablo 6’de gösterilmektedir.

Tablo 6 Pazarlık Problemi

0	1	0,8677388	0
1	0	0	0,4395531

Rassal olarak atanan değerlere göre olası anlaşmalar kümesinin vektörel sınırları $(0, 1)$, $(0,8677388, 0)$, $(1, 0)$ ve $(0, 0,4395531)$ ’dir. Pazarlık problemlerinde belirlenen vektörel noktalar ondalık sayı olarak gösterilmiştir. Ancak literatürde çözümlere göre oluşan fayda düzeyleri genellikle kesirli sayı olarak ifade edilmektedir.

Amaç fonksiyonları yazılmadan önce etkin sınırın uç değerleri kısıt olarak tanımlanmıştır.

$U \leq 1$ ve $U \geq 0$ kısıtına göre, oyuncuların beklenen getirilerini eşitleyen olasılık değerleri Tablo 7’deki gibidir.

Tablo 7 Stratejilerin Beklenen Getirisini Eşitleyen Olasılık Değerleri

1. oyuncu denge için olasılık	2. oyuncu denge için olasılık
0,4646	0,3053

İlk olasılık değeri girilen formül ile hesaplanmıştır. Olasılık değerlerinin tekrarlı olarak hesaplanabilmesi için Excel’de yer alan ve Monte Carlo simülasyonun her bir örnek seti için atama yapmasına olanak sağlayan “Durum Çözümlemesi” sekmesinden faydalanılmıştır.

Durum çözümlemesi ile 10.000 deneme için bir birinden farklı ve yine 0,1 aralığında Uniform olarak dağılmış rassal sayılar atanmıştır. Bu atamalar programın arka planında çalıştırılmakta ve her bir atama neticesinde oluşturulan olasılık değerleri ilk satırda girilen formüle göre oluşturulmaktadır.

Problem tanımının son aşaması olarak her iki oyuncunun minimum beklenen getiri değerleri yani anlaşmazlık noktası bulunmuştur.

Tablo 8 Anlaşmazlık Noktası

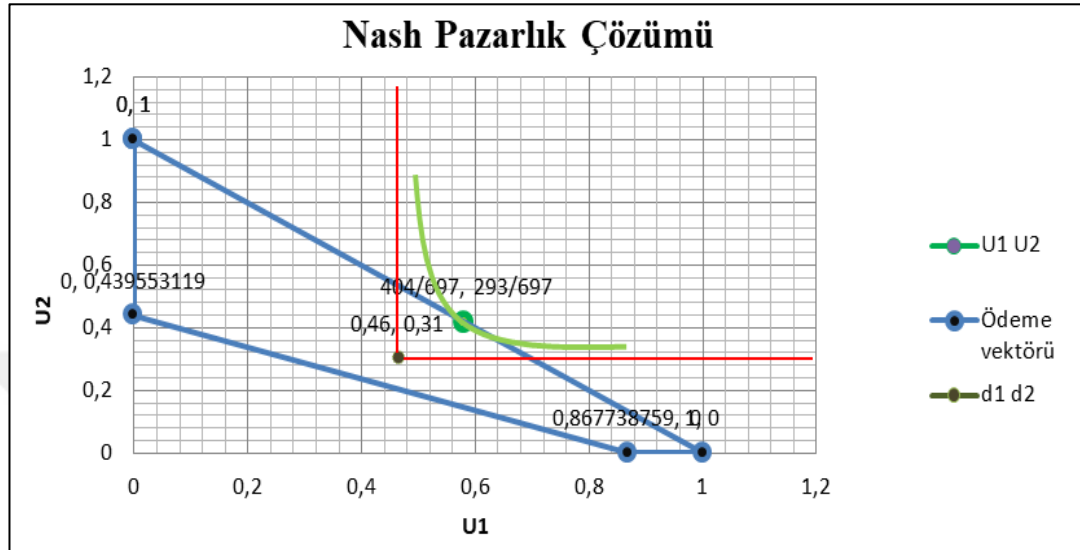
d1	d2
0,46	0,31

Bu adımdan sonra elde edilen verilerle problem çözümleri yapılabilmektedir. Buna göre, Nash Pazarlık Çözümü Tablo 9 deki değerleri vermektedir.

Tablo 9 Tanımlanan Pazarlık Problemine İlişkin Nash Pazarlık Çözümü

NASH		
U1	U2	U* max
404/697	293/697	0,01323

Ödeme vektörlerinin oluşturduğu geometrik şeklin konveks, sınırlı ve kapalı bir küme olduğu Şekil 13’de görülmektedir.



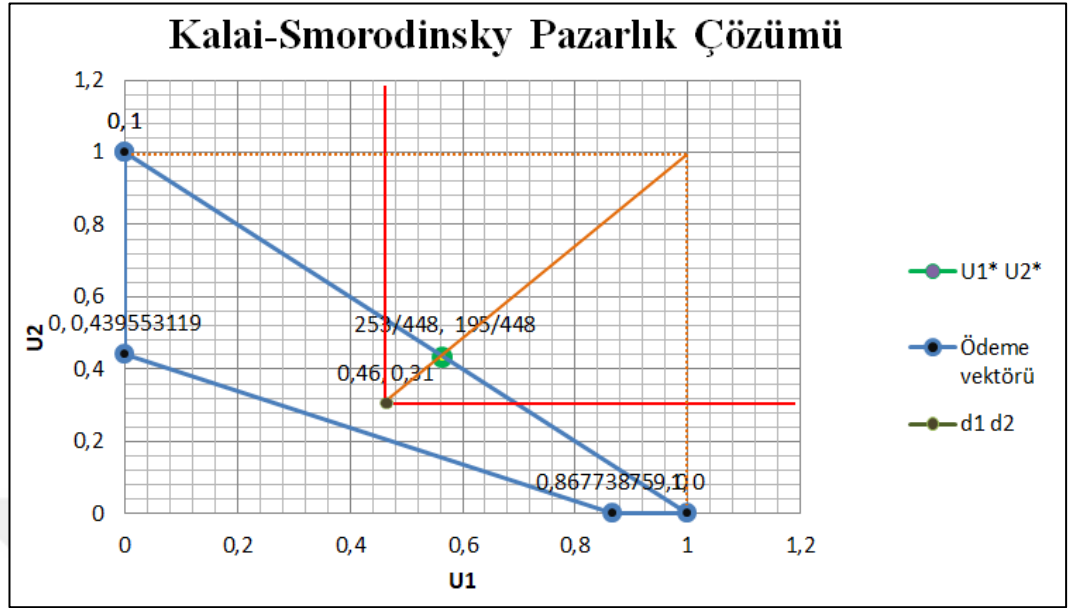
Şekil 13 Tanımlanan Probleme İlişkin Nash Pazarlık Çözümünün Grafik Gösterimi

Kalai-Smorodinsky Pazarlık Çözümüne ait çıktılar ise Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10 Tanımlanan Pazarlık Problemine İlişkin Kalai-Smorodinsky Pazarlık Çözümü

KALAI-SMORODINSKY		
U1*	U2*	U** max
253/448	195/448	0,01301

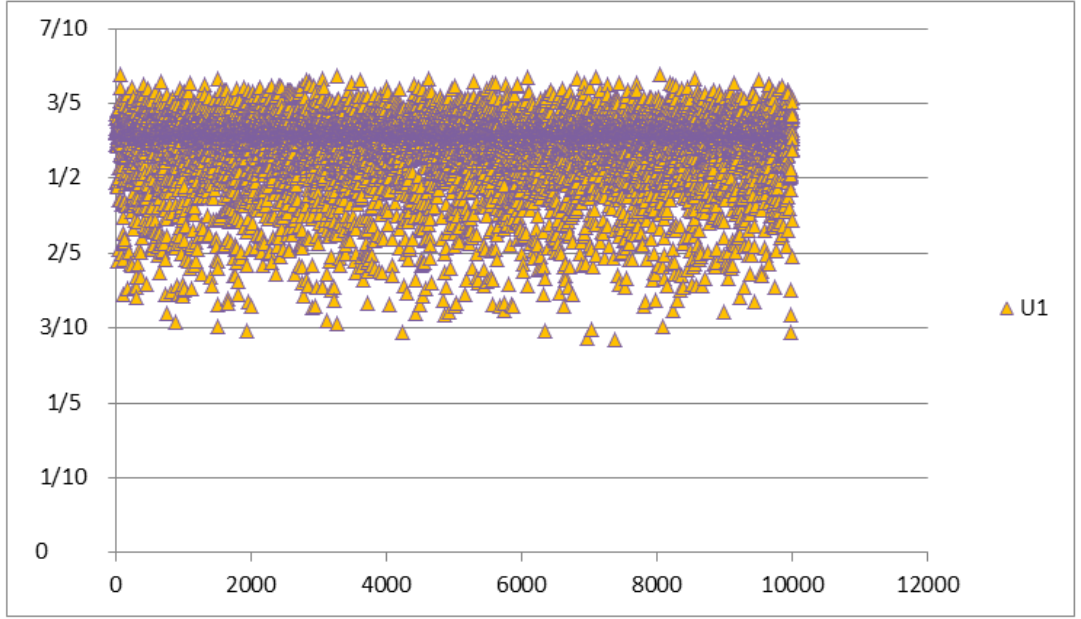
Kalai-Smorodinsky Pazarlık Çözümünün Grafik Gösterimi ise Şekil 14’de gösterildiği gibidir.



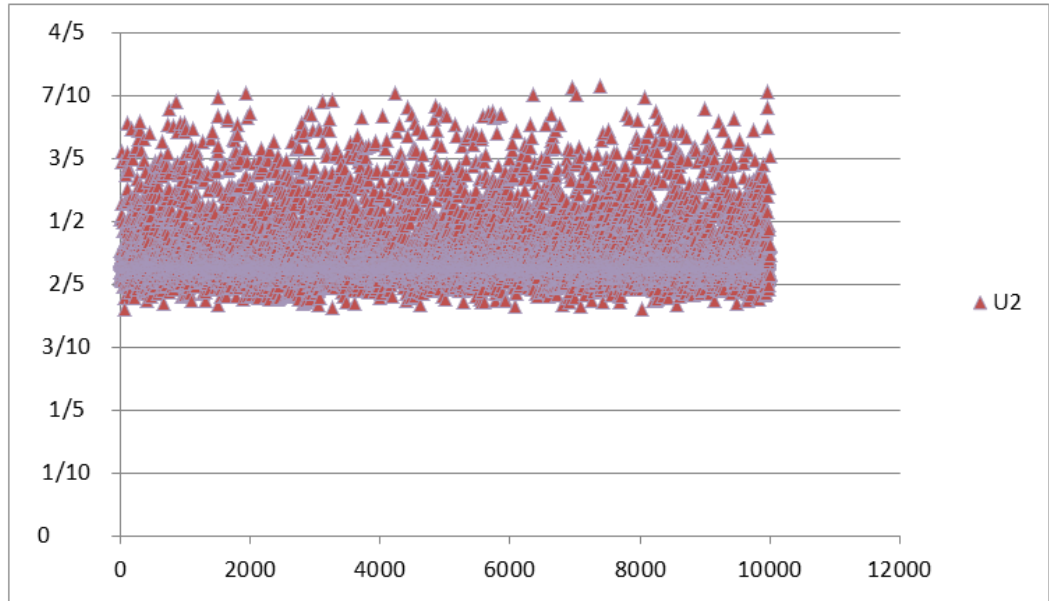
Şekil 14 Tanımlanan Probleme İlişkin Kalai-Smorodinsky Pazarlık Çözümünün Grafik Gösterimi

Bu noktadan sonra 10.000 deneme yapılarak her bir deneme için optimal strateji vektörleri hesaplanmıştır. Ayrıca iki çözüm için de ayrı ayrı oluşturulan her bir yeni sete ait denklemi maksimum yapan değer bulunmuştur.

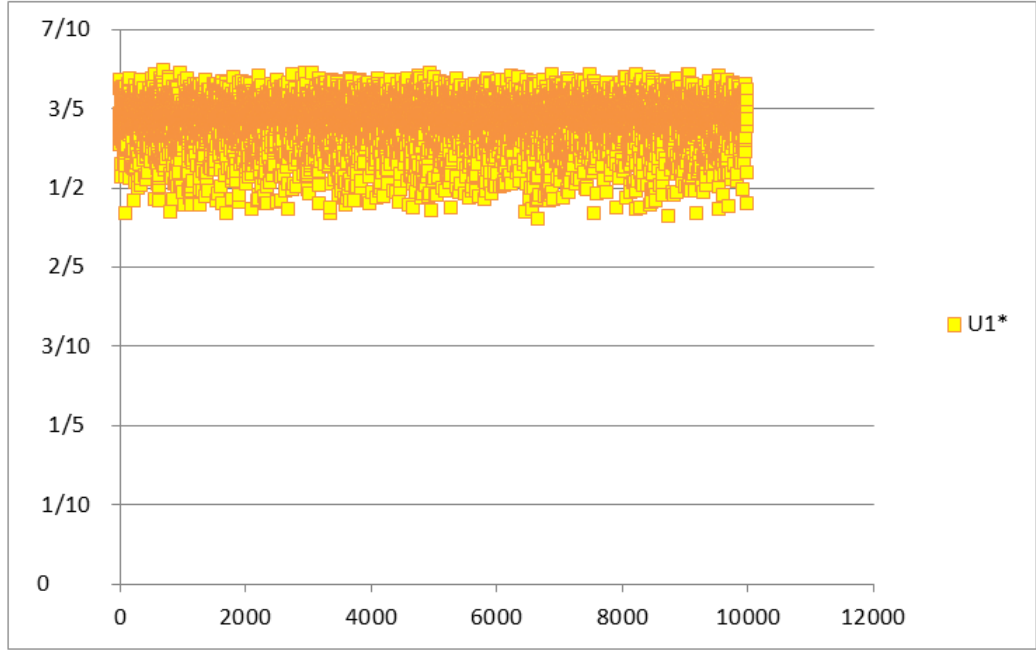
Oluşturulan deneme setleri sonrasında her iki çözüme ait fayda dağılımları ise Şekil 15, Şekil 16, Şekil 17 ve Şekil 18’de gösterilmektedir.



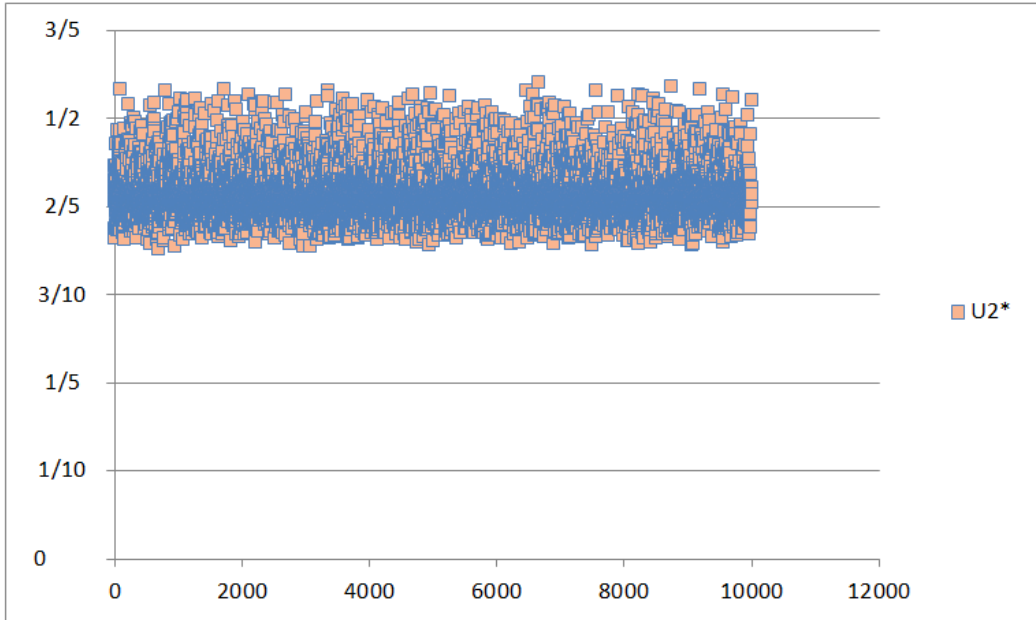
Şekil 15 1. Oyuncunun Nash Pazarlık Çözümü ile Elde Ettiği Faydanın Dağılımı



Şekil 16 2. Oyuncunun Nash Pazarlık Çözümü ile Elde Ettiği Faydanın Dağılımı



Şekil 17 1. Oyuncunun Kalai-Smorodinsky Pazarlık Çözümü ile Elde Ettiği Faydanın Dağılımı



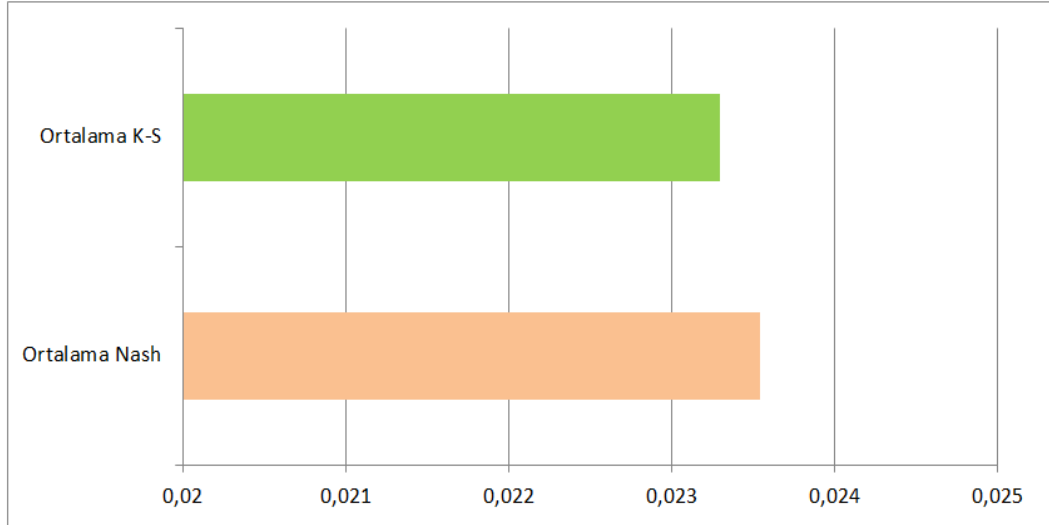
Şekil 18 2. Oyuncunun Kalai-Smorodinsky Pazarlık Çözümü ile Elde Ettiği Faydanın Dağılımı

İki çözüm yöntemine göre her bir oyun için ulaşılan maksimum fayda düzeyi ortalamasının sonuçları Tablo 11’de yer almaktadır.

Tablo 11 Ortalama Faydanın Karşılaştırılması

Örnek sayısı= 10.000
Ortalama Nash= 0,02354
Ortalama K-S= 0,02330

Yapılan deneysel çalışma ile uzun deneme serileri neticesinde Nash Pazarlık Çözümünün, Kalai Pazarlık Çözümüne göre % 1,03 oranında daha yüksek ortalama fayda düzeyine sahip olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 19 Çözümlere göre oluşan maksimum faydanın 10.000 deneme sonucundaki ortalamaları

Çözümlerin aksiyomlara uygunluğunu değerlendirildiğinde ise;

- Her iki çözümde de fayda toplamı 1 olup, fayda çarpımları maksimum fayda düzeyini sağladığı için Pareto Optimumdur.
- Nash için; $(U_1(s) - d_1) = (U_2(s) - d_2)$,
Kalai-Smorodinsky için; $\frac{(U_1(s) - d_1)}{(I_1 - d_1)} = \frac{(U_2(s) - d_2)}{(I_2 - d_2)}$ eşitliği sağlanmış olup, çözümler simetrik.
- Lineer dönüşümlerden bağımsızdır çünkü her bir oyunda yeni bir fonksiyon tanımlanmış olup, oluşan fayda değerleri her defasında bu yeni fonksiyon değerlerine göre yeniden belirlenmiştir.
- Her iki çözümde de bireysel rasyonellik koşulu sağlanmıştır.

$$U \geq d$$

$$U^* \geq d$$

2.6.3. SOLVER MODÜLÜ İLE NASH PAZARLIK ÇÖZÜMÜ

Microsoft Excel programı içerisinde yer alan Solver modülü genelde Doğrusal Programlama Problemlerinin çözümü için kullanılsa da doğrusal olmayan düzgün problemlerin çözümü için de sonuç vermektedir. Ancak Solver modülü iterasyon durumunda her bir örnek seti için ayrı ayrı sonuç verememektedir. Dolayısıyla yazılan Excel formülü ile bulunan ilk sıradaki Nash Pazarlık Çözümü bir de Solver ile çözümlenerek sonucun doğruluğu kontrol edilmiştir. Esasen diğer çözüm setlerinin tamamına ilk çözümdeki formülün aynısı uygulandığından sadece ilk çözümün Solver çözümü ile eşleşiyor olması yeterlidir.

Solver çözümü için girilen parametrelerin ekran görüntüsü Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12 Solver Modülünün Parametreleri

Hedef Ayarla:

Hedef: ☒ En Büyük ☐ En Küçük ☐ Değeri:

Değişken Hücreleri Değiştirerek:

Kısıtlamalara Bağlıdır:

☐ Kısıtlanmamış Değişkenleri Pozitif Yap

Çözme Yöntemi Seçin:

Çözüm Yöntemi

Düzgün doğrusal olmayan Çözücü Problemleri için GRG Doğrusal Olmayan altyapısını seçin. Doğrusal Çözücü Problemleri için Basit LP altyapısını seçin ve düzgün olmayan Çözücü problemleri için Açılım altyapısını seçin.

Solver çözümü için aşağıdaki adımlar uygulanmıştır. Solver modülünde yer alması gereken parametreler Excel hücre yapısına göre hazırlanmaktadır.

Modülün uygun şekilde çalıştırılması için izlenmesi gereken adımlar sırasıyla şu şekildedir:

Adım 1: Hedef Ayarla

Programda Optimum çözüm sonucunun gösterileceği hücre seçilir.

Adım 2: Hedef

Amaç maksimizasyon olduğu için En Büyük yazan seçenek işaretlenir.

Adım 3: Değişken Hücreleri Değiştirerek

Nash Pazarlık Çözümünde oyuncuların fayda dağılımının gösteren aynı zamanda grafik üzerinde optimal strateji vektörünü göstermesi istenen hücreler seçilir.

Adım 4: Kısıtlamalara Bağlıdır

Bu bölümde çözüme ait kısıtlar belirlenir. Çözümün hangi değerler arasında olması gerekiyorsa bu hücreler seçilerek sınırlamaları gösteren denklemler yazılır.

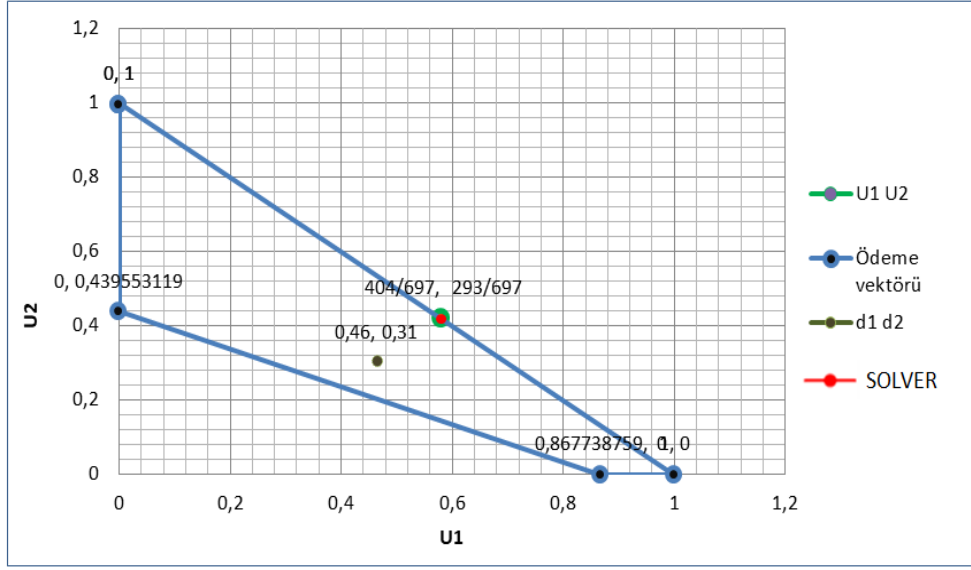
Adım 5: Çözme Yöntemini Seçin

Doğrusal Olmayan bir problem olduğu için “Doğrusal Olmayan GRG” altyapısı seçilir.

Adım 6: Çöz

Yukarıdaki adımlarda bahsedilen program girdileri sonucunda çözümün oluşturulması sağlanır. Çözüm bulunduğunda Solver “en az bir yerel en uygun çözüm bulduğu” uyarısı yapar. Çözüme bağlı olarak Yanıt, Duyarlılık ve Limit Raporlarını hazırlar. Bu raporlar EK-1’de yer almaktadır.

Solver’in hesapladığı çözümün grafik üzerindeki gösterimi Şekil 20’de yer almaktadır.



Şekil 20 Solver Çözümü Grafik Gösterimi

Nash Pazarlık Çözümünün Excel’de girilen formüller neticesinde bulunan sonuç ile Solver modülünün hesapladığı sonucun aynı olduğu görülmüştür. Dolayısıyla yapılan işlemin doğruluğu teyit edilmiştir. Tablo 13’de ulaşılan değerler gösterilmektedir.

Tablo 13 Solver ve Nash Çözümünün Sonuçları

ÇÖZÜM	U1	U2	U* max
SOLVER	404/697	293/697	0,01323
NASH 1. SET	404/697	293/697	0,01323

2.7. KARŞILAŞTIRMA SONUCU

Geliştirilen yöntemde Excel formül yapısı kullanılmıştır. Her bir denemenin sonucu ve hesaplama yöntemi program üzerinde kolayca izlenebilmektedir.

Program her çalıştırıldığında Monte Carlo Simülasyonu yeni bir 10.000 deneme için rassal sayı atamaktadır. Dolayısıyla her açılışta yeni karşılaştırma deneyi sonuçları elde edilmektedir. Program üzerinde yapılan karşılaştırmaya ait ana ekran görüntüsü Tablo 14’de ayrıca verilmiştir.

Bu bölümde yapılan çalışmayla uzun oyun serileri neticesinde hangi pazarlık modelinin oyunculara daha fazla fayda sağladığı sorusuna cevap aranmıştır. Bunun için bir bilgisayar programı üzerinde deneysel bir model kurulmuştur. Modelin çıktısı tekrarlı oyunlar sonrasında oyuncuların her iki çözüm kuralına göre elde ettiği maksimum fayda değerlerinden oluşmaktadır.

Her iki pazarlık modelinde denklem çözümünü maksimize eden değerler tüm oyunlar için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Deneyden elde edilen bulgulara göre hem ortalamada hem de her bir bağımsız oyunda Nash çözüm kuralının Kalai-Smorodinsky çözümüne göre daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir.

Tablo 14 Program Görüntüsü

[illegible]

2.8. RİSK VE PAZARLIK

Aksiyomatik pazarlık kuramına ilişkin kapsamlı literatürde daha az riskli olan pazarlıkçıların pazarlık yapmalarını daha da zorlaştırdığı yaygın olarak kabul görmektedir.²⁴ Bu bağlantı literatürde ilk olarak Volij ve Winter²⁵ tarafından tanımlanmıştır. Risk ve pazarlık ile ilgili en önemli katkılar ise Roth²⁶ ile Kihlstrom ve diğerlerinin²⁷ hazırladığı çalışmalarla yapılmıştır. Daha sonraki zamanlarda konu Roth ve Rothblum²⁸ ile Safra ve diğerleri²⁹ tarafından ele alınarak geliştirilmiştir. Özellikle Kihlstrom ve diğerlerinin çalışmalarında sunduğu 1 ve 2 numaralı teoremler sırasıyla, en çok bilinen iki aksiyomatik pazarlık modeli olan, Nash ve Kalai-Smorodinsky pazarlık çözümleri ile ilgilidir. Bu teoremler v faydasına sahip bir oyuncunun hem kendisiyle aynı risk yaklaşımında olan u_0 faydasına sahip bir oyuncuya karşı hem de u faydasına sahip risk-karşıtı bir oyuncuya karşı olan pazarlık durumlarını karşılaştırmaktadır.

Örneğin, 1. oyuncu ve 2. oyuncunun 1 lirayı paylaşmak istedikleri ve her ikisinin de anlaşılmadıkları takdirde hiçbir şey almadıkları bir pazarlık oyununda, her oyuncu için kazanılacak para aynı fayda düzeyine denk geliyorsa, o zaman Nash çözümü her bir oyuncuya 0,5 lira vermektedir.

²⁴ Gordon C. Rausser, Leo K. Simon, “Nash Bargaining and Risk Aversion”, **Games and Economic Behavior**, Volume 95, 2016, s. 1.

²⁵ Oscar Volij, Eyal Winter, “On Risk Aversion and Bargaining Outcomes”, **Games and Economic Behavior**, Volume 41, 1, 2002, s. 120-140.

²⁶ Alvin E. Roth, “Axiomatic Models of Bargaining”, **Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems #170**, Springer Verlag, 1979, b.a.

²⁷ R. Kihlstrom, A. E. Roth, D. Schmeidler, “Risk Aversion and Solution to Nash’s Bargaining Problem”, **In Game Theory and Mathematical Economics**, ed. O. Moeschlin and D. Pallaschke, Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1981, s. 65-71.

²⁸ A. Roth, U. Rothblum, “Risk Aversion And Nash’s Solution For Bargaining Games With Risky Outcomes”, **Econometrica**, Vol. 53, No. 3, s. 639-647.

²⁹ Z. Safra, L. Zhou, I. Zilcha, “Risk Aversion in the Nash Bargaining Problem With Risky Outcomes And Risky Disagreement Points”, **Econometrica**, Vol. 58, No. 4, s. 961-965.

Burada 1. oyuncunun risk karşıtı olduğu ve paraya X 'in karekökü kadar değer verdiği varsayılın. 2. oyuncunun ise risk nötr bir oyuncu olduğu ve paraya doğrusal olarak Y kadar değer verdiği varsayılın. Pareto verimliliğine göre, oyuncular P ve $1 - P$ şeklinde bir paylaşıma tabi olacaktır.

Örneğe göre Nash pazarlık çözümü ($\sqrt{P}$) ($1 - P$) denklemin çözümünü maksimize edecek ve 1. oyuncuya $1/3$ ve 2. oyuncuya da $2/3$ verecektir. Daha basit bir ifadeyle 1. oyuncu risk karşıtı olduğu için çözümde 2. oyuncunun yarısı kadar alacaktır. Bu 1. oyuncu için adil görünmemektedir. Sadece farklı bir risk yaklaşımına sahip olduğu için faydadan mahrum kalmıştır. Doğal olarak 1. oyuncu, para için asıl yaklaşımını mevcut risk yapısıyla ortaya çıkarmak istemeyebilir, bunun yerine doğrusal olarak değerlendirme yapıyormuş gibi görünmek isteyecektir.

Bu gibi gerçek yaşam senaryolarında oyuncular kendi anlaşmazlık noktalarını, olası anlaşmalar kümelerini ve faydalarını doğru bir şekilde ifade etmemektedirler. Dolayısıyla Nash pazarlık çözümü bunun gibi gerçek yaşamdaki benzer örnekler için uygulanabilir bir çözüm olmaktan uzak kalmaktadır.

Nash pazarlık çözümü matematiksel olarak ilginç olsa da, pratikte nasıl uygulanacağı konusunda çok kullanışlı bir çözüme sahip değildir. Bunun için gerçekte iki oyuncunun da, olası anlaşmalar kümesini, anlaşmazlık noktalarını ve genel bilgi olarak fayda fonksiyonlarını eksiksiz şekilde bilmeleri gerekir. Eğer oyuncular, fayda fonksiyonları gibi detayları yanlış yorumlarsa, sonuç büyük ölçüde değişebilir.

Bunlara ilave olarak gerçek yaşamda pazarlık gücü kavramı belirgin bir şekilde sonuca etki etmektedir. Pazarlık gücünün derecesini belirleyen en önemli faktör tarafların içinde bulundukları pazarlık durumdan elde edebilecekleri minimum faydanın bir birim azını dışarıdaki farklı seçeneklerden de elde edebileceğini biliyor olmasıdır. Oyuncular her zaman kendilerine daha fazla fayda sağlayacak seçeneği tercih etmesinin yanında sonuçlarından mutlak emin olduğu durumlarda işbirliğine gitmektedir.

Ancak bu teorik çözüm, fayda fonksiyonlarının ve anlaşmazlık noktalarının her iki taraf için de açık şekilde biliniyor olduğu durumlarda pratikte de yararlı olabilir, sendikalar ve işveren arasında yapılan ücret pazarlıkları buna bir örnek olarak gösterilmektedir.

Ücret pazarlıklarında işverenin harcama kabiliyeti (veya bütçesi), alternatifleri ve elde edeceği kar ölçümlenebilir değerler iken diğer tarafta sendika için enflasyon oranı, iş imkanları ve sosyo-ekonomik oranlar belirgin parametrelerdir. Bu gibi durumlarda iki taraf da hemfikir olursa gerçek anlamda bir işbirliği sağlanabilir.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

NASH PAZARLIK ÇÖZÜMÜ VE SATINALMA İHALESİNİN KARŞILAŞTIRMASI

Bir satınalma sözleşmesinin yenilenmesi aşamasında satınalmacı ya mevcut tedarikçisi ile pazarlık yolunu seçerek devam edecek ya da farklı bir tedarikçiyi ihale yöntemi gibi rekabetçi bir ortamda belirleyerek bu yeni tedarikçi ile çalışma yoluna gidecektir.

Önceki bölümde aksiyomatik pazarlık yöntemlerinden literatürde bilinen en önemli iki pazarlık çözümünün belirli koşullar altında oluşturdukları bireysel faydanın kıyaslaması yapılmış ve Nash Pazarlık Çözümünün Kalai-Smorodinsky çözümüne göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu iki farklı pazarlık çözümünün analizi oyuncuların pazarlık gücünden bağımsız olarak ve tanımlanan aksiyomlar çerçevesinde simetrik olarak yapılmıştır.

İhalelerde ise gelir denkliği teorisi kullanılan her yöntemin aynı sonucu vereceğini göstermiş ve sadece uygulamada farklı süreçlere sahip olduğunu göstermiştir. Tersine ihale olarak da adlandırılan satınalma ihalelerinde katılımcı sayısının sunulan teklifler üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Çalışmanın bu bölümde ise satınalma ihalelerinin genelleştirilmiş Nash pazarlık çözümü ile karşılaştırması yapılmış ve hangi yöntemin hangi durumlarda daha iyi sonuçlar verdiği incelenmiştir.

Pazarlık gücü ve dış opsiyon kavramlarının üzerinde durularak oyuncuların faydasına ne derecede etkili olduğu açıklanmıştır. Yapılan analiz temel olarak satınalmacının perspektifinden incelenmiş ve en yüksek faydanın hangi durumlarda sağlandığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Bunun için hangi şartlarda pazarlık veya ihale yoluna başvurulacağı ve sınır değerlerin ne olması gerektiği belirlenmiştir. Her ne kadar teorik bir altyapıyla çalışmış olsa da konunun daha rahat kavranabilmesi amacıyla hem ihale hem de pazarlık yöntemini kullanan bir işletmenin geçmişte

gerçekleştirdiği örnek bir satınalma işleminin belirtilen kapsamda incelemesi yapılmıştır.

3.1. NASH PAZARLIK ÇÖZÜMÜNÜN GENELLEŞTİRİLMİŞ HALİ

Eğer oyuncular pazarlık güçlerinde asimetrik ise, bu durumda Nash Pazarlık Çözümünden simetri aksiyomu çıkarılarak çözüm genelleştirilebilir. Bu şekilde uygulanan çözüme Genelleştirilmiş Nash Pazarlık Çözümü (*GNBS - Generalised Nash Bargaining Solution*) denir.

Genelleştirilmiş Nash Pazarlık Çözümünü matematiksel olarak ifade edildiğinde α ve β oyuncuların pazarlık gücü olarak tanımlanırsa Nash pazarlık fonksiyonu;

$$f_{GN}(S,d) = \operatorname{argmax} (U_1(s) - d_1)^\alpha (U_2(s) - d_2)^\beta \text{ şeklinde gösterilir.}$$

Pazarlık koşulu ise, $0 < \alpha < 1$ ve $\alpha + \beta = 1$ 'dir.

Oyuncuların pazarlık gücü olan α (1. Oyuncunun pazarlık gücü) ve β 'nın (2. Oyuncunun pazarlık gücü) oyuna etkisini ölçmek için Denklem 3-1'deki eşitlikten faydalanılmıştır.

Daha önce de etkin sınır grafiği üzerinde ifade edildiği gibi, oyuncuların toplam faydası

$$U_1 + U_2 = U \text{ olmaktadır.}$$

$$U_1 = (U_1(s) - d_1) \text{ ve } U_2 = (U_2(s) - d_2)'ye göre;$$

$$\max (U_1(s) - d_1)^\alpha (U_2(s) - d_2)^\beta \quad 3-1$$

$$\max (U_1(s) - d_1)^\alpha (U - U_1(s) - d_2)^\beta \quad 3-2$$

Maksimum fayda için birinci oyuncunun (veya ikinci oyuncunun) kendi fayda düzeyine göre türevi alınıp, 0'a eşitlenerek Denklem 3-6'daki sonuç elde edilir.

$$\alpha (U_1(s) - d_1)^{\alpha-1} (U - U_1(s) - d_2)^\beta - (U_1(s) - d_1)^\alpha \beta (U - U_1(s) - d_2)^{\beta-1} = 0 \quad 3-3$$

$$\alpha (U - U_1(s) - d_2) - \beta (U_1(s) - d_1) = 0 \quad 3-4$$

$$\alpha (U_2(s) - d_2) - \beta (U_1(s) - d_1) = 0 \quad 3-5$$

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{(U_1(s) - d_1)}{(U_2(s) - d_2)}$$

Veya 3-6

$$\frac{\alpha}{1 - \alpha} = \frac{(U_1(s) - d_1)}{(U_2(s) - d_2)}$$

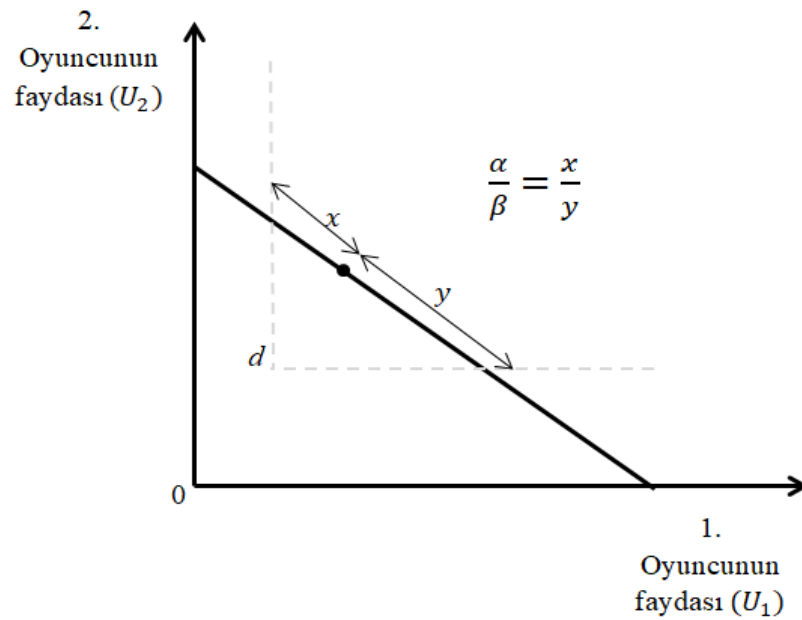
Fayda değerine göre ise;

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{U_1}{U_2} \quad 3-7$$

eşitliği bulunur. Çözüm noktası U^* olarak tanımlandığında;

$$U^* = U_1\beta + U_2\alpha \quad 3-8$$

Belirtilen eşitliğin grafik üzerindeki gösterimi ise Şekil 21’de gösterildiği gibi olacaktır.



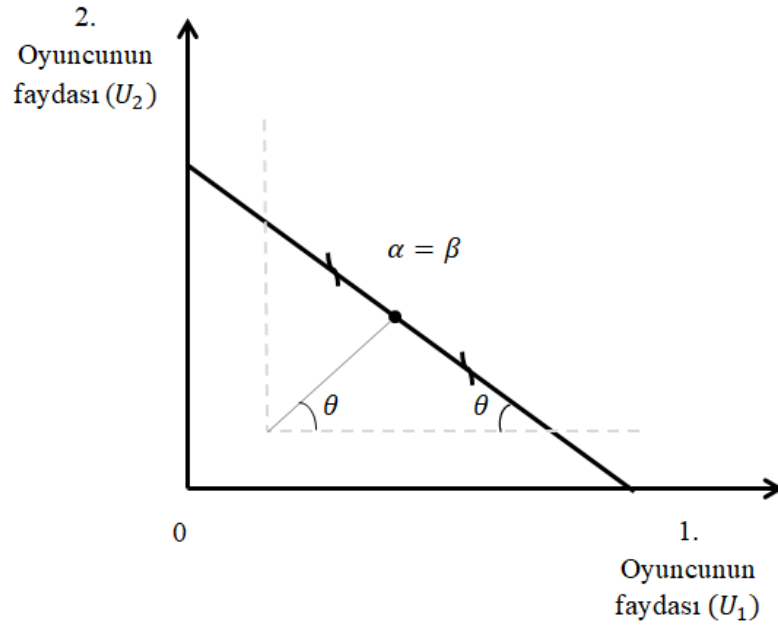
Şekil 21 Asimetrik Nash Pazarlık Çözümü

Görüldüğü gibi her iki oyuncunun pazarlık güçleri oyuncuların elde edeceği fayda ile doğru orantılıdır. Diğer bir ifadeyle bir oyuncunun pazarlık gücü arttığında oyundan

elde edeceği fayda düzeyi de aynı oranda artmaktadır. Burada oyuncuların elde edeceği fayda toplamı değişmemekle birlikte sadece toplam faydanın dağılımı değişmektedir.

Dikkat edilmesi gereken husus formülde yer alan α ve β 'nin oyuncuların pazarlık yapabilme yeteneklerinin ölçüsü olmadığıdır. Oyuncular rasyonel davrandıkları için zaten mümkün olduğu ölçüde pazarlık edeceklerdir. Eğer pazarlık sonucu beklentilerini karşılamıyorsa bu durumda pazarlıktan vazgeçeceklerdir.

Eğer bir oyunda oyuncuların farklı pazarlık güçleri varsa bu oyunlarındaki rollerinde avantajlı veya dezavantajlı olmalarından kaynaklanmaktadır.¹ Oyuncuların eşit pazarlık gücüne sahip olması durumunda simetrik bir oyundan bahsedilebilir. Simetrik oyunlarda $\alpha = \beta$ 'dir.



Şekil 22 Simetrik Nash Pazarlık Çözümü

Çözüm fonksiyonu için eğer belirtilen eşitlik sağlanmamışsa bu durumda çözüm asimetrik olacaktır. Asimetrik çözümlerde asimetrinin derecesini belirleyen kavram Pazarlık Gücüdür (*Bargaining power*).

¹ Ken Binmore, **Playing for Real: A text on Game Theory**, New York, Oxford University Press, 2007, s. 472.

3.2. PAZARLIK GÜCÜ

Nash'in simetriklik aksiyomunu kaldırılarak asimetrik duruma geçildiğinde oyuncular farklı oranlarda pazarlık güçlerine sahip olmaktadır. Nash'in çözüm fonksiyonunda belirtilen α ve β her bir oyuncunun farklı pazarlık güçlerine sahip olduğunu ifade etmektedir.

Pazarlık gücünü etkileyen iki önemli faktör vardır. Bunlar;

- Oyuncuların risk tutumu ve
- Oyuncuların ilgili pazarlık süreci dışındaki farklı alternatifleridir.

Her iki oyuncu için de pazarlık konusu ürün veya hizmet ile ilgili mevcut pazarlık süreci dışındaki farklı bir ortamdan elde edebileceklerini bildikleri alternatif kazanımların varlığı pazarlık güçlerini doğrudan etkiler. Bu alternatiflere dış opsiyonlar denilmektedir. Oyuncuların pazarlık gücünün hangi durumlarda artacağı sorusunun cevabı dış opsiyon kavramı ile açıklanmaktadır.

Bir diğer faktör olan oyuncuların risk tutumlarının farklı olması da tarafların oyundan elde edecekleri fayda düzeylerini değiştirmektedir. Oyuncuların risk alıp almaması pazarlık güçleri ile doğrudan ilişkilidir. Bir paylaşım sürecinde bir oyuncu ne kadar risk karşısı ise o derecede az pay almakta iken risk alan bir oyuncu pazarlık gücünü ve dolayısıyla alacağı payı artırmaktadır.

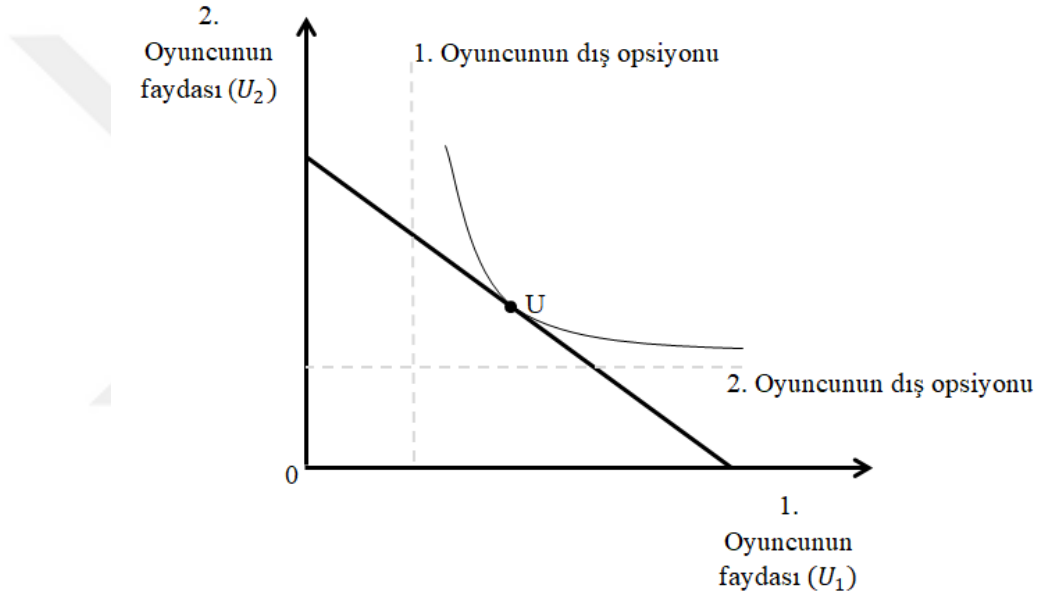
3.2.1. DIŞ OPSİYON

Pazarlık oyununda dışarıdaki opsiyonlar karşı tarafın kazancına daha düşük bir sınır getirmektedir. Dış opsiyonların mevcudiyeti, bir oyuncunun pazarlık sürecinden ayrılırken kendisinin temin edebileceği asgari kazancın etkisini dikkate alarak müzakere sonucunu etkilemektedir.²

² Shumin Yu v.d., "Nash bargaining solutions for international climate agreements under different sets of bargaining weights", **International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics**, Volume 17, [Issue 5](#), 2017, s. 716.

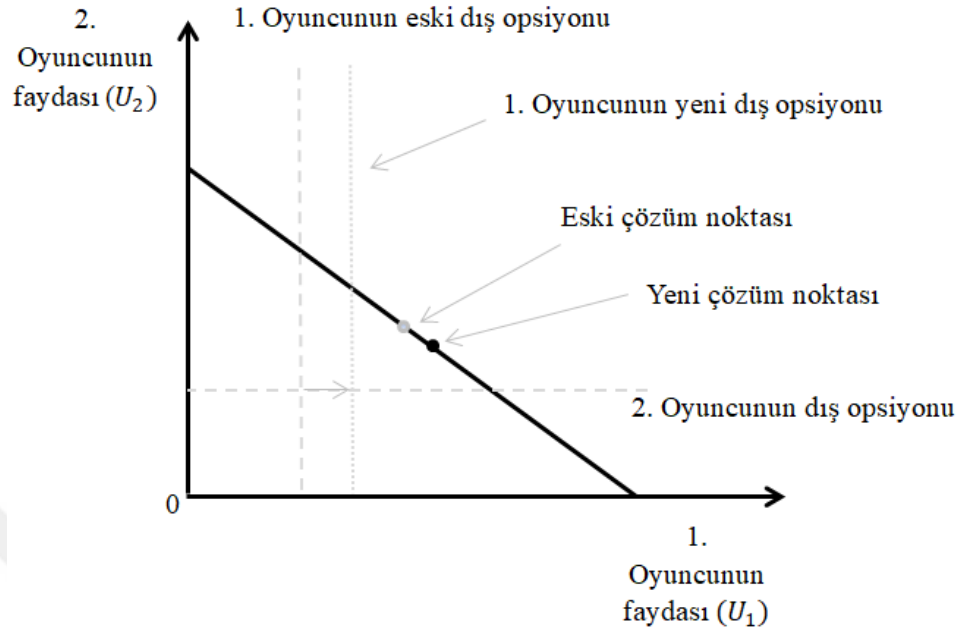
Dış opsiyon kavramı bazı kaynaklarda BATNA (*Best Alternative To A Negotiated Agreement*) olarak da ifade edilmektedir. Bu ifade Türkçeye “Pazarlık süreci yürütülen anlaşmaya en iyi alternatif” olarak çevrilebilir.

Dış opsiyon pazarlık sürecinde dikkate alınması gereken bir etkiye sahiptir. Oyuncular için temel olarak, dış opsiyon, herhangi bir sonucun karşılaştırılmasına olanak sağlayan bir referanstır. Tarafları, olumsuz anlaşmaları kabul etmekten ve olumlu olanları reddetmekten koruyan bir çeşit sigortadır.



Şekil 23 Dış Opsiyonlar

Bir dış opsiyonun oyuncuya sağlayacağı fayda mevcut pazarlık sürecindeki anlaşmazlık değerini de belirlemektedir.



Şekil 24 Dış Opsiyonun Çözüm Noktasına Etkisi

Şekil 24’de görüldüğü gibi 2. oyuncunun dış opsiyonu sabitken 1. oyuncunun dış opsiyondan sağlayacağı faydanın artması halinde mevcut pazarlık sürecinin anlaşmazlık noktası da sağa doğru kaymakta ve çözüm noktasının etkin sınır üzerindeki yeri değişmektedir.

3.3. KARŞILAŞTIRMA MODELİ

Belirli periyotlarda ve her defasında aynı şartlarla gerçekleştirilmesi gereken bir satınalma projesinin olduğu bir ortamda satınalmacı ya mevcut tedarikçisi ile pazarlık yoluna giderek projeyi eski tedarikçisine vermeye devam edecek ya da ihale yoluyla belirlediği bir tedarikçi ile çalışacaktır.

Mevcut devam eden sözleşmede hali hazırdaki tedarikçi ile çalışıldığı için satınalmacı onun maliyet parametresi olan $c_s \in [1,2]$ ’yi bilmektedir. Bununla beraber dışarıda n sayıda istekli mevcuttur. İsteklilerin sağlayacağı ihale konusu ürünün satınalmacının yeterli gördüğü miktarda kalite değerine sahip olduğu varsayılmaktadır. Ya da daha kapsamlı bir ifadeyle mevcut sözleşme şartlarını karşılayabilecekleri nitelikte oldukları kabul edilmektedir. İsteklilerin maliyeti özel değerleri olan b_i yi yani teklif değerlerini belirlemektedir. Her isteklinin maliyet

parametresi c_i uniform dağılıma göre $U[1,2]$ rastgele ve bağımsız olarak belirlenmektedir. Bu durumda teklif fonksiyonu aşağıdaki şekildedir.³

$$b_i(c_i) = c_i$$

Mevcut tedarikçi ise c_s maliyetine sahiptir ve teklif fonksiyonu aşağıdaki şekildedir.

$$b_s(c_s) = c_s$$

$V (V \in (2, +\infty))$ parametresi ise satınalmacının özel değeridir.

Verilen bilgilere bağlı olarak Genelleştirilmiş Nash Pazarlık Çözümü;

$0 < \alpha < 1$ ve $\alpha + \beta = 1$ olmak koşuluyla,

$\max(V - p)^\alpha (p - b_s)^\beta$ 'dir⁴.

Limit $\alpha \rightarrow 1$ 'e yaklaştığında satınalmacının pazarlık gücü artıyorken bu durum limit $\beta \rightarrow 0$ 'a yaklaşıyor olması demektir.⁵

Pazarlık sonrasında bir anlaşma olduğu durumda alıcıdan satıcıya p miktarda bir ödeme yapılacaktır. Buna göre, alıcı ve satıcının fayda denklemleri şu şekilde olacaktır;

$$U_1 = V - p \quad 3-9$$

ve

$$U_2 = p - b_s \quad 3-10$$

³ He Huang, Hongyan Xu, Jian Chen, "A Comparison of A Simple Procurement Auction and Generalized Nash Bargaining, **Journal of Systems Science and Systems Engineering**, 18(3), 2009, s. 342.

⁴ Abhinay Muthoo, "A Non-Technical Introduction to Bargaining Theory, **World Economics**, Vol. 1, No. 2, 2000, s. 115.

⁵ Ensar Yılmaz, **Oyun Teorisi**, Gözden Geçirilmiş 2. bs., Literatür Yayınları, İstanbul, Ekim 2012, s. 358.

Buradan pazarlık probleminin fazla değeri bulunabilir. Oyuncuların elde edeceği faydanın toplamı oyunun toplam faydasına eşit olmalıdır. Denklem 3-11'deki eşitlik bu koşulu sağlamaktadır.

$$U_1 + U_2 = V - b_s \quad 3-11$$

Optimum bir pazarlık sonucu için fayda toplamının ($U_1 + U_2$) veya ortaya çıkan fazla değer ($V - b_s$) maksimum seviyede olması gerekmektedir.

İlgili notasyonlar aşağıda verilmiştir.

V = Satınalmacının değerlemesi $V \in (2, +\infty)$

p = ödeme miktarı

α = Satınalmacının pazarlık gücü

- Bu değer satınalmacının dış opsiyonu olan ihale yapma ihtimali ile ilgilidir.

β = Mevcut tedarikçinin pazarlık gücü

b_s = Mevcut tedarikçinin maliyetine bağlı teklifi.

- Tedarikçinin maliyeti $c_s \in [1,2]$ olup, rastgele bağımsız ve uniform dağılmıştır.

n = İhale durumunda teklif verenlerin sayısı

Z = Mevcut tedarikçinin dış opsiyonu.

- Bu değer pazarlık çözümün sonucundan daha büyük olamaz. Çünkü Rasyonel bir oyuncu için dışarıdaki fayda her durumda pazarlık sonucu oluşacak faydadan büyükse pazarlık sürecine girmez.

$V - b_s$ = Pazarlık sonucu oluşan fazla değer (*surplus*)

Buna göre mevcut tedarikçinin pazarlık gücü olan β değeri Denklem 3-12'deki gibi olacaktır.⁶

$$\beta = \frac{Z}{V - b_s}$$

veya 3-12

$$\alpha = 1 - \frac{Z}{V - b_s}$$

Bu projede satınalmacının ihale düzenlemesi pazarlık için bir dış opsiyondur. Mevcut tedarikçinin herkesçe bilinen dış opsiyonu ise belirtilen proje için sağlayacağı finansmanın başka alanlarda değerlendirilmesidir.

Pazarlık oyunları işbirlikçi oyunlar olup, ihaleler ise işbirlikçi olmayan oyunlardır. İşbirlikçi olmayan oyunlarda her oyuncu sadece bireysel faydasını maksimize etmeye çalışır. Satınalma ihalelerinde ise tek bir alıcı ve çok sayıda satıcı bulunmaktadır. Satınalmacı bireysel faydasını maksimum düzeye çıkarmak için çok sayıda satıcının içerisinde en düşük teklif değerini bulmaya çalışacaktır.

Eğer satınalmacı teklif verenlerin değerlerini bilmiyorsa hangi ihale türünün kendisine daha fazla kazanç sağlayıp sağlamayacağını önceden bilemeyecektir. Fakat hem ilk fiyat kapalı teklif ihalesi hem de ikinci fiyat kapalı teklif ihalesine göre sunulacak teklif değerlerinin olasılık dağılımlarına göre beklenen ödemesini hesaplayabilir.

3.3.1. İLK VE İKİNCİ FİYAT KAPALI TEKLİF SATINALMA İHALELERİNDE SATINALMACININ BEKLENEN ÖDEMESİ

Bir satış işleminde ihaleyi düzenleyen satıcı için beklenen ödeme tutarı aşağıdaki şekilde hesaplanabilmektedir.

⁶ Huang, Hongyan ve Chen, **a.g.e.**, s. 345.

$p_{(1)}, p_{(2)}, p_{(3)} \dots, p_{(n)}$ şeklinde $[0,1]$ aralığında uniform dağılım gösteren bağımsız n sayıda değerlendirme küçükten büyüğe dizildiğinde $p_{(k)}$ 'in beklenen değeri, k 'inci sıranın dizide yer alan örneklem adedinin bir fazlasına olan oranıdır. Bu durumda $p_{(k)}$ 'nin olasılık dağılımının parametreleri k ve $n-k+1$ olan bir Beta dağılımını gösterir.

Bu dağılımının beklenen değeri* ise Denklem 3-13'deki gibi hesaplanabilir.⁷

$$E(p_{(k)}) = \frac{k}{n+1} \quad 3-13$$

İhaleyi düzenleyen satıcı eğer ikinci fiyat kapalı teklif ihalesi yaparsa ve teklif verenler baskın stratejileri doğrultusunda lineer olarak teklif verirse yani kendi gerçek değerlemeleri doğrultusunda teklif verirse bu durumda satıcının beklediği gelir ikinci en yüksek teklif olacaktır. Bu n sayıda küçükten büyüğe dizilmiş rassal sayıların içerisinde $n-1$ 'inci sıraya denk gelen sayı olup, formülde yerine konulduğunda $\frac{n-1}{n+1}$ olacaktır.

İhaleyi düzenleyen satıcı ilk fiyat kapalı teklif ihalesi yaparsa, bu durumda denge için kazanan teklifin gerçek değerlemesinin $\frac{n-1}{n}$ katı kadar bir teklif vermesi beklenir.⁸ Bunun sebebi teklifin gölgelenmesi tanımıyla çalışmanın 1. Bölümünde incelenmiştir.

İlk fiyat kapalı teklif ihalesinde teklif verenin gerçek değerlemesi $\frac{n}{n+1}$ olup, bu durumda ihaleyi düzenleyenin beklenen geliri Denklem 3-14'deki gibi olacaktır.

$$\left(\frac{n-1}{n}\right)\left(\frac{n}{n+1}\right) = \left(\frac{n-1}{n+1}\right) \quad 3-14$$

* Bir α ve β parametrelili beta dağılımlı rassal değişken X için beklenen değer veya ortalama değer $E(X) = \frac{\alpha}{\alpha+\beta}$ 'dir.

⁷ David Easley, Jon Kleinberg, “**Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World**”, United States of America, Cambridge University Press, 2010, s.265

⁸ A.e., s. 265.

Böylece Gelir Eşitliği Teoremine göre farklı ihale türlerinin teklif verenler açısından aynı beklenen geliri ürettikleri bir kez daha görülmektedir.

Ancak satınalma ihalelerinde satınalmacının beklenen ödemesi düzenleyeceği ihale mekanizmasına bağlı olarak değişmektedir. Çalışmanın amacına uygun olarak bu farkı gösterebilmek için hem ilk fiyat kapalı teklif ihalelerinin hem de ikinci fiyat kapalı teklif ihalelerinin satınalmacı açısından beklenen ödeme tutarları ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Satınalma ihalesi ilk fiyat kapalı teklif ihalesine göre düzenlenir ise beklenen değer n 'inci teklif sahibinin değerlemesine değil, küçükten büyüğe bir dizilim olduğu için doğrudan ilk teklif sahibine bağlı olmaktadır. Çünkü burada en düşük değer birinci sıradaki değerdir. Dolayısıyla satınalmacının beklenen ödemesi de Denklem 3-15'deki gibi olacaktır.

$$E(p) = 1 + \frac{1}{n+1} \quad 3-15$$

İlk fiyat kapalı teklif ihalesine göre düzenlenmiş bir satınalma ihalesinde beklenen ödemenin hesaplanma yöntemi aşağıda incelenmiştir.

Sürekli bir uniform dağılımda;

Uniform dağılımın ortalaması veya Beklenen Değeri $E(x) = \frac{a+b}{2}$ 'dir.

Buradan $x = \frac{a+b}{2}$ ise $2x = a + b$ olarak bulunur

Denklem $x+x = a+b$ şeklinde yazılabilir. Buradan $x-a = b-x$ olarak bulunur.

Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu (pdf) $f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} , & x \in [a, b] \\ 0 , & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$

(Üst Sınır) Kümülatif Dağılım Fonksiyonu (cdf) $F(x) = \begin{cases} 0 , & x < a \\ \frac{b-x}{b-a} , & a \leq x < b \\ 1 , & x \geq b \end{cases}$

$b_i = 1$ olduğunda satınalmacı bu en düşük teklif için mümkün olan en düşük ödemeyi yapacaktır. Bu durum satınalmacı açısından en etkin ihale sonucudur ve

satınalmacının faydası maksimum olmaktadır. Çünkü en düşük maliyetle satınalma işlemini gerçekleştirmiş olacaktır.

Teklif verenler uniform ve bağımsız dağılımlı maliyet değeri $c_i \in [1,2]$ 'ye göre tekliflerde bulunmaktadır.

Öncelikle özel değerli bir ilk fiyat kapalı teklif ihalesinde en düşük teklifi bulmak için olasılık dağılımı hesaplanmıştır.

Örnekle açıklamak gerekirse; 2 teklif verenin olduğu bir ihalede en düşük teklif x ise, bu x teklifi 2 farklı senaryo ile ortaya çıkar.

Birinci senaryo, 1. teklif verenin en düşük teklif olan x teklifini sunduğunda 2. teklif verenin de bu x teklifine eşit bir teklifi veya daha fazlasını sunmasıdır. 1. teklif verenin en düşük teklif sunma olasılığı $\left(\frac{1}{2-1}\right)$ 'dir. Buna göre, 2. teklif verenin bu teklife eşit veya daha fazla teklif sunma olasılığı, x 'den daha küçük bir teklif sunulamayacağı için, kümülatif dağılımın üst sınırı olan 2 ile x teklifi arasında oluşacak farkın genel dağılım aralığına oranı $\left(\frac{2-x}{2-1}\right)$ 'dir.

Bu durumda olasılık yoğunluk fonksiyonu $f(x)=1$ iken,

Kümülatif dağılım fonksiyonu $F(x)=2-x$ olacaktır.

Bu olayın gerçekleşme olasılığı ise $f(x).F(x)$ olacaktır.

Veriler yerine koyulduğunda denklem 3-16'daki gibi olacaktır,

$$\left(\frac{1}{2-1}\right) \cdot (2-x) \quad 3-16$$

İkinci senaryo ise, 2. teklif verenin en düşük teklif olan x teklifini sunması ve 1. teklif verenin de bu teklife eşit bir teklif veya daha fazlasını sunmasıdır. Bu olayın da gerçekleşme olasılığı Denklem 3-17'deki gibidir.

$$\left(\frac{1}{2-1}\right) \cdot (2-x) \quad 3-17$$

Bu iki olayın toplam gerçekleşme olasılığı denklem 3-18'de gösterilmiştir,

$$2. \left(\frac{1}{2-1} \right) . (2-x) \quad 3-18$$

İhalede teklif verenlerin tamamının veya birkaçının en düşük teklifi vermiş olması mümkün olmakla beraber içlerinden sadece bir teklif veren de en düşük teklifi vermiş olabilir. Bu demektir ki, en düşük teklif n sayıda farklı şekilde olabilir.

Buna göre örnekte 2 teklif veren yerine n sayıda teklif veren olursa en düşük teklifin verilmesi olasılığı Denklem 3-19'daki gibi olacaktır.

$$n. \left(\frac{1}{2-1} \right) . (2-x)^{n-1} \quad 3-19$$

En düşük teklif verenin beklenen değeri aşağıdaki integral denklemin çözümüdür.

$$E(p) = \int_1^2 x. n. f(x). F(X)^{n-1} dx \quad 3-20$$

$$E(p) = \int_1^2 x. n. 1. (2-x)^{n-1} dx \quad 3-21$$

$$E(p) = \frac{n.(n+2)}{n^2+n} \quad 3-22$$

$$E(p) = \frac{n+2}{n+1} \quad 3-23$$

Buradan Denklem 3-15'de yer alan eşitliğin sağlandığı görülmektedir.

İlk fiyat kapalı teklife göre hazırlanmış satınalma ihalelerinde ihale konusu ürünün gerçek değeri zaten en düşük teklif verenin maliyeti olduğundan tekliflerini gölgelemezler. Çünkü ihale konusu ürünün değeri hakkında satış ihalelerindeki bir belirsizlik söz konusu değildir. Teklif verenlerin satış ihalelerinde olduğu gibi yanlış bir değerlendirme yapma riski olmadığından sundukları teklifler de her zaman maliyetlerinin lineer bir fonksiyonudur. Bu fonksiyon çalışmanın 1. bölümünde gösterilmiştir.

Eğer satınalma ihalesi ikinci fiyat kapalı teklif ihalesine göre düzenlenirse bu durumda en düşük ikinci teklif verenin verdiği teklif tutarı satınalmacının elde ettiği kazanç miktarını gösterecektir. Bu da en düşük ikinci değere karşılık gelmektedir ve Denklem 3-24 gibidir.

$$E(p_2) = 1 + \frac{2}{n+1} \quad 3-24$$

İkinci fiyat kapalı teklif ihalesine göre düzenlenmiş bir satınalma ihalesinde beklenen ödemenin hesaplanma yöntemi aşağıda incelenmiştir.

Burada satınalmanın ödemesi en düşük ikinci teklif verenin verdiği teklif tutarına eşit olacaktır.

Beklenen ödemeyi hesaplamak için örnek olarak yine 2 teklif verenin olduğu bir ihale incelenmiştir.

Teklif verenlerin teklif değerleri maliyetlerine bağlı olarak $c_i \in [1,2]$ aralığında bağımsız ve uniform olarak dağılmıştır.

Buna göre ikinci en düşük teklif değeri x ise; bu değer iki farklı şekilde oluşabilir:

Birincisi; 1. teklif verenin sunduğu teklif x iken, diğer teklif verenin sunmuş olduğu teklif ya bu x değerine eşit olacak ya da bu değerden küçük olacaktır.

Bir teklif verenin x değerine eşit veya daha küçük bir teklif verme olasılığı $1 - F(x)$ iken diğer teklif verenin x değerine eşit veya daha fazla bir teklif verme olasılığı $F(x)$ 'dir. Dolayısıyla 1. teklif veren x değerine, 2. Teklif veren ise en çok x değerine sahiptir.

Bu durumda olasılık yoğunluk fonksiyonu $f(x)=1$ iken,

Kümülatif dağılım fonksiyonu $F(x)=x$ olacaktır.

Bu olayın gerçekleşme olasılığı ise $f(x).(1-F(x))$ olacaktır.

İkincisi; ikinci en düşük teklif 2. teklif veren tarafından x değeri ile verildiğinde, 1. teklif veren de en çok bu x değeri kadar bir teklifte bulunacaktır.

Her iki senaryonun gerçekleşme olasılığı ise Denklem 3-25'de gösterilmiştir;

$$2.f(x).(1-F(x)) \quad 3-25$$

n sayıda teklif verenin olduğu bir ikinci fiyat kapalı teklif ihalesinde eğer 1. teklif veren en düşük teklife sahipse bu durumda $n-1$ sayıda teklif veren en az onun teklif değeri kadar teklif verebilir ve $n-2$ sayıdaki diğer teklif verenlerin hiç biri daha düşük teklif veremez. Bu olayın gerçekleşme olasılığı Denklem 3-26'da gösterilmiştir.

$$n \cdot (n - 1) \cdot f(x) \cdot (1 - F(x)) \cdot F(x)^{n-2} \quad 3-26$$

En düşük ikinci teklif verenin beklenen değeri aşağıdaki integral denklemin çözümüdür.

$$E(p_2) = \int_1^2 x \cdot n \cdot (n - 1) \cdot f(x) \cdot (1 - F(x)) \cdot F(x)^{n-2} dx \quad 3-27$$

$$E(p_2) = \int_1^2 x \cdot n \cdot (n - 1) \cdot 1 \cdot (x - 1) \cdot (2 - x)^{n-2} dx \quad 3-28$$

$$E(p_2) = \frac{(n-1) \cdot n \cdot (n+3)}{n^3 - n} \quad 3-29$$

$$E(p_2) = \frac{n+3}{n+1} \quad 3-30$$

Buradan Denklem 3-24'de yer alan eşitliğin sağlandığı görülmektedir.

İkinci fiyat kapalı teklif ihaleleri ister satış isterse satınalma ihalesi için düzenlemiş olsun teklif verenlerin en iyi stratejileri her zaman gerçek değerlemesi doğrultusunda teklif vermektir.

Ancak her ne kadar satış ihalelerinde gelir denkliği sağlansa da satınalma ihalelerinde durumun farklı olduğu görülmektedir. Satınalmacı açısından beklenen ödeme düzeyi seçilecek ihale türüne göre değişiklik göstermektedir.

Denklem 3-15 ve Denklem 3-24 karşılaştırıldığında;

$E(p_2) > E(p)$ olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak; ihaleyi düzenleyen satınalmacı açısından ilk fiyat kapalı teklif ihalesine göre düzenlenmiş satınalma ihalelerinin, ikinci fiyat kapalı teklif satınalma ihalelerine göre daha az beklenen ödeme miktarına sahip olduğu gösterilmiştir.

3.3.2. İLK FİYAT KAPALI TEKLİF SATINALMA İHALESİ İLE NASH PAZARLIK ÇÖZÜMÜNÜN KARŞILAŞTIRILMASI

Oluşturulan modelde ihaleyi düzenleyen satınalmacının ikinci fiyat kapalı teklif ihalesine göre kendisine daha yüksek fayda sağlayacak olan ilk fiyat kapalı teklif ihalesine uygun bir satınalma ihalesi düzenlediği kurgulanmıştır. Buna göre; satınalmacının kendi değerlemesi olan V ile ihale sonucu verilen en düşük teklif arasındaki fark değer fazlası olacaktır.

Satınalmacı bir ihalede kendi değerlemesine yaklaşan ancak geçmeyen tüm teklifler için istediği fayda düzeyini farklı seviyelerde de olsa zaten sağlamaktadır. İlk fiyat kapalı teklif usulü yapılan satınalma ihalesinde en düşük teklifi veren satınalmacının kendi değerlemesine en uzak teklif olmaktadır. Bu ihalede oluşan fazla değer maksimuma ulaştığı anlamına gelmektedir.

İhale sonucu oluşan fazla değer denklem 3-31’de yer almaktadır.

$$V - \left(1 + \frac{1}{(n+1)}\right) \quad 3-31$$

Bundan sonra yapılacak işlem ihale ve pazarlık sonrasında oluşabilecek fazlalık değerlerin kıyaslanması olacaktır. Bu değerlerin birbirine olan oranı satınalmacının optimal satınalma stratejisini belirlemekte kullanılacaktır. Denklem 3-18’de gösterildiği üzere fonksiyon değeri ihalenin katılımcı sayısına bağlı olarak artıp azalabilir.

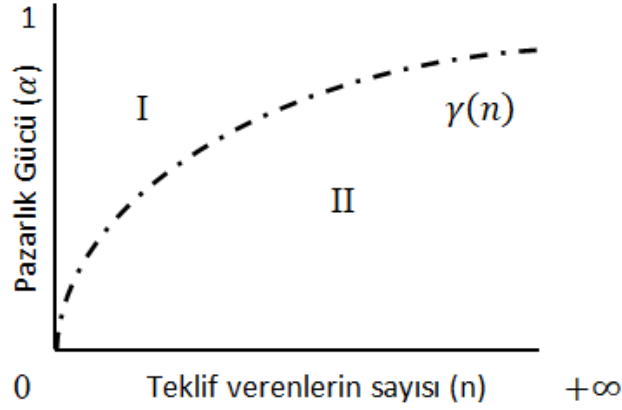
$$\gamma(n) = \frac{V - \left(1 + \frac{1}{(n+1)}\right)}{V - b_s} \quad 3-32$$

Formülde yer alan satınalmacının değerlemesi V ve mevcut tedarikçinin değerlemesi b_s sabit tutulduğunda katılımcı sayısı artarsa $\gamma(n)$ ’in fonksiyon değeri de artar.

3.4. KARŞILAŞTIRMA SONUÇLARININ ANALİZİ

Satınalmacı açısından en yüksek verimi elde etmek için hem ihale yönteminde hem de pazarlıkta en düşük maliyet ve dolayısıyla en düşük teklif aranacaktır. Pazarlıkta olabilecek minimum maliyetin 1 olduğu bilinmektedir ancak ihale yönteminde bu değer katılımcı sayısına göre değişmektedir.

Şekil 25’de pazarlık gücü ve ihale katılımcı sayısına göre sınır değeri belirleyen grafiğe göre $b_s = 1$ iken (mevcut tedarikçinin en düşük teklifi) optimal satınalma stratejisi için I veya II numaralı bölgeler arasında geçiş imkanlarını göstermektedir.



Şekil 25 İhale ve Pazarlık Sınırı

Kaynak: He Huang, Hongyan XU, Jian CHEN, “A Comparison of A Simple Procurement Auction and Generalized Nash Bargaining, *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 18(3), 2009, s. 345.

Verilmiş olan denkleme göre;⁹

- n artarsa $\gamma(n)$ artar.
- b_s değeri 1’e eşit olsa bile $n + \infty$ ’a yaklaştıkça $\gamma(n)$ 1’e yaklaşır. Böylece satınalmacı en büyük pazarlık gücüne ulaşır. Bu aynı zamanda mevcut tedarikçinin dış opsiyonunun neredeyse sıfır olmasıyla eşdeğerdir.

⁹ Huang, Hongyan ve Chen, *a.g.e.*, s. 345.

Grafik üzerinde incelendiğinde ise $\gamma(n)$ pazarlık (I. Bölge) ve ihale (II. Bölge) gibi iki seçenek arasındaki sınırı temsil etmektedir.

Satınalmacı “Optimal Satınalma Stratejisini” belirlemek için;¹⁰

Eğer $\alpha > \gamma(n)$ ise; pazarlık yapmayı tercih edecektir.

Eğer $\alpha < \gamma(n)$ ise; satınalmacı ihale yapmayı tercih edecektir.

Ayrıca; $\left(1 + \frac{1}{(n+1)}\right) < b_s$ ise satınalmacı rasyonel bir oyuncu olarak pazarlık sürecine hiç girmeyecek ve $\gamma(n) > 1$ olduğu için doğrudan ihale yolunu tercih edecektir.

Bu karşılaştırmada Nash Pazarlık Çözümü genelleştirilmiş haliyle asimetrik olarak ele alınmış ve dış opsiyonların çözüm üzerindeki etkisi izlenmiştir. Satınalmacının bir dış opsiyon olarak ihaleyi tercih etmesi için katılımcı sayısını dikkate alması gerektiği görülmüştür. Ayrıca kritik değerlerden biri de tedarikçinin dış opsiyonu olan Z 'dir. Bu değer artıp azalması da tedarikçinin pazarlık gücünü değiştirdiğinden satınalmacının ödeme miktarı üzerinde etkili olmaktadır.

Pazarlık süreci ve ihaleler arasındaki temel fark, fiyatların belirlenme şeklidir. Pazarlık söz konusu olduğunda, mevcut tedarikçi ile pazarlık yapıldıktan sonra fiyat karara bağlanırken, ihalelerde fiyatlar, rakiplerin tekliflerine karşılık olarak seçtiği stratejiye göre belirlenir.

3.4.1. KARŞILAŞTIRMA ANALİZİ ÖRNEK OLAY

Literatürde satınalma ihaleleri ve pazarlık çözümlerini karşılaştıran belirli sayıda çalışma olsa dahi bu alandaki uygulama örneklerinin sayısının hala yeterli oranda olmadığı söylenebilir. Satınalma yöntemlerine ilişkin yeterli çalışma olmamasının en büyük nedeni konunun hassas teorik temellere dayanıyor olmasıdır. Bunun için problemin doğru şekilde tanımlanması ve probleme ait parametrelerin belirgin ve çok net bir biçimde ortaya konulması gerekmektedir. Bu konuda yapılan en önemli

¹⁰ A.e., s. 345.

araştırmalardan biri sayılabilecek Bulow ve Klemperer'in¹¹ çalışmasında dahi modellerinde bahsi geçen satıcının gerçek hayatta mümkün olmayacak türde güvenilir taahhütlerde bulunduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca yine aynı çalışmada teklif sahiplerinin pazarlık sürecinde pazarlık güçlerinin olmadığı varsayımıyla hareket ettiklerini belirtmişlerdir.

İhale ve pazarlık yöntemlerinin karşılaştırılması ile ilgili olarak ispata dayalı yapılan çalışmaların yanında özellikle son yıllarda yapılan bazı ampirik analizlerde mevcuttur. Literatür taraması sırasında geçmiş verilerin toplanmasıyla yapılan bir dizi araştırmaya ulaşılmıştır. Bunlar arasında en dikkat çekeni Bajari, McMillan ve Tadelis'in¹² yaptığı analizdir. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada karmaşık satınalma projelerinde ihalelerin kullanılabileceğini belirtmişler ve bu kapsamda 1995-2000 yılları arasında Kuzey Kaliforniya'da özel sektörün yaptığı inşaat alımlarının sonuçlarını incelemişlerdir.

Çalışmanın bu alt bölümünde önceki bölümlerde incelenen teorik yaklaşımların gerçek yaşamda karşılaşılan olaylar üzerindeki etkisi gözlemlenmiştir. Böyle bir örnekleme yapılmasının amacı bu çalışmada anlatılanların pratikte örtüştüğü noktaları göstermek ve konunun daha rahat anlaşılabilmesini sağlamaktır. Bunun için bir işletmenin satınalma departmanında ihale yoluyla yaptığı alıma ait sonuçlar analiz edilmiştir.

İncelenen işletme kamu yararına çalışan bir kurumdur. Bu nedenle işletmenin satınalma politikası her zaman talep etmiş olduğu uygunluk şartlarını sağlayan en ekonomik teklif ile çalışma yoluna gitmektedir.

İşletmenin tüm satınalma işlemleri önceden tanımlanmış bir yönerge çerçevesinde yapılmaktadır. İlgili yönergede alım şekilleri açık bir dille belirtilmiş ve bu yöntemler 4 başlık altında toplanmıştır.

¹¹ Jeremy Bulow, Paul Klemperer, "Auctions vs. Negotiations", **American Economic Review**, Vol. 86, No. 1, 1996, s. 191.

¹² Patrick Bajari, Robert McMillan, Steven Tadelis, "Auctions Versus Negotiations in Procurement: An Empirical Analysis", **The Journal of Law, Economics, & Organisation**, Vol. 25, No. 2, 2008, s. 372-399

1-İhale: İlk fiyat kapalı teklif satınalma ihalesine göre en ekonomik teklifi veren tedarikçiden alım gerçekleştirilmektedir.

2-Pazarlık: Sözleşme uzatımlarında mevcut tedarikçi ile pazarlık yoluna gidilmektedir.

3-Belirli İstekliler Arasında İhale Usulü: İlan etmeksizin doğrudan doğruya en az 3 (üç) istekliye davet göndermek suretiyle kapalı veya açık teklif istenmesi yöntemiyle alım gerçekleştirilmektedir.

4-Doğrudan temin: Özelliğinden ve belirli süre içerisinde stoklanması, ekonomik olmayan veya acil durumlarda kullanılacak olan ürün ve hizmet alımlarında kullanılmaktadır.

Yapılan alımlara göre kullanılacak yöntemlerle ihaleyi düzenleyen açısından en düşük ödeme sonucu hedeflenmektedir

Çalışmada incelenen örnek vakada ilk fiyat kapalı teklif ihalesi yöntemine göre ortaya çıkan sonucun ne derece verimli olduğu konusunda analiz yapılmıştır. Parametrelerin tanımlaması ihale katılımcıları tarafından sunulan teklifler ve ekonomik göstergelere göre belirlenmiştir.

İşletme her dönem yenilenmesi gereken bir sözleşme sürecinde her zaman için öncelikle mevcut tedarikçi ile pazarlık yoluna gitmektedir. Burada amaç öngörülebilir fiyat artışının bütçe doğrultusunda sağlanmasıdır. Çünkü işletme doğrudan ihale yolunu seçtiğinde oluşacak yeni fiyat belirsizdir.

Toplanan teklifler eşit düzeyde kaliteye sahip fiyat ve ürünler içindir. Ürünler şartname doğrultusunda temin edilmektedir.

Pazarlık sürecinde enflasyon oranı ile tedarikçinin kabul ettiği değer arasındaki fark fazlalık (surplus) olarak değerlendirilmektedir. Satınalmacının maksimum değerlemesi enflasyon oranı kadardır ancak buna en uzak değeri vermek için pazarlık gücünü kullanmaktadır. Eğer tedarikçinin beklediği artış tutarı enflasyon oranından (satınalmacının maksimum değerlemesi) fazla ise bu durumda anlaşma olmamakta ve tedarikçi dış opsiyonu olan ihale yöntemini tercih etmektedir.

3.4.1.1. Örnek Olay: 1 Yıl Süreli Temizlik Hizmet Alımı

İşletme satın almış olduğu temizlik hizmetinin 1 yıllık sözleşme süresi sonunda bir sonraki dönemde de devamı için satınalma politikası gereği öncelikle halen işi yapmakta olan tedarikçisi ile pazarlık yoluna gitmiştir.

Mevcut durumda işletmenin sahip olduğu bilgi hâlihazırda hizmet aldığı döneme ait fiyat bilgisidir. Ayrıca yeni dönem için yapılacak pazarlık sürecinde kabul edebileceği maksimum fiyat bir önceki dönem anlaşılmış olduğu fiyatın enflasyon oranı kadar artırılmış halidir. Bu bilgi satınalmanın özel bilgisi olup, mevcut tedarikçi tarafından bilinmemektedir. Satınalmacı tedarikçi ile yapılacak pazarlık sürecinde kendi özel değerlemesinin mümkün olduğu kadar altında bir fiyatla süreci tamamlamak istemektedir.

Tedarikçinin sahip olduğu bilgi ise yeni dönem için oluşacak kendi hesapladığı maliyet bilgisidir (c_s) ve bu tutarın üzerinde bir fiyatla pazarlık sürecini tamamlamayı umut etmektedir. Satınalmacı tarafından tedarikçinin yeni maliyet bilgisi bilinmemektedir.

İşletmenin pazarlık süreci olumlu şekilde sonuçlanmadığı takdirde ihale yapması dış opsiyonudur. Tedarikçinin ise ilgili iş için ayracağı finansmanı başka alanlarda ve pazardaki diğer müşteriler için değerlendirmesi dış opsiyonudur.

İşletmenin halen almakta olduğu hizmet için anlaştığı 1 yıllık fiyat 3.490.250 TL'dir.

Enflasyon verisi olarak Türkiye İstatistik Kurumunun açıkladığı Üretici Fiyat Endeksi ve Tüketici Fiyat Endeksinin bir önceki yılın aynı ayına göre yüzdesel değişim oranı dikkate alınmıştır.

Yeni yapılacak sözleşmenin tarih aralığı 01.07.2016 – 30.06.2017 olacaktır.

Mayıs 2016 tarihinde belirtilen enflasyon oranının ortalaması % 9,73 $([7,74+11,72]/2)$ olarak açıklanmıştır.¹³

Mevcut alınan hizmet fiyatı ile çarpıldığında işletmenin pazarlık sürecindeki maksimum değerlemesi yani V değeri bulunabilmektedir. Buna göre V değeri;

$$3.490.250 \text{ TL} \times 1,0973 = 3.829.851 \text{ TL'dir.}$$

Mevcut tedarikçinin gelecek dönem için hesapladığı teklif değeri b_s 'dir. Bu değer kendi maliyetinin bir fonksiyonu olup, kar da dahil olmak üzere tüm maliyet çarpanı unsurları içermektedir.

Tüm bu bilgilere dayanarak satınalmacı mevcut tedarikçi ile pazarlık sürecini gerçekleştirmiştir. Ancak tedarikçi satınalmacının değerlemesinin üzerinde bir teklif vermiş olup, bu tekliften daha düşük bir teklif vermeye de yanaşmadığı için anlaşma olmamıştır. Oyun teorik bir ifadeyle tedarikçi firma ile satınalmacının olası anlaşmalar kümesi dahilinde uygun bir çözüm noktası bulunamamıştır. Burada mevcut tedarikçinin dış opsiyonu olan Z'nin yüksek olması ve buna bağlı olarak β pazarlık gücünün de limit değerinin 1'e yaklaştığı yorumu yapılabilir.

Satınalmacı bahse konu alım için sonuç alamadığı pazarlık sürecinden sonra dış opsiyonunu değerlendirmek üzere Satınalma İhalesi düzenlemiştir. İhale mekanizması İlk Fiyat Kapalı Teklif ihalesinin tersine çalıştırılması şeklinde uygulanmıştır. Yani en ekonomik teklif kazanan teklif olarak değerlendirilmiştir.

Satınalma departmanı tarafından yapılan ihale sonucunda 7 firma tekliflerini önceden hazırlanan şartname doğrultusunda kapalı zarf ile teslim etmişlerdir. Satınalma uzmanları tarafından firmaların teknik yeterlilikleri incelediğinde tamamının uygun nitelikte teklif verdiği görülmüştür. Bu doğrultuda kapalı teklif zarfları işletme yetkilileri tarafından oluşturulan Satınalma Komisyonu huzurunda aynı anda açılarak sonuçlar ilan edilmiştir. Yapılan ihale sonucunda verilen teklifler Tablo 15'te yer almaktadır.

¹³ Türkiye İstatistik Kurumu, "Temel İstatistikler: Enflasyon ve Fiyat", (Çevrimiçi), <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>, 14 Haziran 2018.

Tablo 15 Firmaların İhale Sürecindeki Teklifleri

Firmalar	Teklifler
1. Firma	3.710.000
2. Firma	3.880.100
3. Firma	4.050.000
4. Firma	4.082.650
5. Firma	4.290.500
6. Firma	4.330.000
7. Firma	5.100.000

Katılımcı 7 firma kendi değerlemelerinin bir fonksiyonu olarak tekliflerini sunmuşlardır. Bu değer formülde $b(c_i)$ olarak gösterilmektedir. Tabloda firmaların vermiş olduğu teklifler doğrultusunda en ekonomik teklif en üste, en yüksek teklif ise en altta olacak şekilde sıra istatistiklerinde belirtildiği gibi sıralı bir biçimde yazılmıştır.

İlgili alım için satınalmacının maksimum değerlemesi 3.829.851 TL iken yapılan ihale neticesinde tüm teklif verenler arasında en iyi teklif verenin sunmuş olduğu fiyat 3.710.000 TL'dir.

Bu alım işleminde satınalmacının simetrik bir pazarlık çerçevesinde eski tedarikçisinin dış opsiyonundaki değer artışına bağlı olarak kendi pazarlık gücünün düştüğü söylenebilir. Pazarlık sürecinden beklediği sonucu alamadığı için dış opsiyonuna yönelmiş ve düzenlendiği ihalede katılımcı sayısının yüksek olmasının avantajıyla Optimal Satınalma Stratejisi ihale yöntemi olarak belirlenmiştir.

Eğer satınalmacıların beklenen ödeme tutarı bu ihaleyle de sağlanmamış olsaydı işletmenin satınalma stratejileri gereği ikinci defa ihale düzenleme yoluna gidilerek ihale daha geniş çaplı olarak duyurulacak ve katılımcı sayısını artırmak için çalışılacaktı.

Örnek olay farklı fiyat aralıklarında, asimetric ve simetric pazarlık güçlerine bağı olarak ve artan ihale katılımcı sayısına göre analiz edilmiştir. Hangi durumlarda satınalmacının hangi yöntemi tercih etmesi gerektiği belirlenmiştir.

Belirtilen gerçek parasal değerler ölçeklendirilerek probleme uygun hale getirilmiştir. Bunun için Min-Max normalizasyonuna göre serideki maksimum ve minimum değerler belirlenerek diğer bütün veriler bu değerlere göre [1,2] arasında normalleştirilmiştir. Min-Max normalizasyonu bir popülasyondaki en yüksek ve en düşük değere görece olarak her değerın konumunu hesaplamak için kullanılmaktadır.

Mevcut tedarikçi en az bir önceki teklif değeri kadar teklifte bulunacağından $b_s = 3.490.250$ TL normalleştirildiğinde serinin en küçük değeri olan 1 değerini alacaktır.

$V = 3.829.851$ TL ise satınalmacının ödeyebileceği en büyük değer olup normalleştirildiğinde üst sınır olan 2 değerini alacaktır.

Pazarlık çözümündeki α ve β büyüklük sırasının değıştiği **asimetric** durumlarda,

1. Durum : $\alpha = 0,25$, $\beta = 0,75$ olması halinde;

a. Pazarlık Yönteminin Çıktıları

$$V = 3.829.851 \text{ TL} \equiv 2$$

$$b_s = 3.490.250 \text{ TL} \equiv 1$$

$$\text{Pazarlığın fazla değeri} = 2 - 1 = 1$$

$$\beta = \frac{Z}{V - b_s}$$

$$0,75 = \frac{Z}{2 - 1}$$

$$Z = 0,75$$

$$\max(V - p)^\alpha (p - b_s)^\beta$$

$$\max(2 - p)^{0,25} (p - 1)^{0,75}$$

$$p = 1,75$$

$$\max(2 - 1,75)^{0,25}(1,75 - 1)^{0,75}$$

$$\text{Nash Pazarlık Çözümü} \approx 0,5699$$

b. İhale Yönteminin Çıktıları

$$n = 7$$

$$E(p) = 1 + \frac{1}{n+1}$$

$$\text{Satınalmacının beklenen ödemesi} = 1,125$$

$$V - \left(1 + \frac{1}{(n+1)}\right)$$

$$\text{İhalenin fazla değeri} = 0,875$$

c. İhale veya Pazarlık Tercihi

$$\gamma(n) = \frac{V - \left(1 + \frac{1}{(n+1)}\right)}{V - b_s}$$

$$\gamma(7) = 0,875$$

$\alpha < \gamma(n)$ olduğundan satınalmacı “İhale” yapmayı tercih edecektir.

İhale katılımcı sayısı arttıkça satınalmacının ihale yapma eğilimi de artmaktadır. Belirtilen asimetri derecesine göre satınalmacının katılımcı sayısına bağlı satınalma yöntemi tercihleri Tablo 16’da gösterilmiştir.

Tablo 16 $\alpha = 0,25$, $\beta = 0,75$ Olması Durumunda Katılımcı Sayısına Göre Satınalmanın Tercihleri

$\alpha=0,25$, $\beta=0,75$										
n	V	b_s	$V - b_s$	Z	p	f_{GN}	$E(p)$	$V - E(p)$	$\gamma(n)$	<i>Tercih</i>
2	2	1	1	0,75	1,75	0,5699	1,333333333	0,666666667	0,666666667	İHALE YAP
3	2	1	1	0,75	1,75	0,5699	1,25	0,75	0,75	İHALE YAP
4	2	1	1	0,75	1,75	0,5699	1,2	0,8	0,8	İHALE YAP
5	2	1	1	0,75	1,75	0,5699	1,166666667	0,833333333	0,833333333	İHALE YAP
6	2	1	1	0,75	1,75	0,5699	1,142857143	0,857142857	0,857142857	İHALE YAP
7	2	1	1	0,75	1,75	0,5699	1,125	0,875	0,875	İHALE YAP
7+										İHALE YAP

2. Durum : $\alpha = 0,75$, $\beta = 0,25$ olması halinde;

a. Pazarlık Sürecinin Çıktıları

$$Z = 0,25$$

$$p = 1,25$$

$$\text{Nash Pazarlık Çözümü} \approx 0,5699$$

b. İhale Sürecinin Çıktıları

$$\text{Satınalmanın beklenen ödemesi} = 1,125$$

$$\text{İhalenin fazla değeri} = 0,875$$

c. İhale veya Pazarlık Tercihi

$$\gamma(7) = 0,875$$

$\alpha < \gamma(n)$ olduğundan satınalmacı “İhale” yapmayı tercih edecektir.

İhale katılımcı sayısının 2 olması durumunda satınalmanın tercihi pazarlık yapmak olacaktır. Diğer tüm durumlarda ihaleyi tercih edecektir. Belirtilen asimetri derecesine göre satınalmanın katılımcı sayısına bağlı satınalma yöntemi tercihleri Tablo 17’de gösterilmiştir.

Tablo 17 $\alpha = 0,75$, $\beta = 0,25$ Olması Durumunda Katılımcı Sayısına Göre Satınalmacının Tercihleri

$\alpha=0,75$, $\beta=0,25$										
n	V	b_s	$V - b_s$	Z	p	f_{GN}	$E(p)$	$V - E(p)$	$\gamma(n)$	Tercih
2	2	1	1	0,25	1,25	0,5699	1,333333333	0,666666667	0,666666667	PAZARLIK YAP
3	2	1	1	0,25	1,25	0,5699	1,25	0,75	0,75	İHALE YAP
4	2	1	1	0,25	1,25	0,5699	1,2	0,8	0,8	İHALE YAP
5	2	1	1	0,25	1,25	0,5699	1,166666667	0,833333333	0,833333333	İHALE YAP
6	2	1	1	0,25	1,25	0,5699	1,142857143	0,857142857	0,857142857	İHALE YAP
7	2	1	1	0,25	1,25	0,5699	1,125	0,875	0,875	İHALE YAP
7+										İHALE YAP

Örnek olay yine belirtilen fiyat aralığında ve pazarlık çözümü **simetrik** duruma göre incelendiğinde ise;

3. Durum : $\alpha = 0,50$, $\beta = 0,50$ olması halinde;

a. Pazarlık Sürecinin Çıktıları

$$Z = 0,50$$

$$p = 1,5$$

$$\text{Nash Pazarlık Çözümü} \approx 0,5$$

b. İhale Sürecinin Çıktıları

$$\text{Satınalmacının beklenen ödemesi} = 1,125$$

$$\text{İhalenin fazla değeri} = 0,875$$

c. İhale veya Pazarlık Tercihi

$$\gamma(7) = 0,875$$

$\alpha < \gamma(n)$ olduğundan satınalmacı “İhale” yapmayı tercih edecektir.

Satınalmacı her zaman ihale yapmayı tercih edecektir. İhale katılımcı sayısına bağlı satınalma yöntemi tercihleri Tablo 18’de gösterilmiştir.

Tablo 18 $\alpha = 0,50$, $\beta = 0,50$ Olması Durumunda Katılımcı Sayısına Göre Satınalmanın Tercihleri

$\alpha=0,50$, $\beta=0,50$										
n	V	b_s	$V - b_s$	Z	p	f_{GN}	$E(p)$	$V - E(p)$	$\gamma(n)$	<i>Tercih</i>
2	2	1	1	0,5	1,5	0,5	1,333333333	0,666666667	0,666666667	İHALE YAP
3	2	1	1	0,5	1,5	0,5	1,25	0,75	0,75	İHALE YAP
4	2	1	1	0,5	1,5	0,5	1,2	0,8	0,8	İHALE YAP
5	2	1	1	0,5	1,5	0,5	1,166666667	0,833333333	0,833333333	İHALE YAP
6	2	1	1	0,5	1,5	0,5	1,142857143	0,857142857	0,857142857	İHALE YAP
7	2	1	1	0,5	1,5	0,5	1,125	0,875	0,875	İHALE YAP
7+										İHALE YAP

Gerçekte oluşan fiyat aralığının daraltıldığı bir durum ele alındığında satınalmanın tercihi üzerinde ne gibi bir etkisi olacağı da aşağıdaki şekilde ayrıca incelenmiştir. Bu durum aynı zamanda her iki yöntem için de oluşan fazla değer aralığının daraltılması anlamına gelmektedir. Bunun için her iki oyuncu farklı fiyat seviyelerine çekilmiştir.

Buna göre; satınalmanın değerlemesini maksimum seviyesinin altına düşürdüğü ve ihalenin en düşük değeri olan 3.710.000 TL'nin de altında 3.700.000 TL gibi bir fiyatla değerlendirme yaptığı varsayılmıştır. Ayrıca mevcut tedarikçinin de minimum teklif değerinin üzerinde 3.500.000 TL gibi bir teklif değerine ulaştığı varsayılmıştır. Bu durumda yeni fiyatlar Min-Max normalizasyonuna göre [1,2] arasında ölçeklendirildiğinde;

$$X_{norm} = \left(\frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \right) * (X_{yeni\ max} - X_{yeni\ min}) + X_{yeni\ min} \quad 3-33$$

$$V_1 = 3.700.000 \text{ TL} \equiv 1,6176$$

$$b_{s1} = 3.490.250 \text{ TL} \equiv 1,0287 \text{ olacaktır.}$$

Yeni değerlendirme fiyatları ile **asimetrik** pazarlık α ve β büyüklük sırasının değiştiği 2 duruma göre incelendiğinde ise;

4. Durum : $\alpha = 0,25$, $\beta = 0,75$ olması halinde;

a. Pazarlık Sürecinin Çıktıları

$$Z = 0,4416$$

$$p = 1,4704$$

$$\text{Nash Pazarlık Çözümü} \approx 0,3356$$

b. İhale Sürecinin Çıktıları

$$\text{Satınalmacının beklenen ödemesi} = 1,125$$

$$\text{İhalenin fazla değeri} = 0,4926$$

c. İhale veya Pazarlık Tercihi

$$\gamma(7) = 0,8364$$

$\alpha < \gamma(n)$ olduğundan satınalmacı “İhale” yapmayı tercih edecektir.

Satınalmacı her zaman ihale yapmayı tercih edecektir. Belirtilen asimetri derecesine göre satınalmacının ihale katılımcı sayısına bağlı satınalma yöntemi tercihleri Tablo 19’da gösterilmiştir.

Tablo 19 Farklı Fiyat Aralığı İçin $\alpha = 0,25$, $\beta = 0,75$ Olması Durumunda Katılımcı Sayısına Göre Satınalmacının Tercihleri

$\alpha=0,25$, $\beta=0,75$										
n	V	b_s	$V - b_s$	Z	p	f_{GN}	$E(p)$	$V - E(p)$	$\gamma(n)$	Tercih
2	1,62	1,03	0,5889	0,44169	1,470404975	0,3356	1,333333333	0,284303246	0,482748333	İHALE YAP
3	1,62	1,03	0,5889	0,44169	1,470404975	0,3356	1,25	0,367636579	0,62424875	İHALE YAP
4	1,62	1,03	0,5889	0,44169	1,470404975	0,3356	1,2	0,417636579	0,709149	İHALE YAP
5	1,62	1,03	0,5889	0,44169	1,470404975	0,3356	1,166666667	0,450969913	0,765749167	İHALE YAP
6	1,62	1,03	0,5889	0,44169	1,470404975	0,3356	1,142857143	0,474779437	0,806177857	İHALE YAP
7	1,62	1,03	0,5889	0,44169	1,470404975	0,3356	1,125	0,492636579	0,836499375	İHALE YAP
7+										İHALE YAP

5. Durum : $\alpha = 0,75$, $\beta = 0,25$ olması halinde;

a. Pazarlık Sürecinin Çıktıları

$$Z = 0,1472$$

$$p = 1,1759$$

$$\text{Nash Pazarlık Çözümü} \approx 0,3356$$

b. İhale Sürecinin Çıktıları

$$\text{Satınalmacının beklenen ödemesi} = 1,125$$

$$\text{İhalenin fazla değeri} = 0,4926$$

c. İhale veya Pazarlık Tercihi

$$\gamma(7) = 0,8364$$

$\alpha < \gamma(n)$ olduğundan satınalmacı “İhale” yapmayı tercih edecektir.

İhaleye katılımcı sayısının 2, 3 ve 4 olması durumunda satınalmacının tercihi pazarlık yapmak olacaktır. Diğer tüm durumlarda ihaleyi tercih edecektir. Belirtilen asimetri derecesine göre satınalmacının katılımcı sayısına bağlı satınalma yöntemi tercihleri Tablo 20’de gösterilmiştir.

Tablo 20 Farklı Fiyat Aralığı İçin $\alpha = 0,75$, $\beta = 0,25$ Olması Durumunda Katılımcı Sayısına Göre Satınalmacının Tercihleri

$\alpha=0,75, \beta=0,25$										
n	V	b_s	$V - b_s$	Z	p	f_{GN}	$E(p)$	$V - E(p)$	$\gamma(n)$	$Tercih$
2	1,62	1,03	0,5889	0,14723	1,175941767	0,3356	1,333333333	0,284303246	0,482748333	PAZARLIK YAP
3	1,62	1,03	0,5889	0,14723	1,175941767	0,3356	1,25	0,367636579	0,62424875	PAZARLIK YAP
4	1,62	1,03	0,5889	0,14723	1,175941767	0,3356	1,2	0,417636579	0,709149	PAZARLIK YAP
5	1,62	1,03	0,5889	0,14723	1,175941767	0,3356	1,166666667	0,450969913	0,765749167	İHALE YAP
6	1,62	1,03	0,5889	0,14723	1,175941767	0,3356	1,142857143	0,474779437	0,806177857	İHALE YAP
7	1,62	1,03	0,5889	0,14723	1,175941767	0,3356	1,125	0,492636579	0,836499375	İHALE YAP
7+										İHALE YAP

Yeni değerlendirme fiyatları ile **simetrik** pazarlık incelendiğinde ise;

6. Durum : $\alpha = 0,50$, $\beta = 0,50$ olması halinde;

a. Pazarlık Sürecinin Çıktıları

$$Z = 0,2944$$

$$p = 1,3231$$

$$\text{Nash Pazarlık Çözümü} \approx 0,2945$$

b. İhale Sürecinin Çıktıları

$$\text{Satınalmacının beklenen ödemesi} = 1,125$$

$$\text{İhalenin fazla değeri} = 0,4926$$

c. İhale veya Pazarlık Tercih

$$\gamma(7) = 0,8364$$

$\alpha < \gamma(n)$ olduğundan satınalmacı “İhale” yapmayı tercih edecektir.

Satınalmacı ihaleye katılımcı sayısı 2 olduğunda pazarlık yapmayı, diğer durumlarda ihale yapmayı tercih edecektir. Katılımcı sayısına bağlı satınalma yöntemi tercihleri Tablo 21’de gösterilmiştir.

Tablo 21 Farklı Fiyat Aralığı İçin $\alpha = 0,50$, $\beta = 0,50$ Olması Durumunda Katılımcı Sayısına Göre Satınalmacının Tercihleri

$\alpha=0,50$, $\beta=0,50$										
n	V	b_s	$V - b_s$	Z	p	f_{GN}	$E(p)$	$V - E(p)$	$\gamma(n)$	Tercih
2	1,62	1,03	0,5889	0,29446	1,323173371	0,2945	1,333333333	0,284303246	0,482748333	PAZARLIK YAP
3	1,62	1,03	0,5889	0,29446	1,323173371	0,2945	1,25	0,367636579	0,62424875	İHALE YAP
4	1,62	1,03	0,5889	0,29446	1,323173371	0,2945	1,2	0,417636579	0,709149	İHALE YAP
5	1,62	1,03	0,5889	0,29446	1,323173371	0,2945	1,166666667	0,450969913	0,765749167	İHALE YAP
6	1,62	1,03	0,5889	0,29446	1,323173371	0,2945	1,142857143	0,474779437	0,806177857	İHALE YAP
7	1,62	1,03	0,5889	0,29446	1,323173371	0,2945	1,125	0,492636579	0,836499375	İHALE YAP
7+										İHALE YAP

Ayrıca; asimetrinin derecesi ne olursa olsun $E(p) < b_s$ durumunda satınalmacının beklenen ödemesi her zaman daha az olacağı için rasyonel bir oyuncu olarak pazarlığı tercih etmeyecek ve $\gamma(n) > 1$ değerine bağlı olarak sadece ihale yöntemini seçecektir.



SONUÇ VE ÖNERİLER

Sürelî sözleşmeye sahip bir satınalma işleminin devam ettirilmesi aşamasında satınalmacının izleyeceği yol ya mevcut tedarikçisi ile pazarlık yoluna giderek sözleşmeyi anlaşılan yeni şartlarla devam ettirmek ya da ihale yöntemiyle dışarıda bu işi yapabilecek farklı bir tedarikçi bularak alım işlemini bu yeni tedarikçiden gerçekleştirmek olacaktır.

Bu çalışmada satınalmacı hangi satınalma yöntemini tercih ederse kendisine daha fazla fayda sağlar sorusunun cevabı aranmıştır. Araştırma yapılırken yöntemler kendi içerisinde ayrıca analiz edilmiştir.

Birinci bölümde genel ihale modelinin tanımlaması yapılmış ve kullanım alanları belirtilmiştir. Literatürde yer alan en önemli ihale türlerinin neler olduğu ve denge seviyeleri incelenmiştir. Bayesyen Nash Dengesine göre ilk fiyat kapalı teklif ihalesi ve Hollanda tipi ihalenin stratejik olarak aynı olduğu ve en uygun teklif değerinin teklif verenlerin sayısının bir fonksiyonu olduğu görülmüştür. Denge açısından ilk fiyat kapalı teklif ihalelerinde teklif verenlerin optimal teklifi her zaman gerçek değerlemesinin $\frac{n-1}{n}$ katı kadar altında kalmaktadır. İkinci fiyat kapalı teklif ihalesi ve İngiliz tipi ihalede ise ikinci yüksek teklifin öngörülen değeri değerlemelerin olasılık dağılımındaki sayıyla birlikte artmaktadır. Bu doğrultuda Gelir Denkliği teorisine bağlı olarak uygulanan yöntemlerin baskın stratejileri farklı olsa da elde edilen gelir hep aynı kalmaktadır. Bu bölümde ayrıca satınalma ihalelerinde teklif verenlerin teklif değerlerinin maliyetlerinin lineer bir fonksiyonu olduğu görülmüştür.

İkinci bölümde ise pazarlık sürecinde oluşan fazla değer kavramının tanımlaması yapılmış Olası Anlaşma Bölgesi (ZOPA) açıklanmıştır. 2 kişilik bir pazarlık probleminde Nash Pazarlık Çözümü ve Kalai-Smorodinsky pazarlık çözümünün belirli aksiyomların varlığı altında elde edilen sonuçlarının karşılaştırılması daha önce literatürde yer almayan bir teknikle yapılmıştır. Öncelikle pazarlık probleminin yapısı tanımlanmış ve çözüm için problemde yer alması gereken iki kavram olan olası anlaşmalar kümesi ve anlaşmazlık noktası tanımlanmıştır. Pazarlık problemine ilişkin Nash Dengesinin varlığı araştırılmış ve bu doğrultuda Nash pazarlık

çözümünün geometrik yöntemle çözümü incelenmiştir. Karma strateji Nash dengesine göre oluşan çözüm kümesinin konveks ve kapalı bir küme olduğu ve farksızlık eğrisi özelliği gösteren Nash çözüm fonksiyonun bu kümeyle kesiştiği tek ve yegane denge noktası olduğu gösterilmiştir.

İkinci bölümde ayrıca bir bilgisayar programı yardımıyla Monte Carlo simülasyonu kullanılarak 10.000 simetrik pazarlık problemi oluşturulmuştur. Problemlerin her birinin girdileri uniform dağılımla rassal olarak belirlenmiştir. Daha sonra her bir pazarlık problemi hem Nash hem de Kalai-Smorodinsky çözüm fonksiyonları ile çözümlenerek ortaya çıkan sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapılan deneysel analiz neticesinde Nash Pazarlık Çözümünün amaç fonksiyonunun her oyunda Kalai-Smorodinsky pazarlık çözümüne göre daha iyi sonuçlar ürettiği gözlemlenmiştir. Denklemleri maksimum yapan değerlerin ortalaması alındığında Nash Pazarlık Çözümünün, Kalai-Smorodinsky pazarlık çözümüne göre % 1,03 oranında daha yüksek toplam fayda değerini sağlamakta olduğu görülmüştür.

Üçüncü ve son bölümde ise ikinci bölümde yapılan analizle satınalmacı için daha yüksek faydayı sağladığı görülen Nash pazarlık çözümü asimetrik hale getirilmiştir. Asimetrik bir Nash çözümünün dış opsiyonlara sahip olduğu ve bu dış opsiyonların çözümü etkileme derecesinden bahsedilmiştir. Satınalmacı yukarıda bahsi geçen satınalma projesinde en yüksek fayda değerine ulaşmak için tedarikçiler açısından en yüksek rekabeti yaratacak ve dolayısıyla pazarlığın en iyi dış opsiyonu olabilecek satınalma ihalesi yöntemini kullanmıştır. Satınalma ihalesinin hangi türünün satınalmacı açısından daha az beklenen ödeme miktarına sahip olduğunun tespiti için de hem ilk hem de ikinci fiyat kapalı teklif ihaleleri incelenmiştir. Sıra istatistiklerine bağlı olarak olasılık dağılımlarına göre beklenen teklif değerleri hesaplanmıştır. Satınalma ihalelerinde satınalmacının perspektifinden birinci fiyat kapalı teklif ihalelerinin beklenen ödemesinin ikinci fiyat kapalı teklif ihalelerine göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

Son olarak; ikinci bölümde yapılan pazarlık karşılaştırmasının sonucunda satınalmacı açısından en yüksek faydayı sağlayan Nash Pazarlık Çözümü ile üçüncü bölümde yapılan analizle en düşük beklenen ödeme değerine sahip ihale türü olan birinci fiyat

kapalı teklif satınalma ihalesi katılımcı sayısına bağlı olarak birbirleriyle kıyaslanabilecek şekilde bir fonksiyonla ilişkilendirilmiştir. Bu fonksiyona göre ihalelerin katılımcı sayısı arttığında sunulan teklif değerleri azalma eğilimi göstermektedir. Teklif değerleri azaldığı için satınalmacının beklenen ödemesi azalmaktadır. Buna göre $\gamma(n)$ fonksiyonunun değeri 1'e yaklaştıkça satınalmacının pazarlık gücü artmaktadır. Satınalmacı yüksek bir pazarlık gücüne ulaştığına inandığında ihale veya pazarlık arasında tercih yapacak ve bu tercihi ile optimal satınalma stratejisini belirleyebilecektir.

Bu çalışmada oyun teorisinin varsayımları altında deneysel bir çalışma ve gözlem yapılmıştır. Bir oyuncunun kendi stratejileri çerçevesinde verdiği kararların oyundaki diğer oyuncuları ne derecede etkileyebileceği ve kendi faydasını en yükseğe nasıl çıkartabileceği ölçümlenmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar karar verici için bir yol gösterici niteliğindedir.

İleride bu konu ile ilgili yapılacak farklı araştırmalarda, asimetrik pazarlık süreci içerisinde monotonluk ilkesi esas alınarak uygulamada kullanılan iki pazarlık türünün karşılaştırması tekrarlanabilir. Ayrıca hem satınalma hem de pazarlık durumunda oyuncuların risk yaklaşımının sonuç üzerinde ne derece etkili olduğunu gösteren bir analiz yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Ausubel, Lawrence M.: “Auctions: Theory”, **The New Palgrave Dictionary of Economics**, Second Edition, ed. Steven N. Durlauf ve Lawrence E. Blume, Palgrave Macmillan, 2008, s. 4.
- Bajari, Patrick, McMillan, Robert, Tadelis, Steven: “Auctions Versus Negotiations in Procurement: An Empirical Analysis”, **The Journal of Law, Economics, & Organisation**, Vol. 25, No. 2, 2008, s. 372-399
- Becker, Tilman C.: “E-commerce and Electronic Markets in Agribusiness and Supply Chains”, **Proceedings of the 75th Seminar of the European Association of Agricultural Economists (EAAE)**, ed. G. Schiefer, R. Helbig ve U. Rickert, Bonn: Universität Bonn-ILB, Şubat 2001, s. 14-15.
- Bierman, H. Scott, Fernandez, Luis: **Game Theory with Economic Applications**, United States of America, Addison-Wesley Publishing Company, 1998.
- Bilir, Hakan: **İhale Piyasalarında Rekabet Politikaları: Rekabetin Sağlanması ve Korunması**, Rekabet Kurumu, Ankara, 2004.
- Binmore, Ken: **Playing for Real: A text on Game Theory**, New York, Oxford University Press, 2007.
- Brisset, Karine, Cochard, François, LeGallo, Julie: “Secret versus public reserve price in an “outcry” English procurement auction: Experimental results”, **International Journal Production Economics**, 169, 2015, s. 285.
- Bulow, Jeremy, Klemperer, Paul: “Auctions vs. Negotiations”, **American Economic Review**, Vol. 86, No. 1, 1996, s. 180-194.

- Cameron, Lisa J., Cramton, Peter, Wilson, Robert: "Using Auctions to Divest Generation Assets", **Electricity Journal**, vol. 10(10), December 1997, s. 23.
- Courcoubetis, Costas, Weber, Richard: **Pricing Communication Networks: Economics, Technology and Modelling**, United States of America, John Wiley & Sons, Ltd., 2003.
- Cramton, Peter: "Spectrum Auctions", **Handbook of Telecommunications Economics**, ed. Martin Cave, Sumit Majumdar ve Ingo Vogelsang, Amsterdam: Elsevier Science B.V., chapter 14, February 2001, s. 4.
- Das, Sanjiv Ranjan, Sundaram, Rangarajan K.: "Auction Theory: A Summary with Applications to Treasury Markets", **National Bureau of Economic Research Working Paper**, No. 5873, 1997, s. 11-12.
- Easley, David, Kleinberg, Jon: **Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World**, United States of America, Cambridge University Press, 2010.
- Feldman, Robert A., Mehra, Rajnish: "Auctions: Theory and Possible Applications to Economies in Transition", **International Monetary Fund Working Paper**, February 1993, s. 4a.
- Friedman, Lawrence: "A competitive bidding strategy", **Operations Research**, 4, 1956, s: 104-112.
- Huang, He, Xu, Hongyan, Chen, Jian: "A Comparison of A Simple Procurement Auction and Generalized Nash Bargaining", **Journal of Systems Science and Systems Engineering**, 18(3), 2009, s. 342.
- Jacobsen, Birgit: "Auctions without competition: The case of timber sales in the Murmansk Region", **International Institute for Applied Systems Analysis**, IR-99-072, December 1999, s. 3.

- Jin, Mingzhou, Yu, Andrew Junfang: "Procurement auctions and supply chain performance", **International Journal of Production Economics**, 162, 2015, s. 192.
- Kalai, Ehud, Smorodinsky, Meir: "Other Solutions to Nash's Bargaining Problem", **Econometrica**, Vol. 43, No. 3, 1975, s. 513-518.
- Karabacak, Hakan: **Herkes İçin Oyun Teorisi**, Ankara, Seçkin Yayıncılık, Şubat 2016.
- Kihlstrom, R., Roth, A. E., Schmeidler, D.: "Risk Aversion and Solution to Nash's Bargaining Problem", In **Game Theory and Mathematical Economics**, ed. O. Moeschlin and D. Pallaschke, Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1981, s. 65-71.
- Klemperer, Paul: "What Really Matters in Auction Design", **The Journal of Economic Perspectives**, Vol. 16, No. 1, 2002, s. 186.
- Krishna, Vijay: **Auction Theory**, 2. bs., United States of America, Academic Press, 2010.
- l'Haridon, Olivier, Malherbet, Franck, Perez-Duarte, Sebastien: "Does Bargaining Matter In The Small Firm's Matching Model?", **Working Paper Series**, No: 1359, European Central Bank, Frankfurt, 2011, s. 14.
- Lorentziadis, Panos L.: "Optimal Bidding In Auctions From A Game Theory Perspective", **European Journal of Operations Research**, Volume 248, Issue 2, 2016, s. 2.
- Manelli, Alejandro M., Vincent, Daniel R.: "Optimal Procurement Mechanisms", **Econometrica**, Vol. 63, No. 3 (May, 1995), s. 591-620.
- Maschler, Michael, Solan, Eilon, Zamir, Shmuel: **Game Theory**, United States of America, Cambridge University Press, New York, 2013.
- Maskin, Eric, Riley, John: "Optimal Auctions with Risk Averse Buyers", **Econometrica**, Vol. 52, No. 6, 1984, s. 1473-1511.

- McAfee, R. Preston, "Auctions and bidding", **Journal of Economic Literature**, Vol. 25, 1987, s. 705.
- McMillan, John: "Why Auction The Spectrum?", **Telecommunications Policy**, vol. 19, issue 3, 1995, s. 199.
- Menezes, Flavio M., Monteiro, Paulo K.: **An Introduction to Auction Theory**, United States New York, Oxford University Press Inc., 2005.
- Milgrom, Paul R., Weber, Robert J.: "A Theory of Auctions and Competitive Bidding", **Econometrica**, Vol. 50, No. 5, 1982, s. 1104.
- Milgrom, Paul: "Auctions and Bidding: A Primer", **Journal of Economic Perspectives**, Vol. 3, No:3, 1989, s. 3-22.
- Milgrom, Paul: **Putting Auction Theory to Work**, United States of America, Cambridge University Press, New York, 2004.
- Muthoo, Abhinay: "A Non-Technical Introduction to Bargaining Theory", **World Economics**, Vol. 1, No. 2, 2000, s. 151.
- Nash, John F.: "Equilibrium Points in n-Person Games", **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, Vol. 36, No.1, 1950, s. 48-49.
- Nash, John F.: "The Bargaining Problem", **Econometrica**, Vol. 18, No. 2, 1950, s. 155-162.
- Neumann, John von, Morgenstern, Oskar: **Theory of Games and Economic Behavior**, United States of America, Princeton University Press, 1944.
- Neumann, John von, Morgenstern, Oskar: **Theory of Games and Economic Behavior**, 2. bs., United States of America, Princeton University Press, 1947.
- Özari, Çiğdem, Turan, Kemal Kağan, Ulusoy, Veysel: **Oyun Teorisi**, 2. bs., Ankara, Pegem Akademi, 2017.

- Rausser, Gordon C., Simon, Leo K.: “Nash Bargaining and Risk Aversion”, **Games and Economic Behavior**, Volume 95, 2016, s. 1.
- Robinson, Marc S.: “Collusion and the Choice of Auction”, **The RAND Journal of Economics**, Vol. 16, No. 1, 1985, s. 141-145.
- Roth, A., Rothblum, U.: “Risk Aversion And Nash’s Solution For Bargaining Games With Risky Outcomes”, **Econometrica**, Vol. 53, No. 3, s. 639-647.
- Roth, Alvin E.: “Axiomatic Models of Bargaining”, **Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems #170**, Springer Verlag, 1979, b.a.
- Rothkopf, Michael H.: “Models of Auction and Competitive Bidding”, **Handbooks in OR & MS**, ed. S. M. Pollock v.d., Vol. 6, Elsevier Science B.V., 1994, s. 684.
- Rubinstein, Ariel: “Perfect Equilibrium in a Bargaining Model”, **Econometrica**, Vol. 50, No. 1, 1982, s. 97-109.
- Safra, Z., Zhou, L., Zilcha, I.: “Risk Aversion in the Nash Bargaining Problem With Risky Outcomes And Risky Disagreement Points”, **Econometrica**, Vol. 58, No. 4, s. 961-965.
- Stahl, Ingolf: **Bargaining Theory**, The Economic Research Institute at the Stockholm School of Economics, Stockholm, 1972.
- Taha, Hamdy A.: **Operations Research: An Introduction**, 8. bs., United States of America, 2007.
- Timor, Mehpare: **Yöneylem Araştırması ve İşletmecilik Uygulamaları**, İşletme Fakültesi Yayın no:280, İstanbul Üniversitesi Basımevi Müdürlüğü, İstanbul, 2001.

- Vickrey, William: “Counterspeculation, Auctions and Competitive Sealed Tenders”, **Journal of Finance**, Volume 16, Issue1, (Mar.,1961), s. 8-37.
- Volij, Oscar, Winter, Eyal: “On Risk Aversion and Bargaining Outcomes”, **Games and Economic Behavior**, Volume 41, 1, 2002, s. 120-140.
- Wolfstetter, Elmar: “Auctions: An Introduction”, **Journal of Economic Surveys**, Volume 10, No.4, s. 373.
- Yılmaz, Ensar: **Oyun Teorisi**, Gözden Geçirilmiş 2. bs., İstanbul, Literatür Yayınları, Ekim 2012.
- Yu, Shumin, v.d.: “Nash bargaining solutions for international climate agreements under different sets of bargaining weights”, **International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics**, Volume 17, Issue 5, 2017, s. 716.
- Zhan, Roger L.: “Optimality and Efficiency in Auctions Design: A Survey”, **Pareto Optimality, Game Theory and Equilibria**, ed. Panos M. Pardalos v.d., Springer Optimization and Its Applications, Vol. 17, 2008, s. 439.

Elektronik kaynaklar

- Jinwoo, Kim: “Lecture notes”, Contract Theory, (Çevrimiçi), <http://web.yonsei.ac.kr/jikimdir/lecture/contract.pdf>, 20 Aralık 2017.
- Türk Dil Kurumu: Türk Dil Kurumu, “Güncel Türkçe Sözlükte Söz Arama”, (Çevrimiçi), http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.56d432a52c8a65.15528934, 29 Şubat 2018

Türk Dil Kurumu:

Türk Dil Kurumu, “Güncel Türkçe Sözlükte Söz Arama”,
(Çevrimiçi),http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&view=bts&kategori1=veritbn&kelimesec=163899, 17 Nisan 2018.

Türkiye İstatistik Kurumu:

“Temel İstatistikler: Enflasyon ve Fiyat”,
(Çevrimiçi),
<http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>,
14 Haziran 2018.



EKLER: SOLVER ÇÖZÜM RAPORLARI

Çalışma Sayfası: [Bargaining Solution Test
V.1.5.xlsx]Sheet1

Rapor Oluşturuldu: 16.06.2018

13:00:31

Sonuç: Çözücü bir çözüm buldu. Tüm Kısıtlamalar ve uygunluk koşulları karşılandı.

Çözücü Altyapısı

Altyapı: Doğrusal Olmayan GRG

Çözüm Süresi: 0,078

Saniye.

Yinelemeler: 0 Alt problemler: 0

Çözücü Seçenekleri

Zaman Sınırı Limitsiz, Yinelemeler Limitsiz, Precision 0,000001,

Otomatik Ölçeklendirme Kullan, Yineleme Sonuçlarını Göster

Yakınsama 0,0001, Popülasyon Boyutu 100, Rastgele Kök 0, İleri Türevleri, Sınır Gerektir

En Çok Alt Problem Limitsiz, En Çok Tamsayı Çözümü Limitsiz, Tamsayı Toleransı 1%

Hedef Hücre (En Büyük)

Hücre	Ad	İlk Değer	Son Değer
	SOLVER* ==> U*		
\$J\$12	max	0,01323	0,01323

Değişken Hücreleri

Hücre	Ad	İlk Değer	Son Değer	Tamsayı
\$H\$12	SOLVER* ==> U1	0,57963	0,57963	Sürekli
\$I\$12	SOLVER* ==> U2	0,42037	0,42037	Sürekli

Kısıtlamalar

Hücre	Ad	Hücre Değeri	Formül	Durum	Serbestlik
			\$I\$12=\$R\$4-		
\$I\$12	SOLVER* ==> U2	0,42037	\$H\$12	Aynı	0
\$H\$12	SOLVER* ==> U1	0,57963	\$H\$12<=\$P\$4	Farklı	0,420373374
\$H\$12	SOLVER* ==> U1	0,57963	\$H\$12>=\$P\$5	Farklı	0,11503
\$H\$12	SOLVER* ==> U1	0,57963	\$H\$12>=\$T\$4	Farklı	0,11503
\$I\$12	SOLVER* ==> U2	0,42037	\$I\$12>=\$U\$4	Farklı	0,11503

Microsoft Excel 14.0 Duyarlilik Raporu
Çalışma Sayfası: [Bargaining Solution Test V.1.5.xlsx]Sheet1
Rapor Oluşturuldu: 16.06.2018 13:00:32

Değişken Hücreleri

Hücre	Ad	Son Değer	Azaltılmış Gradyan
\$H\$12	SOLVER* ==> U1	0,579626626	0
\$I\$12	SOLVER* ==> U2	0,420373368	0

Kısıtlamalar

Hücre	Ad	Son Değer	Lagrange Çarpan
\$I\$12	SOLVER* ==> U2	0,420373368	0,1150334

Microsoft Excel 14.0 Limit Raporu
Çalışma Sayfası: [Bargaining Solution Test V.1.5.xlsx]Sheet1
Rapor Oluşturuldu: 16.06.2018 13:00:33

Hücre	Hedef Ad	Değer
\$J\$12	SOLVER* ==> U* max	0,01323

Hücre	Değişken Ad	Değer	Alt Limit	Hedef Sonuç	Üst Limit	Hedef Sonuç
\$H\$12	SOLVER* ==> U1	0,57963	0,57963	0,01323	0,57963	0,01323
\$I\$12	SOLVER* ==> U2	0,42037	0,42037	0,01323	0,42037	0,01323

ÖZGEÇMİŞ

Koray Erözkan, 1980 yılında İstanbul’da doğmuştur. Lisans eğitimini 2004 yılında Dumlupınar Üniversitesi İ.İ.B.F. İktisat bölümünde, Yüksek Lisans eğitimini ise 2008 yılında İstanbul Üniversitesi İşletme İktisadı Enstitüsü İşletme Yönetimi bölümünde tamamlamıştır. Ertesi yıl İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Üretim Bilim Dalı’nda Doktora programına kabul edilmiştir.

ABD’de kısa süreli yurtdışı tecrübesinin ardından yaklaşık 10 yıl çok uluslu ve yabancı sermayeli bir endüstri şirketinde Tedarik Zinciri Yönetimi alanında yöneticilik pozisyonu da dâhil olmak üzere çeşitli kademelerde görev almıştır. 2014 yılından beri kamu yararına çalışan bir kurumda Lojistik ve Satınalma Müdürü olarak görev yapmaktadır. İyi derecede İngilizce bilen Koray Erözkan, evli ve 2 çocuk babasıdır.