Iğd Üniv Sos Bil Der / Igd Univ Jour Soc Sci
Sayı / No. 14, Nisan / April 2018: 419-440
Araştırma Makalesi / Research Article

Oyun Teorisi ve Nash'in Denge Stratejisi

SEMA YILMAZ GENÇ*

HAMZA KADAH**

Öz: Oyun teorisi Augustin Cournot ile birlikte adı konulmamış biçimde iktisat bilimine girmiş ve iktisatçılara tamamen farklı bir bakış açısı sağlamıştır. İzleyen yüzyıl boyunca oligopol rekabet biçimini açıklamaya çalışan iktisatçılar tarafından sürekli geliştirilmiştir. 1940'lı ve 1950'li yıllar oyun teorisinin yoğun olarak tartışıldığı yıllarıdır. Bu dönemde oyun teorisi iktisatçıların, matematikçilerin hatta psikologların katkılarıyla daha tutarlı bir sistematiğe oturtulmuş ve iktisat teorisinin vazgeçilmez parçası haline gelmiştir. Bu katkıları yapan önemli isimlerden biri de oyun teorisinin yanı sıra diferansiyel geometride kısmi diferansiyel denklemlerin incelenmesine de önemli katkılarda bulunmuş bir matematikçi olan John F. Nash Jr'dir. Kimi araştırmacılara göre Nash'in işbirliksiz oyunlar kuramı ve "Nash Dengesi" formülünün, iktisada ve sosyal bilimlere yaptığı etkiler, fen bilimlerinde DNA çift sarmalının keşfi ile kıyaslanabilecek kadar önemlidir.

Bu çalışmada alan yazın tarama ve derleme yöntemi kullanılarak oyun teorisinin tarihsel gelişimi genel hatlarıyla açıklanmıştır. Bu bağlamda oyun teorisne katkı sağlayan modeller karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Ayrıca Nash'in Denge Stratejisi'nin oyun teorisine katkılarının iktisadi analizdeki önemi ve gerekliliği açıklanmıştır.

Anahtar Kelimeler: John Nash, Nash Dengesi, Oyun Teorisi

* Dr. Öğr. Üyesi, Kocaeli Üniversitesi KMYO Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Bölümü

** Yüksek Lisans Öğrencisi, Dicle Üniversitesi

The Game Theory And Nash's Equilibrium Strategy

Abstract: The game theory entered into the economics in a way that its name wasn't given, and it provided the definite different viewpoint for the economists. It was constantly developed by the economists who tried to explain the oligopoly competition way for the next generation. The years of 1940's and 1950's are the years that the game theory was densely discussed. The game theory was put into more consistent systematics with the contributions of economists, mathematicians and even the psychologicists and it became an inevitable part of economics theory. One of the important people who contributed to it is John F. Nash Jr who is a mathematician who contributed substantially to the review of game theory and the partly differential equations in the differential geometry. According to some of the researchers, the impacts of Nash's game theory without collaboration and "Nash Equilibrium" formulas on the economics and social sicences are as important as comparing with the discovery of DNA double stranded in the sciences.

In this study, historical development process of game theory is explained in general terms by using literature review and compilation methods. In this context, models contributing the game theory are comparatively investigated. Besides, importance and essentialness of contributions of Nash Equilibrium Strategy to the game theory in economic analysis is emphasized.

Keywords: John Nash, Nash Equilibrium, Game Theory

Giriş

Ekonomik rekabetin, savaşların, seçimlerin ve çoğu zaman oyun olarak düşünmediğimiz daha pek çok etkileşimin, bir oyun gibi ele alınıp analiz edilebileceği fikriyle bilimsel bir metafor üzerine kurulu olan oyun teorisi; rasyonel ajanları etkileşime sokarak veya başka bir deyişle etkileşimli karar teorisini kullanarak strateji seçiminin incelenmesidir (McCain, 2012:5). Oyun teorik analizinin en önemli sorunu, hangi stratejinin rakip tarafından seçilen stratejiye karşı en iyi tepki olacağıdır. Dolayısıyla oyun teorisi, karar birimleri arasındaki karşılıklı bağımlılıktan kaynaklanan, bireylerin karar aşamasında stratejik olması durumunu inceleyen bir uygulamalı matematik dalı olarak kabul edilmekle birlikte; sosyal bilimlerde, özellikle beklentilerin, kararları belirleyen başlıca faktörlerden kabul edildiği ekonomide de büyük ilgi görmüş ve ekonomi yazınında bu konuda kayda değer bir entellektüel birikim oluşmuştur. 29.12.2017 tarihinde Google Akademik'te yapılan bir aramada "Game Theory" için tam olarak 3 milyon 390 bin, "Nash Equilibrium" için 412 bin, "Prisoner's Dilemma" için 132 bin sonuç tespit edilmiştir. Tüm bu veriler dünya çapında oyun teorilerine gösterilen ilgiyi açıklamak için yeterli olacaktır.

Bu çalışmanın amacı, Nash dengesinin yanı sıra oyun teorilerinde temel kilometre taşı olarak kabul edilen modelleri formülleriyle birlikte ayrıntılı olarak açıklamak suretiyle literatüre katkı sunmaktır. Çalışmanın ilk bölümde, oyun teorilerinin tarihçesine kısaca değinildikten sonra ilk sistematik teoriler olarak kabul edilen Waldegrave-Montmort-Bernoulli'nin çalışmaları ile Cournot modeli ayrı başlıklar altında açıklanacak; Modern oyun teorileri başlığı altında Zermelo, Borel ve Von Neumann-Morgenstern'in teorileri karşılaştırmalı olarak incelenecektir. John Nash'in katkıları, öncülleriyle karşılaştırması ve ekonomi bilimiyle ilişkilendirilmesi ayrı bir başlık altında ele alınacak ve ülkemizde yaygın olan Nash'in kimliği ve akademik aidiyeti hakkındaki yanlış bilgileri düzeltmeye yardımcı olmak adına John Nash'in hayatına da bir alt başlıkta kısaca değinilecektir.

Oyun Teorisinin Tarihsel Gelişimi

Belirsizlik koşullarında karar alma ve stratejik davranışların mantığını anlamaya çalışmak tarihin her döneminde, hemen her alandan bilim insanlarının bir şekilde uğraşısı olmuş ve bazen farklı amaçlarla yapılmış kimi çalışmalar dolaylı da olsa oyun teorilerine temel nitelikte katkılar sağlamıştır (Gächter, 2004:486). Şans ve strateji oyunlarında kazanma olasılıklarının bazı matematikçiler tarafından incelenmesiyle başlayan bu macera, günümüzde; ekonomi, psikoloji, sosyoloji, siyaset bilimi, savunma, biyoloji ve hatta yapay zeka çalışmaları da dahil bilim dünyasında oldukça popüler bir konu haline gelmiştir.

İlk çağlarda ve aynı zamanda ortaçağda askeri taktiklerin geliştirilmesi amacıyla yapılan çalışmalar, yerini matematik biliminin gelişmesiyle onsekizinci ve ondokuzuncu yüzyıl avrupasında sosyal hayatın önemli bir parçası haline gelen şans ve strateji oyunlarında başarı şansını açıklamaya yönelik çalışmalara bırakmıştır. 1940'lı ve 1950'li yıllar oyun teorisinin yoğun olarak tartışıldığı yıllarıdır. Onyıllarca süren savaşların bir sonucu olarak zafer ve politik üstünlük güdüsün hakim olduğu bu dönemde oyun teorisi; matematikçilerin, iktisatçıların ve psikologların katkılarıyla daha tutarlı bir sistematiğe oturtulmuş, sonradan iktisat teorisinin vazgeçilmez parçası haline gelmesini sağlayacak olan gelişmeler bu dönemde meydana gelmiştir.

Waldegrave, Montmort Ve Bernoulli

Oyun teorisinin ilk ortaya çıkış tarihini Babil Talmud'undaki (MS 500) bir evlilik ve miras örneği, (Walker, 2012:1) hatta Sun Tzu'nun Savaş Sanatı isimli parşömenleri (MÖ 500) üzerinden ilk çağlara kadar götüren araştırmacılara rastlamak mümkün (Shubik, 1987'den aktaran Dimand & Dimand, 1996:105). Ancak bildiğimiz anlamda matematiksel analizin kullanıldığı oyun teorisinin zemini olarak onyedinci yüzyılda Pierre de Fermat ve Blaise Pascal'ın mektuplaşmalarını karma strateji'nin dayanak noktası olan olasılık konusunun başlangıcı olarak kabul edenlerin yanı sıra (Hyksová, 2013:1), şans oyunlarında stratejik karar verme hakında yazılmış, Pierre Remond de Montmort'un 1713 basımı *"Essay D'analyse Sur Les Jeux De Hazard"* (*Şans Oyunları Analizinin Denemesi*) isimli kitabını ve yazarın Nicholas Bernoulli ile James Waldegrave ile yaptığı yazışmalarını, gösterenler de vardır ki bu yazışmalarda oyunların minimaks ilkesi belirlenmiş ve kanıtlanmıştır (Arrow, 2003:15-16). Söz konusu yazışmalarda öne çıkan kart oyunlardan biri olan Waldegrave'in "Le Her" oyununu açıklamak gerekirse; Kartların değer sırası As < Iki < Üç ... <On < Vale < Kız < Papaz olmak üzere oyunun temel amacı her bir oyuncunun, elinde rakibinkinden daha büyük bir kart tumasıdır ve oyun şöyle oynanır:

Peter bir kart destesinden Paul'a rastgele bir kart verir ve aynı desteden bir kart da kendisi alır. Paul, kartıyla yetinmezse, kartını Peter'ın kartıyla değiştirme hakkına sahiptir; Fakat Peter'ın kartının Papaz olması durumunda, onu vermeyebilir. Peter ilk çektiği karttan veya Paul'dan almak zorunda kaldığı karttan memnun kalmazsa o da desteden rastgele çektiği bir başka kartla değiştirme hakkına sahiptir; ancak çektiği kart bir Papaz ise, aynı şekilde değiştirmesine izin verilmez ve memnun olmadığı kartı elinde tutmak zorunda kalır. Paul ve Peter oyun sonunda aynı değeri taşıyan kartlara sahip olursa, kart dağıtan (Peter) kazanacaktır. Bu koşullar altında Paul'ün çektiği kart yedi'den küçükse değiştirecek, yedi'den büyükse elinde tutacak; Peter ise sekizden küçük herhangi bir kartı değiştirecek, sekizden büyükse elinde tutacaktır. Paul yedi'yi her zaman değiştirecek olursa, Peter sekiz'i değiştirme kuralını benimseyerek kazanacaktır. Bununla birlikte Peter'ın, sekiz'ini her zaman değiştirdiği bir durumda Paul, değişmek yerine her zaman elinde bir yedi tutarak kazanabilecektir. Yani, şüpheli durumlarda (Peter için sekiz, Paul için yedi) Peter, Paul'unkiyle aynı stratejiyi benimserken (kartı elinde tutma ya da değiştirme konusunda Paul'ü takip eder) Paul da Peter'ın tersi bir strateji izlemektedir. Bernoulli, şüpheli durumlarda kartların değiştirilmesi gerektiğini düşünürken, Montmort hiçbir kuralın kurulamayabileceği sonucuna varmıştır (Hyksová, 2013:2; Dimand & Dimand, 1996:121-122; Arrow, 2003:16).

Waldegrave, Peter'ın sekiz ve daha büyük kartları elinde tutup daha küçük kartları değiştirme olasılığının 5/8, sekiz ve altı kartları değiştirip daha yüksek kartları elinde tutma olasılığının da 3/8 olduğu sonucuna vardı. Paul'ün ise yedi ve üstü kartları elinde tutup daha küçük olanları değiştirme olasılığını 3/8, yedi ve daha küçük kartları değiştirip daha büyük olanları elinde tutma olasılığını da 5/8 olarak belirlemiştir (Baumol & Goldfeld, 1968:7–9).

De Montmort, Nicolas Bernoulli ile yazışmalarını, Essai d'Analyze sur les jeux d'Hasard'ın ikinci baskısına bir ek olarak yayınlamıştı. Bu ek, Nicolas Bernoulli'nin Montmort'a gönderdiği St. Petersburg paradoksunu belirten mektupla ünlenmiştir (Dimand & Dimand, 1996:122). Bununla birlikte kimi yazarlar, Waldegrave'in "Le Her" çözümünde optimal karma stratejilerden kazanma olasılıkları matrisini yanlış türettiğini, ayrıca kart dağıtıcının her zaman sekiz ve üstü kartları elinde tutması ve diğer oyuncunun daima yedi ve altı olanları değişmesinin, her oyuncunun karma değil saf bir strateji izlediği anlamına geldiğini iddia etmektedir (Rives, 1975:54).

Augustin Cournot'un Duopol Modeli ve Nash Dengesi

Oyun teorisine sosyal bilimlerde ve ekonomide artan ilginin en önemli nedeni bireysel veya organizasyonel düzeyde optimal kararlar almayı sağlayacak ölçüde rakibin kararını öngörebilme ve bunu matematiksel olarak ifade edebilme ihtiyacından kaynaklanmaktadır. Çünkü en doğru kararı vermek, ancak rakibin kararının bilinmesiyle mümkün olabilir. Oysa hatırlanacağı üzere klasik mikro ekonomik analizde, tam rekabet, tam istihdam, kusursuz enformasyon gibi varsayımlar gereği karar birimlerinin, karar verirken birbirlerinin davranışlarını dikkate almaksızın, sadece veri fiyatlar çerçevesinde optimal kararlar veren rasyonel ajanlar olduğunu kabul ediliyordu (McCain, 2010:1/13-20). Ekonomi alanında bir ajanın karar verirken stratejik davrandığı yani bir diğerinin kararını tahmin etmeye çalışarak dikkate aldığı ilk analiz 19. yüzyıl başlarında düopol piyasası ile ilgili çalışmalar yapan Fransız ekonomist Augustin Cournot tarafından yapılmış (Arrow, 2003:16) ve "Mathematical Principles of the Theory of Wealth" (1838) (Servet Teorisinin Matematiksel İlkeleri) başlıklı kitabında yayımlanmıştır.

Hassas bir matematiksel modelde Nash dengesinin ilk açık uygulaması, tekelci aşırılıkları sınırlandıran ve mükemmel rakipler içeren duopolün en erken çözümü ve oyun teorisinde en çok kullanılan denge konsepti Cournot'a (1838) aittir. İlk önce piyasa yapısını titizlikle analiz eden Cournot, bağımlılığı oyun-teorik bir bakış açısıyla ele aldı (Dimand & Dimand, 1996:18). Cournot, Nash'ten yüzyılı aşkın süre önce oligopolistik rekabette "Nash Dengesi" metodolojisi ile analiz ettiği oyun modelleri geliştirdi ve tam da bu nedenle bazı ekonomistler, "Nash dengesi" yerine "Cournot-Nash dengesi" ya da "Cournot dengesi" demekte ısrar etmektedirler (Myerson, 1999:1070).

Firmanın karar alma sürecini inceleyen Cournot'nun duopol piyasa teorisine göre işletmeler birbirinin piyasasını ele geçirmeye çalışmak yerine, her bir işletme rakibine bağımlıymış gibi davranmalıdır. İşbirliğinin söz konusu olmadığı bu modelde her bir firmanın tepki fonksiyonu aslında rakibin gerçek seçimi değil de çıktı beklentisidir. Böylesi bir beklentinin kaynağı, karşılıklı etkileşim içeren bir deneme yanılma süreci değil, her iki firma yönetiminin bir anlık zihinsel aktivitesidir (Giocoli, 2003a:176-177) Örneğin:

Tek firmanın faaliyet gösterdiği tekelci bir piyasaya yeni girecek olan B firması, piyasada tek satıcı olan ve piyasa talebinin $\frac{1}{2}$ 'sini üreterek tekelci karı elde eden A firmasının üretim miktarını değiştirmeyeceğini varsayar ve arta kalan $\frac{1}{2}$ 'nin $\frac{1}{2}$'sini yani toplam piyasa hacminin $\frac{1}{4}$'ünü üretmeye karar vererek piyasaya girer. Böylece başlangıçta $\frac{1}{2}$ olan piyasa hacmi $\frac{3}{4}$'e çıkar. Ancak bu kez A firması, piyasaya yeni giren B firmasının $\frac{1}{4}$'lük üretimini değiştirmeyeceği varsayımıyla üretimini yeniden düzenleyerek zararını telafi etmeye çalışır. Karşılıklı tepkiler sonucunda iki firmanın üretim hacimleri şöyle değişecektir:

A firmasının üretimi $\frac{1}{2} \rightarrow \frac{3}{8} \rightarrow \frac{9}{32} \rightarrow \frac{43}{128}$ şeklinde değişerek piyasa hacminin $\frac{1}{3}$'ine düşer.

B firmasının üretimi $\frac{1}{4} \rightarrow \frac{5}{16} \rightarrow \frac{21}{64} \rightarrow \frac{85}{256}$ şeklinde değişerek piyasa hacminin $\frac{1}{3}$'ine yükselir.

Nihayet her bir firmanın $\frac{1}{3}$ pay almasıyla, daha önce tek satıcının olduğu durumda $\frac{1}{2}$ olan piyasa hacmi $\frac{2}{3}$'te dengeye gelmiş olur.

Cournot'un bu çalışmasından çok önceleri birçok düşünür, yaşadıkları dönemin başlıca ekonomik sorunları olan uluslararası ticaret, iktisadi büyüme ve milli gelirin bölüşümü üzerine matematiksel teoriler geliştirmeye başlamışlardı. Ne de olsa maddi malların üretimi, dağıtımı ve piyasada dolaşımı matematiksel analize, sosyal bilimlerin diğer dallarından çok daha uygundu. Çünkü bir piyasadaki para ve mal hareketleri denklemlerde kullanılmak üzere kolayca nicelleştirilebiliyordu. O halde iktisat biliminin, Ahlak Felsefesi'nin, maddi malların üretimi ve dağıtımı ile ilgili sorunların analitik yaklaşımlarına odaklanan özel bir kolu olarak gelişmesinden daha doğal bir şey olamazdı (Myerson, 1999:1068-1069). Cournot'un (1838) monopol ve duopol çözümlemeleri; ekonomik problemlerin matematikselleştirilmesi, grafiksel örneklemeler kullanılması, ajanların birbirine stratejik bağımlılığından kaynaklanan oyunteorik sorunlarının çözümü gibi çağının ötesinde imkanlar sunuyordu (Dimand & Dimand, 1996:18). Bununla birlikte geleneksel iktisadi analiz metodolojisinde ezber bozan ilk çalışmanın sahibi olan Cournot'un kendisinin bile ekonomik analizlerde matematiksel yöntemin tatmin edici bir doğruluk içermediğine ve dolayısıyla matematiğin bir yöntem olarak sıkça kullanılmaması gerektiğine inandığını belirtmekte de fayda var (Sandmo, 2011:145-147).

Ekonomi bilimine Augustin Cournot (1838) ile birlikte adı konulmamış biçimde girerek iktisatçılara tamamen farklı bir bakış açısı sunan oyun teorisi, izleyen yüzyıl boyunca; Joseph Bertrand, Francis Y. Edgeworth, Edward H. Chamberlin, Heinrich F. Von Stackelberg ve Paul Sweezy gibi iktisatçılar tarafından duopol-oligopol piyasa teorileri çerçevesinde geliştirilmiş (Myerson,1999:1069), ve Ernst F. Zermelo, Émile Borel, John Von Neumann ve John Nash gibi matematikçilerin çalışmalarıyla birleşerek ilerde ekonomi biliminin önemli bir bileşeni haline gelecek olan "Oyun Teorisi"nin de temellerini oluşturmuştur (Şahin & Eren, 2012:267). Kuşkusuz yukarıda zikredilen iktisatçıları doğrudan oyun teorisinin kurucuları olarak tanımlamak yanlış olacaktır. Hatta her birinin çalışması veya bir bütün olarak monopol-oligopol piyasa teorileri de kendi içinde birtakım tutarsızlıklar barındırdığı için eleştirilmektedir. Bununla birlikte bu düşünürlerden her birinin katkısıyla, eksiklikler giderilmiş ve en önemlisi ekonomik sorunların analizinde kullanılan yöntemlerin dönüşümü hızlanmıştır. Ekonomide stratejik davranışlar konusunda deneysel yöntem kullanılarak yapılmış ilk önemli çalışma Chamberlin'e aittir (Basılgan, 2013:65-66). Chamberlin, 1933'te yayımladığı "The Theory of Monopolistic Competition" adlı kitabında rekabetçi model'e yönelttiği eleştirilerini kanıtlamak amacıyla 1948'de laboratuar koşullarında bir piyasa ortamı oluşturarak gerçekleştirdiği deneyinde gerçek satış miktarının rekabetçi denge satış miktarından ve ortalama fiyattın da rekabetçi denge fiyatından son derece farklı olduğunu tespit etmiştir (Kagel & Roth, 1995:14-16).

Modern Oyun Teorileri

Literatürde modern oyun teorisi çoğunlukla Von Neumann ve Morgenstern ile özdeşleştirilse de bu konuda yapılmış ilk önemli çalışmalar, Ernst Friedrich Ferdinand Zermelo (1913), Emil Borel (1921), Denes König (1927) ve Laszlo Kalmar (1928-29) gibi erken oyun teorisyenleri olarak tanımlayabileceğimiz matematikçilere aittir. Bu isimlerin bilinmemesi kısmen dil engeline bağlı olabilir, zira oyun teorisindeki ilk makalelerin çoğu Alman, Macar ve Fransız matematikçiler tarafından yazıldı ve oyun teorileri popüler olduktan sonra dahi uzun süre İngilizceye tercüme edilemedi. Bazen de yanlış tercüme sonucu bu çalışmaların içerikleri yanlış anlaşıldı. Günümüzde oyun teorisi alanında ilk resmi teoremin Ernst.F. Zermelo (1913) tarafından Almanca yazılmış bir makalede ortaya konduğu genel kabul görmektedir (Schwalbe & Walker, 1999:123-124). Söz konusu makalesinde Zermelo, satranç oyununda beyaz oyuncunun (oyunda ilk hamleyi yapan oyuncu olduğundan) her zaman kazandığı bir stratejinin var olduğunu ispatlamaya çalışmıştır (Dimand & Dimand, 1996:107-108). Oyunda ilk hareket eden kişinin asla kaybedemeyeceği bir strateji şüphesiz var, ancak bu stratejinin ne olduğu bugün bile yeterince net değil çünkü bu belli koşullara (belki de mükemmel olmaya) bağlı olmak zorundadır. Örneğin beyaz oyuncu, ilk hamlesinden itibaren siyahın bütün olası hamlelerini öngörebiliyor olmalı ve buna ek olarak rakibin her bir hamlesi için önceden belirlenmiş bir tepki hamlesine sahip olmalı ki bu da satranç oyunu söz konusu olduğunda milyonlarca alternatif tahmin ve hamle anlamına gelir. Kuşkusuz Zermelo'nun amacı "beyazın yenilmezliği"ni sağlayan stratejinin tam olarak ne olduğunu açıklamak değil, ama böyle bir stratejinin mutlaka var olduğunu kanıtlamaktı. Bu teorem her iki oyuncunun veya sadece beyazın kusursuz olduğu varsayımı altında tutarlıydı zira bütün olası hamlelerin bilindiği bir durumda ilk hamleyi yapanın bir adım önde olması belirleyi olacağından galibiyet kaçınılmaz olacaktır. Zermelo'yu takiben satranç Viyana'daki matematik çevrelerinde standart bir araştırma konusu haline geldi. König'in (1927) "Uber eine Schlubweise aus dem Endlichen ins Unendliche" (Sonludan Sonsuza Bir Sonuç Metodu Üzerine) ve Kalmar'ın (1928-29), "Zur Théorie der abstrakten Spiele" (Soyut oyunlar teorisi) gibi çalışmaları, Zermelo ve Borel'linkilerle birlikte Morgenstern-Von Neumann ve Nash'in çalışmalarının temelini oluşturur. (Leonard, 2010:59-61; Schwalbe & Walker, 1999:126; Dimand & Dimand, 1996:124).

Emile Borel, 1921-27 yılları arasında stratejik oyunlar hakkında biri erratum olmak üzere dört makale yayınladı. Yukarıda Cournot'nun; 1. Firma üretim miktarını değiştirirken 2. firmanın üretim miktarını sabit tuttuğu belirtilmişti bu eleştiriye matematikçi Emile Borel (1921) kısa bir bildiri ile çözüm önerisi getirmektedir. Basit iki kişilik sıfır toplamlı oyunları ele alan Borel, “diğer stratejilerden daha iyi bir strateji belirlemenin mümkün olup olmadığını araştırmak” için yola çıktı. Modelinin biçimsel yapılarını ortaya koyarken, stratejiyi; "olası her durumda oyuncunun tam olarak ne yapması gerektiğini belirleyen bir kod" olarak tanımlıyordu (Myerson, 1999:1070). Borel, iki kişilik oyunların minimax çözümünü üç veya beş olası stratejiyle bulmanın yanı sıra, karışık bir stratejinin ilk modern formülasyonunu verdi. Başlangıçta daha olası stratejilere sahip oyunların minimax çözümleri olmayacağını savunuyordu, ancak 1927 yılına gelindiğinde, bir karşı örnek bulamadığı için bunu açık bir sorun olarak kabullendi. Borel (1921), iki kişilik bir şans ve strateji oyununu simetrik olarak değerlendiriyordu; çünkü iki oyuncu aynı stratejiyi benimsediğinde kazanma şansları eşit oluyordu (Leonard, 2010:60).

Olası saf stratejilerin sayısının sonlu olduğu varsayılmıştır.

A oyuncusu C_i (saf strateji) stratejisini, B oyuncusu C_k stratejisini seçerse; A’nın kazanma olasılığı α=1/2 + α_{ik}, B'nin kazanma ihtimali de, b=1-α, yani; b=1/2+α_{ki}, burada α_{ik}+ α_{ki}=0, α_{ii}= 0 ve α_{ki} -1/2 ile +1/2 arasındadır. Borel her oyuncunun, kazanma ihtimalini en üst düzeye çıkardığını varsaydı. Kazançlar sıfır toplamlı ve simetrik olduğu sürece, bu, beklenen kazançların en üst düzeye çıkarılmasına eşdeğerdir.

Borel, α_{ik}'nin negatif olduğu durumlar için veya her durumda C_h için C_i stratejilerini “kötü” olarak elemektedir. Borel'in kötü bir stratejinin ortadan kaldırılmasına yönelik kriterleri, Borel (1921)’de varsaydığı gibi simetri durumunda, şuanki oyun teorisinde zayıf bir stratejinin ortadan kaldırılmasına ilişkin ölçüt ile eşdeğerdir. Zayıf bir strateji, diğer oyuncuların ne yaparsa yapsın, başka bir stratejinin getirisine eşit veya daha düşük olan bir kazancı ifade eder. Dolayısıyla Borel, zayıf stratejilerin kaldırılmasının daha sonraki kriterlerini öngörmüş ve böyle bir ortadan kaldırma ile yeni saf stratejilerin zayıflamasının muhtemel olduğunu belirtmiştir (Dimand & Dimand, 1996:125).

Eğer α_{hk}’nin tüm k’lar için pozitif ya da sıfır olduğu bir durumda bir C_h stratejisi mevcutsa, bu en iyi strateji olacaktır. Borel, böylesine en iyi bir saf stratejinin mevcut olmayabileceğini ve daha sonra, kötü stratejilerin ortadan kaldırılmasının ardından kalan saf stratejiler arasında kişinin oyununu değiştiren karma bir stratejiyi benimsemek için avantajlı olacağını belirtiyordu. Her an, oyuncu A‘nın C_k stratejisini seçme olasılığı p_k, ve oyuncu B'nin C_k stratejisini oynama olasılığı q_k'dir. A’nın kazanma ihtimali α=1/2+α, burada $\alpha, \alpha_{ik} p_i\, q_k$'lerdeki tüm i ve k'lerinin toplamıdır.

Borel'in kötü stratejilerin ortadan kaldırılmasından sonra sadece üç saf strateji bırakıldığında karma stratejiyi seçme kararını veren 1921 çözümü minimax bir çözümdür. Ancak Borel'in çözümünde oyuncu sayısı ikiyle, strateji sayısı ise yedi ile sınırlandırılmıştı ve Borel, çözümünün, sosyal bilimlere uyarlanmasına engel olan bu sınırlandırmaya ilişkin yanlış varsayımı açıklamak için iddianın ötesinde herhangi bir kanıt sunamamıştır (Dimand & Dimand, 1996:125-126; Leonard, 2010:59-61).

John Von Neumann, 1928'deki çalışmasında karma stratejili, n-oyunculu, sıfır toplamlı, sonlu oyunlar için n=2 özel durumunda matris oyunları teorisinin temel sonucu olan minimax teoremini belirtmiş ve Brouwer (1912) sabit nokta teoremine dayalı topolojik bir yöntem kullanarak teoremin ilk geçerli kanıtını sunmuştu (Giocoli, 2003b:2; Hyksová, 2013:3; Dimand & Dimand, 1996:144). Sabit noktaların varlığını matematiksel olarak ispatlayan teoremler mevcut olmadığından önce bir fonksiyon tanımlanmakta, ardından bu fonksiyon için bir sabit nokta bulunmaktadır (Şahin & Eren, 2012:268).

Kısaca: Beklenen getirisi h(p,q) olan oyuncu A, diğer oyuncuların h(p,q) karma stratejilerini seçmelerini sağlıyor.

Burada her bir "$h(p^*, q^*)$ = max p min q, h(p, q) = min q max p h(p,q)" stratejisi için daima (p^*, q^*) gibi karma stratejiler vardır (Hyksová, 2013:3)

Borel'in aksine Von Neumann, minimax teoremini, belirli bir strateji çifti arasında karşılıklı optimumluk olarak değil, rakibin olası hamlesine bakılmaksızın, her oyuncunun kendini güvenceye alabileceği değerler arasındaki eşitlik olarak formüle etti ve belirsizlik durumunda, her oyuncunun ödülünün beklenen faydasını en üst düzeye çıkarmak istediği ve faydadın ölçülebildiği kardinal varsayımı kullandı. 1928'de ve tekrar 1944'te Morgenstern ile yazdığı kitabında, von Neumann, bu temel varsayımı, parasal transfer ödemeleri ile tüm kazançları tanımlayarak doğrulamaya çalıştı; bu da, ödemeyi devredilebilir ve tüm oyunların sıfır toplamlı olduğu kısıtlamasına neden olmuştur (Myerson, 1999:1073).

John Von Neumann ve Oskar Morgenstern'in verimli bir işbirliğinin bir ürünü olan *"Theory of Games and Economic Behavior"*da (1944) ekonomik problemin ayrıntılı bir formülasyonu ile başlayarak, ekonomide oyun teorisinin olağanüstü geniş uygulama alanı bulmasını sağlamış ve ardından bir aksiyomatik fayda teorisinin temellerini atmışlardır. Oyun teorisi tarihinde önemli kilometre taşlarından biri olarak Kabul edilen bu olay, genellikle oyun teorisinin matematiksel olarak tanımlanmasının ilk kez başarılması ve kısmen ekonomiye uyarlanabilir hale gelmeye başlaması olarak kabul edilir (Hyksová, 2013:3-4). Arrow'a (2003) göre ise oyun teorisi Cournot'dan (1838) beri ekonomik analizde resmen kullanılmış ancak bir şekilde farklı bir fikir olarak görülmüştür Arrow, (2003:16). Bu ikili ise, askeri savaşlardan tutun da fiyat savaşlarına kadar pek çok alanda karar alma sürecinin stratejik etkileşiminin genel mantığını anlamak amacıyla oyunların matematiksel ifadesinin genel yöntemini belirlemiş ve oyuncuların çıkar çatışması halinde olduğu, yani A'nın kazancının B'nin kaybı anlamına geldiği (sıfır toplamlı) sistematik oyunlar ortaya koymuştur (Varian, 2002). Yine oyun teorisiyle adeta özdeşleşmiş olan bu eseri Von Neumanla birlikte yazan Oskar Morgenstern'in, daha önce (1928'den itibaren) her bir karar biriminin eylemlerini rakibinin davranışlarından bekletilerini esas alan ekonomik tahminlerle gerçekleştirdiğini ifade ettiği çalışmalar ilk zamanlarda pek ses getirmemiştir (Arrow, 2003:16-17). Hatırlanacağı üzere olasılık teorisiyle ilgilenen Zermelo (1913), Borel (1921), König (1927), Kalmar (1928-29) ve kıta Avrupasından daha pek çok matematikçi, Von Neuman'dan önce saf şans oyunlarından strateji oyunlarına doğru ilk adımları atmış, ne varki bu çalışmalardan (kısmen dil kısıtı nedeniyle) belli çevreler dışında neredeyse hiç kimse haberdar olamamıştır. Von Neumann, dil engeline takılmadan bu kaynaklardan istifade etme olanağına sahip olup ingilizce yazan ender matematikçilerden biriydi ve 1933'te Princetone Üniversitesinde çalışması için davet edilinceye kadar Berlin Üniversitesinde öğretim üyesi olarak görev yapmıştır. Böylece Von Neumann, oyun teorileri üzerine odaklandığı bir dönemde tanıştığı Oscar Morgenstern'i Princetoneda kalmaya ikna ettikten ve ekonomik sorunları oyun teorisi çerçevesinde ele aldıkları ünlü kitaplarını yayınladıktan sonra bu konu popüler hale gelmiş ve bu çalışmalar gün yüzüne çıkabilmiştir (Dimand & Dimand, 1996:143).

Oyun Teorisine John Nash'ın Katkıları

Von Neumann ve Morgenstern, "Theory of Games and Economic Behavior" ve devamındaki çalışmalarıyla oyun teorisinin çeşitli alanlara uygulanmasına olanak veren; rasgeleleştirilmiş oyunlar için çözümlerin var olduğunun sabit nokta teoremiyle ispatlanması, normal ve geniş formların strateji konseptinde birbiriyle ilişkilendirilmesi ve bireysel karar almayı sağlayan beklenen fayda kriterinin türetilmesi gibi önemli unsurların çoğunu geliştirmişlerdir. Fakat bütün bu yeni fikirleri genel bir oyun teorisinde (sıfır toplamlı oyunlar) birleştirdikleri için bunları tutarlı bir şekilde uygulayamamışlar ve rasyonel davranışın genel matematiksel bir karakterizasyonu sağlayamamışlardır. Böylece, oyun teorisinin bütün yapısını yeniden gözden geçirme kabiliyetine sahip, yetenekli genç bir matematikçinin bu unsurları parçalaması ve doğru bir şekilde yeniden birleştirmesi için koşulların yeterince olgunlaştığı bir dönemde John Forbes Nash Jr, Princeton'da bir lisansüstü öğrencisi olarak kayıt yaptırmıştır (Myerson, 1999:1073; Hyksová, 2013:3-4; Giocoli, 2003b: 1-2).

John F. Nash'in Hayatı

John Forbes Nash Jr, 13 Haziran 1928'de West Virginia, şehrinde, günümüzde var olmayan bir hastane olan Bluefield Sanatoryumunda dünyaya gelmiştir. Nash, ilkokula başlamadan önce anaokuluna gitme şansına sahip olmuş, ayrıca eski bir öğretmen olan annesi; okulun ve evde kendisinin verdiği eğitimle yetinmeyip onu ileri matematik dersleri alması için lise son sınıftayken özel bir matematik kursuna da göndermiştir. George Westinghouse tam bursuyla Carnegie Teknoloji Enstitüsünde kimya mühendisliği bölümüne başladığında çizgisiz kağıda düzgün mısralarla yazı yazmayı dahi beceremeyen Nash, bu bölümünün bir parçası olan teknik çizimler ve uygulamalı kurslar nedeniyle sıkılınca kimya mühendisliğinden kimya bölümüne geçiş yapar. Ancak bir süre sonra bu kez de nicel analizlerin zorluklarıyla karşı karşıya kalır (Nobelprize.org). Sonunda matematik bölümü okuyarak ABD'de kariyer yapmanın imkansız olmadığını keşfeden Nash, hocalarının da teşvikiyle son bir kez daha bölüm değiştirerek resmen matematikçi olmuş ve 1948'de henüz 19 yaşındayken hem lisans hem de yüksek lisans dereceleri ile bu bölümden mezun olmuştur.

Yüksek lisans bursu kazanan Nash, başlarda Harward'a kayıt yapmaya karar verdiyse de Princeton üniversitesinden Prof. A.W. Tucker kendisine daha yüksek burs ve geniş imkanlar teklif edince ve Bluefied'daki ailesine yakınlığının da etkisiyle kendisine daha fazla değer verdiğine inandığı Princeton Üniversitesinin matematik bölümünde yüksek lisans eğitimine başlamış ve burada ilerde Nash dengesi adıyla ünlenecek olan denge teorisi üzerinde çalışmaya başlamıştır. (Leonard, 1994:498). Princeton'daki lisansüstü eğitimi esnasında, von Neumann ve Morgenstern'in çalışmaları ile şekillenen oyun teorisi çalışmalarına ilgi duymaya başlamış ve doktora dercesini de 1950'de, danışmanı Albert W. Tucker'ın gözetiminde işbirliksiz oyunlarla ilgili 28 sayfalık bir tez ile elde etmiştir (Giocoli, 2004:639-640 ; Leonard, 1994:496-497).

John Nash, Princeton Üniversitesi'nde Kıdemli Araştırma Matematikçisi olarak görev yaparken, Ekonomide yaygın olarak kullanılan oyun teorilerine katkılarından dolayı 1994 yılında Ekonomi alanında Nobel Ödülü'nü, takipçileri olarak kabul edilen Reinhard Selten ve John Harsanyi ile paylaşmıştır (Nobelprize.org). Nash'in oyun teorileriyle ilgili çalışmaları, günlük hayatta karşılaşılan karmaşık sistemler içinde şans ile karar verme süreçlerini yöneten faktörleri açıklayan tutarlı bilgiler sunmuştur. John Nash, uzun bir yaşamdan sonra 23 Mayıs 2015'te Abel Matematik Ödülü'nü aldığı Norveç'ten dönüş yolunda New Jersey Turnpike'de bindikleri taksinin kaza yapması sonucu 86 yaşındayken bir trafik kazasında eşiyle birlikte hayatını kaybettiğinde; ardında 1950 ile 53 yılları arasında yayımlanmış 28 sayfalık bir doktora tezi, üçünde ortak yazar olarak, dördünü tek başına (ki bunlardan biri tek sayfadan ibarettir) yazmış olduğu hepsi hepsi yedi makale; bu hacimsiz, yarım asrı devirmiş makalelerin ürünü olan geniş çaplı tartışmalar ve özellikle ekonomi bilimi üzerine oldukça güçlü bir etki yaratan "Nash Dengesi" kavramını bırakmıştır.

Nash'in Denge Stratejisi

Nash, (1950b) Von Neumann'ın sadece iki oyunculu sıfır toplamlı oyunlara uygulayabildiği minimax kriterini, negatif-sabit nokta tekniğini kullanarak genelleştirmiş ve "iki oyuncu sıfır toplam" kısıtı olmaksızın bütün oyun türlerine uygulayabileceği bir denge noktası olan yepyeni bir çözüm konsepti geliştirmiştir (Giocoli, 2003:10-11). Bununla birlikte Nash, aslında yeni bir teori geliştirmekten ziyade Brouwer ve Kakutani'nin var olan sabit nokta teoremlerini başka bir teoreme (Von Neumann-Morgenstern teoremi) uygulamıştır. Bu durum, Von Neumann'ın Nash dengesine karşı başlarda küçümseyici bir tutum takınmasına neden olmuştur (Blaug, 2003:149; Giocoli, 2003b:11). Aslında Nash, ilk makalesi olan "Bargaining Problem"de (Nash, 1950a) Coutnot'un monopol pazarlık sorununu açıklamaya çalışırken, iki kişilik, ama sonucu sıfır olmayan farklı bir yaklaşım benimsemişti (Nash, 1950a:155). Ancak kesin çözümü PNAS'da yayınlanan ve kendisine daha sonra Nobel kazandıracak olan tek sayfalık ünlü makalesi "Equilibrium Points in N-Person Games" (1950b) ile sunmuştur.

Bir Nash dengesi, her hangi bir oyuncunun, diğer oyuncuların stratejilerinden bağımsız olarak, sadece kendi stratejisini değiştirerek faydasını maksimize edemeyeceği stratejilerin toplamıdır. Her bir oyuncu için bir tane olmak üzere; herhangi bir n-strateji kümesi, oyuncuların n-strateji alanlarının çarpımı ile elde edilen ürün alanındaki bir nokta olarak kabul edilebilir. Karşılıklı n-strateji kümelerindeki herhangi bir strateji, oyuncusu için karşı karşıya olduğu bir diğer n-kümedeki oyuncuların (n-1) stratejilerine karşı elde edilebilecek en yüksek fayda beklentisi sağlıyorsa böyle bir n-strateji kümesi bir diğerine karşı koyabilecektir. Böylesi kendi kendine yeten bir n-strateji kümesi denge noktası olarak (Nash Dengesi) adlandırılır. Nash, (1950b) gerekli varsayımları açıkladıktan sonra n-oyunculu bir oyunda denge noktasının varlığını aşağıdaki formülle göstermektedir:

Her bir n-kümesinin karşı koyduğu grubun n-kümesiyle haberleşmesi, ürün alanının birden çoka doğru kendi içinde haritalandırılmasını sağlar. Karşı koyma'nın tanımından, (Von Neumann & Morgenstern'in beklenen fayda fonksiyonunun doğrusallığı nedeniyle) bir noktanın karşı koyma noktalarının dizisinin dışbükey olduğu sonucu ortaya çıkacaktır. Kazanç fonksiyonlarının sürekliliği nedeniyle haritalamanın grafiği kapalıdr. Kapanma şuna eşdeğerdir:

$P_1, P_2, \ldots P_n$ ve $Q_1, Q_2, \ldots Q_n$'ler, üretim alanındaki noktalar dizisidir.
Burada $Q_n \rightarrow Q$ ve $P_n \rightarrow P$ olur. Q_n, P_n'e ve Q ise P'ye karşı koyar. Grafik kapalı olduğundan ve haritalamadaki her bir noktanın görüntüsü dışbükey olduğundan, Kakutani teoreminden hareketle haritalamanın sabit bir noktaya sahip olduğu sonucuna varılabilir (Nash, 1950b:49). Böylece ilk kez denge durumu ile sabit bir nokta arasında bir ilişki kurulmuştur. Dolayısıyla Nash'e göre bir denge noktası vardır ve bu denge noktasının varlığı, iki kişilik sıfır-toplam durumunda Von Neumann & Morgenstern (1944) teoremi ile eşdeğerdir. Bu durumda herhangi iki denge noktası, oyuncular için aynı beklentilere

neden olsa da, genel olarak bunun gerçekleşmesi zorunlu değildir.

Annal Of Mathematics'te yayınlanan 1951 tarihli "Non-Cooperatıve Games" (İşbirliksiz Oyunlar) makalesinde Nash, kendi yaklaşımı ile Von Neumann ve Morgenstern'in yaklaşımı arasındaki farkı vurgulamaktadır. Söz konusu yazarlar, iki kişilik sıfır-toplam oyunların yanı sıra; işbirlikçi olarak tanımlanan, oyuncular tarafından oluşturulabilen çeşitli ortaklıkların karşılıklı ilişkilerinin bir analizine dayanan n-kişilik oyun teorisini de ele almışlardır. Buna karşın, Nash'in teorisi, bir denge noktasının varlığına ve ortaklıkların yokluğuna dayanır (Nash, 1951:286). Örnek çözümün üç kişilik poker oyunu üzerinden açıklandığı analizde, her oyuncunun diğerleriyle arasında işbirliği veya iletişim olmaksızın, bağımsız olarak hareket ettiği varsayılmaktadır. Nash gerek işbirlikli gerekse işbirliksiz oyunlar için detaylarını açıklayarak tutarlılığını kanıtladığı Nash dengesi özetle; herhangi bir oyuncu tarafından oynanan stratejinin, en azından diğer oyuncuların stratejilerine karşı uygulanabilecek herhangi bir stratejiden daha iyi bir karşı hamle olduğu bir strateji profilidir (Giocoli 2004:639-644). Yani bir oyuncunun kazancı rakibinin mutlak kaybına eşit olabileceği gibi, daha büyük veya daha küçük değerler de alabilmektedir. Bu çözümlemeyle birlikte Von Neumann'ın büyük başarısı olarak kabul edilen minimax teoremi, kendisinden türetilen Nash'in denge noktasının özel bir durumuna indirgenmiş olmaktadır.

Nash Dengesi ve Mahkumun İkilemi

Oyun teorisinde Nash dengesini tanımlayan en basit ve sosyal bilimlerde en çok kullanılan bulmaca "Mahkumun İkilemi"dir. Mahkumun İkilemi'nin ana yapısını oluşturan ilk bulmacalar, askeri alanda faaliyet gösteren RAND isimli bir araştırma geliştirme şirketinin bünyesinde askeri amaçlı oyun teorisi araştırmalarının bir parçası olarak 1948–50 yılları arasında Merrill Flood ve Melvin Dresher tarafından tasarlanmış ve böylece bu konu yaygın bir biçimde tartışmaya açılmıştır (Kagel & Roth, 1995:290-291). Oyuna hapis cezası faktörünü ekleyen ve başlık olarak "Prisoners Dilemma" (Mahkumun İkilemi) ifadesini kullanarak yayınlayan ilk kişi ise Princeton Üniversitesinde öğretim üyesi olan ve Flood ve Dresher'ın fikirlerini Stanford psikologlarından daha erişilebilir hale getirmek isteyen Kanadalı matematikçi Albert W. Tucker'dır (Kuhn, 2017). Aynı zamanda John Nash'in tez danışmanı olan Tucker'in açıkladığı Mahkum İkilemi bulmacası şu şekilde işler:

Bir suç çetesinin iki üyesi tutuklanarak hapsedilmiştir. Her bir tutuklu, diğeriyle iletişim kurma olanağına sahip olmaksızın tecrit edilmiş durumdadır.Savcılar, tutukluları mahkûm etmek için yeterli delile sahip değillerdir. Her iki tutuklu da bir yıldan daha az ceza ile kurtulmayı ummaktadırlar. Aynı zamanda, savcılar her bir mahkuma bir pazarlık önermektedir. Her bir mahkuma, ya diğerinin suç işlemiş olduğunu dair tanıklık ederek diğerine ihanet etmesi ya da sessiz kalarak diğeriyle işbirliği yapma fırsatı verilir. Sunulan seçenekler ve sonuçları şöyledir:

A ve B'nin ikisi de inkar ederse, ikisi de yalnızca 1 yıl hapisle cezalandırılır.

A ve B, karşılıklı olarak itiraf ederse, her biri 2 yıl hapse mahkum olur.

A, itiraf eder ve B sessiz kalırsa, A serbest bırakılır ve B 3 yıl ceza alır. (veya tersi)

Tablo 1. A ve B mahkumları için alternatif kararlar ve sonuçları (Kaynak: Kuhn, 2017)

	İTİRAF	İNKAR
İTİRAF	(-2, -2)	(0, -3)
İNKAR	(-3, 0)	(-1, -1)

Yukarıdaki tablodan da anlaşılacağı üzere her iki mahkum için de en karlı seçim inkar gibi gözükse de; her bir bireyin rasyonel olduğu ve aynı zamanda karşı tarafın da kendisi gibi rasyonel olduğunu kabul ettiği varsayımı gereği, her iki mahkum için de baskın seçim itiraf olmaktadır. Burada her bir ajanın kararını belirleyen husus Cournot modelinde olduğu gibi rakibin kararının tahmin edilmesidir. Ancak Cournot modelinde pasif (kararını/üretimini değiştirmeyen) olan rakip burada aktif olduğundan tahmini belirleyen faktörün rasyonellik varsayımı olduğunu belirtmekte fayda var.

Her ne kadarFlood ve Dreser fikirlerini yayınlamak için acele etmediyse de, bulmacaya ilgi o günden bu yana çeşitli disiplinlerde artan bir biçimde giderek yaygınlaştı.

Kuhn'un (2017), Donninger'den aktardığına göre, altmışlı ve yetmişli yıllarda bu alanda binden fazla makale yayımlanmıştır. 1988-1994 yıllarında yapılmış çalışmaları kapsayan bibliyografyalarında Robert Axelrod ve Lisa D'Ambrosio; bu konuda yazılmış 209 çalışma listelemişlerdir. (Axelrod & D'Ambrosio, 1994)

Sonuç

1960'lardan itibaren sosyal bilimlerin diğer alanlarında uygulanmaya başlayan oyun teorisi, konuyla ilgilenen akademisyenlerin katkılarıyla gün be gün yenilenirken; 80'li yıllara kadar ekonomide uygulanabilirliğine dair inanç yerleşmemiş, hatta belli başlı iktisat teorisyenlerinin bu konuda yapılan çalışmalara yaklaşımı genelde olumsuz ve küçümseyici olmuştur. Ancak ilerleyen yıllarda firmaların ve hükümetlerin stratejik karar aşamalarında oyun teorisyenleri önemli görevler üstlenmiştir. Nash'in Nobel ödülü aldığı 1994 yılında, ABD hükümetinin gerçekleştirdiği milyarlarca dolarlık telekomünikasyon ihalelerinde, açık artırma analizinin gücünün pratik bir örneğini sunan oyun kuramcılarının kritik rolü, bu müzayedeyi kesinlikle oyun teorisinin en önemli erken uygulamalardan biri olarak kayıtlara geçirmiştir (Nasar, 1998:447-462). 1980'lerden itibaren popüleritesi giderek artan ve günümüzde çeşitli disiplinlerde uygulama alanı bulan oyun teorisinin en önemli mimarlarından olan John Forbes Nash Jr, oyun teorisinin yanı sıra diferansiyel geometride kısmi diferansiyel denklemlerin incelenmesine önemli katkılarda bulunmuş dünyanın en önemli matematikçilerinden biri olarak kabul edilir. Nash, aynı zamanda ekonomi bilimiyle ilgilenen insanların (çoğunlukla bir matematikçi değil de bir ekonomist olduğu zannedilse de) ismini en iyi bildiği matematikçilerin de başında gelir. Bunun nedeni kendisine ekonomi alanında Nobel ödülü kazandırmış olup ekonomi literatüründe önemli bir yere sahip olan "Nash Dengesi" kavramıdır. Oysa Nash ile Ekonomi bilimi arasındaki bağlantıyı sağlayan tek şey, Carnegie'de okuduğu esnada aldığı seçmeli "Uluslararası Ekonomi" dersi olmuştur. Bu ders Nash'in ekonomik fikirler ve sorunlarla ilgilenmesine neden olmuş ve bu ilginin bir sonucu olarak daha sonra Econometrica'da yayınlanacak olan “Bargaining Problem” (Nash, 1950a) başlıklı bir makale yazmıştır. Dolayısıyla Nash bir ekonomist değil bir matematikçidir ve ne ekonomi alanında Nobel Ödülü almış olması ne de sistematik “Nash dengesi” ifadesinin iktisatta tekrar tekrar kullanılması onu bir iktisatçı yapmak için yeterli olmayacaktır. Nash dengesi, matematiksel bir sorunun (Brouwer [1912] & Kakutani [1941] sabit nokta teoremi) matematiksel bir yanıtı olarak ortaya çıkmıştır (Giocoli, 2004:639-640). Bununla birlikte eski ve dağınık oyun teorisinin genel çerçevesini oluşturan Nash, yeni bir iktisadi analiz dili için temel bir sözlük hazırlamıştır. Nash'den önce ekonomide kullanılan genel analiz yöntemi olan fiyat teorisinin analiz gücü, iktisatçılara pratik politika üretmede çok kıymetli rehberlik hizmetlerinde bulunmuş olsa da ekonomik sorunların analizinde; fiyat dışı ekonomik sorunlar, asimetrik enformasyon ve firmanın örgütsel yapılanmasıyla ilgili sorunların analize dahil edilememesi gibi ciddi sınırlamalarla karşı karşıyaydı. İşbirliksiz oyun teorisinin soyut genelliği ve daha geniş analitik perspektifi, ekonomik analizi bu metodolojik kısıtlamalardan kurtarmış, ekonomistlerin piyasa ve piyasa dışı sistemleri eşit bir zeminde ele alıp ekonomik kalkınma sürecinde; ekonomik, sosyal ve politik kurumlar arasındaki temel bağlantıları tanımasını sağlamıştır. Bu nedenle fiyat teorisinin merkezinde yazılmış Walrasgil genel dengeye ilişkin daha sonraki makaleler bile, Nash'in tarz ve metodolojisinden oldukça etkilenmiştir (Myerson, 1996:1079-1080).

Bir dahi olarak kabul edilen Von Neumann’ın kendi ortaya koyduğu ama yıllarca çözemediği bir sorunu, onun öğrencisi olarak çözen Nash'in denge stratejisi, iktisat bilimi açısından yirminci yüzyılın en seçkin entelektüel gelişmelerinden biridir. Kimi araştırmacılara göre Nash'in işbirliksiz oyunlar kuramı ve “Nash Dengesi” formülünün, iktisada ve sosyal bilimlere yaptığı etkiler, fen bilimlerinde DNA çift sarmalının keşfi ile kıyaslanabilecek kadar önemlidir (Myerson, 1999:1067). Yüzlerce bildiri, makale ve kitap, iktisat teorisinde Nash Dengesi'nin olağanüstü konumuna tanıklık etmektedir. John Nash, ekonomik birimlerin rasyonel oldukları ve aynı zamanda kendi dürtülerine göre hareket ettikleri fikrini somutlaştırmış olması nedeniyle, Nobel ekonomi ödülüne layık görülmüştür (Giocoli, 2004:639; Blaug, 2003:149). Dolayısıyla, ekonomik analizde ajanların rasyonel oldukları varsayımının iktisat teorisinin itici gücü olduğu dikkate alındığında denilebilirki; Nash dengesi kavramı

Neo-klasik iktisadın temelini oluşturan fikirlerle eşdeğer öneme sahiptir. Bir benzetme yapmak gerekirse sıfır toplamlı oyun modelleri, bir ülkenin kazancının diğerinin kaybına eşit olduğu varsayımına dayanan merkantilist dış ticaret modelini temsil ederken; Nash dengesi, her iki ülkenin de kazançlı çıkabildiği karşılaştırmalı üstünlükler modeline denk gelmektedir ki bu durum Nash'in katkıları olmaksızın oyun teorilerinin günümüz ekonomik analizlerinde neden kullanılamayacağını açıklamaktadır.

Kaynakça

Arrow, K. J. (2003). Introductory remarks on the history of game theory. *Games and Economic Behavior*, *45*(1), 15-18.

Axelrod, R.& D'Ambrosio, L. (1994). *Annotated bibliography on the evolution of cooperation*, Retrieved from http://www-personal.umich.edu/~axe/research/Evol_of_Coop_Bibliography.htm on 29.11.2017.

Basılgan, M. (2013). İktisat ve deneysel yöntem: deneyler, tartışmalar ve gelecek, *İ.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 48, 61-89.

Baumol, W. J. & Goldfeld, S. M. (Eds.). (1968). *Precursors in mathematical economics: An anthology* (No. 19). London School of Economics and Political Science.

Dimand, M. A. & Dimand, R. W. (2002). *The history of game theory, volume 1: from the beginnings to 1945*. Routledge.

Gächter, S. (2004). Behavioral game theory. *Blackwell handbook of judgment and decision making*, 485-503.

Giocoli, N. (2003a). Conjecturizing Cournot: The conjectural variations approach to duopoly theory. *History of political economy*, 35(2), 175-204.

Giocoli, N. (2003b). Fixing the point: the contribution of early game theory to the tool-box of modern economics. *Journal of Economic Methodology*, *10*(1), 1-39.

Giocoli, N. (2004). Nash equilibrium. *History of political economy*, *36*(4), 639-666.

Hyksová, M. (2013). Several milestones in the history of game theory, doi=10.1.1.319.8082

John F. Nash Jr. Biographical, Retrieved from https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/1994/nash-bio.html on 20.11.2017

Kagel, J. H. & Roth, A. E. (Eds.). (2016). *The Handbook of Experimental Economics, Volume 2: The Handbook of Experimental Economics*. Princeton university press.

Kuhn, S. (1997). Prisoner's dilemma, Retrieved from https://seop.illc.uva.nl/entries/prisoner-dilemma/ on 20.11.2017.

Leonard, R. J. (1994). Reading Cournot, reading Nash: the creation and stabilisation of the Nash equilibrium, *Economic Journal, 104,* 492-511.

Leonard, R. (2010). *Von Neumann, Morgenstern, and the creation of game theory: from chess to social scince 1900-1960*, Cambridge, Cambridge University Press.

McCain, R. A. (2010). *Game theory: a nontechnical introduction to the analysis of strategy revised,* World Scientific Publishing Company.

Myerson, R. B. (1999). Nash equilibrium and the history of economic theory. *Journal of Economic Literature*, *37*(3), 1067-1082.

Nash, J. F. (1950a). The bargaining problem. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 155-162.

Nash, J. F. (1950b). Equilibrium points in n-person games. *Proceedings of the national academy of sciences*, *36*(1), 48-49.

Nash, J. F. (1951). Non-cooperative games. *Annals of mathematics*, 286-295.

Rives, N. W. (1975). On the history of the mathematical theory of games. *History of Political Economy*, *7*(4), 549-565.

Sandmo, A. (2011). *Economics evolving: A history of economic thought*. Princeton University Press.

Schwalbe, U. & Walker, P. (2001). Zermelo and the early history of game theory. *Games and economic behavior*, *34*(1), 123-137.

Şahin, S. & Eren, E. (2012). Oyun teorisinin gelişimi ve günümüz iktisat paradigmasının oluşumuna etkileri. *Hukuk ve İktisat Araştırmaları Dergisi*, *4*(1), 265-274

Varian, Hal R. (2002). *Economic scene; you've seen the movie. now just exactly what was it that John Nash had on his beautiful mind?* Retrieved from http://www.nytimes.com/2002/04/11/business/economic-scene-you-ve-seen-movie-now-just-exactly-what-was-it-that-john-nash-had.html on 29.11.2017.

Walker, P. (2012). A chronology of game theory. *University of Canterbury, New Zealand website, entry posted September*.