Bir Fizikçinin Gözüyle Ekonomi Bilimine Termodinamik Bir Bakış

Economic Science Considering with a Thermodynamic Perspective of a Physicist's Point of View

Asst. Prof. Dr. Nergin Günay (Beykent University, Turkey)

Abstract

Economy is a discipline by means of its structure which closely interests all humanities live non-stop whether they are directly related or not which in a relationship with mathematic as calculations, psychology as searching investor behaviors, sociology as searching social events, philosophy as structural reviews of the created environment and many kind of disciplines more. In this study based on a survey of the relevant literature, the common features of economy with physics is a supporter in the recent years are revealed. Concept passed into world literature as Econophysics or alias Econophysics is defined. Econophysics is a study field tries to find solutions to economic problem by using physical methods. The main tool is used by the econophysics are statistical and probability methods are taken from statistical physics frequently. Information related to implementation of the laws of thermodynamics which is the branch dealing with the energy and physical energy exchange economic problems are given. The laws of thermodynamics have a very general validity and they do not change depending on the characteristics of the studied system. In this regard, how thermodynamic physics are applied into economics practices are given in detail.

1 Ekonofizik Hakkında Bilmemiz Gereken Bazı Şeyler

Ekonomi ve fizik bilim dallarının etkileşimi çok eskiye dayanmakta olup, ekonofizik ismi altında ayrı bir disiplin olarak ortaya çıkması oldukça uzun bir süreçte gerçekleşmiştir velev ki, bu kavramın doğuşu oldukça yenidir: Fizikçi H. Eugene Stanley tarafından 1995 yılında Kalküta, Hindistan’da düzenlenen bir konferansta ortaya atılmış olan ekonofizik kavramı “ekonomik konuları incelerken fizik teorilerini ve yöntemlerini kullanan bir araştırma alanı” olarak tanımlanabilir.

2 Ekonomi: Biraz Fizikten Zarar Gelmez

Ekonomi ve doğa bilimlerinin ilişkisi üzerine Philip Mirowski’nin yazdığı “More Heat Than Light, Economics As Social Physics: Physics as Nature’s Economics” isimli eserde, yazar beşeri/sosyal bilimlerin, doğa bilimlerinde gözlemlenen gelişmelerden öykülenerek, yönetsel izinden gittiğini söylemektedir (Mirowski, 1989). Çalışmanın bu bölümünde, ekonomi biliminin özellikle metodolojik açıdan yakın bir ilişki içinde olduğu fizik bilim dalı ile ilişkisi üzerine literatürde yapılan çalışmalar derlenmiştir.

Ekonomi ve fizik bilimlerinin geçirdiği tarihsel süreçlerde yakın benzerlikler bulunmaktadır. Ünlü fizik, astronomi ve matematik bilimcileri, Nicolaus Copernicus (Kopernik) (1473-1543), Galileo Galilei (1564-1642), Johannes Kepler (1571-1630) ve Isaac Newton (1643-1727) ile gelişen süreçle, evren hakkında bütüncül ve determinist bir görüş benimsendi. Fizikteki bu gelişmelerden etkilenen ekonomi de bu yönde kendini düzenlemeye çalışmıştır. Mekanik ekonomi, Newton’un klasik mekaniği üzerine neredeyse ondan bir yüzyıl sonra inşa edilmiştir (Sebba, 1953).

18. yüzyıl sonlarında ve 19. yüzyılda, Joseph-Louis Lagrange (1736-1813), William Rowan Hamilton (1805-1865) ve diğer bilim insanlarının çalışmaları, Newton’un teorilerini analitik mekaniğin modern anlatımına dönüştürmüştür ve bu durum ekonomistlerin gözünden kaçmamış, ekonominin matematiksel olarak şekillenmesinde kullanılmıştır (Burda, vd, 2003).

1776’da yayınlanan “The Wealth of Nations (Ulusların Zenginliği)” isimli eseri ile genellikle başladığı kabul edilen klasik ekonominin kurucusu olan Adam Smith (1723-1790)’ın modeli mekanikteki denge fikri üzerine kurulmuştur (Sebba, 1953). Newton fiziğini insanoğlunun en büyük keşfi olarak nitelendiren Adam Smith ve döneminin sosyal bilimcileri, insanları ve toplumları yönlendiren doğal yasaların varlığına inanmışlar ve bu yasalara uyulması halinde, toplumsal mutluluğun sağlanacağını düşünmüşlerdir (Paya, 1994).

Aslında bir ahlak filozofu olan Adam Smith, 1759’da yayınlanan “Theory of Moral Sentiments (Ahlaki Duygular Teorisi)” isimli eserinde bu yöntemi ahlak felsefesine uygulamıştır. Ahlaki Duygular Teorisi’nin birleştirici kavramı olan eşanlımlı olarak “duygu birliği” diye kullanılan “sempati” kavramı, kendisini bir başkasının yerine koyarak belirli durumlarda onun ne yapabileceğini düşünebilme kapasitesidir. Bu temel ilke Ulusların Zenginliği’ndeki kişisel çıkar kavramıdır. Newton mekaniğindeki yerçekimi kavramı Smith’in eserinde sempati adını verdiği duyguya karşılık gelirken, Ulusların Zenginliği eserinde iktisadi düzende kişisel çıkar kavramına karşılık gelmektedir (Gordon, 1991).

Doğada insan iradesi dışında, evrensel yasalar dahilinde kendi kendine işleyen bir düzen varsa doğanın bir parçası olan insanda da böyle bir “doğal düzen”in olması gerektiğinden yola çıkan Adam Smith’in, her iki eserinde de kullandığı meşhur görünmez el paradigmasına göre, toplumdaki her birey, kendi çıkarları için çalışanlar bile, farkında olmaksızın toplumun çıkarına hizmet ederler.

Smith’in Newton’un astronomi sistemini de incelediği Astronomi Tarihi diye bilinen “The Principles Which Lead and Direct Philosophical Enquires: Illustrated by the History of Astronomy” isimli çalışmasında geçen hayali makine ya da sistem metaforu karmaşık bir düzeni anlamaya yönelik hayali bir imgelem olarak kullanılmaktadır (Kapucu, 2010).

Fiziki bir sistemin belli bir zamandaki durumunu, yani konumunu ve hızını biliyorsak, diğer herhangi bir zamandaki durumunu da kesin olarak belirleyebileceğimizi söyleyen Newton mekaniği (Ruelle, 1998) Adam Smith’in yanı sıra David Ricardo (1772-1823), John Stuart Mill (1806-1873), Jean-Baptiste Say (1767-1832), Thomas Robert Malthus (1766-1834) ve Karl Marx (1818-1883) gibi diğer klasik ekonomistleri de derinden etkilemiştir.

Klasik ekonomistlerden Mill’in öldüğü 1873 yılına kadar hakimiyetini sürdüren klasik ekonominin yerini bıraktığı neoklasik ekonomi genel denge kuramı üzerine inşa edilmiştir. Bu akımın kurucusu olarak görülen Alfred Marshall (1842-1924)’ın kısmi denge analizinin yanında genel bir denge olması gerektiği görüşü 19. yüzyıl ekonomistleri Antoine Augustin Cournot (1801-1877) ve Jules Dupuit (1804-1866)’e kadar götürülüyor olsa da, bu düşünceyi bugün anlaşıldığı biçimiyle ortaya koyup, formüle eden Leon Walras (1834-1910)’dır. Genel denge teorisinin kurucusu olan Walras, klasik mekanikteki statik denge teorisinden ve Fransız fizikçi Louis Poincaré (1859-1942)’ın 1803 yılında yayınlanan “Eléments de Statique” adlı eserinden etkilenmiştir (McKenzie, 2002).

Walras 1874 yılında “Éléments d’économie politique pure (Salt Politik İktisadın Unsurları)” isimli eserinde, analizini serbest rekabet, üretim faktörlerinin tam hareketliliği, fiyat esnekliği varsayımları altında, çok yönlü ve çok emtialı değişime genişletmiş ve bu sınırlayıcı varsayımları kullanarak, ekonomiyi temsil eden bilinmeyen sayısının denklem sayısına eşit olduğu eş zamanlı denklem sistemleri kurarak, serbest piyasa sisteminin, bütün emtialarda arzın talebe eşit olduğu bir genel dengeye ulaşması gerektiği sonucuna varmıştır (Skousen, 2001).

Fizik bilimini ekonomiye eşleştirmeye çalışan, Leon Walras, William Stanley Jevons (1835-1882), Irving Fisher (1867-1947), Vilfredo Pareto (1848-1923) gibi ekonomistler, maddesel noktaları ekonomideki ajanlarla yer değiştirip, potansiyel enerjiye benzer fayda kavramını ortaya atmışlar ve sonra da en az eylem ilkesine benzeyen bir sistem geliştirmişlerdir (Burda, vd, 2003). En az eylem ilkesi, temelleri Pierre Louis Maupertuis (1698-1759) tarafından ortaya atılan ve İngiliz matematikçi Hamilton’un elinde son şeklini almış olan, bir cismin bir noktadan diğerine gitmek için olası yörüngeler içinden eylem artışının en az olacağı yörüngeyi kullanacağını söyleyen ilkedir (Özmutlu, 2007).

19. yüzyılda en parlak dönemine ulaşmış olan, determinist Newton mekaniği, 1900 yılında Max Planck (1858-1947)’ın kuantum teorisi ve 1905 yılında Albert Einstein (1879-1955)’ın özel görelilik teorisi ile derinden sarsılmış, yerini belirsizlik ilkesiyle her ölçümün, her meselenin bulanık bir hal aldığı kuantum teorisine veya enerjinin bağımsız enerji paketleri ile yayıldığını kabul eden teoriye bırakmıştır. Louis de Broglie (1892-1987), Erwin Schrödinger (1887-1961), Paul Dirac (1902-1984) ve Werner Heisenberg (1901-1976) gibi birkaç matematikçi fizikçi tarafından geliştirilen kuantum teorisinin, en önemli sonuçlarından biri, 1927 yılında Heisenberg tarafından teklif edilmiş olan, enerjinin bağımsız kuantumlar ile hareket ettiğinin farzedilmesi halinde, zaman ve enerji gibi birbirlerine sürekli olarak etki eden bazı değişken çiftlerinin tam kesinlikle belirlenemeyeceğini ispatlaması olmuştur. Belirsizlik ilkesine göre, değişkenlerden biri ne kadar kesin olarak belirlenirse, diğerinin alacağı değerler dizisi o kadar büyük olacaktı, yani bir parçacığın konumundan ne kadar emin olursak, momentumundan o kadar emin değilizdir.

Fizik teorisinde bu gelişmeler yaşanırken, ekonomiye mikro temeller çerçevesinde (bireyler ve aileler) yaklaşan neoklasik ekonomi, 1930’larda yerini John Maynard Keynes (1883-1946)’ın klasiklerin genel denge analizlerine karşı çıkan, ekonominin eksik istihdam seviyesinde dengeye gelebileceğini ve devletin ekonomiye müdahale edebileceğini savunan makro ekonomik (uluslar ve hükümetler için geçerli olan) modeline bırakmıştır. 1936’da “The General Theory of Employment, Interest and Money (İstihdam, Faiz ve Paranın Genel Teorisi)” isimli çalışmasıyla ekonomide yeni bir çığır açan Keynes, ekonomiyi geçmişin değiştirilemeyip, geleceğin belirsiz olduğu durumları göz önüne alarak incelemiştir.

3 Termodinamik Hakkında Konuşmamız Gerekıyor

Yunanca therme (ısı) ve dynamis (güç) kelimelerinden türemiş olan termodinamik terimi ilk olarak Lord Kelvin adıyla tanınan William Thomson (1824-1907) tarafından 1849’da yapılan bir yayında kullanılmıştır (Thomson, 1849). Bazı Türkçe kaynaklarda ısı devingi olarak da geçen termodinamik ile ilgili literatürdeki çalışmalara bakıldığında, farklı araştırmacılar tarafından yapılan birçok tanım olduğu görülmektedir:

- Isı ile ilgili olaylar, sistemin bir durumdan başka bir duruma geçmesi sırasında yapılan enerji aktarımları ve enerji aktarımları ile sistemin ölçülebilen büyüklükleri arasındaki ilişkiler, termodinamik adı altında incelenir (Halliday ve Resnick, 1998).
- Termodinamik, fiziğin enerji ve enerjinin şekil değiştirmesi ile uğraşan koludur (Çetinkaya, 1999).
- Genel olarak termodinamik, maddenin durumları katı, sıvı, gaz ve bunların birbirlerine dönüşümleriyle ilgilidir (Serway ve Beichner, 2002).
- Termodinamik, enerji ve enerji dönüşümlerini, entropiyi ve maddenin fiziksel özellikleri arasındaki bağlantıları inceleyen fiziksel bir bilim dalıdır (Yamankaradeniz, 2004).

Termodinamikte enerji çözümlemesi yapılırken yapılan çözümleme için bir sistem yani büyüklüğüne bakılmaksızın üzerinde inceleme yapmak üzere sınırlanan belirli bir kütle veya evren parçası tanımlanır. Sistemi çevreleyerek saran, sistemin dışında kalan kütle veya daha büyük evren parçası da sistemin çevresidir ve sistemi çevresinden ayıran, sabit veya hareketli olabilen, gerçek veya hayali yüzey ise sistemin sınıridir. Sistemin tipi çevre ile arasındaki sınıra bağlı olarak tanımlanabilir. Buna göre, termodinamik sistemlerde, sistem ile çevre arasında kütle girişi ve çıkışı olmakla birlikte enerji alışverişi de varsa sistem açık sistem (kontrol hacmi), sistem ile çevre arasında kütle girişi veya çıkışı olmayan; fakat enerji, iş veya ısı alışverişi olan sistem kapalı sistem (kontrol kütlesi), sistem ile çevre arasında kütle ve enerji alışverişi yoksa sistem izole sistem olarak adlandırılır. Açık ve kapalı sistemlere uygulanan termodinamik bağlantılar farklıdır.

Enerji, dönüşümü ve madde ile etkileşimi ile ilgilenen temel bir bilim dalı olan termodinamiğin sıfıncı, birinci, ikinci ve üçüncü yasaları olarak bilinen dört temel yasası bulunmaktadır.

Sadece birbiri ile etkileşen fakat dünyanın geri kalan kısmı ile etkileşmeyen, sıcaklıkları farklı iki cisim yalıtılmış kabın içine konulursa, birbirleriyle temasta olmasalar bile aralarında bir enerji alışverişi olur. Termodinamiğin sıfıncı kanununa (denge kanununa) göre, iki cisim birbirleriyle ısı dengede ise, yani aralarında ısı süreç yolu ile artık enerji değiş tokuşu olmuyorsa, bu iki cismin sıcaklığı aynıdır.

1850'lere kadar, termodinamik ve mekanik, iki farklı bilim dalı olarak görülüyor ve enerjinin korunumunun da yalnızca bazı belirli mekanik sistemleri açıklayabileceği düşünülüyordu. 19. yüzyılın ortalarına gelindiğinde, İngiliz James Joule (1818-1889) ve diğer bilim insanları, deneysel olarak ısı vererek veya bir sistem üzerinde iş yaparak bir sisteme enerji verilebileceği veya sistemden enerji alınabileceğini gösterdiler. Hiçbir enerji şeklinin yok edilemeyeceği, fakat birbirine dönüştürülebileceği olarak bilinen termodinamiğin birinci yasası (enerjinin korunumu yasası), her ne kadar daha önce, 1847'de, Alman fizikçi Hermann von Helmholtz (1821-1894) tarafından ifade edilmiş ise de, Rudolf Clausius (1822-1888) ve Lord Kelvin bu ilkeye daha derin bir anlam kazandırmışlardır.

δQ sisteme eklenen diferansiyel miktardaki ısı artışı miktarını ve δW çevre tarafından sistem üzerine yapılan işi temsil etmek üzere, gidilen yola bağlı olmayan sadece sistemin başlangıç ve son hallerine bağlı olan sistemin iç enerjisindeki dE değişimi, $dE = \delta Q + \delta W$ bağıntısıyla verilir. Eğer bu bir hal fonksiyonu olmasaydı bu durumda farklı yollardan gitmek ve dönmek suretiyle yoktan enerji yaratılabilir ve kanun ihlal edilebilirdi. Ayrıca sisteme ısı girişinin (+), sistemden ısı çıkışının (-) ve sistem tarafından yapılan işin (+), sistem üzerine yapılan işin (-) alındığı biçimindeki işaret kabulünü belirtmektedirler.

Termodinamiğin birinci kanunu ısı veya işin hangisinin iç enerjide bir değişmeye sebep olacağına bakmaz, bunların sonuçları arasında herhangi bir ayırım yapmaz; bu nedenle ikisi arasındaki önemli ayırım bu kanundan görülmez. Aslında enerjinin korunumu yasasının iç enerjiyi de kapsayacak şekilde genelleştirilmesi olan termodinamiğin ikinci kanunu, bir sistemin iç enerjisindeki değişimin; ısı, iş veya her ikisi tarafından enerji transferi sonucunda meydana gelebileceğini ifade eden, mikroskobik ve makroskobik nicelikler arasında ilişki kuran, aynı zamanda felsefi bir öneme de sahip olan evrensel bir yasadır.

İkinci yasaya göre, termodinamik bir çevrim gerçekleştirerek çalışan, düşük sıcaklıktaki bir cisimden aldığı ısıyı yüksek sıcaklıktaki bir cisme aktarmak dışında hiçbir enerji etkileşiminde bulunmayan bir ısı makinesi yapmak mümkün değildir. Entropi adı verilen yeni bir terimin tanımına yol açan bu yasa, sadece süreçlerin yönünü belirlemekle sınırlı kalmaz, enerjinin niteliğinin de nasıl azaldığını ifade eder: Doğada gerçekleşen her süreçte bir miktar ısı enerjisi açığa çıkar ve boşa gider; çünkü işin tamamı ısıya dönüştürülebilirken, ısıнын tamamı işe dönüştürülemez. Makro düzeyde, yararlı iş yapmak için kullanılmayan bir enerji ölçüsü, mikro düzeyde ise düzensizliğin bir ölçüsü olan entropi (S), enerjinin tersine korunan bir özellik değildir ve artma eğilimindedir ($\Delta S_{\text{evren}} \geq 0$). Termodinamikte anlaşılması en zor olan kavramlardan biri olan entropi, aynı derecede anlaşılması zor olan tersinmezlik kavramını, aynı zamanda entropinin bir hal fonksiyonu olarak kabul edilmesi ve düzensizlikle eşdeğer olarak tanımlanması gibi sorunlu konuları da içerir.

Termodinamiğin üçüncü yasası ise hal fonksiyonu olarak kabul edilmesine rağmen entropinin tanımlanabilmesi için mutlak bir referans noktası oluşturmaktadır.

Entropinin olasılığa dayalı anlamını ilk vurgulayan bilim adamlarından biri olan Ludwig Boltzman, 1877 yılında, bir sistemin girebileceği mikroskopik durumların sayısına (W) bağlı olarak entropiyi tanımlamıştır: $S = k \log W$. Burada k Boltzmann sabiti ($1.38065 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$)'dir. Boltzmann bu formülü gazların yapısında atomların

bulunduğu varsayımından hareketle geliştirmiştir ve entropi ölçüsünü termodinamik sistemdeki gazların mikro durumlarının olasılık dağılımlarını tahmin etmek için kullanmıştır.

4 Olağan Termodinamiğin Ekonomi Hakkında Bize Söyledikleri

Matematik, fizik ve bilgi biliminde kullanılan entropi terimi ile ilgilenen ilk ekonomistler, 1974 yılında Nicholas Georgescu-Roegen (1906-1994), daha sonra 1994 yılında Duncan K. Foley (1942-...) ile Juergen Mimkes (1939-...) ve 2001 yılında Adrian A. Drăgulescu ve Victor M. Yakovenko olmuştur (Mimkes, 2006).

1971 yılında yayınlanan “The Entropy Law and the Economic Process (Entropi Kanunu ve Ekonomik Süreç)” isimli çalışmasında, termoeconomisinin de kurucusu sayılan Nicholas Georgescu-Roegen (1906 –1994), Newton mekaniğini esas alan neoklasik ekonominin, kaynakların sınırlı olduğunu kabul etmekle birlikte, kaynakların kıt olduğunu kabul etmediğini ve ekonomik süreçlerde kullanılabilir enerjinin geri kazanılamaz biçimde yok olduğunu yani termodinamiğin ikinci yasasına göre entropik bir doğası olduğu söylemektedir (Georgescu-Roegen, 1971).

2006 yılında Mimkes, termodinamik yasaları ekonomi için üretmiştir: Termodinamiğin birinci yasası ekonomide üretimin sermaye dengesine, termodinamiğin ikinci yasası ise, bir sistem fonksiyonuna (üretim veya fayda fonksiyonuna) karşılık gelmektedir. Girdiler ve çıktı arasındaki ilişkiyi gösteren emtiaların sayısına bağlı üretim fonksiyonu, stokastik sistemlerde, $S(N_k) = \ln P(N_k)$ şeklindeki entropi denklemi ile verilmektedir. Üretim ve ticaret süresince emtiaların ve paranın dağılımındaki değişimleri karakterize eden entropi kavramı üretim ve ticarete büyük bir öneme sahiptir. Emtiaların satışı (dağılımı) entropideki bir artışa eşittir. Satış sonucunda emtiaların dağılımı dengeye ulaşmakta, her bir birim aynı sayıda emtiaya sahip olduğunda olasılık ve entropi maksimum olmaktadır. Emtiaların ticareti genellikle dengeye ulaşıldığında sona ermektedir. İş ve üretim her zaman entropi azalmasına eşlik etmektedir. Buna göre, entropinin artışı ($\Delta S > 0$), emtia veya para gibi dağıtım unsurlarına uymakta ve düzensizlik yaratmakta iken, entropi azalışı ($\Delta S < 0$), emtia ve para unsurlarını toplamaya uymakta ve düzen yaratmaktadır (Mimkes, 2006).

Fiyat değişimlerinin temel belirleyicisinin para arzı olup, fiyat düzeyinin parasal bir olgu olduğu varsayan, geçmiş 16. yüzyıla dayanan miktar teorisini ilk olarak bilimsel düzeyde inceleyen Amerikalı ekonomist Fisher, $MV = PT$ mübadele denklemini kullanmaktadır. Burada, P ödemelere temel oluşturan işlemlerin ortalama fiyatını (fiyatlar genel düzeyi), T para ile yapılan tüm işlemleri (işlem hacmi), M para miktarını, V paranın işlem dolaşım hızını (buradaki hız (velocity) terimi fizikten alınan bir terimdir) göstermektedir. Bu denkleme göre, ekonomide gerçekleşen tüm mübadelelerin parasal değeri, para arzı ile paranın kaç kez el değiştirdiğini gösteren dolaşım hızının çarpımına eşittir (Aktan, 2000). Bu denklemin teorik içerik kazanması, para arzından fiyatlar genel düzeyine doğru hareket eden fonksiyonel bir ilişki ortaya çıkması, kısa dönemde para arzındaki değişimler karşısında paranın dolaşım hızı ve işlem hacminin sabit olması, para arzının dışsal olması, nedenselliğin yönünün soldan (MV) sağa (PT) hareket etmesi varsayımlarını gerekli kılmaktadır.

Fisher’in denklemini, termodinamikteki sadece teoride olan ideal gazların durumları hakkında bilgi veren ideal gaz yasasına benzetilmektedir (Maslov, 2010). 1662 yılında İngiliz Fizikçisi Robert Boyle, vakum odasında yaptığı deneylerde, bir gazın basıncının hacmiyle ters orantılı olarak değiştiğini, 1802 yılında Fransız Jacques A. Charles ve Joseph Louis Gay-Lussac ise düşük basınçlarda bir gazın hacminin sıcaklıkla orantılı olduğunu deneysel olarak buldular. İdeal gaz yasası olarak anılan bir miktar gazın durumunun basıncı, hacmi ve sıcaklığına göre belli olacağını söyleyen bu denklem şöyledir: $PV = nRT$. Burada P basınç, V hacim, n gazın mol sayısı, R evrensel gaz sabiti (8.3145 J/(mol.K)) ve T’de sıcaklıktır. İstatistiksel mekanik terimleriyle bu denklem: $PV = NkT$ şeklinde yazılır.

1965 yılında başlayan araştırmalara dayanan, 1973 yılında Fischer Sheffey Black (1938-1995) ve Myron Scholes (1941-...) (Black ve Scholes, 1973) ve aynı yıl Robert Cox Merton (1944-...) (Merton, 1973) isimli ekonomistlerce yapılan çalışmalarda bir opsiyonu alırken veya satarken ödenen, tahsil edilen miktarın uygun olup olmadığını hesaplayan bir opsiyon fiyatlama tekniği olan analitik bir model geliştirilmiştir. Ürünün nakit hesabında kısa pozisyon, alım opsiyonu hesabında uzun pozisyon tutarak risksiz faiz oranında getiri elde eden bir portföy kurma düşüncesine dayanan bu model ile Scholes ve Merton 1977 yılında ekonomi alanında Nobel ödülü almışlardır, ödülün verilmesinden iki yıl önce kanser yüzünden vefat eden Black ise ne yazık ki ödülü alamamıştır.

Hisse senedi fiyatlarının tesadüfi olarak yani log-normal dağılacığını ve hisse getirisinin varyansının sabit olduğunu varsayan Black-Scholes Modeli’nde hisse senedinin fiyatı: $dS = \mu Sdt + \sigma Sdz$ stokastik sürecini izlemektedir. Burada σ ürünün fiyat değişkenliğini (volatilite) ve μ ise vade içindeki ortalama getiriyi (hisse senedi sürüklenme oranını) ifade eden sabit değerlerdir, dS fiyattaki değişim, dt vade, dz ise 0 ile 1 arasındaki rassal değerdir.

Hisse ve opsiyon için piyasadaki ideal şartları tanımlayıp, bu varsayımlar ile opsiyon fiyatlama modelinin değişken olarak sadece hisse senedi fiyatı ve zamana bağlı olmasını sağlayan Black ve Scholes’in hisse senedi açısından bir opsiyonun değerini belirleyen bu formülüne aslında fizikte çok önemli olan Brownian Hareketi’nin hisse fiyatlarına ve finansal hareketlere uyarlanması sonucu ortaya çıkmıştır.

Brownian hareketi, İskoç botanikçi Robert Brown (1773-1858) tarafından gözlenmiş olan, su içindeki çiçek tozlarının düzensiz hareketlerine verilmiş olan bir isim olup (Karatzas ve Shreve, 1988), normal dağılım özelliğine sahip, Martingale bağımlılığı olan ve bazı kısımlarda heterojen özellikler gösteren stokastik bir süreçtir (Spanos, 1999). 1923'de ABD'li matematikçi Nobert Wiener (1894-1964), Brownian hareketin matematiksel temellerini oluşturmuş ve bu süreçler onun adına izafeten Wiener süreci olarak adlandırılmıştır: $dx = adt + b dz$. Burada a ve b sabit sayıdır, adt terimi x 'in zaman başına beklenen drift oranına sahip olduğunu göstermektedir. $b dz$ terimi x 'in takip ettiği patikaya noise ya da değişkenlik eklemek olarak düşünülebilir yani bu süreç b^2 varyans oranına (yani zaman başına varyans) sahiptir.

Ekonomik olguları açıklarken termodinamik kavramların kullanılması örneğin, entropi yasasının birer yansıması olan ekonomik süreçlerin temel mekanik olmayan doğası ve ekonomide önemli ilkelerden biri olan kıtlık kavramı, termoekonomi adı altında yeni bir alt bilim dalının oluşmasını neden olmuştur. Termoekonomi, kullanılabilir enerjinin ne kadarının gerçek işe dönüştürüldüğünü hesaplamak, ısı sistemlerin tamamında verimsizliğin potansiyelini tespit etmek, sistemlerin verimli çalıştırılması ve geliştirilmesine yönelik değişik senaryolar üzerinde durarak, maliyetleri en aza indirmek için analizler yapmayı kapsamaktadır.

5 Sonuç

Ekonomik olguları bilim paradigmasına uygun olarak üreterek, bu paradigmanın geliştirdiği yöntemleri kullanma yoluna giden ekonofizik yaklaşımı üzerine yapılan araştırmaların derlendiği bu çalışmanın son bölümünde, bir doğa bilimi olan fizik ve sosyal bir bilim olan ekonominin etkileşimini eleştiren çalışmalara yer verilmiştir.

1944 yılında yayınlanan, Karl Paul Polanyi (1886-1964)'nin "The Great Transformation (Büyük Dönüşüm)" isimli eserinde yazar, klasik ekonominin temel prensiplerinden biri olan doğal düzenin savunduğu temel ilkelere –görünmez el paradigması, piyasaların kendi kendini düzenlediği anlayışı, ekonomi politikasının uygun şartların oluşmasını sağlayacağı için serbestçe uygulanması (laissez faire, laissez passer: bırakınız yapsınlar, bırakınız geçsinler)– karşı çıkmış ve kendi kurallarına göre işleyen piyasa sisteminin çökmeye mahkum olacağını söylemiştir. Polanyi'ye göre, ekonomik ilişkileri toplumsal ilişkilerden kopararak soyut matematiksel bir analiz haline getirme çabası doğru değildir (Polanyi, 1944).

2007 yılında yayınlanan, Vural Fuat Savaş'ın "Varsayalım Ki" İktisat isimli eserinde yazar, ekonominin sosyal bir bilim olup, ekonominin konusunu oluşturan insanın içinde yaşadığı ortamın devamlı olarak değişme halinde olduğuna değinmektedir ve bu temel özelliği nedeniyle, ekonominin doğal bilimlere özenmesinin ve onlarınkine benzer kesin ve sayısal yasalara sahip olmasının söz konusu olmayacağını söylemektedir (Savaş, 2007).

Kaynakça

- Aktan, C. C. 2000. **Politik İktisat - Monetarizm ve Rasyonel Beklentiler Teorisi**. Anadolu Matbaacılık, Ankara.
- Birner, J. 2002. **A Conservative Approach to Progress in Economics**. S. Boehm, C. Gehrke, H. D. Kurz ve R. Sturn içinde, **Is There Progress in Economics? Knowledge Truth and The History of Economic Thought** (s. 65-88). Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham.
- Black, F., ve Scholes, M. 1973. "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", The Journal of Political Economy, 81(3), p. 637-654.
- Burda, Z., Jurkiewicz, J., ve Nowak, M. A. 2003. "Is Econophysics a Solid Science?", Acta Physica Polonica B, 34(1), p. 87-131.
- Çengel, Y. A., ve Boles, M. A. 1996. **Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik**. (T. Derbentli, Çev.) Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- Çetinkaya, S. 1999. **Termodinamik**. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Georgescu-Roegen, N. 1971. **The Entropy Law and the Economic Process**. Harvard University Press, Cambridge.
- Gordon, S. 1991. **The history and philosophy of social science**. Routledge, London.
- Guillen, M. 2006. **Dünyayı Değiştiren Beş Denklem**. (G. Tanrıöver, Çev.) Tübitak Popüler Bilim Kitapları, Ankara.
- Halliday, D., ve Resnick, R. 1998. **Fiziğin Temelleri 1, Mekanik ve Termodinamik**. (C. Yalçın, Çev.) Arkadaş Yayınevi, Ankara.
- Kapucu, H. 2010. **Politik İktisat ve Adam Smith**. Yön Yayınları, İstanbul.
- Karatzas, I., ve Shreve, S. E. 1988. **Brownian Motion and Stochastic Calculus**. Springer Verlag, New York.

- Maslov, V. P. 2010. "Thermodynamic Equations of State with Three Defining Constants", Mathematical Notes, 87(5), p. 728-737.
- McKenzie, L. W. 2002. **Classical General Equilibrium Theory**. MIT Press, Cambridge.
- Merton, R. C. 1973. "Theory of Rational Option Pricing", The Bell Journal of Economics and Management Science, 4(1), p. 141-183.
- Mimkes, J. 2006. **A Thermodynamic Formulation of Economics**. B. Chakrabarti, A. Chakraborti, ve A. Chatterjee içinde, **Econophysics and Sociophysics Trends and Perspectives** (s. 1-33). Wiley-VCH Verlag GmbH & Co., Weinheim.
- Mirowski, P. 1989. **More Heat Than Light, Economics As Social Physics: Physics as Nature's Economics**. Cambridge University Press, Cambridge.
- Özmütlu, E. 2007. "En Az Eylem İlkesi", Kaygı: Uludağ Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Felsefe Dergisi, 8, p. 173-179.
- Paya, M. M. 1994. **Para Teorisi ve Para Politikası**. Filiz Kitabevi, İstanbul.
- Polanyi, K. P. 1944. **The Great Transformation**. Farrar & Rinehart, New York.
- Ruelle, D. 1998. **Rastlantı ve Kaos**. (D. Yurtören, Çev.) Tübitak Yayınları, Ankara.
- Savaş, V. F. 2007. **"Varsayalım Ki" İktisat**. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Sebba, G. 1953. "The Development of the Concepts of Mechanism and Model in Physical Science and Economic Thought", American Economic Association, 43(2), p. 259-268.
- Serway, R. A., ve Beichner, R. J. 2002. **Fen ve Mühendislik için Fizik 1**. (K. Çolakoğlu, Çev.) Palme Yayıncılık, Ankara.
- Skousen, M. 2001. **The Making of Modern Economics: The Lives and Ideas of the Great Thinkers**. M.E. Sharpe, Inc., New York.
- Spanos, A. 1999. **Probability Theory and Statistical Inference: Econometric Modeling with Observational Data**. Cambridge University Press, Cambridge.
- Thomson, W. 1849. "XXXVI.—An Account of Carnot's Theory of the Motive Power of Heat; with Numerical Results deduced from Regnault's Experiments on Steam", Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 16(5), p. 541-574.
- Yamankaradeniz, R. 2004. **Mühendislik Termodinamiğinin Temelleri Cilt 1**. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.