İŞGÜCÜ PİYASASINDA İSTATİSTİKSEL DENGE ANALİZİ

Yrd. Doç. Dr. Hale KIRER*

ÖZ

İktisadi problemlerin incelenmesinde denge kavramı önemli yapı taşlarından biridir. İktisat ve fizik arasındaki etkileşim söz konusu kavramın tanımı ve gelişimi üzerinde oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Newtoncu temel üzerine kurulan (Neo)klasik iktisadi denge kavramının, gerçek piyasaları yeterince açıklayamadığı görülmektedir. Fizikte yaşanan devrimler neticesinde, iktisat biliminde denge kavramının istatistiksel fizik temelinde açıklanmaya başladığı görülmektedir. Söz konusu çerçevede bu çalışmada bir ülkenin makroekonomik yapısının değerlendirilmesinde önemli bir yere sahip olan işgücü piyasalarının analizi, ücret-maaş dengesinin tek bir noktada gerçekleştiği geleneksel mikro iktisadi modellere alternatif olan istatistiksel denge modeli çerçevesinde incelenecektir. Bu doğrultuda amaç, işgücü piyasasında istatistiksel denge modeli üzerine literatür çalışması yaparak, modelin metodolojik yapısını ortaya koymaktır.

Anahtar Kelimeler: *İşgücü piyasası, ücret-maaş dağılımı, istatistiksel denge, ekonofizik*

JEL Sınıflandırması:*C62, D30, J20*

STATISTICAL EQUILIBRIUM ANALYSIS OF LABOR MARKET

ABSTRACT

The concept of equilibrium is one of the most important integral parts to analyze economic problems. The interaction between economics and physics plays a crucial role on the definition and development of this concept. (Neo) classical equilibrium which is based on Newtonian physics cannot explain adequately the real markets. In concurrence with the changes in physics, the notion of equilibrium in economics has been started to investigate on the basis of statistical physics. In this context labor market, which is very essential for analyzing the macro economical structure of a given country, will be investigated under the statistical equilibrium model rather than a single point wage equilibrium model in mainstream economics. Accordingly the aim of the study is to present the model and to make literature survey before applying it on Turkish labor market.

Keywords: *Labor market, statistical equilibrium, wage-salary distribution, econophysics*

JEL Classification: *C62, D30, J20*

*Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, İİBF, Ekonometri Bölümü, hkirer@balikesir.edu.tr / The New School for Social Research, Department of Economics, kirerh@newschool.edu

1.GİRİŞ

İktisat biliminin neredeyse denge kavramı üzerine kurulduğunu söylemek mümkündür (Eren, 2015:2). Denge kavramının tanımı ve gelişiminde iktisat ve fizik bilimleri arasındaki etkileşim önemli bir rol oynamaktadır. Tarih boyunca Newton fiziğinin etkileri neoklasik iktisat üzerinde açık bir şekilde görülmektedir. Bu bağlamda neoklasik Walrasgil denge tüm ajanların tam bilgiye sahip olması gerektiği varsayımını gerektirmektedir. Ancak fizikteki kuantum devrimine paralel olarak, benzer değişimler iktisat biliminde de kendini hissettirmiş ve bu çerçevede kullanılan araçların iktisadi problemleri analiz etmede daha etkin olduğu görülmeye başlamıştır. Ücret-maaş gelirlerinin dağılımı söz konusu iktisadi problemler içerisinde oldukça mühim bir başlıktır.

İşgücü piyasasının analizi, ekonomik sağlamlığın kritik göstergelerinden olan istihdam ve işsizlik ile olan doğrudan bağlantısı dolayısı ile bir ülkenin makroekonomik yapısını incelemek için büyük önem arz etmektedir. Bu doğrultuda ücret - maaş gelirlerini tanımlama ve bu gelirlerin dağılımı, çok eski dönemlerden bu yana farklı şekillerde de olsa her zaman en çok tartışılan konulardan biri olmuştur. Çalışmaların önemli bir çoğunluğu standart mikro iktisadi analiz çerçevesindedir. Kapitalist ekonomi içerisinde işgücü piyasalarındaki denge L. Walras'ın düşüncelerine uyumlu bir şekilde formülleştirilmeye çalışılmıştır. Temel fikir; üretim faktörlerine ödenen fiyatın, marjinal verimliliğine eşit olması şeklindedir. İşgücü piyasaları çerçevesinde bu, aynı marjinal verimliliğe sahip ajanların aynı ücreti elde etmeleri anlamına gelmektedir (Schneider, 2010:28). Neoklasik işgücü piyasa modellerinde sadece dışsallıkların ve asimetrik bilginin var olması durumunda sapma söz konusudur; böyle bir durum ise sadece sağlıklı piyasa davranışından sapma olarak görülmektedir. Gelirlerin marjinal verimliliklerinden bağımsız olarak değerlendirilmesi, iktisatçıların bazı merkezi inançlarının doğruluğu üzerine daha çok düşünmeye itmiştir (Schneider, 2008:4). Dolayısı ile işgücü piyasasında tam rekabet koşullarının geçerli olduğu standart iktisat modellerinin gerçek hayatı açıklamada yeterli olmadığı görüşü hakim olmaya başlamış ve araştırmacıları daha gerçekçi modeller kurma yolunu aramaya yönlendirmiştir. Yapılan çalışmalardaki önemli sorulardan biri, işgücü piyasasının bazı istatistiksel denge kanunlarına uyup uymadığı yönündedir. Bu çerçevede mevcut çalışmada öncelikle söz konusu literatür incelenecek, daha sonra ise istatistiksel denge kavramı açıklanıp, işgücü piyasaları üzerinde uygulanan mevcut model anlatılacaktır. Son olarak uygulamanın önemi üzerinde durulacaktır.

2. LİTERATÜR

Doğa bilimi olan fizik ve sosyal bir bilim olan iktisat arasında var olan ilişkiyi çok eski dönemlere götürmek mümkündür. Fizik yapılar, bu yapıların ortaya çıkışı ve değişimi ile ilgilenmektedir. Doğa farklı düzeylerde bulunan organizasyonlara sahiptir. Makro özellikler, mikro unsurlar temelinde ve onların birbirleri ile olan etkileşimleri sonucu ortaya çıkmaktadırlar. İktisat biliminde de ajanlar, fizikteki atomlara benzer şekilde temel unsur olarak ele alındığında aynı süreci

izleyebilmektedir (Yegorov, 2007:144). İki bilim arasındaki etkileşim son yıllarda ekonofizik adı ile yeni bir alanın ortaya çıkmasına sebep olmuştur[1].

En basit şekilde fizik biliminde iki ayrı dönemin olduğu görülmektedir. Bunlardan ilki 1895'li yıllarda egemen olan, sırası ile Galileo, Descartes ve Newton tarafından yayılan Klasik Fizik; diğeri ise kuantum mekaniği ve görelilik (relativity) tabanındaki 20. yüzyıl olgusudur (Mirowski, 1984). Söz konusu doğrultuda iktisattaki kavramların her daim fizikteki karşılıkları tartışılmıştır. Denge kavramı özelinde L. Walras, V. Pareto, I. Fisher ve F. Y. Edgeworth tarafından yapılan çalışmalardaki denge kavramı daha çok mekanik benzerlik noktasındadır (Foley, 1996b:2). Bu çerçevede fizikteki Newtoncu kavramlar iktisatta Walrasgil denge kavramı çerçevesinde düşünülebilir. Piyasaları mükemmel makineler olarak gören Walrasgil dengede, tüm ajanlar için her daim aynı sonuca ulaşılmaktadır. Söz konusu durumda her ajan tam bilgiye sahiptir ve denge dışındaki hiçbir noktada alım-satım işlemi söz konusu değildir. Yerleşik iktisadın tam olarak bu görüş üzerine kurulduğu ve günümüzdeki lisans eğitimlerinin neredeyse hepsinde bu temel çerçevesinde eğitim verildiği görülmektedir. Fizikte Newtoncu mekanik dünyanın kuantum teorisi ile yer değiştirmesinin ardından, iktisat biliminin de söz konusu değişimden etkilendiği görülmektedir. David Bohm parçacıkların hareketlerini yöneten alt-kuantum yasalarının var olduğunu ve bunların makro düzeyde bir dağılıma sebep olduğunu iddia etmektedir. Newton Fiziği kütleyi (mass) sürekli (continous) düşünürken, kuantum teorisi ayrık (discrete) olarak ele almaktadır (Lisa, Filatrella, 2002:4).

Fiziğin en uygun dalı olduğu düşünülen istatistiksel fiziğin metot ve modellerinin, farklı iktisadi ve sosyal problemlerin karmaşıklığının açıklanması yönünde oldukça kullanıldığı söylenebilir. Bu çalışmaların amacı söz konusu problemlerin uygun yansız göstergelerini (well-fitted unbiased indicators) formüle etmektir (Jagielski ve Kutner, 2013a:539).

Ölüm, doğum ve evlilik oranı gibi sosyal sayılar üzerine yapılan çalışmalar, 17. yüzyıldan bu yana derece derece gelişmektedir. Bu çalışmaları gösteren istatistik terimi, 18. yüzyılda ortaya atılmıştır. 19. yüzyılda ise sosyal istatistik terimi, popülaritesini Belçikalı gökbilimci Adolphe Quetelet ile birlikte kazanmıştır. 1850'li yıllardan önce istatistik, politik iktisadın deneysel bir kolu olarak düşünülmekteydi. Ancak daha sonraları, tüm disiplinler için uygun kantitatif analizlerin genel bir yöntemi haline dönüşmüştür. Bu durum, fizikçileri 19. yüzyılın ikinci yarısında istatistiksel mekaniğin gelişimi için harekete geçirmiştir. James Clerk Maxwell, Ludwig Boltzman ve Josiah Willard Gibbsgibi fizikçiler, atomların varoluşunu ve onların istatistiksel özelliklerini açıklamak için gelişmiş matematiksel yöntemler kullanmışlardır. Bir gazın içindeki moleküllerin vektörel hızlarının dağılım olasılığı (Maxwell – Bolzman dağılımı) ve farklı enerjili durumların genel olasılık dağılımı (Bolzman – Gibbs dağılımı) buna örnek olarak gösterilebilir (Yakovenko, 2008:2).

[1]Fizik-İktisat ilişkisi ve ekonofizik kavramına doğru evrilişinin ayrıntıları Eser ve Kırer (2009) çalışmasından incelenebilir.

Sosyal istatistik ile istatistiksel mekanik arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır. Sosyal istatistik, istatistiksel mekanik temelinde, gazların kinetik teorisinin gelişiminde olasılık dağılımlarından faydalanma yönünde Maxwell ve Boltzman'a yol göstermiştir (Ball, 2002:1). 19. yüzyıl sonlarına doğru, Francis Edgeworth ve Alfred Marshall ekonominin denge durumunu gerçekleştirme kavramını keşfetmek için, C. Maxwell ve L. Boltzman tarafından gazlar için açıklanan fikirleri kullanmışlardır. G. Daniel ve D. Sornette'ye göre, günümüzde birçok iktisadi düşüncenin temelinde bulunan genel denge teorisi önemli değildir; ancak P. Krugman tarafından ifade edilen "ekonomideki her şey her şeyi etkiler" fikrinin formülasyonu önemlidir ve fizikteki "ortalama - alan teorisi" (mean - field theory) ya da diğer bir ifade ile "kendi kendine – tutarlı alan teorisini" (self - consistent field theory) andırmaktadır (Daniel, Sornette, 2008:2).

Bu doğrultuda özellikle 1990'lı yılların ortalarından bu yana iktisat bilimi içerisinde istatistiksel fizik yaklaşımı ile yapılan çalışmaların sayısında ciddi oranda artış olduğu görülmektedir. Söz konusu çalışmaların çoğunluğunun fizikçilere ait olması oldukça ilginçtir; ancak son yıllardadisiplinler arası çalışmaların tüm dünyada hakim oluşu konuyla ilgilenen iktisatçıların sayısını da oldukça yükseltmiştir. Konuyla ilgili yapılan çalışmaların ayrıntıları için Majumber ve Chakravarty (1990), Krebs (1997), Angle (1992, 1993, 1996, 2010), Levy ve Solomon (1997), Ispolatov vd. (1998), Bouchoud ve Mezard (2000), Souma (2000), Dragulescu ve Yakovenko (2001a, 2001b), Milakovic (2001), Mimkes vd. (2002), Reed (2003), Guilmi vd. (2003), Matteo vd. (2003), Wu (2003), Willis ve Mimkes (2004), Clementi ve Gallegati (2004, 2005), Jörsten ve Uboe (2005), Sinha (2005), Patriarca vd. (2005), Repetowicz vd. (2005), Banerjee vd. (2006), Aoki ve Yoshikawa (2006), Chatterjee ve Chakrabarti (2007), Coelho vd. (2008), Schneider (2008, 2010), Ragab (2008, 2013), Venkatabramanian (2009), Cockshott vd. (2009), Quevedo ve Quevedo (2011), Willis (2011), Figueira vd. (2011), Kırer vd. (2011), Kırer ve Eren (2011, 2012), Jagielski ve Kutner (2012, 2013a, 2013b, 2013c), Bargigli vd. (2013), Shaikh vd. (2014, 2015), Scharfenaker ve Semieniuk (2015) tarafından yapılan çalışmalar incelenebilir. Söz konusu çalışmalar analiz edildiğinde genel olarak iki farklı grupta kategorize edilebilir. İlk grup Boltzmann'ın gazlardaki çarpışmanın kinetik teorisi temelindeyken, ikinci grup rassal bir değişken olarak bireysel ve hane halkı gelirlerinin dinamiklerini açıklamak için doğrusal olmayan Langevin ve Fokker-Planck denklemlerini[2] kullanmaktadır. Gelire bağlı olarak yapılan belirli varsayımlar ışığında şu modeller elde edilmektedir (Jagielski, Kutner, 2013c:3): (i) Boltzman-Gibbs yasası, (ii) Pareto yasası, (iii) Orantılı büyüme kuralı (rule of proportionate growth), (iv) Genelleştirilmiş Lotka-Volterra modedi, (v) Yakovenko vd. modeli.

[2]Lagvenin denklemi (LE) bir parçacığın zaman evrimini açıklayan stokastik bir diferansiyel denklemdir.LE'ye denk olarak yazılabilenFokker-Planck denklemi de olasılık dağılım fonksiyonunun evriminin çalışılmasında kullanılan kısmi bir diferansiyel denklemdir. (http://www.maths.qmul.ac.uk/~klages/people/msc_qirezi.pdf ,http://www2.ph.ed.ac.uk/~dmarendu/ASP/Section16.pdf, 12.11.2015)

Standart işgücü modelleri gerçek gözlemlerin aksine gelirlerin lognormal[3] olarak dağıldığını göstermektedir. Aslında söz konusu tutarsızlık 1957 yılında H. Lydall tarafından"İstihdam Gelirlerinin Dağılımı" (The Distribution of Employment Incomes) isimli çalışmasında belirtilmiştir. Lydall yüksek aralıklarda işgücü gelirinin Pareto yasasına[4] eğilimli olduğunu; ancak log-log ölçekli analizde doğrunun eğiminin toplam gelire göre daha büyük olduğunu ve söz konusu durumun emek gelirinin, sermaye gelirine göre daha eşit dağılmasından kaynaklandığını belirtmiştir. Ayrıca istihdam gelir dağılımını açıklayan herhangi bir analizin yüksek seviyede Pareto-tipi dağılım ile uyumlu olması gerektiğini vurgulamıştır (Lydall, 1957). Şunu belirtmek gerekir ki; matematiksel formülasyon açısından bakıldığında Debreu'nun genel dengeyi formülasyonu ile istatistiksel mekanik arasında oldukça büyük bir benzerlik söz konusudur (Schneider, 2008:4); ancak piyasaları istatistiksel denge ile modelleyen ilk iktisatçı 1994 yılında D. Foley olmuştur.

Yerleşik iktisatta müzayedeci (auctioneer) alıcı ve satıcılardan siparişlerini alır, bütçe ve maliyet kısıtları altında piyasanın temizlendiği noktada denge fiyatı belirlenir. Bu teoride tüm işlemler aynı fiyatta yapılır; ancak reel piyasaların gerçekten bu fiyata nasıl yakınsayacağı açık değildir. Foley, Bohm'un fizikte kullandığı yöntemi mikro-makro kavramı ile piyasa analizinde göstermiştir. Burada gerçek hayatta olduğu gibi alım-satım işlemi farklı fiyatlarda gerçekleşebilmektedir (Ragab, 2013:41). Bu anlamda Foley ticaretin olasılık dağılımının farklı fiyatlarda gerçekleştiği, piyasa temizlenmesinin sadece istatistiksel olarak sağlandığını gösteren bir teori ortaya koymuştur (Yakovenko, 2012:3).

Foley (1996a) piyasaların istatistiksel teorisinin, metodolojik olarak Walrasgil rekabetçi denge teorisinden daha az iddialı olduğunu öne sürmektedir. İstatistiksel yaklaşım belirli ajanların kaderini öngörmeden, çıktılar üzerinden sadece ajanların denge dağılımını karakterize etmeye çalışmaktadır. İstatistiksel denge Pareto etkinliğine yaklaşmaktadır (approximate); ancak genel başarı anlamında değil, sıralı ve benzer şekilde tekrar eden piyasaların istatistiksel çıktısı olarak yorumlanabilir (Foley, 1999:95). Foley'in 1996 yılında yaptığı ve bir sonraki bölümde ayrıntıları ile anlatılacak olan işgücü piyasaları ile ilgili çalışmasında tüm ajanlar sabit bir koruma ücretinde (reservation wage) aynı emek süresi ile piyasaya girerler. Ajanlar sadece kendi teklif kümelerini ve değişim yapacakları ajanı bilen işverenler (firmalar) ve çalışanlar (işçiler) olmak üzere iki gruba ayrılır. Fiyatların denge dağılımı üstel (exponential) dağılıma[5] uygunluk göstermektedir. χ_k vektörü farklı ticaret çeşitleri ve N_k, $\chi_k$ticaretini

[3]Log-normal dağılım logaritması normal dağılım gösteren tek-kuyruklu bir olasılık dağılımı olarak tanımlanmaktadır.

[4]Pareto dağılımı ya da bir diğer ismi ile güç yasası (power law) dağılımı, büyük olayların nadir, küçük olayların ise yaygın olduğu olgusunu tanımlamak için kullanılmaktadır. α Pareto katsayısı olmak üzere; dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonu şu şekilde ifade edilmektedir:

$$y = f(x \left| \alpha, k) = \frac{\propto k^{\propto}}{x^{1+\propto}}, k \leq x < \infty; \propto, k > 0$$

[5]Üstel dağılım sürekli olasılık dağılım grubu içerisindedir. Rasgele değişkenler bağımsızdır ve dağılım [0,∞) aralığında tanımlanmaktadır. Buna göre olasılık yoğunluk fonksiyonu şu şekildedir:

$$y = f(x|\mu) = \frac{1}{\mu} e^{-\frac{x}{\mu}}$$

yapan ajanların sayısını göstermek üzere Boltzmann-Gibbs dağılımı piyasalar için $P(x_k) = \frac{N_k}{N} = ce^{-\pi x_k}$ şeklinde düşünülebilir. Burada c normalizasyon sabiti, π Lagrange çarpanının n-parçalı vektörüdür ve $\sum_k x_k N_k = 0$ kısıtını sağlamaktadır. Foley (1994) π'yi entropik fiyat vektörü olarak yorumlamaktadır.

Schneider'da (2010) çalışmasında ücret-maaş gelirlerinin istatistiksel denge dağılımı üzerine odaklanmıştır. Yaptığı analizler neticesinde işgücü piyasasında en az iki ayrı alt bölümün olduğu yönünde güçlü kanıtların olduğunu belirtmektedir.

İşgücü piyasasının istatistiksel denge analizini çalışan bir diğer kişi ise Ragab'dır (2013). Ragab, çalışanlar için işgücü piyasası tabanlı davranışsal denklemlerle kurulan ajan bazlı bir modelde, gerçek ekonomilerde gözlemlenen gelirlerin üstel bir dağılıma sebep olacağını önermektedir. Çalışmasını BDY modeli[6] üzerine kuran Ragab'a göre; işgücü piyasa dinamiği modelleri;

- Fizikteki sürüklenme-difüzyon (drift-diffusion) süreci gibi ücret eşitleme hikayesine sahiptirler. Ücret piyasasındaki çalışanların davranışları üstel dağılım çevresinde istatistiksel denge üretmekte ve gaz moleküllerinin çarpışması kavramı çalışanların çarpışması (collision) ile yer değiştirmektedir.

- Sabit miktarda ücret gerektirmemekte ve dengeyi dağıtmadan artan ücretlere izin vermektedir. İşçiler ortalamaya göre nispi pozisyonları üzerinden yarışırlar.

- İşçiler arası değişen becerilerin varlığını içermektedir.

Shaikh vd. (2014) ve Shaikh (2015) çalışmalarında ise kişisel gelir dağılımı çerçevesinde gelir, işgücü ve mülkiyet (property) geliri olarak ayrılıp, analiz edilmiştir. Analiz neticesinde işgücü gelirinin üstel olarak dağıldığı sonucuna varılmıştır.

İstatistiksel fiziğin uygulandığı bir diğer alan işgücü verimliliğidir. İktisattaki standart denge modellerinde işgücü verimliliği firmalar ve sektörler arasında eşittir (Ikeda vd.,2009). Aoyama vd. 2008 yılında Japon firmaları için yaptıkları çalışmada verimlilik dağılımın Pareto yasası takip ettiğini göstererek, söz konusu durumun var olmadığını göstermişlerdir. Ikeda vd. (2009) ise yıllar içerisinde sektörler arası verimlilikteki değişimleri istatistiksel fizik çerçevesinde incelemişlerdir.

[6]BDY modeli; ilk olarak Dragulescu ve Yakovenko'nun, daha sonra ise bir grup İtalyan iktisatçının Eleanora Bennati'nin çalışmaları ışığında isimlendirdikleri model (Ragab, 2013). Model enerjinin Boltzman-Gibbs dağılımı içerisindeki enerjinin korunumu prensibi ile başlamaktadır. Koruma prensibi şu şekilde açıklanabilir:

$$x_{i,t+1} = x_i + \Delta x$$
$$x_{j,t+1} = x_j + +\Delta x$$

Şöyle ki,

$$x_i + x_j = x_{i,t+1} + x_{j,t+1}$$

Burada denklem sistemi i ve j ajanları arasındaki basit bir değişim sürecini göstermektedir. (Modelin ayrıntısı için Ragab'ın 2013 çalışmasına bakılabilir.)

Iyetomi (2012) Japonya'daki firmaların finansal verilerini kullanarak, farklı verimliliklere sahip çalışanların çoğunun Boltzmann dağılımı fonksiyonu ile uyumlu şekilde dağıldığını belirtmektedir. Böylelikle negatif sıcaklık değerine sahip bir firmadaki ortalama çalışan sayısı yükselen verimlilikle artmaktadır. Burada fizikte kullanılan parçacık (particle) ve tek parçacık enerjisi (single-particle energy) kavramları işçi ve işçi verimliliği ile yer değiştirilmiştir.

Aoyama vd. (2015) de farklı işgücü verimliliklerine sahip işçilerin denge dağılımı üzerine teorik bir model kurmuşlardır. Kurdukları model neticesinde düşük ve orta verimlilik düzeyinde Boltzmann dağılımının, yüksek verimlilik kısmında ise Pareto yasasının geçerli olduğunu göstermişlerdir.

3. İSTATİSTİKSEL DENGE

İstatistiksel fizik; çok sayıda parçacıktan oluşan sistemlerin, makroskopik cisimlerin özelliklerini, mikroskopik (istatistiksel) verilere dayanarak araştıran bir fizik koludur (Mikailov ve San, 2008). Fiziğin enerji ve enerjinin şekil değiştirmesi ile ilgilenen kolu olarak bilinen termodinamiğin yasalarının[7] istatistiksel fizikten türetildiğini söylemek mümkündür. İstatistiksel denge ise, fiziğin bu en temel alanlarından biri olan termodinamik içerisinde yaygın bir şekilde kullanılan bir yöntemdir ve ilk kez J. Maxwell, J. Gibbs ve L. Boltzmann isimli fizikçiler tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntem ile verili bir uzayda farklılaşmamış moleküller (undifferentiated) içerisinde enerjinin dağılımını açıklayan matematiksel modelleri geliştirmiş ve bazı istatistiksel dağılımların, verili bir uzayda gaz moleküllerinin sıcaklığı gibi, her zaman var olduğunu bulmuşlardır. Toplam olarak moleküller ortalama bir sıcaklığa sahip, ancak her bir molekül aynı sıcaklığa sahip olmamaktadır. Burada mutlak bir eşitliğin olmayıp da, onun yerine bir dağılımın olmasını anlamak için fizikçiler farklı modeller geliştirmişlerdir (Ragab, 2013:40,41). Termodinamiğin önemli bir parçası olan entropi bu bağlamda düşünülebilir. Söz konusu anlamda bir endüstrinin istatistiksel dengesi entropi kavramı açısından yorumlanabilir.

3.1. Entropi

Entropi kavramını şu şekilde açıklamak mümkündür (Yakovenko, 2012:3,4): N atom tanecikleri olsun ve her bir bireysel atom j=1,2,3,…,N gibi tam sayı ile ifade edilsin. Her atom s dönü (spin) adı verilen bir iç kuantum serbestlik derecesine sahiptir. Bu atomlar q ayrık durumlarından herhangi birinde olabilirler. Her ayrık durumun bir ε_k enerjisi bulunmaktadır. Burada söz konusu atomlar iktisadi ajanlar olarak yorumlanabilir.

[7]Termodinamiğin bilinen dört yasası bulunmaktadır. Sıfırıncı yasaya göre, iki cisim üçüncü bir cisimle sıcaklıkta eşdeğerse, bu iki cisim birbiri ile de sıcaklıkça eşdeğerdir. Birinci yasa, aynı zamanda enerjinin korunumu yasası olarak da bilinmektedir. Buna göre, enerji yok edilemez veya yoktan var edilemez; ancak değişik fiziksel ve kimyasal işlemlerle biçim değiştirebilmektedir. İkinci yasa, işlemlerin belirli bir yönde gerçekleşebileceğini, ters yönde olamayacağını ifade etmektedir. Bu yasa, entropi ifadesinin tanımlanmasına neden olmuştur. Entropi, sistemdeki düzensizliğin bir ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Bir sistem tam olarak düzenli ise entropi sıfır demektir. Termodinamiğin son yasası ise mutlak sıfır sıcaklığındaki maddelerin entropisi ile ilgilidir ve "mükemmel bir kristalin mutlak sıfır sıcaklığındaki entropisi sıfırdır" şeklinde tanımlanmaktadır (Taşkan, 2011).

Verili bir atom düzenlenmesi (configuration) için, her bir k durumundaki atom N_k olarak sayılabilir: $\sum_{k=1}^{q} N_k = N$. Ω çarpan (multiplicity) olmak üzere şu şekilde hesaplamak mümkündür:

$$\Omega = \frac{N!}{N_1!N_2!...N_q!} \quad (1)$$

Burada çarpan aynı sayıda kümeye N_k sahip olan farklı atomik düzenlemelerin sayısını göstermekte ve atomlar ayırt edilebilir şekilde davranmaktadırlar.

Çarpanın logaritması $S = ln\Omega$ entropi olarak tanımlanmaktadır. Stirling yaklaşımına göre S'i aşağıdaki şekilde yazmak mümkündür:

$$S = NlnN - \sum_{k=1}^{q} N_k lnN_k = -\sum_{k=1}^{q} N_k ln\left(\frac{N_k}{N}\right) \quad (2)$$

Daha fazla bilginin olmadığı durumda, tüm mikroskobik düzenlemelerin eşit olarak olası olduğu varsayımı yapılmaktadır. En olası N_k kümesi belirli kısıtlar altında Ω ya da S'i maksimize edendir. Kapalı bir sistem için standart kısıtlar N toplam atom sayısı ve E toplam enerji olmak üzere şu şekilde hesaplanır:

$$N = \sum_{k=1}^{q} N_k\,, \quad E = \sum_{k=1}^{q} \varepsilon_k N_k = \sum_{j=1}^{N} \varepsilon_j \quad (3)$$

Değiştirilmiş (modified) entropi $\propto$ ve β Lagrange çarpanı olmak üzere şu şekilde düzenlenir:

$$\bar{S} = S + \propto \sum_{k=1}^{q} N_k - \beta \sum_{k=1}^{q} \varepsilon_k N_k \quad (4)$$

S'in maksimizasyonu söz konusu fonksiyonun N_k'ya göre türevinin alınması $\frac{\partial \bar{S}}{\partial N_k}$ile sağlanır. S, $\bar{S}$'de yerine yazıldığında ve gerekli türevler alındıktan sonra, ε_k enerji durumlarına eksponensiyel olarak bağlı k durumları için iş sayıları (occupation numbers) $P(\varepsilon_k) = N_k/N$ elde edilir:

$$P(\varepsilon_k) = \frac{N_k}{N} = e^{\propto - \beta \varepsilon_k} = e^{-(\varepsilon_k - \mu)/T} \quad (5)$$

Bu denklem istatistiksel fizikte Boltzmann-Gibbs dağılımı olarak isimlendirilmektedir. Eşitlikte yer alan $T = {}^{1}/_{\beta}$ ve $\mu = \alpha T$ parametreleri sırası ile sıcaklık (temperature) ve kimyasal potansiyel olarak adlandırılmaktadır.

T genellikle ekonomik eşitsizliğin ölçümü olarak yorumlanmaktadır (Barggli vd, 2013:1).

Entropi sistemdeki toplam olası yararlı enerjidir. Maksimum entropi noktası eşitlenme sürecinin limitine ulaştığı noktadır. Moleküller aralarında rasgele çarpışırlar, dolayısı ile enerji rasgele olarak dağılmaktadır; ancak durağan bir enerji dağılımına ulaşmaktadır. Bu dağılım içerisinde her molekül oldukça keyfi ve sürekli değişen bir şekildedir; fakat sistemin maksimum entropiye ulaşması durumunda dağılım bir daha değişmemektedir (Ragab, 2013:41).

Termodinamik bir sistem, her zaman sistemdeki olası toplam enerjiyi maksimize etmek ister. D. Foley'e göre maksimum entropi piyasa işlem dağılımı, istatistiksel denge olarak düşünülebilir. Başka

bir ifade ile iktisatta istatistiksel denge, her bir birimin özel bir düzenleme ile tanımlanmasından çok, birbirinden ayrılamayan belirli ekonomik birimlerin en olası dağılımı olarak tanımlanabilir (Parrinello, Fujimoto, 1995:2).

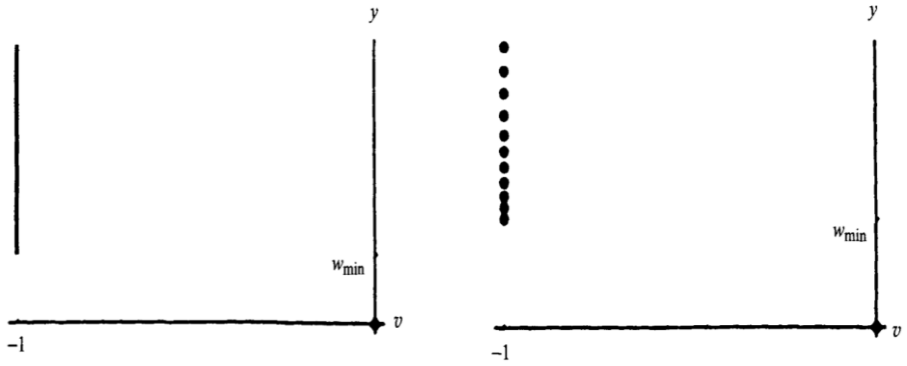
3.2. İşgücü Piyasalarının İstatistiksel Modeli

Bu bölümde Foley'in (1996a) işgücü piyasası modeli anlatılmaktadır. Foley, hanehalkı ve firma olmak üzere iki tip ajanın bulunduğu basit bir işgücü piyasa modeli kurmuştur. Söz konusu piyasada işgücü (v) ve ücret geliri (y) değiş-tokuş edilmektedir. Modelin özeti kısaca aşağıdaki gibidir.

Öncelikle hanehalkı açısından bakıldığında, hanehalkı çalışan ve işsiz olmak üzere iki bileşenden oluşmaktadır.$v = \begin{cases} -1, & calisan \\ 0, & issiz \end{cases}$

Burada çalışan hanehalkının en az asgari bir ücret gelirine sahip olduğu, ancak söz konusu ücretin üzerinde de bir gelirinin olabileceği varsayılmaktadır. Bu minimum koruma ücreti olarak tanımlanmaktadır.İşsizlerin ise herhangi bir ücret geliri bulunmamaktadır. Bu durumda hanehalkı teklif kümesi (v,y)=(0,0) ve (-1,w_{min}) şeklindedir (Şekil 1a). Bu kümenin sonlu olmadığı bilinmesine karşın, Şekil 1b'deki gibi sayılabilir de varsayılabilir. Böyle bir durumda şekilde de görüldüğü üzere ücretler yükseldikçe noktalar birbirinden ayrılmaktadır.

Şekil 1. Hanehalkı Teklif Kümesi



Not: Soldaki grafik basit bir hanehalkı teklif kümesini göstermektedir.Hanehalkı ya (0,0) noktasında işssiz ya da minimum koruma ücretinde ya da üzerinde 1 birim iş-gücü teklif etmektedir.Sağdaki grafik ise teklif kümesinin sonlu olduğu surumu işaret etmektedir.

Kaynak: (D. Foley 1996a: 129,130)

Sürekli bir doğruda bu etki noktaların yoğunluğunun exp[-fy]'ye orantılı olduğu varsayılarak gösterilebilir. Burada f pozitif bir sabit sayıdır. f'in büyüklüğü aynı zamanda başlangıç noktasındaki işsizlik noktasının da önemini belirtmektedir.

Ücret gelirinin artması ile yoğunluğun azaldığı varsayımında, çalışan hanehalkı (employed household) için bölüşüm fonksiyonu şu şekildedir:

$$z^{eh}\left[\left(q_v, q_y\right), f, w_{min}\right] = \frac{\exp\left[q_v - (f+q_y)w_{min}\right]}{f+q_y} \quad (6)$$

Bölüşüm fonksiyonunun logaritmasının diferansiyeli alınarak entropi fiyatlarına ilişkin olarak ortalama işgücü arzı ve ortalama ücret bulunur:

$$\bar{x}^{eh}\left[\left(q_v, q_y\right), f, w_{min}\right] = \left\{-1, \frac{1}{f+q_y} + w_{min}\right\} \quad (7)$$

Eşitlikten ortalama ücretin, ücret gelir seviyesinin yoğunluğuna (f) bağlı olduğu ve çalışan işçilerin oranını belirleyen entropi fiyatının (q_y) her ücret gelirinde etkili olduğu görülmektedir. q_y düştükçe, ortalama ücret artmaktadır. İşsiz hanehalkı için bölüşüm fonksiyonu exp[-q0]=1 olduğundan bire eşittir. Bu durumda tam bölüşüm fonksiyonu:

$$z^{h}\left[\left(q_v, q_y\right), f, w_{min}\right] = 1 + \frac{\exp\left[q_v - (f+q_y)w_{min}\right]}{f+q_y} \quad (8)$$

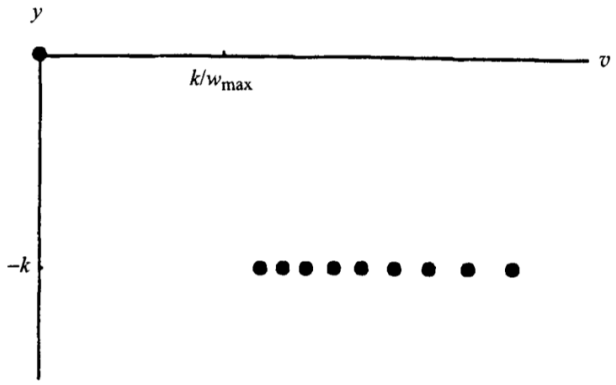
Hanehalkı başına ortalama arz da bölüşüm fonksiyonunun diferansiyeli alınarak hesaplanabilir:

$$\bar{x}^{h}\left[\left(q_v, q_y\right), f, w_{min}\right] = \left\{-\frac{\exp[q_v]}{\exp[q_v] + (f+q_y)\exp\left[(f+q_y]w_{min}\right]}, \frac{(1+(f+q_y)w_{min})\exp[q_v]}{(f+q_y)\exp[q_v] + (f+q_y)\exp\left[(f+q_y)w_{min}\right]}\right\} \quad (9)$$

$\bar{x}^{h}$'in ilk kısmı istihdam oranını, ikinci kısmı ise hanehalkı başına ortalama ücreti temsil etmektedir.

Modelde işgücünü satın alan yani firmaların ise her birinin belirli bir parasal sermayeye (maaş fonu) k ve maksimum bir koruma ücretine sahip olduğu varsayılmaktadır. Bu işgücünün verimliliğini temsil edebilir. Modeli basitleştirmek adına her firmanın fonunun tamamını harcadığı kabul edilmektedir. Firmanın maaş fonunun tamamını harcaması durumunda k/w_{max}işçi istihdam etmesi mümkündür. Modelde firmaların işgücü piyasasındaki pazarlık (bargain) durumlarından yararlanıp, daha fazla işçi istihdam edebilmesine izin verilmektedir. Firma teklif kümesi Şekil 2'de olduğu gösterilmektedir.

Şekil 2. Firma Teklif Kümesi



Not: Firmanın maksimum koruma ücretinden daha fazlasını ödemediği, etkin bir k ücretinde var olan ücret fonunu harcadığı varsayılmakta.

Kaynak: (D. Foley, 1996a: 136)

g parametresi ile firma için noktaların üstel yoğunluğu varsayımı altında, firmanın bölüşüm fonksiyonu; $A^f = \{(v, y)|y = -k,\ v \geq k/w_{max}\}$ kümesi üzerinden exp $[-(q_v v +$ *qyy]*exp*[−gv]*'nin diferansiyeli alınarak şöyle bulunur:

$$Z^f\left[(q_v, q_y), g, w_{max}, k\right] = \frac{\exp\left[kq_y - (k(q+q_v))/w_{max}\right]}{g+q_v} \tag{10}$$

İşgücü için ortalama talep ve maaş geliri arzı ise firma bölüşüm fonksiyonunun logaritmasının diferansiyeli ile elde edilir:

$$\bar{x}^f\left[(q_v, q_y), g, w_{max}, k\right] = \left\{\frac{1}{g+q_v} + \frac{k}{w_{max}}, -k\right\} \tag{11}$$

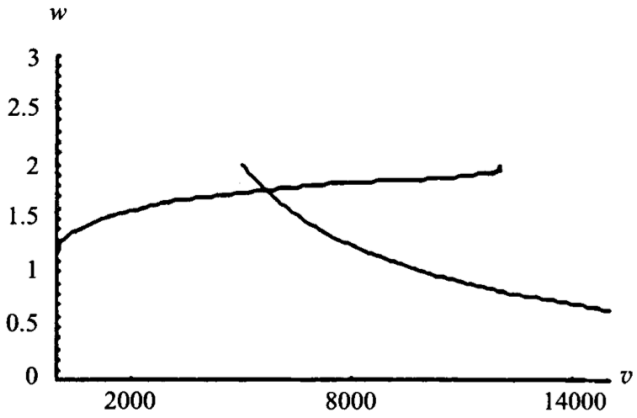
Firmalar tarafından yapılan ortalama işgücü talebi sadece q_v'ye bağlıdır. Firmanın maaş geliri arzı –k varsayımı altında olmalıdır. Ortalama ücret $\frac{k}{\frac{1}{g+q_v}+k/(w_{max})}$ oranına eşittir.

Söz konusu modelde işgücü piyasası, hanehalkının bir bölümü olan işgücünün toplam arzının, firmaların parçası olan toplam talebe, maaş geliri için hanehalkı talebinin ise maaş gelirinin firma arzına eşit olduğu entropi fiyatında temizlenmektedir. H hanehalkının ve J firmanın olması durumunda piyasa temizlenme durumu şu şekilde olur:

$$\frac{H\exp[q_v]}{\exp[q_v]+(f+q_y)\exp\left[(f+q_y]w_{min}\right]} = J\left(\frac{1}{g+q_v} + \frac{k}{w_{max}}\right) \tag{12}$$

Foley (1996) çalışmasında her biri k=10 sermayeye ve w_{max}=2 maksimum koruma ücretine sahip J=1000 firma ve w_{min}=1 asgari ücrete sahip H=12000 hanehalkı için f ve g parametrelerini 0.1 tahmin ederek modelini uygulamıştır. Uygulama neticesinde işgücü piyasasının istatistiksel dengesini Şekil 3'deki göstermiştir.

Şekil 3. İşgücü piyasasının istatistiksel denge modeli



Not: Denge emeğin istatistiksel arz ve talep eğrilerinin kesiştiği noktada gerçekleşmektedir.

Kaynak: (D. Foley, 1996a:141)

Foley'in istatistiksel piyasa denge modeli üç noktada Walrasgil/Marshallgil dengeden ayrılmaktadır (Foley, 1996a:127). Öncelikle tüm uygulanabilir Pareto-geliştirici çok taraflı ticarete, istatistiksel dengede belirli ağırlıklar verilmektedir. İkincisi aynı grubun farklı ajanları, istatistiksel piyasa dengesinde farklı piyasa çıktıları elde etmektedirler. Son olarak ise istatistiksel piyasa dengesi Pareto-etkinliğine yaklaşmakta; ancak tam olarak sağlamamaktadır.

Foley'in çalışmasını gerçek verilerle gerçek bir ekonomiye uygulamak için Yakovenko (2012) ücret dağılımı olasılığını gelir dağılımı ile; işgücü dağılımı olasılığını ise çalışan sayısı ile ölçülen firma büyüklük dağılımı ile karşılaştırmayı önermektedir. Bu açıdan bakıldığında Türkiye işgücü piyasası için Yakovenko'nun önerdiği şekilde bir istatistiksel denge analizi yapmak bir sonraki çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

4.SONUÇ

İşgücü piyasasının analizi bir ülkenin makro ekonomik yapısının incelenmesinde oldukça kritik bir yere sahiptir. Literatürde geleneksel modeller çerçevesinde yapılan çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Gerçek hayatı açıklamak için gerçek dışı varsayımlar çerçevesinde yapılan söz konusu çalışmalar, araştırmacıları başka açılardan düşünme yoluna itmiştir. Bu noktada fizik biliminin iktisat üzerindeki etkisi nettir. Newton fiziğinden kuantum fiziğine geçişin etkileri eş zamanlı olmasa da iktisat biliminde de bir dönüşüme neden olmuştur. Her durumda dengenin olduğu piyasa modelleri, dengesizliğin ya da çoklu dengenin var olduğu modellere doğru evrilmiştir.

İşgücü piyasalarını açıklarken önemli sorulardan biri ücret-maaş gelirlerinin dağılımının bazı istatistiksel denge kanunlarına uyup uymadığıdır. Buradaki istatistiksel denge kavramı istatistiksel fiziğin önemli bir alanı olan termodinamikte kullanılan yaygın bir yöntemdir. Termodinamiğin önemli

bir parçası olan entropi bu açıdan değerlendirilebilir ve burada maksimum entropi istatistiksel denge olarak düşünülebilir. İstatistiksel fizikte Boltzmann-Gibbs dağılımı olarak bilinen fonksiyon ile eşitsizliğin ölçümünü yapmak mümkündür. Yapılan çalışmaların çoğunluğu toplam gelirin dağılımı, dolayısı ile toplam gelirin dağılımının eşitsizliği üzerinedir. Dünya genelinde yapılan çalışmalar incelendiğinde son yollarda emek geliri üzerine yapılan çalışmalar görülmektedir. Türkiye açısından bakıldığında ise klasik yöntemler çerçevesinde yapılan az sayıda çalışma olmasına karşın, istatistiksel denge yaklaşımı çerçevesinde yapılan herhangi bir uygulama bulunmamaktadır. İstatistiksel denge modelini işgücü piyasası üzerinde uygulayan ilk kişi D. Foley'dir; ancak Foley modelini teorik çerçevede açıklamıştır. Bu noktada Yakovenko, gelir verileri ve çalışan sayısına göre firma büyüklük verileri kullanılarak işgücü piyasasının istatistiksel denge analizini yapmanın mümkün olduğunu ileri sürmektedir. Yakovenko'nun önerisinin teorik modeli gerçeğe oturtma konusunda oldukça mantıklı olduğu görülmektedir.

Bu çalışma çerçevesinde, Yakovenko'nun önerdiği şekilde firma büyüklükleri ve ücret maaş gelirleri verileri kullanılarak Türkiye'de işgücü piyasasının istatistiksel bir denge üzerine kurulu olup olmadığı incelenebilir. Türkiye'de ücret-maaş dağılımı eşitsizliğinin belirlenmesi ile birlikte emek-ücret dağılımı üzerinde cinsiyetin ya da diğer sosyal göstergelerin etkisinin olup olmadığı da bu çerçevede araştırılması gereken diğer önemli başlıklardır.

KAYNAKÇA

Angle,J. (1992)"The Inequality Process and the Distribution of Income to Blacks and Whites", Journal of Mathematical Math Society 17:77-98

Angle, J. (1993)"Deriving the Size Distribution of Personal Wealth From 'The Rich Get Richer, The Poor Get Poorer'" , Journal of Mathematical Society 18:27-46

Angle, J. (1996)"How the Gamma Law of Income Distribution Appears Invariant Under Aggregation", Journal of Mathematical Society 21: 325-358.

Angle, J. (2010)"The Particle System Model of Income and Wealth More Likely to Imply an Analogue of Thermodynamics in Social Science", MPRA, http://mpra.ub.un,-muenchen.de/28864/(11.10.2014)

Aokı, M. veYoshikawa, H. (2006) Reconstructing Macroeconomics: A Perspective From Statistical Physics and Combinatorial Stochastic Processes, Cambridge: Cambridge University Press

Aoyama, H.,YOSHIKAWA, H.,IYETOMI, H. ve FUJIWARA, Y. (2009)"Labour Productivity Superstatistics", Progress of Theoretical Physics: Supplement, 179, 80.

Aoyama, H.,YOSHIKAWA, H., IYETOMI, H. Ve FUJIWARA, Y. (2008) "Productivity Dispersion: Fact, Theory and Implications", arXiv:0805.2792, RI- ETI discussion paper 08-E-035.

Aoyama, H.,Iyetomi, H.ve Yoshikawa, H. (2015) "Equilibrium Distribution Of Labor Productivity: A Theoretical Model", J Econ Interact Coord, 10:57–66, DOI 10.1007/s11403-013-0118-9

Ball, P. (2002)"The Physical Modeling of Society: A Historical Perspective", Physica A, Vol 314, 1-14, http://sciencedirect.com(10.01.2009)

Banerjee,A.,Yakovenko, V.M. ve Matteo, T.D. (2006)"A Study of the Personal Income Distribution in Australia", arXiv:physics/0101176v1

Bargıglı, L.,Lionetto, A.ve Viaggiu, S. (2013)"A Statistical Equilibrium Representation of Markets as Complex Networks", DISEI-Universşta deli Studi di Firenze Working Paper Series, arXiv:1307.0817v1

Bouchaud, J.P. veMEZARD, M. (2000)"Wealth Condensation in a Simple Model of Economy", Physica A 282, 536–545

ChatterjeeA. ve Chakrabartı, B.K. (2007)"Kinetic Exchange Models for Income and Wealth Distributions", Eur. Phys J B 60, 135-149.

Clementı, F. ve Gallegati, M. (2004)"Power Law Tails in the Italian Personal Income Distribution", arXiv:cond-mat/0408067v1.

Clementi, F. veGallegati, M. (2005)"Pareto's Law of Income Distribution: Evidence for Germany, the United Kingdom and the United States, Econophysics of Wealth Distribution", Ed: Arnab Chatterjee, Sudhakar Yarlagadda, Bikas K. Chakrabarti, Italy, Springer, 3-14.

Cockshott, W. P.,Cotrell,A. F.,Michaelson, G.J.,Wright, I.P. ve Yakovenko, V.M. (2009)"Classical Econophysics", Oxford: Routledge.

Coelho, R.,Richmond, P., Barry, J. ve Hutzler, S.(2008)"Double Power Laws in Income and Wealth Distributions", Physica A, 387, 3847-3851.

Daniel, G. veSornette, D. (2008)"Econophysics: Historical Perspectives", arXiv:0802.1416v1

Dragulescu, A. ve Yakovenko, V.M. (2001a)"Exponential And Power-Law Probability Distributions of Wealth And Income In The United Kingdom And The United States", Physica A 299

Dragulescu, A. ve Yakovenko, V.M. (2001b)"Evidence for Exponential Distribution of Income in the USA", The European Physical Journal B, 20, 585-589.

Eren, E. (2015)"(Makro) İktisatta Gelişmeler; Yeni Bir (Makro) İktisada Doğru mu?", YILDIZ Social Science Review, Volume: 1, Issue: 1: 1-35

Eser, R. ve Kırer, H. (2009)"İktisat ve Fizik İlişkisinden, Ekonofizik Kavramına, İktisat", İşletme ve Finans Dergisi, 24 (234): 46-76.

Fıgueira, F.C.,MauraN.J. ve Ribeiro, M.B. (2011)"The Gompertz – Pareto Income Distribution", Physica A, 390, 689-698.

Foley, D. K. (1994)"A Statistical Equilibrium Theory of Markets", Journal of Economic Theory 62:321-345

Foley, D. K.(1996a)"Statistical Equilibrium In a Simple Labor Market", Metroeconomica 47(2):125-147

Foley, D.K.(1996b)"Statistical Equilibrium Models in Economics", http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.37.6884&rep=rep1&type=pdf(31.10.2015)

Foley, D.K.(1999)"Statistical Equilibrium in Economics: Methods, Interpretations, and an Example", Published in: General Equilibrium: Problems and Prospects, London, 95-116

Guilmi, C. D.,Gaffeo, E. ve Gallegati, M. (2003)"Power Law Scaling in the World Income Distribution", Economics Bulletin, Vol 5, No.6, 1-7.

Ikeda, Y.,Fujıwara, Y.,Aoyama, H.,Iyetomi, H. ve Souma, W. (2009)"Superstatistics of Labour Productivity in Manufacturing and Nonmanufacturing Sectors", Economics The Open-Access, Open-Assessment E-Journal, Vol. 3, Iss. 2009-22, 1-17, http://dx.doi.org/10.5018/economics-ejournal.ja.2009-22 (10.10.2014)

Ispolatov, S., Krapıvsky, P. L. veRedner, S. (1998)"Wealth Distributions in Asset Exchange Models", Eur. Phys. J. B. 2: 267-276

Iyetomi, H. (2012)"Labor Productivity Distribution with Negative Temperature", Progress of Theoretical Physics Supplement No. 194, 135-143, http://ptps.oxfordjournals.org/ Erişim Tarihi : 02.11.2015

Jagielski, M. ve Kutner, R. (2012)"Preliminary Comparison of Household's Income In Poland With European Union and Unites States Ones by Using the Statistical Physics Methods", Acta Phys. Pol. A 121 (2B): 47-49

Jagielski, M. ve Kutner, R.(2013a)"Ab Initio Analysis of all Income Society Classes in the European Union", Acta Phys Pol. A. 123: 538-541.

Jagielski, M. ve Kutner, R.(2013b)"Modelling of Income Distribution in the European Union with the Fokker-Planck Equation", Physica A 392: 2130-2138

Jagielski, M. ve Kutner, R.(2013c)"Modelling the Income Distribution in the European Union: An Application for the Initial Analysis of the Recent Worldwide Financial Crisis", arXiv:1312.2362 v1

Jörnsten, K. ve Uboe, J. (2005)"Efficient Statistical Equilibria in Markets", Discussion Paper, Norwegian School of Economics and Business Administration

Kırer, H. ve Eren, E. (2011)"A New Approach to The Personal Income Distribution in Turkey: Econophysics" Econanadolu 2011: Anadolu International Conference in Economics II konferansında sunulan bildiri, Eskişehir, Türkiye, http://www.econanadolu.org/en/files.php?force&file=2011/pdf/Kirer_Eren_ANew.pdf(10.09. 2015)

Kırer, H.,Eser, R. veEren, E. (2011)"The Firm Size Distribution In Turkey's Top 1000", East China University of Science and Technology International Conference on Econophysics ve Econanadolu 2011: Anadolu International Conference in Economics II konferansında sunulan bildiri, http://www.econanadolu.org/en/files.php?force&file=2011/pdf/Kirer_Eser_Eren_FirmSize.pdf(10.09.2015)

Kırer, H. veEren, E. (2012)"Türkiye ve Almanya'nın Kişisel Gelir Dağılımına Ekonofizik Yaklaşım", Marmara Üniversitesi İ.İ.B. Dergisi (Marmara University Journal of Economic and Administrative Sciences), Vol: XXXIII – II, 19-46

Krebs, T. (1997)"Statistical Equilibrium in One-Step Forward Looking Economic Models", Journal of Economic Theory, Vol 73, No 2:365-394

Levy, M. ve Solomon, S. (1997)"New Evidence for the Power Law Distributions of Wealth", Physica A, 242: 90-94

Lisa,N. D. ve Filatrella, G. (2002)"Econophysics: The Emergence of a New Field?", http://www.fisica.unisa.it/giovanni.filatrella/inprint-econophys-%20ndlgf.doc(12.09.2010)

Lydall, H. F.(1959)"The Distribution of Employment Incomes", Econometrica, Vol 27 (1): 110-115

Majumder, A. ve Chakravarty, S.R. (1990)"Distribution of Personal Income: Development of a New Model and Its Applications to US Income Data", Journal of Applied Econometrics, Vol 5: 189-196.

Matteo, T. D., Aste, T. veHyde, S. T. (2003)"Exchanges In Complex Networks: Income And Wealth Distributions", http://arxiv.org/abs/cond-mat/0310544(10.02.2010)

Mikailov, F. veSan, S.E. (2008)"Termodinamik ve İstatistiksel Fizik", İstanbul, Papatya, 1. Basım

MILAKOVIC, M. (2001)"A Statistical Equilibrium Model of Wealth Distribution", https://editorialexpress.com/cgi-bin/conference/download.cgi?db_name=SCE2001&paper_id=214 (05.02.2010)

Mimkes, J.,Frund, T. ve Willis, G. (2002)"Lagrange Statistics in Systems/Markets with Price Constraints: Analysis of Proporty, Car Sales, Marriage and Job Markets by Boltzman Distribution and Cobb Douglas Function", arxiv.org/pdf/cond-mat/0204234.pdf (12.10.2010)

Mirowski, P. (1984)"Physics and the Marginalist Revolution", Cambridge Journal of Economics, 8.

Parrinello, S. veFujmoto, T. (1995)"The Transfer of Statistical Equilibrium From Physics to Economics", http://mpra.ub.uni~munchen.de/308301(12.01.2015)

Patriarca, M.,Chakraborti, A., Kaski, K.ve Germano, G.(2005)"Kinetic Theory Models for the Distribution of Wealth: Power Law From Overlap of Exponentials". In: Chatterjee, A. et al. (eds) Econophysics of Wealth Distributions, Springer, Italy: 93-110

Quevedo, H. ve Quevedo, M.N. (2011)"Statistical Thermodynamics of Economic Systems", arXiv:0903.4216v2 (29.01.2015)

Ragab, Amr; (2008), An Agent-Based Model of Statistical Equilibrium in the Labor Market, Draft, http://www.peri.umass.edu/fileadmin/pdf/UM-NS_Workshop/NewSchool2008/Ragab.PDF Erişim Tarihi:12.10.2015

Ragab, A. (2013)"Three Essays on the Incomes of the Vast Majority", The New School for Social Research, Doktora Tezi

Reed, W. J. (2003)"The Pareto Law of Incomes – an Explanation and an Extension", Physica A, 319, 469-486

Repetowicz, P., StefanH. ve PeterR. (2005)"Dynamics of Money and Income Distributions", Physica A 356: 641-654.

Scharfenaker, E. ve Semienıuk, G. (2015) "A Statistical Equilibrium Approach to the Distribution of Profit Rates", The New School, Working Paper 2015-5, http://www.economicpolicyresearch.org/images/docs/research/political_economy/WP_2015-5_Statistical_Equilibrium_Profit_Rates.pdf (30.10.2015)

Schneider, M. P. A. (2008)"A Comparative Entropy Analysis of the Distribution of Wages and Salaries", Draft, http://www.peri.umass.edu/fileadmin/pdf/UM-NS_Workshop/NewSchool2008/Schneider.pdf(12.10.2014)

Schneider, M. P. A.; (2010) "Essays on the Statistical Mechanics of the Labor Market and Implications for the Distribution of Earned Income", The New School for Social Research, Doktora Tezi

Shaıkh, A.,Papanikolaou, N.ve Wiener, N. (2014)"Race, Gender and The Econophysics of Income Distribution", Physica A 415: 54-60.

Shaikh, A. (2015), "Income Distribution, Piketty and Econophysics", Under review at the Eastern Economics Journal

Sinha, S. (2005)"Evidence for Power Law Tail of the Wealth Distribution in India", arXiv:cond-mat/0502166v1.

Souma, W. (2000)"Universal Structure of the Personal Income Distribution", arXiv:cond-mat/0011373v1.

Taşkan, M. (2011)"Termodinamik", http://80.251.40.59/eng.ankara.edu.tr/ycenger/webekaynak/termodinamik.pdf (03.02.2011)

Venkatasubramanian, V. (2009) "What is Fair Pay for Executives? An Information Theoric Analysis of Wage Distributions, Entropy 11, 766-781

Willis, G. (2011)"Wealth, Income, Earnings and the Statistical Mechanics of Flow Systems", http://mpra.ub.uni-muenchen.de/31139/ Erişim Tarihi : 21.10.2014

Willis, G. ve Mimkes, J. (2004)"Evidence for the Independence of Waged and Unwaged Income, Rvidence for Boltzmann Distributions in Waged Income, and the Outlines of a Coherent Theory of Income Distribution", arxiv.org/pdf/cond-mat/0406694.pdf

Wu, X. (2003)"Calculation Of Maximum Entropy Densities With Application To Income Distribution", Journal of Econometrics 115: 347–354

Yakovenko, V. M. (2008)Econophysics, Statistical Mechanics Approach to, http:arxiv.org/PS_cache/arxiv/pdf/0709/0709.3662v4.pdf (21.12.2009)

Yakovenko, V. M. (2012)"Applications of Statistical Mechanics to Economics: Entropic Origin of the Probability Distribution of Money, Income and Energy Consumption", arXiv:1204.6483v1

Yegorov, Y. (2007)"Econophysics: A Perspective of Matching Two Sciences", Evol Inst. Econ., Rev 4 (1): 143-170

http://www.maths.qmul.ac.uk/~klages/people/msc_qirezi.pdfErişim Tarihi: 12.11.2015

http://www2.ph.ed.ac.uk/~dmarendu/ASP/Section16.pdfErişim Tarihi: 12.11.2015