

**YILDIZ SOCIAL
SCIENCE REVIEW
(YSSR)**

VOLUME: 3 YEAR: November 2017 NUMBER: 2

Available Online:

<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/yssr>

ISSN: 2149-4363

Publisher:

On Behalf of Yıldız Technical University Faculty of Economics and Administrative Sciences
Dean Prof. Kenan AYDIN

Communication:

Phone: +90 212 383 6712
<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/yssr>
e-mail: donduran@yildiz.edu.tr

Address:

YILDIZ Teknik Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi 34210 Esenler/Istanbul/Turkey

Printing Date: 25.12.2017

Printed by: Yıldız Publishing Center Davutpaşa/Istanbul

Front Page Designed by: Mehtap Kul

Logo Designed by: Hasan Öğretmen

Latex Typesetting by: Murat Donduran

Yıldız Social Science Review is a refereed and international journal and published in May and November.

Editorial Board

Honorary Editor Prof. Erdener KAYNAK (Pennsylvania State University, Harrisburg)

Editor in Chief Prof. Murat DONDURAN (Yıldız Technical University, Turkey)

Associate Editors

Prof. Meral UZUNÖZ (Yıldız Technical University, Turkey)

Assoc. Prof. Evren BALTA (Yıldız Technical University, Turkey)

Assoc. Prof. Burak ÜNVEREN (Yıldız Technical University, Turkey)

Assist. Prof. Tolga AKSOY (Yıldız Technical University, Turkey)

Assist. Prof. Yıldırım ÇİÇEN (Gümüşhane University, Turkey)

Assist. Prof. Antonio MASALA (IMT Lucca, Italy)

Assist. Prof. Tuğçe OZANSOY ÇADIRCI (Yıldız Technical University, Turkey)

Assist. Prof. Laçın İdil ÖZTİĞ (Yıldız Technical University, Turkey)

Assist. Prof. Seçkin SUNAL (Yıldız Technical University, Turkey)

Managing Editor RA. Halil ŞİMDİ (Yalova University, Turkey)

Advisory Editorial Board

Prof. John ROEMER (Yale University, USA)

Prof. Wendy CARLIN (University College London, UK)

Prof. Ercan EREN (Yıldız Technical University, Turkey)

Prof. Salih DURER (Yıldız Technical University, Turkey)

Prof. Esin CAN (Yıldız Technical University, Turkey)

Prof. Nevin COŞAR (Yıldız Technical University, Turkey)

Prof. Özden Zeynep OKTAV (Medeniyet University, Turkey)

Prof. Yasir SULEIMAN (University of Cambridge, United Kingdom)

Prof. Gülsün YAY (Yıldız Technical University, Turkey)

Prof. İbrahim KIRCOVA (Yıldız Technical University, Turkey)

Prof. Hüseyin TAŞTAN (Yıldız Technical University, Turkey)

Prof. Remzi ALTUNIŞIK (Sakarya University)

Prof. Coşkun BAYRAK (University of Arkansas at Little Rock-UALR, USA)

Prof. Ercan GEGEZ (Marmara University, Turkey)

Prof. Cemal İBİŞ (Işık University, Turkey)

Prof. Erdoğan KOÇ (Balıkesir University, Turkey)

Prof. Gökhan ÖZER (Gebze Technical University)

Prof. Cengiz YILMAZ (Middle East Technical University, Turkey)

Prof. Fatma DOĞRUEL (Marmara University, Turkey)

Prof. A. Suut DOĞRUEL (Marmara University, Turkey)

Prof. Ahmet DEMİREL (Marmara University, Turkey)

Prof. Ayşegül SEVER (Marmara University, Turkey)

Prof. Faruk SÖNMEZOĞLU (İstanbul University, Turkey)

Prof. Ayşe Betül ÇELİK (Sabancı University, Turkey)

Prof. Ming-Miin YU (National Taiwan Ocean University, Taiwan)

Prof. Cumhuri ERDEM (Abant İzzet Baysal University, Turkey)

Prof. Tevfik YOLDEMİR (Marmara University, Turkey)

Thomas R. MATTAIR (Middle East Policy Council, USA)

Assist Prof. Selim GÜLEŞÇİ (Bocconi University, Italy)

Assist Prof. Güneş GÖKMEN (New School of Economics, Russia)

Dr. Daniele SIENA (Banque de France, France)

Dr. Giuseppe ATTANASI (University of Strasbourg, France)

Dr. Massimo BAGARANI (University Guglielmo Marconi)

Editor's Introduction

It gives me great pleasure to welcome you to the third volume and second issue of YILDIZ Social Science Review for which I have acted as Editor-in-Chief. Prof. Ercan Eren is the guest editor in this issue. He invited all eight papers about network approach and complexity in economics.

In this first issue of third volume YSSR, there are seven papers. Four papers are written in Turkish and four papers are written in English.

The paper is written by Murat Yıldızoğlu from Bordeaux University at France. The paper introduces the evolutionary analysis of complex economic dynamics, discusses the properties of Complex Adaptive Systems in Economics and develops an example model of industry dynamics. Lastly, it gives an analytically organized bibliography to provide the reader with an entry point to an already very large literature.

Second paper's author Mehmet Gençer is from İzmir Ekonomi Üniversitesi. The title of the paper is "A review of methodology of social network analysis". It examines the properties of social network analysis and its contribution to the economics and business research.

Following three papers are about the application of network analysis to the economics. Ercan Eren and Demet Topal Koç focused on the trade between EU countries and Turkey. Sema Soyyiğit and Yasemin Asu Çırpıcı studied input-output network structure analysis of some selected countries. Again, Seman Soyyiğit and Çiğdem Boz examined the global input - output analysis in a network setting.

The sixth paper is written by Ceren Cehreli, Ipek Dursun and Yaman Barlas from Boğaziçi University Istanbul Turkey. The paper uses the system dynamics methodology to analyze speculative dynamics of exchange rates in Turkey. System dynamics is a convenient approach for the nonlinear, dynamic and complex structure.

The seventh paper by Kaan Öğüt from Bahçeşehir University and Serçin Şahin from Yıldız Technical University. They use the same approach like Cehreli, Dursun and Barlas's paper as system dynamics. Their subject is about the asset price movements and the model they used in the analysis is based on Tobin-Blanchard-Samuelson model.

The last paper is written by Rüyâ Eser and Hale Kirer Silva Lecuna from Bandırma Onyedî Eylül University at the department of economics. The study is about the new economic geography approach and spatial complexity approach to spatial economics.

I appreciate the eight papers for the second issue of the third volume of Yıldız Social Science Review.

All comments are welcome.

Prof. Dr. Murat Donduran
Editor-in-Chief
YILDIZ SOCIAL SCIENCE REVIEW (YSSR)

Contents

Evrimsel Dinamikler ve İktisadi Karmaşıklık Murat YILDIZOĞLU	1
Sosyal Ağ Analizi Yöntemlerine Bir Bakış Mehmet Gençer	19
AB Ülkeleri ve Türkiye'nin Ticari İlişkilerine Ağ Yaklaşımı Ercan EREN ve Demet TOPAL KOÇ	35
An Input-Output Network Structure Analysis of Selected Countries Semanur SOYYIĞIT and Yasemin Asu ÇIRPICI	65
Global Input - Output Analysis: A Network Approach Semanur SOYYIĞIT and Çiğdem BOZ	89
Speculative Dynamics of Exchange Rates in Turkey: A System Dynamics Approach Ceren CEHRELİ, İpek DURSUN and Yaman BARLAS	103
A Non-Walrasian Analysis of Asset Price Movements under the Tobin-Blanchard-Samuelson Model: A System Dynamics Approach Kaan ÖĞÜT and SERÇİN ŞAHİN	121
Mekansal İktisat ve Mekansal Kompleksite Üzerine Bir Değerlendirme Rüya ESER ve Hale Kırer Silva Lecuna	137

Evrimsel Dinamikler ve İktisadi Karmaşıklık

Murat Yıldızoğlu
GREThA (UMR CNRS 5113)
Bordo Üniversitesi
Avenue Léon Duguit
33600 Bordo, Fransa
<http://yildizoglu.fr>

Abstract

Evolutionary Dynamics and Economic Complexity. We propose in this article a quick introduction to the evolutionary analysis of complex economic dynamics. When we look at the economic dynamics as resulting from the workings of a Complex Adaptive System (CAS), our attention necessarily focuses on new questions, and our analytical efforts need the development of new modeling methods. After having quickly discussed the properties of CAS in Economics, the article illustrates them more in detail using the example of industrial dynamics where this approach has historically been developed first. This discussion is followed by an introduction to the main methods used for analyzing CAS, and develops an example model of industry dynamics (Nelson & Winter 1892, part V). We also give an analytically organized bibliography to provide the reader with an entry point to an already very large literature.

Keywords: Economic dynamics; Complex adaptive systems; Evolutionary modeling; Learning; Computational economics.

Makale Tarihiçesi: 13 Haziran 2017 alındı. 10 Ağustos 2017 kabul edildi. 25 Aralık 2017 elektronik olarak yayınlandı.

*-(...) Görüyor musun, burada olduğun yerde durabilmek için elinden geldiğince koşmak zorundasın? Eğer başka bir yere gitmek istiyorsan bundan iki kez daha hızlı koşmalısın!*¹

(Kırmızı Kraliçe, Aynanın ötesinde, Lewis Carrol)

1 Uyarlı Karmaşık Sistemler² (UKS) Gözüyle İktisat

Sizin bağışıklık sisteminizin AR-GE yapan şirketlerden oluşan bir endüstriyle ne alakası olabilir diye düşündünüz mü hiç? Bağışıklık sistemimiz birbirinden farklı ve birbiriyle devamlı ilişki

¹“Now, HERE, you see, it takes all the running YOU can do, to keep in the same place. If you want to get somewhere else, you must run at least twice as fast as that !” in *Through the Looking Glass*, Lewis Carrol

²*Complex Adaptive Systems* (Holland, 1995)

içinde binlerce çeşitli elemandan oluşuyor. Sizi bugün hangi dış patojen saldırılardan koruyabileceği de sizin (yani bağışıklık sisteminizin) geçmişte karşılaştığı saldırganlara bağlı. Yani onun tarihi onun bugünkü kabiliyetini belirliyor. Diğer yandan, AR-GE yapan şirketlerden oluşan endüstrinin dinamiği de her an o şirketlerin yenilik yaparak çözmeyi başardıkları sorunlara, aşmayı başardıkları krizlere bağlı. Ama onların bugün karşılaştıkları sorunları çözebilme yetilerini de geçmişte çözmeyi öğrendikleri sorunlar belirliyor aslında. Yani bu dinamik de tarihe çok bağlı bir dinamik ve bağışıklık sistemininkiyle bir çok özelliği paylaşıyor.

Bu ortak özellikler bu endüstrinin bir bağışıklık sistemi olmasından ya da bağışıklık sisteminizin bir endüstri olmasından kaynaklanmıyor. Birini diğerine indirgemek, ya da analogiyle yetinerek analiz etmeye çalışmak doğru sonuç veremez. Bu iki yapının da birer uyarlı karmaşık sistem (UKS) oldukları için o özellikleri paylaşıyorlar. Aslında çevremizde başka alanlarda da bu tür sistemler çok yaygın: örneğin yaşıyan her şehir, arkadaşı çevreniz, bir finans piyasası ve her ekolojik çevre benzer özellikler ve mekanizmalar paylaşıyorlar. Bu tür sistemlerin doğada ve toplumlarda çok yaygın olmasına rağmen, onları ancak yeni yeni gerçekten fark edip anlamaya başlıyoruz. Aşağıda tartışacağımız gibi, onların doğalarının onları indirme yoluyla analiz etmemize izin vermemesine rağmen bizim indirme alışkanlıklarımız onları anlamak için gerekli kavram ve modelleme yöntemleri geliştirmemizi oldukça geciktirdi.

Zaman içinde var olmayı başaran UKS'ler çok çeşitli ve ilişki içinde parçalardan oluşmalarına rağmen iç tutarlılıklarını korumayı başaran sistemler (başaramadıklarında dağılıp yok oluyorlar tabii). Bu tutarlılık evrim içinde oluşuyor ve devam ediyor, parçalar arasındaki alt düzeydeki ilişkilerin kendilerini çevrelerine uyarlayarak gelişmeleri sayesinde sistemin üst düzeylerinde görünen tutarlılıklarını koruyabiliyorlar. Bir şekilde çevrelerine uymayı "öğreniyorlar". Yani bir UKS'nin varoluğu bir dengeye ulaşıp ulaşamamasına değil, değişirken bu tutarlılığını koruyup koruyamamasına bağlı. Temelinde Newton'dan etkilenerek denge odaklı geliştirdiğimiz bilimsel analiz ve modelleme metotları bu sistemleri anlamamızda maalesef çok yardımcı olmadıkları için onları anlamak ve bize sordukları yeni soruları çözmek için yeni metotlar geliştirmek gerekiyor bir çok alanda. Örneğin *Santa Fe Institute* 1984 yılında, Yeni Meksiko'da tüm bu UKS'lerin analizini ve bunun için gerekli olan yeni araştırma metotlarını geliştirmek için, üç Nobel ödüllü araştırmacının (Phil Anderson, Dave Pine ve Murray Gell-Mann) etrafında kuruldu.

İktisat alanında da bir çok olaya ve dinamiğe bakışımız da hızla değişmekte. İktisadi sistemlerin de aslında birer UKS olduğunu anladıkça, geleneksel yaklaşımlarımızın yetersizlikleri ortaya çıkıyor. Sorduğumuz soruya ve ona bağlı olarak seçtiğimiz yaklaşım düzeyine bağlı olarak (ülke, endüstri, şirket, birey...), sistemi oluşturan çeşitli parçacıklara ve onların birbirleriyle olan etkileşimlerinden oluşan dinamiklere ve uyarlılık özelliklerine dikkat vererek eski iktisadi sorulara yeni cevaplar vermeye ve çok yeni sorular sormaya başladık 80'li yıllardan itibaren: devamlı gelen yeni sorunlarla yüz yüze kalan bir kurumun yapısının özellikleri neler olmalıdır? Yenilikler geliştirilerek rekabet içinde olan bir endüstrinin özellikleri nelerdir ve onu yönlendirmek için hangi iktisadi ve teknolojik politikalar geliştirmek lazımdır? Bir çok teşvik politikaları (mesela çevre-sever teknolojileri yaymak için üretilenler) niçin pek etkili olamıyorlar? Avrupa'nın bölgelerinin büyüme dinamikleri nasıl etkileşiyor ve bölgelerin yakınlaşmasını nasıl politikalarla sağlayabiliriz? Kapitalist bir ekonominin gelişme koşulları nelerdir?.. Bunlar ve diğer sorulara gerçekçi cevaplar verebilmek onları birer UKS bakışıyla irdelemeye bağlı ve bu makalede 80'lerden beri iktisatta bu amaçta geliştirmekte olduğumuz bir yaklaşımı sunmaya çalışacağız.

Bu yaklaşım bir UKS olarak her iktisadi sistemin beş temel özelliği olduğuna dikkatimizi çekiyor (Arthur et all., 1997):

1. **Sistem içinde dağınık etkileşim.** İktisadi etkinliklerin doğasını asıl belirleyen o etkinliklerin dahil olduğu sistemin çeşitli parçaları (iktisadi birey³ ve öğelerin) arasındaki etkileşimlerdir. Her bireyin yaptığı tercihlerin sonuçları diğer bireylerin yapmakta oldukları tercihlere ve sistemin o andaki haline bağımlıdır.
2. **Bir orkestra şefinin olmaması.** Sistemin parçalarından hiç biri diğer bireylerin davranış ve inanışlarını düzenleyeme olanağına sahip değildir. Bu durum o davranışların var olan kurumlar ve iktisadi yapılar tarafından yönlendirilmesini dışlamaz.
3. **Devamlı bir uyarlanma.** Onlardan oluşun sistemin içinde ve diğer bireylerle etkileşimlerinde yaşadıkları deneyimin sonucu olarak, bireylerin inançları ve davranışları devamlı bir evrim içindedir.
4. **Sistemde durmaksızın oluşun yenilikler.** Bu devamlı uyarlanma bireylerin karşılaştıkları sorunlar için yarattıkları yeni çözümler sayesinde sisteme devamlı yenilikler (yeni stratejiler, yeni ürünler, yeni pazarlar, yeni teknolojiler, yeni kurumlar...) sokmaları sayesinde oluşur.
5. **Denge dışı dinamikler.** Sistemde oluşun bu devamlı yenilikler akımı ona dengeye ya da toplumsal optimuma varma olanağı pek vermez ve sistemin normal hali denge dışı olmaktadır. Bu koşullarda, bireysel düzeyde de optimal stratejiler oluşamaz ve hatta onları tanımlamak bile imkansızdır. Bu nedenle, iktisadi bireylerin davranışları genelde, Herbert Simon'un tanımıyla, *sınırlı akıllılığa* denk gelir.

Böyle bir iktisadi sistemin dinamikleri ve tümsel özellikleri bireylerin etkileşimleri ve öğrenerek çevrelerine uyma çabaları tarafından belirlenirler. Bu dinamik ve bu özellikleri analiz ederken de sistemin tümsel/makroskopik düzeydeki özellikleri, mikroskopik özelliklere ve onlar hakkında yapılan varsayımlara göre şaşırtıcı sayılabilecek bir şekilde oluşabilirler (sağa yatmış bir kayığı dengelemek için tüm yolcular, mantıklı bir refleksle, sola gidince kayığın suya devrilmesinde olabileceği gibi). Bu tür iktisadi sistemlerin (örneğin bir pazar, bir endüstri, ya da tüm bir ekonomi) dinamiklerini modellerken, hem mikroskopik varsayımlara (özellikle bireylerin etkileşimlerine ve bilişsel süreçlerine) dikkat etmek, hem de bu beklenmeden oluşabilecek tümsel özellikleri göz önüne almak gerekir. Sonuçta, bu sistemleri anlayabilmek için iktisat biliminin geleneksel dikkat noktalarından oldukça daha farklı yeni olayları göz önüne almamız ve modellememiz kaçınılmazdır. Bunu yapabilmek için de yeni analiz metodları ve araçları geliştirmek gerekmektedir.

Bilim tarihi içinde ilk sistematik analizi geliştirilen UKS biyolojik türlerin evrimi oldu ve ilk yaklaşımlar ve araçlar bu alanda kuruldu. Darwin (ve bir ölçüde Huxley) bu tür sistemlerin dinamiklerinin analizin ortaya koyduğu zorluklarla ilk uğraşun araştırmacılar oldular diyebiliriz. Var olan geleneksel yaklaşımların (taksonominin statik yaklaşımıyla, Lamarck'ın teleolojik dinamik analizlerinin) yetersizliğiyle karşılaşın, yeni sorular ve cevaplar geliştirmek zorunda kaldı bu evrim üzerine yapılan çalışmalar. Onların bu çabalarının ve geliştirdikleri kavram ve araçların başka alanlardaki UKS'leri anlamamıza yardım edebileceği zaman içinde ortaya çıktı.

³İktisadi birey ve daha kısa haliyle birey kavramını bu makalede *economic agent* anlamında kullanıyoruz.

Evrimsel mantığın iktisat alanında da dinamikleri anlamamıza yardım edeceği aslında oldukça erken görüldü (Marshall 1890⁴ ve Veblen 1898) ama bu yaklaşımın geliştirilmesi ve yeni sonuçlar vermesi çok daha sonra mümkün olabildi. Sunacağımız yaklaşım bu evrimsel mekanizmaların iktisadi UKS'lerin çağdaş analizlerine yaptığı katkıları üzerine odaklanacak.

Bu yaklaşımın özelliklerini ilk önce iktisatta tarihsel olarak ilk çıkış alanı olan endüstriyel dinamikler alanını örnek alarak, bu alanda ne tür yeniliklere yol açtığını göstererek sunmaya başlayacak bu makale, ikinci bölümünde. Üçüncü bölüm, bu yeni soruları ve analizleri ve analizleri mümkün kılan yeni metodlara kısaca bir giriş oluşturacak. Makalenin bibliyografyası da özellikle geniş olarak verilecektir, okurları bu yeni analizlere ve açılışlara doğru yöneltmek amacıyla.

2 Endüstriyel Dinamiklere Evrimsel Yaklaşım

İktisadi dinamiklere bu yeni gözlerle bakmak iktisadi bireylerin davranışlarına ve bu davranışların etkileşimlerine de yeni bir yaklaşım geliştirmemizi gerektiriyor. Bu davranışları iktisadi denge ve akılcı beklentilerle (*rational expectations*) sınırlamadığımız zaman, onların arasındaki uyumun ortaya çıkış koşulları ve bireylerin öğrenme mekanizmaları tekrar ön plana çıkıyor ve temel iktisadi sorulara temel oluyor.⁵

Evrimsel yaklaşım iktisadi bireylerin akıl kullanmasını ve kendilerine has niyetleri olmasını red etmese de onlara daha gerçekçi bir bakış ve modelleme yapılmasını öneriyor. Bu yaklaşımın gözüyle, bireylerin niyetleri, onların öğrenme süreçleri ve iktisadi sisteme bu öğrenme sayesinde sürekli getirdikleri yenilikler, sistemin bu yeniliklerin başarısızlarını eleyerek seçme mekanizmalarıyla etkileşerek, sistemin dinamiğini (burada evrimini de diyebiliriz) belirliyorlar. Her iktisadi ortam kendine özel "başarı" kriterlerine yol açıyor: endüstri düzeyinde kâr düzeyi önemli bir rol oynayabilirken, emek piyasasında firmalar arası üretkenlik ve verilen ücret farkları ön plana çıkabiliyor. Bu kriterlere göre başarılı olabilen yenilikler sisteme yayılırken, başarısızların payı zaman içinde düşebiliyor. Hangi yeniliğin başarılı olabileceğini önceden bilmekse hiç kolay (ve hatta mümkün) olmuyor bu tür dinamiklerde. UKS'ların temel özelliklerini bu dinamiklerde de gözlemleyebiliyoruz o zaman: ucu tamamen açık, tarihine bağımlı dinamikler bunlar.

Bu bölümde bu çok kısaca tartıştığımız özellikleri daha detaylı olarak sunmaya çalışacağız. İktisadi davranışların gerçekliklerinden başlayarak yenilik getiren ve eleme yapan iktisadi mekanizmalara baktıktan sonra onların etkileşiminin yarattığı dinamiklerin temel özelliklerine döneceğiz. Örnek olarak endüstriyel dinamiklere odaklanacağız bu bölümde.

2.1 İktisadi Bireylerin Niyetleri ve Akılcılığı

Bir UKS'in parçası olan iktisadi bireylerin akıllılığı basit bir eniyileme problemine (*optimization*) indirgenemez genelde. İktisadi deneyler ve iktisadi davranışların zaman içinde çok sık gözlemlenen kalıcılığı (bireylerin koşulları değişmekte olsa bile), eniyilemenin aslında pek gerçek-

⁴"In this matter economists have much to learn from the recent experiences of biology: and Darwin's profound discussion of the question throws a strong light on the difficulties before us." (Marshall 1890, Kitap II, bölüm II)

⁵J. M. Keynes'in düşüncesinin çıkış noktalarının da bu sorunsalla örtüşüyor olması bu soruların uzun zamandır iktisatçıları düşündürdüğünü gösteriyor herhalde, ama Schumpeter'den farklı olarak Keynes sorularını durağan düzeye ve bu düzeydeki uyumsuzluk olanaklarına yöneltti daha çok.

çi olmayan bir yaklaşıml olduğunu açıkça gösteriyor. Eğer bu davranışları anlamak ve modellemek istiyorsak, Herbert Simon'un kurduğu kavramsal çerçeveye dönmemiz gerekiyor (Simon (1955) – Simon (1982)). Bu çerçeve bireylerin akıllarını karşılaştıkları sorunlara kabul edilir çözümler yaratmaya kullandıklarını (yöntemsel akılcılık - *procedural rationality*) kabul ediyor, o sorunlara "en iyi" çözümleri seçebilmek yerine (tözel akılcılık - *substantive rationality*) yerine.⁶ Yöntemsel akılcılığa uyan iktisadi davranışlar genelde basit ve kolay değişmeyen davranış kuralları olarak gözlemleniyor deney ve çalışmalarda. Bu kurallar, bir süre sonra, bireylerin çevrelerinin içinde buldukları sistemin evrimin bir sonucu olarak değişmesiyle, çalışmadıklarını göstermeye başlayınca, bireyler yeni çareler aramaya ve yeni ortama daha uygun yeni davranışlar yaratmaya çalışıyorlar (Simon bu yenilik arama dinamiğine - *tatminlilik - satisficing* adımı veriyor).

2.1.1 Yöntemsel Akıllılık, Tözel Akıllılık

İktisadi bireylerin bu ortamlarda davranışlarına Simon'un bakışını tanımlamak için bazen kullanılan "sınırlı akıllılık" (*bounded rationality*) kavramı yanlış bir his verebiliyor ve olabilecek "sınırsız" bir akıllılığa gönderme yapıldığını düşündürebiliyor. Halbuki Simon'un yaklaşımı çok daha ince ve sağlam. Tümevarımsal bir çabayla oluşturulmuş bir kavram sistemi: kendi büyük şirket ve idarelerde yaptığı gözlemler ve bilişsel psikolojinin onun zamanında vardığı sonuçlardan kalkarak iktisadi bireylerin akıllılığını anlamaya ve temsil etmeye çalışıyor Simon.

"Behavior is substantively rational when it is appropriate to the achievement of given goals within the limits imposed by given conditions and constraints. Notice that, by this definition, the rationality of behavior depends upon the actor in only a single respect - his goals. Given these goals, the rational behavior is determined entirely by the characteristics of the environment in which it takes place. (...) Behavior is procedurally rational when it is the outcome of appropriate deliberation. Its procedural rationality depends on the process that generated it." (Simon (1976), 130-131)

Sonuç olarak, tözel akıllılığın, ancak o akılla sonuçlar belirlenebildiğinde bu sonuçlara varmayı sağlayan yöntemleri bireyler kurduğunda bir anlamı var Simon için. Ama bireylerin akılları genelde eniyiyi aramaya değil, el yordamı ve sezgisel (*heuristic*) bir yöntem kurarak, tatmin edici bir çözümleri bulmaya çalışıyor.

Simon'un yaklaşımının daha gerçekçi olduğunu her birimiz biraz içebakış (*introspection*) yaparak görebiliriz. Ama yine de bu yaklaşımın nasıl iktisat kuramlarına ve modellerine katılabileceği uzun zaman zorluk çıkaran bir soru olarak kaldı ve bu sorunun hala nihai bir cevabı yok diyebiliriz. Bunun nedeni, bireylerin yarattığı çözümlerin özelliklerine bağlı olması. Ve hatta aynı sorun karşısında özellikleri (tarihleri de bu özelliklere dahil tabii) değişik çeşitli bireyler farklı çözümler yaratabiliyorlar. Bu çeşitlilik yöntemsel akıllılığın zenginliğini, ve de onu modellemenin zorluğunu belirleyen bir temel özelliği. Bu özellik onun iktisadi bir sistemde devamlı yeniliğe nasıl yol açtığını da gösteriyor (bu noktaya biraz sonra döneceğiz).

Ama bu zorluğa rağmen modellerimizi bu yöntemsel akıllılığı içerecek şekilde kurmak zorundayız çünkü bir çok çalışma ve insanla deney (bknz. Cohen et Bacdayan (1994)) gerçek iktisadi bireylerin ve kurumların akıllarını böylesi basit ve sezgisel yöntemleri aramaya adadıklarını ve buldukları yöntemleri günbegün birer rutin gibi tekrarlayarak kullandıklarını gösteriyorlar.

⁶Yöntemsel akılcılığın gerçekçiliği üzerine, bknz. Conlisk (1996).

2.1.2 Yöntemsel Akıllığın Uygulanması Olarak Rutinler

Bireylerin günbegün kullandıkları bu karar mekanizmaları firma ve kurumların gerçek hayatta gözlemlenen temel ataletinin (Cohen ve all. 1996) arkasında yatıyor. Hem her firmanın bu tekrarlanan rutinler dağarcığı o firmanın kurumsal ortamına bağımlı, hem de onun çevresinde gelişen küçük değişiklere karşı dayamlı olmasını sağlıyor. Yani bu ataleti kurumların bir zayıflığı olarak görmemeliyiz, çünkü arkalarındaki dayanıklılık arayışı firmaların varolma becerisini belirliyor.

Rutinlerin adları onların otomatik bir boyutu olmasından da geliyor. Her rutinin yapısı onun uygulama koşulları ve uygulandığı zaman gerçekleştirdiği davranışlar arasında kurduğu bir eklemlemeye denk geliyor (Holland ve all. 1989): [Koşul → Davranışlar].⁷

Çevre değiştğinde bu rutinlerin kurumun gözündeki değeri de değişebiliyor. Çevrenin bu davranış kurallarına verdiği tepki kurumun bu değeri öğrenmesini sağlıyor. Bu öğrenme de kurum içinde var olan rutinler üzerinde seçici bir basınç yaratıp, kurumun rutinler dağarcığının evrimini sağlıyor. Bu evrim tabii ki Darwin'in kuramladığı biyolojik evrimden çok daha farklı seçme mekanizmalarıyla gerçekleşiyor.

Nelson et Winter (1982b, bölüm 5) bu yaklaşımı geliştirerek iktisadi birey ve kurumların davranışlarını ve onların ataletini analiz ediyorlar. Aslında bu atalet fikrini ilk olarak Schumpeter (1935/1999)'in ortaya koyuyor. Nelson ve Winter bu rutin dağarcığının ait oldukları kurum içinde oynayabildikleri rollerin ince bir analizini de veriyorlar. Rutinler kurumun hafızasının kristalize olduğu yer olarak, kurumun yeterliliğini onu oluşturan çalışanların bilgi ve yeterliliklerinden oluşturunuyorlar. Kurum içinde bir *barış anlaşması* oluşturarak, bütün mensupların kurumun işleyişine (ve rutinlerin içinde onlara düşen görevlere) gönüllü katılımını sağlıyorlar, gerekli teşvik, ceza ve terfi mekanizmalarını belirleyen bir sosyal sözleşme olarak. Kurumun işleyişini günbegün kontrol ederek onun basit belirsizlikleri ve değişkenlikleri aşabilmesini sağlıyorlar. Kurumun içinde yaratılmış olan çözümleri kristalize edip, onların kopyalanarak çoğalmasını kolaylaştırıyorlar ve firmanın yeni şubeler açmasını ve büyümesini sağlıyorlar. Ama tabii, bir yan etki olarak, bu kolaylanan kopyalama bu çözümünlerin rakip firmalar tarafından taklit edilmesini de kolaylaştırabiliyor.

Nelson ve Winter bu rutinlerin aslında çeşitli zaman ufuklarına ve firmanın değişik kademelerine ait olduğuna dikkatimizi çekiyorlar.

2.1.3 Rutinler Hiyerarşisi, Tatminlilik ve Öğrenme

Nelson ve Winter'i izleyerek bir firmanın rutinlerine baktığımızda onlar arasında bir hiyerarşi görebiliyoruz.

Hiyerarşinin en alt seviyesinde firmanın günbegün işleyişini sağlayan işlemsel rutinler oluyorlar. Onların üzerindeki seviyede firmanın kısa dönem dinamiğini sağlayan bir dönemden öbür döneme geçişi idare eden rutinleri görüyoruz. Bunlar genelde çeşitli yatırım işlemlerini (üretim sermayesi, insan kaynakları, AR-GE) idare eden davranış kuralları oluyorlar. Bir alt seviyedeki rutinlerin kopyalanarak çoğaltılabilmedeki kolaylıkları (ya da zorlukları) bu ikinci seviyedeki büyüme rutinlerinin etkenliğini belirliyor. En üst seviyede Nelson ve Winter'in metarutin diye adlandırdığı, alt seviyelerdeki rutinlerin (örneğin yatırım rutinlerinin) zaman içinde evrimini idare eden rutinleri görüyoruz. Bu rutinler kurumun kendisini çevresinin evrimine uyarlamasını sağlıyorlar. Var olan alt düzey rutinlerinin verdiği sonuçlar tatmin edici olmaz hale

⁷Mesela [Eğer yağmur → Şemsiyeyi al] şeklinde.

geline (örneğin firma bir kaç ay peş peşe pazar payında bir azalma gözlemleyince), o rutinleri gözden geçirmeyi ve gerekirse yerlerine yeni rutinler aramayı sağlayan rutinler bu metarutinler. Örneğin, sorun çıkaran atölyeleri hangi sıklıkla kontrol etmek gerektiğini belirleyen ve o sorunları çözmek için yeni işlemsel rutinler yaratılmasını sağlayan davranış kurallarına denk geliyorlar.

Sonuçta, metarutinler firmaların öğrenme sürecinin gerçekleştiği seviyeyi oluşturuyorlar. Çevresine uyabilmek için firma kendi rutin dağarcığını devamlı olarak uyarlamak zorunda oluyor: Kırmızı Kraliçe'nin ülkesinde olduğu gibi, rutin dağarcığı bu uyarlama yeteneğine yeteri kadar sahip olmayan firmalar pazarlarda ve kurumsal çevrelerinde karşılaştıkları eleyici basınç karşısında yer kaybediyorlar. Bir firma yeni bir rutin yaratıp o basıncı aşmayı başardığındaysa diğer bir başka firma üzerindeki basıncı arttırmış oluyor genelde ve yeni rutinler bulmak bu diğer firmanın sorunu olabiliyor. Yani bir endüstrinin işleyişı tam olarak bir UKS oluşturuyor: sorun çözen her firma yenilik getiriyor endüstriye ve bu yenilik de çözülmesi gereken yeni bir sorun. Bu şekilde sisteme devamlı giren bir yenilik akımı oluşuyor ve sistemin durmak bilmeyen dinamiğini besliyor. Sistemin parçası olan eleme basıncı mekanizması da (endüstri örneğinde rekabetin çeşitli boyutları) bu yenilikleri yönlendiriyor, ve sistemin, onu oluşturan öğelerin ve onların rutin dağarcığının evriminde temel bir rol oynuyor. Yani bir çok seviyede oluşan ve paralel giden bir birlikte evrim (*co-evolution*) oluşuyor sistemin içinde ve onun tümel özelliklerinin evrimini belirliyor.

2.2 İktisadi Dinamiklerde Tarihin Rolü

Yukarıda gözlemlediğimiz bu birlikte evrim sistemin üyeleri ve dönemleri arasında güçlü bir etkileşim yaratıyor. Sonu açık, nereye ulaşacağı önceden tahmin edilemez bu evrim gelişirken sistemin tüm geçmiş hallerine bağımlı oluyor ve hatta bu evrimin açılışı tarihinin en başında gerçekleşen bazı küçük olaylar/kararlar (*small historical events*, Arthur 1989 ve David 1985) tarafından güçlü olarak belirlenebiliyor. Bu araştırmacılar tarafından çok sık verilen bir örneği hatırlatabiliriz burada: mekanik daktiloların kollarını yavaşlatıp karışmalarını engellemek üzere geliştirilmiş olan QWERTY sistemini artık mekanik olmayan ve bu sorunu olmayan elektronik klavyelerde de kullanmaya devam ediyoruz, bu sistemin yazımı hızlandırmak değil, yavaşlatmak üzere kurulmuş olmasına rağmen. Tarihe bağımlılık teknoloji tarihinde bir çok başka örneği olan bir özellik. Bu tarihe bağımlılık hem iktisadi sistemlere tek yönlü (*irreversible*) bir dinamik veriyor, hem de bu dinamiğin varabileceği noktanın öngörülmesini imkansız kılıyor (David 2001, Foray 1991).

Örneğin, bir sektördeki firmalar sorun çözmek için yeni teknolojiler yaratmaya çalışırken, bu çabalar kristalize olup, bir teknoloji paradigmasının oluşmasına olanak verebiliyor (Dosi 1982) ve bu paradigma oluşunca firmaların arayışlarını yönlendiren ve sektörün teknolojisinin evrimini yapılandıran bir güç oluşturabiliyor. Tabii bu güç aynı zamanda o arayışların dar bir alana sıkışmasına ve sektörün de o teknolojiye geri dönülmesi zor bir şekilde bağlanmasına da yol açabiliyor.

Benzer bir şekilde, fakat tüketim bağlamında, Arthur (1989) ortaya çıkan yeni bir ürünün pazarına giren ilk tüketicilerin tercihlerinin o ürünle ilgili standardın oluşmasında ne kadar önemli bir rol oynayabileceğine işaret ediyor. Bu tüketicilerin tercihleri mecburi olarak miyop olduğu için (ürünle ilgili alternatif teknolojilerin değerini önceden bilmek genelde mümkün değil), bu ilk tercihler, her biri bireysel düzeyde akılcıl olsalar da, pazarın tamamının aslında alt etkinlikte olan bir teknolojiye kilitlemesine (*lock-in*) yol açabiliyor. Bu tek yönlü dinamikler

ve onların toplumları kötü düzeyde çözümlere kilitleme olanağı sadece iktisadi dinamiklere ait bir özellik değil. Tüm evrimsel dinamikler (Darwin başından bu dinamiklerin sistemi mutlaka en iyiye çekmek gibi bir özelliği olmadığının altını çiziyor) ve de daha genel olarak UKS'lerin dinamikleri bu tür sonuçlar yaratabiliyor (Schelling 2006).

2.3 Sonu Açık Denge Dışı Dinamikler

Ekonomiyi bir UKS olarak gördüğümüzde, yukarıda tartıştığımız özellikler iktisadi dinamiklere, büyüme ve "Milletlerin zenginliği" – Adam Smith– sorunsalına çok daha farklı bakmamızı gerektiriyor. Bu dinamiğin merkezinde bireylerin davranışlarının eklenmesi sorunu ön plana çıkıyor.

Tümsel akıllılığı, yukarıda tartıştığımız nedenlerden dolayı, yani gerçekçi bir yaklaşım olmadığı için arkamızda bıraktığımızda, geleneksel iktisat yaklaşımının öbür iki temeli de UKS'lerin dinamiklerini çözümlmek için iş görmez hale geliyorlar: denge ve akılcıl beklentiler. Aslında bu geleneksel yaklaşımda bu üç temel elele çalışıyor ve bir tanesini kaldırdığımızda, öbürleri işlevsiz hale geliyor.⁸

Bu dinamikleri anlamak için sistemin tüm hallerini, özellikle denge dışı olanları da, ve koordinasyon problemlerinin sistemi yönlendirebilme gücünü de analiz edebilmemiz gerekiyor. Eğer bu iktisadi dinamikler bireyler arası koordinasyon problemlerini çözüyorsa ve sistemi bir dengeye doğru çekiyorsa, bunu içsel bir şekilde, sistemim makroskopik bir oluşumu olarak gözlemleyebilmemiz gerekiyor, dengeyi en baştan hipotez olarak kabul ederek değil.

Eğer bireyler sistemin belirli bir dengede olduğuna inanamıyorlarsa, akılcıl beklentiler de onların davranışlarını yapılandırmakta ve o beklentileri koordine etmekte pek bir fayda vermiyorlar. Tüm bilgileri kullansalar da, eğer belirli bir dengeye güvenemezlerse, sistemin hangi halini bekleyip ona uygun iyi kararlar alabilir o bireyler? Bu koşullarda, yukarıda tartıştığımız gibi, en iyiye seçme olanağı da yok oluyor onlar için ve tözel akıllılık kabul edilemez bir varsayım oluyor yeniden. Bir UKS içinde, bireylerin tek yapabileceği beklentiler, onların içinde buldukları sistem hakkında, o sistem içindeki yaşadıklarından çıkarsayarak oluşturabildikleri zihinsel modele (*mental model*, Holland et all. 1989, Yıldızoğlu 2001) dayanarak oluşturacakları varsayımlar olabiliyor ancak. Bu zihinsel model sistemin gerçek işleyişinin çok yanlış bir yansıması olabilse de ilk önce, sistem içinde yaşadıkça ve hata yaptıkça bireyler bu modeli sisteme ve onun evrimine uyarlayabiliyorlar. Bu beklentiler bireylerin sistemin gerçek modelini bilmelerini gerektirmiyor. Ayrıca uyarlı beklentilerin Keynes'in ardından geliştirilen ilk kuramlarının tabutuna çivi çakan Lucas eleştirisine de tabi olmuyorlar (bu beklentiler sistemdeki değişikliklere uyma kabiliyetine gerçekten sahip oldukları için – Yıldızoğlu 2001 ve Yıldızoğlu et al. 2014).

Sonuç olarak, UKS'leri anlayabilmemizi sağlayacak bir iktisadi analizden beklememiz gerekenleri özetlersek: sistemi oluşturan bireylerin yöntemsel akıllarını, bireyler arası etkileşimleri, bu etkilerin denge dışı oluşumunu, sistemin denge dışı dinamiğini ve bu sonu açık, tarihe bağımlı dinamiğin özelliklerini göz önüne alan ve irdeleyen bir yaklaşım oluşması gerekiyor. Gelecek bölüm bu yönde ilerlemek amacıyla geliştirdiğimiz modelleme ve irdeleme yöntemlerini çok kısa bir şekilde tanıtacak.

⁸Bu konuyu burada daha fazla açmamız mümkün değil ama edebiyatta denge dışı Walrasvari modeller geliştirme çabaları (80'lerdeki non-Walrasian makro modelleri - Benassy 1993) , ya da yakın zamandaki DSGE modellerine öğrenme sokma çabaları (Evans ve Honkapohja 2001) hep epistemolojik tökezlemelere yol açtılar.

3 Evrimsel Analizin Temel Metotları

Buraya kadar olan tartışmamız sanırım bir UKS'le karşı karşıya kaldığımızda onun işleyişi hakkında geçerli varsayımlar ve kuramlar kurmanın çok kolay olmadığına açık olarak işaret ediyor. Sistemin yaratacağı makroskopik özellikleri ve onların mikroskopik temellerini anlamının da kolay olmadığı görünüyor. Sisteme tüme varımsal bir yaklaşımla bakmak mecburi oluyor bu koşullarda. Sistem üzerine gözlem biriktirmekle işe başlayıp, onlardan kalkarak sistemin işleyişi üzerine hipotezler geliştirdikten sonra ancak kavramsal bir teori ve ardından da bir modellemeye doğru ilerlemek mümkün oluyor. Modeller kavramsal teorinin iç tutarlılığını test etmemize, teorimizi yeni sonuçlarla geliştirmemize ve yeni sorular sorup, yeni veriler toplamak için sisteme geri dönmemize olanak sağlıyorlar.

3.1 Tümevarımla Yaklaşım: Belirgin Özellikler ve Kavramsal Kuramlar

Bilim tarihinde ilk defa bir UKS'le sistematik olarak cebelleşen araştırmacı olarak görebileceğimiz Charles Darwin kaşısındaki sisteme yaklaşımını şöyle anlatıyor:

When on board H.M.S. Beagle, as naturalist, I was much struck with certain facts in the distribution of the organic beings inhabiting South America, and in the geological relations of the present to the past inhabitants of that continent. These facts, as will be seen in the latter chapters of this volume, seemed to throw some light on the origin of species—that mystery of mysteries, as it has been called by one of our greatest philosophers. On my return home, it occurred to me, in 1837, that something might perhaps be made out on this question by patiently accumulating and reflecting on all sorts of facts which could possibly have any bearing on it. (Charles Darwin (1859/1998), p .3)

Dünya turundan dönüşünden sonra Darwin 20 yıl boyunca türlerin evrimi üzerine yorulmadan veri biriktirdi ve bu verileri birleştirerek bu evrimin nasıl olabileceği hakkında hipotezler ve kavramsal bir kuram geliştirdi. Vardığı sonuçların isbatıysa daha sonra, genetik biliminin ve moleküler biyolojinin gelişmesiyle gerçekleşebildi. Buradan Darwin'in teori kurmakta beceriksiz olduğu sonucunu çıkarmayalım.

Darwin'in geçtiği yol yeni bir UKS üzerine çalışan her araştırmacıyı bekliyor. Sistemin nasıl çalıştığı hakkında küçük bir fikir geliştirebilmek için onu yakından incelemek ve onun hakkında gözlem biriktirip, onlardan kalkarak hipotezler oluşturmak aslında mecburi oluyor. Bu hipotezleri yeteri kadar zenginleştirip, bir neden-sonuç yumağı oluşturabildiğimizde de bu yumak kavramsal kuramımızı oluşturuyor: nedensellik ilişkilerinden oluşan niteliksel bir kuram. Nelson ve Winter bu yaklaşımı " *appreciative theorizing* " adı veriyorlar.

3.2 Kavramsal Kuramlardan Modellere Doğru

Kavramsal kuramımızı oluşturduktan sonra onun iç tutarlılığını test etmemiz gerekiyor. Bunun için kuramın ince özellikleri hakkındaki boşlukları da doldurup, onun işleyişini formel bir şekilde tanımlamamızı sağlayabilecek bir model oluşturuyoruz. Karşımızdaki bir UKS olduğu için, bu modellemeden beklediğimiz belirli özellikler var: Bu modelleme

- her UKS'in işleyişinde merkezi rol oynadıkları için, bireyler arasındaki etkileşimlerinin yapısını detaylı olarak yansıtmalı;
- bu etkileşimlerin tümsel sonuçlarını ve sistemin onlardan oluşan özelliklerini analiz etmemizi sağlamalı;
- sistemin evrimini zaman içinde gözlemlememize izin vermeli;
- ne tözel akıllılığa, ne de denge özelliklerine bağımlı olmamalı ve denge dışı dinamikleri analiz etmemize izin vermeli;
- sisteme yeni iktisadi ve sosyal politikalar somamıza ve onların olası sonuçlarını analiz etmemize yer açmalı;
- gerektiğinde bireylerin etkileşimin olduğu mekan/ağları da temsil edebilmeli.

Bu tür bir modellemeyi başarmak için yeni model türleri geliştirmemiz gerekiyor. Bu yöndeki çabalarımız yukarıda sözünü ettiğimiz Santa Fe Institute'de başladı. UKS'lerin şimdiye kadar tartıştığımız tüm özelliklerinden dolayı, analitik modelleme yoluyla ilerleme mümkün olmadığı için, bilgisayar üzerinde modelleme ve simülasyon yoluyla o modelleri analiz etme yolu seçtik. Çok Bireyli Modeller⁹ (ÇBM) tam bunun için geliştirildiler.

3.3 Kavramsal Kuramlardan Çok Bireyli Modellere (ÇBM)

Karşımızdaki iktisadi UKS'in işleyişini anlayabilmek için onun hakkında oluşturduğumuz kuramdan kalkarak onun bilgisayarda işleyecek bir kopyasını, yani suni bir ekonomiye denk gelen bir programı, kuruyoruz. Bu ekonomi bir ÇBM olarak kuruluyor:

1. Sistemi oluşturan çeşitli bireyleri (tüketiciler, firmalar, kurumlar, politika merkezleri...) yaratıyoruz;
2. Bu bireylerin davranışlarının evrimini (onların sisteme uyarlanışını ve öğrenme mekanizmalarını) belirliyoruz;
3. Bireyler arasındaki etkileşim mekanizmalarını ve onların yer aldığı ortamları (pazarlar, ağlar, mekanlar ...) tanımlıyoruz;
4. sadece tümsel düzeyde oluşan dinamikler varsa onları belirleyen mekanizmaları koyuyoruz;
5. Sistemin ve oluşturan bireylerin hangi özelliklerini gözlemlememiz gerektiğine karar verip, onları yazıp veri tabanı oluşturmak için gerekeni yapıyoruz;
6. ekonominin başlangıç noktasını ve parametrelerini belirleyen verileri seçiyoruz ve o ekonomiyi kaç dönem boyunca gözlemlemek istediğimize karar veriyoruz.

⁹ *Agent-based Models (ABM)*

Bu ekonomiyi bilgisayarda çalıştırarak seçtiğimiz kadar dönem yaşamasına izin veriyoruz. Yaşarken onun evrimini izlememizi ekranda çizilen grafiklerle izleyebiliyoruz genelde. Ama asıl olarak analizimizi, seçtiğimiz koşullara bağlı olarak, simülasyonun sonunda gözlemlemek istediğimiz değişkenlerden oluşan (genelde oldukça geniş) veri tabanı üzerinde kuruyoruz (Şekil 1). O veri tabanını istatistik, ekonometri ve *data mining* metodlarıyla analiz edip sistemin oluşan özelliklerini gözlemliyoruz. Genelde bu özellikler seçtiğimiz başlangıç noktası ve parametre değerlerine bağımlı oluyorlar ve onların hassasiyetini analiz edebilmek için bir deney metodu geliştirmek gerekiyor. Bu konu çok hızla gelişmekte olsa da burada iki metodu kısaca gözden geçirebiliriz.

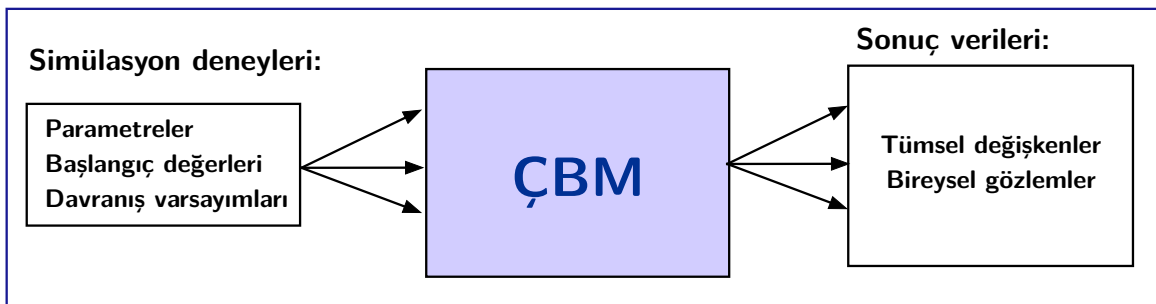
En eskiden beri kullanılan deneysel metod olan Monte Carlo simülasyonlarıyla bu parametre ve başlangıç uzayını gezip, değişik noktaların yol açabileceği değişik simülasyon sonuçları hakkında bilgi toplamak mümkün. Bu bilgi sayesinde hangi sonuçların bazı başlangıç noktalarına hassas olduğunu ve hangi sonuçların da oldukça genel bir şekilde gözlemlenebildiğini anlamaya çalışıyoruz.

Bunun için, yeterli (büyük) sayıda başlangıç noktasını rastlantısal olarak seçip, her birinde başlattığımız o büyük sayıda simülasyonlardan elde ettiğimiz verileri istatistik ve ekonometri kullanarak analiz ediyoruz. Bu büyük sayı bizim parametre ve başlangıç uzayını oldukça iyi kaplayarak sistemin davranışı hakkında oldukça genel bir bilgi edinmemizi sağlıyor. Fakat bu büyük sayıda simülasyonu gerçekleştirmenin önemli bir bilgisayar zamanı maliyeti de oluyor. Bunu göze alarak ve bu masrafı azaltmak için, daha tutumlu metodlar geliştirdik. Sınırlandırarak tekrarlanan Monte Carlo metodları (*iterative Monte Carlo*) gibi. Ama daha da tutumlu metodlar mümkün.

Örneğin Salle & Yıldızoğlu (2014) simülasyon sayısını önemli oranda azaltmamızı sağlayan bir denek tasarımı öneriyor. Bu tasarımda, parametre uzayından alınan numuneler, uzayı en sistemli bir şekilde kapsayacak, ama aynı alanı hiç bir koşul altında boş yere iki kere simülasyonda kullanmayacak şekilde seçiliyorlar¹⁰. Elde edilen sonuçlar maden aramada geliştirilmiş bir ekonometrik metot (kriging) kullanılarak, bu az sayıdaki numunelerden parametrelerin rolü üstüne en geniş bilgi elde edilebiliyor. Bu makalede gösterildiği gibi, pek zengin olmayan bir modelde bile, normal ekonometri teknikleriyle belirlenmesi için 10000 tane Monte Carlo simülasyonu gerektiren parametre rolleri bu teknikle sadece 85 simülasyonda elde edilebiliyor. Bilgisayar zamanı maliyeti açısından çok büyük bir fark görebiliyoruz bu iki yaklaşım arasında.

Eğer modeldeki mekanizmaların bazıları rastlantıya dayalıysa, o zaman elde ettiğimiz sonuçların olası özel rastlantı zincirlerine bağımlı olmadığını da kontrol etmemiz gerekiyor. Bunun için

¹⁰ *Nearly Orthogonal Latin Hyper Cubes* (Cioppa et al. 2007).



Şekil 1: ÇBM ve simülasyonla irdeleme

de modeli, aynı parametre değerleri ama değişik rastlantı zinciri çekirdeği kullanarak yeteri defa yeniden tekrarlamamız ve parametrelerin görevini araştırırken tüm bu değişik çekirdeklerden gelen verileri beraber analiz etmemiz gerekiyor.

Bu noktalara itina ettiğimizde bu karmaşık ekonomide ortaya çıkacak dinamikler ve çeşitli iktisadi faktörlerin (parametreler ve var sayılan değişik davranış türleri) bu dinamikleri nasıl şekillendirdiği hakkında sağlam sonuçlar elde edebiliyoruz.

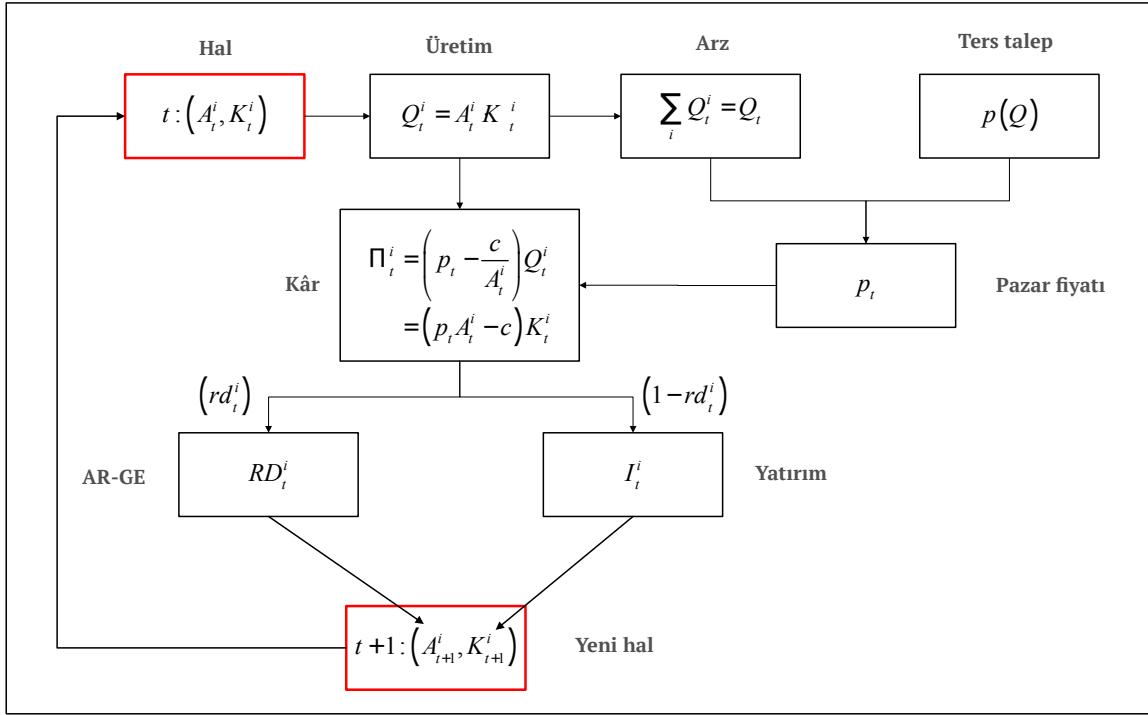
Bu analizleri yapabilmek için ilk önce modeli bilgisayar hafızasında kurmamız gerekiyor tabii. Bunu bilinen bilgisayar dillerini (C, C++, Java, Python, vb) kullanarak yapmak mümkün ama ÇBM kurmak üzere özellikle geliştirilmiş ve bunun için önemli kolaylıklar sağlayan bir platformu kullanmak çok daha kolay oluyor. *Santa Fe Institute*'da erkence geliştirilen SWARM platformu bunların en eskisi ve en iyi bilineni. Oldukça güçlü olmasına rağmen, ObjectiveC dilinde geliştirildiği için hem az yayılan hem de oldukça yavaş olan bir platform oldu uzun süre (Apple'ın ObjectiveC'yi sisteminin göbeğine koymasından önceki bir tarihte oldu bu gelişim). SWARM'ın Java versiyonu, RePast daha kolay öğrenilmeyi ve kullanılmayı sağlamak üzere geliştirildi. ÇBM'lerin yayılmasını daha da kolaylaştırmak için geliştirilen NetLogo'ysa bugün en yaygın kullanılan ve öğrencilere öğretilmesi en kolay olan platform olarak görülüyor.¹¹ Tüm bu platformlar bedava ve kodu açık sistemler. Ayrıca üniversiteler tarafından geliştiriliyorlar ve düzenli bir yatırımdan faydalanıyorlar. Bu nedenlerden dolayı bunları zaman zaman yaratılmış ama sonra kendi haline bırakılmış tonlarca başka platformdan daha üstün ve kullanışlı olarak ön plana koyuyoruz bu sunumda.

3.4 Örnek Model: Nelson & Winter'in Endüstri Dinamikleri Modeli (1982)

Nelson ve Winter AR-GE yapan ve devamlı yenilikler yaratan firmalardan oluşan bir endüstrinin dinamiklerini anlayabilmek için basit bir model öneriyorlar (Nelson & Winter, 1982a,b). Model olabildiğince basit kurulmasına rağmen, mekanizmaları yenilik geliştirme ve firma stratejileri konusunda biriktirilmif olan verisel edebiyatta gördüğümüz temel özellikler üzerine yapılandırılıyor ve model Schumpeter'in kelimelerle tarif ettiği iktisadi dinamiği teste koymak amacını güdüyor. Aynı amaçla, davranışlar yöntemsel akıllılık ve rutin olarak modelleniyor ve endüstrinin temel özelliklerinin (fiyat, firma karları, endüstriyel yığılma) evrimi içselleştiriliyor bu modelde. Çok basit bir yapı ve davranışlar altında oldukça zengin ve ilginç endüstri dinamikleri gösterebilen bir model.

Modelin ne kadar basit olduğunu şekil 2'de görebiliriz. Belirlenmiş sayıda firmadan oluşan ve tek bir ürünü sadece fiziki sermaye kullanarak üreten basit bir endüstri söz konusu bu modelde. Tarihinin başında ve her döneminde her firmanın hali elindeki fiziki sermaye (K^i) miktarını ve firmanın teknolojik bilgi seviyesi sayesinde bu sermayeden elde edebildiği üretimi (A^i) kapsıyor. Sermayenin her birimi sabit bir kullanım maliyeti (c) gerektiriyor. AR-GE yapan firmalar bilgi seviyelerini yükseltip sermayeyi daha etkili kullanmayı sağlayan yenilikler keşfedebiliyorlar. Ya da daha ileri bir tekniği keşfetmiş olan bir rakiplerini taklit etme şansına ulaşabiliyorlar. Bu iki teknolojik ilerleme olanağı da rastlantısal boyut içeriyorlar. Model AR-GE ve yeniliğe ulaşma arasında bir çok gözlemsel çalışmada altı çizilen karmaşık ilişkiyi bu şekilde içine alıyor. Sermaye miktarına ve sermayesinin ortalama üretkenliğine göre her firma ürün üretiyor ve pazara sunuyor. UKS yaklaşımıyla tam örtüşmese de, hem modeli basit

¹¹<https://ccl.northwestern.edu/netlogo/>



Şekil 2: Nelson ve Winter'in modelinin yapısı

tutmak, hem de Schumpeter'in kuramladığı döngüsel evrime yaklaşabilmek için model ürün pazarının çalışmasını döneysel denge olarak kuruyor (eksiksiz bir UKS bu pazarın işleyişini ve üzerinde arz ve talebin nasıl, dengenin oluşmasını beklemeden, karşılaştığını da kurardı): firmaların ürünlerinin tamamı fiyatın uyarlanması sonucu tüketiciler tarafından alınıyor her dönem. Oluşan fiyat ve firmaların kişisel özellikleri her firmanın elde ettiği kârı belirliyor: $\pi_{ii} = (p_t - c/A_{it}) Q_{it}$.

Üretim arttığında fiyat da düşüyor tabii. Bu durumda eğer endüstrideki diğer firmalar üretkenliliklerini yenilikler sayesinde arttırabiliyorlarsa ve toplam arz artıyorsa, her firma düşen bir fiyatla karşılaşılıyor ve eğer ortalama maliyetini aynı hızla düşüremezse, kârı mutlaka düşüyor. Firmanın kârını korumasının tek yolu o maliyeti düşürmek. Yukarıdaki kâr denkleminde görebildiğimiz gibi, bu maliyeti düşürmenin tek yolu da üretkenliğini en az endüstri ortalaması kadar hızlı arttırabilmek (c sabit olduğu için, c/A_i düşürmenin tek yolu A_i 'nin artması). Yani endüstri ortalamasının altında AR-GE yapan firmalar kâr oranlarının düştüğünü görüyorlar ve bu endüstrinin işleyiş makalenin açılışında verdiğimiz Kırmızı Kraliçe'nin memleketi örneğine çok benzer bir şekilde oluyor. Bu eleme mekanizması firmaların büyüme koşullarını ve büyüme sayesinde elde edebildikleri pazar paylarının evrimini içselleştiriyor ve belirliyor. Endüstrinin ve firmaların evrimi teknolojik ilerleme tarafından koşullandırılıyor bu modelde. Bu basit model tarihe bağımlılık, firmalar arasında çeşitliliğin içsel olarak ortaya çıkması gibi UKS'lere ait olduğunu gördüğümüz diğer özellikleri ve de ilginç dinamikleri de sergiliyor.¹²

¹²Web sitemdeki Java programını kullanarak bu modelle deneyler yapabilirsiniz: <http://www.yildizoglu.fr/software/>

4 Sonuç Yeri

İktisadi dinamiklere Karmaşıklık kuramı bakışıyla yaklaşıma bir giriş olarak yazdığımız bu makalede bugün artık çok gelişmiş ve çeşitlenmiş bir edebiyatın tamamını sergileme olanağımız maalesef yok. Ekonomiyi bir Uyarlı Karmaşık Sistem (UKS) olarak görmenin getirebileceği açılımları göstermek ve bu yaklaşımın geliştirdiği temel metotları sunmaya çalıştık burada. Bu sunuştan kalkarak bilgisini daha derinleştirmek isteyebilecek okurlara yardım etmek için bu geniş edebiyata giriş noktaları öneren biraz analitik bir bibliyografyayla bu sunuşu tamamlamaya çabaladık.

5 Bibliyografya ve edebiyata giriş noktaları

5.1 UKS'lere giriş

Auyang, S. Y. (1999) *Foundations of Complex-System Theories in Economics, Evolutionary Biology and Statistical Physics*, Cambridge University Press.

Holland, J.H. (1992). *Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence*. Cambridge, MA: MIT Press.

Holland, J. H. (1995) *Hidden Order, How Adaptation Builds Complexity*, Addison-Wesley.

5.2 ÇBM'lere giriş ve metodlar

Cioppa, Thomas M., & Lucas, Thomas W. 2007. Efficient Nearly Orthogonal and Space-Filling Latin Hypercubes. *Technometrics*, 49(1), 45–55.

Railsback, Steven F., & Grimm, Volker. 2012. *Agent-based and Individual-based Modeling. A practical introduction*. Princeton University Press.

Salle, Isabelle, & Yıldızoğlu, Murat. (2014). Efficient Sampling and Metamodeling for Computational Economic Models. *Computational Economics*, 44(4), 507–536.

Wilensky, Uri, & Rand, William. (2015). *An introduction to Agent-based Modeling. Modeling natural, social, and engineered complex systems with NetLogo*. MIT Press.

5.3 Evrim ve iktisada UKS gözüyle evrimsel bakış

Alchian, A.A. (1950/1993). Uncertainty, Evolution, and Economic Theory, in U. Witt (Ed.), *Evolutionary Economics* (pp. 65 - 75), Hants:Edward Elgar Publishing.

Andersen, E.S. (1994) *Evolutionary Economics*, Pinter Publishers.

Arthur, W. B. and Durlauf, S. and Lane, D. A. (1997) *The Economy as an Evolving Complex System II* Addison-Wesley, 1997.

Darwin, C. (1859/1998). *The Origin of Species*. Hertfordshire: Wordworth Editions.

Dennett, D.C. (1996). *Darwin's Dangerous Idea*. New York: Touchstone Books (Simon and Schuster).

Ersin, E. & Şahin S. (eds). (2017), *Kompleksite ve iktisat*, Efil yayınevi, İstanbul.

Hodgson, G.M. (1994). *Economics and Evolution*. Cambridge: UK: Polity Press.

Nelson, R.R. and Winter, S. (1982a). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. London: The Belknap Press of Harvard University.

Schelling, Thomas C. (2006). *Micromotives and Macrobehavior*. W.W. Norton.

Schumpeter, J.A. (1987). *Capitalism, Socialism and Democracy*. London: Unwin.

Veblen, T. (1898). Why is Economics not an Evolutionary Science? *The Quarterly Journal of Economics*, 12(4), 373–397.

5.4 Yöntemsel akıl ve birey davranışları

Arthur, W.B. (1991) Designing Economic Agents That Act Like Human Agents: A Behavioral Approach to Bounded Rationality, *American Economic Review*, Papers and Proceedings, **81** , 353-359.

Cohen, M. D., Bacdayan, P. (1994) Organizational Routines Are Stored as Procedural Memory: Evidence from a Laboratory Study, *Organization Science*, **5**, 554-568.

Cohen, M.D., Burkhart, R., Dosi, G., Egidi, M., Marengo, L., Warglien, M. and Winter, S. (1996) Routines and other recurring action patterns of organizations: contemporary research issues. *Industrial and Corporate Change*, **5**, 653 - 698.

Conlisk, J. (1996) Why bounded rationality. *Journal of Economic Literature*, **34**, 668-701.

Dosi, G., Marengo, L., Bassani, A. and Valente, M. (1999) Norms as Emergent Properties of Adaptative Learning: The Case of Economic Routines. *Journal of Evolutionary Economics*, **9**, 5-26.

Holland, J.H., Holyoak, K.J. and Thagard, P.R. (1989). *Induction. Processes of Inference, Learning, and Discovery*. Cambridge:MA: MIT Press.

Holland, J. and Miller, J.H. (1991) Artificial Adaptive Agents in Economic Theory. *American Economic Review Papers and Proceedings*, **81**, 363 - 370.

Simon, H.A. (1955) A Behavioral Model of Rational Choice. *Quarterly Journal of Economics*, **69**, 99 - 118.

Simon, H.A. (1972). Theories of Bounded Rationality. In Radner, C. B. and Radner, R. (Ed.), *Decision and Organization* (pp. 161 - 176). Amsterdam:North-Holland.

Simon, H.A. (1976). From Substantial to Procedural Rationality. In Latsis, S. J. (Ed.), *Method and Appraisal in Economics* (pp. 129 - 148). Cambridge:Cambridge University Press.

Simon, H.A. (1978) Rationality as Process and as Product of Thought. *American Economic Review*, **68(2)**, 1 - 16.

Simon, H.A. (1982). *Models of Bounded Rationality*. Cambridge: MA: The MIT Press.

Yildizoglu, M. (2001) Connecting Adaptive Behaviour and Expectations in Models of Innovation: The Potential Role of Artificial Neural Networks. *European Journal of Economics and Social Systems*, **15**, 203 - 220.

Yildizoglu, M. (2002) Competing R&D Strategies in an Evolutionary Industry Model. *Computational Economics*, **19**, 52 - 65.

Yildizoglu, Murat, Sénégas, Marc-Alexandre, Salle, Isabelle, & Zumpe, Martin. (2014). Learning the optimal buffer-stock consumption rule of Carroll. *Macroeconomic Dynamics*, 18(4), 727–75.

5.5 Teknolojik ve endüstriyel dinamikler

Arthur, W. B. (1989) Competing Technologies, Increasing Returns and Lock-in by Small Historical Events, *The Economic Journal*, 99 , 116-131.

Cohen, W.W., Levinthal D.A. (1989) Innovation and Learning: The Two Faces of R&D, *Economic Journal*, **99** , 569-596.

Cohen, W. W, Levinthal, D. (1990) Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, *Administrative Science Quarterly*, **35** , 128-152

David, P.A. (1985) Clio and the Economics of QWERTY. *American Economic Review*, **75**, 323 - 337.

David, P. A. (2001) Path dependence, its critics and the quest for 'historical economics', in A. Garrouste, P. and Ioannides, S (ed.) *Evolution and Path Dependence in Economic Ideas*, Edward Elgar, 2001.

Dosi, G. (1982) Technological paradigms and technological trajectories, *Research Policy*, **11** , 147-162.

Dosi, G. (1988) Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation, *Journal of Economic Literature*, **26**, 1120-1171.

Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. and Soete, L. (1988). *Technical change and Economic Theory*. London and New York: Pinter Publishers.

Dosi, Giovanni, & Nelson, Richard R. (2010.) Technical Change And Industrial Dynamics As Evolutionary Processes. Chap. 3 of: Hall, Bronwyn, & Rosenberg, Nathan (eds), *Handbook of The Economics of Innovation*, vol. 1. North-Holland.

Iwai, K. (1984) Schumpeterian Dynamics I: Technological Progress, Firm Growth and Economic Selection. *Journal of Economic Behavior and Organization*, **5**, 321 - 51.

Iwai, K. (1984b) Schumpeterian Dynamics, Part II: Technological Progress, Firm Growth and "Economic Selection. *Journal of Economic Behavior and Organization*, **5**, 321 - 351.

Jonard, N. and Yildizoglu, M. (1998) Technological Diversity in an Evolutionary Industry Model with Localized Learning and Network Externalities. *Structural Change and Economic Dynamics*, **9(1)**, 35 - 55.

Jonard, N. and Yildizoglu, M. (1999). *Sources of Technological Diversity*. Paris: Cahiers de l'innovation, no.99030, CNRS, <http://yildizoglu.fr/>.

Malerba, F., L. Orsenigo (1997) Technological regimes and sectoral patterns of innovative activities, *Industrial and Corporate Change*, **6** , 83-117.

Malerba, F. (2002) Sectoral systems of innovation and production, *Research Policy* , **31** , 247-264.

Nelson, R. R., & Winter, S. 1(982a). The Schumpeterian Tradeoff Revisited. *The American Economic Review*, **72**, 114-132.

Pavitt, K. (1984) Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a taxonomy and a Theory, *Research Policy*, **13**, 343-373.

Vallée, T. & Yildizoglu M. (2006) Social and Technological Efficiency of Patent Systems, *Journal of Evolutionary Economics*, **16**,189-206.

5.6 Firmaların iç organizasyonları ve dinamikleri

Dupouet, O., Yildizoglu, M. and Cohendet, P. (2002) Morphogenèse Des Communautés de Pratique. *Revue d'Economie Industrielle*, **103**, 91-110.

Dupouët, O. and Yildizoglu, M. (2006) Organizational performance in hierarchies and communities of practice. *Journal of Economic Behaviour and Organization*, **61**, 668-690, 2006.

Marengo, L. (1992) Coordination and Organizational Learning in the Firm. *Journal of Evolutionary Economics*, **2**, 313 - 326.

Rosenberg, Nathan. (1984). *Inside the Black Box: Technology and Economics*. Cambridge:UK: Cambridge University Press.

Teece, David. (1986). Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, 15.

Teece, David J., Rumelt, Richard, Dosi, Giovanni, & Winter, Sidney. (1994). Understanding Corporate Coherence: Theory and Evidence. *Journal of Economic Behaviour and Organization*, 23, 1–30.

5.7 Makroiktisat ve büyüme

Delli Gatti, Domenico, Gaffeo, Edoardo, Gallegati, Mauro, & Palestrini, Gianfranco Giulioni Antonio. (2008). *Emergent Macroeconomics. An Agent-Based Approach to Business Fluctuations*. Berlin: Springer.

Delli Gatti, D., Gaffeo, E., & Gallegati, M. 2010. Complex agent-based macroeconomics: a research agenda for a new paradigm. *Journal of Economic Interaction and Coordination*, 5(2), pp. 111–135.

Nelson, Richard R. 1996. *The Sources of Economic Growth*. Cambridge:MA: Harvard University Press.

Salle, Isabelle, Yildizoglu, Murat, & Sénégas, Marc-Alexandre. 2017a. Coordination through Social Learning in a General Equilibrium Model. *Journal of Economic Behavior & Organization*, basımda.

Salle, Isabelle, Yildizoglu, Murat, & Sénégas, Marc-Alexandre. 2017b. How Transparent About Its Inflation Target Should a Central Bank be? An Agent-Based Model Assessment. *Journal of Evolutionary Economics*, basımda.

Silverberg, G. & Verspagen, B. (2005) *Evolutionary Theorizing on Economic Growth*, Dopfer, K. (ed.) *The Evolutionary Foundations of Economics*, Cambridge University Press.

Silverberg, G. and Yildizoglu, M. (2002) An Evolutionary Interpretation of the Aghion & Howitt (1992) Model, Université Montesquieu Bordeaux IV, *Working Papers of E3i*, <http://yildizoglu.fr>.

Tesfatsion, L. (2006). Post Walrasian Macroeconomics: Beyond the Dynamic Stochastic General Equilibrium Model. in D. Colander, ed., *Agent-based computational modelling and macroeconomics*, Cambridge University Press, Cambridge.

5.8 Makalede kullanılan diğer referanslar

Benassy, Jean-Pascal. (1993). Nonclearing Markets: Microeconomic Concepts and Macroeconomic Applications. *Journal of Economic Literature*, 31(2), 732–61.

Evans, G. W., & Honkapohja, S. (2001). *Learning and Expectations in Macroeconomics*. Princeton University Press.

Marshall, A. (1890) *Principles of Economics*. 8th edn. London: Macmillan and Co.

Sosyal Ağ Analizi Yöntemlerine Bir Bakış

Mehmet Gençer*

Özet

Ağ analizi yöntemleri sosyal bilimlerin birçok alanındaki araştırmalarda önemi bir katkı potansiyeli içermektedir. Bu makalede ağ analizi yaklaşımının özellikleri ve olası katkıları özetlenmektedir. Sosyal sistemlerin incelenmesi için ağ analizi yaklaşımı bileşen odaklı analiz yaklaşımlarının tamamlayıcısı olarak konumlandırılmaktadır. Bu yaklaşımın ve ilgili yöntemlerin açıklayıcı potansiyeli gerek literatür gerekse örnekler üzerinden sergilenmektedir. Ağ analizi için analiz konusu olgunun odaklanması, verilerin toplanması, ve bu verilerden üretilebilecek temel metriklerin özgün anlamları incelenmektedir.

Anahtar Kelime: Sosyal Ağlar, Ağ Analizi, Sosyal Sistemler

Makale Tarihiçesi: 14 Ağustos 2017 alındı. 10 Ekim 2017 kabul edildi. 25 Aralık 2017 elektronik olarak yayımlandı.

1 Giriş: İlişkisel Bakışın Yarattığı Fark

Sosyal bilimler kavramı ekonomiden sosyolojiye, işletme yönetiminden endüstriyel psikolojiye kadar kadar çok geniş bir yelpazedeki disiplinleri kucaklar. Bu disiplinler geçmişlerinin büyük bölümü boyunca hemen sadece bireylere ve onların özelliklerine odaklanmıştır (Marin ve Wellman, 2011). Bu disiplinlerin hemen tüm araştırma yöntemleri, enstrümanları, matematiksel ve istatistiksel araçları buna göre şekillenmiştir.

Örneğin üniversitedeki derslerde başarının neyle ilişkili olduğunu bu geleneksel yöntemlerle incelemek için öğrencilerin yaş, cinsiyet, doğum yeri, aile gelir durumu, vb., 'bireysel' özelliklerine ilişkin bilgiler bir tablo halinde toplanır. Tablo formunda veriler ile çalışmaya uygun betimsel istatistik yöntemleriyle incelenir, kuram ve hipotezler üretilir. Yine bu yöntem ailesinden olan tahminleme amaçlı regresyon modelleriyle hipotezler test edilir. Bütün bu yaklaşımın arkaplanında yatan felsefi varsayım şudur: toplum denen bütün parçalarını inceleyerek anlaşılabilir. Böylelikle bu yaklaşım, örneğin ikisadi sınıfların eğitim sistemi içerisindeki özelliklerini anlamak için öğrencileri önce gelir gruplarına göre gruplayıp sonra her grubun ortalamalarını karşılaştıracaktır (örn. Turan ve Aktan (2008); Silvester ve diğerleri. (1999)). Bu durumda olgunun 'sosyal' yönü bir ortalamaya indirgenmektedir. Yine aynı geleneksel yöntemlerden, ama biraz daha 'sosyal' bir araştırma örneğin öğrencilerin arkadaş seçiminde aynı veya farklı gelir grubu, veya cinsiyet gruplarının etkisini incelemek için öğrencilere anket uygulanarak yapılabilir. Yine de 'sosyal olan' bireyin penceresinden okunmaya çalışılmaktadır. Ekonomi gibi alanlarda analiz birimi bireyler değil şirketler veya ülkeler olmakta, ancak temel varsayım ve yöntemler pek değişmemektedir.

Geleneksel diyebileceğimiz ve sosyal bilimlerin farklı alt disiplinlerinde ortak olan bu yaklaşım belirli açıklayıcı faktörleri ortaya çıkarmakla beraber esasen madalyonun sadece bir yüzüne bakmaktadır:

*Doç. Dr., İzmir Ekonomi Üniversitesi, İşletme Bölümü. mehmet.gencer@ieu.edu.tr

sosyal aktörler. Madalyonun diğer yüzünde ise 'sosyal'i oluşturan, bu aktörlerin kurduğu ilişkiler bulunuyor. Bu ilişkilerin oluşturduğu sosyal yapı, aktörün bu yapıda bulunduğu konum, ve konumunun özelliklerinin dönüp aktöre yaptığı etkiler geleneksel yöntemin tamamen dışında kalmaktadır¹.

1930'larda yapılan öncü bir çalışma yukarıda özetlenen, ve benim 'birey odaklı' veya 'bileşen odaklı' diye adlandırdığım bu geleneksel yaklaşımın eksikliklerini görünür kılmaya açısından ilginçtir. ABD'de bir kız yetiştirme yurdunda çalışan bir sosyal psikolog olan Jacob Moreno ve araştırmacı arkadaşı Helen Jennings okuldan kaçan kızların davranışlarını anlamaya çalışırken geleneksel yöntemlerin bir yere varmadığını farkettiler. Okuldan kaçan öğrencilerin yaş, cinsiyet, ırk, geçmiş psikolojik profilleri, vb., bireysel özellikleri incelendiğinde bir grup olarak okulun genelinden ayrılan bir özellik göze çarpmıyordu. Farklı bir varsayım ile olguya yaklaşan Moreno ve Jennings bu davranışın öğrencilerin arkadaşlık ilişkilerinden örülen sosyal yapıya bakılarak anlaşılabilirliğini gördüler (Moreno, 1934). Görünüşte okulun genel ortalamasından farkı olmayan bir grup öğrenci bu genel yapının dışında kalmış ve kendi dışlanmış 'sosyal bölge'lerinde bir kaçma kültürü geliştirmişlerdi. Bu yeni yaklaşımın ortaya çıkardığı 'bölge' ancak sosyal ilişkiler haritasında görülebilen bir bölgedir.

Bu yazıda tanıtmayı amaçladığım ağ analizi yaklaşımının kökenleri 1930'lardaki Moreno ve Jennings'in bu çalışmasına kadar gitmekle beraber esasen 1990'lı yıllarda gerçekten yaygınlaşmaya başlamış ve günümüzde de oldukça popüler olmuştur (Borgatti *ve diğerleri.*, 2009). Aşağıdaki bölümlerde ağ analizi yaklaşımının gelişimini, farklı disiplinlerdeki uygulamalarını, vaad ettiği katkıları, ve bu yaklaşımda kullanılan yöntemlerin temel esaslarını özetlemeye çalışacağım. Bunu yaparken bileşen odaklı sosyal bilimler yaklaşımı ile ağ veya ilişki odaklı yaklaşımın hangisinin daha üstün olduğunu değerlendirmekten ziyade ikisinin de madalyonun sadece farklı bir yüzünü gösterdiğini vurgulamaya çalışacağım. Her iki yaklaşımın ve sundukları yöntemlerin kullanımı ancak bu farkların baştan ve doğru anlaşılmasıyla mümkün olabilir.

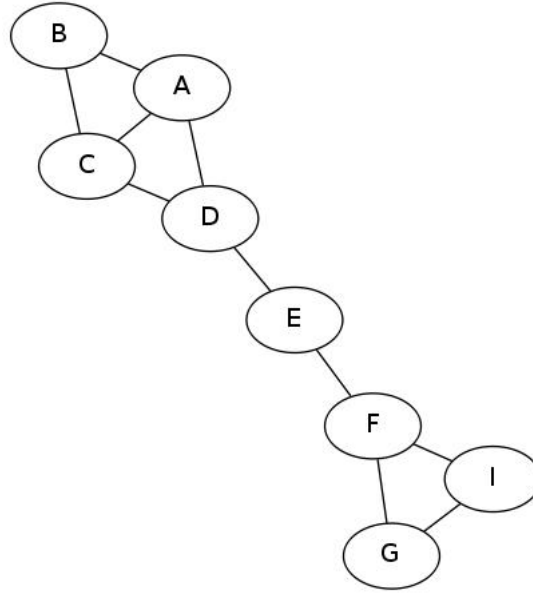
2 Bileşenler ve İlişkileri

Sosyal ağ kavramı ve onun analizi için yapılan çalışmalar sosyal olanın bir bütün olarak anlaşılmasına dair önemli bir katkı getirmektedir. Bu katkı tam da bütünün bileşenlerin toplamı olduğunun reddinden kaynaklanır. Bu reddediş bize parçaların birleşme şekline odaklanma fırsatı vermektedir ((Emirbayer ve Mische, 1998); (Granovetter, 1985); (Granovetter, 2005); (Coleman, 1988); (Lazer *ve diğerleri.*, 2009)). Dolayısıyla ağ veya ilişki analizi odaklı yaklaşım sosyal olanın gerçek yüzünün sosyal bileşenlerin, yani bireylerin incelenmesi yerine ancak ilişkilere bakarak anlaşılabilirliğini savunur. Ekonomi ve işletme gibi alanlarda analiz düzeyi birey değil de firmalar veya ülke ekonomileri, yani sosyo-ekonomik birimler olmaktadır.

Bu iki yaklaşımın birinin diğerinden daha doğru, veya daha aydınlatıcı olduğunu söyleyemeyiz. Hatta sıklıkla sosyal ağ analistleri karşıt cephenin yanlışlarını tekrarlarlar. Örneğin bir bireyin veya şirketin ekonomik rekabet gücünün bireysel özellikleri ile değil tamamen piyasa ile olan ilişkileri ile ilgili olduğunu söylediklerinde bu yaklaşımlar sosyal determinizm kaymaktadır ((Burt, 2009); (Gulati, 1995); (Gulati ve Gargiulo, 1999)). Bunlardan birini yeğlemek, diğerini yeğlemek kadar yanıltıcı olurdu.

Bu eksikliklerine rağmen bu yeni gelişen yaklaşımı tanıtmak adına burada bireylere (veya sosyal'in tanımına bağlı olarak şirket, grup, vb., gibi bileşenlere) odaklı yöntemleri büyük ölçüde bir tarafa bırakacağım. Bunun yerine yeni gelişen, bütünü oluşturan ilişkilere bakarak bütünün işleyişini, ve bunun bireye etkisini açıklamaya çalışan yöntemlerden bahsedeceğim. Bu yaklaşımın birey odaklı yaklaşımla harmanlanması önemli bir ihtiyaç. Ancak bu tür bir harmanlama görece az sayıda araştırmada görülen ve el yordamıyla yöntemlerini geliştiren bir pratik olduğu için ancak kısıtlı ölçüde değinebileceğim. Dolayısıyla buradaki odak konusu sosyal olgulara dair bileşenlerin (bireylerin) incelenmesiyle ilişkilerin incelenmesi arasındaki yaklaşım ve yöntem farklılıklarını anlatmak olacaktır. Bunu yaparken ilişki

¹Siyasal bilimler gibi bazı alanlar sosyal yapıyı incelemekle beraber tam olarak bir yapısal analiz geliştirmemişlerdir.



Şekil 1: Öğrenciler arası ortak çalışma ağı (yapay)

analizinin konusu olan verilerin bileşen analizi verilerinden farkını, analiz yöntemlerinin farklılığını, ve nihayet bileşen ve ilişki analizinin birbirini tamamlama şeklini incelemeye çalışacağım.

Ağların açıklayıcı gücüne bakmak için öğrencilerin dersteki başarısı örneğine geri dönelim. Bireysel özelliklerle ilgili topladığımız bilgiler elimizdeki olgunun (dersteki başarı) bir kısmını açıklayabilir. Oysa bu örnekte öğrencilerin dersle ilgili faaliyeti sınıf dışında da devam etmektedir. Sınıftan çıktıktan sonra olası ki birbirleriyle konuyu tartışmakta, ders notlarını paylaşmakta, verilen projeleri yapmak için zaman zaman beraber çalışmaktalar. Bu birliktelik kesinlikle eşitsizdir. Yani her öğrenci diğer öğrencilerle eşit zaman geçirmez. Dersle ilgili (ve başka konulardaki) etkileşimi farklı sebeplerden dolayı iyi anlaştığı birkaç kişi ile sınırlıdır. Kimi öğrencilerde etkileşime girdiği sınıf arkadaşlarının sayısı daha çok, kiminde daha azdır. İstersek bu sayıyı da daha önceki yaş, cinsiyet, vb.'den oluşan verisetimize ekleyip onun açıklayıcı gücünü arttırmaya çalışabiliriz. Ama burada daha önemli olan soru bu etkileşimden dolayı nasıl bir veri akışının yaşandığı sorusudur.

Sözkonusu hayali sınıfın sosyal yapısı Şekil 1'de gösterilmiştir. Bu sınıfta çeşitli bireysel özelliklerden dolayı başarılı olan A öğrencisi olsun. A ile ders çalışan öğrencilerin bundan olumlu etkilenmesi olasıdır. Buna karşılık görece daha başarısız olan B ve C kendi aralarında bir iletişim içinde olsa bile ikisine de fazla katkısı olmayacaktır. Bu unsurları gözönüne aldığımızda ilişki sayılarını klasik verisetimize eklese bile bize bu senaryoda tarif edilen durumu açıklayamaz. Bileşenleri ayrı ayrı ele alan bir yaklaşım sosyal yapıdan kaynaklanan etkileri kaçınılmaz olarak dışarıda bırakmaktadır. Oysa ilişkilerin yapısına baktığımızda A ile iletişimi olan öğrencilerin niye diğerlerine göre daha başarılı olduğunu, daha doğrusu bu görece başarının yaş, cinsiyet, vb. gibi tekil bileşenlerin özellikleri toplamıyla açıklanamayan taraflarını görebiliriz.

Yukarıdaki senaryoda sosyal'i oluşturan bileşenlerin farklılığından, yani bazı öğrencilerin diğerlerine göre daha başarılı, yetenekli, vs., oluşundan yola çıktık. Şimdi bütün bileşenleri birbirine denk kabul edelim. Bu durumda sosyal ağ yaklaşımının gücünü daha da fazla vurgulayan bir durumla karşılaşacağız. Örnek sosyal yapıda D olarak etiketlenmiş bireyin iletişim içinde olduğu arkadaşlarının sayısı diğer öğrencilerden pek farklı değil. Ancak bu bireyin sosyal yapıdaki konumuna baktığımızda iki ayrı grupla ilişki içinde olduğunu görüyoruz. Olası ki bu iki grubun herbiri dersteki bazı konulara diğer gruptan daha hakimdir. Aynı bir ailenin ya da bir arkadaş grubunun içerisinde konuşulan

konuların benzer, ama başka bir grupta konuşulandan farklı olması gibi. Burada iki grubun bilgi "miktarı" birbirinden farklı olmasa da içeriği farklı olacaktır. Bu durumda D, diğerleriyle aynı sayıda sosyal ilişkisi olmasına rağmen farklı bilgi kaynaklarından beslenmek gibi bir avantaja sahiptir. Bu ikinci kurgusal senaryonun bize gösterdiği şey ise bireylerin aynı olduğu gibi sığ bir varsayım ile sosyal yapının özelliklerine bakarak bireylerin sosyal yapıdaki durumları açısından eşitsizliğini farkedebilmektir. Bilgi akışı gibi bir sosyal süreç söz konusu olduğunda ilişkilerin miktarından çok, ilişkilerin yapısı, bireyin sosyal yapı içerisindeki konumu fark yaratacaktır. İşte klasik sosyal bilimlerdeki araştırma tekniklerinin, yani bireyler hakkında sanki bağımsızmışlar gibi veri toplamanın tamamen gözden kaçırıldığı şey budur.

Doğrudan doğruya bireyin sosyal çevreden nasıl etkilendiğine bakan bir bilim dalı sosyal psikolojidir. Sosyal ağ konusundaki ilk çalışmaların da bu alandan çıktığını söylemek yanlış olmaz. Jacob Moreno'nun yukarıda bahsedilen, 1930'larda ABD'de bir kız yetiştirme yurdunda yaptığı çalışmalar bunlardan biridir (Moreno, 1934). Moreno'nun çalışmaları tarihsel çerçevede birçok bilim insanının "bireyin davranışlarının toplum tarafından nasıl belirlendiği" sorusuyla ilgilendiği bir döneme rast gelir ((McPherson *ve diğerleri.*, 2001); (Brandes ve Nick, 2011)). Ana akımı Gestalt psikolojisi olan bu dönemde Moreno yöntemsel yenilikçiliği ile bizi özellikle ilgilendirmektedir.

Moreno, çalıştığı Hudson kız yetiştirme yurdunda olup bitenleri araştırırken baştan itibaren bir prensibe dayanıyordu. Ona göre bir topluluğu anlamak için bireylere değil topluluğun tamamına bakmak gerekirdi. Bu akış açısıyla topladığı veriler ve onları yorumlama tarzı orada olup bitenlere gerçekten de yeni açıklamalar getirmiştir. Örneğin belirli birkaç haftalık dönemde söz konusu yetiştirme yurdundan çok sayıda kız kaçmıştı. Böyle bir olguyu istatistiklere kaydettiğinizde sıradışı olduğu hemen göze çarpar. Diyelim ki kaçma vakaları iki haftada bir yaşanıyorsa, bir hafta içerisinde 14 kızın birden kaçması istatistiklerde kendini gösterir. Ancak o kadar! Birey bazında verilere dayanan bir çözümleme bu olayın "sıra dışılığını" gösterse bile nedenlerini açıklamakta yetersiz kalmaktadır. İstatistikler, örneğin siyahi kızların veya belirli bir yaş grubundakilerin daha sıklıkla kaçma teşebbüsünde bulunduğu işaret edebilir. Ama neden hepsi birden o hafta kaçtı, ve daha önemlisi neden o kızlar, başkaları değil?

Bu olgu karşısında Moreno'nun uyguladığı çözümleme tekniği kızlar arasındaki sosyal ilişkilerin bir haritasını çıkartmaktı. Bunu yaptığında başka şekilde anlaşılamayan bazı yapısal etkiler yüzeye çıkmaktaydı. Örneğin bir grup kız arasında arkadaşlık ilişkisi vardı ama grup olarak yurttaki diğerlerinden soyutlanmışlardı. Dolayısıyla kaçma-kaçmama gibi bir eyleme dair karar verirken topluluğun tamamına dair bir sorumluluk hissetmiyorlardı, ve kaçma kararını vermeleri çok daha kolay olmuştu.

Moreno kuramlarını pratiğe dökerken bazı teknikler geliştirmiştir. Bugün hala kullanmakta olduğumuz sosyomatris bunlardan biridir. Moreno Hudson yurdundaki kızlar arasındaki ilişkilere dair bilgi toplarken önce bildik, birey bazlı bilgileri toplamıştı. Bunları Tablo (1)'deki gibi bir tablo şeklinde düzenleyebiliriz.

Tablo 1: Örnek bir veri seti			
İsim	Yaş	Renk	Yurt no.
Alice	12	Beyaz	1
Jane	16	Beyaz	2
Mary	17	Siyah	1
...

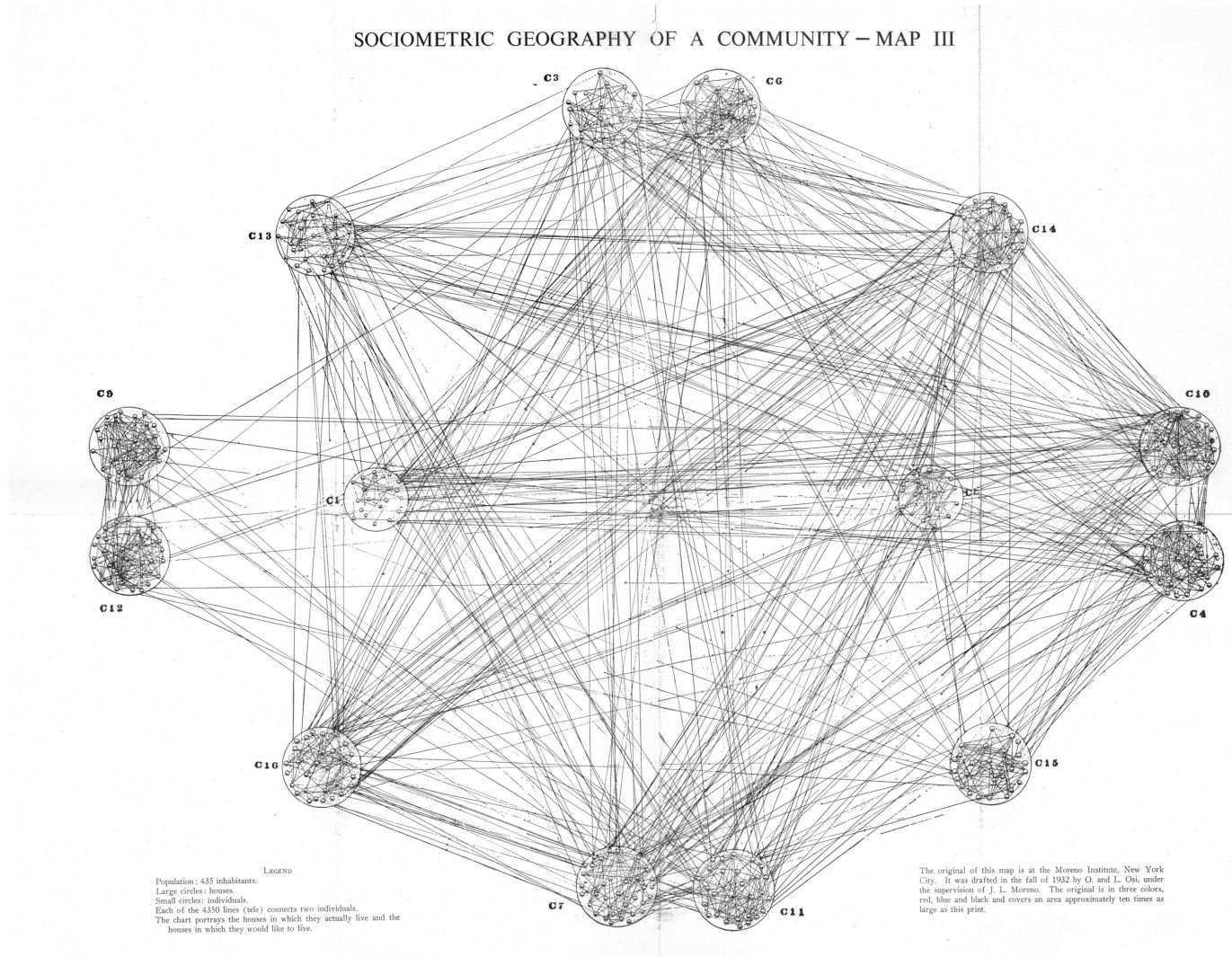
Bu tablonun her bir satırı veri örneklemindeki bir bireye, her sütun ise bireylere dair toplanan verilere karşılık gelir.

Ancak sosyal ilişki verisini başka bir şekilde toplamak gerekecektir. Sosyomatris bu işe yaramaktadır. Bu olguda Moreno her bir kızdan en iyi beş arkadaşını sırayla yazmasını istemişti. 5 sayısı bunların

içindeki en yakın arkadaşı, 1 ise sonuncuyu temsil edecekti. Üstteki küçük örnekleme devam edersek bu bilgiler bir sosyomatrise Tablo (2)'deki gibi yerleşir.

Tablo 2: Örnek bir sosyomatris

	Alice	Mary	Jane	...
Alice	x	5	1	...
Mary	4	x	0	...
Jane	3	1	x	...
...



Şekil 2: Moreno'nun çalışmasında sunduğu yatakhaneler arası öğrenci arkadaşlık ağı (Kaynak: Moreno ve Jennings, 1934).

Bu sosyomatriste hem satır hem de sütun sayısı aynıdır ve herbiri bir bireye karşılık gelmektedir. Matrisin diyagonal hücreleri boş, çünkü kızların en yakın arkadaş olarak kendilerini de sayması mümkün değil. Matriste ilk satır Alice'in ilişkilerini veriyor. Alice en yakın arkadaşı olarak Mary'yi göstermiş, çünkü ölçümde en yüksek değer olan 5 değeri ona karşılık geliyor. Buna karşılık Jane'i en

yakın beş arkadaşı arasında, ama onların en sonuncusu olarak görüyor. İkinci sıraya bakarsak Mary de Alice'i yakın arkadaşı olarak görüyor, ama ikinci en yakın olarak (ilk yakın arkadaşı bu örnekte değil, çünkü Mary'nin satırında 5 değeri örnek matrisimizde gösterilmemiş). Jane'i ise yakın arkadaşlarından saymıyor. Buna karşılık son satır Jane'in Mary'yi yakın arkadaşları arasında (5. sırada da olsa) saydığını gösteriyor.

Bu haliyle sosyomatris ilişki verilerini tutmak için son derece kullanışlıdır. Ayrıca Moreno'nun kullandığı olguda matris ilişkilerdeki eşitsizliği çok bariz biçimde göstermektedir. Muhtemelen daha yalnız biri olan Jane Mary'yi yakın arkadaş saymaktadır, ama muhtemelen daha popüler bir kız olan Mary için tersi geçerli değildir. Sosyal psikoloji çalışanları için bu veri çok değerli ve zengindir.

Böyle bir matriste toplanan veriyi görselleştirmek te mümkündür. Moreno'nun orijinal çizimi şekil [morenomap]'te görülmektedir. Bu çizimdeki bloklar yurt binalarına karşılık geliyor. Bu görselleştirme sayesinde yurtlar arası ilişkiler de açıkça anlaşılabilir.

Bir sosyal ağın bu şekilde görselleştirilmesi çoğumuza son derece ilginç gelir, ve sosyal ilişki sistemini bir bakışta anlayacağımız izlenimi uyandırır. Gerçekten de olgudaki sosyal yapıya dair iyi bir fikir verebilir. Ancak ne kadar kullanışlı da olsalar bu tür çizimler sosyomatriste tutulan veriyi tam olarak yansıtmazlar (Bender-deMoll ve McFarland, 2006). Elimizdeki kız yurdu örneğinde ilişkilerin asimetrisi bile buna işaret ediyor. İki kız arasındaki ilişkinin yakınlığını bunları resimde birbirine daha yakın koyarak ifade etmek istesek bile ikisinin bakış açısından bu yakınlık düzeyi farklıdır. Bu ve benzer sebeplerden dolayı hemen her sosyal ağ görselleştirmesi bilgilendirici olduğu kadar yanıltıcıdır.

3 Ağlar ve İş Hayatı

Belirli bir büyüklüğe ulaşmış her işletmede tanımlanmış bir örgütlenme şeması vardır. Bu şema kimin kime bağlı olarak çalıştığını ortaya koyar. Hemen her zaman bu şemanın işletmedeki gerçeği şekillendirdiğini farz ederiz. Yani bir yönetici gerçekten de örgüt şemasında kendi altında görünen çalışanların en fazla etkileşim içinde olduğu kişinin kendisi olduğunu düşünür.

Veya şirket içindeki farklı ekiplerden birine işi düştüğünde bunu halletmenin en iyi yolunun ekip yöneticisine ulaşmak olduğunu farz edebilir. Oysa sosyal ağ araştırmalarının işletme biliminde de yaygınlaşmasından sonra artık biliyoruz ki bir işletmede gerçekte yaşanan etkileşimler (enformel ağlar) resmi örgütlenme şemasından (formel ağlar) çok farklı olabiliyor (Cross ve Parker, 2004).

Çoğu zaman da gerçek yapının tamamını görmek pek mümkün değildir. Her şeyden önce böyle bir fark olabileceği düşüncesi rahatsız edicidir, ve akla getirilmesi zordur. Ayrıca işletmedeki bireylerin herbiri ancak kendi ilişkilerinden haberdardır ve işletme içindeki sosyal yapıya dair büyük resim kimse için kolay görünür bir şey değildir. Aynı sosyal araştırmalarda olduğu gibi, işletmelerde de bireyler çoğu zaman sosyal yapıyla ilgili unsurlardan bağımsız olarak değerlendirilirler. Bu, söz gelimi çalışanların performansı ölçülürken söz konusudur. Benzer eğitim ve becerilere sahip iki kişinin performansı biri birinden çok farklı olabilir. Bu durum elbette tembellik gibi kişisel davranış özelliklerinden veya eğitim farklılıklarından kaynaklanabilir. Öte yandan bireylerin işletme içindeki iletişim ağları biri birinden farklıdır. Tam da bu yüzden problemleri çözme becerileri ve hızları da biri birinden farklı olabilir. Hatta performanslarının değerlendirilmesinde bile bu yüzden farklılıklar olabilir.

Bireylerin iş yapma kapasitesini artırma veya eksiltmenin yanı sıra, işletme içindeki enformel sosyal yapı birçok farklı ve beklenmedik etki yaratabilmektedir. Örneğin aynı işyerindeki farklı meslek veya çalışma grupları ile ilgili araştırmalarında görüldüğü gibi sahada çalışan ekipler, şirketin merkez ofisinde çalışan ekiplerden kopuk, kendi içinde bir kültür ve ona paralel alışkanlıklar geliştirebilirler ((Orr, 1996); (Orr, 2006); (Wenger, 1998)). Sosyal yapıdaki kopukluklardan (veya tam tersi) kaynaklanan bu tür yapısal etkiler doğru olarak tespit edilmediği sürece bunlara karşı önlem almak veya bu etkileri yönetmek mümkün olmayacaktır.

Bu tür etkiler özellikle sıra dışı ve yenilikçi olma iddiasındaki işletmelerde daha yoğun olarak hisse-

dilir. Örneğin klasik bir yaklaşımda işletmedeki bir teknik problemin çözümü için sadece konuyla ilgili çalışanlardan oluşan ekipler oluşturulur. Rutin işlerde bu yaklaşım işe yarayabilir. Oysa araştırmalar gösteriyor ki farklı birikimlere sahip bireylerden oluşan, hem farklı paydaşları hem sosyal yapının farklı bölgelerini temsil eden ekipler yaratıcı çözümlerin arandığı durumlarda çok daha verimli sonuçlara ve daha kısa sürede varmaktadır. Burada söz konusu olan bilgi akışının özellikleridir. Bu bilgi akışı da sosyal yapıdaki kanallar, yani ilişkiler üzerinden olmaktadır. Dolayısıyla farklı özelliklere ve birikime sahip bireyleri aynı ekipte bir araya getirmek bir bilgi zenginliği ve harmanı (veya duruma göre tam aksi olarak verimsiz ya da güdük bir karmaşa) yaratabilir.

Özet olarak ancak sosyal ağ yaklaşımının bize görünür kıldığı bilgi akışı süreçleri bir işletme içinde, aynı dışarıdaki sosyal yaşamda olduğu gibi, sürekli işbaşındadır. İşletmedeki bilgi süreçlerini doğru yönetmek ancak ağ çözümlemesine adım atmakla mümkün olabilmektedir. Bu etkilerin fark edilmesinden sonradır ki günümüzde birçok işletme bu yeni bakış açısını ve bununla ilişkili teknikleri daha yaratıcı ve yenilikçi bir iş ortamı oluşturmak için kullanmayı denemektedir (Cross ve Parker, 2004).

4 Değişen Dünya, ve İnternet'in etkileri

Moreno'nun 1930'lardaki çalışmaları batı dünyasında kentleşmenin hızlandığı, ve sosyo-ekonomik olguların önem kazandığı bir döneme denk gelmekteydi. Günümüzde bu süreç daha da ilerlemiştir. Önemli bir kısmımız megapollerde, nüfusu 10 milyonu aşan şehirlerde yaşıyoruz. Çalıştığımız şirketler, gittiğimiz okullar, vb., eskisine göre daha kalabalık. Kırsal kesimde kalanlar dahi telefon ve benzeri iletişim araçları sayesinde daha fazla insanla, uzakta bile olsalar, ilişkilerini sürdürabiliyor. Bu güncel durum hayatımızda giderek yoğunlaşan ilişki ağlarını ve onların etkisini anlamayı daha da önemli kılmaktadır. Bilim insanları burada bahsedilen türden ağ analizi tekniklerini bu farklı olgularda umulmadık bir yaratıcılıkla kullanmaya başlamışlardır. Örneğin cinsel ilişki örüntülerinden yola çıkarak AIDS'in yayılma hızını öngörmek, ya da terörist gruplarının içindeki ilişkilere bakarak bunlarla mücadele teknikleri geliştirmek bu uygulamalardan bazılarıdır.

Elinizdeki türden bir yazın özetinin ilişki analiziyle tanışmak isteyen araştırmacılara yararlı olacağını umuyorum. Sosyal ağ olgusu bir yandan büyük bir hızla popülerlik kazanırken bir yandan da -benzer durumlarda olduğu gibi- konunun esasıyla ilişkili olmayan, hatta çoğu zaman bu esası çarpıtan ve maskeleyen kavramlar kullanılarak sunulabiliyor. Özellikle de farklı disiplinlerin (psikoloji, sosyoloji, işletme, vb.) kesişiminde gelişen sosyal ağlar gibi bir çalışma alanı söz konusu olduğunda bu kargaşa konuyla yeni tanışanlar için hem engelleyici hem yanıltıcı olmaktadır. Bu özet sosyal ağ yöntemlerini kuram ile birbirinden ayırmadan sunmaya çalışıyor. Bu kadar farklı disiplinin kesişiminde ve farklı kuramsal arka planlara okunan bir alan söz konusu olduğundan bu konunun sunulmuş biçimi kaçınılmaz olarak bazı basitleştirmeler içermektedir. Burada bu yeni alanda biraz uzaktan ve sığ da olsa, kapsamlı bir gezinti yapmak, ve bu yeni kuram ve yöntemlerin neler sunduğu ve sunmadığını özetlemek, bunu yaparken zaman zaman pratik uygulamalarla bu alanın (ve arkasındaki kuramların) özgün değeri ön plana çıkartmak amaçlanmaktadır.

Hayatın pek çok alanının dijitalleşmesi, sosyal ilişkilerinde geçmişe göre muazzam ölçüde kayıt alınmasına anlamına geliyor. Bunun sonucu olarak ta burada değindiğimiz ağ analizi yaklaşımlarını çok farklı olguların araştırılmasında kullanmak mümkün görünmektedir.

5 Sosyal Ağların Temsili ve Analizi

Sosyal ağları incelemek için öncelikle bir sosyal ağı onu oluşturan ilişkiye dayanarak tanımlamak gerekiyor. Böyle bir çaba söz konusu sosyal ilişki tanımının ne olduğuna bağlı olarak bir veri toplama aşaması içeriyor. Sosyal ağı oluşturan ilişkilerin farklı türlerinin temsil etme yöntemleri de yine birbirinden farklı olmaktadır. Bu veriyi anlamlandırmak, ve onu kullanarak eldeki sorulara cevap vermek

içinse yine bu veri yapılarına özgün bazı analiz teknikleri gerekmektedir.

Aralarında sosyal ilişkiler olan insan gruplarını hayal etmek zor değil. Ancak biz burada "bir sosyal ağ" dediğimizde "belirli bir sosyal ilişki" biçimine ilişkin ilişkiler bütününe kastediyoruz. Örneğin bir grup arasında evlilik ilişkileri, biri birini ziyaret etme veya bir araya gelme ilişkileri, veya iş ortaklığı ilişkileri olabilir. Bu ilişkilerden sadece birini seçerek bir sosyal ağ tanımlarız. Ancak bu şekilde, örneğin evlilik ilişkilerinden oluşan sosyal ağın iş ilişkilerinden oluşan sosyal ağa etkisi veya benzeşmesinden (ya da tam tersinden) söz etmek anlamlı olacaktır. Ayrıca ampirik bir çalışma için söz konusu sosyal ilişkinin varlığı/yokluğu veya kimi durumlarda şiddeti(gücü) bilgisini mutlaka toplamak gerekecektir. Oysa birden fazla ilişkiyi tek bir ilişki örüntüsü gibi incelemek bu işlemin nesnellliğini ortadan kaldıracaktır. Zaten içkin sorunları olan bu nesnelleştirme aşamasını iyiden iyiye imkansız ve güvenilmez hale getirecektir. Ancak birden fazla ağın aktör setleri arasında bir özdeşlik kurulursa bu olguları bir nedensellik ilişkisi içerisinde birarada incelemek mümkün olabilir. Örneğin Padgett (2010) 13-15 yy Floransa aileleri arasındaki evlilik bağları ile yine aynı aile seti arasındaki ticari bağları beraber ele almakta ve iki sosyal ağın benzerliğini incelemektedir.

Bir kez inceleme konusu sosyal ağı oluşturan nesne ve ilişkilerin tanımını yaptığımızda sosyal ağ verisine ilişkin çok temel soruları cevaplayabiliriz. Örneğin bu ilişki yönlü/asimetrik bir ilişki midir? Moreno'nun sevme ilişkisi örneğinde tek yönlü bir ilişki söz konusudur (karşılıklı olduğu durumlarda bile farklı şiddette olduğunu gördük). Oysa örneğin evlilik ilişkisi yönsüz, yani simetrik bir ilişkidir. Çünkü doğası gereği A'nın B ile evlenmesi tek yönlü kurulan bir ilişki değildir, karşılıklı rıza ile kurulmaktadır.

Sosyal ilişkilerin bu çeşitliliği nedeniyle bu ilişkilerden ortaya çıkan sosyal ağlar, ve dolayısıyla bu ağlara ait veri setleri oldukça çeşitlidir. Konuyla ilgili referans kitaplar sosyal ağ verilerinin sınıflandırılmasıyla ilgili kalabalık, ve çoğu zaman anlaşılması zor bölümler içerir. Burada bir sosyal ağı oluşturan ilişkilerin nitelik ve niceliklerini baştan sistematik bir sınıflandırmaya girişmek yerine önce somut sosyal olguları ele alıp temel örnekleri incelemekte yarar var. Sonrasında girişilecek sistematik bir sınıflandırma umuyorum ki çok daha kolay anlaşılır olacaktır.

6 Sosyal İlişki Verilerinin Türleri

Yukarıda bahsettiğimiz veri türleri çeşitliliği tamamen incelenen sosyal ilişkinin niteliğine bakarak sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırmadaki temel ayrışmalar şöyledir:

- **Yönlü/yönsüz ilişki ya da bir başka adıyla asimetrik/simetrik ilişki (İng. directed/undirected):** "Sevme" türü ilişkiler yönlüdür, ilişkinin sadece bir tarafındaki birey/bileşen üzerinde ölçülür. Benzer şekilde "borç alma" ilişkisi de tek yönlüdür, her ne kadar iki kişinin veya şirketin kayıtlarından da ölçülebilirse de ilişki tarifi tek yönlü bir akışı, bir asimetriyi içermektedir. Oysa evlilik veya iş ortaklığı gibi ağlarda böyle bir asimetri yoktur. Genel olarak söylersek sosyalleşme eylemi bir geçişli fiil ile ifade ediliyorsa yönsüz/simetrik bir ilişki sözkonusudur.
- **Ağırlıklı/ağırlıksız (veya ikili) ilişki (İng. weighted/unweighted-binary):** "Evlilik" ilişkisi iki kişi arasında ya var ya yoktur. Yani iki değerden birini alır. Bu yüzden bu tür ilişkilere 'ikili', veya daha da yaygın bir terimle 'ağırlıksız' ilişki deniyor. Oysa "sevme" veya "borç alma" ilişkilerinde 'ne kadar sevdiği', 'ne kadar borç aldığı', vb., ölçülebilir. Bu tür ilişkilere 'ağırlıklı' ilişki diyoruz. Ağırlıklı ilişkilerde ağırlık değerinin hangi aralıkta olacağı bazen bizim ölçüm tekniğimize bağlıdır. Örneğin 'arkadaşımızı ne kadar sevdiğinizi 1 ile 10 arasında değerlendirin' diye sordüğümüzde tarifimiz gereği ölçüm değerine bir üst sınır koymuş oluruz. Oysa "borç alma" ilişkisinde tariften kaynaklanan bir üst sınır veya Likert benzeri bir ölçek yoktur. Üst sınırın varlığı ağırlıklı ilişkilerde problem yaratan bazı ölçümlerin yapılmasını kolaylaştırabilir.

Ağ veri setlerindeki bu temel ayrışmaların dışında ilk bakışta tanıdık gelmeyebilecek bazı ayrışmalar da söz konusu olabilir:

- **İki-bölümlü ağ:** Sosyal ilişkinin tarafları iki farklı bileşen grubu olabilir. Örneğin 'öğrencilerin dersleri alması' ilişkisinde ilişkinin bir tarafı öğrenciler kümesi, diğer tarafı dersler kümesidir. Bu durum yine ilişki tarifimizin içinde saklıdır. Bu tür bir veri setini öğrenciler arasında 'ortak ders alma' ilişkisine (tek bölümlü bir ağ) dönüştürmek mümkündür ve analiz için sıkça yapılan bir işlemdir. Benzer bir ilişki iş dünyasında bireyler ile şirket yönetim kurulları arasında vardır. 'Yönetim kurulu üyeliği' ilişkisi bir tarafta bireyler diğer tarafta şirketler olan, iki parçalı bir ağın bir tarafından diğer tarafına kurulmaktadır. Bu tür ağlar dönüştürülerek şirket yönetim kurullarının oluşturduğu sosyal yapı incelenebilir (örn. (Kogut, 2012)).
- **Zamansal veri seti:** kimi durumlarda ilişkinin varlığı ve şiddeti kadar ne zaman var olduğu verisiyle de ilgilenebiliriz. 'Bir araya gelme' ilişkisi örneğinde bunun ne zaman gerçekleştiği verisini de topluyorsak böyle bir durumla karşılaşırız. Bu durumda iki kişi arasında görüşme sayısını kullanarak ağırlıklı bir ilişkiye dönüştürme işlemi hala yapılabilir ancak bir veri kaybı söz konusu olacaktır. Zamansal veri setleri halen sosyal ağ analizinde oldukça ileri düzey ve az keşfedilmiş bir alan olarak durmaktadır.

7 Bir Durum Çalışması: Bireysel Arkadaşlık Ağı

Günümüzde çoğumuz "sosyal ağlar" adı verilen, Facebook gibi İnternet platformlarını kullanıyoruz. Arkadaşlarımızın çoğu da bu platformlarda olduklarından esasen sosyal çevremiz bu platformlarda dijital olarak temsil edilmektedir. Örneğin Facebook'ta birinin profiline göz attığımızda varsa ortak arkadaşlarımızı size listelemektedir. Bu bölümde tam da bu örneğe benzer olan, bireysel arkadaşlık ağını örnek olarak tartışacağız. Bu arkadaşlık ağı: (1) bizim arkadaşlarımızla olan arkadaşlık bağlarımızı içermektedir, (2) arkadaşlarımız kendi aralarında da arkadaş ise bu bağları da içermektedir. Şimdi bu bilgileri topladığımızı varsayarak bize ait bu sosyal ağın özelliklerine bakalım. Üzerine konuşabilmemizi kolaylaştırmak için bu tartışma konusu ağa "bireysel arkadaşlık ağı" adını vereceğim. Bunun bir örneği Şekil 3'de verilmiştir.

"Bireysel arkadaşlık ağı"na ilişkin burada yapacağımız ilk tespitler bu ağı oluşturan ilişki, yani bizim "arkadaşlık algımız" ile ilgili olacak. Bir başka deyişle şekildeki çizgilerin ifade ettiği ilişkilerin üzerindeki rakamlar benim o ilişkinin ne kadar güçlü olduğuyula ilgili algıma dayanıyor. Eğer sosyal araştırma yapan biri olarak benim arkadaşlık ilişkileri algımı inceleme konusu olarak alsaydım bu ilişki şiddetlerini sadece bana sorarak elde etmeniz mümkün olurdu. Bi ağa ilişkin veri toplarken, veya o ağla ilgili neyi inceleyeceğimizi, veriye hangi soruları soracağımızı düşünürken sadece ilişki tanımından yola çıkmak gerekmektedir.

"Bireyin arkadaşlık ağı" tarifimize uygun biçimde tek bir ilişki tipini içeriyor: arkadaşlık ilişkisi. Bu ağdaki insanlarla bizim aramızda veya onların kendi aralarında "aynı derse katılma", "aynı aileden olma", veya "sevgili olma" gibi başka ilişkiler de söz konusu olabilir. Ama biz tek bir ilişki tipini ele aldık. Aynı insan grubu için farklı bir ilişki tipini de ele alsaydık ortaya çıkardığımız şey aynı aktör seti arasındaki başka bir sosyal ağ olacaktı. Örneğin "aynı derse katılma" ilişkisini de ele alabilir ve kimlerle aynı dersi aldığımıza ilişkin verileri de ikinci bir sosyal ağ veri seti olarak toplayabilirim. Bu ikinci, "aynı derse katılma ağı" yine benimle ilgili bir sosyal ağ olacaktır, ama birincisinden ayrı bir ağdır. Olsa olsa "acaba ortak ders alma ile arkadaş olma" arasında bir ilişki var mıdır diye sorabilir ve bu iki sosyal ağı karşılaştırabilirim. Bu anlamda bu iki sosyal ağ aynı nesnelere (ben ve yakın arkadaşlarım) olduğu için birbiriyle ilişkilidir ve birçok araştırma imkanı sunar. Ama yine de farklı sosyal ağlardır.

Böylece "bireysel arkadaşlık ağı"nın sınırlarını çizdikten sonra özelliklerine bakabiliriz. Bu sosyal ağın göze çarpan bir özelliği bireysel olması. Bir sosyal grubu oluşturan tüm bireyler arasındaki ilişkileri toplamaya çalışmadık, sadece bir birey (ben) ile ilişkili verileri topladık. Bu tür ağı "bireysel ağ" (İng. ego-network) olarak isimlendiriyoruz. Böyle bir ağı incelemekteki amaç sadece bir bireyi çevreleyen sosyal yapıyı anlamaktır, yoksa tüm bir insan grubunu değil. Birçok sosyal ağ analizi çalışmasında sosyal sistemdeki bireylerin bireysel ağları ayrı ayrı alınıp incelenir. Bu bireysel ağlar bireyin öznel deneyimini yansıtmaktadır.

Elimizdeki örnekte "bireyin arkadaşlık ağı"nın temelini oluşturan sosyal ilişki "arkadaşlık algısı"dır. Bu nicelemesi (ölçmesi) hem kolay hem zor bir ilişki. Kolay çünkü gidip veri toplamadan, bir çırpıda arkadaşlarımı ve onlarla ne kadar yakın ilişki yürüttüğümü kafamda düşünüp tartabilirim. Zor çünkü yaptığım değerlendirmenin nesnellığı tartışılır. Burada yapmamız gereken şey ele aldığımız sosyal ilişkinin ne olduğunu teslim etmek. Ölçtüğümüz şey "benim" kendim ve yakın arkadaşlarımdan oluşan grubun içindeki arkadaşlık ilişkilerini nasıl gördüğüm. Başka bir ilişki seçip başka bir veri seti toplayabilirdik. Örneğin bir yıl boyunca kiminle kaç defa buluştuğumu veya telefonla görüştüğümü kaydedip bu sayıları kullanabilirdim. O zaman ortaya çıkacak sosyal ağ "bireyin görüşme ağı" olurdu, ve öznel değil nesnel deneyimimi yansıtır. Bu başka bir ağıdır, çünkü temelini oluşturan ilişki farklıdır. Üşenmeyip bu bilgiyi de toplarsam elimde kendime dair iki tane bireysel ağ veri seti olur. Bunları karşılaştırarak, diyelim ki benim arkadaşlık ilişkilerimi algılayışım (yani sosyal'i öznel algılayışım) bu ilişkilerin görüşmeye dönüşme pratiği (yani sosyal'in nesnel bir ölçümü) arasındaki farkı (ya da benzerliği) anlamaya çalışabilirim.

Temelini "arkadaşlık algısı"nın oluşturduğu böyle bir sosyal ağ verisi kimilerine (mesela işletmecilere) ilginç gelmeyecektir. Öte yandan yukarıda bahsettiğimiz türden bir karşılaştırma psikolojiyle ilgilenenler için heyecan verici olabilir. İşletmelerde ise e-posta haberleşmesi veya benzeri etkileşim verilerinden ağlar türetilerek çalışma yapılabilir (Gencer, 2007).

Bu örnek ağ bize sosyal ağlarla çalışmanın dikkat gerektiren bir yönünü görünür kılıyor: sosyal ilişkileri ölçmek her zaman kolay olmayabilir, ve ölçümlerimizin güvenilirliği sınırlı olabilir. Burada dikkat edilmesi gereken şey ölçtüğümüz ilişkiyi doğru tanımlamaktır. Ancak bunu yaptığımız zaman veriyi doğru değerlendirmek ve kullanmak mümkün olur. Söz konusu örnekte aynı gruptaki farklı bireylerin arkadaşlık algılarını karşılaştırmak anlamlı (örn. Moreno gibi bir sosyal psikolog için) olduğu kadar doğrudur da. Öte yandan ölçtüğümüz şeyin "görüşme sıklığı" olduğunu farz etmek kaçınmamız gereken ciddi bir hatadır. Bu örnekte "görüşme sıklığı" ayrıca ölçülmesi gereken farklı bir ilişkidir (ve ona karşılık gelen bireysel sosyal ağ).

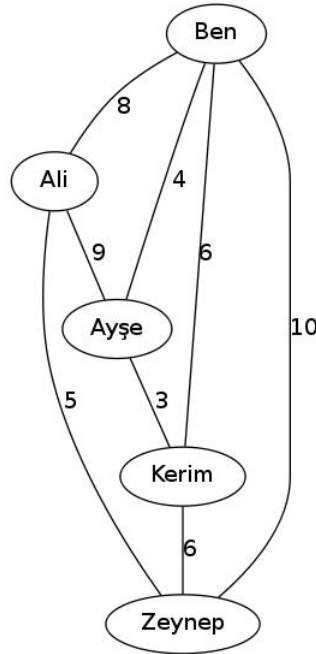
"Bireyin arkadaşlık ağı"nın bir başka özelliği "yönsüz" bir ilişkiye dayanması (İng. undirected veya symmetric). Arkadaşlık dediğimizde kavramsal olarak karşılıklı bir şeyden bahsediyoruz. Buna karşılık herkese ayrı ayrı "kimi ne kadar seviyorsun" diye sorsaydık, bu ilişkiye dair diğer bireyden kendi algısını 1-10 ölçeğinde nicelemesini isteseydik, benimkinden farklı çıkabilirdi. Öte yandan aynı veri setinin içinde A-B arasındaki ilişkiyi de ben değerlendirdim. Burada işler karışıyor. Çünkü verisetime koyduğum A-B ilişkisine dair ölçüm ne A'nın ne de B'nin algısı. Dolayısıyla A-B ilişkisinin yönünden bahsetmek çok zor. Burada yapılacak şey yine ele aldığımız olgunun doğasını teslim etmek. Bahsettiğimiz ilişki (benim arkadaşlarım arasındaki arkadaşlığa dair algım) yönsüz bir ilişki, ve ölçümümüz bireysel/öznel bir ölçüm. Bunun yerine "görüşme sıklığı" ilişkisini ele alıp onunla ilgili sosyal ağ verisini toplasaydık bu da yönsüz bir ilişki olacaktı. Ancak "arkadaşlık algısı"ndan farklı olarak nesnel bir ölçüm söz konusu olacaktır.

Ele aldığımız sosyal ilişkinin bir özelliği de "ağırlıklı" olması (İng. weighted). Yani sadece ilişkinin varlığı veya yokluğuna dair değil ilişki şiddetine dair de veri topladık. Veri setimizdeki ilişkilerin şiddeti birbirinden farklı. Bu durum ileride göreceğimiz gibi bu sosyal ağı incelerken seçeceğimiz sayısal metotlar açısından önemli olacak. Kimi durumlarda ilişki ağırlıksız (İng. unweighted), veya daha doğru bir tabirle "ikili" (İng. Dichotomous veya binary) olabilir. Örneğin evlilik ilişkisi gibi. Bu ilişki iki kişi arasında ya vardır ya yoktur, bir çiftin diğerinden daha evli olduğundan söz edilemez. Dolayısıyla

tanımı gereği ağırlıksız bir ilişkidir.

Burada ilk başta çok basit gibi görünen bir sosyal ağ örneğini ele aldık, ve cevaplar kadar da kimisi sıkıntılı bazı sorular ürettik. Ancak gördüğümüz gibi bu soruları sistematik olarak yanıtlayabiliyoruz. Buradaki düsturumuz sürekli olarak sosyal ağı oluşturan ilişkinin doğasına bakmak. İlişkinin niteliklerini doğru olarak ortaya koyduğumuzda ölçtüğümüz niceliklerin ne anlama geldiği açıklık kazanıyor, ve olguya dair doğru soruları sistematik olarak ortaya çıkarmamıza yardım etmektedir.

Bu örnekle ilgili tartışmamız yöntem açısından zor görünebilir. Ancak her araştırmacı kendi disiplinine uygun sosyal ağ verileriyle çalışıyor olacaktır. Bu örnekteki gibi "öznel" bir ölçüm kimilerine anlaşılması zor gelebilir, ama bir başkası için (örn. psikolog) asıl ilginç olan yanı tam da budur. Öte yandan bir işletme/yönetim araştırmacısı muhtemel ki bundan farklı olarak nesnel olarak ölçülebilen bir ilişki tanımından yola çıkmayı tercih edecektir. Bu durumda ortaya çıkan soruları cevaplamak ilişkinin doğasını daha kolay yorumlayabildiği ölçüde kolaylaşır.



Şekil 3: Bireysel Arkadaşlık Ağı

8 Sosyal Ağ Verilerinin Temsili

Şimdi bu sosyal ağı nasıl inceleyeceğimize bir bakalım. Bireysel (ilişkisel olmayan) veri setleriyle çalışırken elimizdeki verileri bir tabloya dökeriz, daha sonra ele aldığımız olguya ve cevaplamak istediğimiz soruya uygun standart ampirik metodları bu veriye uyguluyoruz. Bu uygulamanın sonunda söz konusu olguya dair hipotezlerimizin doğruluğunu değerlendirir veya sonuçları yorumlayarak yeni hipotezler üretmeye çalışırız. İlişkisel analizde de benzer şeyleri yaparız. Ancak önce bu tür bir veri setini nasıl temsil edeceğimiz sorununu halletmeliyiz.

Sosyal ağların temsili için bakacağımız ilk veri formatı sosyomatrix (İng. sociomatrix) ya da yakınlık matrisi (İng. adjacency matrix) diye bilinen format. Bu matris yapısında hem satırlar hem de sütunlar incelediğimiz sosyal ağın bileşenlerine (örn. bireylere) karşılık gelir. Örneğimizdeki "bireyin arkadaşlık ağı" verisi bu yöntemle Tablo (3)'teki gibi temsil edilebilir.

Sözkonusu matristeki ilişkiler Şekil (3)'de görselleştirilmiştir. Bu matrisin yapısı sözkonusu sosyal

Tablo 3: Örnek Bireysel Ağ Sosyomatrisi

	Ben	Ali	Ayşe	Kerim	Zeynep
Ben	0	8	4	6	10
Ali	8	0	9	0	5
Ayşe	4	9	0	3	0
Kerim	6	0	3	0	6
Zeynep	10	5	0	6	0

ilişkinin tüm özelliklerini yansıtmaktadır. Bu özelliklere bakarsak:

- Matrisin diyagonal hücrelerinde (Ben-Ben, Ali-Ali, vb.) hep 0 var. Çünkü sözkonusu ilişki sosyal bir ilişki. Dolayısıyla benim kendimle, Ali'nin Ali'yle bir ilişkisi yok. Oysa ele aldığımız ilişki ekonomik, mesela "para transferi" ilişkisi olsaydı kendi hesaplarım arası bir havale göndermem durumunda diyagonele sıfırdan farklı bir sayı yerleşmesi şaşırtıcı olmazdı. Benzer şekilde kimi sosyal ilişkiler, örneğin "e-posta iletişimi", bireylerin kendilerine de ilişkisi olan bir durum ortaya çıkarabilir. Ancak çoğu durumda bu diyagoneller kullanılmaz.
- Bu matris diyagonalinin çevresinde bir simetri gösteriyor. Yani Ali-Ayşe hücresinde hangi sayı varsa, Ayşe-Ali hücresinde de aynı sayı var. Çünkü sözkonusu ilişki yönsüz bir ilişki. Bu örneği Tablo (2) ile karşılaştırırsanız fark daha görünür olacaktır. Tablo (2)'de 'sevme' ilişkisine dair bir sosyal ağ veriseti vardı. Dolayısıyla ilişki karşılıklı olmayabiliyor, veya karşılıklı olduğunda da aynı şiddette olmayabiliyordu. Bu yüzden Tablo (2)'deki matris diyagonalini çevresinde asimetriktr.
- Matrisin hücrelerinde 0 ve 1'den başka sayılar var, çünkü ele aldığımız ilişki ağırlıklı bir ilişki. Bir ilişkinin şiddeti/ağırlığı diğerinden farklı olabiliyor. Evlilik ilişkisi gibi ikili/ağırlıksız bir ilişki sözkonusu olsaydı veri matrisimizde sadece 0 (ilişki yok) veya 1 (ilişki var) değerleri bulunacaktır.

8.1 Durum Çalışması: Bireysel Arkadaşlık Ağının Temel Yapısal Özellikleri

Bir bireyi çevreleyen yapı ile ilgili özellikler yukarıda anlatılan veri temsiline dayandırılarak yapılmaktadır. Bir sosyomatrisin satır ve sütunlarındaki sıfır olmayan hücre sayıları bize bireyle ilgili farklı bilgiler verir. Satır toplamı bireyin kurduğu veya farz ettiği ilişkiler, sütun toplamı ise bireye doğru kurulan ilişkilerdir. Örneğimizdeki gibi yönsüz bir ilişkide, matris diyagonalinde simetrik olduğu için bunlar aynı değerleri verir.

Sosyal ilişkilerde üçlülerde algısal gerilimler (İng. cognitive tensions) sözkonusu olabilir. Benim iki yakın arkadaşımın birbiriyle tanışması neredeyse bir zorunluluk gibidir. Eninde sonunda tanışmaları ve arkadaş olmaları yönünde bir beklenti oluşur. Tanışmamaları veya birbirlerini sevmemeleri durumu ise bir gerilim konusu olur. Üçlülerdeki bu dinamığe geçişkenlik (İng. transitivity) diyoruz (Krackhardt, 1987). Üçlülerin analizi sosyal ağ çalışmalarında, özellikle de bu alanda sosyal psikoloji ve antropoloji çalışmalarının ağırlıklı olduğu ilk dönemlerde oldukça önemli olmuştur.

Sosyal ağlarda "yoğunluk"tan sıkça bahsedilir. Ağın yoğunluğu bize sosyal ağın "kapsayıcılığı" verir. Bir sosyal ağda herkes herkesle ilişki içerisinde olmayacaktır. Yoğunluk basitçe olası ilişkilerin ne kadarının gerçekte kurulduğunun bir ölçüsüdür. Ağın geneline dair yoğunluk ölçüsünün yanı sıra "bireysel ağ yoğunluğu"ndan da bahsedilir. Bu da bireyi çevreleyen arkadaş grubunun (veya ilişki her ne şekilde tanımlandıysa) birbiriyle ilişkilerinin yoğunluğu olarak ölçülür.

Bireysel sosyal ağlar genellikle yoğundur. Üçlülerdeki algısal gerilim bireysel ağların kapanımına yol açar. Ancak örneğin iş hayatındaki bireysel ağlar farklı bir saçılım gösterebilir. Ya da daha kapalı bir çevrede yaşayan (örn. bir ev kadını) birinin bireysel ağı gündelik yaşamı daha geniş olan birine

(örn. bir pazarlamacı) göre çok farklı, daha yoğun olacaktır. Yoğun bireysel ağlar bireyi destekleyici olduğu kadar olumsuz yönleri de vardır. Yoğun ağlarda sosyal normlar baskındır, ve bireyi belirli davranış ve düşünce biçimlerine zorlarlar. Böyle bir durum örneğin mekanik yapıdaki işletmelerde avantaj oluştururken, organik bir yapıda ve yenilikçi olmayı hedefleyen işletmelerde sınırlayıcıdır. Yoğun bireysel ağlar çalışanın maruz kaldığı bilgi ve görüş kaynaklarının kısıtlı bir çevreden ve birbirinin aynı olması anlamına gelir, ve yenilikçilik hedefiyle çatışır.

Moreno veri setindeki ağın görseline bakarsak bunun bireysel arkadaşlık ağından farklı bir şekilde, adacıklara (sosyal gruplara) bölünmüş olduğunu görürüz. Bu tür ağlarda genel yoğunluk azdır. Yoğunluk ağ büyüdükçe (bileşen sayısı arttıkça) azalma eğilimindedir. Düşünün ki 10 kişilik bir sosyal grupta herkesin birbirini tanınması çok olasıdır, ama bin kişilik bir grupta bu olanaksız gibidir ve olası ilişkilerin çok az bir kısmı gerçekten varır. Bu yüzden farklı büyüklükteki ağların yoğunluğu karşılaştırılmaz.

Moreno'nun verilerindeki gibi arkadaşlık yerine sevme gibi tek yönlü bir ilişki sözkonusu olduğunda başka bazı özellikler ortaya çıkar. Karşılıklılık/mütekabiliyet (İng. reciprocity) bunların en önemlilerindedir. Bu tür bir ilişki genellikle karşılıklı olmaktadır. Bu sosyal ve ekonomik birçok ilişkide görülen bir özelliktir. İkili ilişkilerde mütekabiliyet eksikliği ilişki üzerinde bir gerilim yaratacaktır. Bu gerilim ya mütekabiliyet oluşması ya da ilişkinin kopması ile giderilebilir.

Bunların dışında ağın bileşenleriyle ilgili en önemli metrik 'merkezilik'tir. Bir topografya terimi olan 'merkez'i sosyal ağlarda tanımlamak oldukça güçtür. Bu güçlük sosyal ağ yapılarını karşılaştırmak için kullanılan başka topoğrafya terimlerinde de söz konusudur. Buradaki amacı anlamak için ülkelerin fiziki coğrafyasıyla analogi kurabiliriz. Örneğin haritada Şili ile Uruguay'ı yan yana düşünün. Benzer alana sahip ancak çok farklı şekildedirler. Sosyal ağlarda bu tür farkları görmek için örneğim 'çap' ölçümü kullanılır. Burada teknik detaylarına girmek uygun olmasa da kabaca sosyal sistemde birbirine en uzak iki bireyin uzaklığı bize çapı verir, aynı dairenin en geniş yeri gibi.

Topoğrafya kavramlarını uyarlamamın bu güçlüğü yüzünden neredeyse ağ yaklaşımını kullanan disiplin sayısı kadar farklı merkezilik ölçümü tanımlanmıştır (Freeman, 1978). Bunlardan en basitlerinden biri olan derece merkeziliği sosyal aktörün bağ sayısı olarak tanımlanır. Ancak bu metrik sadece aktörü çevreleyen, yani 'yerel' sosyal yapıya dair bir ölçümdür. Kendi grubunda çok sosyal olan ama başka çevrelerle ilişkisi olmayan bir birey düşünün. Bu bireyin derece merkeziliği yüksektir. Bunun tam tersine olan 'aradalık merkeziliği' ise bireyin büyük sosyal resim içerisindeki köprü konumunu ölçer. Köprü konumunda olan bireyler sosyal grupları/bölgeleri birbirine bağlayan, bu yüzden de sosyal veya ekonomik sistemde bir takım fırsatlara erişebilen bireylerdir. Bu ikinci merkezilik ölçümünün tanımına da bu yazımın kapsamına uygun olmadığı için girmeyeceğim. Merkezilik ile ilgili güzel bir tartışma Scott (2000) veya Borgatti'de bulunabilir ((Borgatti ve Foster, 2003); Borgatti ve Everett (2006); (Borgatti ve diğerleri., 2009)).

8.2 Sosyal Ağlar Konusunda Kimi Kaynaklar ve Yazılımlar

Bu incelemede birçok, tamamı İngilizce, kaynaktan yararlandım. Bunlar arasında konuyla yeni tanışanlar için en ideal metin John Scott'un "Social Networks: An introduction" kitabı olacaktır kanaatindeyim (Scott, 2017). Bunun dışında nitel analiz teknikleri konusunda en kapsamlı referanslar arasında ise Stanley Wasserman ve Katherine Faust'un "Social Network Analysis: Methods and applications" kitabı (Wasserman ve Faust, 1994) başta geliyor. Bu metinler konuyla ilgili kaynak arayanlar için ilk tavsiye edilebilecekler.

Ağ analizi için farklı disiplin ve kurumlardan birçok araştırmacı ve araştırma grubu kendi yazılım çözümlerini üretmişlerdir. Bunların içinden yeni başlayanlara en uygun olduğunu düşündüğüm yazılım Gephi (Bastian ve diğerleri., 2009). Gephi sosyal ağ görselleştirme ve analizi için bulabileceğiniz pek çok güncel yazılımdan sadece biri. Java programlama diliyle yazıldığından pek çok farklı sistemde (Windows, Linux, Mac) çalışabiliyor. Ayrıca kullanımı görece daha anlaşılır olduğu için burada bahsetmeyi seçtim. Bu yazılımı sosyal ağ araştırmasında ilk adımlar için kullanabilirsiniz. Öte yandan

ciddi analizler için R istatistik paketi ve ilgili kitaplıkları daha fazla kontrol sağlamaktadır. Bu yazılım ücretsiz olarak <http://gephi.org/> adresinden edinebilir ve kimi temel kullanım kılavuzlarına da aynı adresten ulaşabilirsiniz.

Diğer yaygın bir ağ analizi yazılım aracı ise Pajek'tir (De Nooy *ve diğerleri.*, 2011). Bu da eskiden beri yaygın kullanılan ağ görselleştirme ve analiz programlarından biridir. Daha çok matematik (rastlantısal ağlar) ve fizik alanlarından katkı aldığı için programın sunumu bu oryantasyonu yansıtır. Özellikle çok büyük ağların analizi için verimli çalışan bir sistemdir, ve pek çok metriği ölçebilmektedir. Yazılımı ücretsiz olarak <http://pajek.imfm.si/doku.php> sitesinden edinebilir ve kullanım kılavuzu gibi malzemelere ulaşabilirsiniz.

9 Sonuç

Günümüzde hayatın her alanındaki faaliyetler aramızdaki ilişkilere dair dijital izler bırakıyor. Bu izleri kullanarak yapılacak yapısal analizler sosyal bilimlerin her alanı için değerli ve avangart bir araştırma alanına dönüşmüş durumdadır. Bu yazıda ağ analizi alanını sosyal araştırmaya katkısı açısından konumlandırmayı amaçladım. Bunu yaparken teknik, uygulamaya özgün detaylardan kaçınmaya çalıştım. Aynı zamanda bu yeni oluşan, varsayımları ve kimliği henüz tam oluşmamış alanın öğrenmek isteyenler için tuzak oluşturabilecek noktaları da bu özete dahil etmeye çalıştım. Bu konudaki araçların da hızla gelişmesiyle bu alan, ve ilgili yöntem ve araçlar giderek daha fazla araştırmacı için katkı vaat etmektedir. Bu özet ile alanın onlar açısından daha ulaşılabilir olmasına bir katkı sağlamaya çalışılmıştır.

Kaynaklar

- BASTIAN, M., HEYMAN, S., JACOMY, M. *ve diğerleri.* (2009). Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. *Icsm*, **8**, 361–362.
- BENDER-DEMOLL, S. ve MCFARLAND, D. A. (2006). The art and science of dynamic network visualization. *Journal of Social Structure*, **7** (2), 1–38.
- BORGATTI, S. P. ve EVERETT, M. G. (2006). A graph-theoretic perspective on centrality. *Social networks*, **28** (4), 466–484.
- ve FOSTER, P. C. (2003). The network paradigm in organizational research: A review and typology. *Journal of management*, **29** (6), 991–1013.
- , MEHRA, A., BRASS, D. J. ve LABIANCA, G. (2009). Network analysis in the social sciences. *Science*, **323** (5916), 892–895.
- BRANDES, U. ve NICK, B. (2011). Asymmetric relations in longitudinal social networks. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, **17** (12), 2283–2290.
- BURT, R. S. (2009). *Structural holes: The social structure of competition*. Harvard university press.
- COLEMAN, J. S. (1988). Social capital in the creation of human capital. *American journal of sociology*, **94**, S95–S120.
- CROSS, R. L. ve PARKER, A. (2004). *The hidden power of social networks: Understanding how work really gets done in organizations*. Harvard Business Review Press.
- DE NOOY, W., MRVAR, A. ve BATAGELJ, V. (2011). *Exploratory social network analysis with Pajek*, vol. 27. Cambridge University Press.

- EMIRBAYER, M. ve MISCHE, A. (1998). What is agency? *American journal of sociology*, **103** (4), 962–1023.
- FREEMAN, L. C. (1978). Centrality in social networks conceptual clarification. *Social networks*, **1** (3), 215–239.
- GENCER, M. (2007). Increasing modularity of production in computer markets: Common business strategies and the case of ibm eclipse project. *Proceedings of the International Colloquium on Business and Management*. <http://mgencer.com/files/ICBM2007.pdf>.
- GRANOVETTER, M. (1985). Economic action and social structure: The problem of embeddedness. *American journal of sociology*, **91** (3), 481–510.
- (2005). The impact of social structure on economic outcomes. *The Journal of economic perspectives*, **19** (1), 33–50.
- GULATI, R. (1995). Social structure and alliance formation patterns: A longitudinal analysis. *Administrative science quarterly*, pp. 619–652.
- ve GARGIULO, M. (1999). Where do interorganizational networks come from? *American journal of sociology*, **104** (5), 1439–1493.
- KOGUT, B. (2012). *The Small Worlds of Corporate Governance*. MIT Press.
- KRACKHARDT, D. (1987). Cognitive social structures. *Social networks*, **9** (2), 109–134.
- LAZER, D., PENTLAND, A. S., ADAMIC, L., ARAL, S., BARABASI, A. L., BREWER, D., CHRISTAKIS, N., CONTRACTOR, N., FOWLER, J., GUTMANN, M. ve diğ erleri. (2009). Life in the network: the coming age of computational social science. *Science (New York, NY)*, **323** (5915), 721.
- MARIN, A. ve WELLMAN, B. (2011). Social network analysis: An introduction. *The SAGE handbook of social network analysis*, **11**.
- MCPHERSON, M., SMITH-LOVIN, L. ve COOK, J. M. (2001). Birds of a feather: Homophily in social networks. *Annual review of sociology*, **27** (1), 415–444.
- MORENO, J. L. (1934). *Who shall survive?: A new approach to the problem of human interrelations*. Nervous and Mental Disease Publishing Co.
- ORR, J. E. (1996). *Talking about machines: An ethnography of a modern job*. Cornell University Press.
- (2006). Ten years of talking about machines. *Organization Studies*, **27** (12), 1805–1820.
- PADGETT, J. F. (2010). Open elite? social mobility, marriage, and family in florence, 1282–1494. *Renaissance Quarterly*, **63** (2), 357–411.
- SCOTT, J. (2017). *Social network analysis*. Sage.
- SILVESTER, J., ANDERSON, N. R. ve PATTERSON, F. (1999). Organizational culture change: An inter-group attributional analysis. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, **72** (1), 1–23.
- TURAN, S. ve AKTAN, D. (2008). Okul hayatında var olan ve olması düşünölenlen sosyal değerler. *Journal of Turkish Educational Sciences*, **6** (2).

WASSERMAN, S. ve FAUST, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications*, vol. 8. Cambridge university press.

WENGER, E. (1998). Communities of practice: Learning as a social system. *Systems thinker*, **9** (5), 2-3.

AB Ülkeleri ve Türkiye'nin Ticari İlişkilerine Ağ Yaklaşımı*

Ercan Eren[†] ve Demet Topal Koç[‡]

Özet

Ülkeler arası ticaret ilişkileri klasik yaklaşımlarla incelenirken genellikle toplam ihracat/ithalat, toplam ihracat/GSYH (Gayri Safi Yurtiçi Hasıla), toplam ihracat/ithalat içinde söz konusu ülkenin sahip olduğu pay gibi birinci derece veriler kullanılmaktadır. Bu veriler, ülkeleri izole edip, diğer ülkeler dikkate alınmadan elde edildiği için sadece ülkeye özgüdür. Klasik iktisat yöntemlerinin bu yüzeyselliğine karşın, uluslararası ticaret ilişkilerine ağ yaklaşımı, daha derin analiz yapabilme olanağı sağlamaktadır. İlk olarak sosyometri ile temelleri atılan ağ yaklaşımı, iktisat biliminde ticari ve finansal ilişkilerin analizinde kullanılmıştır. Bu çalışmada da AB ülkeleri ve Türkiye'nin ticaret ilişkilerinde 2008 krizinin, ağın kompleks yapısında değişmelere neden olacağı hipotezinden hareketle, söz konusu ülkelerin ticari ilişkileri 2003 ve 2014 yılları periyodunda, ağ yaklaşımı kapsamında analiz edilmiştir. Ülkelerin ağ içindeki önemlerini gösteren ve w-HITS algoritması ile elde edilen ithalat ve ihracat merkezilik skorları zamansal açıdan ve özellikle 2008 kriz dönemindeki değişimleri incelenmiş ve bu veriler birinci derece gösterge olan toplam ihracat ve ithalat içindeki pay değerleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın bulguları genel olarak AB ülkeleri ve Türkiye'nin ticari ilişkilerini, kompleks bir ekonomik sistem olarak ele alınıp incelenmesinin özellikle kriz dönemindeki değişimleri daha iyi açıkladığı şeklinde olmuştur.

Anahtar Kelime: Ekonomik İlişkilere Ağ Yaklaşımı, Uluslararası Ticaret Ağları, İthalat ve İhracat Merkeziliği, 2008 Krizi

Makale Tarihiçesi: 6 Mayıs 2017 alındı. 30 Ağustos 2017 kabul edildi. 25 Aralık 2017 elektronik olarak yayımlandı.

1 Giriş

İktisat önceleri, klasik fiziğin üç ana unsuru olan mekanizm, determinizm ve indirgemeciliği temel almıştır. Determinizm ve mekanizm kavramı bir makinenin çalışmasını tanımlarken, bu kavram makine gibi çalışan evren modeli olarak geliştirilmiştir ve insan da evrende olduğu için kurallar içinde işler, özgür iradesi yoktur önermesi ortaya atılmıştır. İktisattaki determinizme göre de insan kararlarında ekonomik etkenler belirleyicidir. İndirgemecilik yaklaşımına göre ise tek tek bireylerin toplamı ile ekonomideki genel toplama ulaşmak mümkün olmaktaydı. Ancak günümüzde, bireylerin toplamının ekonomideki toplama eşit olmadığı anlaşılmıştır. Ekonomideki toplamın, tek tek parçaların toplamından daha büyük olduğu saptanmıştır. Bu durumda iktisadi ajanları, temsili ajan kavramı çerçevesinde incelemek yerine, bu ajanlar arasındaki etkileşimlerin de önemli olduğu ve bunların analize dahil edilmesinin gerekli olduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle ekonomik ilişkiler de aralarında kompleks

*Bu çalışma Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünde yazılmış olan yüksek lisans tezinin yeniden derlenmiş halidir.

[†]Prof. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, eren@yildiz.edu.tr

[‡]Doktora Öğrencisi, Yıldız Teknik Üniversitesi, demettopalkoc@gmail.com

etkileşimlerin olduğu çok sayıda ajanın oluşturduğu bir kompleks sistem olarak ele alınmaktadır. Bu bağlamda, bu iktisadi ajanlar arasındaki etkileşimleri de kapsayan analiz yöntemlerinin daha gerçekçi sonuç vermesi beklenmektedir.

Geleneksel yaklaşımlarla uluslararası ticaret ilişkileri analiz edilirken ülkelerin ihracat/ithalat hacimleri, ihracatın GSYH içindeki payı veya toplam ihracat/ithalat içindeki pay verileri kullanılmaktadır. Bu göstergeler sadece söz konusu ülkeye özgüdür, diğer ülkelerle ilişkisini dikkate almadan hesaplanmaktadır. Bu durumda ülkenin bağlantılı olduğu diğer ülkeler ve bunların ağ içindeki önemi göz ardı edilmektedir. Dolayısıyla ülkeleri birbirinden izole eden ve ağ içinde etkileşimde olduğu diğer ülkeleri dikkate almayan geleneksel yaklaşımların eksik değerlendirmelere neden olacağı açıktır.

2008 küresel ekonomik krizi, ekonominin yapısını ve dinamiğini anlamada yeni paradigmalardan gerekli olduğunu göstermiştir. Ekonomik sistemler bağımlılık üzerine kurulu olduğu için, ekonomik ağların sistemsel kompleksliğini vurgulayan yeni yaklaşımlara ihtiyaç duyulmuştur. Cari işlemler açığı, işsizlik oranları, büyüme oranındaki gerileme gibi ekonomik krizi açıklamada kullanılan göstergeler de benzer şekilde sadece ülkelere özgüdür ve etkileşimde olduğu diğer ülkeleri dikkate almadan hesaplanırlar. Dolayısıyla ekonomiyi kompleks bir sistem olarak ele alan; ülkeler ve bunlar arasındaki ilişkileri incelemeye olanak tanıyan ağ yaklaşımının, kriz döneminde ülkelerdeki değişimleri açıklamada daha derin analiz olanağı sunması beklenmektedir. Bu bağlamda, bu çalışmada AB ülkeleri ve Türkiye'nin ticaret ilişkileri 2003 ve 2014 yılları periyodunda ağ yaklaşımı ile incelenmiştir. Ayrıca 2008 krizinin, ülkelerin özellikle ağ içindeki önemlerine etkisi ağ analizi yöntemleri ile araştırılmıştır.

Bu çalışmada ağın yapısını tanımak için ölçümler yapılmıştır ve bir takım ağ istatistikleri elde edilmiştir. Bu bağlamda, ağın kompleks bir ağ olduğunu gösteren kuvvet yasası dağılımına uygunluğunu ölçmek için Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır. Merkez ve çevre ilişkisini incelemek amacıyla ağın farklılık eğilimi (disassortativity) araştırılmıştır. Ayrıca ağ yapısı ile ilgili ileri derece göstergeler sağlayan w-HITS algoritması söz konusu ağa uygulanmıştır. Böylece ağlara ait önemli göstergelerden biri olan otorite ve merkezler açısından ülkeler incelenmiştir. Ağ yaklaşımı ile ele alınan bir ağda çok sayıda gelen bağlantıya sahip bir düğüme otorite ve benzer şekilde, çok sayıda giden bağlantıya sahip düğüme de merkez adı verilmektedir. w-HITS algoritmasında her ülkeye bir merkez (ihracat) ve otorite (ithalat) merkeziliği skorları atanmaktadır. Bu göstergeler ülkelerin toplam ithalattan/ihracattan aldıkları pay gibi birinci derece göstergelerden farklı olarak ticaret ortaklarının önemini de değerlendirmeye alır. Bu algoritmaya göre, bir merkezin çok sayıda gelen bağlantıya sahip bir otorite ile bağlantısı varsa, bu etkin bir merkez olarak kabul edilir. Benzer durum otorite için de söz konusudur; bir otoritenin çok sayıda giden bağlantıya sahip bir merkez ile bağlantısı varsa, bu otorite de etkin bir otoritedir. Böylece merkez ve otorite merkeziliği skorları, ülkelerin söz konusu ticaret ağı içindeki, sırasıyla ihracat ve ithalat merkeziliklerini ifade etmektedir.

Bu açıklamalar çerçevesinde, bu çalışmada, ele alınan yıl periyodunda AB ülkeleri ve Türkiye'nin oluşturduğu ticaret ağına w-HITS algoritması uygulanarak, ülkelerin ihracat ve ithalat merkezilikleri ve bunların zamansal değişimi incelenmiştir. Bu çalışmadaki testlerde, algoritmalarda ve ağ görselleştirmelerinde R istatistik programı kullanılmıştır.

2 Literatür

Çin ve Hindistan gibi ülkelerin 2000'li yıllarda hızla büyümesi ile petrol, emtia ve tarım ürünlerinin fiyatları artmış, hatta gıda ürünlerinin fiyatı 2008'de tarihteki en yüksek değerine ulaşmıştır. Altın ve petrol yükselirken, Amerikan doları da büyük değer kaybetmiştir. Bunlara ek olarak Amerika'da 2000'li yıllarda çok hızlı artan konut satışlarında, 2008'de büyük düşüş yaşanmıştır. Amerika'da çok sayıda büyük kurumun iflasına neden olan kriz, yoğun ticari ve finans bağlarının olduğu Avrupa ülkelerini de etkilemiştir.

Avrupa Birliği ülkelerinin ortak para birimi kullanmasının mikro ekonomik faydaları ülkeler arası

ticareti ve yatırımı arttırmadır; bunun yanı sıra makro ekonomik faydası da güvenilir düşük enflasyonlu parasal rejimin sağlanmasıdır (Carlin ve Soskice, 2014, s. 463). Ortak para birimi olarak Euro'ya geçiş ile birlikte Avrupa Birliği ülkelerinin merkez bankaları da ortak olmuştur. Euro sistemine girmeden önce her ülke, borç yüküyle orantılı faiz miktarında borçlanırken; Euro'dan sonra Avrupa Merkez Bankası'nın belirlediği faize göre borçlanmışlardır. Bu durumda borçlanma faizleri, Almanya'nın devlet tahvil faiz oranları dolayında olmuştur. Örneğin Yunanistan devlet tahviliyle 10 yıllık borçlanırken yıllık faiz %19 öderken; Almanya %8 civarında faiz ile borçlanmaktaydı. Euro'ya geçişten sonra diğer ekonomiler de Almanya'nın itibarından yararlanıp, geneli %3 civarında faizle borçlanmışlardır. Yani Euro sistemine geçmeden önce daha pahalı olan borçlanma, artık çok daha kolaylaşmıştır. Hükümetler de bu durumu gelir sağlama amacıyla kullanmışlar ve büyük miktarlarda borçlanmışlardır. Amerika'da yaşanan krizin küreselleşmesi ile Euro da değer kaybetmiş ve borçlanma faizleri eski durumuna dönmeye başlamıştır. Bu bağlamda, ekonomik ağlarda finans alanında yaşanan gelişmeler ülkelerin borç yükü, enflasyon, işsizlik gibi oranlarının yanı sıra ticari ilişkilerini de etkilemiştir. Bu çalışmada AB ülkeleri ve Türkiye'yi kapsayan ihracat ağının topolojik özellikleri bakımından zaman içerisinde değişimi çerçevesinde, krizin etkisi incelenmektedir.

Bilgisayar bilimindeki gelişmelerle birlikte çok sayıdaki veriler hızlı bir şekilde incelenebilmiş ve analiz edilebilmiştir. Bu da kompleks yapıdaki ağların analizini kolaylaştırmıştır. Serrano ve Boguná (2003) dünya ticaretini bir ağ olarak ele almışlar 179 düğümlü 7510 yönlü bağlantılı ağ elde etmişlerdir. Bu çalışmada dünya ticaret ağının ölçeksiz ağ özelliği gösterdiği bulunmuştur.

Garlaschelli ve Loffredo (2004) çalışmalarında ülkelerin GSYH'sinin, kişi başına GSYH'ye kıyasla ülkelerin ticari faaliyetleriyle daha fazla ilişkili olacağı düşünülmüştür. Uluslararası ticaret ağı ülkeler arası refahın değişimi olması dolayısıyla herhangi bir ülkenin başka ülkeler ile bağlantılı olma potansiyeli (fitness) olarak o ülkenin GSYH'si kullanılmıştır. Bu çalışmada da dünya ticaret ağı yönsüz ağ olarak ele alınmıştır (Garlaschelli ve Loffredo, 2004) .

Fagiolo *ve diğerleri.* (2010) çalışmasında dünya ticaret ağını ağırlıklı ve yönlü ağ olarak incelemişler, ülkeler arasındaki karşılıklı ticari ilişkilerin benzer yoğunluklarda olduğunu saptamışlardır (Fagiolo *ve diğerleri.*, 2010). Çok sayıdaki ülke zayıf ticari ilişkiler kurarken, az sayıdaki ülkeler kuvvetli ticari ilişkiler kurmuştur. Yüksek yoğunluk olmasına rağmen düğümlerin ortalama kuvveti zayıf bulunmuştur ve yapılan ikili ağ analizleri sonucu ağda ileri derecede kümeleşme belirlenmiştir. Bu ağda benzerlik eğilimli yapı olduğu bulunmuştur. Ticaret ortağı çok olan yüksek dereceli ülkelerin daha az ticaret ortaklı ülkelere göre daha az kümeleştikleri görülmüştür. Daha yüksek gelirli ülkelerin yoğun ticaret ilişkilerinin olduğu ve yüksek kümeleşmeye sahip oldukları gözlenmiştir.

Uluslararası ticaretin ağ yapısını inceleyen Thomas Chaney Fransız firmalarının ihracat dinamiğini incelemiş, buna göre firmaların iletişimlerinin olduğu piyasalara ihracat yaptıklarını gözlemlemiştir (Chaney, 2014). Firmaların aynı zamanda yeni ticaret partneri ararken var olan bağlantılarını kullanarak bu yeni bağlantıları bulmaya çalıştıkları gözlenmiştir. Bu çalışmada Chaney uluslararası ihracat ağının dinamik yapısının karakterizasyonunu yapmıştır. 1986 ve 1992 yılları arasındaki ihracat rakamları incelenmiş, ülkeler arasındaki ticarete şirketlerin bağlantı sayısının fazlalığının, şirketlerin arasındaki mesafeden daha önemli olduğu ortaya konulmuştur. Çalışmanın temel varsayımı ise, şirketlerin kurduğu uzak bağlantılar vasıtası ile o bölgede yeni bağlantı kurma ihtimalinin doğrudan bağlantı kurma ihtimaline göre iki kat yüksek olduğudur. Örneğin bir Fransız şirketi, Japon bir firma ile ticaret bağı ve ortaklık oluşturur ise aslında coğrafi olarak o bölgeye (Japonya'ya) yakın yerlerle de bağ kurma ihtimali artar.

De-Benedictis *ve diğerleri.* (2014) dünya ticaret ağını BACI-CEPII veri setinden aldığı verilere göre ağ analizi yaklaşımı ile ele almıştır. Farklı yazılımlar kullanılarak ağ görselleştirmeleri yapılmıştır. Dünya ticaret ağının özellikleri hem ağırlıklı hem de ağırlıksız çizge kullanılarak araştırılmış ve ağ istatistikleri hesaplanmıştır. 178 ülkenin 1995 ve 2010 yılları periyodunda yerel ve global merkezilikleri hesaplanmıştır. Geçen on yılda dünya ticaretinin kompleksliğinin değiştiği gözlenmiştir. Ağırlıksız merkezilik ölçümlerine göre, dünya ticaretindeki entegre sürecinin geliştiği ve bölgesel ticaretin önemi-

nin arttığı görülmüştür. Ağırlıklı merkezilik ölçümlerine bakıldığında ise klasik merkez-çevre ilişkisinin olduğu gözlenmiştir. Ayrıca gelen bağlantılarına göre, AB ülkelerinin dünya ticaret ağına daha iyi entegrasyon sağlayan ülkeler olduğu bulunmuştur. Yine gelen bağlantılarına başka bir deyişle ithalata göre Almanya, Fransa, İngiltere, İspanya ve İtalya ilk sıralarda iken; Çin, Meksika ve Amerika ikinci sırada yer aldığı gözlenmiştir. Benzer şekilde giden bağlantılarına göre yani ihracata göre de Çin ve Amerika'nın yanısıra, Hindistan ve Malezya'nın merkeziliklerinin arttığı görülmüştür. Böylece Doğu Asya ülkelerinin uluslararası ticarete ele alınan zaman içinde önemlerinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Roth ve Dakli (2000) yapısal ağ olarak bölgesel ticaret anlaşmaları ele alınmış ve doğrudan yabancı yatırım (DYY) kararlarına etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada yabancı yatırımcılara karar verme aşamasında ağ yaklaşımı ile ek kaynak sunulabileceği belirtilmiştir. Bir ülkenin yatırım cazibesi değerlendirilirken ekonomik, sosyal ve politik faktörlere bakıldığından; incelemede, ülke düzeyindeki istatistiklerle değil, ülkeleri izole etmeyen, diğer ülkelerle ilişkisini de dikkate alan ağ analizi ile yapıldığı ve dolayısıyla daha nitelikli olduğu belirtilmiştir. Söz konusu ağ, ülkelerin derece merkeziliği ve bağımlılıkları ile ağın merkeziliği ve yoğunluğu açısından ele alınmış ve DYY kararlarını nasıl etkilediği açıklanmıştır. Buna göre, bölgesel ticaret anlaşmalarının ilk yapıldığı dönemde, ülkelerin ticaret yapılarında köklü değişiklikler olduğu, ağa ilk giren ülkelerin de bu süreçte ağa daha iyi entegre olduğu ve dolayısıyla ağa ilk girenlerin merkeziliklerinin daha sonra birbirine yakınlaşacağı; sonra giren ve çevre ülke konumunda olan ülkelerin de benzer süreçten geçerek ağa entegre olup, heterojenliğin azalacağı ve merkeziliklerinin artacağı belirtilmiştir. Bu nedenle de yabancı yatırımcı için; derece merkeziliğine göre; çevre ülkelerin zaman içinde daha çekici olabileceği açıklanmıştır. Ağın genel merkeziliği açısından bakıldığında anlaşmaların ilk zamanlarında ülkeler entegre olmaya başlayacağı için, ağın merkeziliğinin de artacağından bahsedilmiştir. Bu aşamanın da yabancı yatırımcı için çekici olabileceği belirtilmiştir.

Soyyigit (2015)'de uluslararası ticaret ilişkilerine kompleks ağ yaklaşımı çerçevesinde imalat sanayiindeki tüketim, ara ve yatırım mallarının her biri için 1998, 2003, 2008 ve 2013 yıllarındaki uluslararası ticaret ağları incelenmiştir. w-HITS algoritması uygulanarak ülkelerin bu ağlar içindeki ithalat ve ihracat merkezilikleri ile bunların zamansal değişimi araştırılmıştır. Bu kapsamda Türkiye'nin tüketim, ara ve yatırım mallarında uluslararası ticaretteki önemi, konumu ve bunların değişimi incelenmiştir.

AB ülkeleri ve Türkiye'nin ticari ilişkilerinin kompleks bir ağ olduğu hipotezinden hareketle, bu ülkeler arasındaki ticaret ilişkilerine kompleks ağlarla ilgili sınımlar yapılmıştır. Bu hipotez çerçevesinde ağlara ait istatistikler hesaplanmış ve topolojik özellikleri açısından değişimlerin olup olmadığı araştırılmıştır. Zamansal olarak değişimleri incelemek için 2003 ve 2014 yılları periyodundaki veriler ele alınmıştır. Ayrıca w-HITS algoritması ile her ülkenin otorite ve merkezilik değerleri hesaplanmış ve birinci derece göstergelerle karşılaştırılarak ülkelerin söz konusu ağ içindeki ağırlıkları bulunmuştur. Ülkelere ait bu ağırlıkların yani ileri derece göstergelerden biri olan merkezilik değerlerinin, 2008 kriz dönemindeki değişimi incelenmiştir. Ayrıca 2008 krizinin ağın yapısında nasıl değişikliğe yol açtığı araştırılmıştır.

3 Metodoloji

Yönlü ağlarda merkeziliğin ölçümünde kullanılmaktadır. Düğümün kendisinden çıkıp başka düğümlere giden bağlantı sayısı yüksek olan düğümlere merkez (hub) ve benzer şekilde düğüme diğer düğümlerden gelen bağlantı sayısı yüksek olan düğümlere de otorite (authority) adı verilmektedir.

Otoriteler ve merkezler hesaplanırken HITS (Hyper-link Induced Topic Search) algoritması kullanılmaktadır. Bu algoritma web sayfalarının oluşturduğu ağın analizi için Kleinberg tarafından geliştirilmiştir ve genellikle arama motorlarında, veri ve metin madenciliğinde kullanılır. HITS algoritması ile web sayfalarındaki metin araması sırasında metinler arasındaki bağlantılar da aramaya dahil edilip sonucu etkilemektedir. (Seker, 2015, s. 30-39). Temelinde, arama motorunda belli bir konuda yapılan arama sonucunda çok sayıda gelen bağlantılı olan otorite durumunda ve birbiriyle ilişkili olan bu

otoritelerle çok sayıda bağlantısı olan merkez durumundaki web sayfaları arasındaki ilişkinin analizi yer alır. Arama motorundaki bir arama sonucunda elde edilen otoriteler, gelen bağlantı sayısı dikkate alınarak bulunur. Ancak bu durumda, yapılan arama ile ilgisi olmayan sayfalar da yüksek gelen bağlantılı sayfalar arasında yer almıştır. Bu sorunu çözmek için otorite sayfalarının yüksek gelen bağlantı sayısı olması koşulunun yanında; bu sayfalarla bağlantısı olan merkezlerle bir çakışma olması koşulu da getirilmiştir. Böylece ilgili otoriteyle bağlantısı olan merkezler de aramaya dahil edilmiştir. Burada diğer bir önemli bir nokta da merkez ve otoritenin birbirini güçlendirmesidir. Şöyle ki; güçlü merkez olan düğümün çok sayıda güçlü otoriteyle bağlantısı vardır; aynı şekilde güçlü otorite olan düğümün de çok sayıda güçlü merkezden gelen bağlantısı vardır (Kleinberg, 1999).

Kleinberg (1999)'de web sayfaları arasındaki ilişki güncel tutulacak şekilde bir algoritma geliştirilmiştir. Bu algoritmalar basitçe birbirine atıfta bulunan yani ilişkili olan metinlerin skorlanması için geliştirilmiştir (Seker, 2015, s. 30-39). Her web sayfasına negatif olmayan bir otorite ve merkez ağırlıkları sırasıyla $x^{<p>}$ ve $y^{<p>}$ verilmiştir. Burada p web sayfasını temsil eder ve x ve y ne kadar büyükse o kadar güçlü otorite ve merkez olduğu anlaşılır. p sayfasının, x ağırlığı büyük çok sayıda sayfaya bağlantısının olması, bu p sayfasının y ağırlığının büyük olmasını gerektirir; benzer bir durum da bir p sayfasının yüksek y değerli çok sayıda sayfadan gelen bağlantısının olması da bu p sayfasının yüksek x değerine sahip olmasını gerektirmektedir. Kleinberg bu bağlamda otorite ve merkez ağırlıkları üzerinde I ve O işlemlerini tanımlamıştır. Bu işlemlerde I işlemi x ağırlıklarını, O işlemi ise y ağırlıklarını günceller: (Kleinberg, 1999, s. 164)

$$I : x^{<p>} \leftarrow \sum_{q:(q,p) \in E^y^{<p>}} \quad O : y^{<p>} \leftarrow \sum_{q:(q,p) \in E^x^{<p>}} \quad (1)$$

Bu işlemlerde otorite ağırlıkları kümesi $x^{<p>}$ şeklindeki x vektörü ile benzer şekilde merkez ağırlıkları kümesi de $y^{<p>}$ şeklindeki y vektörü ile ifade edilerek Kleiberg algoritmasını aşağıdaki gibi oluşturmuştur:

Başla

Tekrarla (G, k)

G : n tane bağlantılı sayfaların kümesi

$k \in N$

$z, (1, \dots, 1) \in R^n$ bir vektör olmak üzere

$x_0 = z$ olsun

$y_0 = z$ olsun

$i = 1, 2, \dots, k$ olmak üzere

I işlemini (x_{i-1}, y_{i-1}) için uygula ve yeni x ağırlığı olan x'_i değerini elde et

O işlemini (x'_i, y_{i-1}) için uygula ve yeni y ağırlığı olan y'_i değerini elde et

x'_i değerini normalize et ve x_i değerini bul

y'_i değerini normalize et ve y_i değerini bul

Bitir

(x_k, y_k) değerlerini getir

HITS algoritması, ekonomik ağlar için şu şekilde düzenlenmiştir: Ağdaki her i düğümüne (x_i) otorite ve (y_i) merkezlik değerleri atanmıştır. Düğüm, yüksek otoriteye sahip ise bu, düğümün çok sayıda yüksek merkeziliği olan düğümlerden gelen bağlantısının olması nedeniyledir. Aynı şekilde bir düğümün yüksek merkeziliğinin olması bu düğümün yüksek otoriteye sahip çok sayıdaki düğüme giden bağlantılarının olması nedeniyledir (Newman, 2010, 179).

Düğümün otorite skorları gelen bağlantısı olan diğer düğümlerin merkeziliklerinin toplamı ile orantılıdır.

$$x_i = \alpha \sum_j A_{ij} y_j \quad (2)$$

Benzer şekilde düğümün merkeziliği, bu düğümden gelen bağlantıya sahip düğümlerin otoritelerinin toplamıyla orantılıdır.

$$y_i = \beta \sum_j A_{ji} x_j \quad (3)$$

Bu formüllerde α ve β sabitlerdir. Buradaki matris elemanı göstergesi A_{ij} iki denklemde de yer almaktadır. A_{ij} matris elemanları i düğümünün merkeziliğini tanımlayan bağlantılardan oluşmaktadır. Bu bağlamda, yukarıdaki formüller matris şeklinde aşağıdaki gibi yazılır: (Newman, 2010, s. 179-180)

$$\begin{aligned} x &= \alpha Ay \\ y &= \beta A^T x \end{aligned}$$

İki gösterim şekli de birleştirilerek;

$$\begin{aligned} AA^T x &= \lambda x \\ A^T Ay &= \lambda y \end{aligned}$$

şeklinde de yazılabilir. $\lambda = (\alpha\beta)^{-1}$ değerini almaktadır. Böylece, otorite ve merkezilik skorları sırasıyla AA^T ve $A^T A$ özvektör değerleriyle hesaplanmış olur.

Kleinberg (1999) algoritması uluslararası ticaret ağı için geliştirilmiştir. Wei ve Liu (2012)'de hem ülkeler arasındaki karşılıklı bağımlılık hem de ülkelerin ağ içindeki etkileri dikkate alınarak ülkelerin uluslararası ticaret ağındaki önemi ortaya konulmuştur. Ülkelerin ağdaki etkilerine göre sıralama yapılmıştır. Bu bağlamda orijinal HITS algoritmasından hareketle çizge-temelli sıralama algoritması olarak ağırlıklı HITS (w-HITS) algoritması geliştirilmiştir:

V : Uluslararası ticaret ağındaki düğümler kümesi
 $x = (x^1, x^2, \dots, x^u, \dots, x^n)$ V kümesindeki ülkelerin ithalat etkileri vektörü
 $y = (y^1, y^2, \dots, y^u, \dots, y^n)$ V kümesindeki ülkelerin ihracat etkileri vektörü
 x ve y vektörlerini $\{1, 1, \dots, \dots, 1\}$ vektörü olarak başlat.
 x ve y yakınsamazken
 $i = 1, 2, \dots, u, \dots, n$ için
 α işlemini $x^{i'}$ ye uygula
 β işlemini $y^{i'}$ ye uygula
 x vektörünü normalize et
 y vektörünü normalize et
Bitir

Bu akış şemasının denklemlerle ifadesi:

t iterasyon sayısı, $c(t)$ ve $d(t)$ normalleştirme faktörleri olmak üzere (Deguchi ve diğerleri., 2014)

$$\begin{aligned} x(t+1) &= c(t)A^T y(t) \\ y(t+1) &= d(t)Ax(t+1) \end{aligned}$$

Normalleştirme işlemi sonucunda;

$$\sum_{i=1}^N x_i(t+1) = 1$$

$$\sum_{i=1}^N y_i(t+1) = 1$$

x ve y değerleri birim hale gelmektedir. Bu şekilde işleyen tekrarlar sonunda x ve y vektörlerinin denge değerleri elde edilmektedir. Bunlar aynı zamanda her ülkenin ihracat (merkez) merkeziliği ve ithalat (otorite) merkeziliğidir.

3.1 Verilerin Elde Edilmesi

Türkiye ile Avrupa Birliği'nde yer alan ülkeler arasındaki ticari ilişkilerin analiz edildiği bu çalışmada, Massachussets Teknoloji Enstitüsünün (Massachussets Institute of Technology-MIT) atlas medya laboratuvarı tarafından desteklenen ve uluslararası ticaret verilerini görsel olarak sunan "Observatory of Economic Complexity" veri setinden yararlanılmıştır (<http://atlas.media.mit.edu/en/>).

Ülkeler arası ticari ilişkiler analiz edilirken, bu ağ yapısı yönlü ve ağırlıklı ağ olarak ele alınmıştır. 2003-2014 dönemi kapsamında yer alan her bir yıla ait ticari veriler, MIT'nin atlas medya veri bankasından elde edilmiştir. Ülkeler arasındaki ihracat rakamları milyar dolar cinsinden değerleri ifade etmektedir. Belçika ve Lüksemburg'a ait ihracat verileri sistemde birlikte verildiği için, veri bütünlüğünü bozmamak amacıyla bu verilerde değişiklik yapılmamıştır. Her ülkeye ait ihracat değerleri ilgili matrise yerleştirilip *ağırlıklı komşuluk matrisleri* elde edilmiştir.

3.2 Analiz ve Bulgular

3.2.1 Analiz

Ele alınan ülkeler arası ticaret ilişkilerini daha iyi açıklayabilmek için, ağın yoğunluk, geçişlilik, karşılıklılık, benzerlik eğilimi/farklılık eğilimi ve kuvvet dağılımları araştırılmaktadır. Bunlara ek olarak ileri dereceli gösterge olan ve ülkelerin ticaret ağındaki önemlerini, bağlantılı oldukları diğer ülkelerin ticari bağlantılarının sayısına ve yoğunluğuna göre belirleyen w-HITS algoritması ile ülkelerin ihracat merkezilikleri açısından değişimleri de araştırılmaktadır ¹.

3.2.2 Bulgular

Avrupa Birliği üye ülkeleri ve Türkiye'nin bulunduğu ekonomik ağ için; incelenen 2003-2014 periyodunda yoğunluk (density), kümeleşme katsayısı (clustering coefficient) ve karşılıklılık (reciprocity) değerleri 1 olarak bulunmuştur. En büyük ticari blok olan AB ülkeleri ile Türkiye'nin oluşturduğu ticaret ağının bütün bir ağ olması, yani her ülkenin diğer bütün ülkeler ile yoğun olmasa da bir ticari ilişkisinin olması sebebiyle, bu değerlerin 1 olarak bulunması beklenen bir durumdur.

Derece dağılımı, ağ analizindeki diğer önemli topolojik özelliklerden biridir. Ağırlıklı ağlarda derece dağılımı yerine, kuvvet dağılımı vardır. Kuvvet dağılımı, incelenen ağdaki ülkelerin, (bu çalışmada) ihracat hacmi değerlerinin frekans dağılımıdır. Bu çalışmada ülkelerin ihracat değerleri ele alınarak,

¹Bu çalışmada analiz ve görselleştirmeler R-3.1.3 istatistik programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. R programında analiz yapılırken hazır kod kütüphaneleri olan paketlerden yararlanılmıştır. Excel dosyalarını okutmak için xlsx ve ağ analizi için geliştirilen igraph paketleri kullanılmıştır. Bunların yanında tnet, rJava ve xlsxjar paketlerinden de faydalanılmıştır.

düğümün çıkarılan bağlantılarının kuvvetine ait dağılımlar bulunmuştur. Bazı yıllar için kuvvet dağılımı grafikleri şekil (1)'de verilmiştir. Diğer yıllar akışı bozmamak için ekte verilmiştir.

Grafiklerdeki dağılımın şekline bakılarak Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye'nin oluşturduğu ekonomik ağı kuvvet yasası dağılımına uyduğu düşünülebilir. Ancak bu kuvvet dağılımının, kuvvet yasası dağılımına uygunluğunu bilimsel olarak kanıtlamak gerekmektedir. Bunun için çeşitli testler geliştirilmiştir. Bunlardan biri de Kolmogorov-Smirnov (KS) testidir.

Bu çalışmada ampirik veriler olan ihracat verilerinin, kuvvet yasası dağılımına uygun olup olmadığını belirlemek için KS testi, R programının *igraph* paketi aracılığıyla kullanılmıştır.

KS testi ele alınan verilerin belli bir dağılıma uyup uymadığını belirlemede kullanılır. Bu test, uygunluğu belirlemeye yarayan bir p -değeri üretir. Uygunluk testlerinin bazıları ampirik verilerin dağılımı ve model veri arasındaki farklılık ölçümüne dayanmaktadır. KS testindeki p -değeri de bu farklılığı ölçer ve ele alınan verilerin, kuvvet yasası dağılımına uygunluğu hakkında bilgi verir. Buna göre $p < 0.05$ iken dağılımın kuvvet yasasına uyduğu hipotezi reddedilir. (Clauset *ve diğerleri.*, 2009). 0.95 güven aralığı için p -değerine göre dağılımın kuvvet yasasına uyup uymadığı belirlenmektedir².

Matematiksel olarak, bir nicelik olan x kuvvet yasasına uyuyorsa, bu niceliğin olasılık dağılımı $p(x) \propto x^{-(\alpha)}$ şeklinde ifade edilebilir. Burada α sabit değişkendir, genellikle $2 < \alpha < 3$ aralığında değerler almaktadır. Bunun bazı durumlar için istisnaları da vardır. Ayrıca α değeri kuvvet yasası dağılımı üssü veya ölçekten bağımsızlık üssü olarak adlandırılır (Hein *ve diğerleri.*, 2006).

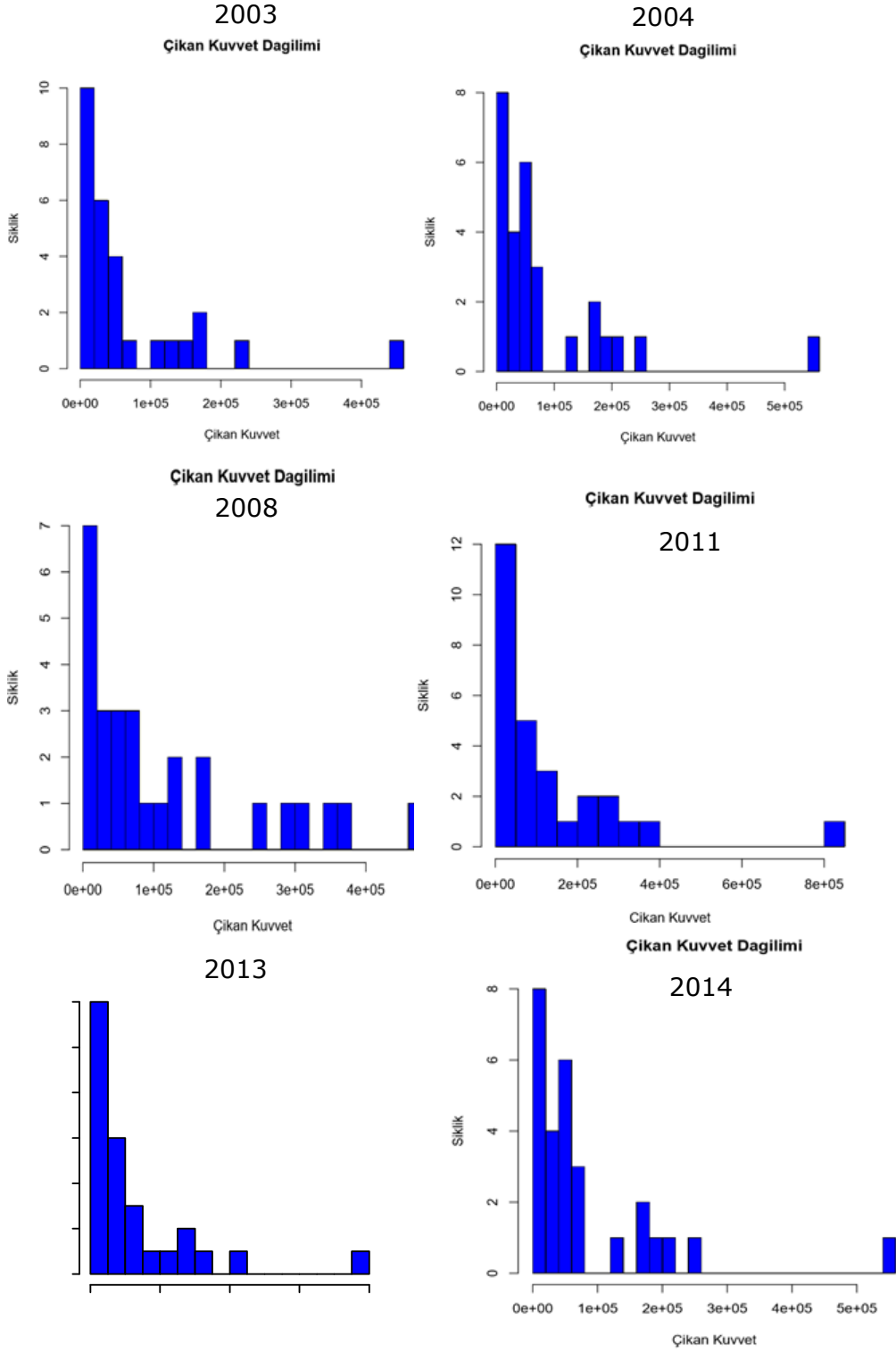
igraph paketi ile yapılan analizde α üs değerini bulmak için maksimum olabilirlik ilkesine göre değerlendirme yapan *plfit* uygulamasından faydalanılmıştır. Uygulamada kuvvet yasası dağılımına uygunluğu incelenen dağılımın, en küçük değerini ifade eden x_{min} değeri, başlangıçta verilmiyorsa, *plfit* uygulaması uygun dağılım ve orijinal örnek arasındaki Kolmogorov-Smirnov testi p -değeri maksimum olacak şekilde optimal bir x_{min} değeri belirleyen algoritma çalıştırmaktadır. 0.95 güven aralığı için test sonuçları tablo (1)'de verilmiştir. Buna göre, 2008, 2010, 2013 ve 2014'te p değeri 0.95 güven aralığında değerlendirildiğinde dağılımın, kuvvet yasası dağılımına uymadığı görülmektedir. Başka bir ifadeyle, AB ticaret ağının, 2008 kriz döneminde ve sonrasında bazı yıllarda, kuvvet yasası dağılımına uymadığı söylenebilir.

Year	α	p -değeri
2003	3.265386	0.9999104
2004	3.720886	0.9990304
2005	3.90336	0.9988464
2006	4.013128	0.9981627
2007	3.705707	0.9990709
2008	1.989456	0.8363517
2009	3.242486	0.9998966
2010	1.941667	0.9217737
2011	3.502267	0.9999475
2012	3.252945	0.9999273
2013	2.015169	0.9333147
2014	1.88517	0.9335373

Tablo 1: α ve p Değerleri

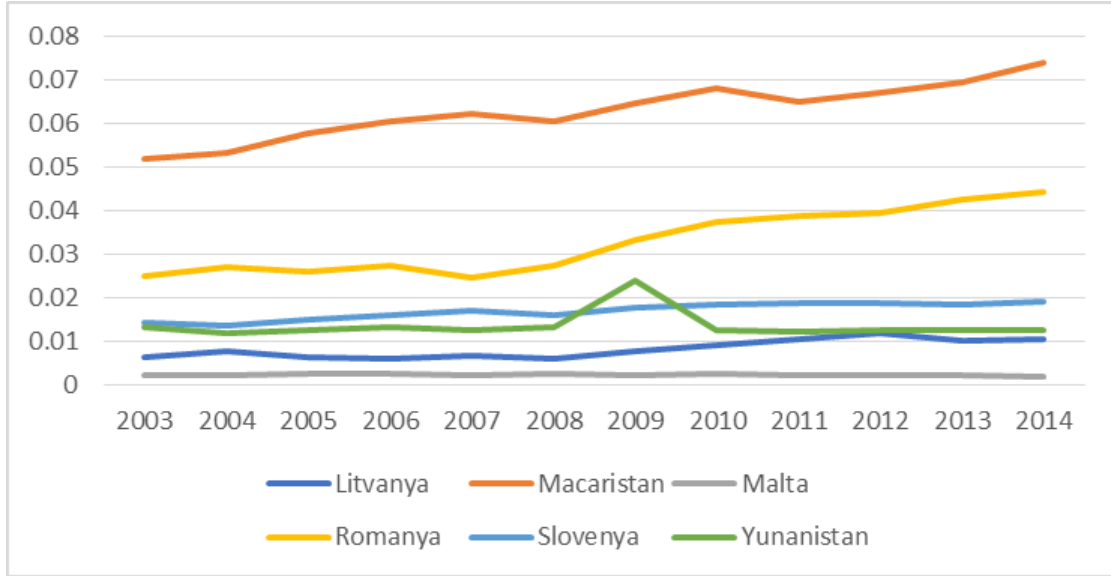
Avrupa Birliği ve Türkiye'nin ihracat ağının diğer yıllarda 0,99 güven aralığı için kuvvet yasası

²R programı Clauset, 2009'u dikkate alarak analiz yapmaktadır. Kaynak: <http://www.inside-r.org/packages/cran/igraph/docs/power.law.fit> [05.11.2016] Klasik KS testinde dağılımın söz konusu dağılıma uyduğunu kabul eden H_0 hipotezi ve uymadığını kabul eden H_1 hipotezine göre, test sonuçları değerlendirilmektedir. Ancak burada farklı olarak, R programında temel alınan kaynağa göre $p < 0.05$ iken dağılımın, kuvvet yasasına uyduğu hipotez reddedilmektedir; uyması durumu 0.95 güven aralığına göre değerlendirilmektedir.



Şekil 1: Kuvvet Dağılımları

dağılımına uyduğu söylenebilir. Kuvvet yasası dağılımına göre, az sayıda ülke yüksek ihracat hacmine sahip olurken, çok sayıda ülke düşük ihracat hacmine sahiptir. Böylece incelenen ağdaki düğümlerin, yani ülkelerin heterojen yapıda olduğu söylenebilir. Bu bağlamda, 2008 kriz döneminde ve sonrasındaki 2010, 2013 ve 2014 yıllarında büyük merkez ülkelerin ticaret hacimleri azaldığı için merkezilikleri azalmış; tersine küçük merkez ülkelerin ise ticaret hacimleri artmış ve bu da merkeziliklerini arttırmıştır. Bu durum şekil (2) ve (3)'den gözlenebilir. AB ticaret ağında ülkeler arası heterojenliğin azaldığı ve bu nedenle ağda kuvvet dağılımı özelliğinin gözlenemediği söylenebilir.



Şekil 2: Küçük Merkeziliklere Sahip Olan ve 2008 Yılında Merkeziliği Artan Ülkeler

Kuvvet yasası dağılımı, dağılımın üs değeri olan α ile nitelendirilir, dolayısıyla α değerinin değişimi de dağılım hakkında bilgi verir denilebilir. İncelenen ağda 2008, 2010, 2013 ve 2014 yıllarında ağın kuvvet dağılımına uymaması sebebiyle kuvvet dağılımı hakkında bilgi veren α değeri ve bunun değişimi için çıkarım yapılamayacağı söylenebilir. Diğer yıllarda ise α değerinin yıllara göre farklı değerler alması ağın dağılımının zaman içerisinde değiştiğini gösterir.

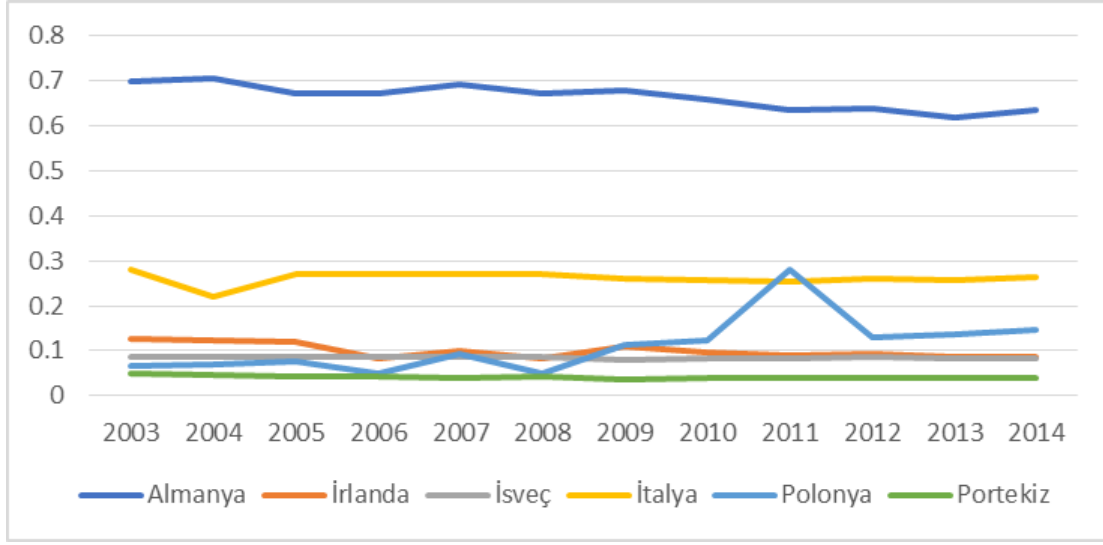
Ayrıca α üs değeri, ağın yapısına hassastır (Goh ve diğerleri., 2001). α üs değeri düşük iken, ağda çok bağlantılı düğümlerin olma olasılığı yüksektir (Hein ve diğerleri., 2006). Bu durumda ağda süper düğüm adı verilen çok bağlantılı düğümlerin olma olasılığı artar. AB ağı için üst değerin düşük olduğu 2012'de ihracat merkeziliği yüksek olan Belçika-Lüksemburg, Fransa, İngiltere, İtalya, Avusturya gibi ülkelerin merkeziliği artarken, ihracat merkeziliği düşük olan Hırvatistan, Kıbrıs ve Malta gibi ülkelerin de merkezilikleri azalmıştır. Düğümlerin bağlantı sayısı değişmemiş ama ihracat hacimleri arttığı için daha güçlü ihracat merkezleri ortaya çıkmıştır. Bu durum şekil (4) ve (5)'ten gözlenebilir.

Ağın benzerlik ya da farklılık eğilimli olduğunu belirleyebilmek için teorik kısımda da anlatıldığı gibi ortalama en yakın komşu kuvveti istatistiklerine bakılabilir. İhracat ağı için bulunan ortalama en yakın komşu kuvveti istatistikleri bazı yıllar için aşağıda tablolar ile verilmiştir. (Tüm yıllar için olan istatistikler çalışmanın ek bölümündedir).

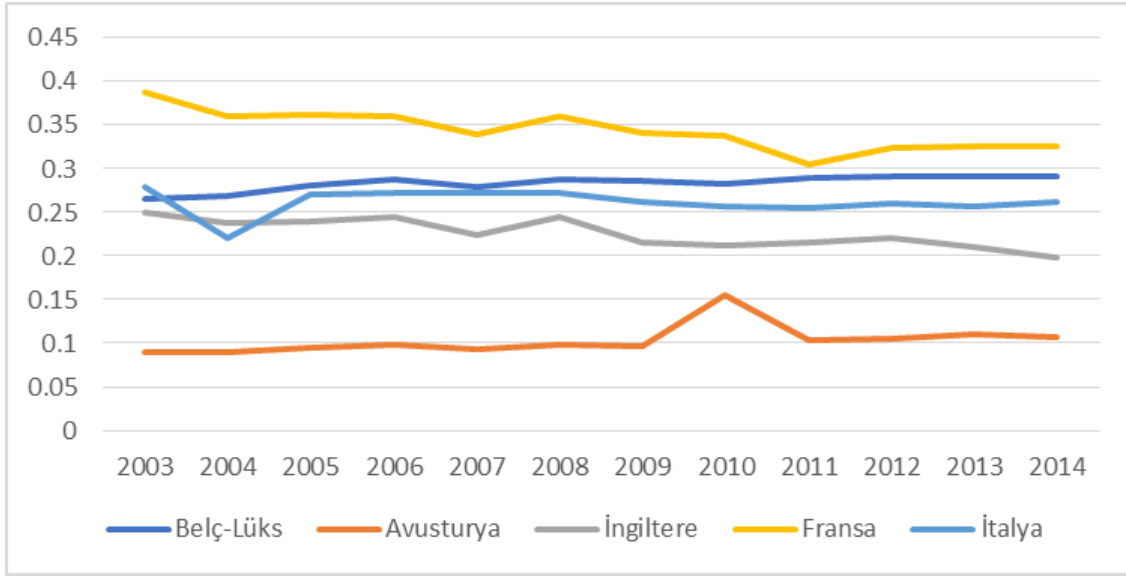
Benzerlik eğilimi (assortativity) de 2003-2014 yılları da dahil olmak üzere tüm ülkelerde -0.04 bulunmuştur. Bu değer bahsedilen tüm yıllar için aynı çıkmasının nedeni; farklılık eğilimi hesaplanırken kullanılan formülün sadece ağdaki bağlantı sayısını kullanmasıdır.

Teorik kısımda da bahsedildiği gibi

$$r_{min} = \frac{\sum_i a_i b_i}{1 - \sum_i a_i b_i}$$



Şekil 3: Büyük Merkeziliklere Sahip Olan ve 2008 Yılında Merkeziliği Azalan Ülkeler

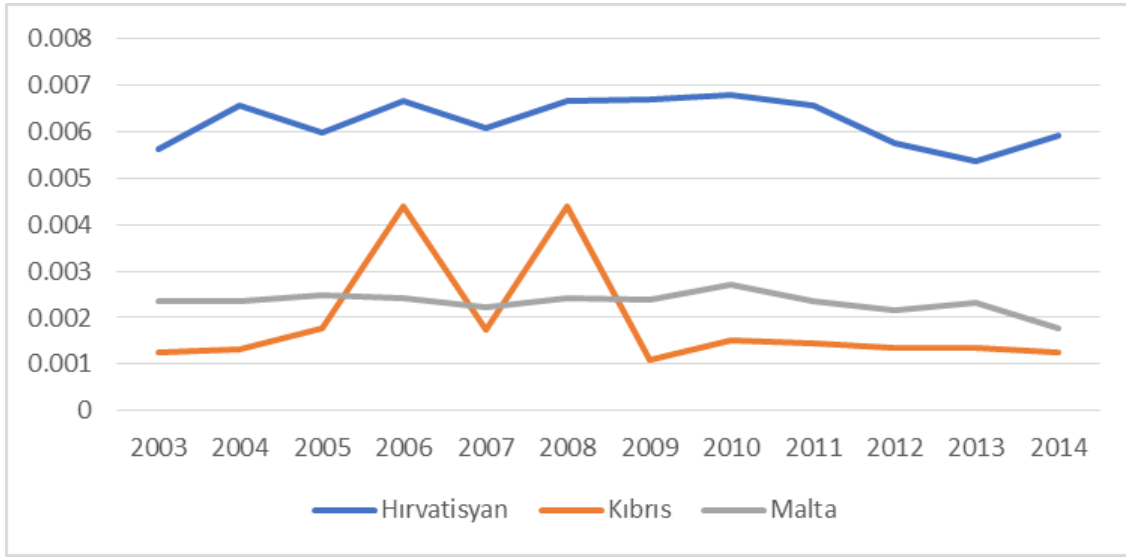


Şekil 4: İhracat Merkeziliği Artan Ülkeler

bu formülde ağdaki bağlantılara ağırlık verilmemiştir, sadece bağlantı sayısı dikkate alınmıştır; Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye'nin oluşturduğu ağdaki düğüm ve bağlantı sayısı ele alınan yıllarda değişmediği için farklılık eğilimi tüm yıllar için aynı sayı bulunmuştur.

Farklılık eğilimi değerinin negatif olması, ağın farklılık eğilimli yapıda olduğunu gösterir. Teorik kısımda da anlatıldığı gibi farklılık eğilimli ağlarda, ticaret hacmi yüksek olan az sayıda ülkenin, ticaret hacmi düşük olan çok sayıda ülke ile ticaret yapma eğiliminde olduğu söylenebilir. Farklılık eğilimli ağlar, ülkelerin merkez- çevre yapısında olduğunu da gösterir. Bu bağlamda, ticaret hacmi büyük olan ülkelerin merkez, düşük olanların ise çevre ülke konumunda olduğu söylenebilir (Newman, 2003).

Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye'nin ticari bağlantılarından oluşan ağın yoğunluk, geçişlilik ve karşılıklılık özellikleri incelendikten ve ağın genel yapısı açıklandıktan sonra, her ülkenin söz konusu ağ içindeki önemini ifade eden ihracat merkeziliği incelenmektedir. Bu amaçla, birinci dereceden göstergeler olarak ve her ülkenin incelenen yılda ağın toplam ihracatı içindeki payları hesaplanmıştır.



Şekil 5: İhracat Merkeziliği Azalan Ülkeler

Sonrasında ise bu birinci derece göstergeler, yüksek derece gösterge niteliğinde olan ve ağ içindeki düğümlerin önemlerini komşularının önemini de dikkate alarak hesaplayan ihracat merkeziliği değerleri ile karşılaştırılmıştır. Bu değerler aşağıdaki tablolarda verilmiştir. Buradaki yıllar 2008 krizi öncesi nispeten daha durağan ve kriz sonrası dalgalanmaların olduğu yıllar seçilmiştir. 2003 ve 2014 yılları da dahil tüm yıllara ait sıralama ekteyir.

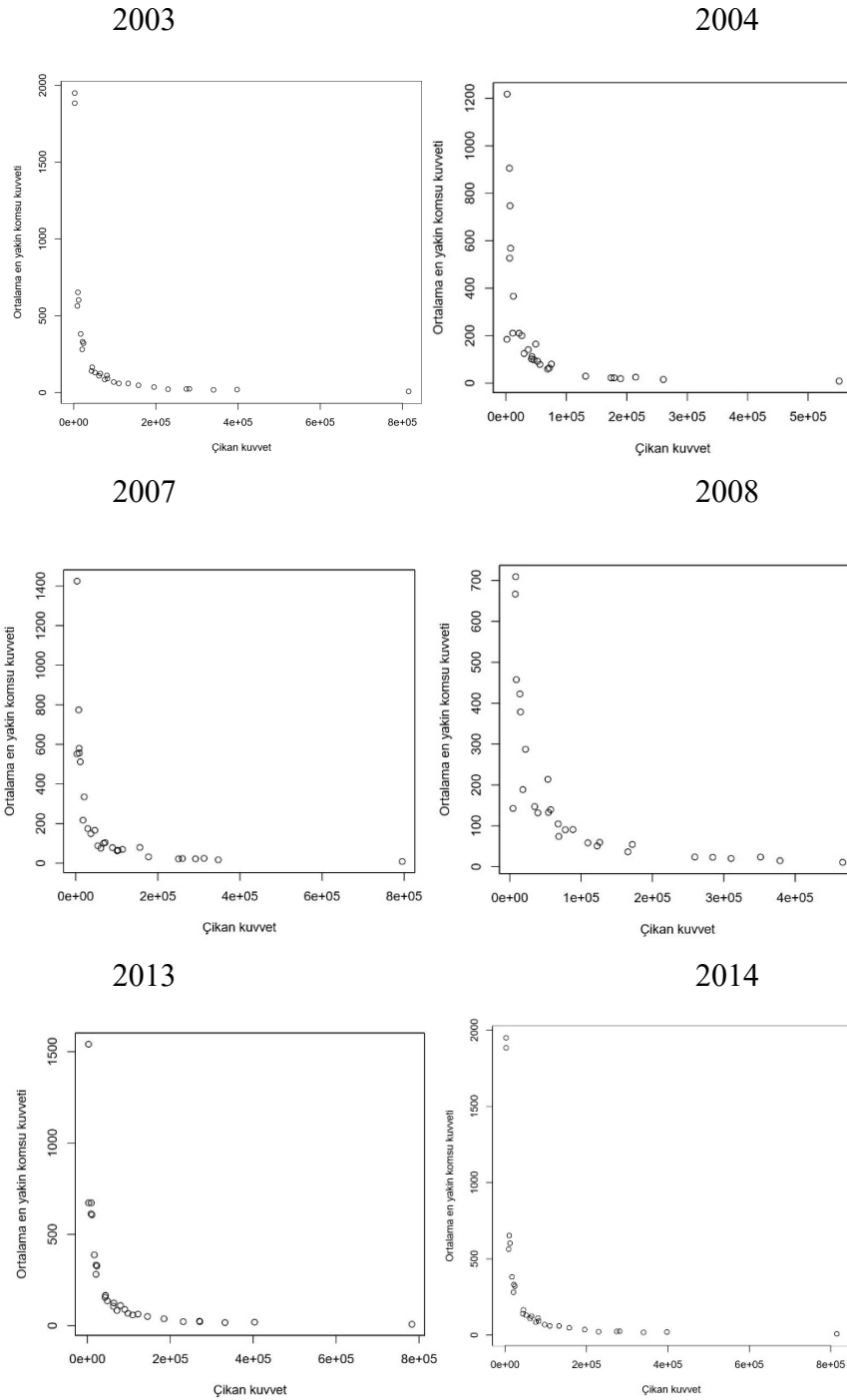
Tablo (2)'ten görüldüğü gibi örneğin; 2006 yılında hem Avrupa hem de dünya ticaretinde önemli ülkelerden İtalya, İngiltere, Belçika-Lüksemburg ve İsveç gibi ülkelerin ağı toplam ihracatındaki pay sıralamasında sırasıyla 4., 5., 6. ve 8. iken; merkez (hub) merkeziliği sıralamasında sırasıyla 5., 6., 4. ve 9. olmuştur. Benzer şekilde tablo (3)'den görüldüğü gibi 2013 yılı için İtalya, İngiltere, Belçika-Lüksemburg, Polonya ve Avusturya'nın ağı toplam ihracatı içindeki pay sıralamasında üstte verilen sırayla ülkeler 4., 5., 6., 7. ve 9. durumda iken; ihracat merkeziliği sıralamasında aynı ülkeler 6., 7., 4., 5. ve 10. durumdadır. Türkiye'nin ise, 2006 da toplam ihracattaki pay sıralamasında 15. iken; ihracat merkeziliği sıralamasında 13. sırada yer almıştır. 2013 yılında ise Türkiye her iki ölçüte göre aynı sıralamada yer almıştır. Benzer şekilde tablo (4)'dan görüldüğü gibi Hollanda 2009'da ihracat payı sıralamasında 3. iken; ihracat merkeziliği sıralamasında 6. olmuştur.

Türkiye incelenen yıllarda ağı toplam ihracatı içindeki payı sıralamasında 14. veya 15. iken, ihracat merkeziliği sıralamasında daha üstlerde 13. veya 14. sırada yer almıştır. İhracat merkeziliği sıralaması, ülkelerin hem ağ içindeki hem de birbirlerine göre önemini dikkate alan daha gerçekçi bir gösterge olduğu için, Türkiye'nin Avrupa Birliği ülkeleri ile olan ticaretinde birinci dereceden göstergeler ile görüldüğünden daha önemli bir yeri olduğu söylenebilir. Türkiye'nin ihracat merkeziliğinde 2008 ve 2011'de düşüş olmuştur. 2011'den sonra çok büyük olmayan artış eğilimi vardır.

Türkiye'nin 2007-2008 yıllarında Kıbrıs ile olan ticaretinde de gözlenmiştir. Şekil (8)'deki 2008 yılı ticaret ağında Türkiye- Kıbrıs arası ticaret bağlantısı, şekil (7)'deki 2007 yılındakine göre kalınlaşmıştır.

Almanya'nın ele alınan yıllarda hem ihracat payı sıralamasında hem de ihracat merkeziliği sıralamasında birinci olduğu görülmektedir. Almanya'nın dünya ticaretinde de ilk sıralarda yer almasından dolayı Avrupa Birliği ülkeleri içinde de birinci olduğunu gösteren bu sonuçlar pek de şaşırtıcı değildir (Kırer ve diğerleri., 2013).

Almanya'nın ihracat merkeziliği değerleri incelendiğinde ağ içinde her yıl 1. sıradadır ancak bu merkezilik değerlerinde düşüş trendi gözlenmiştir. 2004'te azalmış, 2007'de artmış ve 2011'de tekrar



Şekil 6: İncelenen Yıllar için Farklılık eğilimi

düşmüş ve 2013'te de bir artış olmuştur. Bu değişimler çok küçük değişimlerdir, dolayısıyla ihracat merkeziliği sıralaması değişmemiş birinci olmuştur. Aşağıda şekil (9)'deki grafikte Almanya'nın ihracat merkeziliğinin söz konusu yıllara göre değişimi görülmektedir.

Benzer şekilde Fransa ve Hollanda da Almanya gibi her iki sıralamada da aynı değerlere sahiptir ve ağda ikinci ve üçüncü sırada yer almışlardır. Diğer büyük Avrupa ülkeleri İngiltere, İtalya, İspanya, İsveç ve Belçika'nın ağ içindeki toplam ihracat payları sıralaması ile ihracat merkezilik sıralamalarında belirgin farklılıklar gözlenmektedir. Bu durum yukarıdaki karşılaştırmalı tablodan görülebilmektedir.

	2003		2006		2007	
	İhracat merkezi- ziliği	İhracat payı	İhracat merkezi- liği	İhracat Payı	İhracat merkezi- liği	İhracat payı
1	Almanya	Almanya	Almanya	Almanya	Almanya	Almanya
2	Fransa	Fransa	Fransa	Hollanda	Fransa	Fransa
3	İtalya	İtalya	Hollanda	Fransa	Hollanda	İtalya
4	Belçika- Lüksemburg	İngiltere	Belçika- Lüksemburg	İtalya	İtalya	İngiltere
5	İngiltere	Belçika- Lüksemburg	İtalya	Belçika- Lüksemburg	Belçika- Lüksemburg	Belçika- Lüksemburg
6	Hollanda	Hollanda	İngiltere	İngiltere	İngiltere	Hollanda
7	İspanya	İspanya	İspanya	İspanya	İspanya	İspanya
8	İrlanda	İrlanda	Avusturya	Polonya	Bulgaristan	İrlanda
9	Avusturya	İsveç	İsveç	Çek Cum.	Çek Cum.	İsveç
10	İsveç	Avusturya	İrlanda	Avusturya	Polonya	Avusturya
11	Polonya	Çek Cum.	Çek Cum.	İsveç	İsveç	Çek.Cum
12	Çek Cum.	Polonya	Macaristan	Macaristan	Avusturya	Polonya
13	Danimarka	Danimarka	Türkiye	İrlanda	İrlanda	Danimarka
14	Türkiye	Macaristan	Danimarka	Türkiye	Macaristan	Macaristan
15	Macaristan	Türkiye	Polonya	Slovakya	Türkiye	Türkiye

Tablo 2: İhracat Payları ve İhracat Merkeziliklerin Karşılaştırılması

	2008		2009		2010	
	İhracat Merke- ziliği	İhracat Payı	İhracat Merkezi- liği	İhracat Payı	İhracat Merke- ziliği	İhracat Payı
1	Almanya	Almanya	Almanya	Almanya	Almanya	Almanya
2	Fransa	Fransa	Hollanda	Fransa	Hollanda	Hollanda
3	Hollanda	Hollanda	Fransa	Hollanda	Fransa	Fransa
4	Belçika- Lüksemburg	İtalya	Belçika- Lüksemburg	İtalya	Belçika- Lüksemburg	İtalya
5	İtalya	Belçika- Lüksemburg	İtalya	Belçika- Lüksemburg	İtalya	Belçika- Lüksemburg
6	İngiltere	İngiltere	İngiltere	İngiltere	İngiltere	İngiltere
7	İspanya	Avusturya	İspanya	İspanya	İspanya	İspanya
8	Avusturya	İspanya	Polonya	Polonya	Avusturya	Avusturya
9	İsveç	Çek Cum.	İrlanda	Çek Cum.	Polonya	Polonya
10	İrlanda	Polonya	Çek Cum.	Avusturya	Çek Cum.	Çek Cum.
11	Çek Cum.	İsveç	Avusturya	İrlanda	İrlanda	İsveç
12	Macaristan	İrlanda	İsveç	İsveç	İsveç	İrlanda
13	Türkiye	Macaristan	Macaristan	Macaristan	Macaristan	Macaristan
14	Danimarka	Türkiye	Türkiye	Türkiye	Türkiye	Türkiye
15	Polonya	Danimarka	Danimarka	Danimarka	Danimarka	Danimarka

Tablo 3: İhracat Payları ve İhracat Merkeziliklerin Karşılaştırılması

Fransa'nın ihracat merkeziliğine bakıldığında 2008'de çok küçük artış olmuştur. 2009'a kadar ihracat merkeziliklerine göre sıralamada 2. olan Fransa'nın bu yıldan sonra Hollanda ile sıralaması değişmiş; Fransa 3. gerilerken, Hollanda 2. Sıraya yükselmiştir. 2011'de tekrar yükselme gerçekleşmiş, ancak bu yükseliş sıralamada bir değişiklik oluşturmayacak kadar küçüktür. Hollanda'nın da 2013'ten sonra kendi trendi içinde bakıldığında ihracat merkezilik değeri artmıştır. Bu sonuçlara göre Fransa

	2011		2013		2014	
	İhracat Merkezi	İhracat Payı	İhracat Merkezi	İhracat Payı	İhracat Merkezi	İhracat Payı
1	Almanya	Almanya	Almanya	Almanya	Almanya	Almanya
2	Hollanda	Hollanda	Hollanda	Hollanda	Hollanda	Hollanda
3	Fransa	Fransa	Fransa	Fransa	Fransa	Fransa
4	Belçika-Lüksemburg	Belçika-Lüksemburg	Belçika-Lüksemburg	İtalya	Belçika-Lüksemburg	İtalya
5	İtalya	İtalya	İtalya	Belçika-Lüksemburg	İtalya	Belçika-Lüksemburg
6	İngiltere	İngiltere	İngiltere	İngiltere	İngiltere	İngiltere
7	İspanya	İspanya	Bulgaristan	İspanya	İspanya	İspanya
8	Polonya	Polonya	İspanya	Polonya	Polonya	Polonya
9	Çek Cum.	Çek Cum.	Polonya	Çek Cum.	Çek Cum.	Çek Cum.
10	Avusturya	Avusturya	Çek Cum.	Avusturya	Avusturya	Avusturya
11	İrlanda	İrlanda	Avusturya	İsveç	İrlanda	İsveç
12	İsveç	İsveç	İrlanda	Macaristan	İsveç	Macaristan
13	Macaristan	Macaristan	İsveç	İrlanda	Macaristan	İrlanda
14	Türkiye	Türkiye	Macaristan	Türkiye	Türkiye	Türkiye
15	Danimarka	Danimarka	Türkiye	Slovakya	Slovakya	Slovakya

Tablo 4: İhracat Payları ve İhracat Merkeziliklerin Karşılaştırılması

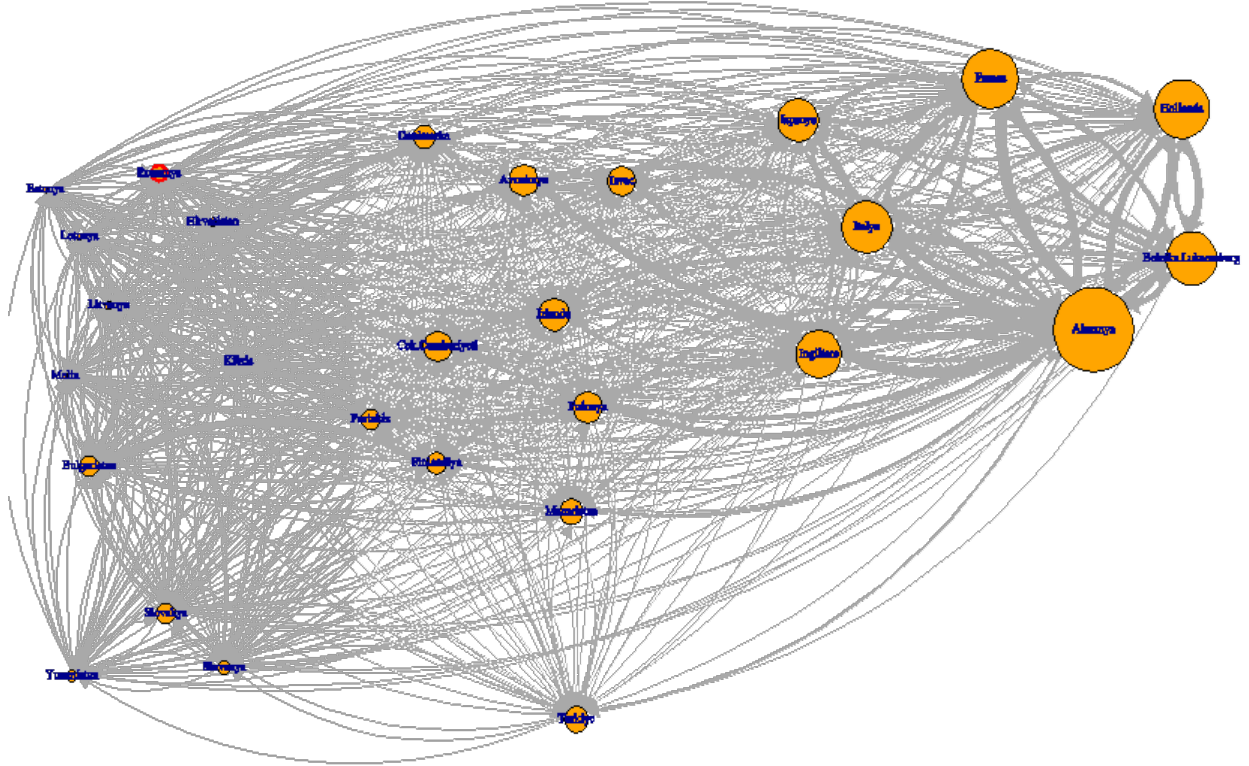
ve Hollanda'nın ağ içindeki ticari önemlerinin birbirine yakın olduğu ve son dönemlerde Hollanda'nın öneminin arttığı gözlenmektedir. Bunu aşağıdaki şekil (10)'deki grafikten de görmek mümkündür.

İtalya, birinci dereceden göstergelere göre ağda daha üst sıralarda iken, uluslararası ticaretteki yeri gösteren ileri derece gösterge olan ihracat merkeziliğine göre daha alt sıralardadır. Örneğin; 2005, 2006 ve 2013'te ihracat payı sıralaması 4. iken; ihracat merkeziliği sıralamasında 5. olmuştur. Bu sonuç da İtalya'nın Avrupa Birliği ağı içinde, görüldüğünden daha az öneme sahip olduğunu gösterir denilebilir.

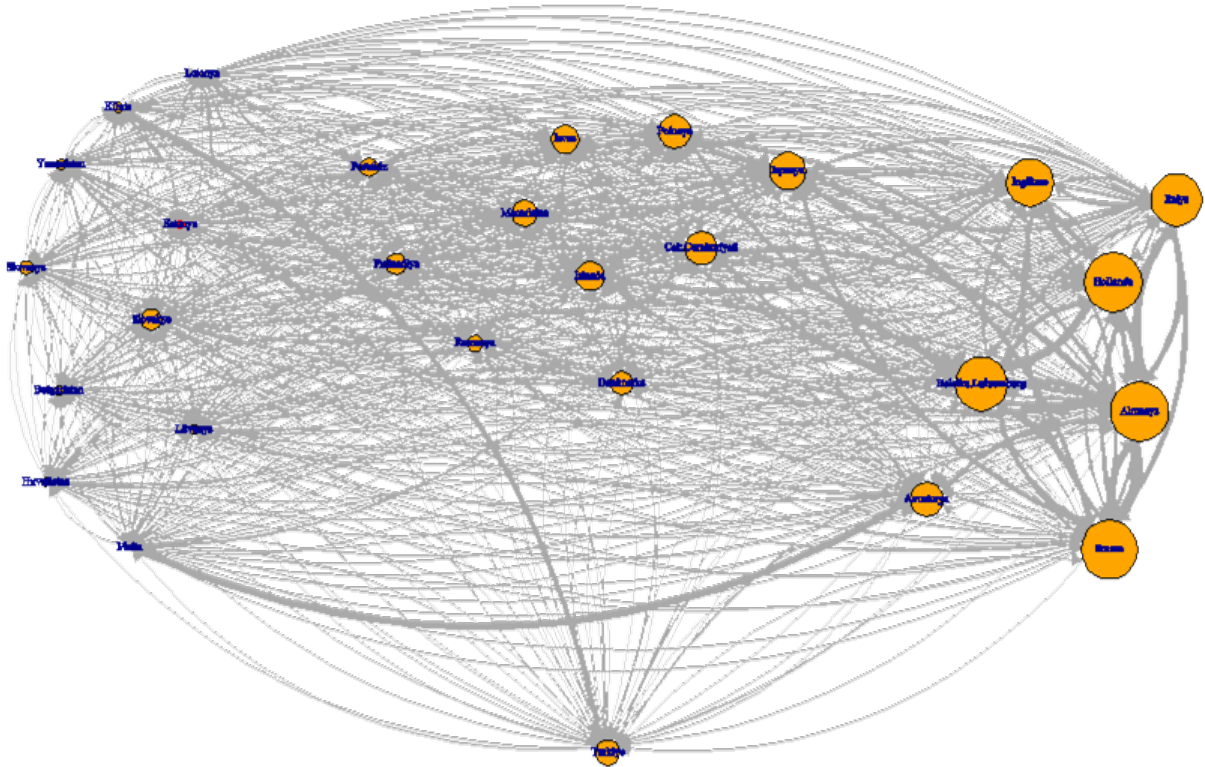
Yukarıdaki şekil (10)'daki grafikte İtalya'nın ihracat merkeziliğindeki değişimler yıllar bazında görülmektedir. Buna göre, 2004 ve 2011'de ihracat merkeziliğindeki düşüşler dikkat çekicidir. Ağ içindeki merkezilik sıralamasında ise İtalya 2003'te 4., 2004'te 7., 2005-2007 arasında 6., 2008'de 5. ve 2011'de 7. sırada yer almıştır. Bu sonuçlara göre de İtalya'nın ihracat merkeziliğinde yani ağ içindeki ticari öneminde de yıllar içinde değişimler olduğu söylenebilir.

İspanya'nın 2013 yılında toplam ihracat içindeki pay sıralamasında 7. iken ihracat merkeziliği sıralamasında 8. olması, ağ içinde birinci derece değerlerin gösterdiği kadar önemli olmadığını anlatmaktadır. İspanya ihracat merkeziliği sıralamasında daha önce 8. iken, 2008'de 9. sıraya gerilemiştir. 2009'da tekrar 8. iken, 2011'de 9. olmuştur. 2012'de de benzer şekilde tekrar 8. sıraya yükselmiş ve 2014 de dahil olmak üzere sıralaması değişmemiştir. Bu değişimler İspanya'nın ağ içindeki önemini değiştirdiğini göstermektedir. İspanya'nın 2008 krizi ile ihracat merkeziliğindeki önemi küçük miktarda azalmış ama 2012'den sonra, kriz öncesi önemini geri kazanmıştır. Şekil (10)'de bu durum açıkça gözlenebilmektedir.

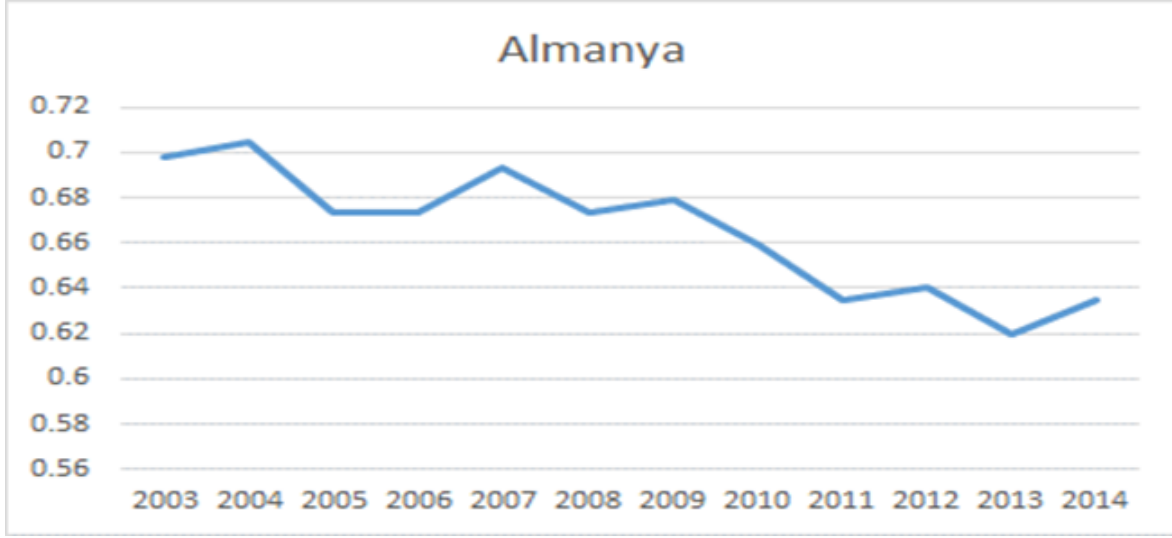
İngiltere'nin 2003 ve 2006 yılları da dahil olmak üzere bu yıllar arasında, ağdaki ihracat merkeziliği sıralaması, ihracat payı sıralamasından daha küçüktür. Örneğin; 2004'te ihracat payı sıralaması 4 iken, ihracat merkeziliği sıralaması 5'tir. Yani bu yıllar için ağdaki önemi birinci derece verilerin gösterdiğinden, daha az olduğu söylenebilir. İhracat merkeziliğine bakıldığında, İngiltere 2003 ve 2004'te 6. sırada iken, 2005 ve 2010 yılları arasında 7. sıraya düşmüştür. 2011'de 8. sıraya gerilemiş sonraki yıllarda da 7. sırada yer almaya devam etmiştir. İngiltere'nin söz konusu yıllarda ihracat merkeziliğinin değişimi şekil (10)'den görülebilmektedir.



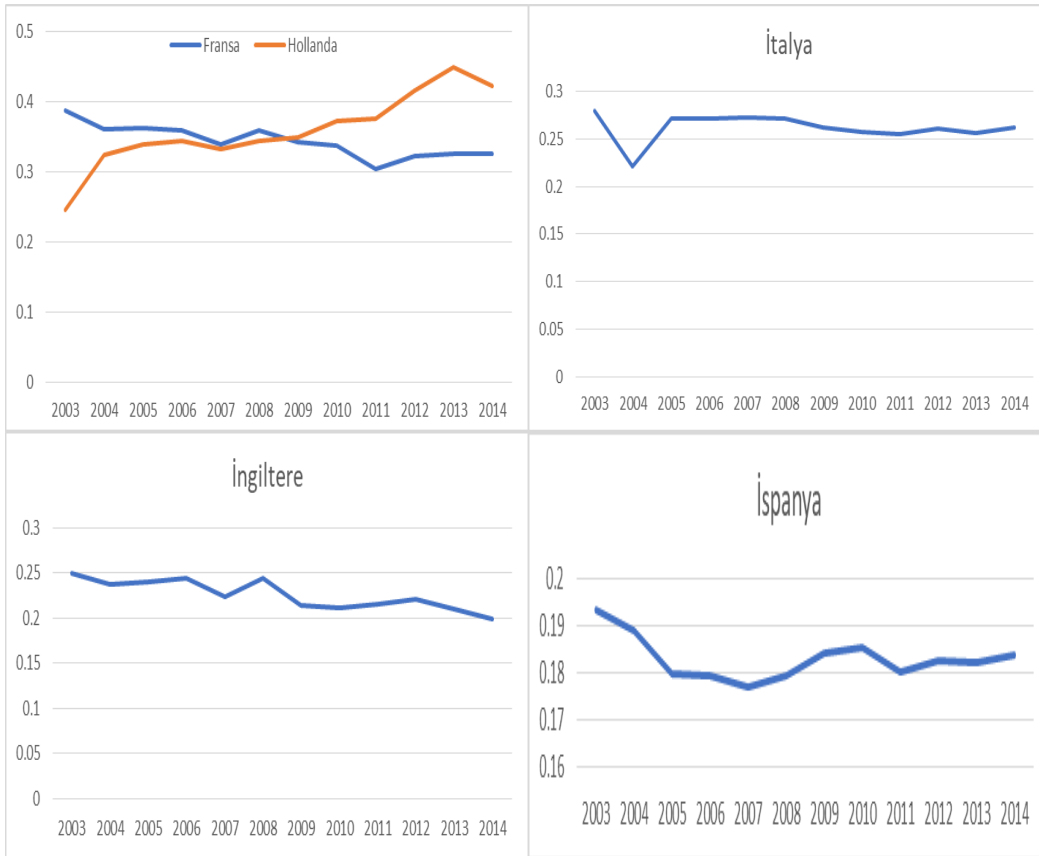
Şekil 7: 2007 yılı ihracat merkezlik skorlarına göre ticaret ağı



Şekil 8: 2008 yılı ihracat merkezlik skorlarına göre ticaret ağı



Şekil 9: Almanya'nın ihracat merkeziliğinin yıllara göre değişimi



Şekil 10: Fransa, Hollanda, İtalya, İngiltere ve İspanya'nın ihracat merkeziliğinin yıllara göre değişimi

Belçika ve Lüksemburg'un ihracat merkezilikleri sıralamasında 5. iken, sadece 2008'de 6. sıraya gerilemiş ve ilerleyen yıllarda tekrar 5. sırayı almıştır.

Avusturya'ya baktığımızda ağ içindeki öneminin yıllar içinde değiştiği gözlenmektedir. Nitekim, 2003-2007 yılları da dahil olmak üzere bu yıllar arasında ağ içindeki ihracat payından, daha iyi sırada

ihracat merkeziliğe sahip olduğu görülmektedir. Ağdaki öneminin, birinci derece göstergelerin yansıttığından daha yüksek olduğu söylenebilir. 2008'den sonra ise ağ içindeki öneminin, görüldüğünden daha az olduğu söylenebilir. Çünkü, ağdaki ihracat payına göre daha üst sıralarda iken, ihracat merkeziliğine göre daha düşük sırada veya aynı sırada yer almıştır.

Krizin olduğu 2008 yılında öneminin artması, diğer ülkelerin kriz dolayısıyla ticaret hacimlerinin ve aynı zamanda ağ içindeki önemlerinin azalması ile açıklanabilir. Çünkü teorik kısımda da bahsedildiği gibi ihracat merkezilik değerleri ülkelerin hem ağ içindeki yeri hem de ilişkili olduğu diğer ülkelerin önemine göre hesaplanan bir değerdir.

İrlanda 2003-2005 periyodunda ihracat merkezilik ve ihracat payı sıralamasında aynı dereceye sahiptir. 2006'dan sonra ihracat merkezilik sıralamasında düşüş olmakla birlikte ihracat payı sıralamasında daha fazla düşüş gözlenmektedir. Bu noktada 2006'dan sonra ticaret ağı içinde birinci derece göstergelerin yansıttığından daha fazla öneme sahip olduğu söylenebilir.

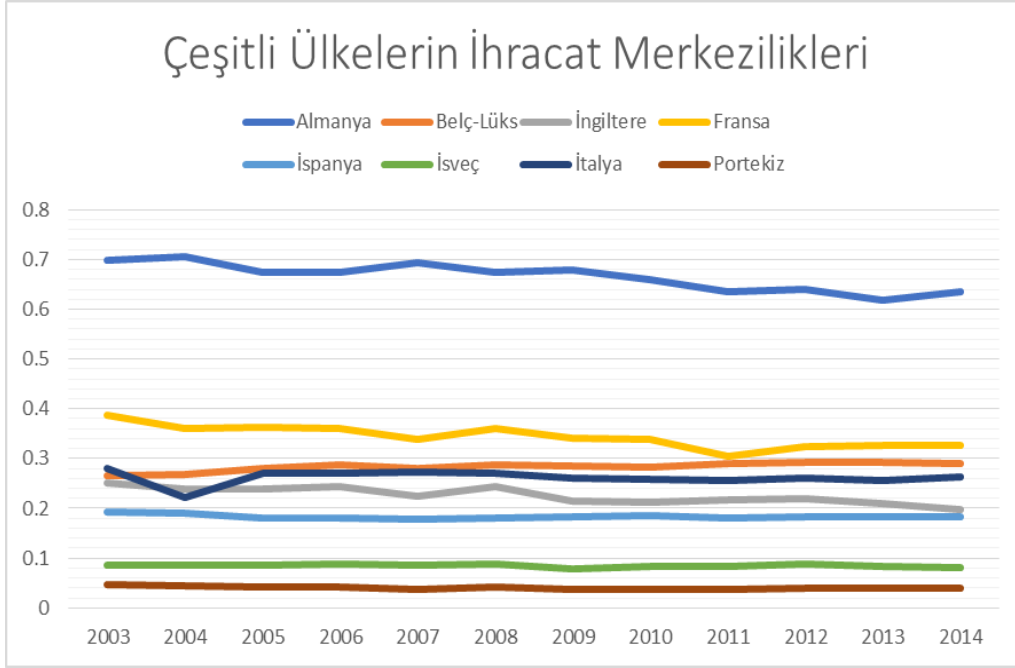
Polonya'nın sıralamadaki yerleri incelendiğinde 2006 ve 2008'de ihracat merkezilik sıralamasında ciddi değişim olduğu daha önce 10.-11. sıralardayken 15. sıraya düştüğü gözlenmektedir. 2009'dan sonra tekrar ihracat merkezilik sıralaması yükselmiştir. Bu da son yıllarda ihracata dayalı Avrupa Birliği ticaret ağına daha fazla öneme sahip olduğu şeklinde yorumlanabilir. 2006 ve 2008'de ihracat payı sıralaması, ihracat merkeziliği sıralamasından daha öndedir. Dolayısıyla bu yıllar için ağdaki yeri birinci dereceden değerlerin gösterdiğinden daha azdır denilebilir. 2014'te ise bundan farklı olarak ihracat payı sıralamasındaki değerlerin ifade ettiğinden daha önemli olduğu söylenebilir.

Portekiz 2003-2004 ile 2008'den sonraki yıllarda ihracat merkeziliği sıralamasında, ihracat payı sıralamasına göre daha önde olduğu için; ağ içinde ihracat payının gösterdiğinden daha fazla öneme sahip olduğu gözlenmektedir. İhracat merkeziliği değerlerinde yıllar içinde değişim olduğundan dolayı, ağ içindeki öneminin incelenen yıllar içinde değişiklik gösterdiği söylenebilir.

Çek Cumhuriyeti'nin değerleri incelendiğinde özellikle 2008-2009 yıllarında ihracat payı sıralamasına göre, daha gerilerde ihracat merkeziliğine sahip iken, bazı yıllarda da aynı sıralamaya sahip olduğu görülmektedir. Bu da ağ içinde birinci derece göstergelerin ifade ettiğinden daha az öneme sahip olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Yukarıdaki analizler ve açıklamalar kapsamında, 2008 finansal krizi öncesinde ülkelerin ihracat ağındaki öneminin çok fazla değişmediği ancak krizle birlikte ağdaki yeri ve önemlerinin de değiştiği görülmektedir. Bu değişimler özellikle ağdaki merkez ülkelerden olan Almanya dışındaki diğer ülkelerde olmuştur. Almanya'nın merkezilik derecesinde her yıl için küçük farklılıklar gözlenmektedir ama bunlar birinci sıradaki yerini değiştirmemiştir. Fransa, Hollanda, İngiltere, Belçika-Lüksemburg ağ içindeki merkeziliklerini korumakla birlikte, kendi aralarındaki merkeziliklerde değişim olduğu gözlenmiştir. Polonya, İtalya, İrlanda'nın 2008'den sonra ağ içindeki merkeziliklerinde düşüşler gözlenmektedir. Euro'ya geçişle birlikte bol ve ucuz sermaye ile PIIGS (Portugal, Italy, Ireland, Greece, Spain-Portekiz, İtalya, İrlanda, Yunanistan ve İspanya) ülkelerinin artan talebi, Almanya'nın ihracatını artırırken, PIIGS ülkelerinin ihracatı ise düşmüştür. Almanya'nın ihracat odaklı politikaları da onun merkeziliğini artırmaktadır. 2009'daki cari fazlasının yarısını ağdaki diğer merkez ülkelerden, özellikle PIIGS ülkelerinden sağlamıştır (Eser ve Ela, 2015). Bu durum şekil (11)'deki grafikten görülebilmektedir.

Analizden elde edilen sonuçların aktarıldığı yukarıdaki grafikten, bu durum açıkça görülebilmektedir. 2009'da PIIGS ülkelerinden İspanya, İtalya ve Portekiz'in merkezilikleri azalırken; benzer şekilde AB ticaret ağındaki merkez ülkelerden İngiltere, Fransa ve Belçika-Lüksemburg gibi ülkelerin de ihracat merkezilikleri azalmıştır, buna karşın Almanya'nın ise ihracat merkeziliği artmıştır. Bu noktada w-HITS algoritmasının metodolojide de bahsedildiği gibi ikinci mertebeden değerleri de dikkate alan analizler yaptığımızı görmek mümkündür. Başka bir ifadeyle w-HITS algoritmasında ihracat merkeziliğinin matrisi elde edilirken; komşuluk matrisi, transpozuyla çarpılır; böylece ikinci mertebeye değerler de analize dahil edilerek, ağdaki ülkelerin önemleri bulunurken; ağ içindeki diğer ülkeler de dikkate alınarak analiz yapıldığı görülmektedir.



Şekil 11: Diğerlerinin ihracat merkeziliğinin yıllara göre değişimi

Analizlerde 2008 ve 2009 yılında Yunanistan'ın ihracat merkeziliğinde artışlar gözlenmektedir. Yunanistan Euro Bölgesine dahil olmasıyla birlikte, yabancı rekabete maruz kalmış, bu da yerli üreticilerini ve ihracatçıları olumsuz yönde etkilemiştir. İhracatta ve reel sektördeki sorunları, AB'den aldığı yardımlar ve daha önce de bahsedildiği gibi Euro Bölgesine geçişle birlikte alabildiği düşük faizli krediler ile uzun süre kapatabilmiş, ancak 2009'da ekonomideki sorunlar ortaya çıkmıştır (Rosenthal, 2012). İhracat merkezilik derecesindeki artışların, ekonominin geneline bakıldığında ihracatındaki artıştan değil, milli gelirin düşmesi ile ithalatında yaşanan büyük azalıştan kaynaklandığı söylenebilir (Boratav, 2015). Yunanistan örneğinde de olduğu gibi kullanılan algoritma bize sadece ihracat sonuçlarına göre bir analiz değil, ihracatla birlikte diğer ülkelerin ihracatını da yani ele alınan ülkenin ithalatlarını da dikkate alarak çalıştığını göstermektedir denilebilir.

Bu çalışmada HITS algoritmasının diğer bulgusu olan ithalat merkeziliği skorları da 2003-2014 yılları periyodu için hesaplanmıştır. Bu skorlar birinci derece gösterge olan ithalat payları ile karşılaştırılmıştır. Böylece ülkelerin ağıdaki ithalat etkilerinin söz konusu yıllar bazında değişimi incelenmiştir. Karşılaştırma tabloları (5), (6) ve (7)'deki gibidir. Bu tablolarda olmayan yıllara ait karşılaştırma yoktur.

Tablolardan görüldüğü gibi söz konusu yılların büyük bölümünde ithalat payı sıralamasında 2. sırada olan Fransa'nın ithalat merkeziliğinde ise 1. sırada yer aldığı gözlenmektedir. Bu durum Fransa'nın ağı içindeki ithalat etkisinin birinci derece verilerin gösterdiğinden, daha fazla olduğunu gösterir denilebilir.

İhracat merkeziliği açısından 1.sırada yer alan Almanya'ya bakıldığında, ithalat merkeziliği açısından söz konusu yılların birçoğunda 2.sırada olduğu gözlenmektedir. Bunun yanı sıra, ithalat payı sıralamasında Almanya genel olarak ilk sırada yer almıştır. Dolayısıyla ithalat merkeziliği, ithalat payı sıralamasından daha düşük olduğu için, Almanya'nın ağıdaki ithalat etkisinin birinci derece verilerin yansıttığından daha düşük olduğu söylenebilir. İhracat etsinin aksine ithalat etkisi daha düşük olduğu için Almanya en büyük merkez iken; otorite olarak 2.sırada yer almıştır. Almanya'nın şekil (12)'deki otorite skorlarına baktığımızda 2008'de otorite skorunun arttığı görülmektedir. Bu durum Almanya'nın ağı ithalat etkisi kriz döneminde artmıştır şeklinde yorumlanabilir.

	2003		2006		2007	
	İthalat Merkezi- ziligi	İthalat Payı	İthalat Merkezi- liğı	İthalat Payı	İthalat Merkezi- liğı	İthalat Payı
1	Fransa	Almanya	Fransa	Almanya	Fransa	Almanya
2	İngiltere	Fransa	Almanya	Fransa	İngiltere	Fransa
3	İtalya	İngiltere	İngiltere	İngiltere	Almanya	İngiltere
4	Belçika- Lüksemburg	İtalya	Belçika- Lüksemburg	Belçika- Lüksemburg	Belçika- Lüksemburg	Belçika- Lüksemburg
5	Almanya	Belçika- Lüksemburg	İtalya	İtalya	İtalya	İtalya
6	İspanya	İspanya	Hollanda	İspanya	İspanya	İspanya
7	Hollanda	Hollanda	İspanya	Hollanda	Hollanda	Hollanda
8	Avusturya	Avusturya	Avusturya	Avusturya	Avusturya	Danimarka
9	Polonya	İsveç	Polonya	İsveç	Polonya	Avusturya
10	İsveç	İrlanda	İsveç	Polonya	İsveç	Polonya
11	Çek Cum.	Polonya	Çek Cum.	Çek Cum.	Çek Cum.	İsveç
12	Danimarka	Danimarka	Danimarka	Danimarka	Danimarka	Finlandiya
13	Türkiye	Çek Cum.	Türkiye	Türkiye	Türkiye	İrlanda
14	Portekiz	Portekiz	Macaristan	Macaristan	Macaristan	Çek Cum.
15	Macaristan	Türkiye	İrlanda	İrlanda	İrlanda	Türkiye

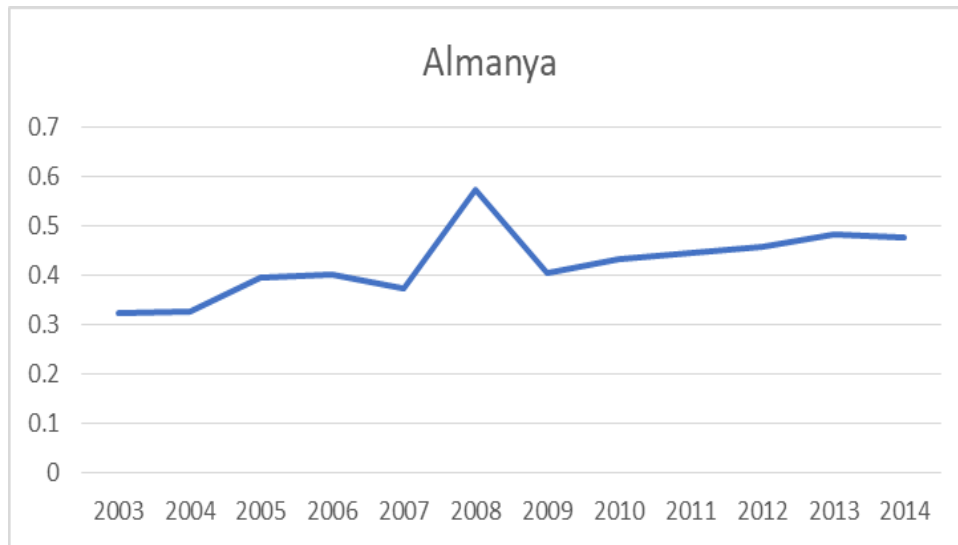
Tablo 5: İthalat payı ve ithalat merkeziliklerinin karşılaştırılması

	2008		2009		2010	
	İthalat Merkezi- ziligi	İthalat Payı	İthalat Merkezi- liğı	İthalat Payı	İthalat Merkezi- liğı	İthalat Payı
1	Almanya	Almanya	Fransa	Almanya	Fransa	Almanya
2	Fransa	Fransa	Almanya	Fransa	Almanya	Fransa
3	İtalya	İtalya	Belçika- Lüksemburg	İngiltere	İngiltere	İngiltere
4	Belçika- Lüksemburg	İngiltere	İngiltere	Belçika- Lüksemburg	Belçika- Lüksemburg	Belçika- Lüksemburg
5	İngiltere	Belçika- Lüksemburg	İtalya	İtalya	İtalya	İtalya
6	İspanya	İspanya	Hollanda	Hollanda	Hollanda	Hollanda
7	Hollanda	Hollanda	İspanya	İspanya	İspanya	İspanya
8	Polonya	Polonya	Avusturya	Avusturya	Avusturya	Polonya
9	İsveç	İsveç	Polonya	Polonya	Polonya	Avusturya
10	Çek Cum.	Türkiye	Çek Cum.	İsveç	İsveç	İsveç
11	Macaristan	Çek Cum.	İsveç	Çek Cum.	Çek Cum.	Çek Cum.
12	İrlanda	Malta	Türkiye	Türkiye	Türkiye	Türkiye
13	Portekiz	Macaristan	Danimarka	Danimarka	Danimarka	Danimarka
14	Avusturya	Avusturya	Macaristan	Portekiz	Macaristan	Portekiz
15	Yunanistan	Portekiz	Portekiz	Macaristan	Portekiz	Macaristan

Tablo 6: İthalat payı ve ithalat merkeziliklerinin karşılaştırılması

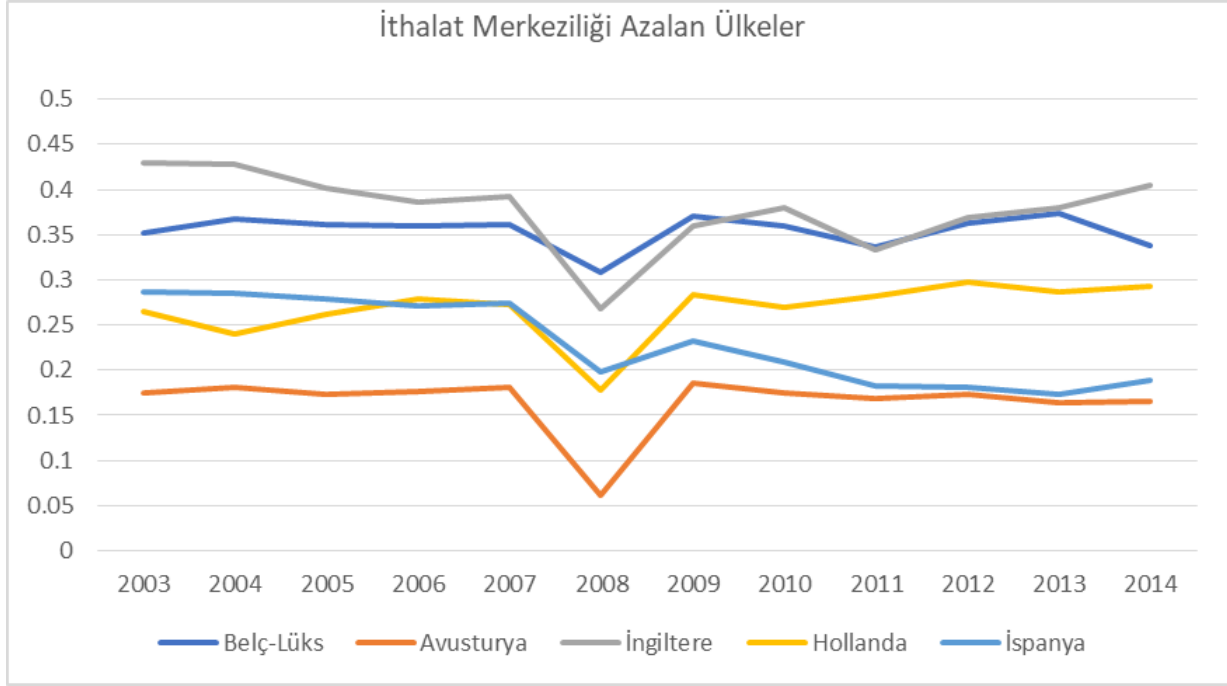
	2011		2013		2014	
	İthalat Merkezi	İthalat Payı	İthalat Merkezi	İthalat Payı	İthalat Merkezi	İthalat Payı
1	Fransa	Almanya	Almanya	Almanya	Almanya	Almanya
2	Almanya	Fransa	Fransa	Fransa	Fransa	Fransa
3	Belçika-Lüksemburg	İngiltere	İngiltere	İngiltere	İngiltere	İngiltere
4	İngiltere	Belçika-Lüksemburg	Belçika-Lüksemburg	Belçika-Lüksemburg	Belçika-Lüksemburg	Belçika-Lüksemburg
5	İtalya	İtalya	Hollanda	Hollanda	Hollanda	Hollanda
6	Hollanda	Hollanda	İtalya	İtalya	İtalya	İtalya
7	İspanya	İspanya	İspanya	İspanya	İspanya	İspanya
8	Avusturya	Polonya	Avusturya	Polonya	Avusturya	Polonya
9	Polonya	Avusturya	Polonya	Avusturya	Polonya	Avusturya
10	Çek Cum.	İsveç	Çek Cum.	İsveç	Çek Cum.	İsveç
11	İsveç	Çek Cum.	İsveç	Çek Cum.	İsveç	Çek Cum.
12	Türkiye	Türkiye	Türkiye	Türkiye	Türkiye	Türkiye
13	Macaristan	Danimarka	Danimarka	Danimarka	Macaristan	Macaristan
14	Danimarka	Macaristan	Macaristan	Macaristan	Danimarka	Danimarka
15	Portekiz	Portekiz	Romanya	Romanya	Portekiz	Portekiz

Tablo 7: İthalat payı ve ithalat merkeziliklerinin karşılaştırılması

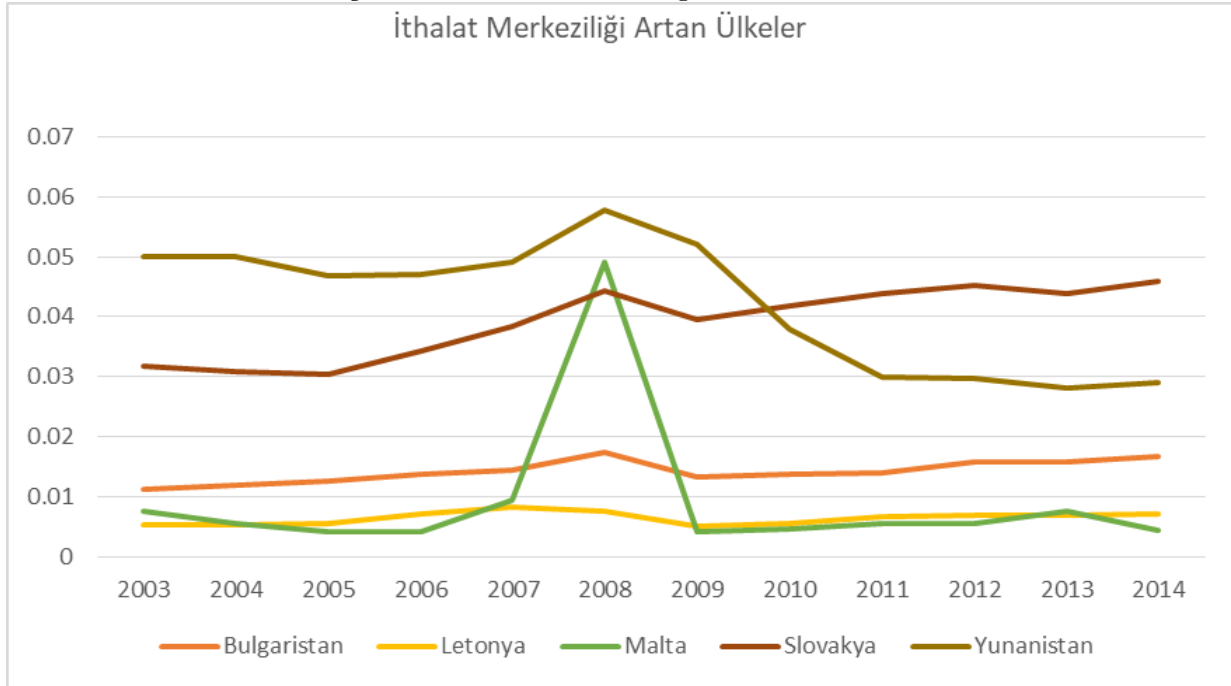


Şekil 12: Almanya'nın İthalat Merkeziliklerinin Yıllara Göre Değişimi

2008, 2010, 2013 ve 2014 yıllarında AB ülkelerinin yarısının ithalat merkezilikleri artarken, diğer yarısının ve Türkiye'nin ise azalmıştır. Özellikle ithalat merkeziliği düşük olan Bulgaristan, Litvanya, Romanya, Malta gibi ülkelerin merkeziliklerinin artması ve bunun yanı sıra ithalat merkeziliği yüksek olan Avusturya, İngiltere, Hollanda, İspanya ve Belçika-Lüksemburg gibi ülkelerin merkeziliğinin düşmesi ağdaki heterojenliğin azaldığını ve ülkelerin homojenleştiğini göstermektedir. Bu durum, ağda az sayıda ticaret hacmi büyük ve çok sayıda da ticaret hacmi küçük ülkelerin olduğunu ifade eden kuvvet yasası dağılımına uymadığının da bir diğer göstergesidir. Bu gözleme ait grafikler aşağıdaki şekil (13) ve (14)'deki gibidir. Bu bağlamda, kriz dönemlerinde ağdaki heterojenliğin azaldığını, ülkelerin homojenleştiğini söyleyebiliriz.



Şekil 13: İthalat Merkeziliği Azalan Ülkeler

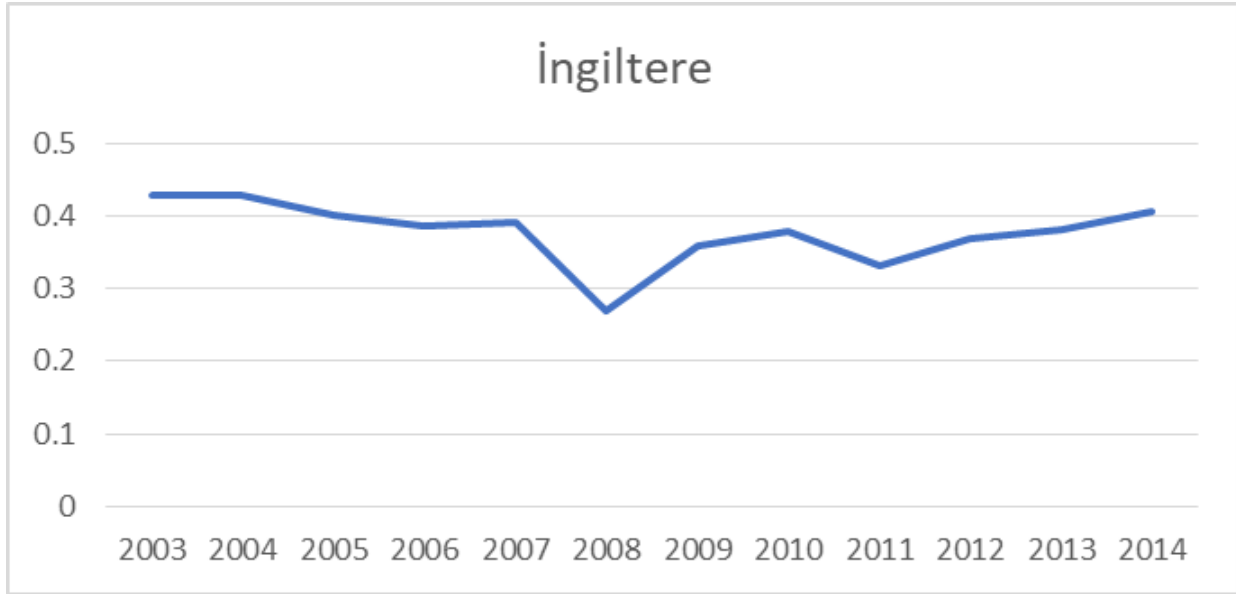


Şekil 14: İthalat Merkeziliği Artan Ülkeler

Almanya en büyük merkez konumunda iken, Fransa ise en büyük otorite konumunda yer almıştır. Dolayısıyla Almanya için AB'nin en büyük fabrikası yani üreticisi, Fransa için de en büyük pazarı denilebilir.

2004'te 2003 yılına göre, Almanya ve Macaristan ile Kıbrıs ve Litvanya arasındaki ithalat bağı kalınlaşmıştır. Bu da söz konusu ülkelerin ithalat hacimlerinin arttığının göstergesidir. Bu durumu

İngiltere'nin sıralamalarına bakıldığında ithalat merkeziliği 2008'e kadar toplam ithalat içindeki pay sıralamasından daha yüksek olduğu için bu yıllarda ağda birinci derece göstergelerin yansıttığından daha fazla ithalat etkisine sahip olduğu söylenebilir. 2008 ve sonrasındaki yıllarda ise otorite skorları ve ithalat payı sıralamasından genel olarak daha düşük olduğu için ağdaki ithalat etkisinin birinci derece göstergelerin yansıttığından daha azdır denilebilir. Şekil (17)'den otorite skorlarına baktığımızda 2008'deki düşüş dikkat çekici olmuştur ve kriz döneminde İngiltere'nin ağdaki ithalat etkisi azalmıştır denilebilir



Şekil 17: İngiltere'nin ithalat merkeziliğinin yıllara göre değişimi

İthalat dereceleri açısından ağda önemli yeri olan İtalya'ya bakıldığında ithalat merkeziliği ve payı sıralamalarının 2003 hariç diğer tüm yıllarda aynı olduğu görülmektedir. Bu durum İtalya için birinci derece göstergelerin, İtalya'nın ağdaki etkisini yansıttığı söylenebilir. İthalat merkeziliği sıralaması, ihracat merkeziliği sıralamasına göre daha yüksek olduğu için İtalya'nın ağda üreticiliğine göre daha iyi bir pazar konumunda olduğu sonucu çıkarılabilir.

Belçika-Lüksemburg'un ithalat merkeziliği, ithalat payı sıralamasından genel olarak daha yüksek olduğu için ağda birinci derecelerin yansıttığından daha iyi bir otorite olduğu söylenebilir.

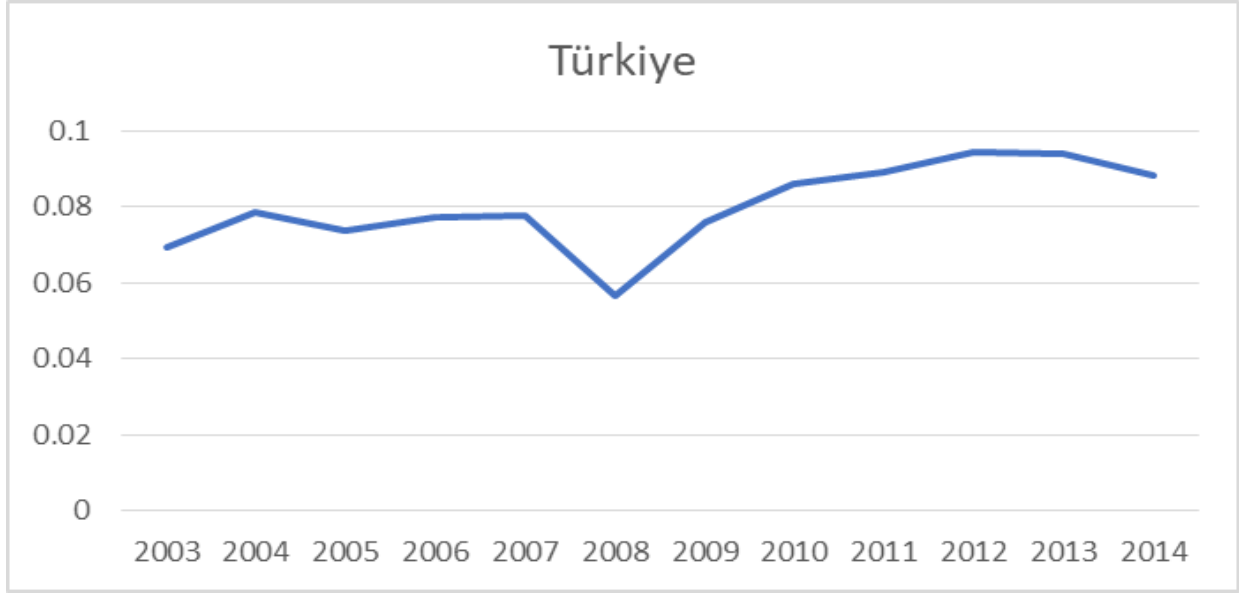
PIIGS ülkelerinden İspanya ve Yunanistan ithalat merkezilik dereceleri daha yüksek olduğu için ağda ithalat payı verilerinin gösterdiğinden daha iyi otorite olduğu gözlenmektedir.

Bir diğer PIIGS ülkesi İrlanda'nın ağdaki ithalat etkisi söz konusu yıllarda değişkenlik göstermektedir. Bazı yıllarda birinci derece göstergelerin yansıttığından daha küçük bir otorite iken, bazı yıllarda daha büyük olduğu gözlenmektedir. Burda 2008'deki ithalat payı ve merkeziliği arasındaki fark dikkat çekicidir; merkezilik sıralaması 12 iken, ithalat payı sıralaması 17 olarak kalmıştır. Bu da İrlanda'nın PIIGS'in diğer ülkeleri gibi Almanya'nın ihracat arttırıcı politikalarından etkilenecek ithalatı ciddi oranda arttırdığını göstermektedir.

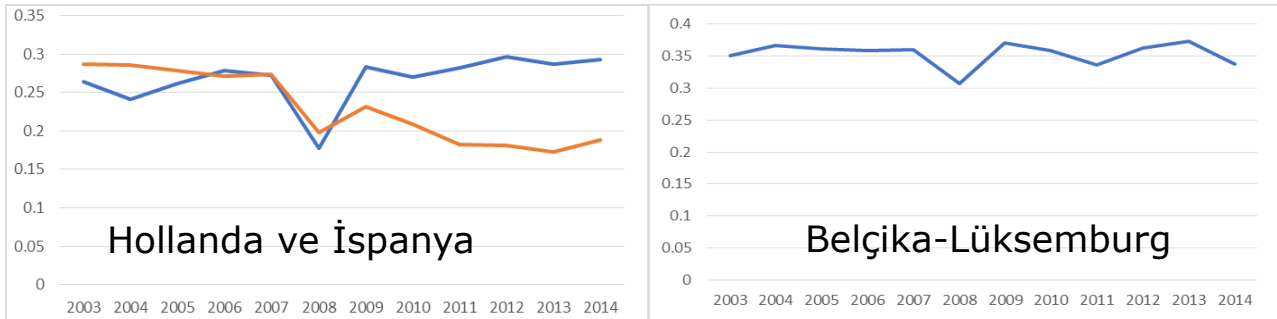
Türkiye'nin ithalat merkeziliği ve ithalat payı sıralamasına bakıldığında genel olarak merkezilik sıralaması, pay sıralamasının gerisinde kalmıştır. Dolayısıyla Türkiye'nin bu ağa ithalat etkisi birinci derece göstergelerin belirttiğinden daha azdır denilebilir. Şekil (18)'deki ithalat merkeziliğine baktığımızda 2008'de ciddi bir düşüş görülmektedir.

Hollanda ve İspanya'nın ithalat merkeziliği sıralamalarına baktığımızda ithalat payı ile hemen aynı olduğu görülmektedir. Bu durumda ağa etkileri birinci derece verilerin gösterdiği ile aynı olduğu söylenebilir. Otorite skorları açısından 2008'de iki ülke için de merkezilikler azalmıştır, bu durumda

krizle birlikte azalan ithalat hacimlerini de yansıtmaktadır denilebilir. Bu durumu şekil (19)'den de görülebilmektedir.



Şekil 18: Türkiye'nin ithalat merkeziliğinin yıllara göre değişimi



Şekil 19: Hollanda, İspanya ve Belçika-Lüksemburg'un ithalat merkeziliğinin yıllara göre değişimi

Belçika-Lüksemburg'un ithalat merkeziliği sıralamasının 2003, 2004, 2008, 2009 ve 2011 yıllarında ithalat payı sıralamasından daha yüksek olduğu tablo 10, 11, 12 ve ekten görülmektedir. Bu yıllar için ağa ithalat etkisinin birinci derece verilerin yansıttığından daha fazla olduğu söylenebilir. Diğer yıllarda sıralama aynı derecede olduğundan ağa etkisi ithalat payı kadardır. Otorite skorlarına şekil (19)'de sağdaki grafiğe bakıldığında 2008 ve 2011'de düşüş görülmektedir. Dolayısıyla Belçika-Lüksemburg 2008 krizi ile ithalatı etkisi azalmıştır denilebilir.

4 Sonuç

İktisat bir bilim dalı olarak ortaya çıkışından itibaren başta fizik ve matematik olmak üzere diğer bilimlerle etkileşim halinde gelişmiştir. Günümüzde bilgisayar ve bilişim teknolojilerinin ilerlemesiyle bu alanda kullanılan analiz araçları iktisatta da kullanılabilir hale gelmiştir. İktisat, matematik, istatistik ve diğer bilişim teknolojilerinin keşmesi küreselleşme ile ortaya çıkan ve her geçen gün daha da kompleks hale gelen toplulukları ve bunlara ait verileri toplama ve analiz etmede yeni teknik ve

araçları gerekli kılmıştır. Ağ kavramı ve analiz yöntemleri ile karmaşık görünen toplumsal yapılar ve ekonomik ilişkilere röntgen çekilebilmiş ve daha ayrıntılı değerlendirmeler yapılabilmektedir. Ağ bilimi ile aynı zamanda birinci dereceden verilerle ulaşılamayan ya da ulaşmak için çok daha fazla emek ve zaman gerektiren konular kolaylıkla analiz edilebilir hale gelmiştir.

İktisatta ağ analizi genellikle ticari ve finansal ağlar için kullanılmıştır. Geleneksel yöntemlerle yapılan uluslararası ticaret ilişkileri analizlerinde genellikle ihracat/ithalat hacimleri, ihracat/GSYH veya toplam ihracat/ithalat içindeki pay verileri kullanılmıştır. Ancak birinci derece göstergelerin kullanıldığı bu yöntemlerin karmaşık ilişkileri analiz etmede yetersiz kaldığı, 2008 küresel ekonomik krizle daha net bir şekilde anlaşılmıştır. Buna gerekçe olarak da kullanılan birinci derece göstergelerin sadece ele alınan ülkeye ait olduğu, etkileşimde olduğu diğer ülkeler ve bunların önemlerinin ya da önemsizliğinin ihmal edilmesi gösterilmiştir. Ülkeler birbiriyle etkileşimde olduğu için, uluslararası ticaret ilişkileri incelenirken, ilişkide olduğu diğer ülkelerle birlikte analiz etmenin daha gerçekçi sonuçlar vereceği düşünülmüştür.

Ağ analizlerinde genellikle düğümlerin bağlantı sayısı yani derece dağılımı kullanılmıştır. Bu amaçla her düğümün derece merkezilikleri hesaplanmıştır. Ayrıca derece dağılımı ticaret ağlarında, ülkelerin ticaret partnerlerinin frekans dağılımıdır. Ağırlıklı ağlar için derece dağılımının karşılığı, kuvvet dağılımıdır. Kuvvet dağılımı da örneğin bu çalışmada ihracat ağında ülkelerin ihracat hacimlerinin frekans dağılımını ifade eder. Kuvvet dağılımının, kuvvet yasası dağılımına uyması ağda az sayıda ticaret hacmi büyük, çok sayıda ticaret hacmi küçük ülke olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda ağın, kompleks yapıda olduğunu da göstermektedir.

Ağın yapısını tanımlamak için kullanılan bir diğer ölçüm aracı da farklılık eğilimidir. Bu eğilim ülkeleri, ilişkide olduğu diğer ülkelerle birlikte analiz ettiği için yüksek derece göstergelerden biri olarak kabul edilmektedir. Farklılık eğilimi ağ içinde merkez ve çevre ülkeler olduğunu gösteren bir ölçümdür.

Ağ analizi yapılırken kullanılan diğer ölçümler kümeleşme, yoğunluk ve karşılıklılıktır. Bu çalışmada söz konusu ölçümler de yapılmıştır.

Bu çalışmada Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye'nin ticari ilişkilerinin oluşturduğu ihracat ağı analiz edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan araçlarla birinci dereceden verilerle ulaşılamayan göstergeler elde edilmiştir. Dünyadaki pek çok ülkeyi etkileyen 2008 krizi öncesi, kriz dönemi ve sonrasındaki yıllarda ülkelerin ticari ilişkilerinin araştırılması amacıyla 2003 ile 2014 yıl periyodu için yüksek derece göstergeler R istatistik programının 3.1.3 versiyonu kullanılarak hesaplanmıştır.

İncelenen ağların karşılıklılık, yoğunluk ve kümeleşme katsayıları ölçülmüştür. Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye'nin ihracat bağlantılarından oluşan ağın, bütün ağ özelliği taşıdığı için bu ölçüm sonuçları 1 olarak bulunmuştur.

Ağda merkez ve çevre yapısı incelenmiş ve bu amaçla kuvvet yasası dağılımına uygulduğu test edilmiştir. Bu amaçla Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır. Test sonuçlarına göre ihracat ağının 2008, 2010, 2013 ve 2014 yıllarında kuvvet yasası dağılımına uymadığı gözlenmiştir. Bu bağlamda, kriz döneminde ağın, kompleks yapıda olmadığı da söylenebilir. Bu bağlamda, krizin kompleks ağların yapısında değişimlere neden olduğu söylenebilir. İncelenen diğer yıllar için ağın kuvvet yasası dağılımına uyduğu belirlenmiştir. Kuvvet yasasının gözlendiği yıllarda Avrupa Birliği ve Türkiye'nin ihracat ağında merkez-çevre ilişkisi olduğu gözlenmiştir. Buna göre ağda az sayıda ihracat hacmi yüksek ülkeler ve çok sayıda da ihracat hacmi düşük ülkeler vardır. Ele alınan ağda Almanya başta olmak üzere Fransa, Hollanda, Belçika-Lüksemburg, İngiltere, İtalya ve İspanya merkez durumundayken, diğer 20 ülkenin çevre durumunda olduğu, Türkiye'nin ise merkez ve çevre arasında yer aldığı gözlenmiştir.

Analizde ayrıca verilere w-HITS algoritması uygulanmıştır. Kleinberg'in internet sorgularının sıralaması için geliştirdiği HITS algoritması, daha sonra ağırlıklı ağ için geliştirilmiş ve w-HITS algoritması oluşturulmuştur. HITS algoritmasının mantığı; internette aranan sayfa ile ilişkili olan her sayfanın arama sonucunda gösterilmesidir. Söz konusu aranan sayfayla çok az ilişkili olan sayfalar da bu sıralamada yer alacağı için ve bu durumda gerçekten ulaşılmak istenen sayfalara ulaşmak çok daha güçleşeceği için, sorguya aranan sayfa ile ilgili ve aynı zamanda çok sayıda gelen bağlantısı olma ko-

şulu eklenmesine dayanmaktadır. Böylece sorgulanan sayfa ile en fazla ilişkili sayfalar elde edilmiştir. Burada çok sayıda gelen bağlantısı olan düğümlere merkez, benzer şekilde çok sayıda giden bağlantısı olan düğümlere de otorite denilmiştir. Arama sırasında merkezler, otoritelerle ilişkili olarak sıralanmış ve böylece aranan sorguya en yakın sayfalar elde edilmiştir. Nitekim, Google benzeri bir arama motoru olan Teoma'nın kullandığı algoritma da aynıdır. Bu çalışmada bu algoritmanın ağırlıklı ağlara uygulanmış hali w-HITS kullanılmıştır. Ticaret ağında yüksek hacimli ihracat yapan ülkeler merkez ve yüksek hacimli ithalat yapan ülkeler otoriteleri oluşturmaktadır. Kullanılan ağırlıklı algoritma ile her ülkeye bir ithalat ve ihracat merkeziliği skorları atanmıştır. Böylece ağın merkeziliği incelenmiştir. Burada ilişkide olunan diğer ülkeler de dikkate alınarak hesaplamalar yapıldığı için ithalat ve ihracat merkeziliği ileri derece göstergelerdir. Bu çalışmada 2003 ile 2014 arasındaki tüm yıllar için merkezilik değerleri hesaplanmış ve yıllar arasında özellikle kriz döneminde merkeziliklerin değişimi incelenmiştir. Literatürde yer alan çalışmalarda merkezilik ölçümlerinde kullanılan matrisler komşuluk matrisleri hesaplanırken ikinci derece komşulukları da dikkate alarak yapılan hesaplamaların, özellikle birinci derece verilerden çok daha gerçekçi sonuçlar vereceği ortaya konulmuştur.

Genel olarak değerlendirildiğinde 2008 krizinin ağın kompleks yapısında değişimlere neden olduğu doğrulanmıştır. Diğer sonuçlar: Avrupa Birliği'nin kurucu ülkelerinden Almanya, Fransa, Hollanda, Belçika-Lüksemburg, İtalya ve İspanya'nın ağ içinde etkilerinin ve merkezilik sıralamalarının ele alınan yıllarda kendi aralarında değiştiği gözlenmektedir. Kriz döneminde PIIGS olarak anılan Portekiz, İtalya, İrlanda, Yunanistan ve İspanya'nın hem ihracat hem de ithalat merkezilik değerlerinin azaldığı ama genel olarak ağda merkez-çevre yapısının korunduğu görülmektedir. PIIGS ülkeleri krizden en çok etkilenen Avrupa ülkeleridir. Bu durum merkezilik değerleri ile de görülmektedir. Türkiye'nin ise ağdaki merkez ve çevre ülkeler arasındaki yeri çok fazla değişmemiştir. Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye'nin oluşturduğu ticaret ağı w-HITS algoritması ile her ülkeye ait her yıl için ihracat ve ithalat merkezilik değerleri bulunmuştur ve bu ileri derece göstergeler, birinci derece gösterge olan, ülkelerin ağ içindeki ihracat payları ile karşılaştırılmıştır. İhracat merkeziliğine göre, Almanya her yıl için merkezilik skoru ile 1. sırada yer almış, diğer merkez ülkelerden Fransa, Hollanda, Belçika-Lüksemburg, İngiltere, İtalya ve İspanya'nın özellikle kriz dönemlerinde merkezilik skorları ve sıralamaları kendi aralarında değişmiştir. Yani ağdaki ihracat etkileri değişmiş ancak çevre ülkelere göre ağın ticaretine etkileri yine fazla olduğu için merkezi ülke konumlarını korumuşlardır. Almanya ihracatta dünya genelinde büyük bir etkiye sahip olduğu için bu ağda da en büyük merkez konumundadır. Fransa incelenen yıl aralığında ilk başlarda ağda Hollanda'dan daha etkin iken, 2009'da Hollanda bu üstünlüğü 2014'e kadar devralmıştır. Belçika-Lüksemburg incelenen yıl aralığında ağ üzerindeki etkisini korumuştur. İngiltere, İtalya ve İspanya'nın ele alınan yıllarda merkezilik dereceleri kendi aralarında değişmiştir. Ancak 2011'de Polonya'nın ihracat ağına etkisinin dikkate değer şekilde arttığı ve bu ülkelerden daha fazla bir etkiye sahip olduğu gözlenmektedir.

İthalat merkeziliklerine göre ise Fransa 2008, 2013 ve 2014 hariç diğer yıllarda en büyük ithalat merkeziliğine sahiptir ve dolayısıyla ağa en fazla ithalat etkisi olan ülkedir. Almanya genel olarak 2. en büyük ithalat etkisine sahip ülke konumundadır. İhracat merkezilikleri açısından daha alt sıralarda yer alan İtalya ve İngiltere ithalat merkeziliğine göre daha üst sırada iken; Belçika-Lüksemburg ve Hollanda ithalat merkeziliği açısından daha alt sırada yer almıştır. Ancak bu ülkeler ağda diğer ülkelere göre çok daha büyük merkez oldukları için ağdaki merkez (ithalat merkeziliği açısından) ülke konumunu korumuşlardır. Türkiye'nin ithalat merkeziliği anlamında da ihracata benzer şekilde, merkez ve çevre ülkeler arasında yer aldığı görülmüştür.

Bu çalışmada Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye'nin ihracat ilişkileri 2008 krizi, öncesi ve sonrasındaki yıllar için ağ analizi yaklaşımı ile R istatistik programı kullanılarak incelenmiştir. Uluslararası ticaret ilişkilerinin kompleks yapısındaki değişimler incelenirken, ülkeler birbirinden bağımsızmış gibi sadece birinci derece göstergeler ile değerlendirilmesi ve ülkelerin bağlantılı olduğu diğer ülkelerin ihmal edilmesi, eksik değerlendirmelere sebep olmaktadır. Ağ analizi ile elde edilen ileri derece göstergeler, ülkeleri hem ağ içinde hem de bağlantılı olduğu diğer ülkelere göre değerlendirdiği için; krizle birlikte

ağın yapısındaki değişimleri daha gerçekçi yansıtması açısından önemlidir. Bundan sonraki adım söz konusu ülkelerin finansal ilişkilerinin yıllar bazında incelenmesi ve gelişim süreçlerinin analiz edilmesi olabilir.

Abstract

When trade relations between countries are examined with classical approaches, first-degree data such as total exports/imports, total export/GDP, share in total exports/imports of the corresponding country are used. These indicators are country-specific since they take into consideration only main country. Despite of this superficiality of classical economic methods, the network approach to international trade relations allows for deeper analysis. First, the network approach developed in sociometry than it has been used in the analysis of commercial and financial relations in economics. The hypothesis of this analysis is the complex structure of trade relations of EU countries and Turkey, has been affected by 2008 economic crisis. Therefore, the trade relations between these countries were examined in the period of 2003 and 2014. In the analysis, w-HITS algorithm was applied to network. This algorithm measures the importance of countries in the trade network, it takes into account commercial significance of other countries to which they relate, thus it provides high-level indicators. In this context, the changes in the importance of countries within the network from temporal point of view and especially during the 2008 crisis period, were examined and compared with the share values in the first level indicator total exports. Accordingly, countries such as Poland and Turkey have been found to have a more important place than that reflected by first degree data. The findings of the study show that, in general, the study of trade relations of EU countries and Turkey as a complex system explains in particular the changes during the crisis period better.

Kaynaklar

- BORATAV, K. (2015). *Dünyadan Türkiye'ye, iktisattan siyasete*. Yordam Kitap.
- CARLIN, W. ve SOSKICE, D. W. (2014). *Macroeconomics: Institutions, instability, and the financial system*. Oxford University Press, USA.
- CHANEY, T. (2014). The network structure of international trade. *The American economic review*, **104** (11), 3600–3634.
- CLAUSET, A., SHALIZI, C. R. ve NEWMAN, M. (2009). Power-law distributions in empirical data. *SIAM review*, **51** (4), 661–703.
- DE-BENEDICTIS, L., NENCI, S., SANTONI, G., TAJOLI, L. ve VICARELLI, C. (2014). Network analysis of world trade using the baci-cepii dataset. *Global Economy Journal*, **14** (3-4), 287–343.
- DEGUCHI, T., TAKAHASHI, K., TAKAYASU, H. ve TAKAYASU, M. (2014). Hubs and authorities in the world trade network using a weighted hits algorithm. *PloS one*, **9** (7), e100338.
- ESER, L. Y. ve ELA, M. (2015). Avrupa borç krizi: Nasıl, neden ve nereye? *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, **10** (1), 209–232.
- FAGIOLO, G., REYES, J. ve SCHIAVO, S. (2010). The evolution of the world trade web: a weighted-network analysis. *Journal of Evolutionary Economics*, **20** (4), 479–514.
- GARLASCHELLI, D. ve LOFFREDO, M. I. (2004). Fitness-dependent topological properties of the world trade web. *Physical review letters*, **93** (18), 188701.

- GOH, K.-I., KAHNG, B. ve KIM, D. (2001). Universal behavior of load distribution in scale-free networks. *Physical Review Letters*, **87** (27), 278701.
- HEIN, O., SCHWIND, M. ve KÖNIG, W. (2006). Scale-free networks. *Wirtschaftsinformatik*, **48** (4), 267–275.
- KIRER, H., ÇIRPICI, Y. ve EREN, E. (2013). Complex networks analysis of european international trade: An agent-based model. In *EY International Congress on Economics I (EYC2013), October 24-25, 2013, Ankara, Turkey*, 243, Ekonomik Yaklasim Association.
- KLEINBERG, J. M. (1999). Authoritative sources in a hyperlinked environment. *Journal of the ACM (JACM)*, **46** (5), 604–632.
- NEWMAN, M. (2003). Mixing patterns in networks. *Physical Review E*, **67** (2), 026126.
- (2010). *Networks: an introduction*. Oxford university press.
- ROSENTHAL, J. (2012). Germany and the euro crisis: is the powerhouse really so pure? *World Affairs*, pp. 53–61.
- ROTH, M. S. ve DAKHLI, M. (2000). Regional trade agreements as structural networks: Implications for foreign direct investment decisions. *Connections*, **23** (1), 60–71.
- SEKER, S. E. (2015). Sosyal ağlarda veri madenciliği (data mining on social networks). *YBS Ansiklopedi*, **2** (2), 30–39.
- SERRANO, M. A. ve BOGUNÁ, M. (2003). Topology of the world trade web. *Physical Review E*, **68** (1), 015101.
- SOYYIGIT, S. (2015). Uluslararası ticaret İlişkilerine kompleks ağ yaklaşımı: Türkiye Örneği. *Unpublished Ph. D. Thesis, Yıldız Teknik Üniversitesi*.
- WEI, W. ve LIU, G. (2012). Bringing order to the world trade network. *IPEDR Proceedings. Singapore: IACSIT Press*, **28**, 88.

An Input-Output Network Structure Analysis Of Selected Countries

Semanur Soyyiğit*and Yasemin Asu Çırpıcı†

Abstract

Network analysis is a very effective method which can be used in many different disciplines. It is possible to use network analysis in many areas of economics as well. Recently, input-output tables attracted economists who work in this area. Input-output tables give an important source of data for examining the productive significance of sectors since they reflect the intersectoral flows of intermediate goods. In this study, national input-output networks of selected nine countries which are in different levels of development and which have an important place in world trade are examined. This kind of an analysis may help us understand whether or not there is a connection between development levels and sectoral relationships.

Keywords: Input-output analysis, network analysis, complex systems.

Article history: *Received 15 October 2017, Received in revised form 30 November 2017, Accepted 10 November 2017, Available online 25 December 2017*

1 Introduction

Determining the production structure of countries and comparison of the production structures with other countries is the concern of many studies. This kind of analysis may form a base for international trade, may help to understand the mechanism of economic growth, and to analyze the economic problems which involves interdependence (Chenery and Watanabe, 1958). Determining strategies for development is related to determining the key sectors in the economy (Hewings, 1982).

The pioneering study on intersectoral linkages is considered to be the work by Hirschman (1958). This study together with studies by Rasmussen (1956) and Chenery and Watanabe (1958) are considered to be pioneering studies on analyzing the linkages between the sectors using input-output tables (Atan and Arslanturk, 2012). Input-output tables are balanced sheets which represent the intersectoral flows in monetary terms for a given year. They enable one to calculate the forward and backward linkages of the sectors and also to determine the effects of sectoral changes on the other sectors or on the whole economy.

Studies on the inter-sectoral connectedness in emerging economies generally focus on the control of services (Freytag and Fricke, 2017). For example, Tregenna (2008) analyzed sectoral linkages in South Africa and Rashid (2004) studied the Pakistani economy. Both showed that the manufacturing and the service sectors have an important role in the development of these countries. Hansda (2005) and Singh (2006) analyzed the Indian economy and showed the importance of the service sector (Freytag and Fricke, 2017).

Pure input-output analyses are later improved to qualitative input-output analyses and to Minimal Flow Analysis (MFA) ((Aroche-Reyes, 2002);(Schnabl, 1994); (West and Brown, 2003)). MFA makes

*Department of Economics, Erzincan University

†Department of Economics, Yildiz Technical University

use of graph theoretical methods. Aroche-Reyes (2002) determined the important coefficients in the input-output tables of Canada, USA and Mexico. He used both graph theoretical tools and qualitative input-output techniques. West and Brown (2003) analyzed the Taiwanese economy by using six input-output tables each containing 39 sectors in order to address the structural change in Taiwan.

A further improvement to input-output analyses is to add functional forms to the model. These models are referred to as the "production networks". Here, the diffusion of productivity shocks are analyzed (Liu, 2017). Liu (2017) gave examples of these studies: Long Jr and Plosser (1983), Horvath (1998, 2000), Dupor (1999), Shea (2002) and Acemoglu *et al.* (2012).

Network analysis is an effective tool for analyzing systems with interacting actors. Its applications can be seen in a wide range of disciplines including biology, sociology, finance, and economics. Economic systems include many interacting agents. Considering the interactions and including them in the models have a special importance since the behavior of the economy as a whole cannot be examined by the behavior of isolated individuals Michael and Battiston (2009) and also the models excluding the interaction patterns from their analysis may not provide a full understanding of certain phenomena (Jackson, 2010).

Gathering the two effective methods, namely the input-output and the network analyses, gives a powerful tool to examine the interrelated systems. It is possible, for example, to determine the position and the effectiveness of the sectors within the input-output network and this in turn gives us an insight of how the system works and how the effect of shocks or interventions on a certain sector may affect the others. We will give some examples of the studies using input-output networks.

The relationship between the individual industrial shocks and the overall macroeconomic fluctuations is the concern of many studies. The law of large numbers indicates that positive shocks in some sectors are offset by negative shocks in other sectors (Horvath, 1998). It was important to note that the applicability of the law of large numbers was dependent on the positions of the sectors in the input-output network. In fact, if the input-use matrix has only a few full rows and many sparse columns, indicating that there are small number of sectors providing intermediates to production in many sectors, the aggregate volatility will be high (Horvath, 1998). The model applied to the U.S. data shows that "as much as 80% of the volatility in U.S. gross domestic product growth rates could be the result of independent shocks to two-digit SIC sectors" (Horvath, 1998). Carvalho (2008) also analyzed the structure of input trade in the U.S. and saw that there were many specialized input suppliers together with general purpose sectors that are "hubs" in the economy. The presence of these hubs is shown to aggregate fluctuations.

Duan (2012) built a model to analyze the evolutionary dynamics of national economies. He tried to relate the overall economic dynamics to the dynamics of the individual industries. By examining an input-output network it is seen that all the nodes in the model have the same dynamic importance. Based on this, an economic evolution model which is based on the coupled dynamics of industry price, output quantity, and input-output network was built. Results showed that the model can reproduce the evolutionary dynamics of price, output quantity, and input-output network simultaneously.

Kuroiwa *et al.* (2014) decomposed the gross exports of China using Asian international input-output tables. He then analyzed the technological intensity of China's exports. This kind of analysis enables us to consider the imported intermediates within the exported goods. Removing the foreign content from the export values enables us to capture the value added by only the domestic factors of production. In fact, results show that due to these components, the technological intensity of China's exports was overestimated.

A study by Acemoglu *et al.* (2016) deals with the underlining reasoning of macroeconomic fluctuations due to the propagation of macroeconomic shocks through input-output and geographic networks. 392 industry input-output tables were analyzed for four types of industry-level shocks. The results show that all four shocks result in statistically and economically important propagation throughout the input-output network.

Foerster *et al.* (2011) constructed a model to explain the variability in aggregate U.S. industrial activity measured by the IP index (The Federal Reserve Board's Index of Industrial Production). They show that before 1984 about 20% of the variations in IP could be explained by sector-specific shocks, while 50% of the variations were explained in Great Moderation.

Input-output analysis takes a special place in measuring vertical specialization, namely the use of imported inputs in producing goods that are exported (Hummels *et al.*, 2001). Analyzing the input-output tables of 10 OECD countries Hummels *et al.* (2001) showed that from 1990 more than 21% of the total exports of these countries could be represented by vertical specialization exports. For smaller countries, and those outside the OECD database, vertical specialization was about 40 percent of the exports. Also, they showed that vertical specialization has grown about 30% since 1970.

They also developed a model which is an extension of the Dornbusch *et al.* (1977) model and concluded that vertical specialization can result in greater welfare gains from trade in two ways. First of all, a finer division of labor is possible with increased specialization in the individual stages of production. Secondly, with vertical specialization for any given trade barrier reduction, trade and the gains from trade will be greater.

In Hummels *et al.* (2001) it was assumed that a country's exports are entirely absorbed in final demand abroad. Johnson and Noguera (2012) relaxed this assumption and constructed a model which enables one to consider the case where a country's exports intermediates that are used to produce final goods absorbed at home. Bilateral exports decomposed into parts that "absorbed in the destination, embedded as intermediates in goods that are reflected back to the source country, or redirected to third countries embedded as intermediates in goods ultimately consumed there". This decomposed bilateral trade values together with input-output data is used to compute the value added content of bilateral trade. It is seen that the value added and gross trade flow differ significantly. This is a sign of heterogeneity in the production sharing relationships. The ratio of the value added to gross exports is a measure of the intensity of production sharing. It gives a measure of the domestic part of the exports. The variation in this ratio is due to bilateral production linkages, not variations in the composition of exports.

From here one can pass to the global chain. We paid attention to discuss the global chain rather than the international trade in national accounts. Trade statistics may be misleading since they attribute the whole value of the final good to the final exporter country. However, many countries may provide inputs to that good and the final production may be a small share of the whole value (Powers, 2012). Trade must be evaluated in terms of value-added and the position in the global chain must be considered. There are many studies on global chain (e.g (Bogataj *et al.*, 2011); (Dazhong, 2015); (Frohm *et al.*, 2017); (Neilson *et al.*, 2014)). In this study, we concentrated on the internal structure of the inter-industrial networks. Therefore, we did not go into the details of the international aspect.

Recognition of the importance of the inter-industrial relationships led the studies to construct models that can capture these relationships. Going beyond the analytical calculations, it is important to look at the picture in a network perspective. Classical models not considering the interaction patterns are unable to explain certain phenomena. Economic activities are highly influenced by network structure (Jackson, 2010).

In this study, we analyze the input-output network structure of selected countries with different development levels: China, Germany, Indonesia, India, Japan, Mexico, Russia, Turkey and USA. By displaying the flow of intermediates, we determined the core sectors in terms of both the inflows and the outflows of goods. We examined the relationship between the structures of the networks and the development levels of the selected countries.

In the next section the methodology used in this study is explained. In the following sections the outlook of the countries that are considered and the research results are given.

2 Data and Methodology

The data used in this study have been obtained from World Input-Output Database (WIOD). WIOD involves 43 countries (EU-28 and 15 major economies of the world such as Australia, Brazil, Canada, China, India, Indonesia, Japan, Mexico, Norway, Russia, South Korea, Switzerland, Taiwan, Turkey and the USA). Moreover, the data includes another region which is called 'rest of the world (RoW)' that represents the non-included part of the World economy. The data used in the analysis have been built by using National Input-Output Tables (NIOT) of selected countries from different level of development. A national input-output table covers 56 industries and products mostly at the two-digit ISIC Rev.4 level (Timmer *et al.*, 2016). We have condensed these 56 sectors into 18 sectors. NIOT structure and sectoral aggregation can be found in the Appendix.

The first step in understanding complex systems is the decomposition of these systems into their parts (Reichardt, 2008). Network analysis allows one to represent complex systems in terms of their parts and interactions/linkages among them. In this context, policymakers have become interested in network analysis to determine the weaknesses of their concerns since these tools are applied to most real-world networks (Oecd, 2009).

A network is defined as $G = (V, E, f)$, where V is a finite set of nodes and E is a set of links among these nodes and, f is a mapping which links elements of E to a pair of elements of V . In a weighted network, each link is given a distinct weight and the definition of network becomes $G = (V, W, f)$, where W represents the set of weights $W = w_1, w_2, \dots, w_m$. If two nodes (node i and node j) are linked to each other with the link $e = i, j$ in a network, then these nodes are said to be adjacent. A binary network (which also means unweighted network) is represented with adjacency matrix that is built as follows Estrada (2015):

$$A_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if } i, j \in E \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

In weighted networks 1's in the matrix A_{ij} will be replaced by the weights that are assigned to the link between i and j .

One of the extents which are analyzed to get information about the topological properties of a network is connectivity. Connectivity is measured by node degree/node strength on the node-level. Higher node degree/strength means a stronger impact over the network (Howell, 2012). On the network level, connectivity is measured by density which is a ratio of actual count of links to possible maximum count of links. In a directed network without self-loop and multilink, density coefficient can be formulized as follows (Newman, 2010):

$$\rho = \frac{m}{n(n-1)} \quad (2)$$

in where m is the count of actual links. Density coefficient lies in the range of $0 \leq \rho \leq 1$.

Another term to be analyzed is clustering which refers to the relationship between two nodes which have links with a node in common. Clustering is also an indicator of transitivity in a network. The clustering coefficient can also be measured both in the node-level and in the network-level. The general clustering coefficient for a weighted network is formalized as follows (Opsahl and Panzarasa, 2009):

$$c_w = \frac{\text{Total value of closed triplets}}{\text{Total value of triplets}} = \frac{\sum_{\tau} \Delta w}{\sum_{\tau} w^{max}} \quad (3)$$

where T_i represents the count of triangles passing through the node i . The clustering coefficient in the network-level which is denoted as C is obtained by averaging c_i values. Clustering coefficients both in the node-level and in the network-level lie in the interval $[0,1]$.

Degree distribution is another informative property about network topology. It has been indicated in the literature that most real-world networks such as movie networks, www, electrical power grid networks and citation networks follow power-law distribution (Barabási and Albert, 1999). These networks which follow power-law distribution are called scale-free networks in network literature. Scale free networks have some characteristics which distinguish them from random and small-world networks (Mitchell, 2009). First of all, they include small number of hubs which are nodes with a high-degree. They also include heterogeneity of connectivity since node degrees/strengths are over a very large range. Another property of scale-free networks is self-similarity which means that even if one rescales and reshapes the distribution by focusing on a smaller part of the curve, the shape obtained will look like the previous shape. Finally, scale-free networks have small-world property which requires small average path length and a large degree of clustering.

It is known that power-law distributions belong to the class of fat-tailed distributions which have higher peaks and fatter tails when compared to Poisson distributions. Power-law distribution can be represented as follows (Hein *et al.*, 2006):

$$P(k) \approx k^{-\gamma} \quad (4)$$

In the statement above, $P(k)$ shows the probability of the occurrence of nodes with degree k in the network. γ has a characteristic importance for this distribution. It means that a lower value of γ leads to a higher probability of nodes with many links. In another words, a network with a lower value of γ has a higher quantity of super-nodes which have many links when compared to a network with a higher value of γ . It can also be interpreted as the higher exponent level implies less heterogeneity of connectedness (León and Berndsen, 2014).

One way to determine fat-tailed distributions is to look at the kurtosis. If the kurtosis has a positive value, then the distribution follows a fat-tail distribution (DeCarlo, 1997). It is also stated that most real world networks display right-skewed distributions and these distributions approximate power-law distribution (León *et al.*, 2016). Skewness measure gives information about distributional asymmetry and is used to determine which side of a distribution has a fat-tail. If the skewness measure has a positive value, then the fat-tail is on the right and the distribution is right-skewed and vice versa (Lovric, 2010).

Centrality is another important topological property of a network. However, it is more convenient to examine assortativity/disassortativity in order to understand the importance of centrality. Assortativity means that nodes with high degree/strength tend to have links with nodes which have high degree/strength. However, nodes with high degree/strength tend to have a relationship with nodes with low degree/strength in the disassortative case (Reichardt, 2008). There are two ways to determine assortative/disassortative structures in a network. One way is to plot degree and ANND statistics on the same graph and to note the relationship between them. ANND is a statistic which shows how connected neighbors of node i are to one another (Fagiolo *et al.*, 2010). It is given by the formula (Xiang *et al.*, 2016):

$$\overline{k_{nn}}(k) = \sum_{k'} k' P(k'|k) \quad (5)$$

$P(k'|k)$ is the conditional probability that a vertex of degree k is connected to a vertex of degree k' . By replacing the expression for $P(k'|k)$ for this formula may also be stated as:

$$\overline{k_{nn}}(k) = \sum_j j \frac{e_{jk}}{\sum_j e_{jk}} = \sum_j j \frac{e_{jk}}{q_k} \quad (6)$$

It is possible to decide if there is a disassortative structure in a network. If the relationship between the degree and the ANND is positive, there is an assortative structure in the network. On the contrary,

if the relationship between the degree and the ANND is negative, then there is a disassortative structure in the network.

The second way to determine an assortative/disassortative structure is to calculate the assortativity correlation coefficient. Newman defines the assortativity coefficient by adjusting the standard Pearson correlation coefficient as follows (Newman, 2010):

$$r = \frac{\sum_{ij} i_j (e_{ij} - a_i b_j)}{\sigma_a \sigma_b} \quad (7)$$

where $a_i = \sum_j e_{ij}$ and $b_j = \sum_i e_{ij}$ are fraction of edges starting and ending at node i and node j , respectively and σ_a and σ_b are the standard deviations of the distributions of a_i and b_j . This assortativity measure lies in the interval $[-1,1]$. If $r = 1$, then there is perfect assortativity between i and j . If $r = -1$, then there is perfect disassortativity between the nodes.

Disassortativity is one of the reasons for a core-periphery structure in a network (Fuge *et al.*, 2014). The centrality measure enables one to determine the nodes in the core and the periphery. There is a number of centrality measures such as degree centrality, betweenness centrality, closeness centrality, eigenvector centrality etc. used to measure the importance of the nodes in a network.

HITS algorithm was developed by Kleinberg to calculate hub and authority centralities of web pages which are results of a specific query on the Internet. He based his analysis on a directed network in his original study. There are two types of links in directed networks: in-links and out-links. In this context, hubs are nodes with myriad out-links and authorities are nodes with myriad in-links. Kleinberg's aim was to calculate two different centrality measures for these distinct types of nodes.

(Kleinberg, 1999) noted that these authoritative pages which are related to the initial query should not only have large in-links, but it is also necessary for there to be an overlap in the sets of pages which point to these authoritative pages. Similarly, hub pages should have links to multiple relevant authoritative pages. These two different classes of nodes exhibit a mutually reinforcing relationship which means that a good hub is a node which points to many good authorities and a good authority is a node which is pointed to by many good hubs. Kleinberg used an algorithm, called HITS algorithm that uses an iterative process that maintains and updates two weights for each page. In this context, each web page has two non-negative weights: an authority weight $x^{<p>}$ and a hub weight $y^{<p>}$. There are two operations (\mathcal{I} and \mathcal{O}) which update these weights. \mathcal{I} updates the x weights and \mathcal{O} updates the y weights during the iterations. Kleinberg also expressed this mutually reinforcing relationship between hubs and authorities by equations as follows:

$$\begin{aligned} x^{<p>} &\leftarrow \sum_{q:(q,p) \in E} y^{<p>} \\ y^{<p>} &\leftarrow \sum_{q:(q,p) \in E} x^{<p>} \end{aligned} \quad (8)$$

As it is understood from Equation (8), the authority weight of a node is proportional to the hub weights of the nodes pointing to it. Similarly, the hub weight of a node is proportional to the authority weights of the nodes it points to.

First of all, Kleinberg (1999) defined a vector y which elements consist of $y^{<p>}$ values and a vector x which elements consist of $x^{<p>}$. Assuming that $G = (V, E)$ with $V = p_1, p_2, \dots, p_n$ and \mathbf{A} is adjacency matrix of graph G , he proved that y and x converge to their equilibrium values y^* and x^* (which are hub centrality and authority centrality, respectively) at the end of this iteration process. He concluded that x^* (authority centrality vector) is the principal eigenvector of $\mathbf{A}^\top \mathbf{A}$ and y^* (hub centrality vector) is the principal eigenvector of $\mathbf{A} \mathbf{A}^\top$.

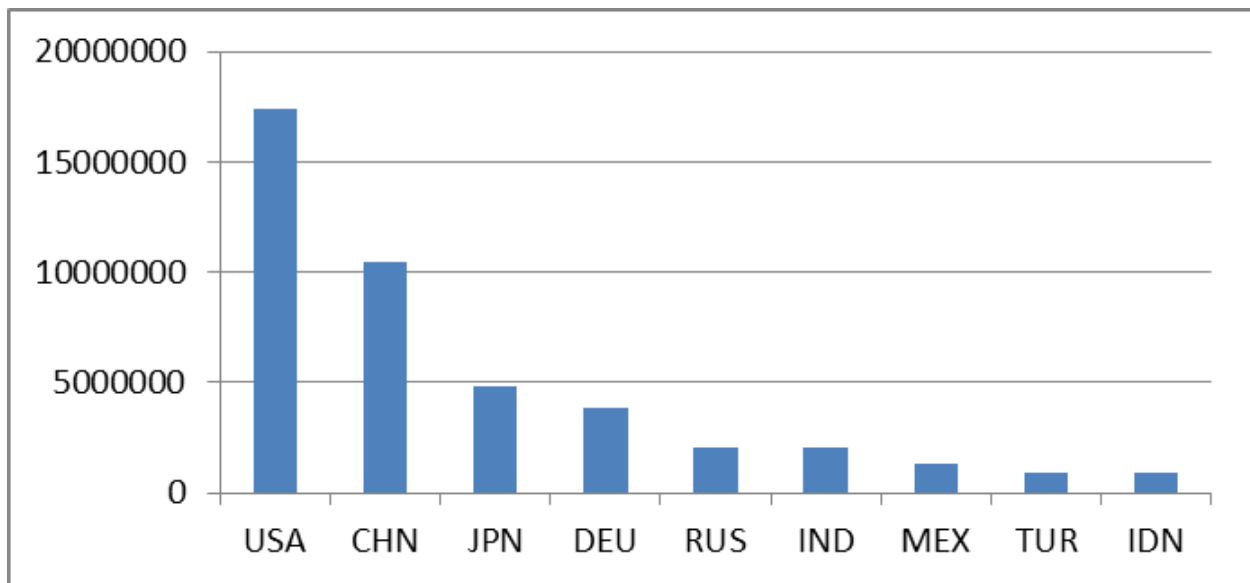
Kleinberg (1999)'s algorithm uses the method which is used to calculate eigenvector centrality. However it eliminates zero-centrality problem of eigen-pair analysis by calculating hub and authority

centralities of nodes simultaneously and iteratively depending on that mutually reinforcing relationship. León and Perez (2013) summarized this iterative process as the estimation of eigenvector centrality of two modified versions of adjacency matrix. On this basis, $M_{hub} = \mathbf{A}\mathbf{A}^T$ and $M_{auth} = \mathbf{A}^T\mathbf{A}$ can be called as hub matrix and authority matrix of which eigenvector centralities refer to hub centrality and authority centrality, respectively (Kolaczyk, 2009).

León and Perez (2013) explain the logic behind these hub and authority matrices (León and Perez, 2013). Multiplication of a directed (non-symmetrical) adjacency matrix with transpose of itself enables one to identify second-order adjacencies. Clearly, in the case of M_{auth} , multiplication of \mathbf{A}^T with \mathbf{A} sends weights backwards towards the pointing node. However, multiplication of \mathbf{A} with \mathbf{A}^T sends weights forwards towards to the pointed node. Since M_{hub} and M_{auth} are symmetrical matrices with non-negative elements, hub and authority centrality vectors will also contain positive and non-zero scores.

3 Country Outlooks

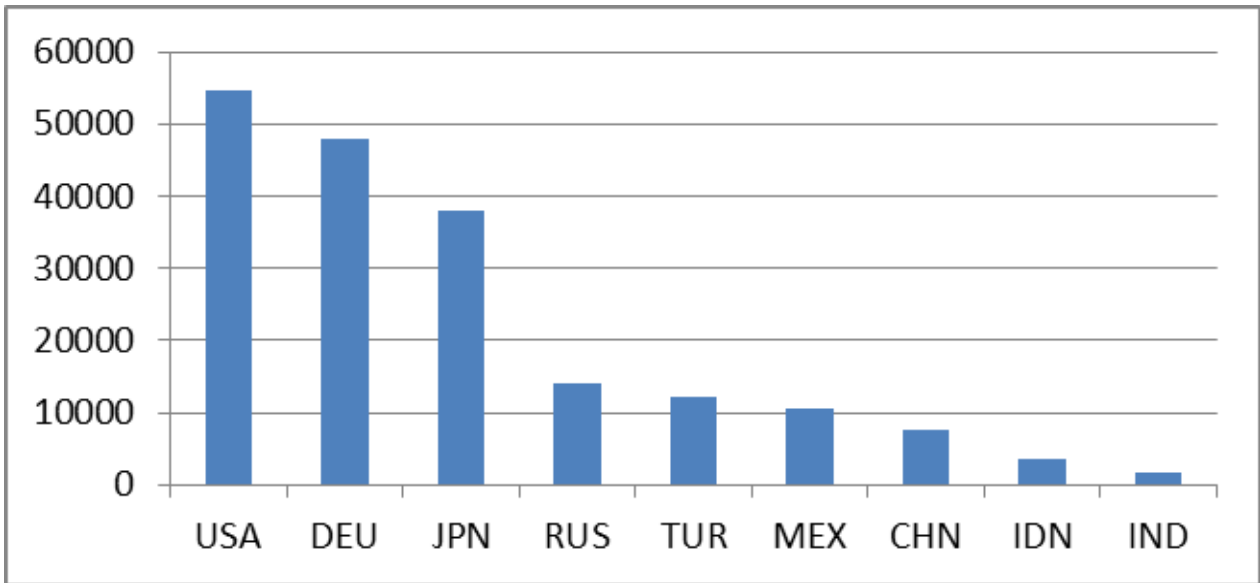
In this study, selected countries which are on different development levels are considered. Figure (1) shows the GDPs of these countries in terms of current million US dollars in 2014. The USA is well ahead in current GDP values. China, the closest follower of USA, has a GDP score which is 60% of USA's GDP. Japan's GDP is less than half of China's GDP. Indonesia has the lowest current GDP.



SOURCE: World Bank

Figure 1: GDP Values in Current Million \$

When the per capita GDP is considered, China falls into seventh position. The first three countries are USA, Germany and Japan, respectively. In fact, these countries hold their positions in the top three throughout the period considered, although the second and third place show changes between Germany and Japan. Even the closest follower Russia has much lower per capita GDP values, being two fifth of Japan's per capita GDP in 2014. The lowest score is for India. Up to 2008, Indonesia was a close follower of India, but since 2008 the difference between the per capita GDP's of India and Indonesia has increased in favor of Indonesia (Figure (2)).



SOURCE: World Bank

Figure 2: Current GDP Per Capita (\$)

The ranking of share of agriculture in GDP is inversely related to the ranking of per capita GDP for the countries in the first and second places (Figure (3)). So, the largest agricultural share is observed for India and India is followed by Indonesia. The lowest values are observed for USA, Germany and Japan with around one percent of GDP.

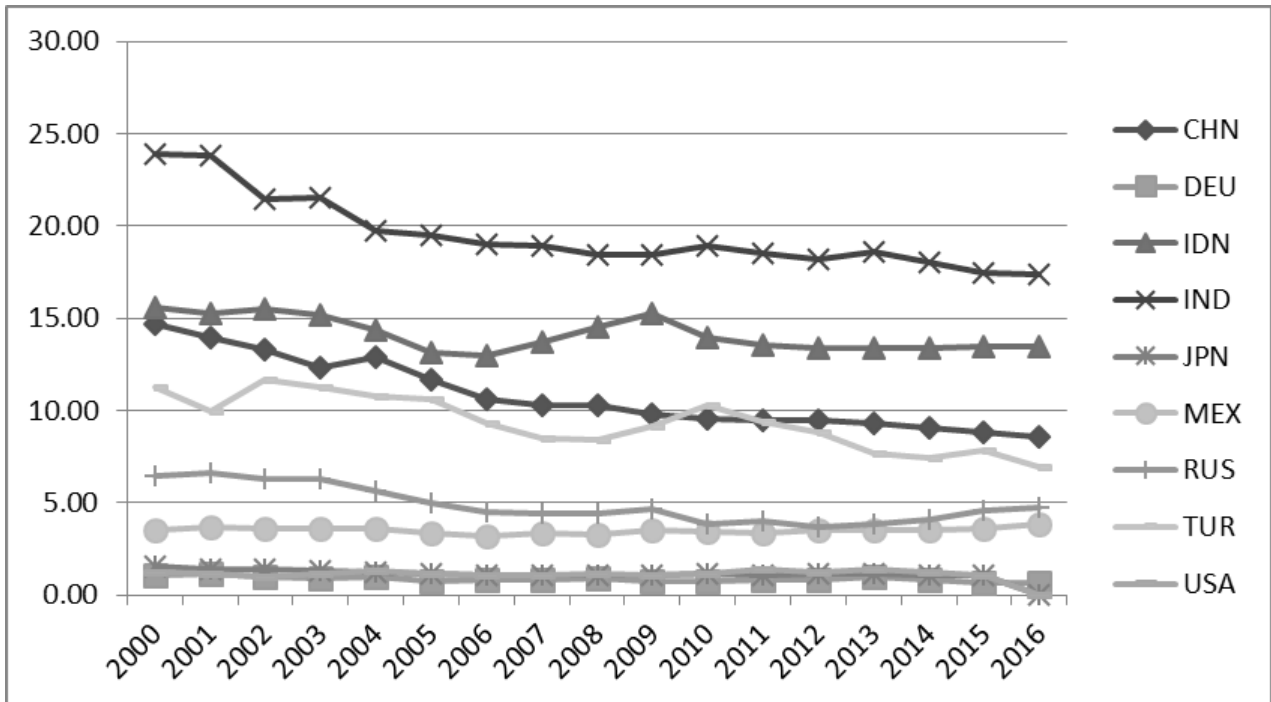


Figure 3: Agricultural Shares in GDP (2000-2014).

As expected for the developed countries, the service sector's share in GDP is much higher than for the developing countries. The highest share is observed for USA with 75% in 2014. USA is followed by Japan and Germany with 69% and 62% in 2014, respectively. The lowest share is observed in Indonesia at 42% in 2014. Service sector GDP shares are very close for China and India. Both countries saw an increase from around 40% in 2000 to 48% in 2014 (Figure (4)).

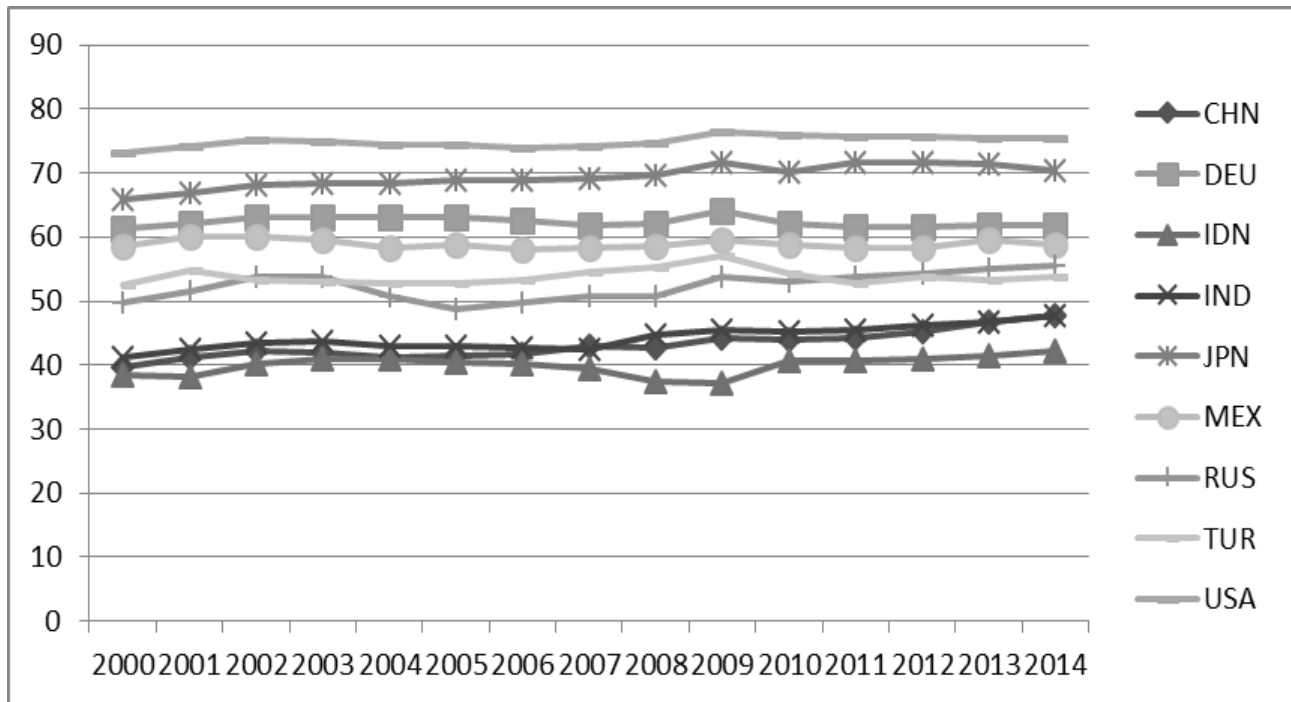


Figure 4: Service Sector Shares in GDP (2000-2014).

4 Results

In this analysis we aim to determine the input-output structure of the intersectoral relationships in the selected countries. Network analysis possesses some useful measures in this manner.

The first measure considered is the density coefficients which are also indicators of connectivity (Table (1)). When the density coefficients of countries are considered, the density values of Germany, Japan and the USA are equal to 1, meaning that all possible connections are made and the input-output network structures of these countries represent a complete network structure. However, the density coefficients of other countries are less than 1, meaning that some domestic sectors in these countries are not connected to one another in terms of intermediate good flow.

As mentioned above, another important property of a complex network is assortativity/disassortativity which is also an indicator of the core-periphery structure. If the assortativity correlation coefficient is less than zero then there is a disassortative structure, meaning that there is a core-periphery structure in the network. If the assortativity correlation coefficient is greater than zero, then there is an assortative structure in the network. Values in Table (2) indicate that assortativity correlation coefficients have a negative value for all countries each year. Thus, it can be concluded that all the countries have a core-periphery structure in their national input-output structures. This structure, together with the density coefficients, implies that there are some core (hub) sectors and some periphery sectors in the national input-output network and these hubs and peripheries are generally connected

to one another.

Years	China	Germany	Indonesia	India	Japan	Mexico	Russia	USA	Turkey
2000	0.886	1.000	0.944	0.879	1.000	0.974	0.784	1.000	0.889
2001	0.886	1.000	0.958	0.879	1.000	0.974	0.784	1.000	0.889
2002	0.886	1.000	0.958	0.879	1.000	0.974	0.784	1.000	0.889
2003	0.886	1.000	0.958	0.879	1.000	0.974	0.784	1.000	0.889
2004	0.886	1.000	0.958	0.879	1.000	0.974	0.784	1.000	0.889
2005	0.886	1.000	0.902	0.879	1.000	0.974	0.784	1.000	0.889
2006	0.886	1.000	0.993	0.879	1.000	0.974	0.784	1.000	0.889
2007	0.886	1.000	0.993	0.879	1.000	0.974	0.784	1.000	0.889
2008	0.889	1.000	0.993	0.879	1.000	0.928	0.784	1.000	0.889
2009	0.889	1.000	0.993	0.879	1.000	0.928	0.784	1.000	0.889
2010	0.889	1.000	0.987	0.879	1.000	0.974	0.784	1.000	0.889
2011	0.889	1.000	0.987	0.879	1.000	0.928	0.784	1.000	0.889
2012	0.889	1.000	0.987	0.879	1.000	0.928	0.784	1.000	0.889
2013	0.889	1.000	0.987	0.879	1.000	0.931	0.784	1.000	0.889
2014	0.889	1.000	0.987	0.879	1.000	0.925	0.784	1.000	0.889

Table 1: Density Coefficients

Years	China	Germany	Indonesia	India	Japan	Mexico	Russia	USA	Turkey
2000	-0.061	-0.059	-0.073	-0.061	-0.059	-0.060	-0.067	-0.059	-0.063
2001	-0.061	-0.059	-0.069	-0.060	-0.059	-0.059	-0.067	-0.059	-0.063
2002	-0.062	-0.059	-0.070	-0.061	-0.059	-0.059	-0.067	-0.059	-0.063
2003	-0.061	-0.059	-0.070	-0.059	-0.059	-0.060	-0.067	-0.059	-0.063
2004	-0.061	-0.059	-0.072	-0.059	-0.059	-0.059	-0.067	-0.059	-0.063
2005	-0.061	-0.059	-0.077	-0.058	-0.059	-0.058	-0.067	-0.059	-0.063
2006	-0.062	-0.059	-0.057	-0.058	-0.059	-0.059	-0.067	-0.059	-0.063
2007	-0.062	-0.059	-0.057	-0.059	-0.059	-0.058	-0.067	-0.059	-0.063
2008	-0.063	-0.059	-0.057	-0.059	-0.059	-0.069	-0.067	-0.059	-0.063
2009	-0.063	-0.059	-0.056	-0.059	-0.059	-0.055	-0.067	-0.059	-0.063
2010	-0.063	-0.059	-0.049	-0.059	-0.059	-0.058	-0.067	-0.059	-0.063
2011	-0.063	-0.059	-0.049	-0.059	-0.059	-0.070	-0.067	-0.059	-0.063
2012	-0.063	-0.059	-0.048	-0.060	-0.059	-0.064	-0.067	-0.059	-0.063
2013	-0.063	-0.059	-0.049	-0.059	-0.059	-0.061	-0.067	-0.059	-0.063
2014	-0.063	-0.059	-0.049	-0.058	-0.059	-0.065	-0.067	-0.059	-0.063

Table 2: Assortativity Correlation Coefficients

Another important aspect is the fitness of degree/strength distribution in the network analysis to the power-law distribution. This distribution indicates the heterogeneous structure of the network connections. One method to determine the fitness for a power-law distribution is to check skewness and kurtosis values. These values determined for the countries of interest are shown in Table 3. As mentioned in methodology, positive skewness and kurtosis values imply right-skewed and fat-tail distribution, respectively. By studying the values in Table 3, we see that all countries have positive skewness and kurtosis values for all years.

Years	China		Germany		Indonesia		India		Japan		Mexico		Russia		USA		Turkey	
	Skewness	Kurtosis	Skewness	Kurtosis	Skewness	Kurtosis	Skewness	Kurtosis	Skewness	Kurtosis	Skewness	Kurtosis	Skewness	Kurtosis	Skewness	Kurtosis	Skewness	Kurtosis
2000	0.94	3.14	2.29	8.00	1.38	4.14	0.81	2.14	0.90	2.49	1.21	3.15	1.53	4.35	1.72	5.43	1.01	2.45
2001	0.84	2.83	2.27	7.87	1.29	3.84	0.81	2.17	0.90	2.50	1.16	3.03	1.49	4.11	1.66	5.21	1.04	2.59
2002	0.83	2.80	2.30	7.99	1.15	3.27	0.79	2.12	0.90	2.49	1.17	3.14	1.50	3.99	1.64	4.94	1.26	3.31
2003	0.93	3.10	2.29	7.95	1.15	3.08	0.83	2.17	0.88	2.43	1.22	3.31	1.36	3.45	1.65	4.96	1.31	3.37
2004	0.93	3.14	2.35	8.30	0.99	2.67	0.89	2.33	0.86	2.39	1.10	2.92	1.29	3.31	1.65	4.99	1.33	3.44
2005	0.96	3.16	2.38	8.46	0.87	2.34	0.97	2.46	0.80	2.20	1.09	2.84	1.23	2.94	1.60	4.83	1.33	3.43
2006	0.99	3.29	2.41	8.64	0.92	2.36	0.94	2.35	0.78	2.12	1.12	2.88	1.25	3.01	1.56	4.63	1.42	3.75
2007	1.11	3.72	2.45	8.80	0.95	2.48	0.90	2.27	0.79	2.16	1.10	2.84	1.25	3.08	1.53	4.50	1.42	3.84
2008	1.06	3.55	2.46	8.82	0.99	2.58	0.90	2.30	0.82	2.20	1.04	2.65	1.29	3.14	1.47	4.34	1.51	4.23
2009	1.18	4.18	2.55	9.47	1.01	2.58	0.94	2.38	0.88	2.43	1.12	3.01	1.31	3.17	1.56	4.44	1.34	3.87
2010	1.19	4.40	2.56	9.54	1.08	2.83	0.93	2.38	0.83	2.31	1.13	2.94	1.29	3.14	1.57	4.58	1.37	3.91
2011	1.25	4.59	2.55	9.43	1.09	2.86	0.92	2.33	0.83	2.28	1.11	2.81	1.24	2.96	1.53	4.43	1.56	4.45
2012	1.21	4.47	2.57	9.60	1.02	2.59	0.98	2.61	0.83	2.28	1.10	2.79	1.27	3.03	1.55	4.49	1.61	4.62
2013	1.16	4.36	2.65	9.94	1.02	2.67	1.14	3.17	0.84	2.34	1.15	2.98	1.29	3.13	1.61	4.75	1.61	4.62
2014	1.05	4.03	2.63	9.88	1.05	2.79	1.20	3.34	0.83	2.33	1.16	3.04	1.39	3.49	1.66	4.89	1.65	4.71

Table 3: Skewness and Kurtosis Measures

Years	China			Germany			Indonesia			India			Japan			Mexico			Russia			USA			Turkey		
	Exponent of power-law	KS statistic	P-value	Exponent of power-law	KS statistic	P-value	Exponent of power-law	KS statistic	P-value	Exponent of power-law	KS statistic	P-value	Exponent of power-law	KS statistic	P-value	Exponent of power-law	KS statistic	P-value	Exponent of power-law	KS statistic	P-value	Exponent of power-law	KS statistic	P-value	Exponent of power-law	KS statistic	P-value
2000	4.84	0.14	1.00	2.00	0.12	0.96	2.48	0.18	0.94	1.76	0.18	0.66	2.05	0.16	0.83	1.70	0.18	0.64	1.71	0.16	0.82	2.02	0.15	0.82	1.90	0.15	0.84
2001	4.42	0.17	0.99	2.03	0.11	0.98	2.70	0.15	0.96	1.70	0.17	0.73	2.07	0.17	0.79	1.70	0.19	0.58	1.77	0.15	0.85	2.22	0.16	0.83	1.81	0.13	0.90
2002	2.13	0.18	0.66	2.00	0.11	0.99	2.58	0.17	0.96	1.68	0.17	0.71	2.07	0.18	0.75	2.01	0.17	0.86	1.92	0.14	0.89	2.21	0.17	0.76	1.67	0.16	0.78
2003	3.78	0.16	0.99	2.00	0.11	0.98	2.23	0.18	0.89	1.74	0.17	0.72	2.09	0.18	0.74	2.34	0.19	0.91	1.88	0.15	0.91	2.35	0.18	0.66	1.72	0.17	0.70
2004	2.52	0.18	0.78	1.97	0.17	0.81	1.40	0.22	0.32	1.78	0.15	0.83	2.09	0.17	0.80	2.75	0.22	0.76	1.76	0.13	0.97	2.27	0.18	0.66	1.94	0.18	0.79
2005	2.40	0.19	0.72	1.96	0.14	0.91	2.19	0.22	0.74	1.82	0.15	0.83	2.08	0.17	0.76	2.67	0.22	0.76	1.79	0.13	0.96	2.16	0.17	0.74	2.14	0.23	0.66
2006	2.47	0.19	0.72	1.96	0.13	0.92	1.99	0.22	0.68	1.85	0.15	0.81	2.06	0.18	0.69	1.57	0.23	0.33	1.80	0.14	0.96	2.07	0.16	0.79	1.95	0.16	0.88
2007	2.69	0.19	0.73	1.96	0.13	0.92	1.49	0.19	0.53	1.83	0.15	0.84	2.05	0.19	0.66	15.58	0.23	0.99	1.75	0.15	0.89	2.13	0.16	0.81	2.02	0.15	0.96
2008	2.79	0.14	0.96	1.91	0.15	0.86	1.57	0.21	0.41	1.75	0.15	0.82	2.03	0.19	0.67	1.50	0.28	0.20	1.87	0.13	0.97	2.16	0.13	0.93	1.93	0.20	0.62
2009	2.85	0.13	0.98	2.67	0.16	0.97	1.58	0.21	0.40	1.77	0.14	0.90	2.09	0.17	0.76	2.31	0.19	0.89	1.73	0.13	0.97	2.17	0.16	0.78	1.71	0.18	0.72
2010	2.92	0.15	0.95	2.82	0.14	0.99	6.32	0.22	0.99	1.84	0.15	0.83	2.07	0.17	0.75	2.08	0.21	0.78	1.71	0.14	0.93	2.08	0.13	0.94	1.88	0.19	0.85
2011	3.54	0.13	1.00	2.97	0.19	0.91	5.12	0.21	0.98	1.76	0.14	0.87	2.05	0.17	0.76	2.02	0.21	0.78	1.86	0.17	0.87	2.01	0.11	0.99	1.92	0.17	0.85
2012	3.99	0.14	1.00	2.71	0.17	0.99	1.75	0.23	0.56	1.76	0.16	0.75	2.06	0.17	0.78	1.46	0.28	0.13	1.86	0.17	0.83	2.03	0.12	0.97	1.62	0.17	0.75
2013	3.96	0.16	1.00	2.67	0.18	0.98	1.50	0.22	0.33	1.77	0.13	0.91	2.06	0.16	0.81	2.20	0.18	0.90	1.74	0.16	0.84	2.07	0.13	0.96	1.85	0.18	0.75
2014	4.26	0.18	0.97	2.46	0.22	0.94	5.09	0.16	1.00	1.78	0.14	0.88	8.23	0.17	1.00	2.17	0.19	0.88	1.90	0.16	0.88	1.94	0.11	0.99	1.80	0.17	0.83

Table 4: K-S Test Results

This gives an idea as to the fitness of the power-law distribution. Still there is a need to improve the fitness to power-law distribution statistically. Therefore, the Kolmogorov-Smirnov (K-S) test has been applied to the out-strength series. The results can be seen in Table 4.

In this test, H0 hypothesis represents the distribution's coherence with power-law distribution and H1 hypothesis represents the opposite. The p value above 0.05 indicates being outside the H0 red area, indicating H0 to be undeniable. When we look at the p-values, we can conclude that the out-strength of all countries for all years follow the power-law distribution, meaning that there is a heterogeneous structure in the national input-output networks of countries in terms of sectoral connectedness.

As mentioned in the above section, another important topological property is the network's assortativity/disassortativity inclined structure. The correlation coefficient used to determine assortativity or disassortativity is given in the table below.

Although it is not a perfect disassortativity, still the disassortative structure exists. As mentioned above, a disassortative structure is an indicator of a core-periphery structure. In this sense, it is safe to say that the input-output network of each country has a core-periphery structure.

In the case of core-periphery structure, the centrality measure is used to determine the central sectors in the network. Kleinberg's hub and authority centrality measures have been used in this analysis. Since, hub represents nodes with many outgoing links and the links in the matrix represent export, hub centrality measure can be referred to as export centrality. Similarly, as authority represents nodes with many incoming links, authority centrality measure can be referred to as import centrality.

Hub centrality measures show the position of the sectors as suppliers of intermediates. Network visualizations are formed using this measure. Networks for each country for the period are sketched. Here only the ones which give notable results are shown. Pictures of the networks are especially useful in observing the strength of the links between the sectors. Also, comparing the link structures for different years is easier by network visualization. Below, the hub centrality results together with some of the network views are shown.

Hub centrality measures for China indicate that the most central intermediate good supplier sectors are the chemical sector and the metal sector having an increasing impact (Figure 5). The service sector is third with a decreasing value. In terms of authority centrality measure, the most central intermediate good user sector is construction. Services and electrical equipment follows the construction sector.

The impact of the sectors as intermediate good suppliers is seen in Figure (5). Here, the nodes are the sectors and the links represent the flow of intermediate goods. The thickness of the links reflects the amounts of the flow. So, we have a directed and weighted network. The size of the nodes corresponds to the magnitude of the hub centralities. According to the network visualization, the most hub-central sector is the chemical sector both in 2000 and 2014. It is followed by the metal and the services sectors.

By comparing the connections, for the year 2000 to the year 2014, we see that China showed a significant increase in the amount of intermediate good flows between the national sectors. The most prominent links in 2000 (chemical - construction, chemical - services, agriculture - food, metal - construction) became even thicker in 2014. There were also others, such as links between metal and mining, metal and machinery, and food and services that were weaker in 2000, but became stronger in 2014.

In Germany, the service sector was the largest hub during the period. Professional, scientific and technical activities were the second hub with a decreasing value and the sales sector was third with an almost stable value during the period. On the other hand, the sales sector is the largest authority in the national input-output structure of Germany. The service sector follows with decreasing value. Only the service and the public utility sectors have increasing hub centrality values during the period. All of the other sectors (except for metal and machinery) have decreasing hub values. The values of the metal and the machinery sectors remained stable.

By analyzing the strength of the connections one can observe that there was a significant change

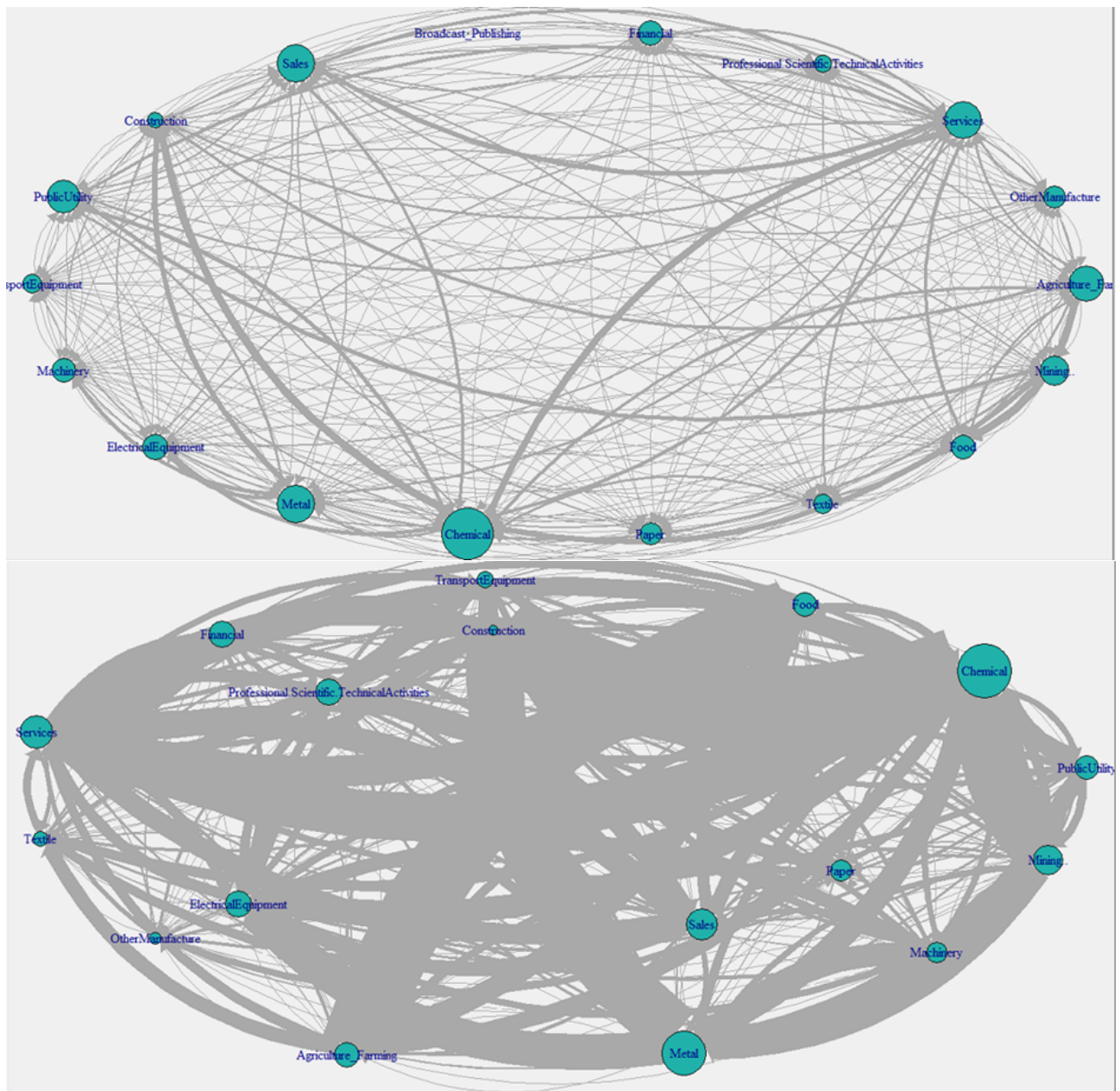


Figure 5: Hub Centralities for China, 2000 and 2014

in the connections of the service sectors from 2000 to 2014. The existing links strengthened while new strong connections were generated such as services - chemical, services ? machinery, transport equipment - metal, transport equipment - sales, etc. On the other hand, the links of the agricultural and farming sector, and the broadcast and publishing sector weakened. In Indonesia, the largest central supplier sector is agriculture-farming. This sector had a severe decline in 2006 when a strong earthquake and tsunami occurred. Sales, chemical and mining sectors follow this sector. The largest central intermediate good user sectors are food, construction, services and chemical.

When comparing the 2000 values to the 2014 values, we see that in 2000 there is no connection coming forward, the connection strengths are close to each other. In 2014, however, there are some additional hub-central sectors such as services, mining and chemical, and some connections gain im-

portance. Connections between chemical - mining, chemical-construction, chemical - services, services - sales, agriculture and farming and food sector, construction and metal, and construction and sales strengthened in 2014 when compared to 2000.

In India, sales, chemical and agriculture-farming have had a high impact as input suppliers to the national economy while construction, food, services and textiles have had a high impact as an input user for the national economy (Figure (6)).

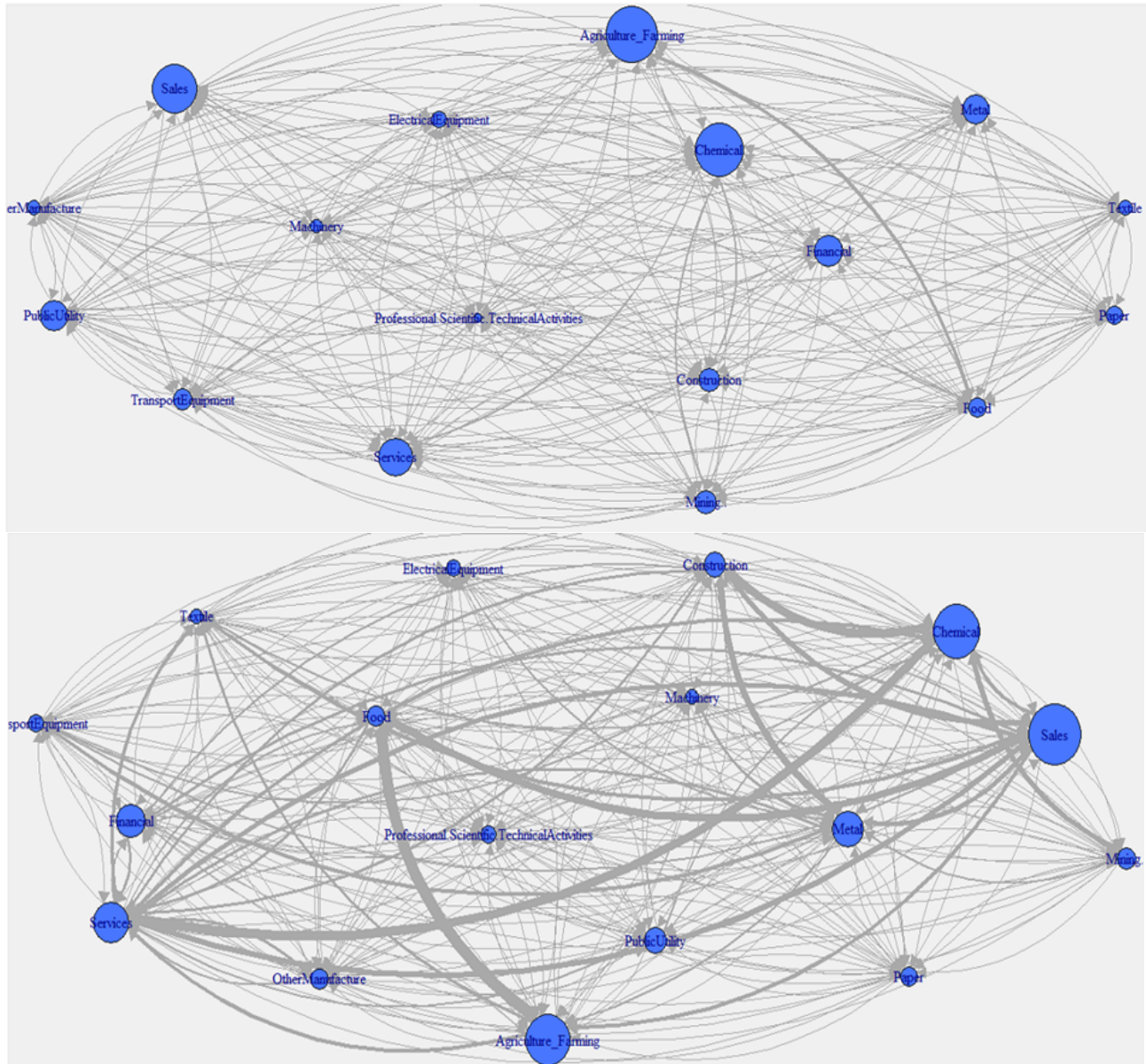


Figure 6: Hub Centralities for India, 2000 and 2014

Comparing the years 2000 and 2014 in terms of hub centralities, we cannot see a significant change in the hub-central sectors of the Indian input-output network. However, the importance of the links changed. There are some connections which were not distinguishable from the other connections in 2000 but became prominent in 2014 such as services - chemical, construction - chemical, construction - metal, sales - food, sales - services, chemical - mining.

In Japan, the professional, scientific and technical activities, sales, chemical and finance are the

most important input suppliers to the domestic economy. Hub centrality values for professional, scientific and technical activities and chemical sectors increases during the period while hub centrality values for sales and finance sectors decreases. In terms of authority centrality, the service sector is the most important input user for the domestic economy having an increasing value. Construction and sales sectors follow the service sector with lower and decreasing values during the period.

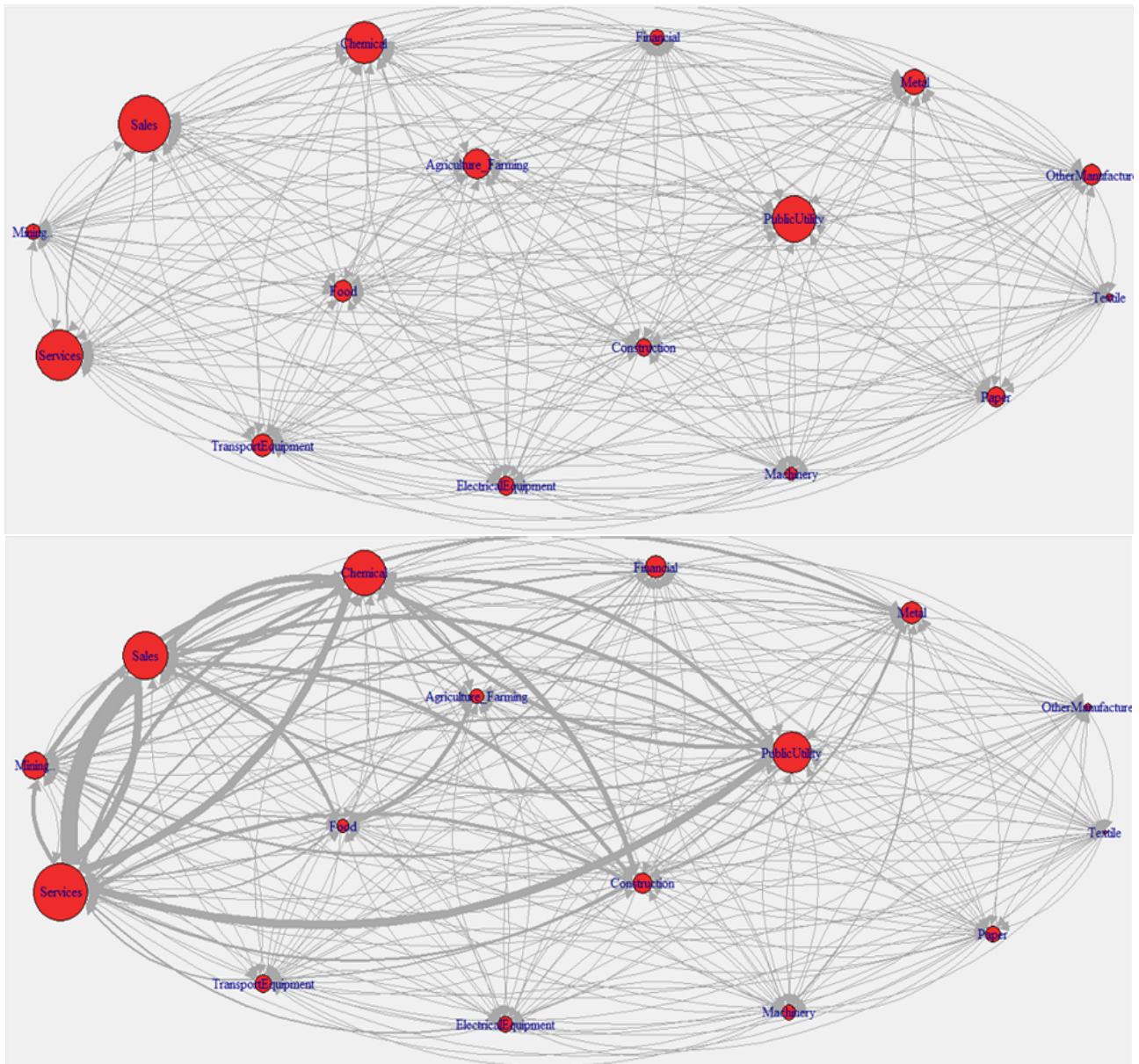


Figure 7: Hub Centralities for Russia, 2000 and 2014

Sectoral connections did not change significantly from 2000 to 2014. Some connections, such as agriculture and farming - food, construction - metal, services - sales, services - finance became weaker in 2014.

In Mexico, the most central input supplier sector is the mining sector with an increasing value of hub centrality for the greater part of the period. Sales and chemical sectors also had a high impact on the national input-output structure as an input provider. However, their values remained almost same by the end of the period, although values fluctuated during the term. When it comes to authority

centrality, the chemical sector, services and food sector have the highest values.

There are two apparent sectoral connections (mining - chemical and agriculture and farming - food) in the Mexican national input-output structure in 2000. By 2014, some connections also become apparent such as sales - services, chemical - services. In Russia, there are four top sectors in terms of hub centrality: services, chemical, sales and public utility sectors. While the hub centrality of the sales sector in general shows a decreasing pattern, the chemical sector is generally increasing. There is a visible decline in the hub centralities for the agriculture and farming sector (Figure 7).

When comparing the hub centralities for the year 2000 and 2014, one can observe that the food sectors, other manufacturing sectors and public sectors showed declining centrality measures while the centrality for the mining sector increased. The sectoral connections became much more apparent among the major sectors such as services, sales, chemical and public utility. For example, there was a significant increase in the services - sales connection. Connections such as services - public utility, services - chemical, services - mining, construction - chemical represent other important relationships.

In Turkey, at the beginning of the period, the agriculture-farming sector has the highest hub centrality value. Hub centrality goes into a sharp declining period after 2005, and then increased for the years 2009 and 2010. Afterwards, it declined again. Up to 2006, the agriculture sector was the main intermediate supplier, but after 2011 the service sector replaced the agriculture sector as the main intermediate supplier. Thereafter, service sectors have had the highest hub centrality.

Sales and chemical sectors follow the service sector. Professional, scientific and technical activities sector has shown an increasing trend. As for the authority centrality, the most important input user sector by year 2014 was the sales sector. Services, food and textile sectors follow.

Finally, when we studied the hub centrality for the USA, the professional, scientific and technical activities sectors were the largest hub central sectors and they were followed by the chemical, financial and services sectors. In contrast to the increasing value of the chemical and professional, scientific and technical activities sectors, the financial sector had a decreasing hub value. There was a decline in the hub value for the financial sector in 2008. In 2009, the hub value for the financial sector showed a recovery but the hub value for this sector declined again in 2010. This decline may be the result of the bailout in the US economy after the outbreak of the financial crisis.

The connections of the finance sector with other sectors do not show a change between 2007 and 2009. On the other hand, there was an increase in the value of the connections for the finance sector when comparing the year 2000 to the year 2014. In fact, there was an increase in all the values for the connections from the beginning to the end of the period. When it comes to authority values, the sales sector was the largest central input user from the domestic economy.

One can observe that for all the countries, the chemical sector is in the first five sectors in hub centrality measure. As development levels increase, the role of agriculture as an exporter declines. For USA, Germany and Japan, the professional, scientific and technical activities sectors and the finance sectors had important places as suppliers.

By analyzing the authority centralities, it can be seen that the construction and the service sectors have an important role. In the developed countries, the sales sector accompanies these sectors, while in developing countries we see the food sector accompanying construction and the service sectors. We mentioned that the chemical sector was an important exporter sector. Here we see that it is important as an importer sector as well. Different from hub centrality, we see the transportation sector as one of the most important sectors in terms of import.

We may analyze the hub centralities on a sectoral basis as well. In agriculture, India, Indonesia and Turkey have the highest hub centralities. Except for two years (2005 and 2006), Indonesia has had the highest value. In 2005 and 2006 Turkey came in first place, but it was in third after 2006. One can see the hub centralities for 2014 for agriculture in Figure (8).

Throughout the period the agricultural hub values for China and Russia declined steadily. After 2010 the largest decline in agricultural hub centralities are seen for Turkey. But still Turkey had the

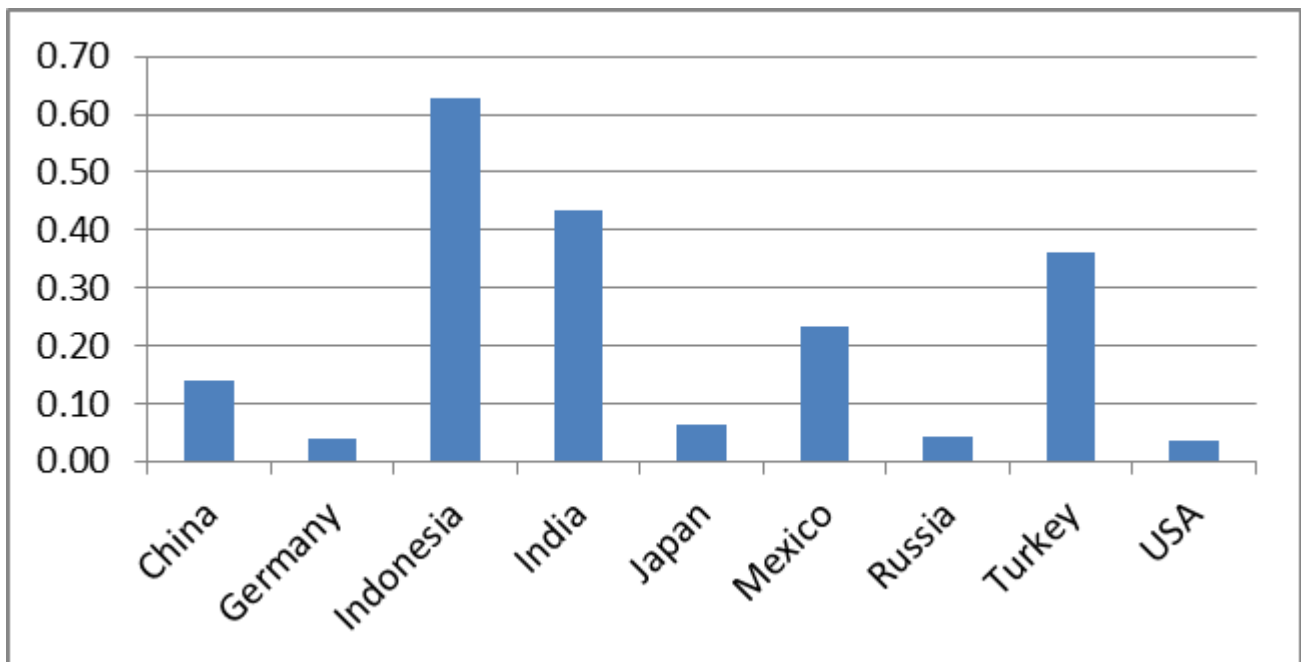


Figure 8: Agriculture Sector Hub Centralities, 2014

third highest agricultural hub centrality in 2014.

In Germany, Russia and USA, there were very small changes in the centrality values over time. Also, these countries had much smaller hub centralities than the hub centralities in other countries. In Russia, the centrality values were small showing a decreasing trend in the given period.

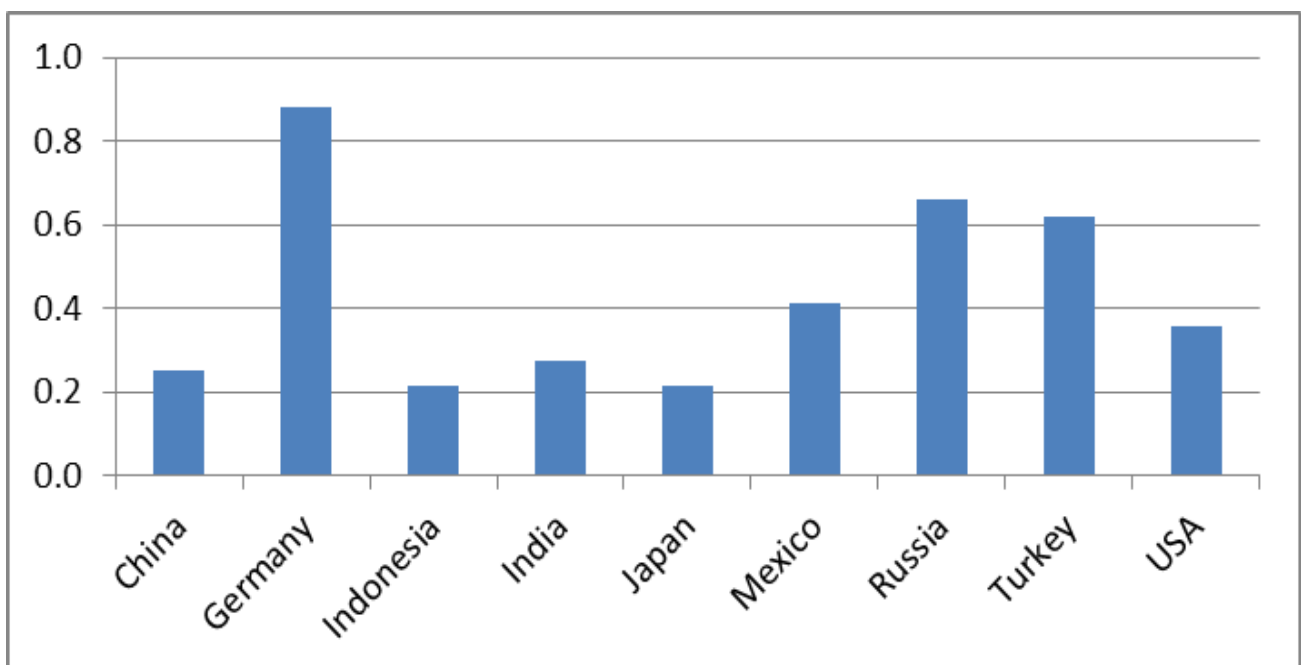


Figure 9: Service Sector Hub Centralities, 2014

Looking at the service sector, one can see that Germany had significantly high hub centralities

throughout the period. Up to 2011, Russia took second place because between 2011 and 2013 Turkey showed higher hub values than Russia. Values in 2014 indicated that Turkey had promising hub centrality figures when compared to the developing countries under consideration (Figure 9).

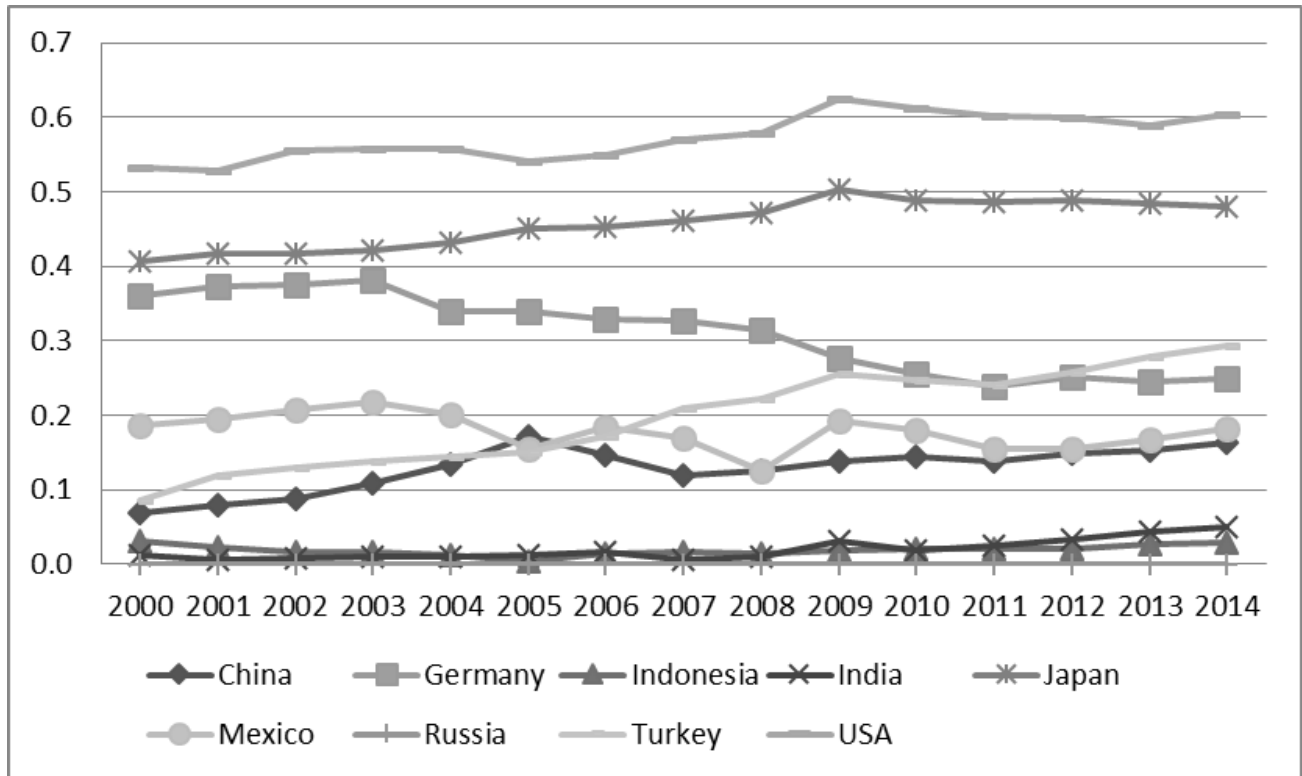


Figure 10: Professional, Scientific and Technical Activities Hub Centralities

Professional, scientific and technical activities sectors turned out to be the largest hub in the US economy (Figure 10). This position did not change even during the crisis. Furthermore, this sector's hub centrality in USA was considerably larger than the hubs of the other countries. India and Indonesia fell far behind the others. In Turkey, the sector's centrality measure showed an increasing trend. In fact, in 2013, the sector's centrality measure for Turkey exceeded the value for Germany. On the other hand, in Germany, the sector serves as an important importer to the other sectors. The greatest authority centrality is for Germany (Figure 11).

Despite the decline in 2008, the finance sector of USA had the highest hub centrality. Japan followed USA. In Turkey, although there were many ups and downs during the period in 2014, Turkey became the third highest valued country in terms of hub centrality of the service sector. India followed close behind Turkey (Figure 12).

Hub centralities in the sales sector remains very close for Indonesia, India, Japan, Mexico, Russia and Turkey, while USA, Germany and China have much smaller hub centralities in 2014 (Figure 13).

5 Conclusion

Analyzing input-output networks gives a very useful outlook on sectoral relationships. Data gained from the input-output tables are analyzed with the help of network tools. In this study we aimed to display the input-output network structure of selected countries between 2000 and 2014. Analyses indicate that all the countries considered possess a core-periphery structure for all years. This structure

indicates that there are some hubs in the network.

Determining the hubs is related to a centrality analysis. Hub centralities indicate that as the development level increases, the role of agriculture as an exporter declines. In fact, there is a considerable difference in agricultural hub centralities between developed and developing countries.

Of the most developed countries considered here, namely USA, Germany and Japan, it was observed that the professional, scientific and technical activities sectors and the finance sector had an important place as suppliers. In Turkey, we observed that professional, scientific and technical activities sectors showed the highest increasing rates when compared to other countries and while Turkey was in fifth place among the other countries in 2000, Turkey placed third after 2011.

By analyzing the authority centralities, it can be seen that the construction and the service sectors have an important role. In the developed countries, the sales sector accompanies these sectors, while in developing countries we see the food sector accompanying the construction and the service sectors. The chemical sector is an important sector both in terms of being an exporter and an importer. Different from hub centrality, we see the transportation sector as one of the most important sectors in terms of import.

The insectoral linkages are observed for all countries throughout the period. Changes in the structure and length of connections are given and some of the network visualizations are shown.

References

- ACEMOGLU, D., AKCIGIT, U. and KERR, W. (2016). Networks and the macroeconomy: An empirical exploration. *NBER Macroeconomics Annual*, **30** (1), 273–335.
- , CARVALHO, V. M., OZDAGLAR, A. and TAHBAZ-SALEHI, A. (2012). The network origins of aggregate fluctuations. *Econometrica*, **80** (5), 1977–2016.
- AROCHE-REYES, F. (2002). Structural transformations and important coefficients in the north american economies. *Economic Systems Research*, **14** (3), 257–273.
- ATAN, S. and ARSLANTURK, Y. (2012). Tourism and economic growth nexus: An input output analysis in Turkey. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, **62**, 952–956.
- BARABÁSI, A.-L. and ALBERT, R. (1999). Emergence of scaling in random networks. *Science*, **286** (5439), 509–512.
- BOGATAJ, M., GRUBBSTRÖM, R. W. and BOGATAJ, L. (2011). Efficient location of industrial activity cells in a global supply chain. *International journal of production Economics*, **133** (1), 243–250.
- CARVALHO, V. M. (2008). *Aggregate fluctuations and the network structure of intersectoral trade*. The University of Chicago.
- CHENERY, H. B. and WATANABE, T. (1958). International comparisons of the structure of production. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, **16**, 487–521.
- DAZHONG, C. (2015). China's integration into the global value chains: A transnational input-output analysis. *Economic Research Journal*, **9**, 002.
- DECARLO, L. T. (1997). On the meaning and use of kurtosis. *Psychological methods*, **2** (3), 292.
- DORNBUSCH, R., FISCHER, S. and SAMUELSON, P. A. (1977). Comparative advantage, trade, and payments in a ricardian model with a continuum of goods. *The American Economic Review*, **67** (5), 823–839.

- DUAN, W.-Q. (2012). Modelling the evolution of national economies based on input–output networks. *Computational Economics*, **39** (2), 145–155.
- DUPOR, B. (1999). Aggregation and irrelevance in multi-sector models. *Journal of Monetary Economics*, **43** (2), 391–409.
- ESTRADA, E. (2015). Introduction to complex networks: structure and dynamics. In *Evolutionary Equations with Applications in Natural Sciences*, Springer, pp. 93–131.
- FAGIOLO, G., REYES, J. and SCHIAVO, S. (2010). The evolution of the world trade web: a weighted-network analysis. *Journal of Evolutionary Economics*, **20** (4), 479–514.
- FOERSTER, A. T., SARTE, P.-D. G. and WATSON, M. W. (2011). Sectoral versus aggregate shocks: A structural factor analysis of industrial production. *Journal of Political Economy*, **119** (1), 1–38.
- FREYTAG, A. and FRICKE, S. (2017). Sectoral linkages of financial services as channels of economic development? an input–output analysis of the nigerian and kenyan economies. *Review of Development Finance*, **7** (1), 36–44.
- FROHM, E., GUNNELLA, V. *et al.* (2017). *Sectoral interlinkages in global value chains: spillovers and network effects*. Tech. rep.
- FUGE, M., TEE, K., AGOGINO, A. and MATON, N. (2014). Analysis of collaborative design networks: A case study of openideo. *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, **14** (2), 021009.
- HANSDA, S. (2005). *Sustainability of Services-Led Growth: an input output exploration of the Indian economy*. Tech. rep., EconWPA.
- HEIN, O., SCHWIND, M. and KÖNIG, W. (2006). Scale-free networks. *Wirtschaftsinformatik*, **48** (4), 267–275.
- HEWINGS, G. J. (1982). The empirical identification of key sectors in an economy: a regional perspective. *The Developing Economies*, **20** (2), 173–195.
- HIRSCHMAN, A. O. A. O. (1958). *The strategy of economic development*. Yale Univ. Press.
- HORVATH, M. (1998). Cyclical and sectoral linkages: Aggregate fluctuations from independent sectoral shocks. *Review of Economic Dynamics*, **1** (4), 781–808.
- (2000). Sectoral shocks and aggregate fluctuations. *Journal of Monetary Economics*, **45** (1), 69–106.
- HOWELL, A. (2012). Network statistics and modeling the global trade economy: exponential random graph models and latent space models: is geography dead? *University of California Unpublished Thesis*.
- HUMMELS, D., ISHII, J. and YI, K.-M. (2001). The nature and growth of vertical specialization in world trade. *Journal of international Economics*, **54** (1), 75–96.
- JACKSON, M. O. (2010). Research opportunities in the study of social and economic networks. *White paper prepared for the NSF/SBE*.
- JOHNSON, R. C. and NOGUERA, G. (2012). Accounting for intermediates: Production sharing and trade in value added. *Journal of international Economics*, **86** (2), 224–236.

- KLEINBERG, J. M. (1999). Authoritative sources in a hyperlinked environment. *Journal of the ACM (JACM)*, **46** (5), 604–632.
- KOLACZYK, E. D. (2009). *Statistical Analysis of Network Data: Methods and Models*. Springer Series in Statistics, Springer-Verlag New York, 1st edn.
- KUROIWA, I. *et al.* (2014). Value added trade and structure of high-technology exports in china. *IDE-JETRO Discussion Paper*, **449**.
- LEÓN, C. and BERNDSEN, R. J. (2014). Rethinking financial stability: challenges arising from financial networks' modular scale-free architecture. *Journal of Financial Stability*, **15**, 241–256.
- , MACHADO, C. and SARMIENTO, M. (2016). Identifying central bank liquidity super-spreaders in interbank funds networks. *Journal of Financial Stability*.
- and PEREZ, J. (2013). Authority centrality and hub centrality as metrics of systemic importance of financial market infrastructures. *Borradores de Economía*, **754**, 1–24.
- LIU, E. (2017). Industrial policies and economic development. <https://economics.mit.edu/files/13288>.
- LONG JR, J. B. and PLOSSER, C. I. (1983). Real business cycles. *Journal of political Economy*, **91** (1), 39–69.
- LOVRIC, M. (2010). Skewness. In *International Encyclopedia of Statistical Science*, Springer, pp. 1340–1342.
- MICHAEL, D. K. and BATTISTON, S. (2009). From graph theory to models of economic networks. a tutorial. *Networks, Topology and Dynamics*, pp. 23–63.
- MITCHELL, M. (2009). *Complexity: A guided tour*. Oxford University Press.
- NEILSON, J., PRITCHARD, B. and YEUNG, H. W.-C. (2014). Global value chains and global production networks in the changing international political economy: An introduction. *Review of International Political Economy*, **21** (1), 1–8.
- NEWMAN, M. E. J. (2010). *Networks: an introduction*. Oxford University Press, Oxford.
- OECD (2009). *Applications of Complexity Science for Public Policy- New Tools for Finding Unanticipated Consequences and Unrealized Opportunities*. OECD Publishing.
- OPSAHL, T. and PANZARASA, P. (2009). Clustering in weighted networks. *Social networks*, **31** (2), 155–163.
- POWERS, W. (2012). The value of value added-measuring global engagement with gross and value-added trade. *World Economics-Abingdon*, **13** (4), 19.
- RASHID, A. (2004). Sectoral linkages; identifying the key growth stimulating sector of the pakistan economy. *MPRA Paper No. 27210 Munich*.
- RASMUSSEN, P. N. (1956). *Studies in inter-sectoral relations*, vol. 15. E. Harck.
- REICHARDT, J. (2008). *Structure in complex networks*, vol. 766. Springer.
- SCHNABL, H. (1994). The evolution of production structures, analyzed by a multi-layer procedure. *Economic Systems Research*, **6** (1), 51–68.

- SHEA, J. (2002). Complementarities and comovements. *Journal of Money, Credit, and Banking*, **34** (2), 412–433.
- SINGH, N. (2006). Services-led industrialization in india: Assessment and lessons. *MPRA Paper No. 1276, Munich*.
- TIMMER, M. P., LOS, B., STEHRER, R., DE VRIES, G. J. *et al.* (2016). *An anatomy of the global trade slowdown based on the WIOD 2016 release*. Tech. rep., Groningen Growth and Development Centre, University of Groningen.
- TREGENNA, F. (2008). *Sectoral engines of growth in South Africa: An analysis of services and manufacturing*. 2008.98, Research paper/UNU-WIDER.
- WEST, G. R. and BROWN, R. P. (2003). Structural change, intersectoral linkages and hollowing-out in the taiwanese economy, 1976-1994. *Discussion Paper, School of Economics, University of Queensland.*, (327).
- XIANG, J., HU, T., ZHANG, Y., HU, K., TANG, Y.-N., GAO, Y.-Y. and DENG, K. (2016). Linear analysis of degree correlations in complex networks. *Pramana*, **87** (6), 84.

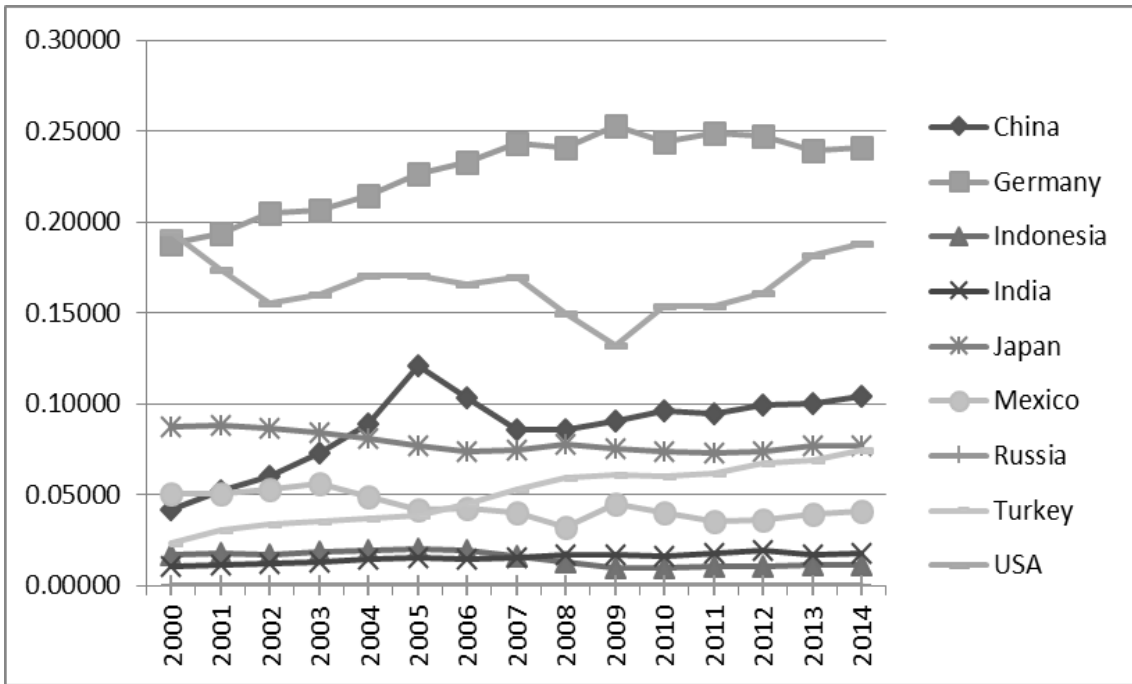


Figure 11: Professional, Scientific and Technical Activities Authority Centralities

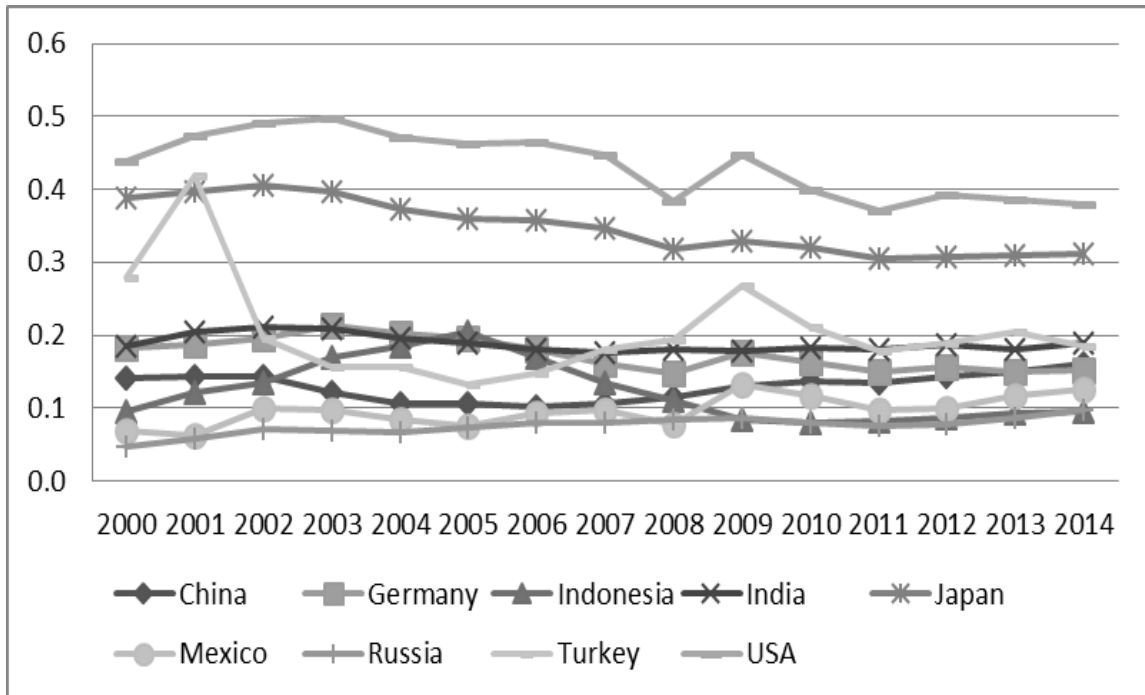


Figure 12: Finance Sector Hub Centralities

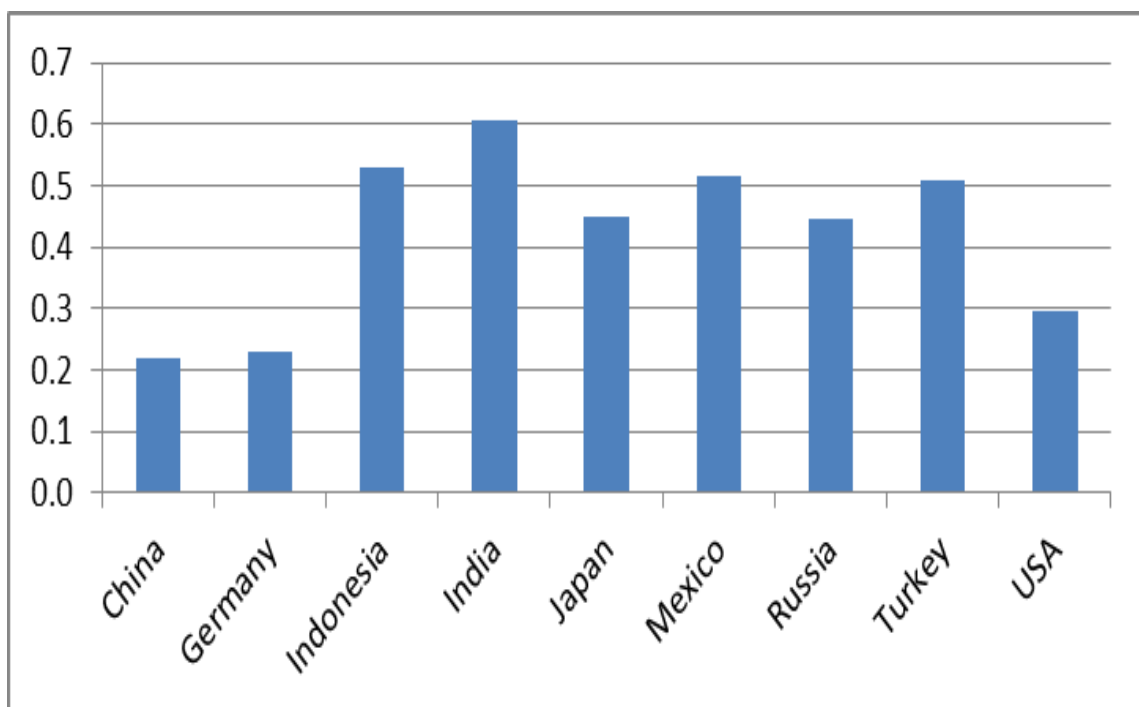


Figure 13: Sales Sector Hub Centralities, 2014

Global Input - Output Analysis: A Network Approach

Semanur Soyyigit*, and Çiğdem Boz†

Abstract

Network analysis, a tool that is used to analyze complex systems, which also appeared in economics, which is defined as a complex - adaptive system. Although the international trade networks and financial networks are most popular areas, this method has been employed for input-output Networks. In today's globalized production chain, international input-output network has a prominent role since it captures input flows among each sector of each country which occurs in the network. So, it can easily be understood why globalized production chain is also called as 'global production network'. Network analysis is a significant tool since it takes international links among sectors of national economies into consideration. Thus, findings of the analysis can be informative about how a potential demand/supply shock in this global input flow may affect this globalized production chain. In this study, global input-output tables will be examined and compared for 1995 and 2011, via network tools. It is aimed to reveal both inter-sectoral connectivity and centralities of sectors and also change of these properties from 1995 to 2011.

Keywords: Economic networks, Global production networks, Input-output networks

Article history: *Received 21 June 2017, Received in revised form 30 September 2017, Accepted 1 November 2017, Available online 25 December 2017*

1 Introduction

Network analysis has become a very popular tool to analyze complex systems in a vast number of disciplines. Economics has become one of these disciplines as a result of interaction with other disciplines such as computer sciences, physics, biology, mathematics, psychology etc. Economic fields in which network tools are used largely are international trade and finance. However, global value chain is also a new field which uses network analysis to investigate global production network.

Developments in transportation and communication have weakened the significance of specialization depending on geographic domain. Countries have started trading in not only whole goods but mostly specific parts of these final goods. This disaggregation of production process has revealed the concept of 'global value chains (GVC)' which means the international fragmentation of production. Restructuring of this international fragmentation of the production process of a final good has been accompanied with outsourcing and offshoring. Final good trade among countries is not the only criteria anymore in terms of competition. It is also necessary to take the intermediate good trade into consideration. In this context, import content of export increases and domestic value added per unit export decreases. However, intermediate good import increases the profits in the firm-level. This new structure has changed the traditional relations between international trade and value added and also the relations between production and profit ((Milberg and Winkler, 2013, p. 48), (De Backer and Yamano, 2007, p. 5-6)).

*Department of Economics, Erzincan University semanur.soyyigit@erzincan.edu.tr.

†Department of Economics, Batman University, Istanbul, cigdem.boz@batman.edu.tr

Both financial and real shocks may spread to the whole system via GVC due to internationalization of supply chain (Milberg and Winkler, 2013, p. 55). Thus, GVC becomes more significant concept for today's globalized World. GVC concept was used to explain trade and industrial organization as an international value added chain in 2000's. Recently, it has been called as 'network' rather than 'chain' since economic process depends on complex interactions among global producers (De Backer and Yamano, 2007, p. 5).

Recently, GVC has also become a popular research field analyzed via network tools. There is an interdependent relationship between intermediate good suppliers and demanders. For instance, in the sector-level, each sector provides some intermediate goods to other sectors and also gets intermediate goods in return. From network viewpoint, importance of some sectors became more important relatively based on these bilateral relations. Determination of these sectors is vital since shocks in one sector can spread to the whole. In the literature, there are a great number of studies investigating GVC via network analysis.

Network analysis of this global production chain is managed via utilization of input-output tables. Usage of these tables provides some advantages. First of all, the problems stemming from different data definitions of countries are eliminated and a standard data structure is obtained. Besides, goods are categorized as 'intermediate' and 'final' goods in these tables. And these tables also include not only goods but also services.

In this paper, network approach to global input-output relations has been applied by using global input-output tables for the years 1995 and 2011. Within this scope, literature review of network approach to input-output data has been given in the second section and methodological information has been given in the third section. After description of the data structure in the fourth section, evaluation and interpretation of the results have been presented in the following section.

2 Literature Review

There are some studies about network analysis of input-output tables in the literature. Grazzini and Spelta analyzed the flow of intermediate good in 2011 (Grazzini *et al.*, 2015, p. 21-22) and found that both out-strength and in-strength flows have heavy tail distribution meaning that input-output network is asymmetrical in regard to both input suppliers and input users. The authors also analyzed the evolution of input-output network. They found that the network fragility has increased from 1995 to 2011. The authors also revealed the rise of some new central sectors. According to their findings, China has become highly central in global production. Another finding of this part of the analysis is that the leading Chinese sectors are intermediate manufactured goods producers while the western leading sectors are financial and business services.

Wu (2015) built a supplier network from 2004 to 2014 and calculated the centralities (degree, eigenvector, hub and authority centralities) of each company as a supplier. Then, the author constructed supplier-central stock portfolio based on the top ten company and found that supplier-central portfolios tended to be more volatile than customer-central portfolios.

Blöchl *et al.* (2011) derived two centrality measures that are well-suited for input-output networks that contain nodes with strong self-loops and are completely connected. The findings support the geographical proximity and similar developmental status of the countries in terms of sectoral centrality. According to their results, centrality ranking of sectors in Belgium and Spain looked similar, as Turkey and India had also similar centrality ranking of sectors.

Chen and Chen (2013) made a network simulation of global embodied energy flows in 2007 based on a multi-region input-output model. The input-output network built by the authors comprised 6384 nodes in global level. The findings of their research show that almost 70 % of the world direct energy input is invested in resource, heavy manufacture and transportation sectors that provide only 30 %

of the embodied energy to satisfy final demand. The authors also show that China is the biggest exporter of embodied energy while the USA is the biggest importer.

In this analysis, we build our input-output table as involving 18 sectors of 40 countries and study the evolution from 1995 to 2011. The methodology used in this analysis is the same with the one used to analyze national input-output tables by using network tools (Soyyigit and Eren, 2016). Before looking at the findings, some technical information about networks and methodology will be given as follows.

3 Methodology

Complex system is basically defined as a large network of relatively simple components with no central control, in which emergent complex behavior is exhibited (Mitchell, 2006). The first step to understand complex systems is decomposition of these systems into their parts (Reichardt, 2008). Network analysis allows one to represent complex systems in terms of their parts and interactions/linkages among these parts. In this context, policymakers have become interested in network analysis to determine the weaknesses of their concerns since these tools are applied to most of the real-world networks (OECD, 2009).

A network is basically represented as $G = (V, E, f)$, where V is a finite set of nodes and E is a set of links among these nodes and, f is a mapping which links elements of E to a pair of elements of V . In a weighted network, each link is given a distinct weight and the definition of network becomes $G = (V, W, f)$, where W represents the set of weights $W = w_1, w_2, \dots, w_m$. If two nodes (node i and node j) are linked to each other with the link $e = i, j$ in a network, then these nodes are said to be adjacent. A binary network (which also means unweighted network) is represented with adjacency matrix that is built as follows Estrada (2015):

$$A_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if } i, j \in E \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

An undirected and binary network is the simplest type of networks while a directed and weighted network is a more complicated one.

One of the extents that are analyzed to get information about the topological properties of a network is connectivity. Connectivity is measured by node degree/node strength (depending on network type) on node-level. Higher node degree/node strength implies stronger impact over the network (Howell, 2012). In network level, connectivity is measured by density which is a ratio of actual count of links to possible maximum count of links. In a directed network without self-loop and multilink, density coefficient is formulized as follows (Newman, 2010):

$$\rho = \frac{m}{n(n-1)} \quad (2)$$

in where m is the count of actual links. Density coefficient lies in the range of $0 \leq \rho \leq 1$.

Degree distribution is another informative property about network topology. It has been indicated in the literature that most real-world networks such as movie network, www, electrical power grid network and citation network follow power-law degree distribution (Barabási and Albert, 1999). These networks that follow power-law distribution are called as scale-free networks in network literature. Scale free networks have some characteristics which distinguish them from random and small-world networks (Mitchell, 2009). First of all, they include small number of hubs which are nodes with high-degree. They also include heterogeneity of connectivity since node degrees/strengths are over a very large range. Another property of scale-free networks is self-similarity which means that even one rescales and reshapes the distribution by focusing on a smaller part of the curve, the shape obtained

will look like the previous. Finally, scale-free networks have small-world property which requires small average path length and high degree of clustering.

It is known that power-law distribution belongs to the class of fat-tailed distribution which has higher peak and fat tails compared to Poisson distribution. Power-law distribution is represented as follows (Hein *et al.*, 2006):

$$P(k) \approx k^{-\gamma} \quad (3)$$

$P(k)$ shows probability of occurrence of nodes with degree k in network in the Equation (3). γ has a characteristic importance for this distribution. It means that a lower value of γ leads to a higher probability of nodes with many links. In other words, a network with a lower value of γ has a higher quantity of super-nodes which have many links compared to a network with a higher value of γ . It can also be interpreted as such that higher exponent level implies less heterogeneity of connectedness (León and Berndsen, 2014).

One way to determine fat-tailed distribution is to analyze kurtosis value. If kurtosis has positive value, then (DeCarlo, 1997) (Decarlo, 1997: 292). It is also stated that most of the real world networks display right-skewed distribution and these distributions approximate power-law distribution (León *et al.*, 2016). Skewness measure gives information about distributional asymmetry and is used to determine which side of a distribution has a fat-tail. If skewness measure has positive value, then fat-tail is on the right and distribution is right-skewed and vice versa (Von Hippel, 2011).

Another significant topological property of a network is centrality. However, it is more convenient to examine assortativity/disassortativity in order to perceive the importance of centrality. Assortativity means that the nodes with high degree/strength tend to have links with the nodes which have high degree/strength. However, the nodes with high degree/strength tend to have relations with the nodes with low degree/strength in disassortative case (Reichardt, 2008). There are two ways to determine assortative/disassortative structure in a network. One of them is to plot degree and ANND statistics on the same graph and to see the relationship between them. ANND is a statistic shows how connected neighbours of node i are with one another (Fagiolo, 2010: 484). It is measured as the average degree of neighbours of i . It can be formulized as follows (Barrat *et al.*, 2004):

$$\langle k_{nn,i} \rangle \geq \frac{1}{k_i} \sum_j k_j \quad (4)$$

ANND for the nodes which have degree k is calculated with the formula below:

$$\langle k_{nn}(k) \rangle \geq \frac{1}{N_k} \sum_j k_{nn,i} \quad (5)$$

It is possible to decide whether there is a disassortative structure in a network. If the relation between the degree and the ANND is positive, then it is thought there is an assortative structure in the network. On the contrary, if the relation between the degree and the ANND is negative, then there is a disassortative structure in the network. These relations can be seen in Figure (1).

Calculation of assortativity correlation coefficient is another way to determine assortative/disassortative structure in the network. Newman defines assortativity coefficient by adjusting standard Pearson correlation coefficient as follows (Newman, 2010):

$$r = \frac{\sum_{ij} i_j (e_{ij} - a_i b_j)}{\sigma_a \sigma_b} \quad (6)$$

where $a_i = \sum_j e_{ij}$ and $b_j = \sum_i e_{ij}$ are fraction of edges start and end at node i and node j , respectively. And σ_a and σ_b are the standard deviations of the distributions of a_i and b_j . This

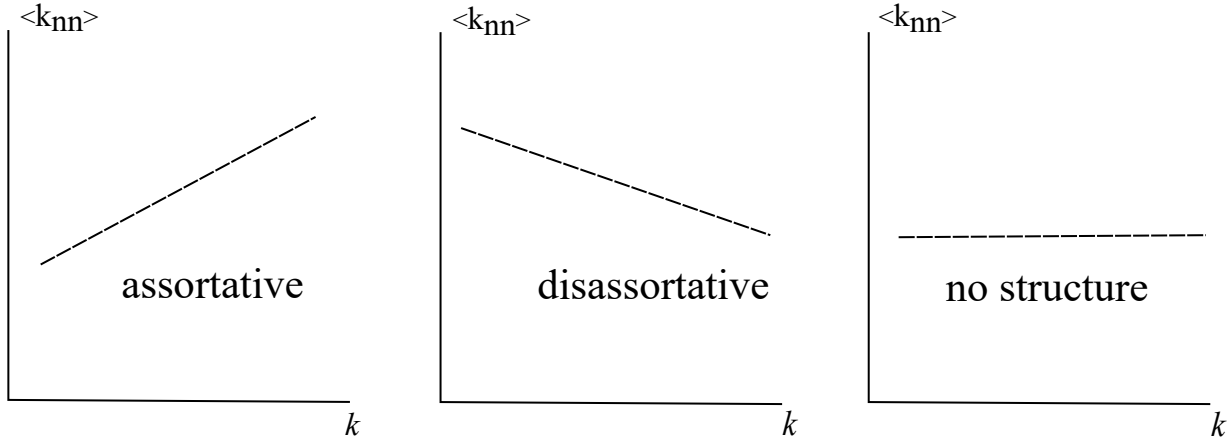


Figure 1: Assortativity - Disassortativity

SOURCE: G. Caldarelli, "Lectures in complex networks", 2008, International Workshop & Conference on Network Science, http://www.ifr.ac.uk/netsci08/Download/Invited/ws1_Caldarelli.pdf

assortativity measure lies in the interval $[-1,1]$. If $r = 1$, then there is perfect assortativity between i and j . If $r = -1$, then there is perfect disassortativity between the nodes.

Disassortativity is one of the reasons of core-periphery structure in a network (Fuge *et al.*, 2014). Centrality measure enables one to determine the nodes in the core and the periphery. There are a lot of centrality measures such as degree centrality, betweenness centrality, closeness centrality, eigenvector centrality etc. to measure the importance of the nodes in a network.

HITS algorithm was developed by Kleinberg (1999) to calculate hub and authority centralities of web pages which are results of a specific query on the Internet. It based his analysis on a directed network in his original study. As is known, there are two types of links in directed networks: in-links and out-links. In this context, hubs are nodes with myriad out-links and authorities are nodes with myriad in-links. Kleinberg (1999) aimed to calculate two different centrality measures for these distinct type of nodes.

Kleinberg (1999) remarked that these authoritative pages which are related to initial query should not only have large in-links. It is also necessary to be an overlap in the sets of pages which point to these authoritative pages. Similarly, hub pages should have links to multiple relevant authoritative pages. These two different classes of nodes exhibit *mutually reinforcing relationship* means that a good hub is a node that points to many good authorities and a good authority is a node that is pointed to by many good hubs. Kleinberg (1999) used an algorithm, HITS algorithm that uses an iterative process that maintains and updates two weights for each page. In this context, each web page has two non-negative weights: an authority weight $x^{<p>}$ and a hub weight $y^{<p>}$. And there are two operations (\mathcal{I} and \mathcal{O}) that update these weights. \mathcal{I} updates the x weights and \mathcal{O} updates the y weights during the iterations. Kleinberg (1999) also expressed this mutually reinforcing relationship between hubs and authorities with equations as follows:

$$\begin{aligned} x^{<p>} &\leftarrow \sum_{q:(q,p) \in E} y^{<p>} \\ y^{<p>} &\leftarrow \sum_{q:(q,p) \in E} x^{<p>} \end{aligned} \quad (7)$$

As it is understood from the Equation (7), authority weight of a node is proportional to the hub

weights of the nodes point to it. Similarly, hub weight of a node is proportional to the authority weights of the nodes it points to.

First of all, Kleinberg (1999) defined a vector y which elements consist of $y^{<p>}$ values and a vector x which elements consist of $x^{<p>}$. Assuming that $G = (V, E)$ with $V = p_1, p_2, \dots, p_n$ and \mathbf{A} is adjacency matrix of graph G , he proved that y and x converge to their equilibrium values y^* and x^* (which are hub centrality and authority centrality, respectively) at the end of this iteration process. He concluded that x^* (authority centrality vector) is the principal eigenvector of $\mathbf{A}^\top \mathbf{A}$ and y^* (hub centrality vector) is the principal eigenvector of $\mathbf{A} \mathbf{A}^\top$.

Kleinberg (1999)'s algorithm uses the way which is used to calculate eigenvector centrality. However it eliminates zero-centrality problem of eigen-pair analysis by calculating hub and authority centralities of nodes simultaneously and iteratively depending on that mutually reinforcing relationship. León and Perez (2013) summarized this iterative process as the estimation of eigenvector centrality of two modified versions of adjacency matrix. On this basis, $M_{hub} = \mathbf{A} \mathbf{A}^\top$ and $M_{auth} = \mathbf{A}^\top \mathbf{A}$ can be called as hub matrix and authority matrix of which eigenvector centralities refer to hub centrality and authority centrality, respectively (Kolaczyk, 2009).

León and Perez (2013) explains the logic behind these hub and authority matrices like that. Multiplication of a directed (non-symmetrical) adjacency matrix with transpose of itself enables one to identify second-order adjacencies. Clearly, in the case of M_{auth} , multiplication of \mathbf{A}^\top with \mathbf{A} sends weights backwards towards the pointing node. However, multiplication of \mathbf{A} with \mathbf{A}^\top sends weights forwards towards to the pointed node. Since M_{hub} and M_{auth} are symmetrical matrices with non-negative elements, hub and authority centrality vectors will also contain positive and non-zero scores.

4 Data and Results

4.1 Data

The data used in this study have been obtained from WIOD database. The data used in the analysis have been built by using World Input-Output Tables (WIOT). A WIOT is a set of national input-output tables which are connected to each other by bilateral international trade flows. Time series of WIOT includes EU-27 and 13 major economies of the world such as Australia, Brazil, Canada, China, India, Indonesia, Japan, Mexico, Russia, South Korea, Taiwan, Turkey and the USA. Additionally, the data contain another region which is called "rest of the world (RoW)" for the non-included part of the World economy. However, we have excluded the RoW part. WIOT data also cover 35 industries mostly at the two-digit ISIC Rev.3 level (Timmer *et al.*, 2015). We have condensed these 35 sectors into 18 sectors depending on the sectoral aggregation of Wong (Wong, 2014). Inorder to observe only intermediate good flows among foreign sectors, zero was placed in the matrix replacing inter-country flows. WIOT structure and sectoral aggregation can be found in Appendix 1 and 2, respectively.

4.2 Findings

First of all, when the basic indicators of global input-output networks showing intermediate product flow of domestic sectors are observed, it is apparent that although the number of nodes did not change, the number of links increased for both years. This indicates that input flow has become more globalized, which also can be observed through the density coefficient. Because the coefficient of density which is the ratio of the possible count of connectivity in the network rose from 0.90 to 0.93. When compared to complete networks where the density coefficient is equal to 1 and all possible connections are made, global production network, although not fulfilling all total network requirements could be declared close to complete. Besides all of these, it could be stated that network transitivity and connectivity increased from 1995 to 2011.

Table 1: Some Basic Indicators

	1995	2011
Nodes	720	720
Links	469642	482042
Transitivity	0.96531	0.970763
Reciprocity	0.880268	0.917881
Density	0.907205	0.931158

Another important aspect is; the distribution in network analysis is coherent with the power-law distribution. Because this distribution, indicates the heterogeneous structure of the network connections. A method to derive an idea to determine the coherence to power-law distribution is to check skewness and kurtosis values. Skewness and kurtosis values according to this are shown in the Table (2).

Table 2: Skewness and Kurtosis Measures

	1995	2011
Skewness	4.442653	4.694878
Kurtosis	28.45125	33.0651

As mentioned above, positive kurtosis value indicates the distribution's coherence with fat-tail distribution and positive skewness value indicates that the distribution is on the right side of the fat-tail distribution. Hence, the values in the table indicates power-law distribution coherence for both years. Nevertheless, we have to test the degree of distribution at hand for power-law distribution statistically too. Hence K-S test was applied to the data. Results derived from the test are in the Table (3).

Table 3: K-S test results

	1995	2011
alpha	1.744516	1.885968
p-value	0.0008373	0.2498211
K-S statistic	0.1197972	0.0676574

In this test, H_0 hypothesis represents distribution's coherence with power-law distribution, H_1 hypothesis represents the distribution's coherence with the power-law distribution. p value above 0.05 indicates being out of the H_0 red area. Briefly, H_0 hypothesis which indicates the possibility of the distribution's coherence with the power-law distribution is undeniable. Here the interesting point is; although there was no coherence in 1995, power-law distribution coherence is evident in 2011. The deduction is based on the p value which increased from 0.0008 to 0.249 between 1995 and 2011. This change in the p value can be interpreted as the transition of the links from non-heterogeneous to heterogeneous between 1995 and 2011 in the global production network. Hence, it is reasonable to deduce that, in the course of time in global production network while some links in some of the countries grew to have vast connections, the others lost ground. Briefly, in the past years certain hubs emerged in the global production network.

As mentioned in methodology section, another important topological property is; the network's assortativity/disassortativity inclined structure. The correlation coefficient to determine assortativity or disassortativity are -0.0122521 for 1995 and -0.006824 for 2011.

According to this, although it is not a perfect disassortativity, still the disassortativity is evident. As mentioned above, disassortative structure is an indicator of core-periphery structure. In this sense, it is plausible to say that global production network has a core-periphery structure.

In core-periphery context, centrality measurement is used to determine the central sectors in the network. As abovementioned, Kleinberg (1999)'s hub and authority centralities is used in this analysis. Since, hub represents nodes with outgoing links and the links in the matrix represent export, hub centrality measurement can also be titled as export centrality. Similarly, as authority represents nodes with many number of incoming links, authority centrality measurement can be titled as import centrality. Kleinberg (1999)'s method provides an export centrality and an import centrality value for each node. Hence, it makes possible to see which countries became dominant in which sectors, and the development of their export and import centralities from 1995 to 2011.

The hub centrality values of countries which provide input to global production network for each sector for 1995 and 2011 are in the Table 5. Here the hub centrality of the countries represents the centrality of the countries in terms of their intermediate goods input to global production network. In the most general sense, Far East Asian countries stand out as electrical equipment, chemicals, metal industry, business, machinery industry, transport equipment and textile industry input providers in global production network.

If explained from general to specific, in electrical equipment Taiwan and South Korea following Japan and USA in 1995 rose to top in 2011. The countries which dropped under these two, meaning Japan and USA are followed by China constitutes the first 5 important input providers.

Germany, the leader of chemical materials sector of 1995 was replaced by South Korea in 2011. Countries like China and Taiwan, which were nonexistent in the top 10 list of 1995 rose to 3rd and 6th positions respectively. Germany and Netherlands lost their centrality as far as their inputs to global production network concerned.

A very similar situation is valid for the metal industry. As of 1995 none of the Far East Asian countries were in the top 10 list of this sector; in 2011 South Korea, Taiwan and China resided in positions 3rd, 5th and 6th respectively. Canadian metal industry lost ground both in centrality and in ranking. Japanese metal industry preserved its centrality score, rose in the ranking and became the most important input provider as of 2011.

As far as business activities concerned England, the leader of 1995 dropped to being 4th in 2011 and left its leading position to USA. Parallel to this China, which was nowhere among the top 10 in 1995, rose to being the 2nd most important input provider in 2011.

Although the top three positions occupied by Japan, Germany and USA in 1995 did not change in 2011, South Korea which was not even in the top 10 in 1995, appeared as the 4th input provider for global production network in machinery industry in 2011. Taiwan and China became the 6th and 7th in 2011 In transportation sector, even though Russia and USA preserved their positions for both years, China and South Korea outrun Netherlands, France, England and Germany and became the 3rd and 4th respectively.

In textile industry, for both years China is the leading figure. Both in 1995 and 2011 Italy follows China as the 2nd. In 2011, India and Taiwan rose in ranking in providing intermediate goods in textile sectors.

Nevertheless, Far East countries' centrality remained rather low in providing input to transport equipment, paper, mining, finance and agriculture sectors. If the table examined closely, it will be seen that USA and Japan are the most important transport equipment input providers. Canada which was the 3rd in 1995 left its place to Germany and Mexico in 2011 in transport equipment market. As of 2011 China and South Korea outrun England and Italy.

The mining sector leader of 1995, Canada was dethroned by Australia in 2011 and dropped to being the 2nd. Russian mining sector preserved its 3rd position in both years. Briefly, Far East countries emerge in this industry group too. It could be stated that, this situation is related to country's

Table 4: Change of hub centralities of countries from 1995 to 2011 in terms of sectoral separation

Electrical Equipment				Transport equipment				Chemical			
	1995		2011		1995		2011		1995		2011
JPN	0.4445	TWN	0.5086	USA	0.2843	USA	0.0292	DEU	0.2325	KOR	0.1102
USA	0.2665	KOR	0.3123	JPN	0.2126	JPN	0.026	JPN	0.1503	JPN	0.0938
KOR	0.2529	JPN	0.2419	CAN	0.1655	DEU	0.025	NLD	0.1415	CHN	0.0754
TWN	0.1916	USA	0.1708	DEU	0.1242	MEX	0.0163	FRA	0.1413	USA	0.0728
DEU	0.1209	CHN	0.1309	MEX	0.075	CAN	0.0119	USA	0.1408	DEU	0.0703
GBR	0.103	DEU	0.0774	FRA	0.0702	CHN	0.0101	CAN	0.1376	TWN	0.0653
CAN	0.1017	MEX	0.0315	GBR	0.0634	FRA	0.0091	GBR	0.1208	CAN	0.0566
CHN	0.0846	FRA	0.0274	ITA	0.0389	KOR	0.009	BEL	0.1186	NLD	0.0381
FRA	0.0812	GBR	0.0143	ESP	0.0281	GBR	0.0086	ITA	0.0869	GBR	0.0356
MEX	0.0784	CAN	0.0139	AUT	0.0195	ITA	0.0044	ESP	0.0425	FRA	0.0332
Paper				Metal				Business			
	1995		2011		1995		2011		1995		2011
CAN	0.1722	USA	0.0162	CAN	0.133	JPN	0.1224	GBR	0.102	USA	0.0326
USA	0.0391	CAN	0.013	JPN	0.1284	USA	0.0732	FRA	0.0853	CHN	0.029
FIN	0.0244	DEU	0.0039	DEU	0.0991	KOR	0.0612	USA	0.0633	DEU	0.0242
DEU	0.0242	CHN	0.0035	USA	0.0602	DEU	0.0434	NLD	0.0624	GBR	0.0202
SWE	0.0195	BRA	0.0033	FRA	0.0578	TWN	0.0413	CAN	0.0399	NLD	0.0153
GBR	0.0184	FIN	0.0027	BEL	0.0539	CHN	0.037	DEU	0.0351	FRA	0.0151
FRA	0.0155	RUS	0.0025	ITA	0.0475	AUS	0.03	ITA	0.0304	SWE	0.0108
IDN	0.0123	SWE	0.0024	GBR	0.0453	CAN	0.0264	BEL	0.0263	CAN	0.0104
NLD	0.0111	IDN	0.0023	RUS	0.0397	RUS	0.0216	SWE	0.0222	ITA	0.0095
BRA	0.0111	JPN	0.0017	NLD	0.0355	GBR	0.0177	TWN	0.0177	BEL	0.0086
Mining				Machinery				Transport			
	1995		2011		1995		2011		1995		2011
CAN	0.0886	AUS	0.5677	JPN	0.0649	DEU	0.0521	RUS	0.0411	RUS	0.0343
MEX	0.0609	CAN	0.1877	DEU	0.0631	JPN	0.0471	USA	0.0402	USA	0.0223
RUS	0.0537	RUS	0.1625	USA	0.0505	USA	0.0295	NLD	0.029	CHN	0.0139
GBR	0.0341	MEX	0.1121	ITA	0.0318	KOR	0.0202	FRA	0.0287	KOR	0.0134
AUS	0.0283	BRA	0.1102	CAN	0.0259	ITA	0.0169	GBR	0.0213	AUS	0.0087
IDN	0.0183	IDN	0.096	GBR	0.0257	TWN	0.0126	DEU	0.0212	FRA	0.0055
NLD	0.0123	GBR	0.0187	FRA	0.0198	CHN	0.011	BEL	0.0198	DEU	0.0049
USA	0.0107	USA	0.014	TWN	0.0106	CAN	0.0074	KOR	0.0166	BEL	0.0048
CHN	0.0085	IND	0.0106	SWE	0.0104	FRA	0.0073	CAN	0.0159	NLD	0.0041
DEU	0.004	NLD	0.0097	NLD	0.0095	GBR	0.0064	TWN	0.0144	JPN	0.0041
Textile				Financial				Agriculture			
	1995		2011		1995		2011		1995		2011
CHN	0.0294	CHN	0.0114	USA	0.029	USA	0.0112	USA	0.0122	USA	0.0043
ITA	0.0242	ITA	0.002	LUX	0.0116	GBR	0.0054	CAN	0.0098	BRA	0.0031
KOR	0.0125	IND	0.0016	GBR	0.0092	IRL	0.0053	FRA	0.006	CAN	0.0023
DEU	0.0088	TWN	0.0014	IRL	0.0045	DEU	0.0019	NLD	0.0056	IND	0.002
FRA	0.0083	USA	0.0013	CAN	0.0037	NLD	0.0017	IND	0.0056	AUS	0.0013
BEL	0.0077	JPN	0.0012	FRA	0.0033	ESP	0.0006	MEX	0.005	RUS	0.0009
USA	0.0075	KOR	0.0012	BEL	0.0026	IND	0.0006	AUS	0.0044	IDN	0.0008
TWN	0.0072	MEX	0.0009	IDN	0.0024	AUS	0.0005	CHN	0.0041	MEX	0.0007
IND	0.0066	IDN	0.0009	MEX	0.0023	ITA	0.0005	TWN	0.0038	TWN	0.0007
IDN	0.0066	CAN	0.0008	ITA	0.002	BEL	0.0005	BRA	0.0035	FRA	0.0006

intermediate goods supply potential.

A similar situation is valid for financial intermediation relations. USA occupies the most prominent centrality in both years for financial intermediation input supply. In 1995 Luxembourg followed USA whereas England rose to second position in 2011. In general it is reasonable to say that, for both years European countries preserved their dominant centralities.

On the other hand Far East countries, besides their low-cost input, took advantage of their low-cost labor to achieve a relatively favored position in supplying a number of final goods. This state requires Far East countries' sectorial import centrality to elevate in time. Because these countries' production processes are in dire need of intermediate goods.

This condition can be observed in table (5) which shows the import centrality of countries on sectorial basis. In the table for countries' import centrality for sectors, if a country has a high import centrality in a sector, it is an implication of country's centrality as a user of intermediate goods.

In this context USA, the electrical equipment leader of 1995 left its leading position to China in 2011. Aside this industry, China outrun USA in metal, machinery and textile industries too. Although China did not outrun ABD in transportation, chemicals and paper industries, became the second most important intermediate goods importing country. Another striking issue in the table is; while Turkish textile sector was not in top 10 in 1995, became the 5th intermediate goods importer in 2011. This situation can only be explained with Far East Asian countries' centrality in intermediate goods supply for low-cost raw materials and intermediate goods industries.

Like Grazzini *et al.* (2015), we also found that western countries had remain central in the business and finance sectors while Far East Asian countries had substituted with them in terms of other sectors during the period.

5 Conclusion

Network analysis which is vastly used in economics, found a new application area in input-output tables. With this analysis it is possible to pinpoint the important intermediate goods suppliers and users of the network. Advantage of employing network analysis and the algorithm used in this process provides the possibility of analysis with advanced indicators rather than first degree indicators.

Essentially, findings derived in this work are just the first step of the network analysis. Methodologically, the more advanced step of network analysis is to study the consequences of probable demand/supply shocks via simulations. This method has been applied to financial networks especially after the global crisis, recently its application to global production network via input-output matrices is being studied. Findings derived from the network analysis are used to create the above mentioned simulations.

The comparison of 1995 and 2011 carried out in work shows that; the importance of Far East Asian countries increased in the course of time for import and export for intermediate goods in this complex network. However, western countries have maintained their places as a central exporter and importer in terms of business and finance sectors.

Another result to be emphasized is; input-output network, within the period, has become a scale-free network which means that there are a lot of insignificant sectors whereas there are less central sectors as input exporter/importer for the world production network. This reduces the robustness of the network; that is, the global production network has become more vulnerable to any demand or supply shock.

Table 5: Change of authority centralities of countries from 1995 to 2011 in terms of sectoral separation

Electrical equipment				Transport equipment				Chemical			
	1995		2011		1995		2011		1995		2011
USA	0.41662	CHN	0.65069	USA	0.33844	USA	0.0586	USA	0.23909	USA	0.21943
TWN	0.18697	KOR	0.10368	CAN	0.28137	CHN	0.04164	DEU	0.1417	CHN	0.1812
KOR	0.17323	TWN	0.07725	DEU	0.10395	MEX	0.02516	FRA	0.12587	JPN	0.17619
DEU	0.14393	MEX	0.07371	FRA	0.10158	DEU	0.02458	ITA	0.11441	KOR	0.08318
MEX	0.13113	USA	0.0597	MEX	0.08168	CAN	0.01934	BEL	0.09624	FRA	0.06083
JPN	0.12995	JPN	0.05818	GBR	0.07397	FRA	0.01739	GBR	0.09061	ITA	0.05899
CHN	0.11593	DEU	0.05617	BEL	0.05776	KOR	0.01697	NLD	0.07984	NLD	0.04691
GBR	0.10101	CZE	0.02638	ESP	0.04714	JPN	0.01357	JPN	0.07202	DEU	0.03401
FRA	0.08566	BRA	0.01863	KOR	0.04614	GBR	0.01278	KOR	0.06077	TWN	0.02921
CAN	0.07109	FRA	0.01601	JPN	0.03495	BRA	0.00586	TWN	0.06061	BEL	0.02464
Financial				Electricity				Paper			
	1995		2011		1995		2011		1995		2011
USA	0.02488	USA	0.01128	FRA	0.01761	JPN	0.07659	USA	0.13378	USA	0.01439
CHN	0.01092	LUX	0.00366	USA	0.01152	CHN	0.04124	DEU	0.02663	CHN	0.01364
GBR	0.01038	GBR	0.00306	DEU	0.01085	ITA	0.03378	JPN	0.02265	DEU	0.00312
FRA	0.00744	CHN	0.00251	JPN	0.0101	KOR	0.02866	GBR	0.01878	JPN	0.00288
CAN	0.00524	DEU	0.00214	ITA	0.00771	USA	0.02231	CAN	0.01656	IRL	0.00273
JPN	0.00416	CAN	0.00191	CHN	0.0075	TWN	0.01743	FRA	0.01616	CAN	0.0025
NLD	0.00393	NLD	0.00178	BEL	0.00587	GBR	0.00996	ITA	0.01552	FRA	0.00184
BEL	0.00254	JPN	0.0015	GBR	0.00574	DEU	0.00866	NLD	0.01149	GBR	0.00145
LUX	0.0022	IRL	0.0013	NLD	0.00476	FRA	0.00712	BEL	0.00879	MEX	0.00138
KOR	0.00211	KOR	0.00087	ESP	0.00375	ESP	0.00702	KOR	0.00842	ITA	0.00134
Metal				Machinery				Business			
	1995		2011		1995		2011		1995		2011
USA	0.13212	CHN	0.56937	USA	0.09859	CHN	0.0737	USA	0.09013	USA	0.0415
DEU	0.06489	KOR	0.10605	DEU	0.06383	USA	0.02488	FRA	0.04033	CHN	0.03874
FRA	0.04258	JPN	0.07978	JPN	0.03522	DEU	0.02115	CHN	0.03412	FRA	0.00922
ITA	0.042	USA	0.03415	ITA	0.02883	JPN	0.01584	DEU	0.0277	GBR	0.00692
JPN	0.0386	DEU	0.03305	TWN	0.0288	KOR	0.01169	NLD	0.02023	AUS	0.00611
KOR	0.03785	TWN	0.03303	KOR	0.02815	CAN	0.00938	BEL	0.01628	DEU	0.00575
CHN	0.03499	CAN	0.02634	GBR	0.0268	TWN	0.008	ITA	0.01571	NLD	0.00492
BEL	0.03314	FRA	0.01497	CHN	0.02625	ITA	0.00661	GBR	0.01557	JPN	0.00483
GBR	0.03243	IND	0.01381	FRA	0.0235	FRA	0.00618	MEX	0.01076	MEX	0.00455
TWN	0.02621	ITA	0.0134	CAN	0.01767	GBR	0.00606	SWE	0.00995	IRL	0.00452
Transport				Textile				Agriculture			
	1995		2011		1995		2011		1995		2011
USA	0.06882	USA	0.03351	USA	0.02793	CHN	0.0115	FRA	0.0272	CHN	0.00898
GBR	0.04124	CHN	0.03123	ITA	0.01761	USA	0.00262	USA	0.01971	USA	0.00619
DEU	0.03584	GBR	0.01295	DEU	0.01657	IND	0.00206	DEU	0.0146	BRA	0.00437
FRA	0.02625	DEU	0.0123	CHN	0.01513	ITA	0.00193	CHN	0.01423	FRA	0.00391
ITA	0.02387	MEX	0.01064	KOR	0.01384	TUR	0.00182	GBR	0.00964	DEU	0.0028
NLD	0.02128	AUS	0.00664	BEL	0.01279	IDN	0.00178	CAN	0.00922	MEX	0.00262
CAN	0.01946	FRA	0.00592	TWN	0.01101	KOR	0.00175	NLD	0.00696	CAN	0.00257
MEX	0.01716	IND	0.00591	FRA	0.01012	DEU	0.00146	JPN	0.00654	IDN	0.00158
JPN	0.01675	JPN	0.00582	GBR	0.00948	TWN	0.00125	BRA	0.00636	JPN	0.00147
AUS	0.01506	KOR	0.00579	NLD	0.0079	MEX	0.00106	ESP	0.00596	AUS	0.00131

References

- BARABÁSI, A.-L. and ALBERT, R. (1999). Emergence of scaling in random networks. *Science*, **286** (5439), 509–512.
- BARRAT, A., BARTHÉLEMY, M. and VESPIGNANI, A. (2004). Traffic-driven model of the world wide web graph. In *International Workshop on Algorithms and Models for the Web-Graph*, Springer, pp. 56–67.
- BLÖCHL, F., THEIS, F. J., VEGA-REDONDO, F. and FISHER, E. O. (2011). Vertex centralities in input-output networks reveal the structure of modern economies. *Physical Review E*, **83** (4), 046127.
- CHEN, Z.-M. and CHEN, G. (2013). Demand-driven energy requirement of world economy 2007: a multi-region input–output network simulation. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, **18** (7), 1757–1774.
- DE BACKER, K. and YAMANO, N. (2007). *The measurement of globalisation using international input-output tables*. OECD Publishing.
- DECARLO, L. T. (1997). On the meaning and use of kurtosis. *Psychological methods*, **2** (3), 292.
- ESTRADA, E. (2015). Introduction to complex networks: structure and dynamics. In *Evolutionary Equations with Applications in Natural Sciences*, Springer, pp. 93–131.
- FUGE, M., TEE, K., AGOGINO, A. and MATON, N. (2014). Analysis of collaborative design networks: A case study of openideo. *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, **14** (2), 021009.
- GRAZZINI, J., SPELTA, A. *et al.* (2015). An empirical analysis of the global input-output network and its evolution. *DISCE-Working Papers del Dipartimento di Economia e Finanza*.
- HEIN, O., SCHWIND, M. and KÖNIG, W. (2006). Scale-free networks. *Wirtschaftsinformatik*, **48** (4), 267–275.
- HOWELL, A. (2012). Network statistics and modeling the global trade economy: exponential random graph models and latent space models: is geography dead?, unpublished thesis. <https://escholarship.org/uc/item/5sf758n2>.
- KLEINBERG, J. M. (1999). Authoritative sources in a hyperlinked environment. *Journal of the ACM (JACM)*, **46** (5), 604–632.
- KOLACZYK, E. D. (2009). *Statistical Analysis of Network Data: Methods and Models*. Springer Series in Statistics, Springer-Verlag New York, 1st edn.
- LEÓN, C. and BERNDSEN, R. J. (2014). Rethinking financial stability: challenges arising from financial networks’ modular scale-free architecture. *Journal of Financial Stability*, **15**, 241–256.
- , MACHADO, C. and SARMIENTO, M. (2016). Identifying central bank liquidity super-spreaders in interbank funds networks. *Journal of Financial Stability*.
- and PEREZ, J. (2013). Authority centrality and hub centrality as metrics of systemic importance of financial market infrastructures. *Borradores de Economía*, **754**, 1–24.
- MILBERG, W. and WINKLER, D. (2013). *Outsourcing economics: global value chains in capitalist development*. Cambridge University Press.

Appendix II: Sectoral Aggregation

Sector	Abbreviation
Agriculture, Hunting, Forestry and Fishing	Agriculture
Mining and Quarrying	Mining
Food, Beverages and Tobacco	Food
Textiles and Textile Products	Textile
Leather, Leather and Footwear	
Wood and Products of Wood and Cork	Paper
Pulp, Paper, Paper , Printing and Publishing	
Coke, Refined Petroleum and Nuclear Fuel	Chemical
Chemicals and Chemical Products	
Rubber and Plastics	
Other Non-Metallic Mineral	
Basic Metals and Fabricated Metal	Metal
Machinery, Nec	Machinery
Electrical and Optical Equipment	Electrical
Transport Equipment	Trans. Equip.
Manufacturing, Nec; Recycling	Manufacturing
Electricity, Gas and Water Supply	Electricity
Construction	Construction
Sale, Maintenance and Repair of Motor Vehicles and Motorcycles; Retail Sale of Fuel	Sales
Wholesale Trade and Commission Trade, Except of Motor Vehicles and Motorcycles	
Retail Trade, Except of Motor Vehicles and Motorcycles; Repair of Household Goods	
Hotels and Restaurants	Transport
Inland Transport	
Water Transport	
Air Transport	
Other Supporting and Auxiliary Transport Activities; Activities of Travel Agencies	
Post and Telecommunications	Financial
Financial Intermediation	
Real Estate Activities	Business
Renting of M&Eq and Other Business Activities	
Public Admin and Defence; Compulsory Social Security	Others
Education	
Health and Social Work	
Other Community, Social and Personal Services	
Private Households with Employed Persons	

Speculative Dynamics of Exchange Rates in Turkey: A System Dynamics Approach

Ceren Cehreli*, Ipek Dursun[†] and Yaman Barlas[‡]

Abstract

A country's economy may undergo a period of volatility due to domestic politics and challenging external environments. Foreign exchange rate is one of the factors that may affect and be affected by the economy of a nation significantly. Motivated by the volatile US Dollar exchange rate issue in Turkey, the impacts of speculation and manipulation on the dynamics of foreign exchange rate in developing markets are examined in this paper. The study focuses on the structures generating the unstable US Dollar exchange rate against Turkish Lira by using system dynamics approach, based on relationships among inflation, interest rate, exchange rate and monetary market. System dynamics is a convenient approach for this problem because of the nonlinear, dynamic and complex structure of this problem. First, a stable-market model is formulated by excluding any speculative and external disturbances, in the base model. Then, the effects of speculation among people, the existence of manipulative investors and interest rate adjustment intervention by Central Bank are included by extending the base model in each scenario. Simulation results reveal that coping with an economic crisis does not only depend on monetary policies but also on the perception and behavior of people. Policies that focus on preventing speculation/panic among individuals are therefore particularly important to avoid unstable fluctuations in exchange rates in developing markets.

Keywords: Currency Exchange Rate, Speculative Market Dynamics, Emerging Markets

Article history: Received 28 September 2017, Received in revised form 30 October 2017, Accepted 1 December 2017, Available online 25 December 2017

1 Introduction

Exchange rate is considered to be an important determinant of a country's relative level of economic health. The movements in the exchange rate directly influence the overall competitiveness of a country and have the potential to directly improve the overall trade performance of the majority of the firms and the balance of payments in developing countries. In the recent history, developing and emerging-market economies in all the major regions have had to cope with financial crises due to surges in inflation, incorrect interest rate policies, huge losses in real income, rising debt burdens and inadequate measure of people's panic behavior due to the expectation of an imminent currency movement. However, a strategy of avoiding those financial crises and exchange rate instability has not been successfully implemented in the past and an applicable strategy is still not clear. An exchange rate is simply defined as the price of a nation's currency in terms of another currency and determined by the market

*Boğaziçi University 34342 Bebek, Istanbul, TURKEY, <http://www.ie.boun.edu.tr>, SESDYN Lab: <http://www.ie.boun.edu.tr/labs/sesdyn/>, E-mail: ceren.cehrel@boun.edu.tr

[†]Boğaziçi University 34342 Bebek, Istanbul, TURKEY, <http://www.ie.boun.edu.tr>, SESDYN Lab: <http://www.ie.boun.edu.tr/labs/sesdyn/>, E-mail: ipek.dursun@boun.edu.tr

[‡]Boğaziçi University 34342 Bebek, Istanbul, TURKEY, <http://www.ie.boun.edu.tr>, SESDYN Lab: <http://www.ie.boun.edu.tr/labs/sesdyn/>, E-mail: ybarlas@boun.edu.tr

forces of supply and demand. For instance, if the demand for US dollars by Turkish people increases, the supply-demand relationship will cause an increase in the price of the US dollars (USD) in relation to Turkish Lira (TRY). There are many factors affecting the value of a nation's currency; in this study in addition to the regular supply-demand dynamics, speculative and manipulative buy-sell decisions, interest rate for the national currency, and inflation are considered as factors.

1.1 Speculation in Foreign Exchange Markets

It is believed that speculative or manipulative behavior of some players in the foreign exchange market is one of the reasons of sharp increases in foreign exchange rates in developing countries. Speculation is a foreign exchange risk with a profit anticipation (Salvatore, 2007). "Destabilizing speculation refers to the purchase of a foreign currency when the exchange rate is rising or is high, in the expectation that it will rise even higher in the future. Thus, destabilizing speculation magnifies exchange rate fluctuations over time and can prove very disruptive to the international flow of trade and investments" (Salvatore, 2007, p. 420).

1.2 Interest Rate and Inflation

National interest rates influence exchange rates because they directly affect the supply and demand of a nation's currency. Higher interest rates provide higher return for national currency relative to other alternatives; higher returns attract individuals, investors and foreign capital, which increases demand and the value of the national currency and consequently causes the exchange rate to decrease. The opposite is true for decreasing national interest rates, which normally increases the exchange rates.

By monetary policy, national central banks control the rate of lending by banks by adjusting their base interest rate and available banking money reserves within their economies.

Inflation designates the value of national money, and widely thought of as the pace at which prices increase in a given economy. (European Central Bank, n.d.).

A relatively higher inflation rate in Turkey tends to reduce the value of its currency because high inflation means that the Turkish goods' price increase is quicker than the other nations' goods. Therefore, Turkish consumers will find it more attractive to buy, for instance, dollar imports and they will supply TRY to be able to buy dollars or dollar imports. Therefore, in the long run, changes in relative inflation rates will cause a change in exchange rates through affecting people's buying/selling preferences (Pettinger, 2012).

1.3 Turkish situation

Turkey is a developing country and it is dependent on outside financial sources in terms of resources, energy, technology etc. Therefore, when the exchange rate increases, money spending (TRY equivalence) for debts increases automatically. Increasing exchange rate will lead to an unhealthy economy due to decrease in new investments, decrease in economic growth, and increase in unemployment rate. Therefore, there is no doubt that unstable dollar exchange rate in Turkey has a negative impact on not only the governmental accounting but also every individual's standard of living. Dollar exchange rate against Turkish Lira has shown an increasing trend since the early 2000s. A representative data graph between 2006-2016 is given in Figure (1).

Figure (1a) shows that there is an increasing trend in USD/TRY exchange rate between 2006 and 2016. It can be observed that besides minor yet frequent oscillations, once every two or three years there are sudden/major peak points, which may indicate a crisis in the Turkish economy. Crises make it harder to analyze the regular cycles of the data. So, two relatively stable data sections are selected to analyze in order to set a reference mode for our model. April 23, 2009-July 2, 2011 period is selected to see the cycles in a relatively stable period of Turkish economy (Figure (1b)). April 7, 2014-August

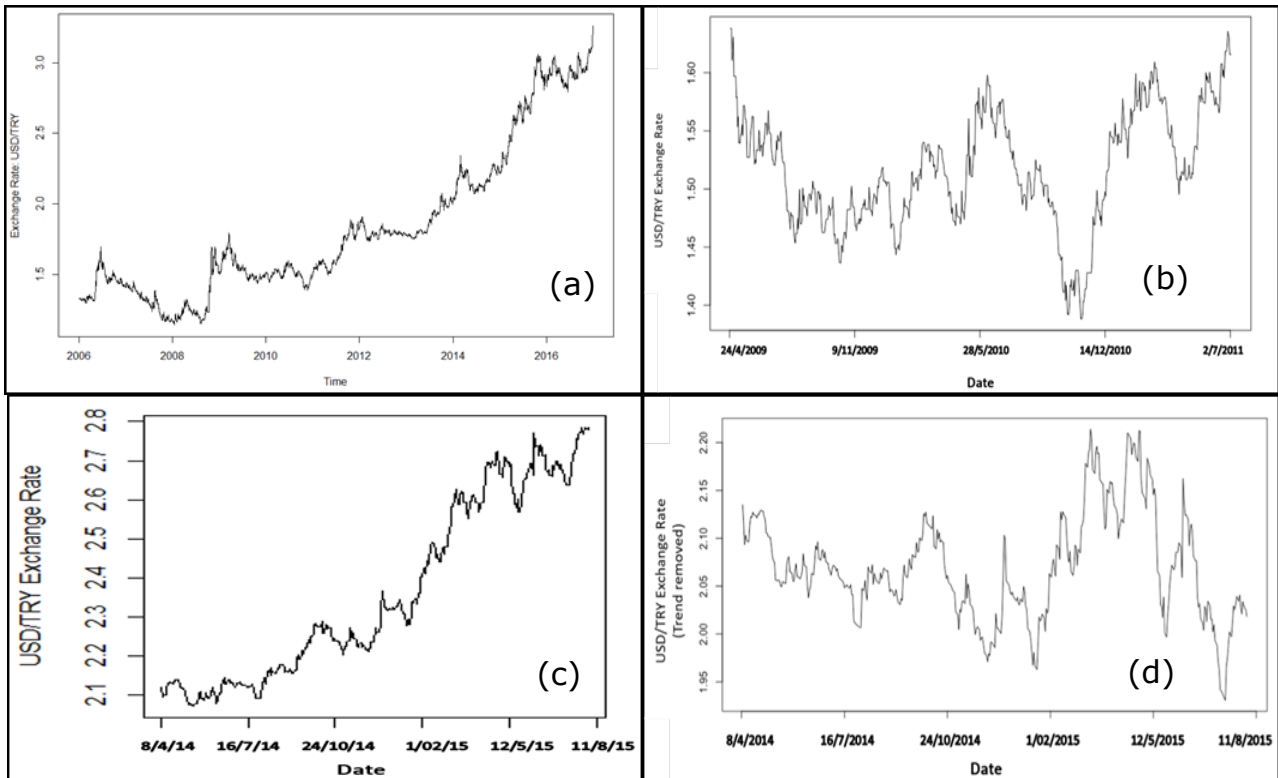


Figure 1: USD/TRY Exchange Rate (Data: TCMB-Central Bank of Republic of Turkey)

10, 2015 period is selected to see the cycles when there is an increasing trend in foreign exchange rate (Figure 1d). There is an exponential trend in 2014-2015 data, so first the trend is removed from the data, then the cycles are examined.

Figure (1b) & (1d) show that oscillations exist in regular exchange rate dynamics with or without the trend. This result will be the reference mode for our model calibration and validation.

Based on financial theories, it is widely accepted that an increase in interest rates of domestic currency, will appreciate this currency against other foreign currencies. Thus, the necessity of implementing an interest rate policy in parallel with a sharp increase in the foreign exchange rate is considered as a critical intervention in most economies. In Figure (1a), we can see that dollar exchange rate has a sharp increase at the end of December 2013 and in the beginning of January 2014. It can also be observed that exchange rate decreases sharply back in less than a month. This immediate decrease arises from government intervention on interest rate on 28 January 2014.

Likewise, USD/TRY exchange rate had shown a rapid increase in Turkey recently, however Central Bank of Republic of Turkey (TCMB) opted for not implementing an interest rate policy for a while. Later, it was decided to increase the interest rate on 24 January 2017, which has followed by a considerable decline in the exchange rate. Consequential exchange rate and interest rate fluctuations can be seen in Figure (2).

This study aims to model and understand the dynamics of unstable/increasing dollar exchange rate in Turkey by observing speculative dynamics and evaluate potential strategies and policies to keep the exchange rate at a stable level. The dynamic structure of the problem (change over time), the existence of non-linear relations and feedback structure between variables (i.e. interest rate and exchange rate) shows that system dynamics is the convenient methodology to study this problem.

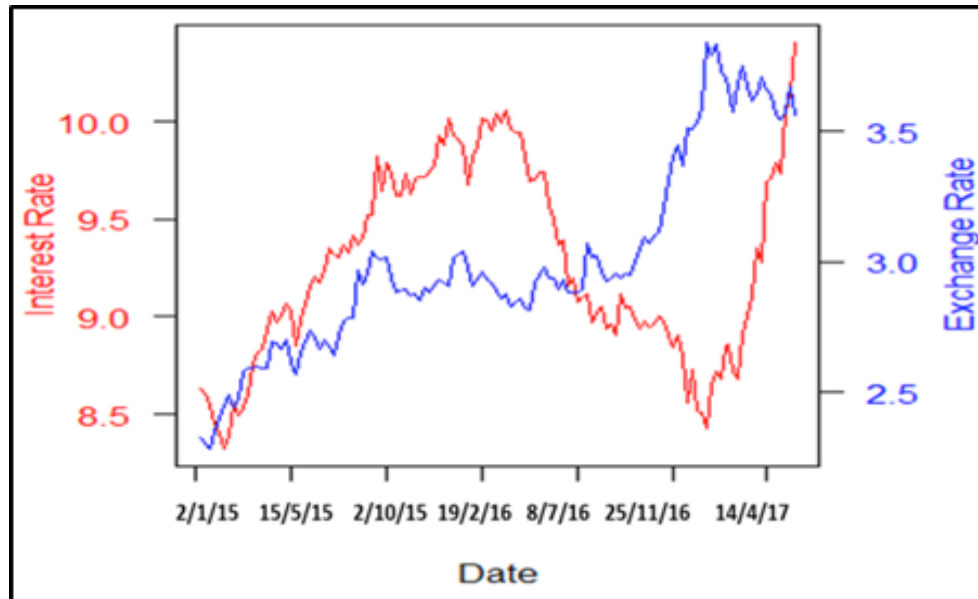


Figure 2: Interest Rate vs. Exchange Rate Data in Turkey (Data: TCMB)

2 Literature Review

2.1 Exchange Rate Dynamics

Furman *et al.* (1998) have examined the effect of an increase in interest rate, inflation, and many non-monetary factors on exchange rate for nine developing countries during 1992-98. They found that the high interest rate was associated with a subsequent depreciation of nominal exchange rate but the effect was more pronounced in low inflation country than in high inflation country.

Klitgaard and Weir (2004) tried to explain exchange rate changes in the short run by observing the net position of speculators. They claimed that interest rate, GDP and prices can be useful to predict exchange rate in the long run, however in the short run (daily basis) the behavior of speculators must be observed.

2.2 Speculative Behavior Modeling in System Dynamics

Sterman (2000) mentioned from speculative bubbles in Business Dynamics as positive feedback loops that are created by "the locally rational behavior of individual entrepreneurs?". Mill (1848) explained behavior of speculators in Principles of Political Economy (1848). According to Mill, speculators stock goods despite of high prices with the expectation of a further price increase and they cause more price increase (1848). Dwenger and Pavlov (2008) worked on the feedback analysis of speculation in foreign exchange market. They examined chartists and fundamentalist movements on foreign exchange market with feedback loops. Benmaran and Saeedi (2014), studied on identification of speculative bubbles in Tehran stock-exchange market with system dynamics approach. In that study, the economy was assumed as a closed-economy to focus on internal dynamics. Mohammadi *et al.* (2010) mentioned speculative demand in land market and its effect on house market. They used a system dynamics approach to model the market and pointed the land price and rate of change of the land price as the reasons behind the speculative demand.

3 Methodology

System dynamics methodology is an attempt to address the complex dynamic problems of the contemporary world and try to gain insight on long-term policies to applicable these problems (Barlas, 2002). System dynamics methodology is founded on nonlinear differential equations and feedback structures ((Sterman, 2000); (Barlas, 2002)). Finding an analytical solution to high order and nonlinear differential equations is typically not possible, therefore system dynamics simulation becomes a convenient methodology for this kind of problems. Another benefit of using a simulation method is to conduct policy analysis which are costly and may take too long in real life. It is hard to try different policies on a country's economy without causing damage, besides the fact that results of these policies can be observed after a long-time period. This study aims to model exchange rate dynamics and understand how different players in the market affect the overall dynamics. Understanding these dynamics may help decision makers to prevent future crisis in an economy.

Causal interactions of variables determine the behavior of the whole system. Causal loop diagrams are used to represent these causal relations and overall structure of the system. Direction of causality is shown by an arrow. When the value of one variable increases (decreases) if it causes the value of other variable to increase (decrease), it is called positive causality and indicated by a (+) sign on the arrow-head. When the value of one variable increases (decreases), if it causes the value of another variable to decrease (increase), it is called negative causality and indicated by a (-) sign on the arrow-head (See for example Figure 7, below). The overall sign of a loop is obtained by multiplying the sign of each arrow in a loop. Negative loops are self-balancing, positive loops are self-reinforcing (Sterman, 2000). An isolated self-balancing loop means the system will reach a balance and equilibrium eventually. An isolated self-reinforcing loop means the system may explode or collapse.

In System Dynamics methodology, differential equations are represented by variables named as stocks, flows and converters (Barlas, 2002). Stocks are the state variables, flows define the rate of change of stock variables and converters are auxiliary variables. Stocks are represented with rectangle shapes, flows are represented with valves on arrows into or out from stocks, converters are represented by circles which can be seen in Figure 11. Dollars in the market is a stock, buying and selling of individuals are flows and effect of speculation is a converter in that figure.

In real life, systems do not respond to an effect immediately, but after a time delay. By system dynamics methodology it is easy and possible to model these delay structures.

4 Model Structure

4.1 Research Objectives

The research objectives can be stated as follows:

- Understanding the stable and speculative dynamics of dollar exchange rate in Turkey
- Understanding some of the consequences of and public reactions to changes in the exchange rate
- Analyzing the Central Bank's interest rate policy effects on the exchange rate dynamics
- Analyzing potential policy scenarios for keeping dollar exchange rate at a stable level

4.2 Model Overview

Our purpose is to model the regular and speculative dynamics under various scenarios and understand the factors that control the main dynamics in the market. Causal relations in the model are based on

well-known economic theories. Turkish economy is the case study for this paper, thus the parameter values are taken from Turkish economy and related dynamics are considered during modeling. Besides the fact that this study focuses on Turkish economy, four different types of economic settings are also approximated and analyzed in this study.

The model comprises the allocation of US dollars among the individuals, big investors and the exchange market. Individuals and big investors can buy/sell US dollars from/to market thus their actions determine the price of US dollars based on the well-known supply-demand theory. Individuals are simply the players in the market who are concerned only with their own profitability and buy/sell US dollars accordingly. Their individual actions do not affect the market significantly since they play with small amount when compared to the total amount of US dollars in the market. However, the cumulative buy/sell decisions of individuals have a significant impact on the behavior of the market. Big investors are the manipulative players who buy/sell huge amounts of US dollars not only to have large amount of profits but also to influence the fluctuations in the exchange market and the price, for their expediency. They can manipulate the market with their buy/sell decisions.

In the first economic setting, there are no players who try to manipulate the market by huge levels of US Dollar buying/selling and the individuals do not tend to increase their buying under speculation. Individuals and big investors are assumed to be sensible. This is the base run for this study. It represents stable supply-demand oscillations in the economy without any disturbances.

In the second economy, individuals are speculative while big investors are sensible. Even though there are no manipulative players in the market, the individuals tend to buy more US Dollars when the exchange rate goes up too quickly, since they do not trust the economic structure of the country - basically they do speculative buying.

In the third economy, big investors are included in the model to manipulate the market. However, the individuals do not panic or speculate and do not buy US Dollars if the exchange rate is higher than their reference values. In other words, there is no speculation in the market; individuals are sensible.

In the fourth economy, there are both manipulative players in the market and individuals cause speculation when the rate of change of exchange rate is higher than their reference values and they buy more money even though the exchange rate is too high. The reason behind their speculative buying is that individuals expect that the price cannot be controlled in the future and the exchange rate will rise even more. The fourth model is the total crises scenario for an economy, which may lead to collapse of the entire economic system in a country. The players who can change the dynamics of the market by buying/selling large amounts of US Dollars are named as "Big Investors" in this study.

<i>Investor Behaviors</i>	Sensible Big Investors	Manipulative Big Investors
<i>Individual Behaviors</i>	Players do not disturb the market to obtain more profit.	There are players who disturb the market to obtain more profit.
Sensible Individuals Since people don't see risk in the market they don't buy speculatively.	1	3
Speculative Individuals Rapid changes in the exch. rate lead individuals to buy more US Dollars.	2	4

Table 1: Features of Economic behaviors modeled in the study

Furthermore, an interest rate control mechanism is modeled to control the crises in the speculative

market. The central bank (TCMB for Turkey) controls the interest due to the rate of change of exchange rate. It is assumed that central bank is aware of the threshold for people to start speculations. The main objective of the central bank to pull the rate of change of exchange rate to this threshold value to prevent crisis by changing the interest rate accordingly.

4.2.1 Causal Loop Diagrams

The most important loops that govern four different economic behaviors of Table (1) are shown in Figures (4a - 4d).

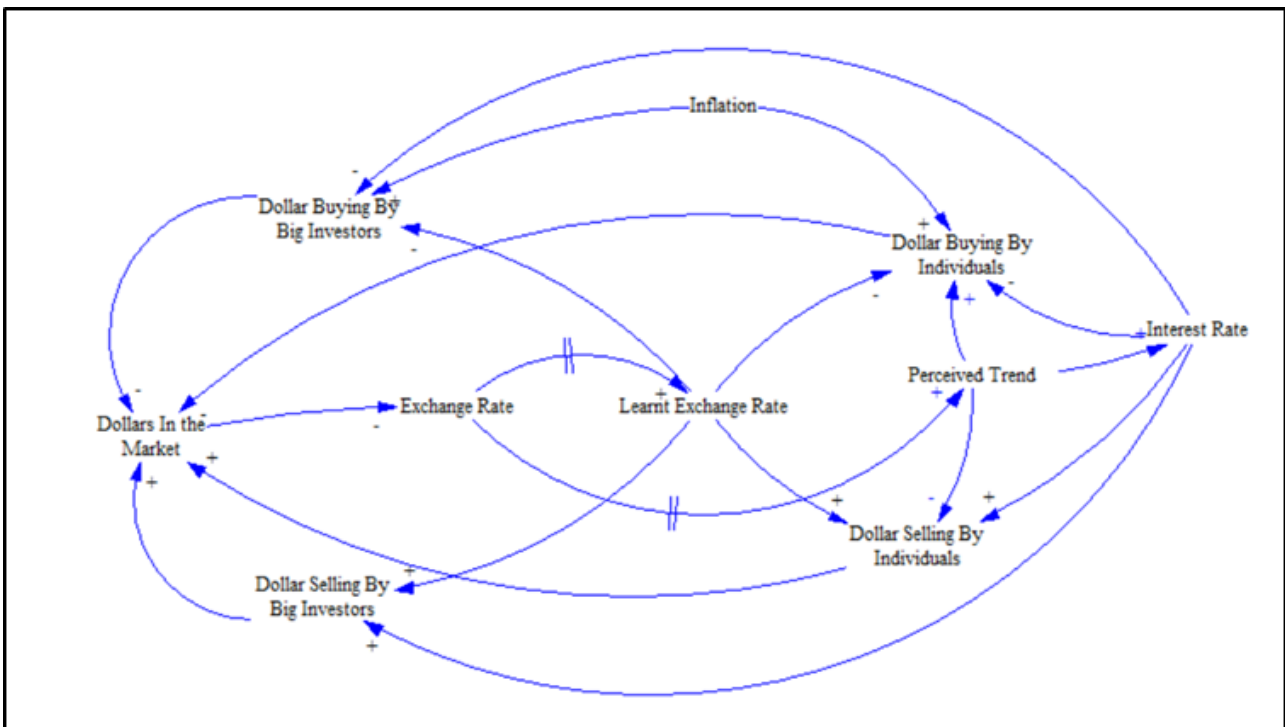


Figure 3: Speculative Market Model

4.2.2 Stock-Flow Diagram

A simplified version of stock flow diagram is shown below in Figure (5). The main stocks and their relations are presented to provide a comprehensive perspective on the model. The complete stock-flow model can be found in appendix Figure 21.

4.2.3 Main Variables and Main Effect Formulations

Price of Dollars Price of Dollars is a function of dollars in the market divided by reference dollars in the market, which is formulated according to supply-demand theory. This reference indicates the average dollar quantity in the market. As quantity (US dollars in the market) increases, price of the dollar decreases and vice versa. The reference value and range of ratio (x-axis) are determined by research on the market. Sensitivity analysis is conducted around these values to obtain the closest dynamics to real ones.

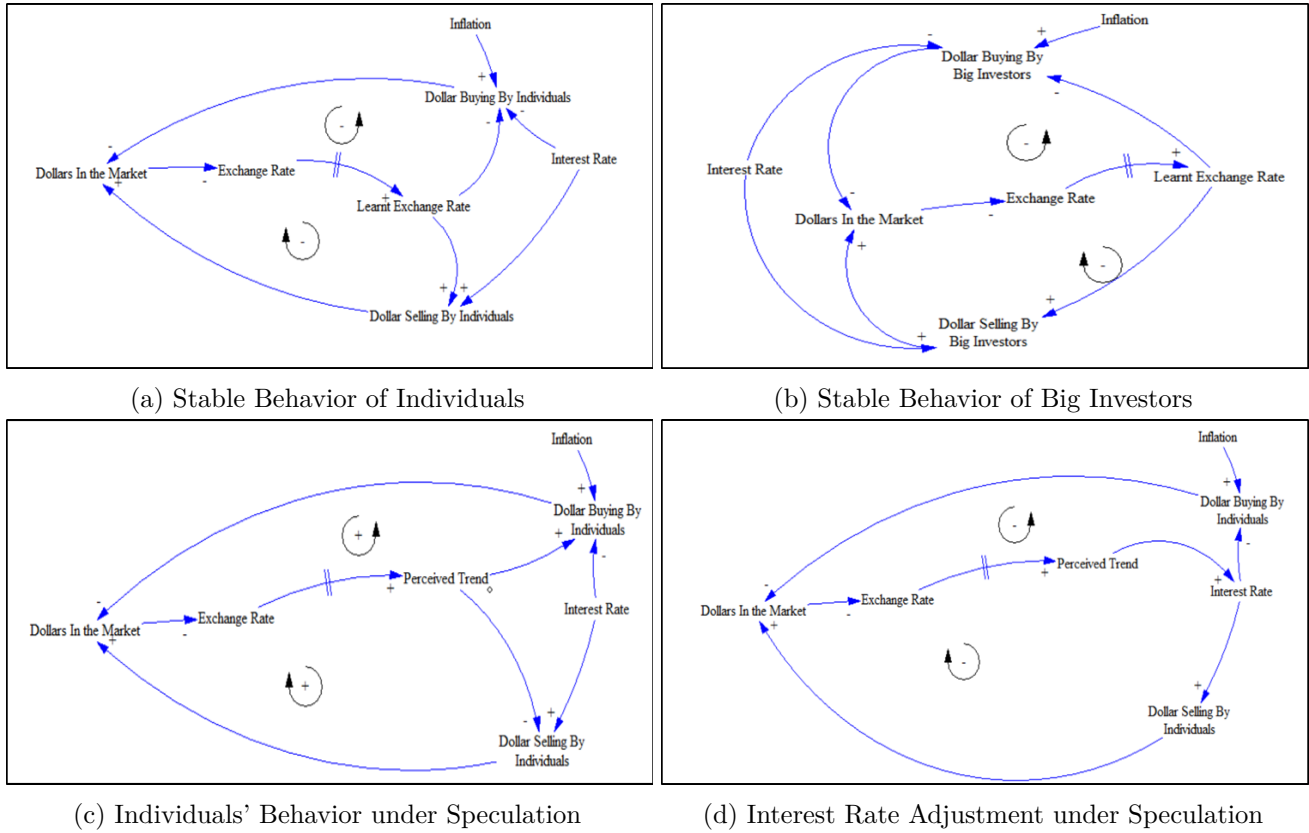


Figure 4: Main Loops

Effect of Speculation Effect of speculation is a function, which affects the buying and selling rates of individuals. Individuals determine the speculation level due to rate of change of exchange rate. To calculate rate of change, thirty days delayed value of exchange rate is subtracted from the current value of exchange rate, then this value is divided by thirty-day period. This calculation provides the slope of exchange rate. If the slope is higher than the reference of individuals, they start to speculate and show buying or not selling behavior due to panic. The reference value is determined by the average of absolute value of non-speculative environment rate of change. Sensitivity tests are conducted around this value to reach real life dynamics.

Buying Function of Big Investors Two different functions are used as buying function of big investors to create two variants of economic structure. The first buying function is same as the buying function of individuals. In this economy, the big investors are not in a manipulative behavior. In the second version of the function when the exchange rate falls below the buying reference value of big investors, the function becomes steeper and they can increase their buying to ten times with respect to their base buying.

Interest Rate Adjustment Formulation Central bank adjusts the interest rate with the feedback loops. Since the reason behind the speculation is the increasing rate of change of exchange rate, the central bank determines its target as decreasing the slope of exchange rate function. It is assumed that central bank knows the threshold value of individuals to begin speculation and tries to bring the rate of change of exchange rate to this value by increasing interest rate. A multiplicative formulation is used. The ratio of slope of exchange rate to threshold rate determines a coefficient, which is multiplied

with the reference (base) interest rate.

Reference Update Individuals and big investors have initial references to buy or sell dollars to the market. However, since the economy may have a trend they must update these reference values. In this study, individuals and big investors update their reference with 45-day periods.

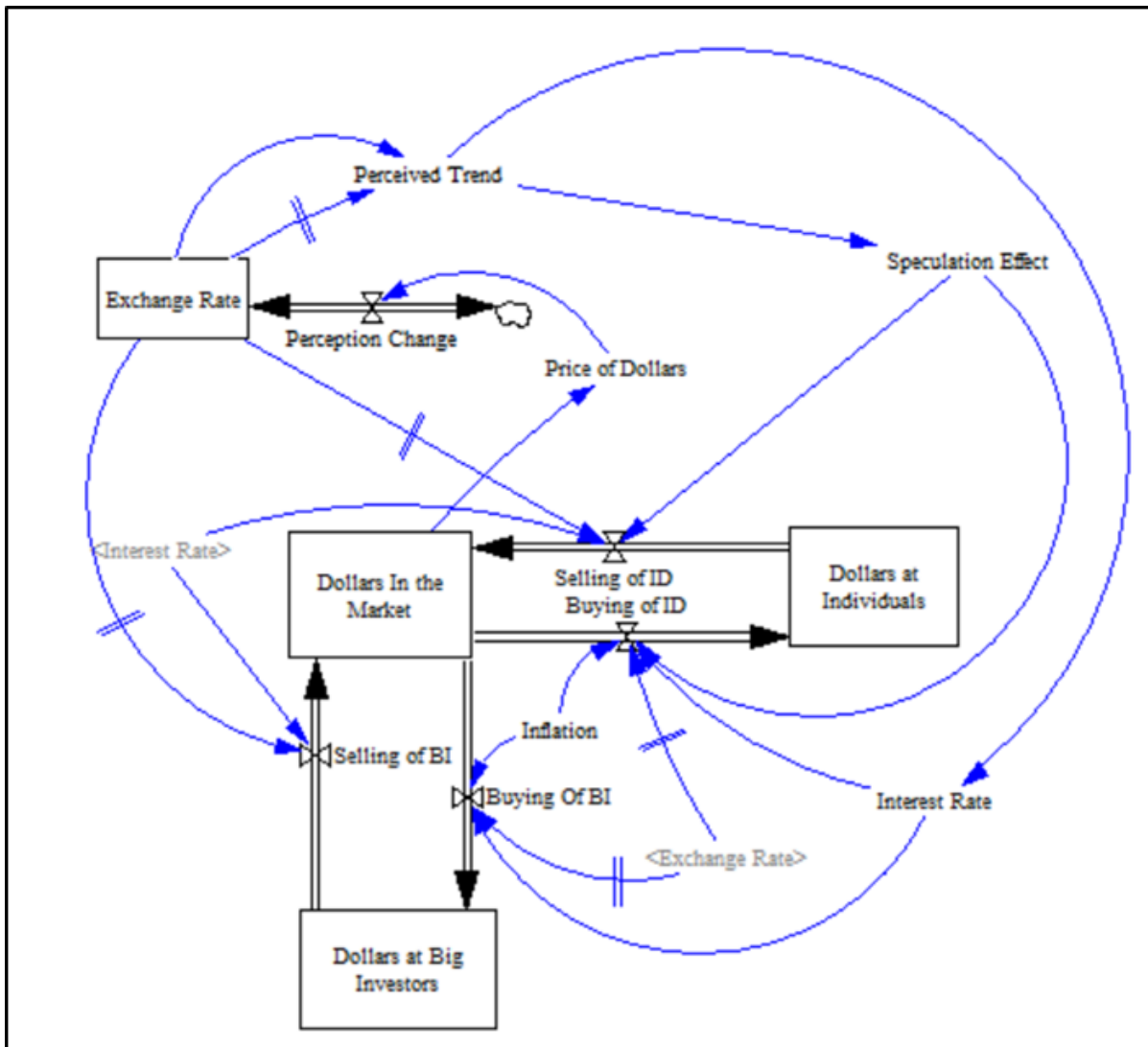


Figure 5: Simplified Stock-Flow Diagram of the Model

4.3 Assumptions and Determination of Initial Values

When the TCMB (Central Bank of the Republic of Turkey) statistics and other statistical channels are investigated, it is not likely to find exact values for initial money stocks. The data is either not available for these measures or out-of-date. The values are determined with approximation and intuition according to news site and newspaper articles related to that topic. Since the project has started in December 2016, initial values are determined according to December 2016-January 2017 data available for Turkish economy.

4.3.1 Assumptions

- **Closed economy:** Model boundary is limited with Turkey. In this model, the number of dollars in Turkey is constant. It means there is not any international money inflow or outflow. It is crucial to assume a closed economy model to investigate the effects of internal factors on foreign exchange market rather than the external factors.
- It is assumed that in this economy there are only US dollars and Turkish lira as investment tools. (Gold, stock market and other foreign currencies are neglected.)

4.3.2 Initial Values

- **Dollars At Individuals:** According to an article on Bloomberg HT (Yıldırım, December 12th, 2016) the amount of dollar deposit account of domestic individuals is \$ 88.718 billion. By assuming there may be dollar reserves of individuals out of recorded economy, the initial value is taken as \$ 100 billion (Captital.com, August 1st, 2001).
- **Dollars At Big Investors:** There are different news articles about how much dollar have the big investors at bank. According to a financial news site, (Finansgündem.com, December 3rd, 2016) it is approximately \$ 389 billion. According to Bloomberg HT it is approximately \$55.631 billion (Yıldırım, December 12th, 2016). With respect to these values, \$200 billion is taken as the initial stock of big investors.
- **Dollars In the Market:** This value is determined according to some point in between dollars at individuals and dollars at big investors. It is \$ 135 billion.
- **Dollar Exchange Rate:** It is taken as 3.5 USD/TRY (December 20th, 2016 value).
- **Central Bank Dollar Reserve:** It is taken as \$ 120 billion (Bloomberg HT, October 20th, 2016).
- **Reference value of money flows:** The reference daily selling amount of both individuals and big investors taken as the twice of their daily buying amount. The reference value represents the normal daily transactions to sustain the life. In addition to that, the currency in Turkey is Turkish Lira. So, it is assumed that people tend to use more Turkish lira than US dollars in daily life and they exchange their US dollars to Turkish lira more than they exchange their Turkish Lira to US dollars. The total reference flow of individual's and big investor's money stock is 6% of the initial value of each stock. This assumption is based on "foreign currency transaction volume of the banks" statistics of TCMB. According to January 2016 table, the daily average transaction is \$ 16.502 billion (TCMB Foreign Currency Transaction Volume, 2016). Stocks have inertia, however flows change suddenly, so January 2016 is selected as reference date since it was the pre-crisis period for Turkey. In this model, it is assumed as \$18 billion.
- **At the day of model construction,** the value of inflation was 8.5% (at the end of year it rose to 8.8%) according to TCMB data; the reference inflation is taken as expected inflation for 2015, which is 5% (TCMB Inflation Expectation, 2015).
- **The current overnight interest rate value** is 7.25%, which is taken from TCMB data (TCMB Interest Rates, 2016); the reference interest rate value is taken as 8.33%, which is expected overnight interest value from the survey (TCMB Expectation Survey, December 15th, 2016).

5 Model Validation

5.1 Direct Structure Validation

The model is constructed in three phases: Regular behavior, speculative behavior and the speculative behavior with central bank intervention. For direct structure testing, at each stage, the relationship between variables and parameters are checked by blocking some parts of the system. For example, for goal-seeking market model, the big investor flow is blocked at the beginning and observed only the behavior of the individuals in a regular economic environment. Then the big investors are included into the model. After then, the speculation effect is added. At the end, the adjustment on interest rate by Central Bank is added.

Unit consistency test and coefficients' real meaning test are also done for all equations. Except price of dollars, all effect formulations are designed as multiplicative. So, the effect functions give unitless coefficients. Units of money stocks are US dollars and their flows are in US dollars/day. Units of exchange rate stocks are US Dollars/Turkish Lira and their flows are US Dollars/Turkish Lira-day.

5.2 Indirect Structure Validation

For indirect structure validation, extreme condition tests are performed and the system behaviors under extreme conditions seems to be valid. Each effect function is bounded for extreme values. These upper bounds are determined by the change in real data. Effect formulations saturates at certain values.

During effect formulation, non-linear behaviors of the system are taken into account and non-linear behaviors in real life are modeled with effect formulations that are drawn with graphical function in non-linear manner. Desired and actual values of variable are distinguished.

Various sensitivity tests are done by different initial values greater than, equal to and less than reference values of individuals and big investors. Different ranges are applied to effect formulations and the system behavior is observed due to changes. The behaviors of the models remain logical in each case.

6 Output Behavior Analysis

In simulation experiments, time horizon is taken as 1250 days, which is approximately 3.4 years. Time period is one day. For these experiments, in first one year or two years model adjust itself due to its initial values, then shows steady-state behavior. However, it is not likely for an economy to last for three years in such crisis. Some political change will eventually occur during such catastrophic crisis.

First part of the output behavior analysis is deterministic. The reference buying and selling values of individuals and big investors are constant. In the second part, experiments have a stochastic behavior. Buying/selling references and price of dollars have normal distribution with mean is equal to reference values and standard deviation is equal to 30% of the mean value.

When first scenario analyses were done, there were significant transient behaviors at the beginning of each run. To avoid this, the initial values of money stocks (Dollars at Individuals, Dollars in the Market, Dollars at Big Investors) are set at some point near their equilibrium values for base run.

6.1 Scenario Analysis of Deterministic Models

In this part five different scenario analyses are conducted. The first scenario can be considered as the base run of the model. In the first two experiments, there are not any manipulators in the market. The second three experiments involve manipulators in the market. For both cases (manipulators

do not exist and do exist), first market behavior is regular (non-speculative), then it is speculative. Finally an interest adjustment policy is applied to speculative and manipulative market condition. In goal-seeking case, big investors and individuals have the same buying function. In manipulative case, big investors have a steeper buying function with respect to exchange rate changes. They can buy up to ten times of their reference buying value.

6.1.1 Sensible Individuals and Sensible Big Investors

In this case, manipulation and speculation behaviors are excluded, as it is the base run of the model. Market behavior is assumed to be regular. Individuals and big investors buy US dollars when the price is low, and sell when the price is high. There is borderline equilibrium in the market. As it is shown in Figure (6), there are only minor oscillations in the market, which is consistent with real life.

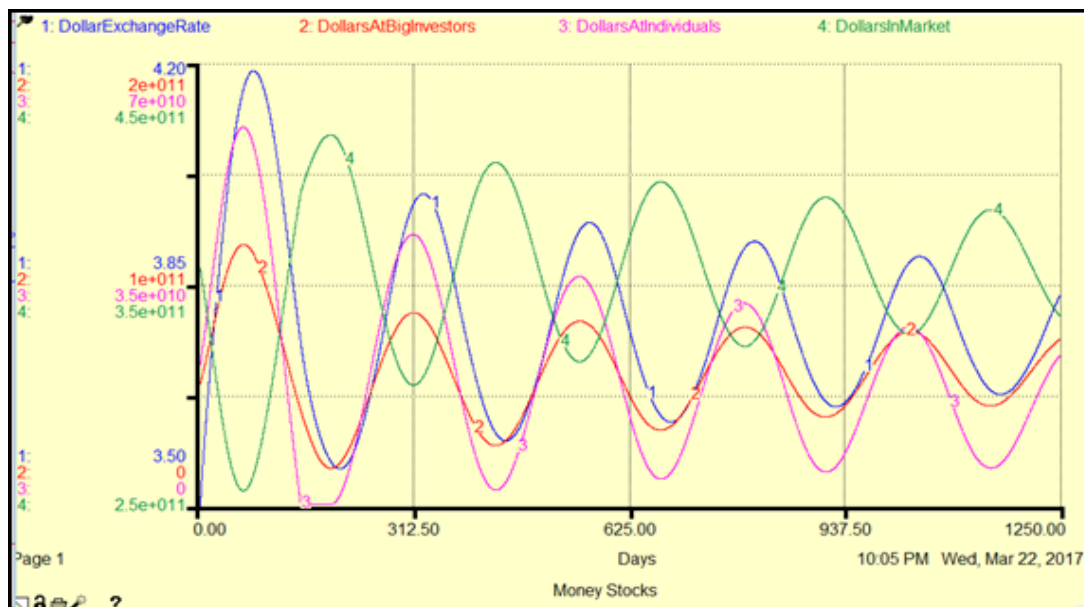


Figure 6: Model Dynamics with Sensible Individuals and Sensible Big Investors

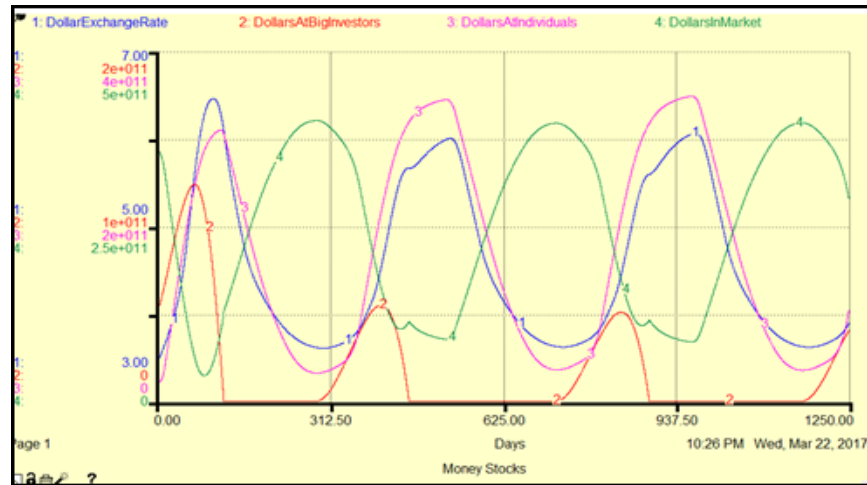
6.1.2 Speculative Individuals and Sensible Big Investors

Even though, there are not manipulators in the market, individuals speculate when the rate of change of exchange rate is high, then they start to buy more dollars from the market and with reinforcing loop, the exchange rate increases even more. Individuals continue to buy despite the increasing exchange rate as they anticipate that price of a dollar will rise even more in the future. On the other hand, big investors are not assumed to show manipulative behavior here? they buy only when the exchange rate is low.

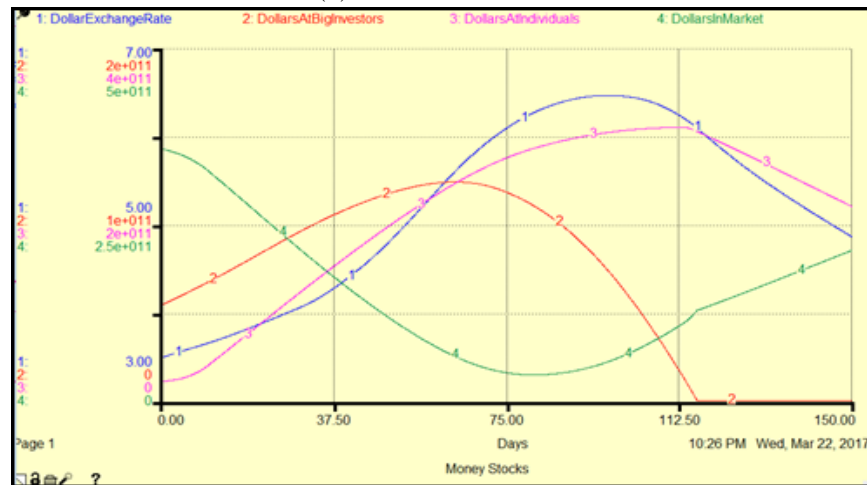
In Figure (7a), it seems that an economic crisis occurs during the first half-year and speculative cycles are observed to continue in the following years. However, after an economic crisis in such magnitude, the economy of a country might collapse and all the dynamics might change in real life. In Figure (7b) shows crisis dynamics in more detail.

6.1.3 Sensible Individuals and Manipulative Big Investors

In this setting, even though big investors buy US Dollars in large quantities, since individuals are assumed to be sensible, crisis does not occur in this market. Individuals respond big investors move



(a)



(b)

Figure 7: Model Dynamics with Speculative Individuals and Sensible Big Investors with different time horizons

by buying less dollars.

6.1.4 Speculative Individuals and Manipulative Big Investors

In this case, both speculation and manipulation effects are included to the model. Big investors manipulate the market by playing with huge number of US Dollars with intention of making profit, meanwhile individuals panic and respond to market by keeping US Dollars even tough price of a dollar is high. This run reflects the real life economic market dynamics of crisis situations.

6.1.5 Speculative Individuals and Manipulative Big Investors + Control of Interest Rate by Central Bank

An interest rate adjustment policy is added to the preceding model. There is an increasing exchange rate at the beginning, but interest rate adjustment prevents the crisis before it happens. As it can be seen in Figure 16.b in detail, there is a sharp increase in exchange rate, however interest rate adjustment policy brings exchange rate to equilibrium.

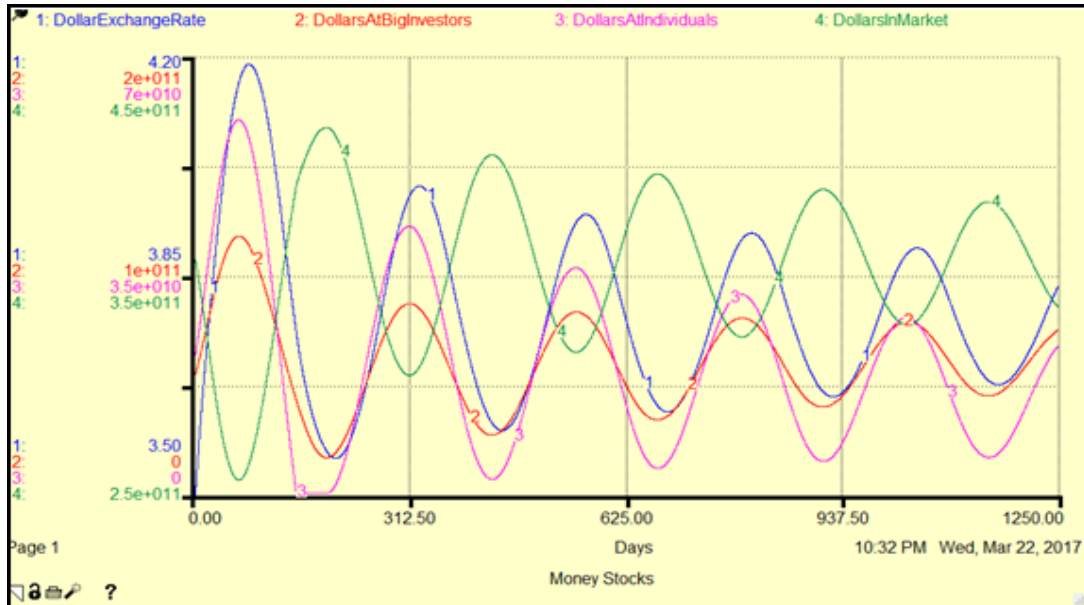


Figure 8: Model Dynamics with Sensible Individuals and Manipulative Big Investors

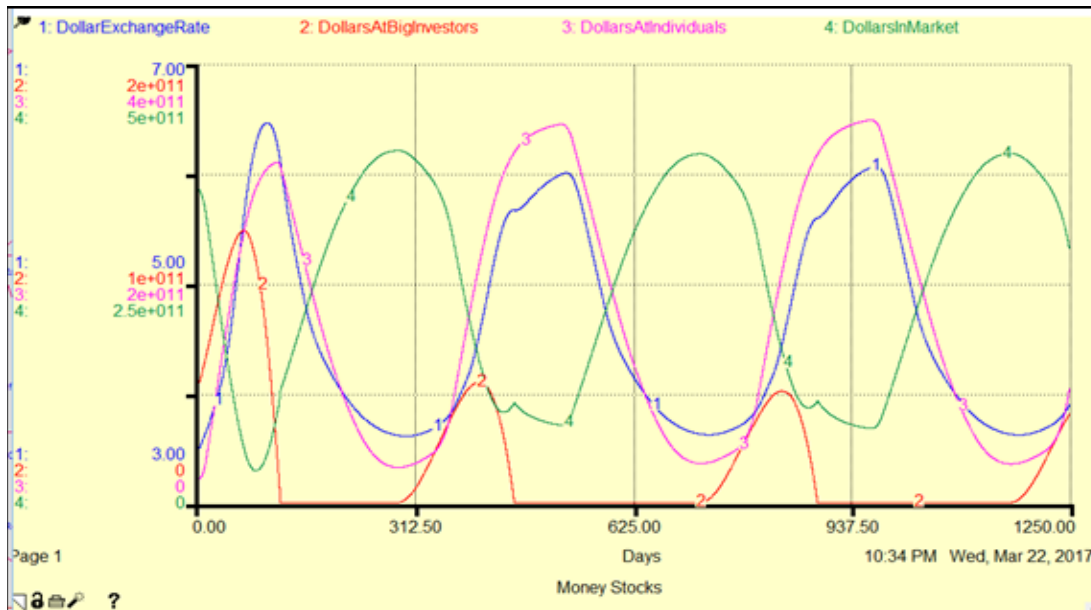
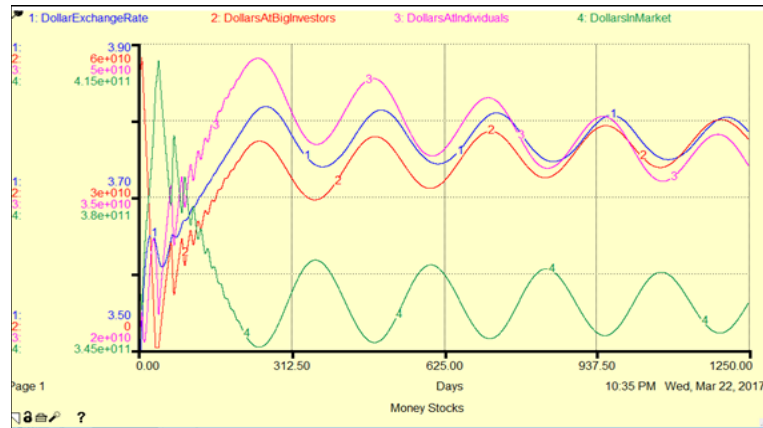


Figure 9: Model Dynamics with Speculative Individuals and Manipulative Big Investors

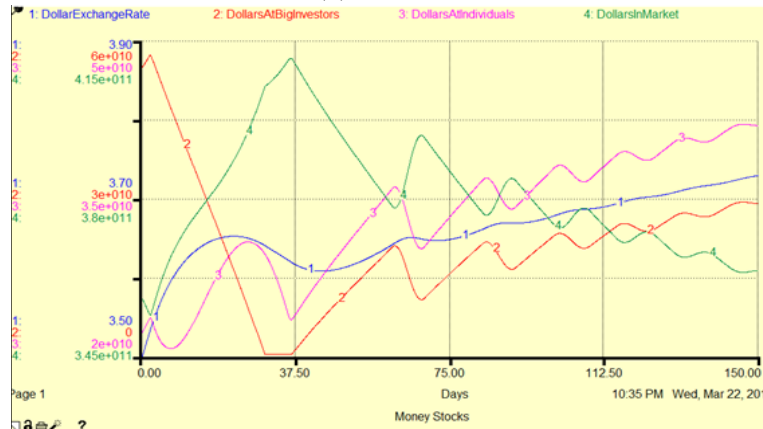
As it is seen in Figures (10a), (10b) and (11), by adjusting interest rate in accordance with people's expectations, keeping the exchange rate at a low and stable level is possible.

6.2 Scenario Analysis of the Stochastic Versions of Models

In stochastic models, the buying/selling reference values of individuals and big investors and dollar price have normal distribution. These references represent if there is not any effect of exchange rate, inflation and interest rate on buying/selling behaviors. The players in the market will buy/sell these US dollar quantities in daily basis. In stochastic setting, noise is observed. Although the main pattern is conserved in the first two settings, noise affects model behavior considerably in the third setting.



(a)



(b)

Figure 10: Speculative Individuals and Manipulative Big Investors with Central Bank intervention (with different time horizons)

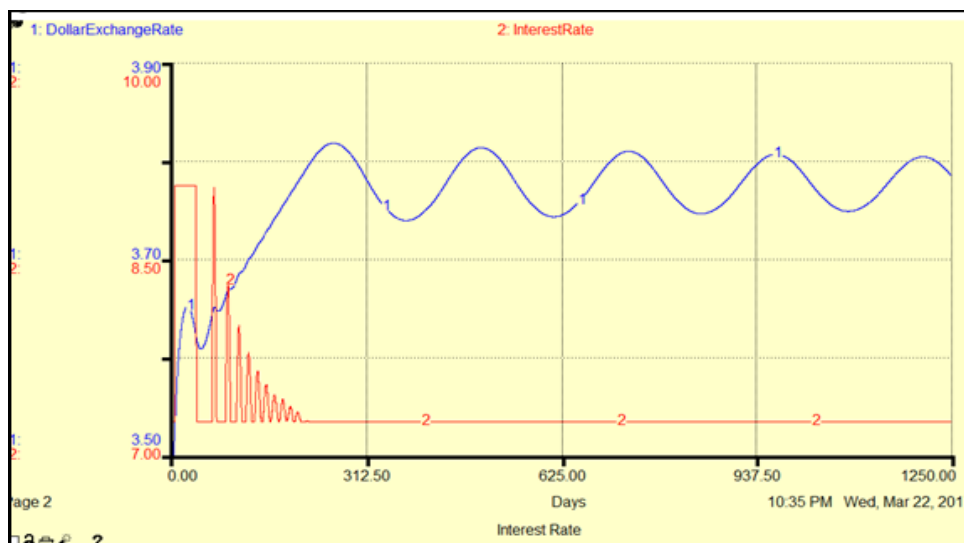
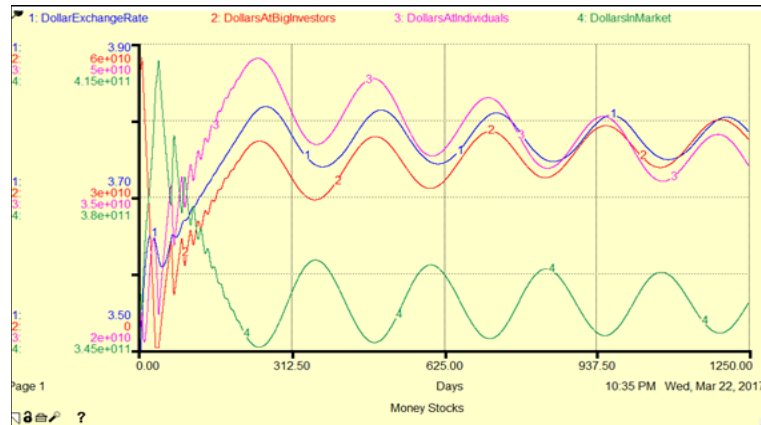
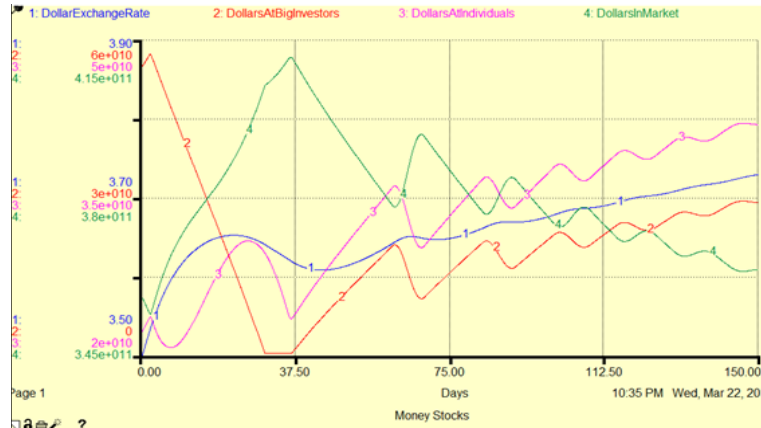


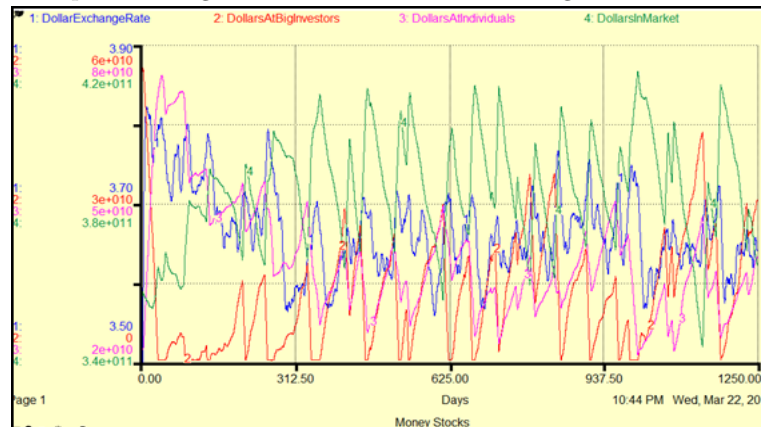
Figure 11: US Dollar Exchange Rate Dynamics depending on Interest Rate Adjustment



(a) Model dynamics with Sensible Individuals and Manipulative Big Investors in Stochastic Setting



(b) Model dynamics with Speculative Individuals and Manipulative Big Investors in Stochastic Setting



(c) Speculative Individuals and Manipulative Big Investors with Central Bank intervention in Stochastic Setting

Figure 12

7 Conclusion and Future Work

Motivated by the volatile US Dollar exchange rate issue in Turkey, the impact of speculation and manipulation on the dynamics of foreign exchange rate is examined in this paper. In this context,

this study attempts to analyze the relations among inflation, interest rate, exchange rate and the monetary market supply-demand by using system dynamics approach. This approach is adopted in order to better address the real-life feedback interactions, and causal mechanisms behind the unstable foreign exchange rate dynamics in Turkey.

A case study of Turkish exchange rate market is chosen; however the proposed model is applicable/adaptable to other developing country economies, once the relevant parameters are estimated.

As a base run, a goal-seeking market is modeled. The structural validity of the model is thoroughly tested. Then, the effects of speculation and panic behavior among people, the existence of manipulative investors and interest rate adjustment intervention by Central Bank are incorporated by extending the base model for each scenario.

The most important conclusion from simulations is that the existence of speculation/panic among individuals in the market is even more harmful than the existence of big manipulators in causing possible exchange rate crises. Economic institutions must be aware of this fact and lead the public perception and economic behaviors with this principle. A policy that focuses on preventing speculation among individuals is required in order to have a stable foreign exchange rate. As it is shown in the interest rate adjustment scenarios, once the people's expectations are satisfied, the exchange rate variables come to equilibrium eventually.

This study focuses on the interacting effects of foreign exchange rate, interest rate and inflation on the foreign exchange rate market, and circulation of foreign currency among the different players in an economy. Even though the exchange rate and interest rate are part of feedback loops, the inflation is not modeled as an endogenous model structure. In future research, the monetary policies of central bank and the interactions between these monetary policies and dollar market and inflation can be modeled endogenously and examined.

References

- BARLAS, Y. (2002). System dynamics: systemic feedback modeling for policy analysis. *Knowledge for Sustainable Development - An Insight into the Encyclopedia of Life Support Systems*, pp. 1131–1175.
- BENMARAN, M. L. and SAEEDI, A. (2014). Identification of speculative bubbles in tehran stock exchange, a system dynamics approach. *Indian Journal of Scientific Research*, **5** (1), 271–283.
- DWENGER, N. and PAVLOV, O. (2008). Feedback analysis of speculation in a foreign currency market. *Retrieved May*, **18**, 20–9.
- FURMAN, J., STIGLITZ, J. E., BOSWORTH, B. P. and RADELET, S. (1998). Economic crises: evidence and insights from east asia. *Brookings papers on economic activity*, **1998** (2), 1–135.
- KLITGAARD, T. and WEIR, L. (2004). Exchange rate changes and net positions of speculators in the futures market. *FEDNY Economic Policy Review*, **May**.
- MILL, J. S. (1848). *Principles of Political Economy*. The Project Gutenberg E-book.
- MOHAMMADI, H., KAZEMI, R., MAGHSOUDLOO, H., MEHREGAN, E. and MASHAYEKHI, A. (2010). System dynamic approach for analyzing cyclic mechanism in land market and their effect on house market fluctuations. In *Proceedings of the 29th International Conference of the System Dynamics Society, July*, pp. 25–29.
- PETTINGER, T. (2012). *Inflation and Exchange Rates*. <http://www.economicshelp.org/blog/1605/economics/higher-inflation-and-exchange-rates/> [Accessed: March 18, 2017].

SALVATORE, D. (2007). *International economics*. J. Wiley.

STERMAN, J. D. J. D. (2000). *Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world*. Irwin/McGraw-Hill.

News & Internet Sites

Bloomberg HT. 2016, October 20th. Merkez Bankası Rezervleri Arttı. Retrieved from: <http://www.bloomberght.com/haberler/haber/1933175-merkez-bankasi-rezervleri-artti>

European Central Bank. (n.d.). What is inflation? Retrieved March 18, 2017, from: <https://www.ecb.europa.eu/ecb/educational/hicp/html/index.en.html>

Finansgündem.com. 2016, December 3rd. Vatandaşın 150 Milyar Doları Var. Retrieved from: <http://www.finansgundem.com/haber/vatandasin-150-milyar-dolari-var/1143654>

TCMB Expectation Survey. 2016, December 15th. Retrieved from: <http://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/d1ee7b1d-41fc-40e6-9071-61685e7babba/BA-Rapor-Int.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=d1ee7b1d-41fc-40e6-9071-61685e7babba>

TCMB Foreign Currency Transaction Volume. 2016, January. Retrieved from: <http://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/fdbca103-e878-42c2-a15b-d99e134b115f/OCAK2016.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACEfdbca103-e878-42c2-a15b-d99e134b115f>

TCMB Inflation Expectation. 2015. Retrieved from: <http://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/tcmb+tr/tcmb+tr/main+menu/para+politikasi/fiyat+istikrari/enflasyon+hedefleri>

TCMB Interest Rates. 2016. Retrieved from: <http://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/tcmb+en/tcmb+en/main+page+site+area/cbrt+policy+rates/cbrt+interest+rates>

TCMB Monthly Foreign Exchange Buying/Selling Amounts. 2016. Retrieved from: <http://tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/4d0d011e-94ac-4027-b8d9-a2a94b20cd1c/Ayl>

Wikipedia. (n.d.) Economy of Turkey. Retrieved from: https://en.wikipedia.org/wiki/Economy_of_Turkey

World Bank. (n.d.). Turkey Overview. Retrieved from: <http://www.worldbank.org/en/country/turkey/overview>

Yıldırım A. 2016, July 29th. Yabancı Döviz aldı ama Türkiye'den çıkmadı. Retrieved from: <http://www.businessht.com.tr/yorum/haber/1273628-yabanci-doviz-aldi-ama-turkiyeden-cikmadi>

Yıldırım, A. 2016, December 12th. Kampanyaya Yabancıdan daha Fazla Destek Geldi. <http://www.bloomberght.com/ht-yazarlar/abdurrahman-yildirim/>

A Non-Walrasian Analysis of Asset Price Movements under the Tobin-Blanchard-Samuelson Model: A System Dynamics Approach

Kaan Ögüt*, and Serçin Şahin†

Abstract

The purpose of this paper is to analyze the dynamics of stock price movements as an example of asset prices, under the conditions of different expectation formations and to show the effects of an expansionary monetary policy on these movements. This analysis applies the model established by Blanchard (1981) based on the standard IS-LM Model and expanded with *Tobin's q Theory*. Although Blanchard set his model as a differential equation system with two dynamic variables (real income Y and real stock market value q), he probably did so due to difficulty of visual expression of more variables. System dynamics approach provides an opportunity to add the real interest rate r as a third variable and to use time lag values of some variables, as Samuelson (1939) did in his study. Moreover, with this dynamic approach, we modeled the asset price expectations and wealth accumulation in the form of differential equations. The main distinguishing factor of this paper is a non-Walrasian analysis method that allows trade under uncertain market conditions in which demand-supply equality is not satisfied. Furthermore, this analysis differentiates between the desired and realized demands and supplies of equities and bonds of firms and households. Thus, we can consider buying and selling actions under the possibility of excess demand or excess supply for assets. Under the framework of the expanded Blanchard (1981) model, we analyzed the influence of the expansionary monetary policy on stock price with a different type of expectation formations like naive (static), adaptive, and trend following.

Keywords: Non-Walrasian, Tobin-Blanchard-Samuelson Model, System Dynamics

Article history: *Received 15 October 2017, Received in revised form 30 November 2017, Accepted 10 December 2017, Available online 25 December 2017*

1 Introduction and Literature

As mentioned above, Blanchard (1981) constructed two-dynamic-variable, nonlinear differential equation systems to plot a phase diagram into the two-dimensional plane, and he applied money

*Bahcesehir University, Department of Economics: kaan.ogut@eas.bau.edu.tr

†Yıldız Technical University, Department of Economics sesahin@yildiz.edu.tr

market clearing interest rate as a static equation regarding real money supply and real income. He claimed to explain the interaction between output and asset price and also to show the effects of announced and unannounced fiscal and monetary policy changes on the equilibrium values of these variables. According to Blanchard (1981), the value of shares in the stock market affects consumption as a part of wealth and also affects investments, because it determines the ratio of the market value of capital to its replacement cost, which is known as Tobin's q Theory¹.

Shone (2002) and Zhang (2005) linearized and solved the Blanchard's nonlinear differential equation system in the neighborhood of its equilibrium point. Since these studies were performed, the Blanchard (1981) model has become known as the Tobin-Blanchard model and is accepted as the most popular example of the application of nonlinear equation systems in economics. While under the constraints of analyzing such methods, these studies focused on the movements from old to new equilibrium points, and the system dynamics method permits simulation of the process. The property of stability condition of the Tobin-Blanchard model, which is called the saddle path solution, statistically gives very small chance to find a new equilibrium point once it departs from the old equilibrium. Thus, the saddle path condition requires the assumption of rational expectations to help find the direction of a stable arm of the system. Because of this assumption, Blanchard (1981) supposed that the agents in his model could perfectly foresee the future values of shares. Conversely, and fortunately, the system dynamics approach frees us to loosen rational expectation assumption.

Another loosened assumption relates to the substitution conditions of bonds and stock markets. Although Blanchard supposed that these two assets are perfect substitutes, in this article we assumed that savers would be indifferent between the stocks and bonds if the share pays more than bonds' interest rates proportionally with a risk premium of the stock market, which is calculated from standard deviation. For this reason, bond and stock markets are taken as close substitutes instead of perfect substitutes.

The rest of the paper is organized as follows. Section two presents the detailed model of an artificial economy based on Blanchard (1981) article. Section three analyzes the effects of expansionary monetary policy on stock price under the different expectation formations, with simulations. The fourth and last section assesses the consequences of the simulations.

2 Model

It is assumed that there are two types of assets in the economy: bonds and stocks. Even if money does not pay any returns, it is included in the definition of wealth, as defined by Tobin (1969) and improved by Sargent (1987). According to the definition of Blanchard (1981), q refers to real stock market value and it can be considered as an average real price level of the stock market in this study. Also Q denotes the total quantity of stocks at any given period. Then, total wealth can be written as in Equation (1).

$$W_t = q_t Q_t + \frac{(M_t + B_t)}{P_t} \quad (1)$$

Here, $q_t Q_t$ represents the equity-based total wealth in this economy. P_t refers to the general commodity price level and is used to convert nominal terms into real values. In order to simplify

¹As (Mishkin, 2011a, p. 536) asserted, the Tobin's q value is positively related to stock market price.

the model, as in Blanchard (1981), it is assumed that P_t is constant and additionally it equals one². Furthermore at the beginning of each time period³ bond price equals one, as well. This last assumption about bonds price allows us to represent the total quantity of bonds with B_t . With these simplifications, wealth can be rewritten as in Equation (2).

$$W_t = q_t Q_t + B_t + M_t \quad (2)$$

Stock shares can be held by firms $Q_{F,t}$ or households $Q_{H,t}$.

$$Q_t = Q_{F,t} + Q_{H,t} \quad (3)$$

If firms observe an annual increase in real income, they would decide to expand their capital stock. That's why the total amount of stock shares proportionally increases with real income, but it does not decrease in an economic slump-down without any severe recession. The annual growth rate of the economy is represented in Equation (4).

$$g_{Y,t+12} = \frac{Y_t - Y_{t-12}}{Y_{t-12}} \quad (4)$$

Change in total quantity of stocks can be defined as in Equation (5).

$$\begin{cases} g_{Y,t+12} > 0 \Rightarrow Q_{t+12} = (1 + \eta g_{Y,t+12}) Q_t \wedge \Delta Q_t = g_{Y,t+12} Q_t \\ g_{Y,t+12} \leq 0 \Rightarrow Q_{t+12} = Q_t \wedge \Delta Q_t = 0 \end{cases} \quad (5)$$

Like the standard macroeconomics textbooks, it is supposed that money can be used for transactions and it does not pay interest, and it is constituted by currency CU_t and demand for checkable deposits D_t (Blanchard and Johnson, 2013).

$$M1_t = CU_t + D_t \quad (6)$$

Since time deposits and bank loans do not take place in the model, the only interest-bearing asset in the model is bonds. We assume that nominal and real rates for bonds are equal and they constitute the opportunity cost of holding money (Mishkin, 2011b). Hence, while money demand is positively correlated with real income Y through the transactions, it negatively relates to the real r interest rate (Shone, 2002). In Equation (7), real money demand $\frac{M^D}{P}$ is expressed as a function of real income and real interest rates, where L denotes liquidity.

$$\frac{M^D}{P} = L(Y, r) \quad (7)$$

In this study, besides the interest rate, the expected return of stock market is also regarded as the opportunity cost of holding money. Thus, money demand is defined as a negative function of the expected return of stock shares, like interest rate.

$$\frac{M^D}{P} = L(Y, r, r_q^e) \quad (8)$$

²Because the study focuses on asset price movements like Blanchard (1981), it is assumed that the price level is fixed and there is neither actual nor expected inflation rate, hence nominal and real interest rate are equal.

³Although distance of time periods is determined in months, continuous notations like time derivatives imply approximate daily changes. This means that dynamic variables are adjusted daily by the VENSIM simulation software.

If q_{t+1}^e refers to the expected return of stock market belonging to the next period,

$$r_{q,t+1}^e = \frac{q_{t+1}^e - q_t + \pi_t}{q_t} \quad (9)$$

Here π_t denotes the dividends of shareholders. Dividend per unit equity is the ratio of total profit of firms to total stock shares.

$$\pi_t = \Pi_t / Q_t \quad (10)$$

Total profit is driven by firms through the sales described as a positive function of real income, as Blanchard (1981) assumed.

$$\Pi_t = a_0 + a_1 Y_t \quad (11)$$

Davidson (1965) defined money demand as a function of planned consumption and investment expenditures instead of income, and called this relation the finance motive of money demand. In this study, money is assumed to be demanded for financing consumption expenditures. To simplify the model, we assume that consumption expenditures are paid by households with currency, and deposits play a role in the redistribution of households' wealth.

$$\frac{M^D}{P} = L(C, r, r_q^e) \quad (12)$$

We follow Palley (2013, 2015), Flood and Marion (2004), and Crespo-Cuaresma *et al.* (2004) to design the final form of money demand function, which is constituted by the summation of currency and deposits.

$$\frac{M^D}{P} = \frac{CU(C)}{P} + \frac{D(r, r_q^e)}{P} \quad (13)$$

According to dynamic IS-LM models, a change in the bond market interest rate is determined by the excess demand for money.

$$\frac{dr}{dt} = \beta \left[\frac{M^D}{P} - \frac{M^S}{P} \right] \quad \text{for } 0 < \beta < 1 \quad (14)$$

It is also supposed that the monetary authority can determine the money supply through open market operations and can influence the interest rates. If we denote the money multiplier for $M1$ with μ , then money supply is equal to multiplier times monetary base:

$$M^S = \mu MB \quad (15)$$

Monetary base includes the assets of the central bank, which is constituted of the credits given to commercial banks L_{CB} , and bonds held by the central bank B_{CB} :

To make the model simple, it is accepted that the government budget is financed by tax revenues paid by households.

$$G = T \quad (16)$$

Hence the government does not need to issue new bonds, and the total quantity of bonds held respectively by the central bank, banking sector, and households are fixed and do not change over time.

$$B_t = B_{CB,t} + B_{B,t} + B_{H,t} \quad (17)$$

It is assumed that, instead of firms, firm owners hold bonds as households. According to the model, commercial banks play a regulatory role when the central bank intends to intervene in the money market or households decide to buy or sell bonds at the second-hand bonds market. Commercial banks would accompany them and provide the required amount of demand or supply. On the other hand, because the total stock of bonds is constant, there is a limit for this role. The total demand of the central bank and households cannot exceed the amount of bonds held by the commercial banks, and its priority is to respond to the demand of the central bank, as explained in Equations (18, 19, 20).

$$\Delta B_{CB,t} + \Delta B_{H,t} \leq B_{B,t} \Rightarrow \Delta B_{B,t} = -(\Delta B_{CB,t} + \Delta B_{H,t}) \quad (18)$$

$$\Delta B_{CB,t} < B_{B,t} \wedge \Delta B_{H,t} > (B_{B,t} - \Delta B_{CB,t}) \Rightarrow \Delta B_{B,t} = -B_{B,t} \wedge \Delta B_{H,t} = B_{B,t} - \Delta B_{CB,t} \quad (19)$$

$$\Delta B_{CB,t} \geq B_{B,t} \Rightarrow \Delta B_{B,t} = -B_{B,t} \wedge \Delta B_{H,t} = 0 \quad (20)$$

Shone (2002) claimed that investment should be a positive function of q . Sorenson and Jacobsen (2010) improved this assertion and showed the higher value of q than one could support in the investment expenditures. A greater q value than one would mean that the market value of the firm exceeds its replacement cost, and thus the firm can easily finance its investment by selling shares.

$$I(q - 1) \quad (21)$$

Notwithstanding Equation (21) emphasizes the positive relationship between investment and Tobin's q through the financing side, it does not explain the reason for investing. The main incentive of making a new investment is probably related to expectations about future profits. Changes in consumption expenditures might be taken as a proper indicator for profit, which is why we prefer to use the investment function of Samuelson (1939). To simplify the model, depreciation cost of the capital stock is accepted as constant during the analysis.

$$I_t = \varphi_0 + \varphi_1(C_t - C_{t-1}) \quad (22)$$

The system dynamics method allows for adaptation of lag variables in the model, like in Equation (22). Moreover, the investment function should include changes in the total stock share ΔQ_t .

$$I_t = \varphi_0 + \varphi_1(C_t - C_{t-1}) + \Delta Q_t \quad (23)$$

Like the investment, consumption function was described as depending on the one-period previous value of income by Samuelson (1939). We adjusted it as a lag value of disposable income.

$$C_t = \delta_0 + \delta_1(Y - T)_{t-1} \quad (24)$$

The second differential equation of this model defines the dynamics of changes in income. Aggregate demand AD, is the sum of consumption, investment, and government expenditures. Equation (25) indicates that aggregate demand in excess of output triggers greater production.

$$\frac{dY}{dt} = \alpha[AD - Y] \quad \text{for } 0 < \alpha < 1 \quad (25)$$

Firms distribute their profits to households proportionally to the equities they hold. The allocation of equities is assumed to be driven by some factors like changes in total equity stock and changes in the amount of total stock that firms and households would like to hold.

$$\begin{cases} t = 0 \Rightarrow \Pi_{F,0} = \frac{Q_{F,0}}{Q_{t_0}} \Pi_0 \wedge \Pi_{H,0} = \frac{Q_{H,0}}{Q_{t_0}} \Pi_{t_0} \\ 0 < t < 12 \Rightarrow \Pi_{F,t} = \frac{Q_{F,t}}{Q_t} \Pi_t \wedge \Pi_{H,t} = \frac{Q_{H,t}}{Q_t} \Pi_t \\ t \geq 12 \Rightarrow \Pi_{F,t} = \frac{Q_{F,t+\Delta Q_t}}{Q_t+\Delta Q_t} \Pi_t \wedge \Pi_{H,t} = \frac{Q_{H,t}}{Q_t+\Delta Q_t} \Pi_t \end{cases} \quad (26)$$

If firms' profits are enough for financing their investment expenditures, they will use their profits. If their profits exceed their investment expenditures, they will prefer to buy equities to support the equity price. Otherwise, to finance investment expenditures, they will sell equities.

$$\begin{cases} \Pi_{F,t} > I_t \Rightarrow Q_{F,t}^{PD} = \frac{\Pi_{F,t} - I_t}{q_t} \\ \Pi_{F,t} = I_t \Rightarrow Q_{F,t}^{PD} = 0 \\ \Pi_{F,t} < I_t \Rightarrow Q_{F,t}^{PS} = \frac{I_t - \Pi_{F,t}}{q_t} \end{cases} \quad (27)$$

According to Equation (27), firms determine their demand for and supply of stock shares as planned values. Although the return of bonds is predetermined for savers, the return of stock market is uncertain. Thus households, to be indifferent, demand higher return than the bond interest rates, proportionally with the standard deviation of past returns, which denote the risk premium of stock market σ_q .

$$r_{q,t+1}^e = r_t + \sigma_q \quad (28)$$

If households expect that the future value of stock market would be equal to today's value q_{t+1}^e , then the expected return of equity would be determined by dividends $r_{q,t+1}^e = \frac{\pi_t}{q_t}$.

Since the balance of the budget is provided by the government, its savings equal zero, and therefore, total savings in the economy are constituted by private savings.

$$S = Y - C - G = \underbrace{Y - T - C}_{S^P} + \underbrace{T - G}_{S^G=0} \quad (29)$$

Hence, savings, as defined by Equation (29), belong to households and combine their actual savings and dividends with their wealth $W_{H,t-1}$ coming from the previous period with returns to obtain their re-distributable potential wealth. After that, they compare the expected returns of stocks and bonds and decide how many units they want to hold from each of them.

$$W_{H,RPW,t} = W_{H,t-1} + S_t + \Pi_{H,t} \quad (30)$$

A logistic probability function is used to determine households' willingness to hold assets. This function allows distribution of the total wealth according to the returns of stocks and bonds by keeping a varied portfolio.

$$Q_{H,t} = \left[\frac{1}{1 + e^{-\alpha(r_{q,t+1}^e - r - \sigma_q)}} \right] \left(\frac{S_t + W_{H,t-1}}{q_t} \right) \quad (31)$$

$$B_{H,t} = \left[\frac{1}{1 + e^{\alpha(r_{q,t+1}^e - r - \sigma_q)}} \right] (S_t + W_{H,t-1}) \quad (32)$$

Desired or planned demand or supply of households for stocks and bonds $Q_{H,t}^{PD}$, $Q_{H,t}^{PS}$, $B_{H,t}^{PD}$, and $B_{H,t}^{PS}$, would be determined by a difference if they prefer to hold $Q_{H,t}$ and $B_{H,t}$ and they already have.

$$Q_{H,t} > Q_{H,t-1} \Rightarrow Q_{H,t}^{PD} = Q_{H,t} - Q_{H,t-1} \quad Q_{H,t} < Q_{H,t-1} \Rightarrow Q_{H,t}^{PS} = Q_{H,t-1} - Q_{H,t} \quad (33)$$

$$B_{H,t} > B_{H,t-1} \Rightarrow B_{H,t}^{PD} = B_{H,t} - B_{H,t-1} \quad B_{H,t} < B_{H,t-1} \Rightarrow B_{H,t}^{PS} = B_{H,t-1} - B_{H,t} \quad (34)$$

Although firms' and households' planned demands are defined by Equations (??) and (??) respectively, the realization of demand for each of them requires the supply of the other. The minimum of them determines the realized amount of trade. Thus, the desired (planned) $Q_{F,t}^{PS}$, $Q_{H,t}^{PS}$, $Q_{F,t}^{PD}$, $Q_{H,t}^{PD}$ and realized $Q_{F,t}^{RS}$, $Q_{H,t}^{RS}$, $Q_{F,t}^{PD}$, $Q_{H,t}^{PD}$, values of demand and supply might be different from each other.

$$Q_{F,t}^{RD} = \min[Q_{F,t}^{PD}, Q_{H,t}^{PS}] \quad (35)$$

$$Q_{H,t}^{RD} = \min[Q_{H,t}^{PD}, Q_{F,t}^{PS}] \quad (36)$$

$$Q_{F,t}^{RS} = \min[Q_{H,t}^{PD}, Q_{F,t}^{PS}] \quad (37)$$

$$Q_{H,t}^{RS} = \min[Q_{F,t}^{PD}, Q_{H,t}^{PS}] \quad (38)$$

The commonly used Walrasian models assume that the trade action in the market necessitates the occurrence of the equilibrium price. Nonetheless, in this study, it is assumed that excess demand drives price changes and that trade can be continued at a wrong price during the price adjustment process. Without the existence of a Walrasian *tatonnement*, prices cannot automatically reach to the market clearing level. The adjustment process goes on with the buying and selling actions.

Change in equity price is managed by excess demand, which is determined by households and firms. Equation (39) describes equity price movements as a third differential equation of the model.

$$\frac{dq}{dt} = \vartheta(Q_{F+H,t}^D - Q_{F+H,t}^S) \quad (39)$$

As long as at least one of the stock or bonds earns positive returns, households do not prefer to hold money. They plan to allocate their redistributinal wealth between stocks and bonds. On the other hand, if the redistributinal wealth of households exceeds the sum of the values

of their stocks and bonds due to a restriction on the total amount of bonds or possibility of inconsistency between desired demand and desired supply, they have to keep money as deposits. For this reason, we prefer to use Tobin's definition of wealth, which also includes money.

Thereby, at each period, redistributinal wealth is allocated between bonds and stocks, and its surplus part is kept as deposits by households. The planned composition of stocks and bonds is described in Equation (40).

$$W_{H,RPW,t} = q_t Q_{H,t}^P + B_{H,t}^P \quad (40)$$

However, non-Walrasian dynamics and restrictions on the total amount of bonds can potentially cause an appearance of their different combinations with deposits. Depending on the conditions ex post allocations can differ from plans. Even if the plans do not contain deposits, realized allocation can contain them.

$$W_{H,RPW,t} = \underbrace{q_t Q_{H,t}^P + B_{H,t}^P}_{\text{planned}} = \underbrace{q_t Q_{H,t}^R + B_{H,t}^R + D_{H,t}}_{\text{realized}} \quad (41)$$

At the end of the period, while bonds get their returns, changes in stock price make the shares more or less desirable. At the beginning of the next period, with the savings and dividends that belong to the new period, redistributinal wealth is reconsidered.

$$W_{H,RPW,t+1} = \underbrace{(q_t + \Delta q_t) Q_{H,t}^R + (1 + r_t) B_{H,t}^r + D_{H,t}}_{W_{H,t}} + S_{t+1} + \Pi_{H,t+1} \quad (42)$$

The next period's value of redistributinal wealth, based on the realized part of Equation (41), can be described in Equation (42).

$$W_{H,t} = (q_t + \Delta q_t) Q_{H,t}^R + (1 + r_t) B_{H,t}^r + D_{H,t} \quad (43)$$

The term $W_{H,t-1}$, given in Equation (30) without its definition, can be expressed as a previous value of $W_{H,t}$ described in Equation (43) to obtain a clear definition of redistributinal wealth as in Equation (44).

$$W_{H,RPW,t} = \underbrace{(q_{t-1} + \Delta q_{t-1}) Q_{H,t-1}^R + (1 + r_{t-1}) B_{H,t-1}^r + D_{H,t-1}}_{W_{H,t-1}} + S_t + \Pi_{H,t} \quad (44)$$

This term expresses the expected value of equity included in Equation (9), which might be formed in different ways. As is mentioned above, naïve households may think that the asset price does not systematically change and fluctuate around a zero mean error term ε .

$$q_{t+1}^e = q_t + \varepsilon_t \quad (45)$$

Another expectation formation approach, which is called adaptive, allows households to revise their expectations according to the mistakes they made in the previous periods.

$$q_{t+1}^e = q_t^e + \psi(q_t - q_t^e) \quad (46)$$

The last type is referred to as trend following expectations and supposes that trend followers reflect recent changes on asset price in their expectations. They expect that the recent trends would continue.

$$q_{t+1}^e = q_t + \phi(q_t - q_t) \tag{47}$$

3 Scenarios and Simulations

The model explained in the previous section is simulated by *Vensim Simulation Software*. Before conducting the simulation, the model expressed through the equations above is visualized using stock and flow variables as in Figure (1).

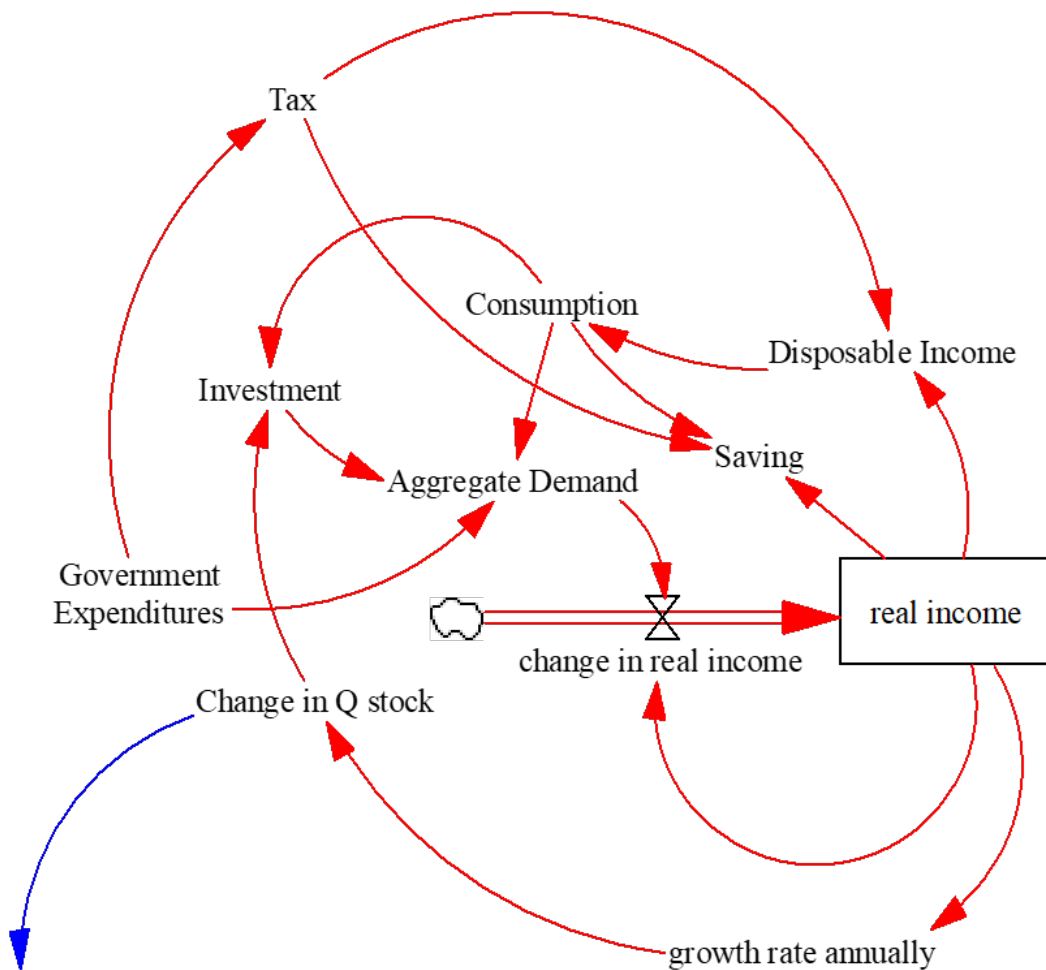


Figure 1: National Income Dynamics

Like the given component of the visualized model in Figure (1), there are two more sectors that represent the interest rates dynamics and wealth dynamics. All interactions and also positive and negative feedback loops between the sectors and between the variables are plotted by arrows. The time unit representing one period is selected as a month, and initially, the dynamics of income and interest rates with savings, investment, and some additional variables related to wealth acquisition are run over 72 months.

Simulations indicate that income follows dampened fluctuations and converges a stable pattern with its internal dynamics, as Samuelson (1939) showed.

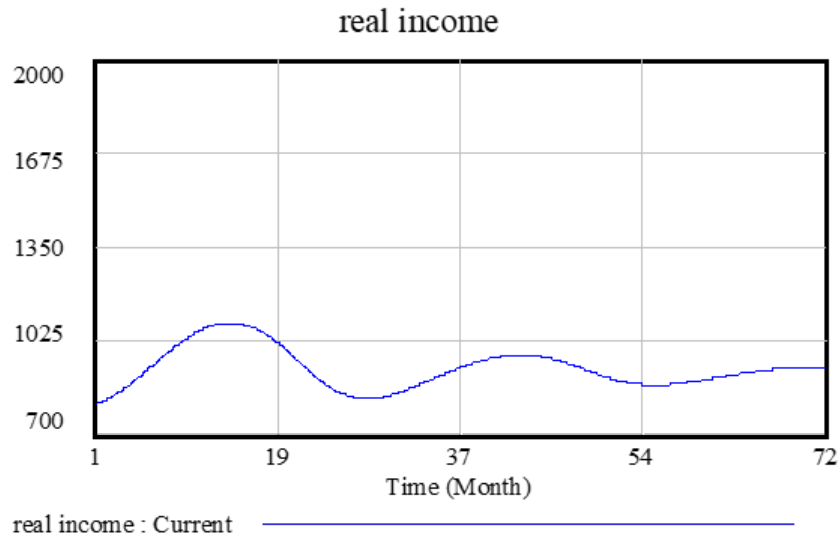


Figure 2: Real Income Dynamics

Since the model analyzes a closed economy, savings and investments seem to converge in the long run, as expected.

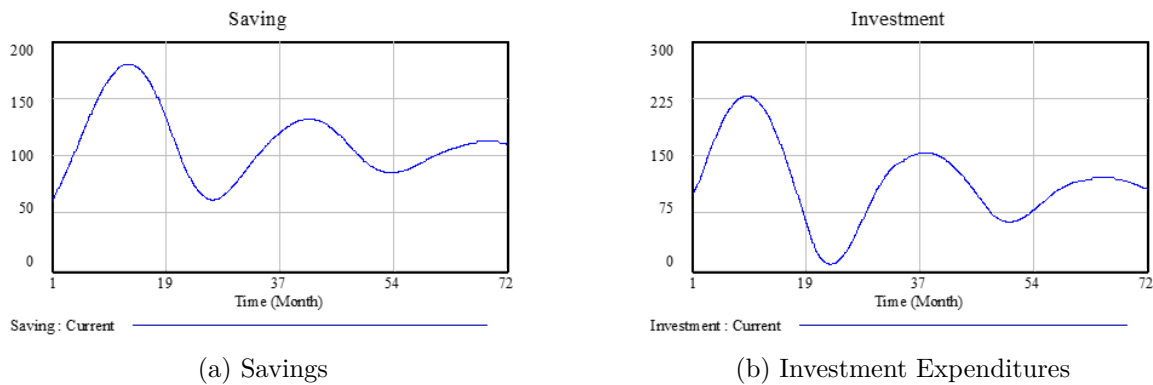


Figure 3: Savings & Investments

Because the stock and bond market returns represent the opportunity cost of holding money, there is an interaction between wealth acquisition and interest rates through the components of money demand, which are deposit and currency. As mentioned before, currency is determined by consumption expenditures, and deposits are related to excess wealth. Hence, the currency ratio, which includes currencies and deposits, and the money multiplier which consists of the currency ratio, change over time together. Thus, although the monetary base determined by the monetary authority is fixed during the analysis, money supply accompanies the money multiplier.

Thus, the interest rate is driven by the interaction between the money demand and money supply functions.

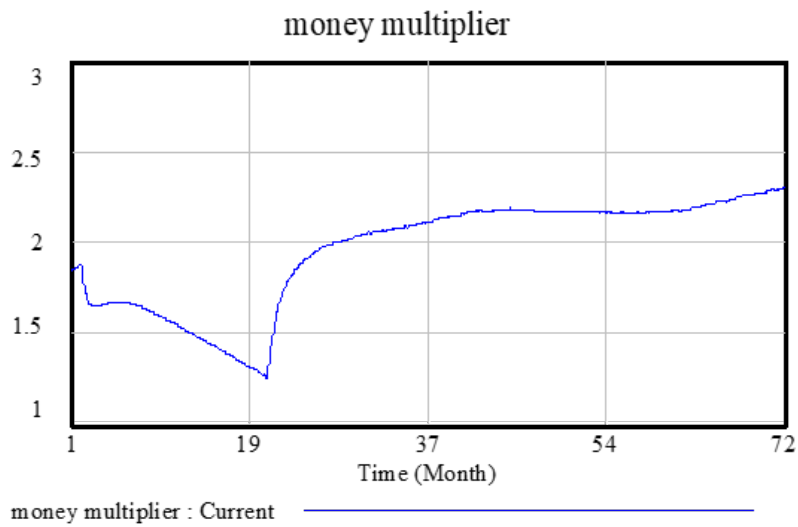
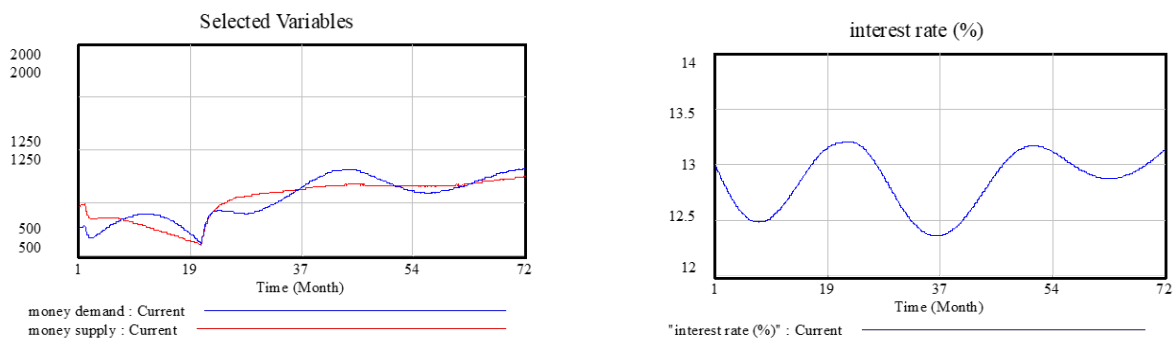


Figure 4: Money Multiplier

Initially, we assume that the expected return of the stock market is proportional to dividends, and the expectation formation of households is naïve. While the risk premium of the stock market moves around a half of a percent, the simulation exhibits that the expected return tends to fall during the first two years and, after that, begins to rise slightly.



(a) Dynamics of Money Demand and Money Supply

(b) Interest Rate Dynamics

Figure 5: Dynamics

At the beginning of the analysis, households intend to distribute their wealth equally between stocks and bonds, but in time, returns push the probability of holding stock shares to 40 percent and holding bonds to 60 percent.

To observe the influence of an expansionary monetary policy on equity price, we prefer to narrow the time interval of our analysis and focus on the first 36 months.

In a given period, equity price starts at 1 unit, steadily increases, and seems to converge on a stable path around the 1.3 unit.

Although the expected return of the stock market decreases, redistributable wealth, which is fed by savings and dividends, helps households to sustain their demand for stocks and supports the equity price.

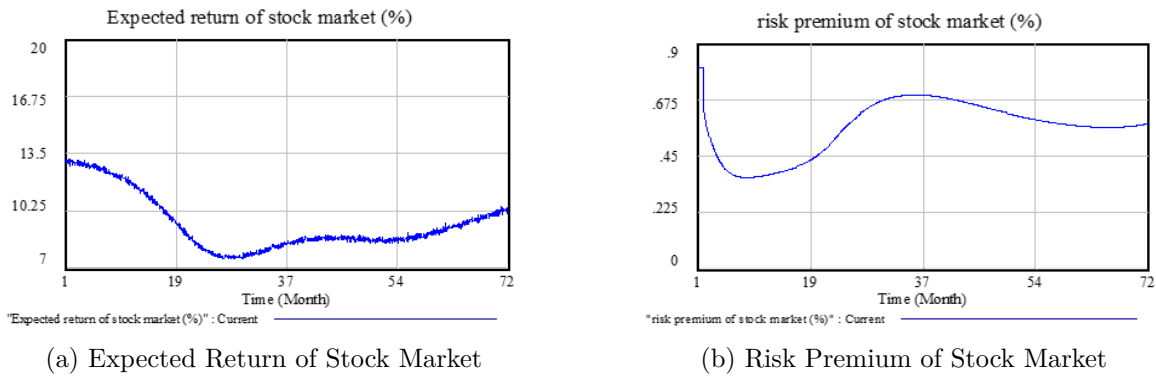


Figure 6: Expected Return & Risk Premium

When the central bank increases the money supply through open market operations, interest rate decreases and results in a differentiation between the returns of the two assets. In contrast to the fluctuated movement, interest rate begins to display a declining path which encourages households to hold more equity instead of bonds. Holding more equity pushes the stock price up.

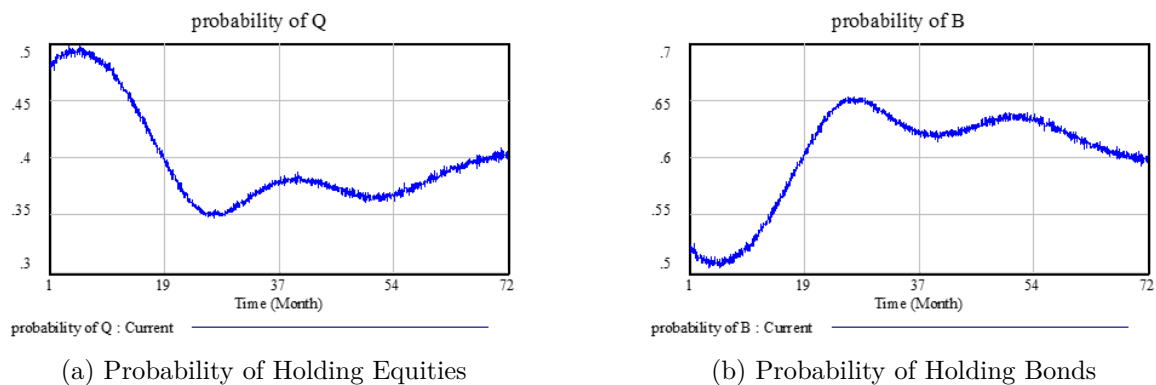


Figure 7: Probabilities

To explain the effects of the expectation formation of households on equity price, we replace the adaptive expectation formation instead of the naïve expectation. Replicating the analysis above, we observe that expected returns and the price of the stock market follow similar patterns as before. It should be reiterated that the naïve expectations are assumed to be a type of adaptive expectations.

On the other hand, when the expectations are formed by trends, the initial increase in stock prices creates a positive feedback loop on itself and expected returns tend to increase, even without the implementation of the expansionary monetary policy condition.

Higher expected returns bring the price close to 1.6 unit. Nonetheless, the expansionary monetary policy does not cause any significant effect on the equity price.

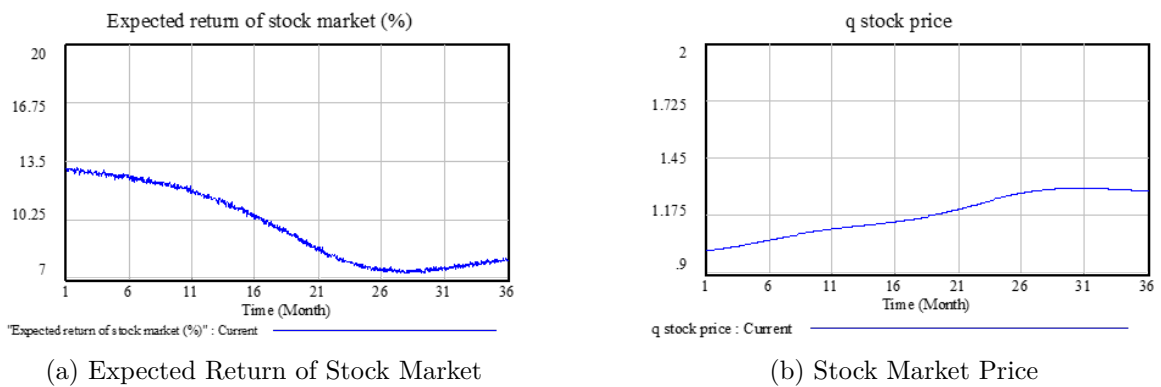


Figure 8: Expected Return & Prices

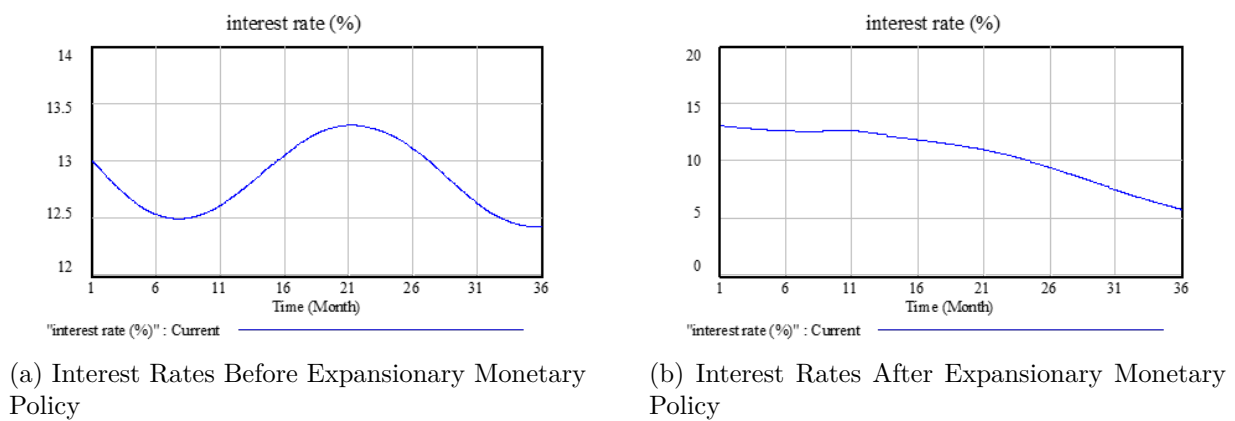


Figure 9: Interest Rates

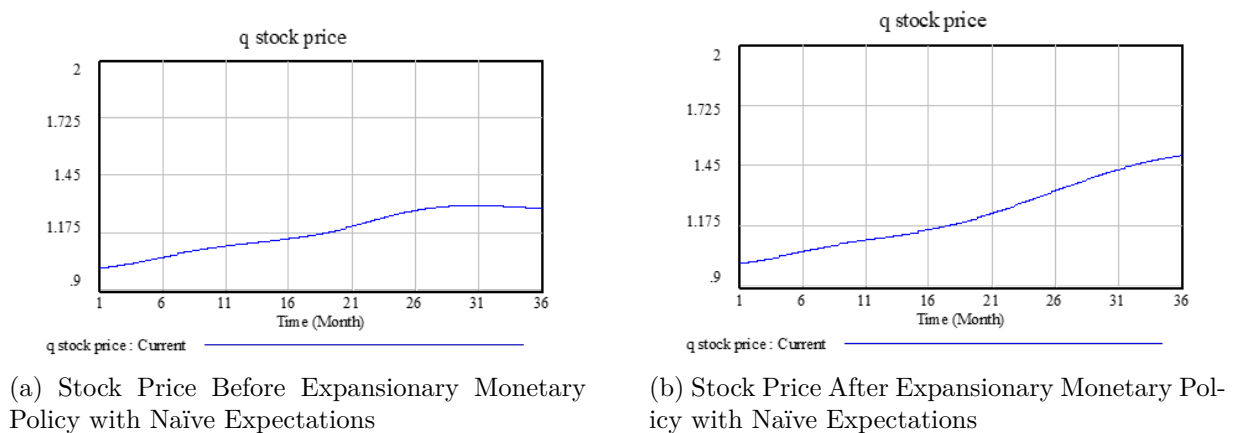
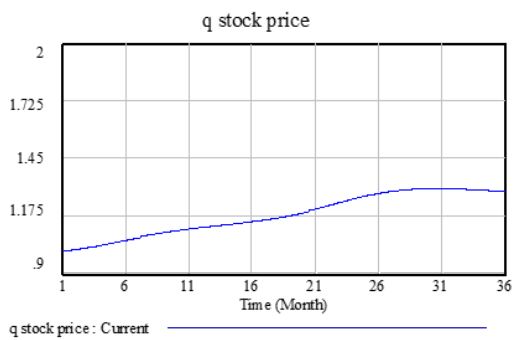
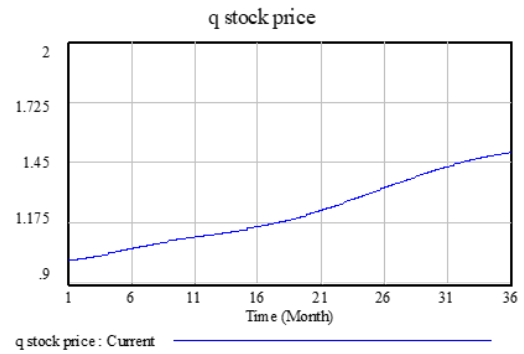


Figure 10: Stock Prices

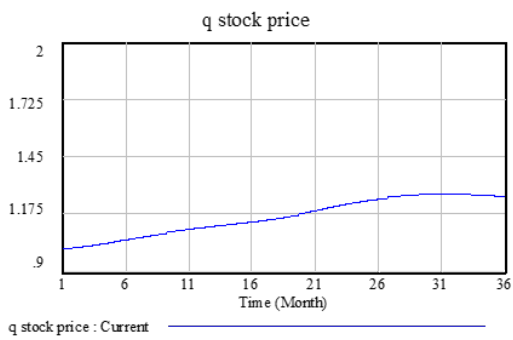


(a) Stock Price Before Expansionary Monetary Policy with Naïve Expectations

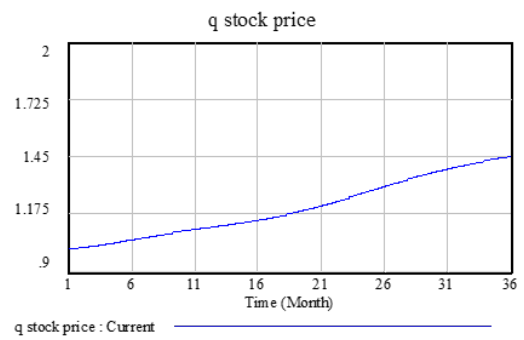


(b) Stock Price After Expansionary Monetary Policy with Naïve Expectations

Figure 11: Naïve Expectations

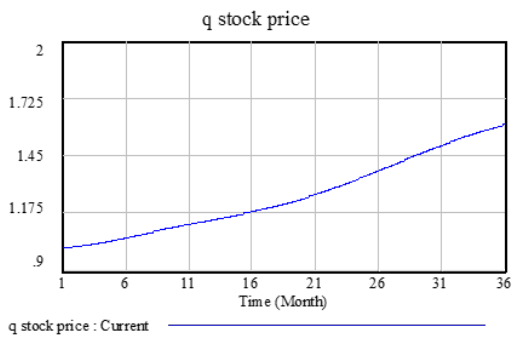


(a) Stock Price Before Expansionary Monetary Policy with Adaptive Expectations



(b) Stock Price After Expansionary Monetary Policy with Adaptive Expectations

Figure 12: Adaptive Expectations



(a) Stock Price Before Expansionary Monetary Policy with Trend Following Expectations



(b) Stock Price After Expansionary Monetary Policy with Trend Following Expectations

Figure 13: Trend Following Expectations

4 Conclusion

When the bonds and stocks are close substitutes, the expected consequence of an expansionary monetary policy on equity price would be a clear increase. Our artificial economy could display

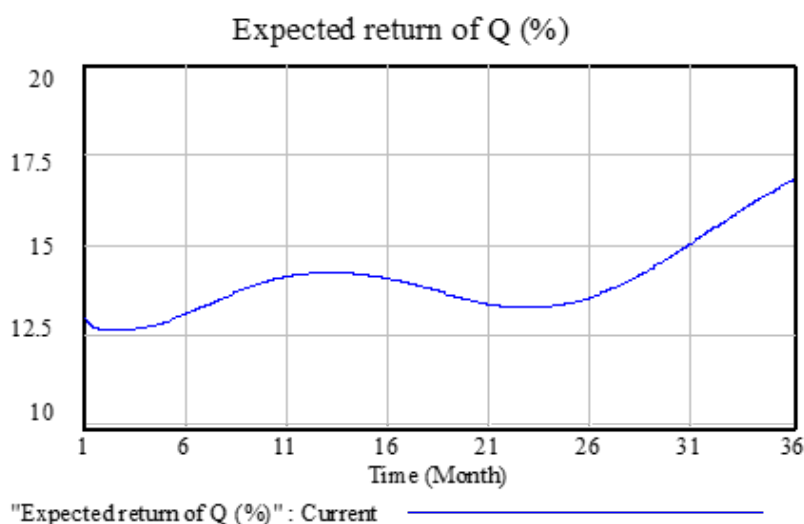


Figure 14: Expected Return of Stock Market with Trend Following Expectations

this influence on equity price as a simple example of expansionary monetary policies which is prevalent throughout the world. Moreover, the expectation formation of agents can also dampen or stimulate this effect. In this study, it is shown that, unlike the naive or adaptive expectations, the trend-following type of expectations create a positive feedback loop and stimulates itself. Higher expected returns affect the allocation of redistributive wealth of households and push their equity demand up. Thus, equity price rises more.

References

- BLANCHARD, O. and JOHNSON, D. (2013). *Macroeconomics*. Pearson series in economics, Pearson.
- BLANCHARD, O. J. (1981). Output, the stock market, and interest rates. *The American Economic Review*, **71** (1), 132–143.
- CRESPO-CUARESMA, J., ÉGERT, B. and REININGER, T. (2004). Interest rate pass-through in new eu member states: the case of the czech republic, hungary and poland. *The William Davidson Institute Working Paper*.
- DAVIDSON, P. (1965). Keynes's finance motive. *Oxford Economic Papers*, **17** (1), 47–65.
- FLOOD, R. P. and MARION, N. P. (2004). A model of the joint distribution of banking and currency crises. *Journal of International Money and Finance*, **23** (6), 841–865.
- MISHKIN, F. S. (2011a). *Macroeconomics: Policy and Practice*. Prentice Hall, 2nd edn.
- (2011b). *Macroeconomics: Policy and Practice*. Prentice Hall.
- PALLEY, T. I. (2013). Horizontalists, verticalists, and structuralists: the theory of endogenous money reassessed. *Review of Keynesian Economics*, **1** (4), 406–424.

- (2015). The theory of endogenous money: Mechanics and implications for macroeconomic analysis and monetary policy. *Political Economy Research Institute No. 323*.
- SAMUELSON, P. A. (1939). Interactions between the multiplier analysis and the principle of acceleration. *The Review of Economics and Statistics*, **21** (2), 75–78.
- SARGENT, T. J. (1987). *Macroeconomic Theory*. Emerald Group Publishing Limited, 2nd edn.
- SHONE, R. (2002). *Economic Dynamics: Phase diagrams and their economic application*. Cambridge University Press.
- SORENSEN, P. B. and JACOBSEN, W. (2010). *Introducing Advanced Macroeconomics: Growth and Business Cycles*. McGraw-Hill Education.
- TOBIN, J. (1969). A general equilibrium approach to monetary theory. *Journal of Money, Credit and Banking*, **1** (1), 15–29.
- ZHANG, W.-B. (2005). *Differential equations, bifurcations, and chaos in economics*, vol. 68. World Scientific Publishing Co Inc.

Mekansal İktisat ve Mekansal Kompleksite Üzerine Bir Değerlendirme

Rüya Eser* and Hale Kırer Silva Lecuna†

Özet

Bu çalışmanın amacı, mekansal iktisada yeni ekonomik coğrafya yaklaşımı ve mekansal kompleksite yaklaşımı ile bir bakış sunmaktır. Bu kapsamda mekansal etkileşimlere ve kendi kendine organize olmaya bağlı toplama süreci ve kendi kendine organizasyon yaratan modeller ele alınmaktadır. Ayrıca mekansal iktisatta teorik ve ampirik araştırma yöntemleri ile karşılaşılan başlıca zorluklar tartışılmaktadır.

Anahtar Kelime: Mekansal kompleksite, Mekânsal iktisat, Kümelenme, Toplaşma, İktisadi Coğrafya, Mekansal Etkileşim, Konum

Makale Tarihiçesi: 9 Ekim 2017 alındı. 30 Kasım 2017 kabul edildi. 25 Aralık 2017 elektronik olarak yayınlandı.

1 Giriş

Kompleks mekansal sistemler, çeşitli unsurlar arasında yüksek seviyede karşılıklı bağımlılık içeren, doğrusal olmayan süreçler tarafından yönetilen ve önemli derecede mekansal yapıya sahip olan birçok değişken tarafından tanımlanmaktadır. Bu bağlamda iktisat, ajanların yüksek düzeyde kompleksite ve çeşitlilik sergilediği bir sosyal bilimdir. İktisat içinde barındırdığı çeşitli unsurlar arası ilişkilerle, özellikle insan ilişkileri ile kompleks bir yapı oluşturmaktadır. Bu ilişkileri oluşturan unsurlardan biri de mekan ve mekânsal etkileşimdir. Ekonomi politikalarının belirlenme süreci mekânsal etkilerden bağımsız düşünülemez.

Buradan hareketle bu çalışmada, kompleksite teorisinin iktisatta mekansal etkilerinin vurgulanması amaçlanmıştır. Söz konusu amaç doğrultusunda, mekansal iktisadın (spatial economics), bölgesel iktisat (regional economics) yada yığın/toplaşma (agglomeration) ekonomileri konusu, yeni ekonomik coğrafya çerçevesindeki yaklaşımlar, mekansal iktisadın alt yapısını oluşturan kendi kendini organize olan kritikliğin (self organized criticality-SOC) ortaya çıkışına neden olan kendi kendine organize olma (self-organization), pozitif geribildirim döngüleri mekanizması ile karakterize edilen kendi kendini güçlendirme (selfreinforcing) ve patika bağımlılığı olgularının rolü ile bunlara dayalı modeller tartışılmaktadır.

Makale şu şekilde yapılandırılmıştır. Bir sonraki bölümde, iktisatta mekan kavramına değinilmekte, mekansal iktisadın tanımı yapılarak, mekansal iktisat ve toplama süreci bağlamında neoklasik iktisat ile yeni ekonomik coğrafya yaklaşımı düşünceleri ortaya konulmaktadır. Ardından, kompleks mekansal sistemler bağlamında, mekansal iktisadi kompleksite değerlendirilmektedir. Ayrıca makalede, mekansal iktisadi modellerin yapısına, mekansal iktisadın metodolojisi olarak mekansal ekonometriye genel bir bakış sağlamakta ve metodolojik temel zorlukları ele alınmaktadır.

*Dr., ruyaeser@yahoo.com

†Dr., halekিরer@gmail.com

2 Mekan Kavramı ve Mekansal İktisat

Mekan kavramı sosyolojiden mimarlığa çeşiti bilim dallarında araştırma konusu olmuştur. Bunun sebebi insan ile çevre arasında kurulan ilişkinin mekansal olmasıdır. İktisadi faaliyetlerin coğrafi bir mekân içinde gerçekleşmesine rağmen, yerleşik (neo-klasik) iktisat literatüründe coğrafya/bölge unsuruna yeterince yer verilmemiştir. Günümüzde mekân oluşumuna yön veren toplama anlayışı, özellikle ortaya çıkardığı sosyal ilişkiler açısından iktisatçılar tarafından sorgulanmayı gerekli kılmaktadır.

Bireyler ihtiyaçlarını karşılamak için davranışlarda bulunurlar. Markus (1993) insan davranışlarının mekan ile olan ilişkisini "her ne yapılsa yapılsın mutlaka bir yerde yapılır" şeklinde ifade etmiştir. Bu ifade bir yandan mekanın oluşum nedenini ortaya koyarken, diğer yandan davranışın geçmediği bir mekandan söz etmenin mümkün olamayacağını vurgulamaktadır. Ancak mekanın varlığı diğer mekanlarla kurduğu ilişkilere dayanmaktadır. Bunun ötesinde, mekanın sosyal ve kültürel bir olgu olmasının bir sonucu olarak, daha kompleks yapılar ortaya çıkmakta ve kolayca anlaşılacak şekilde sosyokültürel ve sosyopsikolojik düzeyde mekansal ilişkiler yaratmaktadır (Erman, 2017). Son yıllarda, mekânın toplumsal bir örgütlenme olduğuna ve ancak toplumsal çıkarımlarla birlikte değerlendirildiğinde anlamlandırılabilirliğine vurgu yapılmaktadır. Böylece, mekânın içinde barındırdığı insanla birlikte sürekli değişen bir olgu olarak kompleks bir yapı oluşturduğu görülmektedir. Dolayısıyla, mekânların yaşadığı değişimin ve bu değişimin sosyal ilişkiler üzerinde yarattığı etkilerin incelenmesi önemli hale gelmiştir (Ozparlak ve Meşhur, 2012).

Buna bağlı olarak, mekansal iktisat genellikle mekan unsuru ile zenginleştirilmiş, iyi işleyen standart bir iktisadi sistem olarak yorumlanmaktadır. Ancak mekan sadece ekonominin ek bir boyutu olarak görmek yanlış olur. Mekan coğrafi-ekonomik bir sistemin kendine has özelliğini oluşturmada, içersinde kompleks doğrusal olmayan ve etkileşimli davranışların ve süreçlerin ortaya çıkmasına yol açmaktadır (Nijkamp, 2007).

Bir başka açıdan, mekansal iktisat, (kıt) kaynakların alan ve ekonomik faaliyetin yeri üzerine tahsisi ile ilgilidir. Bu tanımın nasıl okunacağına bağlı olarak, mekansal iktisat alanı son derece geniş ya da oldukça dar olabilir. Her bir ekonomik faaliyet, bir yerlerde yapılmak zorundadır. Bu açıdan mekansal iktisadın, ekonominin konu olduğu her şey ile ilgili olan, çok geniş bir alan olduğu söylenebilir. Diğer taraftan ise, konum analizinin çoğunlukla yer seçimi üzerine odaklandığı belirtilmektedir. Bu çok sayıda ekonomik karar arasında yalnızca bir tanesidir. Dolayısı ile belirtilen tanımlar oldukça dar okumak da mümkündür (Duranton, 2008).

İktisatta mekansal boyutun önemi çok farklı olan iki gruba ayrılabilir. **İlk grup** mekansal iktisatta şehirlerin neden var olduğu, bazı bölgelerin neden daha başarılı olduğu, hangi sebeplerden yerleşim ayrımının gözlemlendiği, neden aynı sektörden olan firmaların kümelenmesi gibi temel sorularla ilgilidir. Bunlar, mekansal boyutun baskın bir rol oynadığı, özünde 'mekansal' olan sorulardır. Örneğin, mekan ile ilgilenmeden şehirlerin oluşumu ve büyümesi hakkında anlamlı bir yorum yapmak oldukça zordur. **İkinci grup**, teknolojik yayılımların analizi, ticaret akışlarının belirleyicileri veya sosyal ağların işleyişi ile ilgili konuları inceler. Bu konuların hepsinin mekansal bir boyutu vardır. Ancak mekanın öneminin belirlenmesi, mekansal iktisatçılar ve diğer iktisatçılar arasındaki 'tartışmalı' bir meseledir. Bunun sebebi mekansal iktisadın, kesin olmayan sınırlarla çok farklı mekansal ölçekler (çok küçükten çok büyük alanlara kadar) içeren kapsamlı ve heterojen bir soru setiyle ilgili olmasıdır. Söz konusu genişlik ve heterojenliğin, mekansal iktisat alanının gelişimine engel olması da oldukça olasıdır (Duranton, 2008).

Mekan ekonomisi - sayısız aktörü, bölgesi ve iç içe geçmiş ağlar ile - hem oynak/dengesiz hem de esnek olan dinamik bir gruplaşma/kümelene sergilemektedir. Mekan ekonomisi, ayrıca, mekansal denge kuvvetlerini kıran ya da güçlendiren kompleks geribildirim sistemlerini içermektedir ((Reggiani ve Nijkamp, 2009)'den aktaran (Kourtit ve diğerleri., 2012)).

Mekansal sistemler (kentler, bölgeler, ulaşım ağları vs.) genel olarak çok katmanlı, çok yönlü, çok aktörlü ve dinamik (doğrudan ve dolaylı bağlantılı) sistemlerdir. Bu nedenle, bölgesel ve kent

bilimlerinde oldukça ilgi çekici kabul edilmektedir. Kendi kendine organizasyon modelleri, evrimsel modeller, hücresele otomatlar, fraktal büyüme analizi veya kompleks mekansal sistemlere yönelik sınır ağları uygulamaları örnek olarak gösterilebilir (Reggiani ve Nijkamp, 2006).

Mekan ekonomisinin değişik coğrafi ölçek seviyelerinde ve çeşitli zaman boyutlarında karşılıklı bağımlı kompleks iktisadi ilişkiler seti olarak yorumlanmasının temeli, Tobler (1970) tarafından formüle edilen coğrafyanın ilk kanununda bulunabilir. Bu kanun mekandaki her şeyin her şeyle ilişkili olduğunu, ancak yakınındaki şeylerin uzaktaki şeylerden daha çok ilişkili olduğunu öngörmektedir. Kanunun derinliği ve önemi, bölgesel iktisat metodolojisinde - ve coğrafyada - yeterli derecede dikkat çekmemiştir, ancak son zamanlarda kompleksite teorisindeki gelişmeler ışığında yeniden gündeme gelmiştir (Nijkamp, 2007).

3 Mekansal İktisadın Gelişimi

Genelde toplama/yığılma (agglomeration) ekonomisi üzerine gelişen mekânsal iktisadın, "*kentleşme (urbanization) ekonomileri*" ve "*yerelleştirme (localization) ekonomileri*" üzerine yoğunlaştığı görülmektedir ((Malmberg ve diğerleri., 1996); (Lloyd ve Dicken, 1977)). İlki, belirli bir yerdeki (komudaki, bölgedeki) bütün firmalara ve sanayilere uygulanan bölgesel ve kentsel yoğunlaşmanın genel ekonomisidir. Kentleşme ekonomisinin büyük ölçekli operasyonlarından elde edilen tasarruflar, belirli ölçek ve kapsam ekonomilerinin bir sonucu olarak bireysel firmalara aktarılmaktadır. Bunun sonucunda, üretim bantları ve metropoliten bölgeler gibi endüstriyel temel bölgeler ortaya çıkmaktadır. İktisat literatüründe açıklanan ikinci tür toplama ekonomileri, benzer veya birbiriyle bağlantılı endüstrilerle uğraşan firmaları ilgilendiren spesifik faaliyetler olan "yereleştirme (localization) ekonomilerini" içermektedir. Bu da, ilgili firmaların mekânsal yapılarının ortaya çıkmasına yol açmaktadır (Bagley, 2010).

Bu bağlamda toplama ekonomisi ile ilgili mekânsal iktisadın düşünce okularındaki yeri ticaret teorisi ve yeni ekonomik coğrafya kapsamında aşağıda ele alınmıştır.

3.1 Neoklasik Teori ve Yeni Ticaret Teorisi

İktisat literatüründe coğrafya/bölge unsuruna yeterince yer verilmemesi sebebiyle, mekansal iktisadın iktisat disiplini içinde gerektiği ölçüde kendisine yer bulamadığı söylene de, Ricardo (1821) tarafından yapılan göreceli verimliliğe dayalı arazi kullanım teorisi mekansal iktisadın ilk örneklerini oluşturmaktadır. Mekan/konum (location) iktisadı ile ilgili olarak neoklasik teori Ricardo (1821) üzerine kurulmuş ve daha sonra Heckscher (1919), Ohlin (1933), Weber (1909), ve Vanek (1968) tarafından takip edilmiştir. Böylece ticaret teorisinin ilk kolu tarafından mekansal ekonomi için sadece yerel üretkenlik farklılıklarına dayanan bir çerçeve geliştirmiştir. Bu yaklaşım, daha sonra, her tür mal için dışsal teknolojik farklılıkları göz önüne almak için genelleştirilmiştir. Ticaret teorisinin ikinci kolu, mekan üzerindeki 5 faktör varlıklarındaki farklılıklara dayanır. Bu Heckscher-Ohlin ticaret teorisi olarak adlandırılmıştır. Ricardian ve Heckscher-Ohlin yaklaşımları, konumun (dışsal) "karşılaştırmalı avantajların" varlığına dayanan sofistike yer ve ticaret teorilerine yol açmıştır (Duranton, 2008).

Ricardian ve Heckscher-Ohlin yaklaşımlarının dayandığı tam rekabet, homojen ürünler ve ölçeğe göre azalan getiri ile karakterize edilmektedir. Firmanın konumu dışsal olarak belirlenmektedir. Krugman (1993) mekansal dağılımların, doğal kaynakların, teknoloji ve üretim faktörlerinin veri olduğu dışsal olarak meydana gelmesini "ilk doğa" (first nature) olarak adlandırmaktadır. İktisadi faaliyetin yaygınlaşmasına ya da yoğunlaşmasına neden olan bu gibi temel özelliklerin yayılması ya da yoğunlaşmasıdır. Bu tür coğrafi yayılımlar ve yoğunlaşmalar, dolayısıyla endüstriler arası uzmanlaşmanın sonucunda, yani farklı sektörlerin karşılaştırmalı bir avantaja sahip oldukları belirli bir konumda yerleşmeleri ile ortaya çıkmaktadır. Ticaret maliyetinin olmadığı varsayımı altında, talebin mekansal dağılımları yalnızca ticaret örüntüsünü etkilemekte, üretim yeri etkilenmemektedir. Ancak ticaret ma-

liyetlerinin olduğu varsayımı altında, faaliyetin konumsal (locational) dağılımı, ticaret maliyetleri ile pozitif bir şekilde ilişkilendirilmektedir. Dolayısıyla, mobil faktörler, daha yüksek getirisi olan bölgelere doğru ilerlemeyi daha karlı bulmaktadırlar. Böylelikle, ticaret maliyetleri engelleyici olduğunda, talebin coğrafi dağılımının takibiyle, endüstrilerin mükemmel yayılımı meydana gelmektedir (Bagley, 2010).

Ancak bu yaklaşımlar, uluslararası ticaret disiplini merkezli olmasına rağmen, mekansal iktisat teorisinin geliştirilmesinde çok daha az önemli bir rol oynamıştır. Dış ticaret teorisi yerine mekansal ekonomi, ulaşım maliyetleri olduğunda dışbükey olmamanın (nonconvexities) varlığına odaklanmıştır. Bu odak noktasının ana nedenlerinden birisi, karşılaştırmalı üstünlük ticaret akışlarını dünya düzeyinde anlamak için çekici bir açıklama oluştursa da, ülkelerdeki endüstrilerin konum örüntüleri için en iyi şekilde kısmi bir açıklama yapmaktadır ve büyük metropol alanlarında nüfusun büyük konsantrasyonları açıklamak için çok çaba sarfetmektedir. Bunun yerine, üretim ya da tüketimdeki dışbükey olmayan, mekansal ekonomi ile ilgili temel sorulara ikna edici cevaplar vermek için daha umutlu görünmektedir. Bu dışbükey olmamayı modellemenin en kolay yolu, kısmi denge çerçevesinde bazı bölünmezlik varsaymaktır. Bu tür çalışmanın öncüsü, Thünen (1826) çalışmasıdır (Duranton, 2008).

Neoklasik teorisinin dış ticaretle ilgili Ricardian ve Hecksher-Ohlin yaklaşımlarından sonra Yeni Ticaret Teorisinin (YTT) oluşmasına, Krugman (1979, 1980, 1981), Dixit ve Norman (1980), Helpman ve Krugman (1985) ve Weder (1995) öncülük etmiştir. Doğal kaynaklar ve üretim faktörlerinin bölgeler arasında eşit olarak dağılmaması üzerine kurulmuştur. Neoklasik teorisinin aksine, tüm dışsal "ilk doğa" unsurları pazar büyüklüğünün dışında bırakılmaktadır. YTT pazar büyüklüğünün, belirli bir ülkedeki işgücünün büyüklüğüne göre belirlendiğini ve bunun da ülkeler arasında değişmediğini öngörmektedir. Eksik rekabet, farklılaşmış ürünler ve ölçüğe artan getiri gibi 'ikinci doğa' özellikleri ortaya atılmıştır. Dolayısıyla, bu gibi özellikler doğal avantajlardan bağımsızdır ve tamamen içsel (endojen) niteliktedir. Mekansal dağılımların çıktısı iki katmana ayrılmaktadır. Birincisi, sektörlerin ürün piyasalarına en iyi erişimi sunan yerlerde kümelendiği sektörler arası uzmanlaşmadır. İkinci katman, her bir firmanın eşsiz ve yatay olarak farklılaşmış çeşitli endüstri malı ürettiği endüstri içi uzmanlaşmadır. Ticaret maliyetleri sıfıra düşme eğiliminde oldukça, iktisadi faaliyet çekirdek pazarın yakınında kümelenme eğilimi gösterecek ve çekirdek (core) ve çevre arasındaki sanayi içi ticaret ortadan kalkacaktır (Bagley, 2010).

Neoklasik teori (NKT) ve yeni ticaret teorisi (YTT) ile ilgili olarak, yığılma/toplaşma ekonomileri, coğrafi bir alan içindeki firmalar, kurumlar ve altyapılar arasındaki bağların ölçek ve kapsam ekonomilerine neden olduğu bir sürecin sonucudur. Özellikle, bu, genel işgücü piyasalarının ve uzmanlaşmış beceri havuzlarının geliştirilmesi, yerel tedarikçiler ile müşteriler arasındaki gelişmiş etkileşim ve altyapı geliştirmesinden kaynaklanmaktadır (Malmberg *ve diğerleri.*, 1996). Toplaşma/aglomerasyon firmaları arasındaki verimlilik ve yoğunluk odaklanmasına rağmen, McCann (1995) bu bağların ampirik olarak zayıf olma eğiliminde olduğunu bulmuştur. Gerçekte, firmaların büyük bir çoğunluğu, aynı sektördeki diğer firmalarla, mekansal kümelenme varlığında bile ticaret bağlantıları ya çok az ya da hiç yoktur (Bagley, 2010).

Yeni Ticaret Teorisinin bazı unsurları patikaya bağımlılık ve ağ etkileri gibi bazı olguları yakalasa da, ilk iki düşünce okulunun temel aldığı ilkelere yönelik bazı eleştiriler mevcuttur. İki okulda ekonomide dengelerin matematiksel olarak uygulanabileceğini öngören Walras (1896) tarafından önerilen fikirlere büyük oranda bağımlıdır. Bu fikirlerin çoğu, 19. yüzyıl termodinamiğinin fikirlerine, özellikle de termodinamiğin "enerjinin yokken var, varken yok edilemeyeceğini" öngören ilk kanununa (veya enerjinin korunumunun ilkesinin) dayanmaktadır. Beinhocker (2006)'in savunduğu gibi, bu tür ekonomik denge fikirleri, entropiyi açıklayan ikinci kanunu görmezden gelmektedir. Fizik biliminde entropi, evrendeki tüm maddenin kaçınılmaz şekilde parçalanmasını içerir ve sonuçta düzensizlik ve kaosun oluşumuna yol açar. İkinci kanunu göz ardı eden bu durağan/kararlı durum dengesine ilişkin fikirler sorgulanmaktadır (Bagley, 2010).

3.2 Yeni Ekonomik Coğrafya

Günümüzde ise mekansal iktisat, iktisadi faaliyetlerin neden belirli bölgelerde yığıldığı sorusuna, neoklasik iktisadın tam rekabeti içeren temel varsayımının ötesinde, eksik rekabete dayalı genel denge modellerini kullanarak, uluslararası ticaretin incelemesinin aksine, iktisadi birimlerin coğrafi olarak mobil olduğunu varsayarak yanıt bulmaya çalışan Yeni Ekonomik Coğrafya (YEC-New Economic Geography) akımının gelişmesiyle yeni bir boyut kazanmıştır. Yeni Ekonomik Coğrafya modellerinin temel amacı coğrafi mekanda meydana gelen çok farklı ölçeklerdeki ekonomik yığılmanın (kümelenmenin) oluşumunu açıklamaktır. Yeni Ekonomik Coğrafya yaklaşımı Marshall (1890)'ın görüşüne dayalı olarak 1990'ların başında Krugman tarafından ortaya atılmış ve Fujita ve Mori (2005) öncülüğünde gelişmiştir.

YEC; iktisadi faaliyetlerin eşit olmayan bir şekilde mekanda dağılımının, coğrafi koşulların özelliklerinden bağımsız olarak dışsal (ekzojen) ortaya çıktığını kabul edilen "ilk doğa" yerine, bölgesel kümelenmelerin varlığında, ikincil doğa (second nature) olarak anılan içsel (endojen) unsurları dikkate almaktadır (Fujita ve Mori, 2005). Bu bağlamda YEC akımı, tam rekabetçi genel denge modelleri ile ele alınamayan ikincil kökenleri açıklamaya yönelik teorik/ampirik çabaları içermektedir (Ozdemir ve Başkol, 2015). Yeni Ekonomik Coğrafya modellerine göre; faktörlerin ve firmaların mobil olduğu varsayımı altında konum tamamen içsel (endojen) hale gelmekte ve 'ikinci doğa' her şeyi belirlemektedir. YEC modelleri analitik olarak, tek bir endüstrinin homojen şekilde dağılmış emek ve çıktısı ile soyut iki veya üç boyutlu bir uzayla başlamaktadır. Ekonominin, piyasa büyüklüğü dışsallıkları ve girdi-çıkıtı bağlantıları gibi 'ikinci doğa' özellikleri nedeniyle, bu türden homojen bir dağılım, dengesiz olma eğilimindedir. Bu, kendi kendini güçlendiren toplama işleminin gerçekleştiği "ikinci doğa" özelliğinden kaynaklanmaktadır. Yeni bir yer dengesi, başlangıçtaki emek ve çıktı/üretim dağılımındaki bozukluklardan kaynaklanır ve herhangi bir yeni dengenin spesifik konumu, bozukluğun doğası yanı sıra sektöre veya endüstriye özgü özelliklere de bağlıdır. Dahası, bu tür merkezci kuvvetler, sabit faktörlerin fiyatlarındaki artış gibi verilen merkezden uzaklaşan (centrifugal) kuvvetler ile çatışabilir. Sonuçta olan ekonominin aracılık maliyetlerinde en çok mekansal olarak kutuplaşan bir hale gelmesidir ve böylece toplama ekonomileri monoton olmayan şekilde ekonomik entegrasyonla ilişkilidir (Bagley, 2010).

YEC akımı, açıklama biçimi olarak benimsediği matematiksel formalizm ve modelleme ile neoklasik iktisat ile aynı metodolojik tercihleri paylaşmasına rağmen, iktisadi faaliyetlerin yerleşim alanı olarak belirli bölgeleri tercih etmesi ve bu tercihe bağlı olarak oluşan bölgesel yığılmaların nedenlerine verdiği cevaplar ve sahip olduğu teorik çerçeve ile yerleşik iktisattan ayrılmaktadır (Ozdemir ve Başkol, 2015).

3.3 Mekansal İktisat Anlayışının Modellenmesi

Bu çerçevede mekansal ekonomileri modellemek için, iki temel yaklaşımın literatürde hakim olduğu görülmektedir. Birincisi Henderson (1974)'in çalışmalarını izleyen "kentsel sistemler" yaklaşımı olarak bilinmektedir. Bu bağlamda, şehirler, "yığılma ekonomileri" ile kentsel kalabalık arasındaki dengeden kaynaklanarak içsel olarak ortaya çıkmaktadır. Burada her iki kuvvet tipi de çeşitli mikroekonomik temeller kullanılarak modellenmektedir. Şehirler ayrıca birbirleriyle ticaret yapabilmekte ve bu doğrultuda işçiler nerede çalışacaklarına karar verebilmektedirler. Bu literatür dizisi, pek çok kentin uzmanlaşma eğiliminden başkalarının inovasyon sürecindeki rollerine çeşitlilik kazandıran pek çok stilize olgunun kentsel sistemler hakkında çoğaltılmasında başarılı olmuştur (Duranton, 2008).

İkincisi Krugman (1991) çalışmasından sonra, yeni ekonomik coğrafya mekansal ekonomide temel "genel denge" yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, toplulaştırmanın ve dağılmanın dengelenmesinin merkezinde ticaret maliyetlerini ortaya koymaktadır. Daha büyük pazarda toplanma, tüketicilere daha iyi bir erişim imkânı vermesinden ötürü firmalar için faydalıdır. İşçiler ise, bölgeler arası ticaret maliyetleri ödemediği mal satın alabilmek için daha büyük piyasada olmak istemektedirler. Krugman'ın modeli, Dixit

ve Stiglitz (1977) ürün farklılaştırma modelini temel almakta ve Myrdal ve Sitohang (1971)'in döngüsel ve kümülatif nedenselliğinin biçimlendirilmesini sunmaktadır. Bunun ötesinde yığılma/toplaşma her zaman bir dengenin sonucunda oluşmamaktadır. Bunun nedeni, toplaşma sırasında, çevrede satılan malların çoğunun merkezden gönderilmesi ve bu nedenle fiyatların oldukça yüksek olabilmesidir. Bu durum, çevredeki firmaları karlı hale getirebilmektedir. Ticaret maliyetleri yüksek olduğunda, imalatın dağılımı aslında Krugman'ın modelinde benzersiz bir dengedir. Öte yandan, ticaret maliyetleri düşük olduğunda, çevredeki kalıcı talebe hizmet etmek düşük bir maliyetle elde edilebilmekte ve aglomerasyon meydana gelmektedir (Duranton, 2008).

Arthur (1994) ise, mekansal ekonomi ile ilgili literatürde "önceden belirlenmiş" (preordained) ve patika bağımlılığı olarak iki farklı görüş olduğunu belirtmiştir. İlk görüşü Alman geleneğinde oluşturan von Thünen'in yazılarıyla ilişkili olan, ilk dönem Weber, Predöhl, Christaller, Lösch ve Isard endüstrinin mekansal evrimini coğrafi olarak maddi imkanlar (endowments), ulaşım olanakları ve ekonomik ihtiyaçlar tarafından "önceden belirlenmiş" olarak görmektedir. Bu görüşte, konumun (locational) tarihi önem taşımamaktadır. Temel faktörler coğrafi farklılıklar, sevkiyat maliyetleri, piyasa etkileşimleri, fiyatların ve kiralardan mekansal dağılımıdır. Sonuç kesin ve kolayca öngörülebilir, benzersiz bir denge örüntüsüdür. Çünkü bu konumsal (locational) dünyanın statik ve eşsiz bir görünüşüdür ve Arthur söz konusu durumu durağan (statis) olarak adlandırmaktadır (Batten, 2000).

Bu görüş Marshall (1890)'den bu yana, üzerinde durulan ekonomik denge sorunu ele aldığından "denge yerleşim teorisi" olarak da adlandırılmaktadır. Lösch (1954) ve Isard (1956)'den başlayarak mekansal denge analizi, Takayama ve Judge (1971) tarafından geliştirilen bölgesel ekonomide önemli bir yere sahiptir. Tüm bu modeller, ajanların sınıflarının ekonomik davranışlarının sistem genelindeki etkilerini kapsamaktadır. Birden çok sektör ve bölgede, mekansal-ekonomik ağlarla ve endojen fiyat oluşumuyla baş edebilmektedirler. Mekan ekonomisinde, diğer taraftan mekansal (konumsal) fiyat denge modelleri ve genel (rekabetçi) mekansal denge modelleri bulunmaktadır. Sonuçta, denge analizi, (mekânsal) ekonomik araştırmada saygın bir konum kazanmıştır. Ancak dinamik bir ağ bağlamında; bir mekansal-ekonomik dengenin belirli bir ağ yapısına ne kadar bağlı olduğu sorusu ile bunun aynı zamanda hangi ağ morfolojisinin ekonomik açıdan etkin olduğu sorusunu gündeme getirmektedir. Bu sorular, denge analizine büyük bir meydan okuma anlamına gelmektedir (Nijkamp, 2007).

İkinci grup, sanayinin/endüstrinin konumunu (location) daha çok, halihazırda mevcut konumu destekleyen ve böylece güçlenen yeni endüstrinin organik bir süreci gibi patika bağımlı olarak görmektedir. Bu grubu, daha sonraki Weber, Engländer, Ritschl ve Palander çalışmaları oluşturmaktadır. Bu görüşte coğrafi özellikler ve ekonomik faktörler (ulaşım maliyetleri gibi) için hala bir rol olmakla birlikte, baskın itici güçler toplaşma (agglomeration) ekonomileridir. Bu noktada Engländer ve Palander, Weber'in teorisinin, gerçek gelişme sürecini ve kendini güçlendiren toplaşma merkezleri olarak mevcut üretim noktalarının tarihsel avantajlarını çok fazla vurgulamadığını iddia ederek eleştirmektedirler. Patika bağımlı bir dünyada, tarihteki tesadüfi olaylar çok önemli bir rol oynamaktadır. Bu görüşe Arthur (1994) morfogenez olarak bakmaktadır. Firmalar açısından konu ele alındığında toplaşma (aglomerasyon) güçlü bir kuvvet olup, yoğun yerleşmiş bazı bölgelerin, daha iyi altyapı, daha çeşitli (diverse) emek piyasaları, daha uzmanlaşmış hizmetler ve yüz yüze iş yapmak için daha fazla fırsat sunduğu ve Arrow'un tanımıyla endüstrisinin "yaparak öğrenme" eğrisine karşı daha duyarlı firmaların bulunduğu sürece, morfogenez dünyasının hakim olduğu söylenebilir (Batten, 2000).

Statis (durağanlık) veya morfogenez? Hangi açıklama doğru? Günümüzde gözlemlediğimiz mekansal örüntülerin çoğunun her iki unsurdan birinden ziyade, tesadüf ve gerekliliğin bir karışımı ile oluşmuş olması muhtemeldir. Endüstri ve insanlar, ihtiyaç duydukları kaynakların bulunduğu yerlerde toplandığından, başlangıçta bu yoğunlaşmalar tesadüfen kentsel bileşenlerin gelişmesine neden olarak kentler kurulmuştur. Bu morfogenez dünyasıdır. Bununla birlikte, öncü ajanların yer seçimlerinin coğrafi veya ekonomik ihtiyaçlar tarafından önceden yapıldığı ölçüde ortaya çıkan bileşenler saf gerekliliği yansıtmaktadır. Bu ise durağanlık (statis) dünyasını göstermektedir (Batten, 2000).

4 Mekansal İktisat ve Kompleksite Teorisi

Tüm kompleks sistemlerin paylaştığı ortak bir özellik, doğrusal olmayan dinamikler ve farklı alan zaman ufukları ve öğrenen ajanlar arasındaki etkileşimlerin bir sonucu olarak, beklenmedik düzensiz davranışlar da dahil olmak üzere çok çeşitli dinamik davranış sergileyebilmeleridir. Kompleksite teorisi son yıllarda hem doğal bilimler hem de sosyal bilimlerde birçok disiplinde önemli bir metodolojik paradigma haline gelmiştir. Kompleks sistemler, bileşenleri arasında doğrusal olmayan dinamik bağımlılıklar ile karakterize edilen - genellikle öngörülemeyen - evrim yörüngelerine sahiptir. Kompleksitenin teorik temeli, rekabet, uyarlanabilir potansiyel ve doğal seçimin (seleksiyonun) önemli bir rol oynadığı evrim teorisine dayanmaktadır. Kompleksite teorisi, diğerlerinin yanı sıra ekolojik ekonomi, inovasyon teorisi, emek piyasası teorisi, organizasyon teorisi ve bölgesel ekonomi gibi ekonomiyi de işgal etmektedir (Nijkamp, 2007).

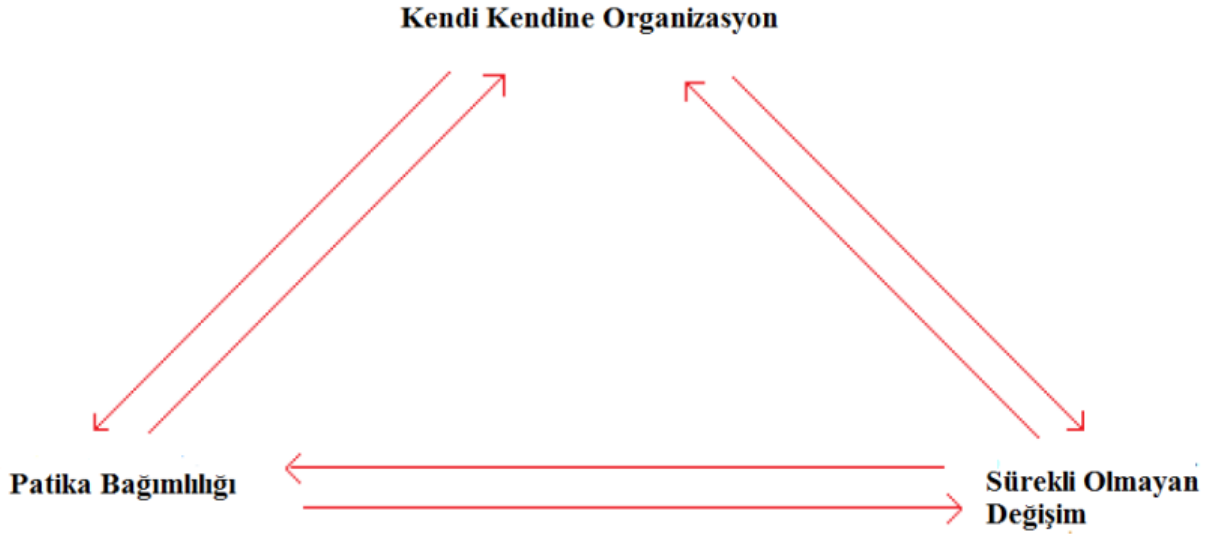
Kompleksite iktisadi, çeşitli mikroekonomik yapı türlerinin belirli bir kitlesele (aggregate) olguya toplam olaya nasıl yol açtığını göstermektedir. Bu durum, çevrenin bütünü ve bireysel aktörleri arasındaki geri bildirimlerle karakterize edilmektedir. Kompleks bir sistem, genellikle, "durağan durumda" bulunan bir sistemden çok, evrilen bir süreç olarak anlaşılmalı ve böyle bir süreç, başkalarının inançları, tercihleri ve fırsatları hakkında sınırlı bilgiye sahip olan birçok aktörün ve bu inançların birbiriyle olan ilişkilerini içermektedir. Söz konusu inançlar bir bütün olarak çevreden gelen geribildirimden evrilmektedir. Dahası, görünüşte tesadüfi yeniliklerin kalıcılığını ifade eden 'patika bağımlılığı' kalıcı sonuçlar doğurabilmektedir (Bagley, 2010). Kompleksite biliminin fikirlerini mekansal ekonomilere göre Krugman (1996a) şöyle özetlemiştir;

"İktisadi yer/konum (location) analizi - ekonominin coğrafyası - kompleksitenin tipik sözlerini en açık ve dramatik biçimde uygulayan ekonominin alt alanıdır. Mekansal ekonomi, patika¹¹ bağımlılığı ile karakterize edilen kendi kendini organize olan/eden bir sistemdir; bireysel kararların etkileşiminin toplam düzeyde beklenmedik şekilde beliren (emergent) davranışlar ürettiği bir alandır; dinamik görünüm genelde sağlamdır ve mekansal iktisadın gelişimi, tipik olarak, dinamik değişkenlerinin (driving variables) kademeli (gradual) olarak değişmesinin sonuçta ortaya çıkan davranışta kesintili (discontinuos) değişimlere neden olduğu "noktalı (punctuated) dengeler"i içerir. İlave olarak ekonomik coğrafyada, birçok fizik biliminde olduğu gibi, şaşırtıcı ampirik düzenlilikler vardır - şehir boyutlarını tanımlayan basit güç kanunu gibi"

Mekansal ekonomik sistemin kompleks yapısı üç temel kavram tarafından desteklenmektedir. Bu üç kavram şu şekildedir (Krugman, 1996a, p. 8)

1. 1. Kendi Kendine Organize Olma (self-organization): Bireysel ajanlar arasında küçük ölçekli etkileşimler kendiliğinden büyük ölçekli bir düzen oluşturabilir veya düzenin ortaya çıkmasını sağlayabilir.
2. Patika Bağımlılığı¹: Başlangıç koşullarındaki küçük farklılıkların uzun vadeli yapılandırmada büyük bir etkisi vardır.
3. Sürekli Olmayan Değişim (discontinuos change): Yerel (locational) davranışı yönlendiren altta yatan faktörlerdeki küçük miktardaki (quantitative) değişiklikler, bazen davranışlarda büyük niteliksel (qualitative) değişikliklere neden olabilmektedir.

¹Geçmiş bugün üzerindeki belirleyici etkisini vurgulayan bir kavramdır. Sistemlerin geçirmiş olduğu aşamalar, belirli bir etkinin doğurduğu sonuçlar üzerinde etkili olurlar; yani tarihsel-bağımlılık söz konusudur. Sisteme verilen küçük, rassal bir şok çoğunlukla sistemin geribildirim yapıları tarafından güçlendirilip, beslenerek zaman ve mekanda geri döndürülmez etkiler yaratarak, patika bağımlılığının ortaya çıkmasına neden olmaktadır.



Şekil 1: Kompleks Uyarlanmış Bir Sistem Olarak Mekansal İktisat

Yukarıda belirtilen üç kavramın, birbiri üzerinde karşılıklı bir etkiye sahip olduğu, yani birinin kuvvetini alıp, diğer ikisinin gücünü azaltacağı (Şekil 1'de görüldüğü gibi) belirtilmektedir. Bu üç kavram birlikte, kompleks uyarlanmış (adaptif) bir sistem üretirler. Kompleks uyarlanmış sistem terimi Santa Fe Enstitüsü tarafından, çok çeşitli ve birbiriyle bağlantılı unsurlardan oluşan kompleks ve uyarlanmış tecrübelerden ve değişimlerden öğrenebilen bir sistemi tanımlamak için kullanılmıştır (Bagley, 2010).

Kendi kendine organize olma, sistemlerin dışsal kontrol olmaksızın kendilerinin yapısını kazanması ve sürdürmesi için dinamik ve uyarlanabilir bir süreçtir. 'Yapı', mekânsal, zamansal veya işlevsel (fonksiyonel) bir yapı olabilir. Dışsal kontrolün olmaması, sistemin dışından yön, manipülasyon, müdahale, baskı veya katılımın bulunmadığı anlamına gelmektedir. Bir sistemin kendi kendini düzenleyip organize edip etmediğine karar verirken, sistemin 'sınır' tanımlaması son derece önemlidir. Dışsal bir kontrol olarak ne düşündüğüünün ve ne olmadıklarını belirtmek önemlidir (De Wolf ve Holvoet, 2004). Kapalı sistemler entropilerini azaltamayacaklarından, kendiliğinden örgütlenme enerjinin devamlı aktığı yalnız açık sistemlerde görülür.

Genellikle kendi kendine organize olma (self-organization) ve kendi kendine organize olan (self-organizing) ekonomilerin göstergesi olarak Krugman (1996b) tarafından belirtildiği gibi, güç kanunları görülmektedir. Mekansal bir bağlamda, bu, birkaç büyük ve bir çok küçük örüntünün hakim olduğu yüksek örüntü çeşitliliği sergilediğini göstermektedir. Örüntü boyutundaki değişiklikler, tüm ölçeklerdeki örüntü dağılımını etkiler.

Dolayısıyla, yukarıdaki mekanizmanın bir veya daha fazla bağımsız değişkenin temsilcisi olarak üç ilke kullanılarak test edilebileceği umulmaktadır. Ayrıca, böyle bir testin mümkün olduğunca varsayimsız olmasını ve yığılma/toplaşma ekonomilerinin özelliklerini yığılma/toplaşma (agglomeration) ekonomilerin geçici nedenleri yerine, kompleks uyarlanmış bir sistem olarak test ederek birçok varsayım ihmal edilebilmektedir (Bagley, 2010).

5 Mekansal Komşuluk - Açık Sistemlerde Mekansal Etkileşim

Genel anlamda mekansal iktisat alanının, coğrafi mekanlardaki/yerlerdeki iktisadi ajanların etkileşimlerinin incelenmesi olarak yorumlandığı düşünüldüğünde mekansal komşuluk yada mekansal etkileşim

öne çıkmaktadır.

Mekân iktisadı, insanların, malların veya bilginin iktisadi akışlarının (hareketinin) değişik derecelerde açıklandığı interaktif bir sistemdir. Mekansal bir sistemin bileşenleri arasındaki dinamik etkileşimler, coğrafyanın ilk kanunun belirttiği gibi, aktörlerin davranışı ile mesafe sürtüşmeleri arasındaki karşılıklı bağımlılıklar tarafından işlevsel olarak belirlenmektedir. Bu mekansal etkileşimler, doğada sabit/durağan (stable) olabilmekte (diğer bir deyişle sabit dış koşullar altında çalışır) veya dış dünyadaki dağınık evrimsel süreçlerin bir sonucu olarak değişebilmektedir. Son durumda, model parametreleri zamana bağlı hale gelerek, doğrusal olmayan kompleks dinamikler ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Ayrıca, kompleks ağ yapılarındaki bağlantılar (diğer bir deyişle, etkileşimin nitel örüntüleri), incelenen iktisadi değişkenlerin dinamiklerini etkileyebilmektedir. Bu, süreksiz (discontinuous) değişiklikler, asimetric davranış veya genel olarak kararsız evrim örüntülerini yaratabilmektedir. Ancak uzun süredir doğrusal olmayan dinamik modelleme ile ilişkili matematiksel-istatistiksel problemler, sosyal bilimlerde bu olguların operasyonel analizine engel oluşturmıştır. Son yıllarda ileri hesaplama yöntemlerinin gelişmesi ile araştırmacılara mekansal-ekonomik kompleksite dahil olmak üzere kompleks modellerde yapısal değişikliklerle uğraşmasına imkan vermeye başlamıştır (Nijkamp, 2007).

Kompleksite iktisadı için gerekli bir mekansal metafor varsa, bu 'ağ'dır. Komplekslik yaklaşımları 'ekonomiyi' sayısız akış ve bağlantılar olarak açıklamakta ve bunlar tamamlanmamış ve seçici ağların bilgilerine dayanmaktadır. Kompleks düşünme, parçaların en güçlü olarak en yakın komşularıyla etkileşim kurduğunu varsayma eğilimlidir ve bazı fiziksel sistemlerde bu bir mesafe azaltma formu anlamına gelmektedir. Öyleyse yerel kompleks ekonomiler fikri etkileşimde bulunan maddeler coğrafik olarak yerelse en uygun uygulamadır. Ancak, mesafe en az mekansal kadar veya çok daha 'ilişkisel' ise, 'yerel' etkileşimler her zaman mekansal yakınlığa çevirilemez ve her zaman sosyo-ekonomik alt sistemlerin mekansal bitişik olduğunu varsayamaz. Sosyo-ekonomik sistemler kısımları tamamen farklı mekansal bölgelerde olabilir ve sistemler birbirinin içine işleyebilir ve böylece bu kısımlar aynı anda farklı sistemlerin kısımları olabilir. Yine de yerel etkileşimler basitçe seçilmiş diğer parçalarla etkileşim anlamına geldiği kabul edilmektedir (Martin ve Sunley, 2007).

Mekânsal iktisadın, uzaklıklara/komşuluklara dayanlı ilişkileri modellemesi, özellikle bölgesel ve kentsel analiz çalışmalarında (bölgesel büyüme, bölgesel gelir eşitsizliği, konut fiyatları), mikro iktisatta monopolcü rekabet piyasalarında fiyat oluşumunda sık kullanılmaktadır. Mikro iktisatta lokal rekabet, daha çok firmanın iki taraftan kendisine komşu olan iki diğer firma ile rekabetini ifade etmektedir. Bu anlamda, düz bir hat üzerinde tek yönlü bir fiyat bağımlılığının olduğunu düşünmek mümkündür. Bu bağımlılık, uzaklık ile ters orantılı olarak değişmektedir. Bir başka deyişle, uzaktaki firmaların fiyat rekabetine çok az etkisi olmakta veya hiç etkisi olmamaktadır (Tuzcu, 2016).

Mekansal dinamiğin dış güçlere bir tepki olup olmadığı veya içsel gelişmeler tarafından üretilip üretilmediği sorusu söz konusudur. Dinamik sosyo-ekonomik sistemlerin işleyişine geleneksel olarak iki farklı bakış açısı bulunmaktadır. Köktencilik (Fundamentalist) bakış açısı, bu tür sistemlerin doğal olarak istikrarlı olduğunu ve saptanan dalgalanmanın kaynağının yalnızca temel kökün dışsal varyasyonlarında var olduğunu kabul etmektedir. Bir başka (Keynesgil) görüş, gözlemlenen dalgalanmaların önemli bir bölümünün, özellikle oynaklık (volatility) beklentileri gibi, endojen (içsel) faktörlere bağlı olabileceğini iddia etmektedir (Reggiani ve Nijkamp, 1998).

Benzer "de Manski (1993) ise, bireylerin neden komşu gözlemlerden etkilenebileceğini açıklayan üç çeşit etkileşimden bahsetmiştir: (i) İçsel Etki (Endogeneous Effects): Bireyler, grup davranışı ile uyumlu hareket etme eğilimi gösterebilir. (ii) Dışsal Etki (Exogeneous Effects): Bireyler, grubu oluşturan dışsal karakteristiklere benzer hareket etme eğilimi gösterebilir. (iii) İlişkili Etki (Correlated Effects): Aynı gruba üye olan bireyler, benzer kişisel özelliklere sahip oldukları veya benzer çevresel etkilere maruz kaldıkları için aynı "de davranma eğilimi gösterebilirler. Burada dikkat edilmesi gereken nokta; içsel ve dışsal etkilerin diğer mekânsal birimlerden kaynaklanmasına karşın, ilişkili etkinin çevre faktörleri sebebiyle ortaya çıktığı gerçeğidir (Tuzcu, 2016).

Anselin (2013), uzaklıkların modelleme sürecine dahil edilmesi ile ortaya çıkan etkileri "mekansal

etki (spatial effects)" olarak tanımlamakta ve komşuluk ilişkisinin temel nedenlerini mekansal bağımlılık ve mekansal farklılık/çeşitlilik (mekansal heterojenlik) olarak ikiye ayırmaktadır. Bu etkilerden ilki olan mekânsal bağımlılık, temel olarak Tobler (1970) ifade ettiği: coğrafyanın birinci kanununa dayanmaktadır. Mekansal bağımlılık sonucunda, mekan olarak komşu olanların verileri komşu olanların verileriyle ölçüm hatasına bağlı olarak etkileşim içerisinde olabilirler ve mekansal olarak birbirlerine yakın olanların daha fazla ilişkide buldukları kabul edilebilir. Komşuluk ilişkisinin ikinci nedeni olan mekansal farklılık ise mekandaki ilişkilerin değişmesi olarak tanımlanmaktadır. Yani mekanda alt kümeler alındığında, bu alt kümelerde komşu olanların hata terimlerinin varyansı birbirine eşit olmakta ancak onun dışındakilerde varyans farklılaşmaktadır. Başka bir deyişle hata terimleri arasında bir ilişkinin olabileceği kabul edilebilir ((Yeşilyurt, 2008); Tuzcu (2016)).

Mekânın bir diğer mekan arasında ilişkisinin-geçişin olması ve geçişin niteliği bir yandan mekanları organize ederken bir yandan da kullanıcılar arasındaki ilişkiyi karakterize etmektedir. Bunlara ek olarak mekânın daha çok bir örüntü olduğu söylenebilir. Bu bakımdan mekan kurgusu işlevsel organizasyondan çok ilişkiler organizasyonudur ve sosyal ilişkiler ve süreçler kendilerini mekan ve mekansal ilişkilerle ifade eder. Böylece mekan içinde ilişkili yakınlığın ilişkisiz sınırdışıktan daha anlamlı olduğu düşünülmektedir. Mekansal komşuluk kavramı, yapı içinde mekansal geçişlerle mekanların birbirine bağlanması olarak yorumlanabilir. Bu nedenle mekansal komşuluk için geometrik yakınlığın önemli olmadığı, uzaklık kavramının geçilen bağlantı sayısı ile ilgili olduğu düşünülebilir. Dolayısıyla mekansal komşuluk kavramında yapısal ilişkinin doğal olarak geometrik değil topolojik olduğu söylenebilir (Erman, 2017).

Mekan bileşelerinin anlaşılması için mekanların ilişkili olmaktan doğan yakınlıklarını incelemek gerekir. Hillier (2014)'e göre iki mekan arasındaki ilişki bileşelerini bir üçüncü mekan olmaksızın belirlenemez. Çünkü iki mekan arasındaki ilişki sadece basit bir bağlantı olurken, bileşen bütüne ait ilişkileri anlamaya yaramaktadır (Erman, 2017). Herhangi bir "mekan" komşularının sahip olduğu hâsıla ve üretim yapısı gibi değişkenlerin büyüklüğünden etkilenmektedir. Örneğin eğer komşular daha yüksek (düşük) bir gelire sahipse ilgili mekanda daha yüksek (düşük) bir gelire sahip olmaktadır (Yeşilyurt, 2008).

Mekânsal analizde ekonomik birimler arasındaki ilişkiyi gösteren mekânsal ağırlıkların belirlenmesi yani ilişki ya da yakınlık derecesi ya "coğrafik uzaklıklara" bağlı ya da iktisadi anlamda ulaşım süresi, kişiler arası uzaklıklar, ticaret hacmi vb. şeklinde "coğrafi olmayan uzaklık" olarak tanımlanabilmektedir. Uygulamada, coğrafik temelli uzaklık yapısının kullanılması yaygın olsa da pek çok çalışma Anselin (2013)'in vurguladığı biçimde iktisadi mesafe tanımından da yararlanmaktadır.

Mekansal sistemler, genel olarak hem kısa hem de uzun vadeli çeşitli türde karşılıklı etkileşim gösteren açık sistemlerdir. Önemli politika hedeflerine ulaşmak için uygulanacak politika araçlarının, mekansal-ekonomik değişkenlerin farklı zaman dilimleri ve coğrafi boyutlarını dikkate alması gerekmektedir. Özellikle günümüz dünyasında, mekansal-ekonomik bir sistemde çeşitli kompleks davranışlara neden olabilecek hem farklı merkezli hem de merkezkaç kuvvetleriyle ağ yapılarının ortaya çıkmasının bir sonucu olarak artan bir mekansal bağımlılığa tanık olunmaktadır. Ağların (networks) kullanımı (talep tarafı gibi) hızlı dalgalanan modelleri (örneğin, ulaşım sistemlerinde akışlar) gösterebilir, ancak ağların mimarisi ve tasarımı (yani tedarik tarafı), uzun vadeli bir yapılanma etkisi ile yavaş dinamiklik gösterebilir. Bu, bir mekânsal-ekonomik sistemin dış (sabit) koşullarının ne olduğu sorusunu gündeme getirmektedir. Böylece, evrimsel ve ekolojik temelli sistemler giderek ön plana çıkmaktadır. Geleneksel ekonomik paradigmalardan ceteris paribus maddesine dayanılarak sorunun sorgulanmasına karşın, mekan (spatio)-ekonomik ağ sisteminin dinamikleri ile ilgili çeşitli yeni araştırma sorularına da neden olmaktadır (Nijkamp, 2007).

6 Mekansal Etkileşimli Modeller

İktisadi ajanlar arasındaki mekansal etkileşime dayalı modeller, kompleksite iktisadı bağlamında olarak 4 temel alanda etkin bir "de analiz edilmektedir. Bunlar Reggiani ve Nijkamp (1998);

1. Kentsel sistem
2. Taşıma (transport) sistemi
3. Göç sistemi
4. Endüstriyel üretim sistemi

Söz konusu sektörel çalışmalar, yeni iktisadi coğrafyada, mekansal bir ekonominin etkileşimler sonucu kendi kendine organize olması konularını kapsamaktadır (Yegorov *ve diğerleri.*, 1997). Özellikle Krugman (1996b) geliştirdiği açık bir ekonomide kendi kendini düzenleme modeli aynı zamanda mekânsal iktisat araştırmalarında da önemli bir etkiye sahip olmuştur. Krugman (1996b) çalışmasında kendi kendine organize olan mekansal modeller olarak ele alınan üç model incelenmektedir. Bunlar, Krugman (1993) "Yarış Pisti" (racetrack), Schelling (1971) "Kendi Kendini Organize Olma" ve "Güç Kanunu" modelleridir. Bu modellerin hipotezi, pek çok sanayi sektörünün kendi çekirdek ekonomik tabanını geliştirildikten sonra, ekonomilerin bütünlüğüyle birlikte lokalize olduğudur.

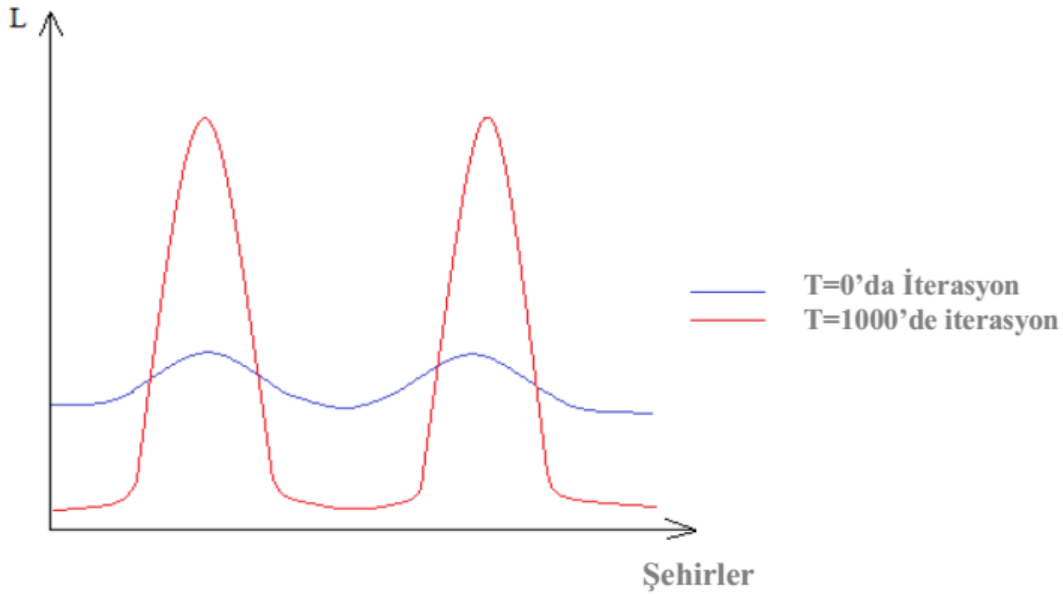
6.1 Kritik Kütle ve 'Yarış Pisti' Modeli

Toplaşma ekonomisi, diğer bölgelerin çoğunluğuna kıyasla daha büyük bir ihracat çıktısı elde edecek olan benzer firmaların geniş bir kümelenmesini sergileyen bir ekonomidir. Bunun için bölgesel ekonomistler "taban çarpanı" (base multiplier) modeli olarak bilinen yöntemlerden faydalanırlar Böyle bir modelde bir bölgenin iki tür faaliyeti vardır: birincisi 'ihracat-temelli', örneğin tüketicilere satılan malları ve hizmetleri üreten faaliyetler ve ikincisi 'temelsiz' örneğin yerel halka mal ve hizmetler üreten faaliyetler. Bir bölgenin gelirinin sabit bir bölümünün bu tür yerel olarak üretilen mal ve hizmetler için harcaıldığı varsayılmaktadır. Bu oransal bir ilişki verir ve aşağıdaki "de ifade edilebilir Krugman (1996b):

$$Y = X + a^2X + a^3X + \dots + a^nX = \frac{X}{1 - a}$$

Burada, a yerel olarak harcanan gelir, X , ihracat sektöründe kazanılan gelir ve Y , bölgenin toplam geliridir. Bu denklemin, ihracat sektöründe kazanılan gelirin yerel bir harcama aX oluşturduğunu ve bu gelirin bir kısmının yerel olarak a^2X olarak harcaıldığı ve bu şekilde devam edeceğini göstermektedir. Pred (1966)'in ölçek ekonomileri fikrini ortaya atarken; ihracat temelinin kritik bir kütleyle ulaştığı durumda, kümülatif bir büyüme sürecini tetiklediğini belirtmiştir. Genişleyen yerel ekonomi, yerel ekonominin daha da genişlemesine neden olan daha büyük bir ithalat ikame faaliyeti yaratmakta ve bu şekilde devam etmektedir (Krugman, 1996b).

Kritik kütle fikri Krugman (1993) "Yarış Pisti Modeli" ne dahil edilmiştir. Model, bir daire etrafında eşit aralıklarla 12 bölge kullandığı için bu şekilde isimlendirilmektedir. Model, daha çok kentleşme sürecine ve tarım ve imalat olmak üzere iki sektörü kullanarak kentlerin oluşumuna odaklanmaktadır. Bununla birlikte, modelin temel kavramları, yerelleştirme sürecini analiz etmek için genişletilebilir. Modelin bulgularının ana sonucu, mekansal ekonominin iktisadi faaliyetin hemen hemen tekdüze dağılımdan hareket etmesi durumunda serilerin bazı bileşenlerinin büyüyeceği ve böylece giderek daha düzensiz bir mekansal dağılımın ortaya çıkacağıdır (Şekil 2). Böylece patika bağımlılığı ve kesikli (sürekli olmayan) değişim, Krugman (1996a) Yarış Pisti Modeliyle yakalanmaktadır.



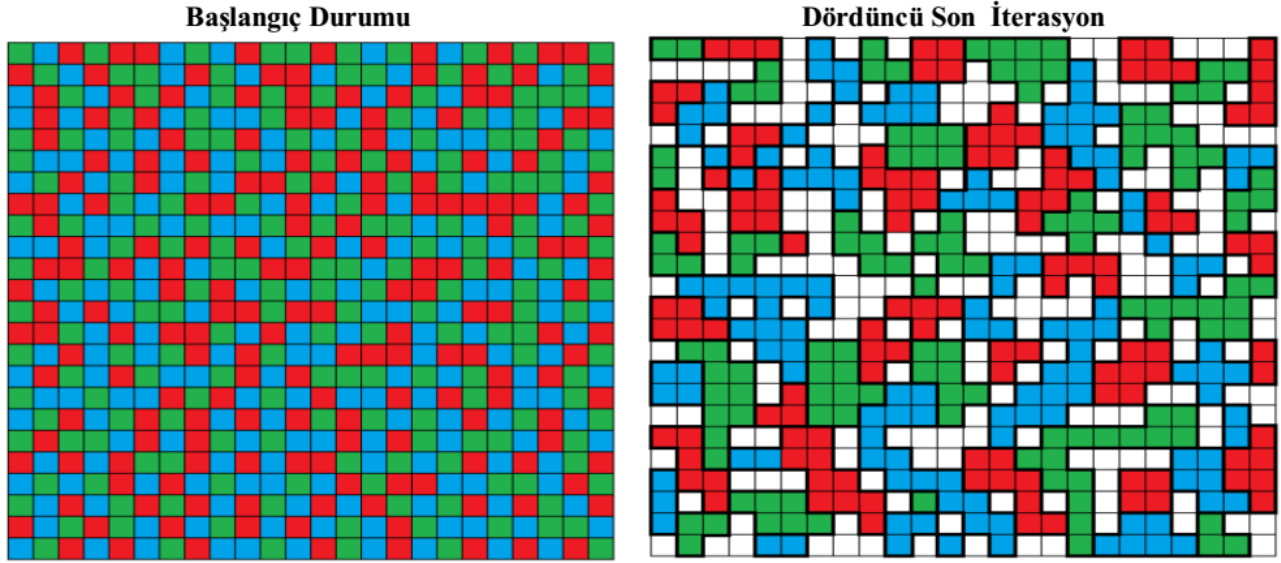
Şekil 2: Yarış Pisti Modeli

Genellikle, on iki şehir yaklaşımını kullanıldığında, iki ya da üç toplama ortaya çıkmaktadır. Böylece, ekonomi, küçük altta yatan kuvvetler veya farklılıkların bir sonucu olarak kendi kendine örgütlenme biçiminde bir evrim yaşayacaktır. Simülasyonun başlangıcında biraz daha büyük imalat seviyesiyle başlayan yerlerin, sonunda en büyük üretim yoğunlaşmalarından biri ile sonuçlanmakta ve hatta komşu bölgelerden gelen daha küçük üretim seviyelerini bile içine aldığı görülmektedir. Ancak, hem kritik kütle hem de yarış pisti modeli fikirleri yerleşme fikri ile ilgili ufak bir açıklama getirmekte ve daha çok endüstrinin bir bütün olarak kentleşmesine yöneliktir. Lokalizasyon fikirlerini kompleks bir ortamda birleştirmek için sektörlerin farklılaşması ve bireysel karakteristikleri dikkate alan düşüncelere ihtiyaç vardır. (Bagley, 2010).

6.2 Kendin Kendine Organize Olma Davranış Modeli

Kendi kendine organize olma davranış modeli, iktisadi kompleksite hakkında ilk makale olarak kabul edilen Schelling (1971) tarafından ortaya atılmış ve bu modelle birlikte iktisadi yapılarda kendi kendini düzenleme süreçlerine olan ilgi artmıştır. Ayrışma (Segregation) modeli, basit mikro davranış kurallarının, kendi kendine organize olan bir makro sonuç yaratacağını göstermek için bilgisayar simülasyonuna hücreli otomata (cellular automata) çalışmalarına dayalı ilk örneklerinden biridir.

Schelling (1971) Ayrışma Modelinde başlangıçta etnik olarak ayrılmış komşulukların plansız bir biçimde nasıl ortaya çıktıklarını ve komşulukların etnik bileşimi söz konusu olduğunda nispeten zayıf tercihler sergileyen bir grup oluşturduğu incelenmiştir. Modelde bir Amerikan şehrinin simüle etmek için, siyah ve beyaz olmak üzere iki tip birey tanımlanmış ve her birey santranc tahtası gibi bir 24x24 kafes/ızgarada (lattice/grid) belirli bir alanı kaplamaktadır. Simülasyon belli kurallara göre iterasyon ile yapılmıştır. Model bireylerin yerleşim mekanı yerine, bir sektördeki firmalar olarak veya farklı ajanlar olarak düşünülebileceği gibi, simülasyon mavi, yeşil ve kırmızı olarak üç farklı ajan içerecek şekilde genişletilebilir. Modelde her bir birey, 8 bitişik komşu karesi olarak tanımlanan komşuları ile ilgilendiği varsayılmaktadır. Her birey, bu komşularının belirli minimum bir oranda aynı türde olmasını istediği kabul edilmektedir. Eğer değilse başka bir boş kareye taşınmaktadır. Her bir birey, komşularının çoğunluğunun kendisiyle aynı tipte olmasını talep ederse böyle bir kuralın ayrılmaya neden olacağı



Şekil 3: Schelling Ayrışma Simulasyonu

açıktır. Söz konusu modelin mavi, yeşil ve kırmızı olarak üç sektöre dayalı olarak simülasyonu Şekil (3)'de gösterilmektedir.

Model, toplu düzenin görünüşte rasgele dalgalanmalardan nasıl kaynaklandığını anlamak için, ajanların diğer ajanlarla ve çevreleriyle nasıl etkileşime girmeyi seçtiğini ortaya koymaktadır. Schelling, bireylerin tek tek bakıldığında keskin bir ayrışma istememesine rağmen, sistemin bütününe bakıldığında keskin bir sosyal ayrışmanın nasıl ortaya çıkabileceğini göstermiştir. Ayrıca Krugman (1996a), Schelling (1971) modeline yönelik iki ek yön belirtmiştir. Birincisi, kısa mesafeli etkileşimlerin büyük ölçekli bir yapı oluşturduğudur. Bireyler yalnızca yakınındaki komşularının türüne önem vermekte, ancak neticede büyük ve ayrılmış mahalleler oluşmaktadır. İkinci husus, modelde ortaya çıkan yapının nihai ayrıntıları, başlangıç koşullarına büyük ölçüde bağlı olmasıdır.

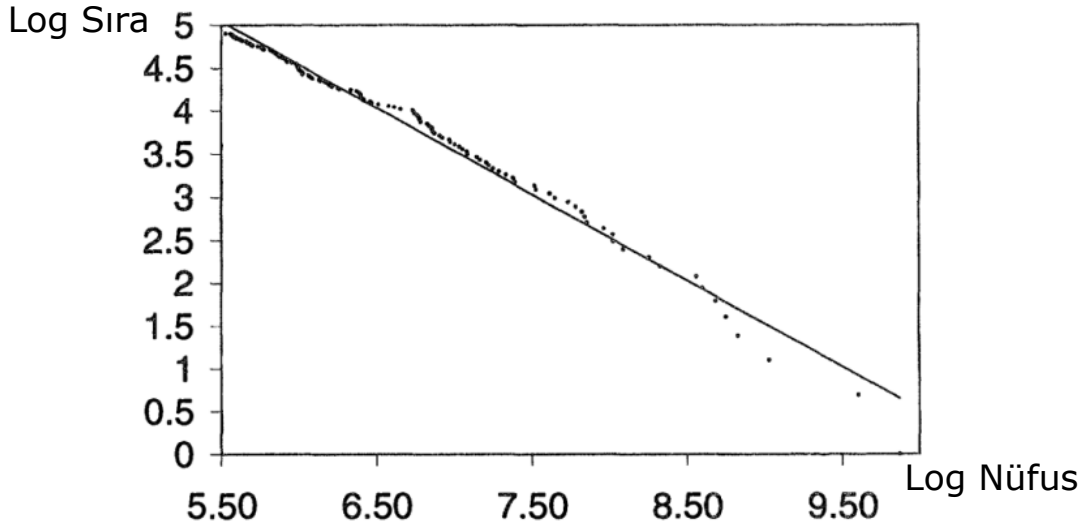
6.3 Güç Kanunu Modelleri

Kentleşme hiyerarşisi tekdüze bir mekansal örüntü ile başlamamakta, yavaş yavaş şehirler gelişmekte; mevcut şehirler kümesinden başlayarak, daha sonra nüfusu arttıkça veya yeni alanlar açıldıkça yenilerinin eklenmesi ile şehirler yavaş yavaş gelişirler. Ancak, yarış pisti modelleri temelde aynı büyüklükte toplaşmalar oluşturmaktadır; kentsel sistemin gerçeğinde, bir çok farklı büyüklükte şehirler bulunmasını açıklayamamaktadır (Krugman, 1996b).

Bundan dolayı coğrafi dünyadaki düzensizlikler (disorder) ve tutarsızlıkların (inconsistency) çoğunu açıklamak için mekansal dağılımlar dikkate alınmaya başlanmıştır. Aynı şekilde coğrafya tarafından oynanacak rolle ilgili olarak Thrift (1999), mekanın dağılım kavramını içerdiğinde komplike hale geldiğini belirtmiştir (Serban, 2013). Tüm bunların sonucunda şehirlerin kendi kendine organize olmasını, kent hiyerarşisinin oluşumu ile ilgili güç kanunu² dağılımının yada sıra büyüklük kuralı (rank-size rule) yaklaşımları gelişmiştir.

ABD'deki büyük metropoliten alanların dağılımı, $N = kS^{-\alpha}$ güç kanunu ile tanımlanmıştır. Burada N , nüfusu S değerinden büyük veya eşit şehir sayısını ve α ise bire çok yakın olan güç kanunu

²Güç kanunu dağılımı, bir popülasyondaki güç ile sayının ters orantılı olduğunu kabul eden bir dağılım şeklidir. Mekansal (spatial) ve zamansal (temporal) büyüklüğün güç kanunu, kendi kendine organize olan kritiklik durumunun belirleyicisidir. Bütün kendi kendine organize olan kritiklik sistemleri güç kanunu frekans-büyüklük (frequency-size) istatistiği üretirler.



Şekil 4: ABD Şehirlerinin (1991) Nüfuslarının Büyüklük Sıralaması Dağılımı (Kaynak: Gabaix (1999))

üstelini göstermektedir. Şekil (4), her bir şehir nüfusunun logaritmasının, şehirlerin büyüklük sıralamasına göre logaritmasını göstermektedir.

Böyle bir güç kanununun, neden çok kompleks bir süreçten kaynaklanan şehirlerin boyutlarını tanımlayabildiğini Simon (1955) düzenliliğin, rastgele bir şehir büyümesinin sonucu olduğunu ileri sürmüştür. Simon, artan bir nüfusun, yeni endüstriyel toplamlara karşılık gelebilecek ayırık "öbeklere" geldiği bir süreci varsaymıştır. Bazı olasılıklarla bu öbekler yeni şehirlerin çekirdeğini oluştururlar. Simon'un bu stokastik büyüme hikayesi, farklı bir şekilde söylemek gerekirse bir şehrin beklenen büyüme oranının şehir boyutu ile ilişkisiz olduğunu, ne kadar büyük olursa olsun büyüme oranının aynı olduğunu ifade etmektedir Krugman (1996b).

Güç kanunu modelleri kentlerin oluşumunun yanı sıra daha sonra Stanley *ve diğerleri*. (1996) çalışmalarındaki gibi endüstriyel bölgesel kümenlenme üzerine bir çok çalışmanın yapılmasına da öncülük etmiştir.

Söz konusu teorik ve ampirik çalışmalar yanında, kompleks mekânsal iktisadi sistemlerle ilgili yapılan ampirik araştırmalar da son yıllarda artmıştır. Ancak halen mekansal iktisadi sistemler alanındaki ampirik çalışmaların nadir olduğu söylenebilir. Yapılan çalışma konuları arasında, şehirlerin büyümesi, havayolu ağlarının konfigürasyonu, kentsel gelişim, internet altyapısının coğrafyası, yerleşim bölgelerindeki dinamikler, kompleks kent ve bölgesel sistemler, kentsel ağlar dinamikleri ve küçük mekansal ağlar sayılabilir (Nijkamp, 2012).

7 Mekansal İktisadın Metodolojisi ve Zorlukları

Mekansal kompleksite iktisadi çalışmalarında özellikle kendi kendini organize olan iktisadi oluşumlarda kullanılan yöntemler ağlar, örüntüler arası bağımlılıklara dayalı ilişkilerin belirlenmesine yönelik simülasyon teknikleri ile kümeleme analizi ve istatistiksel düzenlilikleri gösterilmesinde kullanılan güç kanunu dağılımları olduğu görülmektedir.

Bu çerçevede mekansal ekonometri, modern niceliksel coğrafi araştırmalarda popülerlik kazanmış ve bu alandaki standart bir araç haline gelmiştir. Mekansal ekonometride küme analizi³, veri kümesinin

³Kümeleme analizi bir verinin benzerliklerine (similarity) ya da farklılıklarına (dissimilarity) göre alt gruplar arasında bölünmesini izin vererek, veri yapısının öğrenilmesini sağlayan bir seri teknikleri ifade etmektedir. Farklı türdeki veriler için mevcut kümeleme algoritmaları hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan yöntemler olarak iki ana kategoride sınıflandırılır.

temsil edildiği mekansal nesne tipine göre uygulanabilecek mekânsal analiz türleri değişiklik göstermektedir. Mekansal analiz türlerinden nokta deseninin araştırılmasına yönelik analizler, alan verisinin araştırılmasına yönelik analizlerden daha az yoğunlukta veriye ihtiyaç duymaktadır (Ozkan, 2011).

Tablo 1: Mekansal Nesnelere Uygulanan Analiz Türleri

Mekansal Nesnelere	Veri Esaslı Mekansal Analiz Türleri	Model Esaslı Mekansal Analiz Türleri
Nokta deseni (x, y)	Kare analizleri, Çekirdek tahmini, En yakın komşu uzaklığı, K fonksiyonu analizi,	Homojenlik ve heterojenlik, Poisson dağılımı modeli, Çok değişken dağılımı modeli
Alan verisi (x, y, z)	Global mekansal ilişki ölçütleri (Moran I ve Geary C)	Mekansal regresyon modelleri
Mekansal regresyon modelleri	Mekansal oto korelasyon artıkları için regresyon modelleri	

Mekânsal bağımlılık, zaman serilerinde ortaya çıkan ardışık korelasyon (serial correlation) gibi düşünülebilir (Anselin, 2013). Ancak zaman serilerindeki geriye/geçmişe doğru tek yönlü ilişkinin (bağımlılık) tersine, mekânsal ekonometride gözlemler arasındaki ilişki her yöne doğru olabilmektedir. Bu nedenle zaman serilerindeki tek yönlü gecikmeli değişken, mekânsal ekonometride çok yönlü hale gelmekte ve geleneksel ekonometrik yöntemleri kullanarak çözüme ulaşmayı engellemektedir. Etkileşim etkileri olan mekansal modellerde otokorelasyonla başatmak için iki yol esas olarak geliştirilmiştir, mekansal gecikme modeli ve mekansal hata modeli. Birinci yol, mekansal olarak gecikmeli bir bağımlı değişkeni içerirken, ikinci yol, mekansal otoregresif bir hata terimi ifadesi içermektedir (Nijkamp, 2012).

Mekânsal ekonometride analiz birimleri ve komşuları arasında ilişkinin, bir başka deyişle mekânsal bağımlılığın varlığını gösteren istatistikler olarak en sık "Moran I istatistiği"⁴, "Geary C " ve genel "G istatistiği" kullanılmaktadır. Moran istatistiklerini kullanarak çok bölgeli bir veri kümesindeki mekansal otokorelasyonu (veya mekansal-zamansal otokorelasyon) saptamak için basit bir istatistiksel test başlamıştır (Nijkamp, 2012).

Mevcut mekânsal ekonometri araştırmalarında büyük bir kısıtlama ve gelecekteki büyük bir araştırma zorluğu, mekansal ağırlık matrisinin (\mathbf{W} matrisi) belirlenmesidir. Esasen, mekansal ağırlık matrisinin normal olarak (örneğin, bitişik bölgeler arasındaki ters uzaklık vasıtasıyla bitişik alanlar arasındaki ortak sınırın uzunluğu aracılığıyla) tahmin edilme şekli oldukça basit olup, bölgeler arasındaki sosyo-kültürel uyum, davranışsal benzerlikler gibi etkileşim yoğunluğu üzerine herhangi bir bilişsel bilgi içermemektedir (Nijkamp, 2012).

maktadır. Çeşitli hiyerarşik kümeleme yöntemleri vardır. En sık kullanılan hiyerarşik kümeleme yöntemleri; 1. Ortalama Yöntemi (Centroid Method), 2. Tek Bağlantı (Single-Linkage Method) /en yakın komşu (Nearest-Neighbor), 3. Tam Bağlantı (Complete-Linkage Method / Farthest-Neighbor), 4. Ortalama Bağlantı (Average-Linkage Method) ve 5. Ward Bağlantı Yöntemi (Ward's Method). Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleri, medoid kümeleme (medoid clustering), fuzzy kümeleme (fuzzy clustering) ve yığma kümeleme (hill climbing) yöntemleridir (Eser, 2016).

⁴Moran's I , 1 veya -1'e arasında değişir. 1'e yakın bir değer benzer niteliklerin kümelenmiş olduğunu, -1 değerinin benzersiz niteliklerin kümelenmiş olduğunu ve 0 değerinin rastgele bir deseni gösterdiğini veya alan otokorelasyonunun olmadığını gösterir. 1 veya -1'e yakın olan bir Moran I , mekansal otokorelasyonu hesaba katarak bir analiz uygulamak için mantıklıdır. Yokluğunda OLS kullanılabilir. Bununla birlikte, mekansal bağımlılık mevcut olduğunda artıklar artık birbirinden bağımsız değildir ve bu nedenle OLS artık geçerli değildir. Maksimum olasılık kestirimcileri olan mekansal otokorelasyon hesaba katıldığında mevcut iki yöntem türü vardır. Bunlardan ilki, yakın alanların kalanlarının açıklayıcı değişkenlerinin birbiriyle ilişkili olduğunu varsayan mekansal hata modelidir. Diğer tip *Baller ve diğerleri*. (2001) tarafından kullanılan, açıklayıcı değişken olarak komşu alanlardaki bağımlı değişkenin ortalamasının dahil edildiği mekansal gecikme modelidir (Bagley, 2010).

Kompleks mekansal-ekonomik modellerin doğru spesifikasyonunun geçerliliği, Tobler (1970) kanununda mekan ekonomisinde her şeyin her şeyle bağlantılı olması gibi birçok belirsizlik ile doludur. Dolayısıyla, kısmi testler sorunludur ve bu nedenle çoğu araştırmacı sistematik değişkenlerin mekan-zaman bağlamında sağlamlığını araştırmak için bilgisayar simülasyonuna başvurmuştur (Nijkamp, 2007).

Mekânın (space) ve yerin (place) iktisadi ajanlar arasındaki etkileşimin dayandığı kümelenme kavramının muğlaklığı ve karmaşıklığı; firma ve endüstrilerin küme olarak kabul edilebilmesi için ne derecede toplulaşması gerektiği, bağların sıklık seviyesinin nasıl belirleneceği, mekansal ölçek ve yoğunlukta gözetilecek hususların neler olduğu gibi sorulara net yanıtlar verilmesini engellemektedir (Seçilmiş, 2015). Kompleks bir dinamik sistemde birbiriyle ilişkili olayların doğrusal olmayan dinamik modellenmesi araştırması kolay değildir. Bu nedenle kompleks mekansal-iktisadi sistemlerin analizi için yeni metodolojik araçlar gerekli olabilir. Özellikle veri sorunları kompleks bir ekonomik sistemin kapsamlı bir operasyonel analizini engelleme eğilimindedir. Kompleks mekansal-ekonomik olgular üzerine geniş veri setleri buldukça, uyarlanabilir sistemler için yapay zeka tekniklerinin kullanılması veya kendi kendini organize eden kritiklik analizi, kompleks sistemlerin operasyonel analizi için anlamlı bir kapsam sunan yeni çerçeveler sağlamıştır (Nijkamp, 2007).

8 Değerlendirme

Ekonomik gelişme hem doğal kaynaklar hem de faydalanma açısından coğrafi mekan farklılıklarıyla bağlantılıdır. Mekansal kompleksite çalışmaları, iktisadi faaliyetlerin çeşitliliğini hesaba katarak, ekonomik gelişimi içsel dalgalanmalara ve özellikle belirli bir periyotta ortaya çıkan dış şoklara karşı daha savunmasız hale getiren çeşitli gelişme yollarını sağlamaya çalışmaktadır. Bu kapsamda mekansal iktisat yığılma ekonomileri, yerleşim ve büyümeye odaklanmıştır. Geleneksel olarak farklı düşünce okulları konum, bölgesel iktisat, kentel sistemler, ticaret teorisi olarak mekansal iktisat konularıyla ilgilenmiştir. Günümüzde ise, eksik rekabete dayalı genel denge modellerini kullanarak, iktisadi birimlerin coğrafi olarak mobil olduğunu varsayarak yanıt bulmaya çalışan Yeni Ekonomik Coğrafya akımının gelişmesiyle mekansal iktisat yeni bir boyut kazanmıştır.

Özellikle kompleksite teorisi, son yıllarda mekansal sistemlerin evrimin içsel, doğrusal olmayan mekan-zaman davranışına duyarlılığının daha iyi anlaşılmasına önemli bir katkı sağlamıştır. Mekansal iktisatta kompleks sistem metodları, dinamik sistem modelleri, hesaplanabilir mekansal ekonomik denge modelleri, mekansal etkileşim analizi, mekansal ağ analizi gibi gelişmiş araştırma araçları kullanılması sağlanmıştır.

Mekansal iktisatta, mekansal ekonometrinin şehirler, bölgeler veya firmalar arası ilişkilere yönelik kümeleme, birbirlerine olan coğrafi uzaklıklarına, komşuluk ilişkilerine göre modellenmesi yapılarak kompleksite teorisinin karakteristik unsurlarından olan kendi kendine organize olma durumları analiz edilmektedir.

Son yıllarda, kompleks mekansal dinamik sistemleri ele alan yeni modelleme çabalarında yeni gelişmelere tanık olunmakla beraber, mikro ve makro düzeyde mekan ekonomisinin kompleks evrimi ile ilgili daha fazla çaba sarf edilmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

- ANSELIN, L. (2013). *Spatial econometrics: methods and models*, vol. 4. Springer Science & Business Media.
- ARTHUR, W. B. (1994). *Increasing returns and path dependence in the economy*. University of michigan Press.
- BAGLEY, M. (2010). The spatial economy of the eu: Patterns and trends. <http://lup.lub.lu.se/student-papers/record/1668955>.
- BALLER, R. D., ANSELIN, L., MESSNER, S. F., DEANE, G. ve HAWKINS, D. F. (2001). Structural covariates of us county homicide rates: Incorporating spatial effects. *Criminology*, **39** (3), 561–588.
- BATTEN, D. (2000). *Discovering Artificial Economics: How Agents Learn and Economies Evolve*. Westview Press.
- BEINHOCKER, E. D. (2006). *The origin of wealth: Evolution, complexity, and the radical remaking of economics*. Harvard Business Press.
- DE WOLF, T. ve HOLVOET, T. (2004). Emergence versus self-organisation: Different concepts but promising when combined. In *International Workshop on Engineering Self-Organising Applications*, Springer, pp. 1–15.
- DIXIT, A. ve NORMAN, V. (1980). *Theory of International Trade: A Dual, General Equilibrium Approach*. Cambridge Economic Handbooks, Cambridge University Press.
- DIXIT, A. K. ve STIGLITZ, J. E. (1977). Monopolistic competition and optimum product diversity. *The American Economic Review*, **67** (3), 297–308.
- DURANTON, G. (2008). spatial economics. In S. N. Durlauf ve L. E. Blume (eds.), *The New Palgrave Dictionary of Economics*, Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- ERMAN, O. (2017). Mekansal komşuluk kavramı üzerinden mimari mekanın analizi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, **32** (1), 165–176.
- ESER, R. (2016). Kompleksite İktisadı, kendi kendine organize olan kritiklik ve firma dinamikleri. *Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi*.
- FUJITA, M. ve MORI, T. (2005). Frontiers of the new economic geography. *Papers in Regional Science*, **84** (3), 377–405.
- GABAIX, X. (1999). Zipf’s law and the growth of cities. *The American Economic Review*, **89** (2), 129–132.
- HECKSCHER, E. F. (1919). *The effect of foreign trade on the distribution of income*. Irvin Pub.
- HELPMAN, E. ve KRUGMAN, P. R. (1985). *Market structure and foreign trade: Increasing returns, imperfect competition, and the international economy*. MIT press.
- HENDERSON, J. V. (1974). The sizes and types of cities. *The American Economic Review*, pp. 640–656.
- HILLIER, B. (2014). Space syntax as a method and as a theory. *21st International Seminar on Urban Form - ISUF2014, Porto, Portugal*, p. 30.

- ISARD, W. (1956). *Location and space-economy*. Cambridge, MIT Press.
- KOURTIT, K., ARRIBAS-BEL, D. ve NIJKAMP, P. (2012). High performers in complex spatial systems: a self-organizing mapping approach with reference to the netherlands. *The Annals of Regional Science*, **48** (2), 501–527.
- KRUGMAN, P. R. (1979). Increasing returns, monopolistic competition, and international trade. *Journal of international Economics*, **9** (4), 469–479.
- (1980). Scale economies, product differentiation, and the pattern of trade. *The American Economic Review*, **70** (5), 950–959.
- (1981). Intraindustry specialization and the gains from trade. *Journal of political Economy*, **89** (5), 959–973.
- (1991). Increasing returns and economic geography. *Journal of political economy*, **99** (3), 483–499.
- (1993). First nature, second nature, and metropolitan location. *Journal of regional science*, **33** (2), 129–144.
- (1996a). How the economy organizes itself in space: a survey of the new economic geography. https://notendur.hi.is/ajonsson/kennsla2013/Race_track_economy.pdf.
- (1996b). *The Self Organizing Economy*. Blackwell Publishers.
- LLOYD, P. ve DICKEN, P. (1977). *Location in space: a theoretical approach to economic geography*. Harper & Row.
- LÖSCH, A. (1954). *The Economics of Location*. Yale University Press.
- MALMBERG, A., SÖLVELL, Ö. ve ZANDER, I. (1996). Spatial clustering, local accumulation of knowledge and firm competitiveness. *Geografiska Annaler. Series B. Human Geography*, pp. 85–97.
- MANSKI, C. F. (1993). Identification of endogenous social effects: The reflection problem. *The review of economic studies*, **60** (3), 531–542.
- MARKUS, T. (1993). Buildings as social objects. In B. Farmer ve H. Louw (eds.), *Companion to Contemporary Architectural Thought*, Routledge, pp. 15–20.
- MARSHALL, A. (1890). *Principles of Economics*. Palgrave Classics in Economics, Palgrave Macmillan UK.
- MARTIN, R. ve SUNLEY, P. (2007). Complexity thinking and evolutionary economic geography. *Journal of Economic Geography*, **7** (5), 573–601.
- MCCANN, P. (1995). Rethinking the economics of location and agglomeration. *Urban Studies*, **32** (3), 563–577.
- MYRDAL, G. ve SITOANG, P. (1971). *Economic theory and under-developed regions*. Harper & Row New York.
- NIJKAMP, P. (2007). Ceteris paribus, spatial complexity and spatial equilibrium: An interpretative perspective. *Regional Science and Urban Economics*, **37** (4), 509–516.
- (2012). Behaviour of humans and behaviour of models in dynamic space. *Quaestiones Geographicae*, **31** (2), 7–19.

- OHLIN, B. (1933). International and interregional trade. *Harvard Economic Studies, Cambridge, MA.*
- OZDEMİR, M. ve BAŞKOL, M. O. (2015). Thünen’den krugman’a: Yeni ekonomik coğrafya (gerçekten yeni mi? http://tucaum.ankara.edu.tr/wpcontent/uploads/sites/280/2015/08/sem6_16.pdf).
- OZKAN, H. K. (2011). Trafik kazalarının mekansal analizinde kullanılacak bir yazılımın geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi Doktora Tezi.*
- OZPARLAK, F. ve MEŞHUR, M. Ç. (2012). Sokaktan siteye dönüşen yarı kamusal mekanlar: Komşuluk ilişkileri üzerine. *Mimarlık Dergisi*, **36** (5), 1–5.
- PRED, A. R. (1966). *The spatial dynamics of US urban-industrial growth, 1800-1914: interpretive and theoretical essays.* MIT press.
- REGGIANI, A. ve NIJKAMP, P. (1998). *The Economics of Complex Spatial Systems.* Elsevier.
- ve — (2006). Space in motion. In *Spatial Dynamics, Networks and Modelling*, 1, Edward Elgar Publishing.
- ve — (2009). *Complexity and spatial networks: in search of simplicity.* Springer Science & Business Media.
- RICARDO, D. (1821). The principles of taxation and political economy. *JM Dent, London.*
- SHELLING, T. C. (1971). Dynamic models of segregation. *Journal of mathematical sociology*, **1** (2), 143–186.
- SEÇİLMİS, I. E. (2015). Türkiye’de yaratıcı endüstrilerin kümelenmesi/clustering of creative industries in turkey. *Ege Akademik Bakis*, **15** (1), 9.
- SERBAN, P.-R. (2013). Evolution of spatial complexity in romania: Networkging, differentiation. *Rev. Roum. Géogr./Rom. Journ. Geogr*, **57** (1), 33?38.
- SIMON, H. A. (1955). On a class of skew distribution functions. *Biometrika*, **42** (3/4), 425–440.
- STANLEY, M. H., AMARAL, L. A., BULDYREV, S. V., HAVLIN, S., LESCHHORN, H., MAASS, P., SALINGER, M. A. ve STANLEY, H. E. (1996). Scaling behaviour in the growth of companies. *Nature*, **379** (6568), 804–806.
- TAKAYAMA, T. ve JUDGE, G. (1971). *Spatial and temporal price and allocation models.* Contributions to economic analysis, North-Holland Pub. Co.
- THRIFT, N. (1999). The place of complexity. *Theory, Culture & Society*, **16** (3), 31–69.
- THÜNEN, J. v. (1826). Der isolierte staat. *Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie.*
- TOBLER, W. R. (1970). A computer movie simulating urban growth in the detroit region. *Economic geography*, **46** (sup1), 234–240.
- TUZCU, S. E. (2016). Mekansal ekonometri ve sosyal bilimlerde kullanım alanları. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, **71** (2).
- VANEK, J. (1968). The factor proportions theory: The n?factor case. *Kyklos*, **21** (4), 749–756.
- WALRAS, L. (1896). *Éléments d’économie politique pure, ou, Théorie de la richesse sociale.* F. Rouge.

WEBER, A. (1909). *Ueber den standort der industrien*, vol. 2. Prussia Press.

WEDER, R. (1995). Linking absolute and comparative advantage to intra-industry trade theory. *Review of International Economics*, **3** (3), 342–354.

YEGOROV, Y. *ve diğerleri*. (1997). Self-organization of spatial infrastructure. *Santa Fe Institute WP No. 97-06*, **55**.

YEŞİLYURT, M. E. (2008). Türkiye imalat sanayinde mekânsal komşuluk ilişkileri. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, **22** (1).

Abstract

The aim of this study is to present a new economic geography approach and spatial complexity approach to spatial economics. In this context, spatial processes and self-organizing agglomeration processes and self-organizing models are considered. In addition the theoretical and empirical research methods are discussed and the main difficulties in spatial economics are analyzed.

Keywords: Spatial Complexity; Spatial Economics, Clustering, Agglomeration, Economic Geography, Spatial Interaction, Location.