

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

AĞ YAPILARINDA GÜÇ ÖLÇÜMÜ VE ULUSLARARASI TİCARET AĞI
İÇİN BİR UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ekin KARABULUT

Ankara, 2022

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

AĞ YAPILARINDA GÜÇ ÖLÇÜMÜ VE ULUSLARARASI TİCARET AĞI
İÇİN BİR UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ekin KARABULUT

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Yetkin ÇINAR

Ankara, 2022

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

**AĞ YAPILARINDA GÜÇ ÖLÇÜMÜ VE ULUSLARARASI TİCARET AĞI
İÇİN BİR UYGULAMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Yetkin ÇINAR**

TEZ JÜRİSİ ÜYELERİ

Adı ve Soyadı

- 1- Prof. Dr. Yetkin ÇINAR**
- 2- Prof. Dr. Türkmen GÖKSEL**
- 3- Doç. Dr. Kazım Barış ATICI**

Tez Savunması Tarihi:

19.01.2022

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Prof. Dr. Yetkin ÇINAR danışmanlığında hazırladığım Ağ Yapılarında Güç Ölçümü ve Uluslararası Ticaret Ağı İçin Bir Uygulama (Ankara 2022)” adlı Yüksek Lisans tezimdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

Tarih: 19.01.2022
Ekin KARABULUT

ÖNSÖZ

Tez çalışmam kapsamında benden desteğini ve değerli bilgi birikimini esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. Yetkin ÇINAR'a, tez yazım süresince destek ve yorumlarıyla her zaman yanımda olan Halil İbrahim ÖZKAN'a, tüm başarılarımda büyük emekleri olan ve varlıklarından güç aldığım sevgili anne ve babama tüm içtenliğimle teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
KISALTMALAR.....	v
TABLOLAR LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER.....	vii
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

1. AĞ ANALİZİ VE MERKEZİLİK LİTERATÜRÜ	5
1.1. Ağ Analizi ve Merkezilik	5
1.2. Ağ Analizi ve Merkezilik ile İlgili Uygulamalar Literatürü	13
1.2.1. Türkiye’de Yapılan Uygulamalar	13
1.2.1.1. Bankacılık ve Finans Alanında	13
1.2.1.2. Pazarlama Alanında	14
1.2.1.3. İş birlikleri ve Partnerlikler Alanında	15
1.2.1.4. Ulusal Güvenlik ve Uluslararası Çatışmalar Alanında	16
1.2.1.5. Diğer Alanlarda	17
1.2.2. Uluslararası Uygulamalar	20
1.2.2.1. Uluslararası Ticaret Alanında	20
1.2.2.2. Bankacılık Alanında	21
1.2.2.3. Göç Alanında	22
1.2.2.4. Diğer Alanlarda	25

İKİNCİ BÖLÜM

2. AĞ ANALİZİ VE TANIMLAR	28
2.1. Tanımlar	28
2.2. Direkt İlişkileri Dikkate Alan Yöntemler	29
2.2.1. Derece Merkezilik Ölçütleri	30
2.2.2. Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütleri	31
2.2.3. Özvektör Merkezilik Ölçütü	32
2.2.4. Bonanich Merkezilik Ölçütü	33

2.2.5. Katz Merkezilik Ölçütü	34
2.2.6. Pagerank Merkezilik Ölçütü	34
2.2.7. Yakınlık Merkezilik Ölçütleri	34
2.2.8. Arasındalık Merkezilik Ölçütü	35
2.2.9. Myerson Merkezilik Ölçütü.....	36
2.2.10. KBI (Key Borrower Index).....	36
2.2.11. Bundle Influence ve Pivotal Influence Endeksi	37
2.3. Endirekt İlişkileri Dikkate Alan Yöntemler	38
2.3.1. Ağ Yapısının Oluşturulması	38
2.3.1.1. Düğümler Arası Bağıın Gücü (<i>Aij</i>) Matrisinin Oluşturulması	40
2.3.1.2. Güç Matrisinin (<i>Cij</i>) Oluşturulması.....	41
2.3.2. Mesafe Odaklı Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleri	44
2.3.2.1. SumPaths, MaxPath ve MaxMin Yöntemleri.....	45
2.3.2.2. MultT ve MaxT Yöntemleri	48
2.3.3. Simülasyona Dayalı Yaklaşım	50
2.4. Çalışmada Kullanılan Yöntemler	51

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. AMPİRİK UYGULAMA ve SONUÇLARI	54
3.1. Veri Seti ve Örneklem	54
3.2. Modelin/Ağ Yapısının Oluşturulması	55
3.3. Uygulamada Kullanılan Programlar	58
3.4. Uygulama Sonuçları	59
3.4.1. Görsel Analiz.....	59
3.4.2. Direkt Etki Sonuçları.....	61
3.4.2.1. Derece Merkezilik Ölçütleri Sonuçları.....	62
3.4.2.2. Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütleri Sonuçları	64
3.4.2.3. Özvektör Merkezilik Ölçütü Sonuçları.....	70
3.4.2.4. Pagerank Merkezilik Ölçütü Sonuçları.....	72
3.4.2.5. Yakınlık Merkezilik Ölçütleri Sonuçları	74
3.4.2.6. Arasındalık Merkezilik Ölçütü Sonuçları.....	75
3.4.3. Endirekt Etki Sonuçları	77
3.5. Sonuçların Korelasyonu	82
SONUÇ	87

KAYNAKÇA.....	93
EKLER.....	102
EK 1- Uluslararası Ticaret Komisyonu (ITC) 2017, 2018 ve 2019 Yılı Verilerine Göre ABD doları (USD) Cinsinden Toplam İhracatı En Yüksek Olan İlk 40 Ülke ve İhracatı Tablosu (International Trade Center (ITC), 2021).....	102
EK 2- Merkezilik Derecesi Tablolarında Yer Alan Değerlerin Ükelere Göre Sıralaması.....	104
EK 3- Ağırlıklandırılmış İç Derece Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi	105
EK 4- Ağırlıklandırılmış Dış Derece Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi	106
EK 5- Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi	107
EK 6- Ağırlıklandırılmış Derece Farkı Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi	108
EK 7- Özvektör Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi	109
EK 8- Pagerank Algoritmasına Göre Her Bir Düğümün Derecesi.....	110
EK 9- İçeri Yakınlık Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi.....	111
EK 10- Dışarı Yakınlık Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi	112
EK 11- Arasındalık Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi	113
EK 12- SumPaths Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi	114
EK 13- MaxPath Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi.....	115
EK 14- MaxMin Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi	116
EK 15- MultT Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi	117
EK 16- MaxtT Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi	118
EK 17- Spearman Korelasyon Katsayısına Göre Her Bir Merkezilik Ölçütüyle Elde Edilen Sıralamaların Korelasyon Tablosu	119
EK 18- Kendall τ Korelasyon Katsayısına Göre Her Bir Merkezilik Ölçütüyle Elde Edilen Sıralamaların Korelasyon Tablosu	120

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
Ar-Ge	: Araştırma ve Geliştirme
BAE	: Birleşik Arap Emirlikleri
CPIS	: Coordinated Portfolio Investment Survey - Eşgüdümlü Portföy Yatırım Anketi
GDELT	: Global Database of Events, Language, and Tone – Olaylar, Dil ve Ton Uluslararası Veri Tabanı
IMF	: International Monetary Fund – Uluslararası Para Fonu
ITC	: International Trade Center - Uluslararası Ticaret Komisyonu
KBI	: Key Borrower Index – Kilit Borçlu Endeksi
LRIC	: Long Range Interaction Centrality – Uzun Menzilli Etkileşim Merkeziliği
MIT	: Massachusetts Institute of Technology - Massachusetts Teknoloji Enstitüsü
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development - Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
SRIC	: Short Range Interaction Centrality – Kısa Menzilli Etkileşim Merkeziliği
T.C.	: Türkiye Cumhuriyeti
UN	: United Nations – Birleşmiş Milletler
USD	: United States Dolar - ABD Doları
Vd.	: Ve diğerleri
WITS	: World Integrated Trade Solution – Dünya Entegre Ticaret Çözümü

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Örnek Modele İlişkin Aij Matrisi	41
Tablo 2. Örnek Modelde Her Bir Ülkeye Ait Direkt Komşuların Kümesi ve Kritik Gruplar	42
Tablo 3. Örnek Modelde Ülke 1'e Ait Merkezi Üyeler	42
Tablo 4. Endirekt Etki Hesabında Kullanılan Yöntemlerin Olası Kombinasyonları ..	45
Tablo 5. Yol Etkilerinin Toplamı (SumPaths) Yöntemine Göre C * S Matrisi	47
Tablo 6. Maksimal Yol Etkisi (MaxPath) Yöntemine Göre C * S Matrisi	47
Tablo 7. MaxMin Yöntemine Göre C * S Matrisi	48
Tablo 8. Eşik Kuralına Göre vPkij Değerlerinin Hesaplanması	49
Tablo 9. MultT Yöntemine Göre C * S Matrisi	50
Tablo 10. MaxT Yöntemine Göre C * S Matrisi	50
Tablo 11. Ana Bölgeler ve Renkleri	60
Tablo 12. Derece Merkezilik Ölçütleri Sonuçları	62
Tablo 13. Ağırlıklandırılmış İç Derece Merkezilik Ölçütü'ne Göre İlk 10 Ülke	65
Tablo 14. Ağırlıklandırılmış Dış Derece Merkezilik Ölçütü'ne Göre İlk 10 Ülke	66
Tablo 15. Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütü'ne Göre İlk 10 Ülke	68
Tablo 16. Ağırlıklandırılmış Derece Farkı Merkezilik Ölçütüne Göre İlk 10 Ülke	69
Tablo 17. Özvektör Merkezilik Ölçütü'ne Göre İlk 10 Ülke	71
Tablo 18. Pagerank Algoritması'na Göre İlk 10 Ülke	72
Tablo 19. İçeri Yakınlık (Closeness, In) Merkeziyet Ölçütüne Göre İlk 10 Ülke	74
Tablo 20. Dışarı Yakınlık (Closeness, Out) Merkeziyet Ölçütüne Göre İlk 10 Ülke ...	74
Tablo 21. Arasındalık Merkeziyet Ölçütü'ne Göre İlk 10 Ülke	76
Tablo 22. Endirekt Etki Hesaplama Ölçütlerine Göre Ülkelerin Sıralaması	78
Tablo 23. Spearman Katsayısı	83
Tablo 24. Kendall τ Katsayısı	83

ŞEKİLLER

Şekil 1.	Örnek Modele Ait Cİj Matrisinin Grafıksel Gösterimi	43
Şekil 2.	Endirekt Etki Hesaplama: a) Direkt Etkilerin Çarpımı ve b) Minimum Direkt Etki	46
Şekil 3.	Ağın Rasgele Yerleşimi	60
Şekil 4.	Ağın Bölgelere Göre Renklendirilmiş Fruchterman-Reingold Görünümü ...	61
Şekil 5.	Ağırlıklandırılmış İç Derece Merkezilik Ölçütü Görünümü	65
Şekil 6.	Ağırlıklandırılmış Dış Derece Merkezilik Ölçütü Görünümü	67
Şekil 7.	Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütü Görünümü	68
Şekil 8.	Özvektör Merkezilik Ölçütü Görünümü	71
Şekil 9.	Pagerank Algoritması Görünümü	73
Şekil 10.	Arasındalık Merkeziyet Ölçütü Görünümü	76

GİRİŞ

Bir ağ yapısı köşe veya düğüm olarak adlandırılan öğelerden ve bunları birbirine bağlayan kenar adı verilen bağlantılardan oluşmaktadır. Ağ yapısı formunu alan sistemlere (matematik literatürünün büyük bölümünde “grafikler” olarak da adlandırılmaktadır) dünyada birçok farklı alanda rastlamak mümkündür. Bu alanlara örnek olarak İnternet, World Wide Web, bireyler arasındaki sosyal tanışıklık ağları veya diğer bağlantılar, organizasyonel ağlar ve şirketler arasındaki iş ilişkileri ağları, sinir ağları, metabolik ağlar, gıda ağları, kan damarları veya posta dağıtım yolları gibi dağıtım ağları, akademik makaleler arasındaki alıntılarının oluşturduğu ağlar, göç ağları, finans ağları ve ticaret ağları verilebilir (Newman, 2003).

Ağ analizi bir ağa ait davranışların ortak özelliklerinin bilimsel yöntemlere dayanarak araştırılmasını içermektedir. Ağ yapılarında merkezilik, önem derecesi veya güç ise bir ağ yapısındaki elemanların yani düğümlerin ağdaki diğer elemanlarla/düğümlerle ilişkisinin incelenmesi mantığına dayanmaktadır. Kısaca ağ yapısındaki bir elemanın/düğümün ağdaki diğer elemanlara/düğümlere daha bağlı olması veya ağ içinde daha yüksek etkiye sahip olması durumudur (Aleskerov, Meshcheryakova & Shvydun, 2016a).

Bir ağ yapısındaki düğümlere ait önem derecesinin/merkeziliğin/gücün ölçülmesi için çeşitli metrikler kullanılmaktadır. Bu metriklere merkeziyet/güç endeksleri adı verilmektedir (Aleskerov vd., 2016a).

Ağ analizinin tarihi 17. yüzyıla dayanmaktadır. İsviçre doğumlu ünlü matematikçi Leonhard Euler 1735 yılında bir Prusya kenti olan Königsberg’deki Pregel nehri ile ilgili bir makale yazmıştır. Makalede nehir üzerindeki yedi köprü hakkında bir araştırma sorusu cevaplanmaktadır. Araştırma sorusu herhangi bir köprüyü bir defadan fazla geçmeden yedi köprünün tamamını geçmek için bir patika oluşturulmasının mümkün olup olmadığı

üzerinedir. Euler kara parçalarını düğümler, köprüleri ise bunlar arasında geçişi sağlayan bağlar olarak ele almış, böylece ilk ağ çizimi ortaya çıkmıştır.

20. yüzyılın sonlarına doğru bilişim teknolojilerinin yaygınlaşması ile büyük veri setlerine ulaşmak kolaylaşmış ve bu durum ağ yapılarına ait verileri farklı şekillerde inceleme ve görselleştirme imkânı sunmuştur. 21. yüzyılda internetin ve sosyal paylaşım sitelerinin sosyal hayatın vazgeçilmez bir parçası haline gelmesi ile ağ analizinin önemi artmıştır. Ayrıca teknolojinin gelişimiyle beraber ağ analizi ile ilgili bilgisayar programlarının sayısı ve hızı artmış, ağ analizi daha yaygın hale gelmiştir.

Teknolojinin gelişmesiyle ve bilginin öneminin artmasıyla birlikte ağ yapılarında güç analizi hakkındaki araştırmalar her geçen gün daha da önemli hale gelmektedir. Ağlardaki her bir düğümden toplanan gücün ölçülebilmesi için birçok merkeziyet endeksi geliştirilmiştir. Bu çalışmanın temel problemi geliştirilen merkeziyet endekslerinin ülkelerarası ticaret ağı üzerinde uygulanabilirliğinin araştırılması ve uygulanabildiği durumda elde edilen sonuçların incelenmesidir.

Bu çalışmada literatürde yer alan merkeziyet endekslerini ülkelerarası ticaret ağı üzerinde uygulamak ve güç merkezi olan ülkeleri tespit etmek amaçlanmaktadır. Merkeziyet endeksleri Direkt Etki Hesaplama Yöntemleri ve Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleri olarak ikiye ayrılmaktadır. İlk kategorideki yöntemler yalnızca bir ağıdaki elemanlar arasındaki doğrudan ilişkileri incelerken ikinci kategoride yer alan yöntemler doğrudan ilişkilerin yanı sıra birbirini doğrudan etkilemeyen fakat dolaylı olarak birbirine etkisi olan ilişkileri de incelemektedir.

Literatür incelendiğinde direkt ilişkileri dikkate alan Klasik Merkezilik Endekslerinin 1940'lara dayanan bir tarihi olduğu görülmekte ve bu nedenle de birçok alanda çeşitli uygulamalarına rastlanmaktadır. Fakat Endirekt İlişkileri İnceleyen Merkezilik Ölçütleri ilk olarak Aleskerov vd. (2016a) tarafından geliştirilmiştir. Bu nedenle Endirekt İlişkileri Dikkate Alan Yöntemler ile ilgili literatürde çok az sayıda

uygulamaya rastlanmaktadır (Aleskerov, Meshcheryakova, Nikitina & Shvydun, 2016b; Aleskerov, Meshcheryakova, Rezyapova & Shvydun, 2016c; Aleskerov, Sergeeva & Shvydun, 2017).

Bu çalışmanın bir amacı klasik yöntemlerin yanı sıra uzun mesafeli ilişkileri dikkate alan yöntemlerin de ülkelerarası ticaret ağında kilit rol oynayan ülkelerin tespiti için uygulanabilirliğinin araştırılması ve farklı merkezilik endeksleriyle elde edilen sonuçların karşılaştırılmasıdır. Çalışmanın bir diğer amacı ise uluslararası ticaret ağı üzerinde yapılan uygulamayla henüz yeni olan Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleri literatürüne katkıda bulunmaktır.

Hafner-Burton, Kahler ve Montgomery (2009) tarafından yapılan çalışmada ağ analizinin uluslararası ilişki ağlarına uygulanabilirliği araştırılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre sadece iki ağ türünün yeterli yıl ve ülkeye ait güvenilir veri içerdiği sonucuna varılmıştır. Bunlardan biri de ticaret ile ilgili veri setleridir. Bu çalışmada da uluslararası ticaret ağı kullanılarak olabildiğince güvenilir veriler ile çalışılması hedeflenmiştir.

Çalışmada ağ analizinin uluslararası ticaret verileri üzerinde uygulanabilmesi için öncelikle Uluslararası Ticaret Komisyonu (ITC) 2021 yılı verilerine göre 2017, 2018 ve 2019 yılları için dünya ihracat hacminin büyük bölümünü oluşturan 40 ülke belirlenmiştir. Daha sonra bu ülkelerin birbirleri arasındaki ticaret dengesi şeması çıkartılmıştır. Bu ağ yapısındaki güç merkezi ülkelerin belirlenebilmesi için direkt ve endirekt olmak üzere farklı merkeziyet endeksleri kullanılmıştır. Farklı merkeziyet endeksleriyle elde edilen sonuçlar karşılaştırılıp yorumlanmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde “ağ analizi ve merkezilik” kavramlarına ait literatür ve ağ analizi ve merkezilik ile ilgili hem Türkiye’deki hem de uluslararası yazında yer alan uygulamalar yer almaktadır.

İkinci bölümde ağ analizi ile ilgili genel tanımlardan bahsedilmekte, sırasıyla direkt ve endirekt ilişkileri dikkate alan yöntemler detaylı olarak açıklanmaktadır. Son olarak bu açıklanan yöntemlerden hangilerinin çalışmada kullanıldığından bahsedilmektedir.

Üçüncü bölümde öncelikle veri seti ve örneklem seçimi ve uygulamada kullanılan programların açıklandığı kısımlar yer almaktadır. Daha sonra her bir merkezilik endeksi ile elde edilen sonuçlar çeşitli grafikler ve tablolarla açıklanmaktadır. Elde edilen sonuçların korelasyonu Spearman'ın sıralama korelasyon katsayısı ve Kendall τ katsayısı kullanılarak incelenmektedir. Elde edilen sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılarak yorumlanmaktadır.

Dördüncü ve son bölümde çalışmanın sonuçları yer almaktadır. Ayrıca araştırmanın kısıtlarından ve gelecek çalışmalar için önerilerden bahsedilmektedir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. AĞ ANALİZİ VE MERKEZİLİK LİTERATÜRÜ

Bu bölümde ilk olarak ağ analizi ve merkezilik kavramının literatürde nasıl ele alındığından, daha sonra bu kavramların uygulama literatüründeki yerinden bahsedilmektedir. Uygulama literatürü Türkiye’de yapılan uygulamalar ve uluslararası uygulamalar olarak iki başlıkta incelenmektedir.

1.1. Ağ Analizi ve Merkezilik

Ağ biliminin başlangıç noktası istatistiksel fizik ve çizge/grafik teorisidir. Fakat ağ bilimi bu alanlarla sınırlı kalmamıştır çünkü ağ analizi ve bölgesel bilim arasında güçlü paralellikler vardır. Çizge/grafik teorisi incelendiğinde geleneksel olarak ağlarla ve bölgelerarası sistemlerle yakın bir ilişki içinde olduğu görülmektedir (Barthelemi, 2011 & Reggiani, 2009).

“Merkezilik” literatürde çok çeşitli şekilde tanımlanmış ve kendine birçok uygulama alanı bulmuştur. Merkezilik üzerine olan çalışmaların ortak çıkarımı merkeziliğin ağ yapıları için önemli bir yapısal özellik olduğu ve diğer önemli grup özellikleri ve süreçleriyle yüksek derecede ilişkili olduğudur. Merkeziliğin kavramsal temelleri ve ölçüm teknikleri konusunda literatürde birçok tartışma mevcuttur.

“Merkezilik” kavramı ilk olarak 1948’te Bavelas tarafından insanlar arası iletişim için kullanılmıştır (Bavelas, 1948). Bavelas özellikle küçük gruptaki iletişimle ilgilenmekteydi ve yapısal merkezilik ile grup süreçlerindeki etki arasında bir ilişki olduğu varsayımında bulunuyordu. Merkeziliğin ilk araştırma uygulaması, 1940’ların sonlarında Group Networks Laboratory, M.I.T.’de Bavelas’ın yönetimi altında Harold Leavitt (1949) ve Sidney Smith (1950) tarafından yapılmıştır. Bunlar Bavelas (1950) ve Bavelas ve Barrett (1951) tarafından rapor edilmiş ve ilk olarak Leavitt (1951) tarafından detaylı olarak tanımlanmıştır. Bu raporların tümü, merkeziliğin problem çözmede grup

verimliliği, liderlik algısı ve katılımcıların kişisel memnuniyeti ile ilgili olduğu sonucuna varmıştır. Bu raporlar 1950'ler ve 1960'lar boyunca çok daha fazla deney için ilham kaynağı olmuştur. Burgess (1968) deneysel literatürü özetlemiş ve araştırmanın tutarlı ve kümülatif sonuçlar üretmediği sonucuna varmıştır.

Merkezilik kavramının uygulamaları grup verimliliği ile ilgili deneysel çalışmalar ile sınırlı kalmamıştır. Cohn ve Marriott (1958) merkezilik fikrini Hint sosyal yaşamının çeşitliliği bağlamında siyasi entegrasyonu anlamak için kullanmışlardır. Asıl amaçları Hindistan kadar büyük ve heterojen bir ulusun nasıl yönetilebileceğini anlamaktı. Elde ettikleri sonuç Hint sosyal yaşamının her yönünün çeşitli iplikleri koordineli bir yapıya bağlayan ve iç içe geçiren ağ merkezleri tarafından birbirine örüldüğü idi.

Pitts (1965) kentsel gelişim için iletişim yollarındaki merkeziliğin sonuçlarını incelemiştir. Modern Moskova kentinin bölgedeki birçok mezra arasındaki üstünlüğünü açıklamak için merkezi Rusya'da on ikinci yüzyıldan kalma nehir ulaşım ağını yeniden inşa etmiştir. Çalışmanın sonucunda Moskova'nın orta çağ Rus ulaşım ve iletişim ağında önemli bir yapısal merkez olduğu ortaya çıkmıştır.

Beauchamp (1965) ve Mackenzie (1966) organizasyonların tasarımında merkeziliğin etkilerini araştırmıştır. Beauchamp iki veya daha fazla mevcut organizasyonun birleşiminden oluşan bir organizasyonun verimliliğinin alt birimleri en merkezi noktalarında birbirine bağlayarak optimize edilebileceğini öne sürmüştür. Mackenzie ise örgütsel yapı ile verimlilik arasındaki ilişkinin örgütsel görevin karmaşıklığına bağlı olması gerektiğini savunmuştur.

Czepiel (1974) merkezilik kavramını çelik endüstrisinde teknolojik bir yeniliğin yayılma modellerini açıklamak için kullanmıştır. İstatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmemiştir ancak firmalar arası resmi olmayan bir iletişim ağında daha merkezi olan çelik firmalarının genel olarak yeni bir döküm sürecini daha erken benimseyenler olduğu

ortaya çıkmıştır. Bu çalışmanın sonucuna göre merkeziliğin çelik firmalarına teknolojik avantaj sağladığı görülmektedir.

Rogers (1974), örgütler arası ilişkilerde iki tür merkeziliğin ortaya çıkışını incelemiştir. Merkeziliğin hangi endekse göre belirlendiğine bakılmaksızın, belirli organizasyonların sürekli olarak diğerlerinden daha merkezi olma eğiliminde olduğunu keşfetmiştir. Ayrıca, bir organizasyonun merkeziliğinin hem kendi özelliklerinden hem de ait olduğu ağı özelliklerinden tahmin edilebilir olduğu ortaya çıkmıştır.

Freeman (1979) çalışmasında sosyal ağlardaki merkezilik kavramı üzerinde durmuş ve bu konudaki mevcut fikir ayrılıklarına değinmiştir. Ayrıca var olan ölçüm yöntemlerinin tutarlılığı ve yorumlanabilirliği üzerine çalışmıştır. Freeman iletişim ağlarıyla ilgili olarak nispeten yüksek dereceli bir noktanın işlerin merkezinde yer aldığını belirtmiş ve bu noktaların nokta merkeziliğini derece açısından tanımlayan yazarlar için iletişimde görünürlük veya etkinlik potansiyelinin olduğunu belirtmiştir. Freeman'a göre bir sosyal ağda iletişim süreci devam ederken birçok kişiyle doğrudan temasa izin veren bir konumda bulunan bir kişi kendisini önemli bir bilgi kanalı olarak görmeye ve diğerleri tarafından görülmeye başlamalıdır. Bir anlamda, en azından temas halinde olduğu diğerlerine göre, iletişimin odak noktasıdır ve ağdaki bilgi akışının ana akımında olma duygusu geliştirmesi muhtemeldir. Düşük dereceli nokta ise konumu sebebiyle ağdaki diğerlerinin çoğuyla doğrudan ilişki kurmamakta ve konumu onun devam eden iletişim sürecine aktif olarak katılmasını engellemektedir.

Freeman (1979) çalışmasında mevcut merkezilik ölçüm endekslerinin zayıf yönlerine değinmiş ve bu ölçümlerin nasıl geliştirilebileceği üzerine çalışmıştır. Mevcut ölçüm endeksleri merkeziliği yorumlamalarına göre üç kategoride incelenmiştir. Bunlar Derece, Arasındalık ve Yakınlık Merkezilik Ölçütleri'dir.

Shaw (1954) merkeziliği Derece Merkeziliği olarak tanımlamıştır ve birçok araştırmacı da bu fikri benimsemişlerdir. (Mackenzie, 1964; Czepiel, 1974; Nieminen, 1973; Rogers, 1974). Nieminen (1974) tarafından geliştirilen uygulaması kolay ve her ağ için genelleştirilebilir ölçütün ortaya çıkışına kadar Derece Merkeziliği üzerine geliştirilen birçok merkezilik endeksi pratikte uygulanması zor veya sadece belli özelliklere sahip ağlar için uygulanması mümkün endekslerdi. Fakat Nieminen Derece Merkeziliği'ni bir noktanın komşuluklarının derecesi veya sayısı olarak basit bir tanıma oturtarak hesaplamadaki karmaşıklığın önüne geçmiştir.

Merkezilik hakkındaki ikinci görüş bir noktanın onları birbirine bağlayan en kısa veya jeodezik yollar üzerindeki diğer nokta çiftleri arasına düşme sıklığına dayanmaktadır. Hem Bavelas (1948) hem de Shaw (1954) bir kişi stratejik olarak diğer çiftleri birbirine bağlayan iletişim yollarında yer aldığına, o kişinin merkezi olduğunu öne sürmüştür. Böyle bir konumdaki bir kişi, iletim sırasında bilgiyi saklayarak veya çarpıtarak grubu etkileyebilmektedir. Shimbel (1953) iletişimin sürdürülmesi için bu tür pozisyonlarda bulunan kişilerin sorumluluğunu ve Cohn ve Marriott (1958) bu kişilerin grup süreçlerinin koordinatörleri olarak potansiyellerini vurgulamıştır. Shaw (1954) arasındalığı karmaşık ampirik temelli merkezilik ölçüsüne dahil etmesine rağmen bir arasındalık ölçüsü geliştirmemiştir. Arasındalık Ölçütleri Anthonisse (1971) ve Freeman (1977) tarafından bağımsız olarak geliştirilmiştir.

Üçüncü merkezilik görüşü bir noktanın ağdaki diğer noktalara yakın olma derecesine dayanmaktadır. Buna Yakınlık Merkeziliği denmektedir. Yakınlığa dayalı merkezilik ölçüleri Bavelas (1950), Beauchamp (1965), Sabidussi (1966), Moxley ve Moxley (1974) ve Rogers (1974) tarafından geliştirilmiştir. Bu ölçütlerin en basiti ve en doğal Sabidussi'nin (1966) ölçütüdür. Bir noktanın merkeziliğini, o noktadan grafikteki diğer tüm noktalara olan jeodezik mesafelerin toplanması olarak formüle etmiştir.

Aslında bu, noktalar birbirinden uzaklaştıkça büyüdüğü için ters merkeziliğin bir ölçüsüdür ve bu bağlamda merkezilik yakınlık anlamına gelmektedir.

Garlaschelli ve Loffredo (2004) tarafından yapılan çalışmada ağ yapılarındaki bağlantı karşılıklılığı sorunu ele alınmıştır. Bağlantı karşılıklılığı bir bağın hem i düğümünden j düğümüne hem de j düğümünden i düğümüne doğru yöne sahip olduğunu ifade etmektedir. Bu çalışmada bağlantı karşılıklılığının derecesini tespit edebilmek için bir ölçüt geliştirilmiştir. Çalışmada farklı çeşitteki ağ yapıları incelenmiştir ve örneğin e-posta ağlarında yayılan virüsler veya World Wide Web’de tekrarlı olarak araştırılan web sayfalarında karşılıklı bağlantıların varlığının açıkça süreci hızlandıracağı ve başlangıç noktasından hedefe ulaşma olasılığını artıracığı belirtilmiştir. Fakat ağ Dünya Ticaret Ağı’ndaki zenginlik veya gıda ağlarındaki besinler gibi bazı malların değiş tokuşuna aracılık ediyorsa herhangi iki karşılıklı bağlantı birbirinin varlığı tarafından belirlenen akışı dengeleme eğilimde olacaktır. Bağlantı karşılıklılığını bulmak için ağ yapısındaki çift yönlü bağların sayısının tüm bağların sayısına bölündüğü geleneksel formülün bazı noktalarda yetersiz kaldığı öne sürülmüş ve yeni bir ölçüt geliştirilmiştir. Ölçüt farklı ağ yapılarında uygulanmış ve Dünya Ticaret Ağı (World Trade Web) için en yüksek bağlantı karşılıklılığı değeri bulunmuştur.

Aleskerov (2006) çalışmasında seçim organlarına dair yapılan çalışmalarda kullanılan güç endekslerinin seçmenlerin koalisyon kurma tercihlerini hesaba katmadığından bahsetmiştir. Daha önceki çalışmalarda her seçmenin birbiriyle koalisyon kurabildiği, seçmenlerin kendi tercihlerinde tamamen özgür olduğu ve koalisyon arası bağların şiddetinin aynı olacağı varsayılmıştır. Seçmenlerin tercihlerini bu çalışmaya kadar dikkate alan tek endeks Shapley ve Owen (1989) tarafından geliştirilmiştir. Fakat bu endeksin gerçek verilere uyarlanabilirliğinde bazı önemli sorunlar vardır. Bu nedenle Aleskerov’un çalışmasına (2006) kadar seçmenlerin tercihlerini hesaba katan bazı

endekslerin geliştirilmesi için çeşitli çalışmalar da yapılmıştır. (Napel & Widgen, 2004, 2005).

Aleskerov, Andrievskaya ve Permjakova (2014) çalışmalarında literatürde birçok kez kullanılmış olan Klasik Merkezilik Endekslerinin düğümlerin etkileşimlerinin yoğunluğunu tam olarak kapsamadığını belirtmişlerdir. Bu nedenle bu çalışmalarında düğümlerin etkileşimlerinin yoğunluğunu hesaba katan bir güç endeksi geliştirmişlerdir ve bu endeksi bir kredi piyasasında kilit rol oynayan borçluyu bulmak için hipotetik bir örnek üzerinden açıklamışlardır. Geliştirilen endeksin adı “Key Borrower Index (KBI)”tir ve bu yöntem Aleskerov’un (2006) Rus Parlementosu’ndaki (1999-2003) en önemli hiziplerin bulunması üzerine yaptığı çalışmadaki güç endeksi analizinin ağ teorisine uyarlanmasından oluşmaktadır. Bu çalışmada KBI metodunun en bağlantılı finansal kurumu tespit etmek için bankalar arası piyasa analizinde kullanılabileceği, ayrıca en bağlantılı finans merkezlerini bulmak için uluslararası düzeyde uygulanabileceği belirtilmiştir. Hipotetik örnekte her bir düğüm için KBI sonuçları hesaplanmış, daha sonra sonuçlar Klasik Merkezilik Ölçütleri ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre KBI Klasik Merkezilik Endekslerinin dikkate aldığı detayları içerirken aynı zamanda Klasik Merkezilik Endeksleri tarafından göz önünde bulundurulmayan etkileşim yoğunluklarını da içermektedir.

Aleskerov, Meshcheryakova ve Shvydun (2016a) ağ yapılarındaki en güçlü elemanın belirlenmesi için kullanılan merkeziyet endekslerine yeni bir bakış açısı ile yaklaşmaktadır. Bu yaklaşım Klasik Merkeziyet Endekslerinin sunduğundan daha kapsamlı bir bakış açısı sunmaktadır ve Klasik Merkezilik Ölçütleri veya diğer endeksler tarafından tespit edilemeyen hem açık hem de gizli merkeziyet unsurlarını tanımlamakta, düğümlerin niteliklerini, düğümlerin bireysel ve grup etkilerini ve etkileşimlerin yoğunluğunu dikkate almaktadır.

Aleskerov ve diğerlerine (2016a) göre mevcut endeksler küçük ağ yapıları için bile ağda etkili olan gizli unsurları açıklamamaktadır. Örneğin Klasik Merkezilik Ölçütleri bir sistemin zincirleme reaksiyonlarının olasılığını (domino veya bulaşma etkisi) dikkate almamaktadır. Bu çalışmada Klasik Merkezilik Ölçütlerinin yanı sıra Aleskerov vd. (2014) tarafından geliştirilen ve KBI olarak adlandırılan endeksin zayıf noktalarından bahsedilmektedir. KBI yalnızca birinci seviyedeki doğrudan etkileşimleri dikkate almaktadır. Bu nedenle uzun menzilli etkileşimlerin önemli bir rol oynadığı veya zincirleme reaksiyonların mümkün olduğu durumlarda KBI yetersiz kalmaktadır. Ayrıca KBI belirli bir düğüm üzerinde doğrudan zayıf bir etkiye sahip olan ancak o düğümün komşu düğümleri üzerinde oldukça etkili olan düğümleri açıklamamaktadır. Tüm bu sebeplerden dolayı bu çalışmada yeni bir endeks olan LRIC (Long Range Interactions Centrality) açıklanmaktadır. LRIC için iki fikir ortaya konmaktadır. Bunlardan biri her bir düğüm için her bir olası yolun dikkate alınıp tek bir değer haline getirildiği mesafe odaklı yaklaşım, diğeri ise her bir düğümün ve bunların kombinasyonlarının bütün bir ağa etkisinin analiz edildiği simülasyona dayalı yaklaşımdır.

LRIC uzun mesafeli ilişkileri dikkate almaktadır fakat birbirinden çok uzak olan düğümler birbirini etkilemediğinden incelenecek bağlantı uzunluklarını tanımlayan bir parametrenin belirlenmesi gerekmektedir. Buna s parametresi denmektedir. Bu s parametresi 1'e eşitse uzun etkileşimler dolaylı düğümleri etkilemiyor demektir. Fakat bir ağda tüm bağlantı seviyeleri önemliyse s parametresi sınırsızdır. Analizden önce belirlenmesi gereken bir diğer parametre ise eşik değerini ifade eden q parametresidir ve bu parametre ağın analizde kullanılacak C matrisine dönüştürülmesi için kritik gruplar belirlenirken kullanılmaktadır. Her iki düğüm arasındaki yolların etkisini hesaplamak için iki ve bu olası etkileri toplamak için üç yöntem geliştirilmiştir. Yol etkilerinin hesaplanması için yollardaki "direkt etkilerin çarpımı" ve "minimum direkt etkinin bulunması" yöntemleri kullanılmıştır. Etkilerin toplanması için kullanılan yöntemler ise

“yol etkilerinin toplamı”, “yol etkilerinin maksimumunun alınması” ve “eşik kuralı” yöntemidir. Toplam etkilerin hesaplanması için bu yöntemlerin kombinasyonları kullanılmıştır ve bir kombinasyon mantıklı olmadığından kalan beş kombinasyonla beş farklı ölçüt oluşturulmuştur.

Simülasyona dayalı yöntem ise şu şekilde işlemektedir: bir grup düğümün birleştirildiği ve bu grup tarafından diğer düğümlerin etkilendiği varsayılır. Bazı etkilenen düğümler, eşiklerine göre birinci gruba katılır. Genişletilmiş grup geri kalan düğümleri tekrar etkiler ve bazıları bu genişletilmiş gruba katılır. Tüm düğümler ilk gruba katılana veya son genişletilmiş gruptan etkilenen başka düğüm kalmayana kadar bu işleme adım adım devam edilir. Ayrıca bazı parametrelerle adım sayısı sınırlanabilir ve bu sınıra ulaşıldığında işlem durdurulabilir. Bir sonraki aşamada, başka bir düğüm grubu birleştirilir ve onların etkisinin diğer düğümler üzerindeki etkisi takip edilir. İlk adımda seçilebilecek tüm gruplar incelendiğinde, her bir düğüm için bu düğümün birinci grupta olması nedeniyle ilk gruba sonradan katılan düğümler hakkındaki bilgiler özetlenir. Böylece, düğümden düğüme etkiler elde edilir ve bu bilgi tek bir vektörde toplanır. Bu yöntemin en önemli avantajlarından biri domino veya bulaşma etkisi olarak adlandırılan, bir grafiğin tüm zincirleme reaksiyonlarını doğru bir şekilde hesaba katmasıdır. Öte yandan bu yöntem oldukça yüksek bir belleğe ihtiyaç duyar (en kötü durumda tüm kombinasyonların göz önünde bulundurulması gerekmektedir). Bu nedenle dikkate alınan kombinasyonların sınırlandırılması sorunuyla karşılaşilmektedir. Gerçek yaşam problemlerinde genellikle ortaya çıkma olasılığı düşük olan kombinasyonları dikkate almanın pratik olmadığı düşünülmektedir.

Aleskerov, Rezyapova, Roman ve Yakuba (2020) çalışmalarında Bundle Influence ve Pivotal Influence adını verdikleri iki yeni endeks geliştirmişlerdir. Bu iki endeks diğer düğümlerin bir düğüm üzerindeki grup etkisini bu düğüme ait kota adı verilen parametreyi de göz önünde bulundurarak açıklamaktadır. Öncelikle her bir düğüm

için kota adı verilen bir q değeri belirlenmelidir. Bundle Influence endeksinin hesaplanması için her bir düğüm grubunun etkisi hesaplanır ve etkisi kota değerini geçen düğüm gruplarının sayısı belirlenir. Her bir düğüm için hesaplanan bu değer o düğümün Bundle Influence değeri olmaktadır. Pivotal Influence endeksi ise kota değerini geçen düğüm gruplarındaki merkezi üyelerin sayılmasıyla elde edilir. Sonuçların karşılaştırılabilmesi için ise her bir düğüm için normalleştirilmiş değerler hesaplanmıştır.

1.2. Ağ Analizi ve Merkezilik ile İlgili Uygulamalar Literatürü

Bu bölüm “Türkiye’de Yapılan Uygulamalar” ve “Uluslararası Uygulamalar” olarak iki başlıkta incelenmektedir. Türkiye’de yer alan akademik kurumlarda veya yayınlarda bulunan çalışmalar ilk başlıkta, yabancı akademik kurumlarda veya yayınlarda bulunan çalışmalar ise ikinci başlıkta yer almaktadır.

1.2.1. Türkiye’de Yapılan Uygulamalar

1.2.1.1. Bankacılık ve Finans Alanında

Yenilmez (2010) çalışmasında Türkiye’nin 2000 yılında yaşadığı finansal krizi ağ kuramı teorisine dayanarak açıklamıştır. Türkiye gecelik para piyasasını bir ağ olarak ele alınmıştır. Sonuçlara göre incelenen ağ yıl içerisinde Demirbank’ın aşırı borçlanması nedeniyle yüksek düzeyde merkezileşmiştir. Bu da ağın yapısını değiştirmiş, diğer kurumlar arasındaki bağların kırılması ve böylece ağın bağlanırlığının düşmesi ile sonuçlanmıştır. Kasım krizi ise Demirbank etrafında merkezileşmiş yapıyı kırmış ve ağ içindeki bağlanırlık kriz sırasında yükselmiştir. Ağın değişik günlerdeki grafikleri oluşturulmuş ve çeşitli ölçütlerdeki değişimler incelenmiştir.

Özdemir (2015) Türk bankacılık sisteminde sistemik risk üzerine bir inceleme yapmıştır. Sistemik risk bir ya da birden fazla kuruluşta ortaya çıkan bir finansal çöküşün bağıntılılık sebebiyle diğer kurumlara geçmesi olarak tanımlanmaktadır. Ağ analizinin

yapılabilmesi için hem yönsüz hem de yönlü ağ yapısı modeli kullanılmıştır. Türk bankacılık ağının genel yapısının araştırılması için Derece, Yakınlık ve Arasındalık Merkezilik Ölçütleri ve merkezileşme metrikleri kullanılmıştır. Ağ yapısının kırılabilirliği ve etkililiğini ölçmek için simülasyonlar yapılmıştır.

Vladi (2017) çalışmasında 70 ülkenin oluşturduğu uluslararası finansal ağ ağ analizi yaklaşımıyla incelemektedir. Çalışmada IMF tarafından yayınlanan 2004-2015 arası Eşgüdümlü Portföy Yatırım Anketi (CPIS) verileri kullanılmıştır. Finansal ağ kalıplarını ve evrimini değerlendirmek için ağ yapısı yönlü ve ağırlıklandırılmış olarak oluşturulmuş, Ağ Yoğunluğu, Kümelenme Katsayısı, Düğüm Merkeziliği, Arasındalık Merkeziliği, Yakınlık Merkeziliği ve Merkezler ve Otoriteler Algoritması kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda finansal ağdaki en etkili ülke ABD olarak tespit edilmiştir. Japonya, İngiltere, Lüksemburg, Fransa ve Almanya da ağda yüksek öneme sahiptir.

1.2.1.2. Pazarlama Alanında

Yüccetin (2011) çalışmasında ağızdan ağıza pazarlama etkisini sosyal ağ analizi yöntemleriyle incelenmiştir. Çalışmada veri seti çevrimiçi sosyal ağ kullanıcısı olan kişilerin söz konusu sosyal ağ sistemi tarafından erişimine izin verdikleri bilgilerden oluşmaktadır. Ağızdan ağıza pazarlama mesajını yayması için hedef olabilecek fikir liderlerinin yapısal özellikleri ve ağ içindeki pozisyonları incelenmiştir. Çalışmada Derece Merkezilik, Yoğunluk, En Kısa Uzaklık, Yakınlık, Arasındalık ve Kümelenme Katsayısı gibi analiz yöntemleri kullanılmıştır. Ağ analizi ile benzer ağ tipleri için sosyal ağlarda yapılacak pazarlama kampanyalarının hazırlık aşamaları için faydalı olabilecek bilgilerden bahsedilmiştir.

Tuvay (2021) çalışmasında alışveriş merkezlerinin uyguladığı duyuşal pazarlama stratejilerine ilişkin kadın tüketicilerin beklentilerini araştırmaktadır. Katılımcıların duyuşal beklentilerini analiz etmek için ağ analizi kullanılmıştır. Çizilen ağ yapısında

katılımcıların sorulara verdikleri cevaplar düğümleri, cevaplar arasındaki ilişkiler ise bağlantıları/kenarları oluşturmaktadır. Analizde Yoğunluk, Derece Merkezilik, Yakınlık, Arasındalık, Artikülasyon Noktaları ve K-Core gibi yöntemler kullanılmıştır.

1.2.1.3. İş birlikleri ve Partnerlikler Alanında

Özgül (2018) çalışmasında Teknopark İstanbul'da yer alan Ar-Ge firmalarının aralarında yapmış oldukları iş birliklerini sosyal ağ teorisi ile analiz etmiştir. Çalışmada önce firmalar arası iş birliği ağı oluşturulmuş, sonra da analizler sonucu bu iş birliği neticesinde firmaların ne gibi kazanımlar elde ettikleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Oluşturulan ağda 76 firma ve 92 iş birliği yer almaktadır. Sosyal ağ analizi ile ortaya konan iş birlikleri gerek şirket bazında gerekse topluluk bazında incelenmiştir. Derece Merkezilik Ölçütü değerinin artmasının firmaların yabancı pazarlara girişini ve teknoloji transferini artırdığı ve çevresel belirsizlikleri ve ortaya çıkan maliyetleri azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Şekerci (2021) çalışmasında Ufuk2020 hibe destek programı bilgi ve iletişim teknolojileri alanında kabul alan projeleri sosyal ağ analizi yöntemi ile incelemiştir. 31 ülkeden oluşan yönsüz bir ağ modeli üzerinde çalışılmıştır. Ağın genel özellikleri hakkında bilgi edinmek için bazı klasik istatistiksel analizler yapıldıktan sonra Derece, Arasındalık, Yakınlık ve Özvektör Merkezilik Analizleri yapılmış, Kümeleme Katsayıları hesaplanmış ve Klik Analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda partnerlerin ağdaki konumu ile ilgili genel bir görüntü elde edilmiş ve partnerler arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Türkiye'nin mevcut durumuna ilişkin yorumlar ve diğer ülkeler ile karşılaştırmalar yapılmış, çeşitli öneriler sunulmuştur.

1.2.1.4. Ulusal Güvenlik ve Uluslararası Çatışmalar Alanında

Mollaoğulları (2020) çalışmasında sosyal ağ analizini ülkelerarası çatışmaları incelemek amacıyla kullanmaktadır. Ülkelerin çatışma sayılarına ilişkin veriler Global Database of Events Language and Tone (GDELT) projesinde yer alan ülkelerin çatışma sayılarından alınmıştır. Araştırmada betimsel istatistikler, merkezîyet ölçütleri ve Kümeleme Analizi kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda günümüzde dünyadaki çatışmaların merkezindeki ülke ABD olarak tespit edilmiş ve çatışmaların büyük bir bölümünün Ortadoğu’da gerçekleştiği sonucuna varılmıştır.

Bural (2021) çalışmasında sosyal medyadan elde edilecek istihbaratın terörizmle mücadelede nasıl kullanılabileceğini araştırmaktadır. Sosyal medya üzerinden toplanan veriler sosyal ağ analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Sosyal ağ analizi uygulamalarının terör örgütlerinin tedarik, saldırı hazırlığı gibi faaliyetlerine yönelik öngörüler sağladığından bahsedilmiş ve bu çalışmada da Twitter’den alınan verilerin sosyal medya istihbaratına dönüştürülmesi amaçlanmıştır. Çalışmada Twitter’ı etkin olarak kullanan PKK terör örgütü sempatizanlarına ait hesaplar ve çekirdek Twitter hesapların takip ettiği hesaplar tespit edilmiş, toplanan veriler NodeXL Pro programı ile analiz edilmiştir. Tüm Twitter hesaplarının incelenmesi mümkün olmadığından örneklem 50 Twitter hesabıyla sınırlandırılmıştır. Sosyal ağ analizi için İç Derece, Dış Derece, Arasındalık ve Pagerank Merkezilik Ölçütleri kullanılmıştır. Pagerank Merkezilik Ölçütü’nün ağdaki kanaat önderlerini ortaya çıkardığından bahsedilmektedir. Ağdaki gruplarda yer alan kullanıcıların diğer gruplardaki kullanıcılarla ilişkilerini incelemek için ise Grup Kenarları Ölçütleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda sosyal ağ analizinin Twitter’da etkin rol oynayan şahısları tespit edebileceğine, buradaki grupları belirleyebileceğine, kanaat önderlerinin ortaya çıkabileceğine ve örgütün gündem maddelerinin öğrenilebileceğine vurgu yapılmıştır.

1.2.1.5. Diğer Alanlarda

Bu kısım turizm, eğitim, sağlık, patent, sosyal medya ile doğal afet yönetimi, firmalardaki organizasyonel yapı, inşaat, suç ve trafik gibi farklı alanlara ait çalışmalardan oluşmaktadır.

Doğan (2014) çalışmasında Antalya’da kümelenmiş medikal turizm alanında hizmet veren özel sağlık kuruluşlarının ilişki ağlarını incelemeyi amaçlamıştır. Bu çalışmada literatürde yaklaşık 50 yıldır var olan küme kavramına olan ilginin artmasında Porter’ın (1998) büyük etkisi olduğu belirtilmektedir. Burada küme kavramı Porter’ın tanımına göre ele alınmıştır ve Porter’a göre küme kısaca belirli bir alandaki birbirleri ile bağlantılı şirketlerin ve kuruluşların coğrafik yoğunlaşmasıdır. Kümelenmeler firmalara ve dolayısıyla ülkelere rekabet avantajı kazandırmaktadır. Çalışmanın sonucunda incelenen kuruluşların küresel ilişki ağlarının yetersiz olduğu, bunlar arasında bir iş birliği eksikliği olduğu belirlenmiştir.

Yarım (2021) çalışmasında Erzurum iline bağlı merkez ilçelerdeki ilkokulların sosyal ağ analizi ile bu okullardaki yönetici ve öğretmenlerin örgütsel maneviyat düzeyleri arasındaki ilişkileri araştırmaktadır. Çalışmada sosyal ağ analizinin yanı sıra nicel ve nitel analiz yapılmıştır. Sosyal ağ araştırmasında öğretmenlere mesleki konularda ve kişisel konularda fikir alışverişinde bulunmak üzere daha çok kimlere danıştıkları sorulmuştur. Sosyal ağ analizi için Yoğunluk, Karşılıklılık, Derece, Yakınlık, Özvektör ve Yapısal Boşluk Merkeziyet Endeksleri hesaplanmıştır. Çalışmanın sonunda örgütsel maneviyat düzeyi yüksek olan okulların sosyal ağ yoğunluklarının da yüksek olduğu ve okuldaki çalışanlar arasındaki ilişkilerin sıkı ve çift yönlü olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca çalışmada istatistik ile sosyal ağ analizi arasındaki fark vurgulanmaktadır. İstatistik bütüne ve bütünün ortalamasına odaklanmaktadır. Sosyal ağ analizi ise sosyal yapıyı aktörlerden ve bu aktörleri birbirine bağlayan ilişki kümelerinden oluşan bir ağ

olarak görmekte, bu sayede sosyal yapının ve etkilerinin incelenmesine olanak tanımaktadır.

Karapanca (2020) kalp krizini oluşturan nedenleri Twitter üzerinde sosyal ağ analizi yaparak araştırmıştır. Twitter'dan toplanan veriler ile 9 adet sosyal ağ grafiği oluşturulmuştur. Bu ağlar yüksek tansiyon, yüksek kolesterol, sigara, obezite, diyabet, akrabalarındaki hastalık öyküsü, hareketsiz yaşam ve strestir. Bu ağlara ait Yarıçap, Ortalama En Kısa Patika, Yoğunluk, Ortalama Kümelenme Katsayısı, Merkezileşme Endeksi ve Derece Merkezilik gibi ölçütler hesaplanmıştır.

Özata (2020) çalışmasında son on yılda alınan bilgi güvenliği alanındaki patentleri ağ analizi ve zaman serisi analizi yöntemleriyle incelemiştir. Ağ analizinde Derece Merkezilik Endeksleri hesaplanmıştır. Buna göre ABD ve Çin bilgi güvenliği alanında en çok patent alan ülkelerdir. G06F ve H04L ise en çok tercih edilen patent sınıflarıdır. Son on yılın ilk yıllarında G06F en çok tercih edilen patent sınıfı olurken son yıllarda H04L sınıfı daha çok tercih edilmiştir.

Demirci (2020) çalışmasında doğal afetlerde insanların sosyal medyadaki davranışlarını incelemiş ve sosyal medya kullanıcılarını kategorilere ayırmıştır. Bu gruplara ait Arasındalık ve Özvektör Ekdeksleri başta olmak üzere Derece Merkezilik gibi çeşitli merkezilik ölçütleri incelenmiştir. Seçilen merkezilik ölçütleri ile kullanıcı kategorileri karşılaştırılıp analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda Özvektör Merkeziliği'nin afet yönetiminde etkin olan kullanıcı gruplarını bulmada daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Tüzüntürk (2012) çalışmasında Bursa'daki orta büyüklükteki bir tekstil firması içindeki sosyal ağları ağ analizi ile incelemektedir. Firmadaki dört farklı organizasyonel birim ve birimler arası ilişkiler çeşitli ağ analiz teknikleriyle incelenmiştir. Firmadaki formel ve enformel organizasyonel şema karşılaştırılmıştır. Büyüklük ve Yoğunluk, Derece ve Derece Dağılımı, Uzaklık, Karşılıklılık, Derece Merkezilik, Arasındalık,

Yakınlık, Özvektör Merkeziliği ve Kümelenme Katsayısı gibi analiz yöntemleri kullanılmıştır.

Akgül (2014) çalışmasında inşaat sektöründeki şirketleri ve projeleri sosyal ağ analizi yardımıyla incelemektedir. Türk müteahhitlerin ilişkileri iş birlikleri olarak ele alınmıştır ve çalışma Türk müteahhitlerinin davranışlarını incelediğinden çalışmanın Türk müteahhitlerinin işbirlikçi stratejileri hakkında bilgi sahibi olmak isteyen yerli ve yabancı firmalar için yol gösterici olduğundan bahsedilmiştir. Türk müteahhitlerinin uluslararası pazarda gerçekleştirdiği projelerin verileri T.C. Ekonomi Bakanlığı Türkiye Müteahhitlik ve Mühendislik Hizmetleri biriminden elde edilmiştir. Elde edilen bu verilerden hareketle Türk müteahhitler ve yabancı ortakları için 255 şirket arasındaki ilişkileri gösteren 46 farklı ülkede yürütülen 449 ortak projeden oluşan ağ yapısı oluşturulmuştur.

Ataç (2019) çalışmasında uyuşturucu suçundan dolayı ifadesi alınan 33 kişinin sosyal ağ analizini yapmaktadır. Çalışmanın amacı dağıtım yapan asıl suçluları belirlemek ve bu suçluların diğer şüphelilerle aralarındaki ilişki düzeyini ölçmektir. Ağa ait Yoğunluk Analizi, Derece Merkezilik Ölçümü, Arasındalık ve Yakınlık Merkezilik Ölçümleri yapılmıştır. Uyuşturucu dağıtımını gerçekleştiren esas kişiler Derece Merkezilik Ölçütü ile belirlenirken Arasındalık Merkezilik Ölçütü ile uyuşturucu dağıtımını kontrol eden ve dağıtıma aracı olan kişiler belirlenmiştir. Yakınlık Merkezilik Ölçütü'yle ise ağ içindeki bütün kişilere en kısa yoldan ulaşma ihtimali yüksek olan kişiler tespit edilmiştir.

Kuşkapan (2019) çalışmasında İstanbul karayollarında yaşanan trafik sorunu problemini sosyal ağ analizi yöntemiyle incelemiştir. Çalışmada Derece, Yakınlık, Arasındalık, Özvektör ve Bonanich Merkezilik Endeksleri hesaplanmıştır. Bonanich Merkezilik Endeksi'nin hem hacim değerlerini hem de ağdaki tüm komşulukları dikkate alması sebebiyle bu çalışma için en belirleyici merkezilik kavramı olduğundan

bahsedilmiştir. Çalışma sonunda İstanbul için en kritik kavşaklar belirlenmiş ve bu kavşaklarda iyileştirme yapılması için önerilerde bulunulmuştur.

1.2.2. Uluslararası Uygulamalar

1.2.2.1. Uluslararası Ticaret Alanında

Kim ve Shin tarafından 2002 yılında yapılan çalışmada 1959 ile 1996 yılları arasındaki IMF ülkelerarası ticaret verileri kullanılmıştır. Bu çalışmada bu yıllar arası dünyanın globalleştiği mi bölgeselleştiği mi sorusu üzerinde durulmuş ve sosyal ağ yaklaşımıyla veri seti incelenmiştir. Ülkelerin yıllar içinde daha fazla ticaret ilişkisi kurduğu ve bu yıllar arasında daha global hale geldiği sonucuna varılmıştır. Bölgeselleşme ile ilgili olarak da bölgeler arası ticaretin bölge içi ticaretten daha yoğun olduğu fakat bu yıllar arasında iki tür ticaretin de arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Garlaschelli ve Loffredo (2004) ülkelerarası ticaret ağını yönsüz bir ağ yapısına dönüştürerek inceleme yapmıştır. Bu çalışmada ülkelerin gelir dağılımı ile ülkelerarası ticaret ağının yapısal özellikleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Garlaschelli ve Loffredo (2005) ise uluslararası ticaret ağını yönlü bir ağ yapısı olarak inceleyerek ağın yapısal analizinin yapılmasını amaçlamaktadır. Bunun için yönsüz ağ yapısını yönlü ağ yapısına dönüştüren bir formül geliştirilmiştir ve yapısal özelliklerin zamana bağlı değişimi incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda ülkelerarası ticaret ağının yapısal özelliklerinin ülkelerdeki gelir dağılımıyla benzer özelliklere sahip olduğu görülmektedir.

Aleskerov vd. (2017) küresel gıda üretimindeki ülkelerin gıda ağının tamamı üzerindeki etkisini Aleskerov vd. (2014) tarafından geliştirilen KBI olarak da bilinen SRIC (Short Range Interaction Centrality) ve Aleskerov vd. (2016a) tarafından geliştirilen LRIC (Long-Range Interaction Centrality) yöntemleriyle analiz ederek küresel gıda ağında yüksek etkisi olan ülkeleri tespit etmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada LRIC yöntemlerinden MaxMin ve Simülasyona Dayalı Yaklaşım kullanılmıştır.

1.2.2.2. Bankacılık Alanında

Peter (2007) çalışmasında uluslararası bankacılık merkezlerini uluslararası bir ağ yapısı olarak ele almış, hangi bankacılık merkezinin uluslararası bankacılık ağında merkezi rol oynadığını çeşitli ağ analizi yöntemleriyle (İç Derece, Yakınlık, Arasındalık, Aracılık ve Prestij veya Bonanich Merkeziliği) incelemiştir. Bu çalışmada her düğüm bir bankacılık merkezini, düğümler arasındaki bağlar ise bankaların alacaklarını göstermektedir. Bu çalışma gibi bankalar arası ilişkileri merkezilik endekslerinin yardımıyla inceleyen birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalardan bazıları Norveç para piyasası (Akram, 2010), ABD Federal Fon piyasası (Bech & Atalay, 2008), Brezilya bankalar arası piyasası (Cajueiro & Tabak, 2008) ve İtalya bankalar arası piyasası (Iori, De Masi, Precup & Gabbi, 2008) üzerine yapılan çalışmalardır. Minoiu ve Reyes (2013) ise 1978-2010 arası verileri kullanarak 184 ülkeyi içeren bir uluslararası bankacılık ağı üzerinde çalışmıştır.

Aleskerov, Meshcheryakova, Nikitina ve Shvydun (2016b) tarafından yapılan çalışmada Aleskerov ve diğerlerinin (2016a) formüle ettiği uzun mesafeli ilişkileri dikkate alan yöntemler 2015'in birinci çeyreğinde ülkelerin bankacılık sistemlerindeki yurtdışı alacaklarını analiz etmek için kullanılmıştır. Motivasyonunu finansal krizden alan çalışma daha dikkatli yatırımlar ve gözlemler gerektiren sistematik olarak önemli finansal kurumların ve ülkelerin tespit edilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Çalışmada yer alan ampirik örneğin yanı sıra hipotetik bir örnekle Klasik Merkezilik Ölçütlerinin ve KBI Yöntemi'nin sistematik risk değerlendirme üzerine zayıflıkları açıklanmıştır.

Kullanılan yöntemler sonunda iki tip kilit borçlu tespit edilmiştir: yüksek reytinglere ve olumlu kredi geçmişine sahip büyük oyuncular ve uygun yatırım koşulları ve olumlu iş ortamının düzenlenmesi yoluyla büyük ölçekte finansal faaliyetlere sahip aracı oyuncular. Yüksek reytinglere sahip ülkeler genelde büyük ve güçlü ekonomilere sahip olduğundan sistemdeki kilit oyuncular olması beklenen bir sonuçtur. Yüksek

düzeyde güvenilirliğe ve ülke puanlarına sahip finansal sistemler geliştirmeleri sonucu bu ülkelere ait banka mevduatları veya menkul kıymetler çok sayıda yatırımcıyı çekmektedir. Bu nedenle bu tip ülkeler için “hata yapmak için çok büyük” denebilmektedir ve bu ülkelerin finansal sektörleri global bir sistematik krizin kaynağı olacağından yakından takip edilmelidir.

İkinci kategoride yer alan ülkeler ise Klasik Merkezilik Endeksleri veya KBI tarafından tespit edilmesi mümkün olmayan “hata yapmak için fazla birbirine bağlı” diye tanımlanabilecek ülkelerdir. Bu ülkelerin endirekt etkilerinin bu kadar yüksek olacağı ilk bakışta anlaşılamamaktadır çünkü bu ülkeler büyük bir ekonomiye sahip değildir. Yatırımcıların varlıklarını bu ülkelerin finansal sistemlerine yerleştirmelerinin sebebi bu ülkelerin çekici bir iş ortamına sahip olması, gelişmiş altyapı sistemlerinin olması, insan sermayesi veya olumlu itibarı olabilmektedir. Bu ülkelerin sistemde bu kadar kritik rol oynamaları endirekt ilişkileri dikkate alan yöntemlerin önemini ispat eder niteliktedir. Aleskerov vd. (2016a) tarafından kurulan hipotez bu örnek ile doğrulanmaktadır: En büyük etkiyi sadece en büyük piyasa katılımcıları değil, sistem içinde birbirine en çok bağlı katılımcılar da sağlayacaktır. Bu durum bu ampirik örnekte şöyle açıklanmaktadır: İkinci kategoride yer alan ülkelerin bireysel nakit akışlarının her biri önemli olmayabilir ama bu akışların kombinasyonu finansal sistemin bütünü için istikrarı için kritik olabilmektedir.

1.2.2.3. Göç Alanında

Maier ve Vyborny (2005) sosyal ağ analizi yöntemini kullanarak ABD’de eyaletler arası göçü incelemiştir ve bu çalışma sosyal ağ analizini göç konusu üzerinde uygulayan ilk çalışmadır. Bu incelemede ağ yapısı yönlü ve ağırlıklı olarak oluşturulmuştur ve bazı tekniklerin yönlü ağ yapıları için daha az gelişmiş olduğundan bahsedilmiştir. Çalışmada öncelikle ham veri kullanılmıştır fakat eyaletlerin büyüklüğü

ile göçün korelasyonu fark edilince analiz bazı standartlaştırma teknikleriyle değiştirilmiş olan standartlaştırılmış veri seti ile tekrarlanmıştır.

Fagiolo ve Mastorillo (2013) uluslararası göçü karmaşık bir ağ yapısı olarak ele almış ve düğümlerin ülkeleri, bağlantıların belirli bir zamanda belirli bir ülkeden gelen ve başka bir ülkede yaşayan göçmen stokunu temsil ettiği ağırlıklı yönlü bir ağ yapısı oluşturmuşlardır. Bu ağın 1960-2000 yılları arasındaki yapısı ve bu yapıyı şekillendirmede rol oynayan etmenler üzerinde çalışmışlardır.

Dong, Pu ve Wang tarafından 2013'te yapılan çalışmaya göre Çin'deki eyaletler arası göç karmaşık ağ yapısı perspektifinden incelenmektedir. Karmaşık ağlar, tamamen normal ağlar ve tamamen rasgele ağlar arasındaki ağ türüdür. Karmaşık ağ perspektifi buradaki göç ağı araştırmasına yeni bir bakış açısı ve yöntem sağlamaktadır. Göçün modu ve mekanizmasını analiz etmek için karmaşık ağ endekslerinden Merkezilik Derecesi, Kümeleme Katsayısı ve Dağılım hesaplanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre Çin'in eyaletler arası göç ağı belirli karmaşık ağ özelliklerine sahiptir. Göç iç bölgelerden doğu kıyı bölgelerine doğru yoğunlaşmıştır ve batı bölgelerinin nüfus hareketliliği düşüktür. Derecelerle eyalet sayısı arasındaki dağılım uzun kuyruk dağılımı özelliklerine sahiptir ve ağ ölçekten bağımsız bir ağdır.

Gheasi, Nijkamp ve Tranos (2015) uluslararası göç ağının topolojisini geleneksel ekonometrik yöntemlerin yanında ağ teorisini kullanarak ele almışlardır. Yer Çekimi Modelleri hem geleneksel ekonometrik modelleri hem de ağ yapısı tabanlı regresyon teknikleri kullanılarak incelenmiştir. (Yer Çekimi Modeli göç akışını incelemede önemli rol oynamaktadır. Bu modele göre iki ülke arasındaki göçün derecesi ülkelerin popülasyonu ile doğru orantılı ve iki ülke arasındaki mesafe ile ters orantılıdır (Aleskerov, Meshcheryakova, Rezyapova ve Shvydun, 2016).) Ülkelere ait Derece Merkezilik Ölçütleri iç ve dış olarak ayrı ayrı hesaplanmış, ağırlıklı derecelerin hesaplaması da

yapılmıştır. Ayrıca ağı ait Topluluk Analizleri yapılmıştır. Bu analiz sonuçlarında ortaya çıkan ağ desenlerinin yıllar içindeki değişimi incelenmiştir.

Benguigui ve Porat (2016) çalışmalarında 2006-2010 yılları arasındaki çift yönlü uluslararası göç ağını modellemiş ve topolojik analizini yapmışlardır. Ağ modellenirken yönsüz bir ağ yapısına dönüştürülmüştür. Ağın topolojisi Çeşitlilik, Arasındalık, Yakınlık, Eigenvektör ve Kümeleme Katsayısı özelliklerine bakılarak incelenmiştir ve ağdaki düğümler küçük ve büyük Derece Merkeziliği'ne sahip olmalarına bağlı olarak iki gruba ayrılmıştır. Yüksek dereceli düğümlerin birbirlerine ve düşük dereceli grupların büyük kısmına güçlü bir şekilde bağlı olduğu sonucu çıkarılmıştır. Düşük dereceli düğümler ise bazı sosyoekonomik ilişkilerden dolayı kendi aralarında bazı göç desenlerine sahip olsalar da bu düğümlerin genel olarak rasgele bir topolojiye sahip olduğu söylenebilmektedir.

Aleskerov, Meshcheryakova, Rezyapova ve Shvydun (2016c) çalışmalarında uluslararası göç ağında en yüksek öneme sahip ülkeleri tespit etmeyi amaçlamışlardır. Bunun için Klasik Merkezilik Endekslerinin (Derece Merkezilik Ölçütü, Yakınlık, Özvektör ve Pagerank) yanı sıra ülkeler arasındaki dolaylı bağlantıları dikkate alan direkt olmayan etki endekslerini kullanmışlardır. Endirekt Etki Yöntemlerinin uluslararası göç ağında kullanılmasının ilk sebebi iki ülke arasındaki göçün direkt olmak zorunda olmaması, bu nedenle olası göç rotalarının araştırılması gerektiğidir. Bu durumda göç akışını başlatan ülkenin bulunması ağdaki en güçlü ülkenin tespit edilmesi için önemlidir. İkinci sebep ise uluslararası göç ağındaki tüm ülkeler birbirine bağlı olduğundan herhangi iki ülke arasındaki akışın diğer ülkeler arasında yeni akışların ortaya çıkmasına neden olabilmesidir.

Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleri olarak LRIC endeksleri kullanılmıştır. Ayrıca Aleskerov vd. (2014) tarafından geliştirilen SRIC endeksi kullanılmıştır. SRIC endeksinin (kısa mesafeli ilişkileri dikkate alan merkeziyet ölçütü) klasik ölçütlerden

farkı düğüm özelliklerini ve bunlar arasındaki ikinci dereceden endirekt etkileri dikkate almasıdır. Bu çalışmada düğüm özellikleri olarak ülkelerin popülasyonları ele alınmıştır. Ülkelerarası ilişkileri yeniden modellemek amacıyla her ülkeye ait bir kota belirlenmiştir. Bu kota her ülkenin popülasyonunun belirlenen bir parametreyle çarpılmasıyla elde edilmiştir ve göç eden ülkeye dair göç popülasyonu hedef ülkenin kota değerinin altındaysa o ülkenin hedef ülkeye doğrudan etkisi olmadığı belirtilmiştir. SRIC endeksi iki aşamalı tüm ilişkiler için uygulanabilmektedir fakat daha çok katman içeren ilişkiler için LRIC endeksinin (uzun mesafeli ilişkileri dikkate alan merkeziyet ölçütü) hesaplanması gerekmektedir. Goodman-Kruskal korelasyon katsayısından elde edilen sonuçlara göre SRIC ve LRIC endeksleri ile bulunan sıralamalar Klasik Merkeziyet Ölçütleriyle elde edilen sıralamalardan farklıdır çünkü bu endeksler sadece en çok göç veren veya göç alan ülkeleri değil aynı zamanda bu ülkeleri birbirine bağlayan ülkeleri de göz önünde bulundurmaktadır. Analiz 1970-2013 yılları arası için uygulanmıştır ve her analiz sonucunun yıllar içindeki değişimi tartışılmıştır.

1.2.2.4. Diğer Alanlarda

Bu kısım ticaret ve finans, göç ve ticaret, uluslararası ilişki ağları, eğitim, siyaset ve akademik makalelerdeki atıflar gibi farklı konular üzerine yapılan uygulamalardan oluşmaktadır.

Fagiolo, Schiavo ve Reyes'in (2010) çalışmasında karmaşık ağ analizi yöntemleri kullanılarak uluslararası ticaret ve finansal entegrasyon modelleri analiz edilmiştir. Bu çalışmada yüksek gelirli ülkelerin ticaret ve finans ilişkilerinin sayısı ve şiddeti yönünden diğer ülkelere göre daha fazla bağlantısının olup olmadığı, hangi ülkelerin ticaret ve finans ağında daha merkezi rol oynadığı ve yüksek gelirli ülkelerin mal ve varlık ticaretini sadece sınırlı ve nispeten kapalı ortaklar grubuyla yapma eğilimde olup olmadığının araştırılması hedeflenmiştir. Çalışmada hem çift yönlü hem de ağırlıklandırılmış ağ yapısı

kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda ticaret ağının finans ağına göre daha yoğun olduğu, iki ağın da merkezlerine doğru kümелendiği ve bu kümelenmenin finansal piyasalarda daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. Yüksek gelirli ülkelerin birbirleriyle daha çok bağlantılı olduğu ve birbirleri arasında gruplar oluştuğu görülmüştür. Bu yapının mali krizlerin neden gelişmiş ülkeler arasında hızla yayılırken yükselen piyasalara ancak ikinci aşamada ulaştığını açıklayabileceği sonucuna varılmıştır.

Aleskerov vd. (2020) çalışmalarında ülkelerin uluslararası ticaret ve uluslararası göç ağlarındaki grup etkisini değerlendirmek için Bundle Influence ve Pivotal Influence endekslerini kullanmaktadır. Bu iki endeksin yanı sıra her bir ülke için İç Derece Merkezilik Endeksi de hesaplanmakta ve bu üç endeksin lineer toplamaları hesaplanarak toplam etkiler belirlenmektedir. Analiz dört yıl (2001, 2006, 2011 ve 2016) için yapılmıştır. Uluslararası ticaret verileri için UN Comtrade ve WITS Uluslararası Ticaret İstatistikleri veri tabanları, uluslararası göç ağı için ise OECD Stat ve Eurostat Uluslararası Göç veri tabanları kullanılmıştır. Ülkeler için kota (q) belirlenirken uluslararası ticaret ağı için belirlenen ülkeye yapılan toplam ithalatın bir yüzdesi, uluslararası göç ağı için ise göç alan ülkenin toplam nüfusunun bir yüzdesi alınmıştır. Grupların içerebileceği maksimum ülke sayısını kısıtlamak için de bir parametre belirlenmiştir. Grup etkisinin önemi bu çalışmada şöyle bir örnekle açıklanmıştır: Bir Orta Doğu ülkesinden Avrupa'ya olan göç miktarı hedef ülkenin nüfusu ile karşılaştırıldığında önemsiz olabilir. Fakat hedef ülkenin yaşam koşullarıyla ilgili bilgi diğer Orta Doğu ülkeleri arasında yayılırsa hedef ülkeye göç etmeyi daha fazla göçmen düşünebilir.

Hafner-Burton, Kahler ve Montgomery (2009) çalışmalarında ağ analizinin uluslararası ilişki ağlarına uygulanabilirliği, ağ analizi yapılabilmesi için uluslararası ilişki ağlarının nasıl modelleneceği ve uygulanabilecek analiz yöntemleri üzerinde durmuşlardır. Bu çalışmada ağ analistleri için direkt ölçülebilen bağların en değerli ve

en problemsiz veriler olduğundan bahsedilmiştir. Son çalışmalar direkt ölçülebilen uluslararası veri setlerinin sayısını artırmış olsa da sadece iki veri setinin yeterli yıl ve ülkeye ait güvenilir veri içerdiği görülmektedir. Bunlar diplomatik tanıma ve ticaret ile ilgili veri setleridir.

Daly, Liou, Rodway ve Sinnema (2020) Yeni Zelanda'daki 5 okulun kendi içinde ve birbirleri arasındaki iş birliği ve tavsiye ağını incelemişlerdir. Eğitimcilerin birlikte çalıştıkça okullarının uzmanlığından karşılıklı olarak yararlanacağı ve eğitim öğretim faaliyetlerinin gelişeceği belirtilmiştir. Araştırma sonucuna göre okulların kendi içindeki sosyal ağları birbirine güçlü şekilde bağlıyken okulların birbirleri arasındaki iş birliği ve tavsiye ağı zayıftır.

Aleskerov (2006) çalışmasında geliştirdiği güç endekslerini üçüncü Rus Parlamentosu'ndaki (1999-2003) hizipler arasındaki güç dağılımını incelemek için kullanmıştır. Bu çalışmada seçmenlerin birleşme tercihlerini dikkate alarak güç endeksleri oluşturmanın üç yolu düşünülmüştür. İlki iki seçmen grubunun (parti hiziplerinin) ne ölçüde benzer şekilde oy kullandığını gösteren tutarlılık endeksine dayanmaktadır. İkincisi bireysel hiziplerin bir araya gelme yoğunluğunu temel alarak grupların birleşme yoğunluğunu tanımlayan işlevleri kullanmaktadır. Üçüncü yol ise siyasi haritadaki hiziplerin koordinatlarını kullanarak bir yoğunluk fonksiyonunu mesafenin bir fonksiyonu olarak tanımlamaktır.

Ayhan (2016) çalışmasında ağ analizini akademik makalelerdeki atıfları incelemek için kullanmıştır. The Oxford Handbook of The Economics of Networks yazarlarının birbirlerine yaptıkları atıflar ile bir ağ yapısı oluşturulmuş ve bu ağdaki en merkezi yazar tespit edilmeye çalışılmıştır. Derece, Özvektör, Yakınlık ve Arasındalık Merkezilik Ölçütlerinin yanı sıra Invariant Metodu adı verilen bir yöntem kullanılmıştır. Ağ yapısı önce yönlü ve ağırlıksız olarak daha sonra yönlü ve ağırlıklandırılmış olarak ele alınmıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

2. AĞ ANALİZİ VE TANIMLAR

Bu kısım dört bölüme ayrılmaktadır. İlk bölümde ağ analizi ile ilgili kavramlara ait genel tanımlara yer verilmektedir. İkinci ve üçüncü bölümde sırayla Direkt İlişkileri Dikkate Alan Yöntemler ve Endirekt İlişkileri Dikkate Alan Yöntemler açıklanmaktadır. Dördüncü bölümde ise çalışmada kullanılan yöntemlerin neler olduğundan bahsedilmektedir.

2.1. Tanımlar

Çizge/Graf: Ağ analizinin temelini çizge/graf denilen yapılar oluşturmaktadır. Graflar herhangi bir durum ya da olaydaki öğeler arasındaki ilişkilerin modellenmesi ve görselleştirilmesi için kullanılmaktadır. Genelde $G (V, E)$ şeklinde gösterilmektedir (Newman, 2003).

Köşe/Düğüm: Graf gösterimindeki V (vertex) düğümü ifade etmektedir. Düğümler ağ yapısındaki elemanları belirtmek için kullanılmaktadır (Newman, 2003).

Kenar/Bağlantı: Graf gösterimindeki E (edge) kenarı ifade etmektedir. Kenarlar bir ağ yapısındaki elemanlar arasındaki ilişkileri ifade etmektedir (Newman, 2003).

Yönlü/Yönsüz Graf: $G (V, E)$ graf yapısındaki elemanlar arasındaki ilişkiler yönlü ve yönsüz olarak ikiye ayrılmaktadır. Bir kenar yalnızca bir yönde ilerliyorsa (iki nokta arasındaki tek yönlü bir yol gibi) yönlü, ilişkiler arasındaki yöne ait bir bilgi içermiyorsa yönsüzdür. Tüm kenarları yönlü olan bir ağ yapısına yönlendirilmiş graf denmektedir. Tüm kenarları yönsüz olan bir graf ise yönsüz graftır (Newman, 2003).

Direkt İlişki: Birbirine birinci dereceden yani doğrudan bağlı olan düğümlerin arasındaki ilişkidir. Bu nedenle birbirine komşu olan düğümlerin direkt ilişki içinde olduğu söylenebilmektedir (Aleskerov, 2016a).

Endirekt İlişki: Bir düğümden diğer düğüme doğrudan ulaşamıyor ancak başka düğümler aracılığıyla ulaşılabilirse bu iki düğüm endirekt/doğrudan olmayan ilişki içindedir (Aleskerov, 2016a).

Ağ Yapısı: Bir ağ, aralarında birtakım temaslar veya etkileşimler olan elemanlar topluluğudur. Bireyler arasındaki arkadaşlık ilişkileri, şirketler arasındaki ilişkiler, ülkeler arasındaki ticaret, göç ve sosyal medya ilişkileri ağ yapılarına örnektir (Newman, 2003).

Ağ Analizi: Ağ analizi herhangi bir ağdaki elemanlar (kişiler, araştırmalar, kurumlar vb.) arasındaki ilişkilerin derinlemesine incelenmesi ile bu ağdaki ilişki ve bilgi bağlantılarının analiz edilip anlamlandırılmasına olanak sağlayan bir yaklaşımdır. Kısacası birbiriyle ilişki içinde olan her türlü yapılanmanın analiz edilmesi işlemidir (Newman, 2003).

Merkeziyetlik: Bir ağ yapısındaki bazı elemanların sistemdeki diğer elemanlara daha bağlı olması veya ağ içinde daha yüksek etkiye sahip olması durumudur (Aleskerov, 2016a).

Merkeziyetlik Endeksi/Ölçütü: Bir ağ yapısındaki düğümlere ait önem derecesinin/merkeziyetliğin ölçülmesine yarayan metriklerdir (Aleskerov, 2016a).

2.2. Direkt İlişkileri Dikkate Alan Yöntemler

Bu bölümde Direkt/Doğrudan İlişkileri Dikkate Alan Yöntemler on başlıkta incelenmektedir. Bunlar İç Derece (In-Degree), Dış Derece (Out-Degree), Derece (Degree) ve Derece Farkı (Degree Difference) olmak üzere Derece Merkeziyetlik Ölçütleri (Degree Centralities), bu Derece Merkeziyetlik Ölçütleri'ne ait Ağırlıklandırılmış Derece Merkeziyetlik Ölçütleri (Weighted Degree Centralities), Özvektör (Eigenvector), Bonanich, Katz ve Pagerank Merkeziyetlik Ölçütleri, İçeri Yakınlık (Closeness In), Dışarı Yakınlık (Closeness Out) ve Yakınlık (Closeness) Merkeziyetlik Ölçütleri, Arasındalık

(Betweenness) ve Myerson Merkezilik Ölçütleri ve KBI (Key Borrowers Index) Yöntemi'dir.

2.2.1. Derece Merkezilik Ölçütleri

Uzun yıllardır kullanılan ve kullanımı en basit yöntemlerden biri olan merkeziyet ölçütü Derece Merkezilik Ölçütü'dür (Degree Centrality). Yönsüz ağlarda bir düğümün derecesi (C_i^{deg}) o düğümün komşularının sayısı $|N_i|$ olarak hesaplanmaktadır (Freeman, 1979):

$$C_i^{deg} = |N_i|. \quad (1)$$

Diğer düğümlerle daha fazla sayıda bağa sahip olan düğümler yüksek derece merkezilik değerlerine sahip olmaktadır. Bu da bu düğümlere diğer düğümler üzerinden daha kolay ulaşılabildiği ya da bu düğümlerin diğer düğümler tarafından daha kolay etkilendiği anlamına gelmektedir.

Yönlü ağlarda ise Derece Merkezilik Ölçütü 4 farklı versiyonda incelenmektedir. Bunlar İç Derece, Dış Derece, Derece ve Derece Farkı Merkeziliği'dir.

İç Derece Merkeziliği (In-Degree, C_i^{in-deg}) bir düğüme gelen bağlantıların sayısı, Dış Derece Merkeziliği (Out--Degree, $C_i^{out-deg}$) ise bir düğümden çıkan bağlantıların sayısıdır. Bir düğümün İç Derece Merkeziliği değerinin yüksek olması diğer düğümlerin o düğüm üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğunu gösterir. Tam tersi durumda ise ilgili düğüm diğer düğümler tarafından etkilenmemektedir. Dış Derece Merkeziliği ise ilgili düğümün diğer düğümler üzerindeki etki gücünü göstermektedir. Bu değer yüksek olması çok sayıda düğümün ilgili düğümün etkisinde olduğu anlamına gelmektedir.

Yönlü ağ yapılarındaki Derece Merkezilik Ölçütü ($C_i^{total deg}$) İç ve Dış Derece Merkezilik Ölçütlerinin toplamıdır:

$$C_i^{total\ deg} = C_i^{in-deg} + C_i^{out-deg} \quad (2)$$

Derece Merkezilik Ölçütü ilgili düğümün komşularının sayısını vermektedir ve bağlantıların yönlerini yok saymaktadır. Yüksek derece merkezilik değerine sahip olan düğümler ağ yapısındaki en aktif düğümlerdir.

Derece Farkı Merkeziliği bir düğümden çıkan bağlantıların sayısı ile bir düğüme giren bağlantıların sayısı arasındaki farktır:

$$C_i^{deg\ diff} = C_i^{out-deg} - C_i^{in-deg} \quad (3)$$

Ağ yapılarında bir düğümün yüksek Derece Farkı Merkeziliği değerine sahip olması o düğümün diğer düğümlere olan göreceli etkisinin fazla olduğunu göstermektedir (Aleskerov vd., 2016a).

2.2.2. Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütleri

Bağlantılar arası ağırlık değerlerinin olduğu ağ yapılarında komşu düğümlerin arasındaki bağlantıların ağırlıklarının da dikkate alındığı Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütleri'nin (Weighted Degree Centrality) kullanımı da mümkündür. Önceki bölümde açıklamaları yapılmış olan merkezilik ölçütlerinin her birinin “ağırlıklandırılmış” ölçütleri mevcuttur.

- Ağırlıklandırılmış İç Derece Merkezilik Ölçütü (Weighted In Degree Centrality):

$$C_i^{w\ in-deg} = \sum_{j \in V: (j,i) \in E} w_{ji} = \sum_{j=1}^n w_{ji}. \quad (4)$$

- Ağırlıklandırılmış Dış Derece Merkezilik Ölçütü (Weighted Out Degree Centrality):

$$C_i^{w out-deg} = \sum_{j \in V: (i,j) \in E} w_{ij} = \sum_{j=1}^n w_{ij}. \quad (5)$$

- Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütü (Weighted Degree Centrality):

$$C_i^{total w deg} = C_i^{w in-deg} + C_i^{w out-deg}. \quad (6)$$

- Ağırlıklandırılmış Derece Farkı Merkezilik Ölçütü (Weighted Degree Difference Centrality):

$$C_i^{w deg diff} = C_i^{w out-deg} - C_i^{w in-deg}. \quad (7)$$

Yukarıdaki formüllerde görüldüğü gibi bu ölçütler hesaplanırken komşuların sayısı değil komşulardan gelen (w_{ji}) veya komşulara aktarılan (w_{ij}) ağırlıklar dikkate alınmaktadır. Bu nedenle Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütlerinin kullanımı bağlantılar arasındaki etkileri içeren ağırlıklandırılmış ağ yapılarında daha açıklayıcı olabilir (Aleskerov vd., 2016a). Fakat bazı durumlarda Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütlerinin sonuçları değerlendirilirken dikkatli olunmalıdır. Örneğin iki eleman/düğüm aynı Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütü'ne sahip olabilir ama birinin komşularının sayısı diğerinden daha fazla olabilir. Bu durumda sadece Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütü'nün sonucuna bakılarak iki düğümün de aynı öneme sahip olduğu söylenemez (Aleskerov vd., 2016a).

Derece Merkezilik Ölçütlerinin komşu düğümlerin gücünü de göz önünde bulundurmak gibi bir özelliği bulunmamaktadır. Bu nedenle komşu düğümlerin önem derecelerini de gözeten farklı merkeziyet endeksleri geliştirilmiştir. Bunlardan başlıcaları Özvektör Merkezilik Ölçütü (Eigenvector Centrality), Bonanich Merkezilik Ölçütü, Katz Merkezilik Ölçütü ve Pagerank Merkezilik Ölçütü'dür.

2.2.3. Özvektör Merkezilik Ölçütü

Özvektör Merkezilik Ölçütü bir düğümün bağlantılı olduğu düğümlerin önem derecelerini de incelemektedir. Derece Merkezilik Ölçütü bağlantıların sayısına dair basit

bir hesaplama sunmaktadır fakat Özvektör Merkezilik Ölçütü tüm bağlantıların eşit öneme sahip olmadığını savunmaktadır. Yani bağlantıda olduğu düğümleri daha merkezi olan düğümün de daha merkezi bir konumda olacağını göstermektedir. Bu ölçütün hesaplanmasında komşuların merkezilik derecelerinin toplamı göz önünde bulundurulmaktadır (Newman, 2008). Bir ağ yapısına ait Özvektör Merkezilik Ölçütü'nün sonuçları ile Derece Merkezilik Ölçütü'nün sonuçları birbirinden çok büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Hatta Derece Merkezilik Ölçütü düşük olan bir düğüm Özvektör Merkezilik Ölçütü'ne göre o ağ yapısındaki en yüksek önem derecesine sahip düğüm olabilir (Adiwijaya vd., 2014).

Özvektör Merkezilik Ölçütü'nü hesaplarken bir düğümün merkeziliğine x_i denirse bu düğümün özvektör merkezilik derecesi şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$x_i = \frac{1}{\lambda} \sum_{j=1}^n A_{ij} x_j \quad (8)$$

Burada λ bir sabit, A ise komşuluk matrisidir. Merkezilik vektörleri $x = (x_1, x_2, \dots)$ belirlendikten sonra denklem matris formunda yeniden yazılabilir:

$$\lambda x = Ax \quad (9)$$

Burada x özdeğeri λ olan komşuluk matrisinin özvektörüdür. Merkezilik değerlerinin negatif olmadığı varsayıldığında λ komşuluk matrisinin en büyük özdeğeridir (Newman, 2008).

2.2.4. Bonanich Merkezilik Ölçütü

Özvektör Merkezilik Ölçütü temel alınarak farklı ölçütler geliştirilmiştir. Bunlardan biri Bonanich Endeksi denen, α ve β parametrelerinin de dikkate alındığı bir merkeziyet ölçütüdür. Parametrelerden biri (α) merkeziyet vektörünün varyansını etkilerken diğeri (β) komşu düğümlerin ilgili düğümün öneminin derecesini ne kadar etkilediğini göstermektedir (Bonanich, 1972).

2.2.5. Katz Merkezilik Ölçütü

Özvektör Merkezilik Ölçütü büyük ağ yapıları için pratikte uygulanabilir değildir. Bu nedenle büyük ağ yapıları için uygulanabilir olan başka ölçütler geliştirilmiştir. Katz Merkezilik Ölçütü bunlardan bir tanesidir. Bu ölçüt iki parametrelili bir denklemin çözümü olarak tanımlanmaktadır (Katz, 1953).

2.2.6. Pagerank Merkezilik Ölçütü

Katz Merkezilik Ölçütü'nde bazı değişiklikler yapılarak Pagerank Merkezilik Ölçütü geliştirilmiştir. Bu merkeziyet ölçütü bir ağ yapısı üzerinde rastgele yürüyüş yapıldığında ilgili düğüm noktasına denk gelinmesi olasılığını dikkate almaktadır. Bu ölçütün Google tarafından önemli bir uygulaması mevcuttur. Google'da aranan kelimeler için sitelerin puanlarını hesaplamak, dolayısıyla o sitelerin değerini ölçmek için kullanılmıştır (Brin vd., 1998). Pagerank kelimesinin tam olarak bir Türkçe karşılığı bulunmamakla birlikte Sayfa Rankı olarak çevrilebilmektedir.

2.2.7. Yakınlık Merkezilik Ölçütleri

Derece Merkeziyet Ölçütleri'nin yanı sıra bir ağ yapısındaki düğümler arasındaki mesafeye odaklanan ölçütler de vardır. Bu ölçütler Yakınlık Merkeziliği (Closeness Centrality) Ölçütleri olarak adlandırılır.

Literatürde Yakınlık Merkezilik Ölçütlerinin farklı formüllerine rastlanmaktadır. Fakat hepsinde ortak olan şey düğümler arasındaki uzaklığın temel alınmasıdır. İki düğüm arasındaki uzaklık bir düğümden diğerine olan en kısa yolun uzunluğudur. Rochat (2009) Yakınlık Merkezilik Ölçütü'nü bir düğüm ile diğerleri arasındaki en kısa yolların harmonik ortalamaları olarak formüle etmiştir:

$$C_i^{cl} = \sum_j \frac{1}{d_{ij}} \quad (10)$$

Wasserman ve Faust (1994) Yakınlık Merkezilik Ölçütü'nün yönlü ağ yapılarında farklı formüllerle hesaplanabileceğinden bahsetmiştir. Buna göre toplamda üç yakınlık ölçütü vardır: yönsüz ağlar için hesaplanan Yakınlık Ölçütü, diğer düğümlerden ilgili düğüme doğru gelen bağlantıları içeren İçeri Yakınlık ve ilgili düğümden diğer düğümlere giden bağlantıları içeren Dışarı Yakınlık Merkezilik Ölçütü.

2.2.8. Arasındalık Merkezilik Ölçütü

Arasındalık (Betweenness) Merkezilik Ölçütü bir düğümün iki düğüm arasındaki en kısa yollar üzerinde kaç kere bulunduğunu gösterir. Yani birbirleriyle doğrudan ilişkisi olmayan düğümler arasında köprü görevi gören düğümlerle ilgili bir ölçüttür. Arasındalık Merkezilik Ölçütlerinin birkaç çeşidi bulunmaktadır (Freeman, 1977, Freeman vd., 1991, Newman, 2005). Bunlardan biri belirli bir düğümden geçen belirli iki düğüm arasındaki en kısa yolların toplamını hesaplar:

$$C_i^{btw} = \sum_{jk} \sigma_{jk}(i) \quad (11)$$

Burada $\sigma_{jk}(i)$ j ve k düğümlerini birbirine bağlayan ve i düğümünden geçen en kısa yolların sayısıdır.

Diğer bir Arasındalık Merkezilik Ölçütü arasındalığı nisbi olarak hesaplamaktadır:

$$C_i^{relative\ btw} = \sum_{jk} \frac{\sigma_{jk}(i)}{\sigma_{jk}} \quad (12)$$

Burada σ_{jk} j ve k düğümlerini birbirine bağlayan en kısa yolların sayısıdır.

Maksimum akışların toplamını hesaplayan (Freeman vd., 1991) ve en kısa yollara daha fazla ağırlık verip tüm yolları göz önünde bulunduran (Newman, 2005) yöntemler de vardır.

2.2.9. Myerson Merkezilik Ölçütü

Merkezi düğümü tespit etmeye yönelik birçok yöntemin temeli İş Birlikli Oyun Teorisi'ne (Cooperative Game Theory) dayanmaktadır. İşbirlikli Oyun Teorisi'ne göre bir ağ yapısı birbiriyle iletişim içinde olan ve ağ yapısının toplam üretken değerine katkıda bulunan bireylerden oluşmaktadır. Burada problem üretilen değer bireyler arasında nasıl paylaşılacağıdır (Aleskerov vd., 2016a). Güç endeksine dayanan ve daha önce iletişim oyunları için geliştirilen Shapley-Shubik Endeksi'nin (Shapley & Shubik, 1954) bir versiyonu olan bir ölçüt Myerson tarafından geliştirilmiştir (Myerson, 1977). Myerson Değeri bir düğümün ilgili ağ yapısındaki tüm alt ağ yapılarına olan ortalama katkısı olarak ifade edilebilir. Bahsedilen alt ağ yapılarının önceden belirlenen değerleri mevcuttur.

2.2.10. KBI (Key Borrower Index)

Önceki bölümlerde açıklanan endeksler düğümlerin özelliklerinin, ağ yapısındaki doğrudan bağlantıların güç seviyesinin ve düğümler arası bağlantıların yeterince üzerinde durmamaktadır. Bunun sonucu olarak düğümler arasındaki bağların gücünü tahmin etmeye yönelik yeni bir yöntem geliştirilmiştir (Aleskerov vd., 2014). Bu yöntem daha önce Aleskerov (2006) tarafından Rus parlamentosu için uygulanmak amaçlı geliştirilen Güç Endeksi Analizi'ne dayanmaktadır ve Ağ Yapısı Teorisi'ne uyarlanmıştır. Bu yöntem KBI (Key Borrower Index) olarak adlandırılmaktadır ve Kısa Mesafeli İlişkileri Dikkate Alan Yöntemlerden biridir. Finansal etkileşimlerin bazı belirli özelliklerini hesaba katarak bir kredi piyasasındaki en önemli borçluyu bulmak için kullanılmaktadır. KBI Endeksi'nin önemli bir özelliği tüm bağlantıları hesaba katmamasıdır. Her düğüm için bir kritik eşik değeri belirlenmekte (q_i) ve seçilecek bağlantılar bu eşik değerine bağlı olmaktadır (Aleskerov vd., 2016a).

KBI Değeri diğer düğümlerin ilgili düğüme etkisini belirlemek için her düğüm için ayrı ayrı hesaplanmaktadır. Bu durumda sadece doğrudan ilişkide olunan komşular hesaba katılmaktadır. Bu da KBI Endeksi'nin eksik kaldığı yönlerden biridir. Uzun mesafeli ilişkilerin önem taşıdığı ağ yapılarında KBI Endeksi yetersiz kalmaktadır. İlerleyen bölümlerde Uzun Mesafeli İlişkileri Dikkate Alan Yöntemler açıklanmaktadır.

2.2.11. Bundle Influence ve Pivotal Influence Endeksi

Klasik Merkezîyet Ölçütlerinin grup etkisini analiz etmedeki zayıflığını ortadan kaldırmak için Aleskerov vd. (2020) Bundle Influence ve Pivotal Influence adlı iki yeni endeks geliştirmişlerdir. Bu endekslerin hesaplanması için öncelikle her bir düğüm için kota adı verilen bir q değeri belirlenmektedir. Bu kota düğümlerin arasındaki bağlara ait ağırlıkların bir oranı olarak belirlenebilmekte ve her düğüm için farklı değerler alabilmektedir. Ayrıca bir düğümü aynı anda etkileyebilen düğümlerin sayısı k adı verilen bir parametreyle sınırlandırılmaktadır.

Her bir düğüm için hesaplanan Bundle Influence endeksi BI_i olarak ifade edilmektedir. Öncelikle i düğümünü etkileyen, düğüm sayısı k değerinin altında kalan her bir düğüm grubu belirlenmektedir:

$$S \subseteq V \setminus \{i\}, |S| \leq k, \forall j \in S, w_{ji} \neq 0, \quad (13)$$

Daha sonra bu düğüm gruplarından grup etkisi q değerinin üzerinde olan gruplar belirlenmekte ve bu gruplara 1 değeri atanmaktadır:

$$BI_i(S) = \begin{cases} 1, & \text{eğer } \sum_{j \in S} w_{ji} \geq q_i \\ 0, & \sum_{j \in S} w_{ji} < q_i \end{cases} \quad (14)$$

$BI_i(S)$ değerleri her bir düğüm için toplanarak BI_i değerleri elde edilmektedir:

$$BI(i) = \sum_S BI_i(S) \quad (15)$$

Pivotal Influence Endeksi ise kota değerini geçen düğüm gruplarındaki merkezi üyelerin sayılmasıyla elde edilmektedir. Merkezi yelerin belirlenmesine dair açıklamalar “Endirekt İlişkileri Dikkate Alan Yöntemler” bölümünde yer almaktadır.

2.3. Endirekt İlişkileri Dikkate Alan Yöntemler

Bir ağ yapısındaki doğrudan bağlantıları hesaba katarak geliştirilen yöntemlerin yanı sıra bu yöntemlerin yetersiz kaldığı problemlere çözüm üretmek amacıyla dolaylı olarak birbirini etkileyen düğümlerin ilişkilerini göz önünde bulunduran yöntemler mevcuttur. Bu yöntemlere kısaca “Endirekt/Dolaylı İlişkileri Dikkate Alan Yöntemler” veya “Endirekt/Dolaylı Etki Hesaplama Yöntemleri” denmektedir.

Bu bölümde Endirekt İlişkileri Dikkate Alan Yöntemler açıklanmaktadır. Ayrıca çalışmada kullanılan Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleri’nin uygulaması 40 yerine 10 lkelik bir model oluşturularak MS Excel ile yapılmıştır. Endirekt İlişki Yöntemleri’ne ait uygulamaların literatürde çok örneği bulunmamasından dolayı bu çalışmada endirekt yöntemlerin uygulama adımları üstünde literatürde birçok uygulaması olan klasik yöntemlerinkinden daha çok durulması amaçlanmaktadır. Gerçek uygulama 40 ülkeden oluştuğundan dolayı uygulamanın gerçek model üzerinde yazılı olarak açıklanması mümkün olmamaktadır. Bu nedenle bu bölümde Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleri 10 lkelik bir örnek model ile adım adım açıklanmaktadır. Gerçek modele ilişkin sonuçlar çalışmanın üçüncü bölümünde yer almaktadır.

2.3.1. Ağ Yapısının Oluşturulması

Bir ağ yapısı, $G = \{V, E, W\}$ şeklinde ifade edilen, $V = \{1, \dots, n\}$ düğümler kümesinden ve $E \subseteq V \times V$ oklar kümesinden oluşan şebeke modeli olarak tanımlansın. Bu yapıda oklar üzerinde $(i, j) \in E$ olmak üzere $W = \{w_{ij}\}$ ağırlıklar kümesi bulunmaktadır. Geliştirilen merkeziyet endeksleriyle bu yapılardaki önem derecesinin ölçölmesi merkeziyet/g ölçümü olarak adlandırılmaktadır.

Merkeziyet endeksleri ile ilgili gerekli tanımlar ve ilgili notasyon aşağıda verilmektedir (Aleskerov vd., 2016b):

Düğüm Arası Bağın Gücü (a_{ij}): i ve j düğümleri arasındaki bağın gücünü ifade eden bir ağırlıktır ve matris olarak gösterimi $A_{ij} = [a_{ij}]_{N \times N}$ şeklindedir.

Düğüm Özellikleri (u_i^k): Düğümler kendine ait özelliklere (ağırlıklar vb.) sahip olabilirler. Bu da u_i^k şeklinde ifade edilir ve i düğüm numarası, $k \in K$ ise özelliğin numarasıdır.

Direkt İlişki: Düğümlerin birbirleriyle olan doğrudan bağlantıları “direkt ilişki” olarak adlandırılır.

Endirekt İlişki: Düğümlerin birbirleriyle olan dolaylı etkileşimleri “endirekt ilişki” olarak adlandırılır.

Direkt Komşuların Kümesi N_i : Bir düğümün doğrudan bağlantısının olduğu düğümlerin oluşturduğu gruptur. N_i i 'nci elemanın direkt komşularının kümesidir ve i elemanının direkt komşularının olası grup sayısı $2^{|N_i|}$ ile bulunur.

s uzunluğu: “s” parametresiyle gösterilen uzunluk, ilişkilerin kaçınıcı katmana kadar inceleneceğini, yani bir düğümün diğer düğümlerle arasındaki ilişkilere bakılırken o düğüme en fazla ne kadar uzunluktaki düğümlerin ele alınacağını gösterir. Bir diğer ifadeyle, s uzunluğu bir düğüm ile diğer düğüm arasındaki yolun basamaklarının sayısıdır ve genelde belli bir değerin altında olması istenmektedir.

Eşik Değeri q_i : q_i i 'nci elemanın önceden belirlenen eşik değerini ifade etmektedir. Kritik grubun belirlenebilmesi için bu değerin önceden bilinmesi gerekmektedir. Düğümler arasındaki bağın gücünün bu eşik değerden düşük veya yüksek olmasına göre kritik gruplar belirlenir.

Kritik Grup $\Omega(i)$: i 'nci elemanın direkt komşularının grubu $\Omega(i) \subseteq N_i$, $\sum_{j \in \Omega(i)} a_{ij} \geq q_i$ ise “kritik”tir.

Merkezi Üyeler $\Omega_p(i)$: $x \in \Omega(i)$, $\sum_{j \in \Omega(i) \setminus \{x\}} a_{ij} < q_i$ ise “merkezi”dir. $\Omega_p(i)$, kritik grup ($\Omega(i)$) içindeki merkezi üyelerin kümesini ifade etmektedir.

p-yol: İki eleman arasındaki endirekt ilişkileri belirlemek için p-yol tanımı ortaya çıkmıştır. p-yol elemanların sıralı dizilimlerini ifade eder. Bu dizilim şu şekildedir: $ipj_1, i_1pj_2, \dots, j_{k-1}pj_k, j_kpj$. Herhangi iki eleman arasında endirekt ilişkiyi belirlemek için aralarındaki bir s parametresinden kısa olan tüm p-yol’lar incelenir. Hiçbir yol döngü içermemelidir.

p-yol’ların Kümesi: i 'den j 'ye olan p-yol’ların kümesi $P^{ij} = \{P_1^{ij}, P_2^{ij}, \dots, P_m^{ij}\}$ şeklinde gösterilir. m yolların toplam sayısı ($n(k) = |P_k^{ij}|$) ve $k = \overline{1, m}$ k 'nci yolun uzunluğudur.

2.3.1.1. Döğümder Arası Bağın Gücü (A_{ij}) Matrisinin Oluşturulması

Örnek modelde incelenen 10 ülke 2021 yılı ITC verilerine göre 2017, 2018 ve 2019 yılı ihracat değeri incelenildiğinde dünya ihracatının %51.2’sini oluşturmaktadır. Bu örnek çalışmanın ilk varsayımı dünya ticaretini bu 10 ülkenin oluşturmasıdır. Ülkelerin 2017, 2018 ve 2019 yılı ihracat verilerinin (ABD doları (USD) cinsinden) ortalamaları alınmış ve ülkelerin birbirleri arasındaki ihracat değeri farkı alınarak ticaret dengesi matrisi oluşturulmuştur. Uygulamanın devamı için bu matristeki değeri oransal anlam ifade edebilecek verilere dönüştürülmesi gerekmektedir. Aleskerov ve diğeri (2016b) çalışmasında bankaların kredi oranlarının hesaplanması gibi bu çalışmada da her bir ülkenin toplam ihracatı o ülkenin doğrudan ilişkisinin bulunduğu ülkeler arasında oranlanmıştır. Bu oranlar hesaplandıktan sonra çalışmaya etkisi çok düşük olacağından ve bu değeri incelenmesi analizleri karmaşık

hale getireceğinden 0.06'nın altında kalan değerler çalışmaya dahil edilmemiştir. Elde edilen ve çalışmada kullanılacak olan $A = [a_{ij}]_{N \times N}$ matrisi aşağıdaki gibidir:

Tablo 1. Örnek Modele İlişkin A_{ij} Matrisi

Ülkeler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0.73		0.01			0.02	0.13	0.04	0.07
2								1		
3	0.13	0.34		0.01	0.05		0.19		0.05	0.22
4		0.55			0.18	0.15		0.06		0.05
5	0.44	0.20				0.35				
6	0.50	0.22	0.07					0.21		
7		0.37		0.06	0.12	0.13				0.33
8			0.40		0.02		0.29		0.12	0.17
9		0.43		0.05	0.02	0.05	0.22			0.22
10		0.50				0.50				

*Değerler yuvarlanmıştır. İlerleyen hesaplamalar orijinal verilerle yapılacağından uyumsuzluklar olabilir.

**1: Çin, 2: ABD, 3: Almanya, 4: Japonya, 5: Güney Kore, 6: Hong Kong, 7: Fransa, 8: Hollanda, 9: İtalya, 10: Birleşik Krallık.

2.3.1.2. Güç Matrisinin (C_{ij}) Oluşturulması

Uzun Mesafeli İlişkileri Dikkate Alan Yöntemlerin uygulanması için C adı verilen bir güç matrisinin oluşturulması gerekmektedir (Aleskerov vd., 2014). Bu matrisin oluşumu için merkezi üyeler $\Omega_p(i)$ ve bunlara ait kritik grupların $\Omega(i)$ belirlenmesi gerekmez.

Örnek modelde eşik değeri (q) “0.20” olarak belirlenmiştir. Her bir ülkeye ait direkt komşuların kümesi N_i ve kritik gruplar $\Omega(i)$ Tablo 2’de gösterilmiştir. (Her bir ülke Tablo 2’de açıklandığı gibi 1’den 10’a kadar numaralandırılmıştır.)

Tablo 2. Örnek Modelde Her Bir Ülkeye Ait Direkt Komşuların Kümesi ve Kritik Gruplar

Ülke i	Direkt Ticaret, N_i	Kritik Gruplar, $\Omega(i)$
1	{2,8,10}	{2},{2,8},{2,10},{8,10},{2,8,10}
2	{8}	{8}
3	{1,2,7,10}	{1,2},{1,7},{1,10},{1,2,7},{1,2,10},{1,2,7,10},{1,7,10},{2},{2,7},{2,10},{2,7,10},{7,10},{10}
4	{2,5,6,8}	{2},{2,5},{2,6},{2,8},{2,5,6},{2,5,8},{2,6,8},{2,5,6,8},{5,6},{5,8},{5,6,8},{6,8}
5	{1,2,6}	{1},{1,2},{1,6},{1,2,6},{2},{2,6},{6}
6	{1,2,3,8}	{1},{1,2},{1,3},{1,8},{1,2,3},{1,2,8},{1,3,8},{1,2,3,8},{2},{2,3},{2,8},{2,3,8},{3,8},{8}
7	{2,5,6,10}	{2},{2,5},{2,6},{2,10},{2,5,6},{2,5,10},{2,6,10},{2,5,6,10},{5,6},{5,10},{5,6,10},{6,10},{10}
8	{3,7,9,10}	{3},{3,7},{3,9},{3,10},{3,7,9},{3,7,10},{3,9,10},{3,7,9,10},{7},{7,9},{7,10},{7,9,10},{9,10}
9	{2,7,10}	{2},{2,7},{2,10},{2,7,10},{7},{7,10},{10}
10	{2,6}	{2},{6},{2,6}

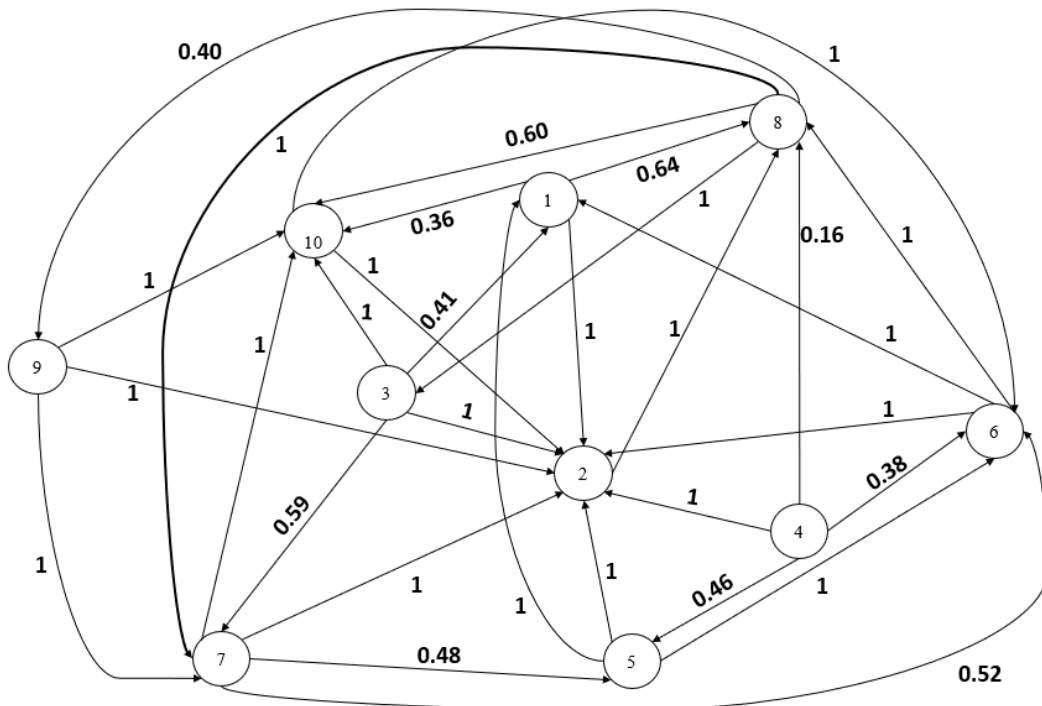
Ülke 1'e ait merkezi üyeler $\Omega_p(i)$, eşik değeri $q=0.20$ olduğunda Tablo 3'teki gibidir:

Tablo 3. Örnek Modelde Ülke 1'e Ait Merkezi Üyeler

Kritik Gruplar, $\Omega(1)$	Merkezi Üyeler, $\Omega_p(1)$
{2}	{2}
{2,8}	{2}
{2,10}	{2}
{8,10}	{8,10}
{2,8,10}	$\emptyset$

C matrisi oluşturulduğunda a_{ij} değerleri c_{ij} değerlerine dönüştürülür. $c_{ij} = 1$ ise ülke i ülke j üzerinde maksimum etkiye sahip demektir. $c_{ij} = 0$ olması ise ülke i 'nin ülke j 'ye doğrudan etkisinin olmadığı anlamına gelmektedir. 0 ile 1 arasındaki c_{ij} değerleri ise ülke i 'nin ülke j üzerindeki etkisinin seviyesini ifade etmektedir (Aleskerov vd., 2016b). c_{ij} değerleri hesaplanırken bir elemanın direkt komşularına bakılır. Eğer o elemanın incelenen direkt komşusu o elemana ait merkezi elemanlar kümesinde yer alıyorsa hangi kritik gruplar için merkezi eleman olduğuna bakılır. Merkezi elemanı olduğu her bir kritik grubun toplam ağırlığı hesaplanır ve minimum toplam ağırlığa sahip kritik grup seçilir.

Örnek modelde eşik değeri $q=0.20$ alınarak $C = [c_{ij}]$ matrisi oluşturulmuştur. Örneğin, ülke 1 için c_{1j} değerleri şu şekilde hesaplanır: Ülke 1'in komşuları 2, 8 ve 10'dur. Bu elemanların hepsi ülke 1'in merkezi üyeleri arasında yer almaktadır. Ülke 2 ve 8 farklı kritik gruba ait merkezi üyedir. Ülke 2'nin ait olduğu kritik gruplar içinde en düşük ağırlığa sahip olan grup sadece 2'nin yer aldığı gruptur. Buradan, $c_{12} = \frac{0.73}{0.73} = 1$ olarak hesaplanmaktadır. Ülke 8 ve 10 incelendiğinde bu iki elemanın tek bir kritik gruba $\{8,10\}$ ait merkezi üyeler olduğu görülmektedir. Bu nedenle iki eleman için de en düşük toplam ağırlığa sahip kritik grup $\{8,10\}$ olarak belirlenmiştir. Buradan, $c_{18} = \frac{0.13}{0.20} = 0.64$, $c_{110} = \frac{0.07}{0.20} = 0.36$ olarak hesaplanmaktadır. $C = [c_{ij}]$ matrisinin grafiksel gösterimi Şekil 1'deki gibidir:



Şekil 1. Örnek Modele Ait C_{ij} Matrisinin Grafiksel Gösterimi

2.3.2. Mesafe Odaklı Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleri

Aleskerov vd. (2016a) Endirekt Etki Hesaplama Yöntemlerine LRIC (Long Range Interaction Centrality) adını vermiş ve LRIC için iki fikir ortaya koymuşlardır. Bunlardan biri Mesafe Odaklı Yaklaşım, diğeri ise Simülasyona Dayalı Yaklaşım'dır. Bu kısımda Mesafe Odaklı Yaklaşım ele alınmaktadır. İlerleyen bölümlerde Simülasyona Dayalı Yaklaşım da açıklanmaktadır.

Aleskerov vd. (2016a) Mesafe Odaklı LRIC için beş temel yöntem geliştirmiştir. Bu yöntemler iki farklı kural ve üç farklı yaklaşım üzerine kurulmuştur. Bu iki kurala “Yol Etkilerinin Çarpımı” ve “Minimum Yol Etkisi” adı verilmektedir. Yol Etkilerinin Çarpımı belirli iki düğüm arasındaki her bir yol kombinasyonu için bağlantıların ağırlık değerlerinin çarpılması mantığına dayanmaktadır. Minimum Yol Etkisi ise bu yol kombinasyonlarının her biri için yol uzunluğu ne olursa olsun minimum değere sahip ağırlık değerinin seçilmesidir. Bu iki kural üç farklı yaklaşımla birleşerek endirekt etkilerin hesaplanmasına olanak tanımaktadır. Bu üç yaklaşım Yol Etkilerinin Toplamı, Yol Etkilerinin Maksimum Değerinin Alınması ve Eşik Kuralı yaklaşımıdır. Yol Etkilerinin Toplamı yaklaşımında amaç belirli iki düğüm arasında hesaplanan her bir yol etkisinin toplam değerinin alınmasıdır. Yol Etkilerinin Maksimum Değerinin Alınması yaklaşımı ise belirli iki düğüm arasında hesaplanan her bir yol etkisinin maksimum değere sahip olanının seçilmesidir. Eşik Kuralı yaklaşımı ise yol etkilerine belirli puanların atanmasını içeren hesaplaması daha karmaşık olan bir yaklaşımdır ve sonraki bölümlerde detaylı olarak açıklanmaktadır.

Belirli iki düğüm arasında yol etkileri çarpılarak hesaplanan değerlerin toplamının alınması “SumPaths” yöntemidir. Bu değerlerin maksimumunun seçilmesi ise “MaxPath” yöntemidir. Minimum Yol Etkisi kuralıyla belirlenen yolların maksimum değere sahip olanının seçilmesi ise “MaxMin” yöntemidir. Eşik Kuralı yaklaşımı ise her iki kuralla birlikte uygulanabilmektedir. Yol Etkilerinin Çarpımı kuralı ile birlikte Eşik Kuralı

yaklaşımının uygulanması “MultT” yöntemi olarak adlandırılırken Minimum Yol Etkisi kuralının Eşik Kuralı yaklaşımıyla birlikte kullanılması “MaxT” yöntemi olarak adlandırılmaktadır. Bu beş farklı yöntemin hangi kural ve yaklaşımların kombinasyonundan oluştuğuna dair tablo aşağıda yer almaktadır. Yöntemlere ait uygulama adımları ve ilgili formüller ilerleyen bölümlerde mevcuttur.

Tablo 4. Endirekt Etki Hesabında Kullanılan Yöntemlerin Olası Kombinasyonları

Yolların Toplanması				
		Yolların Etkileri Toplamı	Maksimal Yol Etkisi	Eşik Kuralı
Yolların Etkisi	Direkt Etkilerin Çarpımı	SumPaths	MaxPath	MultT
	Minimum Direkt Etki	-	MaxMin	MaxT

2.3.2.1. SumPaths, MaxPath ve MaxMin Yöntemleri

Önceki bölümde de belirtildiği gibi bir sistemde iki eleman arasındaki indirekt etki hesaplanırken iki kural kullanılmaktadır. Birincisi iki eleman arasındaki tüm direkt etkilerin çarpımı, ikincisi ise iki eleman arasındaki minimum direkt etkinin alınmasıdır. Buna göre i ile j arasındaki k 'ıncı p-yol P_k^{ij} üzerindeki indirekt etkinin gösterimi aşağıdaki gibidir:

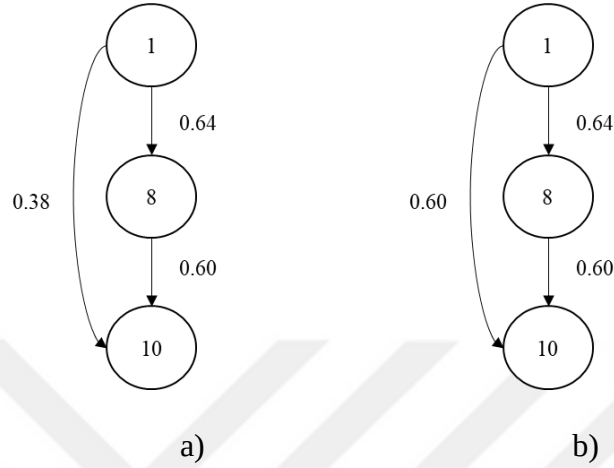
$$f(P_k^{ij}) = c_{ij(1,k)} \cdot c_{j(1,k)j(2,k)} \cdot \dots \cdot c_{j(n(k),k)j} \quad (16)$$

veya

$$f(P_k^{ij}) = \min (c_{ij(1,k)}, c_{j(1,k)j(2,k)}, \dots, c_{j(n(k),k)j}) \quad (17)$$

“Ağ Yapısının Oluşturulması” bölümünde de belirtildiği gibi iki eleman arasındaki indirekt etkileri hesaplamak için aralarındaki bir s parametresinden kısa olan tüm p-yol’lar incelenir. Bu örnek çalışmada s parametresi 2 olarak belirlenmiştir. İki eleman arasında belirlenen hiçbir yol döngü içermemelidir (Aleskerov vd., 2016b).

Örnek model üzerinde ülke 1 ile ülke 10 arasında uzunluğu belirlenen s değerinden kısa olan yollar incelendiğinde 2 yol tespit edilmiştir: $1p10$ ve $1p8p10$. Bu yollardan birine ait endirekt etki hesaplaması iki farklı yöntemle göre aşağıdaki şekilde açıklanmıştır:



Şekil 2. Endirekt Etki Hesaplama: a) Direkt Etkilerin Çarpımı ve b) Minimum Direkt Etki

Bir sistemdeki iki eleman arasında çok fazla yol olacağından dolayı bu yollardaki etkilerin hepsini toplamak zor olmaktadır. Bu nedenle iki eleman arasındaki toplam endirekt etkiyi hesaplamak için bir önceki bölümde bahsedilen üç yaklaşım kullanılmaktadır. Bu metotlar ile elde edilen sonuçlar yeni bir matris oluşturmaktadır:

$$C^*(s) = [c_{ij}^*(s)]. \quad (18)$$

Aşağıda bu üç metottan, daha sonra açıklanacak olan “eşik kuralı” dışında, ikisine ilişkin formüller yer almaktadır:

Yol Etkileri Toplamı (SumPaths):

$$c_{ij}^*(s) = \min (1, \sum_{k:n(k) \leq s} f(P_k^{ij})) \quad (19)$$

Maksimal Yol Etkisi (MaxPath):

$$c_{ij}^*(s) = \max_{k:n(k) \leq s} f(P_k^{ij}) \quad (20)$$

Örnek modelde belirlenen s değerini (2) sağlayan tüm yollar için Yol Etkilerinin Çarpımı ve Minimum Yol Etkisi hesaplanmıştır. $C^*(s)$ matrisini oluşturabilmek için her bir elemanın arasındaki toplam endirekt etkiyi hesaplamak gerekmektedir.

Yol Etkilerinin Toplamı (SumPaths) yöntemine göre hesaplama yapıldığında $C^*(s)$ matrisi Tablo 5'teki gibidir:

Tablo 5. Yol Etkilerinin Toplamı (SumPaths) Yöntemine Göre $C^*(S)$ Matrisi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ağırlıklar
1	0.00	1.00	0.64	0.00	0.00	0.36	0.64	1.00	0.26	0.74	0.10
2	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.40	0.60	0.10
3	0.41	1.00	0.00	0.00	0.28	1.00	0.59	1.00	0.00	1.00	0.10
4	0.84	1.00	0.16	0.00	0.46	0.84	0.16	1.00	0.06	0.09	0.10
5	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.36	0.10
6	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.40	0.96	0.10
7	1.00	1.00	0.00	0.00	0.48	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.10
8	0.41	1.00	1.00	0.00	0.48	1.00	1.00	0.00	0.40	1.00	0.10
9	0.00	1.00	0.00	0.00	0.48	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.10
10	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.10
Toplam	0.57	0.90	0.38	0.00	0.22	0.72	0.54	0.90	0.15	0.67	5.05
Toplam (Normalize)	0.11	0.18	0.08	0.00	0.04	0.14	0.11	0.18	0.03	0.13	

Maksimal Yol Etkisi yöntemine göre hesaplama yapıldığında $C^*(s)$ matrisi Tablo 6'daki gibidir:

Tablo 6. Maksimal Yol Etkisi (MaxPath) Yöntemine Göre $C^*(S)$ Matrisi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ağırlıklar
1	0.00	1.00	0.64	0.00	0.00	0.36	0.64	1.00	0.26	0.38	0.10
2	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.40	0.60	0.10
3	0.41	1.00	0.00	0.00	0.28	1.00	0.59	1.00	0.00	1.00	0.10
4	0.46	1.00	0.16	0.00	0.46	0.46	0.16	1.00	0.06	0.09	0.10
5	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.36	0.10
6	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.40	0.60	0.10
7	0.52	1.00	0.00	0.00	0.48	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.10
8	0.41	1.00	1.00	0.00	0.48	0.60	1.00	0.00	0.40	1.00	0.10
9	0.00	1.00	0.00	0.00	0.48	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.10
10	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.10
Toplam	0.48	0.90	0.38	0.00	0.22	0.64	0.54	0.90	0.15	0.60	4.81
Toplam (Normalize)	0.10	0.19	0.08	0.00	0.05	0.13	0.11	0.19	0.03	0.13	

MaxMin yöntemine göre hesaplama yapıldığında $C^*(s)$ matrisi Tablo 7'deki gibidir:

Tablo 7. MaxMin Yöntemine Göre $C^*(S)$ Matrisi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ağırlıklar
1	0.00	1.00	0.64	0.00	0.00	0.36	0.64	1.00	0.40	0.60	0.10
2	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.40	0.60	0.10
3	0.41	1.00	0.00	0.00	0.48	1.00	0.59	1.00	0.00	1.00	0.10
4	0.46	1.00	0.16	0.00	0.46	0.46	0.16	1.00	0.16	0.16	0.10
5	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.36	0.10
6	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.40	0.60	0.10
7	0.52	1.00	0.00	0.00	0.48	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.10
8	0.41	1.00	1.00	0.00	0.48	0.60	1.00	0.00	0.40	1.00	0.10
9	0.00	1.00	0.00	0.00	0.48	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.10
10	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.10
Toplam	0.48	0.90	0.38	0.00	0.24	0.64	0.54	0.90	0.18	0.63	4.89
Toplam (Normalize)	0.10	0.18	0.08	0.00	0.05	0.13	0.11	0.18	0.04	0.13	

2.3.2.2. MultT ve MaxT Yöntemleri

Eşik Kuralı yöntemi Aleskerov ve Yakuba tarafından öne sürülmüştür (Aleskerov & Yakuba, 2007). Bu yöntem şu şekilde açıklanabilir: İki elaman arasında k adet yol vardır. Bu yollar arasındaki direkt etkileşimlere karşılık gelen n adet puan mevcuttur ve bu puanlar m farklı değer almaktadır Her bir elemanın (k yolunun) aldığı değerler $v_1(P_k^{ij}), v_2(P_k^{ij}), \dots, v_m(P_k^{ij})$ olarak ifade edilir ve her elemanın kaç tane l 'inci puanı aldığı bilgisini içerir. Daha sonra her k yolu için $v(P_k^{ij})$ değeri hesaplanır. Eşik Kuralı'na göre bu değerler birbirleriyle karşılaştırılır. En düşük değere sahip olan eleman/yol en iyi yol seçilir.

Biçimsel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$c_{ij}^*(s) = f(P_z^{ij}), \quad (21)$$

$$z = \operatorname{argmin}_{k:n(k) \leq s} v(P_k^{ij}), \quad (22)$$

ve

$$v(P_k^{ij}) = \sum_{l=1}^m v_l(P_k^{lj}) * (s + 1)^{m-1} + s - n(k) \quad (23)$$

Eşik Kuralı'na göre $C^*(s)$ matrisinin oluşturulması için $v(P_k^{ij})$ değerlerinin hesaplanması gerekmektedir. Bu hesabın yapılabilmesi için her bir yol için belirlenen c_{ij} değerlerinin puanlara dönüştürülmesi gerekmektedir. Örnek model için belirlenen puanlar şu şekildedir:

0. $c_{ij} = 0$;
1. $0 < c_{ij} \leq 0.25$;
2. $0.25 < c_{ij} \leq 0.5$;
3. $0.5 < c_{ij} \leq 0.8$;
4. $0.8 < c_{ij} \leq 1$;

Formül (23)'teki s değeri önceden belirlenen kaçınıcı dereceden ilişkilerin inceleneceğini belirten s parametresi, $n(k)$ ise ilgili yolun uzunluğudur. Yukarıda incelenen iki ülke arasındaki hesaplamalar Eşik Kuralı'na göre yapıldığında Tablo 8'deki sonuçlar elde edilmiştir:

Tablo 8. Eşik Kuralına Göre $v(P_k^{ij})$ Değerlerinin Hesaplanması

Yol no, k	Yol (c_{ij} değerleri)	Yol (puanlar)	$v(P_k^{110})$
1	$1 \xrightarrow{0.36} 10$	$1 \xrightarrow{2} 10$	10
2	$1 \xrightarrow{0.64} 8 \xrightarrow{0.60} 10$	$1 \xrightarrow{3} 8 \xrightarrow{3} 10$	6

Eşik Kuralı'na göre $v(P_2^{110}) < v(P_1^{110})$ olduğundan 2 numaralı yol seçilmiştir. MultT yöntemi için 2 numaralı yolun direkt etkilerinin çarpımı alınırken MaxT yönteminde 2 numaralı yolun minimum direkt etkisi alınmıştır.

MultT yöntemine göre hesaplama yapıldığında oluşan $C^*(s)$ matrisi Tablo 9'daki gibidir:

Tablo 9. MultT Yöntemine Göre $C^*(S)$ Matrisi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ağırlıklar
1	0.00	1.00	0.64	0.00	0.00	0.36	0.64	1.00	0.26	0.38	0.10
2	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.40	0.60	0.10
3	0.41	1.00	0.00	0.00	0.28	1.00	0.59	1.00	0.00	1.00	0.10
4	0.46	1.00	0.16	0.00	0.46	0.46	0.16	1.00	0.06	0.09	0.10
5	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.36	0.10
6	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.40	0.60	0.10
7	0.52	1.00	0.00	0.00	0.48	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.10
8	0.41	1.00	1.00	0.00	0.48	0.60	1.00	0.00	0.40	1.00	0.10
9	0.00	1.00	0.00	0.00	0.48	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.10
10	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.10
Toplam	0.48	0.90	0.38	0.00	0.22	0.64	0.54	0.90	0.15	0.60	4.81
Toplam (Normalize)	0.10	0.19	0.08	0.00	0.05	0.13	0.11	0.19	0.03	0.13	

MaxT yöntemine göre hesaplama yapıldığında oluşan $C^*(s)$ matrisi ise Tablo 10'daki gibidir:

Tablo 10. MaxT Yöntemine Göre $C^*(S)$ Matrisi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ağırlıklar
1	0.00	1.00	0.64	0.00	0.00	0.36	0.64	1.00	0.40	0.60	0.10
2	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.40	0.60	0.10
3	0.41	1.00	0.00	0.00	0.48	1.00	0.59	1.00	0.00	1.00	0.10
4	0.46	1.00	0.16	0.00	0.46	0.46	0.16	1.00	0.16	0.16	0.10
5	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.36	0.10
6	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.40	0.60	0.10
7	0.52	1.00	0.00	0.00	0.48	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.10
8	0.41	1.00	1.00	0.00	0.48	0.60	1.00	0.00	0.40	1.00	0.10
9	0.00	1.00	0.00	0.00	0.48	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.10
10	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.10
Toplam	0.48	0.90	0.38	0.00	0.24	0.64	0.54	0.90	0.18	0.63	4.89
Toplam (Normalize)	0.10	0.18	0.08	0.00	0.05	0.13	0.11	0.18	0.04	0.13	

Örnek model için elde edilen sonuçlara bakıldığında beş yöntemin de benzer sonuçlar verdiği görülmektedir. Analiz sonuçlarına göre 2,8,6 ve 10. elemanlar (ABD, Hollanda, Hong Kong ve Birleşik Krallık) sistemdeki en merkezi elemanlardır. 4. elemanın (Japonya) ise tüm ölçütlere göre merkezilik derecesi 0'dır.

2.3.3. Simülasyona Dayalı Yaklaşım

Simülasyona Dayalı Endirekt Hesaplama Yöntemi sırayla farklı grupların seçilmesinden ve değişikliklerin adım adım kaydedilmesinden oluşmaktadır. Bu yöntem

için yüksek bir bellek gerekmektedir ve bu sebeple bu yöntemin uygulanması için önceden belirlenecek bazı parametrelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bir parametre belirleyerek adım sayısı sınırlandırılabilen ve bu sınıra ulaşıldığında işlem durdurulabilmektedir. Ayrıca incelenen kombinasyonları sınırlandırmak amacıyla kombinasyonların boyutu veya kombinasyonların sayısı için bir parametre belirlenebilmektedir. Yöntemin detayları Aleskerov vd. (2016a) tarafından yapılan çalışmada yer almaktadır. Bu çalışmada sadece Mesafe Odaklı Endirekt Hesaplama Yöntemleri kullanılmıştır.

2.4. Çalışmada Kullanılan Yöntemler

Çalışmada direkt etki hesaplayan yöntemlerden bazılarının yanı sıra son yıllarda geliştirilmiş, uygulama alanı direkt etki hesaplayan yöntemler kadar geniş olmayan Endirekt Etki Hesaplama Yöntemlerine de yer verilmiştir.

İlk olarak Direkt Etki Hesaplama Yöntemlerinden Derece ve Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütleri ele alınmıştır. Derece ve Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütünün (Degree Centrality ve Weighted Degree Centrality) yanında yönlü ağ yapılarında kullanılan İç Derece ve Ağırlıklandırılmış İç Derece (In Degree ve Weighted In Degree) ile Dış Derece ve Ağırlıklandırılmış Dış Derece (Out Degree ve Weighted Out Degree) Merkezilik Ölçütleri de yer almaktadır. İç ve Dış Derece ile Ağırlıklandırılmış İç ve Dış Derece Merkezilik Ölçütü hesaplamalarının farkı alınarak Derece Farkı (Degree Difference) ve Ağırlıklandırılmış Derece Farkı (Weighted Degree Difference) Ölçütleri hesaplanmıştır.

Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütleri'nin yorumlaması pratikte Ağırlıklandırılmamış Derece Merkezilik Ölçütlerinininki ile aynıdır fakat ağırlıklandırılmış ağ yapıları bağlar arası etkileri dikkate aldığından Ağırlıklandırılmış Ölçütler daha kolay yorumlanabilir sonuçlar vermektedir (Aleskerov vd., 2016a). Sonuçların ağırlıklara mı

bağ sayılarına mı bağlı olduğunu yorumlayabilmek için çalışmada Ağırlıklandırılmamış Derece Merkezilik Ölçütlerinden de yararlanılmıştır.

Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütlerinin yanında Özvektör Merkezilik Ölçütü de hesaplanmıştır. Bu ölçüt kullanılarak sadece bir düğümün bağlantılarının sayısının veya ağırlıklarının değil aynı zamanda ilgili düğümün bağlantılı olduğu düğümlerin önem derecelerinin de göz önünde bulundurulması amaçlanmıştır.

Pagerank hesaplanan bir diğer merkezilik ölçütüdür ve bir ağ yapısı üzerinde rastgele yürüyüş yapıldığında ilgili düğüm noktasına denk gelmesi olasılığını incelemektedir.

Çalışmada kullanılan bir diğer merkezilik ölçütü de Yakınlık Merkezilik Ölçütü'dür (Closeness Centrality). Bazı çalışmalarda bu ölçütün tanımı bir düğümden diğer düğümlere olan en kısa yolların “ortalama” değeri olarak ifade edilirken (Golbeck, 2013) bazı çalışmalar bunu uzaklığın tersi yani yol uzunluklarının 1'e bölümü olarak ele almaktadır (Rochat, 2009). Yönlü ağ yapılarında mesafeler ilgili düğüme olan veya ilgili düğümden çıkan şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Bu nedenle çalışmada sonuçları daha doğru yorumlayabilmek adına hem Closeness, In hem de Closeness, Out Endeksleri hesaplanmıştır. Yönlü ağ yapıları için geliştirilmiş bir tanım bulunmadığından iki yöntem de farklı şekilde yorumlanabilmektedir.

Arasındalık (Betweenness) çalışmada kullanılan bir diğer merkezilik ölçütüdür. Yönlü ağ yapıları için de geliştirmiş tanımı mevcut olduğundan yorumlanması yönsüz ağ yapılarındaki ile aynıdır.

Çalışmada direkt etki hesaplayan yöntemlerin yanında düğümlerin birbirlerine olan dolaylı etkilerini göz önünde bulunduran Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleri de yer almaktadır. Bunlar SumPaths, MaxPath, MaxMin, MultT ve MaxT'dir. Bu yöntemler

40X40'lık bir matris için uygulandığından veri setinde bazı kısıtlamalar ve bazı varsayımlar yapılmıştır.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. AMPİRİK UYGULAMA ve SONUÇLARI

Bu kısımda beş bölüm yer almaktadır. İlk bölümde uygulamada kullanılan veri seti ve örneklem seçimi, ikinci bölümde uygulamadaki modelin/ağ yapısının nasıl oluşturulduğu, üçüncü bölümde ise uygulamada kullanılan bilgisayar programları açıklanmıştır. Dördüncü bölüm uygulamaya ait görsel analiz, Direkt Etki Hesaplama Yöntemleri ve Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleriyle elde edilen sonuçlar olmak üzere üç kısımdan oluşan uygulama sonuçlarını içermektedir. Beşinci bölümde ise farklı yöntemlerle elde edilen sıralamalara ait korelasyon sonuçları ve bu sonuçlara dair yorumlar yer almaktadır.

3.1. Veri Seti ve Örneklem

Araştırma, Uluslararası Ticaret Komisyonu'nun (ITC) 2017,2018 ve 2019 yılları verilerine göre ABD doları (USD) cinsinden toplam ihracat rakamları en yüksek olan ilk 40 ülke üzerinden yapılmıştır. ITC verilerinden toplam 233 ülke veya bölgeye ait ihracat rakamlarına ulaşılabilmektedir fakat farklı merkeziyet endekslerine göre ülkelerin oluşturduğu ağ yapısında güç ölçümü yapılabilmesi ve sonuçların detaylı yorumlanabilmesi için veri sayısının belirli sayıda ülkeye indirgenmesi gerekmektedir.

Çalışma için 2017, 2018 ve 2019 yılları ihracat değerlerinin ortalaması en yüksek olan 40 ülke seçilmiştir. Bu analize göre bu 3 yıldaki ihracat değerlerinin ortalaması incelendiğinde belirlenen 40 ülkenin dünya ihracatının %89.6'sını oluşturduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın dışında tutulan ülkelerin bu 3 yıla göre dünya ihracatına etkilerine bakıldığında ise %0.4'ün altında kaldıkları görülmektedir.

Dünyanın en büyük 20 ekonomisi arasında yer alan G-20 ülkelerinin büyük çoğunluğu (2018 yılında, incelenen diğer 40 ülkeye göre ABD doları (USD) cinsinden ihracat rakamları çok düşük olan Arjantin dışında) incelenecek 40 ülke arasında yer

almaktadır. Ele alınacak ülkeler ve bunlara ait son 3 yılın ABD doları (USD) cinsinden ortalama ihracatı Ek 1’de verilmiştir.

Dünyanın genelini incelemeyi amaçlayan çalışmaların tüm ülkeleri veri setine dahil ettiği bir duruma neredeyse hiç rastlanmamıştır. Bu nedenle bunun gibi sadeleştirmelere literatürdeki birçok çalışmada rastlamak mümkündür. Benguigui ve Porat’ın (2013) çalışmasında uluslararası göç ağı incelenmiştir ve 226 ülkeden 168 ülke belli kriterlere göre seçilmiştir. Bu kriterlere göre en az 4 bağlantıya sahip olmayan ve nüfusu 10000’in altında olan ülkeler çalışmaya dahil edilmemiştir. Bu çalışmada da 233 ülke yerine yukarıda bahsedilen sebeplerden dolayı 40 ülke incelenmektedir.

Ülkelere ait ticaret verileri araştırılırken her ülkeye ait toplam ihracat değerlerine bakılmıştır. Burada ticareti yapılan mallar sektörler veya çeşitlere göre ayrılmamış, değerlendirmede tüm mallara ait toplam ihracat değerleri incelenmiştir. Ticaret ağı üzerine yapılan analiz çalışmalarının bazılarında belli sektörler veya çeşitli ürün gruplarına ait ürünler incelenirken bazı çalışmalarda bu çalışmada olduğu gibi ticareti yapılan malların tümünün incelendiği görülmektedir (Kim vd., 2002).

Üç yıla ait ihracat değerlerinin ortalamasının alınma sebebi belli bir yılda yaşanan özel bir durumun etkisinin veya o yıla ait kayıtlarla ilgili yaşanabilecek aksilikler sonucu kaydedilemeyen eksik verilerin doğrudan veri setine yansıtılmasının önüne geçilmesidir. Linnemann’ın (1966) çalışması incelendiğinde de olağandışı büyüklükteki tesadüfi işlemlerin ve ticaret sözleşmesindeki tesadüfi zorlukların etkisinin azaltılması için belirli bir yıla ait doğrudan gözlemler yerine üç yıllık ortalamalar ile çalışıldığı görülmektedir.

3.2. Modelin/Ağ Yapısının Oluşturulması

Önceki bölümde belirtildiği gibi 40 ülke için 3 yıla ait ihracat verilerinin ortalamaları elde edildikten sonra bu 40 ülkenin kendi aralarındaki ticaret dengesi

hesaplanmıştır. Daha sonra bu hesapların yer aldığı 40x40 boyutunda bir matris oluşturulmuştur.

Ağ yapısı oluşturulurken matriste yer alan, birbiriyle ticari ilişkisi olan ülkeler düğümleri, ülkelerarasındaki ticaret dengesinin hangi ülkeden hangi ülkeye olduğu bilgisi bağlantının yönünü, ticaret dengesi verileri ise bağlantıların ağırlığını oluşturmaktadır. Birçok çalışmada verilerin ağ yapısına dönüştürülmesinde bu gösterim şeklinin kullanıldığı görülmektedir (Fagiolo vd., 2010).

Yukarıda da belirtildiği gibi ülkelerarası bağlantılara ait ağırlıklar hesaplanırken çift yönlü ticaret tek yönlü bir ticaret dengesi ağına dönüştürülmüştür. Bu yöntem bazı çalışmalarda kullanılan yöntemlerle benzerlik gösterse de bazı çalışmalarda çok farklı yaklaşımlar kullanılmıştır.

Bu çalışmadan farklı olarak Fagiolo ve diğerlerinin (2010) çalışmasında ülkelerarasındaki ticarete ait ağırlıklar hesaplanırken yönsüz bir ağ yapısı oluşturulmuştur. İki ülkenin birbirine yaptığı ihracat verilerinin ortalaması alınarak yönsüz bağlantılara ilişkin ağırlıklar hesaplanmıştır. Bu yaklaşımla çalışmanın karmaşıklığının azaltılması hedeflenmiştir. Bir diğer çalışmada da ülkelerarası ticaret ağı analiz edilirken yönsüz bir ağ yapısı oluşturulmuştur. Fakat bu çalışmada resmi kayıtlardaki bazı prosedürlerden dolayı i 'den j 'ye olan ihracat değeriyle j 'nin i 'ye olan ithalat değerinde küçük farklılıklar olduğundan bahsedilmiştir. Bu değerlerden hangisinin alınacağı bilinmediğinden yönsüz ağ yapısındaki ağırlıklar hesaplanırken sadece iki ülkenin birbirine ihracatı değil aynı zamanda ithalat değerleri de toplanıp ikiye bölünmüştür (Bhattacharya, Mukherjee, Saramaki, Kaski & Manna, 2008).

Peter (2007) ise uluslararası bankacılık merkezleri ile oluşturduğu ağ yapısında alacaklarla borçlar arasındaki farkı hesaplamış, ağı tek yönlü olarak oluşturmuştur. Özdemir'in (2015) çalışmasında da benzer bir yaklaşım görülmektedir. Türkiye'deki bankaların sistemik riski üzerine olan çalışmada hem yönlü hem de yönsüz ağ yapısı

kullanılmıştır. Bağlantıların ağırlıkları oluşturulurken borçlar ve alacaklar arasındaki fark hesaplanmıştır. Bunlar çalışmada kullanılabenzer yaklaşımlardır.

Çalışmada tek yönlü ağ yapısının kullanılmasının bir nedeni de bağlantı karşılıklılığı üzerine yapılan çalışmalarda Dünya Ticaret Ağı için hesaplanan bağlantı karşılıklılığı değerinin diğer ağlara göre çok yüksek olması ve bu ağdaki çift yönlü bağların akışı dengeleme eğiliminde olmasıdır (Garlaschelli vd., 2004).

Direkt ve Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleri için iki farklı matris oluşturulmuştur. Direkt etkilerin hesaplanmasında oluşturulan matris hiçbir değişiklik yapılmadan kullanılırken endirekt etkilerin hesaplanması sırasında, bu yöntemlerin uygulaması daha karmaşık olduğundan dolayı, matris üzerinde bazı sadeleştirmeler yapılmıştır. Bu sadeleştirmeler yapılırken hem literatürdeki uygulamalar temel alınmış hem de zaman maliyetini makul seviyelere indirmek amaçlanmıştır.

Öncelikle endirekt etki hesabı için 40x40 boyutundaki matriste yer alan ticaret dengesi verileri ondalık sayılara dönüştürülmüştür. Yani matriste yer alan tüm satırlar toplamaları 1 olacak şekilde oransal değerlerden oluşmaktadır. Doğrudan etkileri düşük olmasına rağmen hesaptaki karmaşıklığı artıran 0.10'un altındaki tüm değerler matristen çıkarılmıştır. Bu kısımda eşik değeri kuralı uygulandığı için Aleskerov ve diğerlerinin (2014) KBI yöntemiyle benzerlik gösterdiği söylenebilir. Ayrıca Aleskerov vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada uluslararası göç ağı oluşturulurken belli bir değerin altında kalan göç miktarlarının çalışmaya katılmadığı görülmektedir.

Endirekt etki hesaplanabilmesi için C_{ij} matrisi değerlerinin elde edilmesi ve modelin bu değerlere göre oluşturulması gerekmektedir. Uygulamada C_{ij} matrisi bu sadeleştirilmiş değerlere göre oluşturulmuştur.

Bu sadeleştirmelerin yanı sıra endirekt etki hesabının yapılabilmesi için uygulamaya başlamadan önce bazı parametrelerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu

parametreler yöntemin karmaşıklığını azaltmak adına önem taşımaktadır. Kaçıncı dereceden ilişkilerin dikkate alınacağını ifade eden s parametresi 2 olarak ve belli değerin altındaki ilişkilerin gücünü azaltmak için kullanılan eşik değeri q 0.20 olarak belirlenmiştir. İlk olarak 10x10 boyutundaki matriste yöntemin işleyişi değerlendirilmiş daha sonra matrisin orijinal versiyonunda uygulama yapılmıştır. Uygulama sonuçları ilerleyen bölümlerde yer almaktadır.

3.3. Uygulamada Kullanılan Programlar

40x40 boyutundaki matrise ait ağ yapısının görselleştirilmesi ve hesaplanan Direkt Etki Ölçütlerinin doğruluğunun kontrol edilmesi için Gephi adlı program kullanılmıştır. Gephi ağ yapılarına ilişkin analizler ve görselleştirmeler yapan açık kaynak kodlu bir yazılımdır.

Direkt Etki Hesaplama Yöntemlerinden matematiksel olarak karmaşık ve ilgili veri seti için hesaplama süresi çok uzun olan Pagerank ve Özvektör Merkezilik Ölçütleri Gephi programında hesaplanmıştır. Geri kalan Direkt Etki Hesaplama Yöntemleri öncelikle MS Excel yardımıyla hesaplanmış daha sonra Gephi programındaki sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütü için bulunan sonuçlar birbiriyle aynıdır. Arasındalık Merkezilik Ölçütü'ne göre bulunan sonuçlarda ise göz ardı edilebilecek farklılıklar vardır. Bunun sebebi MS Excel'deki hesaplamanın bazı varsayımlara dayanmasıdır. Fakat sonuçlar ülkelerin sıralamasını değiştirmemektedir. Bu nedenle Gephi programı tarafından bulunan sonuçlar teze eklenmiştir. Yakınlık Merkezilik Ölçütleri Excel'de İç ve Dış Yakınlık olarak hesaplanmıştır. Yönlü bir ağ yapısı söz konusu olduğundan bu iki sonucun da yorumlaması ayrı tutulmuştur. Gephi programı yakınlık analizini iç ve dış olarak ayırmadığından dolayı Gephi programının hesapladığı yakınlık değerleri tezde yer almamaktadır.

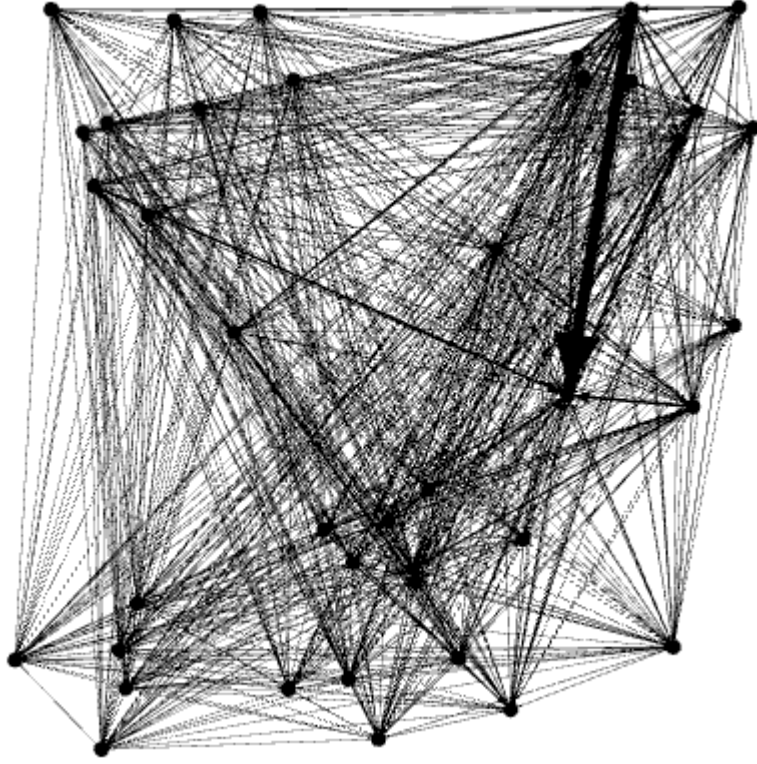
Endirekt Etki Hesaplama Yöntemlerine dair sonuçlar MS Excel yardımıyla elde edilmiştir. Hesaplama sürelerini makul bir seviyeye indirmek amacıyla bazı varsayımlar yapılmıştır.

3.4. Uygulama Sonuçları

Uygulama sonuçları ağ yapısına ilişkin görsel modelleri içeren görsel analiz, incelenen ağ yapısındaki Direkt Etki Hesaplama Ölçütlerini analiz eden direkt etki sonuçları ve Endirekt Etki Hesaplama Ölçütlerini ele alan endirekt etki sonuçları bölümlerinden oluşmaktadır.

3.4.1. Görsel Analiz

Ağ yapısına ilişkin görsel analiz Gephi programı ile yapılmıştır. Öncelikle ağ rasgele bir dağılım içinde görselleştirilmiştir. Fakat ağa ait düğüm ve bağlantı sayısı görsel olarak karmaşık olduğundan Fruchterman-Reingold adı verilen bir yerleşim modeli kullanılmıştır (Fruchterman & Reingold, 1991). Bu model yönsüz ağ yapıları için daha iyi bir görselleştirme sunsa da bağlantıları ağ üzerinde daha eşit dağıttığından ve bağlantıların çarpışmalarını önlediğinden bu ağ yapısı için de uygulanmıştır. Fakat hangi yerleşim modeli kullanılırsa kullanılsın çalışma 780 adet bağlantı içerdiğinden ağ modelinin renklendirmeler ve vurgular olmadan görselleştirilmiş hali karmaşık görünmektedir.

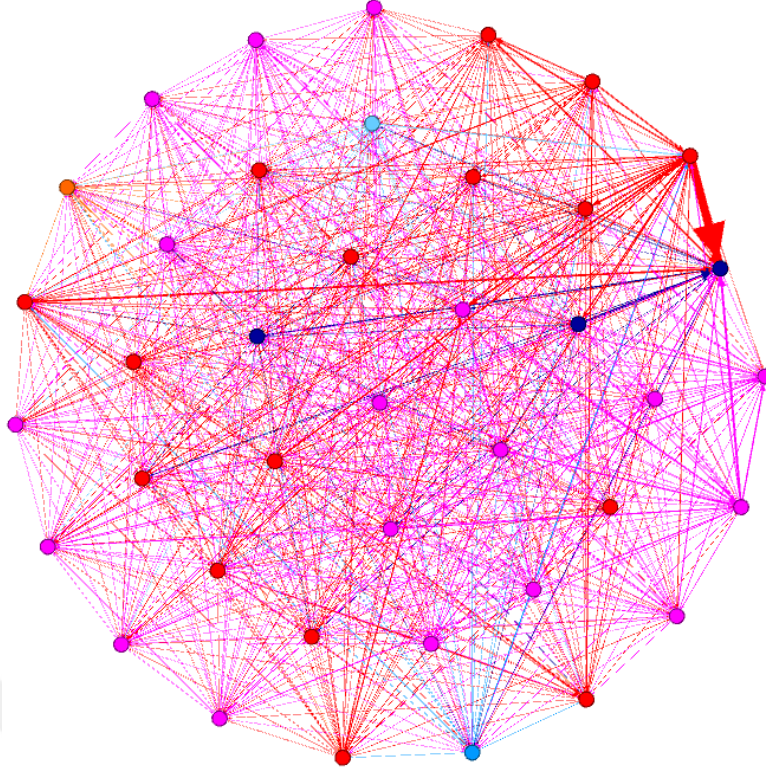


Şekil 3. Ağın Rasgele Yerleşimi

Ağ yapısı ana bölgelere göre renklendirilmiş ve Fruchterman-Reingold yerleşim modeliyle yeniden görselleştirilmiştir. Bölgelere ait renkler Tablo 11’de, renklendirilmiş ağ modeli ise şekil 4’te yer almaktadır.

Tablo 11. Ana Bölgeler ve Renkleri

Renkler	Ana Bölgeler
●	Asya
●	Avrupa
●	Kuzey Amerika
●	Güney Amerika
●	Okyanusya
●	Afrika



Şekil 4. Ağın Bölgelere Göre Renklendirilmiş Fruchterman-Reingold Görünümü

Fruchterman-Reingold Yerleşim Modeli ve renklendirmeler sonucu elde edilen görselde incelenen ülkelerin çoğunlukla Asya ve Avrupa bölgelerinde bulundukları görülmektedir. Veri setinin büyüklüğü sebebiyle ilişkiler çok karmaşık görünse de Çin'den Amerika Birleşik Devletleri'ne yapılan ihracat (kırmızı ve kalın bir okla temsil edildiği üzere) diğer tüm bağlantılardan çok daha belirgin olarak öne çıkmaktadır.

3.4.2. Direkt Etki Sonuçları

Modellenen ağ yapısındaki her bir ülkenin dünya ticaretindeki önemini belirlemek için Direkt Etki Hesaplama Yöntemlerinden Derece ve Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütleri, Özvektör Merkezilik Ölçütü, Pagerank Algoritması, Yakınlık ve Arasındalık Merkezilik Ölçütleri uygulanmıştır.

3.4.2.1. Derece Merkezilik Ölçütleri Sonuçları

Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütlerinin yorumlanmasında kullanılması amacıyla öncelikle ağırlıkların hesaba katılmadığı, sadece bağ sayılarının dikkate alındığı Derece Merkezilik Ölçütleri hesaplanmıştır. Sonuçlar Tablo 12’deki gibidir:

Tablo 12. Derece Merkezilik Ölçütleri Sonuçları

Ülke	C_i^{in-deg}	$C_i^{out-deg}$	$C_i^{total\ deg}$
Çin	13	26	39
ABD	30	9	39
Almanya	10	29	39
Japonya	19	20	39
Güney Kore	15	24	39
Hong Kong	17	22	39
Fransa	19	20	39
Hollanda	17	22	39
İtalya	15	24	39
Birleşik Krallık	31	8	39
Belçika	21	18	39
Kanada	26	13	39
Meksika	31	8	39
Singapur	21	18	39
Rusya	8	31	39
Tayvan	15	24	39
İspanya	26	13	39
BAE	36	3	39
İsviçre	16	23	39

Hindistan	22	17	39
Tayland	14	25	39
Suudi Arabistan	33	6	39
Polonya	24	15	39
Avustralya	25	14	39
Malezya	15	24	39
Brezilya	16	23	39
Vietnam	14	25	39
Çek Cumhuriyeti	12	27	39
Endonezya	15	24	39
Avusturya	10	29	39
Türkiye	26	13	39
İsveç	18	21	39
İrlanda	9	30	39
Macaristan	18	21	39
Norveç	16	23	39
Danimarka	23	16	39
Güney Afrika	25	14	39
Slovakya	14	25	39
Katar	19	20	39
Romanya	26	13	39

Derece Merkezilik Ölçütü bu veri seti için anlamlı bir sonuç oluşturmamaktadır. Çünkü veri seti her birinin diğeriyle ilişki kurduğu ülkelerden oluşmaktadır. Bu durum Dong ve diğerlerinin Çin'deki eyaletler arası göçü inceledikleri çalışmada da aynı şekildedir. Tüm eyaletler arasında bir göç ilişkisi olduğundan dolayı incelenen bütün

eyaletlerin Derece Merkeziliği eyalet sayısının bir eksiği kadardır (Dong vd., 2013). Bazı çalışmalarda ise Derece Merkeziliği incelenen ağ yapısı için en temel ölçüt olarak ele alınmaktadır. Benguigui ve Porat (2016) çalışmalarında ülkeleri düşük derece merkeziliğine sahip olanlar ve yüksek derece merkeziliğine sahip olanlar olarak iki gruba ayırmışlardır. Bu çalışmada Derece Merkeziliği tüm ülkeler için aynı olduğundan böyle bir gruplandırma yapmak mümkün olmamaktadır. Bu değerlendirme ancak endirekt ilişkiler hesaplanırken yapıldığı gibi belli ağırlıkların altındaki bağlantıların veri setinden çıkarılmasıyla elde edilebilir. Fakat bunun da veri setini daraltacağı ve sonuçların güvenilirliğini azaltacağı beklenmektedir.

İç Derece Merkezilik Ölçütleri incelendiğinde BAE, Suudi Arabistan, Meksika ve Birleşik Krallık'ın en merkezi dört ülke olduğu görülmektedir. Dış Derece Merkezilik Ölçütü ise İç Derece Merkezilik Ölçütü'nden tamamen farklı bir sonuç vermektedir. Dış derece merkeziliği en yüksek ülkeler Rusya, İrlanda, Almanya ve Avusturya'dır.

3.4.2.2. Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütleri Sonuçları

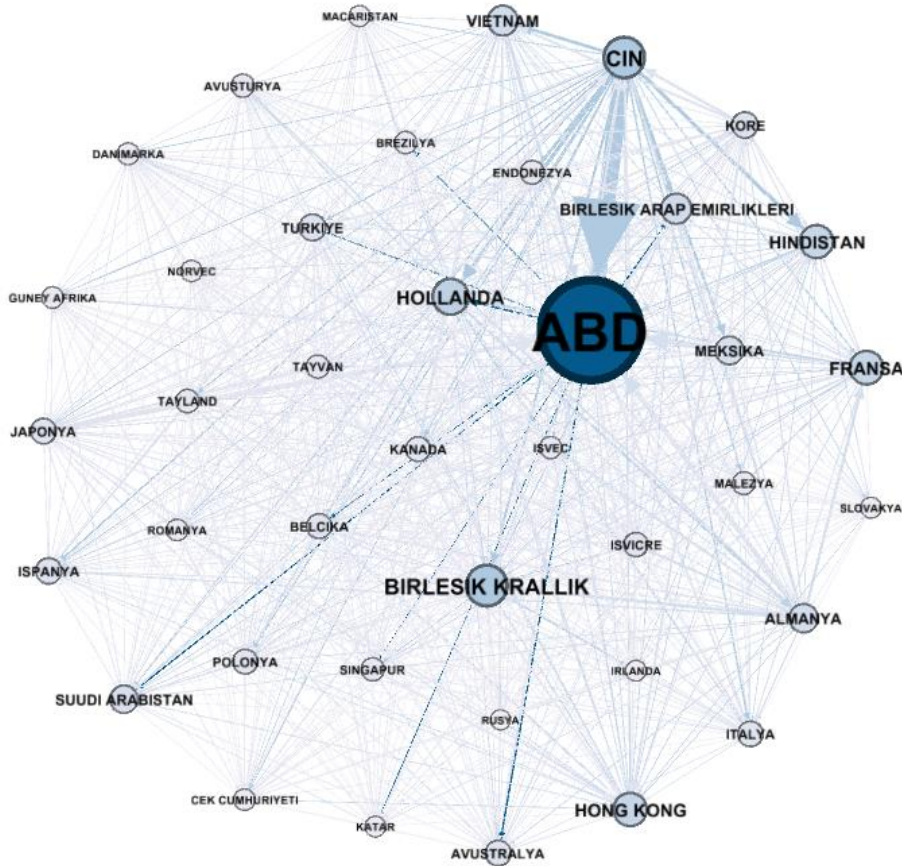
Ağırlıklandırılmış İç Derece Merkezilik Ölçütü en yüksek olan 10 ülkenin sonuçları Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13. Ağırlıklandırılmış İç Derece Merkezilik Ölçütü'ne Göre İlk 10 Ülke

Sıralama	Ülke	$C_i^{w in-deg*}$
1	ABD	0.38
2	Birleşik Krallık	0.10
3	Çin	0.10
4	Hollanda	0.08
5	Fransa	0.07
6	Hong Kong	0.07
7	Hindistan	0.06
8	BAE	0.05
9	Vietnam	0.05
10	Almanya	0.04

*Değerler normalize edilmiştir.

Ağ yapısının Ağırlıklandırılmış İç Derece Merkezilik Ölçütü'ne göre modellenmesi Şekil 5'teki gibidir:



Şekil 5. Ağırlıklandırılmış İç Derece Merkezilik Ölçütü Görünümü

Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütleri ilişki sayısından bağımsız olarak ülkelerin birbirlerine yaptıkları ihracatın büyüklüğünü incelemektedir. Tabloda ve görselde görüldüğü gibi Ağırlıklandırılmış İç Derece Merkezilik Ölçütü en yüksek olan ülke Amerika Birleşik Devletleri'dir ve ikinci sırada yer alan ülkeyle bile arasında neredeyse 4 kat olduğu görülmektedir. Bunun temel nedeni yukarıdaki modelde de görüldüğü üzere Çin'den ABD'ye olan yüksek ihracat miktarıdır. Bunun yanı sıra ABD'nin İç Derece Merkezilik Ölçütü'nün de yeterince yüksek olduğu görülmektedir. Fakat Ağırlıklandırılmış İç Derece Merkeziliği'nin yüksek çıkmasının asıl nedeni bahsedilen yüksek ihracat miktarıdır.

İkinci sırada Birleşik Krallık'ın gelmesinin sebebi İç Derece Merkeziliği'nin yani diğer ülkelerle olan içeri doğru bağ sayısının yüksek olması olabilir. Bağ sayısının çok olması sebebiyle içeri doğru sahip olduğu ağırlıklar da artmaktadır.

Üçüncü sırada gelen Çin'in ise İç Derece Merkezilik değeri çok düşüktür. Bu da Ağırlıklandırılmamış Derece Merkeziliği'nin ağırlıkların önemli olduğu ağ yapılarının yorumlanmasında yeterli olmadığını göstermektedir.

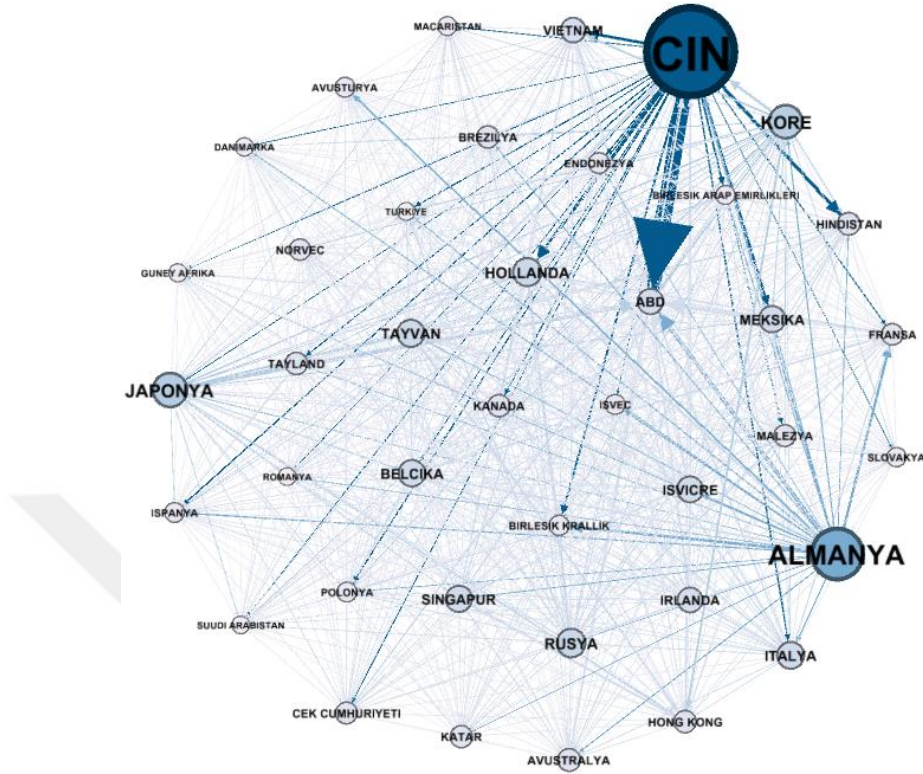
Ağırlıklandırılmış Dış Derece Merkezilik Ölçütü en yüksek olan 10 ülke Tablo 14'te verilmiştir:

Tablo 14. Ağırlıklandırılmış Dış Derece Merkezilik Ölçütü'ne Göre İlk 10 Ülke

Sıralama	Ülke	$C_i^{w out-deg*}$
1	Çin	0.36
2	Almanya	0.17
3	Japonya	0.09
4	Güney Kore	0.08
5	Rusya	0.06
6	Hollanda	0.06
7	Tayvan	0.05
8	İtalya	0.05
9	Belçika	0.05
10	Meksika	0.05

*Değerler normalize edilmiştir.

Ağırlıklandırılmış Dış Derece Merkezilik Ölçütü'nün ağ yapısı üzerinde görselleştirilmiş hali Şekil 6'daki gibidir:



Şekil 6. Ağırlıklandırılmış Dış Derece Merkezilik Ölçütü Görünümü

Tabloda ve şekilde görüldüğü gibi Ağırlıklandırılmış Dış Derece Merkezilik Ölçütü en yüksek olan ülke Çin'dir. Bunun sebebi olarak yine Çin'in ABD'ye olan yüksek ihracatı söylenebilmektedir.

İkinci sıradaki ülke ise diğer ülkelerin en az 2 katı değerine sahip olan Almanya'dır. Bunun sebebi Almanya'nın Dış Derece Merkeziliği'nin de yüksek olması olarak açıklanabilir.

Üçüncü sırada Japonya gelmektedir ve Japonya'nın Dış Derece Merkezilik değerinin yüksek olmadığı görülmektedir. Bu nedenle Japonya'nın üçüncü sırada olma sebebi bağ sayısıyla değil yaptığı ihracat miktarıyla ilişkilendirilmektedir.

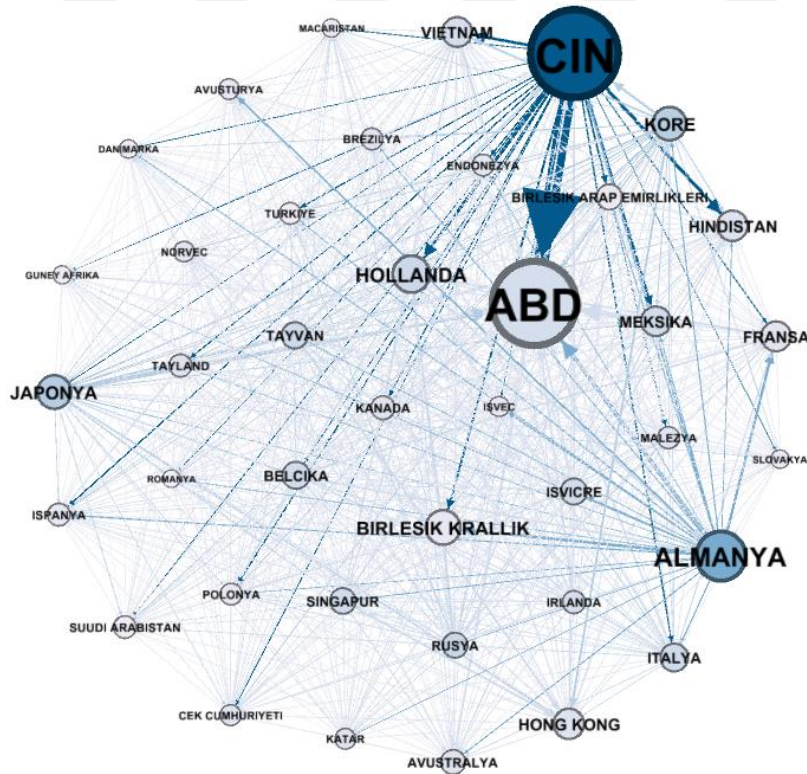
Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütü en yüksek olan 10 ülke Tablo 15'te verilmiştir:

Tablo 15. Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütü'ne Göre İlk 10 Ülke

Sıralama	Ülke	$C_i^{total\ w\ deg*}$
1	Çin	0.25
2	ABD	0.23
3	Almanya	0.11
4	Hollanda	0.07
5	Birleşik Krallık	0.06
6	Japonya	0.06
7	Güney Kore	0.06
8	Hindistan	0.05
9	Hong Kong	0.05
10	Vietnam	0.05

*Değerler normalize edilmiştir.

Ağ yapısı üzerinde modellenen Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütü'ne ait görsel Şekil 7'deki gibidir:



Şekil 7. Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütü Görünümü

Tabloda ve şekilde görüldüğü gibi Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütü sadece bağ sayısını dikkate alan Derece Merkezilik Ölçütü'nden çok farklı sonuç vermiştir. Her ülke birbiriyle ilişki kurmaktadır fakat bunun ağırlıklara dayalı önemi birbirinden çok farklılık göstermektedir. Sonuçlara bakıldığında ağ yapısında Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütü en yüksek olan ve diğer ülkelerle karşılaştırıldığında değerleri diğerlerinin iki katından daha fazla olan ülkeler Çin ve ABD'dir. Üçüncü sıradaki Almanya'nın sonucu da diğer ülkelere kıyasla çok yüksek kalmaktadır. Bu 3 ülke aynı zamanda 2017, 2018 ve 2019 ihracat verilerinin ortalamasına göre dünya ihracatının ilk 3 sırasındaki ülkelerdir. Bu durum Ek 1'de yer alan ihracat tablosunda görülmektedir.

İhracat tablosunda tüm dünya için hesaplanan değerler yer almaktadır fakat çalışmada kullanılan veri setinin de dünya ihracatının %89.6'sını oluşturduğu düşünüldüğünde bu sonucu elde etmek beklenen bir durumdur. Çünkü Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütü ülkelerin aracılık durumları veya birbirlerine yakınlıkları gibi kriterleri göz ardı ederek sadece direkt komşularla kurulan bağın gücüne bakmaktadır.

Ağırlıklandırılmış Derece Farkı Merkezilik Ölçütü'nün değeri en yüksek olan 10 ülke Tablo 16'da yer almaktadır:

Tablo 16. Ağırlıklandırılmış Derece Farkı Merkezilik Ölçütüne Göre İlk 10 Ülke

Sıralama	Ülke	$C_i^{w \text{ deg diff } *}$
1	Çin	0,37
2	Almanya	0,19
3	Japonya	0,08
4	Rusya	0,08
5	Güney Kore	0,07
6	Tayvan	0,05
7	Kore	0,05
8	Hindistan	0,04
9	Hong Kong	0,03
10	Vietnam	0,03

*Değerler normalize edilmiştir.

Tablodaki sonuçlara bakıldığında Çin'in açık ara farkla ilk sırada geldiği görülmektedir. Bunun sebebi Dış Derece Merkeziliği çok yüksekken İç Derece Merkeziliği'nin Dış Derece Merkeziliği'ne göre çok düşük kalmasıdır. İç Derece Merkeziliği Dış Derece Merkeziliği'ne göre yüksek olan tüm ülkeler (örneğin ABD) Ağırlıklandırılmış Derece Farkı Merkeziliği'ne göre son sıralarda yer almaktadırlar.

Ağırlıklandırılmış Derece Farkı Ölçütü'nün sonuçlarının Ağırlıklandırılmış Dış Derece Ölçütü sonuçları ile aynı olduğu görülmektedir. Bu durum bu çalışmadaki Ağırlıklandırılmış Dış Derece Ölçütü yüksek olan ülkelerin düşük Ağırlıklandırılmış İç Derece Ölçütleri'ne sahip olduğunu göstermektedir. Bu çalışma için böyle bir yorum yapılabilmekte fakat bu rastlantısal bir durum olduğundan dolayı diğer veri setleri için genelleştirilmiş bir yorum yapılamamaktadır.

Ağırlıklandırılmış Derece Farkı sonucuyla ilgili ihracat ve ithalata dayalı net bir yorum yapılması kullanılan veri seti sebebiyle mantıklı değildir. Kullanılan veri seti çift yönlü ilişkileri engellemek amacıyla ticaret dengesi değerleri hesaplanarak oluşturulmuştur. Bu nedenle ülkelerin ihracatı ve ithalatı hakkında doğrudan bir karşılaştırma yapmak mümkün olmamaktadır.

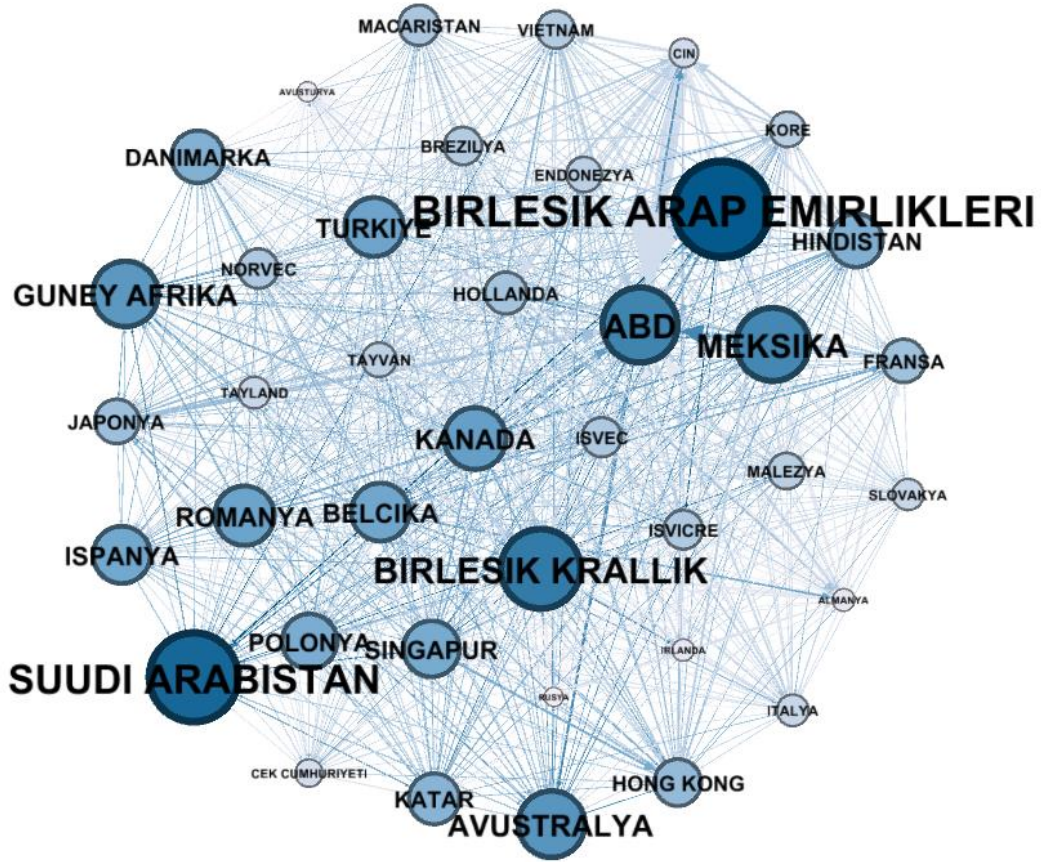
3.4.2.3. Özvektör Merkezilik Ölçütü Sonuçları

Özvektör Merkezilik Ölçütü'ne göre önem derecesi ilk 10'da olan ülkeler Tablo 17'de verilmiştir:

Tablo 17. Özvektör Merkezilik Ölçütü'ne Göre İlk 10 Ülke

Sıralama	Ülke	Özvektör
1	BAE	1.000
2	Suudi Arabistan	0.931
3	Birleşik Krallık	0.832
4	ABD	0.786
5	Meksika	0.766
6	Avustralya	0.698
7	Güney Afrika	0.686
8	Kanada	0.648
9	Romanya	0.624
10	Türkiye	0.617

Ağ yapısının Özvektör Merkezilik Ölçütü temel alınarak görselleştirilmiş hali Şekil 8'de yer almaktadır:



Şekil 8. Özvektör Merkezilik Ölçütü Görünümü

Tabloda ve görselde görüldüğü gibi Özvektör Merkeziliği en yüksek üç ülke BAE, Suudi Arabistan ve Birleşik Krallık'tır. Oysa Ağırlıklandırılmış Derece Merkeziliklerine bakıldığında BAE ve Suudi Arabistan ilk 10'da bile yer almamaktadırlar.

Özvektör Merkezilik Ölçütü sadece ilgili düğümün bağlantılarının ağırlıklarını değil aynı zamanda ilgili düğümün bağlantılı olduğu düğümlerin önem derecelerini de göz önünde bulundurduğundan Derece ve Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütlerinin eksik kaldığı yönleri tamamlamaktadır. Özvektör Merkezilik Ölçütü yüksek olan ülkeler yüksek Derece Merkeziliği'ne sahip ülkelerle komşu olmaktadır. BAE, Suudi Arabistan ve Birleşik Krallık'ın komşuları incelendiğinde bu komşuların yüksek Derece Merkeziliği'ne sahip olması beklenmektedir.

3.4.2.4. Pagerank Merkezilik Ölçütü Sonuçları

Pagerank Algoritması'na göre ilk 10 merkezi ülke Tablo 18'de yer almaktadır.:

Tablo 18. Pagerank Algoritması'na Göre İlk 10 Ülke

Sıralama	Ülke	Pagerank
1	Suudi Arabistan	0.055
2	BAE	0.047
3	Belçika	0.046
4	Birleşik Krallık	0.037
5	Güney Afrika	0.037
6	ABD	0.036
7	Singapur	0.035
8	Avustralya	0.035
9	Katar	0.033
10	İsviçre	0.032

3.4.2.5. Yakınlık Merkezilik Ölçütleri Sonuçları

Yakınlık Merkezilik Ölçütü yönlü bir ağ yapısı üzerinde çalışıldığından İçeri Yakınlık ve Dışarı Yakınlık olarak iki farklı grupta incelenmiştir. Gephi programı tek bir yakınlık değeri bulduğundan hesaplama Gephi üzerinden yapılmamıştır. Sonuçlar Tablo 19 ve Tablo 20'deki gibidir.

Tablo 19. İçeri Yakınlık (Closeness, In) Merkezilik Ölçütüne Göre İlk 10 Ülke

Sıralama	Ülke	İçeri Yakınlık
1	BAE	0.0238
2	Suudi Arabistan	0.0222
3	Birleşik Krallık	0.0213
4	Meksika	0.0213
5	ABD	0.0208
6	Kanada	0.0192
7	İspanya	0.0192
8	Türkiye	0.0192
9	Danimarka	0.0192
10	Romanya	0.0192

Tablo 20. Dışarı Yakınlık (Closeness, Out) Merkezilik Ölçütüne Göre İlk 10 Ülke

Sıralama	Ülke	Dışarı Yakınlık
1	Rusya	0.02128
2	İrlanda	0.02083
3	Almanya	0.02041
4	Avusturya	0.02041
5	Çek Cumhuriyeti	0.01961
6	Çin	0.01923
7	Tayland	0.01887
8	Vietnam	0.01887
9	Slovakya	0.01887
10	Kore	0.01852

İçeri Yakınlık ağdaki diğer düğümlerin incelenen düğüme doğru kurduğu bağlantılarda o düğüme ne kadar yakın olduğunu göstermektedir. Buna göre BAE, Suudi Arabistan, Birleşik Krallık ve Meksika'nın diğer ağlar tarafından en kolay ulaşılabilir ülkeler olduğu söylenebilir.

İçeri Yakınlık ile elde edilen sıralamanın İç Derece Merkezilik Ölçütü için de aynı olduğu görülmektedir. Yakınlık Merkezilik Ölçütü de Derece Merkezilik Ölçütü gibi ağırlıkları dikkate almamakta, kurulan bağların yakınlığını incelemektedir. Kendilerine doğru bağ oluşturan direkt komşularının sayısı yüksek olan ülkelerin İçeri Yakınlık Ölçütü de yüksek çıkmıştır. Böyle bir korelasyonun oluşması tahmin edilemez değildir çünkü Yakınlık Merkeziliği'ne göre mesafelerin harmonik ortalamaları önemlidir, yani doğrudan ilişkide olan ülkeler Yakınlık Ölçütü'ne en yüksek katkıda bulunmaktadır.

Dışarı Yakınlık ise ilgili düğümden diğer düğümlere kaç adımda ulaşıldığını incelemektedir. Buna göre Dışarı Yakınlığı en yüksek olan ülkeler Rusya, İrlanda, Almanya ve Avusturya'dır. Aynı şekilde Dış Derece Merkezilik Ölçütü kullanılarak elde edilen sıralama ile Dışarı Yakınlık Ölçütü sonucu oluşan sıralamanın aynı olduğu görülmektedir.

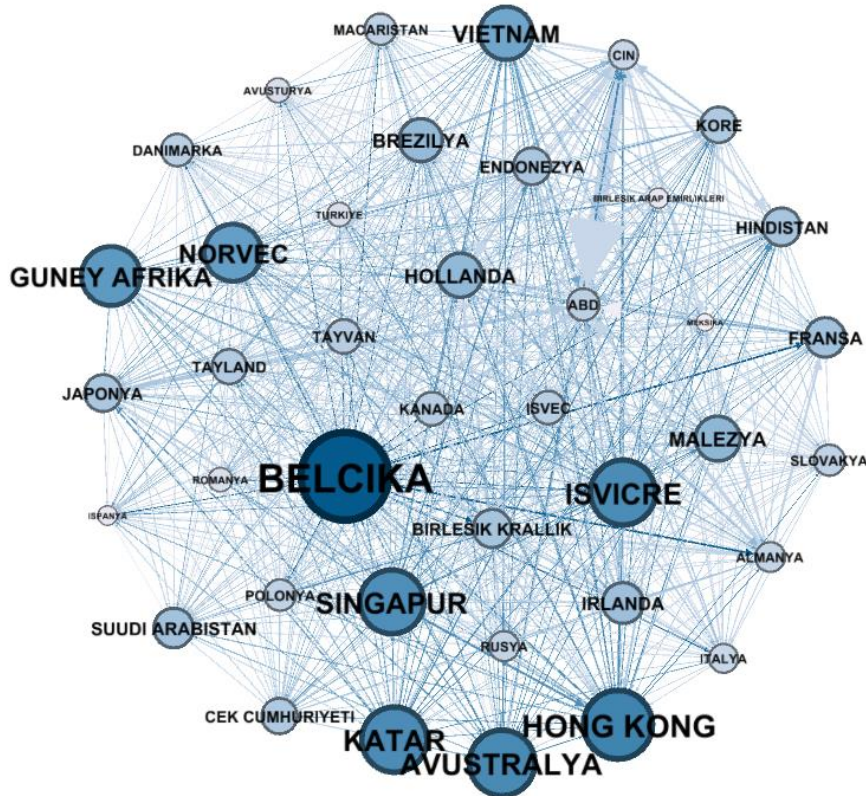
3.4.2.6. Arasındalık Merkezilik Ölçütü Sonuçları

Arasındalık Merkeziyet Ölçütü'ne göre ilk 10 sırada yer alan ülkeler Tablo 21'de verilmiştir:

Tablo 21. Arasındalık Merkeziyet Ölçütü'ne Göre İlk 10 Ülke

Sıralama	Ülke	Arasındalık
1	Belçika	52.569
2	Hong Kong	39.561
3	Avustralya	37.505
4	Katar	37.185
5	İsviçre	37.037
6	Singapur	36.269
7	Güney Afrika	32.985
8	Norveç	31.815
9	Vietnam	29.026
10	Malezya	23.327

Arasındalık Merkeziyet Ölçütü sonuçlarının ağ yapısı üzerindeki gösterimi Şekil 10'daki gibidir:



Şekil 10. Arasındalık Merkeziyet Ölçütü Görünümü

Arasındalık Merkezilik Ölçütü nisbi olarak hesaplanmıştır ve Arasındalık Merkeziyet Ölçütü'ne göre önem derecesi en yüksek olan ülkeler Belçika, Hong Kong ve

Avustralya'dır. Bu sonuç bu ülkelerin diğer ülkeler arasındaki çok sayıda en kısa yol üzerinde yer aldığını göstermektedir.

Arasındalık Merkezilik Ölçütü ile elde edilen sonuçlar diğer hiçbir Direkt Etki Hesaplama Yöntemi kullanılarak elde edilen sonuca benzememektedir. Yalnızca Pagerank Algoritması ile ortak bir noktası bulunmaktadır. Bu da Belçika'yı ilk üç sırada bulundurmasıdır. Bu durum tesadüfen oluşmuş olabilir çünkü diğer sıralamalarda Pagerank Algoritması'yla herhangi bir benzerlik görülmemektedir.

Arasındalık Merkezilik Ölçütü'nün sonuçlarının diğer ölçütlere göre çok farklı olmasının sebebi mantığının diğer ölçütlerden tamamen farklı olması olabilir. Çünkü Arasındalık Merkezilik Ölçütü birbiriyle doğrudan ilişkisi olmayan düğümleri ele almakta ve bu düğümler arasında köprü görevi gören düğümlerle ilgili hesap yapmaktadır. Endirekt ilişkileri incelediği gibi bir izlenim yaratsa da iki doğrudan ilişkisi olmayan düğümün birbirlerine olan etkisiyle ilgilenmemektedir. İki düğüm arasındaki en kısa yolları incelemekte ve ilgili düğümün bu yollar arasında kaç kere bulunduğunu hesaplamaktadır. Yani Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleriyle de bir benzerliğinin olmasını veya sonuçlarının açıklanabilir sebeplerden dolayı bir korelasyon sergilemesini beklemek doğru bir yaklaşım olmayabilir.

3.4.3. Endirekt Etki Sonuçları

Endirekt etki hesaplama yöntemlerinden SumPaths, MaxPath, MaxMin, MultT ve MaxT kullanılmıştır. Ağ yapısına ait her bir ölçüte göre oluşturulan sıralamalar Tablo 22'de verilmiştir. Ölçütlerin her bir ülkeye ait değerleri Ek 12, 13, 14, 15 ve 16'da yer almaktadır.

Tablo 22. Endirekt Etki Hesaplama Ölçütlerine Göre Ülkelerin Sıralaması

SumPaths	MaxPath	MaxMin	MultT	MaxT
ABD	ABD	ABD	ABD	ABD
Hollanda	Hollanda	Hollanda	Hollanda	Hollanda
Fransa	Fransa	Fransa	Fransa	Fransa
Almanya	Almanya	Almanya	Almanya	Almanya
Suudi Arabistan	BAE	BAE	BAE	BAE
BAE	Çin	Çin	Çin	Çin
Çin	Suudi Arabistan	Suudi Arabistan	Suudi Arabistan	Suudi Arabistan
İsviçre	İsviçre	İsviçre	İsviçre	İsviçre
Birleşik Krallık	Birleşik Krallık	Birleşik Krallık	Birleşik Krallık	Birleşik Krallık
İrlanda	İrlanda	Singapur	İrlanda	Singapur
Singapur	Singapur	İrlanda	Singapur	İrlanda
Avustralya	Avustralya	Avustralya	Avustralya	Avustralya
Hong Kong	Hong Kong	Hong Kong	Hong Kong	Hong Kong
Brezilya	Brezilya	Hindistan	Brezilya	Hindistan
Hindistan	Japonya	Japonya	Japonya	Japonya
Japonya	Hindistan	Brezilya	Hindistan	Brezilya
Vietnam	Endonezya	Vietnam	Endonezya	Vietnam
Endonezya	Vietnam	Endonezya	Vietnam	Endonezya
Güney Kore	Güney Kore	Güney Kore	Güney Kore	Güney Kore
Romanya	Romanya	Tayvan	Romanya	Tayvan
İspanya	İspanya	Romanya	İspanya	Romanya
Norveç	Norveç	İspanya	Norveç	İspanya
Tayvan	Tayvan	Norveç	Tayvan	Norveç
Çek Cumhuriyeti	Çek Cumhuriyeti	Slovakya	Çek Cumhuriyeti	Slovakya
Slovakya	Slovakya	Çek Cumhuriyeti	Slovakya	Çek Cumhuriyeti
Belçika	Belçika	Belçika	Belçika	Belçika
İtalya	İtalya	İtalya	İtalya	İtalya
Kanada	Kanada	Kanada	Kanada	Kanada
Meksika	Meksika	Meksika	Meksika	Meksika
Rusya	Rusya	Rusya	Rusya	Rusya
Tayland	Tayland	Tayland	Tayland	Tayland
Polonya	Polonya	Polonya	Polonya	Polonya
Malezya	Malezya	Malezya	Malezya	Malezya
Avusturya	Avusturya	Avusturya	Avusturya	Avusturya
Türkiye Cumhuriyeti	Türkiye Cumhuriyeti	Türkiye Cumhuriyeti	Türkiye Cumhuriyeti	Türkiye Cumhuriyeti
İsveç	İsveç	İsveç	İsveç	İsveç
Macaristan	Macaristan	Macaristan	Macaristan	Macaristan
Danimarka	Danimarka	Danimarka	Danimarka	Danimarka
Güney Afrika	Güney Afrika	Güney Afrika	Güney Afrika	Güney Afrika
Katar	Katar	Katar	Katar	Katar

Tablo 22 incelendiğinde beş farklı Endirekt Etki Hesaplama Yöntemi ile elde edilen sıralamaların birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Bunun sebebi basitleştirmeler yapılmış olsa bile ülkelerin birbiriyle çok fazla ilişki kurması ve ilişkilerin C matrisi için hesaplanmış ağırlıklarının büyük kısmının 1 değerini almış olmasıdır.

Yöntemlerin açıklandığı kısımda da belirtildiği gibi C matrisi oluşturulurken 1'in üstünde olan yol etkisi değerleri 1'e eşitlenmektedir. Bu ağ yapısı için oluşturulmuş C matrislerinde birçok 1 değeri vardır çünkü iki düğüm arasındaki endirekt ilişkilerin çoğu yol etkilerinin çarpımı 1'e eşit olan en az bir yol içermektedir. Bu da MaxPath değerlerini 1'e eşitlemektedir. Ayrıca SumPaths yöntemi de bu yollara dair çarpım sonuçlarını topladığından toplam sonuçları 1'i geçmektedir. Bu değerlerin 1'e eşitlenme kuralı SumPaths için oluşturulan C matrisinde de birçok 1 değerinin yer almasına sebep olmaktadır. Çarpımı 1'e eşit olan yollar ağırlık olarak hep 1 değerini içerdiğinden yolların minimum değeri de 1 olmaktadır. İki ülke arasında başka yol seçenekleri olsa bile MaxMin yöntemi minimum değerler arasından en büyüğünü aldığından yine 1 değeri C matrisine yerleşmektedir. Bu durumlar beş analiz sonucunun da neden birbirine yakın çıktığını açıklamaktadır.

Oluşturulan C matrislerindeki 1 değerlerini azaltmak için belirlenen eşik değeri q yükseltilebilir veya veri setindeki sadeleştirmeler azaltılarak çalışma tekrar yapılabilir. Fakat bu çözümlerin zaman ve maliyet boyutu açısından düşünülmesi gerekmektedir. Ayrıca bu düzenlemelerle uygulama tekrarlınsa da beş farklı ölçütün yine benzer sonuçlar vereceği beklenmektedir çünkü hesaplama mantıkları birbirine çok yakındır. Aleskerov vd. (2016b) tarafından ülkelerin uluslararası bankacılık faaliyetleri üzerine yapılan çalışmada da beş farklı endirekt etki hesaplama yönteminin benzer sonuçlar verdiği görülmektedir.

Endirekt Etki Hesaplama Yöntemlerine göre en merkezi üç ülke ABD, Hollanda ve Fransa'dır. ABD'nin neden birinci sırada olduğu ABD'ye her ülke tarafından yapılan ihracat miktarlarına bakılarak açıklanabilir. Ağırlıklandırılmış İç Derece Merkezilik Ölçütü'ne göre de ABD'nin diğer ülkelerden açık ara farkla önde olduğu görülmektedir. ABD'ye doğru olan akışların çoğunun eşik değerinin üstünde olduğu göz önünde bulundurulduğunda endirekt etki sonuçlarının da benzer olması beklenen bir durumdur.

Hollanda ve Fransa ise hiçbir Direkt Etki Hesaplama Yöntemi'ne göre ilk üç sırada yer alamamıştır. Bu durum Aleskerov ve diğerlerinin (2016b) çalışmasında da bahsedildiği gibi Direkt Etki Hesaplama Yöntemlerinin “sistemdeki diğer elemanlara bağıllık” özelliğini incelemede yetersiz olduğunu göstermektedir. Aleskerov ve diğerlerinin (2016b) ülkelerin uluslararası bankacılık faaliyetlerini analiz eden çalışmasında da Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleri ile en etkili ülke olarak ilk sıralarda yer alan ülkelerin hiçbir Direkt Etki Hesaplama Yöntemi ile tespit edilemediği görülmektedir.

Direkt ve Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleri ile elde edilen sonuçların birbirinden farklı olmasındaki göz ardı edilemeyecek ikinci bir sebep kullanılan veri setlerinin farklı olmasıdır. Önceki bölümlerde de açıklandığı gibi veri seti Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleri uygulanırken bazı varsayımlar ve basitleştirmelerle değiştirilmiştir. Belli değerlerin altında kalan verilerin silinmesi bazı ülkeler arasındaki ticaretin yok sayılmasına yol açmıştır. Hesaplama mantıklarının farklı olmasının yanı sıra bu durum da sonuçların Direkt Etki Hesaplama Yöntemlerinden farklı olmasına katkıda bulunmuş olabilir.

Yapılan farklı analizlerin sonucu herhangi bir merkeziyet ölçütüne göre önem derecesi olarak ilk 3 sırada yer alabilen ülkelerin sayısı 16'dır. Bu hesaplama yapılırken Derece Merkeziyet Ölçütü sonuçları dikkate alınmamıştır çünkü tüm ülkeler birbiriyle ilişki içinde olduklarından her ülkenin Derece Merkeziyet Ölçütü değeri 39'dur. Diğer 16

merkeziyet ölçütüne göre ABD 7, Almanya, Fransa ve Hollanda 5, Çin, Birleşik Krallık, BAE ve Suudi Arabistan 4, Japonya, Belçika, Meksika, Rusya, Avusturya ve İrlanda 2, Hong Kong ve Avustralya ise 1 kere ilk 3 sırada yer almışlardır. Kalan 24 ülke herhangi bir merkeziyet ölçütüne göre ilk 3 sırada değildir. Her bir merkeziyet ölçütüne eşit önem verildiğinde elde edilen sonuçlar bunlardır. Fakat her bir ölçütün merkeziyet tanımı farklıdır ve hepsi aynı karmaşıklığa sahip değildir. Her bir ölçüte farklı bir ağırlık verilmesi durumunda sonuçlar tamamen değişecektir. Ayrıca bu çalışmada Endirekt ve Direkt İlişki Hesaplama Yöntemlerine ait veri setleri farklılık gösterdiğinden Direkt ve Endirekt Yöntemlerin sonuçlarını farklı şekilde yorumlamak gerekebilir.

2017, 2018 ve 2019 yıllarına ait ihracat değerlerinin ortalamaları alındığında Çin, ABD ve Almanya'ya ait toplam ihracatın diğer ülkelere göre yüksek bir farkla önde olduğu görülmektedir. Bu nedenle analiz yapılmadan önce bu ülkelere dair merkeziyet derecelerinin diğer ülkelere göre daha yüksek olması beklenebilmektedir. Fakat çalışmanın sonucundan anlaşılabileceği üzere her merkeziyet ölçütü merkezi olmayı farklı şekilde ele almaktadır. Bu nedenle ihracat değerleri daha düşük olan ülkeler ağ yapısında sahip oldukları konumlar sebebiyle ağa farklı şekilde katkıda bulunduklarından bazı merkeziyet ölçütlerine göre daha yüksek öneme sahip olabilmektedirler.

Ağırlıklandırılmış İç Derece, Dış Derece, Derece ve Derece Farkı sonuçlarına bakıldığında her bir yöntemde Çin'in ilk üç sırada yer aldığı görülmektedir. İç Derece, Özvektör, Pagerank ve İçeri Yakınlık değerlerine bakıldığında BAE ve Suudi Arabistan'ın üç ölçüte göre de ilk 3 sırada yer aldığı görülmektedir. İç Derece ve İçeri Yakınlığa göre ilk 3 sırada yer alan ülkeler ile Dış Derece ve Dışarı Yakınlığa ait ilk 3 sıralama aynıdır. İç Derece ve İçeri Yakınlığa göre ilk üç sırada yer alan ülkeler BAE, Suudi Arabistan, Birleşik Krallık ve Meksika'dır. Dış Derece ve Dışarı Yakınlığa göre ilk 3 sırada yer alan ülkeler ise Rusya, İrlanda, Almanya ve Avusturya'dır. Arasındalık Merkeziyet Ölçütü için ilk 3 sıra incelendiğinde Belçika'yı ilk 3 sırada bulunduran

Pagerank dışındaki ölçütlerle ortak bir yönü bulunmadığı görülmektedir. Endirekt Etki Hesaplama Yöntemlerinin beşinde de ilk 3'te yer alan ülkeler aynıdır ve bunlar ABD, Hollanda ve Fransa'dır. ABD hem Ağırlıklandırılmış İç Derece hem de Ağırlıklandırılmış Dış Derece Ölçütlerine göre ilk 3 sırada yer almaktadır.

Endirekt Etki Hesaplama Ölçütlerine ait sonuçlara bakıldığında ise beşinin de çok benzer sıralamalara sahip olduğu görülmektedir. Bu da Endirekt Etki Hesaplama Yöntemlerinin kendi içlerinde oldukça tutarlı sonuçlar verdiğinin bir göstergesidir.

3.5. Sonuçların Korelasyonu

On dört farklı merkezilik endeksiyle elde edilen sıralamaların istatistiksel olarak karşılaştırılması için Spearman'ın Sıralama Korelasyon Katsayısı ve Kendall τ Katsayısı kullanılmıştır. Bu testlerin kullanılma sebebi parametrik olmayan veriler için uygulanabilir olmalarıdır.

Yukarıda da belirtildiği gibi korelasyon analizinde iki farklı yöntem kullanılmıştır. Endirekt Etki ve Direkt Etki Hesaplama Yöntemlerinin birbirleriyle karşılaştırıldığı Aleskerov ve diğerlerinin (2016b) çalışmalarında da ülke sıralamalarına ait korelasyonun iki farklı test ile (Kendall τ ve Goodman-Kruskal) ölçüldüğü görülmektedir. Bu çalışmada da iki farklı korelasyon testi kullanılmasının yorumların güvenilirliğini artıracakı düşünülmektedir.

Elde edilen sonuçlar her iki parametrik olmayan teste göre de tüm ölçütlere ait sıralamaların birbirleri arasındaki korelasyonlarını vermektedir. Sonuçlar aşağıdaki tablolarda yer almaktadır.

Tablo 23. Spearman Katsayısı

	WInDeg	WOutDeg	WDeg	WDDiff	EigenVec	Pagerank	ClosIn	ClosOut	Btw	SumPaths	MaxPath	MaxMin	MultT	MaxT
WInDeg	-	0,272	0,787	-0,453	0,375	0,345	0,404	-0,303	-0,055	0,619	0,617	0,630	0,617	0,630
WOutDeg		-	0,766	0,605	-0,381	-0,268	-0,356	0,483	0,163	0,354	0,362	0,380	0,362	0,380
WDeg			-	0,058	0,023	0,081	0,062	0,090	0,083	0,668	0,670	0,692	0,670	0,692
WDDiff				-	-0,615	-0,494	-0,588	0,627	0,057	-0,145	-0,132	-0,132	-0,132	-0,132
EigenVec					-	0,928	0,960	-0,972	0,082	0,111	0,104	0,105	0,104	0,105
Pagerank						-	0,855	-0,858	0,311	0,151	0,141	0,147	0,141	0,147
ClosIn							-	-0,972	-0,061	0,112	0,106	0,108	0,106	0,108
ClosOut								-	0,076	-0,026	-0,020	-0,019	-0,020	-0,019
Btw									-	0,177	0,167	0,169	0,167	0,169
SumPaths										-	0,999	0,997	0,999	0,997
MaxPath											-	0,998	1,000	0,998
MaxMin												-	0,998	1,000
MultT													-	0,998
MaxT														-

Tablo 24. Kendall τ Katsayısı

	WInDeg	WOutDeg	WDeg	WDDiff	EigenVec	Pagerank	ClosIn	ClosOut	Btw	SumPaths	MaxPath	MaxMin	MultT	MaxT
WInDeg	-	0,187	0,600	-0,346	0,254	0,231	0,285	-0,208	-0,015	0,464	0,464	0,477	0,464	0,477
WOutDeg		-	0,587	0,467	-0,262	-0,167	-0,236	0,344	0,131	0,251	0,256	0,269	0,256	0,269
WDeg			-	0,054	0,008	0,051	0,038	0,079	0,051	0,495	0,500	0,513	0,500	0,513
WDDiff				-	-0,421	-0,341	-0,405	0,436	0,044	-0,077	-0,072	-0,074	-0,072	-0,074
EigenVec					-	0,808	0,856	-0,862	0,090	0,082	0,077	0,085	0,077	0,085
Pagerank						-	0,705	-0,685	0,231	0,126	0,115	0,123	0,115	0,123
ClosIn							-	-0,867	-0,008	0,082	0,077	0,085	0,077	0,085
ClosOut								-	0,038	-0,031	-0,031	-0,033	-0,031	-0,033
Btw									-	0,146	0,136	0,138	0,136	0,138
SumPaths										-	0,990	0,977	0,990	0,977
MaxPath											-	0,977	1,000	0,977
MaxMin												-	0,977	1,000
MultT													-	0,977
MaxT														-

Kendall τ ve Spearman Testleri farklı hesaplama yöntemleri kullandıkları için elde edilen sonuçların da aynı olması beklenemez. Fakat iki teste göre de çok yüksek korelasyonlu, çok düşük korelasyonlu ve negatif korelasyonlu olan ölçütler benzerlik göstermektedir.

Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütlerinin dördü de farklı hesaplama mantıklarına dayandıklarından bunların kendi aralarındaki korelasyonlarını yorumlamak mantıklı değildir fakat diğer ölçütlerle olan korelasyonları yorumlanabilir.

Ağırlıklandırılmış İç Derece Merkezilik Ölçütü'nün Endirekt Etki Hesaplama Yöntemlerinin beşiyle de pozitif korelasyon içinde olduğu görülmektedir. “Endirekt Etki Sonuçları” bölümünde de açıklandığı gibi ABD hem beş Endirekt Etki Hesaplama Yöntemi'ne göre hem de Ağırlıklandırılmış İç Derece Merkezilik Ölçütü'ne göre ilk sırada yer almaktadır ABD'ye doğru olan akışların çoğu eşik değerinin üstünde olduğundan dolayı bu durum oluşmuştur. Korelasyon testleri sonucuna bakıldığında bu

durumun sadece ABD ile sınırlı kalmadığını, başka ülke sıralamalarında da bu sebepten benzerlik olduğunu söylemek mümkündür.

Katsayısı çok yüksek olmasa da Ağırlıklandırılmış İç Derece Merkezilik Ölçütü'nün İçeri Yakınlık Ölçütü ile pozitif bir korelasyon içinde olduğu söylenebilmektedir. Ağırlıklandırılmış Dış Derece Merkezilik Ölçütü ise İçeri Yakınlık Ölçütü'yle negatif, Dışarı Yakınlık Ölçütü'yle pozitif bir korelasyona sahiptir. Buradan içeri doğru olan ilişkileri inceleyen ölçütlerin içeri doğru olan ilişkileri inceleyen merkezilik ölçütleriyle, dışarı doğru olan ilişkileri inceleyen ölçütlerin ise dışarı doğru olan ilişkileri inceleyen merkezilik ölçütleriyle pozitif korelasyonda olduğu sonucu çıkarılabilmektedir.

Ağırlıklandırılmış İç Derece Merkezilik Ölçütü katsayısı düşük de olsa Özvektör Merkezilik Ölçütü ile pozitif bir korelasyona sahiptir. Ağırlıklandırılmış Dış Derece Merkezilik Ölçütü'nün ise Özvektör Merkezilik Ölçütü'yle negatif bir korelasyona sahip olduğu görülmektedir. Bu durum da içeri ve dışarı yönlü ilişkileri inceleyen ölçütlerin birbirinden farklarını açıklar niteliktedir.

Ağırlıklandırılmış Dış Derece Merkezilik Ölçütü beş farklı Endirekt Etki Hesaplama Yöntemi ile düşük katsayıda olsa da pozitif bir korelasyona sahiptir. Bu durum Ağırlıklandırılmış İç Derece Merkezilik Ölçütü'ndeki benzerlikle aynı nedene dayanmaktadır.

Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütü'nün herhangi bir Direkt Etki Hesaplama Yöntemi ile güçlü bir korelasyonda olmadığı görülmektedir fakat Endirekt Etki Hesaplama Yöntemlerinin beşiyle de yüksek sayılabilecek pozitif bir korelasyon içindedir. Bu ölçütün Ağırlıklandırılmış İç Derece ve Dış Derece Merkezilik Ölçütü'nün toplamından oluştuğu göz önünde bulundurulduğunda iki ölçütün de Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleriyle olan pozitif korelasyonunun bu ölçüte katkı sağlaması beklenen bir durumdur.

Ağırlıklandırılmış Derece Farkı Merkezilik Ölçütü Özvektör, Pagerank ve İçeri Yakınlık Ölçütleriyle düşük sayılamayacak negatif bir korelasyona sahiptir. Bu ölçütün Ağırlıklandırılmış Dış Derece ve İç Derece Merkezilik Ölçütlerinin farkından oluştuğu göz önünde bulundurulduğunda Ağırlıklandırılmış Dış Derece'nin sahip olduğu negatif korelasyonunun bu ölçüt üzerinde pozitif, Ağırlıklandırılmış İç Derece'nin sahip olduğu pozitif korelasyonun ise negatif etki etmesi beklenmektedir.

Ağırlıklandırılmış Derece Farkı Merkezilik Ölçütü'nün Ağırlıklandırılmış Dışarı Yakınlık Ölçütü'yle güçlü pozitif bir korelasyona sahip olduğu görülmektedir. Çünkü Ağırlıklandırılmış Dışarı Yakınlık Ölçütü değeri arttıkça Ağırlıklandırılmış Derece Farkı değeri de artmaktadır.

Özvektör Merkezilik Ölçütü ile Pagerank ve İçeri Yakınlık Ölçütü çok yüksek bir korelasyona sahiptir. Pagerank Algoritması'nın geliştirilme mantığı Özvektör Merkezilik Ölçütü'nünkine benzemektedir ve iki ölçüt de Derece Merkezilik Ölçütlerinin sınırlılıklarını geliştirmek amaçlı kullanılmakta, komşu düğümlerin de önem derecelerini dikkate almaktadır. İkisi de benzer amaçlarla farklı zamanlarda geliştirilmiş endekslerdir. Özvektör Merkezilik Ölçütü ile Pagerank Algoritması'nın korelasyonlarının yüksek çıkması bununla açıklanabilmektedir. Ayrıca sonuçların yer aldığı kısımda Özvektör Merkezilik Ölçütü ile PageRank Algoritması'nın benzer bir sıralama verdiği görülmektedir. İlk dört sıradaki üç ülkenin ortak olduğu tespit edilmiştir.

Özvektör Merkezilik Ölçütü'nün İçeri Yakınlık Ölçütü ile olan yüksek korelasyonunun sebebi Özvektör Merkezilik Ölçütü'nün bağlantıda olduğu düğümleri daha merkezi olan düğümü merkezi konumda kabul etmesi olabilir. İçeri Yakınlık Ölçütü de bir düğümün bağlantıda olduğu düğümlerin mesafesiyle ilgilenmektedir. Dışarı Yakınlık Ölçütü ise Özvektör Merkezilik Ölçütü ile yüksek negatif bir korelasyona sahiptir. Bu durumun sebebi Özvektör Merkezilik Ölçütü'nün İçeri Yakınlık Ölçütü ile yüksek pozitif korelasyona sahip olmasıdır.

Pagerank ve İçeri Yakınlık Merkezilik lütü arasındaki korelasyon yüksek ve pozitifdir. Dışarı yakınlık ile Pagerank arasındaki korelasyon ise beklendiği gibi yüksek ve negatiftir. Pagerank ve özvektör ölçütü arasındaki yüksek korelasyon göz önünde bulundurulduğunda korelasyonda olduğu ölçütlerin de benzerlik göstermesi beklenmektedir.

İçeri Yakınlık ve Dışarı Yakınlık arasındaki yüksek negatif korelasyon ise ölçüm mantıklarının birbirinin tam zıttı olmasını açıklar şekildedir.

Arasındalık Merkezilik lütü'nün hiçbir merkezilik ölçütü ile bir korelasyon içinde olmadığı görölmektedir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında da diğer merkeziyet ölçütleriyle benzer bir sıralamayı gözle görmek mümkün olmamaktadır. Korelasyon testleri sonucunda da bu durum ispatlanmıştır.

Beş farklı Endirekt Etki Hesaplama Yöntemi'nin de birbiriyle 1'e yakın korelasyon içinde oldukları görölmektedir. Korelasyonun yüksek olması sonuçlarda elde edilen sıralamaların beş yöntem için de çok benzer olması sebebiyle beklenen bir durumdur fakat neredeyse 1'e eşit olduğu korelasyon testleri sonucunda görölmektedir.

Aleskerov ve diğerlerinin (2016b) alışmasında kullandıkları örnekte de Endirekt Etki Hesaplama Yöntemlerinin birbirleriyle çok yüksek korelasyona sahip olduğu görölmektedir. Ayrıca alışma sonucunda özvektör ve Pagerank Merkezilik lütlerinin korelasyon değerleri yüksek çıkmıştır. AĞırlıklandırılmış Derece Merkezilik lütleri ise Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleri ile yüksek korelasyona sahiptir. Aleskerov ve diğerlerinin (2016b) alışması ile bu çalışmadaki veriler çok farklı alanlar için toplanmış olsa da elde edilen korelasyon değerleri ölçütlerin yaklaşımlarının benzerlikleri veya farklılıklarına dair genel bir ereve sunmaktadır.

SONUÇ

Bu çalışmada ülkelerarası ticaret ağının doğrudan ilişkilerin etkisini hesaplayan Direkt Etki Hesaplama ve dolaylı ilişkileri de hesaba katan Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleri ile analiz edilmesi ve sonuçların karşılaştırılarak yorumlanması amaçlanmıştır. Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleri merkezilik ölçütleri literatüründeki en yeni yaklaşımdır. Bu çalışmanın amaçlarından biri de bu ölçütlerin uluslararası ticaret ağı için uygulanabilirliğini incelemek ve bu ölçütlere ait kısıtlı olan uygulama literatürüne bir katkıda bulunmaktır.

Çalışmada kullanılan veri seti Uluslararası Ticaret Komisyonu'nun 2017, 2018 ve 2019 yıllarına ait ihracat tablolarından elde edilmiştir. Bu üç yıla ait ihracat verilerinin ortalamaları alınmış ve veri setinin kapsamına ihracat değerleri ABD doları (USD) cinsinden en yüksek olan 40 ülke dahil edilmiştir. Her düğüm arasında tek yönlü bir ilişki oluşturmak amacıyla ülkelerin birbiriyle olan ihracat değerleri birbirinden çıkarılarak her ülke arasındaki bağlantılara ait ağırlıklar belirlenmiştir. Diğer bir deyişle çift yönlü ihracat değerleri tek yönlü bir ticaret dengesi matrisine dönüştürülmüştür.

Çalışmada direkt ve endirekt olmak üzere 6 farklı gruba ait toplam 17 merkeziyet ölçütü kullanılmıştır. Her bir merkeziyet ölçütünün önem derecesine dair tanımı farklı olduğundan elde edilen sonuçlar da farklılık göstermektedir. Fakat bazı ölçütlerin birbirlerine yakın sonuçlar verdiği veya bu ölçütlere göre yapılan sıralamaların benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Direkt ilişkileri analiz etmek için kullanılan merkeziyet ölçütlerinin hesaplanmasında Gephi programı kullanılmıştır ve sonuçların doğruluğu çeşitli veri setleriyle MS Excel'de kontrol edilmiştir. Veri setinin Gephi'ye aktarımını sağlamak için ilgili CSV dosyaları oluşturulmuştur. Gephi'ye yüklenen CSV dosyaları tarafından 40 düğümlü ve 780 kenarlı bir ağ oluşturulmuş ve bu ağ üzerinde analizler yapılmıştır.

Endirekt ilişkilerin analizinde ise MS Excel programı kullanılmış, veri setinde bazı sadeleştirmeler yapılmıştır.

Çalışmanın sonucunda hem direkt hem de endirekt ilişkileri hesaba katan ölçütlerin uluslararası ticaret ağı için uygulanabildiği ve çıkan sonuçların farklı ölçütlerin yaklaşımlarına göre mantıklı şekilde açıklanabildiği görülmektedir. Farklı ölçütlere göre elde edilen sonuçların korelasyonu Spearman'ın Sıralama Korelasyon Katsayısı ve Kendall τ Katsayısı kullanılarak incelenmiştir.

Her bir ölçütün merkezilik kavramını ele alışı farklı olduğundan her bir ölçüte ait sonucun yüksek korelasyon içinde olması beklenmemektedir. Korelasyon analizi sonuçları da bunu destekler niteliktedir. Sadece bazı ölçütler arasında yüksek korelasyonlar elde edilmiştir. Elde edilen korelasyon sonuçlarına göre Endirekt Etki Hesaplama Yöntemlerinin beşinin de birbirleriyle yüksek korelasyona sahip oldukları görülmektedir. Ayrıca Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütü Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleriyle pozitif bir korelasyon içindedir. Özvektör, Pagerank ve İçeri Yakınlık Merkezilik Ölçütlerinin de birbirleriyle yüksek korelasyon içinde olduğu görülmektedir. Bu üç ölçüt Dışarı Yakınlık Ölçütü ile negatif korelasyona sahiptir.

ABD, Hollanda, Fransa ve Almanya Endirekt Etki Hesaplama Yöntemlerine göre en merkezi ülkeler olarak belirlenmiştir. 16 farklı merkezilik ölçütünün sonuçları eşit öneme sahip olarak kabul edildiğinde bu dört ülkenin en fazla ilk üçe giren ülkeler olduğu görülmektedir. Fakat Pagerank ve Özvektör gibi diğer ölçütlerin sonuçlarıyla korelasyonu çok düşük olan yöntemlere daha fazla ağırlık verildiğinde sonuç çok farklı olacaktır. Bu nedenle elde edilen sonuçlara göre genel bir çıkarım yapmak mümkün olmamaktadır. Bu durum da her bir ölçütün merkeziliğe yaklaşımının farklı olduğunu ispatlar niteliktedir.

Çalışmanın ana amacı ağ yapıları için geliştirilen merkezilik ölçütlerinin birçoğunun dünya ticaretinin büyük kısmını oluşturan ülkelerin ticaret ilişkilerini incelemek için uygulanabilirliğini araştırmak ve uygulanabildiği durumda elde edilen

sonuçları her bir ölçüt için karşılaştırmalı olarak yorumlamak olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda ilgili merkezilik ölçütlerinin belirlenen veri setine uygulanabildiği görülmektedir. Fakat uygulanabilirliği sağlamak için ilk olarak kullanılan veri setindeki çift yönlü ilişkiler tek yönlü ilişkilere indirgenmiştir. Bu da doğrudan ihracat veya ithalat ile ilgili yorum yapılmasını zorlaştırmakta, ticaret dengesi ile yorum yapılmasını daha mantıklı hale getirmektedir. Bu durum çalışmanın kısıtları arasında yer almaktadır.

Direkt Etki Hesaplayan Yöntemlerin uygulanmasında ticaret dengeleri matrisi hiçbir sadeleştirme yapılmadan kullanılmıştır. Bu elde edilen sonuçları daha güvenilir kılmaktadır fakat bazı ölçütler yönsüz ağ yapıları için uygun olduğundan bu ölçütlere ait “iç”, “dış”, “içeri”, “dışarı” gibi alt ölçütler kullanılmış ve bunları yönlü olarak yorumlamak gerekmiştir. Bu da sonuçların yorumlanmasını daha karmaşık hale getirmiş, sonuçlara dair genel çıkarımlar yapılmasını zorlaştırmıştır.

Endirekt Etki Hesaplama Yöntemlerinin uygulanmasında MS Excel programı kullanılmış ve veri setinde bazı basitleştirmeler yapılmıştır. Bunun yanında endirekt ilişkileri dikkate alan yöntemlerin uygulanabilmesi için kritik grupların ve düğümlere ait ağırlıkların belirlenmesi amacıyla kullanılan eşik değeri q ve incelenecek yol sayısını ifade eden s olmak üzere iki parametre kullanılmıştır. Hem en başta yapılan sadeleştirmeler hem de yöntemi uygularken belirlenen parametreler çalışmanın sonucunu etkilemektedir. Bu sadeleştirmeler ve parametreler problemin çözümünün daha kolay ve hızlı elde edilmesini sağlarken bir yandan da çalışmayı sınırlamaktadır.

Endirekt etki hesaplayan yöntemlerde veri setinde yapılan basitleştirmeler ve kullanılan parametreler zaman ve maliyet kısıtı dikkate alınarak belirlenmiştir. Çünkü incelenen ağ yapısına ait tüm verilerin kullanıldığı bir matrisin endirekt etki hesaplayan ölçütleri kullanarak elle analiz edilmesi mümkün değildir. Ayrıca eşik değerinin yükselmesi 0 ve 1 arasında oluşacak birçok farklı c_{ij} ağırlığı anlamına gelmektedir. Bu durumda da ağı analiz etmek karmaşıklaşmaktadır. Belirlenen incelenecek yol sayıları (s)

ise çalışmanın karmaşıklığını en çok artıran parametredir. Bu parametrenin değeri arttıkça Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleri'nin çalışmadaki önemi de belirgin hale gelmektedir. Bu nedenle ilerleyen çalışmalarda Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleri için bir yazılım programı kullanılabilir. Bunun çalışmanın zaman maliyetine büyük katkıda bulunacağı açıkça görülmektedir. Ayrıca bir yazılım programının kullanılması, problemin sonucunda büyük etkileri olacak bir basitleştirme gerektirmedikinden daha güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır.

16 farklı ölçüt ile elde edilen sonuçlara göre genel bir çıkarım yapmak mümkün olmamaktadır. Çünkü her bir ölçüt farklı merkezilik mantığına dayanarak geliştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar yorumlanırken her bir merkezilik ölçütüne göre ilk üçte yer alan ülkeler belirlenmiş ve bu ülkelerin kaç kere ilk üçte yer aldığı hesaplanmıştır. Fakat bu yaklaşım her bir ölçüte ait sonucun eşit öneme sahip olduğunu varsaymaktadır. Hangi ölçütün daha güçlü olduğuna dair literatürde bir bilgi bulunmasa da yöntemlerin karmaşıklığına bakılarak bu ölçütlere bir ağırlık değeri atanması mantıklı olacaktır. Özellikle de endirekt etkileri ölçen yöntemler direkt etkilerin yanı sıra doğrudan ilişkisi olmayan iki düğüm arasındaki etkileri de hesapladığından elde ettiği sonucun daha kapsamlı olacağı açıktır. Bu nedenle her bir merkeziyet ölçütüne bir ağırlık değeri atanıp her bir ülkenin bu ölçütlere göre kaç kere ilk sıralarda bulunduğuna dair bir hesaplama yapılarak dünya ticaretinde hangi ülkenin daha merkezi olduğuna dair bir sonuç elde etmek daha mümkün olacaktır.

Bu çalışmanın amaçlarından biri de en güncel yöntemler olan endirekt etki hesaplamak için geliştirilen merkezilik ölçütlerinin ticaret ağı üzerinde uygulanabilirliğinin test edilmesidir ve uygulama ilerledikçe ham veri setinin nasıl uygulanabilir hale dönüştürüleceği ile ilgili önemli kararlar verilmiştir. Bu kararlar verilirken literatürdeki uygulamalar detaylı olarak incelenmiştir fakat literatürdeki uygulamaların izlediği yol ile ilgili ortak bir sonuca varılması mümkün olmamaktadır.

İlerleyen yıllarda endirekt ilişkilerin analiz edilmesi için uygulamanın başında belirlenen parametrelerin ve veri setinin karmaşıklık derecesinin sonuçlara olan etkisini incelemeyi amaçlayan bir çalışma yapılması parametre seçiminde ve veri seti kullanımında bu yöntemleri uygulamak isteyenler için aydınlatıcı olacaktır.

Küreselleşmenin neticesinde uluslararası ticaretin gün geçtikçe daha karmaşık ağ yapıları oluşturduğu görülmektedir. Artan endüstri içi ticaret ve gelişmekte olan ülkelerin sanayi ürünleri ihracatı, geçmiş yıllarda dış ticaret verilerine konu dahi edilmeyen birçok ülkenin günümüzde dış ticaret analizlerinin bir parçası olmasına sebep olmuştur. Bu nedenle günümüzde yenilikçi yöntemlere daha çok ihtiyaç duyulduğunu söylemek mümkündür.

Ülkemizde de olduğu gibi gelişmekte olan ülkelerde ithal ara mal bağımlılığı ile katma değer üretiminin ve bu üretim için enerji ithalatının yoğun olduğunu belirtmek faydalı olacaktır. Bu kapsamda gelişmekte olan ülkeler için yapılan analizlerde ülkelerin ithalat ve ihracatları arasındaki farkın daha düşük olması dolayısıyla da ticaret dengesi değerlerinin sıfıra yakın olması mümkündür. İlerleyen çalışmalarda ilgili analizlerin gelişmekte olan ülkeler üzerine yapılacak olması durumunda merkezilik derecesi hesaplanırken denge değerleri ile ilgili bu durumun göz önüne alınması ve gerekirse veri seti oluşturulurken farklı yaklaşımların kullanılması faydalı olacaktır.

Sanayi ve teknoloji kaynaklı ihracatın yüksek olduğu ülkelerin Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleri sonucunda elde edilen sıralamaların üst kısımlarında yer aldığı görülmektedir. ABD, Hollanda, Fransa ve Almanya gibi ülkeler dış ticaret yapıları itibarıyla ihracatları sanayi ve teknoloji üretimine dayanan ülkelerdir. Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleri ile yapılan analizlerde bu 4 ülkenin devamlı olarak ilk sıralarda yer aldığını görmek mümkündür.

Direkt Etki Hesaplama Yöntemlerinden Özvektör, İçeri Yakınlık ve Pagerank Merkezilik Ölçütleri ise ihracatın yer altı zenginliklerine dayandığı ülkelerden olan BAE ve Suudi Arabistan'ı en merkezi ülkeler olarak göstermektedir. Kıymetli madenlerin ve fosil yakıtların dış ticarete konu edildiği durumlarda ithal ara mal ve hizmet kullanımı son derece düşüktür. Bu sebeple söz konusu ülkelere ait dış ticaret dengesinin yüksek olduğu ve bunun da analiz sonuçlarına yansıdığı görülmektedir.

Analizlere konu olan 2017-2019 yılları arası dış ticaret verilerinin oluşmasında, günümüzde aktif olan serbest ticaret anlaşmalarının önemi büyüktür. Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması'ndan Gümrük Birliği'ne dünyanın birçok bölgesinde geniş kapsamlı ticaret anlaşmalarına rastlanmaktadır. Ticaret hacimlerinin gelişmesinde ve günümüz merkezi ülkelerin oluşmasında bu anlaşmaların yeri yadsınamayacak derecede büyüktür. Öte yandan küresel ticaret birlikleri arasına en son katılan Bölgesel Kapsamlı Ekonomik Ortaklık Anlaşması ile ABD'nin ve AB üyesi ülkelerin yer almadığı yeni bir serbest ticaret bölgesi kurulmaktadır. Dünya ticaretinin alışlagelmiş liderlerini ticaret bloğunun dışında bırakan anlaşma ile yakın bir gelecekte Asya ekonomilerinin dış ticaretteki ağırlığının artması beklenmektedir. Bu nedenle gelecek yıllarda uluslararası ticaret ağında kilit rol oynayan ülkelerin tespiti için yapılacak bir ağ analizi çalışmasında elde edilen sonuçların bu çalışmada elde edilenlerden çok farklı olması, merkezi ülkeler listesinin büyük bir değişime uğraması muhtemeldir.

KAYNAKÇA

- Adiwijaya, Maharani, W. & Gozali, A.A. (2014). Degree centrality and eigenvector centrality in Twitter. *8th International Conference on Telecommunication Systems Services and Applications (TSSA)*, 1-5.
- Akgül, B. K. (2014). Social Network Analysis of Construction Companies Operating in International Markets: The Case of Turkish Contractors (Master's Thesis, Middle East Technical University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences).
- Akram, Q.F. & Christophersen, C. (2010). Interbank Overnight Interest Rates-Gains from Systemic Importance. *Norges Bank Working Paper*, (11).
- Aleskerov, F. (2006). Power indices taking into account agents' preferences. In B. Simeone & F. Pukelsheim (Eds.), *Mathematics and Democracy*, 1–18. Berlin.
- Aleskerov, F. & Yakuba, V.I. (2007). A method for threshold aggregation. *Doklady Mathematics*, 75(2), 322-324.
- Aleskerov, F., Chistyakov, V.V. & Kalyagin, V.A. (2010). Social threshold aggregations. *Social Choice and Welfare*, 35(4), 627-646.
- Aleskerov, F., Andrievskaya, I. & Permjakova, E. (2014). Key borrowers detected by the intensities of their short-range interactions. *NRU Higher School of Economics: Financial Economics Working Papers Basic Research Program*, 33.
- Aleskerov, F., Meshcheryakova, N. & Shvydun, S. (2016a). Centrality measures in networks based on nodes attributes, long-range interactions and group influence. *Higher School of Economics Publishing House*, 4.
- Aleskerov, F., Meshcheryakova, N., Nikitina, A. & Shvydun S. (2016b). Key borrowers detection by long-range interactions. *National Research University Higher School*

of Economics: Financial Economics Working Papers Basic Research Program,
56.

Aleskerov, F., Meshcheryakova, N., Rezyapova, A. & Shvydun, S. (2016c). Network Analysis of International Migration. In Kalyagin V., Nikolaev A., Pardalos P. & Prokopyev O. (Eds.), *Springer Proceedings in Mathematics & Statistics*, 197. Cham.

Aleskerov, F., Sergeeva, Z. & Shvydun S. (2017). Assessment of Exporting Economies Influence on the Global Food Network. In Butenko S., Pardalos P. & Shylo V. (Eds.), *Springer Optimization and Its Applications*, 130. Cham.

Aleskerov, F., Rezyapova, A., Roman, A. & Yakuba, V. (2020). New Centrality Measures in Networks and their Applications to the International Trade and Migration Networks. *28th International Symposium on Modeling, Analysis, and Simulation of Computer and Telecommunication Systems (MASCOTS)*, 1-8.

Anthonisse, J. M. (1971). The Rush in a Directed Graph. Amsterdam: Mathematisch Centrum.

Ataç, B. (2019). Sosyal Ağ Analizi ile Suç ve Suçluların Değerlendirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Ayhan, G. (2016). Network Analysis of Citations Among the Authors of *The Oxford Handbook of the Economics of Networks* (Master's Thesis, Universidad de País Vasco).

Barthelemy, M. (2011). Spatial networks. *Physics Reports*, 499(1-3), 1–101.

Bavelas, A. (1948). A mathematical model for group structures. *Human Organization*, 7(3), 16-30.

- Bavelas, A. (1950). Communication patterns in task oriented groups. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 22(6), 271-282.
- Bavelas, A. & Barrett, D. (1951). An experimental approach to organizational communication. *Personnel*, 27, 366-371.
- Beauchamp, M. A. (1965). An improved index of centrality. *Behavioral Science*, 10(2), 161-163.
- Bech, M.L. & Atalay, E. (2008). The topology of the federal funds market. *Federal Reserve Bank of New York Staff Report*, (354).
- Benguigui, L. & Porat, I. (2016). Global migration topology analysis and modeling of bilateral flow network. *Europhysics Letters*, 115(1), 18002.
- Bhattacharya, K., Kaski, K., Manna, S., Mukherjee, G. & Saramäki, J. (2008). The International Trade Network: weighted network analysis and modelling. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2008(2), P02002.
- Brin, S. & Page, L. (1998). The anatomy of a large-scale hypertextual web search engine. *Computer Networks and ISDN Systems*, 4, 107-117.
- Bonanich, P. (1972). Technique for analyzing overlapping memberships. *Sociological Methodology*, 4, 176-185.
- Bural, E. B. (2021). Terörizmle Mücadelede Sosyal Medya İstihbaratının Önemi: PKK Terör Örgütünün Twitter'daki Görünürlüğü Üzerine Sosyal Ağ Analizi (Yüksek Lisans Tezi, Jandarma ve Sahil Güvenlik Akademisi, Güvenlik Bilimleri Enstitüsü).
- Burgess, R. L. (1968). Communication networks and behavioral consequences. *Human Relations*, 22, 137-159.

- Cajueiro, D.O. & Tabak, B.M. (2008). The role of banks in the Brazilian interbank market: Does bank type matter? *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 387(27), 6825-6836.
- Cohn, B. S. & Marriott, M. (1958). Networks and centres of integration in Indian civilization. *Journal of Social Research*, 1, 1-9.
- Czepiel, J. A. (1974). Word of mouth processes in the diffusion of a major technological innovation. *Journal of Marketing Research*, 11, 172-180.
- Daly, A., Liou, Y., Sinnema, C. & Rodway, J. (2020). Exploring the communities of learning policy in New Zealand using social network analysis: A case study of leadership, expertise, and networks. *International Journal of Educational Research*, 99, 101492-.
- Demirci, G. M. (2020). Understanding Twitter Users' Behaviour by Social Network Analysis During Disasters (Master's Thesis, Istanbul Technical University, Department of Industrial Engineering).
- Doğan, O. (2014). Antalya Medikal Turizm Kümesi'nin Tanımlanması ve Ağ Yapılarının İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Dong, S., Pu, Y. & Wang, Y. (2013). A research on complex network of Chinese interprovincial migration based on the fifth population census. *IEEE 2013 21st International Conference on Geoinformatics*, 1-4.
- Fagiolo, G., Reyes, J. & Schiavo, S. (2010). International trade and financial integration: a weighted network analysis. *Quantitative Finance*, 10(4), 389-399.
- Fagiolo, G. & Mastorillo, M. (2013). International migration network: Topology and modelling. *Physical Review*, 88(1), 012812-.

- Freeman, L.C. (1977). A set of measures of centrality based upon betweenness. *Sociometry*, (13), 35-41.
- Freeman, L.C. (1979). Centrality in social networks: Conceptual clarification. *Social Networks*, 1, 215-239.
- Freeman, L.C., Borgatti S.P. & White D.R. (1991). Centrality in valued graphs: a measure of betweenness based on network flow. *Social Networks*, (13), 141–154.
- Fruchterman, T.M.J. & Reingold, E.M. (1991). Graph drawing by force-directed placement. *Software-Practice and Experience*, 21(11), 1129-1164.
- Garlaschelli, D. & Loffredo M. (2004). Patterns of Link Reciprocity in Directed Networks. *Physical Review Letters*, 93(26), 268701-.
- Garlaschelli, D. & Loffredo M. (2004). Fitness-Dependent Topological Properties of the World Trade. *Physical Review Letters*, 93(18), 188701-.
- Garlaschelli, D. & Loffredo M. (2005). Structure and evolution of the world trade network. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 355(1), 138-144.
- Gheasi, M., Nijkamp, P. & Tranos, E. (2015). International migration: a global complex network. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 42(1), 4–22.
- Golbeck, J. (2013). Analyzing the social web, 25-44.
- Hafner-Burton, E., Kahler, M. & Montgomery, A. (2009). Network Analysis for International Relations. *International Organization*, 63(3), 559-.
- International Trade Center (2021). *Trade Map*. <https://www.trademap.org/>.
- Iori, G., de Masi, G., Precup, O.V., Gabbi, G. & Caldarelli, G. (2008). A network analysis of the Italian overnight money market. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 32(1), 259-278.

- Karapanca, D. (2020). Sosyal Ağ Analizi ile Sağlık Sektöründe Bir Uygulama (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Katz, L. (1953). A new status index derived from sociometric index. *Psychometrika*, 39-43.
- Kim, S. & Shin, E. (2002). A longitudinal analysis of globalization and regionalization in international trade: a social network approach. *Social Forces*, 81(2), 445-468.
- Kuşkapan, E. (2019). İstanbul Kentine Ait Karayolu Ulaşım Ağının Sosyal Ağ Analizi Yöntemi ile İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi, Erzurum Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Leavitt, H. J. (1949). Some effects of communication patterns on group performance. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 46, 38-50.
- Leavitt, H. J. (1951). Some effects of certain communication patterns on group performance. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 46(1), 38-50.
- Linnemann, H. (1966). An econometric study of international trade flows. *North Holland*.
- Maier, G. & Vyborny, M. (2005). Internal migration between US-states - A social network analysis. *Vienna University of Economics and Business Discussion Papers*, 2005(4).
- Mackenzie, K. D. (1964). A Mathematical Theory of Organizational Structure (Ph.D. thesis, Berkeley: University of California).
- Mackenzie, K. D. (1966). Structural centrality in communications networks. *Psychometrika*, 31, 17-25.
- Minoiu, C. & Reyes, J.A. (2013). A network analysis of global banking: 1978–2010. *Journal of Financial Stability*, 9(2), 168–184.

- Mollaoğulları, Z. (2020). Uluslararası Çatışmaların Sosyal Ağ Analizi ile İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi, Aydın Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Moxley, R. L. & Moxley, N. F. (1974). Determining point-centrality in uncontrived social networks. *Sociometry*, 37(1), 122-130.
- Myerson, R.B. (1977). Graphs and cooperation in games. *Mathematics of Operations Research*, 2 (3), 225-229.
- Napel, S. & Widgren, M. (2004). Power Measurement as Sensitivity Analysis: A Unified Approach. *Journal of Theoretical Politics*, 16(4), 517-538.
- Napel, S. & Widgren, M. (2005). The Possibility of Preference Based Power Index. *Journal of Theoretical Politics*, 17(3), 377-387.
- Newman, M. E. J. (2003). The Structure and Function of Complex Networks. *SIAM Review*, 45(2), 167–256.
- Newman M. E. J. (2005). A measure of betweenness centrality based on random walks. *Social Networks*, (27), 39-54.
- Nieminen, J. (1973). On the centrality in a directed graph. *Social Science Research*, 2(4), 371-378.
- Nieminen, J. (1974). On centrality in a graph. *Scandinavian Journal of Psychology*, 15, 322-336.
- Özata, H. I. (2020). Ağ Analizi ve Zaman Serisi Yöntemleri ile Patent Verisi Analizi (Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Özdemir, Ö. (2015). Influence of Networks on Systemic Risk Within Banking System of Turkey (Master's Thesis, Middle East Technical University, Graduate School of Informatics).

- Özgül, E. (2018). Teknoparklarda İş Birliği Üzerine Sosyal Ağ Analizi (Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Peter, G. (2007). International banking centres: a network perspective. *BIS Quarterly Review Working Paper*, December.
- Pitts, F. R. (1965). A graph theoretic approach to historical geography. *The Professional Geographer*, 17, 15-20.
- Porter, M. E. (1998). Clusters and the New Economics of Competition. *Harvard Business Review*, November/December 1998, 77–90.
- Rochat, Y. (2009). Closeness centrality extended to unconnected graphs: the harmonic centrality index. *ASNA*.
- Rogers, D. L. (1974). Sociometric analysis of interorganizational relations: application of theory and measurement. *Rural Sociology*, 39(4), 487-503.
- Reggiani, A. (2009). Complexity and Spatial Networks: In Search of Simplicity. In A. Reggiani & P. Nijkamp (Eds.), *From Complexity to Simplicity*, 275–284. Berlin.
- Sabidussi, G. (1966). The centrality index of a graph. *Psychometrika*, 31, 581-603.
- Shapley, L. & Shubik, M. (1954). A method for evaluating the distribution of power in a committee system. *American Political Science Review*, 48(3), 787-792.
- Shapley, L. & Owen, G. (1989). Optimal location of candidates in ideological space. *International Journal of Game Theory*, 18, 339–356.
- Shaw, M. E. (1954). Group structure and the behavior of individuals in small groups. *Journal of Psychology*, 38(4), 139-149.
- Shimbel, A. (1953). Structural parameters of communication networks. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 15, 501-507.

- Smith, S. L. (1950). Communication Pattern and the Adaptability of Task-oriented Groups: an Experimental Study. Cambridge, MA: Group Networks Laboratory, Research Laboratory of Electronics. Massachusetts Institute of Technology.
- Şekerci, D. (2021). Avrupa Birliği Ufuk2020 Bilgi ve İletişim Teknolojileri Projelerinin Sosyal Ağ Analizi Yöntemi ile İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Tuvay, T. (2021). Female Consumers' Sensory Expectations of Shopping Malls: A Semantic Network Analysis (Master's Thesis, İzmir University of Economics, Marketing Communication and Public Relations).
- Tüzüntürk, S. (2012). Firmalarda Organizasyonel Ağ Analizi ve Bir Uygulama (Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Vladi, O. (2017). International Financial Integration: A Complex Network Analysis (Master's Thesis, Sakarya University, Institute of Social Sciences).
- Yarım, M. A. (2021). Sosyal Ağ Analizi ile Okullarda Örgütsel Moral Değerleri ve Doğal Liderlik Profillerinin İncelenmesi (Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).
- Yenilmez, T. E. (2010). A Network Analysis of Turkish Financial Crisis of 2000 (Master's Thesis, Boğaziçi University, Institute for Graduate Studies in the Social Sciences).
- Yüçetin, K. (2011). Sosyal Ağ Analizi Yöntemi ile Ağızdan Ağıza Pazarlama Etkisinin Arttırılması: Veri Setleri Üzerinde Uygulama (Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

EKLER

EK 1- Uluslararası Ticaret Komisyonu (ITC) 2017, 2018 ve 2019 Yılı Verilerine Göre ABD doları (USD) Cinsinden Toplam İhracatı En Yüksek Olan İlk 40 Ülke ve İhracatı Tablosu (International Trade Center (ITC), 2021)

Ülkeler	İhracat (USD)*
Dünya	18,525,644,496
Çin	2,421,532,068
ABD	1,619,209,570
Almanya	1,496,092,185
Japonya	714,009,296
Güney Kore	573,739,715
Hollanda	564,195,120
Hong Kong	551,559,405
Fransa	549,349,560
İtalya	530,006,966
Birleşik Krallık	467,003,368
Belçika	447,983,372
Meksika	440,366,875
Kanada	439,504,660
Rusya Federasyonu	409,735,820
Singapur	391,839,750
İspanya	331,626,683
Tayvan	326,496,951
BAE	316,832,410
Hindistan	314,370,188
İsviçre	308,131,906
Suudi Arabistan	255,468,202
Avustralya	252,275,733
Polonya	244,995,888

Tayland	243,724,383
Vietnam	241,142,543
Malezya	234,455,336
Brezilya	227,209,019
Çek Cumhuriyeti	194,740,883
Endonezya	172,236,224
Avusturya	169,498,186
Türkiye Cumhuriyeti	165,338,404
İsveç	159,809,781
İrlanda	158,611,161
Macaristan	119,840,207
Norveç	109,306,876
Danimarka	106,649,696
Güney Afrika	91,718,148
Slovakya	88,929,213
Romanya	76,001,080
Katar Devleti	75,112,560

*2017, 2018 ve 2019 ihracat verilerinin ortalaması alınmıştır.

EK 2- Merkezilik Derecesi Tablolarında Yer Alan Değerlerin Ülkelere Göre

Sıralaması

Çin	Belçika	Tayland	Türkiye
ABD	Kanada	Suudi Arabistan	İsveç
Almanya	Meksika	Polonya	İrlanda
Japonya	Singapur	Avustralya	Macaristan
Güney Kore	Rusya	Malezya	Norveç
Hong Kong	Tayvan	Brezilya	Danimarka
Fransa	İspanya	Vietnam	Güney Afrika
Hollanda	BAE	Çek Cumhuriyeti	Slovakya
İtalya	İsviçre	Endonezya	Katar
Birleşik Krallık	Hindistan	Avusturya	Romanya



EK 3- Ağırlıklandırılmış İç Derece Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi

221419682	54340385	38359453	71309380
848679717	52137828	84801625	26308911
94607569	89177482	52568499	10863167
60181742	36195486	61623657	14894547
67526058	4490001	32831950	17120045
144246921	36013497	26878225	22606573
145815052	65235020	109337955	20297889
171373445	111460746	19123938	12209154
58965629	46523581	40688953	11957182
224776976	141710515	36511876	18952334

EK 4- Ağırlıklandırılmış Dış Derece Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi

764965952	100243001	54071498	6195184
88828095	52599772	3739874	27798741
364160613	98094872	26697154	81286042
182003731	97593345	57665519	17336547
171787994	121777843	48774301	43402395
53684219	107208617	51740571	10635372
44928103	26114437	81440173	9086901
118057079	18088434	47422763	21321244
103998887	93440899	36561589	51612331
30958160	57908324	26848310	4043759

EK 5- Ağırlıklandırılmış Derece Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi

986385634	154583386	92430951	77504564
937507812	104737600	88541499	54107652
458768182	187272354	79265653	92149209
242185473	133788831	119289176	32231094
239314052	126267844	81606251	60522440
197931140	143222114	78618796	33241945
190743155	91349457	190778128	29384790
289430524	129549180	66546701	33530398
162964516	139964480	77250542	63569513
255735136	199618839	63360186	22996093

**EK 6- Ağırlıklandırılmış Derece Farkı Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir
Düğümün Derecesi**

543546270	45902616	15712045	-65114196
-759851622	461944	-81061751	1489830
269553044	8917390	-25871345	70422875
121821989	61397859	-3958138	2442000
104261936	117287842	15942351	26282350
-90562702	71195120	24862346	-11971201
-100886949	-39120583	-27897782	-11210988
-53316366	-93372312	28298825	9112090
45033258	46917318	-4127364	39655149
-193818816	-83802191	-9663566	-14908575

EK 7- Özvektör Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi

0,304639	0,608994	0,333627	0,617123
0,785958	0,648200	0,930762	0,414834
0,236833	0,765772	0,578515	0,232528
0,466424	0,588948	0,698049	0,425160
0,371282	0,203014	0,380770	0,416528
0,493042	0,362471	0,397592	0,550883
0,454872	0,600591	0,397291	0,685591
0,441031	1,000000	0,290761	0,329033
0,333055	0,410218	0,370035	0,532491
0,832388	0,559007	0,210842	0,624050

EK 8- Pagerank Algoritmasına Göre Her Bir Düğümün Derecesi

0,015241	0,046057	0,015136	0,026970
0,036277	0,029560	0,054606	0,018644
0,012255	0,031233	0,025357	0,013621
0,021722	0,035199	0,034578	0,019095
0,018297	0,011798	0,022968	0,019923
0,025828	0,017472	0,020318	0,024084
0,020987	0,024776	0,024571	0,036832
0,021691	0,047046	0,013857	0,015218
0,015341	0,031857	0,017504	0,033038
0,037370	0,025914	0,011159	0,026599

EK 9- İçeri Yakınlık Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi

0,015385	0,017544	0,015385	0,019231
0,020833	0,019231	0,022222	0,016667
0,014286	0,021277	0,018519	0,014286
0,016949	0,017544	0,018868	0,016393
0,015873	0,014085	0,015873	0,016129
0,016393	0,015873	0,016129	0,019231
0,016949	0,019231	0,015625	0,016667
0,016129	0,023810	0,014286	0,014925
0,015625	0,016129	0,015625	0,016949
0,021277	0,017857	0,013889	0,019231

EK 10- Dışarı Yakınlık Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi

0,019231	0,016667	0,018868	0,014706
0,014493	0,015385	0,013889	0,017241
0,020408	0,014085	0,015873	0,020833
0,017241	0,016667	0,015625	0,017241
0,018519	0,021277	0,018519	0,018182
0,017857	0,018519	0,018182	0,016129
0,017241	0,014493	0,018868	0,015625
0,017857	0,012346	0,019608	0,018868
0,018519	0,018182	0,018519	0,017241
0,014286	0,016393	0,020408	0,014493

EK 11- Arasındalık Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi

12,584	52,569	16,387	9,151
14,569	15,654	19,769	15,398
13,099	4,746	14,175	20,562
17,932	36,269	37,505	14,115
17,200	13,198	23,327	31,815
39,561	16,021	22,144	14,824
19,694	6,027	29,026	32,985
22,877	6,482	17,013	13,880
12,488	37,037	17,961	37,185
18,733	18,555	9,383	9,081

EK 12- SumPaths Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi

0,071744	0,000816	0,000000	0,000000
0,120290	0,000000	0,079481	0,000000
0,080529	0,000000	0,000000	0,043218
0,018310	0,041237	0,038336	0,000000
0,006552	0,000000	0,000000	0,003093
0,034130	0,003078	0,027175	0,000000
0,092006	0,003093	0,011858	0,000000
0,107023	0,078838	0,001788	0,001459
0,000000	0,052052	0,011291	0,000000
0,050075	0,018471	0,000000	0,004055

EK 13- MaxPath Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi

0,066154	0,000956	0,000000	0,000000
0,131028	0,000000	0,063017	0,000000
0,087412	0,000000	0,000000	0,042999
0,020813	0,039076	0,034037	0,000000
0,007674	0,000000	0,000000	0,003623
0,033284	0,003605	0,023812	0,000000
0,093756	0,003623	0,013015	0,000000
0,118293	0,070452	0,002095	0,001708
0,000000	0,056375	0,013224	0,000000
0,044846	0,020373	0,000000	0,004750

EK 14- MaxMin Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi

0,062181	0,000883	0,000000	0,000000
0,120920	0,000000	0,058743	0,000000
0,081227	0,000000	0,000000	0,039966
0,029607	0,041729	0,037366	0,000000
0,009234	0,000000	0,000000	0,003344
0,036103	0,005305	0,026092	0,000000
0,088256	0,003344	0,023337	0,000000
0,109914	0,067133	0,001933	0,001998
0,000000	0,053277	0,019256	0,000000
0,043099	0,031368	0,000000	0,004383

EK 15- MultT Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi

0,066331	0,000963	0,000000	0,000000
0,132000	0,000000	0,062927	0,000000
0,087334	0,000000	0,000000	0,042410
0,020968	0,037407	0,033622	0,000000
0,007731	0,000000	0,000000	0,003650
0,032821	0,003632	0,023988	0,000000
0,094026	0,003650	0,013111	0,000000
0,119170	0,070824	0,002110	0,001721
0,000000	0,056794	0,013690	0,000000
0,044270	0,020066	0,000000	0,004785

EK 16- MaxT Merkezilik Ölçütüne Göre Her Bir Düğümün Derecesi

0,062008	0,000885	0,000000	0,000000
0,121317	0,000000	0,058936	0,000000
0,080940	0,000000	0,000000	0,039713
0,029704	0,041866	0,037325	0,000000
0,009265	0,000000	0,000000	0,003355
0,035965	0,005323	0,026177	0,000000
0,088094	0,003355	0,023414	0,000000
0,110274	0,066769	0,001939	0,002005
0,000000	0,053452	0,019319	0,000000
0,042733	0,031471	0,000000	0,004398

EK 17- Spearman Korelasyon Katsayısına Göre Her Bir Merkezilik Ölçütüyle

Elde Edilen Sıralamaların Korelasyon Tablosu

Correlations

Spearman's rho	WinDeg	WinDeg	WinDeg	WoutDeg	WDeg	WDegDiff	Eigenvector	Pagerank	Closeness	ClosenessOut	Betweenness	SumPaths	MaxPath	MaxMin	MultiT	MaxT
		Correlation Coefficient	1,000	,272	,787**	-.453**	,375	,345	,404**	-.303	-.055	,619	,617**	,630**	,617**	,630**
		Sig. (2-tailed)		,090	,000	,003	,017	,029	,010	,057	,735	,000	,000	,000	,000	,000
		N		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	WoutDeg	Correlation Coefficient	,272	1,000	,766**	,605**	-.381*	-.268	-.356*	,483**	,163	,354	,362	,380	,362	,380
		Sig. (2-tailed)		,090	,000	,000	,015	,095	,024	,002	,316	,025	,022	,016	,022	,016
		N		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	WDeg	Correlation Coefficient	,787**	,766**	1,000	,058	,023	,081	,062	,090	,083	,668**	,670**	,692**	,670**	,692**
		Sig. (2-tailed)		,000	,000	,722	,889	,621	,703	,579	,610	,000	,000	,000	,000	,000
		N		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	WDegDiff	Correlation Coefficient	-.453**	,605**	,058	1,000	-.615**	-.494**	-.588**	,623**	,057	-.145	-.132	-.132	-.132	-.132
		Sig. (2-tailed)		,003	,000	,722	,000	,001	,000	,000	,727	,372	,416	,418	,416	,418
		N		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Eigenvector	Correlation Coefficient	,375	-.381*	,023	-.615**	1,000	,928	,960**	-.972**	,082	,111	,104	,105	,104	,105
		Sig. (2-tailed)		,017	,015	,889	,000	,000	,000	,000	,617	,494	,523	,520	,523	,520
		N		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Pagerank	Correlation Coefficient	,345	-.268	,081	-.494**	,928	1,000	,855**	-.856**	,311	,151	,141	,147	,141	,147
		Sig. (2-tailed)		,029	,095	,621	,001	,000	,000	,000	,050	,352	,384	,366	,384	,366
		N		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	ClosenessIn	Correlation Coefficient	,404**	-.356*	,062	-.588**	,960**	,855**	1,000	-.972**	-.061	,112	,106	,108	,106	,108
		Sig. (2-tailed)		,010	,024	,703	,000	,000	,000	,000	,710	,491	,516	,509	,516	,509
		N		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	ClosenessOut	Correlation Coefficient	-.303	,483**	,090	,627**	-.972**	-.858**	-.972**	1,000	,076	-.026	-.020	-.019	-.020	-.019
		Sig. (2-tailed)		,057	,002	,579	,000	,000	,000	,000	,640	,872	,902	,909	,902	,909
		N		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Betweenness	Correlation Coefficient	-.055	,163	,083	,057	,082	,311	-.061	,076	1,000	,177	,167	,169	,167	,169
		Sig. (2-tailed)		,735	,316	,610	,727	,617	,710	,640	..	,275	,304	,297	,304	,297
		N		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	SumPaths	Correlation Coefficient	,619**	,354*	,668**	-.145	,111	,151	,112	-.026	,177	1,000	,999**	,997**	,999**	,997**
		Sig. (2-tailed)		,000	,025	,000	,372	,494	,491	,872	,275	..	,000	,000	,000	,000
		N		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	MaxPath	Correlation Coefficient	,617**	,362*	,670**	-.132	,104	,141	,106	-.020	,167	,996**	1,000	,998**	1,000**	,998**
		Sig. (2-tailed)		,000	,022	,000	,416	,523	,516	,902	,304	,000	..	,000	..	,000
		N		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	MaxMin	Correlation Coefficient	,630**	,380*	,692**	-.132	,105	,147	,108	-.019	,169	,997**	,998**	1,000	,998**	1,000**
		Sig. (2-tailed)		,000	,016	,000	,418	,520	,366	,509	,297	,000	,000	..	,000	..
		N		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	MultiT	Correlation Coefficient	,617**	,362*	,670**	-.132	,104	,141	,106	-.020	,167	,996**	1,000	,998**	1,000**	,998**
		Sig. (2-tailed)		,000	,022	,000	,416	,523	,516	,902	,304	,000	..	,000	..	,000
		N		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	MaxT	Correlation Coefficient	,630**	,380*	,692**	-.132	,105	,147	,108	-.019	,169	,997**	,998**	1,000**	,998**	1,000**
		Sig. (2-tailed)		,000	,016	,000	,418	,520	,366	,509	,297	,000	,000	..	,000	..
		N		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

EK 18- Kendall τ Korelasyon Katsayısına Göre Her Bir Merkezilik Ölçütüyle Elde

Edilen Sıralamaların Korelasyon Tablosu

Correlations

Kendall's tau_b	WinDeg	WOutDeg	WDeg	WDegDiff	Eigenvector	Pagerank	ClosenessIn	ClosenessOut	Betweenness	SumPaths	MaxPath	MaxMin	MultiT	MaxT
Correlation Coefficient	1,000	,187	,600**	-,346**	,254**	,231*	,285**	-,208	-,015	,464**	,464**	,477**	,464**	,477**
	Sig. (2-tailed)	,089	,000	,002	,021	,036	,010	,059	,889	,000	,000	,000	,000	,000
N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Correlation Coefficient	,187	,587**	,467**	-,262*	-,167	-,236*	,344**	,131	,251*	,269**	,269**	,256*	,269**
Sig. (2-tailed)	,089	,000	,000	,000	,017	,130	,032	,002	,235	,022	,020	,014	,020	,014
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Correlation Coefficient	,600**	,587**	1,000	,054	,008	,051	,038	,079	,051	,495**	,500**	,513**	,500**	,513**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,625	,944	,641	,727	,470	,641	,000	,000	,000	,000	,000
N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Correlation Coefficient	-,346**	,467**	,054	1,000	-,341**	-,405**	,436**	,044	-,077	-,072	-,074	-,072	-,074
Sig. (2-tailed)	,002	,000	,625	,	,000	,002	,000	,000	,692	,485	,514	,499	,514	,499
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Correlation Coefficient	,254**	-,262*	,008	-,421**	1,000	,808**	,856**	-,862**	,090	,082	,077	,085	,077	,085
	Sig. (2-tailed)	,021	,017	,944	,000	,000	,000	,000	,415	,456	,485	,442	,485	,442
N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Correlation Coefficient	,231*	-,167	,051	-,341**	,808**	,705**	-,685**	,231*	,126	,115	,123	,115	,123
Sig. (2-tailed)	,036	,130	,641	,002	,000	,000	,000	,000	,036	,254	,294	,263	,294	,263
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Correlation Coefficient	,285**	-,236*	,038	-,405**	,856**	,705**	1,000	-,867**	-,008	,082	,077	,085	,077	,085
	Sig. (2-tailed)	,010	,032	,727	,000	,000	,000	,000	,944	,456	,485	,442	,485	,442
N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Correlation Coefficient	-,208	,344**	,079	,436**	-,862**	-,867**	1,000	,038	-,031	-,031	-,033	-,031	-,033
Sig. (2-tailed)	,059	,002	,470	,000	,000	,000	,000	,000	,727	,780	,780	,762	,780	,762
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Correlation Coefficient	-,015	,131	,051	,044	,090	,231*	-,008	,038	1,000	,146	,136	,138	,136	,138
	Sig. (2-tailed)	,889	,235	,641	,692	,415	,036	,944	,727	,184	,217	,208	,217	,208
N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Correlation Coefficient	,464**	,251*	,495**	-,077	,082	,126	,082	,146	1,000	,990**	,977**	,990**	,977**
Sig. (2-tailed)	,000	,022	,000	,485	,456	,254	,456	,780	,184	,000	,000	,000	,000	,000
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Correlation Coefficient	,464**	,256*	,500**	-,072	,077	,115	,077	-,031	,136	,990**	1,000	,977**	1,000**	,977**
	Sig. (2-tailed)	,000	,020	,000	,514	,485	,294	,485	,217	,000	,000	,000	,000	,000
N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Correlation Coefficient	,477**	,269*	,513**	-,074	,085	,123	,085	,138	,977**	,977**	1,000	,977**	1,000**
Sig. (2-tailed)	,000	,014	,000	,499	,442	,263	,442	,762	,208	,000	,000	,000	,000	,000
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Correlation Coefficient	,464**	,256*	,500**	-,072	,077	,115	,077	-,031	,136	,990**	1,000	,977**	1,000	,977**
	Sig. (2-tailed)	,000	,020	,000	,514	,485	,294	,485	,217	,000	,000	,000	,000	,000
N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Correlation Coefficient	,477**	,269*	,513**	-,074	,085	,123	,085	,138	,977**	,977**	1,000	,977**	1,000**
Sig. (2-tailed)	,000	,014	,000	,499	,442	,263	,442	,762	,208	,000	,000	,000	,000	,000
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Correlation Coefficient	,464**	,256*	,500**	-,072	,077	,115	,077	-,031	,136	,990**	1,000	,977**	1,000	,977**
	Sig. (2-tailed)	,000	,020	,000	,514	,485	,294	,485	,217	,000	,000	,000	,000	,000
N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Correlation Coefficient	,477**	,269*	,513**	-,074	,085	,123	,085	,138	,977**	,977**	1,000	,977**	1,000**
Sig. (2-tailed)	,000	,014	,000	,499	,442	,263	,442	,762	,208	,000	,000	,000	,000	,000
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

ÖZET

AĞ YAPILARINDA GÜÇ ÖLÇÜMÜ VE ULUSLARARASI TİCARET AĞI İÇİN BİR UYGULAMA

Ağ yapılarında güç ölçümü yapılabilmesi için doğrudan ilişkilerin etkisini hesaplayan merkezilik ölçütlerinin (Direkt Etki Hesaplama Yöntemleri) yanı sıra dolaylı ilişkileri de hesaba katan merkezilik endeksleri (Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleri) geliştirilmiştir. Bu çalışmanın temel problemi geliştirilen merkezilik endekslerinin uluslararası ticaret ağı üzerinde uygulanabilirliğinin araştırılması ve uygulanabildiği durumda farklı ölçütlere göre elde edilen sonuçların karşılaştırılmasıdır. Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleri merkezilik ölçütleri literatüründeki en yeni ölçütlerdir. Bu çalışmanın amaçlarından biri de bu ölçütlerin uluslararası ticaret ağı için uygulanabilirliğini inceleyerek bu ölçütlere ait kısıtlı olan uygulama literatürüne bir katkıda bulunmaktır.

Anahtar Kelimeler: Ağ Yapılarında Güç Ölçümü, Merkezilik Ölçütleri, Direkt Etki Hesaplama Yöntemleri, Endirekt Etki Hesaplama Yöntemleri, Uluslararası Ticaret Ağı

ABSTRACT

POWER MEASUREMENT IN NETWORK STRUCTURES AND AN APPLICATION FOR INTERNATIONAL TRADE

In order to measure power in network structures, centrality measures (Short Range Interaction Centralities) that calculate the impact of direct relationships as well as centrality indices that take into account indirect relationships (Long Range Interaction Centralities) have been developed. The main problem of this study is to investigate the applicability of these centrality indices on the international trade network and, if applicable, to compare the results obtained from different measures. Long Range Interaction Centralities are the latest measures in the centrality measures literature. One of the aims of this study is to make a contribution to the limited practical application literature of these measures by examining the applicability of them for the international trade network.

Keywords: Power in Network Structures, Centrality Measures, Short Range Interaction Centralities, Long Range Interaction Centralities, International Trade Network