



KÜRESEL HURDA DEMİR TİCARETİ İLİŞKİLERİNİN SOSYAL AĞ ANALİZİ
YÖNTEMİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ
ASSESSMENT OF GLOBAL SCRAP IRON TRADE RELATIONS USING SOCIAL
NETWORK ANALYSIS METHOD

Behiç ÇETİN¹, Taner FİLİZ²



- Öğr. Gör., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Hikmet Tolunay Meslek Yüksekokulu, Ulaştırma Hizmetleri Bölümü, behicc@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8926-2394>
- Öğr. Gör., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Hikmet Tolunay Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, tfiliz@mehmetakif.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-2888-9695>

Makale Türü	Article Type
Araştırma Makalesi	Research Article
Başvuru Tarihi	Application Date
02.04.2022	04.02.2022
Yayına Kabul Tarihi	Admission Date
20.03.2023	03.20.2023

DOI

<https://doi.org/10.30798/makuiibf.1097376>

Öz

Dünyanın kıt kaynaklarının bir gün tükeneceği gerçeği ülkeleri bu kaynakları daha verimli kullanmaya yöneltmektedir. Demir cevherinin topraktan çıkartılması ve işlenmesi esnasında oldukça yüksek enerji ve kaynak sarfiyatı oluşması sebebiyle son yıllarda hurda demir ticareti önem kazanmıştır. Bu çalışmada uluslararası hurda demir ticaret ilişkilerinin incelenmesini amaçlanmıştır. Sosyal Ağ Analizi yöntemiyle bu alandaki ticaret ilişkileri ortaya konulmuş ve ağıın önem sahibi ülkeleri tespit edilerek değerlendirilmeler yapılmıştır. Analiz sonucunda 2010 yılında Almanya, Hollanda ve Belçika; 2020 yılında ise Türkiye, ABD ve Hollanda'nın ağda en merkezi ülkeler olduğu gözlemlenmiştir. Türkiye hem 2010 hem de 2020 yıllarında ağıın en çok gelen bağlantıya sahip ülkesidir. Bu durum ülkeyi en önemli ihracat pazarı konumuna getirmektedir. ABD ve Almanya ise giden bağlantısı en fazla olan ülkeler olup hurda demir ticaretinde en önemli malzeme tedarikçilerdir.

Anahtar Kelimeler: Sosyal Ağ Analizi, Hurda Demir, Uluslararası Ticaret.

Abstract

The fact that the world's scarce resources will one day run out leads countries to use these resources more efficiently. Due to the high energy and resource consumption during the extraction and processing of iron ore from the soil, the trade of scrap iron has gained importance in recent years. In this study, it is aimed to examine the international scrap iron trade relations. With the social network analysis method, trade relations in this field were revealed and the prestigious countries of the network were determined and evaluations were made. As a result of the analysis, Germany, the Netherlands and Belgium in 2010; In 2020, it has been observed that Turkey, the USA and the Netherlands are the most central countries in the network. Turkey is the country with the most inbound connections of the network in both 2010 and 2020. This situation makes the country the most important export market. The USA and Germany are the countries with the most outgoing connections and are the most important suppliers in the scrap iron trade.

Keywords: Social Network Analysis, Scrap Iron, International Trade.

EXTENDED SUMMARY

Research Problem

This study aims to examine international scrap iron trade networks which are of great importance for a sustainable world by reusing existing resources. Iron and steel products are currently the most widely used metals in the world. Therefore, these products are produced by many countries and consumed in all countries of the world. However, considerable energy and resource consumption occurs during the extraction, processing and production of these products, which adversely affects the ecological balance of the world. As a solution to this problem, it is important to recycle the iron and steel products that have completed their economic life and reuse them again and again. This study examines the international scrap iron trade networks that are carried out in this direction. The lack of a publication examining this issue in existing literature sources shows the importance of this study. In addition, it is thought that this study will contribute to the literature with the examination of scrap iron trade in terms of solving the environmental problems which have been increasing in recent years.

Research Questions

Recycling of metals has some environmental, economic and social benefits. Firstly, it conserves resources by reusing every metal that is recovered. Metals are finite resources in our world, and when a deposit of metal ore is depleted in one area, excavation of other areas may occur, potentially causing damage to the environment. However, recovered metals can help prevent, or at least reduce, these potential environmental harms. Recycling is an imperative of our age, and this raises the fundamental question of what is the state of the scrap iron trading across the world.

Literature Review

Social Network Analysis (SNA) is a method commonly used in various fields to uncover relationships between nodes and to examine network changes over time in the social sciences. Previous studies have not investigated global scrap iron trade relations using SNA. Studies by Ma et al. (2022) examined the global nickel trade network from 2005 to 2019 and found that the stability of the global nickel trade chain would decrease significantly and trade would become more difficult in the event of supply disruptions by a few key countries in the network. Wang et al. (2020) used SNA to examine global scrap copper trade relations and found that the geopolitics of global scrap copper trade had been reshaped over time, with the US-Asia continent being the largest trading bloc and being steered by the US and China, with China being the largest scrap copper buyer due to its self-sufficiency gap and India being seen as a potential market for exporters. Pacini et al. (2021) conducted a social network research on global plastic scrap trade and concluded that the EU and North American countries played an important role in plastic scrap trade, while Latin American, African and Eurasian countries were less important in the network. Studies on scrap iron have focused on sectoral recovery processes, such as Sawyer (2017) examining recovery processes in the automotive sector, Terao (2013) looking at ship dismantling processes and resource recoveries, and Davis et al. (2007) analyzing iron and steel in the

UK and how much of it is recovered at the end of use. Wübbecke and Heroth (2014) explored the difficulties of scrap steel recovery and government policies in China, Ohimain (2013) conducted an examination of the scrap iron sector in Nigeria and Dworak and Fellner (2021) investigated the sources of steel scrap supply in the EU-28 countries from 1946 to 2017. The limited number of publications found in the literature review emphasizes the importance of this study. Evaluation of inter-country trade networks for the world's most used iron and steel products can provide significant environmental, economic and social benefits from their reuse, and the identification of leading countries in global scrap iron-steel trade networks, the identification of changes in the network structure over time, and the determination of countries' positions in their import and export networks and their close trade partners can provide important information for a sustainable economy.

Methodology

In this study, Social Network Analysis (SNA) method was used to analyze scrap iron trading. SNA is one of the preferred methods for analyzing complex network structures in many disciplines. It examines the connections between components such as countries, people, groups, or organizations in a network and produces meaningful results. Network science is based on graph theory in mathematics and emerged as a new science in the 1990s. However, its foundations go back much further. In the 18th century, a riddle posed in the city of Königsberg in Prussia was developed as the solution to this riddle. SNA provides a way to represent and analyze relationships between different components of a network.

Results and Conclusions

The global scrap iron trade between the years 2010 and 2020 has been studied in this study. Using Social Network Analysis, the trade relationships in this field are revealed and the influential countries in the network are evaluated. Results show that in 2010 Germany, Netherlands and Belgium are the most central countries in the network while in 2020 Turkey, USA and Netherlands are the most central countries. Turkey has the most incoming links, which positions it as the most important export market. USA and Germany have the most outgoing links, as they have high manufacturing capacities and are important production centers in world trade. Countries can benefit economically from waste by creating necessary regulations and taking some incentive measures. Infrastructure should also be improved for easier trading. It is expected that scrap and waste sectors will have a much more important role in the future and countries should pay more attention to this field and encourage recycling.

1. GİRİŞ

İnsanlığın eski dönemlerinden günümüze kadar olan zaman dilimi içerisinde demir maddesinin önemi hiç azalmamıştır. Günlük yaşamımızın birçok anında demirden imal edilmiş ya da içeriğinde demir olan çok çeşitli ürünler kullanılmaktadır. Bu ürünler eski çağlardan günümüze kadar insanların hayatını kolaylaştırmakta ve daha konforlu hale getirmektedir. Ekonomilerin ve gündelik hayatımızın ayrılmaz bir parçası haline gelen demir maddesinin geçmişi oldukça eski dönemlere uzanmaktadır. İnsanlığın demir üretimi tahminen M.Ö. 2000'li yıllardan sonra başladığı düşünülmektedir. Bu dönemde Güneybatı, Güney-Orta Asya'da ve Kafkasya bölgesinde demir üretiminin başladığı kabul edilmektedir. Böylece insanlık demiri alet ve silah yapımında bronzun yerine, daha sağlam ve sert olması sebebiyle kullanmaya başlamış ve “Demir Çağı” denilen yeni aşamaya girilmiştir (Spoerl, J., 2004).

Metallerin geri dönüştürülmesinin çevresel, ekonomik ve sosyal açıdan birtakım faydaları bulunmaktadır. Öncelikle geri kazanılan her bir metal ile kaynaklardan tasarruf edilmesi sağlanmaktadır. Dünyamızda bulunan metal cevherleri kıt kaynaklardır. Bir bölgedeki metal cevherinin tükenmesi sonrasında, madencilik faaliyetleri başka bölgelere kaydırılmaktadır. Ancak, bu durum doğal çevreye zarar verebilmektedir. Fakat geri kazanılan metaller doğaya verilmesi muhtemel zararların önlenmesini ya da en azından azaltılmasını sağlamaktadır. Demir, genellikle yüksek sıcaklıklarda demir cevheri fırınlanarak üretilir ve bu işlem için kireçtaşı, kömür ve elektrik kullanılır. Bu nedenle, demir-çelik ürünlerinin kullanım ömrünün sonunda geri dönüştürülerek tekrar değer yaratılması, sürdürülebilir bir dünya için önemli bir konudur. Geri dönüşüm neticesinde sera gazı emisyonlarında kayda değer bir azalış sağlanmakta ve ayrıca ciddi bir malzeme tasarrufu da elde edilmektedir. Çeşitli yazarlar ve kuruluşlar, geri dönüşümün sağladığı kazanımlarla ilgili farklı rakamlar ortaya koymuşlardır. Fenton (2002), bir ton hurda çeliğin geri kazanımıyla yaklaşık olarak 1.030 kg demir cevheri, 580 kg kömür ve 50 kg kireçtaşı tasarrufu sağlandığını belirtirken, US EPA (2021) hurda çelikten üretilen her bir ton çelik ürünün 1.115 kg demir cevheri, 625 kg kömür ve 53 kg kireçtaşı tasarrufu sağlandığını açıklamıştır. Bunun yanı sıra, geri dönüştürülmüş çeliğin kullanımıyla %75 enerji, %90 hammadde tasarrufu sağlandığı ve böylece hava kirliliğinin %86, temiz su kullanımının %40, su kirliliğinin %76 ve maden atıklarının %97 azaltıldığı bildirilmiştir. World Steel Association (2018), çelik üretiminde kullanılan her ton hurdanın 1.500 kg CO₂ emisyonunu önlediğini, 1.400 kg demir cevheri, 740 kg kömür ve 120 kg kireçtaşının kullanımının da önlenebileceğini belirtmiştir. Geri dönüştürülen metallerin, daha az yenilenemeyen enerji ve kaynak kullanımı ile çevreye daha az zarar vermesi göz önünde bulundurulduğunda, iklim değişikliğinin önlenmesinde önemli bir katkı sağladığı söylenebilir. Ekonomik açıdan da geri dönüştürülen metal ürünlerinin diğerlerine göre avantajlı olduğu bilinmektedir. Bunun yanı sıra, geri kazanım faaliyetleri sonucunda atık depolama alanlarının azalması, yer altı sularının korunması ve yeni iş fırsatlarının yaratılması gibi birçok fayda elde edilmektedir. Dolayısıyla geri dönüşüm, çevresel, ekonomik ve sosyal açıdan önemli bir uygulama olarak değerlendirilebilir. Elde

edilen kazanımlara ilişkin farklı rakamlar ortaya atılmış olsa da sonuç olarak geri dönüşümün ekonomik ve çevresel faydaları oldukça önemlidir.

Demir-çelik, alüminyum ve bakır, geri dönüştürülmeleri en yaygın olan metaller arasındadır. Bu metallerin önemli bir avantajı, yapısını bozmadan defalarca dönüştürülebilmesidir. Bu nedenle, atık metaller çeşitli işlemlerden geçirilerek ekonomiye kazandırılmaktadır. Metallerin geri dönüşüm süreci, öncelikle son kullanıcılar tarafından toplanarak geri dönüşüm merkezlerine taşınmasıyla başlar. Bu aşamadan sonra, geri dönüştürülebilir ve dönüştürülemeyen parçaların birbirinden ayrıştırılmasını içeren bir ayrıştırma işlemi gerçekleştirilir. Ardından, elde edilen malzeme genellikle taşıma ve depolama kolaylığı sağlamak için bir parçalama ve sıkıştırma işlemine tabi tutulur. Bu işlemler, geri dönüşüm sürecinin verimliliğini arttırmaya ve malzemelerin yeniden kullanımına uygun hale getirmeye yönelik önemli adımları oluşturur. Geri dönüşüm sürecinde, toplanan atık metaller öncelikle geri dönüşüm merkezlerine taşınarak ayrıştırma işlemine tabi tutulurlar. Bu aşamada, kullanım ömrünü tamamlamış ürünlerin geri dönüştürülebilir ve dönüştürülemeyen parçaları birbirinden ayrıştırılır. Daha sonra, elde edilen malzeme genellikle parçalama ve sıkıştırma işlemine tabi tutularak taşıma ve depolama kolaylığı sağlanır. Atık metallerin eritilmesi, bir sonraki aşama olarak gerçekleşmektedir. Bu işlem, yüksek sıcaklıklı özel fırınlar kullanılarak gerçekleştirilir. Eritme işlemi tamamlanan metaller, saflaştırma uygulamasına tabi tutulur. Bu uygulama, metalin istenilen kalite seviyesine getirilmesini sağlamak için uygulanır. Son olarak, şekil verilerek soğutulan metal ürünleri müşterilere sevk edilir ve kullanılmak üzere hazır hale getirilir. (Earth911, 2021).

Sosyal ağ analizi yöntemi, çeşitli alanlarda kullanılan bir araştırma yöntemi olup, sosyal bilimlerde özellikle düğümler arasındaki ilişkileri ortaya koymak ve ağların zaman içindeki değişimlerini incelemek amacıyla yaygın olarak kullanılabilir. Bu yöntem, uluslararası ticaret ağlarının değerlendirilmesi gibi çeşitli alanlarda da kullanılmıştır. Özellikle, farklı ürünlerin küresel boyuttaki ticareti bu yöntemle analiz edilerek, ülkeler ve ürünler arasındaki ticari ilişkilerin ayrıntılı bir şekilde incelenmesi mümkün hale gelmiştir. Küresel ticaret ilişkileri bağlamında hurda demir ticareti üzerine yapılmış bir sosyal ağ analizi çalışması literatürde belirtilmemiştir. Ancak, Ma vd. (2022) yaptıkları çalışmada, 2005-2019 yılları arasındaki süreçte nikel cevherinin küresel ticaret ağını incelemişlerdir. Çalışmada, ağ içinde yer alan birkaç önemli ülkenin arz kesintisine uğramaları durumunda küresel nikel ticaret zinciri istikrarının önemli ölçüde düşeceği ve ticaretin zorlaşacağı sonucuna ulaşılmıştır. Wang vd. (2020) çalışmalarında küresel hurda bakır ticaret ilişkilerini sosyal ağ analizi kullanarak incelemişlerdir. Hurda bakır ticaret ağının zaman içindeki evrimi, UN-Comtrade veri tabanından temin edilen 1988'den 2017'ye kadar olan verilerle araştırılmıştır. Sonuçlar, küresel hurda bakır ticaretinin jeopolitiğinin zamanla yeniden şekillendiğini göstermiştir. Amerika-Asya kıta ülkelerinin en büyük ticaret topluluğu olduğu ve bunun da ABD ile Çin tarafından yönlendirildiği belirlenmiştir. Çin, bakır ve hurda bakır kaynakları açısından kendi kendine yeterlilik eksikliği nedeniyle en büyük hurda bakır alıcısı konumunda olduğu; Hindistan'ın da ihracatçı ülkeler için

potansiyel pazar olarak görülebileceği vurgulanmıştır. Pacini vd. (2021) ise çalışmalarında dünya çapındaki plastik hurda ticaretiyle ilgili bir sosyal ağ araştırması gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak, plastik hurda ticaretinde AB ve Kuzey Amerika ülkelerinin önemli bir rol oynadığını, Latin Amerika, Afrika ve Avrasya ülkelerinin ise ağ içinde daha az öneme sahip bir konumda olduğunu belirlemişlerdir.

Hurda demir üzerine yapılan çalışmaların bazıları sektörel bazlı geri kazanım süreçlerini incelemektedir. Örneğin Sawyer (2017) otomotiv sektöründeki geri kazanım süreçlerini incelemiştir. Çalışmada bir otomobilin geri kazanımındaki tüm aşamalar detaylı olarak ortaya konulmuş ve buna ilişkin olarak matematiksel modeller önererek otomobilden temin edilen hurda demir-çeliğin temini, esnekliği, işçilik ve lojistik maliyetlere ilişkin değerlendirme yapılmıştır. Terao (2013) ise çalışmasında gemi söküm sürecini ve buradan elde edilen kaynak kazanımlarını değerlendirmiştir.

Hurda demir konusu üzerine yapılan çalışmaların bazıları ise ülke bazında çıkarımlar sunmaktadır. Davis vd. (2007) yapmış oldukları çalışmalarında Birleşik Krallık'ta demir ve çeliğin bir analizini sunmakta ve kullanım sonu bu eşyanın ne kadarının geri kazanıldığını araştırmaktadır. Wübbeke ve Heroth (2014) makalelerinde Çin'deki hurda çelik geri dönüşündeki zorlukları ve hükümet politikalarını araştırmışlardır. Ohimain (2013) ise Nijerya hurda demir sektörü üzerine bir inceleme yapmış ve ülke bazlı değerlendirmede bulunmuştur. Dworak ve Fellner (2021) çalışmalarında 1946 ile 2017 yılları arasında, AB-28 ülkelerindeki çelik hurda temini kaynaklarını incelemiştir. İnceleme sonucunda AB bölgesinde hurda temini kaynaklarının değişim gösterdiği; 1980 yıllarda çoğunlukla üretim artıklarından, 2000'li yıllarda ise kullanım sonu dönüşlerden daha fazla çelik hurda kaynağı temin edildiği tespit edilmiştir. Literatür incelemesi sonucunda tespit edilen yayınların oldukça kısıtlı olması çalışmanın önemini ortaya koymaktadır.

Demir-çelik metal ürünlerinin geri dönüştürülmesi, çevresel, ekonomik ve sosyal faydalarının büyük olması nedeniyle, dünya genelinde gerçekleşen ticaret ağlarının incelenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu sayede, global hurda demir-çelik ticaret ağlarında önde gelen ülkelerin tespiti mümkün olmakta, ağ yapısındaki yıllar içindeki değişimlerin belirlenmesi, sürdürülebilir ekonomi açısından önemli bilgiler sağlayabilmektedir. Ayrıca, ülkelerin ithalat ve ihracat ağlarında yer aldıkları konumlar tespit edilebilir ve yakın ticaret ortakları belirlenebilir. Bu bilgiler, uluslararası ticaret ve iş birliği açısından değerli bir kaynak teşkil eder. Bu sayede global hurda demir-çelik ticaret ağlarının analizi hem çevresel hem de ekonomik açıdan sürdürülebilirliği sağlayan yeniden kullanım ve geri dönüşüm avantajlarının belirlenmesi açısından önemlidir. Ayrıca, ticaret ağlarındaki ülkelerin yerleri ve değişimleri hakkında bilgi edinmek, uluslararası ticaretteki gelişmeleri ve ülkeler arasındaki ekonomik ilişkileri anlamak için önemlidir. Ticaret ağlarında önde gelen ülkelerin belirlenmesi, hurda demir-çelik ticaretindeki güçlü ve zayıf yönleri anlamaya yardımcı olabilir. Bu nedenle, global hurda demir-çelik ticaret ağlarının analizi hem uluslararası ticarete hem de sürdürülebilir ekonomik kalkınmada önemli bir araçtır.

Bu konuda yapılan araştırmalar yüksek kaliteli hurda demir-elik ürünlerinin geri dönüştürülmesi ve ticaret yapılmasının sürdürülebilir çevresel faydalarının ön plana çıkarılmasını sağlayacaktır. Ayrıca global hurda demir-elik ticaret ağlarının sağlıklı bir şekilde yönetilmesi, bu ürünlerin ekonomik ve sosyal değerlerinin arttırılmasına yardımcı olacaktır. Bu nedenle, global hurda demir-elik ticaret ağlarının belirlenmesi, bu ürünlerin ekonomik ve çevresel faydalarının arttırılması açısından önem taşımaktadır.

2. DÜNYA HURDA DEMİR ÇELİK TİCARETİ

Demir-elik sektörü ülkelerin kalkınması bakımından oldukça önemli bir sanayi dalıdır. Bu sektörde uluslararası alanda söz sahibi olabilmek ülkeler açısından bir ekonomik bağımsızlık konusudur. Birçok sanayi dalının demir-elik endüstrisiyle ilişkisi olması konuyu daha da kritik bir konuma getirmektedir. Sektör çok çeşitli endüstri dallarına temel girdi sağlamaktadır. Özellikle inşaat, beyaz eşya, savunma, otomotiv ve daha birçok imalat sektörü, demir-elik endüstrisinin önemli tüketicisi sektörlerindedir. Bu nedenle ülkelerin sanayileşmişlik düzeyleri, demir-elik kullanımı ile doğrudan ilişkilidir. Bazı araştırmalarda, ülkelerin sanayileşme düzeylerini karşılaştırmak amacıyla kişi başına tketlenen demir-elik miktarı seviyeleri kullanılmaktadır.

Ayrıca, demir-elik endüstrisi, ülkelerin ekonomik kalkınmaları için önemli bir kaynak teşkil etmektedir. Demir-elik üretimi, üretim ve tüketicisi düzeyleri gibi faktörlerin yanı sıra enerji tüketicisi ve işgücü gibi unsurları da önemli lde etkilemektedir. Bu sebeple, demir-elik endüstrisinin gelişmesi, ülkelerin ekonomik kalkınmalarına ciddi katkılar sağlayabilir. Dünya genelinde, demir-elik endüstrisi önemli ekonomik ve sosyal roller üstlenmektedir.

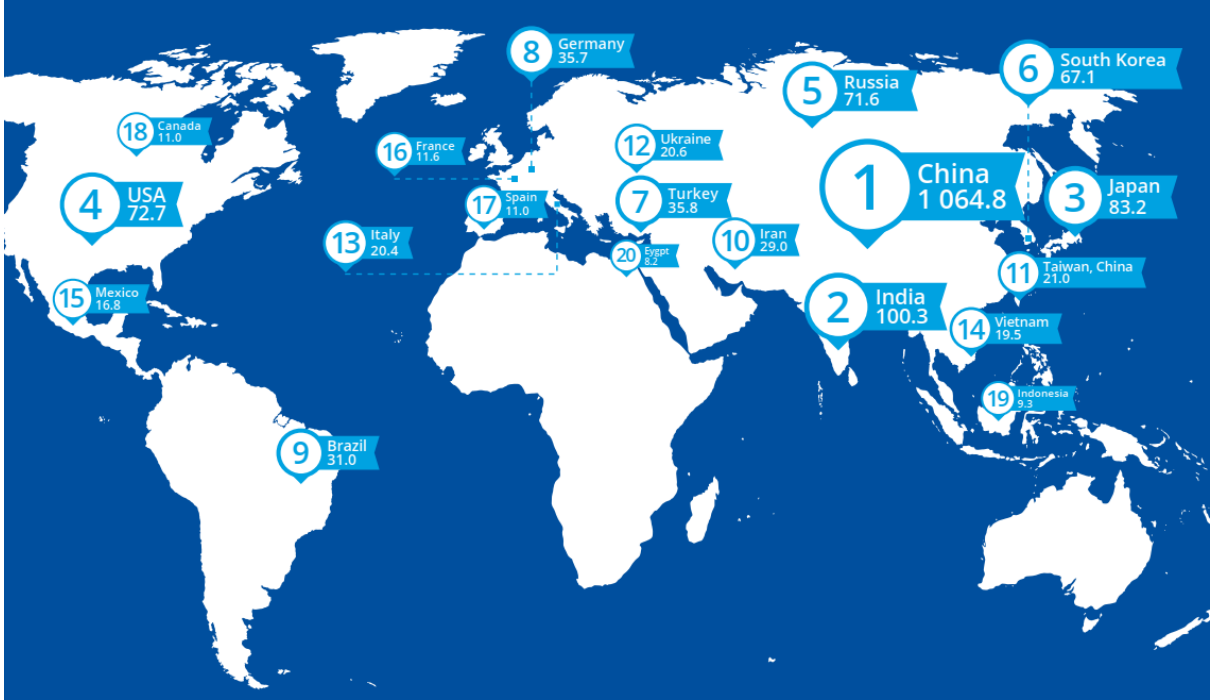
şekil 1’de dünya demir-elik üretiminde en nde yer alan 20 ülke görülmektedir. Çin dünyanın en önemli iki ekonomisinden birisi ve büyük bir üretim devidir. 2020 yılında Çin, 1.064.800.000 tonluk üretim değeri ile bu alanda ikinci sırada yer alan Hindistan’dan 10 kattan daha fazla bir üretim hacmine sahiptir. Ayrıca ilk 20’de yer alan diğer ülke üretimlerinin toplamından çok daha fazlasını tek başına üretmektedir. Çin günümüzde dünyanın en önemli üretim merkezi konumundadır. Çok farklı alanlarda ucuz işgücünü kullanarak büyük miktarlarda ürün imalatı yapmaktadır. Bu açıdan bakıldığında mevcut imalat büyüklüğünün sürdürülebilmesi için Çin’in ciddi miktarlarda demir-elik talebi ve tüketicisi bulunmaktadır.

Üretim desteklenmesi ve ekonomik büyümenin devamlılığı açısından ülkede demir-elik endüstrisinin yeri büyük önem arz etmektedir. Çin’in ardından ikinci sırada yer alan Hindistan büyük nüfusu ve gelişmekte olan sanayisi ile dikkat çekmektedir.

Genel olarak şekil 1 incelendiğinde Asya lkelerinin demir-elik üretiminde önemli bir ağırlılığının olduğu görülmektedir. İlk beş ülke içerisinde yer alanların önemli bir bölümü Asya kıtasında yer almaktadır. Avrupa kıtasında Türkiye ve Almanya önemli üreticiler olarak göze çarpmaktadır.

Dünyanın geri kalanına göre daha az gelişmiş olan Afrika kıtasında ise sadece Mısır ilk yirmi ülke arasına girebilmiştir. Amerika kıtasında ise ABD'nin bu alanda liderliği görülmektedir.

Şekil 1. En Fazla Ham Çelik Üretimi Yapan 20 Ülke (2020 Yılı, Milyon Ton)



Kaynak: World Steel Association. 2020

Tablo 1 demir-çelik yarı mamul ve mamullerinde önde gelen ihracat ülkelerini göstermektedir.

Çin, dünya demir-çelik üretiminde lider konumda bulunmakta olup, aynı zamanda ihracat gelirleri açısından da önde gelen ülkeler arasında yer almaktadır. 2011-2019 yılları arasında, Çin, 600 milyar doların üzerinde bir ihracat geliri elde etmiştir ve bu nedenle demir-çelik endüstrisi küresel pazarının hâkimi konumundadır. Ancak, 2020 yılı gözlemiyle, Çin'in ihracat gelirlerinde bir düşüş yaşandığı görülmüştür.

Demir-çelik üretimi, ülkelerin endüstriyel faaliyetleri arasında önemli bir yer tutmaktadır. Ancak ülkelerin ürettikleri demir-çelik ürünlerinin tamamını ihracat amacıyla kullanmadığı gözlemlenmektedir.

Örneğin, Hindistan, demir-çelik üretimi açısından dünya genelinde ikinci sırada yer almasına rağmen, ihracat gelirleri bakımından daha geri planda kalmaktadır. Bu durum, bazı ülkelerin iç tüketimi karşılamak amacıyla demir-çelik üretimi yaptığını, bazı ülkelerin ise daha çok ihracat amaçlı üretim gerçekleştirdiğini ortaya koymaktadır.

Ülkelerin demir-çelik üretimindeki bu farklılıklar, ekonomik, siyasi ve sosyal faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

Tablo 1. En Fazla Yarı Mamul ve Mamul Çelik Ürünleri İhracatı Yapan 20 Ülke (Milyon \$)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Toplam↑
Çin	47.899	54.793	61.543	92.907	111.556	108.066	74.808	68.767	63.744	684.083
Japonya	40.656	41.458	42.502	41.346	40.804	40.505	37.471	35.839	33.127	353.708
Güney Kore	28.866	30.227	28.927	31.906	31.173	30.586	31.355	30.056	29.986	273.082
Rusya	24.729	26.678	23.641	28.084	29.702	31.186	31.159	33.343	29.464	257.986
Almanya	26.379	25.818	24.161	24.757	25.146	25.521	26.365	25.999	24.061	228.207
Ukrayna	25.955	24.142	24.720	21.492	17.721	18.230	15.224	15.083	15.559	178.126
İtalya	17.125	17.926	16.640	17.328	16.475	17.895	18.190	18.180	17.948	157.707
Türkiye	16.688	18.574	17.305	16.024	14.887	15.349	16.346	19.859	19.660	154.692
Belçika	16.445	14.456	13.875	14.161	15.202	16.724	18.060	17.971	16.936	143.830
Fransa	14.224	14.579	14.164	14.944	14.003	13.689	14.782	14.415	13.557	128.357
Brezilya	10.824	9.673	8.081	9.766	13.708	13.399	15.317	13.914	12.733	107.415
Tayvan	10.545	10.539	11.559	12.086	11.177	12.233	12.117	12.285	11.262	103.803
ABD	13.288	13.560	12.508	11.961	10.000	9.247	10.211	8.623	7.271	96.669
Hindistan	8.940	8.232	10.078	10.379	7.563	10.325	16.335	11.101	13.356	96.309
Hollanda	10.441	9.734	8.761	9.715	10.630	10.214	10.916	11.029	10.037	91.477
İspanya	9.888	9.416	9.134	9.710	9.590	9.317	8.917	8.637	9.342	83.951
Avusturya	7.020	6.358	6.605	7.282	7.440	7.310	7.919	7.451	7.022	64.407
Kanada	6.356	6.166	5.767	6.201	6.038	5.848	6.482	6.435	7.705	56.998
Polonya	4.907	5.392	4.895	5.024	5.084	5.396	6.190	6.017	5.888	48.793
Vietnam	1.137	1.280	1.383	1.523	1.512	2.537	4.034	5.368	5.213	23.987

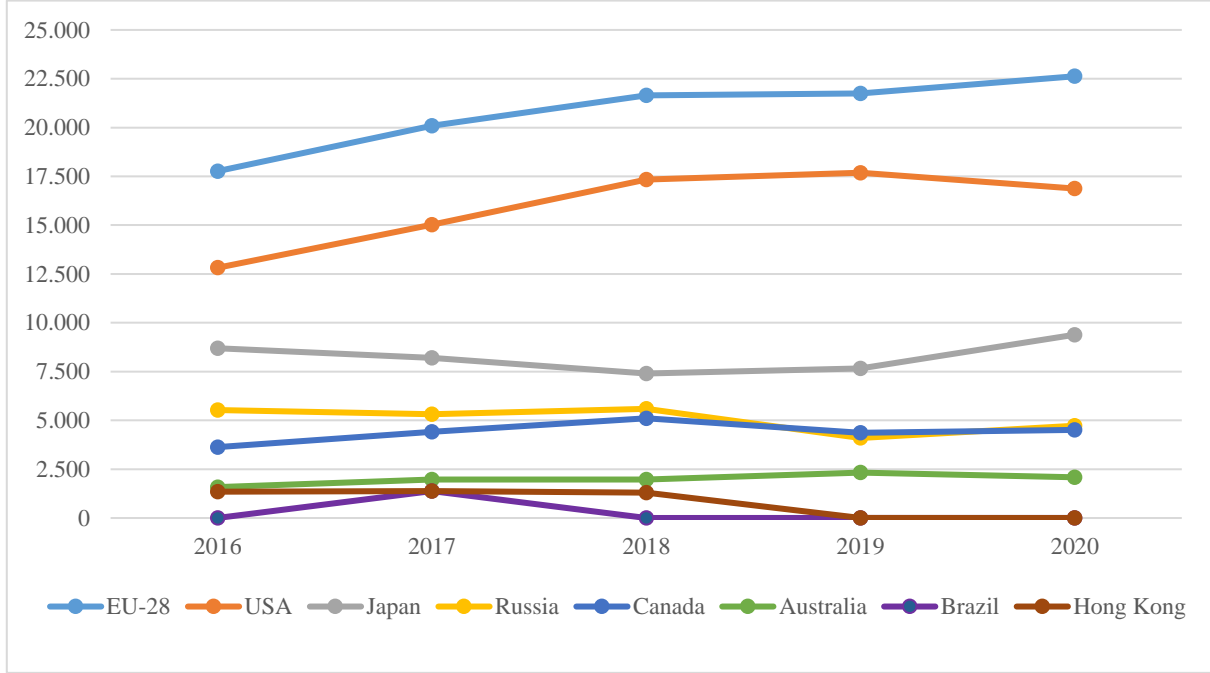
Kaynak: World Steel Association. 2020

Hurda demir ticareti son yıllarda atmosferin günden güne daha fazla kirlenmesi ve küresel iklim değişimi etkilerinin ciddi olarak hissedilmesi sebebiyle önem kazanmaktadır. Ülkelerin iklim değişimiyle mücadele etme arzularındaki gelişmeler, demir-çelik üretimi gibi yüksek miktarda enerji gerektiren ve dolayısıyla çevreyi kirleten tüm endüstriler üzerinde baskı yaratmaktadır. Bu durum yeni üretim yöntemlerine geçilmesini zorunlu hale getirmektedir. Bu açıdan yaklaşıldığında hurda demir-çelik sektörünün bu sorunun çözümünde önemli bir alternatif olduğu düşünülmektedir.

Şekil 2’de dünyanın en önemli hurda demir-çelik ihracatçıları göstermektedir. AB ülkelerinin bu alanda önemli konumda yer aldıkları dikkat çekmektedir. 2016-2020 yılları arasında AB ülkelerinden diğer ülkelere yapılan hurda demir ihracatı tüm dönemlerde ilk sırada yer almış ve yıllar içerisinde

önemli bir artış trendi sergilemiştir. Dünyanın en büyük ekonomisi konumunda yer alan ABD'nin de önemli bir ihracat miktarına sahip olduğu açıkça görülmektedir. AB ülkeleri ve ABD'nin kaydettikleri bu önemli başarılarının arkasında sahip oldukları yasal düzenlemelerin önemli katkılarına olduğu düşünülmektedir. Ülkelerin sahip oldukları geri dönüşüm politikaları sayesinde kullanım sonu geri kazanım miktarlarında zaman içerisinde önemli ilerlemeler sağlanmıştır. Bu ilerlemelerin bir sonucu olarak hurda demirden önemli bir ekonomik katkı sağlanmıştır.

Şekil 2. Ana Hurda Çelik İhracatçıları (Milyon Ton)



Kaynak: Bureau of International Recycling, 2020

3.YÖNTEM

3.1.Çalışmanın Amacı

Bu araştırma, sürdürülebilir bir dünya için mevcut kaynakların yeniden kullanımında kritik bir rol oynayan uluslararası hurda demir ticaret ağlarının gelişimini incelemeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, dünya çapındaki hurda demir ticaretindeki önemli oyuncuların ve ülkelerin belirlenmesine, hurda demir piyasasındaki arz ve talebin görselleştirilmesine ve hurda demirin çevresel, ekonomik ve sosyal etkilerinin değerlendirilmesine odaklanmaktadır.

Demir-çelik ürünleri günümüzde endüstride oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır ve bu ürünlerin üretimi birçok ülke tarafından gerçekleştirilmektedir. Ancak, demir-çelik ürünlerinin madencilik, işleme ve üretim süreçleri oldukça yüksek seviyede enerji ve kaynak tüketimine neden olmaktadır. Bu durum, dünya ekolojik dengesi için ciddi bir sorun oluşturmaktadır. Bu nedenle, ekonomik ömrünü tamamlamış demir-çelik ürünlerinin geri dönüştürülerek tekrar tekrar kullanılması, sürdürülebilir bir gelecek için oldukça önemlidir.

Bu çalışma, demir-çelik ürünlerinin geri dönüşümüne katkı sağlayacak uluslararası hurda demir ticaret ağlarının gelişimini incelemeyi amaçlamaktadır. Bu şekilde, dünya genelindeki demir-çelik ürünlerinin daha sürdürülebilir bir şekilde kullanılması hedeflenmektedir. Geri dönüşüm, kaynakların yeniden kullanımı ve enerji tasarrufu sağlamak gibi birçok avantajı da beraberinde getirmektedir. Bu nedenle, geri dönüşüm faaliyetleri, sadece ekolojik açıdan değil, aynı zamanda ekonomik açıdan da önem taşımaktadır.

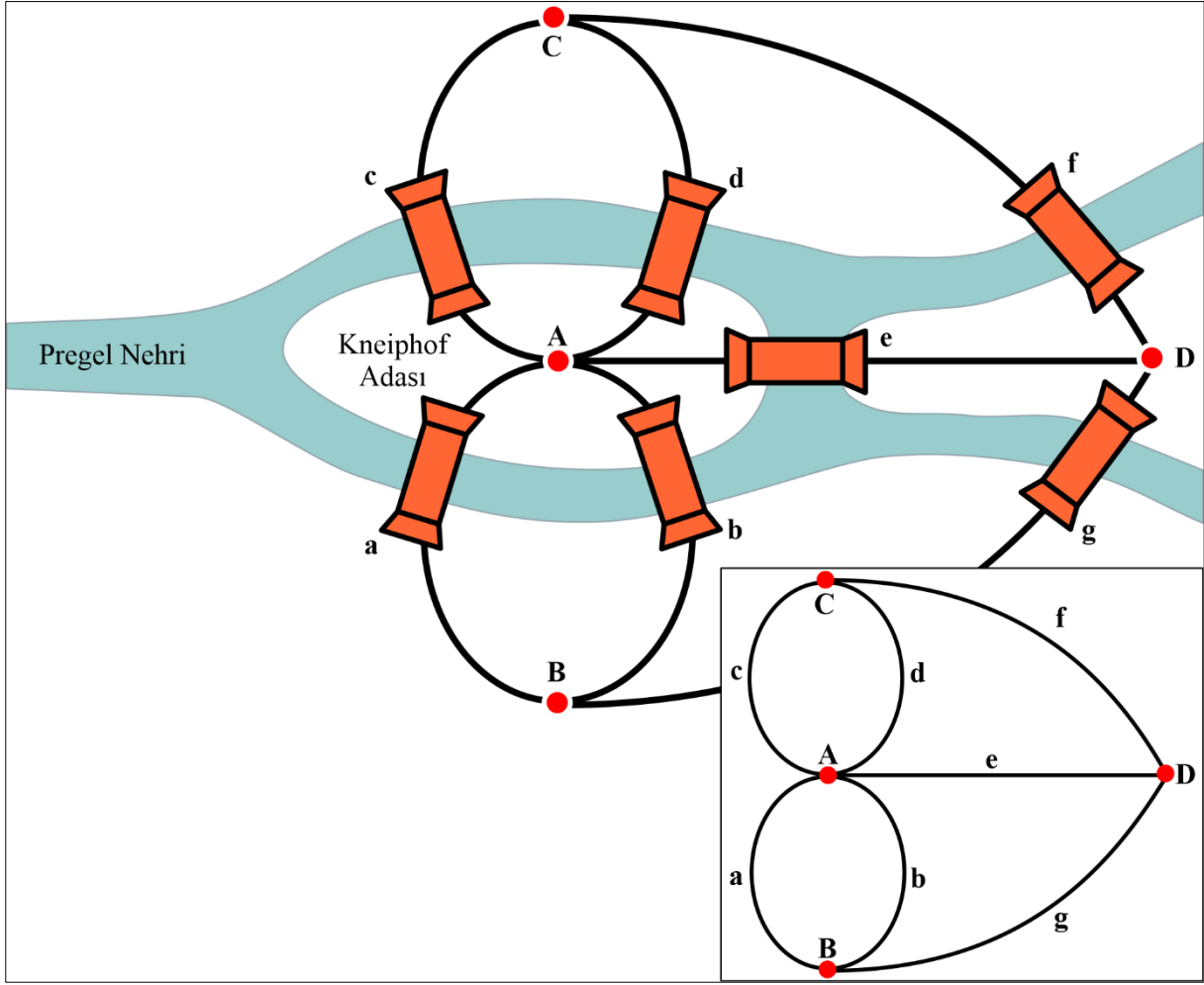
Bu çalışma, sürdürülebilir bir dünya için var olan kaynakların tekrar kullanımında oldukça önemli bir rol oynayan uluslararası hurda demir ticaret ağlarının gelişimini incelemeyi amaçlamaktadır. Mevcut literatür kaynaklarının yetersizliği nedeniyle, bu çalışmanın literatürdeki bir boşluğu dolduracağı düşünülmektedir. Ayrıca, son yıllarda giderek artan çevresel problemlerin çözümüne yönelik olarak hurda demir ticaretinin bu çalışmada incelenmesi, literatüre katkı sağlayacaktır.

3.2.Çalışmanın Yöntemi

Çalışmada hurda demir ticaretinin incelenmesinde Sosyal Ağ Analizi (Social Network Analysis) yöntemi kullanılmıştır. Ağ analizi birçok disiplinde özellikle karmaşık ağ yapılarının incelenmesinde tercih edilen yöntemlerden biridir. Sosyal Ağ Analizi, ağ içinde yer alan ülkeler, insanlar, gruplar ya da organizasyonlar gibi bileşenler arasındaki bağlantıları inceler ve bu inceleme sonucunda anlamlı sonuçlar ortaya koyar. Sosyal ağlardaki bağlantılar, bileşenler arasındaki birtakım ilişkileri ifade etmektedir (Çelik, 2021).

Ağ bilimi, matematiksel çizge teoremine dayalı bir disiplindir ve 1990'lardan sonra ortaya çıkmıştır. Ancak kökleri çok daha eski dönemlere kadar gitmektedir. Ağ biliminin temeli, 18. yüzyılda Prusya'nın Königsberg şehrinde ortaya atılan bir matematik bilmecesinin çözümünden türetilmiştir. Bu bilmecedeki durum, Königsberg şehrinin Pregel nehri tarafından dört ayrı kara parçasına bölünmesi ve bu kara parçalarının yedi adet köprü ile birbirine bağlanmasıydı. Bu problem, daha sonraları çizge teorisi adı verilen bir matematiksel dalın temelini oluşturmuştur. Soru, şehrin Pregel nehri tarafından dört kara parçasına ayrıldığı ve yedi adet köprü ile bu kara parçalarının birbirine bağlandığı bir senaryo üzerinden geliştirilmiştir. Bilmecenin çözümü, yedi köprü'nün her birinden sadece bir kez geçilerek bütün kara parçalarına gidilip gidilemeyeceği sorusudur. Euler, bilmecenin çözümü için kara parçalarını düğüm, köprüleri ise bağlantı olarak şekildeki gibi çizmiştir. Euler'in bu yaklaşımı, ağ teoreminin temelini oluşturmuştur. (Soyyigit ve Yavuzaslan, 2019).

Şekil 3. Euler'in Königsberg Bilmecesini Çözüm Yaklaşımı



Kaynak: Toroczka, 2005

Sosyal ağ analizinde ağ yapıları düğümlerin çizgilerle birbirlerine bağlanmasıyla basit şekilde görselleştirilmeye çalışılır. Burada genel çizge gösterimi $G=(V, E)$ şeklindedir.

- V düğüm (vertex),
- E ise kenar (edge) kümesini belirtmektedir.

Ağ yapıları istatistik olarak analiz edilebilmesi için genellikle matris yapıları kullanılır. Bu matrisler, ilişkileri temsil etmek için düğümler arasındaki kenarların varlığını veya yokluğunu belirtmek için 0 ve 1 arasındaki değerleri içerir.

Ağ analizi, ağın bileşenleri arasındaki ilişkileri incelemek için kullanılan bir yöntemdir. Bu ilişkiler, düğümler arasındaki bağların sayısı ve kalitesini, düğümler arasındaki bağlantıların kalitesini ve düğümler arasındaki mesafeleri içerir. Ağ analizi, ağın özelliklerini ve bileşenlerinin arasındaki ilişkileri anlamaya yardımcı olur ve ağdaki düğümlerin özelliklerini, düğümler arasındaki ilişkileri ve ağın çeşitli özelliklerinin nasıl etkilendiğini anlamaya yardımcı olur. Komşuluk matrisi de denilen bu araçlar aşağıdaki gibi formüle edilmiş olup şekilde oluşturulan bir örneği görülmektedir (Estrada,

2015). Şekilde yer alan matriste düğümler arasındaki bağlantılar 0-1 ikili değişkenleri ile açıklanmaktadır. Matris incelendiğinde A düğümü ile B düğümü arasında bir bağlantı olduğu 1 ile gösterilmiş; A düğümü ile C düğümü arasında bir bağlantı olmadığı ise 0 ile gösterilmiştir.

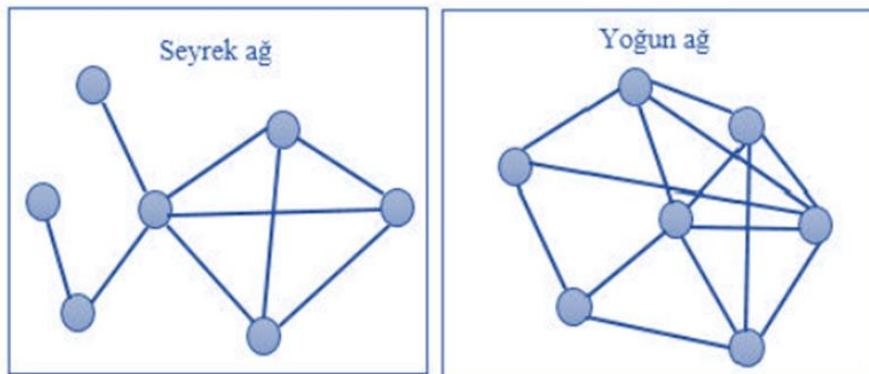
Şekil 4. Komşuluk Matrisi

$$A_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{eğer } i, j \in E \\ 0 & \text{eğer } i, j \notin E \end{cases}$$

	A	B	C	D	E
A	0	1	0	0	0
B	1	0	1	1	1
C	0	1	0	0	1
D	0	1	0	0	1
E	0	1	1	1	0

Sosyal Ağ Analizinde kullanılan bir takım istatistiki ölçümlere dayalı kavramlar bulunmaktadır. Bunlardan biri **yoğunluk** (density) kavramıdır. Bir ağ içerisinde düğümler arasında bağlantıların seyrek ya da yoğun olması ağın bir özelliğini ifade etmektedir. Yoğunluk derecesi bir ağdaki mevcut bağlantı sayısının, olası en yüksek bağlantı sayısına bölünmesiyle hesaplanmaktadır. Bu hesaplama sonucunda 0 ile 1 arasında bir değer bulunmaktadır. Yoğunluk derecesi 1'e ne kadar yakın olursa ağın o kadar yoğun bağlantıya sahip özellikli bir yapıda olduğu söylenebilir (Gürsakal, 2009). “Yoğun” bir ağ ve bu ağa ait olan çizgesel gösterim bağlantı sayısının maksimum bağlantı sayısına yakın olduğu ağ veya çizmeyi ifade etmektedir. Bu tür ağlarda düğümlerin bağlantıları yüksek seviyededir. Buna karşılık düşük sayıda bağlantıya sahip olan ağlara veya çizgelere ise “seyrek” ağ adı verilmektedir (Tunalı, 2016).

Şekil 5. Seyrek ve Yoğun Ağlar



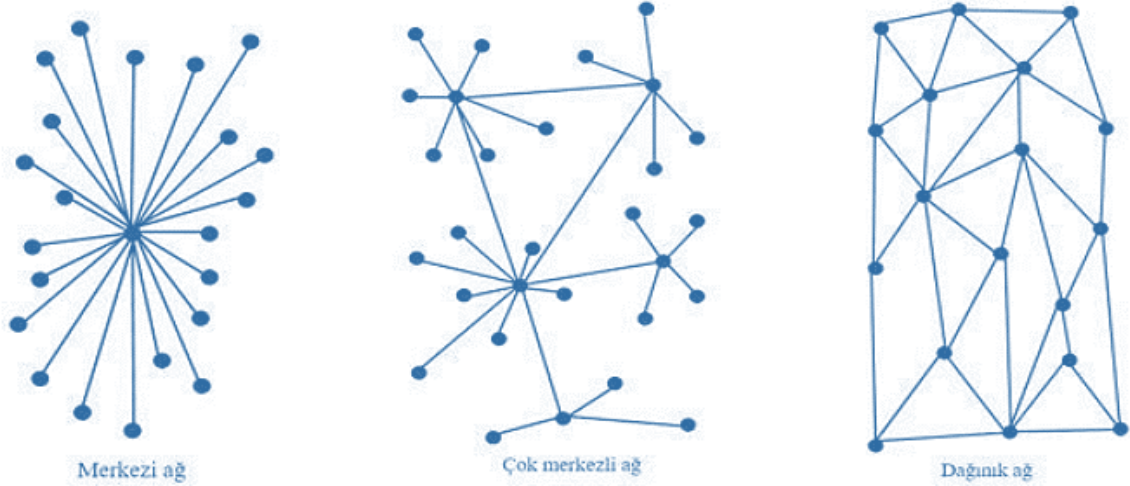
Kaynak: Gürsakal, 2009

Ağın bir diğer önemli özelliği ise **merkeziliktir** (centrality). Merkezilik kavramı bir ağ içerisinde yer alan düğümün ne kadar merkezde bulunduğunu, başka bir ifade ile bir düğümün ağ içerisinde ne

kadar önemli olduğunu ifade etmek için kullanılır. Merkezilik ölçümlerinde özvektör merkeziliği (eigenvector), derece merkeziliği, arasındalık merkeziliği gibi farklı hesaplamalardan yararlanılabilmektedir. Özvektör merkeziliği, derece hesaplanırken dikkate alınan aktörlerin bağlantılarının yani derecelerinin de dikkate alınarak bulunan bir ölçüttür. Bu hesaplamada bir aktörün bağlantısı fazla olan aktörlerle komşuluk ilişkisi varsa yüksek bir değer bulunmaktadır (Erkekoğlu ve Yılmaz, 2020). Özvektör merkeziliğinde bir düğümün önemi yalnızca sahip olduğu komşuların sayısına değil, aynı zamanda komşularının da ne kadar önemli olduğuna bağlıdır.

Şekil 6’da farklı merkezilik özelliklerine sahip ağlar görülmektedir. Merkezi bir ağda tek bir düğüm daha büyük bir öneme sahipken çok merkezli ağlarda bu düğümlerin sayısı daha fazla olmaktadır. Dağınık ağ yapılarında ise düğümlerin merkezilik değerleri birbirlerine yakın ya da bazı düğümlerin diğerlerine göre büyük öneme sahip olmadığı bir yapı söz konusudur.

Şekil 6. Merkezi, Çok Merkezli ve Dağınık Ağ Yapıları



Kaynak: Medaglia ve Bassett, 2017

3.3.Araştırma Verileri

Çalışmada kullanılan veriler BM Comtrade Veri Tabanı (UN Comtrade Database, 2020) web sitesinden temin edilmiştir. Kullanılan veriler 7204 GTİP kodlu ‘Dökme demirin, demirin veya çeliğin döküntü ve hurdaları veya bunların eritilmesi ile elde edilmiş külçeler’’ eşya grubuna ait değişimin gözlendiği 2010 yılı ve 2020 yılı verileridir. Sosyal ağ analizi uygulama aşamasında ağların gelişimlerine ilişkin yorum yapabilmek amacıyla bu iki yıla ilişkin verilerin kullanılması tercih edilmiştir. Bu sayede 10 yıllık bir süreçte ağda gerçekleşen değişimin izlenmesi mümkün olacaktır. Tablo 2’de araştırma aşamasında kullanılan verileri içeren GTİP kodları yer almaktadır.

Tablo 1. Demirli Atık ve Hurdalar GTİP (Harmonized System Code) Kodları

Kod No	Açıklama
7204	Dökme demirin, demirin veya çeliğin döküntü ve hurdaları veya bunların eritilmesi ile elde edilmiş külçeler
720410	Dökme demir döküntü ve hurdaları
720421	Demirli Atık ve Hurdalar; Paslanmaz Çelikten
720429	Demirli Atık ve Hurdalar; Alaşımli Çelikten
720430	Demirli Atık ve Hurdalar; Kalaylı Demir veya Çelikten
720441	Demirli Atık ve Hurdalar; Torna/freze talaşı ve döküntüleri, kıymıklar, ege talaşları vb.
720449	Demirli Atık ve Hurdalar; Diğer döküntü ve hurdalar
720450	Demirli Ürünler; Döküntülerin ergitilmesi ile elde edilen külçeler

Çalışmanın analiz aşamasında kolaylık sağlanması ve görselleştirmenin daha anlaşılır olması adına iki ülke arasındaki 100 milyon USD altındaki hurda demir ticaret ilişkileri dikkate alınmamıştır. Analiz işlemlerinde UCINET ve Kumu.io programlarından yararlanılmıştır.

4.BULGULAR

Küresel hurda demir-çelik ticaret ağları ülkeler arasındaki ticari ilişkileri ve bu ilişkilerin gelişimini hakkında birtakım bilgiler sunmaktadır. Bu kapsamda ihracat miktarları ve ihracat yapılan ülke sayıları, ülkelerin bu ağdaki konumunu belirlemektedir. 2010 ve 2020 yıllarına ait hurda Demir-Çelik ticaret ağları Şekil 7 ve Şekil 8’de görülmektedir. Şekillerde düğümlerin büyüklüğü o ülkenin ağda ne kadar merkezi (eigenvector centrality değerlerine göre) bir konumda olduğunu göstermektedir. Özvektör merkeziliğine ilişkin analiz sonucu elde edilen sayısal veriler Tablo 3’te verilmiştir. Özdeğer merkeziliği, bir elemanın ağdaki diğer merkezi elemanlara ne kadar güçlü ve sıkı şekilde bağlandığını ölçen bir metrik olarak kabul edilmektedir. Bu metrik, bir düğümün ağda ne kadar merkezi bir konumda olduğunu belirlemek için sıklıkla kullanılır. Özvektör merkeziliği, bir düğümün bağlandığı diğer düğümlerin sayısı yanı sıra bu bağlantıların ne kadar güçlü olduğunu da dikkate alır ve bu özellikleri hesaba katarak bir düğümün ağda ne kadar etkili olduğunu ölçer. Bu nedenle, özvektör merkeziliği ağ analizinde sıkça tercih edilen bir metriktir. (Ruhnau, 2000:360).

2010 yılı ticaret ağı analizinde, Almanya, Hollanda, Belçika, Fransa ve Türkiye ülkelerinin düğümlerinin diğer ülkelere göre daha büyük olduğu gözlemlenmektedir. Buna karşılık, 2020 yılı ağı analizinde Türkiye ve ABD'nin ağdaki diğer ülkelere göre daha merkezi bir konumda olduğu dikkat çekmektedir. Ayrıca, Hollanda, Almanya ve Belçika gibi ülkelerin 2020 yılı ağındaki önemli konumları da belirgin hale gelmiştir.

Düğümler arasındaki yönlü oklar bir ülkeden diğerine hurda demir-çelik ihracatının gerçekleşip gerçekleşmediğini ifade etmektedir. Bu okların kalınlığı yapılan ihracatın büyüklüğünü göstermektedir. Bu kapsamda iki ülke arasında daha kalın çizilen ok, o ülkeler arasında güçlü bir ticaretin varlığına işaret etmektedir. 2010 yılına ait ağda ülkeler arasındaki ticaret ilişkileri büyüklüğünün güçlü olmadığı söylenebilir. 2020 yılı ağına bakıldığında ise ülkeler arasındaki ticari ilişkilerin 2010 yılına göre güçlenerek gelişme sağlandığı görülmektedir. 2010 yılında 38 düğüm ve bu düğümler arasında 69 bağlantı bulunmaktadır. 2020 yılında ise 39 düğüm ve 69 bağlantı bulunmaktadır. 2010 yılına ait ağ

yoğunluğu 0,044 olarak ölçülmüştür. 2020 yılında ise 0,047 olarak tespit edilmiştir. Gerek 2010 yılı gerekse 2020 yılına ait ağların çok merkezli bir yapıda oldukları görülmektedir.

Şekil 7. 2010 Yılı Hurda Demir Ticaret Ağı



Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 8. 2020 Yılı Hurda Demir Ticaret Ağı



Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Hurda demir fiyat bakımında yüksek değere sahip olmayan bir eşya olması sebebiyle ülkelerin çoğunlukla yakın komşuları ile ticaret ilişkisi içine girdikleri söylenebilir. 2020 yılı ticaret ağında Türkiye önemli bir ithalat ülkesi olarak görülmektedir. Gelen bağlantılar detaylı incelendiğinde ülkenin ABD dışında ithalat yaptığı ülkelerin tamamı AB ülkeleri ve Akdeniz'deki yakın ülkelerin olduğu görülmektedir. Buna benzer olarak Türkiye örneği için aynı durum 2010 yılı ticaret ağında da söz konusudur. 2010 yılında Japonya'nın hurda demir ticaretindeki ilişkileri incelendiğinde Güney Kore ve Çin'e ihracat gerçekleştirildiği görülmektedir. 2020 yılında ise Japonya'nın Vietnam, Malezya ve Güney Kore ile ticaretinin varlığı söz konusudur.

2020 yılına ait ticaret ağında dikkat çeken bir diğer husus ise ABD'nin hem ithalat hem de ihracat gerçekleştirmiş olmasıdır. ABD söz konusu yılda Meksika ve Kanada'dan hurda demir satın almıştır. Yine aynı yılda diğer ülkelere hurda demir satışı gerçekleştirmiştir. Bu durum ülkenin dolaylı ticaret gerçekleştirdiği fikrini uyandırmaktadır.

Outdegree, bir eleman için giden bağlantıların sayısını ölçer. Genel olarak, yüksek dereceli ögeler çok sayıda ögeye ulaşabilir ve bir ağ boyunca bilgi akışını sağlayabilirler. Şekil 9 ve Şekil 10'da 2010 ve 2020 yıllarına ait giden bağlantılara göre düzenlenmiş hurda demir-çelik ticaret ağları görülmektedir. Bu ağlardaki düğümlerin büyüklüğü outdegree derecesini ifade etmektedir. Başka bir ifadeyle düğümün yarıçapı ne kadar büyük ise o kadar çok sayıda giden bağlantısının olduğunu belirtmektedir.

2010 yılı ağı incelendiğinde Almanya, Hollanda, Fransa, Birleşik Krallık ve Belçika ülkelerinin daha fazla giden bağlantılarının olduğu görülmektedir. 2020 yılına ait ticaret ağında ABD, Almanya, Hollanda, Fransa ve Birleşik Krallık ülkelerinin ön planda olduğu görülmektedir. Bu ülkeler hurda demir ticaretinde önemli ihracatçı ülkeler olduğunu söylemek mümkündür. Daha fazla ülkeye ihracat gerçekleştirdiklerinde hurda demir alanında arz kısmının en önemli düğümleri konumunda oldukları söylenebilir.

Ayrıca yıllar içinden ABD'nin ihracat ağında ilerleme kaydettiği ve ağın lideri konumuna ulaştığı görülmektedir. Bunun yanı sıra Almanya, Hollanda ve Fransa'nın da her iki ağda da lider ülkeler arasında yer aldığı anlaşılmaktadır. Şekil 9 ve Şekil 10'da yer alan ağın önemli ülkeleri ekonomik gelişmişlik bakımından büyük ekonomiler arasında yer almaktadırlar.

Şekil 9. 2010 Yılı Hurda Demir Ticareti İhracat Ağı



Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

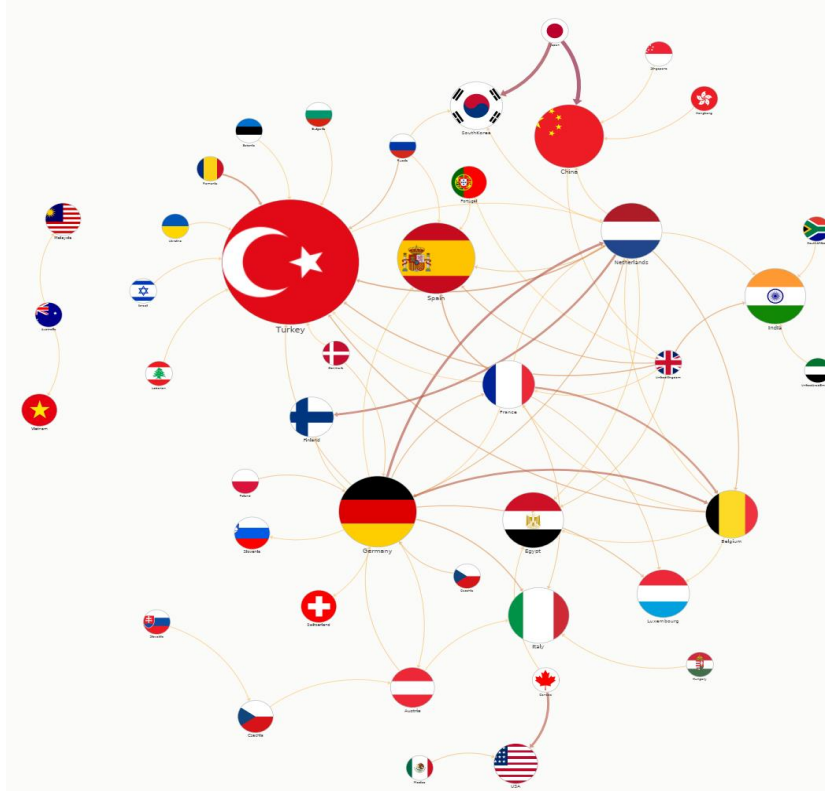
Şekil 10. 2020 Yılı Hurda Demir Ticareti İhracat Ağı



Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Indegree, bir düğüm için gelen bağlantıların sayısını ölçer. Genel olarak yüksek dereceye sahip unsurlar, diğer düğümler ya da üyeler tarafından bilgi kaynağı olarak görülen liderlerdir. Gelen bağlantıları yüksek olan ülkelerin ağda önem sahibi olduğu söylenebilir. Ticaret ağlarında gelen bağlantılar aynı zamanda ithalat ilişkilerini de açıklamaktadır. Şekil 11 ve Şekil 12’de ülkelerin düğüm büyüklükleri gelen bağlantı derecelerine göre oluşturulmuştur. Şekiller incelendiğinde hem 2010 yılı ticaret ağında hem de 2020 yılına ait ticaret ağında Türkiye’nin en önemli aktör olduğunu söylemek mümkündür. Bu durum Türkiye’nin diğer çok sayıda ülke ile ticaret bağlantısının bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca ülkenin en önemli ithalatçı ülkelerden birisi olduğunu söylemek de mümkündür. 2010 yılında Türkiye dışında İspanya, Almanya, Çin ve Mısır’ da dikkat çekmektedir. 2020 yılında ise Türkiye dışında Hindistan, Almanya, İtalya ve İspanya önemli bir konumda bulunmaktadır.

Şekil 11. 2010 Yılı Hurda Demir Ticareti İthalat Ağı



Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 12. 2020 Yılı Hurda Demir Ticareti İthalat Ağı



Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 3'te 2010 ve 2020 yıllarına ait hurda demir ticaretine ilişkin bazı ağ analiz değerleri verilmiştir. Türkiye 2010 yılından 2020 yılına kadar olan süreç içerisinde hurda demir ticaretinde en önem sahibi ülke konumuna ulaşmıştır. Ülke hem 2010 yılında hem de 2020 yılında ağın en önemli ithalatçı ülkesi durumundadır. Demir-çelik ürününün elde edilmesinde 14 adet ticaret partnerinden hurda kaynağı sağlayarak bu alanda açık ara lider konumda bulunmaktadır. Uluslararası ticarete büyük bir alıcı olmak fiyat konusunda o ülkeyi oyun kurucu bir konuma taşımaktadır. Türkiye'nin kaynak çeşitliliği yaratmış olması da bu alandaki ticareti açısından büyük önem arz etmektedir. Nitekim az sayıda kaynağa bağımlı olmak uluslararası ticaret faaliyetleri açısından tedarik riskini ortaya çıkarmaktadır. Şekil 1 ve Tablo 1'de görüleceği üzere Türkiye dünyanın önemli ham çelik üreticisi ve ihracatçısıdır. Madenlerden elde etmektense çok daha düşük bir enerji kullanımı yaparak ve çevreye daha az zarar verecek şekilde hurdadan ürün elde etmek suretiyle hem kendi ihtiyacının bir kısmını karşılaması hem de ihracata yönelmesi ülke açısından bir başarı olarak görülebilir. Uluslararası Enerji Ajansı'nın 2050'ye kadar net sıfır emisyon hedefi kapsamında çelik sektöründe radikal bir dönüşüm beklenmektedir. Bu senaryoda, kömürün enerji kullanımındaki payı 2020'de %75'ten 2050'de %22'ye düşecektir. Ayrıca bu hedef doğrultusunda 2050 yılına kadar hurda çelik malzemesinin küresel çelik üretimindeki girdi payı %46'ya ulaşması öngörülmektedir (IEEFA, 2021). Bu açıdan bakıldığında gelecekte hurda metallerin ticareti önem kazanacaktır. Türkiye'nin gelecekte sıfır emisyon hedefleri doğrultusunda, hurda demir-çelik ticaretinde çok sayıda bağlantısının olması bir avantaj olarak görülmelidir.

Tablo 3 incelendiğinde dikkat çeken bir diğer ilerleme ise ABD'nin 2010 yılı itibarıyla önemsiz bir konumda yer almasına rağmen 2020 yılına gelindiğinde bu alanda dünyanın önemli ihracat bağlantılarına sahip ülkesi olmayı başarmasıdır. ABD dünyanın en büyük ekonomisi ve en önemli tüketim pazarlarından birisidir. Çevresel konularda son yıllarda özellikle atıkların toplanması konusunda eyaletler bazında bir takım yasal düzenlemeler yapmıştır. Elde edilen hurda metallerin dış ülkelere satılması konusunda dünyanın bu alandaki en önemli tedarikçi ülkesi olarak ağıda yer almaktadır. ABD dışından Almanya'nın da hurda demir tedarikinde önemli bir kaynak konumunda olduğu görülmektedir. Almanya'da 250.000'den fazla kişi, yaklaşık 70 milyar avro gelire sahip bir ekonomik sektör olan atık yönetiminde istihdam edilmekte olup, ülkede 15.000'den fazla atık tesisi bulunmaktadır. Dünyada en fazla atık geri kazanımı sağlayan ülke konumundadır. Bunu başarmanın en önemli yolu olarak 2012 yılında uygulamaya konulan "Döngüsel Ekonomi Yasası" ile "kirleten öder" ilkesine uygun olarak atık üreticilerinin sorumlu tutulması gösterilmektedir (BMUV, 2023).

Tablo 3. 2010 ve 2020 Yılları Sosyal Ağ Analizi Değerleri

	Özvektör Merkeziliği			Indegree			Outdegree		
	Sıra	Ülke	Değer	Sıra	Ülke	Değer	Sıra	Ülke	Değer
2010	#1	Almanya	0,492	#1	Türkiye	13	#1	Almanya	11
	#2	Hollanda	0,455	#2	İspanya	6	#2	Hollanda	9
	#3	Belçika	0,409	#3	Almanya	6	#3	Fransa	7
	#4	Fransa	0,317	#4	Çin	5	#4	Birleşik Krallık	7
	#5	Türkiye	0,310	#5	Mısır	4	#5	Belçika	5
	#6	Finlandiya	0,199	#6	İtalya	4	#6	Rusya	3
	#7	İspanya	0,167	#7	Hollanda	4	#7	Kanada	2
	#8	Birleşik Krallık	0,130	#8	Hindistan	4	#8	Danimarka	2
	#9	İtalya	0,129	#9	Güney Kore	3	#9	Avusturya	2
	#10	Lüksemburg	0,127	#10	Belçika	3	#10	Avustralya	2
2020	#1	Türkiye	0,553	#1	Türkiye	14	#1	USA	10
	#2	USA	0,467	#2	Hindistan	6	#2	Almanya	9
	#3	Hollanda	0,316	#3	Almanya	5	#3	Hollanda	6
	#4	Almanya	0,252	#4	İtalya	5	#4	Fransa	6
	#5	Belçika	0,246	#5	İspanya	4	#5	Birleşik Krallık	5
	#6	Kanada	0,234	#6	Vietnam	4	#6	Poland	3
	#7	Birleşik Krallık	0,194	#7	Finlandiya	3	#7	Japan	3
	#8	Rusya	0,167	#8	Belçika	3	#8	Rusya	3
	#9	Fransa	0,138	#9	Güney Kore	3	#9	Avustralya	3
	#10	Hindistan	0,116	#10	Pakistan	3	#10	Avusturya	2

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 3'te yer alan özvektör merkezilik değerleri incelendiğinde 2010 yılında Avrupa ülkelerinin ağıda büyük bir ağırlığının olduğu söylenebilir. En merkezi 10 ülkenin tamamı Avrupa

kıtasında yer almaktadır. Fakat bu durum 2020 yılı itibariyle değişikliğe uğramış Asya kıtasından Rusya ve Hindistan; Amerika kıtasından ise ABD ve Kanada en merkezi ülkeler arasına girmiştir.

5. SONUÇ

Günümüzde kaynakların sınırlı olması ve küresel iklim değişikliğinin giderek artması, ülkeleri var olan kaynakları daha verimli kullanmaya yöneltmektedir. Demir metalinin doğal kaynaklardan çıkarılması ve endüstriyel üretiminde, çevreye ciddi zararlar verildiği bilinmektedir. Demir cevherinin madenlerden çıkarılması doğal yapının bozulmasına neden olmaktadır. Ayrıca, fabrikalarda işlenmesi aşamasında yüksek oranda enerji tüketimi gerektiği ve bu enerjinin genellikle fosil yakıtlardan elde edildiği bilinmektedir. Bu durum, demir-çelik endüstrisine önemli eleştiriler getirmektedir.

Bu nedenlerle, demir metalinin geri dönüşümü, sürdürülebilir bir üretim süreci için önemli bir unsurdur. Geri dönüşüm hem ekonomik açıdan hem de çevresel açıdan birçok fayda sağlar. Geri dönüştürülen demir metalinin kullanılması, yeni demir üretimine göre daha az enerji gerektirir ve bu da sera gazı emisyonlarını azaltır. Ayrıca, geri dönüşüm, madencilik ve cevher çıkarma faaliyetleri nedeniyle ortaya çıkan doğal yapı bozulmasını da azaltır. Geri dönüşüm, endüstriyel atıkların azaltılması ve çevre kirliliğinin önlenmesi açısından da önemlidir.

Bu bağlamda kullanım ömrünü tamamlayan ürünlerden demir bileşenlerin toplanarak yeniden değerlendirilmesi dünya açısından büyük bir fırsat yaratmaktadır. Demir ürünlerinin yeniden değerlendirilmesi demir cevheri olarak elde edilmesine göre çevreye olan zararın oldukça az olmasını sağlamaktadır. Bu sayede demirin geri dönüşümü sayesinde hem çevreye olan zararın önüne geçilmektedir hem de daha verimli ve daha az enerji gereksinimli bir şekilde demir elde edilmektedir. Bu da demir üretim maliyetlerini düşürmektedir.

Bu çalışmada 2010 ve 2020 yıllarına ait küresel hurda demir ticareti ağı incelenmiştir. Sosyal Ağ Analizi yöntemiyle bu alandaki ticaret ilişkileri ve ağın gelişimi ortaya konulmuş, ağın önemli ülkeleri tespit edilerek değerlendirmeler yapılmıştır. Analiz sonucunda 2010 yılında Almanya, Hollanda ve Belçika ağda en önemli konumda bulunmaktadır. 2020 yılında ise Türkiye, ABD ve Hollanda'nın hurda demir ticaretinde en merkezi ülkeler olduğu tespit edilmiştir. Türkiye ağın en çok gelen bağlantıya sahip ülkesidir. Bu durum ülkeyi en önemli ihracat pazarı konumuna getirmektedir. ABD ve Almanya ise giden bağlantısı en fazla olan ülkeleridir. Bu iki ülke de yüksek imalat kapasitesine sahip ve dünya ticaretinde önemli üretim merkezlerindedir. Ayrıca iki ülke de atıkların toplanması konusunda bazı yasal mevzuata sahiptir. Yasal zorunluluklar dışında bu ülkelerde geri kazanım teşvik edilmektedir. Bu durum hurda ihracatında ülkelere önemli avantajlar sunmaktadır. Bu kapsamda diğer ülkelerin atık yönetimi konusunda daha katı yasal düzenlemeleri yaparak ve ayrıca teşvik edici önlemler alarak kullanım sonunda atıklardan ekonomik kazanım elde etmesi sağlanabilir. Bu sayede daha sürdürülebilir bir ekonomik yapıya ulaşılabilir.

İthalat ve ihracat ağlarında gelişmiş ülkelerin önemli tedarikçi, nispeten gelişmekte olan ülkelerin ise hurda demir alanında pazar konumunda yer aldıkları görülmektedir. Bu durum geri dönüşüm maliyetleriyle açıklanabilir. İşçilik fiyatları ve enerji fiyatları demir-çelik üretimi sektöründe önemli maliyet unsurlarıdır. Özellikle enerji fiyatlarındaki dalgalanmalar, enerji bağımlılığı olan Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeleri hurda ticaretinde sorun yaşamasına sebep verebilir.

Hurda demir alanın da ABD, Almanya gibi önemli ihracat ülkelerindeki geri dönüşüm maliyetlerinin yüksek oluşu toplanan bu metallerin gelişmekte olan ülkelere ihraç edilmesine sebep olmaktadır. Bu bağlamda gelişmekte olan ülkelerin bir kısmı küresel hurda arzının bir kısmını ithal ederek işlemekte ve gelişmekte olan sanayilerini beslemektedir. Hurdadan geri kazanım yolu ile demir-çelik ürünleri elde etmenin, madenlerden çıkararak elde etmeye kıyasla çok daha ucuz olması bu ülkelere önemli bir maddi kaynak tasarrufu sağlamaktadır. Bunun yanı sıra elde edilen demir-çelik ürünlerinin dış pazarlara satışı da sağlanmaktadır. Fakat zaman içerisinde bu ülkelerin de hurda ihtiyaçlarının kendi içerisinde karşılama yoluna gitmeleri söz konusu olabilir.

Günlük hayatımızda temas ettiğimiz eşyaların birçoğunda demirin yer alması bu metali önemli bir konuma getirmektedir. Bu durum en azından yakın gelecekte değişmeyecektir. Özellikle maden çıkarma maliyetlerinde artışların görülmesi durumunda hurda sektörünün büyük bir gelişme sağlayacağı düşünülmektedir. Bu açıdan hurda ve atık sektörlerinin gelecekte çok daha önemli bir konumda yer almaları kuvvetle muhtemeldir. Bu kapsamda ülkelerin bu alana önem vermeleri ve geri kazanımı teşvik etmeleri gerekmektedir.

Hurda demir ticaret ağlarında Türkiye ve Hindistan gibi bazı ülkelerin kaynak çeşitliliği yarattığı bazılarının ise bu konuda geride kaldığı görülmüştür. Kaynak bakımında kısıtlı sayıda ülke ile ticaret yapan ülkelerin gelecekte tedarik sorunları ile karşılaşma ihtimalini ortaya çıkarmaktadır. Aynı durum ihracat ağları için de söz konusudur. ABD, Almanya, Hollanda gibi çok sayıda ülkeye ihracat gerçekleştiren ülkelerin yanında, daha az müşteriye sahip ülkelerin varlığı söz konusudur. İthalat gerçekleştiren hedef ülkenin hurda demir-çelik ürünlerinin ithalatına kota koyması, kısıtlayıcı önlemler alması, hedef ülkeye olan ulaştırma maliyetlerindeki artış gibi etkenler sebebiyle ithalatın durması riski, az sayıda ülkeye ihracat gerçekleştiren ülkelere sorun yaratabilir. Bu sebeple gerek ihracat ülkelerinin gerekse dışarıdan kaynak temin eden ithalat ülkelerinin bu alandaki ticari bağlantılarını geliştirmesi gerekmektedir.

Özellikle son yıllarda artan çevre duyarlılığı ile birlikte, geri dönüşüm yolu ile tekrar değer yaratılabilen metal ürünlerine yönelik çalışmalar önem arz etmektedir. Bu bağlamda, gelecek çalışmalarda geri kazanım yolu ile tekrardan değer yaratılabilecek diğer ürünlerin analizi yapılabileceği gibi, özellikle büyük metal tüketicisi olan gelişmiş ülkelerde geri kazanılan hurda metalin iç tüketimde ne kadarının değerlendirildiği ve ne kadarının diğer ülkelere satıldığı araştırılabilir. Ayrıca, etkin geri dönüşüm politikası ve yasal mevzuata sahip olan ülkeler ile bu tür yasal zorunluluklara sahip olmayan

ülkelerin karşılaştırılması da önerilmektedir. Bu çalışmaların sonucunda, sürdürülebilir bir ekonomik modelin oluşturulmasına ve metal ürünlerin geri dönüşümü yoluyla sağlanacak çevresel, ekonomik ve sosyal faydaların artırılmasına katkı sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- BMUV, (2023). *Waste Policy*, 24.01.2023 tarihinde <https://www.bmuv.de/en/topics/water-resources-waste/circular-economy/waste-policy> adresinden alındı.
- Bureau of International Recycling. (2020). (rap.). *World steel recycling in figures 2016 – 2020. Bir Global Facts & Figures*. 16.11.2021 tarihinde <https://www.bir.org/publications/facts-figures/download/821/175/36?method=view> adresinden alındı.
- Çelik, Ş. (2021). Sosyal ağ analizi ve bir uygulaması. *Journal of Original Studies*, 2(1), 29–41. <https://doi.org/10.47243/jos.2.1.04>
- Davis, J., Geyer, R., Ley, J., He, J., Clift, R., Kwan, A., ... ve Jackson, T. (2007). Time-dependent material flow analysis of iron and steel in the UK: Part 2. Scrap generation and recycling. *Resources, conservation and recycling*, 51(1), 118-140.
- Dworak, S., ve Fellner, J. (2021). Steel scrap generation in the EU-28 since 1946–Sources and composition. *Resources, Conservation and Recycling*, 173, 105692.
- Earth 911. (2021). *How to recycle scrap metal*. 24.12.2021 tarihinde <https://earth911.com/recycling-guide/how-to-recycle-metal/> adresinden alındı.
- Erkekoğlu, H., ve Yılmaz, B. (2020). OECD ülkelerinin grup içi ticari ilişkilerinin ağ analizi ile değerlendirilmesi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (19. Uluslararası İşletmecilik Kongresi Özel Sayısı)*, 321–344. <https://doi.org/10.18070/erciyesiibd.846530>
- Estrada, E. (2015). Introduction to complex networks: Structure and Dynamics. In J. Banasiak ve M. Mokhtar-Kharroubi (Eds.), *Evolutionary equations with applications in Natural Sciences* (C. 2126, ss. 99–131). essay, Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-319-11322-7_3.
- Fenton, M. D. (2002). *Minerals yearbook, volume I, metals and minerals*. Minerals Yearbook. 18.11.2021 tarihinde <https://pubs.er.usgs.gov/publication/70048194> adresinden alındı.
- Gürsakal, N. (2009). *Sosyal ağ analizi: Pajek Ucinet ve Gmine uygulamalı*. Dora Yayınları.
- IEEFA. (2021). *New From Old: The Global Potential for More Scrap Steel Recycling*. 30.01.2023 tarihinde <https://ieefa.org/sites/default/files/resources/The-Global-Potential-for-More-Scrap-Steel-Recycling-December-2021-2.pdf> adresinden alındı.
- Ma, Y., Wang, M., ve Li, X. (2022). Analysis of the characteristics and stability of the global complex nickel ore trade network. *Resources Policy*, 79, 103089.
- Medaglia, J. D. ve Bassett, D. S. (2017). *Network analyses and nervous system disorders*, United Kingdom: Oxford University Press.
- Ohimain, E. I. (2013). Scrap iron and steel recycling in Nigeria. *Greener Journal of Environmental management and public safety*, 2(1), 1-9.
- Pacini, H., Shi, G., Sanches-Pereira, A., ve da Silva Filho, A. C. (2021). Network analysis of international trade in plastic scrap. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 203-216.
- Ruhnau, B. (2000). Eigenvector-centrality—a node-centrality?. *Social networks*, 22(4), 357-365.

- Sawyer, J. W. (2017). *Automotive scrap recycling: Processes, prices, and prospects*. Routledge.
- Spoerl, J. S. (2004). *A brief history of iron and steel production. The Industrial Revolution in England*. 10.11.2021 tarihinde <https://web.archive.org/web/20160421065413/http://www.anselm.edu/homepage/dbanach/h-carnegie-steel.htm> adresinden alındı.
- Yavuzaslan, K. ve Soyyiğit, S. (2019). Türkiye ve Rusya Arasındaki Ticari İlişkilerin Kompleks Ağ Yaklaşımı ile Sektör Bazlı Analizi. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (18), 401-433. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/igdirsosbilder/issue/66824/1045210> adresinden alındı.
- Terao, T. (2013). *From shipbreaking to ship recycling: relocation of recycling sites and the expansion of international involvement. International Trade in Recyclable and Hazardous Waste in Asia*. Edward Elgar Publishing.
- Toroczkai, Z. (2005). Complex networks the challenge of interaction topology. *Los Alamos Science*, 29, 94-109. 10.10.2021 tarihinde <https://permalink.lanl.gov/object/tr?what=info:lanl-repo/lareport/LA-UR-04-7345> adresinden alındı.
- Tunalı, V. (2016). *Sosyal ağ analizine giriş*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- UN Comtrade Database. (2020). 17.12.2021 tarihinde <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=TOTAL&Partners=0&Reporters=all&period=2021&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus>. adresinden alındı.
- Us Epa. (2021). Environmental Factoids. 23.12.2021 tarihinde <https://archive.epa.gov/epawaste/conserva/smm/wastewise/web/html/factoid.html> adresinden alındı.
- Wang, C., Huang, X., Lim, M. K., Tseng, M. L., & Ghadimi, P. (2020). Mapping the structural evolution in the global scrap copper trade network. *Journal of Cleaner Production*, 275, 122934.
- Wübbeke, J., ve Heroth, T. (2014). Challenges and political solutions for steel recycling in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 87, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.03.004>
- World Steel Association. (2018). Steel Facts. 23.12.2021 tarihinde <https://worldsteel.org/wp-content/uploads/Steel-Statistical-Yearbook-2018.pdf>
- World Steel Association. (2020). Steel Statistical Yearbook 2020. 16.12.2021 tarihinde <https://worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/annual-production-steel-data/> adresinden alındı