

ARAŞTIRMA / ARTICLE

Endüstriyel Simbiyoz Faaliyetleri Gelişiminde Yakınlık Bileşenlerinin Rolü: Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi Örneği

The Role of Proximity Components in the Development of Industrial Symbiosis Activities: The case of Eskişehir Organised Industrial Zone

 Neslihan Elif Alpar,  Senem Kozaman Aygün

Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, İstanbul

ÖZ

Döngüsel ekonomiye dayalı endüstriyel simbiyoz faaliyetleri, sanayi kümelerinin olumsuz çevresel etkilerinin azaltılması ve sürdürülebilir bölgesel kalkınmanın desteklenmesi açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Türkiye’de, temiz üretim ve eko-verimlilik hedeflerine öncelik veren 10. Kalkınma Planı’nın ardından, 11. Kalkınma Planı’nda da endüstriyel simbiyoz uygulamaları destek programları arasına alınmış ve bu tür iş birliklerinin kamu eliyle teşvik edilmesi hedeflenmiştir. Literatürde, endüstriyel simbiyoz ilişkilerinin gelişimi; aktörler arası etkileşimler, yığılma dışsallıkları, kurumsal, organizasyonel ve teknik koşullar çerçevesinde ele alınmaktadır. Çevresel ekonomik coğrafya alanında ise, atık alışverişine dayalı ilişkilerin oluşumunda yakınlık (proximity) kavramı öne çıkmakta; coğrafi, sosyal, bilişsel, organizasyonel ve kurumsal boyutlardaki yakınlıkların bu süreçteki rolü tartışılmaktadır. Bu kuramsal yaklaşımdan hareketle, çalışmada Türkiye’de endüstriyel simbiyozun gelişiminde yerel dinamiklerin ve yakınlık faktörlerinin etkisi, Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi örneği üzerinden incelenmiştir. Bölgedeki firmalar arasında gerçekleşen yan ürün alışverişi, sosyal ağ analizi ile değerlendirilmiş; ilişkilerin yapısı ortaya konmuştur. Ayrıca, simbiyoz ilişkilerini etkileyen unsurlar yarı yapılandırılmış mülakatlar yoluyla araştırılmıştır. Bulgular, firmalar arası simbiyotik iş birliklerinin gelişiminde coğrafi yakınlık, teknik yetkinlik ve piyasa bilgisi benzerlikleri, karşılıklı ekonomik faydalar, yasal düzenlemeler ve kolaylaştırıcı kurumların önemli roller oynadığını göstermektedir. Yığılma ekonomisinin sunduğu avantajların yanında, yan ürün alışverişi firmaların teknoloji kullanımı ve yenilikçilik kapasitele-

ABSTRACT

Industrial symbiosis activities based on circular synergies offer significant opportunities to mitigate the negative environmental impacts of industrial clusters and to promote sustainable regional development. Following the implementation of Turkey’s 10th Development Plan, which prioritized cleaner production and eco-efficiency in the industrial sector; the 11th Development Plan also included support for industrial symbiosis initiatives. There is growing recognition of the importance of public support for such collaborative efforts. The literature identifies several factors influencing the development of industrial symbiosis, including environmental conditions, agglomeration externalities, and institutional, organizational, and technical factors. Within the field of environmental economic geography, the concept of proximity is used to explain how geographical, social, cognitive, organizational, and institutional closeness fosters symbiotic relationships and inter-firm linkages. Grounded in this theoretical framework, this study examines how local dynamics and proximity support industrial symbiosis in the Eskişehir Organized Industrial Zone. Social network analysis is used to map inter-firm connections and identify relationship structures. In addition, semi-structured interviews are conducted to explore the factors influencing the establishment of symbiotic collaborations. The findings suggest that industrial symbiosis is supported by geographical proximity, shared technical capabilities and market knowledge, mutual economic benefits, legal regulations, and the involvement of enabling institutions. Beyond agglomeration economies, by-product exchange is also linked to firms’ technological capabilities and

“Endüstriyel Simbiyoz Faaliyetleri Gelişiminde Yakınlık Bileşenlerinin Rolü: Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi Örneği” adlı makale YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü bünyesinde Şubat 2023 itibarıyla tamamlanan Senem Kozaman Aygün’ün danışmanı olduğu Neslihan Elif Alpar’ın yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

Geliş tarihi: 30.08.2024 Revizyon tarihi: 22.04.2025
Kabul tarihi: 24.04.2025 Online yayımlanma tarihi: 23.03.2026
İletişim: Senem Kozaman Aygün
e-posta: senemkozaman@gmail.com

 TMMOB
Şehir Plancıları Odası

riyle de doğrudan ilişkilidir. Bu yetkinliklerin geliştirilmesinde ve döngüsel ekonomiyi destekleyecek faaliyetlerin artmasında kamu yatırımları ve projeleri de kritik bir rol üstlenmektedir.

Anahtar sözcükler: Döngüsel ekonomi; endüstriyel ekoloji; endüstriyel simbiyoz; sürdürülebilir bölgesel gelişme; Türkiye.

innovative potential. Moreover, public investments and development projects play a crucial role in enhancing these capabilities and expanding circular economy practices.

Keywords: Circular economy; industrial ecology; industrial symbiosis; sustainable regional development; Turkey.

I. Giriş

1980'lerle birlikte iktisadi büyümenin negatif çevresel etkilerini azaltmaya yönelik sürdürülebilirliği ön plana çıkaran yenilikçi yaklaşımlar gelişme göstermiştir. Bunun yansıması olarak son yıllarda ekonomik coğrafya alanında da döngüsel ekonomi değer kazanmış (Ström ve Hermelin, 2023; Arfaoui vd., 2024; Bourdin ve Torre, 2024) ve kavramın mekânla ilişkilendirilmesine yönelik girişimler artmıştır (Tapia vd., 2021; Bourdin ve Torre, 2024). Küresel iklim değişiminin yarattığı yeşil ekonomik dönüşüm süreçlerinin etkisiyle çevresel ekonomik coğrafya alanının geliştiği izlenmektedir (Gibbs, 2006; Bridge, 2008; He vd., 2022; Arfaoui vd., 2024). Bu bağlamda, çevresel ekonomik coğrafya alanında döngüsel ekonomi üst kavramı çerçevesinde enerji ve hammadde tüketimini azaltmak, kirliliği engellemek için geliştirilen teknolojik ve organizasyonel çözümlerden biri de sanayi üretimi sonucu ortaya çıkan atıkların, başka bir süreçte hammadde olarak değerlendirilmesini içeren endüstriyel simbiyoz (ES) uygulamalarıdır (Frosch ve Gallopoulos, 1989; Cote ve Cohen-Rosenthal, 1998).

Chertow (2000), kavramı “endüstrilerin ve firmaların, rekabet avantajına yönelik materyal, enerji, su ve yan ürünlerinin fiziksel değişimini içeren kolektif bir yaklaşım, iş birliği ve coğrafi yakınlığın sunduğu sinerjik olanaklar” ifadesiyle tarif etmektedir. Fakat bu tanımlama zaman içinde sadece fiziksel olarak kaynak alışverişi değil, aynı zamanda hizmet paylaşımı, bilgi transferine dayalı iş birliklerini kapsayan bir içerikle ele alınmaya başlamıştır (Laybourn, 2006). Son olarak, eko-yenilikçilik kavramıyla ilişkilendirilerek geleneksel iş modellerinden atığın değerlendirildiği firma kültürel değişimine işaret eden bir içeriğe evrilmiş, simbiyoz ağlarının varlığı ve bu ağlar aracılığıyla karşılıklı kazançlı işlemler vurgusu yapılmaya başlanmıştır (Lombardi ve Laybourn, 2012).

ES gelişiminde firmalar arası iş birlikleri ve ağların oluşumunda etkili olan unsurları; teknik, sosyal, mekânsal, kurumsal ve organizasyonel faktörler özelinde inceleyen araştırmalara rastlanmaktadır (Gibbs, 2003; Ashton ve Bain, 2012; Taddeo vd., 2012; Velenturf ve Jensen, 2016). Bu faaliyetlerin kendiliğinden organik oluşumu Kalundborg¹ örneğinde görüldüğü üzere yıllar almakta ve sürdürülebilir endüstriyel gelişme için proaktif stratejilere ihtiyaç duyulmaktadır. Yazında, ilgili stratejilerin oluşturulması için, ES pratiklerine geçişte sosyal süreçlerin çözülmesi gerekliliğine vurgu yapılmaktadır (Velenturf ve Jensen, 2016).

ES için gerekli koşulların sağlanması ya da bu alışverişin gerçekleştirilmesinin temel dayanağı olarak yenilikçilik önem kazanmaktadır (Lombardi ve Laybourn, 2012; Velenturf ve Jensen, 2016). Ekonomik faaliyetlerde olduğu gibi ES ilişkilerinin gelişiminde de ticari ve ticari olmayan karşılıklı bağımlılıklar değerlidir (Ashton, 2008, Gibbs, 2003; Velenturf ve Jensen, 2016). Yenilikçilik ve sosyal ağların yanı sıra, coğrafi yakınlık ve güven, simbiyotik alışveriş için gerekli görülmektedir (Ashton ve Bain 2012; Taddeo vd., 2012; Velenturf ve Jensen, 2016).

Endüstriyel verimlilik ve bölgesel gelişme çerçevesinde ES ilişkilerini inceleyen araştırmaların sosyal boyutun önemine değindiği fakat teknik olanakları daha çok çalıştığı görülmektedir (Boons ve Howard-Grenville, 2009). İlgili yazında, endüstriyel simbiyoz faaliyetlerinde firmalar arası bağlantıları ve bu bağlantılarda öncü aktörleri belirlemeye yönelik ağ yapısını inceleyen ve bu bulguları nitel verilerle ilişkilendiren çalışmalar nadirdir (Paquin ve Howard-Grenville, 2012; Zhang vd., 2013; Han vd., 2017; Shi ve Chertow, 2017; Song vd., 2018; Domez ve Davies, 2011; Ashton, 2008; Ashton ve Bain; 2012; Velenturf, 2016). Ayrıca genel olarak, sanayileşme süreçlerini uzun soluklu deneyimlemiş gelişmiş ülke örneklerine dayalı alan çalışmaları sıklıkla kazanmaktadır (Neves vd., 2020).

Türkiye’de ES projelerinin resmi bir nitelik kazanması ve gelişim süreci son 10 yıllık dönemin ürünüdür. Bu dönem içinde ES odaklı bilimsel çalışmaların, ES potansiyelleri, ikincil hammadde olarak atıkların/yan ürünlerin kullanımına dair teknolojik incelemeler ve uygulamaya yönelik önerilere yer verdiği görülmektedir (Şenlier ve Albayrak, 2011; Alkaya vd., 2014; Gümüş, 2016; Eroğlu Önpiker, 2017; Erbay ve Uslu, 2017; Şen, 2019; Eryılmaz, 2019; Yılgin, 2019; Uslu, 2019; Yıldız, 2019; Duran, 2019; Genç, 2020; Demircioğlu ve Ever, 2020; Dolgen ve Alpaslan, 2020; Arslan, 2021; Mayoğlu Akın, 2021; Şenocak, 2021; Balbay vd., 2021). Fakat, ulusal yazında simbiyotik ilişkilerin gelişimini ekonomik coğrafya perspektifinde irdeleyerek ilişkilerin kurulmasında etkili olan faktörleri araştıran alan çalışmasına rastlanmamıştır.

Genel olarak bakıldığında, Türkiye’de sanayi sektöründe yeşil dönüşüm odaklı projelerin gelişimi yeni olmakla birlikte atıkların yan ürün olarak kullanımını içeren ticari alışverişlerin geçmişte daha eskilere dayanmaktadır. Bu çalışma kapsamında da, ES faaliyetlerinde yer alan firmaların ilişki ağlarını betimleyici analizlerle ortaya koymak ve bu iş birliklerinde etkili faktörleri döngüsel ekonomiyi ele alan ekonomik coğrafya

¹ Danimarka’da yer alan Kalundborg Eko-Endüstriyel Parkı 1972’de başlayan bölgede yer alan firmaların birbirlerine yan ürünlerini kullanmak üzere iş birliği gerçekleştirdiği kendiliğinden gelişen endüstriyel simbiyoz ağı örneklerinden biridir (Avrupa Döngü Ekonomisi Paydaşları Platformu, 2022).

yazınına atıfla yakınlık perspektifinde (Ashton ve Bain, 2012; Velenturf ve Jensen, 2016) sorgulamak amaçlanmıştır. İlgili inceleme, Türkiye'de ES gelişimini proje bazlı önceliklendiren Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi (OSB) özelinde gerçekleştirilmiştir. Sürdürülebilir sanayi gelişiminin sağlanması, kaynak tüketiminin azaltılması ve döngüsel üretim sistemlerine geçiş için simbiyoz oluşumunda sosyal süreçleri çözümlenmek, ilişki ağlarının kendiliğinden organik gelişimini beklemek yerine bu faktörleri güçlendirecek bölgesel gelişme stratejileri üretmek adına önem arz etmektedir. Firmalar arası iş birlikleri, yenilikçilik için sosyal ağların ve aktörler arası uzaklıkların (coğrafi, sosyal, bilişsel, kurumsal ve organizasyonel) etkilerini ele alan tartışmalarda da ES faaliyetlerini anlamının bu stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlayacağı vurgusu yapılmaktadır. Fakat yazındaki çalışmaların temel olarak ya kurumsal düzeyde kaldığı (Velenturf ve Jensen, 2016) ya da sosyal ilişkileri anlamak için mikro düzeyde aktörlere (firma yöneticileri vb.) yoğunlaştığı görülmektedir (Ashton ve Bain, 2012). Bu çalışmada alan çalışmasına dayalı gerçekleştirilen çözümlenme arayışı, gelişmekte olan ES ilişki ağını ele alması açısından yazına özgün bir katkı sağlayacaktır.

Eskişehir OSB'de sinerjinin oluşumunda etkili olan yakınlık türleri; derinlemesine görüşmeler ve simbiyotik ilişkilerin yapısını anlamak amacıyla sosyal ağ analizi (SAA) ile değerlendirilmiştir. Bir sonraki bölümde ES gelişimi ile yakınlık kavramı arasındaki ilişki kuramsal olarak ele alınacaktır. Araştırma yöntemi ve bulguların açıklanmasını, genel çıkarımları içeren tartışma ve sonuç kısmı takip etmektedir.

2. Karşılıklı Bağımlılıklar, Yakınlık Kavramı ve ES Gelişimine Etkileri

Desrochers (2002) endüstriyel simbiyoz ağlarını yığılma ekonomilerinin bir örneği olarak tarif etmiştir. Endüstriyel yığılmalar, coğrafi yakınlık sayesinde firmalara iş birliği kurma imkânı yaratarak, ES ilişkilerinin gelişimini olanaklı kılmaktadır (Deutz ve Gibbs, 2008; Taddeo vd., 2017). Ayrıca, ES'nin negatif çevresel dışsallıkları bertaraf etmede yığılma ekonomilerine katkı sağladığı, endüstriyel kümelerin sosyal ve çevresel açıdan yeniden değerlendirilmesine fırsat sunduğu belirtilmektedir (Taddeo vd., 2017).

Yığılma ekonomilerinin oluşumu ve gelişiminde iki tür avantajdan söz edilmektedir. Bu avantajlardan birincisi; işlem (*transaction*) ve ulaştırma maliyetleri gibi fiyatlandırılabilir bileşenleri kapsayan, firmaların iş gücü, hammadde ve üretim sürecinde gerekli diğer hizmetlere kolay ve ucuz erişimini içeren ticari nitelikli karşılıklı bağımlılıklardır. İkincisi ise ticari nitelikli olmayan karşılıklı bağımlılıklar olarak tanımlanmakta ve bölgeye özgü kurallar, rutinler, güven, kurumsal kalınlık (*institutional thickness*) gibi üretilmesi ve taklit edilmesi zor, bir arada olmanın sağladığı ilişkisel varlıkları içermektedir (Evren, 2012). Ticari nitelikli olmayan karşılıklı bağımlılıkların da firmalar arası ilişkilerin kurulmasında önemli yansımalarının olduğu belirtilmektedir (Storper, 1997).

Ticari nitelikli olmayan karşılıklı bağımlılıklar (untraded interdependencies)

Kurallar, normlar / kurumsal ortam / güven / rutinler, alışkanlıklar

Yakınlık (proximity) boyutları

Coğrafi yakınlık
(geographical proximity)

Sosyal yakınlık
(social proximity)

Bilişsel yakınlık
(cognitive proximity)

Kurumsal yakınlık
(institutional proximity)

Organizasyonel yakınlık
(organisational proximity)

Şekil 1. Araştırmanın kuramsal çerçevesi.

Kaynak: Yazarlar tarafından üretilmiştir.

Huber (2000), geleneksel endüstriyel yapıların ekolojik açıdan modernize olmasına dayalı dönüşümün sadece verimlilik artışı ya da mevcut yapılarda küçük değişimleri değil, aynı zamanda temel teknolojik yenilikleri içerdiğini belirtmektedir. Fakat ticari nitelikli olmayan karşılıklı bağımlılıklar, yani firmalar arası bağlantıların oluşmasında ilişkisel varlıklar olmadan bir arada bulunma ve teknik altyapının varlığı yetersizdir (Gibbs, 2003). İlgili yazında, bu geçiş süreçleri ya da firmalar arası simbiyotik ilişkilerin kurulmasını etkileyen belli koşullara işaret edilmektedir. Endüstriyel yığılmalar ve kendiliğinden gelişen ES örneklerinde kaynak sinerjilerinin oluşumunda; coğrafi yakınlık ve güvene önem atfedilmektedir (Chertow ve Ehrenfeld, 2012; Ashton ve Bain, 2012; Taddeo vd., 2012; Arfaoui vd., 2024). Velenturf ve Jensen (2016), ES gelişiminde yenilikçilik kapasitesi ve sosyal ağları vurgulayan araştırmalarında yakınlık kavramını Boschma'ya (2005) atıfla coğrafi, sosyal, bilişsel, kurumsal ve organizasyonel olarak sınıflandırmıştır. Fiziksel mesafe kadar sosyal ağların yenilikçilik kapasitesini geliştirme ve iş birliklerini sağlama potansiyeline değinilerek bu ilişkilerin de kısa bilişsel mesafe (*short mental distance*) ile kurulabileceği öngörülmektedir (Velenturf ve Jensen, 2016; Ashton ve Bain, 2012).

Bu kuramsal çerçeveden hareketle, bir sonraki bölümde endüstriyel simbiyoz gelişiminde ve firmalar arası ilişkilerin kurulmasında yakınlığın farklı boyutları ve etkileri tartışılmıştır (Şekil 1).

2.1. Coğrafi Yakınlık

ES pratiklerini etkilediği öngörülen coğrafi yakınlık, firmalar arası fiziksel mesafeye atıfla metre ya da kilometre üzerin-

den değerlendirilmektedir (Arfaoui vd., 2024; Song ve Son, 2020). Yenilikçilik ile coğrafyayı birlikte inceleyen çalışmalar, ekonomik faaliyetler içinde yer alan aktörlerin öğrenme süreçlerinde ve bilgi ağlarının oluşmasında mekânsal yakınlığa önem atfetmektedir (Castells, 1996).

ES perspektifinde ele alındığında, coğrafi yakınlığın yarattığı yığılmaların temel avantajı olarak, benzer firmaların bir aradalığının kaynakların yeniden kullanımına aracılık edebileceği, bölgede kaynak alışverişinde verimliliğin artmasını sağlayabileceği iddia edilmektedir. Bu kapsamda ES ilişkileri gelişiminin yerel ve bölgesel ölçekte daha mümkün olduğu ifade edilmektedir (Velenturf ve Jensen, 2015; Chertow vd., 2008). Özellikle organik gelişen ilişkilerin temelde birbirine yakın firmalar arasında, yerelde yaşandığı izlenmektedir. Ek olarak, atığın türü, ulaşım maliyetleri, ikincil materyalin piyasa değeri, ortaklık kurulabilecek aktörler, uygulamaya yönelik teknolojik altyapı ve bilgi, coğrafi faaliyet alanının sınırlarını etkileyebilmektedir (Avrupa Komisyonu, 2018).

Mekansal yakınlık ile kaynak alışverişi ilişkisini ampirik olarak ele alan araştırmalarda farklı bulgulara da rastlanmaktadır. Chertow ve diğerleri (2008) özellikle yükte hafif pahada ağır materyallerin daha uzak coğrafyalara taşınabileceğine değinir. Diğer taraftan Jensen ve diğerleri (2011) materyalin ağırlığı ve ekonomik değeri ile kat edilen mesafe arasında bir korelasyon bulunmadığını, yan ürünü kullanabilecek alıcı bulmanın zor olduğu, taşıma maliyetlerinin uygun olduğu durumlarda, talep doğrultusunda yan ürünün yüzlerce kilometre uzağa gönderilebileceğini belirtmektedir. Velenturf (2016) ise miktar, kalite, fiyat ve teminat süresinin atığın taşınma mesafesini etkilediğini ifade etmektedir. Bu bağlamda ES faaliyetlerinde ilişki kurulan firmaların birbirine uzaklıklarını ele alan çalışmalarda temelde yakınlık önemli olmakla birlikte istisnalar gözlemlenmektedir. Yine Velenturf (2016), kısa mesafede (48–64 km) ilişki kurulabildiği gibi, uzak mesafede (241 km) çok güvenilen tedarikçiden de yan ürün temin edilebileceğini ortaya koymaktadır. İngiltere Ulusal Endüstriyel Simbiyoz Programı verilerini inceledikleri çalışmalarında Jensen ve diğerleri (2011), sinerjilerin %90'ının 75 mil yarıçap (yaklaşık 121 km) mesafe içerisinde gerçekleştiğini, atık materyallerin karayoluyla taşınma mesafesinin ise ortalama 25 mil (40 km) olduğunu tespit etmiştir. İngiltere'deki Humber bölgesi örneğinde ise kaynak ortaklığının yaklaşık 1 mil ile 600 mil (2 km ile 966 km) arasında değiştiği, %73 bağlantının 75 mil (yaklaşık 121 km) ile sınırlı olduğu ifade edilmektedir (Velenturf, 2017). Shi ve diğerleri (2010), Çin'de ulusal ekonomik gelişme bölgelerinden biri olan Tianjin Ekonomik-Teknolojik Kalkınma Bölgesi'ndeki (*Tianjin Economic-Technological Development Area - TEDA*) çalışmalarında yan ürünlerin ortalama 28,2 km mesafe içerisinde, atık enerji ve atık suyun ise daha kısa mesafelerde taşındığını tespit etmiştir.

Simbiyotik ilişkinin gelişmesinde mesafe unsuru gereklilik ve yerlilik açısından tartışılmaktadır (Lombardi ve Laybourn, 2012;

Jensen vd., 2011). Yakınlığa atfedilen önemin temel dayanağının taşıma maliyeti ile ürün değeri arasındaki denge olduğunu iddia eden çalışmalar bulunmaktadır (Sterr ve Ott, 2004). Fakat bu alışverişin doğrudan ulaştırma maliyetiyle ilintisini kanıtlayan ampirik araştırmalar bulunmamaktadır. Diğer taraftan, ES ilişkilerinde coğrafyanın etkisini sadece ticari nitelikli bağımlılıklar üzerinden irdelemek, yığılmaların sağladığı avantajları değerlendirmede kısıtlı kalacaktır. Değindiği üzere, coğrafi yakınlığın olduğu koşullarda farklı firma çalışanlarının tanışıklığının, güvene dayalı ilişkilerin, iş birliği ve karşılıklı bilgi paylaşımının gelişme olasılığını arttırdığını tespit eden araştırmalar bulunmaktadır (Chertow ve Ehrenfeld, 2012; Ashton ve Bain, 2012; Taddeo vd., 2012). Sterr ve Ott (2004), coğrafi mesafe ile bilişsel mesafeyi ilişkilendirerek, özellikle yan ürün alışverişi öncesi formel ya da enformel bağlantısı olmayan firmalar arasında güveni oluşturacak iletişim ve koordinasyon maliyetlerinin artış göstereceğine değinir ve firmalar arası güvenin mesafeyle bağlantısına işaret eder. ES faaliyetlerinin gerçekleşmesi belli teknolojik altyapıların varlığı, yenilikçi süreçlerin gerekliliği özelinde ele alındığında da, gömülü bilginin ve deneyimin belli alanlarda yığılmasının sağladığı avantajlar kaçınılmaz olarak değerli olacaktır. Sonuç olarak coğrafya temelde diğer yakınlık türlerinin gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır (Boschma, 2005).

2.2. Sosyal Yakınlık

Sosyal yakınlık, gömülülük kavramıyla ilişkilendirilerek yenilikçilik ve öğrenme süreçlerinde sosyal mekanın etkisi üzerinden değerlendirilmektedir. Yani bu yakınlık türü, ekonomik ilişkilerin şekillenmesinde mikro ölçekte aktörler arası sosyal bağlantıları içermektedir (Boschma, 2005; Velenturf ve Jensen, 2016).

ES gelişiminde de, aktörler arası bağlantıların oluşumunda ticari olmayan karşılıklı bağımlılıklar önem kazanmaktadır. Yapılan araştırmalara göre, endüstriyel kümelerdeki karşılıklı ilişkiler, güven, ortak iş kültürü ES ilişkilerinin gelişmesi için uygun zemini hazırlamaktadır (Taddeo vd., 2017; Sterr ve Ott, 2004; Ashton, 2008; Chertow ve Ehrenfeld, 2012). Aktörler arası ilişkilerde kopukluklar ise, atıkların yeni kullanım alanları, potansiyel pazar ve tedarik hakkında bilgi paylaşımını sınırlayıcı bir engelle dönüşebilmektedir (Gibbs, 2003).

Sosyal yakınlık ile ilişkilendirilerek aktörler arasındaki gömülü ilişkilerin ES faaliyetlerini olumlu etkilediği belirtilmektedir (Ashton, 2008; Chertow ve Ashton, 2009; Ashton ve Bain, 2012). Granovetter (1985) gömülülük kavramı ile bireyler arası ya da ağ içi kişisel ilişkilerde güvenin rolüne değinir. Sosyal gömülü ilişkiler ekonomik faaliyetleri biçimlendiren beşeri unsurlar olarak görülmektedir. Dolayısıyla ekonomik bir faaliyet olan ES gelişiminde de sosyal ağlara gömülü olan firmalar arası güven değerlidir. Aktörler arası (firma çalışanları, sahipleri vb.) mikro ölçekte arkadaşlık, profesyonel tanışıklık gibi sosyal gömülü bağlantılar güven ortamını destekleyerek, ekonomik ilişkilerin kurulmasına ve bilgi alışverişine katkı sağlayabilir (Velenturf ve Jensen,

2016). Bağlantılar bireysel ilişkilere dayalı olsa dahi zaman içinde yerel ortak normların biçimlenmesini ve simbiyotik faaliyetleri tetikleyen kültürün gelişimini sağlayabilir. Hatta bu güvene dayalı ortam, teknolojik ve ekonomik iş birliklerini artırarak gömülü bilgiye dayalı yenilikçi kapasitenin gelişmesine aracılık edebilir (Domenech ve Davies, 2011; Ashton ve Bain, 2012).

Ashton (2008), ES üzerine ağ teorisine dayalı çalışmasında firma yöneticileri arasındaki ilişkilere merkezi rol üstlenenlerin en fazla güvenilen aktörler olduğu tespitinde bulunmuştur. Bu merkezilik, ağ içindeki hiyerarşide güçlü rolün varlığına işaret eden ve kaynaklara, bilgiye erişimde daha etkili olmayı sağlayan bir konum sağlamaktadır.

Burada ortaya konan temel başka bir soru da güvenin ne anlama geldiği, güvene neden ihtiyaç duyulduğu ve belli coğrafi uzaklıklar içinde nasıl geliştirileceği üzerinedir. Velenturf ve Jensen (2016), ilgili sorulara verilecek cevapların ES alanındaki araştırma ve pratiklere katkı sağlayacağı, yapılan çalışmalarda varsayılan etkisine karşılık, nasıl ve neden önemli olduğu sorularının yanıtlanmadığı görüşündedir. Hatta ilgili yazarlar, gömülü bilginin kodlanmış bilgiye dönüştüğü aşamada kişisel ilişkilerin önemsizleştiği firmalar arası sözleşmeler aracılığıyla da iş birliklerinin formel olarak kurulabileceğini belirtmektedir.

2.3. Bilişsel Yakınlık

Öğrenme, özümseme, teknolojiye uyum sağlama dolayısıyla yenilikçi olma becerisi aktörlerin var olan bilgi altyapısıyla bağlantılıdır (Cohen ve Levinthal, 1990). Faillerin bilgiyi ele alma, yorumlama, özümseme şekilleri (Wuyts vd., 2005) ve davranışlarını biçimlendiren norm, değerlerin örtüşmesini ifade eden (Velenturf ve Jensen, 2016) bilişsel yakınlığın firmaların birbiriyle iletişim kurması ve birbirlerinden gelecek yeni bilgiyi kullanabilmesi için gerekliliğine dikkat çekilmektedir. Ashton ve Bain'in (2012) Hindistan Nanjangud Sanayi Alanı'nda yaptığı çalışmada, firma yöneticilerinin atık konusunda benzer değerlere sahip olması ve yan ürün alışverişinde kişisel bağlantıların önemi ortaya konmuş, ES alışverişinde "kısa bilişsel mesafenin" (*short mental distance*) gerekliliği vurgulanmıştır. Firmalar arası benzer bilgi altyapısı, ES ilişkilerine açık ya da kapalı olma, bunu risk ya da bir fırsat olarak görme ve bilişsel davranışlarda aktörler arası yakınlık, ES bağlantılarının kurulmasında etkili olabilmektedir. Fakat mevcut bağlantılara gömülülük ya da yoğun ilişki ağları, firmalarda bilişsel kilitlenmelere (*lock-in*) ve yaratıcılığı engelleyen koşulların gelişmesine de neden olmaktadır (Boschma, 2005). Belli bir ölçüde firmalar arası bilişsel yakınlık ya da bilişsel örtüşme (*cognitive overlap*) iletişim ve bilgi alışverişi için önemliyken, çeşitlilik de yaratıcılığı, yeni fikirleri teşvik edecektir. Bilişsel çeşitlilik, aktörler arası farklılıklar ya da belli bir süreç içinde aktörlerin çeşitliliği üzerinden açıklanmaktadır (Velenturf ve Jensen, 2016).

Atığın hammadde olarak kullanılmasında teknik yetkinliklerdeki benzerlik de firmalar arası bağlantıların kurulmasında

önemlidir. Endüstriyel sektörler arasındaki girdi-çıkı ilişkilerinin uyumlu olması (Gibbs, 2003; Mirata, 2004; Park vd., 2018; Taddeo vd., 2017; Yu vd., 2014) simbiyotik ilişkileri desteklemektedir. Bu uyumun sağlandığı sektörel çeşitliliği barındıran yığılmalarda yan ürün alışverişine dayalı bağlantıların kurulma olasılığı artmaktadır (Jensen, 2016; Madsen vd., 2015; Sterr ve Ott, 2004). Velenturf (2016) çalışmasında, firmaların ekonomik beklentiler, kaynak güvenliği (*resource security*), teknolojik uyum gibi konularda ortak anlayışa sahip olmasının ES ilişkilerini desteklediğini belirtmektedir. Firmaların yan ürün alışverişinde anlaşma şartlarını yerine getirme kabiliyeti, piyasa hakkında bilgi düzeyleri, karşılıklı teknolojik yetkinliklere güven, bağlantılarını sürdürülebilir kılmaktadır.

2.4. Kurumsal Yakınlık

ES gelişiminde diğer önemli bir faktör kurumsal ortamdır. Sosyal yakınlık failler arası mikro düzeyde ilişkiler üzerinden tanımlanırken, kurumsal yakınlık makro düzeyde ilişkilere bağlı olarak açıklanmakta; kurumsal bağlam organizasyonel ve sosyal yakınlığı çevrelemektedir (Boschma, 2005). Yazında, tanım olarak organizasyonel ve sosyal yakınlık ile örtüşme ihtimaline karşı bu yakınlık türünde kurumların sosyal açıdan makro düzeyde yenilikçi süreçlere etkisinin tartışılması gerektiği vurgulanmaktadır (Velenturf ve Jensen, 2016). Kurumlar, "bireyler ve gruplar arasındaki ilişkileri ve etkileşimleri düzenleyen ortak alışkanlıklar, rutinler, yerleşmiş uygulamalar, kurallar ya da yasalar seti" olarak tanımlanmaktadır (Edquist ve Johnson, 1997, s. 46). Kurallar, yasalar gibi resmi kurumlar ve kültürel normlar, gelenekler gibi resmi olmayan kurumlar, aktörlerin birbiriyle bağlantıya geçmesini etkilemektedir. Bilgi; kültürel yakınlık ve ortak dil aracılığıyla daha kolay iletilir. Bu kapsamda Boschma (2005), kurumsal yakınlığı oyunun kuralları olarak ifade eder ve aktörlerin paylaştığı-benzeştiği enformel kısıtlayıcılar ve formel kuralları işaret eder.

ES faaliyetlerine katkı sağlayan kurumsal ortamın oluşmasında firmalar, düzenleyici kurumlar, politika yapıcılar, yatırımcılar ve sivil toplum kuruluşları gibi çeşitli aktörler etkili olabilir (Mirata, 2004; Chertow, 2007). Bununla birlikte iletişimin sağlanacağı platformlar aracılığıyla aktörler arasında bilgi paylaşımı ve etkileşim sonucunda ortak anlayışın ve amaçların gelişmesi mümkün olabilir. Bu nedenlerden dolayı Mirata (2004) ES gelişiminde koordinasyonu sağlayan kuruluşların varlığının önemi- ne değinir. İlgili tüm aktörlerin süreçte iş birliğine açık olması da motivasyon açısından değerlidir. Firmalar arasında benzer rutinlerin, ya da ortak güdülerin varlığı iş birliklerinin gelişiminde etkili olabilir. Bu yakınlık firmalar arası ticari bağımlılıklar üzerinden de kurulabilir.

Bilgi ağları kurumsal yakınlık derecesini artırabilir. Tekrarlayan iş birlikleri de ortak değer, hedef ve etik pratiklerin gelişmesine katkı sağlayacaktır. Bu kurumsal koşullar, organizasyonlar arasındaki iş birliğine yönelik yöntemleri belirleyen sözleşmelerde kodlanmış hale gelirler. Böylelikle firmaların farklı sis-

temleri de kurumsal bariyerlerden arınarak iş birliği ortamını sağlayacak şekilde gelecek ortaklıklara uygun şartlarda birbirine entegre olur (Balland vd., 2015).

Endüstriyel simbiyozu teşvik eden çevresel politikaların yasal, yönetsel ve teknolojik altyapı ile desteklenmesi, çevre kirliliğini önleme ve doğanın korunmasına öncelik veren mali politikaların (vergiler, ücretler, harçlar, sübvansiyonlar vb.) oluşturulması, finansal desteklere ulaşmanın önündeki uzun bürokratik süreçlerin kısaltılması, devletin çevresel politikaların uygulanmasında denetimi sağlaması ES faaliyetlerinin gelişiminde tetikleyici olmaktadır (Heeres vd., 2004; Madsen vd., 2015; Mirata, 2004; Sakr vd., 2011; Taddeo vd., 2012).

2.5. Organizasyonel Yakınlık

Organizasyonel yakınlık; organizasyonel kültür (organizational culture) olarak da tanımlanan, firmaların yönetim yapısı, firmaya özgü rutinler, benimsediği kurallar bütünü ve vizyonlarındaki benzerliği içermektedir (Knoben ve Oerlemans, 2006; Boschma, 2005). Diğer yakınlık türleriyle örtüşen tanımlamaları olmakla birlikte firmaların birbirlerine tanıdığı imtiyazlar, ya da ekonomik bağımlılıkla ilintilendirilerek birbirlerinin üzerindeki kontrol dereceleri olarak ifade edildiği de görülmektedir. Bu bağımlılıklar, simetrik olabileceği gibi hiyerarşik de olabilir (Broekel ve Boschma, 2012).

Güçlü organizasyonel yakınlık gömülü bilginin paylaşımına olanak sağlamaktayken, esnek ilişkilerin olması ise farklı bilgilere ulaşmayı kolaylaştırmaktadır. Diğer taraftan, firmalar arası fazla yakınlık fırsat ve risklerin görülmesini engellerken, çok az yakınlık ise koordinasyon eksikliğiyle sonuçlanabilmektedir (Boschma, 2005; Noteboom, 1999).

Yazında simbiyotik ilişkileri engelleyen organizasyonel faktörler; firma önceliğinin ana üretim faaliyetleri olması ve ES için yeterli kaynak (zaman, para, bilgi, personel vb.) ayrılmaması (Madsen vd., 2015; Van Beers vd., 2007), örgütsel atalet sonucu firmaların yenilikçi iş birliklerine açık olmaması gibi etmenlerle ilişkilendirilmektedir (Taddeo vd., 2017). Yine organizasyonel faktörler altında değerlendirilen firma, yerel yönetim ve çeşitli aktörler arasında iş birliği kurma becerisi, güven, geçmiş olumlu deneyimler ve yeni fikirlere açık olmanın simbiyoz ilişkilerini olumlu etkilediği belirtilmektedir (Mirata, 2004; Simboli vd., 2015). Velenturf (2016) firmalar arasında yeterince güvenin olmadığı durumlarda ilişkilerin daha ayrıntılı sözleşmelerle tarif edildiği anlaşmalara ihtiyaç duyulduğunu tespit etmiştir.

Boschma ve diğerleri (2014), benzer gruplara dahiliyet olarak tanımladığı organizasyonel yakınlığı, aynı holdinge ait alt firmalar, aynı üniversitenin araştırma merkezleri, aynı organizasyon için çalışan bireyler gibi örneklerle açıklamaktadır. Her ne kadar organizasyonel yakınlığın firmalar arası ortak çalışma kültürünü

ve yenilikçi kapasiteyi geliştireceği söylene de yapısal özellikleri ve rutinleriyle birbirinden ayrılan kurumların farklı motivasyonlarla iş birliği yaptığı da görülmektedir. Örnekle, firmalar için rekabet güdüsüyle bilginin gizliliği önem taşıırken, kâr amacı gütmeyen kuruluşlar (üniversite, kamu kurumları, sivil toplum kuruluşları, meslek kuruluşları vb.) bilgi paylaşımı konusunda daha esnektir. Fakat bu kurumlar arasında organizasyonel yakınlık kısıtlı olmasına rağmen iş birlikleri (üniversite, sanayi iş birlikleri gibi) kurabilmektedirler (Broekel ve Boschma, 2012).

3. Metodoloji

Yazında yenilikçiliği içeren ES alışverişinin gelişiminde sosyal ağların önemi ve çözümlenmesi ihtiyacı üzerinde durulmaktadır. Bu çözümlemede; kalitatif yöntemin kullanılmasının, kantitatif çalışmaların ES gelişimini destekleyecek bulguları somut stratejik tavsiyelere dönüştürmede yaşadığı açmazdan kurtaracağı iddia edilmektedir (Velenturf ve Jensen, 2016). ES faaliyetlerini şekillendiren etmenlerin neler olduğunu inceleyen endüstriyel ekoloji ve ekonomik coğrafya yazınında kalitatif araştırmalara sıklıkla rastlanmaktadır (Ehrenfeld ve Gertler, 1997; Gibbs ve Deuz, 2005; Hewes ve Lyons, 2008; Behera vd., 2012; Velenturf, 2016).

Bu çalışmada da firmalar arası ES faaliyetlerinin gelişim süreci Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi (EOSB) özelinde mülakatlara ve sosyal ağ analizine dayalı olarak incelenmiştir. İlk aşamada, Eskişehir Sanayi Odası ve EOSB Müdürlüğü'nün dahil olduğu 2015 yılında başlayan Avrupa Birliği Ufuk 2020 SHAREBOX (*Secure Management Platform for Shared Process Resources*) Projesi çalıştay ve çalışmaları sonucu EOSB içinde yer alan firmaların atık/yan ürün tedarikine dair listeden yararlanılmıştır. EOSB Müdürlüğü'nden elde edilen 2018 yılı verilerini içeren ES ağı listesinde 23 firma bulunmaktadır. Araştırma sırasında 23 firmanın 19'unun hala faal olduğu tespit edilmiştir. Bu firmalardan 11'i görüşmeyi kabul etmiştir. Ayrıca listede yer alan EOSB dışındaki 3 firmayla, EOSB'deki üreticilere çevre danışmanlığı hizmeti sağlayan bir firmayla, Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı (BEBKA) ve EOSB Yönetimi yetkilileriyle Kasım 2020 – Ocak 2023 yılları arasında yarı yapılandırılmış görüşme² gerçekleştirilmiştir. Görüşülen firmalar temelde seramik, çimento, cam vb. ürünlerin imalatını içeren diğer metalik olmayan mineral ürünleri, gıda ürünleri ve metal ürünleri imalatı sektörlerinde yer almaktadır.

ES ilişkilerinin gelişiminde sosyal faktörleri inceleyen araştırmalarda, güç ilişkileri ve ağ yapısını ortaya çıkarmak için sosyal ağ analizinin (SAA) kullanıldığı görülmüştür (Ashton ve Bain, 2012; Song vd., 2018). Bu çalışmada da firmalar arası ilişkilerin oluşturduğu yapıyı çözümlenmek ve öne çıkan işletmeleri tespit etmek için SAA kullanılmıştır. SAA çalışmasında veri olarak, 2018 yılında EOSB Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen tarama sonucu EOSB'de ES faaliyetleri gerçekleştiren

² Gerçekleştirilen mülakatlar çevrimiçi toplantı platformları, telefon ve e-mail üzerinden yarı yapılandırılmış görüşme sorularına verilen cevaplara dayalıdır.

19 firmanın bağlantılar listesi kullanılmıştır. Bu liste yapılan mülakatlar sırasında firmaların mevcut iş birlikleri sorularak revize edilmiştir. Simbiyotik ilişki kuran tüm firmalara ulaşılmadığından (19 firma içinden 8'i görüşmeyi kabul etmemiştir) görüşme yapılamayanlara ait 2018 yılı verileri kullanılmıştır.

Firmalar arası bağlantılarda öne çıkanları tespit etmek ve ilişkileri görselleştirmek için NetDraw programı (Borgatti, 2002) kullanılarak derece merkeziliğine (*degree centrality*) bakılmıştır. Derece; bir firmanın diğer firmalarla kurduğu bağlantı sayısını ifade etmektedir. Bu bağlantı iki farklı şekilde olabilir: Biri firmaya gelen (*in-degree*) aldığı ES bağlantı sayısını, diğeri ise firmadan giden yani gönderdiği ES bağlantı sayısını (*out-degree*) ifade etmektedir. Derece merkeziliği ise, bir aktörün kurduğu doğrudan toplam ilişki sayısı ile açıklanmaktadır (Song vd., 2018). İlişkiler ağında yer alan tüm firmalarla görüşme yapılamaması bağlantıları betimlemek adına önemli bir kısıt olmakla birlikte mülakatların tematik incelenmesi, ES bağlantılarının gelişiminde farklı yakınlık türlerinin değerlendirilmesine olanak sağlamıştır.

4. Çalışma Alanı: Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi ve Endüstriyel Simbiyoz Projesi

Cumhuriyetin ilk yıllarında Eskişehir'in sahip olduğu tarımsal ve doğal kaynaklara bağlı olarak, ilde gelişen ilk sanayi sektörlerini gıda, taşa ve toprağa dayalı sanayi oluşturmuştur. 1973 yılında EOSB'nin faaliyete geçmesiyle planlı bir sanayileşme dönemine geçilmiş ve büyük yatırımlar sanayi bölgesinde yer seçmeye başlamıştır (Fırat, 2015). Eskişehir'in 2019 yılı Gayri Safi Yurt içi Hasılasında (GSYH) sanayi sektörünün payı %41'dir. Türkiye'de ise bu değer %30'dur (TÜİK, 2019).

Önemli kümelenme projelerinin gerçekleştiği ilde EOSB'de yer alan 537 firma bulunmaktadır. Türkiye'nin en büyük OSB'lerinden biri olan ve alansal olarak hala büyümeye devam eden EOSB'de ağırlıklı olarak fabrikasyon metal ürünleri, kauçuk ve plastik ürünleri, başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman imalatı, diğer imalatlar, gıda ürünleri imalatı ve diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı ön plana çıkmaktadır (OSBÜK, 2021; Eskişehir OSB, 2021).

Ülkemizde, sanayide temiz üretim ve eko-verimlilik hedeflerine öncelik veren 10. Kalkınma Planı'ndan sonra, 11. Kalkınma Planı'nda da destek programları arasında endüstriyel simbiyoz faaliyetlerinin geliştirilmesine yer verilmiştir. Bu kararlar doğrultusunda 2014 yılında BEBKA ve Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) iş birliğiyle Bursa Eskişehir Bilecik Endüstriyel Simbiyoz Programı başlatılmıştır. Program; fizibilite-altyapı ve uygulama-sürdürülebilirlik aşaması olmak üzere iki etapta meydana gelmektedir. İlk aşama sonucunda bölgedeki sektörel yapı analizleri, endüstriyel simbiyoz potansiyelleri ve stratejilerinin belirlendiği fizibilite raporu hazırlanmıştır. Bölgenin sanayi yapısı analizinin ilk aşamasında, illerdeki firma sayısı ve istihdam sayısı bakımından öne çıkan sektörler tespit edilmiştir. İkinci aşamada ise bölgede miktarı

en fazla olan ve öne çıkan sektörlerden kaynaklanan atıklar listelenmiş ve endüstriyel simbiyoz için potansiyeli yüksek sektörler belirlenmiştir. Eskişehir'de Bursa ve Bilecik illerine kıyasla sektörel çeşitliliğin yüksek olması, Eskişehir Bilecik Kütahya Seramik İş Kümesi, Eskişehir Havacılık Kümelenmesi, Eskişehir Raylı Sistemler Kümelenmesi ve İnegöl Mobilya Kümelenmesinin, endüstriyel simbiyoz olanakları için avantaj sağlayabileceği vurgulanmaktadır (BEBKA, 2015).

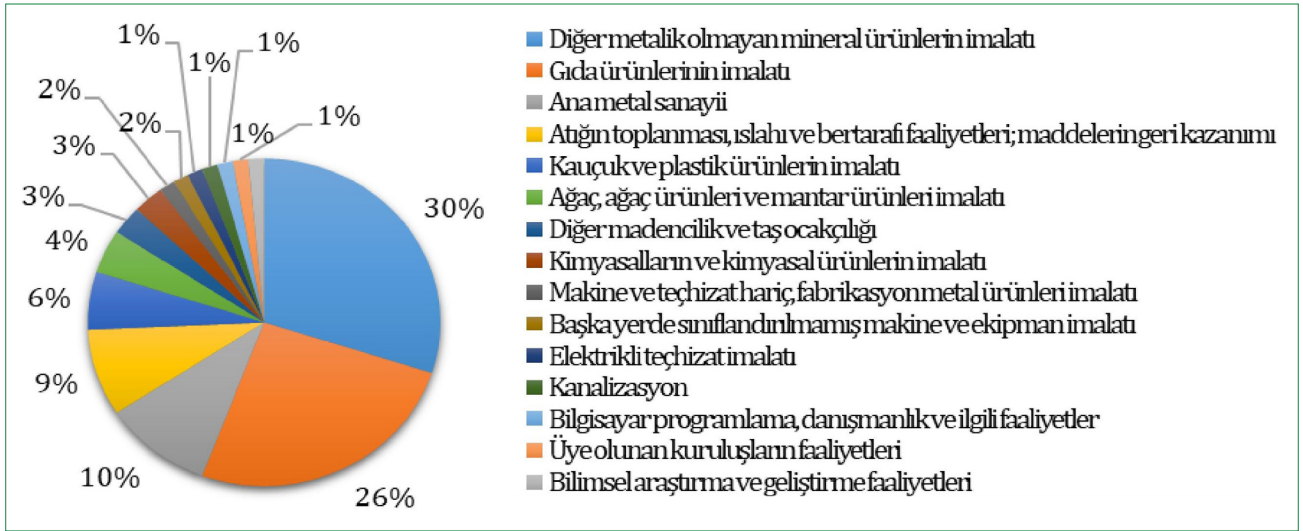
Eskişehir, 2018 yılında "Türkiye için Endüstriyel Simbiyoz Yol Haritası Geliştirilmesi" projesi kapsamında, 2019 yılında ise Dünya Bankası ve Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından yürütülen Türkiye Yeşil OSB Projesi uygulama aşamasında pilot bölge olarak seçilmiştir. Bu projelere referansla 2019 yılında BEBKA tarafından Eskişehir Endüstriyel Simbiyoz Projesi başlatılmıştır. Projenin temel hedefi, EOSB başta olmak üzere Eskişehir'de yer alan firmaların ES iş birliği potansiyellerinin araştırılması ve uygulanması sonucu çevresel ve ekonomik kazanımların belirlenmesidir. Potansiyeller belirlenirken ürettiği atık miktarı, çalışan sayısı, elektrik, doğalgaz ve su tüketimi göstergelerinin herhangi birinde sıralamada ilk on içinde yer alan 24 faaliyet alanı seçilmiştir. Bu faaliyet alanlarında çalışan firmalarla yapılan görüşmeler ve sinerji çalıştayı sonucunda 217 ES olanağı içerisinde 72'si yüksek potansiyel taşıyan olarak tespit edilmiştir (BEBKA, 2020). İlgili projelerin temel olarak ES potansiyelleri ortaya çıkarılmasına ek olarak, çalıştaylar ve toplantılar sonucu bazı ES alışverişlerine de aracılık ettiği belirtilmektedir. Halihazırda OSB içinde bazı firmalar arası yan ürün alışverişi gerçekleşmektedir. Mevcutta var olan bağlantılar, 2018 yılında EOSB Müdürlüğü'nün anketleri bağlamında çıkarılmıştır. Bu listede yer alan ilişkiler ve revizyonlarıyla gerçekleştirilen sosyal ağ analizi ve firmalarla yapılan mülakatlar kapsamında elde edilen bulgulara aşağıdaki bölümlerde yer verilmiştir.

5. Bulgular

5.1. EOSB'de Endüstriyel Simbiyoz Faaliyetleri Çözümlemesi: Sosyal Ağ Analizi

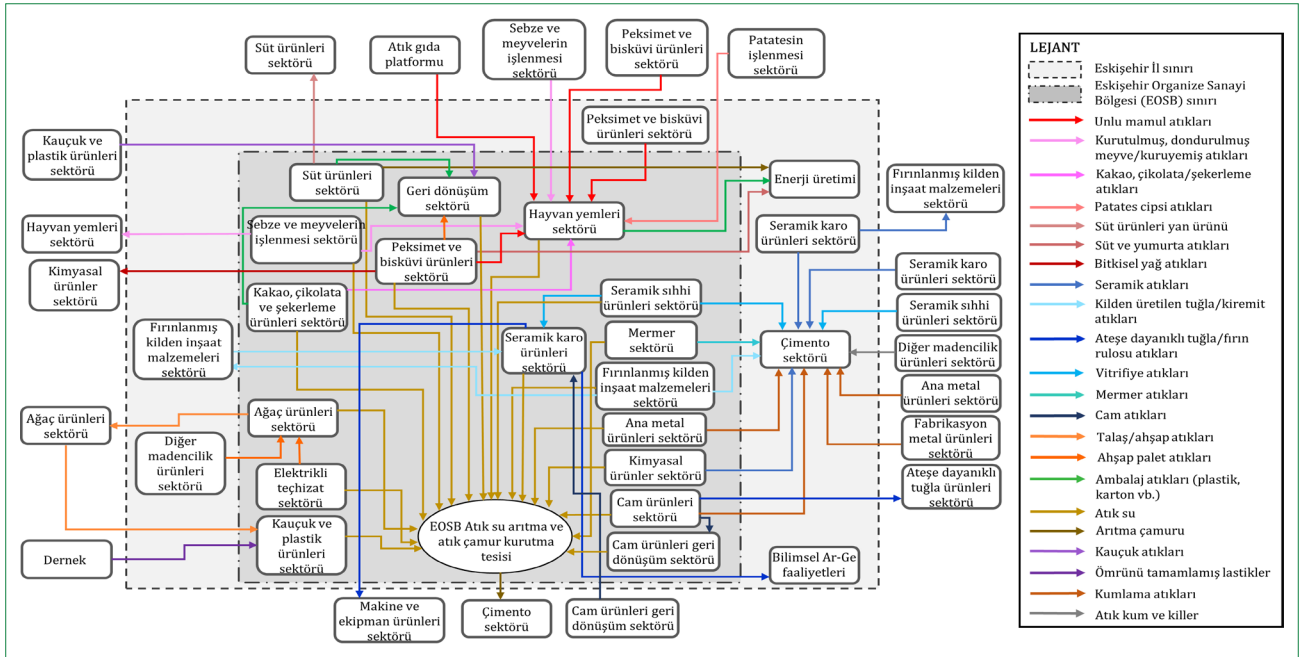
Değindiği üzere BEBKA (2020), TR41 bölgesinde Bursa Eskişehir Bilecik Endüstriyel Simbiyoz Programı uygulama aşaması için Eskişehir'in seçilme nedeninin EOSB içindeki sektörel çeşitliliğin yoğunluğu olduğunu belirtmiştir. Sektörel çeşitliliğin yanı sıra tehlikesiz ve inert atıkları daha fazla olan taşa toprağa dayalı sanayi ve gıda sanayinin EOSB içindeki varlığı, ES faaliyetlerinin gelişiminde diğer bir avantaj olarak sıralanmaktadır.

Eskişehir OSB temel olarak kendiliğinden (*self-organized*) gelişen endüstriyel simbiyoz faaliyetlerinin yer aldığı bir örnek olmakla birlikte kolaylaştırıcılar (*facilitated*) aracılığıyla da simbiyotik ilişkiler kurulmuştur. 2019 yılında BEBKA'nın yürüttüğü Eskişehir Endüstriyel Simbiyoz Projesi'nin ve EOSB Müdürlüğü girişimlerinin bu ilişkilerin kurulmasına destek olduğu ve bazı firmaları teşvik ettiği anlaşılmaktadır.



Şekil 2. Endüstriyel simbiyoz faaliyetlerine dahil olan firmaların sektörel dağılımı.

Kaynak: Yazarlar tarafından üretilmiştir.



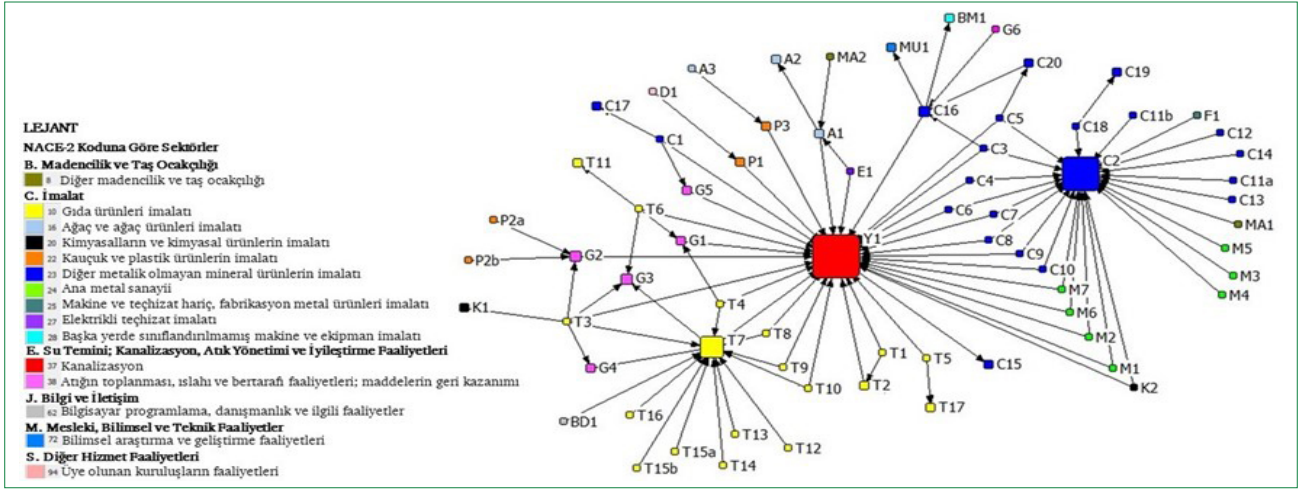
Şekil 3. Firmaların sektörlerine göre endüstriyel simbiyoz ilişkileri ve kullanılan atıklar.

Kaynak: Yazarlar tarafından üretilmiştir.

EOSB Müdürlüğü'nden elde edilen 2018 yılı verilerini içeren ES bağlantı listesi (faal olan 19 firma) ve mülakatlarla (görüşme yapılan 11 firma) gerçekleştirilen revizyonlar doğrultusunda ES faaliyetlerine atık alan ya da gönderen olarak dahil olan 70 firma tespit edilmiştir. Bu firmaların sektörel dağılımına bakıldığında seramik, çimento, cam vb. ürünlerin imalatını içeren diğer metalik olmayan mineral ürünleri imalatı ön plana çıkmaktadır. Ardından süt, sebze ve meyvelerin işlenmesi, çikolata, şekerleme, bisküvi, hayvan yemi vb. ürünlerin imalatını içeren gıda ürünleri imalatı gelmektedir. Bölgedeki ES faaliyet-

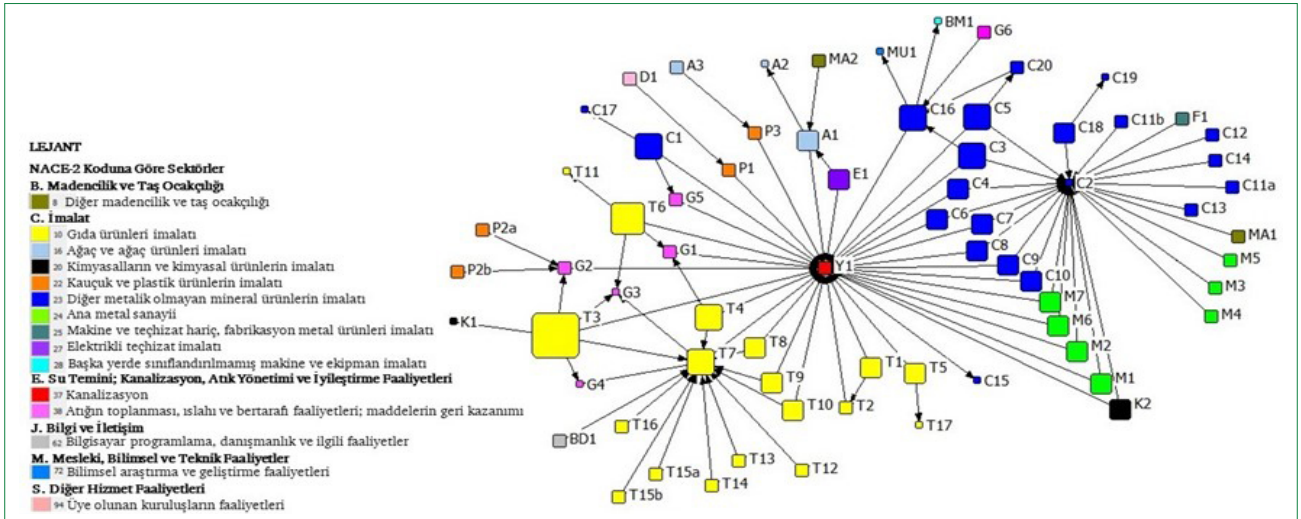
lerinin %50'den fazlasını bu iki sektör oluşturmaktadır (Şekil 2). EOSB içinde var olan metal ürünleri imalatı sektöründe de atığın yeniden kullanıldığı görülmektedir. Fakat başka bir firmaya yan ürün olarak vermek yerine, üretim sonucu oluşan metal atıkları genelde firmanın kendi bünyesinde yeniden kullanılmakta ya da geri dönüşüm firmalarına gönderilmektedir.

Şekil 3'te firmaların ES ilişkilerine yönelik sektörel bağlantıları gösterilmiştir. Yapılan mülakatlardan anlaşıldığı üzere EOSB'de simbiyotik alışverişin ilk örnekleri gıda ile yem üretimi sek-



Şekil 4. EOSB'de yer alan endüstriyel simbiyoz ilişkisi kuran firmaların sektörlerine göre girdi derece merkeziliği.

Kaynak: Yazarlar tarafından NetDraw Programı kullanılarak üretilmiştir. EOSB: Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi.



Şekil 5. EOSB'de yer alan endüstriyel simbiyoz ilişkisi kuran firmaların sektörlerine göre çıktı derece merkeziliği.

Kaynak: Yazarlar tarafından NetDraw Programı kullanılarak üretilmiştir. EOSB: Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi.

törü, çimento ile seramik ve metal sanayi firmaları arasında gerçekleşmiştir. Gıda, seramik, döküm ve atık su arıtma sektörlerinde yer alan firmaların, atık bertaraf maliyetlerini azaltmak amacıyla, atıkların da teknik açıdan yan ürün olarak değerlendirilmeye uygun olması avantajından yararlanarak ES faaliyetlerine yöneldiği anlaşılmaktadır.

Simbiyotik ilişkilerde şu an bir ağ varlığından söz etmek mümkün olmamakla birlikte belirtilen sektörler bu faaliyetlerin gelişimini görünür kılan ilk örnekler olarak öncü niteliktedir. Mülakatlar ve EOSB Müdürlüğü'nden elde edilen liste üzerinden işletmelerin faaliyet alanlarına göre kodlanarak bağlantılarının sosyal ağ analizi ile çözümlenmesi sonucunda, 70 firmanın 97 bağlantı kurduğu tespit edilmiştir. Bağlantıların karakteristik özelliklerini anlamak ve firmalar arası ilişkileri betimlemek için derece merkeziliğine (*degree centrality*) bakılmıştır.

Girdi derece merkeziliği, bu çalışmada atık/yan ürün alıcısı olarak öne çıkan firmaları ifade etmektedir (Şekil 4). Bu incelemeye göre atık almak üzere en fazla bağlantıyı kuran 3 firma göze çarpmaktadır. Bunlar; büyük ölçekli bir çimento fabrikası (C1), EOSB atık su arıtma tesisi (Y1) ve hayvan yemi üreten bir firmadır (T7). EOSB'nin iştirak firması olan atık su arıtma tesisi ortak altyapı sağlamakta, çimento firması atıkları alternatif hammadde ve yakıt olarak, hayvan yemi üreticisi ise hammadde kaynağı olarak kullanmaktadır. Çıktı derece merkeziliği ise atıkları gönderen firmaların bağlantı sayıları üzerinden değerlendirmeyi olanaklı kılmaktadır (Şekil 5). Büyük ölçekli bir gıda firmasının (T3) ağda öne çıktığı görülmektedir. Bu firma; katı gıda atıkları, biyo-bozunur atıklar, bitkisel yağ gibi çeşitli tehlikeli olmayan ve inert atıklar üretmektedir. Firma, atık bertarafını azaltmak amacıyla yem üretimi, enerji geri kazanımı, biyo-dizel üretimi yapan firma-

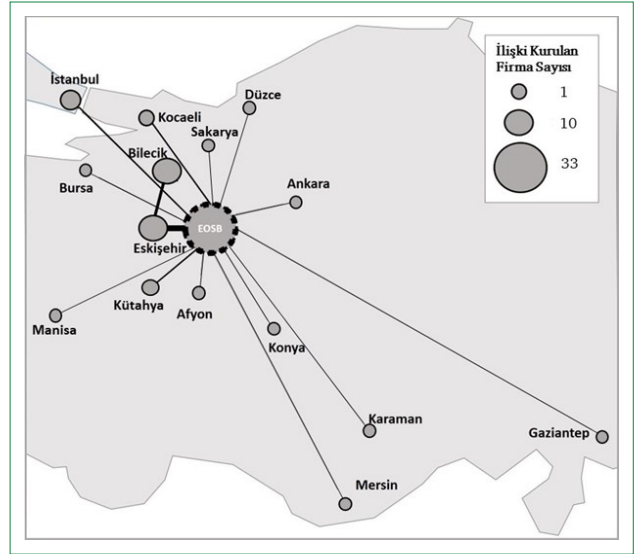
lara yan ürün sağlamaya başlamıştır. Bu firmanın ardından büyük ölçekli başka bir gıda şirketi (T6) yan ürün tedarikçisi olarak ilişkilerde ön plandadır. OSB Yönetimi ve BEBKA ile gerçekleştirilen mülakatlardan, SAA sonucu en fazla bağlantı sayısına sahip sektörlerin yasal sorumlulukları nedeniyle atıklarına ekonomik çözüm arayışı ve çıktılarının da tehlikesiz, inert atıklar olması sayesinde simbiyoz gerçekleştirmeye daha yatkın oldukları anlaşılmaktadır.

Girdi ve çıktı derece merkezilik ölçütlerine göre ilişki türlerinde de iki farklı yapı bulunmaktadır. Bunlardan ilki atık yönetimi bağlamında firmaları simbiyotik ilişkiye zorlayan, ikincisi ise piyasa odaklı şekillenen ilişki türüdür. EOSB işletirak firması tarafından işletilen, atık su arıtma tesisi (2009 yılı) ve arıtma çamuru kurutma tesisinin (2016 yılı) faaliyete geçmesi ve OSB yönetimi tarafından firmalara bu tesislere atık gönderiminde belli kuralların konmasıyla zorunlu ilişki ağı oluşmuştur. Bu atıklardan elde edilen arıtılmış çamur, çimento sektöründe kullanılmak üzere alternatif hammadde olarak bir firmaya gönderilmektedir.

Piyasa odaklı ilişkilerde ise ana alıcıların etrafında şekillenen ilişki ağları görülmektedir. EOSB'de piyasa koşullarıyla şekillenen ilişkilerde ana alıcılar çimento ve yem sektörlerinde, atık/yan ürün tedarikçileri ise gıda ve seramik sektörlerinde yer almaktadır. Özellikle çimento sektörünün ana alıcılarından biri olarak piyasa koşullarında yönlendirici olduğu belirtilmektedir:

“Önce atıkları çimento şirketine bedelsiz vermeye başladık, arkasından bertaraf bedeli ödemeye başladık. Hem atıklarımızı veriyoruz, hem de üzerine bertaraf bedeli veriyoruz. Nakliyesi de bize ait oluyor onların. Atıklarımızı çimento firmaları alıyor, başka firma yok. Öyle olunca haliyle onlar da belirli bir bertaraf bedeliyle artık gün geçtikçe fiyat yükselterek devam ediyorlar almaya. Şu anda firmanın birine bedelsiz gönderiyoruz, birine bertaraf bedeli ödüyoruz. Bedelsiz gönderdiğimiz seneye ne olur bilmiyoruz, yani bir garantisi yok.” (Seramik imalatı firma çalışanı)

Bağlantıların hangi sektörler arasında olduğuna bakıldığında, gıda ürünleri imalatı ve diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı sektörlerinde yer alan firmaların aynı ana sektörde firmalarla bağlantı kurduğu söylenebilir. Bu genel durum dışında, ana metal sanayiden, diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı sektörüne yan ürün temin edildiği de görülmektedir. Fakat gözlemlenen eğilim, aynı ana sektör altında firmaların yan ürün alverişinde bulunduğu üzerinedir. Bir sonraki bölümde, ilişki dinamiklerinde etkili olan unsurlar, gerçekleştirilen mülakatlara dayalı olarak (SAA sonucu öne çıkan firmalar başta olmak üzere) yakınlık kavramı perspektifinde ele alınmıştır.



Şekil 6. EOSB'deki firmalar ile endüstriyel simbiyoz ilişkisi kurduğu üreticilerin coğrafi dağılımı.

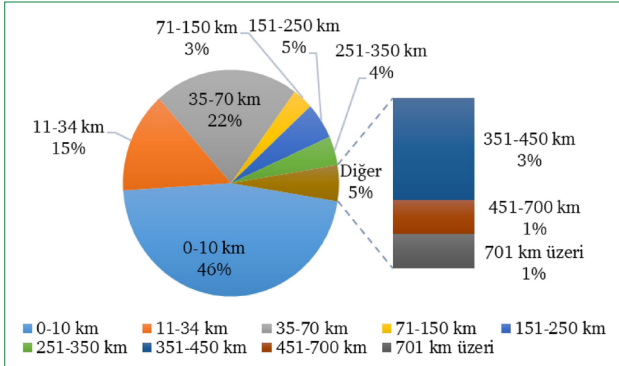
Kaynak: Yazarlar tarafından üretilmiştir. EOSB: Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi.

5.2. Yakınlık Kavramı Perspektifinde Endüstriyel Simbiyoz Gelişiminde Etkili Faktörler

Ekonomik coğrafya yazınında, ES faaliyetlerinin gelişiminde coğrafi, sosyal, bilişsel, kurumsal ve organizasyonel yakınlık türlerinin etki düzeyine dair kuramsal çerçeve ışığında mülakatlardan elde edilen bulgular aşağıda paylaşılmıştır.

ES ilişkilerinin kurulmasında kolaylık sağlayan önemli etmenlerden biri de coğrafi yakınlıktır. ES ilişkisi kurulması ve sürdürülebilirliği için nakliye ve ambalaj ücretlerini de göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Bu nedenle firmalar öncelikle EOSB ve Eskişehir'de yer alan üreticilerle yan ürün ticaretini tercih etmektedir. ES bağlantısı kuran firmaların coğrafi dağılımına göre, %45'inin EOSB içerisindeki firmalar arasında, %25'inin EOSB dışında bulunan Eskişehir'deki firmalarla ve %10'unun ise Bilecik'te yer alan firmalarla kurulduğu belirlenmiştir. Ancak Eskişehir'de atıklarını alacak uygun sektör ya da alıcı bulamayanlar, lojistik maliyetleri değerlendirerek diğer illerdeki firmalara yönelmektedir. Bozüyük OSB, Bilecik 1.OSB ve Bilecik 2.OSB'deki büyük üreticilerin varlığı ve bu OSB'lerin Eskişehir il sınırına yakınlığı, ES bağlantılarının kurulmasına etkiye bulunmuştur. Eskişehir ili ve komşu illerdeki (Bilecik, Kütahya, Afyon, Konya, Ankara) firmalar arası ES ilişkisi, tüm bağlantıların %87'sini oluşturmaktadır. Daha sonra İstanbul ve yakındaki diğer sanayi yoğun iller gelmektedir (%13) (Şekil 6).

Bu ticari ilişkilerin karayolu mesafesi açısından uzaklığı incelendiğinde yaklaşık %61'i 0–34 km arasında Eskişehir il sınırı içerisinde kurulmuştur. 35–70 km arasındaki Eskişehir ve Bilecik illeriyle kurulan ilişkilerin oranı %22'dir. Yaklaşık 85 km'den 835 km'ye kadar ulaşan diğer illerle olan bağlantılar ise %17'lik paya sahiptir (Şekil 7). Mekansal yakınlığın, ulaştırma maliyet-



Şekil 7. Endüstriyel simbiyoz partnerleri arasındaki karayolu mesafesi (km) dağılımı.

Kaynak: Yazarlar tarafından üretilmiştir.

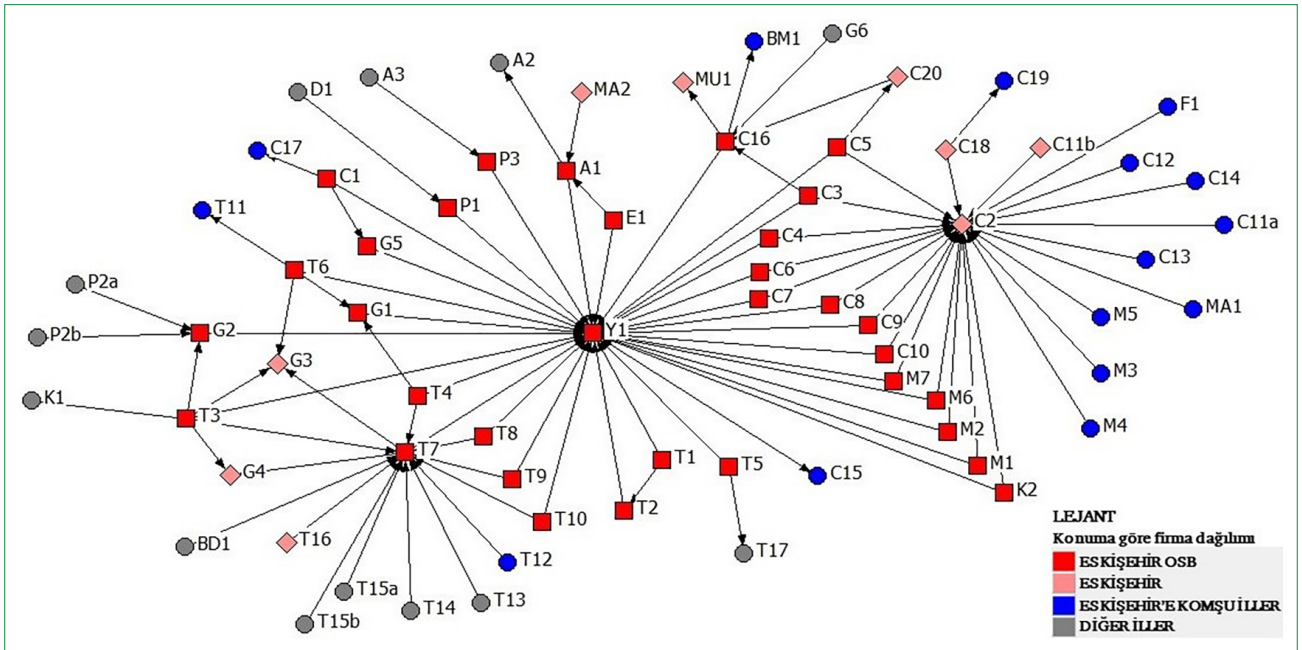
lerini azaltması tüm işletmeler için önem arz etmektedir. Firmalar arasındaki kısa mesafeler, dış taşımacılık hizmetlerine başvurmadan kendi imkânlarıyla nakliye, ambalaj maliyetlerini minimize etmeyi sağlayan önemli bir avantajdır. Maliyetler üzerindeki etkisi nedeniyle mekansal yakınlık ES faaliyetlerinde belirleyici olabilmektedir. Maliyetler hesaplanırken, ulaştırma ve atık yönetimi harcamaları (bertaraf, düzenli depolama ya da geri kazanıma gönderme maliyetleri vb.) ile atık/yan ürün satışından elde edilen gelirin firmayı kazanca götürmesi ya da en azından zarara uğratmaması beklenmektedir.

EOSB'de ES ilişkilerinin coğrafyasını etkileyen istisna durum, Şekil 8'de gösterildiği üzere geri kazanıma dayalı üretim gerçekleştiren firmalardır (T7, G2, P1, A1). Hammadde olarak sadece atık değerlendirildiği için Türkiye'nin farklı yerleriyle

bağlantılar kurulmaktadır ve diğer üreticilere kıyasla ES ilişkilerinde mekansal yakınlığın önemi daha düşüktür. Ayrıca uzakdaki firmalarla iş birliği kurma zorunluluğu, yakın firmalar içinde alıcı (gıda sektörü; T3, T5) ya da yeterli yan ürün bulamama (seramik sektörü; C16) gibi nedenlere dayanmaktadır. Örneğin küçük ölçekli bir gıda firması (T5), daha önce ES bağlantısı kurduğu EOSB'de yer alan hayvan yemi üreticisinin faaliyetini sonlandırmasının ardından gıda atığına alıcı bulamadığı için Mersin'deki bir firmayla bağlantı kurmaya başlamıştır (Şekil 8).

EOSB'deki atık su arıtma ve çamur kurutma tesisinden elde edilen arıtılmış çamurun çimento sektöründe kullanımı, atığın yan ürüne dönüşmesini sağlayan ortak altyapı kullanımına iyi bir örnek teşkil etmekte, coğrafi yığılmaların sağladığı önemli bir avantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunlara ek olarak, mülakatlarda coğrafi yakınlığın yüz yüze görüşebilmeyi olanaklı kılması nedeniyle sorunları daha kolay çözebilme ve böylelikle iş birliği sürecini daha iyi yönetebilme imkânı sağladığı belirtilmiştir. Fakat, ES alışverişinde yüzyüze ilişkilerin sağladığı güven kadar, firmalar arası bağlantılarda sürekliliği destekleyecek yakınlık türlerine de ihtiyaç duyulduğu anlaşılmaktadır.

Yazında, firma yöneticileri arasındaki mesleki ve sosyal ağların ES oluşumunda rolüne değinen çalışmalar bulunmaktadır (Ashton, 2008; Ashton ve Bain, 2012; Chertow ve Ashton, 2009). Boschma (2005) da sosyal yakınlığı failer arası mikro düzeyde sosyal gömülü ilişkiler olarak ifade eder. Fakat Bathelt ve Glückler (2014) firmaların kolektif aktörler olduğunu vurgulayarak, firma davranışlarını kişilere indirgeyen ve araştırma birimini bireyselleştiren analizleri eleştirmektedir. Firma yöneticileri ya da



Şekil 8. Endüstriyel simbiyoz ilişkilerinin coğrafi dağılımı.

Kaynak: Yazarlar tarafından NetDraw Programı kullanılarak üretilmiştir.

çalışanları, belirli ekonomik ilişkiler ve süreçler (pazarlık, karar verme vb.) içerisindeki sosyal yapılara gömülmüdürlükler. Oysa kolektif aktörler olarak firmalarda, belli bir ölçüde kişilerden bağımsız kararlar üretilmektedir. Örnekle, yöneticiler arasındaki iyi ilişkilerden bağımsız olarak, eğer daha önceden belli sözleşmeler çerçevesinde sağlıklı ticari iş birlikleri kurulmuşsa firmalar arası güven artacak, bu da gelecekteki bağlantı olasılıklarını destekleyecektir. Alan çalışması kapsamında da sorunsuz ticari ilişkiler kuran firmaların ES ilişkilerini sürdürdüğü belirtilmiştir. Ek olarak, aynı OSB içinde oldukları için firmalar ismen de olsa birbirlerini tanımaktadır. Ticari bağlantıların sağlanmasında mikro ölçekteki sosyal ilişkilerin ötesinde firma itibarı ve ürün kalitesinin etkili olduğu anlaşılmaktadır. Örneğin görüşmelerde yem üretiminde yan ürün alımına ilişkin şu ifadeler dile getirilmiştir:

“Yem üretimi alanında, gıda sektöründen elde edilen atıkların temininde marka değeri olan, güvenilir ve kaliteli ürün üreten firmaları tercih ediyoruz.”
(Yem üretimi sektörü firma çalışanı)

Temel olarak; şirketler arası çalışanların kurduğu sosyal ilişkilerden ziyade firmaların rasyonel finansal değerlendirmelere dayalı atık/yan ürün alışverişinde bulunduğu ve bu ilişkilerde güveni sağlayan unsurlardan birinin de resmi sözleşmeler ve belgeler olduğu söylenebilir. Özellikle büyük ölçekli firmaların yan ürün alışverişinde, iş anlaşmaları ve gizlilik sözleşmeleri gibi resmi belgelerle firmaya ait bilgilerin saklı kalması ve ES faaliyetlerinin içeriğinin gizlenmesine dikkat ettikleri ifade edilmiştir.

Öğrenme ve yenilik süreçlerinde etkili olan aktörler arası bilişsel mesafe, teknik ve pazar koşullarına dair yetkinlikler, bilgi altlığı ve uzmanlık gibi konularda firmalar arası benzerlikler üzerinden değerlendirilmiştir (Boschma, 2005; Velenturf ve Jensen, 2016). Teknik yetkinlikler (*technical competencies*) açısından ES bağlantılarının kurulmasında atığın içeriğine bağlı olarak farklılaşmalar görülmektedir. Atık içeriğinin, üretilen ürünü doğrudan etkilemesi nedeniyle bazı sektörler açısından ES alışverişinde teknik çakışmaların olması daha önemlidir. ES kapsamında kullanılabilir atık türü skalasının, sektörlere ve üretimin ölçeğine göre değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Örneğin seramik sektöründe, üretimde atık kullanımının teknik açıdan hassas bir konu olduğu belirtilmekte, çimento sektöründe ise atığın direkt yakılarak kullanılmasına bağlı olarak kalorifik değeri önem taşımakta, dolayısıyla seramik sektörüne göre daha fazla atık türü kullanılabilirliktedir:

“Endüstriyel üretimde atıkların homojen olmaması, sürekli aynı bileşimde gelmemesi çok büyük bir risktir. Endüstriyel olarak çıktının tamamen standart olması gerekmektedir. Eğer girdiniz standart değilse çıktınız da standart olmaz. Bizde ürünün standart olması ve tüm sürecimiz boyunca aynı şekil ve ölçüde üretim yapma gerekliliği yok. Çünkü butik, el yapımı üretim gerçekleştiriyoruz. Fakat daha istikrar isteyen ürünlerde atık kullanmıyoruz.

Seramikte kullanılan atıkların daha çok seramik hammaddelerine benziyor olması gerekiyor. Ama çimentoda atık kullanımını yönünden daha geniş bir skala söz konusu.” (Seramik imalatı firma sahibi)

Hayvan yemi üretiminde de önceden değinildiği üzere büyük ölçekli, markalaşmış firmalardan belirli ürün çeşitlerine ait standart atıklar alınmaktadır. Böylelikle üretimde hammadde kaynağı olarak kullanılan atıkların türü ve yapısında süreklilik sağlanmaktadır. Aslında aynı firmaların ilişki sürekliliğine duyulan gereksinim, her yeni firmadan temin edilen yan ürünün üretim için uygunluğunu inceleme zorunluluğundan kaynaklanmaktadır. Bu bir yandan ticari ilişkilerde belli rutinlerin oluşmasını sağlayarak işleyişi kolaylaştırmakla birlikte bir yandan da aynı ilişkilerde kilitli kalmaya sebep olabilecek bir sürekliliğe yol açabilir. Yeni bağlantıların sağlanması için belli maliyetleri karşılayabilmek ve atıkların geri dönüşümü/kazanımı ve ikincil hammadde olarak kullanılmasına yönelik Ar-Ge faaliyetlerine yatırım yapmak gerekmektedir. Bu yatırımları göze alan firmalar arası teknolojik altyapı ve teknik yetkinliklerde yakınlık sağlanarak yan ürün ticareti daha kolay hale gelmektedir.

“Endüstriyel simbiyozda Ar-Ge çok önemli, bir de yönetimin yaklaşımı çok önemli. Eğer ki yönetsel olarak bu şekilde bir bakış açısı oluşmamışsa bu çok büyük bir külfet. Atığı tanımak ve atığın ne kadar değiştiğini bilmek önemli. Sektör ürün-atık değişimini ne kadar tolere etse de çok farklı yerlerden atık almak tamamen sıfırdan o ürün için Ar-Ge çalışmasını gerektiriyor. Ama bildiğiniz yerden aldığınızda, sadece süreç kontrollü ilerliyorsunuz.”
(Seramik imalatı sektöründe Ar-ge uzmanı)

EOSB’de yer alan atık su arıtma ve çamur kurutmaya yönelik tesisler firmaların atık bertarafında teknik açıdan ortak yetkinlikler geliştirmesini de zorunlu kılmıştır. Su arıtma tesisine belli şartları yerine getirerek atığın iletilmesi gerekliliğinden, firmalar teknolojik yeniliklere uyum sağlamışlardır. Piyasa yetkinlikleri (*market competencies*) açısından ise firmaların atık/yan ürün kullanımına dair bilgi altyapısındaki benzerlikler ve pazar koşulları hakkında karşılıklı beklentilerin uyumu gerekliliği önem kazanmakla birlikte bazı firmalar (bu alan çalışmasında çimento üreticisi gibi) piyasa bilgisini üreten ve yönlendiren olarak karşılıklı beklentileri de şekillendirme gücüne sahiptir. Pazar koşulları hakkındaki bilgi, ES ağında öne çıkan büyük ölçekli firmalarla kurulan tedarik ilişkileri yoluyla sağlanabildiği gibi görece uzak mesafedeki firmalarla var olan ekonomik ve sosyal ilişkiler sayesinde de elde edilebilmektedir. Örnekle, büyük ölçekli bir çimento şirketinin yan ürün alımlarında piyasa koşullarını anlamak için iletişim kurulan, danışılan bir üretici olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak ES’ye dayalı ilişkilerin gerçekleşmesi için bilgi ve teknik altyapıda firmalar arası benzerlik bilişsel yakınlığı getirmekte ve özellikle ticari ilişkinin kurulması için birbirini anlama, iletişim kurma ve süreç yönetiminde bu uyumluluk aranmaktadır.

Önceden de değinildiği üzere ES faaliyetlerinde firmalar arası ilişkileri etkileyen yakınlık türünün sosyal ve organizasyonel yakınlık ile karıştırılmaması için makro ölçekte yenilikçiliğe nasıl bakıldığını içermesi gerektiği belirtilmektedir (Velenturf ve Jensen, 2015). Bu çalışmada da bilgi alışverişi ve koordinasyonunu etkilediği düşünülen kurumsal yakınlık formal ve enformel bileşenleri bağlamında değerlendirilmiştir.

ES faaliyetlerine yönelik doğrudan bir yasal düzenleme bulunmamakla birlikte çeşitli yönetmeliklerde kısıtlayıcı şartların varlığı söz konusudur. Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde yan ürün olarak değerlendirilebilecek atıklara sadece fiziksel işlem yapılması sınırı getirilmiştir (TÜSİAD, 2021). Yine Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği'nin atıkların alternatif hammadde ve yakıt olarak kullanımına dair koşullar belirlenmiş olmakla birlikte ES faaliyetleri firmaların inisiyatifli doğrultusunda şekillenmektedir. Döngüsel ekonominin gelişimi için AB'ye benzer olarak ülkemizde de atıkların ikincil hammadde kaynağı olarak bir başka sanayi işletmesinde doğrudan kullanılmasına fırsat sunan kolaylaştırıcı düzenlemelere ihtiyaç duyulmaktadır. Diğer taraftan, çevre ve atık yönetmeliklerinin atık bertarafında ortaya koyduğu yasal zorunluluklar, atığın yan ürün olarak kullanımını teşvik de etmektedir. Ek olarak, yerel ölçekte faaliyet gösteren OSB yönetimlerinin kendi içinde belirledikleri kurallar ve normlar firmaları atıkların yeniden değerlendirilmesinde farklı yöntemler üretmeye yönlendirmektedir. Örnekle, EOSB yönetiminin Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve Organize Sanayi Bölgeleri Uygulama Yönetmeliği'ne bağlı olarak uyguladığı kurallar, firmaları atıkların yeniden değerlendirilmesinde farklı yöntemler üretmeye zorlayabilmektedir. Bir gıda firması EOSB Atık Su Arıtma Tesisi'ne gönderdiği susam kabuklarının arıtma tesisinde neden olduğu sorunu, EOSB'nin yaptırımları sonucu endüstriyel simbiyoz gerçekleştirmekle çözmüştür. Böylelikle bu atıkları çeşitli işlemlerden geçirecek bir yem firmasına satmaktadır:

“Susam kepeğini daha önce kanalizasyona veriyorduk. Arıtma tesisi kurulduktan sonra kurutup yem sektörüne veriyoruz. OSB katı maddeleri arıtmaya göndermeyin diyerek ceza kesti. Çevreye zarar verecek bir atık değil ama sonuçta katı madde olduğu için arıtmada sıkıntı yaratıyordu.” Gıda ürünleri imalatı şirketinde çalışan

Denetim konusu ise firmaların çevreyle ilgili yasal düzenlemelerin uygulanması ve eşit rekabet koşullarının oluşması açısından gereklidir (Kazak, 2015). Alan çalışması bulgularına göre atık yönetiminde denetim sonucu firmalar, atıklarına en ekonomik çözümü aramaya yönelmekte ve ES'yi seçebilmektedir.

ES faaliyetlerini etkileyen sosyal unsurların makro düzeyde irdelemesinin enformel bileşenlerinde ise sosyal ilişkileri besleyen ve bu kültürün oluşmasını sağlayacak üst ölçekli girişimler dikkate alınmıştır. Bu kapsamda, simbiyotik iş birliklerinin teşvikinde yasal düzenlemeler ve denetimin yanı sıra uygun

kurumsal ortama da ihtiyaç duyulmaktadır. Dünyada ES ağlarının gelişiminde firmaların farkındalığının artırılması, potansiyel iş birliklerinin ve partnerlerinin belirlenmesi konusunda ES platformlarından yararlanılmaktadır.

Benzer şekilde EOSB Yönetimi firmaların, atık/yan ürün arzı/talebi hakkında bilgi alışverişini olanaklı kılacak platformlara ihtiyaç duyduğunu dile getirmiş fakat bir yandan da bazı üreticilerin, ürün reçetelerini açığa çıkaracağı gerekçesiyle yan ürün tür ve miktarına ilişkin bilgi paylaşımından kaçındıklarını da belirtmiştir.

BEBKA, Eskişehir Sanayi Odası (ESO), Eskişehir Bilecik Kütahya Seramik İş Kümesi Derneği (EBK), EOSB Yönetimi gibi kurumlar firmaların tanışıklığı, ES olanakları hakkında bilgi edinmeleri ve bağlantı kurmalarında aracı olabildiği gibi çevre danışmanlık şirketlerinin de sinerji gelişiminde kolaylaştırıcı rol üstlendiği görülmektedir. BEBKA ve EOSB Müdürlüğü düzenledikleri seminer, çalıştay, firma ziyaretleri, proje vb. faaliyetlerle firmaların bir araya getirilmesi, ES olanaklarının tartışılması ve deneyimlerin paylaşımı için önemli platformlardır. Ayrıca yerel (ESO), bölgesel (TÜBİTAK-MAM, Seramik Araştırma Merkezi), ulusal (TTGV, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı) ve uluslararası aktörlerin (ISL, British Council, Dünya Bankası) yer aldığı Eskişehir İli'nde ES faaliyetlerinin geliştirilmesine yönelik projelerde EOSB Müdürlüğü ve BEBKA rol almaktadır. Böylelikle bu iki kurum, bölge içi ve bölge dışından edinilen bilgilerin yayılımında ve firmaların farkındalığının artırılmasında etkili olmaktadır.

EOSB Müdürlüğü'nün simbiyotik ilişkilerdeki desteği OSB'de yer alan firmalar arası kurumsal bir bağın oluşmasına aracılık etmektedir. Örnekle, EOSB'de yer alan demir döküm sektörü firması, miktar olarak çok olan döküm kumu atıklarını değerlendirmek amacıyla araştırma yapmaya başlamış ve firma 2013 yılında EOSB Müdürlüğü desteğiyle yan ürün olarak kullanımına yönelik çözüm üretebilmiştir.

Diğer taraftan mali desteklerin katkısıyla, ES ilişkileri ve yeni firmaların doğduğu da gözlemlenmiştir. Bu fırsatlardan yararlanabilen girişimcilerin temelde gömülü ilişkiler ağı aracılığıyla ilgili mali teşvik programlarından haberdar olduğu anlaşılmaktadır. BEBKA'nın 2018 Yılı Endüstriyel Simbiyoz Mali Destek Programı'ndan yararlanan, kalkınma ajansı programlarını doğrudan takip eden üretici ve girişimcilere ek olarak proje yazım danışmanlığı yapan firmaların, yerelde ilişki kurduğu işletmelere bu tür desteklere dair bilgi verdiği anlaşılmaktadır. Bu destekten yararlanan bir girişimcinin hikayesini BEBKA yetkilisi şu şekilde paylaşmıştır:

“...Bir girişimci 2014 ve 2015 yıllarında Eskişehir'deki çalıştayımızda konuya hassasiyet gösterdi. Seramik, maden atıkları ön plandaydı o dönem. Bu atıkları ben ne yapabilirim düşüncesi üzerinden 2018 yılındaki mali destek programımıza başvurdu yaptırı ve butik ölçekli üretime başladı. Küçük bir

yerde maden atıklarını alarak duvar kaplaması yapmaya başladı. Bizim destek programımız bittikten sonra sanayici oldu. Normal seramik üretimi de yapıyor ve ihracata başladı.”

Ayrıca bazı kurumsal yapılanmalar ES faaliyetlerinde küçük ölçekli işletmelere avantaj sağlamaktadır. Örnekle, Eskişehir Bilecik Kütahya Seramik İş Kümesi Derneği (EBK) küme üyeleri arasında hammaddenin ortak satın alınmasıyla üretim maliyetlerinin düşürülmesine ve küme içi bilgi paylaşımına olanak sunmaktadır. Bazı firmaların çevresel yükümlülüklerini firma içinde takip etmek yerine danışmanlık aldığı da görülmektedir. Çevre danışmanlık firmaları, yasal mevzuat çerçevesinde firmaları atıklarını ne şekilde değerlendirebileceği konusunda yönlendirmektedir. Bu yönlendirme, endüstriyel simbiyoz bağlantılarının kurulmasıyla sonuçlanabilmektedir.

Organizasyonel yakınlık önceden de değinildiği üzere firmaların yönetim yapısı, rutinler, benimsediği kurallar bütünündeki benzerlikleri içermektedir. Bu araştırmada, organizasyonel yakınlığı kurumsal ve sosyal yakınlıktan ayırıştırma, makro ölçekte düzenlemeler ve mikro ölçekte faillere odaklanmak yerine firma davranışları ve özniteliklerini değerlendirmeye gerçekleştirilmiştir. Alan çalışması kapsamında, firmaların yan ürün alışverişi yapmaları için organizasyon yapıları, teknik ve teknolojik benzerliklerinin önemli olduğu anlaşılmıştır. Atık çeşitliliği, miktarı ve sürekliliği gibi koşullar, firma yapısı içinde atık kullanımına ayrılan personel, Ar-Ge ve yatırım miktarı ve firmalar arası benzer öznitelikler yan ürün alışverişinde etkili olmaktadır. Büyük ölçekli firmaların üretim sonucu meydana getirdiği ya da üretimde hammadde kaynağı olarak kullanabilecekleri atık miktarı, çeşitliliği ve sürekliliğinin KOBİ'lere kıyasla daha fazla olması ES bağlantı sayılarını artırmaktadır. Bu durum KOBİ'lerin ES faaliyetleri gerçekleştirmelerini engelleyebilmektedir. Küçük ölçekli gıda firması çalışanının konuyla ilgili görüşleri şu şekildedir:

“Çok atığımız çıkmadığı için satın alacak firma ile pazarlığa oturabilecek konumda değiliz. Bir ay 1 birim çıkarken, bir ay 5 birim atık çıkabiliyor. Ama firmalar istiyor ki 50 birim ortalama alabilsin. Çünkü girdi olarak kullanacaksa belli bir düzende almak istiyorlar.” (Gıda ürünleri imalatı sektörü çalışanı)

Bazı firma yöneticileri/personelleri endüstriyel sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda organizasyonel değişiklikler yaparak diğer firmalarla bilişsel ve organizasyonel yakınlık geliştirme çabasına girmektedir. Diğer yandan firmaların organizasyonel değişikliklere gitmeyip var olan ticari ilişkilerini sürdürmeyi tercih ettiği ve simbiyoz potansiyellerini kullanmadığı örnekler de bulunmaktadır. Önceden kurulmuş ticari bir ilişkinin varlığı başka firmalarla gerçekleşecek ve yenilikçi süreçleri besleyecek bağlantıların kurulmasına engel de olabilmektedir. Ayrıca büyük ölçekli firmaların atıklarına kendi içlerinde (aile şirketi ya da çatı şirket kuruluşlarında) çözüm bulma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Örnekle bir gıda fir-

masının, atıklarını değerlendirmek üzere hayvan yemi üretimi üzerine faaliyetlerini genişletmeye gittiği anlaşılmaktadır.

Görüşmeler doğrultusunda organizasyonel açıdan etkili olduğu belirlenen diğer bir konu ise KOBİ'lerin büyük ölçekli firmalara kıyasla esnek ve daha az resmi süreçleri içeren ilişkilere ihtiyaç duymasıdır. Seramik sektörü üreticisinin belirttiği üzere organizasyonel açıdan benzerliğin firmanın ES iş birliğini teşvik ettiği anlaşılmaktadır:

“...Ben sadece iyi iş birlikleri yoluyla tanıştığım firmalarla çalışmaya devam ediyorum. Büyük ölçekli firmalarda prosedürler daha fazla. Küçük firmalar olarak daha esnek davranabiliyoruz ve kurumsal bir firmayla çalışırken karşılaştığımız prosedür bizi yorabiliyor ya da gereksiz gelebiliyor.” (Diğer metalik olmayan maden ürünleri imalatı sektörü firma sahibi)

Büyük sermayeli firmaların, çevre odaklı vizyonları çerçevesinde, hammaddenin tamamını yeni kaynaklardan sağlamak yerine sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda hammadde-lerin bir kısmını atık/yan üründen karşıladığı belirtilmektedir. Büyük ölçekli firmaların yanı sıra ana üretim faaliyeti geri kazanıma dayalı şirketlerin de ES faaliyetlerine yönelik yeni projeler üretme eğiliminde olduğu göze çarpmaktadır. Şirketlerin döngüsel ekonomiye dayalı arayışları, ES odaklı bağlantılarda yakınlaşmaya olanak sağlamaktadır.

Firmalarda döngüsel ekonomiye ve geri dönüşüme dayalı vizyon benimseme süreci çevresel duyarlılık ve sürdürülebilirlik kadar finansal motivasyonla da ilişkilendirilmektedir. Bertaraf yerine ES yoluyla kâr elde edebileceğinin farkında olan firmalar bu seçeneğe yönelmektedir. Bu bağlamda firmalar ES iş birlikleri kurmalarında ekonomik getirilerin önemini ifade etmişlerdir.

Boschma ve diğerleri (2014), aynı gruplar içinde varolmanın organizasyonel yakınlığı getirdiğine vurgu yapmaktadır. OSB içinde EOSB Müdürlüğü'nün üst şemsiye rolü üstlenerek çalıştay ve toplantılarla sosyal ilişkileri, yasal düzenlemelerle ortak kurumsal altyapıyı oluşturması, firmaların organizasyon yapısında da benzeşmesine aracılık edebilir.

6. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma kapsamında ES ilişkilerinin ortaya çıkmasında etkili faktörler ve ES faaliyetlerinde yer alan firmaların yapısal özellikleri Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi üzerinden tartışılmıştır. Lombardi ve Laybourn (2012) endüstriyel simbiyoz tanımını yaparken karşılıklı kazancın gerekliliğine vurgu yapmaktadır. İlgili alan incelemesinde, yazındaki bulgularla benzer olarak (Jacobsen ve Anderberg, 2004; Johnsen vd., 2015; Domenech vd., 2019) firmalar arası iş birlikleri ve sinerjinin gelişmesinde en öne çıkan motivasyon kaynağının atıklarla ilgili yasal sorumlulukları yerine getirirken, ekonomik açıdan maliyetleri azaltmak ve kâr elde etmek olduğu görülmektedir. Temel olarak, müla-

katlardan ve sosyal ağ analizinden elde edilen bulgular ışığında bazı yakınlık türlerinin sanayide yeşil dönüşümü destekleyen yenilikçi süreçlerin gelişmesinde diğerlerine göre daha etkili olduğu görülmektedir. Özellikle taşıma maliyetlerinin ES ilişkilerinin kurulmasında bütün firmalar için önemli bir etken olduğu tespit edilmiştir. Coğrafi yakınlığın sağladığı faydaların belirtildiği çalışmalar gibi (Chertow, 2000; Jensen vd., 2011; Taddeo vd., 2012; Arfaoui vd., 2024) bu çalışma bulgularında da ES iş birliklerinin yaklaşık %83'ünün karayolu mesafesiyle 0–70 km içerisinde Eskişehir-Bilecik illeri arasında geliştiği belirlenmiştir. Arfaoui ve diğerlerinin (2024) tespiti de yerel bir sisteme dahil olmanın (kümeler, yığılmalar vb.) potansiyel partnerlere yakın olma algısını artırarak iş birliği kurulmasında firmaları motive ettiği yönündedir. Fakat Velenturf'un (2016) değindiği üzere coğrafi yakınlığın daha az önem kazandığı bağlantılara da rastlanmaktadır. Bu bağlantılar; yakın çevrede atık alıcısının bulunmaması ya da atık/yan ürün temininde güvene (firma ve ürüne) bağlı olarak firmalar için coğrafi yakınlığın önemini yitirdiği, geri kazanıma dayalı faaliyetlerde bulunan firmalarda izlenmektedir.

EOSB'de diğer metalik olmayan mineral ürünler imalatı (seramik, çimento, cam vb. ürünler) ve gıda ürünleri imalatı sektöründe yer alan firmaların yoğunlaşması, tehlikesiz ve inert atık çıktıları olması nedeniyle ES bağlantılarında avantaj sağlamaktadır. Bölgedeki ES ilişkilerinin %50'den fazlasını bu iki sektör oluşturmaktadır. ES ağının yapısı SAA merkezilik ölçütlerine göre değerlendirildiğinde ise öne çıkan firmaların atık su arıtma, çimento ve gıda firmaları olduğu belirlenmiştir. Yasal mevzuata dayalı atık su arıtma firmasıyla zorunlu olarak kurulan ilişkiler, aynı zamanda altyapı paylaşımına dayalı ES örneğidir. Bu ilişkilerde kurumsal ve coğrafi yakınlığın etkisi öne çıkmaktadır. Zorunluluğa dayalı ilişkiler, piyasa odaklı ilişkilerin de meydana gelmesine fırsat sunmuştur. Büyük ölçekli çimento ve hayvan yemi firmalarının etrafında gelişen piyasa odaklı ES bağlantıları incelendiğinde, bilişsel ve organizasyonel yakınlığın merkez firma ve tedarikçileri arasındaki ilişkilerin kurulmasında önem kazandığı görülmektedir. Kasmî'nin (2021) belirttiği üzere, öğrenme süreçlerinin gelişiminde sadece coğrafi yakınlık tek başına yeterli olmamakta, benzer organizasyonel ve operasyonel yöntemlere sahip olmak özellikle ES iş birliği bulmayı kolaylaştırmakta ve işlem maliyetlerini azaltmaktadır. Kaynak kullanımında rasyonelleşmenin sağlanması için yeni bilginin üretilmesine aracılık etmesi sebebiyle firmalar arası bilişsel örtüşme, madde yeniden kullanımı süreçlerindeki karmaşıklıkları bertaraf etmede gereklidir. Diğer bir deyişle yan ürün ve enerji akışlarında firmalar atığın türü, büyüklüğü ve özellikleri üzerine bilgi paylaşımında bulunmakta, birbirlerine deneyimlerini, pratiklerini, becerilerini aktarmaktadır. Bu süreçler kolektif öğrenmeye ve daha sonra sanayide yeşil dönüşümü destekleyen yeniliklere evrilebilir.

ES bağlantılarının kurulmasında atık türü, miktarı ve sürekliliğinde farklılaşma açısından firma ölçeğinin etkisi bulunmaktadır (Madsen vd., 2015; Taddeo vd., 2017; Ji vd., 2020). KOBİ'lere kıyasla büyük ölçekli firmalar bu etkenler açısından

daha avantajlıdır. Miktar ve türde atık oluşturma ya da kullanabilme kapasitesi yüksek olan büyük ölçekli firmalar daha fazla ES bağlantısı kurabilmekte, KOBİ'ler ise potansiyel ES ilişkilerini hayata geçirmekte zorlanmaktadır. Teknik faktörlerle ilişkili bulgulardan bir diğeri ise atıkları girdi olarak kullanan firmaların Ar-Ge faaliyetleri gereksinimidir. Böylelikle üretimde hammadde kaynağı olarak kullanılan atığın miktarı ve türüne bağlı olarak ürün bileşimlerinin oluşturulması ve revize edilmesi mümkün olmaktadır. Büyük ölçekli firmalar ilk olarak firma içerisinde ya da aynı çatı şirket grubuna bağlı firmalar aracılığıyla atıkların değerlendirilmesine yönelmekte, bu da firmalar arası ilişkilerde Boschma ve diğerleri (2014) tarafından yapılan organizasyonel yakınlık – aynı gruba ait olma – tanımıyla örtüşmektedir. Temel olarak, simbiyotik bağlantıları resmi sözleşmelerle kurulmakta, firmaların karşılıklı çıkarları doğrultusunda hareket edilmektedir. Mikro düzeyde bireysel ilişkilerin çok önemli olmadığı vurgusu hakim olmakla birlikte, KOBİ'lerin esnek alışveriş koşullarına ihtiyaç duyduğu, Chertow ve Ashton (2009) 'ın belirttiği üzere önceki ticari iş birliklerinin bu zemini sağladığı ifade edilmiştir.

Piyasa dışı müdahaleler yerine firmaların otonom kararlarıyla ES bağlantıları kurmasının ve ES ağlarının gelişim sürecinde kamu eliyle planlanan girişimler (eko-endüstriyel park gibi) yerine kolaylaştırıcıların rol almasının daha başarılı sonuçlar doğurduğu görülmektedir (Avrupa Komisyonu, 2018; Heeres vd., 2004). Özellikle yenilikçi firmaların bir araya getirilmesi ve ES iş birliklerinin teşvik edilmesinde tarafsız bir aktörün - kamu organizasyonları- varlığı güven ortamını sağlayarak bilgi transferini kolaylaştırmaktadır (Arfaoui vd., 2024).

Hem kendiliğinden hem de kolaylaştırıcıların etkisiyle gelişen ES faaliyetlerini içeren EOSB örneğinde, BEBKA, EOSB Müdürlüğü, ESO, EBK gibi kurumlar, firmaların farkındalığının artırılması, ES olanaklarının açığa çıkarılması ve iş birliği ortamının oluşturulmasını sağlamıştır. Diğer taraftan, atıktan kaynak üretmek için gerekli yenilikçi süreçlerin ve teknik olanakların keşfedilmesi ve teşvik edilmesi, atık/yan ürünün devamlılığına dair güvencenin oluşması, hatta firmaların atık yönetiminde performanslarının ölçülmesine olanak sağlayacak girişimlerde ilgili kurumlara önemli roller düşmektedir. Firmaların BEBKA'yla olan doğrudan- dolaylı ilişkileri, mali destek programı hakkında bilgi sahibi olmaları ve proje yürütmelerinde önyak olmuştur. Proje destek-danışmanlık firmaları ve çevre danışmanlığı yapan işletmeler, sektör iş birlikleri ya da kamu teşviklerinden yararlanmaya aracılık edebilmektedir. Yazında, bu tür karar destek hizmetleri ve teşviklerin varlığının, yakınlık türlerinin sağladığı pozitif dışsallıklar aracılığıyla endüstriyel bölgelerin çekiciliğini de artırabileceği ifade edilmektedir (Kasmî, 2021). Diğer taraftan atık bertarafı, yeniden kullanımı, dönüşüm konusundaki yasal düzenlemeler, firmaları yenilikçi çözümler üretmeye yönlendirmektedir. Ek olarak simbiyotik ilişkilerin düzenlenmesinde kolaylaştırıcı ve teşvik edici yeni yasal düzenlemelerin ve politikaların geliştirilmesi de önemlidir.

Bölgede bilgi ve haberleşme platformlarının gerekliliği vurgulanmakla birlikte, bu ağlar içinde yer alıp bilgi paylaşma konusuna mesafeli işletmeler olduğu anlaşılmaktadır. Bu güvenin sağlanmasında kolaylaştırıcı aktörler, yüz yüze ilişkilerin kurulması ve ağ koordinasyonunun sağlanmasında etkili olabilir. EOSB'de sektörel çeşitliliğe bağlı olarak simbiyoz ilişkileri ve potansiyelleri yüksektir. Bu potansiyel değerlendirilip firmaların üretim süreçlerine dair gizlilik beklentisinin karşılandığı, atık/yan ürün ya da ES kapsamında çeşitli iş birliği ihtiyaçlarına dair arz-talep ihtiyacının görülebileceği, endüstriyel simbiyozla ilgili bilgi ve haberleşmenin sağlandığı bir platformun oluşturulması bölgede ES gelişimini hızlandırabilir. Fakat Kasım'ın (2021) çalışmasında tespit ettiği üzere, firmaların birbirleriyle etkileşimini kuvvetlendirme ve bilgi alışverişini artırmaya yönelik bu tür platformlar, çalıştaylar tek başına yeterli değildir. Bu tür iş birliği süreçlerin sürekliliğini sağlamak yerel ölçekte kolaylaştırıcıların ve firmaların kararlılıkları ve taahhütleriyle de ilintilidir.

Özetle, ekonomik coğrafya yazınındaki çalışmalara benzer olarak yakınlık boyutlarının birbirini destekleyen yapısı ve birbirinden bağımsız düşünülmemesi gerektiği (Bouba-Olga vd., 2015) bu çalışmada da elde edilen çıkarımlardandır. Mekânsal yakınlığın çeşitli avantajlar sağladığı sanayi kümelerinde doğrusal ekonomi modeline alternatif yeni endüstriyel eko-sistemlerin gelişiminde, üst ölçekli yasal ve kurumsal düzenlemelerin hayata geçirilmesinde, bölgesel ölçekteki kurumların önemi açıktır. ES ilişkilerinin incelendiği EOSB örneğinde, yan ürün alışverişinin mikro ölçekteki sosyal ilişkilerden çok, maliyet odaklı, teknik - piyasa yetkinlikleri ve organizasyonel yapıdaki benzerlikler, makro ölçekte de formel kurumsal düzenlemelere dayalı olduğu gözlenmiştir. Tüm ilişkilere erişememe ve görüşme sayısındaki kısıtları da gözeterek; firmaların öz niteliklerinin (firma büyüklüğü, kuruluş yılı vb.) ES ilişkilerinde etkileri, atık bertarafı ile ES alışveriş maliyetleri arasındaki farkların somut incelemesi, yeni iş birlikleri kurmayı engelleyen ve teşvik eden iç-diş koşulları derinlemesine inceleyecek yeni araştırmalar da yazına önemli katkılar sağlayacaktır.

Ethics committee approval: As this study does not involve direct human participation or data that requires ethics committee approval, approval from the ethics committee was not obtained.

Informed consent: All participants were informed about the purpose and scope of the study, and written informed consent was obtained in accordance with ethical principles.

Conflict of interest: The authors declare that there are no financial or personal conflicts of interest related to this study.

Funding and support: No financial support was received for the conduct or publication of this research.

Use of artificial intelligence (AI): The abstract and extended abstract were translated using AI tools only.

Authorship contributions: Research/project coordination – N.E.A., S.K.A.; Conceptualisation – N.E.A., S.K.A.; Research design and structuring – S.K.A.; Methodology – N.E.A.; Data sources and documentation – N.E.A.; Data collection and/or processing – N.E.A.; Data analysis and/or interpretation – N.E.A., S.K.A.; Mapping/visualisation – N.E.A.; Literature review – N.E.A.; Writing – original draft – N.E.A., S.K.A.; Writing – review and editing – S.K.A.

Acknowledgments: We would like to thank the reviewers and Yiğit Evren, the issue editor, for their valuable contributions to the manuscript.

Peer-review: This manuscript was evaluated through a double-blind peer-review process. The manuscript was revised in accordance with the reviewers' comments.

Etik kurul onayı: Bu çalışma, doğrudan insan katılımı ya da etik kurul onayı gerektiren nitelikte veri içermediği için etik kurul onayı alınmamıştır.

Bilgilendirilmiş onam: Araştırmaya katılan tüm bireyler, çalışmanın amacı ve kapsamı konusunda bilgilendirilmiş; etik ilkeler doğrultusunda gönüllü katılımları sağlanarak yazılı onamları alınmıştır.

Çıkar çatışması: Yazarların bu çalışmayla bağlantılı finansal ya da kişisel herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Finansman ve destek: Bu araştırmanın yürütülmesi ve yayımlanması sürecinde herhangi bir finansal destek alınmamıştır.

Yapay zekâ kullanımı: Sadece özet ve genişletilmiş özet çevirisinde AI araçları kullanılmıştır.

Yazarlık katkıları: Araştırma/proje koordinasyonu – N.E.A., S.K.A.; Konsept – N.E.A., S.K.A.; Araştırma tasarımı ve kurgusu – S.K.A.; Yöntem – N.E.A.; Veri kaynakları ve dokümantasyon – N.E.A.; Veri toplama ve/veya işleme – N.E.A.; Veri analizi ve/veya yorumlama – N.E.A., S.K.A.; Haritalama/görselleştirme – N.E.A.; Literatür taraması – N.E.A.; İlk taslağın yazımı – N.E.A., S.K.A.; Yazının gözden geçirilmesi ve düzenlenmesi – S.K.A.

Teşekkürler: Makale üzerinde yapmış oldukları değerli katkılardan dolayı hakemlere ve dosya editörü Yiğit Evren'e teşekkür ederiz.

Hakem değerlendirmesi: Makale, yazar ve hakem kimliklerinin karşılıklı olarak gizli tutulduğu bağımsız hakemlik süreciyle değerlendirilmiş ve hakem görüşleri doğrultusunda gözden geçirilmiştir.

Kaynaklar

- Alkaya, E., Böğürücü, M. ve Ulutaş, F. (2014). *Industrial symbiosis in İskenderun bay: A journey from pilot applications to a national program in Turkey*. In Proceedings of the Symbiosis International Conference 2014, Athens, Greece, 19-21 June 2014. http://uest.ntua.gr/conference2014/pdf/alkaya_et_al.pdf
- Arfaoui, N., Bourdin, S., Torre, A., Vernier, M. F. ve Vo, L. C. (2024). Geographical and organised proximities influencing circular economy practices: the closer partners, the better? *Regional Studies*, 8(12), 2485-2500. DOI:10.1080/00343404.2024.2406232
- Arslan, M. (2021). *Elektrokoagülasyon yöntemi ile ağır metal giderimi ve bir endüstriyel simbiyoz uygulaması* [Yüksek lisans tezi]. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.
- Ashton, W. (2008). Understanding the organization of industrial ecosystems. *Journal of Industrial Ecology*, 12, 34-51.
- Ashton, W. S. ve Bain, A. C. (2012). Assessing the "short mental distance" in eco-industrial networks. *Journal of Industrial Ecology*, 16(1), 70-82.
- Avrupa Döngü Ekonomisi Paydaşları Platformu (2022). *Kalundborg symbiosis: Six decades of a circular approach to production*. <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/kalundborg-symbiosis-six-decades-circular-approach-production>, erişim tarihi: 04.02.2022.
- Avrupa Komisyonu (2018). Directorate-general for internal market, industry, entrepreneurship and SMEs. Artola, I., Doranova, A., Domenech, T.. *Cooperation Fostering Industrial Symbiosis: market potential, good practice and policy actions: final report*, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2873/346873>
- Balbay, Ş., Sarıhan, A. ve Avşar, E. (2021). Dünyada ve Türkiye'de döngüsel ekonomi / endüstriyel sürdürülebilirlik yaklaşımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 27, 557-569. DOI:10.31590/ejosat.971172
- Balland, P. A., Boschma, R. ve Frenken, K. (2015). Proximity and innovation: From statics to dynamics. *Regional Studies*, 49(6), 907-920. DOI:10.1080/00343404.2014.883598
- Barthelt H. ve Glückler J. (2014). Institutional change in economic geography. *Progress in Human Geography*, 38(3), 340-363. DOI:10.1177/0309132513507823
- Behera, S. K., Kim, J. H., Lee, S. Y., Suh, S. ve Park, H. S. (2012). Evolution of "designed" industrial symbiosis networks in the Ulsan Eco-industrial Park: "Research and development into business" as the enabling framework. *Journal of Cleaner Production*, 29(30), 103-112. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.02.009>
- Boons, F. ve Howard-Grenville, J. (2009). Introducing the social embeddedness of industrial ecology. F. Boons ve J. Howard-Grenville (Ed.), *The social embeddedness of industrial ecology* içinde (ss. 3-27). Edward Elgar Publishing.
- Borgatti, S. P. (2002). *NetDraw: Graph visualization software*. Analytic Technologies.
- Boschma, R. (2005). Proximity and innovation: A critical assessment. *Regional Studies*, 39(1), 61-74.
- Boschma, R., Balland P. A. ve Vaan M. (2014). The formation of economic networks: A proximity approach, Chapters. A. Torre ve F. Waller (Ed.), *Regional development and proximity relations* içinde (Bölüm 7, ss. 243-266). Edward Elgar Publishing.
- Bouba-Olga, O., Carrincazeaux, C., Coris, M. ve Ferru, M. (2015). Proximity dynamics, social networks and innovation. *Regional Studies*, 49(6), 901-906.
- Bourdin, S. ve Torre, A. (2024). Economic geography's contribution to understanding the circular economy. *Journal of Economic Geography*, lbac040. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbac040>
- Bridge, G. (2008). Environmental economic geography: A sympathetic critique. *Geoforum*, 39(1), 76-81.
- Broekel, T. ve Boschma, R. (2012). Knowledge networks in the Dutch aviation industry: the proximity paradox, *Journal of Economic Geography*, 12(2), 409-433.
- Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı (BEBKA). (2015). *Bursa Eskişehir Bilecik endüstriyel simbiyoz programı fizibilite raporu*.
- Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı (BEBKA). (2020). *Eskişehir endüstriyel simbiyoz projesi raporu*. https://www.kalkinmakutuphanesi.gov.tr/assets/upload/dosyalar/bebka-endustriyel-simbiyoz-raporu-web_1586429752.pdf, erişim tarihi: 08.07.2020.
- Castells, M. (1996). *The rise of the network society*. Blackwell.
- Chertow, M. R. (2000). Industrial symbiosis: Literature and taxonomy. *Annual Review of Energy and the Environment*, 25(1), 313-337.
- Chertow, M. R., Ashton, W. S. ve Espinosa, J. C. (2008). Industrial symbiosis in Puerto Rico: Environmentally related agglomeration economies. *Regional Studies*, 42(10), 1299-1312. <https://doi.org/10.1080/00343400701874123>
- Chertow, M. ve Ashton, W. (2009). The social embeddedness of industrial symbiosis linkages in Puerto Rican industrial regions. F. A. Boons ve J. Howard-Grenville (Ed.), *The social embeddedness of industrial ecology* içinde (ss. 128-151). Edward Elgar Publishers.
- Chertow, M. ve Ehrenfeld, J. (2012). Organizing self-organizing systems. *Journal of Industrial Ecology*, 16(1), 13-27.
- Cote, R. P. ve Cohen-Rosenthal, E. (1998). Designing eco-industrial parks: A synthesis of some experiences. *Journal of Cleaner Production*, 6, 181-188.
- Demir Duru, S. (2020). *Türkiye yeşil OSB projesi teknik bulgular, yeşil bayrak ve sertifikasyon sistemi* [Webinar Sunum], Eylül 2020.
- Demircioğlu, E. N. ve Ever, D. (2020). Döngüsel ekonomiye geçişte endüstriyel simbiyozun maliyetler üzerine etkisi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 29(3), 461-473. DOI:10.35379/cusosbil.778908
- Desrochers, P. (2002). Cities and industrial symbiosis: Some historical perspectives and policy implications. *Journal of Industrial Ecology*, 5(4), 29-44.
- Deutz, P. ve Gibbs, D. (2008). Industrial ecology and regional development: Eco-industrial development as cluster policy. *Regional Studies*, 42(10), 1313-1328. <https://doi.org/10.1080/00343400802195121>
- Dolgen, D. ve Alpaslan M. N. (2020). Eco-industrial parks: Experiences from Turkey. *Global Journal of Ecology*, 5(1), 030-032. DOI:10.17352/gje.000016
- Domenech, T. ve Davies, M. (2011). The role of embeddedness in industrial symbiosis networks: Phases in the evolution of industrial symbiosis networks. *Bus. Strat. Env.*, 20(5), 281-296.
- Domenech, T., Bleischwitz, R., Doranova, A., Panayotopoulos, D. ve Roman, L. (2019). Mapping industrial symbiosis development in Europe: Typologies of networks, characteristics, performance and contribution to the circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 141, 76-98. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.016>
- Duran, B. (2019). *Organize sanayi bölgelerinin dönüşümünde sürdürülebilir kalkınma odaklı yeni bir model: Yeşil OSB yaklaşımı* [Yüksek lisans tezi]. Atılım Üniversitesi.
- Ehrenfeld, J. ve Gertler, N. (1997). Industrial ecology in practice: The evolution of interdependence at Kalundborg. *Journal of Industrial Ecology*, 1(1), 67-79. <https://doi.org/10.1162/jiec.1997.1.1.67>
- Erbay, R. ve Uslu, G. (2017). Yeni bir sürdürülebilir üretim modeli endüstriyel simbiyoz ve Trakya bölgesindeki potansiyel uygulamaları. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(03), 157-159. https://www.ibaness.org/bnejss/2017_03_03/015_Erbay_and_Uslu.pdf
- Eroğlu Önpeker, S. (2017). *Ağır metal içeren elektrokoagülasyon atığının değerlendirilmesi için bir endüstriyel simbiyoz uygulaması* [Yüksek lisans tezi]. Eskişehir Anadolu Üniversitesi.
- Eryılmaz, G. D. (2019). *İskenderun Körfezi'nde demir çelik sektörü için bir endüstriyel simbiyoz Yaklaşımı* [Yüksek lisans tezi]. Mersin Üniversitesi.
- Evren, Y. (2012). Sanayi odakları (Sanayi kümelenmesi ve yığılma). M. Ersoy (Ed.), *Kentsel planlama ansiklopedik sözlük* içinde (ss. 386-389). Ninova Yayıncılık.
- Fırat, D. Ç. (2015). "Eskişehir" Anadolu'nun yıldızı. Eskişehir Sanayici ve İş Adamları Derneği (ESİAD). <http://www.esiad.web.tr/kitapweb.pdf>, erişim tarihi: 19.01.2021.

- Frosch, R. A. ve Gallopoulos, N. E. (1989). Strategies for manufacturing. *Scientific American*, 261, 144-152.
- Genç, O. (2020). *Doğadan ilham alan sürdürülebilir eko-endüstriyel park gelişimi ve tasarımı* [Doktora tezi]. İskenderun Teknik Üniversitesi.
- Gibbs, D. (2003). Trust and networking in inter-firm relations: The case of eco-industrial development. *Local Economy*, 18(3), 222–236. <https://doi.org/10.1080/0269094032000114595>
- Gibbs, D. (2006). Prospects for an environmental economic geography: linking ecological modernization and regulationist approaches. *Economic Geography*, 82(2), 193-215.
- Gibbs, D. ve Deutz, P. (2005). Implementing industrial ecology? Planning for eco-industrial parks in the USA. *Geoforum*, 36(4), 452-464.
- Granovetter, M. (1985). Economic action and social structure: The problem of embeddedness. *American Journal of Sociology*, 91(3), 481–510.
- Gümüş, T. Ç. (2016). *Eko-endüstriyel parklar için temiz üretim ve endüstriyel simbiyoz karar destek sistemlerinin geliştirilmesi* [Yüksek lisans tezi]. TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi.
- Han, F., Liu, Y., Liu, W. ve Cui, Z. (2017). Circular economy measures that boost the upgrade of an aluminum industrial park. *Journal of Cleaner Production*, 168, 1289-1296. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.115>
- Hayter, R. (2008). Environmental economic geography. *Geography Compass*, 2(3), 831-850.
- He, C., He, S., Mu, E. ve Peng, J. (2022). Environmental economic geography: Recent advances and innovative development. *Geography and Sustainability*, 3(2), 152-163.
- Heeres, R. R., Vermeulen, W. J. V. ve de Walle, F. B. (2004). Eco-industrial park initiatives in the USA and the Netherlands: First lessons. *Journal of Cleaner Production*, 12, 985–995.
- Hewes, A. ve Lyons, D. I. (2008). The humanistic side of eco-industrial parks: Champions and the role of trust. *Regional Studies*, 42(10), 1329–1342. <https://doi.org/10.1080/00343400701654079>
- Huber, J. (2000). Towards Industrial Ecology: sustainable development as a concept of ecological modernization. *Journal of Environmental Policy and Planning*, 2(4), 269-285.
- Jacobsen, N. B. ve Anderberg, S. (2004). Understanding the evolution of industrial symbiotic networks: The case of Klaundborg. J. C. J. M. Van Den Bergh ve M. A. Janssen (Ed.), *Economics of industrial ecology: Materials, structural change, and spatial scales* içinde (ss. 313-335). MIT Press.
- Jambou, M., Torre, A., Dermine-Brullot, S. ve Bourdin, S. (2022). Inter-firm cooperation and local industrial ecology processes: evidence from three French case studies. *The Annals of Regional Science*, 68(2), 331-358.
- Jensen, P. D., Basson, L., Hellowell, E. E., Bailey, M. R. ve Leach, M. (2011). Quantifying 'geographic proximity': Experiences from the United Kingdom's National Industrial Symbiosis Programme. *Resources Conservation and Recycling*, 55(7), 703–712.
- Ji, Y., Liu, Z., Wu, J., He, Y. ve Xu, H. (2020). Which factors promote or inhibit enterprises' participation in industrial symbiosis? An analytical approach and a case study in China. *Journal of Cleaner Production*, 244(2020), 118600.
- Johnsen, I. H. G., Berlina, A., Lindberg, G., Mikkola, N., Olsen, L. S. ve Teräs, J. (Ed.). (2015). *The potential of industrial symbiosis as a key driver of green growth in Nordic Regions*. Nordregio Report 2015:1. <http://www.nordregio.se/en/Publications/Publications-2015/The-potential-of-industrial-symbiosis-as-a-key-driver-of-green-growth-in-Nordic-regions/>
- Kasmi, F. (2021). Industrial symbiosis and territorial development: the cross-fertilization of proximity dynamics and the role of information and knowledge flows. *Journal of the Knowledge Economy*, 12, 342-362.
- Kazak, E. Ö. (2015). Atık yönetimi piyasalarında kayıt dışılık, çevresel düzenlemelere uyumsuzluk ve rekabet. *Rekabet Dergisi*, 16(3), 38-50.
- Laybourn, P. (2006). The development of the National Industrial Symbiosis Programme (NISP)—A case for publicly funded macro industrial symbiosis networks. Presentation to Intellegant: Made for the Future, Cambridge, UK, 12 March 2006.
- Lombardi, D. R. ve Laybourn, P. (2012). Redefining industrial symbiosis crossing academic – practitioner boundaries. *Journal of Industrial Ecology*, 16(1), 28–37. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00444.x>
- Madsen, J. K., Boisen, N., Nielsen, N. U. ve Tackmann, L. H. (2015). Industrial symbiosis exchanges: Developing a guideline to companies. *Waste Biomass Valor*, 6, 855-864.
- Mayaoğlu Akın, C. (2021). *Sfır atık kapsamında endüstriyel simbiyoz ve atık borsası uygulamalarının incelenmesi* [Yüksek lisans tezi]. Ege Üniversitesi.
- Mirata, M. (2004). Experiences from early stages of a national industrial symbiosis programme in the UK: Determinants and coordination challenges. *Journal of Cleaner Production*, 12(8-10), 967–983.
- Neves, A., Godina, R., Azevedo, S. G. ve Matias, J. C. O. (2020). A comprehensive review of industrial aymbiosis. *Journal of Cleaner Production*, 247, 119113. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119113>
- Organize Sanayi Bölgeleri Üst Kuruluşu (OSBÜK). (2021). *OSB envanteri, organize sanayi bölgeleri güncel envanter tablosu*, Ankara. <https://osbuk.org/osb-envanteri/>, erişim tarihi: 17.12.2021.
- Özcan, K. H. (2018). *Sürdürülebilir kalkınma boyutunda eko endüstriyel parkların bölge ekonomisine etkisi* [Yüksek lisans tezi]. İzmir Katip Çelebi Üniversitesi.
- Paquin, R. L. ve Howard-Grenville, J. (2012). The evolution of facilitated industrial symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, 16, 83-93. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00437.x>
- Sakr, D., Baas, L., El-Haggag, S. ve Huisingh, D. (2011). Critical success and limiting factors for eco-industrial parks: Global trends and Egyptian context. *Journal of Cleaner Production*, 19(11), 1158-1169.
- Shi, H., Chertow, M. ve Song, Y. (2010). Developing country experience with eco-industrial parks: A case study of the Tianjin economic-technological development area in China. *Journal of Cleaner Production*, 18(3), 191-199.
- Shi, L. ve Chertow, M. (2017). Organizational boundary change in industrial symbiosis: Revisiting the Guitang Group in China. *Sustainability*, 9(7), 1085. <https://doi.org/10.3390/su9071085>
- Song X., Geng, Y., Dong, H. ve Chen W. (2018). Social network analysis on industrial symbiosis: A case of Gujiao eco-industrial park. *Journal of Cleaner Production*, 193, 414-423. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.058>
- Song, Y. C. ve Son, S. H. (2020). Identifying the impact of geographical proximity on spillover effect of FDI: The evidence from Indian local firms' performance gains. *The North American Journal of Economics and Finance*, 52, 101138. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2019.101138>
- Sterr, T. ve Ott, T. (2004). The industrial region as a promising unit for eco-industrial development—Reflections, practical experience and establishment of innovative instruments to support industrial ecology. *Journal of Cleaner Production*, 12(8–10), 947-965.
- Storper, M. (1997). *The regional world: Territorial development in a global economy*. Guilford Press.
- Ström, P. ve Hermelin, B. (2023). An economic geography approach to the implementation of circular economy—comparing three examples of industry-specific networks in West Sweden. *Journal of Science and Technology Policy Management*.
- Şen, E. (2019). *Endüstriyel simbiyoz ağı oluşturmak için analitik ağ süreci yaklaşımı* [Yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi].
- Şenlier, N. ve Albayrak, A. (2011). Opportunities for sustainable industrial development in Turkey: Eco-industrial parks. *Gazi University Journal of Science*, 24(3), 637-646. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gujs/is-sue/7420/96983>
- Şenocak, B. (2021). *Şanlıurfa'da endüstriyel simbiyoz döngüsü için bir öneri* [Yüksek lisans tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Taddeo, R., Simboli, A. ve Morgante, A. (2012). Implementing eco-industrial parks in existing clusters: Findings from a historical Italian chemical site. *Journal of Cleaner Production*, 33, 22-29.
- Taddeo, R., Simboli, A., Morgante ve A. ve Erkman, S. (2017). The development of industrial symbiosis in existing contexts experiences from three Italian clusters. *Ecological Economics*, 139, 55–67.

- Tapia, C., Bianchi, M., Pallaske, G. ve Bassi, M. B. (2021). Towards a territorial definition of a circular economy: Exploring the role of territorial factors in closed-loop systems. *European Planning Studies*, 29(8), 1438-1457.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2019). *Ulusal hesaplar*. <https://www.tuik.gov.tr/>, erişim tarihi: 20.11.2021.
- Türkiye Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği (TÜSİAD). (2021). *Türkiye'de dögüsel ekonomiye geçiş tutum belgesi uygulama etkinliğinin artırılmasına yönelik öneriler*. <https://tusiad.org/tr/haberler/item/10832-turkiye-de-dongusel-ekonomiye-gecis-tutum-belgesi>, erişim tarihi: 25.11.2021.
- Uslu, G. (2019). *Bir sürdürülebilir kalkınma modeli olarak endüstriyel simbiyoz ve KOBİ'lerde endüstriyel simbiyoz uygulamaları üzerine öneriler* [Yüksek Lisans Tezi]. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi.
- Velenturf, A. (2016). Promoting industrial symbiosis: Empirical observations of low-carbon innovations in the Humber region, UK. *Journal of Cleaner Production*, 128 (2016), 116-130.
- Velenturf, A. P. (2017). Initiating resource partnerships for industrial symbiosis. *Regional Studies, Regional Science*, 4(1), 117-124.
- Velenturf, A. ve Jensen P. D. (2016). Promoting industrial symbiosis using the concept of proximity to explore social network development. *Journal of Industrial Ecology*, 20(4), 700-709.
- Yemez, İ. ve Tuna, M. F. (2021). Tüketicilerin geri dönüştürülmüş maddelerden yapılmış kıyafetleri satın alma isteğini etkileyen faktörlerin incelenmesi. *Yönetim ve Ekonomi*, 28(4), 751-773. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1664651>
- Yıldız, Ö. (2019). *Bölgesel kalkınmada endüstriyel simbiyoz uygulamaları: Bursa Eskişehir Bilecik Bölgesi örneği* [Yüksek lisans tezi]. Bursa Uludağ Üniversitesi.
- Yılgin, Z. G. (2019). *Kaynak yoğun sektörler arasında endüstriyel simbiyoz yaklaşımı ile akış modellemesi ve optimizasyonu* [Yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Zhang, Y., Zheng, H., Chen, B. ve Yang, N. (2013). Social network analysis and network connectedness analysis for industrial symbiotic systems: Model development and case study. *Front. Earth Sci.*, 7, 169-181.

EXTENDED ABSTRACT

The Role of Proximity Components in the Development of Industrial Symbiosis Activities: The case of Eskişehir Organised Industrial Zone

 Neslihan Elif Alpar,  Senem Kozaman Aygün

Yıldız Technical University, Faculty of Architecture, Department of Urban and Regional Planning, İstanbul, Türkiye

Since the 1980s, innovative approaches emphasizing sustainability have been developed to mitigate the negative environmental impacts of economic growth. Industrial symbiosis, grounded in the principles of circular synergies, has emerged as a significant opportunity to reduce the adverse externalities associated with industrial clusters. Following the implementation of Turkey's 10th Development Plan, which prioritized cleaner production and eco-efficiency in the industrial sector, the 11th Development Plan also included industrial symbiosis among its supported initiatives. There is a growing recognition of the importance of public support for such collaborative practices. The existing literature highlights several factors influencing the development of industrial symbiosis, including environmental conditions, agglomeration externalities, and institutional, organizational, and technical factors. In the field of environmental economic geography, the concept of proximity is used to explore how geographical, social, cognitive, organizational, and institutional closeness facilitates the formation of symbiotic relationships and inter-firm linkages.

Grounded in this theoretical framework, the present study examines the role of local dynamics and various dimensions of proximity in fostering industrial symbiosis in the Eskişehir Organized Industrial Zone (EOSB). Social network analysis was employed to map inter-firm connections and reveal the structure of relationships. Additionally, semi-structured interviews were conducted to identify the factors influencing the establishment of symbiotic collaborations. The findings indicate that a fully developed symbiotic network does not yet exist in the case study area. However, several examples demonstrate the potential for such development. Social network analysis of inter-sectoral connections reveals that enterprises in the food production and non-metallic mineral product sectors have primarily established ties with firms within their own industries.

Interview data indicate that early instances of symbiotic exchange in EOSB occurred among firms in the food and feed production sectors, as well as in the cement, ceramics, and metal industries. Companies in the food, ceramics, foundry, and wastewater treatment sectors have adopted industrial symbiosis practices mainly to reduce waste disposal costs, taking advantage of the technical feasibility of reusing certain waste materials as by-products. Overall, the combined findings from interviews and social network analysis suggest that some forms of proximity are more influential than others in facilitating the development of innovative processes supporting the green transformation of industry. The development of industrial symbiosis is supported by factors such as geographical proximity, shared technical capacities and market knowledge, mutual economic benefits, legal regulations, and the involvement of enabling institutions. In addition to the advantages provided by agglomeration economies, by-product exchange is also linked to firms' technological capabilities and innovation potential.

In essence, symbiotic linkages are typically established through formal contracts, with firms acting in their mutual interest. While some argue that micro-level individual relationships are irrelevant, findings suggest that SMEs often require flexible exchange conditions, typically enabled by prior cooperations. Furthermore, public investments and development projects play a pivotal role in strengthening these capabilities and expanding circular economy activities. Autonomous decisions by firms to establish symbiotic linkages—rather than relying on interventions—and the presence of facilitators, rather than top-down planning (e.g., eco-industrial parks), appear to yield more effective outcomes. The involvement of neutral actors in facilitating collaborations among innovative firms contributes to trust-building and knowledge exchange.

Keywords: Circular economy; industrial ecology; industrial symbiosis; sustainable regional development; Turkey.