



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

**AKSARAY ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİNDEKİ ENDÜSTRİYEL
SİMBİYOZ OLANAKLARININ İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Onurcan KABAN

DANIŞMAN

Prof. Dr. Melayib BİLGİN

AKSARAY, 2025

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 232361024 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi Onurcan KABAN tarafından hazırlanan “**AKSARAY ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİNDEKİ ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ OLANAKLARININ İNCELENMESİ**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ/OY ÇOKLUĞU ile Mühendislik Yönetim Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Melayib BİLGİN

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....

Üye: Prof. Dr. Günay ÖZBAY

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....

Üye: Dr. Erkan Sami KÖKTEN

Karabük Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....

Tez Savunma Tarihi: 21/07/2025

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Prof. Dr. Fazliye KARABÖRK

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, akademik kurallara ve bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, çalışmamda kullandığım verilerin orijinallliğini ve her türlü intihalden uzak olduğunu beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Onurcan KABAN



TEŞEKKÜR

Bu tezi gerçekleştirmemde büyük bir sabır ve titizlik örneği gösteren ve çalışmalarında desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen saygıdeğer ve kıymetli danışmanım Prof. Dr. Melayib BİLGİN hocama ve lisans ve yüksek lisans dönemim boyunca her daim desteğini hissettiğim Dr. Öğr. Üye. Ülge TAŞ hocama sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım. Çalışmamı, beni bugünlere getiren her anlamda destekleyen sevgili annem Ayten MERİÇ KABAN'a ve desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen Seniha Eylem ÇAY'a ithaf ediyorum.

Tezimin imalat aşamasındaki desteklerinde dolayı Ahmet KOÇAŞ (Aksaray Ticaret ve Sanayi Odası Başkanı), Sami DEĞİRMENCİ (TOBB Aksaray Genç Girişimciler Kurulu Başkanı), Aksaray Ticaret ve Sanayi Odası personellerine ve TOBB Aksaray Genç Girişimciler Kurulu'na teşekkür ederim.

Onurcan KABAN
AKSARAY, 2025

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
1.GİRİŞ	1
1.1 Aksaray İli Hakkında Genel Bilgiler	3
1.2 Aksaray Organize Sanayi Bölgesi Hakkında	5
1.2.1 Aksaray OSB'nin iş gücü durumu	7
1.2.2 Sektörel istihdamın değerlendirilmesi	9
1.2.3 Teşvikler, yatırımlar ve büyüme stratejileri.....	10
1.3 Deprem Gerçeği Ve Sanayi İmkanları Üzerine Değerlendirme.....	11
2. LİTERATÜR TARAMASI	14
2.1 Temel Prensipler.....	16
2.1.1 Tarihsel gelişim	17
2.2 Türkiye’de Endüstriyel Simbiyoz Uygulamaları (2013-2023)	19
2.2.1 İskenderun körfezi projesi	19
2.2.2 Bursa, Eskişehir ve Bilecik endüstriyel simbiyoz programı.....	21
2.3 Dünyada Başarılı Endüstriyel Simbiyoz Uygulamaları	23
2.3.1 Kalundborg, Danimarka	23
2.3.2 Tianjin ekonomik gelişim bölgesi, Çin.....	25
2.3.3 İngiltere: ulusal endüstriyel simbiyoz programı (NISP).....	26
2.4 Ekonomik Ve Çevresel Yararların Değerlendirilmesi	28
2.4.1 Ekonomik yararlar	29
2.4.2 Çevresel yararlar	29
2.5 Çalışmanın Amacı	30
3. MALZEME VE YÖNTEM	31
3.1 Karar Verme Kavramı	31
3.1.1 ÇKKV yöntemleri.....	32
3.2 Bulanık TOPSIS Yöntemi (Fuzzy TOPSIS)	34
3.2.1 Uygulama alanları ve örnek vaka analizleri	35
3.3 Hesaplama Araçları ve Kriterlerin Ölçüm Birimleri.....	37
3.4 Uygulamada Dikkate Alınan Hususlar.....	38
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	40
4.1 Aksaray OSB’deki Olası Endüstriyel Simbiyoz Olanakları.....	40
4.2 Alternatif ve Kriterlerin Belirlenmesi	44
4.3 TOPSIS Yöntemi İle Endüstriyel Simbiyoz Olanaklarının İncelenmesi	46
4.3.1 Ön araştırma.....	46
4.3.2 Fuzzy TOPSIS yöntemi	48
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	57
5.1 Öneriler.....	59
KAYNAKLAR	61
EKLER.....	65
ÖZGEÇMİŞ	76

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AKSARAY ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİNDEKİ ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ OLANAKLARININ İNCELENMESİ

Onurcan KABAN

**Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mühendislik Yönetimi Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Melayib BİLGİN

ÖZET

Günümüzde çevresel farkındalığın artmasıyla birlikte, atıkların doğa, insan ve doğal kaynaklar üzerindeki etkileri daha da önemli bir hale gelmiştir. Bu farkındalık, doğal kaynakların korunması ve israfın önlenmesi adına yenilikçi yaklaşımların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Endüstriyel simbiyoz, bu yaklaşımlar arasında çevreci bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Bu yöntem, bir işletmeden çıkan atıkların başka bir işletmenin hammaddesi olarak değerlendirilmesine imkân tanımakta ve kaynakları daha verimli kullanmanın yanı sıra çevresel kirliliği de en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Endüstriyel simbiyoz ekonomik kazançların yanı sıra sürdürülebilir bir gelecek için iş birliğine de teşvik etmektedir. Aksaray ili, Türkiye'nin hızlı gelişen sanayi bölgelerinden biri olup, özellikle 6 Şubat'ta yaşanan deprem felaketinden sonra; Bölgesel Teşvik Kanunu kapsamında öncelikli yatırım bölgesi içerisinde yer alması, lojistik olanakları ve coğrafi konumu birlikte orta ve büyük ölçekli sanayi yatırımcılarının gözdesi haline gelmiştir. Büyümekte olan bu sanayi şehrinde, bu çalışma aracılığıyla Aksaray ilindeki endüstriyel faaliyetler incelenerek ve OSB içerisinde yer alan firmalar analiz edilerek, iş birliği potansiyelleri tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışma doğrultusunda, çevresel zararları azaltan ve katma değer oluşturan sürdürülebilir geri dönüşüm modelleri tespit edilmiştir. Bu modeller ile birlikte, Aksaray ilindeki bölgesel kalkınmaya katkı sağlamak amacıyla çevresel sorunlara çözüm üretmek ve endüstriyel simbiyozun önemini vurgulamaktadır.

Anahtar kelimeler: Endüstriyel Simbiyoz, Aksaray Organize Sanayi Bölgesi, Sürdürülebilirlik, Çevre Kirliliği.

Haziran, 2025; 76 sayfa

M.Sc. THESIS

INVESTIGATION OF INDUSTRIAL SYMBIOSIS OPPORTUNITIES IN AKSARAY ORGANIZED INDUSTRIAL ZONE

Onurcan KABAN

**Aksaray University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Engineering Management**

Supervisor: Prof. Dr. Melayib BİLGİN

ABSTRACT

With the rise in environmental awareness today, the impact of waste on nature, humans, and natural resources has become even more significant. This awareness has led to the emergence of innovative approaches aimed at protecting natural resources and preventing waste. Industrial symbiosis stands out as an environmentally friendly method among these approaches. This method allows waste from one business to be used as raw material by another business, aiming to minimize environmental pollution as well as use resources more efficiently. Industrial symbiosis encourages cooperation for a sustainable future as well as economic gains. Aksaray Province is one of Turkey's rapidly developing industrial regions, and especially after the earthquake disaster on February 6, it has become a favorite destination for medium and large-scale industrial investors due to its status as a priority investment region under the Regional Incentive Law, its logistics capabilities, and its geographical location. In this growing industrial city, this study examined industrial activities in Aksaray Province and analyzed companies within the OSB to identify collaboration potentials. In line with this study, sustainable recycling models that reduce environmental damage and create added value have been identified. These models aim to contribute to regional development in Aksaray by addressing environmental issues and emphasizing the importance of industrial symbiosis.

Keywords: Industrial Symbiosis, Aksaray Organized Industrial Zone, Sustainability, Environmental Pollution.

June, 2025; 76 pages

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Aksaray deprem haritası.	13
Şekil 2.1. Döngüsel sistemler.....	14
Şekil 2.2. Endüstriyel simbiyoz uygulamaları zaman çizelgesi.....	18
Şekil 2.3. İskenderun Körfezi’nde endüstriyel simbiyoz uygulama ağı.....	20
Şekil 2.4. Eskişehir ili potansiyel endüstriyel simbiyoz ağı.	22
Şekil 2.5. Kalundborg endüstriyel simbiyoz ağı.....	24
Şekil 2.6. NISP kaynak haritalandırması	28
Şekil 4.1. Hiyerarşik yapı ağacı	50
Şekil 4.2. Alternatiflerin fuzzy TOPSIS yakınlık katsayıları	56



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1.	OSB'deki sektörlerin analizi ve sıralandırılması.....	7
Çizelge 4.1.	Aksaray OSB endüstriyel simbiyoz olanakları.....	43
Çizelge 4.2.	Faktörlerin ortalama ve standart sapmaları tablosu.	47
Çizelge 4.3.	Seçilmiş ağırlıklı faktörler tablosu.....	47
Çizelge 4.4.	Her bir kriterin önem düzeyleri için dilsel değişkenler.	48
Çizelge 4.5.	Önem düzeyleri için dilsel değişkenler.....	49
Çizelge 4.6.	Kriterlerin önem düzeylerine göre dilsel değişkenlerin belirlenmesi.....	50
Çizelge 4.7.	Karar vericilerin alternatifler için verdikleri önem düzeylerinin dilsel değişkenler olarak belirlenmesi.....	51
Çizelge 4.8.	Aksaray OSB'deki endüstriyel simbiyoz olanaklarının fuzzy ortalamaları.	54
Çizelge 4.9.	Kriter ağırlık ortalamaları tablosu.	54
Çizelge 4.10.	Normal hale getirilmiş karar matrisi.....	55
Çizelge 4.11.	Ağırlıklı normalleştirilmiş fuzzy karar matrisi..	55
Çizelge 4.12.	Aksaray OSB'deki endüstriyel simbiyoz olanakları sıralama tablosu.	56

SİMGELER VE KISALTMALAR

AHP	Analytic Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Prosesi)
A_i	Alternatif
A.Ş.	Anonim Şirket
BEBKA	Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı
C	Uyum Matrisi
C_i	Tutarlılık İndeksi
CO_2	Karbondioksit
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
D	Uyumsuzluk Matrisi
GJ	Gigajoule
IoT	Internet Of Things (Nesnelerin İnterneti)
IPCC	Intergovernmental Panel On Climate Change (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli)
İŞKUR	İş Ve İşçi Bulma Kurumu
KDV	Katma Değer Vergisi
KV	Karar Verici
NISP	National Industrial Symbiosis Programme (Ulusal Endüstriyel Simbiyoz Programı)
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
pH	Power Of Hydrogen (Hidrojenin Gücü)
TOPSIS	Technique for Order Preference By Smilarity To Ideal Solution (İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sıralama Tercihi Tekniği)
TR41	Bursa Eskişehir Bilecik Bölgesi
TTGV	Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UNESCO	United Nations Educational, Scientific And Cultural Organization (Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Teşkilatı)
%	Yüzde

1. GİRİŞ

Endüstriyel simbiyoz, doğal ekosistemlerde gözlemlenen simbiyotik ilişkilere benzer bir yaklaşımla, birbirinden bağımsız endüstriyel işletmelerin kaynak, enerji, su, malzeme ve atık gibi girdileri paylaşarak karşılıklı fayda sağlamasını esas alan bir uygulamadır. Endüstriyel simbiyoz çalışmalarının odağında bir tesisin ürettiği atıktan geri kazanımı ve öteki tesislerde kaynak olarak kullanımı yer almaktadır (Van Berkel, 2009). Bu yöntem, atıkların değerlendirilmesi ve yan ürünlerin yeni hammadde veya enerji kaynağı olarak kullanılması ile çevresel etkilerin azaltılmasına ve kaynak verimliliğinin artırılmasına önemli ölçüde katkı sunmaktadır. Ancak uzun vadeli ekonomik büyüme için sanayileşmenin önemli bir rol üstlendiği de bilinmektedir. Bu nedenle ekonomik büyümeyi tehlikeye atmadan bu olumsuz etkilerin azaltılmasına olanak sağlayacak çözümlerin bulunması büyük önem taşımaktadır (Neves vd., 2020).

Döngüsel ekonomi modelinin temel unsurlarından biri olarak endüstriyel simbiyoz, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada stratejik bir rol üstlenmektedir. İşletmeler arası iş birliği sayesinde atıkların minimize edilmesinin yanı sıra, ekonomik maliyetlerin düşürülmesi ve çevresel performansın iyileştirilmesi mümkün olmaktadır. Danimarka'nın Kalundborg bölgesinde gerçekleştirilen vaka çalışmaları, enerji santralinden rafineriye, kimyasal tesisten çimento fabrikasına kadar farklı endüstriler arasında gerçekleştirilen su, enerji ve malzeme alışverişinin, hem çevresel hem de ekonomik açıdan önemli faydalar sağladığını ortaya koymaktadır.

Aksaray, İç Anadolu Bölgesi'nin önemli temas noktalarından biridir. Şehir, kuzeyde Tuz Gölü, güneyde Hasan Dağı ve doğuda Ihlara Vadisi gibi doğal ve coğrafi zenginliklere sahiptir. Coğrafi konumu, kuzeyde Nevşehir, doğuda Kırşehir, güneyde Konya ve Niğde gibi illerle çevrili olması bakımından önem arz etmektedir. Bu durum, hem tarihsel ticari yolların kesişiminde yer almasını hem de günümüz ulaşım ve lojistik altyapısında kritik bir rol oynamasını sağlamaktadır.

Şehrin, Türkiye'nin doğu ve batısını birbirine bağlayan D-300 ve D-750 kara yollarının kesişim noktasında bulunmasından dolayı lojistik açısından stratejik bir öneme sahip olmaktadır. Aksaray, Konya-Ankara-Adana yollarının kesişim noktasında yer aldığı için lojistik açıdan avantajlı bir konuma sahiptir. Şehirdeki ticaret faaliyetleri, tarım ve sanayi ürünlerinin iç ve dış pazarlara taşınması üzerine

yoğunlaşmıştır. Ayrıca, şehirdeki ticaret odası ve diğer yerel kurumlar, yatırımcıları desteklemek için çeşitli teşvikler sunmaktadır.

Aksaray ilinin ekonomik yapısının temelini tarım, hayvancılık ve sanayi oluşturmaktadır. Tarım sektörü, bölgenin ekonomik tarihinin en eski yapıtaşı olarak değerlendirilebilir. Modern tarım tekniklerinin benimsenmesi, mekanizasyon ve devlet destekli kalkınma projeleri sonucunda, ürün çeşitliliği ve verimlilik artışı sağlanmıştır. Tarımsal ürünlerin işlenmesi, yerel pazarlar ve ulusal düzeyde rekabet edebilir ürün kalitesinin elde edilmesi yönündeki çalışmalar, Aksaray'ın ekonomik dönüşüm sürecinde önemli aşamalardan biri olarak görülmektedir.

Sanayi sektörü ise Organize Sanayi Bölgeleri'nin gelişmesiyle birlikte büyümüş ve ilin ekonomik yapısını çeşitlendirmiştir. Aksaray Organize Sanayi Bölgesi, Türkiye'nin orta kesiminde yer alan stratejik lokasyonuyla, zaman içinde hızlı bir sanayileşme süreci yaşamış ve bölgesel kalkınmada önemli bir rol oynamıştır. Özellikle 2020-2025 döneminde, küresel ekonomik dalgalanmalara ve pandemi sonrası toparlanma sürecine paralel olarak, bölge içerisinde yer alan firmalar ve yatırımcılar, yenilikçi büyüme stratejileri geliştirmiştir.

Bu tez, Aksaray organize sanayi bölgesindeki endüstriyel simbiyoz olanaklarının incelenmesine odaklanmakta olup, literatür taraması, vaka incelemeleri ve mevcut uygulamaların değerlendirilmesi yoluyla sürdürülebilirlik stratejilerinde önemli bir rol oynamayı amaçlamaktadır. Uygulamadaki başarılı örnekler ve sektörel değerlendirmeler ışığında, endüstriyel simbiyozun daha geniş ölçekte nasıl benimsenebileceği ve sürdürülebilir kalkınmaya nasıl katkı sağlayabileceği tartışılacaktır. Böylece insanlar atık yönetimi ve kirliliği önleyici faaliyetleri tasarlamayı, kullanılan ürünleri ve malzemeleri daha uzun süre korumayı yaşam biçimine dönüştürecek ve dolayısıyla doğal sistemlerin yenilenmesine de izin verilecektir (Balbay vd., 2021).

1.1 Aksaray İli Hakkında Genel Bilgiler

Aksaray'ın tarihsel süreci, M.Ö. II. binyıla dayanan Hititler dönemine kadar uzanmaktadır. Bölge, Kapadokya'nın tarihi coğrafyası içerisinde yer alması sebebiyle, Hititlerin Anadolu'ya yerleşen en eski medeniyetleri arasında değerlendirilmektedir. Gücünkaya köyü yakınlarındaki siyah yazılı kaya ve çevredeki höyüklerden elde edilen arkeolojik buluntular, Aksaray'ın bu antik çağda sürekli yerleşime sahne olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, bölgenin stratejik bir geçiş noktası olarak kullanıldığını işaret etmekte ve antik çağda kültürel etkileşimlerin yoğun olarak yaşandığını ortaya koymaktadır. Hititler, şehir çevresinde hayvancılık ve tarımı organize etmenin yanı sıra ticaretin geliştirilmesinde de önemli bir rol oynamıştır.

Roma ve Bizans dönemlerinde Aksaray, ticaretin ve dini faaliyetlerin merkezi olmuştur. Bizans döneminde Hristiyanlığın yayılmasıyla, İhlara Vadisi gibi yerlerde dini yapılar inşa edilmiştir. Vadideki doğal kaya oluşumları oyularak kiliselere dönüştürülmüş ve burası bir inziva alanı olarak hizmet vermiştir.

Şehrin Karamanoğulları zamanında da gelişmesini sürdürdüğü görülmektedir (Topal, 2006). 1312 yıllarında Orta Anadolu'da egemenlik kuran Karamanoğulları Beyliği, Aksaray iline dönemin önemli bir yerleşim merkezi statüsünü kazandırmıştır. Karamanoğulları döneminde, şehirde iskân ve mahalle yapılarının detaylı incelenmesi, Aksaray'ın sosyo-kültürel dokusuna ışık tutmaktadır. Bu döneme ilişkin incelemeler, bölgenin kentsel planlama, toplumsal yapı ve yerleşim alanlarına ilişkin önemli veriler sunmaktadır. Karamanoğulları'nın dönemindeki düzenlemeler, hem şehrin sosyal yapısını hem de ekonomik faaliyetlerini etkilemiş ve sonraki dönemlerde yaşanacak dönüşümlere zemin hazırlamıştır.

Selçuklu döneminde Aksaray, “Şehri Süleha” (Salihler Şehri) olarak adlandırılmıştır. İpek Yolu üzerinde bulunan stratejik konumu sayesinde bir ticaret merkezi olarak gelişmiştir. Bu dönemde Sultan Hanı gibi yapılar, bölgenin ticari yaşamındaki önemini artırmıştır. Tarihsel incelenmelerde, Aksaray'ın özellikle Selçuklu ve Osmanlı dönemlerinde merkezi bir rol oynadığı görülmektedir. Türkiye Selçuklu Devleti döneminde Aksaray, askeri ve stratejik açıdan büyük önem kazanmıştır. II. İzzeddin Kılıçarslan tarafından imar edilen şehir, o dönem “dârü'z-zafer”, “dârü'l-cihâd” ve “dârü'r-ribât” unvanlarıyla da anılmıştır. Bu ünvanlar, Aksaray'ın hem askeri anlamda

bir üs işlevi gördüğünü hem de kültürel ve idari açıdan merkezi bir yer olduğunu göstermektedir (Oruç, 2017). Selçuklu döneminde gerçekleştirilen yapılaşma faaliyetleri, şehrin mimari dokusu ile askeri yapılarını da içeren çok katmanlı bir tarihsel süreci günümüze taşıyarak, bölgenin önemini vurgulamaktadır.

Osmanlıların bütün Karaman coğrafyasına hâkim olması ile beraber Aksaray'ın idari taksimatında köklü değişikliklerin olmuştur (Şaşmaz, 2019). Başlangıçta sancak merkezi olarak belirlenen Aksaray, bu dönemde hem ticaret hem de kültürel etkileşim açısından önemli bir noktada yer almıştır. Sancak merkezi olarak işlev gördüğü bu süre zarfında, şehir çeşitli ekonomik faaliyetlerin merkezine dönüşmüş, tüccarların ve zanaatkârların yoğun olarak bulunduğu bir yer haline gelmiştir. Ancak ilerleyen süreçte kaza statüsüne indirgenmesi, Aksaray'ın bu canlı yapısını etkileyerek, yerel yönetim üzerinde birtakım kısıtlamalar getirmiştir.

Cumhuriyet tarihi ile beraber Aksaray'da sanayileşme ve modernleşme süreci hız kazanmıştır. Cumhuriyetin ilk yıllarında Azmi Milli Un Fabrikası gibi endüstriyel tesislerin kurulması, şehrin ekonomik yapısını ve toplumsal yaşamını önemli ölçüde dönüştürmüştür. Bu modernleşme çabaları, Aksaray'ı sadece ekonomik anlamda değil, aynı zamanda kültürel mirasın korunması bakımından da dikkat çekici kılmıştır. UNESCO Dünya Mirası Geçici Listesi'ne aday gösterilen tarihi kent merkezi, şehirdeki Zinciriye Medresesi, eski vilayet konağı ve Paşa Hamamı gibi önemli yapılarla zenginleşmiş, kültürel kimlik açısından önemli bir yer tutmuştur (Parlak ve Dişli, 2020).

Suyu, iklimi, geniş ve düz arazisi, ticarete elverişli yapısıyla birçok medeniyetin sahip olmak istediği şehrin ticarî tarihinin de çok eski olduğu arkeolojik kazılar, yeni bulunan kaynaklar, devam eden araştırmalarla iyice gün yüzüne çıkmıştır (Gül, 2013). Günümüzde Aksaray, tarihi mirasını modern yapılaşma ile sentezleyerek, hem yerel hem de ulusal düzeyde öne çıkmaktadır. Endüstriyel yatırımların yanı sıra, turizm, kültür ve eğitim alanlarında yapılan yenilikçi çalışmalar, Aksaray'ın tarihsel dokusunun korunması ile ekonomik kalkınmanın iç içe geçmesini sağlamaktadır. Bu süreç, kentin geçmişi ile günümüz arasında köprü kurarak, Aksaray'ın tarihsel sürekliliğinin ve dönüşümün belgesi olarak değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

Bölgede hâkim olan karasal iklim özellikleri, aşırı sıcak yazlar, soğuk kışlar ve nispeten düşük yağış miktarları ile dikkat çekmektedir. İklim verileri, son on yılda yapılan meteorolojik araştırmalarla desteklenmiş; özellikle sıcaklık ve yağış dağılımı açısından mekânsal farklılıklar analiz edilmiştir. Bu veriler, Aksaray'ın tarımsal potansiyelini, su kaynaklarını ve çevresel sürdürülebilirlik politikalarını şekillendirme açısından önemli bir yer tutmaktadır. Bölgede yapılan nemlilik ve sıcaklık analizleri, yerel tarım politikaları ve bölgesel planlamalar açısından dikkate alınacak veriler arasında yer almaktadır. Bu özellikler, Aksaray'a hem tarımsal üretimde hem de turizmde büyük avantajlar sağlamaktadır.

Aksaray, eğitim alanında gelişmekte olan bir şehir olarak dikkat çekmektedir. Şehirdeki eğitim kurumları, hem temel eğitim hem de mesleki eğitim alanında hizmet vermektedir: Aksaray'da toplamda 300'den fazla okul bulunmaktadır. Bu okullar arasında ilkokul, ortaokul ve lise düzeyinde eğitim veren kurumlar yer alır. Üniversite eğitimi açısından Aksaray Üniversitesi, bölgedeki en önemli yükseköğretim kurumlarından biridir. 2006 yılında kurulan üniversite, çeşitli fakülteleri ve akademik birimleri ile eğitimde kaliteyi artırmayı hedeflemektedir. Üniversitenin Eğitim Fakültesi, öğretmen yetiştirme süreçlerinde önemli bir rol oynarken, Fen-Edebiyat Fakültesi, Mühendislik Fakültesi ve diğer akademik bölümler geniş bir öğrenci kitlesine hitap etmektedir. Üniversitenin araştırma merkezleri, yeni inşa edilen teknoparkı ve bilimsel projeleri, bölgesel kalkınmaya katkı sağlamakta olup eğitimde yenilikçi yaklaşımların uygulanmasına öncülük etmektedir.

1.2 Aksaray Organize Sanayi Bölgesi Hakkında

Aksaray Organize Sanayi Bölgesi (OSB), ilin ekonomik altyapısında önemli bir yere sahiptir. 1987 yılında Devlet Planlama Teşkilatı tarafından kurulması kabul edilen bir bölge olup, bu karar, Türkiye'nin sanayi alanında karşılaştığı ihtiyaçları ve fırsatları göz önünde bulundurarak verilmiştir. Kuruluş amacı, iş yaratıcılığı, ekonomik sürdürülebilirlik ve yerel kalkınmayı desteklemek olarak belirlenmiştir. Bölgenin idari yapısını güçlendirmek amacıyla 1991 yılında Bölge Müdürlüğü'nün oluşturulması, Aksaray OSB'nin yönetim yapısını daha etkili hale getirmiş ve yerel işletmelerin ihtiyaçlarına daha hızlı yanıt vermesini sağlamıştır. Ayrıca, bu yapı, sektörel iş birliğini artırmış ve girişimciler için daha geniş bir destek ağı oluşturmuştur.

2000 yılında yayımlanan OSB Kanunu ile birlikte Aksaray OSB, resmi bir tüzel kişilik kazanarak, sanayi alanında daha sağlam bir pozisyon elde etmiştir. Bu yasal çerçeve, işletmelere çeşitli teşvikler ve destekler sunarak, sanayi yatırımlarının artmasına zemin hazırlamıştır. Aksaray OSB'nin bu gelişmeleri, bölgenin sektörel çeşitliliğini ve büyüme potansiyelini ortaya koyan önemli kilometre taşlarıdır. Özellikle, otomotiv, tekstil, gıda ve metal sanayi gibi stratejik sektörlerdeki yatırımlar, Aksaray'ı cazip bir yatırım merkezi haline getirmiştir. Ek olarak, bölgede sağlanan altyapı iyileştirmeleri ve lojistik olanaklar, işletmelerin rekabet gücünü artırma yolunda büyük katkı sağlamaktadır.

Aksaray OSB, toplam 1.514 hektarlık geniş bir alana yayılmakta ve bu özelliği ile Türkiye genelinde sanayi bölgeleri arasında 11. sırada yer almaktadır (Aksaray Organize Sanayi Bölgesi, t.y.). Bölge, Çizelge 1.1'de gösterildiği üzere 20 farklı sektörde faaliyet gösteren toplam 203 fabrika ile hareketlilik kazanmaktadır. Bu fabrikalar, yaklaşık 12.490 kişiye istihdam sağlamaktadır ve yapılan analizler, 2026 yılı itibarıyla bu rakamın 25.000 kişiye ulaşmasının muhtemel olduğunu göstermektedir. Bu durum, Aksaray'ın ekonomik dinamizmini ve istihdam potansiyelini gözler önüne sermektedir.

Eşsiz coğrafi konumu sayesinde Aksaray, doğu-batı ve kuzey-güney geçiş güzergâhlarının kesişim noktasında bulunarak ulaşım ve lojistik açısından önemli avantajlar sağlamaktadır. Özellikle Ankara, Kayseri ve Konya gibi büyük şehirlere olan yakınlığı, ticaret ve mal sevkiyatında büyük kolaylıklar sunmaktadır. Ayrıca, Nevşehir Kapadokya Havalimanı'na ve Mersin Limanı'na olan erişim, Aksaray'ın ulusal ve uluslararası ticaret ağındaki rolünü pekiştirmekte, yatırımcılar için cazip bir seçenek haline getirmektedir. Bu altyapı özellikleri, işletmelere hızlı ve verimli bir dağıtım ağı oluşturma imkânı sunarken, bölgenin genel rekabet gücünü de artırmaktadır (Aksaray OSB, t.y.). Bu unsurlar, Aksaray OSB'nin sadece bir sanayi bölgesi olmasının ötesine geçerek, aynı zamanda ekonomik büyüme ve kalkınma için stratejik bir merkez olma yolunda ilerlemesine katkıda bulunmaktadır.

Çizelge 1.1. OSB’deki sektörlerin analizi ve sıralandırılması (URL-1).

Sektör	Çalışan Sayısı	Firma Sayısı	Yatırım Tutarı (TL)	Toplam Alan (m2)	Toplam Kapalı Alan (m2)
Otomotiv	1893	15	756,225,000	1,208,244	355,324
Metal	1974	44	76,634,420	619,279	209,650
Gıda	2657	21	142,068,941	439,366	172,724
İnşaat	1085	35	93,440,652	472,143	108,960
Plastik	624	20	66,441,000	319,799	78,875
Mobilya	380	19	30,535,250	155,167	64,254
Makine	345	16	31,344,000	170,016	53,525
Maden	193	5	31,000,000	199,876	52,037
Tekstil	2800	13	22,852,634	185,461	43,827
Cam	50	3	2,947,188	35,221	11,995
Lojistik	40	1	5,946,700	21,733	11,800
Kâğıt	75	1	12,000,000	47,170	10,000
Mobilya-İnşaat	25	1	551,400	9,987	4,030
Yem	208	2	11,291,876	131,374	3,200
Gübre	6	1	950,000	19,261	2,500
Kimya	20	2	2,117,500	15,365	2,360
Kargo	30	1	1,500,000	7,590	2,000
El Aletleri	30	1	800,000	9,899	1,860
Orman	45	1	1,000,000	10,000	1,235
Metal-Plastik	10	1	610,000	5,089	1,200
GENEL TOPLAM	12490	203	1,290,256,561	4,082,041	1,191,356

1.2.1 Aksaray OSB’nin iş gücü durumu

Aksaray Organize Sanayi Bölgesi, otomotiv yan sanayi, metal, inşaat, gıda, mobilya ve plastik gibi çok çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren işletmelere ev sahipliği yapmaktadır. İşgücü, bölgenin rekabet gücünün ve sürdürülebilir büyüme hedeflerinin en kritik unsurlarından biridir. Aksaray’da işgücüne katılım oranı %50.7 dir (Türkiye İstatistik Kurumu, 2024). Bu oran, Türkiye ortalamasına yakın bir seviyededir. Aksaray OSB’deki işgücü, genel olarak genç, dinamik ve çalışmaya istekli bireylerden oluşmaktadır. Bununla birlikte, bölgedeki nitelikli eleman eksikliği, teknik bilgi ve becerilerin yetersizliği, sanayi sektöründeki verimliliği olumsuz etkilemektedir.

Güçlü yönlerden biri olarak, Aksaray OSB’nin sahip olduğu genç iş gücü, esnek çalışma yapısı ve düşük iş gücü maliyetleri öne çıkmaktadır. Bu durum, yatırımcılar

açısından cazibe merkezi haline gelmesini sağlamaktadır. Ancak, yüksek teknolojik üretim kapasitesi ve rekabetçi pazarlarda sürdürülebilir bir yer edinebilmek için nitelikli eleman ihtiyaı giderek artmaktadır. Bölgedeki teknik eğitim eksiklikleri, özellikle yüksek üretim standartlarına ulaşmayı zorlaştıran önemli bir etken olarak gözlemlenmektedir.

Bölgenin işgücü yapısı, sektörel farklılıklar çerçevesinde dağılmıştır. Otomotiv yan sanayi ve metal sektörleri, yüksek teknik bilgi gerektiren alanlar olarak, nitelikli eleman açığı ile mücadele ederken; inşaat, gıda, mobilya ve plastik sektörlerinde daha genel iş gücü talebi ortaya çıkmaktadır. Bu durum, Aksaray OSB'nin genel işgücü politikasında esneklik sağlarken, aynı zamanda belli sektörlerde derinlemesine uzmanlaşma gereksinimini de beraberinde getirmektedir.

İşgücü analizinde demografik yapı da önemli bir yer tutmaktadır. Bölgedeki işgücü, çoğunlukla genç yaş gruplarından oluşmakta, bu durum kısa vadede esneklik sağlasa da orta ve uzun vadede nitelikli mesleki eğitimle desteklenmediğinde üretim kalitesinde dş riskine yol açabilmektedir. Nitelikli iş gücünün yetiştirilmesi için bölgedeki meslek liseleri ile niversiteler arasında iş birliği yapılmasının önemi, literatürde sıkça vurgulanmaktadır.

İşgücünün kalitesi, aynı zamanda çalışanların mesleki gelişimlerine ve sürekli eğitim programlarına bağlıdır. Bölgedeki sanayi işletmelerinin çoğu, nitelikli eleman açığını kapatmak amacıyla çeşitli sertifika programları ve mesleki kurslar düzenlemektedir. Ancak, bu girişimlerin yaygınlığı ve erişilebilirliği, bölgedeki işgücü piyasasının genel niteliği üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Özellikle teknolojiye dayalı sektörlerde, güncel bilgi ve becerilerin hızlı adaptasyonu, ulaşılması gereken öncelikli hedefler arasındadır.

Aksaray OSB'nin işgücü yapısının değerlendirilmesinde önemli bir diğer boyut, çalışanların motivasyonu ve iş yerindeki memnuniyet düzeyidir. İş gücü piyasası, yalnızca sayı ve nitelik olarak incelenmemekte, aynı zamanda çalışanların verimliliği, motivasyon düzeyi ve mesleki tatminleri de göz önüne alınarak, sektörlerin ihtiyaç duyduğu dinamik eleman yapısı oluşturulmaya çalışılmaktadır. Bu bağlamda, kurumsal eğitim programları, kariyer planlaması ve performans değerlendirme sistemleri, bölgedeki rekabet gücünü artırmada kilit rol oynamaktadır.

Ayrıca, Aksaray OSB'nin sunduğu iş imkânları, bölgenin stratejik konumu ve lojistik imkânları ile birleştiğinde, yerel ekonomiye olan katkısı ve bölgeye yapılacak yatırımlar açısından da büyük önem arz etmektedir. İşgücü piyasasında ortaya çıkan rekabet, hem işverenlerin hem de çalışanların kendilerini geliştirme ihtiyaçlarını gündeme getirmiş, uzun vadeli planlamaları gerektiren bir yapıyı ortaya çıkarmıştır. Bu durum, Aksaray OSB'nin ekonomik büyümesinde, yönetsel stratejiler ve eğitim politikalarının entegre edilmesinin ne kadar elzem olduğunun altını çizmektedir.

1.2.2 Sektörel istihdamın değerlendirilmesi

Türkiye genelinde istihdamın sektörel dağılımı, her bölgenin ekonomik yapısını ve işgücü taleplerini yansıtan önemli göstergelerden biridir. 2022 yılı verilerine göre, Türkiye'de hizmetler sektörü istihdamda %56,5; sanayi sektörü %21,7; inşaat sektörü %6,0; ve tarım sektörü %15,8 oranında paya sahiptir (Türkiye İstatistik Kurumu, 2022). Kadın istihdamını artırmak amacıyla İŞKUR tarafından çeşitli projeler yürütülmektedir. Aksaray Organize Sanayi Bölgesi, esas olarak sanayi odaklı bir bölge olarak; bu genel dağılımın ötesinde, belirli sektörlerle özgü istihdam yapısını ortaya koymaktadır.

Bölgede faaliyet gösteren otomotiv yan sanayi, metal, inşaat, gıda, mobilya ve plastik sektörleri, Aksaray OSB'nin ekonomik dokusunu oluşturan temel unsurlardır. Her bir sektör, kendine özgü üretim süreçleri, iş gücü gereksinimleri ve teknolojik donanımları ile değerlendirilmelidir. Örneğin, otomotiv yan sanayi ve metal sektörlerinde yüksek teknolojinin devreye girmesi, çalışanlardan nitelikli teknik bilgi talep ederken; gıda, mobilya ve plastik sektörlerinde daha çok genel işgücü ihtiyaçları öne çıkmaktadır.

Sektörel bazda istihdamın değerlendirilmesinde, Aksaray OSB'nin sunduğu iş imkânlarının, bölgedeki demografik avantajlarla birleşerek yatırımcılara sunduğu cazibe önemli ölçüt olarak kabul edilir. Özellikle sanayi sektöründe çalışan iş gücünün kalitesi ve verimliliği, üretim süreçlerinin rekabet gücüne olan yansımalarını doğrudan belirlemektedir. Bu noktada, sektörel istihdamın dağılımı, hem kısa vadeli üretim hedeflerini hem de uzun vadeli ekonomik büyüme stratejilerini desteklemek üzere ele alınmalıdır.

Veriler, Aksaray OSB gibi sanayi odaklı bölgelerde sanayinin istihdamda stratejik bir öncelik olduğunu göstermektedir. Türkiye genelinde hizmet sektörünün baskın istihdam alanı olmasına karşın; Aksaray OSB, sanayi sektöründe sağladığı istihdam ile bölgesel kalkınmayı destekleyen önemli bir merkez konumundadır (TÜİK, 2022). Bu durum, işletmelerin üretim kapasitesi ve teknolojik donanımları ile doğrudan bağlantılı olup, nitelikli iş gücü ihtiyacını artırmaktadır.

Sektörel dağılımın yanı sıra, sektörler arasındaki etkileşimler ve birbirlerine olan bağımlılıklar da göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin, otomotiv yan sanayi sektöründe faaliyet gösteren işletmeler, mal tedarik zincirindeki diğer sektörler ile sıkı bir iş birliği içerisinde. Bu durum, hem doğrudan istihdam yaratılması hem de dolaylı yolla ekonomik aktivitenin artması şeklinde kendini göstermektedir. Böylece, Aksaray OSB'nin sektörel istihdam yapısı, bölgedeki ekonomik çeşitliliğin ve büyüme potansiyelinin ayrılmaz bir parçası haline gelmektedir.

1.2.3 Teşvikler, yatırımlar ve büyüme stratejileri

Aksaray OSB'nin ekonomik büyümesi, bölgenin stratejik konumu, lojistik avantajları, genç iş gücü potansiyeli ve sahip olduğu doğal imkânlarla desteklenmektedir. Teşvikler kapsamında, nitelikli iş gücü yetiştirilmesine yönelik eğitim programlarının desteklenmesi, yenilenebilir enerji yatırımları ve sanayi çeşitliliğinin artırılması ön plana çıkmaktadır. Bu stratejiler, sadece Aksaray OSB'nin mevcut durumunu iyileştirmekle kalmayıp, aynı zamanda bölgedeki ekonomik çeşitliliği ve sürdürülebilir büyümeyi de temin edecektir.

Aksaray OSB, sadece üretim kapasitesiyle değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik projeleriyle de dikkat çekmektedir. Aksaray Organize Sanayi Bölgesi'nin büyüme stratejilerinde, altyapı yatırımları, dijital dönüşüm, sürdürülebilir üretim ve inovasyon politikaları temel öğeler olarak belirlenmiştir. Bu stratejik unsurlar, yalnızca bölgenin ekonomik avantajlarını artırmakla kalmayıp, aynı zamanda bölgedeki işletmelerin rekabet gücünü de büyük ölçüde güçlendirmektedir. Örneğin, altyapı iyileştirmeleriyle birlikte, firmaların ürünlerini pazara daha hızlı ulaştırabilmeleri sağlanmakta, bu da zaman açısından tasarruf ve maliyetlerde belirgin bir azalma anlamına gelmektedir.

Aksaray OSB, yatırımcılar için cazip teşvikler sunmaktadır:

- KDV İstisnası
- Gümrük Vergisi Muafiyeti
- Vergi İndirimi
- Sigorta Primi İşveren Hissesi Desteği
- Yatırım Yeri Tahsisi
- Faiz Desteği

Bölge yönetimi, 2020-2025 döneminde gerçekleştirilen yatırımlar ışığında gelecek yıl hedefleri doğrultusunda kapsamlı bir stratejik planlama yürütmüştür. Bu planlama süreci, hem yerel hem de uluslararası yatırımcılarla yapılan görüşmelerle desteklenmekte ve stratejilerin başarısını artırmak için sürekli geribildirim mekanizmaları kullanılmaktadır. Aynı zamanda, dijital dönüşüm sürecinin bir parçası olarak, sanayi 4.0 uygulamaları ve IoT teknolojileri bölgedeki firmaların üretim süreçlerine entegre edilmektedir.

Bu strateji, ekonomik büyümenin yanı sıra, çevresel sürdürülebilirliğin de sağlanmasına odaklanmaktadır. Çevre dostu üretim yöntemlerinin teşvik edilmesi, atık yönetimi sistemlerinin geliştirilmesi ve enerji verimliliği ile ilgili yenilikçi çözümler, Aksaray Organize Sanayi Bölgesi'nin yalnızca üretken bir bölge olma hedefini değil, aynı zamanda çevreye duyarlı bir sanayi merkezi olma hedefini de desteklemektedir. Böylece, bu stratejik planlamaların sonucunda, bölgedeki tüm paydaşların daha yeşil bir geleceğe katkıda bulunması sağlanmaktadır. Bölge, coğrafi konumu, sektörel çeşitliliği ve çevresel sürdürülebilirlik hedefleriyle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve endüstriyel simbiyoz uygulamaları için büyük bir potansiyele sahiptir.

1.3 Deprem Gerçeği ve Sanayi İmkânları Üzerine Değerlendirme

Aksaray ili, Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesi'nde stratejik bir konuma sahip olmakla birlikte, sanayi potansiyeli ve deprem riski açısından da önemli bir değerlendirme alanı sunmaktadır. Deprem kuşağında yer almamakla birlikte, çevresindeki aktif fay hatlarına bağlı dolaylı sismik risk, özellikle sanayi yatırımları açısından dikkat edilmesi gereken bir unsurdur. Bu durum, bölgede faaliyet gösteren yerel

akademisyenler tarafından “düşük deprem riski ancak gerekli tedbirlerin alınması” gereği olarak ifade edilmiştir (Aksaray Üniversitesi, 2023).

Aksaray’ın sanayi olanakları, coğrafi konumu, iş gücü potansiyeli ve mevcut sanayi altyapısı sayesinde yatırımcılar için cazip bir ortam sunmaktadır. Otomotiv, tekstil ve gıda sektörlerinde gerçekleştirilen yatırımlar, bölgedeki ekonomik canlılığı artırmıştır. Örneğin, Mercedes-Benz Türk A.Ş.’nin uzun yıllara dayanan üretim faaliyetleri ve Brisa’nın Organize Sanayi Bölgesi’nde yaptığı büyük ölçekli yatırımlar, sanayi alanında önemli bir büyüme trendi göstermektedir (Investinaksaray, t.y.) .Bu yatırımlar, Aksaray’ın yatırım potansiyelinin yanı sıra, yerel sanayinin gelişimine de önemli katkılar sağlamaktadır.

Aksaray’daki sanayi tesislerinin deprem riski bağlamında değerlendirilmesi, hem mevcut zorlukları hem de sağlanan fırsatları gözler önüne sermektedir. Bu değerlendirme, sadece Aksaray’ın genel yatırım ortamıyla değil, aynı zamanda bölgedeki potansiyel risklerle de doğrudan ilişkili bir süreçtir. Bölge, özellikle Marmara Bölgesi’ndeki sanayi tesislerinin deprem sonrası güvenli bölgeler olarak kaydırılması çabaları sırasında, yatırımcılar arasında tercih edilmeye başlanmıştır.

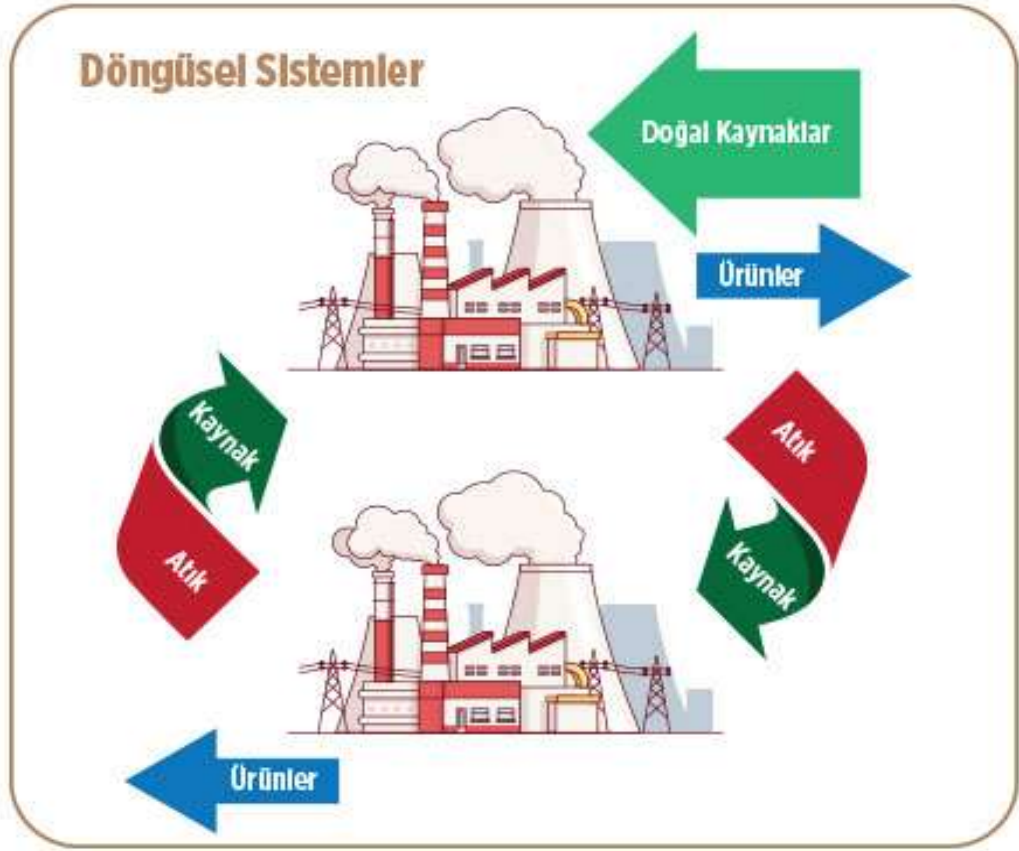
2023 Kahramanmaraş depremlerinin ardından, birçok firma üretim alışkanlıklarını köklü bir şekilde yeniden düzenleme ihtiyacı hissetmiştir. Bu bağlamda, Aksaray’ın düşük deprem riski, yatırımcılar için büyük bir avantaj olarak öne çıkmaktadır ve doğru stratejilerle bu fırsatlar daha da değerlendirilebilir hale gelmektedir. Bu durum, yalnızca yerel sanayi alanında yatırım potansiyelinin artmasına sebep olmakla kalmayıp, aynı zamanda ekonomik büyümenin hızlanmasına da zemin hazırlamaktadır. Ayrıca, Aksaray’ın zengin tarımsal kaynakları ve ulaşım olanakları, yeni sanayi tesislerinin kurulması için uygun bir zemin oluşturmakta; bu da bölgenin ekonomik transformasyonuna katkıda bulunmaktadır. Tarım ve sanayinin sinerjisi, Aksaray’ı sadece bir üretim merkezi haline getirmekle kalmayıp, aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için de önemli bir fırsat sunmaktadır.

Sonuç olarak, Şekil 1.1’de gösterilen Aksaray deprem haritasında da gösterildiği üzere Aksaray ilinde deprem gerçeğinin nispeten düşük etkisi, sanayi yatırımları ve ekonomik kalkınma açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Bölgedeki mevcut yatırımların artması ve yeni projelerin hayata geçirilmesi, Aksaray’ın stratejik konumunu ve sanayi potansiyelini pekiştirecek; böylece yerel üretim ve yatırım ortamı güçlenecektir. Bu bağlamda, sanayi ve deprem etkileri arasında kurulan denge, uzun vadeli ekonomik stratejilerde göz önünde bulundurulması gereken anahtar unsurlardan biridir.

Şekil 1.1. Aksaray deprem haritası (URL-2).

2. LİTERATÜR TARAMASI

Endüstriyel simbiyoz, Şekil 2.1’de görüldüğü üzere endüstriyel işletmeler arasında kaynak paylaşımı ve işbirliği prensibine dayanmaktadır. İşletmeler, atıklarının ve yan ürünlerinin diğer üretim süreçlerinde kullanılabilir hale gelmesiyle; enerji, su ve diğer girdilerin verimli bir şekilde yeniden değerlendirilmesini sağlamaktadır. Bu yaklaşım, çevresel sürdürülebilirlik ile ekonomik avantajların yan yana yürütülmesine olanak tanır.



Şekil 2.1. Döngüsel sistemler (URL-3).

Endüstriyel simbiyoz tanımının kökeni, simbiyozun "farklı türlerden bireylerin, karşılıklı yarar sağlayan bir ilişki içinde birleşmesinin" ele alındığı biyoloji bilimine dayanmaktadır (Schwarz ve Steininger, 1997). Bu tanım, endüstriyel simbiyozun "materyallerin, enerjinin, suyun ve yan ürünlerin fiziksel değişimini içeren rekabet avantajı için kolektif bir yaklaşımla geleneksel olarak ayrı birimlerin bir araya getirildiği" endüstri kavramına aktarılmıştır (Chertow M. , 2000). Daha sonraları bu tanıma ilave olarak, endüstriyel simbiyoz aynı zamanda "eko-inovasyon için bir iş fırsatı ve aracı" olarak da tanımlanmıştır (Lombardi ve Laybourn, 2012).

İşbirliği yoluyla daha fazla enerji veya kaynak harcamadan daha fazla üretmek, endüstriyel simbiyozun nihai hedefidir. Burada diğer şirketlerin yan ürünlerini veya atıklarını kullanan şirketler birlikte var olmaktadır. Dolayısıyla endüstriyel simbiyoz, hammadde kullanımını frenlemenin ve bu yolla sıfır düzeyde atık elde etmenin etkili bir yöntemidir (Mantese ve Amaral, 2018).

Son yıllarda sanayileşme ve kentleşmedeki artış, sera gazlarının başlıca temsilcilerinden olan karbondioksit emisyonlarının yükselmesine neden olmuştur. Bu artış, Uluslararası İklim Değişikliği Paneli raporlarında da belirtildiği gibi, çevre ve insan sağlığı açısından olumsuz sonuçlar doğuran küresel ısınmaya yol açmıştır (IPCC, 2014). Bu süreçle paralel olarak, endüstriler ile belediyelerin katı atık üretiminde ve genel kaynak tüketiminde meydana gelen artış, çevresel baskıları da beraberinde getirmiştir. Bununla birlikte, uzun vadeli ekonomik büyümenin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi açısından sanayileşmenin kritik bir rol oynadığı unutulmamalıdır.

Mevcut durumu değerlendirirken, çevresel sürdürülebilirlik ilkesinin benimsenmesi, doğal kaynakların korunması ve atık yönetimindeki verimliliğin artırılması, politika yapıcılar ile akademisyenler açısından öncelikli stratejiler arasında yer almalıdır. Bu nedenle ekonomik büyümeyi tehlikeye atmadan bu olumsuz etkilerin azaltılmasına olanak sağlayacak çözümlerin bulunması büyük önem taşımaktadır (Neves vd., 2020).

1992 yılında imzalanan ve 195 ülke tarafından kabul edilip onaylanan “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi” ile Aralık 2015'te varılan Paris Anlaşması da dâhil olmak üzere oluşturulan uluslararası anlaşmalar, iklim değişikliği konusundaki farkındalığı önemli ölçüde artırmıştır. Bu bağlamda, çevre sorunlarının tanımlanması ve sürdürülebilir çözümler arayışı, birçok çalışmanın temelini oluşturmaktadır.

Söz konusu çözümler, hem uluslararası anlaşmalarda belirlenen karbondioksit emisyon limitlerinin altında kalınmasını sağlamak hem de kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlamak açısından kritik bir öneme sahiptir. Endüstriyel simbiyozun, ülkelerin ekonomik büyümesine zarar vermeden bu hedeflere ulaşmada güçlü bir çözüm yolu olduğu görülmektedir. (Fang, vd., 2017). Bu durum endüstriyel

simbiyozun öneminden bahseden birçok direktif ve tebliğ yayınlayan Avrupa Komisyonu tarafından da kabul edilmiştir (Neves vd., 2020).

Yoğun çevre kirliliğinin topluma ve ekonomiye verdiği zarar göz önüne alındığında, düşük karbonlu kalkınma yöntemlerinin giderek daha fazla ilgi görmeye başlaması yadsınamaz. Atıkları kaynağında tutmak, sera gazı emisyonlarının payını %15-20' ye düşürebilir. Bir firmanın kirliliği, bu kirliliğin insanları, yaban hayatını ve firma sınırları dışındaki doğal çevreyi etkilemesi nedeniyle topluma olumsuz bir dışsalılık empoze eder. Bu nedenle, firmalara kirliliği azaltmaları yönünde uygulanan teşvikler, neden oldukları kirlilik zararıyla orantılı olmadığından ilave bazı düzenlemelerin uygulanmasını kaçınılmaz hale getirmektedir (Cao vd., 2023).

Sonuç olarak, endüstriyel simbiyoz, günümüz iş dünyasında dikkate alınması gereken stratejik bir yaklaşım olarak ön plana çıkmaktadır. Bu işbirlikçi yapı, daha sürdürülebilir bir gelecek için gerekli kaynakların daha verimli kullanılması ve ekonomik büyümenin sağlanması için önemli bir araç olarak kabul edilmektedir. Özellikle gelişim alanında birbiriyle entegre olan farklı sektörler arasında daha fazla işbirliği sağlandıkça, bu tür yakınsama ve simbiyozların sağladığı faydalardan yararlanmak da artacaktır. Yani, henüz başlama aşamasında olan bu süreç, endüstriyel inovasyon ve büyümenin lokomotifi olma potansiyeline sahiptir.

2.1 Temel Prensipler

Endüstriyel simbiyozun temel prensipleri şu şekilde özetlenebilir:

Kaynak Paylaşımı: Endüstriyel simbiyozun en önemli bileşenlerinden biri olan kaynak paylaşımı, işletmelerin çevresel ve ekonomik sürdürülebilirliği artırma çabalarının merkezinde yer alır. Bu kapsamda, işletmeler, kendi süreçlerinde ortaya çıkan atık veya yan ürünleri, diğer işletmelerin üretim süreçlerinde ham madde veya girdi olarak değerlendirirler. Örneğin, bir fabrikada üretilen atık su, başka bir işletme için enerji üretiminde ya da tarımsal sulamada kullanılabilir. Bu sinerji, yalnızca hammadde tasarrufu sağlamakla kalmaz, aynı zamanda atık yönetimi maliyetlerini de önemli ölçüde düşürür. Böylece, kaynak tüketiminin azalması, daha geniş ölçekte çevresel etkilerin azaltılmasına ve üretim süreçlerinin daha verimli hale gelmesine olanak tanır.

İşbirliği ve Dayanışma: İşletmeler, sadece rekabet içinde olmakla kalmayıp, aynı zamanda birbirleriyle işbirliği ve dayanışma içinde de hareket etmeyi amaçlarlar. Uzun vadeli ilişkiler kurarak, ortak hedeflere ulaşmak ve birbirlerinin ihtiyaçlarını karşılamak hedeflenir. Bu tür ilişkiler, bilgi paylaşımını teşvik eder ve yenilikçi çözümlerin geliştirilmesine zemin hazırlar. Örneğin, bir işletme, deneyimlerini ve uzmanlığını diğer bir işletme ile paylaşarak, hem kendi ürün kalitesini artırabilir hem de işbirliği yaptığı firmanın rekabet gücünü yükseltebilir. Ayrıca, işletmeler arası dayanışma, kriz dönemlerinde dayanışma ağları oluşturarak tüm paydaşların riskleri minimize etmesine yardımcı olur ve sektörün genel sağlığına katkıda bulunur. Böylece, ekonomik büyümenin yanı sıra sosyal sorumluluk anlayışı da güçlenmiş olur.

Ekonomik Kazanımları Artırma: Endüstriyel simbiyoz uygulamaları, firmaların atık yönetim maliyetlerinde belirgin bir azalma sağlarken, aynı zamanda yeni gelir akışlarının ortaya çıkmasına olanak tanımaktadır. Bu süreç, yalnızca maliyetleri düşürmekle kalmayıp, aynı zamanda işletmelere sürdürülebilir bir rekabet avantajı da sunmaktadır. Örneğin, atıkların başka şirketler tarafından hammadde olarak yeniden kullanılması, işletmelerin atıklarını değerli kaynaklara dönüştürmesine yardımcı olur. Bu sayede, firmalar hem çevre dostu uygulamalara geçiş yapar hem de atıklarını minimize ederek, sürdürülebilir bir ekonomik model geliştirirler. Ayrıca, endüstriyel simbiyoz sayesinde iş birliği içinde çalışan firmalar, bilgi paylaşımı ve deneyimlerin entegrasyonu ile inovasyon seviyelerini artırabilirler, bu da onların piyasa taleplerine daha hızlı yanıt vermelerine olanak tanır.

2.1.1 Tarihsel gelişim

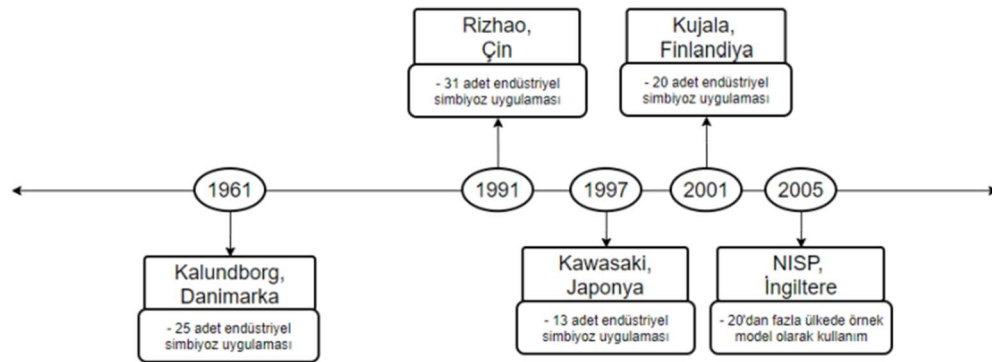
Dünya genelindeki uygulama örnekleri, sembiyotik yaklaşımların sadece çevresel faydalar sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda işletmeler arasında ekonomik iş birliğini de artırdığını gözler önüne sermektedir. Danimarka'nın Kalundborg bölgesinde 1961'den bu yana uygulanan modeli ele alan çalışmalar, atıkların yeniden kullanımının, su geri kazanımının ve enerji tasarrufunun ne denli önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Literatürde yer alan bu model, endüstriyel simbiyozun pratikte uygulanabilirliğini kanıtlayan en başarılı örneklerden biri olarak öne çıkmaktadır.

İngiltere'de uygulanan Ulusal Endüstriyel Simbiyoz Programı (NISP), 2005-2011 yıllarında 15.000'den fazla üye ile 1,3 milyar Euro'nun üzerinde maliyet tasarrufu

sağlarken, CO₂ emisyonlarında da 39 milyon tonluk bir azalma gerçekleştirmiştir. Bu durum, endüstriyel simbiyozun ekonomik ve çevresel etkilerinin ne denli geniş bir yelpazeye yayıldığıının gösterge örneğidir.

Türkiye’de ise endüstriyel simbiyoz uygulamaları son yıllarda giderek artış göstermiştir. İskenderun Körfezi’nde 2011-2014 yılları arasında yürütülen proje, çimento, kireç, plastik, tekstil ve gıda sektörlerini kapsayarak meyve posasından hayvan yemi üretimi ve tarımsal atıklardan enerji elde edilmesi gibi yenilikçi uygulamalara imza atmıştır. Ayrıca, 2014 yılından itibaren Bursa, Eskişehir ve Bilecik illerini kapsayacak şekilde yürütülen TR41 Bölgesi Endüstriyel Simbiyoz Programı da bölgesel düzeyde yürütülen başarılı örnekler arasında yerini almaktadır (Yıldız, 2019).

Literatürde, endüstriyel simbiyozun sürdürülebilirlik açısından önemine dair pek çok çalışma bulunmakta, özellikle karbon emisyonlarının azaltılması, su ve enerji verimliliği sağlaması gibi konular vurgulanmaktadır. Park, vd., (2019) gibi araştırmacılar, sembiyotik yaklaşımların ölçeklenebilirliği ve farklı endüstri alanlarına entegrasyonunu incelemiş; geleneksel üretim modellerine alternatif sunmaktadır. Ayrıca, orman ürünleri sektöründe yapılan çalışmalar, simbiyotik ağların kurulabilmesi için farkındalık gelişiminin önemine dikkat çekmektedir (Yeşilkaya vd., 2023). Şekil 2.2’de endüstriyel simbiyozun tarihsel gelişimi ele alınmıştır.



Şekil 2.2. Endüstriyel simbiyoz uygulamaları zaman çizelgesi (URL-4).

2.2 Türkiye’de Endüstriyel Simbiyoz Uygulamaları (2013-2023)

Türkiye, son on yılda endüstriyel simbiyoz uygulamalarında önemli gelişmeler göstermiştir. Bu süre zarfında, çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik verimlilik alanında anlamlı adımlar atılmıştır. Özellikle İskenderun Körfezi ve Bursa, Eskişehir, Bilecik Endüstriyel Simbiyoz Programı gibi projelerde gerçekleştirilen uygulamalar, endüstriyel simbiyozun sektörel faydalarını ve ekonomik avantajlarını açıkça ortaya koymaktadır. İskenderun Körfezi'ndeki projenin kapsamı, çok çeşitli sektörlerin bir araya gelerek, atıkların yeniden değerlendirilmesi ve enerji tasarrufu sağlanmasına yönelik ortak çözümler geliştirilmesini mümkün kılmıştır. Bu durum, hem yerel ekonomiye hem de çevreye büyük katkılar sunmuş, sürdürülebilir kalkınmanın önemini pekiştirmiştir.

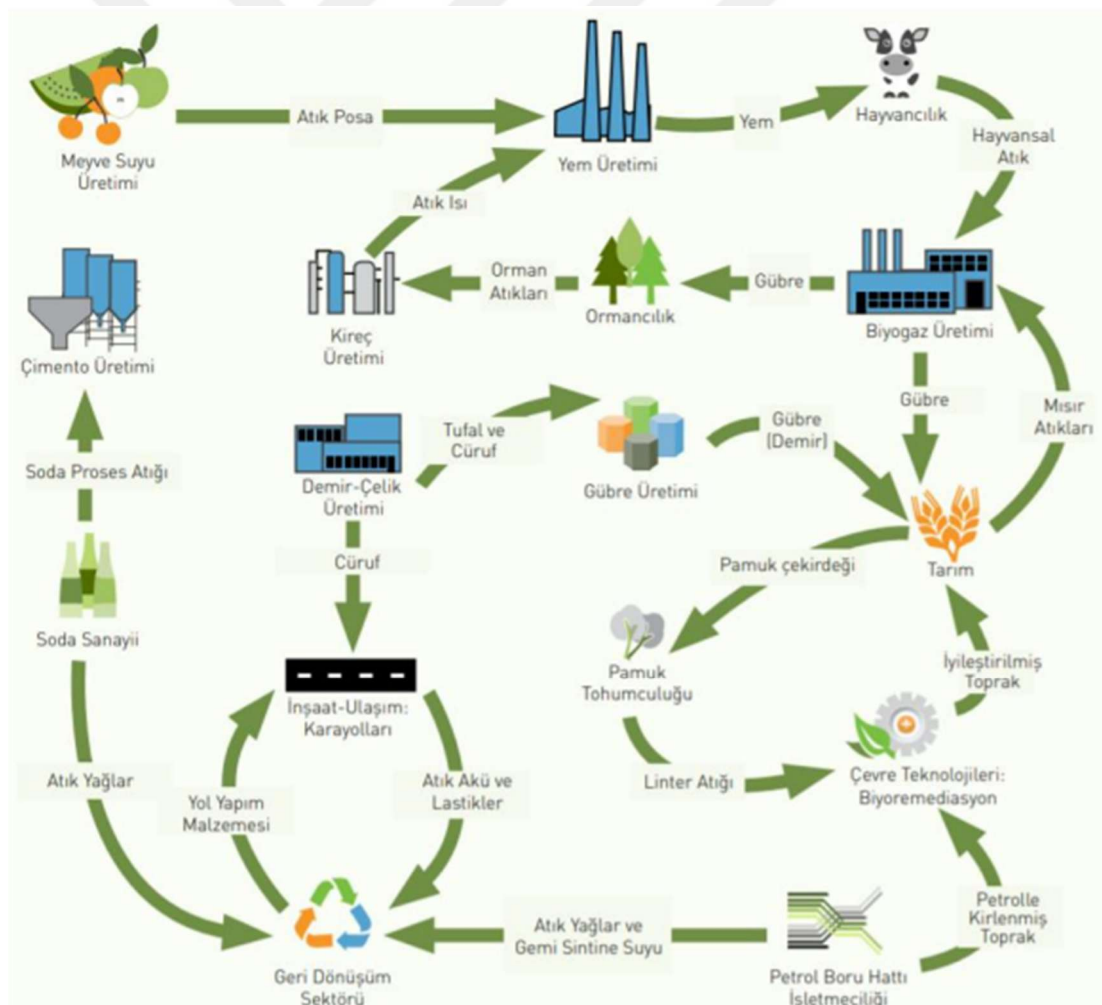
Diğer yandan, Bursa, Eskişehir, Bilecik Endüstriyel Simbiyoz Programı da benzer bir etki yaratmış, burada faaliyet gösteren firmaların işbirlikleri sayesinde hammadde atıklarının yeniden kullanımı ve enerji maliyetlerinde düşüşe yönelik yenilikçi yöntemler geliştirilmiştir. Bunların dışında temiz üretim ve ekoverimlilik adı altında gerçekleştirilen farklı projeler de mevcuttur (Dolgen ve Necdet, 2020). Bu gelişmeler, Türkiye'nin endüstriyel simbiyoz konusundaki kararlılığını ve sektörel işbirliklerine verdiği önemi göstermektedir.

2.2.1 İskenderun körfezi projesi

Türkiye’de uygulanan endüstriyel simbiyoz projelerinin başında, İskenderun Körfezi’nde 2011-2014 yılları arasında yürütülen proje gelmektedir. Bu proje, yalnızca çevresel sürdürülebilirliği artırmakla kalmayıp, aynı zamanda ekonomik işbirliklerinin nasıl ilerletilebileceğini de gözler önüne sermektedir.

İskenderun Körfezi projesi, Türkiye’de endüstriyel simbiyoz uygulamalarının pratikte nasıl hayata geçirilebileceğini göstermesi açısından önemli veriler sunmaktadır. Projede yer alan işletmeler, geleneksel atık bertarafı yöntemlerinin ötesine geçerek, atıkları değerli girdilere dönüştürmüş; böylece hem maliyet tasarrufu sağlamış hem de çevresel kirliliği azaltmayı başarmıştır. Üstelik bu kazanımlar firmaların rekabetçiliklerini artırarak, sektördeki diğer oyuncular için de örnek teşkil etmektedir.

Projede uygulanan yöntemler, özellikle enerji üretimi ve hayvan yemi üretimi gibi alanlarda farklı sektörlerin kaynaklarını etkin bir biçimde kullanma potansiyelini ortaya koymaktadır. Bu noktada, işletmeler arasındaki koordinasyon, teknolojik altyapı ve bilgi alışverişi uygulamanın başarısında belirleyici rol oynamıştır. İş birliği ağının güçlendirilmesi, katılımcılara yalnızca mali tasarruf sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda sürdürülebilir ve yenilikçi bir iş modeli yaratma fırsatı sunmuştur.



Şekil 2.3. İskenderun Körfezi’nde endüstriyel simbiyoz uygulama ağı (TTGV, 2014).

İşletmeler, bu süreçte elde ettikleri tasarruf ve verimlilik artışını, diğer sektörlerle de uyarlayabilecek bir model geliştirme konusunda önemli ipuçları sunmuştur. Örneğin, enerji tüketiminin azaltılması ve atık yönetimi gibi alanlarda elde edilen başarı hikâyeleri, benzer projelerde hayata geçirilebilecek stratejilerin oluşturulmasına zemin hazırlamaktadır. Bunun yanı sıra, sektörler arası bilgi alışverişi ve en iyi uygulamaların paylaşılması, endüstriyel simbiyoz ilkesinin yaygınlaştırılmasına yönelik önemli bir mecra haline gelmiştir. Böylece, sadece çevresel sürdürülebilirlik değil, aynı zamanda ekonomik büyüme ve rekabetçilik açısından da sektörel sinerji sağlanmaktadır.

Bu kapsamda; “Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı” tarafından ifade edildiği üzere “İskenderun Körfezi’nde endüstriyel simbiyoz uygulamalarının gerçekleştirilmesine yönelik teknik ve idari altyapının oluşturulması, endüstriyel simbiyoz olanaklarının belirlenmesi ve pilot uygulamaların geliştirilmesi, endüstriyel simbiyoz uygulamalarına yönelik bir veri tabanı ve iletişim ağı oluşturulması, paydaşlar arasında endüstriyel simbiyoz uygulamalarının yaygınlaştırılması ve iletişimin güçlendirilmesi ile ulusal bir endüstriyel simbiyoz programına yönelik uygulama modeli ve planının geliştirilmesi” ana hedefler olarak belirlenmiştir (Ulutaş, 2019).

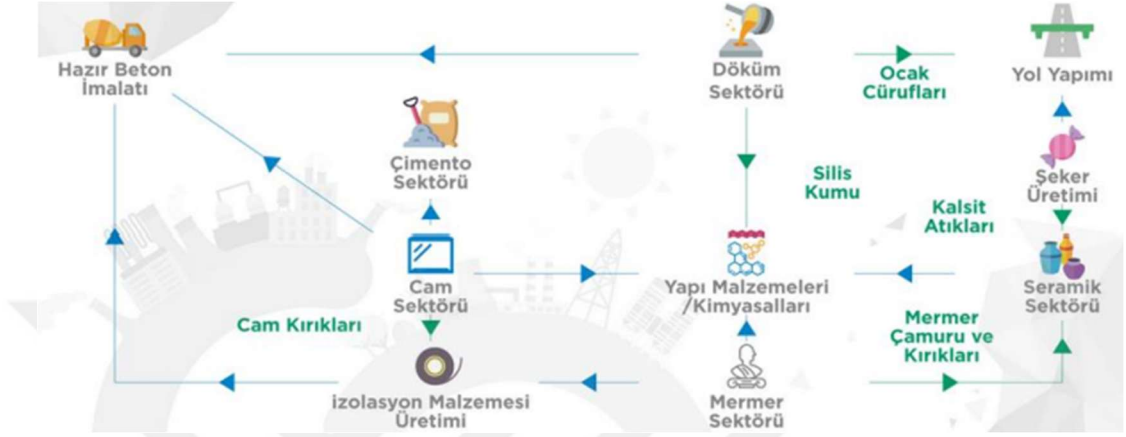
2.2.2 Bursa, Eskişehir ve Bilecik endüstriyel simbiyoz programı

Türkiye’deki önemli bir endüstriyel simbiyoz çalışması, Bursa, Eskişehir ve Bilecik illerini kapsayan ve yerel ekonomik büyümeyi desteklemeye yönelik kapsamlı bir bölgesel programdır. Ancak bu programın önemi sadece belirli uygulamalarla sınırlı değildir; aynı zamanda bölgedeki işletmeler arasındaki işbirliğini derinleştirerek oluşturduğu sinerji, sürdürülebilir iş uygulamalarının gelişimini de teşvik etmektedir.

Bölgedeki işletmeler, kurdukları iş birlikleri sayesinde atık yönetimi konusunda önemli verimlilik artışları elde etmeyi başarmıştır. Özellikle, metal geri dönüşümü ve alternatif enerji kaynaklarının kullanımı gibi alanlarda gerçekleştirilen iyileştirmeler, hem çevre üzerinde olumlu etkiler yaratmış hem de işletmelerin üretim maliyetlerinde belirgin bir düşüş sağlamıştır.

Örneğin, metal geri dönüşüm süreçlerinde uygulanan yenilikçi teknikler, geri kazanım oranlarını artırmış ve bunun sonucunda doğal kaynakların korunmasına katkıda bulunmuştur. Ayrıca, alternatif enerji kaynaklarının entegrasyonu, işletmelerin enerji

maliyetlerini düşürmelerinin yanı sıra, karbon ayak izlerini azaltmalarına da yardımcı olmuştur. Bu girişimler, yerel toplulukların çevresel farkındalığını artırarak, bireylerin sürdürülebilir yaşam pratiklerini benimsemelerine de ilham vermekte, böylece toplumsal bir dönüşüm sürecine katkı sağlamaktadır. Şekil 2.4'te Eskişehir ili potansiyel endüstriyel simbiyoz ağı örneğine değinilmiştir.



Şekil 2.4. Eskişehir ili potansiyel endüstriyel simbiyoz ağı (BEBKA, 2020).

Aynı zamanda, sürdürülebilir üretim stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulanması konusunda, bölgedeki bu örnek uygulamalar, diğer şehir ve bölgeler için referans teşkil etmektedir. Örneğin, bazı katılımcı firmalar, atık yönetim stratejilerini entegre ederek hammadde maliyetlerini önemli ölçüde azalttılar ve bu sayede pazar paylarını arttırmışlardır. Bu tür inisiyatiflerin yaygınlaşması, Türkiye'nin genelinde çevresel sürdürülebilirliği destekleyen bir kültür oluşturma potansiyeli taşımaktadır. Böylece, hem ekonomik fayda sağlanırken hem de ekosistem üzerindeki baskı azaltılmakta ve gelecek nesillere daha yaşanabilir bir çevre bırakma hedefi desteklenmektedir.

Atık yönetimi alanında yapılan yenilikçi uygulamalar, şirketlerin sahip olduğu kaynakları daha verimli kullanmalarına olanak tanırken, bu sayede hammadde ihtiyacını azaltmakta ve çevresel ayak izini küçültmektedir. Örnek vermek gerekirse, bazı işletmeler, atık yağların yeniden işlenmesiyle elde edilen enerji kaynakları sayesinde fosil yakıt bağımlılığını azaltmayı başarmıştır. Böylece, endüstriyel simbiyoz kapsamında gerçekleşen bu işbirlikleri, sadece ekonomik kazançlar sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda sürdürülebilir bir gelecek için de önemli bir model sunmaktadır.

Yerel düzeydeki bu tür örnekler, ulusal politikaların şekillendirilmesine de katkı sağlamakta ve çevresel duyarlılığı artıran bir kültür geliştirmektedir. Türkiye'nin farklı bölgelerinde ortaya çıkan bu uygulamalar, diğer ülkelere de ilham kaynağı olabilecek niteliktedir, böylece küresel düzeyde sürdürülebilir kalkınma hedefine ulaşılmasına yardımcı olmaktadır.

2.3 Dünyada Başarılı Endüstriyel Simbiyoz Uygulamaları

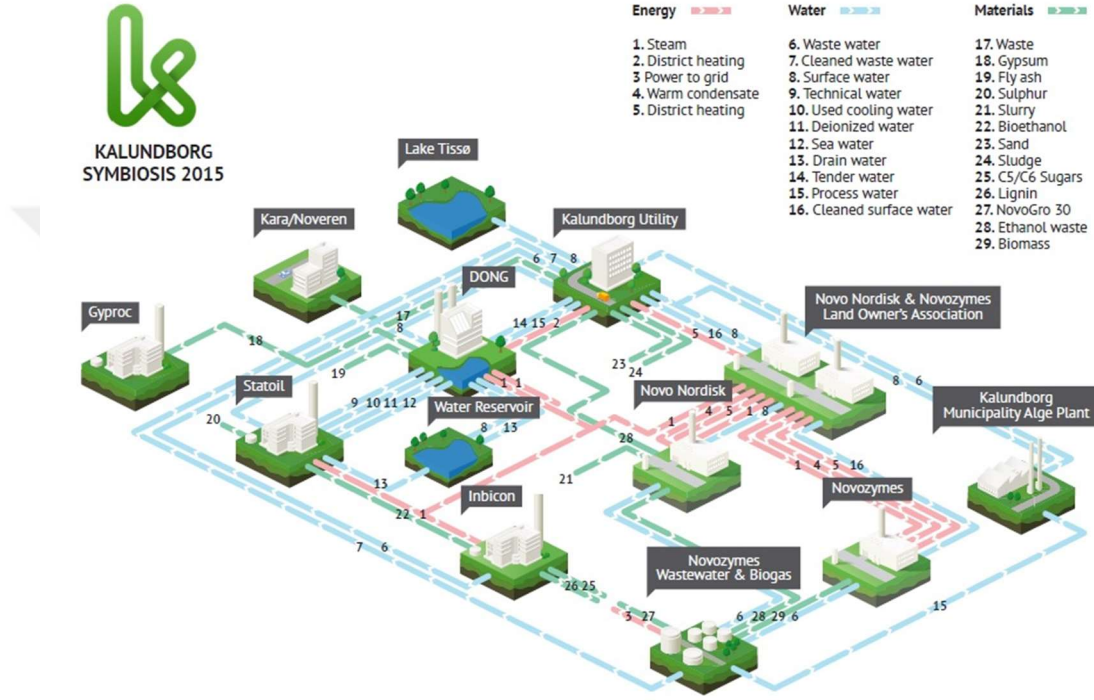
Dünya genelinde endüstriyel simbiyoz uygulamaları, çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik verimlilik hedefleri doğrultusunda, çeşitli bölgelerde ve farklı sektörlerde başarılı projelerle hayata geçirilmektedir. Endüstriyel ekoloji ve endüstriyel simbiyoz prensipleri, atık üretiminin başka bir tesiste hammaddeye dönüştürülmesinin, işlenmemiş malzeme alımı ve/veya emisyon azaltımına neden olarak çevresel faydalara yol açacağını öngörmektedir (Jacobsen, 2006). Bu bağlamda, özellikle Danimarka'nın Kalundborg Endüstriyel Parkı, İngiltere: Ulusal Endüstriyel Simbiyoz Programı (NISP) ve Çin'in Tianjin Ekonomik Gelişim Bölgesi örnekleri, bu alandaki inovasyon ve işbirliği ruhunu sergileyerek dikkat çekmektedir.

2.3.1. Kalundborg, Danimarka

Danimarka'nın Kalundborg bölgesi, endüstriyel simbiyozun en bilinen ve en başarılı uygulama örneklerinden biri olarak dünya genelinde sıkça referans gösterilmektedir. Bu model, 1970'lerden bu yana devam etmekte ve bir enerji santrali, petrol rafinerisi, alçı üretim tesisi, ilaç fabrikası ve şehrin yerel yönetiminin altyapı hizmetlerini sunduğu yüzey suları ve atık su ile buhar ve elektrik paylaşımında bulunmakta ve ayrıca kaynak paylaşımı yapılan farklı sektörler arasında başarıyla gerçekleştirilmektedir (Chertow, 2000). Parktaki şirketler oldukça entegredir ve bir firmadan gelen atık ürünleri diğerine enerji veya hammadde kaynağı olarak kullanmaktadır (Garner ve Keoleian, 1995).

Kalundborg' da yapılan kapsamlı analizler, bu işbirliklerinin yılda yaklaşık 265.000 ton CO₂ emisyonunun azaltılmasına katkı sağladığını göstermektedir. Bu durum, çevresel sürdürülebilirliğin yanı sıra, su tüketiminde %30 oranında azalma ve 15 milyon GJ enerji tasarrufu gibi etkileyici sonuçlarla desteklenmektedir. Bu veriler, Kalundborg' da kurulan sembiyotik ağın ne denli etkili olduğunu ve entegre üretim

sistemlerinin diğer bölgelere nasıl örnek teşkil edebileceğini açıkça ortaya koymaktadır. Özellikle, Şekil 2.5'te görüldüğü üzere bölgedeki tesisler arasında gerçekleşen iş birlikleri, atıkları etkin bir şekilde yakıt, hammadde veya enerjiye dönüştürerek, geleneksel üretim modellerinin ötesinde bir sürdürülebilirlik anlayışını simgelemekte ve böylece doğa ile uyumlu bir ekonomik sistemin temellerini atmaktadır.



Şekil 2.5. Kalundborg endüstriyel simbiyoz ağı (URL-5).

Danimarka Kalundborg' da endüstriyel simbiyozun gelişimi, bir dizi bağımsız yan ürün değişiminin kademeli olarak beş ortak şirket ve yerel belediye arasında karmaşık bir simbiyotik etkileşimler ağı haline geldiği evrimsel bir süreç olarak tanımlanmıştır (Jacobsen, 2006). Bu bağlamda, işletmeler arasında kurulan simbiyotik ilişkiler yalnızca maliyetlerde azalma sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda çevresel etkilerin minimize edilmesine de önemli katkılar sağlamaktadır. Ayrıca, bölgedeki stratejik işbirlikleri, diğer sektörlerde de benzer uygulamaların yaygınlaştırılması için teşvik edici bir model oluşturma potansiyeline sahiptir.

Özellikle enerji üretimi, su kullanımı ve atık yönetimi alanlarında ortaya konan veriler, sembiyotik faaliyetlerin entegre üretim sistemlerine nasıl değer kattığını gözler önüne sermektedir. Bunun yanı sıra yeni istihdam olanakları sağlanmış, teknolojik iyileşme, atık yönetimi maliyetlerinde büyük ölçüde azalma ortaya çıkmış, çok büyük bir bilgi birikimi ve paylaşımı sağlanmıştır (Martin ve Harris, 2018). Kalundborg, sürdürülebilir üretim ve çevre dostu uygulamaların bir arada bulunduğu bir model sunarak, diğer birçok endüstri bölgesine de ilham kaynağı olmuştur.

Kalundborg'daki iş modelinin başarısı, işletmelerin stratejik planlamalarında atık ve yan ürün yönetimini temel alarak uzun vadeli tasarruf sağlamalarına olanak tanımıştır. Bu tür uygulamalarda, işletmeler arasında güvene dayalı ilişkilerin geliştirilmesi, inovasyon ve teknolojik bilgi paylaşımının artırılması, sistemin başarısının temel parametreleri olarak ele alınmaktadır. Bu güven ilişkisi, aynı zamanda ortak projelerde iş birliğini teşvik ederken, işletmelerin ortak kaynakları daha etkin bir şekilde kullanmalarını sağlayarak rekabet avantajı oluşturmaktadır. Ek olarak, Kalundborg'daki bu modelde, iş birliğine dayalı yaklaşımlar, bilgi paylaşımının hızlandırılmasını ve yeni iş fırsatlarının yaratılmasını da desteklemektedir. Bu durum, ekonomik büyümeye ve iş gücünün daha etkin bir şekilde değerlendirilmesine katkıda bulunurken, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliği de artırmaktadır.

Sonuç olarak, Kalundborg örneği, endüstriyel simbiyozun stratejik yönetiminin, sadece bireysel işletmelere değil, aynı zamanda tüm bölge ekonomisine nasıl olumlu etkiler yapabileceğinin somut bir kanıtı olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.3.2 Tianjin ekonomik gelişim bölgesi, Çin

Firmaların coğrafi yakınlığı, sinerji yaratılmasını kolaylaştıran ve atık taşıma maliyetlerini azaltan bir faktördür. Ancak Çin'in Tianjin bölgesinde olduğu gibi birbirinden uzak işletmeler arasında da simbiyozun meydana geldiği örnekler vardır (Shi vd., 2010). Çin'in Tianjin Ekonomik Gelişim Bölgesi'nde, çeşitli endüstrilerin atık su, buhar ve kimyasal madde alışverişi yaptığı devrim niteliğinde bir model geliştirilmektedir. Bu model, yalnızca atık yönetimi açısından değil, aynı zamanda ekonomik verimlilik açısından da önemli kazanımlar sağlamaktadır.

Çin'in Tianjin örneği su ve atık su şirketleri, termik santraller, çiftlikler, ilaç, kâğıt, çimento, otomobil ve makine endüstrileri sinerjisini içeren çok çeşitli faaliyetlerin bir araya geldiği çok büyük ölçekte endüstriyel simbiyoz örneklerindendir (Shi vd., 2010). Örneğin, kimyasal üretim tesisleri, diğer işletmelerden gelen atık gazları ve sıvıları hammadde olarak kullanarak hem maliyetleri azaltmakta hem de çevresel etkileri minimize etmektedir. Bu süreçte, kaynakların yeniden kullanılması, doğal kaynakların tüketimini azaltarak sürdürülebilir bir ekonomik yapı oluşturulmasına katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, bu uygulama yerel ekonomiyi destekleyerek iş olanakları yaratmakta ve sanayi arasında güçlendirilmiş bir işbirliği ağı oluşturmayı teşvik etmektedir.

Tianjin Ekonomik Gelişim Bölgesi'nde yürütülen bu uygulama, endüstriyel simbiyozun farklı ülkelerde benimsenmesinin ve uygulanabilirliğinin geniş bir örneği olarak değerlendirilebilir. Böylece, daha yeşil bir gelecek için ilham veren bir model haline gelmekte ve dünya genelindeki diğer bölgeler için de bir referans noktası teşkil etmektedir.

2.3.3 İngiltere: ulusal endüstriyel simbiyoz programı (NISP)

İngiltere'de endüstriyel simbiyoz uygulamalarına ilişkin çalışmalar, ilk olarak Advantage West Midlands Bölgesel Kalkınma Ajansı tarafından 2003 yılında bölgesel çapta uygulanan bir program ile başlamıştır. Ajans, bölgenin ekonomik açıdan güçlendirilmesi ve sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması bakımından yasal olarak sorumluluk sahibi taraf olmasından hareketle bölgede endüstriyel simbiyoz faaliyetlerinin yürütülmesini her iki amacın da gerçekleştirilmesine yönelik önemli bir araç olarak görmüştür (Başer, 2013).

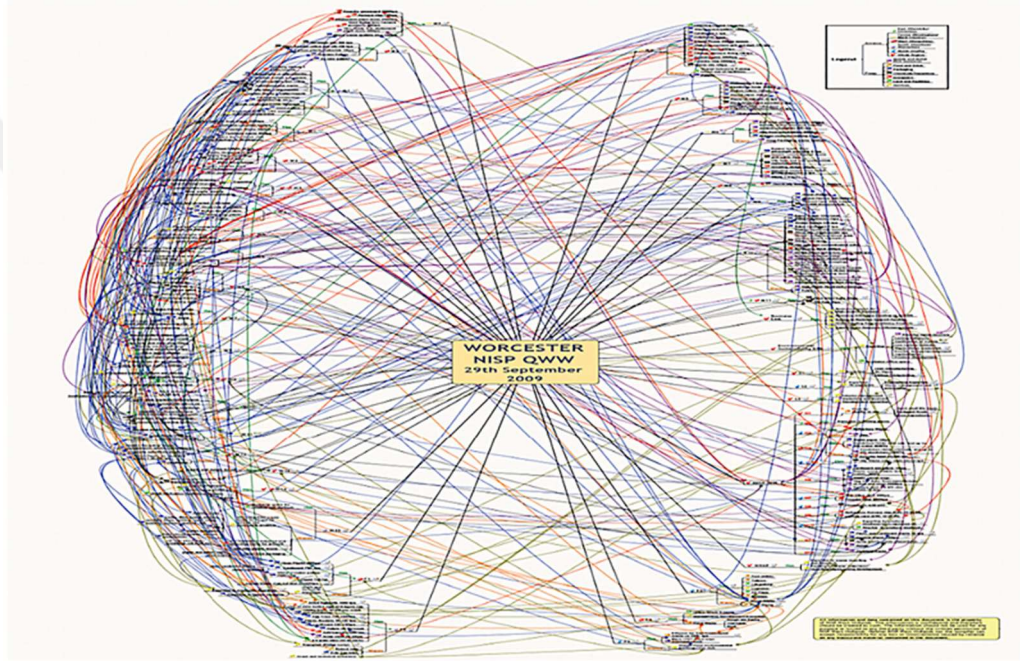
İngiltere'de hayata geçirilen Ulusal Endüstriyel Simbiyoz Programı (NISP), endüstriyel simbiyozun geniş çapta uygulanmasının başarılı bir örneği olarak dikkat çekmektedir. 2005-2011 yılları arasında faaliyette olan bu program, 15.000'den fazla üye firmayı kapsayarak toplam 1,3 milyar Euro'nun üzerinde maliyet tasarrufu sağlamış ve 39 milyon ton CO₂ emisyonunun azaltımına büyük katkıda bulunmuştur. Bu etkileyici rakamlar, NISP'in yalnızca ekonomik faydalar sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliği teşvik etme konusunda da ne denli etkili olduğunu göstermektedir.

Program, işletmeler arasında atık ve yan ürün akışını kolaylaştırmak üzere oluşturulan yenilikçi platformlar sayesinde, farklı sektörlerden gelen firmaların kaynaklarını birleştirmesine olanak tanımıştır. Bu işlevsel yaklaşım, sadece bireysel işletmelerin kendi iç verimliliklerini artırmalarını sağlamakla kalmamış, aynı zamanda çevresel etkileri minimize etmek için de önemli sonuçlar doğurmuştur. NISP'nin, endüstriyel simbiyozun ilerlemesini desteklemeye yönelik temel yaklaşımları, eğitim şirketleri aracılığı ile veri toplamak ve teknik yardım yolu ile “simbiyotik düşünmeyi” sağlamaktır (Gibbs, 2009). Dolayısıyla, NISP'in sağladığı fırsatlar, toplumsal ve ekonomik anlamda geniş bir etki alanına yayılmaktadır.

NISP programının en önemli özelliklerinden biri, sembiyotik ilişkilerin zorluklarının yanı sıra başarılı uygulama stratejilerinin de ortaya konulabilmesidir. Bu bağlamda, programın bir parçası olarak oluşturulan iş birlikleri ve bilgi paylaşımı platformları, katılımcı firmaların sadece ekonomik değil, aynı zamanda çevresel yeniliklerin geliştirilmesinde de önemli bir rol oynamıştır. NISP sinerjileri genellikle, ağa üye olan firmaların iş modelinden ziyade girdilere, çıktılara veya üretim süreçlerine yönelik olup sürdürülebilirliğe odaklanmaktadır. Ağ aracılığıyla, kuruluşlar kendi kültürlerini değiştirmeye, yeni fırsatlara daha yatkın olmaya ve kendi süreçlerinde daha verimli olmaya başlamaktadır (Lombardi ve Laybourn, 2012). Bu dinamik etkileşim, firmaların kaynakları daha verimli kullanmalarına ve daha sürdürülebilir iş modelleri oluşturmalarına yardımcı olmuştur.

İngiltere'deki uygulamanın başarıya ulaşmasında yer alan ekonomik faktörlerin yanı sıra, çevresel düzenlemeler ve devlet politikaları da önemli bir rol oynamıştır. Bu düzenlemelerin etkisiyle, işletmeler arasındaki iş birliklerinin, farklı üretim süreçleri arasında uyum ve verimlilik yaratması, sembiyotik yaklaşımın gelecekte daha geniş alanlarda kullanılabileceğine işaret etmektedir. Ayrıca, kamu ve özel sektör arasındaki iş birliği, inovatif teknolojilerin ve temiz üretim yöntemlerinin benimsenmesini teşvik eden bir ortam yaratmıştır. Bu noktada, çevre dostu uygulamaların ekonomik faydaları vurgulanarak, diğer sanayi dallarını da benzer adımlar atmaya teşvik etme potansiyeli doğmaktadır.

Şekil 2.6’da kaynak haritalandırması ele alınan bu model, endüstriyel simbiyozun, yalnızca atık yönetimi değil aynı zamanda stratejik üretim ortaklıkları açısından da nedenli önemli olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, sembiyotik ağların çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarda entegre bir yaklaşım sunabileceğini açıkça ortaya koymaktadır. Böylece, sadece bütçe tasarrufu sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda iş süreçlerinin sürdürülebilirliğini artırarak toplumsal faydaya da katkıda bulunmaktadır. Bu yaklaşımlar, gelecekte daha yeşil bir ekonomiyi oluşturacak olan yenilikçi endüstriyel eko-sistemlerin temel taşlarını oluşturma potansiyeline sahip olmaktadır.



Şekil 2.6. NISP kaynak haritalandırması (URL-6).

2.4 Ekonomik Ve Çevresel Yararların Değerlendirilmesi

Endüstriyel simbiyoz uygulamalarının en belirgin avantajlarından biri, kaynak verimliliği ve maliyet tasarrufunun sağlanmasıdır. Bu uygulamalar, işletmeler arasında güçlü bir işbirliği oluşturarak, üretim süreçlerinde kullanılan kaynakların daha etkin bir şekilde değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır. Kaynak paylaşımı yoluyla atık yönetimi maliyetleri düşerken, aynı zamanda geri dönüşüm ve yeniden kullanım fırsatları da artmaktadır. Bu durum, çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunmanın yanı sıra, işletmelere yeni gelir akışları da yaratmaktadır.

Sonuç olarak, endüstriyel simbiyoz uygulamaları, sürdürülebilir üretim modellerine geçişte önemli bir rol oynamakta ve bu süreçte işletmelere hem ekonomik hem de çevresel yararlar sunmaktadır.

2.4.1 Ekonomik yararlar

Endüstriyel simbiyoz sisteminin kurulması, döngüsel ekonominin geliştirilmesinde faydalı olmaktadır (Wen ve Meng, 2015). Öyle ki endüstriyel simbiyoz, endüstriyel ekolojinin gerçekleştirilmesi ve döngüsel ekonominin uygulanması için giderek daha önemli hâle gelen stratejik bir araç olarak kabul edilmektedir (Mortensen ve Kørnøv, 2019). İşletmeler arası işbirliğiyle oluşturulan kaynak alışverişi, üretim sürecinde hammadde maliyetlerinin optimizasyonunu sağlarken, aynı zamanda doğal kaynakların kullanımını da azaltmaktadır. Örneğin, Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi'nde uygulanan projede, ortak yazılım kullanılarak yüksek oranda maliyet tasarrufuna gidilmiştir. Bu yenilikçi yaklaşım, her işletmeye özelleştirilmiş çözümler sunarak, genel üretkenliği ve iş birliği kültürünü geliştirmiştir. Bu tür uygulamalar, hem süreçlerin iyileştirilmesini hem de atık minimizasyonunu teşvik ederek, işletmelerin finansal sağlıklarını artırmalarına olanak tanımaktadır.

Özellikle uluslararası piyasalarda rekabet avantajı elde etmek isteyen işletmeler için uzun vadede sürdürülebilir ekonomik büyüme sunmaktadır. Böylece, endüstriyel simbiyoz; sadece bireysel işletmelerin değil, aynı zamanda bir bütün olarak tüm sektörü geliştiren bir dönüştürücü güç haline gelmektedir. Bu bağlamda, sürdürülebilir uygulamaların benimsenmesi, gelecekteki ekonomik istikrar için kritik öneme sahip bir strateji olarak öne çıkmaktadır.

2.4.2 Çevresel yararlar

Çevresel açıdan bakıldığında, endüstriyel simbiyoz; atıkların geri kazanımı, enerjinin daha etkin kullanımı ve karbon ayak izinin azaltılması gibi önemli faydalar sağlamaktadır. Bu tür bir sistem, işletmelerin birbirleriyle işbirliği yaparak kaynaklarını daha verimli bir şekilde kullanmasına olanak tanırken, aynı zamanda doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını teşvik etmektedir. Örneğin, Kalundborg Endüstriyel Parkı'nda gerçekleştirilen uygulamalar sayesinde yıllık 250.000 ton CO₂ tasarrufu sağlanmıştır. Bu çarpıcı sonuç, endüstriyel simbiyozun yalnızca ekonomik

açından değil, aynı zamanda çevresel açıdan da sağladığı kârlılığı gözler önüne sererken, aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada kritik bir rol oynamaktadır.

Endüstriyel simbiyoz, atık, enerji ve su için işletmeler arası değişimleri teşvik etmenin faydalarına odaklanmakta ve çevresel sorunları çözebilmek için endüstriyel faaliyetlerin mekânsal yakınlığından faydalanmaktır (Mirata ve Emtairah, 2005). Özellikle, endüstriyel simbiyozun benimsenmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişi hızlandırmakta ve uzun vadede ekosistem dengesinin korunmasına yardımcı olmaktadır. Böylece, sadece bireysel işletmeler değil, tüm sanayi sektörü daha sürdürülebilir bir geleceğe doğru yol alabilmeyi hedefleyebilmektedir.

2.5 Çalışmanın Amacı

Bu bağlamda çalışmanın temel amacı, sürdürülebilir kalkınma ve endüstriyel simbiyoz kavramlarını bir araya getirerek, bu iki kavramın etkileşimini Aksaray ili üzerinde değerlendirerek detaylı bir analizini gerçekleştirmektir. Bu iki kavramın bir araya gelmesi, Aksaray gibi sanayisi gelişen bir şehirde ekonomik büyümeyi destekleyebilir ve çevresel etkileri minimize edebilir. Söz konusu değerlendirme, sadece teorik bir çerçeve sunmanın ötesinde, pratikte uygulanabilir strateji ve öneriler geliştirmeyi de içermektedir. Bu çalışma kapsamında, şehrin Organize Sanayi Bölgesi temel alınarak “Aksaray Organize Sanayi Bölgesindeki Endüstriyel Simbiyoz Olanaklarının İncelenmesi” sağlanmıştır.

Bu inceleme ile birlikte, mevcut sanayi yapısının güçlü ve zayıf yönleri analiz edilerek, işletmeler arasındaki potansiyel iş birlikleri ve sinerji fırsatları belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan bu araştırma sonucunda Aksaray ili için olası endüstriyel simbiyoz olanakları değerlendirilmiş ve gerçekleştirilen anket bulguları doğrultusunda, şehir sanayisinin endüstriyel simbiyoz olanakları karşısındaki kapsamlı bir analizi yapılmıştır. Bu bağlamda, bölge paydaşlarının görüş ve önerileri ışığında, katılımcı bir yaklaşımla gerçekleştirilen bu çalışma ile birlikte, yerel stratejilerle Aksaray için tasarlanan yol haritasının şekillendirilmesine katkı sağlaması beklenmektedir. Özellikle, bu yol haritası ile gelecekteki sürdürülebilir kalkınma projeleri için bir rehber oluşturarak, yerel bireylerin, işletmelerin ve kamu kurumlarının iş birliği sağlamasına olanak tanımak amaçlanmaktadır.

3. MALZEME VE YÖNTEM

Tezin bu kısmında karar verme kavramı ve ÇKKV yöntemlerine değinilmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılacak olan TOPSIS yöntemleri anlatılmıştır.

3.1 Karar Verme Kavramı

Karar verme süreci, genellikle karmaşık bir doğaya sahip olup, çeşitli alternatifler arasından en uygun seçeneği belirleme çabasıdır. Bu süreç, çoğu zaman belirsizlikler, farklı çıkarlar ve subjektif değerlendirmeleri de beraberinde getirmektedir. Ayrıca, karar vericilerin bireysel deneyimleri ve psikolojik faktörleri, seçimlerini etkileyen diğer önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Yöntem, birbirinden bağımsız ve farklı şekillerde ifade edilen çok sayıda faktörün dikkate alınması durumunda, faktörleri analiz etmeye, elde edilen sonuçlara göre alternatifleri sıralamaya, karşılaştırmaya, sınıflamaya ve en iyi alternatifi seçmeye olanak sağlar (Urfalıoğlu ve Genç, 2013). Bu noktada, çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri devreye girer; bu yöntemler, birden fazla kriterin eşzamanlı değerlendirilmesi yoluyla en doğru sonuca ulaşmayı hedefler. Çok kriterli karar verme problemleri, birden fazla kriterin optimize edildiği mümkün çözüm setleri içerisinde en iyi alternatifin seçildiği problemler olarak tanımlanabilir (Turan, 2018).

ÇKKV, özellikle karmaşık ve çok sayıda değişkenin olduğu durumlar için vazgeçilmez bir araçtır, zira bu yöntemler, tüm potansiyel alternatiflerin sistematik bir şekilde analiz edilmesini sağlamaktadır. Bir çok kriterli karar verme probleminde en iyi çözüme ulaşmak için, farklı çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılabilir (Öztel, 2016). Karar vericiler, alternatifleri sıralarken hem nicel hem de nitel verileri göz önünde bulundurarak daha objektif bir yaklaşım sergileme gayretindedirler. Bu bağlamda, analitik hiyerarşi süreci (AHP), tane sayma veya fayda analizi gibi teknikler, verilerin daha anlamlı bir biçimde yorumlanmasına olanak sağlar ve doğru kararların alınmasına katkıda bulunmaktadır. Nihayetinde, bu sürecin etkinliği, karar vericilerin istikrarlı ve mantıklı bir çerçevede hareket etmelerinin yanı sıra, mevcut verileri anlamlandırma becerilerine de bağlı olmaktadır.

3.1.1 ÇKKV yöntemleri

Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri, karmaşık karar süreçlerinin daha sistematik bir şekilde ele alınmasına olanak tanımakta ve bu yöntemlerin kapsamı, belirli bir çerçeve içinde çeşitli alt başlıklar altında derinlemesine incelenmesini sağlamaktadır. Bu alt başlıklar, her birinin kendi karakteristikleri, uygulama alanları ve metodolojik yaklaşımları ile karar vericilere farklı perspektifler sunmaktadır. Özellikle, çeşitli karar verme durumlarının karmaşıklığı ve çok boyutluluğu göz önüne alındığında, ÇKKV yöntemleri, daha ayrıntılı ve yapılandırılmış bir analiz süreci gerektirmekte ve bu nedenle alt başlıkların her biri, belirli kriterlerin ve alternatiflerin etkin bir şekilde değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır. Bu yönüyle, ÇKKV yöntemlerinin incelenmesi, sadece akademik bir merak değil, aynı zamanda pratik uygulamalar için de mühim bir araştırma alanı haline gelmektedir.

Bu alt başlıklar arasında:

Modelleme ve Ağırlıklandırma: Kriterlerin belirlenmesi, ağırlıklandırılması ve alternatiflerin değerlendirilmesi işlemleri, karar verme süreçlerinin temel taşlarını oluşturmaktadır. Modelleme, bir sistemin veya durumun dinamiklerini anlamak ve bu dinamikler üzerinden öngörülerde bulunmak için geliştirilmiş matematiksel ve grafiksel temsil yöntemlerini içermektedir. Bu aşama, karar vericilerin hangi faktörlerin en önemli olduğunu net bir şekilde tanımlayıp, bu faktörlerin nasıl etkileşeceğini belirlemelerine olanak tanımaktadır. Ağırlıklandırma ise, belirlenen kriterlerin karar üzerindeki etkisini oranlayarak, daha objektif ve veriye dayalı bir değerlendirme yapmayı sağlamaktadır. Bu noktada, karar vericilerin subjektif görüşlerinin minimuma indirilmesi, daha sağlıklı ve mantıklı alternatiflerin ortaya çıkmasına yardımcı olmaktadır.

Her bir kriterin, hedeflenen sonuç açısından ne kadar önemli olduğu, analitik bir yaklaşım benimseyerek değerlendirilmeli ve bu süreçte çeşitli yöntemler (örneğin, AHP - Analitik Hiyerarşi Prosesi veya TOPSIS - Sıralama İdealleri Yaklaşımı) kullanılmalıdır. Alternatiflerin değerlendirilmesi kısmında ise, kriterlerin ağırlıklarına göre her bir alternatifin performansı ölçülür. Bu süreç, birden fazla seçeneğin mevcut olduğu durumlarda, karar vericilerin hangi alternatifin en iyi sonucu vereceğini belirlemesine yardımcı olur. Sonuç olarak, modelleme ve ağırlıklandırma süreci,

karmaşık durumları sadeleştirirken, aynı zamanda daha etkili kararlar almayı mümkün kılmakta ve bu nedenle pratik uygulamalarda önemli bir yer tutmaktadır.

Bulanık Mantık Yaklaşımı: Belirsizlik ve kesin olmayan bilgilerin modellenmesinde sıklıkla başvuru alan yenilikçi yöntemlerdir. Bu yaklaşım, klasik yöntemlerin yetersiz kaldığı durumlarda, özellikle karmaşık ve dinamik sistemlerde daha esnek ve uygun çözümler sunma kapasitesine sahiptir.

Bulanık mantık, kesin sınıflandırmalar yerine, belirsizliği ve değişkenliği dikkate alarak karar verme süreçlerinin daha gerçekçi bir şekilde yönetilmesine olanak tanır. Örneğin, bir işletmede müşteri memnuniyeti ödüllendirilirken, her müşteri için belirli bir derecelendirme yerine, memnuniyetin çeşitli derecelerini değerlendirebilmenin getirdiği avantajlarla karar verme sürecine katılan tüm parametrelere daha geniş bir perspektiften yaklaşılmasını sağlar. Bu sayede, üretimden hizmet sektörüne kadar birçok alanda karar alıcılar, doğrudan ölçülemeyen, dolayısıyla geleneksel yöntemlerle ifade edilemeyen karmaşık durumların üstesinden gelebilmektedir. Ayrıca, bulanık mantık teorisinin uygulama alanı, makine öğrenimi ve yapay zeka gibi modern teknolojilerle birleştiğinde, daha otomatik ve doğru sonuçlar elde edilmesine de zemin hazırlamaktadır.

Hiyerarşik Yapılar: Karar verme süreçlerinde etkili bir yol haritası sunan AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci), karmaşık problemleri daha yönetilebilir parçalara ayırarak, her bir kriterin önem derecesini belirlememize olanak tanır. Bu yöntemle, karar ağacının oluşturulması sürecinde, ilgili kriterler arasındaki hiyerarşik ilişkiler net bir şekilde tanımlanabilir. Örneğin, bir projede bütçe, zaman, kalite ve risk gibi çeşitli faktörlerin nasıl etkileşimde bulunduğunu anlamak, karar vericilere daha sağlam temellere dayanan seçenekler sunar. Böylece, stratejik kararların alınmasında, sadece yüzeysel verilere değil, derinlemesine analizlere dayalı bir yaklaşım geliştirilmiş olur.

Ayrıca, AHP'nin sunduğu yapısal çerçeve, ekip içindeki katılımcıların görüşlerini ve deneyimlerini bir araya getirerek, daha kapsamlı ve çeşitli bakış açılarıyla değerlendirme yapmamızı sağlamaktadır. Bu bağlamda, bulanık mantık teorisi ile birleştiğinde, her bir kararın altında yatan belirsizlikler daha iyi ele alınabilir; böylece, her bir katman arasındaki ilişki dinamik bir etkileşim içerisinde ele alınarak, daha doğru ve güvenilir sonuçlara ulaşmak mümkün hale gelmektedir.

Bu yaklaşım, yalnızca sayısal verilere dayanan bir analiz sunmakla kalmamakta, aynı zamanda insana özgü değerlendirmeleri, sezgileri ve deneyimleri de hesaba katarak karar vericilere çok boyutlu bir perspektif sağlamaktadır. Böylece, karmaşık durumlarla başa çıkmak için geliştirilmiş olan bu yöntemler, belirsizliklerin doğasını anlamak için yenilikçi bir çerçeve sunar ve sonuçların güvenilirliğini arttırmaktadır.

Örneğin, bir işletmenin stratejik karar verme sürecinde, farklı senaryoların ortaya konması ve her bir senaryonun potansiyel sonuçlarının bulanık mantık aracılığıyla değerlendirilmesi, yöneticilerin daha bilinçli ve etkili seçimler yapmalarını mümkün kılmaktadır. Bu durum, yalnızca mevcut verilere dayalı bir sonuç elde etmekle kalmamakta, aynı zamanda gelecekte karşılaşılabilecek olası riskleri ve fırsatları da önceden tahmin etme yeteneği kazandırmaktadır.

3.2 Bulanık TOPSIS Yöntemi (Fuzzy TOPSIS)

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), ideal çözüme en yakın ve en uzak alternatifleri belirleyerek en uygun seçeneği tespit etmeyi hedefleyen bir ÇKKV tekniğidir. TOPSIS tekniği ismini “Technique for Order Preference by Smilarity to Ideal Solution” cümlesinde yer alan kelimelerin baş harflerinin birleşiminden almıştır. Bu yöntem, bir dizi alternatif arasında seçim yaparken karar alıcıların daha sistematik ve analitik bir yaklaşım benimsemelerini sağlar. TOPSIS, bir dizi ölçüt ve kriter kullanarak alternatifleri değerlendirirken, aynı zamanda en iyi çözüm için gereken kriterlerin anlaşılmasını da sağlar. Bulanık TOPSIS yönteminde her bir alternatifin yakınlık katsayıları hesaplanarak sıralama yapılır. Yakınlık katsayısı 0 ile 1 arasında bir değer alır. Sonucun 1’e yakın olması o alternatifin seçilme ihtimalini artırır (Ecer, 2006).

Bu metodun ana düşüncesi, fayda kriterlerini en üst düzeyde tutup maliyet kriterlerini de en alt düzeyde tutmaktır. Bunu ise pozitif ideal çözüme en yakın alternatiflerin seçilmesi ile sağlamayı düşünülmektedir. Bu yöntem, pozitif ideal çözüme olan uzaklıklarını baz alarak seçenekleri sıralayan, uygulaması oldukça basit ve başarılı bir yöntemdir.

Bulanık TOPSIS yöntemi ise, bu temel yapıya bulanık mantığın entegrasyonu ile, belirsiz ve subjektif verilerin daha doğru değerlendirilmesini mümkün kılar. Bu

entegrasyon, karmaşık karar verme süreçlerinde daha esnek, gerçekçi ve etkili sonuçların elde edilmesine olanak tanır. Dolayısıyla, değerlendirme sürecinde kullanılan kriterlerin hem ölçüm birimleri hem de öncelik sıralamaları netleştirilir; bu da sonuçların güvenilirliğini artırır. Özellikle belirsizlik ve farklı bakış açıları içeren ortamlarda, bulanık TOPSIS yöntemi karar vericilere daha etkili ve anlamlı çözümler sunar.

3.2.1 Uygulama alanları ve örnek vaka analizleri

Bulanık TOPSIS yöntemi çeşitli uygulama alanlarında başarılı sonuçlar vermiştir.

Personel Seçimi: (Akın, 2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, kamu üniversitelerinde araştırma görevlisi alım sürecinde adayların değerlendirilmesinde Bulanık TOPSIS yöntemi uygulanmıştır. Bu çalışma, geleneksel seçim yöntemlerinin ötesine geçerek, adayların çeşitli niteliklerinin ve özelliklerinin daha objektif ve sistematik bir yaklaşımla değerlendirilmesini sağlamaktadır. Bulanık TOPSIS yöntemi, belirsizlik ve karmaşık tercih durumlarının sıkça yaşandığı bu tür süreçlerde etkili bir araç sunarak, değerlendiricilerin bu belirsizlikleri görselleştirmesine olanak tanımaktadır. Bu bağlamda, Akın'ın araştırmasında, adayların akademik başarıları, araştırma deneyimleri, akademik referansları ve kişisel yetkinlikleri gibi çok sayıda faktör dikkate alınmıştır. Yukarıda bahsedilen kriterler, bulanık sayılarla ifade edildiği için, her bir adayın genel performans skorlarının hesaplanmasında daha esnek bir değerlendirme yöntemi sunulmuştur.

Araştırma, adayların seçim süreçlerinde uygulanan standartlaştıramayan ve çoğu zaman subjektif olan eski yöntemlerin sınırlılığını gözler önüne sererken, aynı zamanda Bulanık TOPSIS'in sağladığı avantajları da ortaya koymuştur. Sonuç olarak, bu uygulama, kamu üniversitelerinde daha adil ve yönlendirici bir personel seçimi sürecinin temellerini oluşturmuş ve alanında önemli bir katkı sağlamıştır. Akın'ın çalışması, Bulanık TOPSIS yönteminin eğitim kurumlarındaki personel alım süreçlerine ne denli entegre edilebileceğini ve karar verme süreçlerinde nasıl bir yenilikçi yaklaşım sunabileceğini göstermektedir.

Makine ve Ekipman Seçimi: (İç ve Yurdakul, 2008) çalışmaları, farklı bulanık sayı türleri (üçgen ve trapezoidal) ile yapılan değerlendirmelerde yöntemin etkinliğini

ortaya koymuştur. Bu çalışmada, özellikle üçgen ve trapezoidal bulanık sayılar kullanılarak yapılan analizler, makinelerin seçimi ve ekipman alım süreçlerinde daha bilinçli ve objektif kararlar alınmasını sağladığı göstermektedir.

Yöntemin avantajları arasında, belirsizliklerin ve subjektif yargıların daha iyi yönetilmesi yer alır; bu da sonuçların daha güvenilir ve geçerli hale gelmesine olanak tanır. Örneğin, makine ve ekipmanların performans kriterlerinin bulanık mantık altında değerlendirilmesi, karar verme sürecinde yöneticilere daha esnek ve geniş bir perspektif sunmaktadır. Ayrıca, yapılan araştırma, sektördeki farklı uygulama alanlarını da içeren kapsamlı bir ereve sunmakta; enerji verimliliği, maliyet etkinliği ve bakım ihtiyaçları gibi önemli faktörlerin detaylı bir şekilde analiz edilmesine olanak tanımaktadır. Böylece, hem mevcut ihtiyaçlar doğrultusunda hem de gelecekteki gelişmelere yönelik stratejik bir yaklaşım geliştirilmektedir.

Ev Satın Alma Problemi: (rs, 2013) tarafından gerçekleştirilen çalışma, ev satın alma sürecinde bireylerin karşılaştığı zorlukları derinlemesine ele alarak, ideal ev seçimi için bulanık TOPSIS (Sıralama ve Seçim Yapma Sistemi) ve diğer çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) tekniklerinin kapsamlı bir karşılaştırmasını sunmaktadır. Bu araştırma, ev alımında alıcıların göz önünde bulundurmaları gereken çeşitli kriterleri, konum, fiyat, büyüklük, çevresel faktörler ve sosyal olanaklar gibi boyutlar üzerinden değerlendirerek karar verme sürecini daha anlaşılır ve sistematik hale getirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, özellikle karmaşık ve belirsiz durumların sıklıkla grldğı gayrimenkul pazarında, bulanık mantık ve çok kriterli karar verme yöntemlerinin sağladığı avantajları vurgulayarak, alıcıların daha bilinçli ve tatmin edici seçimler yapabilmelerine katkıda bulunmaktadır. Sonuç olarak, bu çalışma, bireylerin hayalindeki evi bulmaktaki zorluklarını azaltmak için yenilikçi ve etkili çözümler önermektedir.

Takım Oyuncusu Seçimi: (nal, 2011) araştırmasında, spor takımlarının başarı göstermesi için kritik bir unsur olan oyuncu seçiminde, çeşitli pozisyonlar için uygun niteliklere sahip oyuncularını belirlemek amacıyla yenilikçi yöntemler tercih edilmiştir. Bu bağlamda, bulanık AHP (Analitik Hiyerarşı Süreci) ile birlikte Bulanık TOPSIS (Tekil Sıralama Teknikleri ile İhtiyaçların Belirlenmesi) yöntemleri kullanılarak, her bir oyuncunun potansiyeli daha derinlemesine analiz edilmiştir.

Bu yöntemler, çok kriterli karar verme süreçlerinde belirsizliklerin ve subjektif değerlendirmelerin minimize edilmesine olanak tanıyarak, koçların ve yöneticilerin daha bilinçli seçimler yapmasına yardımcı olmuştur. Ayrıca, takım kimyasını göz önünde bulundurmak ve oyuncuların belirli pozisyonlara uygunluklarını subjektif bir bakış açısıyla değerlendirmek için gerekli kriterler titizlikle belirlenmiş ve bu kriterler doğrultusunda oyuncuların performans sürekliliği, fiziksel yetenekleri ve takım içerisindeki rolleri derinlemesine incelenmiştir. Sonuç olarak, bu kombinasyon sayesinde, analizin çıktıları daha güvenilir hale gelmiş ve oyuncu seçiminde isabet oranı artırılmıştır.

3.3 Hesaplama Araçları ve Kriterlerin Ölçüm Birimleri

Bulanık TOPSIS hesaplamalarında, veri girişi ve analiz aşamalarında çeşitli yazılım araçları ve eklentiler kullanılmaktadır. Bu süreç, elde edilen verilerin işlenmesi ve analiz edilmesi için güçlü ve esnek bir altyapı sağlar. Özellikle Excel, MATLAB veya benzeri programlar üzerinde geliştirilen fonksiyonlar, hesaplamaların sistematik bir şekilde yürütülmesine olanak tanır. Bu yazılımlar, kullanıcı dostu arayüzleri sayesinde karmaşık hesaplamaları basit hale getirirken, aynı zamanda verilerin görselleştirilmesine de yardımcı olurlar.

Kullanılan kriterler, ölçüm birimleri ve ağırlıklandırmalar dikkatlice belirlenmelidir. Bu aşama, değerlendirme sürecinin doğruluğu açısından kritik öneme sahiptir; çünkü yanlış belirlenen kriterler, sonuçların geçerliliğini tehlikeye atabilir. Kriterlerin ölçüm birimleri, nicel olarak tanımlanabileceği gibi (örneğin; maliyet, zaman, performans gibi) nitel kriterler için de uygun dönüşümler uygulanmalıdır. Örneğin, bir projenin başarısını değerlendirmek için hem somut veriler (maliyet, süre) hem de soyut unsurlar (katılımcı memnuniyeti, takım ruhu) dikkate alınmalıdır. Bu tür çok boyutlu bir yaklaşım, karar verme sürecine derinlik katar.

Seçilebilecek alternatifler, ideal çözüme olan uzaklıklarına göre sıralanır. Bu ilerleyişte, alternatiflerin belirlenen kriterlere göre puanlanması, karar vericinin en uygun seçeneği belirlemesine olanak tanır. Bu yöntem, yalnızca sayısal verilerin değil, aynı zamanda karar süreçlerindeki belirsizliklerin de dikkate alınmasını sağlar. Ayrıca, bu sistematik yaklaşım, karar vericilere daha net bir bakış açısı sunarak, güvenilir ve şeffaf bir karar alma süreci için temel oluşturur.

3.4 Uygulamada Dikkate Alınan Hususlar

Bulanık TOPSIS yönteminin uygulanmasında aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmalıdır:

Kriterlerin Belirlenmesi ve Ağırlıklandırılması: Kriterler, karar vericilerin beklenti ve ihtiyaçlarına göre belirlenir. Bu aşama, değerlendirme sürecinin en kritik adımlarından biri olup, kararların doğruluğu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Yalnızca karar vericilerin kişisel öngörü ve taleplerini değil, aynı zamanda sektör trendlerini ve rekabetçi koşulları da dikkate almak gerekmektedir. Uygulamanın gereksinimlerine göre, belirlenen kriterler beceri, maliyet, zaman, kalite gibi çeşitli boyutları içerebilir.

Ağırlıklandırma sürecinde ise, uzman görüşlerinin yanı sıra, istatistiksel yöntemler ve analitik hiyerarşi süreçleri gibi sistematik teknikler de kullanılabilir. Bu teknikler, her bir kriterin uygulama üzerindeki etkisinin ölçülmesine yardımcı olur ve farklı kriterlerin öncelik sırasını belirleyerek daha dengeli bir karar verme süreci sağlar. Özellikle karmaşık ve çok boyutlu sorunların çözümünde, kriterlerin titizlikle belirlenmesi ve ağırlıklarının doğru bir şekilde tayin edilmesi, nihai sonuçların geçerliliği ve güvenilirliği için hayati önem taşımaktadır.

Bulanık Sayı Türleri: Uygulamanın hassasiyetine göre değişiklik gösteren farklı bulanık sayı türleri, üçgen, trapezoidal ve Tip-2 bulanık kümeler gibi seçenekler sunar. Bu türlerin seçimi, sistemin gereksinimlerine ve çözümlenmesi gereken karmaşık problemlerin doğasına göre dikkatlice değerlendirilmelidir. Örneğin, üçgen bulanık küme, belirli bir belirsizlik derecesi olduğunda ve geniş bir veri yelpazesine uygulanması gerektiğinde, anlaşılır bir yapı sunarak, kullanıcıların kolayca yorumlamasını sağlar.

Diğer yandan, trapezoidal bulanık kümeler, daha fazla esneklik ve hassasiyet gerektiren durumlarda tercih edilir; bu tür kümeler, belirli bir aralık içinde daha karmaşık belirsizliklerin modellenmesine olanak tanır. Tip-2 bulanık kümeler ise, daha karmaşık belirsizliklerle başa çıkmak için geliştirilmiş bir yapıdır ve üst düzey derinlemesine analizler yapabilen uygulamalarda sıklıkla kullanılır. Bu farklı türlerin seçimi, yalnızca uygulamanın doğruluğunu artırmakla kalmayıp, aynı zamanda

sonuçların geçerliliğini de pekiştirecek şekilde sürecin genel başarısını genel anlamda etkiler.

Hesaplama Yazılımı: Belirtilen yazılımlar veya özel eklentiler, hesaplamaların doğruluğu ve tekrarlanabilirliğini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda kullanıcıların karmaşık veri setleri üzerinde daha derinlemesine analiz yapmalarına olanak tanır. Bu yazılımlar, kullanıcı dostu arayüzleri ile dikkat çekerken, gelişmiş algoritmalar sayesinde verilerin doğruluğunu artırır. Örneğin, birkaç tıklama ile kullanıcılar, farklı senaryolar altında sonuçları hızlı bir şekilde karşılaştırabilir veya veri girdilerini değiştirdiklerinde otomatik güncellemeler alabilirler. Ayrıca, bu tür yazılımlar, yapılan hesaplamaların tarihçesini kaydederek, araştırmacıların geçmiş veriler üzerine geri dönüp analiz yapmasına da imkân tanır.

Sonuç olarak, hesaplama yazılımlarının sunduğu özellikler, sadece sürecin doğruluğunu değil, aynı zamanda bilimsel araştırmalardaki yenilikleri ve sonuçların güvenilirliğini de büyük ölçüde artırır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Endüstriyel simbiyoz, atık yönetimi ve kaynak verimliliğini artırma amacıyla farklı sektörlerin birbirleriyle işbirliği yapmasını öngören sürdürülebilir bir yaklaşımdır. Aksaray OSB, sanayi faaliyetlerinin yoğun olduğu ve çeşitli sektörlerin bir arada bulunduğu bir bölge olarak bu uygulamalar için geniş bir potansiyel sunmaktadır.

Çalışma; biyogaz üretimi, plastik geri dönüşümü, kompost üretimi, tehlikeli atık yönetimi ve hayvan yemi potansiyeli alanlarında mevcut endüstriyel simbiyoz olanaklarını değerlendirmektedir.

4.1 Aksaray OSB'deki Olası Endüstriyel Simbiyoz Olanakları

Bu kısımda çok kriterli karar verme yöntemi kullanılarak Aksaray OSB olası endüstriyel simbiyoz olanakları incelenmiş ve TOPSIS Yöntemi ile değerlendirilmiştir.

1) Biyogaz üretimi: Biyogaz üretimi, sanayi tesislerinden kaynaklanan atık su arıtma çamurlarının enerjiye dönüştürülmesi gibi yenilikçi yöntemlerle değerlendirilebilecek bir alan olarak öne çıkmaktadır. Bu süreç, yalnızca çevresel etkiyi azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda yenilenebilir enerji kaynakları yaratma potansiyeli ile de dikkat çekmektedir. Örneğin, bazı sanayi tesislerinde günlük miktarda oluşan atık su arıtma çamurlarının, biyokütle ile birlikte işlenmesi yoluyla, önemli miktarda biyogaz elde edilmektedir. Böylece, bu çamurların doğrudan depolanması ya da çevreye zarar vermeden bertaraf edilmesi yerine, enerji üretiminde kullanılması sağlanmaktadır.

Atık su arıtma tesislerinden elde edilen yan ürünlerin enerji üretimine entegre edilmesi, organize sanayi bölgeleri içindeki enerji verimliliğini artırabilir ve böylece sanayi üretim süreçlerinde sürdürülebilir bir yaklaşım geliştirilmesine olanak tanır. Aynı zamanda, biyogaz üretimi, atık yönetimi süreçlerini de iyileştirerek, atıkların verimli bir şekilde kullanılması ve geri dönüştürülmesi yoluyla sürdürülebilir bir çevre anlayışını pekiştirmektedir. Örneğin, biyogaz tesisleri aracılığıyla elde edilen organik gübre, tarımda kullanılarak hem toprağın verimliliğini artırmakta hem de gıda üretiminde sürdürülebilirliği teşvik etmektedir. Bu şekilde, biyogaz üretimi yalnızca enerji üretimi açısından değil, aynı zamanda ekosistem sağlığı açısından da önemli bir katkı sunmaktadır.

2) Plastik geri dönüşümü: Plastik geri dönüşümü, atık plastiğin hammaddeye dönüştürülmesi veya farklı ürünlere işlenmesi suretiyle hem çevresel korumayı hem de ekonomik katma değeri sağlamaktadır. Bu süreç, yalnızca plastik malzemelerin bertarafını azaltmakla kalmaz; aynı zamanda enerji tasarrufu ile yeni ürünlerin sürdürülebilir bir biçimde üretilmesine büyük katkı sunar. Özellikle geri dönüştürülmüş plastikler kullanılarak elde edilen ürünler, hem işlevsellikle hem de çevresel etki açısından ciddi avantajlar sağlamaktadır. Örneğin, bu süreç sayesinde doğaya daha az karbon salınımı gerçekleşirken, enerji tasarrufu da sağlanmaktadır.

Geri dönüşüm ile elde edilen plastikler, geleneksel üretim yöntemlerine göre daha az kaynak kullanarak aynı kalitedeki ürünleri üretme kapasitesine sahiptir. Bu durum, hem doğaya olan etkimizi azaltmakta hem de geri dönüşüm endüstrisinin ekonomik büyümesine yardımcı olmaktadır.

3) Kompost üretimi: Kompost üretimi, organik atıkların değerlendirilmesi yoluyla toprak verimliliğinin artırılması ve atık miktarının azaltılması noktasında önemli bir rol oynar. Bu süreç, tarımsal üretim için gerekli olan doğal besin maddelerinin geri kazandırılmasına olanak tanırken, aynı zamanda tarım topraklarının yapısını iyileştirir ve su tutma kapasitesini artırır. Özellikle, organik atıkların kompostlaştırılması, toprağın pH seviyesinin dengelenmesine, besin maddelerinin daha verimli şekilde kullanılmasına ve toprak canlılarının, özellikle de mikroorganizmaların, faaliyete geçmesine katkıda bulunur.

4) Tehlikeli atık yönetimi: Tehlikeli atıkların doğru şekilde yönetilmesi, çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu tür atıkların yanlış yönetimi, sadece doğal kaynakların kirlenmesine değil, aynı zamanda insan sağlığına ciddi tehditler oluşturabilmektedir. Özellikle organik ve inorganik bileşenlerin ayrı bir şekilde işlenmesi, çevresel dengenin korunması adına büyük bir gereklilik haline gelmiştir. Organik atıklar, toprağın verimliliğini artırmak ve doğal döngüleri desteklemek için kompostlama gibi yöntemlerle işlenebilirken, inorganik atıkların doğru bir şekilde geri kazanılması, değerli hammadde kaynaklarının yeniden kullanılması ve atık yükünün azaltılması açısından kritik önem taşır.

5) Hayvan yemi potansiyeli: Hayvan yemi üretimi, sanayi yan ürünlerinin tarım ve hayvancılık sektörlerinde değerlendirilmesi yoluyla gerçekleştirilebilecek dikkat çekici bir endüstriyel simbiyoz örneğidir. Özellikle Organize Sanayi Bölgeleri gibi yüksek üretim hacmine sahip alanlarda, ortaya çıkabilecek yan ürünlerin titizlikle belirli kalite kontrol süreçleri uygulanarak hayvan yemi olarak yeniden değerlendirilmesi, hem ekonomik hem de ekolojik açıdan birçok fayda sağlar. Bu süreç, yalnızca atık yönetiminde bir devrim niteliğinde adım atmakla kalmayıp, aynı zamanda hayvancılık sektörüne ekonomik katma değer sağlayarak üreticilerin karlılığını artırabilir.

Hayvan yemleri, tarımda başarının anahtarı haline gelebilir; çünkü kaliteli ve besleyici yemler, hayvanların sağlığını ve verimliliğini artırmanın yanı sıra, bu durum sürdürülebilir tarım uygulamalarını da teşvik eder. Zira, doğru beslenen hayvanlar, daha iyi ürünler sunarken, aynı zamanda doğal kaynakların korunmasına ve çevre dostu uygulamaların yaygınlaşmasına katkıda bulunmuş olurlar. Bu bağlamda, hayvan yemi üretiminde kullanılan sanayi yan ürünleri, sadece tüketime sunulacak bir ürün olmaktan öte, tarım ve hayvancılık süreçlerinin önemli bir parçası haline gelir. Hem tarımsal hem de çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması adına bu tür yenilikçi yöntemlerin benimsenmesi, geleceğin tarımsal stratejilerinde erdemli bir yol açabilir. Ayrıca, bu tür uygulamaların yaygınlaştırılması, toplumda çevre bilincinin artmasına ve daha da önemli olan, doğal besin zincirinin sağlıklı bir şekilde devam etmesine yardımcı olacaktır.

Çizelge 4.1’de Aksaray OSB’deki endüstriyel simbiyoz olanakları, atıkların kaynağı, türü, firma türü, değerlendirme yöntemi ve olası katkı olarak ele alınmıştır.

Çizelge 4.1. Aksaray OSB endüstriyel simbiyoz olanakları.

Atık Kaynağı	Atığın Türü	Kullanıcı Sektör/Firma Türü	Değerlendirme Yöntemi	Olası Katkı
Patates İşleme Tesisi	Patates Posası	Biyogaz Tesisi	Biyogaz ve biyogübre üretimi	Yenilenebilir enerji, organik gübre
Buğday-Arpa-Mısır İşleme	Tahıl Posası	Hayvan Yemi Üretim Tesisi	Pelet yem ve karma yem üretimi	Hayvancılık sektörüne katkı
Gıda İşleme (Salça, Meyve Suyu)	Organik Atık	Kompost Tesisi, Biyogaz Tesisi	Kompost üretimi, biyogaz üretimi	Organik gübre, enerji üretimi
Süt İşleme Tesisi	Peynir Altı Suyu	Biyogaz Tesisi, Hayvan Yemi Üretimi	Biyogaz üretimi veya hayvan yemi katkısı	Atık su yönetimi ve enerji üretimi
Et İşleme Tesisi	Hayvansal Yan Ürün	Biyodizel Tesisi, Kompost Tesisi	Yağlı atıkların biyodizel veya kompost üretimi	Çevresel risk azaltımı
Plastik Ürün Üreticisi	Plastik Fireleri	Plastik Geri Dönüşüm Tesisi	Granül plastik ve poşet üretimi	Hammadde tasarrufu
Ambalaj Fabrikası	Plastik Ambalaj Atığı	Plastik Geri Dönüşüm Tesisi	Poşet, shrink film vb. geri dönüşümü	Plastik atık yönetimi
Mobilya Fabrikası	Kağıt-Karton Ambalaj	Kağıt Geri Dönüşüm Tesisi	Kağıt ve karton geri dönüşümü	Atık azaltımı ve ağaç kesimi önleme
Metal İşleme Fabrikası	Tehlikeli Atık (Yağ, Çözücü)	Tehlikeli Atık Yakma Tesisi	Yakma yoluyla enerji geri kazanımı	Tehlikeli atık bertarafı ve enerji
Boya ve Kimya Fabrikası	Tehlikeli Sıvı Atık	Atık Bertaraf Tesisi	Bertaraf ve enerji geri kazanımı	Çevre güvenliği
Çiftlikler ve Kesimhaneler	Hayvansal Posalar	Yem Üretim Tesisi	Karma yem ve katkılı yem üretimi	Hayvancılığa destek
Dondurulmuş Gıda Üreticisi	Sebze Posası	Biyogaz ve Kompost Tesisi	Biyogaz ve kompost üretimi	Enerji ve gübre üretimi

4.2 Alternatif ve Kriterlerin Belirlenmesi

Bu çalışmada, Aksaray Organize Sanayi Bölgesi içerisinde endüstriyel simbiyoz uygulama potansiyelini değerlendirmek amacıyla çok kriterli karar verme yaklaşımı benimsenmiştir. Literatürde endüstriyel simbiyoz olanaklarının değerlendirilmesinde kullanılan kriterler incelenmiş ve bölgenin mevcut sanayi yapısı, atık üretim profili ve çevresel öncelikleri dikkate alınarak yedi temel kriter belirlenmiştir.

Kriter Seçimi: Belirlenen kriterler, endüstriyel simbiyoz uygulamalarının sürdürülebilirlik, ekonomik verimlilik ve çevresel performans üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde değerlendirmek amacıyla seçilmiştir:

C1: Atık Miktarı (Pozitif): Endüstriyel simbiyoz uygulamalarında atık miktarı, potansiyel iş birliği senaryolarının uygulanabilirliği açısından belirleyici bir faktördür. Yüksek miktarda atık, simbiyoz fırsatlarının artmasına olanak tanır.

C2: Ekonomik Değer (Pozitif): Simbiyoz uygulamalarının ekonomik sürdürülebilirliğinin sağlanması için, atığın veya elde edilen ürünün ekonomik değerinin yüksek olması önem arz etmektedir.

C3: Çevresel Etki Azaltımı (Pozitif): Çevresel etkilerin minimize edilmesi, endüstriyel simbiyozun temel hedeflerinden biridir. Atıkların çevreye vereceği zararların azaltılma potansiyeli, uygulamanın önceliklendirilmesinde etkili olmuştur.

C4: Sürdürülebilirlik Katkısı (Pozitif): Simbiyoz uygulamalarının uzun vadeli sürdürülebilir üretim ve tüketim sistemlerine katkısı, çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarıyla değerlendirilerek seçim yapılmıştır.

C5: Enerji Potansiyeli (Pozitif): Atığın enerjiye dönüştürülebilme kapasitesi, özellikle biyogaz ve yakma teknolojileri için kritik bir seçim kriteri olmuştur.

C6: Lojistik Kolaylığı (Pozitif): Endüstriyel simbiyoz senaryolarının uygulanabilirliği, atıkların taşınabilirliği ve işleme tesislerine olan mesafesiyle doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle lojistik kolaylığı değerlendirme kriteri olarak alınmıştır.

C7: Bölgesel Talep (Pozitif): Üretilen yan ürün veya hizmetlerin bölgedeki sanayi işletmeleri ve diğer kullanıcılar tarafından talep edilip edilmemesi, uygulamanın ekonomik ve operasyonel sürdürülebilirliği açısından önem taşımaktadır.

Alternatif Seçimi: Alternatifler, Aksaray OSB'nin mevcut atık profili ve sektörel dağılımı dikkate alınarak seçilmiştir. Literatür taramaları ve saha çalışmaları sonucunda bölgede potansiyel olarak uygulanabilecek beş endüstriyel simbiyoz seçeneği belirlenmiştir:

A1: Biyogaz Üretimi: Organik atıkların değerlendirilerek enerji üretimi ve çevresel yükün azaltılmasını sağlayan bir uygulamadır. Bölgede özellikle gıda ve tarım sanayi atıkları için uygun görülmüştür.

A2: Plastik Geri Dönüşümü: Plastik atıkların ekonomiye yeniden kazandırılması, hem ekonomik hem de çevresel katkı sağlaması nedeniyle alternatifler arasında yer almıştır.

A3: Kompost Üretimi: Organik atıkların çevre dostu bir şekilde değerlendirilmesini sağlayarak tarım sektörüne katkıda bulunacak bir yöntemdir.

A4: Tehlikeli Atık Yakma: Sanayi tesislerinde oluşan tehlikeli atıkların kontrol altına alınması ve enerji geri kazanımı amacıyla kullanılacak stratejik bir alternatiftir.

A5: Hayvan Yemi Üretimi: Gıda ve tarım sanayisinden kaynaklanan organik atıkların yem olarak değerlendirilmesi, hem atık yönetimi hem de hayvancılık sektörü açısından fayda sağlamaktadır.

Bu kriter ve alternatifler, bölgenin sanayi yapısı, atık potansiyeli, mevcut altyapısı ve bölgesel kalkınma hedefleri doğrultusunda seçilmiş; böylece karar sürecinde yerel koşullara uygun, uygulanabilir ve sürdürülebilir simbiyoz senaryolarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

4.3 TOPSIS Yöntemi İle Endüstriyel Simbiyoz Olanaklarının İncelenmesi

Bu çalışmada, Aksaray Organize Sanayi Bölgesi için potansiyel endüstriyel simbiyoz olanaklarının önceliklendirilmesi amacıyla, çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Bulanık TOPSIS (Fuzzy TOPSIS) metodu kullanılmıştır. Çalışmanın bu bölümünde, analiz neticesinde elde edilen bulgular yorumlanarak Aksaray OSB özelinde sonuçların anlamlılığı tartışılacaktır.

Analiz sonucunda, incelenen beş farklı endüstriyel simbiyoz alternatifi, belirlenen kriterler ve uzman görüşleri doğrultusunda bir önem sıralamasına tabi tutulmuştur. Alternatiflerin nihai yakınlık katsayılarına (Cc_i) dayalı olarak yapılan oransal puanlama ve sıralama, Aksaray OSB için stratejik bir yol haritası sunmaktadır.

Çalışmamızda Aksaray ilindeki endüstriyel simbiyoz olanaklarının seçimi için iki aşamalı uygulanmak üzere Fuzzy TOPSIS yöntemi uygulanmaktadır:

- Ön Araştırma: Ankete dayalı istatistiksel çalışmalar yardımıyla Aksaray OSB'deki endüstriyel simbiyoz olanakları seçimi kriterlerinin ve ağırlıklarının belirlenmesi.
- Fuzzy TOPSIS Yönteminin Uygulanması: Kriterlerin ağırlıkları ve karar vericilerin bilgileri kullanılarak Fuzzy TOPSIS yönteminin uygulanması ve Aksaray OSB'deki endüstriyel simbiyoz olanaklarına ait sıralama yüzdelerinin elde edilmesidir.

4.3.1 Ön araştırma

Bu aşamada, çevre ve endüstri mühendisliği alanlarında faaliyet gösteren 20 kişiye uygulanan anket ile Aksaray OSB'deki endüstriyel simbiyoz olanakları seçiminde etki eden 7 kriterin değerlendirilmesi istenmiştir. Cevaplar 5'li Likert ölçeğine göre alınmış ve ortalamaları aşağıdaki tabloda olduğu gibi hesaplanmıştır. Faktörlerin ortalamaları ve standart sapmaları Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Faktörlerin ortalama ve standart sapmaları tablosu.

KRİTERLER	N	MİNİMUM	MAKSİMUM	ORTALAMA	STD. SAPMA
1. Atık Miktarı	20	2	5	3,8	0,89
2. Ekonomik Değer	20	1	5	2,6	1,14
3. Çevresel Etki Azaltımı	20	1	4	3	0,86
4. Sürdürülebilirlik Katkısı	20	1	5	2,9	1,02
5. Enerji Potansiyeli	20	2	5	2,9	0,97
6. Lojistik Kolaylığı	20	1	4	2,2	0,95
7. Bölgesel Talep	20	1	3	1,8	0,70

5'li Likert Ölçeğine dayalı anket ortalamaları dikkate alınmıştır.

Belirlenen 7 kriterin aldıkları ortalama puanların toplamı alınmış, her puanın bu toplam içerisindeki payları o kriterin ağırlık puanı olarak kabul edilmiştir. Çizelgede 4.3'te seçilmiş ağırlıklı faktörler tablosunda bu kriterlerin ağırlıkları gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Seçilmiş ağırlıklı faktörler tablosu.

Endüstriyel Simbiyoz Kriterleri	Ortalama Puan	Ağırlık (%)
1. Atık Miktarı	3,8	19.79%
2. Ekonomik Değer	2,6	13.54%
3. Çevresel Etki Azaltımı	3	15.63%
4. Sürdürülebilirlik Katkısı	2,9	15.10%
5. Enerji Potansiyeli	2,9	15.10%
6. Lojistik Kolaylığı	2.2	11.46%
7. Bölgesel Talep	1.8	9.38%
TOPLAM	19,2	100%

Böylece önem derecelerine göre yedi kriter ve ağırlıkları belirlenerek sonraki bölümde kullanıma hazır hale gelmiştir.

4.3.2 Fuzzy TOPSIS yöntemi

TOPSIS yönteminde ideal çözüm için gerekli olan yakınlık bulunurken hem pozitif ideal çözüme uzaklık, hem de negatif ideal çözüme uzaklık birlikte değerlendirilir. Sonuçta yapılacak tercih sıralaması, uzaklıkların karşılaştırılması sonucu elde edilir (Janko ve Bernroider, 2005).

TOPSIS yöntemini uygulamak için aşağıdaki adımlar takip edilir:

- Normalleştirilmiş karar matrisi hesaplanır.
- Ağırlıklandırılmış karar matrisi hesaplanır.
- Her bir alternatifi pozitif ideal ve negatif idealden uzaklıkları hesaplanır.
- Her bir alternatif için yakınlık değerleri ve puanları hesaplanır.
- Tercihler puan sırasına konulur.

Çizelge 4.4. Her bir kriterin önem düzeyleri için dilsel değişkenler.

ED	En Düşük	0,0	0,0	0,1
D	Düşük	0,0	0,1	0,3
OD	Orta Düşük	0,1	0,3	0,5
O	Orta	0,3	0,5	0,7
OY	Orta Yüksek	0,5	0,7	0,9
Y	Yüksek	0,7	0,9	1,0
EY	En Yüksek	0,9	1,0	1,0

Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5'te verilen 7'li ölçek, ilk defa Chen tarafından geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Aynı yöntem için literatürdeki çalışmalar incelendiğinde 3, 5 veya 9'lu ölçek de kullanılabilir. Ölçek sayısı büyüdükçe işlemler daha hassaslaşmakta ve yöntem uygulamasındaki detaylar artmakta, küçüldükçe ise hassasiyet azalmakta ve işlemler daha basitleşmektedir.

Çizelge 4.5. Önem düzeyleri için dilsel değişkenler.

ÇK	Çok Kötü	0	0	1
K	Kötü	0	1	3
OK	Orta Kötü	1	3	5
O	Orta	3	5	7
Oİ	Orta İyi	5	7	9
İ	İyi	7	9	10
Çİ	Çok İyi	9	10	10

Fuzzy topsis yönteminin uygulanması;

Yöntemin uygulanması aşağıdaki işlemlerin sırayla uygulanması sonucu gerçekleşmektedir:

1- Uygulamada kullanılacak değişkenler belirlenir.

Bu adımda, alternatif seçim yapılacak değişkenler ile bunların seçiminde kullanılacak kriterlerin değişken olarak atanması işlemi gerçekleşir.

Alternatif kuruluş yerleri matrisine ait değişkenleri;

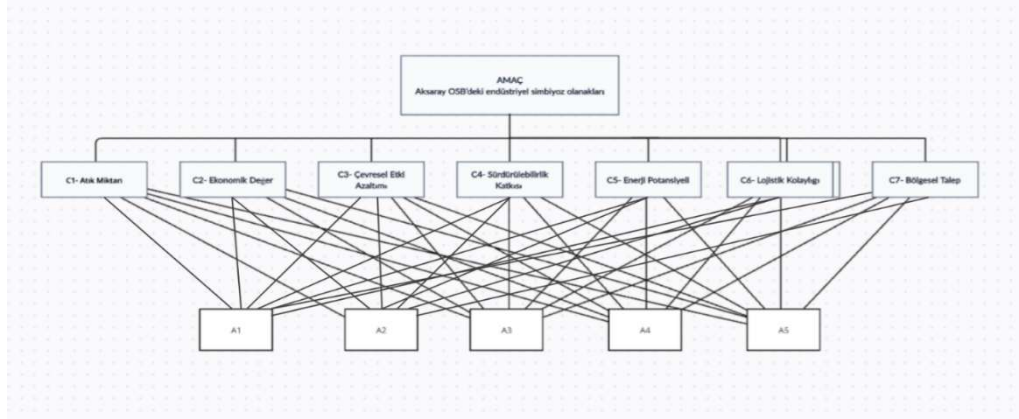
A_i = (Biyogaz üretimi, plastik geri dönüşümü, kompost üretimi, tehlikeli atık yakma, hayvan yemi üretimi)

Çoklu kriterler matrisi değişkenleri;

c_i = (Atık miktarı, ekonomik değer, çevresel etki azaltımı, sürdürülebilirlik katkısı, enerji potansiyeli, lojistik kolaylığı, bölgesel talep)

2- Hiyerarşik yapı ağacı oluşturulur.

Yöntemin uygulanması sırasında Şekil 4.1’de verilen kriterlerden seçime kadar olan hiyerarşik ilişkiler dikkate alınacaktır.



Şekil 4.1. Hiyerarşik yapı ağacı.

Kriterlerin önem düzeylerine göre en düşüktен (ED) en yükseğe (EY) kadar dilsel değişkenler belirlenir. Burada kriterler ikili karşılaştırma ile göreceli olarak değerlemeye tabi tutulurlar. Çizelge 4.6’da kriterler bu dilsel değişkenlere uygun olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Kriterlerin önem düzeylerine göre dilsel değişkenlerin belirlenmesi.

Kriter	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
KV ₁	EY	D	O	O	EY	D	O
KV ₂	EY	EY	O	EY	D	D	ED
KV ₃	EY	O	D	D	EY	ED	ED
KV ₄	EY	D	D	O	D	D	D
KV ₅	EY	EY	EY	D	EY	D	D
KV ₆	EY	ED	EY	ED	EY	ED	O
KV ₇	EY	O	O	O	D	EY	D
KV ₈	EY	ED	EY	O	D	D	D
KV ₉	EY	ED	O	O	O	ED	ED
KV ₁₀	EY	O	D	O	O	O	ED
KV ₁₁	EY	EY	O	ED	D	ED	D
KV ₁₂	EY	O	EY	D	O	O	O
KV ₁₃	EY	O	O	O	D	O	D
KV ₁₄	D	O	EY	D	O	ED	ED
KV ₁₅	D	ED	ED	O	D	O	D
KV ₁₆	O	D	EY	EY	EY	D	D
KV ₁₇	O	D	O	EY	D	O	ED
KV ₁₈	EY	EY	O	O	O	EY	D
KV ₁₉	O	O	O	EY	EY	D	D
KV ₂₀	O	D	D	EY	O	O	D

Karar vericilerin alternatifler için kriter bazında verdikleri önem düzeyleri çok kötüden (ÇK) çok iyiye kadar (Çİ) dilsel değişkenler olarak gösterilir. Çizelge 4.7’de karar vericilerin alternatiflere verdikleri önem düzeylerinin dilsel değişkenlikleri gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Karar vericilerin alternatifler için verdikleri önem düzeylerinin dilsel değişkenler olarak belirlenmesi.

KARAR VERİCİ	KRİTERLER	A1: BİYOGAZ ÜRETİMİ	A2: PLASTİK GERİ DÖNÜŞÜMÜ	A3: KOMPOST ÜRETİMİ	A4: TEHLİKELİ ATIK YAKMA	A5: HAYVAN YEMİ ÜRETİMİ
KV ₁	C1	Çİ	Oİ	Oİ	OK	Oİ
KV ₁	C2	Oİ	Çİ	OK	ÇK	Oİ
KV ₁	C3	İ	İ	Çİ	K	Oİ
KV ₁	C4	Oİ	Oİ	İ	O	Çİ
KV ₁	C5	Çİ	O	Oİ	İ	K
KV ₁	C6	O	Çİ	Oİ	K	İ
KV ₁	C7	Oİ	İ	Oİ	K	Çİ
KV ₂	C1	Çİ	O	Çİ	OK	İ
KV ₂	C2	İ	Çİ	O	ÇK	Oİ
KV ₂	C3	Çİ	Oİ	Çİ	K	Oİ
KV ₂	C4	Oİ	Oİ	İ	O	Çİ
KV ₂	C5	Çİ	OK	İ	İ	OK
KV ₂	C6	OK	İ	O	K	Oİ
KV ₂	C7	Oİ	Oİ	Çİ	K	Çİ
KV ₃	C1	Çİ	OK	İ	OK	İ
KV ₃	C2	İ	İ	O	K	O
KV ₃	C3	İ	Çİ	Çİ	K	İ
KV ₃	C4	İ	İO	Çİ	OK	Çİ
KV ₃	C5	İ	O	Oİ	İ	ÇK
KV ₃	C6	OK	Çİ	Oİ	K	İ
KV ₃	C7	İ	İ	Çİ	K	Çİ
KV ₄	C1	Çİ	O	İ	O	İ
KV ₄	C2	O	İ	O	ÇK	O
KV ₄	C3	Oİ	İ	İ	OK	O
KV ₄	C4	İ	Oİ	Çİ	O	I
KV ₄	C5	İ	O	İ	Oİ	K
KV ₄	C6	O	Çİ	Oİ	K	İ
KV ₄	C7	İ	Oİ	Oİ	K	İ
KV ₅	C1	İ	O	İ	OK	İ
KV ₅	C2	İ	Çİ	OK	K	İ
KV ₅	C3	Çİ	Çİ	İ	K	Oİ
KV ₅	C4	İ	İ	Çİ	OK	Oİ
KV ₅	C5	Çİ	OK	Oİ	Oİ	K
KV ₅	C6	O	İ	O	OK	İ
KV ₅	C7	İ	Çİ	Çİ	ÇK	İ
KV ₆	C1	İ	O	Çİ	OK	Oİ
KV ₆	C2	O	Çİ	O	K	Oİ
KV ₆	C3	Çİ	İ	İ	ÇK	Oİ
KV ₆	C4	Çİ	Oİ	Çİ	O	İ
KV ₆	C5	İ	Oİ	Çİ	O	İ
KV ₆	C6	O	Çİ	Oİ	ÇK	Oİ
KV ₆	C7	Oİ	İ	İ	ÇK	Çİ
KV ₇	C1	Çİ	O	İ	OK	O

Çizelge 4.7 (devam). Karar vericilerin alternatifler için verdikleri önem düzeylerinin dilsel değişkenler olarak belirlenmesi.

KV ₇	C2	oİ	çİ	O	K	oİ
KV ₇	C3	oİ	İ	çİ	K	İ
KV ₇	C4	İ	O	İ	K	İ
KV ₇	C5	çİ	OK	O	çİ	K
KV ₇	C6	O	çİ	oİ	K	oİ
KV ₇	C7	İ	çİ	çİ	OK	İ
KV ₈	C1	İ	oİ	oİ	K	oİ
KV ₈	C2	oİ	çİ	O	OK	oİ
KV ₈	C3	İ	çİ	çİ	OK	oİ
KV ₈	C4	İ	oİ	İ	K	çİ
KV ₈	C5	çİ	O	oİ	İ	K
KV ₈	C6	O	İ	İ	ÇK	İ
KV ₈	C7	O	oİ	çİ	K	çİ
KV ₉	C1	İ	O	çİ	K	oİ
KV ₉	C2	oİ	çİ	O	OK	O
KV ₉	C3	İ	oİ	çİ	K	oİ
KV ₉	C4	İ	oİ	çİ	OK	İ
KV ₉	C5	çİ	O	oİ	İ	K
KV ₉	C6	oİ	İ	oİ	OK	İ
KV ₉	C7	O	İ	çİ	ÇK	İ
KV ₁₀	C1	İ	O	çİ	O	O
KV ₁₀	C2	oİ	İ	O	K	O
KV ₁₀	C3	İ	çİ	çİ	K	O
KV ₁₀	C4	çİ	O	çİ	OK	İ
KV ₁₀	C5	çİ	O	oİ	İ	K
KV ₁₀	C6	O	çİ	İ	OK	oİ
KV ₁₀	C7	İ	İ	çİ	ÇK	İ
KV ₁₁	C1	çİ	OK	İ	OK	oİ
KV ₁₁	C2	oİ	İ	O	OK	oİ
KV ₁₁	C3	İ	çİ	çİ	ÇK	oİ
KV ₁₁	C4	çİ	O	çİ	OK	İ
KV ₁₁	C5	İ	OK	İ	İ	K
KV ₁₁	C6	OK	çİ	oİ	OK	çİ
KV ₁₁	C7	oİ	çİ	İ	K	çİ
KV ₁₂	C1	çİ	O	İ	OK	İ
KV ₁₂	C2	O	çİ	oİ	OK	oİ
KV ₁₂	C3	İ	çİ	çİ	ÇK	İ
KV ₁₂	C4	çİ	oİ	çİ	K	İ
KV ₁₂	C5	İ	O	oİ	oİ	ÇK
KV ₁₂	C6	OK	çİ	İ	OK	çİ
KV ₁₂	C7	İ	oİ	oİ	OK	çİ
KV ₁₃	C1	çİ	O	çİ	K	oİ
KV ₁₃	C2	O	çİ	O	K	İ
KV ₁₃	C3	oİ	İ	çİ	ÇK	İ
KV ₁₃	C4	oİ	O	çİ	OK	çİ
KV ₁₃	C5	İ	oİ	oİ	İ	OK
KV ₁₃	C6	oİ	çİ	O	K	İ
KV ₁₃	C7	oİ	oİ	oİ	ÇK	çİ
KV ₁₄	C1	çİ	oİ	oİ	O	oİ
KV ₁₄	C2	O	çİ	O	K	oİ
KV ₁₄	C3	İ	oİ	çİ	K	oİ
KV ₁₄	C4	oİ	oİ	çİ	OK	İ
KV ₁₄	C5	çİ	O	oİ	K	İ
KV ₁₄	C6	OK	İ	oİ	K	İ

Çizelge 4.7 (devam). Karar vericilerin alternatifler için verdikleri önem düzeylerinin dilsel değişkenler olarak belirlenmesi.

KV ₁₄	C7	O	İ	İ	K	Çİ
KV ₁₅	C1	Çİ	O	Oİ	OK	İ
KV ₁₅	C2	Oİ	Çİ	O	ÇK	İ
KV ₁₅	C3	Oİ	İ	Çİ	OK	Oİ
KV ₁₅	C4	İ	İ	İ	OK	Oİ
KV ₁₅	C5	Çİ	O	O	İ	K
KV ₁₅	C6	Oİ	İ	O	K	Çİ
KV ₁₅	C7	O	İ	Oİ	K	İ
KV ₁₆	C1	İ	O	Çİ	OK	İ
KV ₁₆	C2	Oİ	İ	OK	K	İ
KV ₁₆	C3	Çİ	İ	Çİ	K	Oİ
KV ₁₆	C4	İ	Oİ	Çİ	O	Çİ
KV ₁₆	C5	Çİ	O	İ	Çİ	OK
KV ₁₆	C6	O	İ	O	ÇK	Çİ
KV ₁₆	C7	Oİ	İ	Çİ	ÇK	İ
KV ₁₇	C1	Çİ	Oİ	İ	OK	Oİ
KV ₁₇	C2	Oİ	Çİ	O	K	O
KV ₁₇	C3	İ	Çİ	Çİ	K	O
KV ₁₇	C4	İ	Oİ	İ	OK	Çİ
KV ₁₇	C5	İ	Oİ	O	İ	K
KV ₁₇	C6	O	Oİ	Oİ	ÇK	Oİ
KV ₁₇	C7	İ	Oİ	İ	OK	Çİ
KV ₁₈	C1	Çİ	O	İ	O	Oİ
KV ₁₈	C2	İ	Çİ	O	OK	Oİ
KV ₁₈	C3	İ	İ	Çİ	ÇK	Oİ
KV ₁₈	C4	İ	Oİ	Çİ	OK	Çİ
KV ₁₈	C5	İ	O	Oİ	İ	K
KV ₁₈	C6	O	İ	Oİ	K	Çİ
KV ₁₈	C7	İ	İ	Çİ	OK	İ
KV ₁₉	C1	Çİ	O	Çİ	OK	İ
KV ₁₉	C2	Oİ	Çİ	O	ÇK	O
KV ₁₉	C3	İ	İ	Çİ	K	Oİ
KV ₁₉	C4	Çİ	O	Çİ	OK	İ
KV ₁₉	C5	Çİ	OK	İ	İ	ÇK
KV ₁₉	C6	O	Çİ	Oİ	ÇK	İ
KV ₁₉	C7	İ	Oİ	İ	OK	Çİ
KV ₂₀	C1	Çİ	O	İ	OK	Oİ
KV ₂₀	C2	Oİ	Çİ	Oİ	OK	Oİ
KV ₂₀	C3	İ	Çİ	Çİ	K	İ
KV ₂₀	C4	Oİ	Oİ	Çİ	K	İ
KV ₂₀	C5	Çİ	Oİ	O	İ	ÇK
KV ₂₀	C6	O	İ	O	K	İ
KV ₂₀	C7	O	İ	İ	K	İ

Aksaray OSB'deki endüstriyel simbiyoz olanakları dilsel değişkenleri önce fuzzy üçgensel sayılarına dönüştürülür ve ortalamaları hesaplanır. Burada kriterler bazında, tüm alternatiflerin karar verici ortalamaları alınır. Hesaplanan bu sonuçlar Çizelge 4.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Aksaray OSB’deki endüstriyel simbiyoz olanaklarının fuzzy ortalamaları.

Alternatif / Kriter	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7
A1	(8.80, 9.90, 10.00)	(5.40, 7.20, 8.80)	(7.90, 9.25, 9.80)	(7.90, 9.20, 9.75)	(8.90, 9.95, 10.00)	(3.00, 5.00, 7.00)	(6.30, 7.85, 8.95)
A2	(3.40, 5.40, 7.40)	(9.00, 10.00, 10.00)	(8.30, 9.50, 9.85)	(4.90, 6.85, 8.65)	(3.20, 5.15, 7.05)	(8.60, 9.75, 9.95)	(7.40, 8.85, 9.65)
A3	(8.10, 9.35, 9.80)	(2.90, 4.90, 6.90)	(8.90, 9.95, 10.00)	(9.00, 10.00, 10.00)	(5.30, 7.15, 8.75)	(5.00, 6.85, 8.55)	(8.00, 9.25, 9.75)
A4	(1.25, 3.10, 5.10)	(0.25, 1.55, 3.55)	(0.25, 1.45, 3.45)	(1.40, 3.20, 5.20)	(8.20, 9.45, 9.85)	(0.35, 1.65, 3.65)	(0.35, 1.70, 3.70)
A	(6.30, 7.95, 9.20)	(5.20, 7.00, 8.60)	(5.70, 7.50, 9.05)	(8.50, 9.65, 9.90)	(0.40, 1.70, 3.70)	(7.70, 9.05, 9.70)	(8.80, 9.90, 10.00)

Ağırlıklar matrisinde her kriterin dilsel değişkenleri fuzzy üçgensel sayılarına dönüştürülür ve ortalamaları hesaplanarak kriter ağırlık ortalamaları tablosu yani ağırlık vektörü oluşturulur. Bu işlemlerin sonucunda oluşan kriter ağırlık ortalamaları tablosu Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Kriter ağırlık ortalamaları tablosu.

	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7
Ağırlık	(0.80, 0.90, 0.95)	(0.28, 0.44, 0.62)	(0.43, 0.61, 0.77)	(0.33, 0.51, 0.69)	(0.47, 0.65, 0.79)	(0.19, 0.34, 0.52)	(0.13, 0.25, 0.43)

Endüstriyel simbiyoz olanakları fuzzy ortalamaları 0-1 arası değerlere dönüştürülerek normalleştirilir. Sonra bu değerler, ağırlık vektörü ile çarpılarak normal ve ağırlıklı hale getirilmiş karar matrisi oluşturulur.

Fuzzy karar matrisini normalize etmek için, her bir kriter (sütun) için tüm alternatiflerin fuzzy sayılarının üst (u) değerlerinin en büyüğü (c_j^*) bulunur. Ardından o sütundaki her bir fuzzy sayının (l, m, u) her bir bileşeni bu en büyük değere bölünür.

Bu hesaplama sonucunda elde edilen normalize hale getirilmiş karar matrisi Çizelge 4.10’daki gibidir.

Çizelge 4.10. Normal hale getirilmiş karar matrisi.

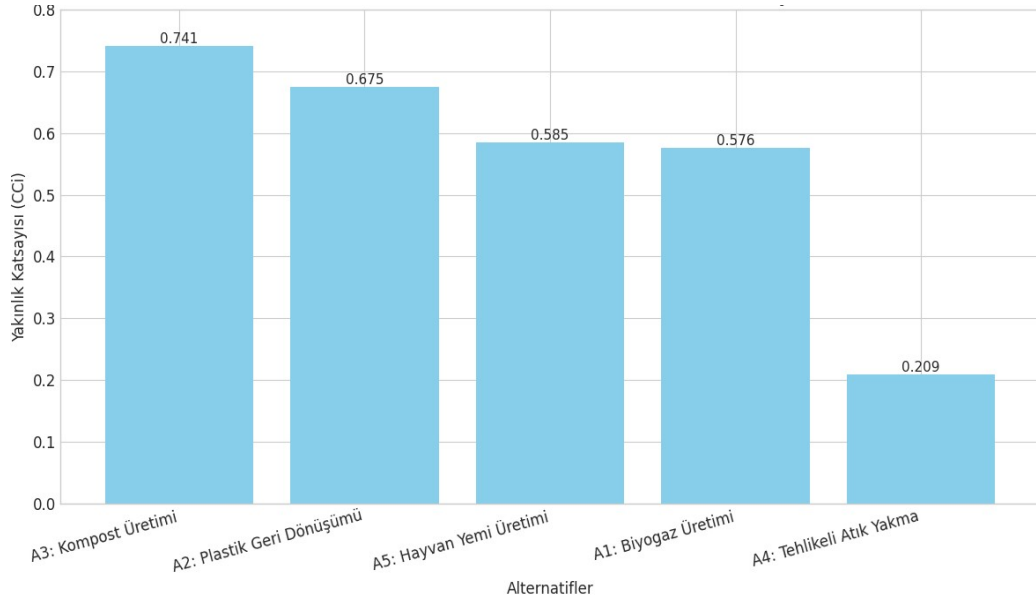
	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7
A1	(0.88, 0.99, 1.00)	(0.54, 0.72, 0.88)	(0.79, 0.93, 0.98)	(0.79, 0.92, 0.98)	(0.89, 1.00, 1.00)	(0.30, 0.50, 0.70)	(0.63, 0.79, 0.90)
A2	(0.34, 0.54, 0.74)	(0.90, 1.00, 1.00)	(0.83, 0.95, 0.99)	(0.49, 0.69, 0.87)	(0.32, 0.52, 0.71)	(0.86, 0.98, 1.00)	(0.74, 0.89, 0.97)
A3	(0.81, 0.94, 0.98)	(0.29, 0.49, 0.69)	(0.89, 1.00, 1.00)	(0.90, 1.00, 1.00)	(0.53, 0.72, 0.88)	(0.50, 0.69, 0.86)	(0.80, 0.93, 0.98)
A4	(0.13, 0.31, 0.51)	(0.03, 0.16, 0.36)	(0.03, 0.15, 0.35)	(0.14, 0.32, 0.52)	(0.82, 0.95, 0.99)	(0.04, 0.17, 0.37)	(0.04, 0.17, 0.37)
A5	(0.63, 0.80, 0.92)	(0.52, 0.70, 0.86)	(0.57, 0.75, 0.91)	(0.85, 0.97, 0.99)	(0.04, 0.17, 0.37)	(0.77, 0.91, 0.97)	(0.88, 0.99, 1.00)

Bir sonraki adımda, yukarıdaki normalize edilmiş matrisin her bir elemanı (r_{ij}), ait olduğu kriterin ağırlık vektöründeki fuzzy ağırlığı (w_j) ile çarpılır. Bu işlem, $v_{ij} = r_{ij} \cdot w_j$ formülüne göre yapılır. Bu çarpım işlemi sonucunda nihai Ağırlıklı Normalleştirilmiş Fuzzy Karar Matrisi Çizelge 4.11'deki gibi oluşturulur.

Çizelge 4.11. Ağırlıklı normalleştirilmiş fuzzy karar matrisi.

	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7
A1	(0.70, 0.89, 0.95)	(0.15, 0.32, 0.55)	(0.34, 0.57, 0.75)	(0.26, 0.47, 0.68)	(0.42, 0.65, 0.79)	(0.06, 0.17, 0.36)	(0.08, 0.20, 0.39)
A2	(0.27, 0.49, 0.70)	(0.25, 0.44, 0.62)	(0.36, 0.58, 0.76)	(0.16, 0.35, 0.60)	(0.15, 0.34, 0.56)	(0.16, 0.33, 0.52)	(0.10, 0.22, 0.42)
A3	(0.65, 0.85, 0.93)	(0.08, 0.22, 0.43)	(0.38, 0.61, 0.77)	(0.30, 0.51, 0.69)	(0.25, 0.47, 0.69)	(0.10, 0.23, 0.45)	(0.10, 0.23, 0.42)
A4	(0.10, 0.28, 0.48)	(0.01, 0.07, 0.22)	(0.01, 0.09, 0.27)	(0.05, 0.16, 0.36)	(0.39, 0.62, 0.78)	(0.01, 0.06, 0.19)	(0.01, 0.04, 0.16)
A5	(0.50, 0.72, 0.87)	(0.15, 0.31, 0.53)	(0.25, 0.46, 0.70)	(0.28, 0.49, 0.68)	(0.02, 0.11, 0.29)	(0.15, 0.31, 0.50)	(0.11, 0.25, 0.43)

Negatif ve pozitif uzaklıklar kullanılarak tüm alternatiflerin uzaklıkları, yakınlık katsayıları, derece puanları ve sıralamasının bulunması $[(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1)]$ $\cdot A =$ ve $[(0,0,0),(0,0,0),(0,0,0),(0,0,0)] - A$ pozitif ve negatif ideal çözümler kullanılarak bu çözümlere olan uzaklıklar, yakınlık katsayıları, puanlama ve sonuç olarak alternatif kuruluş yerlerinin önem derecelerine göre sıralaması gerçekleştirilir. Bu şekilde alternatif kuruluş yerleri sıralama tablosu oluşturulur.



Şekil 4.2. Alternatiflerin Fuzzy TOPSIS yakınlık katsayıları.

Hesaplama sonrasında bulunan sıralamayı içeren grafik Şekil 4.2’de, tablo ise Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Aksaray OSB’deki endüstriyel simbiyoz olanakları sıralama tablosu.

	AKSARAY OSB ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ OLANAKLARI	d^+i	d^-i	YAKINLIK KATSAYISI (CC _i)	PUAN %	SIRALAMA
A ₃	Kompost Üretimi	0.283	0.812	0.741	26.6%	1
A ₂	Plastik Geri Dönüşümü	0.352	0.730	0.675	24.2%	2
A ₅	Hayvan Yemi Üretimi	0.435	0.612	0.585	21%	3
A ₁	Biyogaz Üretimi	0.449	0.610	0.576	20.7%	4
A ₄	Tehlikeli Atık Yakma	0.841	0.222	0.209	7.5%	5

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın temel amacı, Aksaray Organize Sanayi Bölgesi'nde uygulanabilir beş farklı endüstriyel simbiyoz alternatifini (Biyogaz Üretimi, Plastik Geri Dönüşümü, Kompost Üretimi, Tehlikeli Atık Yakma, Hayvan Yemi Üretimi), yedi adet stratejik kritere göre değerlendirmek ve en uygun olanı belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda, 20 kişilik bir uzman grubunun görüşlerine başvurulmuş ve bu görüşler Bulanık TOPSIS yöntemi ile analiz edilerek alternatifler için nihai bir performans sıralaması oluşturulmuştur. Yapılan analizler sonucunda, her bir alternatifin ideal çözüme olan göreceli yakınlığını ifade eden Yakınlık Katsayıları (CCi) hesaplanmış ve bu katsayılara göre nihai sıralama elde edilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, Kompost Üretimi 0.741'lik yakınlık katsayısıyla en yüksek performansı gösteren alternatif olmuştur. Bu başarının arkasındaki en önemli faktör, uzmanların yüksek ağırlık verdiği "Çevresel Etki Azaltımı" (C3) ve "Sürdürülebilirlik Katkısı" (C4) kriterlerinde bu alternatifin ezici bir üstünlük sağlamasıdır. Bulgular, karar verici grubun, bir projenin uzun vadeli çevresel ve sürdürülebilir faydalarını, anlık ekonomik getirinin önünde tuttuğunu göstermektedir. Kompost üretimi, organik atıkları toprağa geri kazandırarak döngüsel ekonomi modeline tam uyum sağlaması ve bölgesel tarıma potansiyel katkısı nedeniyle en ideal çözüm olarak değerlendirilmiştir.

Sıralamanın ikinci sırasında yer alan Plastik Geri Dönüşümü, çalışmadaki en dikkat çekici profillerden birini sergilemiştir. Bu alternatif, "Ekonomik Değer" (C2) kriterinde diğer tüm seçeneklerden açık ara daha yüksek puan almıştır. Bu durum, plastik geri dönüşümünün bölgedeki en kârlı ve ekonomik olarak en uygulanabilir endüstriyel simbiyoz fırsatı olarak görüldüğünü kanıtlamaktadır. Ancak, çevresel ve sürdürülebilirlik katkısı kompost üretimine kıyasla daha düşük değerlendirildiği için genel sıralamada ikincilikle yetinmiştir.

Hayvan Yemi Üretimi, 0.585'lik bir katsayı ile sıralamanın ortasında yer alarak dengeli bir profil çizmiştir. Herhangi bir kriterde belirgin bir üstünlük sağlamasa da, "Ekonomik Değer" (C2) ve özellikle "Bölgesel Talep" (C7) gibi önemli kriterlerde aldığı tatmin edici puanlarla öne çıkmıştır. Bu sonuç, hayvan yemi üretiminin, Aksaray gibi tarım ve hayvancılığın önemli olduğu bir bölgede, hem atık yönetimine çözüm

sunan hem de yerel pazar ihtiyacını karşılayabilecek güvenilir bir seçenek olarak görüldüğünü göstermektedir.

Analizin en ilginç sonuçlarından biri Biyogaz Üretimi'nin dördüncü sırada yer almasıdır. Bu alternatif, uzmanlar tarafından en önemli olarak belirlenen "Atık Miktarı" (C1) kriterinde ve "Enerji Potansiyeli" (C5) kriterinde en yüksek puanları almıştır. Teoride bu durumun biyogazı zirveye taşıması beklenirken, "Ekonomik Değer" (C2) ve "Lojistik Kolaylığı" (C6) kriterlerinde aldığı çok düşük puanlar genel performansını ciddi şekilde aşağı çekmiştir. Bu bulgu, bölgedeki biyogaz potansiyelinin farkında olunduğunu ancak yüksek yatırım maliyetleri, teknolojik karmaşıklık ve lojistik zorluklar gibi pratik engellerin bu potansiyelin hayata geçirilmesi önünde büyük bir soru işareti yarattığını ortaya koymaktadır.

Tehlikeli Atık Yakma alternatifi, 0.209 gibi oldukça düşük bir yakınlık katsayısıyla son sırada kalarak uzmanlar tarafından en istenmeyen seçenek olarak belirlenmiştir. Bu alternatifi, özellikle çevresel, sürdürülebilirlik, ekonomik ve bölgesel talep kriterlerinde aldığı son derece düşük puanlar, projenin uygulanmasına yönelik ciddi endişeleri yansıtmaktadır. Karar vericiler, potansiyel enerji kazanımına rağmen bu yöntemin getireceği çevresel ve sosyal riskleri göz ardı etmemiş ve bu seçeneği net bir şekilde reddetmiştir.

5.1 Öneriler

Analiz sonuçları, bölgedeki sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için paydaşlara yönelik stratejik bir yol haritası sunmaktadır. Bu doğrultuda, OSB Yönetimi, bölgedeki firmalar ve yerel yönetimler için geliştirilen öneriler aşağıda ayrı başlıklar altında sunulmuştur.

OSB Yönetimi, endüstriyel simbiyozun hayata geçirilmesinde kilit bir koordinatör ve kolaylaştırıcı role sahiptir. Bu kapsamda OSB Yönetimi'ne düşen görevler şunlardır:

Öncelikli Alanlara Yatırım Teşviki: Analizde en yüksek performansı gösteren Kompost Üretimi ve Plastik Geri Dönüşümü projelerine öncelik verilmelidir. Bu alanlarda yatırım yapacak firmalara arsa tahsisinde kolaylık sağlanması, altyapı bağlantılarının hızlandırılması ve bürokratik engellerin azaltılması gibi teşvikler sunularak yatırımcılar bölgeye çekilmelidir.

Merkezi Atık Lojistik Altyapısı: OSB içerisinde, firmalardan kaynaklanan organik ve plastik atıkların kaynağında verimli bir şekilde ayrıştırılmasını ve toplanmasını sağlayacak merkezi bir lojistik sistemi kurulmalıdır. Bu sistem, kurulacak tesislere sürekli ve kaliteli hammadde akışını garanti altına alarak operasyonel verimliliği artıracaktır.

İşbirliği ve Farkındalık Platformu: Firmalar arasında bir "Simbiyoz Ağı" oluşturulmalıdır. OSB Yönetimi'nin liderliğinde, atık üreten firmalarla bu atıkları hammadde olarak kullanabilecek potansiyel yatırımcıları bir araya getiren düzenli toplantılar, eğitimler ve dijital platformlar hayata geçirilmelidir.

Pilot Proje Desteği: Biyogaz Üretimi gibi potansiyeli yüksek ancak mevcut koşullarda ekonomik ve lojistik açıdan riskli bulunan alternatifler için bir pilot tesis kurulmasına öncülük edilebilir. Bu pilot proje, teknolojinin ve ekonomik modelin bölgedeki uygulanabilirliğini test etmek için önemli bir adım olacaktır.

Bölgedeki sanayi kuruluşları, endüstriyel simbiyoz ekosisteminin temelini oluşturan en önemli paydaşlardır. Firmalara yönelik öneriler şunlardır:

Atık Yönetim Anlayışının Değişimi: Firmalar, üretim süreçlerinde ortaya çıkan atıkları bir maliyet unsuru olarak görmek yerine, potansiyel bir gelir kaynağı ve hammadde olarak değerlendirmelidir. Bu doğrultuda, atıkların kaynağında (organik, plastik vb.) etkin bir şekilde ayrıştırılması için süreçlerini ve personel eğitimlerini gözden geçirmelidirler.

Ortak Yatırım Fırsatları: Özellikle gıda, tarım, hayvancılık ve ambalaj sektörlerinde faaliyet gösteren firmalar, tek başlarına veya birkaç firma bir araya gelerek bir konsorsiyum oluşturup Kompost Üretimi, Hayvan Yemi Üretimi veya Plastik Geri Dönüşümü tesisi kurma fırsatlarını araştırmalıdır. Bu, hem kendi atıklarını değerlendirmelerini hem de yeni bir ticari faaliyet alanı yaratmalarını sağlayacaktır.

Yeşil Rekabet Avantajı: Endüstriyel simbiyoz projelerine katılım, firmaların kurumsal sosyal sorumluluk ve sürdürülebilirlik performanslarını artıracaktır. "Yeşil Üretim" yapan bir firma olarak kazanılacak bu kimlik, hem kurumsal itibarı güçlendirecek hem de çevreye duyarlı pazarlarda önemli bir rekabet avantajı sağlayacaktır.

Yerel yönetimlerin sağlayacağı politik ve idari destek, projelerin başarısı için hayati önem taşımaktadır. Bu bağlamda yerel yönetimlere düşen sorumluluklar şunlardır:

Destekleyici Mevzuat ve İdari Kolaylık: Belediye ve Valilik, OSB'de kurulması planlanan simbiyoz tesisleri için gerekli imar planı düzenlemelerini ve ruhsatlandırma süreçlerini hızlandırarak projelere idari destek sağlamalıdır.

Pazar Oluşturma ve Alım Garantisi: Aksaray Belediyesi, şehrin park, bahçe ve refüjlerinde kullanılmak üzere, OSB'de üretilecek olan kompost için bir alım taahhüdü verebilir. Bu "alım garantisi" modeli, yatırımın başlangıçtaki pazar riskini ortadan kaldırarak projenin bankalar ve yatırımcılar nezdindeki cazibesini artıracaktır.

Bölgesel Entegrasyon ve Tanıtım: Valilik koordinasyonunda, sadece OSB'nin değil, tüm şehrin evsel ve tarımsal organik atıklarının da bu projelere entegre edilmesi hedeflenmelidir. Ayrıca, üretilecek hayvan yeminin bölgedeki çiftçilere ve kooperatiflere tanıtılması ve pazarlanması için destek mekanizmaları oluşturulmalıdır. Bu, projelerin ölçeğini büyüterek verimliliklerini ve bölgesel etkilerini maksimize edecektir.

KAYNAKLAR

- Akın, N., 2016. Personel Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme: Bulanık Topsis Uygulaması, *Journal of Business Research*, 8, 2, 224-254.
- Aksaray Üniversitesi, 2023. URL Adres: <https://ggt.aksaray.edu.tr/aksarayin-deprem-riski-dusuk-ama-tedbirli-olunmali>. Erişim Tarihi: 01.06.2025.
- Balbay, Ş., Sarıhan, A. ve Avşar, E., 2021. Dünya’da ve Türkiye’de “Döngüsel Ekonomi/Endüstriyel Sürdürülebilirlik” Yaklaşımı, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 27, 557-569.
- Başer, N., 2013. Kalkınmada Sürdürülebilirliğe Yönelik Bir Araç Olarak Endüstriyel Simbiyoz Yaklaşımı, *Planlama Uzmanlığı Tezi*, 103.
- BEBKA, Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı, 2020. Eskişehir Endüstriyel Simbiyoz Projesi Raporu, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, GTE Karbon Sürdürülebilir Enerji Eğitim Danışmanlık Tic. ve A.Ş.
- Cao, Q., Xiao, Z. ve Zhou, G., 2023. Waste emission reduction decision-making for industrial symbiosis chains in a competitive market considering environmental regulations, *Journal of Industrial and Management Optimization*, 19, 8, 5515-5543.
- Chertow, M., 2000. Industrial symbiosis: Literature and taxonomy, *Annual Review of Energy and the Environment*, 313-337.
- Dolgen, D. ve Necdet, A., 2020. Eco-Industrial Parks: Experiences from Turkey, *Global Journal of Ecology*, 30-32.
- Ecer, F., 2006. Bulanık Ortamlarda Grup Kararı Vermeye Yardımcı Bir Yöntem: Fuzzy TOPSIS ve Bir Uygulama, *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 7, 2, 77-96.
- Fang, K., Dong, L., Ren, J., Zang, Q., Hang, L. ve Fu, H., 2017. Carbon footprints of urban transition: Tracking circular economy promotions in Guiyang, China, *Ecological Modelling*, 365, 30-44.
- Garner, A. ve Keoleian, G., 1995. *Industrial Ecology: An Introduction*, National Pollution Prevention Center for Higher Education, 11.
- Gibbs, D., 2009. *Industrial Ecology and Eco-Industrial Development – The UK’s National Industrial Symbiosis Programme (NISP)*, EnviroInfo 2009 (Berlin) *Environmental Informatics and Industrial Environmental Protection: Concepts, Methods and Tools*, 247-248.

- Gül, M., 2013. Aksaray Şehrinin İktisadî Tarihi Hakkında Bir Deneme, Çanakkale Araştırmaları Türk Yıllığı, 14, 131-158.
- İç, Y. ve Yurdakul, M., 2008. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerini Kullanan Makine-Ekipman Seçim Çalışmalarında Bulanıklığın Sonuçlara Etkisinin İncelenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 9, 1, 125 - 140.
- Investinaksaray., (t.y.). URL Adres: <https://www.investinaksaray.com/neden-aksaray/sanayi-potansiyeli>. Erişim Tarihi: 01.06.2025.
- IPCC., 2014. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), 5. Değerlendirme Raporu.
- Jacobsen, N., 2006. Industrial Symbiosis in Kalundborg, Denmark A Quantitative Assessment of Economic and Environmental Aspects, Journal of Industrial Ecology, 16, 1, 240-241.
- Janko, W. ve Bernroider, E., 2005. Multi-Criteria Decision Making: An Application Study of ELECTRE and TOPSIS, URL Adres: www.ai.wu.wien.ac.at/~bernroid/lehre/seminare/ws04/A7-TOPSIS0107503.pdf. Erişim Tarihi 03.06.2025.
- Lombardi, D. ve Laybourn, P., 2012. Redefining Industrial Symbiosis, Journal of Industrial Ecology, 16, 1, 28-37.
- Mantese, G. ve Amaral, D., 2018. Agent-based simulation to evaluate and categorize industrial symbiosis indicator, Journal of Cleaner Production, 186, 450-464.
- Martin, M. ve Harris, S., 2018. Prospecting the sustainability implications of an emerging industrial symbiosis network, Resources, Conservation and Recycling, 138, 246-256.
- Mirata, M. ve Emtairah, T., 2005. Industrial symbiosis networks and the contribution to environmental innovation: The case of the Landskrona industrial symbiosis programme, Journal of Cleaner Production, 13, 993-1002.
- Mortensen, L. ve Kørnøv, L., 2019. Critical factors for industrial symbiosis emergence process, Journal of Cleaner Production, 212, 56-69.
- Neves, A., Godina, R., Azevedo, S. G. ve Matias, J. C., 2020. A comprehensive review of industrial symbiosis, Journal of Cleaner Production, 247, 119113.
- Oruç, Z., 2017. Türkiye Selçuklu Devrinde Aksaray ve Askerî Açından Önemi, II. Uluslararası Aksaray Sempozyumu, s. 782-791.

- Örs, F., 2013. Bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri ve bir uygulama: Ev satın alma problemi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Öztel, A., 2016. Çok Kriterli Karar Verme Seçiminde Yeni Bir Yaklaşım, 17th International Symposium on Econometrics.
- Park, J., Park, J.-M. ve Park, H.-S., 2019. Scaling-up of industrial symbiosis in the Korean national eco-industrial park program, *Journal of Industrial Ecology*, 23, 1, 197-207.
- Parlak, Ö. ve Dişli, G., 2020. Aksaray Tarihi Kent Merkezinin Unesco Dünya Mirası Geçici Listesine Adaylığı İçin Bir Deneme, *TÜBA-KED Türkiye Bilimler Akademisi Kültür Envanteri Dergisi*, 22, 141-164.
- Schwarz, E. ve Steininger, K., 1997. Implementing nature's lesson: The industrial recycling network enhancing regional development, *Journal of Cleaner Production*, 5, 47-56.
- 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.
- Şaşmaz, M., 2019. Aksaray'ın İdari Taksimatı (1920-1927), *Cappadocia Journal Of History And Social Sciences*, 13, 130-153.
- Topal, N., 2006. Karamanoğulları Döneminde Aksaray'da İskân Ve Mahalleler, *Türklük Bilimi Araştırmaları*, 20, 207-216.
- TTGV., Türkiye Teknolojileri Geliştirme Vakfı, 2014. EKOSKOP: Sürdürülebilir Rekabetçilik için Temiz Üretim, EKOSKOP, 31.
- Turan, G., 2018. Çok Kriterli Karar Verm., B. F. Yıldırım, ve E. Önder içinde, *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, 15-20.
- Türkiye İstatistik Kurumu., 2022. URL Adres:
<https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/istihdamin-sektorel-dagilimi-i-85697>.
Erişim Tarihi:05.06.2025.
- Türkiye İstatistik Kurumu., 2024. URL Adres:
<https://biruni.tuik.gov.tr/ilgosterge/?locale=tr>. Erişim Tarihi: 04.06.2025.
- Ulutaş, F., 2019. Endüstriyel Ekoloji, *Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları - VI*, 32-33.
- Urfalıoğlu, F. ve Genç, T., 2013. Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Türkiye'nin Ekonomik Performansının Avrupa Birliği Üye Ülkeleri ile Karşılaştırılması, *Marmara Üniversitesi İ.İ.B. Dergisi*, 35, 2, 329-360.

- Ünal, Y., 2011. Bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri ve bir takım oyunu için oyuncu seçimi uygulaması, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Van Berkel, R., 2009. Comparability of Industrial Symbioses, *Journal of Industrial*, 13, 4, 483–486.
- Wen, Z. ve Meng, X.. 2015. Quantitative assessment of industrial symbiosis for the promotion of circular economy: a case study of the printed circuit boards industry in China's Suzhou New District, *Journal of Cleaner Production*, 90, 211-219.
- Yeşilkaya, M., Daş, G. ve Yaşın, M., 2023. Türkiye orman ürünleri sektörünün döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz bağlamında değerlendirilmesi, *Journal of Turkish Operations Management*, 1701 - 1723.
- Yıldız, Ö., 2019. Bölgesel kalkınmada endüstriyel simbiyoz uygulamaları: Bursa Eskişehir Bilecik Bölgesi örneği, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Yayın No. 584872. Bursa: YÖK Ulusal Tez.
- URL-1 <<https://www.kalkinmakutuphanesi.gov.tr/dokuman/aksaray-organize-sanayi-bolgesi-endustriyel-simbiyoz-olanaklari-raporu/24>>, Erişim Tarihi: 28.04.2025.
- URL-2 <<https://gencgazetenet.teimg.com/gencgazete-net/uploads/2024/12/aksaray-custom-size-552-450-575.jpg>>, Erişim Tarihi: 28.05.2025.
- URL-3 <<https://nativeart.com.tr/wp-content/uploads/2020/11/endustriyel-simbiyoz-sema-2.jpg>>, Erişim Tarihi: 24.05.2025.
- URL-4 <https://endustriyelsimbiyoz.ikvp.izka.org.tr/wp-content/uploads/2022/05/EK-6.-Endustriyel-Simbiyoz-Mevcut-Durum-Raporu_public.pdf>, Erişim Tarihi: 17.05.2025.
- URL-5 <<https://nordregio.org/wp-content/uploads/2018/03/Kalundborg-Symbiosis-Diagram2015.jpg>>, Erişim Tarihi: 22.05.2025.
- URL-6 <<https://www.researchgate.net/publication/386047470/figure/fig1/AS:11431281292012746@1732294967993/Resource-mapping-in-National-Industrial-Symbiosis-Program-NISP-2024b.png>>, Erişim Tarihi: 23.05.2025.

EKLER

EK A: TOPSIS yöntemi ile endüstriyel simbiyoz olanaklarının incelenmesi değerlendirme anketi.

EK B: TOPSIS yöntemi ile endüstriyel simbiyoz olanaklarının incelenmesi değerlendirme anket sonuçları.

EK C: Karar vericilerin alternatifleri kriter bazında puanlaması incelenmesi değerlendirme anket sonuçları.



EK A: TOPSIS yöntemi ile endüstriyel simbiyoz olanaklarının incelenmesi değerlendirme anketi.

**TOPSIS YÖNTEMİ İLE ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ OLANAKLARININ
İNCELENMESİ DEĞERLENDİRME ANKETİ**

Sayın değerlendirci;

Bu anket ”**AKSARAY ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİNDEKİ ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ OLANAKLARININ İNCELENMESİ**” adlı yüksek lisans tez çalışmasında kullanılacaktır. Bu çalışmada elde edilen veriler tamamen bilimsel amaçlı kullanılacaktır.

Kriter ağırlığı seçiminde dikkate alınan kriterler literatür ve uzman görüşleri ile belirlenmiştir. Kriter ağırlıklandırılması için aşağıdaki kriterlere 1 ile 5 arasında bir değer veriniz. (5 en önemli, 1 en az önemli kriteri temsil edecektir lütfen puanlama yaparken bunu dikkate alınız.)

Kriterler:	Puanlama: (1-5 Arasında)
Atık Miktarı	
Ekonomik Değer	
Çevresel Etki Azaltımı	
Sürdürülebilirlik Katkısı	
Enerji Potansiyeli	
Lojistik Kolaylığı	
Bölgesel Talep	

EK B: TOPSIS yöntemi ile endüstriyel simbiyoz olanaklarının incelenmesi değerlendirme anket sonuçları.

1.Karar Verici

Kriterler:	Puanlama: (1-5 Arasında)
Atık Miktarı	4
Ekonomik Değer	2
Çevresel Etki Azaltımı	3
Sürdürülebilirlik Katkısı	3
Enerji Potansiyeli	4
Lojistik Kolaylığı	2
Bölgesel Talep	3

2.Karar Verici

Kriterler:	Puanlama: (1-5 Arasında)
Atık Miktarı	4
Ekonomik Değer	5
Çevresel Etki Azaltımı	3
Sürdürülebilirlik Katkısı	4
Enerji Potansiyeli	2
Lojistik Kolaylığı	2
Bölgesel Talep	1

3.Karar Verici

Kriterler:	Puanlama: (1-5 Arasında)
Atık Miktarı	5
Ekonomik Değer	3
Çevresel Etki Azaltımı	2
Sürdürülebilirlik Katkısı	2
Enerji Potansiyeli	4
Lojistik Kolaylığı	1
Bölgesel Talep	1

4.Karar Verici

Kriterler:	Puanlama: (1-5 Arasında)
Atık Miktarı	5
Ekonomik Değer	2
Çevresel Etki Azaltımı	2
Sürdürülebilirlik Katkısı	3
Enerji Potansiyeli	2
Lojistik Kolaylığı	2
Bölgesel Talep	2

5.Karar Verici

Kriterler:	Puanlama: (1-5 Arasında)
Atık Miktarı	4
Ekonomik Değer	4
Çevresel Etki Azaltımı	4
Sürdürülebilirlik Katkısı	2
Enerji Potansiyeli	4
Lojistik Kolaylığı	2
Bölgesel Talep	2

6.Karar Verici

Kriterler:	Puanlama: (1-5 Arasında)
Atık Miktarı	4
Ekonomik Değer	1
Çevresel Etki Azaltımı	4
Sürdürülebilirlik Katkısı	1
Enerji Potansiyeli	5
Lojistik Kolaylığı	1
Bölgesel Talep	3

7.Karar Verici

Kriterler:	Puanlama: (1-5 Arasında)
Atık Miktarı	5
Ekonomik Değer	3
Çevresel Etki Azaltımı	3
Sürdürülebilirlik Katkısı	3
Enerji Potansiyeli	2
Lojistik Kolaylığı	4
Bölgesel Talep	2

8.Karar Verici

Kriterler:	Puanlama: (1-5 Arasında)
Atık Miktarı	5
Ekonomik Değer	1
Çevresel Etki Azaltımı	4
Sürdürülebilirlik Katkısı	3
Enerji Potansiyeli	2
Lojistik Kolaylığı	2
Bölgesel Talep	2

9.Karar Verici

Kriterler:	Puanlama: (1-5 Arasında)
Atık Miktarı	4
Ekonomik Değer	1
Çevresel Etki Azaltımı	3
Sürdürülebilirlik Katkısı	3
Enerji Potansiyeli	3
Lojistik Kolaylığı	1
Bölgesel Talep	1

10.Karar Verici

Kriterler:	Puanlama: (1-5 Arasında)
Atık Miktarı	4
Ekonomik Değer	3
Çevresel Etki Azaltımı	2
Sürdürülebilirlik Katkısı	3
Enerji Potansiyeli	3
Lojistik Kolaylığı	3
Bölgesel Talep	1

11.Karar Verici

Kriterler:	Puanlama: (1-5 Arasında)
Atık Miktarı	4
Ekonomik Değer	4
Çevresel Etki Azaltımı	3
Sürdürülebilirlik Katkısı	1
Enerji Potansiyeli	2
Lojistik Kolaylığı	1
Bölgesel Talep	2

12.Karar Verici

Kriterler:	Puanlama: (1-5 Arasında)
Atık Miktarı	4
Ekonomik Değer	3
Çevresel Etki Azaltımı	4
Sürdürülebilirlik Katkısı	2
Enerji Potansiyeli	3
Lojistik Kolaylığı	3
Bölgesel Talep	3

13.Karar Verici

Kriterler:	Puanlama: (1-5 Arasında)
Atık Miktarı	4
Ekonomik Değer	3
Çevresel Etki Azaltımı	3
Sürdürülebilirlik Katkısı	3
Enerji Potansiyeli	2
Lojistik Kolaylığı	3
Bölgesel Talep	2

14.Karar Verici

Kriterler:	Puanlama: (1-5 Arasında)
Atık Miktarı	2
Ekonomik Değer	3
Çevresel Etki Azaltımı	4
Sürdürülebilirlik Katkısı	2
Enerji Potansiyeli	3
Lojistik Kolaylığı	1
Bölgesel Talep	1

15.Karar Verici

Kriterler:	Puanlama: (1-5 Arasında)
Atık Miktarı	2
Ekonomik Değer	1
Çevresel Etki Azaltımı	1
Sürdürülebilirlik Katkısı	3
Enerji Potansiyeli	2
Lojistik Kolaylığı	3
Bölgesel Talep	2

16.Karar Verici

Kriterler:	Puanlama: (1-5 Arasında)
Atık Miktarı	3
Ekonomik Değer	2
Çevresel Etki Azaltımı	4
Sürdürülebilirlik Katkısı	4
Enerji Potansiyeli	4
Lojistik Kolaylığı	2
Bölgesel Talep	2

17.Karar Verici

Kriterler:	Puanlama: (1-5 Arasında)
Atık Miktarı	3
Ekonomik Değer	2
Çevresel Etki Azaltımı	3
Sürdürülebilirlik Katkısı	5
Enerji Potansiyeli	2
Lojistik Kolaylığı	3
Bölgesel Talep	1

18.Karar Verici

Kriterler:	Puanlama: (1-5 Arasında)
Atık Miktarı	4
Ekonomik Değer	4
Çevresel Etki Azaltımı	3
Sürdürülebilirlik Katkısı	3
Enerji Potansiyeli	3
Lojistik Kolaylığı	4
Bölgesel Talep	2

19.Karar Verici

Kriterler:	Puanlama: (1-5 Arasında)
Atık Miktarı	3
Ekonomik Değer	3
Çevresel Etki Azaltımı	3
Sürdürülebilirlik Katkısı	4
Enerji Potansiyeli	4
Lojistik Kolaylığı	2
Bölgesel Talep	2

20.Karar Verici

Kriterler:	Puanlama: (1-5 Arasında)
Atık Miktarı	3
Ekonomik Değer	2
Çevresel Etki Azaltımı	2
Sürdürülebilirlik Katkısı	4
Enerji Potansiyeli	2
Lojistik Kolaylığı	2
Bölgesel Talep	1

EK C: Karar vericilerin alternatifleri kriter bazında puanlaması incelenmesi değerlendirme anket sonuçları.

Karar Verici	Kriterler	A1: Biyogaz Üretimi	A2: Plastik Geri Dönüşümü	A3: Kompost Üretimi	A4: Tehlikeli Atık Yakma	A5: Hayvan Yemi Üretimi
KV1	C1	5	4	4	3	4
KV1	C2	4	5	3	1	4
KV1	C3	5	5	5	2	4
KV1	C4	4	4	5	4	5
KV1	C5	5	4	4	5	2
KV1	C6	4	5	4	2	5
KV1	C7	4	5	4	2	5
KV2	C1	5	4	5	3	5
KV2	C2	5	5	4	1	4
KV2	C3	5	4	5	2	4
KV2	C4	4	4	5	4	5
KV2	C5	5	3	5	5	3
KV2	C6	3	5	4	2	4
KV2	C7	4	4	5	2	5
KV3	C1	5	3	5	3	5
KV3	C2	5	5	4	2	4
KV3	C3	5	5	5	2	5
KV3	C4	5	4	5	3	5
KV3	C5	5	4	4	5	1
KV3	C6	3	5	4	2	5
KV3	C7	5	5	5	2	5
KV4	C1	5	4	5	4	5
KV4	C2	4	5	4	1	4
KV4	C3	4	5	5	3	4
KV4	C4	5	4	5	4	5
KV4	C5	5	4	5	4	2
KV4	C6	4	5	4	2	4
KV4	C7	5	4	4	2	5
KV5	C1	5	4	5	3	5
KV5	C2	5	5	3	2	5
KV5	C3	5	5	5	2	4
KV5	C4	5	5	5	3	4
KV5	C5	5	3	4	4	2
KV5	C6	4	5	4	3	5
KV5	C7	5	5	5	1	5
KV6	C1	5	4	5	3	4
KV6	C2	4	5	4	2	4
KV6	C3	5	5	5	1	4
KV6	C4	5	4	5	4	5
KV6	C5	5	4	4	5	2

EK C (devam): Karar vericilerin alternatifleri kriter bazında puanlaması incelenmesi
değerlendirme anket sonuçları.

KV6	C6	4	5	4	1	4
KV6	C7	4	5	5	1	5
KV7	C1	5	4	5	3	4
KV7	C2	4	5	4	2	4
KV7	C3	4	5	5	2	5
KV7	C4	5	4	5	2	5
KV7	C5	5	3	4	5	2
KV7	C6	4	5	4	2	4
KV7	C7	5	5	5	3	5
KV8	C1	5	4	4	2	4
KV8	C2	4	5	4	3	4
KV8	C3	5	5	5	3	4
KV8	C4	5	4	5	2	5
KV8	C5	5	4	4	5	2
KV8	C6	4	5	5	1	5
KV8	C7	4	4	5	2	5
KV9	C1	5	4	5	2	4
KV9	C2	4	5	4	3	4
KV9	C3	5	4	5	2	4
KV9	C4	5	4	5	3	5
KV9	C5	5	4	4	5	2
KV9	C6	4	5	4	3	5
KV9	C7	4	5	5	1	5
KV10	C1	5	4	5	4	4
KV10	C2	4	5	4	2	4
KV10	C3	5	5	5	2	4
KV10	C4	5	4	5	3	5
KV10	C5	5	4	4	5	2
KV10	C6	4	5	5	3	4
KV10	C7	5	5	5	1	5
KV11	C1	5	3	5	3	4
KV11	C2	4	5	4	3	4
KV11	C3	5	5	5	1	4
KV11	C4	5	4	5	3	5
KV11	C5	5	3	5	5	2
KV11	C6	3	5	4	3	5
KV11	C7	4	5	5	2	5
KV12	C1	5	4	5	3	5
KV12	C2	4	5	4	3	4
KV12	C3	5	5	5	1	5
KV12	C4	5	4	5	2	5
KV12	C5	5	4	4	4	1

EK C (devam): Karar vericilerin alternatifleri kriter bazında puanlaması incelenmesi
değerlendirme anket sonuçları.

KV12	C6	3	5	5	3	5
KV12	C7	5	4	4	3	5
KV13	C1	5	4	5	2	4
KV13	C2	4	5	4	2	5
KV13	C3	4	5	5	1	5
KV13	C4	4	4	5	3	5
KV13	C5	5	4	4	5	3
KV13	C6	4	5	4	2	5
KV13	C7	4	4	4	1	5
KV14	C1	5	4	4	4	4
KV14	C2	4	5	4	2	4
KV14	C3	5	4	5	2	4
KV14	C4	4	4	5	3	5
KV14	C5	5	4	4	5	2
KV14	C6	3	5	4	2	5
KV14	C7	4	5	5	2	5
KV15	C1	5	4	4	3	5
KV15	C2	4	5	4	1	5
KV15	C3	4	5	5	3	4
KV15	C4	5	5	5	3	4
KV15	C5	5	4	4	5	2
KV15	C6	4	5	4	2	5
KV15	C7	4	5	4	2	5
KV16	C1	5	4	5	3	5
KV16	C2	4	5	3	2	5
KV16	C3	5	5	5	2	4
KV16	C4	5	4	5	4	5
KV16	C5	5	4	5	5	3
KV16	C6	4	5	4	1	5
KV16	C7	4	5	5	1	5
KV17	C1	5	4	5	3	4
KV17	C2	4	5	4	2	4
KV17	C3	5	5	5	2	4
KV17	C4	5	4	5	3	5
KV17	C5	5	4	4	5	2
KV17	C6	4	4	4	1	4
KV17	C7	5	4	5	3	5
KV18	C1	5	4	5	4	4
KV18	C2	5	5	4	3	4
KV18	C3	5	5	5	1	4
KV18	C4	5	4	5	3	5
KV18	C5	5	4	4	5	2

EK C (devam): Karar vericilerin alternatifleri kriter bazında puanlaması incelenmesi
değerlendirme anket sonuçları.

KV18	C6	4	5	4	2	5
KV18	C7	5	5	5	3	5
KV19	C1	5	4	5	3	5
KV19	C2	4	5	4	1	4
KV19	C3	5	5	5	2	4
KV19	C4	5	4	5	3	5
KV19	C5	5	3	5	5	1
KV19	C6	4	5	4	1	5
KV19	C7	5	4	5	3	5
KV20	C1	5	4	5	3	4
KV20	C2	4	5	4	3	4
KV20	C3	5	5	5	2	5
KV20	C4	4	4	5	2	5
KV20	C5	5	4	4	5	1
KV20	C6	4	5	4	2	5
KV20	C7	4	5	5	2	5

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Onurcan Kaban

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

Lisans : Aksaray Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü,
2019-2021

Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Yönetimi
Anabilim Dalı, 2023-

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

1. Ulu Demir Çelik / Üretim Yaz Stajı
2. Aksaray Ticaret ve Sanayi Odası / Yönetim Yaz Stajı
3. Beyhan Mobilya / Endüstri Mühendisi
4. Altuntaş Havalandırma / Endüstri Mühendisi (Birim Şefi)

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

Kongrelerde Sunulan Makaleler

1. Kaban, O. ve Bilgin, M., 2025. Aksaray Organize Sanayi Bölgesindeki Endüstriyel Simbiyoz Olanaklarının İncelenmesi, Ases X. International Health, Engineering And Sciences Congress, Sinop, 670-671.