

**T.C.**  
**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**İŞLETME ANABİLİM DALI**

**YEŞİL TARIM VE ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK UYGULAMALARI:**  
**AHP YÖNTEMİ İLE TARIM SEKTÖRÜ ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS**

**Ali ALMATAR**

**TEMMUZ-2025**  
**GÜMÜŞHANE**



**T.C.  
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**İŞLETME ANABİLİM DALI**

**YEŞİL TARIM VE ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK UYGULAMALARI:  
AHP YÖNTEMİ İLE TARIM SEKTÖRÜ ANALİZİ**

**GREEN AGRICULTURE AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY  
PRACTICES: AN ANALYSIS OF THE AGRICULTURAL SECTOR USING  
THE AHP METHOD**

**YÜKSEK LİSANS**

**Ali ALMATAR**

**TEMMUZ-2025**

**GÜMÜŞHANE**



**T.C.  
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**İŞLETME ANABİLİM DALI**

**YEŞİL TARIM VE ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK UYGULAMALARI:  
AHP YÖNTEMİ İLE TARIM SEKTÖRÜ ANALİZİ**

**GREEN AGRICULTURE AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY  
PRACTICES: AN ANALYSIS OF THE AGRICULTURAL SECTOR USING  
THE AHP METHOD**

**YÜKSEK LİSANS**

**Ali ALMATAR**

**Danışman: Doç. Dr. Yasemin TATLI**

**TEMMUZ-2025  
GÜMÜŞHANE**



## BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

**Yüksek Lisans Tezi** olarak hazırlamış olduğum “**Yeşil Tarım ve Çevresel Sürdürülebilirlik Uygulamaları: AHP Yöntemi ile Tarım Sektörü Analizi**” isimli bu tezimin, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmaları kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi’nin lisanslı kullanıcısı olduğu intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlediği kıstaslara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

.../07/2025

**Ali ALMATAR**

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez sürecim boyunca bilgi, deneyim ve desteğiyle beni yönlendiren, akademik rehberliği ve sabrıyla bu çalışmanın her aşamasında katkı sunan değerli danışmanım Sayın Doç. Dr. Yasemin TATLI'ya en içten teşekkürlerimi sunarım. Kendisi, araştırmamın bilimsel derinliğini artıran yönlendirmeleriyle bana yol gösterici olmuştur.

Araştırma sürecinde görüş ve katkılarıyla çalışmamın uygulama boyutuna değer katan tüm uzman katılımcılara gönülden teşekkür ederim. Ayrıca, Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'ne, tezimin hazırlanması ve yürütülmesi sürecinde sundukları akademik olanaklar için şükran borçluyum.

Bu süreçte manevi desteklerini her zaman yanımda hissettiren, sabır ve anlayışlarıyla motivasyonumu daima yüksek tutan kıymetli eşim Nura'a ve çocuklarım Hasan, Henin, Sened ve Kerem'e teşekkür ederim. Onların varlığı, bu akademik yolculuğu daha anlamlı kılmıştır.

Emek veren, destek olan ve katkı sunan herkese içtenlikle teşekkür ederim.

**Ali ALMATAR**  
**GÜMÜŞHANE – 2025**

## ÖZET

Bu tez, tarım sektöründe yeşil üretim ve çevresel sürdürülebilirlik uygulamalarının mevcut durumunu inceleyerek, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine uyumlu politika ve stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Çalışmanın temel konusu, tarımda çevresel etkilerin azaltılması ve doğal kaynakların etkin kullanımı doğrultusunda geliştirilen yeşil üretim yaklaşımlarının değerlendirilmesidir. Bu kapsamda, yeşil üretim ve çevresel sürdürülebilirlik kavramları kuramsal düzeyde ele alınmış; sürdürülebilir tarım ilkeleri, döngüsel ekonomi uygulamaları, ekolojik üretim yöntemleri ve çevreye duyarlı tarım politikaları irdelenmiştir. Araştırmada, çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi kullanılarak, yeşil üretim uygulamalarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, alanında uzman 9 katılımcıdan elde edilen veriler doğrultusunda, belirlenen altı temel kriter çerçevesinde karşılaştırmalı analiz yapılmış; kriterlerin ağırlık değerleri hesaplanarak öncelik sıralamaları oluşturulmuştur. Tutarlılık oranlarının uygunluğu doğrultusunda analiz sonuçları geçerli kabul edilmiş ve ayrıca duyarlılık analizi ile kriterlerin önem düzeylerinin değişkenliği test edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, “Çevresel Sürdürülebilirlik” kriteri en yüksek önceliğe sahipken, “Teknolojik Uygulanabilirlik” ve “Ekonomik Etkinlik” gibi diğer faktörler de dikkate değer ağırlıklara sahiptir. Bu sonuçlar, çevre odaklı üretim modellerinin tarımsal planlama süreçlerinde merkezi bir rol üstlenmesi gerektiğini göstermektedir. Çalışma, sürdürülebilir tarım politikalarının oluşturulmasına bilimsel bir temel sunmakta ve karar vericilere stratejik rehberlik etmeyi hedeflemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yeşil üretim, Çevresel sürdürülebilirlik, Tarım sektörü, Doğal kaynak yönetimi, Sürdürülebilir tarım.

## SUMMARY

This thesis aims to examine the current state of green production and environmental sustainability practices in the agricultural sector and to contribute to the development of policies and strategies aligned with sustainable development goals. The main subject of the study is the evaluation of green production approaches developed to reduce environmental impacts in agriculture and ensure the efficient use of natural resources. In this context, the concepts of green production and environmental sustainability are discussed at a theoretical level; principles of sustainable agriculture, circular economy practices, ecological production methods, and environmentally friendly agricultural policies are analyzed. The research employs the Analytic Hierarchy Process (AHP), one of the multi-criteria decision-making methods, to evaluate green production practices. In line with this, data were collected from nine experts in the field, and a comparative analysis was conducted based on six main criteria. The weight values of the criteria were calculated, and priority rankings were established. The consistency ratios of the responses were deemed acceptable, and sensitivity analysis was also conducted to assess the variability in the importance of the criteria. According to the findings, “Environmental Sustainability” emerged as the most prioritized criterion, while “Technological Applicability” and “Economic Efficiency” were also found to have considerable significance. These results indicate that environmentally oriented production models should play a central role in agricultural planning processes. The study aims to provide a scientific basis for the formulation of sustainable agricultural policies and to offer strategic guidance for decision-makers.

**Keywords:** Green production, Environmental sustainability, Agricultural sector, Natural resource management, Sustainable agriculture.



## İÇİNDEKİLER

|                                                                                  |      |
|----------------------------------------------------------------------------------|------|
| KABUL VE ONAY .....                                                              | iii  |
| BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI .....                                             | iv   |
| TEŞEKKÜR .....                                                                   | v    |
| ÖZET .....                                                                       | vi   |
| SUMMARY .....                                                                    | vii  |
| İÇİNDEKİLER.....                                                                 | viii |
| TABLolar DİZİNİ.....                                                             | xi   |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                                            | xii  |
| EKLER DİZİNİ .....                                                               | xiii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....                                              | xiv  |
| 1. GİRİŞ .....                                                                   | 1    |
| 2. LİTERATÜR ÖZETİ.....                                                          | 5    |
| 2.1. Yeşil Üretim ve Çevresel Sürdürülebilirlik .....                            | 6    |
| 2.1.1. Yeşil Üretim ve Çevresel Sürdürülebilirlik Kavramı.....                   | 6    |
| 2.1.2. Yeşil Üretim ve Çevresel Sürdürülebilirliğin Tarihsel Gelişimi .....      | 8    |
| 2.1.3. Küresel Çevre Sorunları ve Sürdürülebilirlik İhtiyacı .....               | 9    |
| 2.1.4. Yeşil Üretim ve Çevresel Sürdürülebilirlik İlişkisi.....                  | 11   |
| 2.2. Yeşil Üretim Kavramları ve İlkeleri .....                                   | 13   |
| 2.2.1. Yeşil Üretim: Tanım ve Kapsam .....                                       | 13   |
| 2.2.2. Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim.....                                     | 16   |
| 2.2.3. Yeşil Üretimin Ekonomik ve Çevresel Faydaları .....                       | 17   |
| 2.2.4. Döngüsel Ekonomi ve Kaynak Verimliliği .....                              | 18   |
| 2.3. Çevresel Sürdürülebilirlik Prensipleri.....                                 | 19   |
| 2.3.1. Sürdürülebilir Kalkınma .....                                             | 21   |
| 2.3.2. Ekosistem Hizmetleri ve Doğal Kaynak Yönetimi.....                        | 22   |
| 2.3.3. Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma .....                                      | 23   |
| 2.3.4. Ekolojik Ayak İzi ve Karbon Ayak İzi.....                                 | 25   |
| 2.4. Yeşil Üretim Uygulamaları .....                                             | 26   |
| 2.4.1. Yeşil Tasarım ve Ürün Geliştirme .....                                    | 27   |
| 2.4.2. Temiz Üretim Teknolojileri.....                                           | 28   |
| 2.4.3. Enerji Verimliliği ve Yenilenebilir Enerji Kullanımı .....                | 28   |
| 2.4.4. Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm .....                                       | 30   |
| 2.5. Tarımda Yeşil Üretim ve Çevresel Sürdürülebilirlik: Tanımlar ve Kapsam..... | 31   |

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| 2.6. Tarım Sektörünün Çevresel Etkileri.....                      | 33 |
| 2.7. Yeşil Üretim ve Sürdürülebilir Tarımın Önemi.....            | 34 |
| 2.8. Yeşil Üretim Kavramları ve İlkeleri .....                    | 35 |
| 2.8.1. Yeşil Tarım: Tanım ve Kapsam .....                         | 36 |
| 2.8.2. Sürdürülebilir Tarım İlkeleri.....                         | 38 |
| 2.8.3. Ekolojik Tarım ve Organik Tarım Arasındaki Farklar.....    | 44 |
| 2.8.4. Döngüsel Ekonomi ve Tarım .....                            | 44 |
| 2.9. Çevresel Sürdürülebilirlik Prensipleri.....                  | 45 |
| 2.9.1. Sürdürülebilir Kalkınma ve Tarım .....                     | 46 |
| 2.9.2. Ekosistem Hizmetleri ve Tarımsal Faaliyetler.....          | 48 |
| 2.9.3. Toprak, Su ve Hava Kalitesinin Korunması .....             | 48 |
| 2.9.4. Biyolojik Çeşitlilik ve Tarımsal Çeşitlilik.....           | 49 |
| 2.10. Yeşil Üretim Uygulamaları.....                              | 50 |
| 2.10.1. Toprak Koruma ve Yönetimi .....                           | 50 |
| 2.10.2. Sürdürülebilir Su Yönetimi.....                           | 51 |
| 2.10.3. Doğal Gübre ve Pestisit Kullanımı.....                    | 52 |
| 2.10.4. Bitki Rotasyonu ve Polikültür Uygulamaları.....           | 52 |
| 2.11. Enerji Verimliliği ve Yenilenebilir Enerji Kullanımı .....  | 54 |
| 2.11.1. Tarımda Yenilenebilir Enerji Kaynakları .....             | 54 |
| 2.11.2. Enerji Verimli Tarım Ekipmanları .....                    | 55 |
| 2.11.3. Karbon Ayak İzinin Azaltılması .....                      | 56 |
| 2.12. Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm .....                         | 57 |
| 2.12.1. Tarımsal Atıkların Yönetimi ve Geri Dönüşümü .....        | 57 |
| 2.12.2. Kompostlama Teknikleri .....                              | 57 |
| 2.12.3. Atık Su Yönetimi ve Arıtma .....                          | 58 |
| 2.13. Sektörel Yaklaşımlar ve Uygulamalar .....                   | 58 |
| 2.13.1. Tarım ve Gıda Sektöründe Yeşil Üretim.....                | 59 |
| 2.14.2. Hayvancılık ve Çevresel Sürdürülebilirlik .....           | 59 |
| 2.14.3. Balıkçılık ve Sürdürülebilirlik Uygulamaları .....        | 60 |
| 2.14.4. Seracılık ve Enerji Verimliliği .....                     | 61 |
| 2.15. Politikalar ve Yönetim Stratejileri .....                   | 62 |
| 2.15.1. Tarım Politikaları ve Çevresel Sürdürülebilirlik.....     | 62 |
| 2.15.2. Tarımda Çevre Dostu Yasal Düzenlemeler ve Teşvikler ..... | 66 |
| 2.15.3. Kurumsal Sürdürülebilirlik Stratejileri.....              | 67 |
| 2.15.4. Eğitim ve Bilinçlendirme Faaliyetleri .....               | 68 |

|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.16. Gelecek Perspektifleri ve Yenilikçi Yaklaşımlar .....               | 69  |
| 2.16.1. İklim Değişikliği ve Tarımsal Adaptasyon Stratejileri.....        | 69  |
| 2.16.2. Tarımda Teknolojik Yenilikler ve Sürdürülebilirlik .....          | 70  |
| 2.16.3. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ve Tarımın Geleceği .....       | 71  |
| 2.16.4. Çevresel Sürdürülebilirlik İçin Yeni Eğilimler ve Fırsatlar ..... | 72  |
| 3. YÖNTEM.....                                                            | 74  |
| 3.1. Araştırmanın Konusu ve Amacı .....                                   | 74  |
| 3.2. Literatür İncelemesi .....                                           | 75  |
| 3.3. Araştırmanın Kapsamı ve Sınırları .....                              | 79  |
| 3.4. AHP Yöntemi .....                                                    | 80  |
| 3.5. AHP Yöntemi Uygulama Adımları.....                                   | 81  |
| 4. UYGULAMA.....                                                          | 84  |
| 4.1. Problemin Belirlenmesi.....                                          | 84  |
| 4.2. Seçim Kriterlerin Belirlenmesi .....                                 | 85  |
| 4.3. Hiyerarşik Yapının Oluşturulması .....                               | 87  |
| 4.4. Kriterlerin Ağırlıklandırılması ve Sıralanması .....                 | 87  |
| 4.5. Tutarlılık Kontrolü .....                                            | 97  |
| 4.6. Duyarlılık Analizi .....                                             | 99  |
| 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....                                            | 102 |
| KAYNAKÇA .....                                                            | 105 |
| EKLER.....                                                                | 127 |
| Ek 1. Anket Formu.....                                                    | 127 |
| ETİK KURUL KARARI.....                                                    | 129 |
| ÖZGEÇMİŞ.....                                                             | 130 |

## TABLÖLAR DİZİNİ

|                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tablo 1. Karşılaştırmalarda kullanılan önem dereceleri .....                          | 82  |
| Tablo 2. Yeşil tarımda çevresel sürdürülebilirliğe ilişkin ana ve alt kriterler ..... | 85  |
| Tablo 3. Ana kriterlere ait AHP ağırlıkları .....                                     | 88  |
| Tablo 4. Ekonomik uygulanabilirlik karşılaştırma matrisi .....                        | 89  |
| Tablo 5. Dayanıklılık ve uyum karşılaştırma matrisi .....                             | 90  |
| Tablo 6. Kaynak verimliliği karşılaştırma matrisi .....                               | 90  |
| Tablo 7. Politika ve yönetim karşılaştırma matrisi .....                              | 91  |
| Tablo 8. Çevresel etki karşılaştırma matrisi .....                                    | 91  |
| Tablo 9. Sosyal eşitlik karşılaştırma matrisi .....                                   | 92  |
| Tablo 10. Alt kriterlere ilişkin lokal (yerel) ağırlıklar .....                       | 93  |
| Tablo 11. Alt kriterlerin global ağırlıkları .....                                    | 94  |
| Tablo 12. Rastgele tutarlılık indeksi .....                                           | 97  |
| Tablo 13. Tutarlılık analizi sonuçları .....                                          | 98  |
| Tablo 14. Duyarlılık analizi sonuçları .....                                          | 99  |
| Tablo 15. Duyarlılık analizi bulguları (ilk 5 kriter) .....                           | 100 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 1. Üç seviyeli AHP modeli.....                          | 82  |
| Şekil 2. Çalışmanın hiyerarşik yapısı.....                    | 87  |
| Şekil 3. Ana kriterlerin AHP ağırlıkları .....                | 88  |
| Şekil 4. En yüksek 10 alt kriterin global ağırlığı.....       | 96  |
| Şekil 5. En yüksek 10 alt kriterin yeni global ağırlığı ..... | 100 |



## EKLER DİZİNİ

|                        |     |
|------------------------|-----|
| Ek 1. Anket Formu..... | 127 |
|------------------------|-----|



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

|                 |                                                                                                                                                                 |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AB              | : Avrupa Birliği                                                                                                                                                |
| Ar-Ge           | : Araştırma ve Geliştirme                                                                                                                                       |
| CERES           | : Çevresel Sorumlu Ekonomiler Koalisyonu (Coalition for Environmentally Responsible Economies)                                                                  |
| CFC             | : Kloroflorokarbonlar (Cloro Floro Carbon)                                                                                                                      |
| CO <sub>2</sub> | : Karbondioksit                                                                                                                                                 |
| DPT             | : Devlet Planlama Teşkilatı                                                                                                                                     |
| Ed. / ed.       | : Editor                                                                                                                                                        |
| EEA             | : Avrupa Çevre Ajansı (European Environment Agency)                                                                                                             |
| FAO             | : Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization).                                                                                 |
| IPBES           | : Biyoçeşitlilik ve Ekosistem Hizmetlerine İlişkin Hükümetler Arası Platform (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) |
| IPCC            | : Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nin (Intergovernmental Panel on Climate Change)                                                                     |
| LCA             | : Yaşam Döngüsü Analizi (Life Cycle Assessment)                                                                                                                 |
| OECD            | : Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development)                                                               |
| SKH             | : Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri                                                                                                                             |
| TDK             | : Türk Dil Kurumu                                                                                                                                               |
| UNDRR           | : Birleşmiş Milletler Afet Riskini Azaltma Ofisi (United Nations Office for Disaster Risk Reduction)                                                            |
| UNEP            | : Birleşmiş Milletler Çevre Programı (United Nations Environment Programme)                                                                                     |
| UNESCO          | : Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization)                                         |
| WHO             | : Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)                                                                                                               |
| UV              | : Ultraviyole/Morötesi                                                                                                                                          |
| vd.             | : Ve diğerleri                                                                                                                                                  |
| vb.             | : Ve benzeri                                                                                                                                                    |

## 1. GİRİŞ

Tarım sektörü, doğal kaynakların yoğun olarak kullanıldığı ve çevresel etkilerin en fazla hissedildiği alanlardan biridir. Artan nüfus, gıda talebindeki yükseliş ve iklim değişikliğine bağlı baskılar, tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini tehdit ederken, aynı zamanda çevreye duyarlı üretim anlayışlarını da zorunlu kılmaktadır. Bu çerçevede, yeşil üretim ve çevresel sürdürülebilirlik, hem üretim süreçlerinin doğayla uyumlu hale getirilmesi hem de kaynakların etkin kullanımı açısından giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Sürdürülebilir tarım uygulamaları, çevresel koruma ile ekonomik verimliliği birlikte ele alarak sektörel dönüşümün temelini oluşturmaktadır.

Günümüzde artan çevresel sorunlar, iklim değişikliği, doğal kaynakların tükenmesi ve ekosistem hizmetlerindeki bozulma, sürdürülebilir kalkınma anlayışını küresel ölçekte zorunlu hâle getirmiştir. Özellikle tarım sektörü hem çevresel tahribata katkı sağlayan hem de çözümün parçası olabilecek stratejik bir alan olarak öne çıkmaktadır (Altieri, 2018).

Konvansiyonel tarım yöntemlerinin neden olduğu toprak bozulması, su kaynaklarının kirlenmesi ve biyolojik çeşitliliğin kaybı gibi olumsuzluklar, çevre dostu üretim modellerine olan ihtiyacı artırmıştır. Bu bağlamda yeşil üretim uygulamaları; organik tarım, iyi tarım uygulamaları, sıfır atık prensipleri ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı gibi çevreyle uyumlu sistemleri kapsamakta ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında önemli bir rol oynamaktadır (FAO, 2009; 2013). Ancak bu uygulamaların yaygınlaştırılmasında gerek üretici düzeyinde yaşanan yapısal zorluklar gerekse politika eksiklikleri önemli sınırlılıklar oluşturmaktadır.

Bu *çalışmanın temel amacı*, yeşil üretim uygulamalarının çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini değerlendirmek ve bu alandaki öncelikli politika alanlarını belirlemektir.

Bu çerçevede *araştırma şu sorulara cevap aramaktadır*:

- Tarım sektöründe yeşil üretim uygulamaları hangi çevresel kriterler çerçevesinde değerlendirilmektedir?
- Yeşil üretim ile çevresel sürdürülebilirlik arasında nasıl bir ilişki bulunmaktadır?
- Bu kriterlerin önem dereceleri uzman görüşlerine göre nasıl sıralanmaktadır?
- Tarımda sürdürülebilir dönüşüm için hangi politika ve uygulamalar öncelikli olmalıdır?

Bu *araştırmanın yapılma gerekçesi*, Türkiye’de tarım sektörünün mevcut çevresel performansının değerlendirilmesine yönelik çok kriterli ve bilimsel temelli analizlerin sınırlı oluşudur. Özellikle yeşil üretim konusunda farklı paydaşların (devlet, üretici, STK



vb.) karar alma süreçlerine katkı sunabilecek bir önceliklendirme sistematığına duyulan ihtiyaç dikkat çekmektedir. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) gibi çok kriterli karar verme yöntemleri, bu tür karmaşık yapılar içerisinde nesnel ve sistematik değerlendirmeler yapılmasına imkân tanımakta; çevresel, ekonomik ve yönetsel kriterlerin ağırlıklandırılması yoluyla stratejik planlamaya ışık tutmaktadır (Saaty, 2008).

*Çalışmanın önemi*, yalnızca teorik bir çerçeve sunmakla kalmayıp, uygulayıcılara ve politika yapıcılara yönelik somut verilerle desteklenmiş yol gösterici analizler sunmasında yatmaktadır. Elde edilen bulgular, çevre dostu üretim sistemlerinin tarımsal kalkınma politikalarıyla bütünleştirilmesine yönelik stratejilerin oluşturulmasına katkı sağlayacaktır. Ayrıca çalışmada yer verilen duyarlılık analizleri, farklı senaryolar altında karar kriterlerinin değişimlerini irdeleyerek, sistemin esneklik düzeyini ortaya koymaktadır.

Bu yönüyle araştırma hem akademik literatüre hem de uygulamalı alan çalışmalarına katkı sağlayan bir referans çalışma niteliğindedir. Literatürde çevresel sürdürülebilirlik ile yeşil üretim arasındaki ilişkinin çok boyutlu ve karar destek sistemlerine dayalı analizlerinin eksikliği göz önüne alındığında, bu çalışma hem yöntemsel hem de içerik bakımından özgün bir değer taşımaktadır. Böylece, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada tarım sektörünün rolü daha görünür hâle getirilmiş ve çevresel krizlerle mücadelede etkili araçlar sunulmuştur.

Bu tez kapsamında öncelikle yeşil üretim ve çevresel sürdürülebilirlik kavramları kuramsal temelleriyle ele alınmış; tarihsel gelişim süreci, küresel çevre sorunlarıyla ilişkisi ve temel ilkeleri detaylandırılmıştır. Ardından, tarım sektörüne özgü uygulama alanları incelenmiş; sürdürülebilir tarım ilkeleri, ekolojik üretim yöntemleri, döngüsel ekonomi yaklaşımları ve sektörel politikalar analiz edilmiştir. Bu bağlamda, yeşil üretimin tarımsal faaliyetlerdeki etkisi, enerji verimliliğinden atık yönetimine, su kaynaklarının korunmasından biyoçeşitliliğin sürdürülebilirliğine kadar birçok boyut üzerinden değerlendirilmiştir. Araştırmanın uygulama kısmında ise, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi kullanılarak, yeşil üretim ve çevresel sürdürülebilirlik kriterleri çok ölçütlü karar verme yaklaşımıyla analiz edilmiştir. Uzman görüşlerine dayalı olarak oluşturulan hiyerarşik yapı üzerinden elde edilen bulgular, tarım sektöründe uygulanabilir stratejilerin belirlenmesine katkı sağlamaktadır. Çalışma sonucunda ulaşılan veriler, sürdürülebilirlik odaklı tarım politikalarının geliştirilmesine, çevresel etkilerin azaltılmasına ve kaynak kullanımının etkinliğinin artırılmasına yönelik somut öneriler sunmaktadır. Bu yönüyle tez hem teorik hem de pratik açıdan yeşil tarım uygulamalarına bilimsel bir temel kazandırmayı amaçlamaktadır.

“Literatür Özeti” başlıklı ikinci bölümde, çevresel sürdürülebilirliğin temel kavramlarını kuramsal ve tarihsel çerçevede incelemektedir. Öncelikle, yeşil üretim ve çevresel sürdürülebilirlik kavramlarının tanımı yapılmakta; bu kavramların tarihsel gelişimi, küresel çevre sorunlarıyla olan ilişkisi ve sürdürülebilir kalkınmadaki önemi vurgulanmaktadır. Ardından, yeşil üretimin kapsamı, ekonomik ve çevresel faydaları ile birlikte sürdürülebilir üretim ve tüketim anlayışları, döngüsel ekonomi ve kaynak verimliliği ilkeleriyle ele alınmaktadır. Bölümde ayrıca, sürdürülebilir kalkınma, ekosistem hizmetleri, biyolojik çeşitlilik ve karbon ayak izi gibi çevresel sürdürülebilirlik ilkeleri detaylandırılmakta; yeşil tasarım, temiz üretim teknolojileri, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kullanımı ve atık yönetimi gibi uygulama örneklerine yer verilmektedir. Bu çerçevede, bölüm hem kavramsal hem de uygulamalı düzeyde yeşil üretim yaklaşımlarını sistematik biçimde analiz ederek çevresel sürdürülebilirliğe dair bütüncül bir bakış sunmayı amaçlamaktadır. Ayrıca tarım sektöründe çevre dostu üretim anlayışının teorik temelleri, uygulama biçimleri ve politika önerileri kapsamlı bir biçimde ele alınmaktadır. Bu bölümde öncelikle tarımda yeşil üretim ve çevresel sürdürülebilirlik kavramları tanımlanarak sektörün çevresel etkileri değerlendirilmekte, ardından sürdürülebilir tarım ilkeleri, ekolojik ve organik tarım ayrımları ile döngüsel ekonomi ilişkisi açıklanmaktadır. Toprak, su ve hava kalitesinin korunmasından biyolojik çeşitliliğe kadar uzanan çevresel sürdürülebilirlik prensipleri ile birlikte tarımsal üretimde enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kullanımı, atık yönetimi ve geri dönüşüm uygulamaları detaylandırılmaktadır. Ayrıca, tarım ve gıda, hayvancılık, balıkçılık ve seracılık gibi alt sektörlerde sürdürülebilir üretim örneklerine yer verilmekte; çevresel sürdürülebilirliği destekleyici yasal düzenlemeler, politikalar, kurumsal stratejiler ve bilinçlendirme faaliyetleri analiz edilmektedir. Bu yönüyle bölüm, tarım sektöründe sürdürülebilirliğin sağlanmasına yönelik çok boyutlu bir değerlendirme sunmaktadır.

“Yöntem” kısmı, araştırmanın bilimsel temelini oluşturan yaklaşım ve teknikleri kapsamaktadır. Bu bölümde, çalışmanın konusu ve amacı açıklanmakta, literatür incelemesine dayalı teorik arka plan özetlenmekte ve araştırmanın kapsamı ile sınırları belirlenmektedir. Ayrıca, karar verme süreçlerinde etkinliği ile bilinen Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi detaylı biçimde tanıtılmakta ve bu yöntemin tarım sektöründe yeşil üretim uygulamalarının değerlendirilmesinde nasıl kullanıldığı açıklanmaktadır. AHP yöntemine ilişkin uygulama adımları sistematik bir şekilde ortaya konarak araştırmanın yapısal çerçevesi oluşturulmaktadır. Bu yönüyle bölüm, araştırmanın metodolojik altyapısını sağlamlaştırmakta ve sonraki uygulama sürecine temel teşkil etmektedir.

“Uygulama” kısmı, teorik çerçevede ele alınan yeşil üretim ve çevresel sürdürülebilirlik kavramlarının tarım sektörü bağlamında Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemiyle ampirik olarak analiz edildiği bölümdür. Bu kapsamda, öncelikle araştırma problemi tanımlanmış, ardından uzman görüşleri doğrultusunda belirlenen kriterlere dayalı olarak hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. Katılımcılardan elde edilen veriler doğrultusunda kriterlerin ağırlıklandırılması ve sıralanması gerçekleştirilmiş, tutarlılık analizleriyle sonuçların geçerliliği test edilmiştir. Ayrıca, duyarlılık analizi ile elde edilen bulguların farklı senaryolar altındaki değişkenliği değerlendirilmiştir. Bu bölüm, AHP yöntemiyle yapılan çok kriterli karar verme sürecinin tarımsal sürdürülebilirlik uygulamalarına nasıl uygulanabileceğini somut örneklerle ortaya koymaktadır.

“Sonuç ve Değerlendirme” kısmında, araştırma bulgularına dayalı olarak tarım sektöründe yeşil üretim ve çevresel sürdürülebilirlik açısından mevcut durum kapsamlı biçimde analiz edilmekte, elde edilen sonuçlar bütüncül bir yaklaşımla yorumlanmaktadır. Bu bağlamda, AHP yöntemiyle belirlenen kriterlerin önem düzeyleri dikkate alınarak tarım politikalarının geliştirilmesine ve çevresel sürdürülebilirlik uygulamalarının etkinleştirilmesine yönelik öneriler sunulmaktadır. Ayrıca, sürdürülebilir tarım için paydaşlar arası işbirliğinin önemi vurgulanmakta ve geleceğe dönük stratejik perspektifler tartışılmaktadır. Bu bölüm, araştırmanın genel çıktılarının değerlendirildiği ve karar vericilere yol gösterici nitelikte önerilerin geliştirildiği bölümdür.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Bu bölümde, *Yeşil Üretim ve Çevresel Sürdürülebilirlik* başlığı altında, yeşil üretim ve çevresel sürdürülebilirliğin tanımı, tarihsel gelişimi, küresel çevre sorunlarıyla bağlantısı ve sürdürülebilirliğin önemi tartışılacaktır. Ardından, *Yeşil Üretim Kavramları ve İlkeleri* başlığı altında yeşil üretimin tanımı, kapsamı, ekonomik ve çevresel faydaları, sürdürülebilir üretim ve tüketim kavramları ile döngüsel ekonomi ve kaynak verimliliği gibi temel konular ele alınacaktır. *Çevresel Sürdürülebilirlik Prensipleri* ise sürdürülebilir kalkınma, ekosistem hizmetleri, biyolojik çeşitlilik ve karbon ayak izi gibi konuları kapsayarak çevresel sürdürülebilirliğin temel ilkelerine odaklanacaktır. Son olarak, *Yeşil Üretim Uygulamaları* başlığı altında, yeşil tasarım, temiz üretim teknolojileri, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kullanımı ve atık yönetimi gibi uygulama alanları detaylandırılacaktır.

Bu bölümde ayrıca tarımda yeşil üretim ve çevresel sürdürülebilirlik kavramlarının tanımları ve kapsamı ele alınmakta; tarım sektörünün çevresel etkileri ile yeşil üretim ve sürdürülebilir tarımın önemi vurgulanmaktadır. Yeşil üretim kavramları ve ilkeleri kapsamında yeşil tarım, sürdürülebilir tarım ilkeleri, ekolojik ve organik tarım arasındaki farklar ile döngüsel ekonomi ve tarım ilişkisi incelenmektedir. Ayrıca çevresel sürdürülebilirlik prensipleri, sürdürülebilir kalkınma ve tarım, ekosistem hizmetleri, toprak, su ve hava kalitesinin korunması ile biyolojik çeşitlilik bağlamında değerlendirilmektedir. Yeşil üretim uygulamaları kapsamında toprak koruma ve yönetimi, sürdürülebilir su yönetimi, doğal gübre ve pestisit kullanımı ile bitki rotasyonu ve polikültür uygulamaları ele alınmaktadır. Enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kullanımı, tarımda yenilenebilir enerji kaynakları, enerji verimli tarım ekipmanları ve karbon ayak izinin azaltılması gibi unsurlar incelenirken; atık yönetimi ve geri dönüşüm başlığı altında tarımsal atıkların yönetimi, kompostlama teknikleri ve atık su yönetimi değerlendirilmektedir. Sektörel yaklaşımlar ve uygulamalar çerçevesinde tarım ve gıda sektörü, hayvancılık, balıkçılık ve seracılıkta yeşil üretim uygulamaları incelenmekte; politika ve yönetim stratejileri kapsamında tarım politikaları, çevre dostu yasal düzenlemeler, kurumsal sürdürülebilirlik stratejileri ve eğitim-bilinçlendirme faaliyetlerine yer verilmektedir. Son olarak, iklim değişikliği ve tarımsal adaptasyon stratejileri, tarımda teknolojik yenilikler, sürdürülebilir kalkınma hedefleri ve çevresel sürdürülebilirlik için yeni eğilimler gelecek perspektifleri başlığı altında ele alınarak;

tarım sektöründe yeşil üretim ve çevresel sürdürülebilirlikte mevcut durum, gelecek önerileri ve sürdürülebilir tarım için ortak çabalar ve iş birlikleri değerlendirilecektir.

## **2.1. Yeşil Üretim ve Çevresel Sürdürülebilirlik**

Teknolojinin gelişimi ve artan eğitim düzeyi, toplumlarda çevre bilincinin yükselmesine ve çevreye duyarlı davranışların yaygınlaşmasına katkı sağlamıştır. Bu süreç, işletmeler için de önem arz etmektedir. İnsanların isteklerinin sınırsız ancak doğal kaynakların sınırlı olduğu gerçeği, bu kaynakların verimli kullanımını ve çevreye zarar verebilecek maddelerin kullanımının önlenmesini gerektirmiştir. Çevre dostu üretim yapan işletmeler, tüketicilerin bu tür ürünlere olan ilgisini artırmıştır. Tüketici algısındaki bu değişim, işletmeler için hem bir rekabet alanı yaratmış hem de sürdürülebilirlik açısından önemli bir faktör haline gelmiştir (Mert, 2021: 11-12).

Tarihin ilk dönemlerinden sanayi devrimine kadar çevredeki bozulmalar önemli boyutlara ulaşmamışken, sanayi devrimiyle birlikte üretim ve tüketim faaliyetlerinin hızlanması, doğal kaynakların hızla tüketilmesine ve çevre tahribatının artmasına yol açmıştır. Günümüzde bu tahribat insanlığı tehdit eden bir seviyeye ulaşmış ve çevre sorunları dünyanın en büyük sorunlarından biri haline gelmiştir. Son 50 yılda dünya, ekonomik, sosyal ve çevresel anlamda büyük değişimler yaşamış, nüfus artışı ve sosyo-ekonomik değişimler doğal kaynakların bilinçsizce tüketimini hızlandırmıştır. Bu durum, madenlerin, suların, ormanların ve atmosferin sürdürülemez bir şekilde kullanılmasına yol açmıştır. İşletmelerin gelecekte varlıklarını sürdürebilmeleri ve rekabet avantajı sağlayabilmeleri için yeşil üretim yöntemlerini benimsemeleri ve bu ilkeleri ürün tasarımından üretim sürecinin tüm aşamalarına kadar uygulamaları gerekmektedir (Dede, 2019: 6).

### **2.1.1. Yeşil Üretim ve Çevresel Sürdürülebilirlik Kavramı**

Yeşil üretim, atık ve kirliliğin önlenmesi veya azaltılması, geri dönüşüm ve çevreye minimum zarar veren yeşil ürün tasarımını kapsayan faaliyetleri ifade eder. Yeşil ürünler, tasarım ve kullanım aşamalarında çevresel etkileri en aza indirilen ürünlerdir. İşletmelerin üretim süreçlerinde doğal kaynakları etkin ve verimli kullanmaları çevre kirliliğine ve kaynakların tükenmesine yol açmaktadır. Bu nedenle, işletmelerin yeşil işletmecilik anlayışı doğrultusunda çevre dostu üretim yöntemlerini benimsemesi gereklidir. Yeşil üretim, çevreye zarar vermeyen girdilerin kullanıldığı, yüksek verimliliğe sahip, minimum atık üreten ve kirlilik yaratmayan süreçleri kapsamaktadır. Bu süreçler, atık

yönetimi, geri dönüşüm, yeşil ürün tasarımı ve çevresel inovasyonu içerir (Yavuz, 2010: 65).

İşletmeler, yeşil üretim sayesinde çevreye daha az zarar veren ürünler üreterek rekabet avantajı elde edebilir ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşabilir. Bununla birlikte, yeşil üretimin her aşamasında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, çevre mühendisliği ile araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) faaliyetleri sürecin başarısında önemli rol oynar. Ayrıca, çevre dostu teknolojilerin ve geri dönüşüm uygulamalarının üretim süreçlerine entegre edilmesi, yeşil üretim hedeflerine ulaşmayı kolaylaştırmaktadır. Çevresel inovasyon, yeşil üretimin en önemli unsurlarından biri olarak, sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen yeni ürün, süreç ve fikirlerin geliştirilmesini sağlar (Reinhardt, 2008: 56).

Sürdürülebilir kalkınma, ancak çevresel sürdürülebilirlik ile mümkündür. Bu, doğal kaynakların kendini yenileme hızının korunmasını ve kirleticilerin doğanın temizleme kapasitesini aşmamasını gerektirir. Çevresel sürdürülebilirlik, biyo-çeşitliliğin, insan sağlığının, hava, su ve toprak kalitesinin korunmasını içerir. Gelecekte bu kavram, toplumsal gündemin önceliklerinden biri olacaktır. Ancak çevre sorunlarının çözümü için eşitlik, adalet, demokrasi ve çevresel değerlerin bir arada ele alınması gerekmektedir. Ekonomik refah, sosyal adalet ve çevre koruma birbiriyle ilişkili ve birbirini güçlendiren hedeflerdir. Nüfus artışı ve ekonomik faaliyetler nedeniyle çevresel sorunların artacağı öngörülmektedir. Bu sorunların çözümü, çevreye zarar vermeyen ekonomik kalkınma modellerinin benimsenmesi, güçlü siyasi irade ve uluslararası işbirliği gerektirir (European Commission, 2021: 5-6).

Çevresel sürdürülebilirlik, hem günümüz hem de gelecek kuşakların yaşamlarını devam ettirebilmesi için ihtiyaç duyacakları doğal kaynakların korunmasını ve bu kaynakların kalitesinin tehlikeye atılmamasını amaçlayan bütüncül bir yaklaşımdır. Bu kavram, yalnızca mevcut kaynakların korunmasını değil, aynı zamanda doğal çevrenin sosyal, ekonomik ve fiziksel alanlarda iyileştirilmesini, sürdürülebilir bir şekilde geliştirilmesini ve yönetilmesini de içerir (Köşker ve Gürer, 2020; Şenocak ve Bursalı, 2018).

Çevresel sürdürülebilirlik, ekosistemlerin dengesini muhafaza etmeyi, biyolojik çeşitliliği korumayı, doğal kaynakları verimli bir şekilde kullanmayı ve çevresel bozulmayı en aza indirmeyi hedefler. Bu süreçte, doğal kaynakların tükenmesini önlemek, iklim değişikliği gibi çevresel tehditleri yönetmek ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarını tehlikeye atmadan sürdürülebilir kalkınma ilkelerini hayata geçirmek kritik bir öneme sahiptir. Sürdürülebilirlik, çevresel değerlerin yalnızca korunmasını değil, aynı

zamanda bu değerlerin toplumun ekonomik ve sosyal kalkınması ile entegre edilerek, gelecek nesiller için daha sağlıklı ve yaşanabilir bir çevre yaratmayı da amaçlar (Önel, 2021; Kayar ve Kutlu, 2022).

### **2.1.2. Yeşil Üretim ve Çevresel Sürdürülebilirliğin Tarihsel Gelişimi**

1970’li yıllardan itibaren doğal çevreyle ilgili sorunlar dünya devletlerinin gündemine girmiş ve çevre kirliliğini önlemek, doğal çevreyi korumak amacıyla ulusal ve uluslararası düzeyde birçok toplantı düzenlenmiştir (Gök ve Türk, 2011: 127). Bu bağlamda, çevre sorunlarının çözümü adına önemli bir adım, 1972’de Stockholm Konferansı ile atılmıştır. Bu konferans, sanayi yatırımlarının çevre dostu olarak gerçekleştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. 1987’de Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından yayımlanan "Ortak Geleceğimiz" raporuyla sürdürülebilir kalkınma kavramı detaylandırılarak çevre koruma çalışmalarına somut bir çerçeve kazandırılmıştır (Yılmaz ve Bozkurt, 2011: 3).

1992 yılında gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşma yollarının tartışıldığı uluslararası bir platform olmuştur. Yeryüzü Zirvesi olarak da bilinen bu konferansta, Rio Bildirisi kapsamında Gündem 21, Ormanların Yönetimi, Korunması ve Sürdürülebilirliği Rehberi, Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi gibi iki uluslararası anlaşma, iki bildiri ve bir eylem planı olmak üzere toplam beş temel belge kabul edilmiştir. Bu belgeler, çevresel değişim ve sürdürülebilir kalkınma için önemli adımlar içermektedir (Dağdemir, 2005: 51).

Milletlerarası Ticaret Odası’nın 1991 yılında yayımladığı Sürdürülebilir Kalkınma İş Bildirisi ve Çevresel Sorumlu Ekonomiler Koalisyonu (Coalition for Environmentally Responsible Economies, CERES) Prensipleri gibi rehber bildiriler, işletmelerin çevreye duyarlı faaliyetler yürütmelerini teşvik etmiştir. 1992’de Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı’nda "sürdürülebilir üretim" kavramı öne çıkmış, bu kavram sürdürülebilir kalkınmanın temel unsurlarından biri olarak toplumsal, ekonomik ve çevresel dengeyi sağlamayı hedeflemiştir. Sürdürülebilir üretimle birlikte, işletmelerin doğal kaynakları daha verimli kullanmaları ve çevrenin korunması amaçlanmış, bu yaklaşım sürdürülebilir kalkınmayı desteklemiştir (Özsoy, 2011: 54).

2000’li yıllarla birlikte işletmeler, doğal kaynakları etkin ve verimli kullanarak üretim yapma, katı atıklar, pis su ve emisyonları filtre etme anlayışını benimsemiştir. Doğal kaynakların sınırlı olduğunu fark eden işletmeler, atıkları geri dönüştürme veya yeniden kullanma konusunda daha duyarlı hale gelmiş ve üretim süreçlerinde çevre dostu

temiz teknolojiler kullanmaya başlamıştır. Bu yaklaşımlar, çevreye duyarlı bir üretim felsefesi ve yaşam biçimi olarak işletmeler tarafından benimsenmiştir (Dede, 2019: 10).

2000’li yıllar, işletmelerin çevresel sürdürülebilirlik konusunda farkındalıklarının arttığı ve çevre dostu üretim anlayışlarının kurumsallaşmaya başladığı bir dönüm noktası olarak değerlendirilmiştir. Ancak bu durum, söz konusu tarihten sonra herhangi bir gelişmenin yaşanmadığı anlamına gelmemektedir. Aksine, bu süreçte gelişen uluslararası çevre politikaları, teknolojik yenilikler, karbon ayak izi yönetimi, döngüsel ekonomi ve yeşil tedarik zinciri gibi kavramlar da çevreye duyarlı üretim anlayışını daha da derinleştirmiş ve çeşitlendirmiştir. Dolayısıyla 2000’li yıllar bir başlangıç niteliğinde olup, bu dönemi takip eden süreçte çevresel sürdürülebilirlik uygulamaları hız kazanarak gelişmeye devam etmiştir.

Yeşil üretim ve çevresel sürdürülebilirlik kavramlarının tarihsel gelişimi, küresel çevre sorunlarının artmasıyla birlikte uluslararası politika gündeminde önemli bir yer edinmiştir. 1972 Stockholm Konferansı ve 1987 Brundtland Raporu gibi dönüm noktalarıyla birlikte çevre, kalkınma politikalarının ayrılmaz bir parçası hâline gelmiş; sürdürülebilirlik yalnızca çevresel korumayı değil, aynı zamanda ekonomik büyüme ve sosyal adaleti de içeren çok boyutlu bir yaklaşıma dönüşmüştür. Bu dönüşümün en somut kurumsal ifadesi ise 2015 yılında Birleşmiş Milletler tarafından kabul edilen 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi ve bu kapsamda belirlenen 17 Sürdürülebilir Kalkınma Amacı’dır. Söz konusu hedefler, yeşil üretim ile çevresel sürdürülebilirlik arasındaki ilişkiyi güçlendiren küresel bir yol haritası sunmakta; özellikle Açlığa Son (Amaç 2), Sorumlu Üretim ve Tüketim (Amaç 12), Temiz Su ve Sanitasyon (Amaç 6), Karasal Yaşam (Amaç 15), Erişilebilir ve Temiz Enerji (Amaç 7) ile İklim Eylemi (Amaç 13) gibi başlıklar tarımsal üretimde sürdürülebilir yöntemlerin benimsenmesini desteklemektedir. Bu hedefler, yalnızca ulusal politika yapım süreçlerini değil, aynı zamanda yerel düzeydeki uygulamaları da sosyal, ekonomik ve çevresel boyutlarıyla bütünleştirmeyi amaçlamakta ve böylece yeşil üretimi çevre dostu teknolojilerin ötesinde, gıda güvenliği, enerji verimliliği, kaynak yönetimi ve sosyal adaleti içeren kapsamlı bir sürdürülebilirlik vizyonunun temel taşı hâline getirmektedir (United Nations, 2015).

### **2.1.3. Küresel Çevre Sorunları ve Sürdürülebilirlik İhtiyacı**

Uluslararası platformlarda, küresel çevre sorunları üzerinde yoğunlaşan ve tüm dünyayı etkileyen sorunlar için zorlayıcı önlemler tartışılmaya başlanmıştır. Küresel çevre sorunları arasında öne çıkan üç temel başlık ise (i) *iklim değişikliği ve küresel ısınma*, (ii) *ozon tabakasının tahribatı* ve (iii) *ormanların yok edilmesidir*. Bu sorunlar,



gezegenin ekolojik dengesini tehdit etmekte ve acil müdahaleler gerektirmektedir (Baykal ve Baykal, 2008: 5).

Küresel çevre sorunları arasında yer alan *iklim değişikliği ve küresel ısınma* ile ilgili olarak araştırmalar, iklim değişikliğinin en büyük sebebinin insan faaliyetleri olduğunu ortaya koymaktadır. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nin (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 2007 tarihli raporuna göre, insan davranışları küresel ısınmanın temel nedeni olarak kabul edilmektedir. Küresel ısınma, dünya sıcaklıklarının artmasına, deniz seviyelerinin yükselmesine, buzulların erimesine ve aşırı hava olaylarının sıklığının artmasına yol açmaktadır. 1906-2005 yılları arasında dünya sıcaklığı 0.74°C artış göstermiş, 21. yüzyıl boyunca bu artışın 1.1 ile 6.4°C arasında olması beklenmektedir. Deniz seviyeleri ise 1961-2003 yılları arasında yılda ortalama 1.8 mm yükselmiş, bu oran 1993-2003 arasında yılda ortalama 3.1 mm'ye çıkmıştır (Hegerl vd., 2007; Masson-Delmotte vd., 2021).

*Ozon tabakası*, atmosferin bir parçası olup yeryüzünü güneşin zararlı ultraviyole/morötesi (UV, Ultraviyole veya morötesi; dalga boyu görünür ışıktan kısa, ancak X-ışınlarından uzun olan bir elektromanyetik radyasyon şekli) radyasyonlarından korur. Ancak, Kloroflorokarbonlar (Cloro Floro Carbon, CFC) gibi insan kaynaklı kimyasal maddeler ozon tabakasına zarar vermektedir. 1985 yılında Antarktika üzerinde ozon deliğinin tespit edilmesi, uluslararası düzeyde eyleme geçilmesine yol açmış ve 1987'de Montreal Protokolü ile CFC'lerin kullanımının azaltılması hedeflenmiştir. CFC'ler, spreylerde itici gaz, soğutma sistemlerinde ve çeşitli endüstrilerde kullanılmaktadır. Ozon tabakasının tahribatı, cilt kanseri ve katarakt vakalarının artması, bağışıklık sistemlerinin zayıflaması, tarım verimliliğinin düşmesi ve denizlerdeki planktonların azalması gibi olumsuz etkilerle kendini göstermektedir (Lerner ve Lerner, 2003a; 2006a; 2006b).

*Ormanların tahribatı ve yok edilmesi*, genellikle insanlar tarafından yakacak sağlama, inşaat alanı açma gibi nedenlerle gerçekleştirilmektedir. Ormanların yok edilmesi, iklim değişikliği, kuraklık, su baskınları, erozyon ve bitki ve hayvan türlerinin yok olması gibi birçok çevresel sorunun başlıca nedenlerinden biridir. 2005 yılında yapılan araştırmalara göre, dünya genelindeki orman alanı yaklaşık 4 milyar hektar olup, bu oran dünya kara yüzeyinin %30'unu kapsamaktadır. Her ne kadar son 30 yılda orman tahribatı hızında azalma olsa da, yıllık 13 milyon hektar orman alanı yok edilmekte ve bu durum küresel bir ekolojik sorun olarak devam etmektedir. Özellikle tropikal ormanlar, dünyadaki karbon tutma kapasitesinin %50'sinden fazlasını sağlamakta ve bu ormanların tahribatı, diğer bölgelerden daha fazla karbon salımına yol açmaktadır. Tropikal orman

tahribatına dair kesin rakamlar belirsiz olsa da, uydu görüntüleri Amazon ormanlarındaki kaybın tahmin edilenden daha yüksek olduğunu göstermektedir (Moutinho ve Schwartzman, 2005; Lerner ve Lerner, 2003b).

Dünyada yaşanan önemli siyasal, sosyal ve teknolojik gelişmelerin etkisiyle ortaya çıkan kavramlardan biri, gelişmiş ülkelerdeki teknolojik değişimle bağlantılı olan “küreselleşme” diğeri ise, gelişmekte olan ülkeler açısından önemli olan *sürdürülebilir kalkınma* kavramıdır. Dünya nüfusunun artışıyla birlikte, dünya ekonomisinin büyüme çabaları çevre sorunlarını da beraberinde getirmiş ve ekonomi ile çevre arasında bir dengesizlik yaratmıştır. Çevre kirliliğindeki artış, özellikle Batılı toplumları 1980’lerden itibaren küresel çevreyi koruma konusunda harekete geçmeye yönlendirmiştir. Çevreye olan bu artan ilgi, ekonomik büyüme ile çevre arasındaki dengenin bozulmasını önlemeye yönelik çözümler arama ihtiyacını doğurmuştur. 1987’deki Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu’nun raporuyla birlikte, sürdürülebilir kalkınma kavramı gelişmiş ve sınırsız ekonomik büyüme anlayışının yerini almaya başlamıştır. Bu bağlamda, çevreye yönelik yatırımların artırılması, sürdürülebilir kalkınmayı sağlamanın küresel bir yöntemi olarak kabul edilmeye başlanmıştır (Kaypak, 2011: 120).

#### **2.1.4. Yeşil Üretim ve Çevresel Sürdürülebilirlik İlişkisi**

Sürdürülebilirlik ve yeşil üretim kavramları, iyi ürün üretme anlayışının ötesinde daha geniş kapsamlıdır. Bu iki terim sıklıkla birbirinin yerine kullanılsa da farklı anlamlar taşırlar. Yeşil üretim, çevreye zarar vermeyen üretim süreçleriyle ilişkilidir, sürdürülebilirlik ise firmanın tüm faaliyetlerini, yani üretim, yönetim ve tedarik zincirini kapsar. Yeşil üretim, ürün, süreç, hizmet ve sistemlerle ilgili olduğu için sürdürülebilirliğin bir parçasıdır. Yeşil üretim, çevresel, ekonomik ve sosyal amaçların sürdürülebilirliğini sağlamaya yönelik bir yaklaşımdır ve atık yönetimi, gaz emisyonlarının azaltılması ve geri dönüşüm gibi faaliyetleri içerir. Literatürde yeşil üretim, çevresel etkileri en aza indirmeye yönelik sürdürülebilir bir mühendislik yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır (Kayabaş, 2019: 20).

Sürdürülebilirlik kavramı, üretim süreçlerinin çevreye olan olumsuz etkilerini ön plana çıkarır ve bu etkiler, Birleşmiş Milletler’in sürdürülebilirlik göstergeleri çerçevesinde ele alınmalıdır. Bu göstergeler arasında sera gazı salınımları, ozon tabakası tahribatı, hava kalitesi, ormansızlaşma, biyolojik çeşitlilik kaybı, tehlikeli atıklar ve su kullanımı yer alır. Sürdürülebilir üretim, yenilenemeyen ve zehirli materyaller kullanılmadan, sera gazı salınımları olmaksızın ve atık üretmeyecek şekilde gerçekleştirilen üretim olarak tanımlanabilir (Yavuz, 2010: 67).

Julian Allwood (2005) sürdürülebilir üretim için beş strateji önerir: (1) Daha az malzeme ve enerji kullanımı; (2) zehirli ve yenilenemeyen materyaller yerine çevre dostu alternatiflerin kullanımı; (3) istenmeyen çıktıların azaltılmasıyla daha temiz üretim; (4) geri dönüşüm ve benzeri yöntemlerle üretimde atıkların tekrar kullanılması; ve (5) sahiplik ve üretim yapısında değişiklik yaparak ürünlerin kiralanması modeline geçilmesi. Bu stratejiler, çevresel etkileri en aza indirerek üretimin sürdürülebilir hale gelmesine katkı sağlar.

Mark Atlas ve Richard Florida (1999), yeşil üretim alternatiflerini beş başlık altında incelemişlerdir: ürün değişikliği, üretim süreçlerinde değişiklik, üretim girdilerinde değişiklik, atıkların yeniden kullanımı ve daha iyi yönetim. Yeşil üretimin temel yaklaşımlarından biri, çevreye daha az zarar veren ürünlerin üretilmesidir. Üretim süreçlerindeki değişiklikler ise insan faktörünün azaltılması, süreçlerin optimizasyonu ve temizleme işlemlerinin iyileştirilmesini içerir. Üretim girdilerinde değişiklik yapmak, çevreye zarar veren malzemeler yerine daha çevreci alternatifler kullanmakla sağlanabilir. Atıkların yeniden kullanımı, özellikle kimyasallar ve enerji gibi girdilerin tekrar değerlendirilmesiyle ekonomik avantajlar sunar (Willard, 2008: 1-2). Son olarak, daha iyi yönetim, basit önlemlerle süreçlerin daha verimli ve çevre dostu hale getirilmesini hedefler; atık yönetimi, sızıntıların önlenmesi ve makinelerin düzenli bakımı gibi uygulamaları içerir (Yavuz, 2010: 71).

Özetlemek gerekirse yeşil üretim ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki ilişki, çevre dostu üretim süreçlerinin uygulanmasıyla doğal kaynakların korunmasını ve ekosistemin dengelenmesini sağlama amacına dayanır. Yeşil üretim, üretim süreçlerinin çevreye olan olumsuz etkilerini en aza indirerek kaynakların verimli kullanımını teşvik eder. Bu üretim modeli, yenilenemeyen kaynaklar yerine yenilenebilir kaynakların kullanımını, zararlı maddelerin yerine çevre dostu malzemelerin tercih edilmesini ve atık miktarının en aza indirilmesini içerir. Çevresel sürdürülebilirlik, doğal kaynakların gelecek nesillere zarar vermeden kullanılması ve ekosistemlerin korunmasını gerektirir. Yeşil üretim bu hedefe, enerji verimliliği, geri dönüşüm, atıkların yeniden kullanımı ve düşük karbon ayak izi gibi stratejilerle katkı sağlar. Yeşil üretim süreçleri, çevreye duyarlı teknolojiler ve yöntemlerle kaynak tüketimini azaltırken, doğanın korunmasını ve ekosistemlerin sürdürülebilir şekilde devam etmesini amaçlar. Böylece, yeşil üretim, çevresel sürdürülebilirliğin en temel unsurlarından biri olarak kabul edilir (European Commission, 2021: 5-6; Momena, 2022: 5).

## 2.2. Yeşil Üretim Kavramları ve İlkeleri

Yeşil üretim, ileri teknolojiler kullanarak çevresel sürdürülebilirlik ve kaynak verimliliği hedefleyen bir üretim yaklaşımıdır. Yeşil üretim, endüstriyel üretimin çevresel etkilerini azaltırken, verimliliği ve kaliteyi optimize etmeyi amaçlar. Akıllı üretim ve yeşil üretim ilkeleri entegre edilerek, enerji tüketiminin azaltılması ve atık oluşumunun en aza indirilmesi hedeflenir. Bu yaklaşım, sadece çevresel etkilerle sınırlı kalmayıp, ekonomik uygulanabilirlik ve sosyal sorumluluğu da dikkate alır. Böylece imalat sektöründe çevresel yönetim, ekonomik büyüme ve toplumsal refah arasında bir denge kurmayı amaçlamaktadır (European Commission, 2021; Momenta, 2022).

Yeşil üretim kavramları, çevresel sürdürülebilirlik ve kaynak verimliliğini hedefleyen üretim süreçlerini kapsayan bir dizi ilke ve stratejiye dayanır. Bu kavramlar arasında enerji verimliliği, atık yönetimi, su tüketiminin optimize edilmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı öne çıkar. Yeşil üretim, üretim süreçlerinde karbon ayak izini azaltmayı, geri dönüşümü teşvik etmeyi ve çevreye duyarlı hammadde kullanımını sağlamayı amaçlar. Ayrıca, çevresel etkiyi en aza indirmek için Yaşam Döngüsü Analizi (Life Cycle Assessment, LCA) ve ekotasarım gibi yaklaşımlar uygulanır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının (güneş, rüzgâr, su) kullanımı ve atıkların yeniden değerlendirilmesi, üretim süreçlerinin çevresel etkilerini azaltmak için önemli unsurlardır. Bu kavramlar, aynı zamanda ekonomik sürdürülebilirliği de dikkate alarak, uzun vadede hem çevreyi koruyan hem de verimliliği artıran bir üretim modeli oluşturmayı hedefler (Gürcüm ve Yıldırım, 2024; Çengel ve Er, 2022; Esenlikci, 2023).

Yeşil üretim ilkeleri, enerji verimliliğini artırma, atık yönetimini optimize etme ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanma gibi stratejileri kapsar. Özellikle, üretim süreçlerinde kullanılan enerji kaynaklarının yenilenebilir olmasına özen gösterilir. Güneş, rüzgâr ve su gibi yenilenebilir enerji kaynakları, özellikle bazı alanlarda, örneğin alüminyum üretiminde, karbon emisyonlarını azaltmak amacıyla daha fazla tercih edilmektedir. Bunun yanı sıra, atık yönetimi ve su tüketimi gibi diğer çevresel faktörler de sürdürülebilir üretim uygulamalarının ayrılmaz bir parçasıdır. Atıkların geri dönüşümü, suyun yeniden kullanımı ve kimyasal maddelerin çevreye duyarlı bir şekilde yönetilmesi, üretim süreçlerinin sürdürülebilirliğini artırmaya yönelik önemli adımlar arasında yer alır (Güdek, 2023: 1132).

### 2.2.1. Yeşil Üretim: Tanım ve Kapsam

Yeşil üretim, işletmelerde çevre dostu üretim uygulamaları, ilkeleri ve yeteneklerini kapsayan geniş bir kavramdır. Hızla gelişen ekonomik koşullara uyum sağlarken, üretim

süreçlerinin çevresel etkilerini en aza indirmeyi amaçlayan modern bir yönetim yaklaşımı olarak tanımlanır. Bu kapsamda, yeşil üretim lojistiği; süreç kontrol teorisi, lojistik simülasyon teknikleri ve bilgi teknolojileri ile entegre edildiğinde, çevresel zararı azaltma ve üretim lojistik sisteminde enerji kullanımını optimize etme potansiyeline sahiptir. (Özcan, 2024: 43).

Yeşil üretimle ilgili kavramlar ve tanımlar; *yeşil ürün geliştirme, yenilikçilik, pazarlama stratejileri, tüketici tercihleri, üretim süreçleri, lojistik yönetimi ve kamu politikaları* gibi geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Bu unsurların derinlemesine anlaşılması, farklı sektörlerde sürdürülebilir ve çevreye duyarlı uygulamaların yaygınlaştırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Yeşil üretim yaklaşımının temel hedefi, çevresel etkileri azaltarak hem ekonomik hem de ekolojik dengeyi korumak olup, bu hedefin gerçekleşmesi, çeşitli alanlarda atılacak entegre ve sistematik adımlarla mümkün olacaktır (Özcan, 2024: 44).

Yeşil üretim (green production), çevresel sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla, üretim süreçlerinin çevre dostu yaklaşımlarla yeniden tasarlanması ve yürütülmesini ifade etmektedir. Temel hedefi, doğal kaynak kullanımını azaltmak, enerji verimliliğini artırmak, atık oluşumunu ve zararlı emisyonları minimize etmek, aynı zamanda ekonomik performansı korumak veya iyileştirmektir (Zhu vd., 2011).

Yeşil üretimin kapsamı aşağıdaki başlıklar altında toplanabilir:

- *Kaynak Verimliliği ve Enerji Yönetimi*: Yeşil üretimin temel hedeflerinden biri, üretim sürecinde kullanılan doğal kaynakların ve enerjinin mümkün olan en verimli şekilde kullanılmasıdır. Bu doğrultuda, hammadde tüketimini azaltacak teknolojilerin geliştirilmesi ve süreçlerin yeniden tasarlanması ön plandadır. Aynı zamanda, üretimde yenilenebilir enerji kaynaklarının (güneş, rüzgâr, biyokütle vb.) kullanımı teşvik edilmekte, enerji geri kazanım sistemleri yaygınlaştırılmaktadır. Enerji yönetimi yalnızca tüketimi azaltmakla kalmaz, aynı zamanda karbon ayak izinin küçültülmesine de katkı sağlar (Porter ve Linde, 1995).
- *Temiz Üretim Teknolojileri*: Temiz üretim, atık oluşumunun önlenmesi ve çevresel etkilerin kaynağında azaltılmasını amaçlayan teknolojik ve yönetsel bir yaklaşımdır. Bu kapsamda, kirletici girdilerin yerine daha çevre dostu alternatiflerin kullanılması, zararlı emisyonları azaltacak üretim tekniklerinin geliştirilmesi ve süreçlerin bütüncül bir yaklaşımla optimize edilmesi hedeflenmektedir. Temiz üretim, yalnızca üretim verimliliğini artırmakla

kalmaz, aynı zamanda çevresel düzenlemelere uyumu kolaylaştırır ve işletmelere çevre dostu imaj kazandırır (UNEP, 2010).

- *Ürün Yaşam Döngüsü Yaklaşımı (Life Cycle Thinking)*: Yeşil üretim anlayışı, ürünlerin yalnızca üretim aşamasını değil, tüm yaşam döngüsünü ham madde çıkarımından üretim, kullanım ve bertaraf süreçlerine kadar dikkate alır. Bu bağlamda, ürünlerin tasarım aşamasında çevresel etkiler göz önünde bulundurulur ve “eco-design” yaklaşımı benimsenir. Kullanım ömrü boyunca daha az enerji tüketen, geri dönüştürülebilir, kolayca sökülebilir ve zararlı madde içermeyen ürünlerin geliştirilmesi önceliklidir. Ayrıca, ürünün kullanım sonrası geri kazanımı veya yeniden değerlendirilmesi de yaşam döngüsü yaklaşımının bir parçasıdır (Fiksel, 2009).
- *Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm*: Yeşil üretim çerçevesinde atık yönetimi, atıkların en aza indirilmesi, yeniden kullanımı, geri dönüştürülmesi ve bertarafının çevreye zarar vermeyecek şekilde yapılmasını kapsar. Atıkların kaynağında ayrıştırılması ve üretim sürecine geri kazandırılması yeşil üretim stratejilerinin temel bileşenlerindendir. Bu sayede hem çevresel yük azaltılır hem de ekonomik açıdan tasarruf sağlanır. Geri dönüşüm süreçleri yalnızca malzeme israfını önlemez, aynı zamanda döngüsel ekonomiye geçişi de destekler (Zhu vd., 2011).
- *Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi*: Yeşil üretim, yalnızca bir işletmenin kendi üretim süreçleriyle sınırlı kalmaz; hammadde tedarikinden nihai ürünün müşteriye ulaşmasına kadar olan tüm zinciri kapsar. Yeşil tedarik zinciri yönetimi (Green Supply Chain Management), çevre dostu tedarikçilerin seçilmesini, nakliye süreçlerinin karbon salınımını minimize edecek şekilde düzenlenmesini ve çevreye duyarlı ürün dağıtım sistemlerinin oluşturulmasını içerir. Tedarikçilerle çevresel performansa dayalı sözleşmeler yapılması, sürdürülebilir malzeme seçimi ve geri kazanım süreçlerinin zincire entegrasyonu bu kapsamda değerlidir (Sarkis, 2012).
- *Çalışan ve Toplum Sağlığı*: Yeşil üretim, yalnızca çevresel faktörleri değil, aynı zamanda çalışan sağlığı ve toplumsal refahı da gözetir. Üretim ortamlarının iş güvenliği açısından optimize edilmesi, kimyasal ve fiziksel risklerin azaltılması, ergonomik ve sağlıklı iş koşullarının oluşturulması önemlidir. Ayrıca, çevreye duyarlı üretim, üretim tesisinin bulunduğu çevrede yaşayan topluluklar üzerinde oluşabilecek olumsuz etkilerin önlenmesini de hedefler.

Bu bağlamda sosyal sürdürülebilirlik, yeşil üretimin ayrılmaz bir parçasıdır (Geng vd., 2009).

### 2.2.2. Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim

Sürdürülebilir üretim ve tüketim, sınırsız insan ihtiyaçlarının sınırlı kaynaklarla nasıl karşılanacağı sorusuna dayanır ve üretim-tüketim ilişkisinin sürdürülebilirlik perspektifinden ele alınmasını gerektirir. 20. yüzyılın sonlarından itibaren daha sık tartışılmaya başlanan bu kavramlar, sürdürülebilir kalkınma ile birlikte, ihtiyaçların uzun vadede karşılanabilmesi için kritik bir öneme sahiptir (Topoyan, 2005: 261).

*Sürdürülebilirlik*; Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun 1987 Brundtland Raporu'nda "gelecek nesillerin ihtiyaçlarını tehlikeye atmadan bugünkü neslin ihtiyaçlarını karşılama" olarak tanımlanmıştır. Bu kavram, bir toplumun, ekosistemin veya herhangi bir sistemin hayati kaynaklarını aşırı zorlamadan, kesintisiz ve bozulmadan işleyebilme yeteneğini ifade eder. *Sürdürülebilir kalkınma* ise, sosyal, ekonomik ve çevresel hedeflerin dengelenmesini amaçlayan bir yaklaşımdır (Schaefer ve Crane, 2005; Sarıkaya ve Zara, 2007).

Günümüzde, insan nüfusunun hızla artması, refah seviyesinin tüketimle ölçülmesi ve bu doğrultuda kaynak kullanımının yoğun yaşanması, sınırsız insan ihtiyaçlarının sınırlı kaynaklarla nasıl karşılanacağı sorusunu en önemli güncel sorunlardan biri haline getirmiştir. Üretim ve tüketim ilişkilerinin çevreye olan etkilerinden doğan sürdürülebilir üretim ve tüketim, bugünkü ihtiyaçları karşılayarak gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama kapasitesini tehlikeye atmamak şeklinde tanımlanabilir. Bu yaklaşım, doğal kaynakların verimli kullanımı sağlanırken çevresel kalitenin de gözetilmesini vurgulayan bir anlayış olup, ekonomik, sosyal ve çevresel faktörler arasındaki etkileşim ve dengeden oluşur. Ancak, sürdürülebilir üretim ve tüketimin benimsenmesi ve uygulanması, birçok engel nedeniyle yavaş, karmaşık ve zorlayıcı bir süreç olmaktadır (Söylemez vd., 2016: 193).

Günümüzde insan medeniyetini tehdit eden en büyük sorunlardan biri, sürdürülebilir olmayan üretim ve tüketim alışkanlıklarıdır. Neoliberal politikaların tetiklediği sürekli büyüme ve sınırsız tüketim arzusu, doğal kaynakların aşırı kullanımı, tahribi ve kirlenmesine yol açmaktadır. Doğal kaynakların kullanımı üzerindeki rekabet, yaşamsal kaynaklara erişimde adaletsizliklere, açlık sorunlarının çözülmemesine ve temiz suya ulaşmada ciddi engellere neden olmaktadır. Teknolojinin ilerlemesiyle insanlığın daha iyi bir yaşam standardına ulaşacağı görüşü, bu sorunlar nedeniyle giderek daha fazla sorgulanmaktadır. Biyoçeşitliliğin tehlike altında olması, iklim değişikliği ve

beraberinde getirdiği olumsuzluklar, medeniyetimizin sonlu olduğuna dair güçlü işaretler vermekte; bizi yeni bir ekonomi ve yaşam tarzı anlayışına, belki de bir ahlaki dönüşüme yönelmemiz gerektiği konusunda açıkça uyarmaktadır (Taluğ ve Birden, 2014: 80).

Sürdürülebilir üretim ve tüketimin benimsenmesi, birçok engel nedeniyle karmaşık ve yavaş ilerleyen bir süreçtir. Sürdürülebilir kalkınma, doğal çevreyi korurken kültürel, sosyal, ekonomik ve teknolojik gelişim desteğini gerektirir. 21. yüzyılda sürdürülebilirliğin, endüstriyel gelişimde itici bir güç olacağı öngörülmektedir (Krajnc ve Glavic, 2003: 281). Bu süreç, üretim ve tüketim sistemlerinin karmaşıklığı ve çeşitli paydaşların çıkar çatışmaları nedeniyle zorlaşmaktadır (Azapagic vd., 2016: 94). Ayrıca, sürdürülebilir alternatiflerin belirlenmesi ve ekonomik, çevresel ve sosyal kriterlerin dengelenmesi önemlidir. Teknolojik gelişmeler sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlasa da tüketim miktarındaki artış bu gelişmeleri aşmaktadır. Tüketicilerin çevre dostu tercihleri artırması için tutumların değiştirilmesi gerekmektedir. İşletmeler, sürdürülebilirlik konusunda öncü olmalı, ancak bu sorumluluk sadece işletmelere ve bireylere yüklenmemeli; devlet ve diğer paydaşlar da destekleyici bir rol üstlenmelidir. Sürdürülebilir üretim ve tüketim için toplumsal işbirliği, sistematik bir yaklaşımı ve tüm paydaşların aktif katılımını gerektirir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde karbon emisyonlarını azaltmak ve sürdürülebilir teknolojiler geliştirmek büyük bir zorluktur (Luthra vd., 2016: 342).

### **2.2.3. Yeşil Üretimin Ekonomik ve Çevresel Faydaları**

Yeşil üretim, çevresel sürdürülebilirlik, ekonomik faydalar ve tüketici davranışlarını içeren çok yönlü bir amaca sahiptir. Bu üretim tarzı, kirliliği azaltma, kaynak israfını minimize etme ve ekolojik çevreyi iyileştirme yoluyla sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmayı hedefler. Yeşil ürünler, sürdürülebilir kalkınmada kritik bir rol oynar. Şirketler, üretim süreçlerinde yeşil özellikleri izleyip değerlendirerek sapmalara karşı hızlı kararlar almalıdır. Ayrıca, yeşil üretim sosyal refah üzerinde de olumlu bir etkiye sahiptir ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasına katkı sağlar (Zhang vd., 2019; Dangelico, 2017).

Yeşil üretim, ürün kategorilerindeki yeşil özelliklerin ve bunların tüketici algıları üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesini amaçlar. Çevre dostu özellikler, tüketicilerin çevresel yarar algılarını pekiştirerek satın alma eğilimlerini olumlu şekilde etkileyebilir. Yeşil özelliklerin çok işlevli teknolojik ürünler veya hizmetlerde birleşmesi, tüketicilerin karar alma süreçlerini etkiler ve bu tür özelliklere sahip ürünlerin satın alınma olasılığını artırabilir (Khare, 2020: 2).



Yeşil üretim, sosyal, çevresel ve ekonomik açıdan çeşitli avantajlar sunmaktadır. İlk olarak, hammadde ve yakıt kullanımında tasarruf sağlayarak maliyetleri düşürür. Üretim süreçlerinde etkinliği artırarak atık yok etme maliyetlerinde de tasarruf sağlar. Yeşil ürün ve süreçler, firmaların rekabet gücünü artırarak uluslararası pazarda avantaj sağlar. Ayrıca, yeşil ürün tasarımı daha kullanışlı ürünlerin üretilmesine katkıda bulunur ve ürünlerin çevresel etkilerini azaltır. Endüstriyel atıkların ve çevresel etkilerin azalmasını sağlarken geri dönüşümle de maliyetleri düşürür. İşletmelerin çevreci tutumları çalışma koşullarını iyileştirir, iş kazalarını ve meslek hastalıklarını önler, çalışan motivasyonunu artırır. Son olarak, temiz üretim, çevre yasalarına uyumu kolaylaştırır ve yasal standartlara adaptasyonu destekler (Kayabaş, 2019: 15).

#### **2.2.4. Döngüsel Ekonomi ve Kaynak Verimliliği**

Dünya Ekonomik Forumu'nun istatistiklerine göre, 2017'den itibaren olağandışı hava olayları, iklim değişikliği, doğal afetler ve çevre sorunları en önemli küresel riskler arasında yer almaktadır. 2008 Ekonomik Krizi ise endüstrilerin sürdürülebilirlik sağlamak için döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz çalışmalarını zorunlu hale getirmiştir. Artan sanayileşme ve kaynak tüketimi ekosistemi tehdit ederken, kaynakların verimli kullanımı ve kirliliğin önlenmesi önem kazanmıştır. Döngüsel ekonomi, atıkların bertarafı yerine yeniden üretime kazandırılmasıyla ekonomik değere dönüştürülmesini hedefler. Türkiye'de döngüsel ekonomi, 2019'dan itibaren sürdürülebilirlik çerçevesinde uygulanmaya başlanmış olup, AB'nin Yeşil Mutabakatı nedeniyle 2021'den itibaren daha fazla gündeme gelmiştir (Balbay vd., 2021: 558).

Avrupa Birliği (AB), ekonomisinin büyük ölçüde kaynak tüketimine ve ithalatına dayalı olması nedeniyle, mevcut ekonomik büyüme modelinin uzun vadede sürdürülemez olduğunu fark etmiştir. Üretim ve tüketim sistemlerinin risk altında olduğunu gören AB, kaynak verimliliği ve düşük karbonlu ekonomi politikalarını öncelik haline getirmiştir. "Daha azla daha fazla yapmak" prensibi doğrultusunda, atık geri kazanımı ve geri dönüşüm süreçleri önemli bir kaynak olarak değerlendirilmektedir. Bu çerçevede, Avrupa Komisyonu, 2 Aralık 2015'te Döngüsel Ekonomi Paketi'ni kabul ederek atıkla ilgili yasal düzenlemeleri ve kapsamlı bir eylem planını hayata geçirmiştir (Veral ve Yiğitbaşıoğlu, 2018: 5-6).

Avrupa ülkeleri için sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada döngüsel ekonomi önemli bir uygulama alanı olarak öne çıkmaktadır. Döngüsel ekonomi süreci, geri dönüşüm, tamir ve yeniden üretim yoluyla işletmelerin, gelecek nesillerin kaynaklarına zarar vermeden mevcut ihtiyaçları karşılamasını sağlamayı amaçlar. Bu

bağlamda, kaynak verimliliğinin artırılması, ülkelerin temel ekonomik görevlerinden biri haline gelmiştir (Köroğlu ve Yavuz, 2023: 215).

Pandemi krizi, iklim değişikliği ve dünya kaynaklarının tükenmesi, insanlığı ekolojik sınırlarla ilgili kritik bir noktaya getirmiştir. Mevcut ekonomik sistemin modern toplumun ihtiyaçlarını sürdürülebilir şekilde karşılayamayacağı açıkça görülmektedir. Döngüsel ekonomi, doğrusal ekonomi modeline alternatif olarak öne çıkmakta ve pek çok ülkede yeşil dönüşümün öncüsü haline gelmektedir. Türkiye için döngüsel ekonominin gündeme gelmesinin temel nedeni, AB'nin Avrupa Yeşil Mutabakatı stratejisinin ülkemiz üzerinde yaratacağı etkidir. Bu çalışmanın amacı, döngüsel ekonomiye geçişteki engelleri, stratejileri ve iş modellerini inceleyerek Türkiye'de bu alanda yapılacak çalışmalara katkı sağlamaktır. Döngüsel ekonomiye geçiş, kapsamlı politik tedbirler, ileri teknoloji kullanımı ve davranış değişikliklerini gerektirir. Ülkelerin farklı koşullarına göre bu geçişin şekilleneceği, edinilen deneyimlerin Türkiye'deki çalışmalara katkı sunacağı öngörülmektedir (Veral, 2021; Büyükkökçü ve Afşar, 2022).

Döngüsel ekonomi, kaynakları verimli kullanarak onları sürekli geri bildirim döngülerinde tutmayı amaçlar. Bu model, ürünlerin ve bileşenlerinin ömrünü uzatmak için yeni değer akışları oluşturur ve ürünleri tekrar döngüye sokar. Kaynak verimliliği, atık oluşumunu önleyen yeni ürün tasarımları ve atıkların yeniden kullanımıyla döngüsel ekonomi, sürdürülebilir bir ekonomik model sunar. Bu süreçte, sosyal ve ekonomik değişkenlerin belirlenmesi ve istatistiksel analizlerle değerlendirilmesi, döngüsel ekonominin etkinliğini artırmak için önemlidir (Yılmaz, 2023: 20).

İmalat işletmeleri, hem büyük miktarda hammadde tüketen hem de önemli ölçüde atık üreten kuruluşlardır. Küresel sorunlar, işletmelerin kaynak verimliliği ve atık geri dönüşümü gibi konularda yeni iş modelleri geliştirmelerini zorunlu hale getirmiştir. Döngüsel ekonomi modeli, bu işletmelerin faaliyetlerini sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde yürütmelerine olanak sağlayan bir araç olarak öne çıkmaktadır (Ece Çokmutlu, 2023: 152).

### **2.3. Çevresel Sürdürülebilirlik Prensipleri**

Çevresel tahribat, insanlık tarihi ile paralel olarak ortaya çıkmıştır. Ancak insanoğlunun çevre üzerindeki etkisi, geçmişten günümüze kadar sürekli bir artış göstermiştir. İnsanlığın ilk dönemlerinde çevresel tahribat nispeten düşük seviyelerde olduğu için doğa kendini onarma kapasitesine sahipti. Ancak, endüstri devrimleriyle ortaya çıkan sanayileşme ve hızla gelişen teknoloji ile birlikte çevresel tahribat en yüksek seviyelere ulaşmış, çevrenin kendini yenileyemeden eski hasarlarına yenileri eklenmiştir.

Sonuç olarak, yaşamın sürdürülmesi için hayati öneme sahip olan toprak, su ve havanın doğal bileşimlerine zarar vermeden kullanılması ve korunması, sürdürülebilir bir yaşam ve doğal çevre için zorunludur. Bu nedenle, doğal kaynakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılması, korunması ve etkin bir şekilde planlanması büyük önem taşımaktadır (Menteşe, 2017: 382).

Çevresel sürdürülebilirlik prensipleri, doğal kaynakların korunması ve ekosistemlerin devamlılığının sağlanması amacıyla oluşturulmuş temel ilkelerdir. Bu prensipler, kaynakların verimli kullanılması, israfın önlenmesi ve yenilenemeyen kaynakların en az düzeyde tüketilmesini kapsar. Ayrıca, üretim süreçlerinde atıkların azaltılması, geri dönüşüm ve yeniden kullanımın teşvik edilmesi, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada kritik rol oynamaktadır. Enerji üretiminde fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının (güneş, rüzgâr, su) kullanımı, karbon emisyonlarının azaltılmasına ve çevresel olumsuz etkilerin en aza indirgenmesine katkı sağlar. Ekosistemlerin bozulmasının önlenmesi ve biyoçeşitliliğin korunması, sürdürülebilirlik açısından hayati öneme sahiptir. Ayrıca, iklim değişikliğiyle mücadelede sera gazı emisyonlarının azaltılması ve çevreye zarar vermeyen temiz üretim teknolojilerinin kullanımı, çevresel sürdürülebilirliğin temel unsurlarıdır. Sürdürülebilirlik yalnızca devletler ve şirketler düzeyinde değil, bireylerin de çevreye duyarlı davranışlar sergilemesi ve toplumsal farkındalık yaratması gerekliliğini içerir. Bu ilkeler hem çevreyi koruma hem de uzun vadeli ekonomik büyüme ve toplumsal refahı sağlama hedefini taşımaktadır (Güner, 2020; Gana ve Toba, 2015; Gedik, 2020).

Çevresel sürdürülebilirlik prensipleri dört başlık altında özetlenebilir: (i) *Sürdürülebilir kalkınma*, bugünün ihtiyaçlarını gelecek nesillerin olanaklarını tehlikeye atmadan karşılamayı amaçlayan; ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları birlikte ele alan bir kalkınma anlayışıdır. (ii) *Ekosistem hizmetleri*, doğanın insanlara sunduğu gıda, su, iklim düzenleme gibi katkıları kapsarken; (ii) *doğal kaynak yönetimi* bu hizmetlerin korunmasını ve sürdürülebilir kullanımını sağlayan planlama süreçlerini içerir. (iii) *Biyolojik çeşitlilik* ise genetik, tür ve ekosistem düzeyinde canlı yaşamının zenginliğini ifade eder ve ekosistemlerin sürdürülebilirliği, insan refahı ve doğal denge açısından kritik bir rol oynar. Ancak habitat kaybı, kirlilik, aşırı avlanma ve iklim değişikliği gibi tehditler nedeniyle (iii) *biyolojik çeşitliliğin korunması* için koruma alanları oluşturulması ve sürdürülebilir kullanım stratejileri geliştirilmesi gerekmektedir. (iv) *Ekolojik ayak izi*, insanların doğal kaynaklar üzerindeki tüketim baskısını, (iv) *karbon ayak izi* ise fosil yakıt kullanımından kaynaklanan karbon salımını ölçmektedir; her iki kavram da çevresel sürdürülebilirlik düzeyinin izlenmesi ve doğa ile insan faaliyetleri arasındaki dengeyi

sağlamak için önemli göstergeler sunmaktadır. Söz konusu bu dört çevresel sürdürülebilirlik prensiplerine ilişkin daha ayrıntılı bilgiler aşağıdaki alt başlıklarda verilmiştir (Özmehmet, 2008: 1854).

### 2.3.1. Sürdürülebilir Kalkınma

Kalkınma, bir ekonomideki halkın değer yargıları, tüketim ve davranış kalıplarındaki değişimleri de içeren toplumsal ve kurumsal dönüşüm olarak tanımlanır. İngilizce "development" kavramına karşılık gelen kalkınma, gelişmekte olan ülkelerin ekonomik, sosyal ve siyasal alanlarda gelişmiş ülkelere ulaşma çabalarını ifade eder. Bu süreçte üretim ve milli gelir artışı, sosyal ve ekonomik yapıların değişimi gibi unsurlar yer alır. Ekonomik büyüme, üretim hacmindeki artışı ifade ederken, kalkınma insan odaklı, daha kapsamlı bir süreci anlatır. Sürdürülebilir kalkınma ise, doğal kaynakları tüketmeden, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayacak bir denge kurarak, bugünün ve geleceğin yaşamını planlamayı içerir. Bu kavramın ekonomik, sosyal, mekânsal, kültürel ve çevresel boyutları bulunmakta ve bu boyutlar birbirini karşılıklı olarak etkilemektedir (Özmehmet, 2008: 1854).

Sürdürülebilirlik kavramı, İngilizce "sustainability" sözcüğünün karşılığı olarak Türkçe'ye geçmiş, Türk Dil Kurumu (TDK) sözlüğünde "sürdürülebilir olma durumu" olarak tanımlanmıştır. Anlam açısından incelendiğinde, kavramın devamlılık, süreklilik ve daim olma durumlarını ifade ettiği görülmektedir. İngilizcede de "daimi olma kapasitesi" şeklinde tanımlanır. Ancak sürdürülebilirlik, yalnızca süreklilikten farklı olarak, dışsal bir etkene bağlıdır. Yani, bir şeyin sürdürülebilir olması, tüm koşullar uygun olsa bile, bir iradenin bu doğrultuda karar almasını gerektirir (Akgül, 2010; Yeni, 2014).

Sürdürülebilir Kalkınma kavramına ilişkin uluslararası düzeyde en çok kabul gören tanım, Brundtland Komisyonu'nun hazırladığı raporda yer alan şu ifadedir: "Bugünün ihtiyaç ve beklentilerini, gelecek nesillerin kendi ihtiyaç ve beklentilerini karşılama yeteneklerinden ödün vermeden karşılayabilmektir" (Gürlük, 2010: 86).

*Sürdürülebilir kalkınma*; (i) ekonomi, (ii) çevre ve (iii) toplum olmak üzere üç ana boyutta ele alınmaktadır. Bu üçlü kategorileştirme, kavramın daha iyi anlaşılmasına olanak tanır. Ancak, bu boyutlardan hangisinin daha öncelikli olduğu konusu tartışmalıdır. Temel sorun, bu üç boyutun nasıl bir araya geleceği ve hangi mekanizma ile dengeleneceğiyle ilgilidir. Bu konuda çeşitli görüşler mevcuttur. Bunlardan; 1987 yılında Brundtland Komisyonu, sürdürülebilir kalkınma tanımını sunmadan önce, genel kanı, toplumu oluşturan *ekonomi, çevre ve toplum gibi üç kategorinin eş zamanlı ancak birbirinden bağımsız* süreçler olarak işlediği yönündeydi. Brundtland Komisyonu Raporu

sonrasında ise kategorilerin birbirine bağımlı olarak ele alınmasını öneren yaklaşıma göre, iki farklı bakış açısı ortaya çıkmıştır. İlk yaklaşıma göre, *ekonomi topluma, toplum ise ekolojik çevreye bağlı olarak birbiri içinde yer alan katmanlar* şeklinde değerlendirilir. Sürdürülebilir kalkınmada *ekonomi, çevre ve toplum kategorileri eşit öneme sahiptir*. Günümüzde en çok kabul gören bu model, sürdürülebilir kalkınmanın, bu üç boyuttaki süreçlerin eş zamanlı olarak işletilmesiyle mümkün olabileceğini savunur. Bu yüzden, model genellikle "üç sütun modeli" olarak adlandırılmaktadır (Akgül, 2010; Barton, 2013).

### 2.3.2. Ekosistem Hizmetleri ve Doğal Kaynak Yönetimi

Çevre bilimciler, *çevreyi*, doğal kaynaklarla yaşamlarını sürdüren tüm canlıların oluşturduğu bir sistem olarak tanımlar. Canlıların birbirleriyle etkileşimde bulunduğu, canlı ve cansız unsurları barındıran ortam ise *ekosistem* olarak adlandırılır. *Ekoloji*, Yunanca kökenli bir terim olup, doğada yer alan varlıkların birbirleriyle olan ilişkilerini inceleyen bir bilim dalıdır ve *çevre bilimi* olarak da bilinir. Bu terim, ilk olarak Ernst Haeckel tarafından 1866 yılında "Zoolojik türler ve onları çevreleyen dünya arasındaki ilişkilerin bilimi" olarak tanımlanmıştır (Kayabaş, 2019: 3).

*Ekosistem yaklaşımı*, doğanın korunmasını ve sürdürülebilir kullanımını teşvik ederken, doğal kaynaklar ve kültürel çeşitliliğe sahip insanların ekosistemlerin ayrılmaz bir parçası olduğunu kabul eder. Bu nedenle, ekosistemlerin işleyişi ve sağladıkları hizmetlerin anlaşılması büyük önem taşır. Ekosistem hizmetleri, insanların ekosistemlerden elde ettiği faydaları ifade eder ve bu hizmetlerin değerlendirilmesine yönelik çalışmalar 1970'lerden itibaren artmıştır. Bu yaklaşım, doğanın korunması, doğal kaynak yönetimi ve mekânsal planlama süreçlerine ekolojik, sosyal ve ekonomik değerlendirmeler katmaktadır (Kaya ve Uzun, 2019: 2167).

Ekosistem hizmetleri, doğal ekosistemlerin insanlara sunduğu doğrudan ve dolaylı katkıları ifade eder ve bu hizmetler, ekosistemlerin işleyişinden kaynaklanan süreçlerin, insan yaşam kalitesi ve refahına olan etkilerini tanımlar. Ekosistem hizmetleri dört ana kategoriye ayrılır: *Destekleyici hizmetler*, ekosistemlerin temel işlevlerini sürdürebilmesi için gerekli olan toprak oluşumu, besin döngüsü ve birincil üretim gibi süreçleri içerir. *Düzenleyici hizmetler*, iklim düzenlemesi, su arıtımı, karbon depolama, hastalık ve zararlı kontrolü gibi ekosistem fonksiyonlarını kapsar. *Tedarik hizmetleri*, gıda, su, kereste ve diğer hammaddeler gibi doğrudan insan kullanımı için sağlanan kaynakları içerirken, *kültürel hizmetler* ise rekreasyon, estetik, kültürel ve manevi değerler gibi sosyal ve kültürel faydalar sunar (Tülek ve Mirici, 2019; Arslan, 2019; Tırnakçı, 2021).

Ekosistem hizmetleri, ekosistemler ile insanların yaşam kalitesi arasındaki ilişkiyi doğrudan etkiler. Ancak, bu hizmetlerin tek yönlü kullanımı, kaynaklara zarar vererek sürdürülemez hale gelmiştir. 1960'lı ve 1970'li yıllarda çevre sorunlarına yönelik artan farkındalık, sürdürülebilir kalkınma ilkelerine dayalı politikaların benimsenmesine yol açmıştır. Ekosistem hizmetleri kavramı tarihsel olarak Platon'a kadar uzanmakta olup, modern literatürde Westman (1977) ve Ehrlich ve Ehrlich (1981) tarafından kullanılmaya başlanmıştır. 1997 yılında Costanza ve arkadaşlarının öncülüğünde yürütülen çalışmada ekosistem hizmetlerinin ekonomik değeri vurgulanmıştır. 2005'te BM Binyıl Ekosistem Değerlendirmesi ve AB Biyoçeşitlilik Stratejisi gibi girişimler, ekosistem hizmetlerinin stratejik önemini ortaya koymuş, 2012'de ise Biyoçeşitlilik ve Ekosistem Hizmetlerine İlişkin Hükümetler Arası Platform (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, IPBES) bu konuda bilim-politika ara yüzünü güçlendirmek için kurulmuştur (Gómez-Baggethun vd., 2010; Braat ve De Groot, 2012).

*Doğal kaynak yönetimi*, ekosistem işleyişini ve dışsal faktörlere karşı tepkilerini değiştiren kararların alınmasını ve uygulanmasını ifade eder. Temel amacı, doğal kaynakların daha iyi yönetilmesi konusunda yöneticilere yardımcı olmaktır. Bu yönetim süreci, koruma alanları ile sürdürülebilir kullanım alanlarının ayrılması, planlama tekniklerinin uygulanması ve planlama türü seçimini içerir (Yılmaz, 2023: 26).

Doğal kaynak yönetiminin ana bileşenleri, kaynakların korunması, sürdürülebilir kullanımı ve etkin planlama ve yönetimi olarak üç temel başlıkta incelenir. Koruma, doğal kaynakların aşırı kullanımını ve zarar görmesini engellemek için biyolojik çeşitliliğin yoğun olduğu alanların ve kritik habitatların güvence altına alınması gibi stratejilerle sağlanır. Sürdürülebilir kullanım ise mevcut kaynakların gelecek nesillerin ihtiyaçlarını tehlikeye atmadan kullanılması anlamına gelir ve tarım, ormancılık ve balıkçılık gibi sektörlerde sürdürülebilir yöntemlerin benimsenmesini gerektirir. Planlama ve yönetim, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı için yerel, ulusal ve küresel düzeyde çeşitli planlama süreçleriyle (örneğin arazi, su ve orman yönetimi) desteklenir (Köroğlu ve Karaman, 2014: 96).

### **2.3.3. Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma**

Biyolojik çeşitlilik, genetik farklılıklara sahip canlı türlerinin çeşitli ekosistemlere yayılmış zengin topluluklarını ifade eder ve bir bölgedeki genlerin, türlerin, ekosistemlerin ve ekolojik süreçlerin bütününe kapsar. Biyolojik çeşitlilik, üç temel bileşene dayanır: genetik çeşitlilik, tür çeşitliliği ve ekosistem çeşitliliği. *Genetik çeşitlilik*, bir türün bireyleri arasındaki genetik varyasyonları; *tür çeşitliliği*, belirli bir

bölgedeki farklı türlerin sayısını; *ekosistem çeşitliliği* ise orman, çöl ve deniz gibi çeşitli ekosistemlerin varlığını ve çeşitliliğini ifade eder. Biyolojik çeşitlilik, ekosistemlerin sürdürülebilirliği, doğal kaynakların yenilenmesi ve ekolojik dengenin korunması açısından hayati bir rol oynar, aynı zamanda insan refahına da doğrudan katkı sağlar (Sarı vd., 2020; Duman ve Atmış, 2018).

Biyolojik çeşitlilik, ekosistemlerin işleyişini ve dirençliliğini artırarak besin döngüsü, polinasyon, su arıtımı ve karbon döngüsü gibi ekosistem hizmetlerine katkıda bulunur; bu da doğrudan insan refahına etki eden önemli ekolojik fonksiyonlardır. Ekonomik açıdan tarım, ormancılık, balıkçılık ve ilaç endüstrisi gibi birçok sektör, biyolojik çeşitliliğe bağımlıdır. Genetik çeşitlilik, yeni tarım ürünleri ve ilaçların geliştirilmesi için kritik bir kaynak sunarken, biyolojik çeşitlilik ayrıca turizm ve rekreasyon için de ekonomik değer taşır. İklim değişikliği ve dirençlilik açısından ise çeşitli ekosistemler, örneğin karbon depolayan ormanlar ve kıyı bölgelerinde sel ve fırtınalara karşı koruma sağlayan mangrovlar, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmada hayati bir rol oynar (Uzun, 2004; Polat, 2017; Demir, 2009).

Biyolojik çeşitlilik, özellikle son yüzyılda insan kaynaklı tehditlerle karşı karşıya kalmıştır. Bu tehditler arasında habitat kaybı, çevre kirliliği, aşırı avlanma, istilacı türlerin yayılması ve iklim değişikliği öne çıkmaktadır. *Habitat kaybı*, tarım, kentleşme ve altyapı projeleri nedeniyle ormanlar, sulak alanlar gibi ekosistemlerin yok olmasına yol açarak, türlerin yaşam alanlarını daraltmakta ve nesillerinin tükenmesine sebep olmaktadır. *Kirlilik*, özellikle tarımsal kimyasallar ve sanayi atıkları nedeniyle hava, su ve toprakta büyük zararlara neden olmakta, biyolojik çeşitliliği tehdit etmektedir. *Aşırı avlanma*, balıkçılık ve avcılık faaliyetleri bazı türleri yok olma tehlikesine sokarken, istilacı türlerin yayılması yerel ekosistemler üzerinde baskı yaratarak ekolojik dengeleri bozmaktadır. *İklim değişikliği* ise artan sıcaklıklar, deniz seviyesinin yükselmesi ve aşırı hava olaylarıyla ekosistemlerin işleyişini bozmakta, bazı türlerin yaşam alanlarını değiştirmekte ve nesillerinin tükenmesine neden olmaktadır (Özçelik, 2006; Karagöz vd., 2016; Özbek, 2023).

Biyolojik çeşitliliğin korunması, yerel ve küresel düzeyde bir dizi strateji ve uygulamayı kapsar ve ekosistemlerin, türlerin ve genetik kaynakların sürdürülebilir şekilde korunmasını hedefler. Koruma alanlarının oluşturulması, biyolojik çeşitliliği koruma çabalarının en yaygın yöntemlerinden biri olup, milli parklar, doğa koruma alanları ve biyosfer rezervleri gibi bölgeler, insan faaliyetlerinden izole edilerek ekosistemlerin bozulmasını önler ve biyolojik çeşitliliği muhafaza eder. Sürdürülebilir kaynak kullanımı ise tarım, ormancılık ve balıkçılık gibi sektörlerde sürdürülebilir

yöntemlerin benimsenmesi yoluyla ekosistemlerin ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına katkıda bulunur. Ekosistem restorasyonu, tahrip olmuş ekosistemlerin eski haline getirilerek biyolojik çeşitliliğin artırılması ve ekolojik işlevlerin geri kazandırılması amacıyla uygulanan stratejilerden biridir; ağaçlandırma, sulak alan restorasyonu ve erozyonla mücadele gibi faaliyetler bu kapsamda yer alır. Ayrıca, uluslararası sözleşmeler ve politikalar, biyolojik çeşitliliğin korunması konusunda büyük önem taşır; Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (1992) bu alanda önemli bir küresel anlaşma olup, biyolojik çeşitliliğin korunması, sürdürülebilir kullanımı ve genetik kaynakların adil paylaşımını hedefler. Avrupa Birliği Biyoçeşitlilik Stratejisi ve 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri de biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik politika çerçeveleri sunmaktadır (Çepel, 2003; Uslu ve Shakouri, 2013; Topçu, 2012).

#### **2.3.4. Ekolojik Ayak İzi ve Karbon Ayak İzi**

Sürdürülebilir kalkınma, çok boyutlu ve dinamik bir yapıya sahiptir. Kalkınma ve başarı yalnızca gayri safi yurtiçi hâsıla ile değil, sosyal ve çevresel göstergelerle de değerlendirilmelidir. Bu bağlamda, *ekolojik ayak izi*, çevresel sürdürülebilirliği ölçen önemli bir gösterge olarak öne çıkar. Ekolojik ayak izi hesaplamaları, insanların çevre üzerindeki etkilerini, dünyada tüketilen biyolojik olarak üretken alan miktarını, tüketim sonucu oluşan atıkların yok edilmesi için gerekli alanları ve bireyler, aileler, kentler ya da ülkelerin ne kadar biyolojik üretken alan kullandığını belirlemeye olanak tanır (Özsoy ve Dinç, 2016: 36).

Ekolojik ayak izi kavramı, 1990'lı yılların başında Mathis Wackernagel ve William Rees tarafından geliştirilmiştir. Bu kavram, tüketilen kaynakların üretimi ve atıkların bertarafı için gereken biyolojik olarak verimli toprak ve su alanını küresel hektar cinsinden ifade eder. İlk kez William E. Rees'in 1992'de yayınladığı çalışmada literatüre giren bu kavram, Mathis Wackernagel'in doktora tezinde hesaplama yöntemleriyle daha da geliştirilmiştir. Wackernagel ve Rees, 1996'da yayımladıkları kitapta ekolojik ayak izi ile sürdürülebilir kalkınma ilişkisini ve hesaplama yöntemlerini ayrıntılarıyla ele almışlardır. İnsanların doğayı sınırsız bir kaynak olarak görmeleri ve atıklarının doğaya bırakılması sonucu ekolojik ayak izi kavramı, dünya kaynaklarının sınırlarını belirlemek ve sürdürülebilir çözümler geliştirmek amacıyla önemli bir araç haline gelmiştir (Tosunoğlu, 2014: 133).

Günümüzde doğal kaynakların önemi giderek artmakta ve ekolojik ayak izi hesaplamaları, ülkelerin ekolojik varlıklarını ölçme, izleme ve yönetme olanağı sağlamaktadır. Birçok ülkenin biyolojik kapasitesini aşan ekolojik ayak izine sahip



olması, bu ülkelerin ekolojik açıklarını tanımlamalarını ve buna bağlı riskleri azaltmalarını gerekli kılmaktadır. Ekolojik ayak izi bilançosunu hazırlayan ülkeler, gezegenin taşıma kapasitesini göz önünde bulundurarak, çevresel sürdürülebilirliği kalkınma hedeflerine entegre edebilir ve sürdürülebilir ekonomi yolunda refah toplumlarına doğru ilerleyebilirler (Akıllı vd., 2008: 2-3).

*Karbon ayak izi*, bir ürünün yaşam döngüsünün her aşamasında (üretim, taşıma, kullanım ve bertaraf) ortaya çıkan karbondioksit (CO<sub>2</sub>) salınımının bir ölçüsüdür. Bu salınım fosil yakıtların yanmasıyla oluşur ve ithal edilen ürünlerin üretimi ile fosil yakıt dışı karbon salınımlarını da kapsar. Karbon ayak izi, CO<sub>2</sub> salınımı yutmak için gerekli biyolojik kapasiteyi ölçer, ancak karbon için belirlenmiş bir biyolojik kapasite olmadığından, atmosfere salınan karbonun depolanması fotosentez yoluyla hasat edilmemiş orman arazilerine dayanmaktadır. Bu alanlar karbonu depolamakta yetersiz kalırsa, ekolojik açık meydana gelir (Özsoy, 2015: 201).

Yeşil ekonomi, düşük karbonlu bir ekonomi modelidir ve karbon ayak izi, Türkiye'nin ekolojik ayak izinin en büyük bileşenidir. Türkiye, hidrolik, güneş, rüzgar, jeotermal ve biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynakları açısından yüksek bir potansiyele sahip olmasına rağmen, bu potansiyelin sadece küçük bir kısmını kullanmaktadır. Üretimde ise büyük oranda fosil yakıtlara (doğalgaz ve ham petrol) bağımlıdır. Bu fosil yakıtlar, yetersiz yerli üretim nedeniyle ithal edilmek zorundadır ve Türkiye'nin yüksek cari açığının temel nedenlerinden biri, üretim ve enerji kullanımının ithalata bağımlı yapısıdır (Civelekoğlu ve Bıyık, 2018; Mirici ve Berberoğlu, 2022; Bahçeci, 2021).

## **2.4. Yeşil Üretim Uygulamaları**

*Yeşil üretim uygulamaları*, çevresel sürdürülebilirliği ve kaynak verimliliğini esas alan üretim süreçlerini ifade eder. Bu yaklaşımlar, doğal kaynakların etkin kullanımını teşvik ederken, atık miktarını ve karbon salınımını minimize etmeyi amaçlar. Yeşil üretim, fosil yakıtların yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması, su ve enerji tasarrufu, geri dönüşüm ve atık yönetimi gibi çevre dostu teknolojilerin benimsenmesini içerir. Sanayi devriminden bu yana üretim faaliyetlerinin çevre üzerindeki olumsuz etkileri giderek artarken, yeşil üretim uygulamaları, ekonomik büyüme ile çevre koruma arasında bir denge kurulmasını sağlayan stratejik bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bu uygulamalar, yalnızca çevresel sürdürülebilirliği değil, aynı zamanda uzun vadede maliyet etkinliği ve rekabet gücünü artırmayı hedefleyen yenilikçi yaklaşımlarla küresel ölçekte önem kazanmaktadır (Sarıcı ve Erikli, 2022: 98; Yıldız ve Göktepe, 2020: 2158).

#### 2.4.1. Yeşil Tasarım ve Ürün Geliştirme

1970'lerin sonlarından itibaren sanayileşme ve nüfus artışı, çevre kirliliğini artırarak canlılar ve doğal kaynaklar üzerinde olumsuz etkiler yaratmıştır. Bu durum çevre koruma için yasal düzenlemelere ve uluslararası sözleşmelere yol açmıştır. Son dönemde su, enerji ve malzeme gibi kaynakların minimum kullanımını ve atıkların azaltılmasını hedefleyen yeşil üretim uygulamaları önem kazanmıştır. İşletmeler, çevreye duyarlı üretim süreçleriyle maliyetlerini azaltırken, çevresel etkileri en aza indirmeyi başarmışlardır. Yeşil üretim, çevre kirliliğini önlemeye ve ekonomik kalkınmayı desteklemeye odaklanır. Ayrıca, üretim süreçlerinde çevreye zarar vermeden daha az kaynak ve enerji tüketimi ile atık geri dönüşümünü teşvik eder. Yeşil üretim ve sürdürülebilirlik kavramları genellikle birbirlerinin yerine kullanılsa da sürdürülebilir ürünler, yenilenebilir veya sorumlu kaynaklı malzemeler kullanarak çevresel etkileri azaltmayı hedefler (Gao vd., 2009: 237).

Bir ürün; tasarım aşamasından, ömrünü tamamlayarak imha edilmesi aşamasına kadar tüm yaşam dönemi boyunca çevreyle etkileşim içindedir ve her ürün, yaşam döneminin farklı aşamalarında farklı çevresel etkiler yaratmaktadır. Dolayısıyla bir ürünün çevresel etkilerinin azaltılması, sadece üretim süreci sonrası oluşan atığa odaklanılarak giderilmesinin mümkün değildir. Bunun için üründe kullanılacak hammaddeden üretim sürecinde meydana gelen atıklara, kullanılan ambalajlardan ömrü sona eren ürünlerin geri kazanımına kadar ürünün tüm yaşam döneminin dikkate alındığı bütünsel ve proaktif bir yaklaşımın benimsenmesi gerekmektedir. Bu ise ürün ve süreç tasarımı ile çevresel konuların bütünleştirilmesini sağlayan “Yeşil Tasarım” ile mümkün olacaktır (Kasap ve Peker, 2011: 102).

Yeşil tasarım, ürün ile çevre arasındaki ilişkinin ortaya konmasında entegre bir yaklaşım kullanarak üç aşamayı dikkate alır (Turgay, 2018: 30-31):

- Bir ürünün çevresel etkileri sadece üretim aşamasında değil; ham madde çıkarma ve işleme, üretim, dağıtım, kullanım, yeniden kullanım ve bertaraf aşamalarının tamamında, yani ürünün tüm yaşam döngüsü boyunca ortaya çıkar. Bu nedenle, tasarım süreci, ürünün tüm yaşam döngüsü göz önünde bulundurularak gerçekleştirilir.
- Ürünün işlevselliğini artırmak için sarf malzemeleri, ambalaj gibi üretim sürecindeki tüm bileşenlerin dikkate alınması gerekir. Bu da ürünün bir sistem olarak değerlendirilip tasarlanması anlamına gelir.
- Doğal kaynakların tükenmesi, sera gazı etkisi, toksik maddeler gibi çevresel kriterler arasında oluşabilecek ödüleşimlerden kaçınmak amacıyla, ürün

yaşam döngüsü boyunca çevresel etkileri değerlendirmek için tasarım aşamasında çeşitli araçların kullanılması ve bunların bir araya getirilmesi gereklidir.

#### **2.4.2. Temiz Üretim Teknolojileri**

Temiz Üretim Teknolojisi (Clean Production Technology), çevreye zarar veren faktörleri minimize etmeyi hedefleyen ve üretim süreçlerinde sürdürülebilirliği esas alan kapsamlı bir yaklaşımdır. Bu teknoloji, üretim süreçlerinden kaynaklanan çevresel etkilerin azaltılmasını, doğal kaynakların etkin şekilde kullanılmasını ve atık oluşumunun asgari seviyeye indirilmesini amaçlar. Temiz üretim anlayışı, yalnızca atıkların bertaraf edilmesi ya da yönetimiyle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda kaynak tüketiminin düşürülmesi ve enerji verimliliğinin artırılması gibi çeşitli stratejileri içermektedir (Atalan, 2021: 119).

Bu yaklaşım, geleneksel "kirlet, sonra temizle" (end-of-pipe) yönteminden farklı olarak, çevresel sorunların kaynağında önlenmesine yönelik bir strateji benimser. Üretim sürecinde oluşan kirliliği sonradan ortadan kaldırmak yerine, kirleticilerin oluşumunu baştan engellemeye odaklanır. Bu çerçevede, üretim döngüsü boyunca ham madde kullanımından enerji tüketimine, proseslerden nihai ürünün çevresel etkilerine kadar her aşamada sürdürülebilir çözümler sunmayı amaçlar (Özkan vd., 2018: 85).

Temiz üretim teknolojisi, endüstriyel faaliyetlerde çevresel etkilere bütüncül bir yaklaşım sunarak, hem çevresel hem de ekonomik sürdürülebilirliğe katkıda bulunur. Bu bağlamda, kaynak ve enerji verimliliği, atık minimizasyonu, geri dönüşüm ve zararlı kimyasalların kullanımının azaltılması gibi alanlarda gelişmiş stratejiler ile daha düşük maliyetler ve çevreye duyarlı bir üretim süreci sağlanır (Atak ve Fidan, 2014: 59-60).

#### **2.4.3. Enerji Verimliliği ve Yenilenebilir Enerji Kullanımı**

Enerji verimliliği, binalarda yaşam standardını ve hizmet kalitesini artırırken, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarında herhangi bir azalma olmadan, birim hizmet veya ürün başına düşen enerji tüketimini azaltmayı hedefleyen bir yaklaşımdır. Binalarda enerji verimliliği, ısıtma, soğutma, aydınlatma ve diğer günlük enerji tüketim ihtiyaçlarının daha az enerjiyle karşılanması anlamına gelirken, aynı zamanda konfor koşullarının iyileştirilmesini sağlar. İyi yalıtım, enerji tasarruflu cihazlar ve akıllı enerji yönetim sistemleri, binalarda enerji verimliliğini artıran başlıca unsurlardır. Endüstriyel işletmelerde ise enerji verimliliği, üretim süreçlerinde kullanılan enerji miktarını en aza indirirken, verimliliği ve kaliteyi koruyarak maliyetlerin

azaltılmasını sağlar. Bu durum, proses optimizasyonu, enerji geri kazanımı ve modern, enerji tasarrufu sağlayan teknolojilerin kullanımını içerir. Endüstride enerji verimliliği sadece maliyet tasarrufu sağlamakla kalmaz, aynı zamanda çevresel etkilerin azaltılmasına ve işletmenin sürdürülebilirliğine katkıda bulunur. Böylece enerji verimliliği, hem bina hem de sanayi sektörlerinde hem ekonomik hem de çevresel faydalar sağlayan bütüncül bir yaklaşımdır (Doğan ve Yılankırkan, 2015; Yalçın ve Yalçın, 2021).

Ülkelerin enerji arz güvenliğini sağlayabilmesi için enerjinin verimli kullanılması, mevcut fosil yakıt kaynaklarının değerlendirilmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından en etkin şekilde faydalanılması önemlidir. Dünya genelindeki yenilenebilir enerji pazarında (elektrik, ısıtma ve ulaşım) son beş yıl içinde dikkate değer bir büyüme görülmüştür. Dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretim miktarları ve oranları yer almakta olup, 2010 ile 2035 yılları arasında bu miktarın 2,7 kat artması beklenmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından ısı üretiminin 2010 yılında 337 Milyon ton petrol eşdeğeri (Mtoe) iken, 2035 yılında bu değerin 604 Mtoe'ye ulaşması öngörülmektedir. Ayrıca, dünya genelinde biyoyakıt kullanımının 2035 yılında günlük 4,5 milyon varil petrol eşdeğerine ulaşacağı tahmin edilmektedir (Ellabban vd., 2014; Güven ve Pekmezci, 2016).

Yenilenebilir enerji, doğanın kendi döngüsü içinde sürekli mevcut olabilen enerji kaynakları olarak tanımlanmaktadır. Yenilenebilirliğin sürdürülebilirlik ile bir bütün olduğu vurgulanmakta, bu nedenle enerji sistemlerinin hem yenilenebilir hem de sürdürülebilir olması gerektiği belirtilmektedir. Ancak enerji kaynaklarının sürekliliği tek başına sürdürülebilirlik anlamına gelmez. Dünya genelinde enerji kullanımının yaklaşık beşte birini oluşturan yenilenebilir enerji kaynaklarının büyük bir kısmı elektrik üretiminde kullanılmaktadır (Önal ve Yarbay, 2010; Selam vd., 2014).

Yenilenebilir enerji kullanımı, çevresel sürdürülebilirlik ve enerji güvenliği açısından önemli bir çözüm olarak kabul edilmektedir. Fosil yakıtların sınırlı rezervleri, artan enerji talebi ve iklim değişikliğinin getirdiği çevresel sorunlar, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi hızla artırmıştır. Güneş, rüzgar, hidroelektrik, biyokütle ve jeotermal gibi doğal döngülerle sürekli yenilenen kaynaklardan elde edilen bu enerji türü, tükenmez ve düşük karbon emisyonlu olmasıyla fosil yakıtların çevresel etkilerini azaltmada kritik rol oynamaktadır. Farklı coğrafyalarda uygulanabilir olması, enerji arz güvenliği açısından da avantaj sağlar. Yenilenebilir enerjiye geçiş, sadece çevresel faydalar sunmakla kalmaz, aynı zamanda ekonomileri güçlendiren ve enerji sistemlerinin esnekliğini artıran stratejik bir yaklaşımdır. Bu nedenle, hükümetler, özel sektör ve

uluslararası kuruluşlar, yenilenebilir enerji yatırımlarını artırarak enerji dönüşümüne öncülük etmektedir (Yılmaz, 2012; Koç ve Kaya, 2015).

Yenilenebilir enerji türleri arasında güneş, rüzgar, hidroelektrik, biyokütle ve jeotermal enerji öne çıkmaktadır. Güneş enerjisi, fotovoltaiik (PV) panellerle elektrik veya güneş termal sistemleri ile ısı enerjisi üretirken, sınırsız potansiyeli nedeniyle giderek yaygınlaşmaktadır. Rüzgar enerjisi, rüzgarın kinetik enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmekte olup, hem karasal hem de deniz üstü santraller aracılığıyla çevre dostu ve ekonomik bir seçenek sunmaktadır. Hidroelektrik enerji, nehirler ve barajlardan elektrik üretimi sağlayarak en yaygın yenilenebilir kaynaklardan biri olmasına rağmen, çevresel etkileri açısından dikkatli bir planlama gerektirir. Biyokütle enerjisi, organik atıklardan biyoyakıt, biyogaz veya doğrudan yakma yöntemleriyle enerji üretmekte, özellikle tarımsal ve orman atıkları gibi kaynakları değerlendirmesi açısından avantaj sağlamaktadır. Jeotermal enerji ise yer kabuğundaki ısınn kullanılmasıyla elektrik ve ısı enerjisi üretmekte, volkanik bölgelerdeki yüksek potansiyeliyle dikkat çekmektedir (Şenoğlu vd., 2022; Özdemir ve Koç, 2020).

Yenilenebilir enerji kullanımı, fosil yakıtlara kıyasla sera gazı emisyonlarını azaltarak iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir rol oynar ve hava kirliliği, asit yağmurları gibi çevresel sorunları minimize eder. Yerel kaynaklardan elde edildiği için enerji güvenliğini artırır ve ülkelerin dışa bağımlılığını azaltır. Ekonomik açıdan, yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımlar yerel ekonomilere katkı sağlar, yeşil işler yaratır ve teknolojik gelişmeler sayesinde maliyetler düşmektedir. Sosyal olarak ise kırsal ve uzak bölgelerde enerji erişimini artırarak yaşam kalitesini iyileştirir. Ancak, yenilenebilir enerji projelerinin başlangıç maliyetleri genellikle yüksektir, enerji depolama ve kesintisiz kullanım gibi teknik zorluklar vardır ve geniş alan ihtiyacı nedeniyle arazi kullanımı sorunları ortaya çıkabilir (Naimoğlu, 2021; Alper, 2018).

#### **2.4.4. Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm**

Çevrenin sürdürülebilir kalkınma ilkeleri çerçevesinde korunması büyük önem taşımaktadır. Kirliliğin kaynağında önlenmesi, hammaddelerin ve enerjinin sürdürülebilir kullanımının sağlanması, temiz teknolojilerin uygulanması, hava emisyonları ve atıkların azaltılması ile geri kazanım yollarının geliştirilmesi temel hedeflerdir. Üretim süreçlerinde çevreye en az zarar verecek yöntemlerin kullanılması gerekmektedir (Karaca, 2024: 7).

Atık, kullanılan maddelerin işe yaramayan veya kullanılmayan kısımlarına verilen genel bir terimdir. 20. yüzyılın sonlarına doğru endüstriyel ve teknolojik gelişmelerle

çevresel kaynaklar hızla ve bilinçsizce tüketilmiştir. Ekonomik büyüme, plansız kentleşme, nüfus artışı ve refah seviyesinin yükselmesiyle atık miktarı artmıştır. Bu artış, çevresel sorunlara yol açan zararlı atıkların birikmesine neden olmuştur. Sanayileşme ve değişen yaşam tarzlarıyla atık miktarındaki artış beklentilerin ötesine geçmiş ve küresel çevre sorunlarına katkıda bulunmuştur. Küresel ısınma, ozon tabakasının incilmesi ve asit yağmurları gibi çevreyi tehdit eden olaylar bu sürecin sonuçlarıdır (Demirer, 2009: 2).

Atık yönetimi kapsamında, öncelikle atık oluşumunu azaltmak, ardından oluşan atıkları geri kazanmak ve geri kazanılamayanları güvenli bir şekilde bertaraf etmek önemlidir. İşletmeler, atık oluşturmayan veya minimum atık üreten üretim yöntemlerini araştırmalı ve uygulamalıdır. Tedarik, üretim, pazarlama ve dağıtım gibi tüm aşamalarda atık oluşumu kaçınılmaz olduğu için işletmelerin atık yönetimi politikaları geliştirmeleri gerekmektedir. Atık yönetimi, atıkların azaltılması, toplanması ve çevreye en az zarar verecek şekilde yok edilmesi süreçlerini kapsar (Bekiş vd., 2011: 26).

Atık azaltımı için çeşitli önleme stratejileri ve yaklaşımlar kullanılmaktadır. Bu stratejiler arasında enerji ve hammadde kullanımının en aza indirilmesi, zararlı maddelerden kaçınılması, atık miktarlarının ve toksisitelerinin azaltılması, kaynaktan azaltım, tehlikeli hammadde kullanımının sınırlandırılması ve çevre dostu tasarım uygulamaları bulunmaktadır. Bu yaklaşımlar, atık oluşumunu önlemek ve çevresel etkileri en aza indirmek için önemli adımlar sunmaktadır (Demirer, 2009: 4).

Atık maddelerin azaltılması, gereksiz tüketimi de azaltarak hem doğal kaynakların korunmasını hem de enerji kullanımının düşürülmesini sağlar. Bu, işletmelerin atık bertarafı için harcadıkları enerji ve maliyetleri azaltarak ekonomik avantaj sağlar. Atık azaltma çalışmaları sadece üretimle sınırlı kalmamalı, üretilen ürünlerin kullanım sonrasında geri dönüştürülebilir veya çevreye en az zarar verecek şekilde bertaraf edilebilir olması gerekmektedir. Ambalaj malzemelerinin çevreye uyumlu hale getirilmesi de atıkların azaltılmasında etkilidir. Gelişmiş ülkeler, geri dönüşüme uygun ambalaj ve atıklara önem vermekte, bu sayede işletmelere mali kazanç sağlamaktadır. Çevre sorunlarının artan önemi, işletmeleri çevreci yeniliklere yöneltmiş, atık azaltımı ve geri dönüşüm ile doğal kaynak kullanımı azaltılarak sürdürülebilirlik ve çevreci üretim desteklenmiştir (Dede, 2019: 36-37).

## **2.5. Tarımda Yeşil Üretim ve Çevresel Sürdürülebilirlik: Tanımlar ve Kapsam**

*Yeşil üretim* kavramı, genel olarak doğal kaynak kullanımını optimize etmeyi, çevresel etkileri azaltmayı ve ekonomik faydayı maksimize etmeyi amaçlayan üretim

süreçlerini ifade eder (Zhu ve Sarkis, 2004: 265). *Tarım sektöründe yeşil üretim*; kimyasal girdilerin minimize edilmesi, organik tarım uygulamaları, su ve enerji verimliliği, atıkların geri dönüşümü ve biyolojik çeşitliliğin korunması gibi çevre dostu yöntemleri içermektedir (Pretty, 2008: 7-8).

Yeşil üretim, çevresel zararları azaltan, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını teşvik eden ve ekosistem sağlığını gözetilen üretim yöntemleri olarak tanımlanır. Tarımsal bağlamda bu, kimyasal gübre ve pestisit kullanımının azaltılması, toprak sağlığının korunması, yenilenebilir enerji kaynaklarının tarımda kullanılması ve karbon ayak izinin düşürülmesi gibi pratikleri kapsar (Zhu vd., 2005: 452).

*Yeşil Üretim*, ileri düzey teknolojiler ve yönetimsel stratejiler kullanılarak, aynı üretim kapasitesine daha az hammadde ve enerji ile ulaşmayı; böylece üretim süreci sonunda aynı miktarda ürün elde edilirken daha az atık oluşturmayı amaçlayan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım yalnızca tüketicilerin çevresel duyarlılıklarının artmasıyla açıklanamaz; aynı zamanda doğal kaynakların korunması, sürdürülebilir ekonomik büyüme ve endüstriyel verimliliğin artırılması gibi çok boyutlu hedefleri kapsar. Söz konusu tüm bu unsurların bütüncül biçimde uygulanması, Yeşil Üretim kavramının temelini oluşturur (Karaca, 2024: 8).

Çevresel sürdürülebilirlik, doğal kaynakların gelecek nesiller için korunmasını sağlamak amacıyla mevcut kaynakların dengeli ve etkin bir şekilde kullanılmasını ifade eder. Tarımda çevresel sürdürülebilirlik ise; toprağın verimliliğini koruma, su kaynaklarını etkin kullanma, biyolojik çeşitliliği sürdürme ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltma hedeflerine odaklanır (Tilman vd., 2002: 671).

Tarımda yeşil üretim ve çevresel sürdürülebilirlik çok boyutlu bir yapıya sahiptir ve şu temel başlıkları içerir (Sarıcı ve Erikli, 2022: 98-100):

- Doğal Kaynakların Yönetimi: Su ve toprak kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi temel unsurlardandır.
- Kimyasal Kullanımının Azaltılması: Kimyasal gübre ve pestisitlerin yerini biyolojik ve organik çözümler almaktadır.
- Enerji Verimliliği ve Yenilenebilir Enerji: Tarımda enerji verimliliği sağlanması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması önemlidir.
- Atık Yönetimi: Tarımsal atıkların geri dönüştürülmesi veya yeniden kullanımı sürdürülebilirliğin bir parçasıdır.
- Karbon Ayak İzinin Azaltılması: Sera gazı salınımını düşürmek için düşük karbonlu tarım uygulamaları yaygınlaşmaktadır.

- Ekolojik Denge ve Biyoçeşitlilik: Doğal yaşam alanlarının korunması ve biyolojik çeşitliliğin desteklenmesi yeşil üretimin önemli bileşenlerindendir.

Bu kapsamda sürdürülebilir tarım sistemleri, sadece çevreyi değil, aynı zamanda ekonomik ve sosyal boyutları da içermektedir. Tarım üreticilerinin gelir düzeylerinin korunması, kırsal kalkınmanın desteklenmesi ve gıda güvenliğinin sağlanması gibi konular, çevresel sürdürülebilirlik anlayışının ayrılmaz parçalarıdır (Pretty vd., 2011: 8).

## 2.6. Tarım Sektörünün Çevresel Etkileri

Tarım sektörü hem doğrudan doğal kaynakları kullanması hem de çeşitli üretim faaliyetleri sonucunda çevre üzerinde önemli etkiler oluşturması bakımından çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik bir alandır. Geleneksel ve yoğun girdili tarım uygulamaları; toprak bozulması, su kaynaklarının aşırı kullanımı, biyolojik çeşitlilik kaybı ve sera gazı emisyonları gibi çeşitli çevresel tehditlere yol açmaktadır (Pretty, 2008: 451-455).

Toprak üzerinde en yaygın görülen etkiler arasında erozyon, organik madde kaybı, toprak sıkışması ve tuzlanma yer almaktadır. Yoğun sürüm ve kimyasal gübre kullanımı, toprağın yapısını bozarak uzun vadede verimliliğin düşmesine neden olmaktadır. Öte yandan, sulama sistemlerinin verimsiz kullanımı yer altı su rezervlerinin tükenmesine ve yüzey sularında kirlenmeye yol açmaktadır (FAO, 2009: 6).

Tarımda kullanılan pestisitler ve sentetik gübreler hem doğrudan su kaynaklarını hem de ekosistemleri tehdit etmektedir. Pestisitlerin toprağa, havaya ve suya karışarak biyoakümülyasyon ve biyomagnifikasyon süreçleriyle doğal dengeyi bozduğu bilinmektedir. Aynı zamanda, tarım arazilerinde monokültür uygulamaları, yerel tür çeşitliliğini azaltarak biyolojik çeşitliliğin gerilemesine neden olmaktadır (Willett vd., 2019: 447).

Tarımsal faaliyetler ayrıca küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık %20–25'ine katkıda bulunmakta; özellikle metan ( $CH_4$ ) ve azot oksit ( $N_2O$ ) salımı açısından büyük paya sahiptir. Hayvancılık sektörü metan emisyonlarının, gübre kullanımı ise azot oksit salımının başlıca kaynağıdır (Masson-Delmotte, 2021: 40-41).

Bu bağlamda, tarımın iklim değişikliği üzerindeki etkileri de gün geçtikçe daha fazla önem kazanmaktadır. Dolayısıyla tarım sektörü, üretim süreçlerinin çevresel etkilerini en aza indirmeye yönelik stratejiler ve politikalar geliştirilmeksizin sürdürülebilir bir geleceğe katkı sunamayacaktır. Sürdürülebilir tarım uygulamaları, ekolojik dengenin korunmasını esas alan üretim biçimlerine geçişi zorunlu kılmaktadır (Çetin vd., 2020: 329).



## 2.7. Yeşil Üretim ve Sürdürülebilir Tarımın Önemi

Günümüzde küresel ölçekte gıda üretiminin artırılması gerekliliği, çeşitli uluslararası kuruluşlar ve araştırmacılar tarafından ortak bir görüş olarak benimsenmiştir. Artan dünya nüfusu, iklim değişikliğinin etkileri, tarımsal arazilerin azalması ve gıda güvenliği sorunları, tarım sektörünün sürdürülebilirlik perspektifinden yeniden ele alınmasını zorunlu kılmaktadır. Ancak, bu üretim artışının nasıl gerçekleştirileceği konusunda farklı görüşler ve yaklaşımlar bulunmaktadır (Byerlee vd., 2008: 12-13).

Bazı yaklaşımlar, tarımsal üretimin artırılmasının yeni tarım arazilerinin tarıma açılması yoluyla mümkün olabileceğini öne sürmektedir. Ancak, tarıma uygun yeni arazilerin sınırlı olması, arazi üzerindeki diğer insan faaliyetleriyle rekabet ve ekosistemlerin korunması gibi faktörler, bu çözüm önerisini hem maliyetli hem de sürdürülemez hale getirmektedir. Özellikle orman ekosistemleri gibi karbon depolama işlevi gören alanların korunması, arazi açma politikalarının çevresel ve iklimsel etkilerini daha da kritik hale getirmektedir (McIntyre vd., 2009: 255).

Alternatif görüşler ise gıda üretimindeki artışın, Yeşil Devrim yaklaşımlarının yeniden güçlendirilerek uygulanmasıyla sağlanabileceğini savunmaktadır. Bunun yanında bazı çevreler, tarım sistemlerinin yalnızca biyoteknolojik yöntemleri benimsemesi veya tamamen organik üretim yöntemlerine yönelmesi gerektiğini ileri sürmektedir. Tüm bu farklı yaklaşımlara rağmen ortak kanaat, mevcut tarım arazilerinden daha yüksek verim elde edilmesi gerektiği yönündedir. Diğer bir ifadeyle, tarımsal üretimde yoğunlaştırma zorunluluğu giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Baulcombe vd., 2009: 40).

Tarımsal yoğunlaştırma kavramı, geleneksel olarak üç temel yaklaşımla tanımlanmaktadır: hektar başına ürün veriminin artırılması, birim arazi üzerinde ekim yoğunluğunun artırılması (örneğin aynı alanda yılda birden fazla ürün yetiştirilmesi) ve düşük ekonomik değere sahip ürünlerden daha yüksek ekonomik değere sahip ürünlere geçiş yapılması. Ancak modern tarım uygulamalarında yoğun üretim hedefleri, doğal kaynakların aşırı kullanımına, toprak ve su kaynaklarının tükenmesine, çevresel kirlilik ve ekosistem bozulmalarına yol açabilmektedir. Bu tür olumsuz çevresel etkiler, piyasada ürün fiyatlarına yansımayan ve toplum üzerinde maliyet yaratan negatif dışsallıklar olarak literatürde tanımlanmaktadır (Dobbs ve Pretty, 2004: 220).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, modern tarım sistemlerinin görünürdeki üretim başarısının, uzun vadede çevresel ve sağlıkla ilgili ciddi olumsuz dışsallıkları maskeleydiğini ortaya koymuştur. Birçok ülkede su ve toprak kirliliği, biyolojik çeşitlilik kaybı, pestisit kalıntıları ve sağlık sorunları gibi çevresel problemler belgelenmiş ve bu

sorunların ekonomik maliyetleri hesaplanmıştır. Bu çevresel maliyetler, mevcut tarım sistemlerinin uzun vadeli verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından yeniden değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır (Pretty, 2008: 450).

Bu bağlamda, çevresel dışsallıkları azaltan alternatif uygulamalar ve üretim sistemlerinin geliştirilmesi giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu sorun “refahın atıkları” ile “yoksulluğun neden olduğu kıtlık” arasında bir Kuzey-Güney ayrımı olarak tanımlanmaktadır. Gelişmiş ülkelerdeki aşırı tüketim ve atık üretimi ile gelişmekte olan ülkelerdeki üretim eksiklikleri ve kaynak kıtlığı, tarım sistemlerinin sürdürülebilirlik hedeflerini küresel ölçekte etkileyen kritik bir eşitsizlik yaratmaktadır (Pretty vd., 2011: 6-7).

Bu noktada öne çıkan kavram, sürdürülebilir tarımsal yoğunlaştırmadır. Sürdürülebilir tarımsal yoğunlaştırma; mevcut tarım arazilerinden daha fazla çıktı elde etmeyi hedeflerken, çevresel olumsuz etkileri azaltmayı, doğal sermayeye katkıyı artırmayı ve ekosistem hizmetlerinin devamlılığını sağlamayı amaçlayan bütüncül bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır. Bu yaklaşım, yalnızca üretim artışını değil, aynı zamanda ekolojik sürdürülebilirliği, doğal kaynakların korunmasını ve sosyal refahı birlikte gözeten entegre bir kalkınma modeli sunmaktadır (Godfray vd., 2010: 813).

Sürdürülebilir tarımsal yoğunlaştırma, çevresel, ekonomik ve sosyal boyutları bir arada ele alarak, tarımsal faaliyetlerin uzun vadede hem insan hem de doğa yararına hizmet etmesini hedeflemektedir. Tarım sektöründe yeşil üretim uygulamalarının yaygınlaştırılması, çevre dostu teknolojilerin kullanımı, enerji verimliliği ve atık yönetimi gibi stratejilerin bütünsel bir şekilde uygulanması, sürdürülebilir tarım hedeflerine ulaşmada kritik bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, sürdürülebilir tarım politikalarının geliştirilmesi ve uygulanabilir çevresel stratejilerin benimsenmesi, yalnızca gıda güvenliği için değil, aynı zamanda ekosistemlerin korunması ve iklim değişikliği ile mücadele açısından da temel bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır (Killham, 2011: 30).

## **2.8. Yeşil Üretim Kavramları ve İlkeleri**

Bu başlık altında, yeşil üretimin tarımsal yansımaları detaylandırılarak; öncelikle yeşil tarımın tanımı ve kapsamı açıklanacak, ardından sürdürülebilir tarım ilkeleri üzerinde durulacaktır. Ekolojik tarım ve organik tarım kavramları karşılaştırmalı olarak ele alınarak uygulama farklılıkları ortaya konulacak; son olarak döngüsel ekonomi yaklaşımının tarım sektörüyle olan ilişkisi tartışılacaktır. Böylece, tarımda yeşil üretim ilkelerinin teorik altyapısı ortaya konularak, çevreye duyarlı tarımsal dönüşümün temel kavramları bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilecektir.

### 2.8.1. Yeşil Tarım: Tanım ve Kapsam

Yeşil üretim kavramını kapsamlı bir şekilde anlayabilmek için yeşil ürün geliştirme, yeşil inovasyon, yeşil pazarlama ve tüketici davranışları gibi çok boyutlu unsurların dikkate alınması gerekmektedir. “Yeşillik” kavramı, çevre dostu ve sürdürülebilir ürünleri ifade etmekte olup bağlama ve algıya göre değişkenlik gösterebilir. Yeşil ürün geliştirme performansı, yenilikçi, faydalı ve özgün fikirlerin ortaya konmasıyla ilişkilendirilirken, yeşil üretim işletmelerin üretim uygulamaları, ilkeleri ve yeteneklerini kapsayan yeni bir yönetim anlayışı olarak tanımlanmaktadır. Yeşil üretim lojistiği ise süreç kontrolü, simülasyon teknikleri ve bilgi teknolojileri ile entegre edilerek çevresel zararları azaltmayı ve enerji verimliliğini artırmayı hedefler. Tüketici davranışları da bu süreçte belirleyici rol oynamakta; satın alma niyeti, yeşil ürün algısı, sosyal etki ve marka tutumu gibi faktörlerden etkilenmektedir. Öte yandan, inovasyon hem yeşil ürün hem de süreç açısından rekabet avantajı ve sürdürülebilirlik için kritik öneme sahiptir. Ayrıca, yeşil tarım ürünlerine yönelik talep, fayda analizine dayalı farklılaştırma yönetimi ile açıklanabilir. Tüm bu gelişmelerin desteklenmesinde kamu politikaları da önemli bir yer tutmakta; yeşil ürünleri, enerji tasarruflu uygulamaları ve çevre dostu inovasyonu teşvik eden düzenlemeler, sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda, yeşil üretimin temel kavramlarının anlaşılması, çeşitli sektörlerde çevre dostu ve sürdürülebilir uygulamaların yaygınlaştırılması açısından büyük önem taşımaktadır (Özcan, 2024: 42-43).

Yeşil üretim, doğal süreçleri tarım sistemlerine entegre ederek çevreye zarar vermeden üretimi sürdürülebilir kılmayı amaçlayan bir yaklaşımdır. Bu kapsamda, sürdürülebilir tarım sistemleri; besin döngüsü, azot fiksasyonu, toprak yenilenmesi, biyolojik kontrol, alelopati ve rekabet gibi ekolojik süreçleri üretim sistemlerine dahil eder. Ayrıca, yenilenemeyen girdilerin kullanımının en aza indirilmesi, çiftçilerin bilgi ve becerilerinin üretim sürecine katılması ve ortak kaynak sorunlarının birlikte çözülmesi bu ilkelere dahildir (Pretty, 2008: 451-452).

Yeşil üretim (temiz üretim), üretim sürecinde ileri teknolojik yöntemler ve yönetsel yaklaşımların kullanılması yoluyla, aynı düzeyde çıktı elde ederken daha az hammadde ve enerji tüketilmesini, buna bağlı olarak da atık oluşumunun en aza indirilmesini amaçlayan bir üretim anlayışıdır. Bu yaklaşım yalnızca tüketici davranışlarındaki çevresel duyarlılığın artmasıyla açıklanamaz; aynı zamanda doğal kaynakların korunması, ekonomik kalkınmanın desteklenmesi ve endüstriyel verimliliğin artırılması gibi çok boyutlu hedefleri de kapsamaktadır. Söz konusu unsurların bütüncül bir biçimde

bir araya getirilmesiyle oluşan sistematik yapı, literatürde “yeşil üretim” olarak tanımlanmaktadır (Karaca, 2024: 8).

Yeşil üretim, doğal kaynak kullanımını en aza indirmeyi, atık miktarını azaltmayı ve çevreyle uyumlu malzemeler kullanmayı esas alan çevresel sürdürülebilirlik odaklı üretim süreçlerini ifade etmektedir. Bu yaklaşım, daha temiz üretim teknolojilerinin benimsenmesini, enerji verimliliğine dayalı uygulamaların hayata geçirilmesini ve çevresel iyileşmeyi destekleyen stratejilerin uygulanmasını kapsamaktadır. Yeşil üretimin temel amacı, ekonomik etkinlik ile ekolojik sorumluluk arasında dengeli bir yapı kurarak sanayi faaliyetlerinin daha sürdürülebilir ve çevreye duyarlı bir biçimde yürütülmesini sağlamaktır. Bu çerçevede, söz konusu üretim anlayışı bu bölümde ele alınacaktır (Whang ve Gupta, 2011: 5).

Yeşil üretimin amacı, çevresel sürdürülebilirliği sağlamak, ekonomik faydalar elde etmek ve tüketici davranışlarını olumlu yönde etkilemek gibi çok yönlü hedefleri kapsamaktadır. Bu üretim yaklaşımı, kaynak israfını ve kirliliği azaltarak ekolojik çevrenin korunmasına katkıda bulunmayı amaçlarken, aynı zamanda tüketicilerin çevreye duyarlı ürünleri tercih etmesini sağlamaya yönelik pazarlama stratejileri ve psikolojik yaklaşımlar da içermektedir. Yeşil üretim, ürünlerin çevresel niteliklerinin değerlendirilmesini, tüketici algılarının yönetilmesini ve bu algıların satın alma niyetine etkisini önemser. Ayrıca, tedarik zincirinin her aşamasına çevresel kaygıları entegre eden yeşil tedarik zinciri yönetimi sayesinde üretimden dağıtıma, kullanım ömrü sonu ürün yönetiminden geri dönüşüme kadar birçok süreçte çevresel etkiler en aza indirilerek sürdürülebilirlik ve verimlilik hedeflenmektedir. Sonuç olarak yeşil üretim, yalnızca çevre koruma değil, aynı zamanda uzun vadeli rekabet avantajı, kaynak verimliliği ve toplumsal refah için stratejik bir araç olarak değerlendirilmektedir (Özcan, 2024: 44-45).

Yeşil üretim, çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliğin bütüncül bir şekilde sağlanmasına katkı sunan stratejik bir yaklaşımdır. Üretim sürecine çevre dostu uygulamaların entegre edilmesiyle atıkların ve çevresel etkilerin azaltılması hedeflenirken, aynı zamanda finansal performans, sosyal sorumluluk ve iş güvenliği gibi alanlarda da olumlu etkiler yaratmaktadır. Yalın üretimle olan ortaklığı, kaynak israfını önlemeye yönelik çözümler sunarken, temiz üretim sistemleri ve yeşil girişimcilik uygulamaları da sürdürülebilir kalkınmaya destek olmaktadır. Yeşil üretimin başarısı, hükümet, işletme ve toplumun iş birliğini gerektiren çok paydaşlı yapısıyla dikkat çekerken; Endüstri 4.0 gibi ileri teknolojilerin katkısıyla çevresel ve sosyal faydaları artırma potansiyeline de sahiptir. Ayrıca, yeşil üretimin tedarik zinciri yönetiminde çevresel konuların entegrasyonunu sağlaması, kaynakların sorumlu kullanımı, çevre

kirliliğinin azaltılması ve uzun vadeli iş sürdürülebilirliğinin sağlanmasında kritik bir rol oynamaktadır. Tüm bu yönleriyle yeşil üretim, günümüz işletmeleri için sadece çevresel değil, aynı zamanda rekabetçi ve toplumsal sorumluluk bilinciyle şekillenen vazgeçilmez bir üretim anlayışıdır (Özcan, 2024: 46-47).

### **2.8.2. Sürdürülebilir Tarım İlkeleri**

Günümüzde tarımsal üretimin karşı karşıya olduğu temel sorunlardan biri, mevcut üretim sistemlerinden elde edilen verimliliğin artırılmasıyla birlikte çevresel etkilerin azaltılması gerekliliğidir. Bu bağlamda geliştirilen sürdürülebilir yoğunlaştırma kavramı, aynı arazi alanından daha fazla çıktı elde ederken çevresel olumsuz etkileri azaltmayı amaçlayan bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır. Geleneksel tarımsal yoğunlaştırmanın yalnızca üretim artışına odaklanmakta, sürdürülebilir yoğunlaştırmanın ise üretim artışını çevresel ve sosyal sorumlulukla dengelemeyi hedeflemektedir (Godfray vd., 2010: 812).

Tarım sistemlerinde sürdürülebilirliğe ilişkin endişeler, çevresel kaynak ve hizmetlere zarar vermeyen, çiftçiler için erişilebilir ve etkili olan, aynı zamanda gıda üretkenliğinde iyileşmelere yol açan teknoloji ve uygulamaların geliştirilmesi gerekliliği etrafında yoğunlaşmaktadır. Son yarım yüzyılda tarımsal üretkenlikte önemli ilerlemeler kaydedilmiş olsa da – bu artışlar çoğunlukla gübre, sulama suyu, tarım makineleri, pestisitler ve arazi kullanımının artışıyla sağlanmıştır – bu ilişkilerin gelecekte aynı doğrusal eğilimle devam edeceğini varsaymak aşırı iyimser bir yaklaşım olacaktır. Bu nedenle, biyolojik ve ekolojik süreçleri gıda üretimine entegre eden, çevreye ve çiftçi ile tüketici sağlığına zarar veren yenilenemeyen girdilerin kullanımını en aza indiren, çiftçilerin bilgi ve becerilerinden etkin biçimde yararlanarak pahalı dış girdiler yerine beşeri sermayeyi kullanan ve insanların ortak tarım ve doğal kaynak sorunlarını – zararlı yönetimi, havza yönetimi, sulama, orman ve kredi yönetimi gibi – birlikte çözme kapasitelerinden faydalanan yeni yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır (Pretty, 2008: 447).

Bu ilkeler, tarım sistemleri için doğal, sosyal, beşeri, fiziksel ve finansal olmak üzere beş temel sermaye varlığının inşasına katkı sağlar. Doğal sermayenin iyileştirilmesi temel hedeflerden biridir ve bu iyileşmeler, bitki ve hayvanların genotiplerinin ve bunların yetiştirildiği ekolojik koşulların en iyi şekilde kullanılmasından sağlanabilir. Tarımsal sürdürülebilirlik, hem modern biyolojik yaklaşımlar yoluyla genotip geliştirmelerine hem de ekolojik ve agronomik yönetim, düzenleme ve yeniden tasarımın faydalarına ilişkin bilgi birikiminin artırılmasına odaklanmayı gerektirir. Enerji akışı, besin döngüsü, popülasyon denge mekanizmaları ve sistem dayanıklılığını ele alan ekosistemlerin ekolojik yönetimi, tarımın peyzaj ölçeğinde yeniden tasarlanmasına

olanak tanıyabilir. Sürdürülebilir tarım uygulamaları, gıda üretkenliğinde artış, pestisit kullanımında azalma ve karbon dengeleri açısından olumlu sonuçlar doğurabilir. Ancak hem sanayileşmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde daha sürdürülebilir tarım üretim biçimlerinin yaygınlaşmasını destekleyecek ulusal ve uluslararası politikaların geliştirilmesi yönünde önemli zorluklar hâlen devam etmektedir (Pretty, 2008: 447).

*Çevresel sürdürülebilirlik* ilkeleri aşağıda 6 ana başlık altında ele alınmıştır (Güller vd., 2018: 16-19; FAO, 2014; Altieri, 2018; Tilman vd., 2002; Turhan, 2005):

1. *Toprak ve Su Yönetimi* ile ilgili olarak *toprak yönetimi kapsamında*, tarımsal faaliyet öncesinde toprak analizi yapılarak ağır metal ve çevresel kirleticilerden arı olduğu belgelenmeli; gübreleme ise toprak ve bitki özelliklerine göre uzman önerileri doğrultusunda doğru içerik, miktar ve zamanda uygulanmalıdır. Hayvan atıklarının etkisi kontrol altında tutulmalı, toprağın verimliliği ve zararlılarla mücadele için nadas, yeşil gübreleme ve rotasyon gibi yöntemler tercih edilmelidir. Toprak işleme işlemleri, uygun zamanda ve uygun ekipmanla gerçekleştirilerek toprak kalitesi korunmalı; işletme atıkları kompost yapılarak gübrelemeye entegre edilebilir. Erozyonun önlenmesi için biyolojik ve mekanik yöntemler kullanılmalı, toprak örtücü bitkiler rekabet etmeyecek şekilde seçilerek verimlilik artırılmalı ve herbisit kullanımı azaltılmalıdır. Mera alanlarında aşırı otlatma önlenmeli ve doğal ormanlardan elde edilen alanlar tarım amaçlı kullanılmamalıdır. *Su yönetimi kapsamında*, işletmenin su kaynakları yasal düzenlemelere uygun olarak belirlenmeli ve gerekli izinler alınarak sadece izinli yüzey ve yeraltı suları sulamada kullanılmalıdır. Sulama verileri kayıt altına alınmalı, anlaşmalarda belirtilen su miktarlarına uyulmalı ve suyun uygunluğu periyodik analizlerle kontrol edilmelidir. Kimyasal kirliliklerin izlenmesi ve önlenmesi sağlanmalı, toprak nemi ve bitki ihtiyaçlarına göre sulama programları hazırlanmalıdır. Su kıtlığına duyarlı bölgelerde az su isteyen türler tercih edilmeli, vahşi sulamadan kaçınılarak basınçlı sistemler gibi modern sulama yöntemleri kullanılmalıdır. Atık sular sulamada kullanılmamalı, tüm sulama ekipmanları düzenli olarak kalibre edilip bakım yapılarak su kayıpları önlenmeli ve verimlilik artırılmalıdır.
2. *Biyolojik Çeşitlilik, Doğal Yaşam ve Ekosistem* ile ilgili olarak *koruma ve geliştirme kapsamında*; tarım işletmesinin bulunduğu ekosistemde etkileyebileceği yaban hayatı ve doğal yaşam alanları belirlenerek koruma altına alınmalı; göç yolları veya habitatlarda yer alan tehdit altındaki türler dikkatle izlenmelidir. Biyoçeşitliliği artırmak amacıyla tarım dışı işlenmemiş

alanlar bırakılmalı, işletme içinde yaşayan vahşi türlerin avlanması ve ticareti kesinlikle yasaklanmalıdır. Arazide farklı yaşam alanlarının oluşması desteklenmeli, sınır bitkilendirmesi ve farklı zamanlarda çiçeklenen bitki türleri teşvik edilmelidir. Zararlıların yayılmasını önlemek ve toprak çeşitliliğini korumak adına çeşitli ürün desenleri oluşturulması önerilmektedir. *Tarım elverişli olmayan alanların korunması kapsamında;* işletme sınırları içindeki tarıma uygun olmayan alanlarda mevcut fauna ve flora çeşitliliği korunmalı; tarım özelliğini yitirmiş alanlara, yerel türlerle bitki örtüsü yeniden kazandırılmalıdır. Ayrıca, tarım dışı arazi kullanımlarında toprak koruma projelerine uyulması zorunludur.

3. *Enerji* ile ilgili olarak tarımsal işletmelerde farklı faaliyet alanlarının enerji ihtiyaçları belirlenip kayıt altına alınmalı; enerji kullanımında öncelikle yenilenebilir kaynaklar tercih edilmelidir. Bitkisel ve hayvansal atıklardan enerji üretimi için biyogaz tesisleri kurulması ve komşu işletmelerle ortak kullanım sistemlerinin geliştirilmesi önerilmektedir. Enerji verimliliği yüksek ekipmanlar tercih edilmeli, tüm ekipmanların düzenli bakım ve kalibrasyonu yapılarak yakıt ve enerji tüketimi en aza indirilmelidir. Ayrıca, lojistik faaliyetler yakıt tasarrufu sağlayacak şekilde optimize edilmelidir.
4. *Atık Yönetimi* ile ilgili olarak tarımsal işletmelerde etkin bir atık yönetimi için öncelikle bir plan oluşturulmalı; kompost, atık ve tehlikeli atık depoları yerleşim alanı dışında kurulmalıdır. Hiçbir atık su kaynaklarına atılamaz; budama, hasat ve hayvansal atıklar geri dönüştürülerek kompost yapılmalı veya toprağa karıştırılmalıdır. Hayvansal atıklardan kaynaklı kirlilik ve koku kontrol altına alınmalı, yeraltı sularını koruyacak izleme sistemleri kurulmalıdır. İdari binalardan çıkan organik, patojen içermeyen atıklar da komposta dönüştürülebilir. Zirai ilaç, gübre, yağ ve yakıtlar çevreyle teması önlenecek şekilde özel alanlarda hazırlanmalı ve ambalaj atıkları özel konteynerlerde toplanmalıdır. Geri dönüştürülemeyen tehlikeli atıklar mevzuata uygun şekilde bertaraf edilmeli; olası kazalara karşı acil durum eylem planları hazırlanmalı ve uygulanmalıdır. Ayrıca, ortak alanlarda geri dönüşüm kutuları bulundurulmalıdır.
5. *Tarımsal girdiler* ile ilgili olarak tarımsal girdilerin kullanımında, uluslararası anlaşmalar ve yasal mevzuata aykırı hiçbir girdi izinsiz tedarikçilerden temin edilemez, depolanamaz ve kullanılamaz; tüm tedarik ve satın alma süreçleri kayıt altına alınır. Girdi depoları uyarıcı tabelalarla işaretlenmeli, çalışanlar

bilgilendirilmeli; kimyasallar döküntüye yol açmayacak, çevre ve insan sağlığını tehdit etmeyecek şekilde, yiyecek, su ve yemlerden ayrı ortamlarda, nemden korunarak ve yeterli hava sirkülasyonu sağlanarak saklanmalıdır. Depolara giriş çıkışlar Depo Sorumlusu tarafından kaydedilmeli, çocukların ve yetkisiz kişilerin erişimi engellenmelidir. Riskleri önlemek amacıyla iş sağlığı ve güvenliği uzmanı istihdam edilmeli veya danışmanlık alınmalıdır. Girdiler, toprak ve bitki analizlerine göre uzman önerileri doğrultusunda ve toksisiteyi en aza indirecek şekilde kullanılmalı; tüm tarımsal makineler verimlilik esas alınarak seçilmeli, düzenli olarak temizlenip kalibrasyonu yapılmalıdır.

6. *İklim değişikliği* ile ilgili olarak tarımsal işletmelerde sera gazı (metan, azot oksit, karbondioksit vb.) emisyonlarının ölçümü ve takibi yapılarak iklim değişikliğine etkileri izlenir ve bu emisyonların azaltılması hedeflenir. Girdiler ve tarım ekipmanları, sera gazları ile hava kirleticilerin zararlarını en aza indirecek şekilde kullanılır. Ayrıca, iklim değişikliğinin bölgesel etkileri dikkate alınarak uzun vadeli ekim-dikim ve tarım politikaları planlanır.

*Sosyal sürdürülebilirlik ilkeleri* aşağıda 3 ana başlık altında ele alınmıştır (Güller vd., 2018: 20-21; FAO, 2014; Altieri, 2018; Tilman vd., 2002; Turhan, 2005):

1. *Çalışan hakları ve çalışma ortamı* ile ilgili olarak *sağlıklı ve güvenli çalışma şartları* kapsamında tarımsal işletmeler, çalışanlarına yasal mevzuata uygun, sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamı sağlamakla yükümlüdür; ulusal düzenlemelerin yetersiz kaldığı durumlarda uluslararası uygulamalar esas alınır. Fiziksel, cinsel veya psikolojik taciz yasaktır. İşletmeler, güvenli ve hijyenik iş yerleri sunmalı, çalışanlara barınma, beslenme, tıbbi bakım, içme suyu, tuvalet ve duş imkânları sağlamalıdır. Yemek ve dinlenme alanları oluşturulmalı, yıllık sağlık kontrolleri gizlilik esasına göre yürütülmeli, ilk yardım çantaları bulundurulmalı ve acil durumlar için araç temin edilmelidir. İş sağlığı ve güvenliği uzmanı ile işyeri hekimi istihdam edilmeli, yıllık risk değerlendirmesi yapılmalıdır. Kimyasallarla çalışanlar koruyucu ekipman kullanmalı; güvenlik duşları ve göz solüsyonları kolay erişilebilir yerlere yerleştirilmeli ve bu alanlarda uyarı levhaları ile eğitim sağlanmalıdır. Ayrıca, çalışanların güvenli ulaşımı sağlıklı araçlarla temin edilmelidir. *Çalışma süreleri ve ücret* kapsamında tarımsal işletmelerde tam zamanlı çalışanların ücretleri asgari ücretin altında olamaz; ücret belirlenirken işin niteliği, tecrübe ve verimlilik dikkate alınmalıdır. Haftalık çalışma süresi 45 saat olup, bu süreyi aşan çalışmalar için fazla mesai hükümleri uygulanır.



Her 6 iş günü sonrası bir gün hafta tatili verilmeli, yıllık izin süresi kıdeme bağlı olarak en az 14 gün olmalıdır. Fazla mesai zorunlu tutulamaz, gönüllülük esas alınır ve karşılığında izin ya da ek ödeme yapılır. Yönetim, çalışanlardan ek ödeme isteyen araçlarla çalışamaz ve disiplin cezaları ücret kesintisi yoluyla uygulanamaz. *Ayrımcılıkla mücadele* kapsamında tarımsal işletmelerde, etnik köken, din, cinsiyet, yaş, engellilik durumu, siyasi görüş veya sendika üyeliği gibi nedenlerle ayrımcılık yapılamaz; tüm yazılı ve sözlü ayrımcı davranışlardan kaçınılır. Terfi, ücret, işten çıkarma gibi konularda performans, kıdem ve yetkinlik esas alınarak eşitlik sağlanır ve dezavantajlı gruplara pozitif ayrımcılık uygulanır. *Sendikal hak ve özgürlükler* kapsamında çalışanlar, kendi iradeleriyle sendikaya üye olma, sendikal faaliyetlere katılma ve temsilci seçme hakkına sahiptir. Seçilen temsilciler toplu iş sözleşmelerinde üyelerini temsil eder. Sendikal faaliyetler nedeniyle hiçbir çalışan işten çıkarılamaz ya da cezalandırılmaz. *Anlaşmazlıkların yönetilmesi* kapsamında işletme yönetimi, çalışanlarla açık ve şeffaf iletişim kurmalı; iletişim yolları ve sorumlular net biçimde tanımlanmalıdır. Şikâyet ve önerilerde çalışanlara baskı yapılmamalı, anlaşmazlıklar adil, hızlı ve katılımcı bir şekilde çözülmelidir. *Çocuk işçi ve zorla işçi çalıştırma yasağı* kapsamında işletmelerde 15 yaş altı çocuklar çalıştırılmaz; kültürel sebeplerle yardım eden çocuklar ise zorla çalıştırılmaz. Asgari yaş altındaki çocukların eğitime devamı sağlanmalı; 18 yaş altındaki genç işçiler tehlikeli işlerde çalıştırılmamalıdır. Her türlü zorla çalıştırma, insan kaçakçılığı ve yasal izni olmayan yabancı işçi çalıştırılması yasaktır.

2. *Eğitim* ile ilgili olarak tarımsal işletmelerde, işçilerin çalışma alanlarına yönelik teorik ve uygulamalı eğitimler alması sağlanmalı; bu eğitimlerin içeriği ve sıklığı yönetim programına göre planlanmalıdır. Yetkinlik gerektiren makine ve ekipmanlar için çalışanların yeterlilikleri belgelenmeli ve yasal zorunluluklar kayıt altına alınmalıdır. Ayrıca, kimyasalların depolanması ve kullanımı ile ilgili eğitimler verilmeli; çalışanlara sürdürülebilir tarım ilkeleri konusunda periyodik bilgilendirme yapılmalıdır.
3. *Yerel toplum ile ilişkiler* ile ilgili olarak tarımsal işletme, faaliyet gösterdiği bölgedeki paydaşlarını ve onlarla ilişkilerini çevresel ve sosyokültürel yapıyı gözетerek açık biçimde tanımlar ve karşılıklı güven ile işbirliğine dayalı ilişkiler kurar. Bölgesel sürdürülebilir kalkınmayı desteklemek amacıyla istihdamda yerel işgücüne öncelik verir. Ayrıca, yerel toplumla paylaşılan doğal

kaynakların korunması ve sürdürülebilir kullanımı için çevre halkı ve yerel organizasyonlarla işbirliği geliştirir.

*Ekonomik sürdürülebilirlik* ilkeleri aşağıda 3 ana başlık altında ele alınmıştır (Güller vd., 2018: 22-23; FAO, 2014; Altieri, 2018; Tilman vd., 2002; Turhan, 2005):

1. *Yönetim Sistemi, Kayıtlar Düzeni ve Şeffaflık* ile ilgili olarak tarımsal işletmede, üretimden satışa kadar güvenlik, kalite ve şeffaflığı sağlayacak şekilde hedefleri, prosedürleri ve sorumlulukları açıkça tanımlayan bir yönetim sistemi oluşturulur. İşletme, çevredeki diğer işletmeler ve paydaşlarla işbirliği yapar, iyi uygulamalarını paylaşmaya açıktır. Yönetim, yasal mevzuatı takip eder ve değişiklikleri paydaşlara 15 gün içinde bildirir. Tüm uygulamalar ile enerji, su, işgücü ve zirai girdiler düzenli olarak kaydedilir. Belirlenen hedefler ekonomik, çevresel ve sosyal performansı geliştirmeye odaklanır ve bu hedeflere yönelik performans sürekli izlenir.
2. *Finansal İstikrar* ile ilgili olarak tarımsal işletmelerin finansal sürdürülebilirliği için gelir-gider dengesi uzun vadede kârlı ve istikrarlı olmalı; bu doğrultuda pazar yapısı, müşteri ilişkileri ve iklim değişikliğine bağlı ürün seçimi dikkate alınmalıdır. Kalifiye işgücünün sağlanması ve geliştirilmesi, enerji ve su verimliliği yüksek yatırımlar yapılması işletmenin kârlılığını artırır. Ürünlerde düşük hasar, fire ve kusur hedeflenmeli, depolama ve taşıma süreçleri optimize edilmelidir. Hijyen ve gıda güvenliği çerçevesinde hayvan sağlığı korunmalı; hastalıkların yayılmasını önlemek için biyogüvenlik önlemleri, düzenli sağlık kontrolleri ve etkili yönetim planları uygulanmalıdır. Veteriner hekim gözetiminde reçeteli ilaçlar doğru dozda kullanılmalı, kalıntı süreleri dikkate alınarak hayvansal ürünlerde ilaç kalıntısı riski ortadan kaldırılmalıdır.
3. *Ürün Seçimi ve Verimliliği* ile ilgili olarak tarımsal işletmeler, faaliyet gösterdikleri bölgenin iklim, toprak, su ve beşeri koşullarını dikkate alarak, havza temelli üretim modeli çerçevesinde uygun hayvansal ve bitkisel türleri seçmeli; verimlilik için ortalama ve birim başı verim ile pazarlanabilir ürün miktarını esas almalıdır. Su kaynaklarının sürdürülebilirliği analiz edilmeli; toprak ve su kaynakları biyolojik, kimyasal ve fiziksel açıdan değerlendirilmelidir. Ürünler için hasat zamanı çevresel ve ekonomik faydalar gözetilerek belirlenmeli, uygun tekniklerle ürün kayıpları azaltılmalıdır. Hayvansal üretimde hayvan refahı gözetilmeli, zarar vermeyen ekipmanlar kullanılmalı, temiz ve yeterli yem ile su sağlanmalı, yem kalitesi ve depolama koşullarına dikkat edilmelidir. Barınaklar hijyenik, güvenli ve uygun yaşam

koşullarını sağlayacak şekilde inşa edilmeli, yeterli alan, hava sirkülasyonu, kötü hava koşullarından koruma ve düzenli gübre temizliği sağlanarak hayvanların optimum verimi desteklenmelidir.

### 2.8.3. Ekolojik Tarım ve Organik Tarım Arasındaki Farklar

Ekolojik tarım ve organik tarım kavramları, genellikle birbirini yerine kullanılsa da içerik ve uygulama boyutlarında bazı farklılıklar barındırmaktadır. Her iki sistem de çevre dostu üretimi, doğal kaynakların korunmasını ve sürdürülebilir tarımsal faaliyetleri esas almakta; sentetik kimyasallar, hormonlar ve genetiği değiştirilmiş organizmaların (GDO) kullanımını kesin olarak reddetmektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024: 3).

Ekolojik tarım ile organik tarım farklarını genel olarak 3 başlık altında toplanabilir (Babaoğlu, 2025; IFOAM Organics International, 2022):

- i. *Ekolojik tarım*, doğrudan ekosistemin döngülerini, biyolojik çeşitliliği ve doğal dengenin korunmasını merkeze alır. Bu yaklaşımda yalnızca üretim değil, çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik ilkeleri de dikkate alınır. Ekolojik tarımın felsefesi, sadece ürün elde etmek değil, aynı zamanda doğayla uyumlu bir yaşam biçimi oluşturmaktır.
- ii. *Organik tarım*, daha çok sertifikasyona dayalı, yasal olarak düzenlenmiş bir tarımsal üretim biçimidir. Organik üretim, belirli yönetmelik ve denetim mekanizmaları çerçevesinde yürütülmekte olup, üreticilerin ürünlerini “organik” olarak pazarlayabilmeleri için bağımsız kontrol kuruluşları tarafından sertifikalandırılması zorunludur. Bu bağlamda, organik tarım daha teknik ve mevzuat odaklıdır.
- iii. Bir diğer önemli fark, organik tarımın *ürün temelli*, ekolojik tarımın ise *sistem temelli* olmasıdır. Organik tarımda dikkat ürünlerin sertifikalı olarak pazara sunulmasıyken, ekolojik tarım toprağın, suyun, havanın ve canlı çeşitliliğinin korunmasına bütünsel bir bakışla yaklaşır.

Sonuç olarak, her iki sistem de sürdürülebilir tarımsal üretim hedeflerine hizmet ederken, ekolojik tarım daha bütüncül bir çevresel duyarlılığı; organik tarım ise izlenebilir, kontrol edilebilir ve yasal güvencelere dayalı bir üretim sürecini temsil etmektedir (Willer ve Lernoud, 2019: 45-46).

### 2.8.4. Döngüsel Ekonomi ve Tarım

Döngüsel ekonomi, geleneksel lineer üretim-tüketim-atık modeline karşı geliştirilen, kaynakların maksimum verimlilikle kullanılmasını, atıkların yeniden

değerlendirilmesini ve üretim süreçlerinde sürdürülebilirliği esas alan bir ekonomik modeldir. Tarım sektöründe döngüsel ekonomi uygulamaları; atıkların kompost, biyogaz veya yem olarak geri kazanılması, suyun yeniden kullanımı, toprak verimliliğini artıran rejeneratif tekniklerin benimsenmesi gibi bütüncül yaklaşımlarla şekillenmektedir (Jurgilevich vd., 2016: 2-3; Özkan, 2024: 292).

Katma değerli tarım ile birlikte düşünülen bu model, yalnızca çiftçilere ekonomik kazanç sağlamakla kalmaz, aynı zamanda çevre dostu üretim süreçlerini teşvik ederek tarımsal üretimde sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasını kolaylaştırır. Özellikle organik üretim, yerel tedarik zincirleri ve çevre dostu işleme yöntemleri, döngüsel ekonomi yaklaşımlarının tarım sektörüne uyarlanmasında kilit rol oynamaktadır (Schreefel vd., 2020: 5; Rhodes, 2017: 110).

Döngüsel ekonomi modeli sayesinde, tarımsal üretim sürecinde ortaya çıkan atıkların yeniden işlenerek sisteme kazandırılması hem maliyetleri düşürmekte hem de ekosistem üzerindeki olumsuz etkileri azaltmaktadır. Bununla birlikte, yerel üretici ve tüketici arasındaki bağların güçlendirilmesi, kısa tedarik zincirlerinin kurulması ve agroekolojik (tarla tarımının ekoloji biliminin prensipleriyle anlaşılması ve bu bilgiyle uygulanması olup bitkisel üretimi ve hayvancılığı kapsar) ilkelerin yaygınlaştırılması, tarımsal döngüsellüğün sosyal boyutunu da kuvvetlendirmektedir (Clark vd., 2021: 186). Ancak bu sürecin yaygınlaşmasında karşılaşılan en önemli sorunlar arasında yüksek başlangıç maliyetleri, ölçek ekonomisi dezavantajları ve teknik bilgi eksiklikleri yer almaktadır. Bu nedenle döngüsel tarım uygulamalarının yaygınlaştırılabilmesi için yenilikçi politika desteğine, finansal teşviklere ve yerel düzeyde altyapı yatırımlarına ihtiyaç duyulmaktadır (Borrello vd., 2020: 2; Izaba vd., 2023: 32-33).

Sonuç olarak, döngüsel ekonomi, tarım sektörünü yalnızca ekonomik açıdan değil, çevresel ve sosyal boyutlarıyla da dönüştürme potansiyeline sahiptir. Yerel kalkınmanın desteklenmesi, atıkların azaltılması ve gıda sistemlerinin dirençliliğinin artırılması gibi etkileriyle döngüsel ekonomi, sürdürülebilir tarım politikalarının ayrılmaz bir parçası olarak değerlendirilmelidir (Balbay vd., 2021: 557; Özkan, 2024: 290).

## **2.9. Çevresel Sürdürülebilirlik Prensipleri**

Bu başlık altında, tarımda çevresel sürdürülebilirliğin temel ilkeleri açıklanarak, sürdürülebilir kalkınma anlayışı ile tarımsal faaliyetler arasındaki ilişki ortaya konulacaktır. Ekosistem hizmetlerinin tarımla olan etkileşimi değerlendirilirken, toprak, su ve hava kalitesinin korunmasına yönelik ilkeler vurgulanacaktır. Ayrıca biyolojik çeşitlilik ve tarımsal çeşitliliğin korunması, sürdürülebilirliğin hem ekolojik hem de

üretimsel yönünü destekleyen kritik unsurlar olarak ele alınacaktır. Bu doğrultuda, çevreye duyarlı tarım uygulamalarının sadece üretim verimliliği açısından değil, aynı zamanda doğal denge ve kaynakların devamlılığı bakımından da önemi bütüncül bir yaklaşımla incelenecektir.

### **2.9.1. Sürdürülebilir Kalkınma ve Tarım**

Çevresel sürdürülebilirlik ilkeleri kapsamında doğal kaynakların dikkatli yönetimi, toprak erozyonunun önlenmesi, su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı, biyolojik çeşitliliğin korunması ve ekosistem hizmetlerinin devamlılığının sağlanması gibi önceliklerin esas alınması gerekmektedir. Modern tarım sistemlerinin kısa vadeli üretim başarılarının, uzun vadede çevresel maliyetleri gizleyebileceği ve bu nedenle tarım politikalarının yalnızca üretim odaklı değil, ekosistem koruma temelli bir yaklaşımla geliştirilmesi gerekmektedir (Doğan ve Adanacıoğlu, 2022: 2; Godfray vd., 2010: 815).

Tarım sistemlerinin sürdürülebilirliğinde çevresel değerlerin korunması ve doğal sermayenin artırılması temel bir hedeftir. Tarımsal faaliyetlerin iklim düzenlemesi, biyolojik çeşitlilik, karbon tutumu, toprak oluşumu ve su döngüsü gibi ekosistem hizmetleriyle uyumlu hâle getirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için doğa ile uyumlu üretim sistemleri teşvik edilmeli, dışsallıklar minimize edilmeli ve doğal kaynaklar uzun vadeli kullanım perspektifiyle yönetilmelidir (Pretty, 2008: 461).

Sürdürülebilir kalkınma; çevresel bozulmayı önlemeyi, ekonomik büyümeyi desteklemeyi ve toplumsal refahı artırmayı hedefleyen, bütüncül ve uzun vadeli bir kalkınma modelidir. Tarım sektörü, bu üç boyutun bir arada değerlendirildiği en kritik alanlardan biri olup hem doğal kaynakların korunması hem de kırsal nüfusun ekonomik ve sosyal gelişimi açısından temel bir rol oynamaktadır. Geleneksel tarımsal üretim yöntemlerinin doğal kaynaklar üzerindeki baskısı ve iklim değişikliği gibi çevresel tehditler, sürdürülebilir tarım yaklaşımlarının gerekliliğini her geçen gün daha görünür kılmaktadır. Tarım sektörü Türkiye’de sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında hem stratejik bir alan hem de yapısal reform gerektiren bir sektör olarak değerlendirilmektedir. Sürdürülebilir tarım; toprağın verimliliğini koruyan, su kaynaklarını israf etmeden kullanan, biyolojik çeşitliliği destekleyen ve kimyasal girdileri asgariye indiren üretim biçimlerini içermektedir. Bununla birlikte, tarım politikalarının çevresel boyutu gözetilen bir yaklaşımla yeniden yapılandırılması, üreticiye verilen desteklerin sürdürülebilirlik kriterlerine bağlanması ve çiftçilerin çevre dostu uygulamalar konusunda eğitilmesi gerekmektedir. Ayrıca, kırsal kalkınma hedefleriyle sürdürülebilir kalkınma arasındaki

ilişki de dikkat çekicidir. Kırsal alanlarda yoksulluğun azaltılması, istihdamın artırılması ve yaşam kalitesinin yükseltilmesi, ancak çevresel sürdürülebilirlik ilkeleriyle uyumlu tarımsal üretimle mümkündür. Bu çerçevede, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin tarımsal üretim sistemlerine entegrasyonu hem ekolojik dengeyi korumakta hem de ekonomik ve toplumsal kalkınmayı desteklemektedir. Sonuç olarak, sürdürülebilir kalkınmanın başarısı, tarım sektörünün çevreye duyarlı, verimli ve sosyal adalet odaklı bir yaklaşımla yeniden yapılandırılmasına bağlıdır (Yılmaz ve Yücel, 2017: 197-198; Pezikoğlu, 2012: 83).

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH'ler), tarım sektörünü yalnızca gıda üretimi bağlamında değil, aynı zamanda çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarıyla da ele alan bütüncül bir yaklaşım geliştirmeyi zorunlu kılmaktadır. Bu doğrultuda, 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi; yeterli, güvenli ve besleyici gıdaya erişimi garanti altına alacak, insan haklarına duyarlı ve çevre dostu yeni bir tarımsal yaklaşım çağrısında bulunmaktadır. Bu çerçevede, agroekoloji temelinde şekillenen tarımsal ekolojik yaklaşımlar, sürdürülebilir gıda sistemlerinin oluşturulmasında stratejik bir rol oynamaktadır. Tarım, doğrudan geçim kaynağı sunduğu kırsal nüfusla birlikte SKH-1 kapsamında yoksulluğun azaltılmasına katkı sağlamakta; üretim maliyetlerini düşürerek küçük üreticilerin gelirlerini ve ekonomik dirençlerini artırmaktadır. Aynı zamanda, SKH-2 doğrultusunda açlığın sonlandırılması, gıda güvenliği ve sürdürülebilir tarımın teşvik edilmesi amacıyla, yerel bilgi ve kaynaklara dayalı üretim sistemleri ile biyolojik çeşitliliği ve ekosistem hizmetlerini koruyan yöntemler ön plana çıkmaktadır. Zararlı kimyasal girdilerin kullanımını azaltarak insan sağlığını ve çevreyi koruyan agroekolojik uygulamalar, SKH-3 ile uyumlu biçimde sağlıklı yaşamı ve refahı desteklemektedir. Bunlara ek olarak, tarımsal ekoloji; yaşam boyu öğrenme fırsatları sunarak SKH-4 ile, kadınların tarımsal üretim süreçlerindeki merkezi rolünü güçlendirerek SKH-5 ile, suyun sürdürülebilir yönetimini destekleyerek SKH-6 ile doğrudan ilişkilidir. Aynı zamanda kırsal istihdamı artırarak SKH-8'e, toplumsal eşitsizliklerin azaltılmasına katkı sunarak SKH-10'a, şehir-kır entegrasyonunu destekleyerek SKH-11'e ve sürdürülebilir tüketim ve üretim kalıplarını teşvik ederek SKH-12'ye hizmet etmektedir. Sonuç olarak, agroekoloji temelli tarım politikaları; iklim değişikliği ile mücadele (SKH-13), karasal ve denizel ekosistemlerin korunması (SKH-14 ve SKH-15), barışçıl ve kapsayıcı toplumların desteklenmesi (SKH-16) ve küresel iş birliğinin güçlendirilmesi (SKH-17) hedeflerine doğrudan katkı sağlayabilecek güçlü araçlar sunmaktadır. Bu yönüyle sürdürülebilir kalkınma ile tarım arasındaki ilişki, yalnızca sektörel değil, aynı zamanda sistemsal ve dönüşüm odaklı bir iş birliği alanı olarak değerlendirilmektedir (URL-1).

### **2.9.2. Ekosistem Hizmetleri ve Tarımsal Faaliyetler**

Ekosistem hizmetleri, doğal sistemlerin insan refahına doğrudan veya dolaylı katkılarını ifade eden bir kavram olup, sürdürülebilir kalkınma ve tarımsal faaliyetler açısından kritik bir planlama aracı olarak değerlendirilmektedir. Özellikle tarım alanları, gıda üretimi, su döngüsü, karbon depolama, polinasyon ve erozyon kontrolü gibi pek çok ekosistem hizmetinin üretiminde merkezî bir rol oynamaktadır. Tarımsal faaliyetler aracılığıyla sağlanan bu hizmetler aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik, biyoçeşitliliğin korunması ve toplum sağlığı açısından da stratejik öneme sahiptir. Bununla birlikte, tarım arazilerinin plansız genişlemesi, kimyasal girdi kullanımı ve monokültür uygulamaları gibi faktörler, ekosistem hizmetlerinin işlevselliğini ve kalitesini tehdit etmektedir. (Yılmaz Kaya ve Uzun, 2019: 2166).

Peyzaj planlama yaklaşımı çerçevesinde, ekosistem hizmetlerinin mekânsal olarak tanımlanması, haritalanması ve karar alma süreçlerine entegre edilmesi hem tarımsal üretimin verimliliğini hem de çevresel koruma hedeflerini aynı anda gerçekleştirme olanağı sunmaktadır. Bu bağlamda, üretim hizmetleri (gıda, tatlı su), düzenleyici hizmetler (iklim ve su akışı kontrolü), destekleyici hizmetler (besin döngüsü, toprak oluşumu) ve kültürel hizmetler (rekreasyon, estetik değer) olmak üzere dört ana kategoride sınıflandırılan ekosistem hizmetleri, tarım politikalarının doğa temelli çözüm stratejileri ile bütünleştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Reid vd., 2005: 2-4).

Tüm bu nedenlerle, ekosistem hizmetlerine dayalı yaklaşımlar yalnızca ekolojik sürdürülebilirliği sağlamakla kalmaz, aynı zamanda tarımsal faaliyetlerin ekonomik ve sosyal boyutlarını da güçlendirir. Türkiye’de ekosistem hizmetlerine ilişkin farkındalık artmakta ve yerel yönetimler ile planlama otoriteleri tarafından çeşitli peyzaj planlama projeleri aracılığıyla bu yaklaşımın tarımsal alanlara entegrasyonu desteklenmektedir (Yılmaz Kaya ve Uzun, 2019: 2181).

### **2.9.3. Toprak, Su ve Hava Kalitesinin Korunması**

Tarımsal üretim sistemlerinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin giderek daha görünür hale gelmekte olup bu durum tarımda çevresel sürdürülebilirlik prensiplerinin merkeze alınmasını zorunlu kılmaktadır. Arazi, su ve enerji gibi sınırlı doğal kaynaklar üzerindeki artan baskı, biyolojik çeşitlilik kaybı, ekosistem bozulmaları ve iklim değişikliğinin etkileri, tarımsal üretim faaliyetlerinin sürdürülebilirliğini tehdit eden temel faktörler olarak değerlendirilmektedir. Özellikle, tarım arazilerinin genişletilmesi yerine mevcut arazilerden daha fazla verim elde edilmesine öncelik verilmesi gerektiği; aksi takdirde, doğal ekosistemlerin sağladığı kamu mallarının (örneğin yağmur

ormanlarında karbon depolama kapasitesi) kaybedileceği ifade edilmektedir (Godfray vd., 2010: 814).

İnsanoğlunun doğayla olan etkileşimi tarih boyunca çevresel bozulma süreçlerinin şekillenmesinde önemli bir rol oynamıştır. İlk dönemlerde çevre üzerindeki insan etkisi sınırlı düzeydeyken, özellikle Aydınlanma Çağı sonrası hız kazanan sanayileşme ve teknolojik gelişmeler, çevresel bozulmanın boyutunu ciddi şekilde artırmıştır. Bu süreçte doğal çevre, kendini yenileme kapasitesinin ötesinde bir baskıya maruz kalmış; bozulma eğilimi süreklilik kazanmıştır. Toprak, su ve hava; ekosistem işleyişinin temel bileşenlerini oluşturmakta ve yaşamın devamlılığı açısından vazgeçilmez nitelikler taşımaktadır. Ancak bu kaynaklar, artan kentleşme, endüstriyel faaliyetler, yanlış tarımsal uygulamalar ve doğal kaynakların kontrolsüz tüketimi gibi nedenlerle ciddi tehdit altındadır. Özellikle toprağın organik madde yapısının bozulması, tarım arazilerinin erozyona uğraması, su kaynaklarının kimyasal ve biyolojik kirleticilerle kontamine olması ve hava kalitesinin sera gazları ile olumsuz etkilenmesi gibi sorunlar, çevresel sürdürülebilirliği doğrudan tehdit etmektedir. Bu nedenle çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için toprağın, suyun ve havanın doğal bileşenlerinin korunması ve dengeli bir biçimde kullanılması zorunludur. Doğal kaynakların bu hassas dengesi gözetilerek planlanması ve sürdürülebilir biçimde yönetilmesi; yalnızca çevre sağlığı açısından değil, aynı zamanda insan yaşamı, gıda güvenliği ve gelecek kuşakların refahı açısından da kritik öneme sahiptir. Bu yaklaşım, sürdürülebilir yaşamın temelini oluşturan ekolojik bütünlüğün korunmasına katkı sunacaktır (Menteşe, 2017: 381).

#### **2.9.4. Biyolojik Çeşitlilik ve Tarımsal Çeşitlilik**

Biyolojik çeşitlilik, sadece türlerin çokluğundan ibaret olmayıp aynı zamanda genetik çeşitlilik ve ekosistem düzeyindeki farklılıkları da kapsar. Tarım sistemlerinde bu çeşitlilik; yerel tohumların, geleneksel hayvan ırklarının ve doğal yaşamın korunmasını içerir. Ancak modern tarım uygulamaları, özellikle yoğun kimyasal kullanımına ve genetik olarak değiştirilmiş organizmaların yaygınlaşmasına dayalı üretim biçimleri hem çevresel dengeyi hem de tarımsal biyolojik çeşitliliği tehdit etmektedir. Türkiye’de 1960’lara kadar onlarca yerel buğday türü yaygın olarak yetiştirilmekteyken, günümüzde bu çeşitlerin büyük bölümü modern türlerle yer değiştirmiştir. Bu durum, yerel çeşitlerin besin değeri, hastalıklara dayanıklılık ve kuraklık toleransı gibi özelliklerin kaybına neden olmaktadır (Pinstrup-Andersen, 2009; Sunderland, 2011).

Tarımsal ürünlerde yaşanan tek tipleşme, biyolojik çeşitliliğin daralmasıyla birlikte insan sağlığı açısından da riskler doğurmaktadır. Aynı zamanda arı, yarasa ve diğer



tozlaştırıcı canlıların popülasyonundaki azalma da tarımsal çeşitliliği doğrudan tehdit eden bir başka önemli unsurdur. Oysa ki, tarımsal üretim büyük ölçüde bu canlıların sağladığı ekosistem hizmetlerine bağlıdır. Günümüzde biyolojik çeşitliliğin korunması, yalnızca ekolojik bir zorunluluk değil, aynı zamanda gıda güvenliğinin ve sürdürülebilir tarımın teminatı olarak değerlendirilmelidir. Bu bağlamda, geleneksel bilgiye dayalı üretim biçimlerinin desteklenmesi, yerel tohumların korunması ve çok türliliğe dayalı tarım sistemlerinin teşvik edilmesi önem kazanmaktadır (Kurt, 2017: 13).

## **2.10. Yeşil Üretim Uygulamaları**

Bu başlık altında, çevresel sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda geliştirilen başlıca yeşil üretim uygulamaları ele alınmaktadır. Öncelikle, tarımsal üretimin temelini oluşturan toprakların korunması ve sürdürülebilir yönetimi incelenecek; ardından su kaynaklarının etkin ve verimli kullanımını hedefleyen sürdürülebilir su yönetimi uygulamalarına yer verilecektir. Ayrıca, kimyasal girdilerin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla doğal gübre ve pestisit kullanımına yönelik yaklaşımlar değerlendirilecektir. Son olarak, toprak verimliliğini ve biyolojik çeşitliliği artırmaya yönelik olarak bitki rotasyonu ve polikültür uygulamaları tanıtılacaktır. Bu kapsamda bölüm, tarımda çevre dostu üretim pratiklerinin sahadaki yansımalarını sistematik biçimde analiz etmeyi amaçlamaktadır.

### **2.10.1. Toprak Koruma ve Yönetimi**

Yeşil üretim anlayışı kapsamında toprak kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir kullanımı öncelikli hedefler arasında yer almaktadır. Toprak verimliliğinin uzun vadede sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla, üretim süreçleri toprak yapısını bozan uygulamalardan arındırılmakta; kimyasal kirliliği azaltıcı yöntemler geliştirilmektedir. Bu bağlamda, hammadde temininden nihai ürüne kadar olan üretim döngüsü içerisinde doğal dengenin korunması esastır. İşletmeler, toprak yönetiminde özellikle katı atıkların minimize edilmesi ve toprağa zarar vermeyecek şekilde bertaraf edilmesi gibi kriterleri göz önünde bulundurmaktadır (Moisander, 2007; Cao vd., 2019; Orji ve Wei, 2016; Shrivastava ve Shrivastava, 2017).

Türkiye'nin büyük bir bölümünün eğimli arazilerden oluşması, toprak koruma ve yönetimini özellikle tarımsal sürdürülebilirlik açısından kritik hale getirmektedir. Toprakların fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi, su iletkenliğinin artırılması, profil içi su rejiminin düzenlenmesi ve bitkiye uygun bir ortamın sağlanması açısından önem taşımaktadır. Yapılan araştırmalar, strüktürel açıdan gelişmiş topraklarda havalanma ve

su tutma kapasitesinin arttığını, bitki besin maddelerinin alımının kolaylaştığını ve erozyona karşı dayanıklılığın yükseldiğini göstermektedir. Bu nedenle, toprak fiziksel özelliklerinin farklı arazi kullanım biçimlerine göre nasıl değiştiğinin incelenmesi hem toprak kalitesinin değerlendirilmesi hem de sürdürülebilir üretim stratejilerinin belirlenmesi açısından önemlidir. Agregat büyüklük dağılımı ve agregat stabilitesi<sup>1</sup> gibi fiziksel göstergeler, toprak kalitesinin belirlenmesinde temel ölçütler olarak kabul edilmekte; bu ölçümler aynı zamanda toprak yapısının çevresel etmenlere karşı direncini değerlendirmede de kullanılmaktadır (İmamoğlu ve Dengiz, 2020: 53-54).

### 2.10.2. Sürdürülebilir Su Yönetimi

Su kaynaklarına erişim, özellikle çocuklar ve savunmasız gruplar açısından bir ayrıcalık değil, temel bir insan hakkı ve yaşamsal gereksinimdir. Artan kentleşme, sanayileşme, küresel ısınma ve tarımsal faaliyetler gibi etmenler, su talebini hızla yükseltmekte ve temiz içme ve kullanma suyu kaynakları üzerinde ciddi bir baskı oluşturmaktadır. Bu bağlamda, mevcut su kaynaklarının korunması ve verimli kullanımı, su krizini önlemeye yönelik sürdürülebilir çözümler arasında yer almaktadır. Su yönetimi; ekosistemlerin, bireylerin ve sektörlerin su taleplerini dikkate alarak kaynakların dengeli, etkin ve çevreyle uyumlu biçimde kullanılmasını hedefleyen, planlama, politika geliştirme, kalite koruma, yatırım, denetim ve yaptırım süreçlerini içeren çok boyutlu bir yönetim yaklaşımıdır. Sürdürülebilir su kullanımı ise suyun tek bir damlasının bile israf edilmeden, çevresel sürdürülebilirliği gözetten bir anlayışla değerlendirilmesini ifade etmektedir. Bu kapsamda, su tüketiminin azaltılmasına yönelik uygulamaların teşvik edilmesi, suyun yeniden kullanımını sağlayacak teknolojilerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, aynı zamanda su tasarrufuna dayalı bütüncül modellerin hayata geçirilmesi gerekmektedir (Kırtorun ve Karaer, 2018; Karcıoğlu ve Öztürk, 2023).

Yeşil üretim sistemlerinde suyun etkin ve verimli kullanımı, ekolojik sürdürülebilirlik açısından kilit bir rol oynamaktadır. Suyun üretim aşamalarında gereksiz tüketimini engelleyen ve yeniden kullanımını teşvik eden yöntemler ön plana çıkmaktadır. Bu uygulamalar, aynı zamanda işletmelere maliyet avantajı sağlarken, doğal

---

<sup>1</sup> Toprak, farklı boyutlardaki parçacıklardan oluşur. Bu parçacıklar su, kil, silt ve organik maddelerle birleşerek *agregat* adı verilen daha büyük yapılar oluştururlar. *Agregat büyüklük dağılımı*, bu yapıların çaplarına göre sınıflandırılarak toprak içinde yüzdesel olarak nasıl dağıldığını ifade ederken; *agregat stabilitesi*, özellikle su etkisi altında bu yapıların dağılmadan bütünlüğünü koruyabilme yeteneğini ifade eder. Her iki özellik, toprağın su tutma kapasitesi, havalanma, kök gelişimi ve erozyona karşı direnci gibi fiziksel özelliklerini belirlemede kritik rol oynar.

su kaynaklarının tükenmesini önlemeye yönelik çevresel sorumluluğu da beraberinde getirir. Atık su yönetimi, suyun geri kazanımı ve süreç içi su tüketiminin azaltılması, çevresel etkiyi en aza indirme hedefiyle yürütülmektedir (Yücel ve Ekmekçiler, 2008; Rehman vd., 2016; Maruthi ve Rashmi, 2015).

### **2.10.3. Doğal Gübre ve Pestisit Kullanımı**

Tarımda kullanılan pestisitler, zararlı organizmalarla mücadele amacıyla toprak, tohum ya da hasat dönemi ürünlerine çeşitli yöntemlerle uygulanmakta olup; bu uygulamalar sırasında insanlar ve çevre üzerinde ciddi olumsuz etkiler oluşturabilmektedir. Elle uygulama, sprey şeklinde püskürtme ya da buharlama gibi yöntemlerle kullanılan bu kimyasallar; solunum yoluyla, deri temasıyla ya da kontamine gıdaların tüketimi sonucu organizmaya alınabilmektedir. Pestisit maruziyeti sonucunda akut ya da kronik zehirlenmeler, nörotoksik, kanserojenik, mutajenik, teratojenik ve ekotoksikolojik etkiler meydana gelebilmektedir. Akut toksisite, kısa sürede yüksek dozlara maruziyetle gelişirken; kronik toksisite, düşük dozların uzun süreli etkileriyle ortaya çıkmakta ve LD50 değeri ile ifade edilmektedir. Pestisitlerin çevrede birikmesiyle oluşan kalıntılar, insan sağlığı açısından tehdit oluşturmakta ve bu kalıntılar için ülkeler tarafından belirlenen azami kalıntı limitleri (MRL) referans alınmaktadır. MRL değerleri; pestisit toksikolojik özelliklerine ek olarak, uygulandığı ürünün tarım yöntemi, çevresel koşullar, ilaçlama sıklığı ve ürünün tüketiciye ulaşma süresi gibi değişkenlere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu kapsamda doğal gübrelerin kullanımı ve kimyasal pestisitlerin yerine çevre dostu biyolojik mücadele yöntemlerinin benimsenmesi hem insan sağlığının korunması hem de çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması açısından yeşil üretimin temel ilkelerinden biri olarak öne çıkmaktadır (Cemaloğlu, 2021: 8-9)

Geleneksel tarımsal üretim modellerinde kullanılan sentetik gübre ve pestisitlerin çevreye olan zararlarına karşılık, yeşil üretim yaklaşımı doğal girdilerin kullanımını teşvik etmektedir. Organik maddelerle zenginleştirilmiş doğal gübreler hem toprak kalitesini iyileştirmekte hem de su ve hava kirliliğini azaltmaktadır. Aynı şekilde, biyolojik kökenli pestisitler sayesinde hem ürün kalitesi korunmakta hem de ekosistem üzerindeki baskı hafifletilmektedir. Bu yaklaşım, doğayla uyumlu üretim döngüsünün sağlanmasına katkı sunmaktadır (Yavuz, 2010; Seth vd., 2018; Rehman, 2016).

### **2.10.4. Bitki Rotasyonu ve Polikültür Uygulamaları**

Tarımda sürdürülebilirliği destekleyen bir diğer yeşil üretim uygulaması ise bitki rotasyonu ve polikültür sistemleridir. Tek tip ürün yetiştiriciliğinin (monokültür) yol

açtığı toprak yorgunluğu ve zararlı baskısının önüne geçmek amacıyla, çeşitli türlerin bir arada yetiştirilmesi stratejisi benimsenmektedir. Bu yöntemler hem biyolojik çeşitliliği korumakta hem de doğal kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlamaktadır. Ayrıca, polikültür uygulamaları, üretim risklerini azaltmakta ve tarımsal dayanıklılığı artırmaktadır (Sangwan ve Choudhary, 2018; Ghazilla vd., 2015; Prasad vd., 2016).

Bitki rotasyonu, belirli bir tarım arazisinde birbirini izleyen üretim dönemlerinde farklı bitki türlerinin dönüşümlü olarak yetiştirilmesi esasına dayanan geleneksel ve bilimsel olarak kanıtlanmış bir tarım uygulamasıdır. Bu yöntem, sürdürülebilir tarım sistemlerinin temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilmekte olup hem toprağın biyofiziksel sağlığını korumak hem de verimliliği artırmak amacıyla yaygın şekilde kullanılmaktadır. Farklı bitkilerin farklı besin maddelerine olan ihtiyaçları, kök derinlikleri ve toprak mikroorganizmalarıyla olan etkileşimleri sayesinde, ardışık olarak farklı ürünlerin yetiştirilmesi topraktaki besin dengesinin korunmasına ve belirli besin elementlerinin tükenmesinin önlenmesine katkı sağlar. Örneğin, baklagil bitkileri azot fiksasyonu yaparak toprağa azot kazandırırken, tahıl gibi bitkiler bu azottan faydalanabilir. Ayrıca mahsul rotasyonu, zararlı organizmaların ve bitki hastalıklarının baskılanmasında doğal bir kontrol mekanizması işlevi görür. Sürekli aynı ürünün yetiştirilmesi durumunda belirli hastalık ve zararlı popülasyonlarının artması söz konusu iken, rotasyon sayesinde bu organizmaların yaşam döngüsü kesintiye uğratılmakta ve yoğunlukları doğal olarak azaltılmaktadır. Bu yönüyle mahsul rotasyonu, hem tarımsal üretimin çevresel etkilerini azaltmakta hem de tarımın uzun vadeli sürdürülebilirliğine katkı sunmaktadır. Tarımsal girdi kullanımını azaltması, toprak yapısını iyileştirmesi ve biyolojik çeşitliliği desteklemesi nedeniyle gıda güvenliğinin sağlanmasında stratejik bir rol oynamaktadır (Richmond Vale Academy, 2022; Özeke ve Ulutürk, 2006).

Polikültür tarımı, aynı tarım arazisi üzerinde birden fazla ürünün birlikte yetiştirildiği bir tarım yöntemidir. Bu yöntem, bulunduğu bölgenin iklim ve toprak koşullarına uygun ve yerel olarak erişilebilen çeşitli ürünlerin bir arada yetiştirilmesini esas alır. Polikültür, tek bir ürünün geniş bir alanda yetiştirildiği monokültür uygulamasından farklıdır. Polikültür yöntemini benimseyen çiftçiler hem kendileri hem de içinde bulundukları topluluklar için daha fazla gıda üretme imkânı bulmakta; aynı zamanda toprağın korunmasına da katkı sağlamaktadırlar. Bu katkılar, ürün rotasyonu, faydalı böcekleri çeken bitkilerin birlikte ekilmesini ifade eden arkadaş bitki dikimi (companion planting) gibi zararlı kontrol yöntemleri ve aynı sıra üzerinde birden fazla ürünün birlikte yetiştirilmesini ifade eden karışık ekim (intercropping) gibi uygulamalarla

sağlanmaktadır. Polikültür tarımı bu yönüyle tarımsal biyolojik çeşitliliği artıran, sürdürülebilirliği teşvik eden bir üretim biçimidir (Garrett, 2023; Berber vd., 2019).

### **2.11. Enerji Verimliliği ve Yenilenebilir Enerji Kullanımı**

Bu başlık altında, öncelikle tarımda kullanılabilecek yenilenebilir enerji kaynakları incelenecek; güneş, rüzgâr ve biyokütle gibi alternatif enerji türlerinin sektöre entegrasyonu değerlendirilecektir. Ardından, enerji tasarrufunu artırmaya yönelik geliştirilen enerji verimli tarım ekipmanları ele alınarak, teknolojik dönüşümün sürdürülebilirlik üzerindeki etkileri tartışılacaktır. Son olarak, tarımsal üretimin neden olduğu karbon ayak izinin azaltılmasına yönelik stratejilere ve bu stratejilerin çevresel katkılarına odaklanılacaktır. Bu doğrultuda bölüm, tarımsal faaliyetlerde enerji kullanımına ilişkin çevreci yaklaşımların uygulanabilirliğini ve etkilerini bütüncül bir şekilde ortaya koymayı hedeflemektedir.

#### **2.11.1. Tarımda Yenilenebilir Enerji Kaynakları**

Modern tarım sistemleri, yüksek üretim kapasitelerine ulaşmak amacıyla büyük ölçüde fosil yakıt temelli girdilere, kimyasal gübre ve pestisitlere, yoğun sulama sistemlerine ve ağır tarımsal makineleşmeye dayanmaktadır. Bu yoğun kaynak kullanımı, bir yandan enerji verimliliğini düşürürken, diğer yandan çevresel dışsallıkları artırarak sera gazı emisyonlarının yükselmesine, toprak bozulmalarına ve su kaynaklarının tükenmesine neden olmaktadır. Özellikle üretim sürecinde kullanılan makineler ve kimyasalların imalatı, taşınması ve uygulanması süreçlerinde yoğun enerji tüketimi söz konusudur (Dursun vd., 2015; Pretty, 2008).

Sürdürülebilir tarım uygulamaları ise bu olumsuzluklara karşı yenilenebilir enerji kaynaklarının (güneş, rüzgâr, biyogaz gibi) üretim sistemlerine entegrasyonunu teşvik ederken, aynı zamanda enerji verimliliğini artıracak stratejileri ön plana çıkarmaktadır. Bu kapsamda, toprak organik maddesinin korunması sadece ekolojik denge açısından değil, aynı zamanda toprakta karbon tutulumu ve enerji döngüsünün sürekliliği açısından da önemlidir. Sistem içi enerji akışlarının dengelenmesi, atıkların enerjiye dönüştürülmesi, agroekolojik prensiplerin desteklenmesi ve çiftlik ölçeğinde kapalı döngülerin kurulması gibi uygulamalar enerji bağımlılığını azaltmakta ve sürdürülebilir üretimi mümkün kılmaktadır. Dolayısıyla, enerji verimliliği yüksek, yenilenebilir kaynakları kullanan ve çevresel etkileri minimize eden üretim sistemlerinin yaygınlaştırılması, yalnızca enerji tasarrufu sağlamakla kalmaz; aynı zamanda iklim

değişikliğiyle mücadele, gıda güvenliği ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında da stratejik bir rol üstlenmektedir (Kendirli ve Çakmak, 2010; Pretty, 2008).

### 2.11.2. Enerji Verimli Tarım Ekipmanları

Tarım sektöründe artan enerji maliyetleri, çevresel kaygılar ve iklim değişikliğine karşı mücadele, enerji verimli tarım ekipmanlarının önemini daha da artırmıştır. Modern tarım sistemleri, fosil yakıt temelli girdilere büyük ölçüde bağımlı hâle gelmiş olup bu durum hem sera gazı emisyonlarının artmasına hem de enerji verimliliğinin düşmesine yol açmaktadır (Pretty, 2008: 447). Bu nedenle, üretimde kullanılan ekipmanların enerji tüketimini azaltan, çevreyle uyumlu ve ekonomik sürdürülebilirliği destekleyen araçlarla değiştirilmesi bir zorunluluk hâline gelmiştir (FAO, 2009: 2; Çakmak ve Gündüz, 2011).

Enerji verimli tarım ekipmanları, minimum girdi ile maksimum verim elde edilmesini hedefleyen, modern mühendislik çözümlerine dayanan sistemlerdir. Bu sistemler aşağıdaki gruplarda incelenebilir (Canakci ve Akinci, 2006; Öztürk, 2023; Taşkın ve Vardar, 2016; Ozturk ve Bascetincelik, 2006):

- *Yakıt Tüketimi Azaltılmış Traktörler ve Motorlu Araçlar:* Yeni nesil traktörlerde kullanılan motor teknolojileri, otomatik motor devri ayarları, yük algılama sistemleri ve elektronik kontrol üniteleri sayesinde yakıt tüketimi düşürülmekte, aynı zamanda verimlilik artırılmaktadır. Elektrikli ve hibrit motorlu tarım makineleri, dizel motorlara göre daha düşük emisyon değerlerine sahiptir (IEA, 2021).
- *Minimum Toprak İşleme Makineleri:* Toprağın yapısını bozmadan işleme imkânı sunan sıfır toprak işleme makineleri (no-till systems), hem toprak nemini korur hem de traktörlerin yakıt tüketimini azaltır. Bu yöntemle toprak sıkışması önlenir, karbon salımı düşer.
- *Güneş Enerjili ve Yenilenebilir Enerji Destekli Sulama Sistemleri:* Tarımda en yoğun enerji kullanılan alanlardan biri sulamadır. Bu bağlamda, güneş enerjili su pompaları hem maliyeti azaltmakta hem de dışa bağımlılığı sona erdirmektedir. Damla ve yağmurlama sulama sistemleri de enerji ve su verimliliğini aynı anda sağlamaktadır.
- *Biyogaz Sistemleri ile Çalışan Ekipmanlar:* Hayvansal atıklardan elde edilen biyogaz, özellikle kırsal alanlarda tarımsal üretimi destekleyen, yerel ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Bu sistemler hem atık yönetimini kolaylaştırmakta hem de enerji ihtiyacını karşılamaktadır.

- *Akıllı Tarım Teknolojileri ve GPS Destekli Makineler:* Tarla içi GPS destekli yönlendirme sistemleri, hassas ekim makineleri, sensör tabanlı gübreleme ve hasat araçları ile girdi kayıpları minimize edilirken enerji tüketimi de düşürülmektedir. Bu sistemler aynı zamanda tarımsal üretimde dijitalleşmeyi desteklemekte ve kaynak kullanımını optimize etmektedir.

Bu teknolojilerin yaygınlaştırılması, sürdürülebilir tarım sistemlerine geçişin teknik altyapısını oluşturmakta ve çevresel etkileri en aza indirmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde bu tür ekipmanlara erişimin desteklenmesi, enerji yoğunluğunun azaltılmasında kritik rol oynamaktadır.

### **2.11.3. Karbon Ayak İzinin Azaltılması**

Karbon ayak izi, bireysel veya toplumsal düzeyde yürütülen faaliyetlerin doğrudan ya da dolaylı olarak neden olduğu toplam sera gazı salımlarını ifade etmektedir (Galli vd., 2012: 100). Bu kavram, ekolojik ayak izinin alt bir kategorisi olarak geliştirilmiş olup, özellikle iklim değişikliğiyle mücadelede insan etkisini ölçme açısından kritik bir göstergedir (Wiedmann ve Minx, 2007: 1-2). Tarımsal üretimden ulaşıma, enerji tüketiminden sanayiye kadar pek çok faaliyet alanında oluşan karbon emisyonları, çoğunlukla fosil yakıt temelli enerji kullanımından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, enerji kullanımının optimize edilmesi, enerji verimliliği uygulamalarının yaygınlaştırılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesi, karbon ayak izinin azaltılmasında etkili stratejiler arasında yer almaktadır (Danışman ve Özalp, 2016: 99).

Karbon ayak izinin hesaplanmasına yönelik uluslararası düzeyde kabul gören çeşitli yöntemler ve standartlar bulunmaktadır. Bunlar arasında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Kyoto Protokolü, Sera Gazı Protokolü ve ISO 14064 standardı gibi düzenlemeler öne çıkmaktadır. Türkiye, bu uluslararası sürece ilk olarak 2004 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne, ardından 2009 yılında Kyoto Protokolü'ne taraf olarak dâhil olmuştur. Her ne kadar ülkemizin bağlayıcı bir salım azaltım yükümlülüğü bulunmasa da karbon salımlarının azaltılmasına yönelik çeşitli politika ve uygulamalar geliştirilmekte ve teşvik edilmektedir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2013: 1-9). Bu çerçevede, 2014 yılında yürürlüğe giren Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik, Türkiye'nin karbon ayak izi azaltım sürecini destekleyen önemli yasal düzenlemelerden biridir (Resmî Gazete, 2015: 1-5).

## **2.12. Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm**

Bu başlık altında öncelikle, tarımsal üretim sonucu ortaya çıkan organik ve inorganik atıkların yönetimi ve geri dönüşüm süreçleri ele alınacaktır. Devamında, bitkisel ve hayvansal atıklardan elde edilen kompostun tarımsal üretimde değerlendirilmesine olanak tanıyan kompostlama teknikleri açıklanacaktır. Son olarak, tarımsal faaliyetler sırasında ortaya çıkan atık suların çevreye olan etkilerini azaltmayı hedefleyen atık su yönetimi ve arıtma yöntemleri değerlendirilecektir. Bu kapsamda bölüm, tarımda atıkların çevre dostu yöntemlerle nasıl yönetilebileceğine ilişkin kapsamlı bir bakış açısı sunmayı amaçlamaktadır.

### **2.12.1. Tarımsal Atıkların Yönetimi ve Geri Dönüşümü**

Atık yönetimi, çevresel sürdürülebilirlik açısından hayati bir önem taşımakta olup, atıkların kaynağında azaltılması, yeniden değerlendirilmesi ve çevreye zarar vermeyecek şekilde bertaraf edilmesini kapsamaktadır. Türkiye’de atık kavramı ilk kez 1983 tarihli 2872 sayılı Çevre Kanunu ile tanımlanmış ve “herhangi bir faaliyet sonucunda çevreye atılan veya bırakılan zararlı maddeler” olarak ifade edilmiştir. Tarımsal üretim sürecinde ortaya çıkan bitkisel ve hayvansal atıklar, organik içerikleri nedeniyle yüksek geri dönüşüm potansiyeline sahip olup, çevre dostu uygulamalarla yeniden değerlendirilmesi mümkündür. Türkiye’de kompost üretimi öncelikle tarımsal gübre elde etme, biyolojik atıkların bertarafı ve mantar üretimi gibi amaçlara hizmet etmektedir. Ancak yıllık yaklaşık 193 milyon ton hayvansal ve 62 milyon ton bitkisel atık kapasitesine rağmen, bu potansiyelin büyük ölçüde değerlendirilemediği görülmektedir. Belediyeler öncülüğünde kurulan kompost tesisleri genellikle ekonomik değil, çevresel amaçlarla faaliyet göstermektedir. Bu doğrultuda tarımsal atıkların kontrollü, planlı ve verimli bir şekilde yönetilmesi; atık miktarının azaltılması ve tarımsal üretime girdi sağlanması açısından stratejik önem arz etmektedir (Sayar, 2012: 4; Dursun, 2020: 750).

### **2.12.2. Kompostlama Teknikleri**

Kompostlama, organik atıkların biyolojik olarak ayrıştırılarak tarımsal üretimde kullanılabilir nitelikte stabil, humus benzeri bir maddeye dönüştürülmesini sağlayan biyoteknolojik bir süreçtir. Kompost, doğrudan toprağa uygulandığında hem fiziksel yapıyı iyileştirmekte hem de besin maddesi kaynağı olarak etkili bir gübre işlevi görmektedir. Geleneksel kompostlama işleminde oksijen, nem, sıcaklık, C/N oranı, pH, partikül boyutu gibi çeşitli çevresel parametrelerin dengeli biçimde sağlanması gerekmektedir. Literatürde ideal kompostun C/N oranı 25:1 ile 30:1 arasında, pH değeri



6.5-8.0, nem içeriği %50-60 ve sıcaklığı ise 54-60°C aralığında olmalıdır. Bu koşullar altında gerçekleştirilen kompostlama, zararlı mikroorganizmaları etkisiz hâle getirirken organik atıkları çevreye zarar vermeden tarımsal girdiye dönüştürür. Kompost kalitesini etkileyen faktörler arasında ağır metaller, tuzlar, yabancı ot tohumları ve fitotoksik bileşikler de yer almakta olup, bu unsurların kontrolü sürecin başarısı açısından belirleyicidir. Büyük ölçekli tesislerde kompostlama sırasında sürekli havalandırma; mekanik karıştırıcılar ya da fan sistemleriyle sağlanmaktadır (Cemaloğlu, 2021: 26-27).

### **2.12.3. Atık Su Yönetimi ve Arıtma**

Atık su yönetimi, sanayi, tarım ve yerleşim alanlarından kaynaklanan atık suların çevreye zarar vermeden bertaraf edilmesi ve mümkünse yeniden kullanıma kazandırılması sürecini kapsamaktadır. Tarımda kullanılan su miktarı, özellikle sulama sistemleri aracılığıyla oldukça yüksektir ve bu durum, tarımsal atık suların arıtılması ve yönetimini zorunlu kılmaktadır. Bitkisel ve hayvansal üretim süreçlerinde oluşan atık suların doğrudan alıcı ortamlara verilmesi hem toprak hem de su kaynaklarında ciddi çevresel kirliliklere yol açabilmektedir. Bu nedenle, organik yükü yüksek olan tarımsal atık suların biyolojik arıtma yöntemleriyle bertaraf edilmesi, geri kazanılarak tekrar sulamada kullanılması veya toprak iyileştirme amacıyla değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Gelişmiş atık su arıtma teknolojilerinin tarım sektörüyle entegre edilmesi hem su kaynaklarının korunması hem de üretim süreçlerinin sürdürülebilirliği açısından öncelikli stratejilerden biri olarak görülmektedir (Palabıyık ve Altunbaş, 2004: 108).

### **2.13. Sektörel Yaklaşımlar ve Uygulamalar**

Bu başlık altında, tarım ve gıda sektöründe yeşil üretim uygulamaları incelenecek; üretim zinciri boyunca çevresel etkileri azaltmaya yönelik stratejilere yer verilecektir. Ardından, hayvancılık faaliyetlerinin çevresel sürdürülebilirlik bağlamındaki rolü tartışılacak; atık yönetimi, yem üretimi ve sera gazı emisyonları gibi konular değerlendirilecektir. Balıkçılık sektöründe doğal kaynakların korunması, stok yönetimi ve ekosistem temelli uygulamalar incelenecek; son olarak seracılıkta enerji verimliliğini artıran modern uygulamalara yer verilerek, bu alandaki sürdürülebilir üretim olanakları ele alınacaktır. Böylece bu bölüm, yeşil üretim anlayışının tarımın farklı alt sektörlerinde nasıl uygulandığını çok boyutlu bir perspektifle ortaya koymayı hedeflemektedir.

### **2.13.1. Tarım ve Gıda Sektöründe Yeşil Üretim**

Tarım ve gıda sektörü, yalnızca insanlığın temel besin ihtiyacını karşılayanın ötesinde, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında da önemli bir role sahiptir. Son yıllarda iklim değişikliği, çevre kirliliği ve doğal kaynakların tükenmesi gibi küresel tehditler, bu sektörlerde çevre dostu yaklaşımların benimsenmesini zorunlu kılmıştır. Bu bağlamda “yeşil üretim” kavramı, yalnızca üretim teknikleriyle sınırlı kalmayan; aynı zamanda sürdürülebilir hammadde temini, çevre dostu teknolojilerle işleme, enerji verimli üretim süreçleri ve atık yönetimini kapsayan bütüncül bir anlayış olarak öne çıkmaktadır (Gülmez, 2016: 33-34).

Yeşil üretim anlayışının tarımda uygulanışı, geleneksel yöntemlerden uzaklaşarak iyi tarım uygulamaları ve organik tarım sistemlerine geçilmesini içerir. Bu sistemler, toprak sağlığını koruma, kimyasal girdi kullanımını azaltma ve biyoçeşitliliği destekleme gibi çevresel faydalar sağlarken, aynı zamanda insan sağlığını ve toplumsal refahı gözetten bir üretim yaklaşımı sunar. Gıda sanayinde ise yeşil üretim uygulamaları; üretim, paketlenme ve dağıtım süreçlerinde yenilenebilir enerji kullanımı, çevre dostu ambalajlama, su ve enerji tasarrufunu önceleyen teknolojilerin kullanımı ve atık yönetiminin optimizasyonu gibi bileşenleri kapsamaktadır. Örneğin, bira üretiminde daha az su tüketen arpa türlerinin kullanımı, yağ sanayiinde atık yağların toplanarak biyodizel üretiminde değerlendirilmesi ve ambalaj atıklarının geri kazanılması gibi uygulamalar sektörde ön plana çıkan örnekler arasındadır (Güneş vd., 2014: 1528-1529).

Tarımsal işletmelerin yeşil yönetim uygulamaları bağlamında yürüttükleri faaliyetler arasında sıfır atık, geri dönüşüm, ISO 14001 çevre yönetim sistemi sertifikasyonu ve iyi tarım uygulamaları gibi çeşitli girişimler yer almaktadır. Bu uygulamalar, sadece çevresel faydalar sağlamakla kalmayıp, işletmelere maliyet avantajı, rekabet gücü, pazar payı artışı ve kurumsal itibar kazandırmaktadır. Bununla birlikte, Türkiye’de yeşil üretim uygulamalarının daha da yaygınlaştırılması için bazı yapısal sorunların aşılması gerekmektedir. Yüksek yatırım maliyetleri, küçük işletmelerin teknik kapasite eksiklikleri ve tüketici farkındalığının görece düşük olması gibi etkenler bu süreçte önemli engeller oluşturmakta, bu nedenle kamu politikalarının daha teşvik edici ve yönlendirici olması büyük önem taşımaktadır (Gezer ve Esmer, 2023: 172-173).

### **2.14.2. Hayvancılık ve Çevresel Sürdürülebilirlik**

Geleneksel hayvancılık faaliyetleri, artan et talebiyle birlikte çevre üzerinde önemli baskılar oluşturmaktadır. Bu baskılar arasında sera gazı emisyonları, su kirliliği, arazi kullanımı ve biyolojik çeşitlilik kaybı öne çıkmaktadır. FAO verilerine göre, küresel sera

gazı salımının %14,5'i hayvancılık sektöründen kaynaklanmaktadır (FAO, 2013: 45-46). Aynı zamanda, küresel tatlı suyun yaklaşık %20'si bu sektör tarafından kullanılmakta olup, üretim kaynaklı atıklar su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır (Ibidhi ve Salem, 2020: 1369).

Sürdürülebilir hayvancılık için yenilikçi ve çevre dostu yaklaşımlar günümüzde ön plana çıkmaktadır. Bu yaklaşımlar arasında akıllı çiftlik sistemleri, genetik verimlilik uygulamaları, biyogaz üretimi, yenilikçi işleme ve ambalaj teknolojileri, yapay et üretimi ve alternatif protein kaynakları gibi yöntemler yer almaktadır. Akıllı çiftlikler, nesnelerin interneti (IoT) teknolojisi sayesinde sürü sağlığını anlık izleyerek yem tüketimi, hastalık takibi ve çevre koşullarını kontrol altına alabilmekte, bu sayede antibiyotik kullanımı azaltılmakta ve üretim verimliliği artırılmaktadır. Ayrıca, biyogaz üretimi gibi yenilenebilir enerji çözümleri ile hayvansal atıklar çevresel soruna değil, enerji kaynağına dönüşmektedir (Khalil vd., 2019: 323).

Yapay et, böcek proteinleri ve et analogları gibi alternatif protein kaynakları, hayvancılığın çevresel etkilerini azaltma potansiyeli taşımaktadır. Örneğin, laboratuvar ortamında üretilen kültür eti; sera gazı emisyonlarında %98, arazi kullanımında %99'a varan azalma sağlayabilmektedir (Tuomisto ve Roy, 2012: 1-2). Böcek proteinleri ise yüksek biyoyararlanım ve düşük çevresel ayak izi ile sürdürülebilir protein kaynakları arasında değerlendirilmektedir (Rumpold ve Schlüter, 2013: 802). Ayrıca, yenilikçi işleme ve ambalaj teknolojileri ile gıda güvenliği artırılmakta ve enerji tüketimi düşürülmektedir. Özellikle yüksek hidrostatik basınç, soğuk plazma ve ultrases gibi ısı olmayan işlemler et ürünlerinin raf ömrünü uzatırken çevresel etkilerini minimize etmektedir. Hayvancılık sektörünün çevresel sürdürülebilirliğini sağlamak için teknoloji, biyoteknoloji, enerji ve gıda sistemlerinde bütüncül ve entegre yaklaşımlar gerekmektedir. Bu dönüşüm hem çevre hem toplum sağlığı açısından kritik öneme sahiptir (Candoğan ve Özdemir, 2021: 409).

### **2.14.3. Balıkçılık ve Sürdürülebilirlik Uygulamaları**

Balıkçılık sektörü, dünya genelinde önemli bir gıda ve ekonomik faaliyet alanı olmasının yanı sıra, denizel ve iç su ekosistemleri üzerindeki baskıları nedeniyle çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında dikkatle ele alınması gereken bir sektördür. Sektörde yaygınlaşan aşırı avlanma, seçici olmayan av araçları, su kirliliği, istilacı türlerin yayılması, ıskarta oranlarının yüksekliği ve hayalet avcılık gibi uygulamalar; ekosistem tahribatına, balık stoklarında azalmaya ve biyolojik çeşitlilik kayıplarına neden olmaktadır (Ozan ve Başer, 2024: 109).

Geleneksel balıkçılık faaliyetlerinin sürdürülebilirliğini sağlamak için; selektif (seçici) avlanma tekniklerinin benimsenmesi, minimum av boyu ve ağ göz açıklığı standartlarının uygulanması, kaçış pencereleriyle donatılmış av araçlarının kullanımı önerilmektedir. Bu tekniklerle, hedef dışı av oranı düşürülmekte ve stokların üreme döngüsü korunmaktadır. Öte yandan, kültür balıkçılığı da sürdürülebilirlik açısından sorunlar barındırmaktadır. Özellikle yoğun yem kullanımı sonucu artan azot ve fosfor yükü, dip oksijen tükenmesi, görsel kirlilik, kimyasal ilaç kullanımı ve yabancı türlerle etkileşimler, çevresel dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Bu tür etkilerin azaltılması için, yem kaynaklı kirliliğin kontrol altına alınması, stok yoğunluğunun dengelenmesi ve çevresel etki değerlendirme süreçlerinin etkinleştirilmesi gerekmektedir. Amatör balıkçılık ise sürdürülebilirliğe doğrudan etkide bulunan bir başka faaliyet alanıdır. Katıklı Çayı Havzası örneğinde yapılan alan çalışmaları, amatör balıkçıların kurallara aykırı ekipman kullanımı, sezon dışı avcılık, boy sınırı ihlalleri gibi nedenlerle balık stoklarını tehdit ettiğini ortaya koymaktadır. Bu sorunlarla baş edebilmek için, lisans zorunluluğu, denetimlerin artırılması, caydırıcı cezaların uygulanması ve yasaklı bölgelerin belirlenerek haritalanması gibi önlemlerin alınması önerilmektedir (Toplu Yılmaz, 2021: 906; Seçer vd., 2010: 789; Yılmaz, 2014: 28).

Genel anlamda, balıkçılık faaliyetlerinin sürdürülebilir kılınabilmesi için yasal mevzuatların etkin şekilde uygulanması, çevresel etkilerin periyodik olarak izlenmesi, yerel toplulukların bilinçlendirilmesi ve küçük ölçekli balıkçılığın desteklenmesi büyük önem taşımaktadır. Ulusal ve uluslararası iş birliklerinin güçlendirilmesi, denizel kaynakların korunması yönünde bütüncül politikaların geliştirilmesi gereklidir (Alkan ve Bulut, 2024: 590; Ozan ve Başer, 2024: 109-110).

#### **2.14.4. Seracılık ve Enerji Verimliliği**

Seracılık, özellikle iklimsel koşulların kontrol altına alınarak yıl boyu üretim yapılabilmesi açısından modern tarımın önemli bir parçası haline gelmiştir. Ancak seralarda özellikle ısıtma süreçleri, toplam işletme maliyetlerinin %20 ile %60'ını oluşturmakta ve bu durum sürdürülebilirlik açısından enerji verimliliğini zorunlu kılmaktadır. Özellikle Türkiye gibi ılıman ve karasal iklim bölgelerine sahip ülkelerde, sera ısıtmasında kullanılan fosil yakıtların neden olduğu yüksek CO<sub>2</sub> salınımı hem çevresel hem ekonomik açıdan ciddi sorunlar doğurmaktadır. Bu nedenle, seralarda jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesi enerji verimliliğini artırmanın yanı sıra sera gazı emisyonlarını da azaltmaktadır (Baytorun vd., 2016: 832-833).

Jeotermal enerji kullanımının yaygın olduğu bölgelerde (örneğin Aydın ve Kütahya), sera ısıtmasında fosil yakıtlara kıyasla %40'a varan maliyet tasarrufu sağlanmakta, CO<sub>2</sub> salınımı ise Kütahya'da 199,4 kg/m<sup>2</sup>'den Aydın'da 74,4 kg/m<sup>2</sup>'ye kadar düşmektedir (Baytorun vd., 2016: 835). Ayrıca, sera örtü malzemesinin (örneğin çift kat PE plastik veya PMMA paneller) ve ısı perdelerinin kullanılması, enerji kayıplarını %35'e varan oranlarda azaltmakta, böylece birim alanda elde edilen ürün miktarını artırırken üretim maliyetlerini de azaltmaktadır (Baytorun ve Gügercin, 2015: 127-129). Antalya, Aydın ve Kütahya illerinde yapılan modellemelerde; sera tipine, örtü malzemesine ve iklim koşullarına bağlı olarak ısı gücü gereksinimi 60-190 W/m<sup>2</sup>, yıllık ısı enerjisi gereksinimi ise 74-432 kWh/m<sup>2</sup> arasında değişmektedir. Isı kayıplarının azaltılması amacıyla blok sera tasarımları, ısı borularının yere yakın konumlandırılması ve otomasyon sistemlerinin entegrasyonu gibi yöntemlerin uygulanması hem üretim sürecini optimize etmekte hem de sera işletmelerinin rekabet gücünü artırmaktadır (Baytorun vd., 2016: 834)

Sonuç olarak, seracılıkta sürdürülebilirlik ancak enerji verimliliği ilkesinin yaygınlaştırılmasıyla mümkündür. Bu bağlamda, seralarda enerji verimliliğini artırmaya yönelik teknolojik ve yapısal önlemler; iklimlendirme otomasyon sistemleri, yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu, yalıtım önlemleri ve etkili ısı yönetimi uygulamalarıyla desteklenmelidir (Altın ve Tanık, 2023: 53-55).

## **2.15. Politikalar ve Yönetim Stratejileri**

Bu başlık altında, öncelikle tarım politikalarının çevresel sürdürülebilirlik ilkeleriyle uyumu değerlendirilecek; ardından çevre dostu üretimi destekleyen yasal düzenlemeler ve teşvik mekanizmaları ele alınacaktır. Kurumsal düzeyde sürdürülebilirlik stratejileri kapsamında tarım işletmeleri ve kamu kurumlarının çevreye duyarlı yaklaşımları incelenecek; son olarak üretici ve tüketici düzeyinde davranış değişikliği oluşturmayı hedefleyen eğitim ve bilinçlendirme faaliyetlerine yer verilecektir. Bu kapsamda bölüm, sürdürülebilir tarım vizyonunun hayata geçirilmesinde politika ve yönetim mekanizmalarının nasıl bir rol üstlendiğini çok yönlü biçimde ortaya koymayı amaçlamaktadır.

### **2.15.1. Tarım Politikaları ve Çevresel Sürdürülebilirlik**

Sürdürülebilir tarıma geçiş, yalnızca çiftçi düzeyinde değil, aynı zamanda ulusal ve uluslararası düzeyde politik destekle mümkündür. Politika yapım süreçlerinde çevresel hizmetlerin desteklenmesi, çiftçilere teşviklerin sağlanması ve tarımın çok işlevli

yapısının tanınması gereklidir. Sürdürülebilir tarımı destekleyen bütüncül politikaların az sayıda ülkede etkili biçimde uygulandığı ve pek çok ülkede ise dönüşümün mevcut tarım politikalarına rağmen, çiftçi inisiyatifleriyle yürütüldüğü bilinmektedir (Pretty, 2008: 462-463).

Günümüzde sürdürülebilir tarım politikaları, çevresel bütünlüğün korunması, ekonomik verimliliğin sağlanması ve sosyal adaletin desteklenmesi gibi çok boyutlu hedefleri bir arada ele alan kapsamlı düzenleme ve strateji paketleri şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Bu politikalar, doğal kaynakların aşırı kullanımını sınırlamayı, tarımsal üretimde ekolojik dengeyi gözetmeyi ve iklim değişikliği ile mücadele etmeyi amaçlayan çevre odaklı yaklaşımlarla şekillendirilmektedir. Toprak sağlığının iyileştirilmesi, su varlıklarının sürdürülebilir yönetimi, biyolojik çeşitliliğin korunması ve karbon emisyonlarının azaltılması gibi çevresel kaygılar, bu politikaların temel odak alanlarını oluşturmaktadır. Uluslararası düzeyde geliştirilen sürdürülebilir tarım politikaları, Birleşmiş Milletlerin Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) ve Paris İklim Anlaşması gibi küresel mutabakatlarla uyumlu olacak şekilde tasarlanmakta; çevre dostu tarımsal tekniklerin yaygınlaştırılması, organik tarımın teşviki, entegre zararlı yönetimi, su tasarrufu sağlayan modern sulama teknolojileri ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı gibi somut uygulamaları içermektedir. Aynı zamanda, tarımsal atıkların geri dönüştürülmesi, erozyonun önlenmesi ve sera gazı salınımının sınırlandırılması gibi sürdürülebilirlik unsurları da bu politikaların önemli bileşenleri arasında yer almaktadır (URL-2, 2025).

İklim değişikliğine karşı dayanıklı tarımsal sistemlerin inşası, sürdürülebilir politikaların vazgeçilmez bir parçasıdır. Bu doğrultuda, kuraklık ve aşırı iklim olaylarına dirençli tohum çeşitlerinin geliştirilmesi, suyun verimli kullanımı ve toprağın nem kapasitesinin artırılması gibi önlemler desteklenmektedir. Tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan metan ve azot oksit emisyonlarının kontrol altına alınması da iklim odaklı tarım stratejilerinin temel hedefleri arasındadır. Sürdürülebilir tarım politikaları yalnızca çevresel değil, aynı zamanda sosyal boyutta da etkili çözümler sunmayı hedeflemektedir. Küçük ölçekli çiftçilerin desteklenmesi, kadınların tarımsal üretimde güçlendirilmesi, genç nüfusun tarım sektörüne kazandırılması ve tarımsal kooperatiflerin yaygınlaştırılması gibi uygulamalar, toplumsal kapsayıcılığı artırmaya yönelik önemli adımlar olarak değerlendirilmektedir. Bu politikaların başarıya ulaşmasında ise uluslararası iş birliği, bilgi ve teknoloji paylaşımı belirleyici rol oynamaktadır. Tarımsal Ar-Ge faaliyetlerinin artırılması, veri temelli yönetim sistemlerinin yaygınlaştırılması ve sürdürülebilirlik göstergelerinin izlenmesi için standartlaştırılmış raporlama sistemlerinin

oluşturulması, etkin bir politika çerçevesinin sürdürülebilirliğini güvence altına almaktadır (URL-2, 2025).

Türkiye'nin tarım politikaları, ülke genelinde tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini sağlamayı, gıda güvenliğini korumayı ve çiftçilerin ekonomik refahını artırmayı hedefleyen bütüncül stratejilerden oluşmaktadır. Bu politikalar, tarım sektörünün üretim kapasitesini artırmakla birlikte çevreye duyarlı uygulamaların teşvik edilmesini de öncelikli amaçlar arasında konumlandırmaktadır. Özellikle su kaynaklarının etkin kullanımı, toprak sağlığının korunması ve biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilir şekilde yönetilmesi gibi çevresel kaygılar doğrultusunda geliştirilen uygulamalar, Türkiye'nin tarımsal kalkınma stratejilerinde önemli bir yer tutmaktadır (URL-3, 2024).

- i. *Tarım Politikalarının Amacı ve Hedefleri:* Tarım politikalarının temel amacı, tarımsal üretimin miktar ve kalite açısından artırılması, üretici gelirlerinin iyileştirilmesi ve kırsal kalkınmanın desteklenmesidir. Bununla birlikte, doğal kaynakların verimli kullanımı, iklim değişikliği ile mücadele ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması da güncel hedefler arasında yer almaktadır. Bu doğrultuda geliştirilen politikalar, sadece ekonomik kalkınmaya değil, aynı zamanda ekolojik dengeye ve sosyal adalete katkı sağlayan yapılar olarak önem kazanmaktadır.
- ii. *Tarımsal Destek Programları ve Uygulamaları:* Tarımsal destekleme programları hem üretim maliyetlerini dengelemek hem de çevre dostu uygulamaları yaygınlaştırmak amacıyla çiftçilere yönelik çeşitli teşvik ve sübvansiyonları içermektedir. Bu programlar kapsamında mazot, gübre ve tohum gibi girdilere destek sağlanmakla kalmayıp, organik tarım, iyi tarım uygulamaları ve su tasarrufu sağlayan sulama sistemlerinin benimsenmesi gibi çevresel sürdürülebilirliği artırıcı önlemler de desteklenmektedir. Böylece hem üretici refahı artırılmakta hem de doğal çevrenin korunması sağlanmaktadır.
- iii. *Tarımda Devletin Rolü ve Sorumlulukları:* Devlet, tarım sektöründe düzenleyici, destekleyici ve denetleyici bir rol üstlenerek sürdürülebilir kalkınma ilkeleri çerçevesinde sektörü yönlendirmektedir. Tarım alanında geliştirilen politikaların çevresel etkilerini dengelemek amacıyla devlet, çevre dostu üretim modellerini teşvik etmekte; toprak, su ve hava kalitesinin korunmasına yönelik projelere öncelik vermektedir. Ayrıca, iklim dostu üretim tekniklerinin yaygınlaştırılması, araştırma-geliştirme faaliyetleri ve

çiftçi eğitim programları gibi uygulamalar devletin sürdürülebilir tarımı destekleyici sorumlulukları arasındadır.

- iv. *Tarım Politikalarının Ekonomiye Etkisi:* Tarım politikalarının ekonomik etkileri, yalnızca üretim ve istihdam boyutlarıyla sınırlı kalmayıp, dış ticaret dengesi ve kırsal bölgelerdeki gelir dağılımına kadar geniş bir yelpazede değerlendirilmektedir. Sürdürülebilir tarım politikaları sayesinde çevresel kaynaklar korunurken, ekonomik verimlilik artırılmakta ve iklim krizine karşı dirençli bir üretim yapısı oluşturulmaktadır. Böylelikle hem kısa vadede üretici refahı desteklenmekte hem de uzun vadede ülke ekonomisinin çevresel sürdürülebilirlik ekseninde büyümesi sağlanmaktadır.
- v. *Tarımsal Üretimi ve Verimliliği Artırmak:* Tarımsal üretimin ve verimliliğin artırılması, sürdürülebilir tarım politikalarının temel hedeflerinden biridir. Modern tarım teknolojilerinin kullanımı, yüksek verimli tohumların geliştirilmesi ve hassas tarım tekniklerinin uygulanmasıyla, birim alandan daha fazla ve kaliteli ürün elde edilmesi mümkün hale gelmektedir. Ancak bu artış çevresel denge gözetilerek sağlanmalıdır. Dolayısıyla, verimlilik artışı hedeflenirken toprak yapısının bozulmaması, su kaynaklarının tükenmemesi ve ekosistemlerin zarar görmemesi için çevreye duyarlı üretim modelleri öncelik kazanmaktadır.
- vi. *Tarımda Sürdürülebilirlik ve Çevresel Etkiler:* Sürdürülebilir tarım, çevresel kaynakların tüketilmeden, uzun vadede üretim yapılmasına olanak tanıyan bütüncül bir yaklaşımdır. Bu anlayış doğrultusunda, su kaynaklarının etkin kullanımı, toprağın verimli ve dengeli işlenmesi, kimyasal kullanımının sınırlandırılması ve biyoçeşitliliğin korunması temel çevresel önceliklerdir. Tarımsal faaliyetlerin çevreye olan etkilerini en aza indiren politikalar hem doğal dengeyi korumakta hem de tarımın gelecek kuşaklar için sürdürülebilirliğini güvence altına almaktadır.
- vii. *Tarımsal İhracatın İstihdama ve Gelir Dağılımına Etkisi:* Tarımsal ihracat, sadece döviz girdisi sağlamakla kalmaz, aynı zamanda kırsal kesimde istihdamın artırılması ve gelir dağılımının dengelenmesi açısından da önemli bir araçtır. Küçük ölçekli üreticilerin uluslararası pazarlara erişiminin desteklenmesi hem ekonomik kapsayıcılığı artırmakta hem de kırsal bölgelerde sosyal refahı geliştirmektedir. Sürdürülebilir tarım politikaları, ihracata dayalı büyümeyi çevresel koruma ile uyumlu hâle



getirmeyi hedeflemekte, böylece üretim hacmi kadar doğa üzerindeki etkileri de yönetilebilir kılmaktadır.

- viii. *Tarım Politikalarının Bölgesel Eşitsizlikleri Azaltması*: Türkiye gibi geniş coğrafi çeşitliliğe sahip ülkelerde, tarım politikalarının bölgesel eşitsizlikleri giderecek şekilde tasarlanması büyük önem taşır. Kırsal alanların gelişmişlik düzeyleri arasındaki farkları azaltmak amacıyla bölgeye özgü destekleme mekanizmaları, altyapı yatırımları ve eğitim programları uygulanmalıdır. Böylece hem üretimde hem de çevresel kaynakların korunmasında bölgesel dengeler gözetilerek tarım sektörünün daha adil ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşması sağlanabilir.
- ix. *Tarım Politikalarının Geleceği ve Yeni Trendler*: Günümüzde tarım politikaları, iklim değişikliği, teknolojik gelişmeler, değişen tüketici alışkanlıkları ve küresel çevre sorunları gibi dinamiklerle şekillenmektedir. Gelecekteki politikalar, dijital tarım uygulamaları, hassas tarım teknolojileri, karbon ayak izini azaltmaya yönelik üretim sistemleri ve iklime dayanıklı tarım pratiklerine odaklanmalıdır. Aynı zamanda, sürdürülebilir gıda sistemlerinin inşasında biyolojik çeşitliliğin korunması, yenilenebilir enerji kaynaklarının tarımda kullanımı ve döngüsel ekonomi ilkelerinin benimsenmesi önemli yönelimler arasında yer almalıdır.

#### **2.15.2. Tarımda Çevre Dostu Yasal Düzenlemeler ve Teşvikler**

Tarım sektörünün çevresel etkilerini azaltmak ve sürdürülebilir üretim sistemlerine geçişi teşvik etmek amacıyla Türkiye’de son yıllarda çeşitli yasal düzenlemeler ve teşvik mekanizmaları yürürlüğe girmiştir. Bu düzenlemeler hem doğrudan çevre korumayı hem de çiftçilerin çevre dostu uygulamalara yönelmesini sağlamayı amaçlamaktadır. İlk olarak, 5403 sayılı *Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu* (Resmi Gazete, 2005), tarım arazilerinin amaç dışı kullanımını engelleyerek toprağın korunmasını ve sürdürülebilir kullanılmasını hedeflemektedir. Aynı şekilde, 5996 sayılı *Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu* (Resmi Gazete, 2010), kapsamında çevre ve insan sağlığını tehdit eden tarımsal faaliyetlere karşı çeşitli kısıtlamalar ve kontroller getirilmiştir. Çevre dostu tarımsal üretimin desteklenmesi amacıyla 5262 sayılı *Organik Tarım Kanunu* (Resmi Gazete, 2004) ve buna bağlı *Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik* (Resmi Gazete, 2010) ile *İyi Tarım Uygulamaları Yönetmeliği* (Resmi Gazete, 2010) devreye alınmış, üreticilere organik ve entegre tarım uygulamaları kapsamında hem eğitim hem de doğrudan gelir desteği sağlanmıştır. Bu

destekler, Tarımsal Destekleme ve Yönlendirme Kurulu kararları doğrultusunda her yıl Tarımsal Destekleme Kararnamesi ile yeniden düzenlenmektedir.

Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı (KKYDP) çerçevesinde, tarımsal üretimde çevreye duyarlı teknolojilerin kullanımı, yenilenebilir enerji yatırımları (güneş, biyogaz vb.), sulama sistemlerinde su tasarrufu sağlayan modern yöntemlerin kullanımı ve organik tarım altyapısının kurulması gibi faaliyetler desteklenmektedir (Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, 2022). Türkiye'nin Avrupa Birliği ile yürüttüğü Katılım Öncesi Yardım Aracı – Kırsal Kalkınma (IPARD) programı kapsamında da çevre dostu tarım, sürdürülebilir kırsal kalkınma ve düşük karbon tarım uygulamaları finansal olarak teşvik edilmektedir (Avrupa Birliği Başkanlığı, 2023).

Tarımda çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasına yönelik yasal ve mali düzenlemeler hem üreticilerin çevre bilincini artırmakta hem de çevreye zarar vermeyen üretim sistemlerinin yaygınlaştırılmasına katkı sunmaktadır. Ancak bu uygulamaların daha etkin hale getirilmesi için denetimlerin artırılması, eğitim faaliyetlerinin yaygınlaştırılması ve teşviklerin erişilebilirliğinin güçlendirilmesi önem arz etmektedir (Yıldız, 2021: 8-9).

### **2.15.3. Kurumsal Sürdürülebilirlik Stratejileri**

Kurumsal sürdürülebilirlik stratejileri, işletmelerin çevresel, ekonomik ve sosyal sorumluluklarını uzun vadeli planlamalarla bütünleştirerek, kaynakların verimli kullanımı ve çevrenin korunması amacıyla oluşturulan yönetim yaklaşımlarını kapsamaktadır. Bu stratejiler, sadece kâr maksimizasyonuna odaklanmak yerine, çevreye duyarlı üretim, sosyal adalet ve ekonomik sürdürülebilirlik ilkelerini bir araya getiren bütüncül bir anlayışı temel alır (Toprak, 2006: 147-150)

Günümüz küresel çevresel sorunlarının artışı, kurumların çevreye olan etkilerini minimize etme yönünde sorumluluk üstlenmelerini zorunlu kılmıştır. Bu çerçevede geliştirilen kurumsal stratejiler, çevresel denetim mekanizmaları, çevresel raporlama sistemleri, çevre dostu üretim süreçleri, geri dönüşüm uygulamaları, enerji verimliliği odaklı yatırımlar ve toplumsal paydaş katılımı gibi başlıklar altında yapılandırılmaktadır (Kaypak, 2011: 20-24)

Stratejik düzeyde ele alındığında, sürdürülebilirlik uygulamaları yalnızca çevresel kaygılara yanıt vermekle kalmayıp, aynı zamanda kurumsal risk yönetimi ve itibar yönetimi aracı olarak da önem kazanmıştır. Kurumsal sürdürülebilirlik stratejilerinin temelinde, kurumların çevreyle uyumlu büyüme politikaları geliştirmesi, karbon ayak

izini azaltması, çevresel vergiler gibi mali araçları gözeterek faaliyetlerini optimize etmesi gerekmektedir (Acar, 2006: 222).

Bu stratejiler ayrıca kurumsal sosyal sorumluluk çerçevesinde şeffaflık, hesap verebilirlik ve çevreye ilişkin yasal düzenlemelere uyum konularını da kapsar. İşletmelerin bu yönde geliştirdikleri politikalar, aynı zamanda tüketici güvenini artırmakta ve uluslararası pazarda rekabet avantajı sağlamaktadır. OECD ve Avrupa Birliği'nin çevresel yönetim politikaları çerçevesinde geliştirilen "kirleten öder" ve "ihtiyat ilkesi" gibi ilkeler, kurumsal sürdürülebilirlik yaklaşımlarının temelini oluşturur (Toprak, 2006: 151-152)

Sonuç olarak, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak isteyen kurumların yalnızca çevresel değil, aynı zamanda yönetim ve sosyal sorumluluk boyutlarında da stratejik entegrasyon sağlamaları gerekmektedir. Bu bağlamda, kurumsal sürdürülebilirlik yalnızca bir çevre politikası değil; aynı zamanda uzun vadeli rekabet üstünlüğü ve kurumsal dayanıklılığın da temelidir.

#### **2.15.4. Eğitim ve Bilinçlendirme Faaliyetleri**

Tarımda yeşil üretim ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflerinin hayata geçirilmesi, yalnızca teknik altyapı ve yasal düzenlemelerle değil; aynı zamanda üreticilerin, tüketicilerin ve kamuoyunun çevre konusunda eğitilmesi ve bilinçlendirilmesiyle mümkündür. Bu çerçevede yürütülen eğitim ve farkındalık faaliyetleri, hem çevre dostu üretim tekniklerinin yaygınlaşmasını sağlamakta hem de sürdürülebilir kalkınma ilkelerinin toplumsal tabana yerleşmesine katkı sunmaktadır (Turhan, 2005: 13).

Türkiye’de Tarım ve Orman Bakanlığı öncülüğünde yürütülen “İyi Tarım Uygulamaları”, “Organik Tarım Sertifikasyon Eğitimleri”, “Sıfır Atık Tarım” ve “İklim Dostu Tarım” projeleri kapsamında çiftçilere yönelik eğitim programları düzenlenmektedir. Bu eğitimlerde doğal kaynakların korunması, zararlı kimyasalların azaltılması, su tasarrufu sağlayan sulama teknikleri, toprak analizi ve biyoçeşitlilik konularında bilgi aktarımı yapılmaktadır. Ayrıca, Ziraat Odaları, kooperatifler, üniversiteler ve STK’lar aracılığıyla verilen uygulamalı eğitimler, çiftçilerin sürdürülebilir tarım tekniklerini bizzat deneyimleyerek öğrenmelerine olanak tanımaktadır. Bu faaliyetler, özellikle kırsal bölgelerde bilgiye erişimi sınırlı üreticiler için önemli bir destek mekanizması işlevi görmektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023).

Eğitim faaliyetlerine paralel olarak yürütülen kamu spotları, yaygın medya kampanyaları, okul temelli çevre eğitimi programları ve tüketici bilinçlendirme

alışmaları, evreye duyarlı üretim ve tkretim alışkanlıklarının toplum genelinde benimsenmesini amaçlamaktadır. Ayrıca Avrupa Birliği destekli IPARD-II ve IPARD-III programları kapsamında çiftçilere sürdürülebilirlik konusunda teknik danışmanlık, hibe eğitimi ve proje yazımı desteği sağlanmaktadır (URL-4).

Ancak bu faaliyetlerin etkinliğini artırmak için eğitim içeriklerinin yerel sosyo-kültürel dinamiklere uygun hâle getirilmesi, kadın çiftçilerin ve genç üreticilerin daha fazla sürece dahil edilmesi ve çiftçilerin katılımını teşvik edecek destekleme modellerinin geliştirilmesi önem arz etmektedir (oban, vd., 2012: 89-93).

## **2.16. Gelecek Perspektifleri ve Yenilikçi Yaklaşımlar**

Bu başlık altında, tarımsal üretim geleceğine dair perspektifler sunularak, sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda öngörülen strateji ve eğilimler ele alınmaktadır. İlk olarak, iklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki etkileri tartışılacak ve buna karşı geliştirilen adaptasyon stratejileri değerlendirilecektir. Ardından, tarımda diğital teknolojiler, hassas tarım uygulamaları ve otomasyon gibi yenilikçi çözümlerin sürdürülebilirliğe katkısı incelenecektir. Ayrıca, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri bağlamında tarımın gelecekteki rolü analiz edilecek; son olarak çevresel sürdürülebilirliğe yönelik yeni eğilimler ve sektör için doğabilecek fırsatlar tartışmaya açılacaktır. Bu kapsamda bölüm, geleceğin tarımsal üretiminde evre odaklı dönüşüm süreçlerine yön verecek politik, teknolojik ve ekolojik gelişmeleri bütüncül bir yaklaşımla değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

### **2.16.1. İklım Değişikliği ve Tarımsal Adaptasyon Stratejileri**

Godfray ve ark., (2010), küresel gıda güvenliğini sağlama çabalarının önümüzdeki dönemde üçlü bir zorlukla karşı karşıya olduğunu ifade etmektedir. İlk olarak, artan ve zenginleşen dünya nüfusunun değişen gıda taleplerinin karşılanması gerekmektedir. İkinci olarak, bu üretim faaliyetlerinin çevresel ve sosyal açıdan sürdürülebilir yöntemlerle yürütülmesi zorunluluğu bulunmaktadır. nc olarak ise, dünyanın en yoksul kesimlerinin açlıktan kurtarılması hedeflenmektedir. Yazarlar, geçmişte gıda üretimindeki artışların genellikle yeni tarım arazilerinin açılması ve yeni balık stoklarının kullanılması yoluyla sağlandığını; ancak günümüzde ek arazi bulmanın giderek zorlaştığını ve bu zmn çevresel maliyetinin arttığını vurgulamaktadır. Bu durum, tarımsal üretim artışını sağlarken çevresel sürdürülebilirlikten ödün verilmemesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Nitekim iklim değişikliğinin tarımsal üretim sistemleri üzerindeki etkileri, üretim süreçlerinde adaptasyon stratejilerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. İklim değişikliği tarımsal üretimde belirsizlik yaratmakta olup kuraklık, sıcaklık dalgalanmaları, hastalık ve zararlıların yayılımındaki artış gibi riskler üretkenliği tehdit etmektedir (Godfray vd., 2010: 817). Bu bağlamda, tarımsal adaptasyon kapasitesinin artırılması, iklim değişikliğine uyum sağlanmasına yönelik politikaların geliştirilmesi ve üretim sistemlerinin dayanıklılığının güçlendirilmesi gereklidir. Tarımda iklim değişikliğine uyum için öngörülen stratejiler arasında; kuraklığa ve tuzluluğa dayanıklı bitki türlerinin geliştirilmesi, su kullanım etkinliğinin artırılması, toprak koruma uygulamalarının yaygınlaştırılması ve çiftçilere yönelik eğitim ve destek programlarının hayata geçirilmesi gibi önlemler yer almaktadır (Solomon vd., 2007: 217-218).

Bununla birlikte, iklim değişikliğine karşı tarımsal sistemlerde esnek yönetim modelleri geliştirilmesi gerektiği; üreticilerin değişen iklim koşullarına hızlı yanıt verebilecek bilgi ve teknolojiye erişiminin sağlanması gerektiği vurgulanmaktadır. Bu kapsamda, tarımda hassas tarım teknolojileri, dijital izleme sistemleri ve erken uyarı mekanizmaları gibi teknolojik çözümler, adaptasyon süreçlerinde kritik bir rol üstlenmektedir. Ayrıca, iklim değişikliğinin gıda üretimi üzerindeki etkilerinin yalnızca miktarsal değil; besin değeri, gıda erişilebilirliği, gıda güvenliği ve ekosistem sağlığı gibi çok boyutlu ölçütlerle değerlendirilmesi gerektiği ifade edilmektedir (Tester ve Langridge, 2010: 818). İklim değişikliğine karşı tarımsal adaptasyon stratejileri, sadece üretim artışını değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliği ve sosyal adaleti de kapsayan bütüncül bir yaklaşımı gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda, küresel, ulusal ve yerel düzeyde politika yapıcılarının, bilim insanlarının ve çiftçilerin iş birliği içinde çalışmaları, sürdürülebilir ve dirençli tarım sistemlerinin geliştirilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir (Godfray vd., 2010: 817).

#### **2.16.2. Tarımda Teknolojik Yenilikler ve Sürdürülebilirlik**

Günümüzde artan dünya nüfusu ve değişen tüketim alışkanlıkları, tarımsal üretimin hem nicelik hem nitelik bakımından sürdürülebilir bir biçimde artırılmasını zorunlu kılmaktadır. Aynı veya daha az araziyle daha fazla üretim yapılabilmesi için çeşitli stratejilerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu stratejiler arasında teknolojik yeniliklerin teşvik edilmesi, tarımsal yönetim stratejilerinin iyileştirilmesi, biyoçeşitliliği destekleyen entegre tarım sistemlerinin yaygınlaştırılması ve gıda sistemlerinin daha akılcı yönetimi gibi yaklaşımlar ön plana çıkmaktadır (Godfray vd., 2010: 816-817).

Özellikle hassas tarım teknikleri, biyoteknolojik uygulamalar, genetik iyileştirme çalışmaları ve dijital tarım teknolojileri hem üretkenliği artırmada hem de çevresel etkileri azaltmada kritik araçlar olarak değerlendirilmektedir. Küresel çevresel değişim karşısında tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini sağlamak için yenilikçi ıslah yöntemleri ve daha etkin fenotipleme ve genotipleme tekniklerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, bu teknolojilerin özellikle gelişmekte olan ülkelerde ekonomik olarak erişilebilir ve uygulanabilir olması gerekmektedir (Tester ve Langridge, 2010: 818).

Literatürde, tarımda sürdürülebilir yoğunlaştırmanın “sustainable intensification” temel prensipleri arasında girdi kullanımında verimlilik artışı, entegre zararlı yönetimi, atıkların etkin yönetimi, agroforestry uygulamaları ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı yer almaktadır. Ayrıca, üretim sistemlerinin olumsuz çevresel etkilerinin azaltılmasının yalnızca teknik çözümlerle sınırlı kalamayacağı; sosyal, ekonomik ve kurumsal faktörlerin de sürece entegre edilmesi gerektiği ifade edilmektedir. Bu çerçevede, sürdürülebilir tarım için çok boyutlu, kapsayıcı ve disiplinler arası bir yaklaşımın benimsenmesi gereklidir (Royal Society, 2009: 7).

Bunun yanı sıra, yeni teknolojilerin tarımsal üretim sistemlerine entegrasyonu sürecinde, yerel çiftçilerin bilgi, beceri ve teknolojiye erişiminin artırılması; küçük ölçekli üreticilerin desteklenmesi gıda güvenliği ve sosyal adalet gibi unsurların göz ardı edilmemesi gerektiği ifade edilmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde küçük ölçekli çiftçilerin verimliliğini artırıcı sosyal ve ekonomik mekanizmaların hayata geçirilmesi, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada önemli bir araç olarak değerlendirilmektedir (Pretty, 2008: 452). Tarımda teknolojik yeniliklerin sürdürülebilirlikle entegre edilmesi; çevresel etkilerin minimize edilmesi, üretkenliğin artırılması ve toplumsal refahın desteklenmesi açısından kritik bir rol üstlenmektedir. Bu yaklaşım, sadece üretim odaklı bir anlayıştan öte, çevresel ve sosyal adaleti gözetten bir tarım politikasının temel taşıını oluşturmaktadır (Godfray vd., 2010: 817).

### **2.16.3. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ve Tarımın Geleceği**

Küresel gıda güvenliğini sağlama çabaları, günümüzde üçlü bir zorluk çerçevesinde değerlendirilmektedir: artan ve zenginleşen dünya nüfusunun değişen gıda taleplerine yanıt verilmesi, bu üretimin çevresel ve sosyal açıdan sürdürülebilir biçimde gerçekleştirilmesi ve nihayetinde dünya genelinde açlığın ortadan kaldırılması. Bu bağlamda yalnızca üretim artışının değil, aynı zamanda bu üretimin kaynak verimliliği, çevresel sürdürülebilirlik ve sosyal adalet ilkeleri doğrultusunda gerçekleştirilmesi gerektiği de vurgulanmaktadır (Pretty, 2008: 455).

Günümüzde tarımsal üretimin artırılması yönündeki geleneksel çözüm yolları –örneğin yeni tarım arazilerinin açılması veya balık stoklarının daha yoğun kullanımı– sınırlı kalmakta ve ekolojik maliyetleri sebebiyle tercih edilmemektedir. Üstelik iklim değişikliğinin etkileri, toprak bozulması, su kaynaklarının azalması ve biyolojik çeşitlilik kaybı gibi çevresel tehditler, sürdürülebilir tarımı yalnızca teknik bir mesele olmaktan çıkarak, bütüncül kalkınma stratejilerinin merkezine yerleştirmektedir (Royal Society, 2009: 9-10).

Birleşmiş Milletlerin “Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları” (SKA) içinde de tarım sektörü, açlıkla mücadele (SKA 2), temiz su ve sanitasyon (SKA 6), iklim eylemi (SKA 13), kara yaşamı (SKA 15) gibi birçok hedefin doğrudan kesişiminde yer almaktadır. Bu durum, tarımın sadece üretim odaklı değil; aynı zamanda çevresel kaynakların korunması, yoksulluğun azaltılması, gıda israfının önlenmesi ve küresel eşitsizliklerin giderilmesi gibi sosyal politika hedefleriyle de doğrudan ilişkilendirilmesini zorunlu kılmaktadır (FAO, 2009: 8-10).

Sürdürülebilir kalkınma bağlamında tarımın geleceğine yönelik politikalarda, üretim sistemlerinin doğa dostu yöntemlerle dönüştürülmesi, yenilenebilir enerji kullanımının teşvik edilmesi, atık yönetiminin iyileştirilmesi ve özellikle kırsal kesimde yaşayan küçük ölçekli çiftçilerin bilgi, teknoloji ve finansmana erişimlerinin artırılması öncelikli alanlar arasında yer almaktadır. Bu dönüşümün, yalnızca teknik gelişmelerle değil; aynı zamanda kurumsal kapasite güçlendirme, yerel katılım mekanizmalarının artırılması ve toplum temelli kalkınma modellerinin desteklenmesiyle mümkün olabileceğini belirtilmektedir. Sonuç olarak, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için tarım sektörü hem iklim krizi hem de sosyal adaletsizliklerle mücadelede merkezi bir rol üstlenmektedir. Bu rolü etkin biçimde yerine getirebilmek için üretimden tüketime kadar tüm gıda sistemlerinin yeniden tasarlanması ve sürdürülebilirlik ilkesinin sadece bir hedef değil, aynı zamanda bir uygulama normu haline getirilmesi gerekmektedir (Godfray vd., 2010: 815).

#### **2.16.4. Çevresel Sürdürülebilirlik İçin Yeni Eğilimler ve Fırsatlar**

Günümüzde tarım sektörü, yalnızca üretim artışı hedefiyle değil; aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik, kaynak verimliliği ve ekosistem sağlığını gözeten çok boyutlu politikalarla yeniden şekillendirilmektedir. Bu bağlamda, geleneksel üretim pratiklerinin ötesine geçen yeni eğilimler, tarımsal sistemlerin hem iklim değişikliğine hem de sosyal eşitsizliklere karşı daha dirençli hâle getirilmesini amaçlamaktadır. Özellikle hassas tarım teknolojileri, dijital izleme sistemleri, erken uyarı mekanizmaları ve sürdürülebilir

yoğunlaştırma stratejileri gibi uygulamalar; çevresel etkiyi minimize ederken üretkenliği artırmaya yönelik fırsatlar sunmaktadır (Tester ve Langridge, 2010: 818).

Sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde, tarımda sadece yeni teknolojilerin değil; aynı zamanda sosyal ve kurumsal dönüşümün de teşvik edilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, küçük ölçekli üreticilerin desteklenmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu, atık yönetiminin etkinleştirilmesi ve agroekolojik ilkelerin tarımsal uygulamalara yansıtılması, çevresel sürdürülebilirlik için öne çıkan stratejilerdir (Pretty, 2008: 455; Royal Society, 2009: 7).

Ayrıca, Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) ile uyumlu şekilde, tarımın yalnızca ekonomik bir faaliyet değil; aynı zamanda doğa koruma, iklim eylemi, biyoçeşitlilik ve toplumsal eşitlik hedefleriyle doğrudan ilişkili bir kalkınma alanı olarak ele alınması gerektiği vurgulanmaktadır. Bu bağlamda, sürdürülebilirlik ilkelerinin yalnızca hedef olarak değil, aynı zamanda politika yapım ve uygulama süreçlerinin ayrılmaz bir unsuru olarak değerlendirilmesi gereklidir (FAO, 2009: 8–10).



### 3. YÖNTEM

Bu bölümde, çalışmanın amacı doğrultusunda izlenen araştırma yöntemi ayrıntılı biçimde ele alınmaktadır. İlk olarak, araştırmanın konusu ve temel amacı açıklanmış; ardından konuyla ilişkili literatür incelenerek çalışmanın kuramsal arka planı sunulmuştur. Daha sonra, araştırmanın kapsamı ve sınırları belirtilmiş, böylece analiz alanının çerçevesi çizilmiştir. Devamında, çalışmanın temelini oluşturan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemine ilişkin kuramsal bilgiler verilmiş; son olarak, söz konusu yöntemin bu araştırma kapsamında nasıl uygulandığına dair adımlar sistematik biçimde sıralanmıştır.

#### 3.1. Araştırmanın Konusu ve Amacı

*Araştırmanın Konusu.* Tarım sektörü, küresel sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda giderek artan bir şekilde çevresel faktörleri gözeterek üretim süreçlerini dönüştürme gerekliliği ile karşı karşıyadır. Bu bağlamda, yeşil üretim uygulamaları ve çevresel sürdürülebilirlik ilkeleri, tarımsal faaliyetlerin ekolojik etkilerini azaltma ve doğal kaynakların verimli kullanımını sağlama açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu araştırma, tarım sektöründe yeşil üretim ve çevresel sürdürülebilirlik uygulamalarının çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ile değerlendirilmesini konu almaktadır. AHP yöntemi, farklı kriterlerin sistematik bir şekilde ağırlıklandırılmasını sağlayarak karar verme sürecine bilimsel bir temel kazandırmakta ve sürdürülebilir tarım politikalarının geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır.

*Araştırmanın Amacı:* Bu çalışmanın temel amacı, tarım sektöründe yeşil üretim uygulamalarını ve çevresel sürdürülebilirlik kriterlerini bilimsel bir çerçevede analiz ederek, karar vericilere yönelik somut öneriler sunmaktır. Araştırmada, yeşil üretim ve sürdürülebilir tarım ilkeleri doğrultusunda farklı uygulamaların çevresel, ekonomik ve sosyal etkileri belirlenerek, AHP yöntemi kullanılarak bir değerlendirme modeli oluşturulacaktır. Böylece, tarımsal üretimde çevresel sürdürülebilirliği sağlamak için en uygun stratejilerin belirlenmesi hedeflenmektedir.

Bu araştırma, yeşil üretim ve çevresel sürdürülebilirlik kapsamında tarım sektörünün çok kriterli bir bakış açısıyla analiz edilmesini amaçlamaktadır. Karar vericilerin, sürdürülebilirlik politikalarının geliştirilmesinde hangi kriterlerin öncelikli olduğunu belirlemelerine yardımcı olmak üzere, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)

yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada ekonomik, çevresel, sosyal ve yönetsel faktörler bir arada değerlendirilerek bütüncül bir analiz sunulmuştur.

### 3.2. Literatür İncelemesi

Karaca (2024), Sakarya ilindeki farklı ölçeklerde faaliyet gösteren tekstil işletmelerinde oluşan atıkları inceleyerek, yeşil üretim uygulamalarıyla bu atıkların ve enerji kaynaklı karbon salımlarının nasıl azaltılabileceğini analiz etmiştir. Çalışmada, ipplik üretimi, kumaş boyama, dokuma, apre gibi çeşitli üretim süreçlerinin yaşam döngüsü analizleri yapılmış; özellikle elyaf atıkları, atıksu arıtım çamurları ve ambalaj atıkları gibi atık türlerinin öne çıktığı belirlenmiştir. Fosil yakıt tüketimi kaynaklı yıllık 114.115 ton CO<sup>2</sup> salımı tespit edilmiş ve kömür yerine doğalgaz kullanımının %71,75 oranında emisyon azaltımı sağlayacağı ortaya konmuştur. Bu dönüşümün Avrupa Emisyon Ticaret Sistemi kapsamında ekonomik kazanca dönüştürülebileceği ifade edilmiştir. Ayrıca çalışmada, su ve hava kirliliğinin önlenmesi, atıkların geri kazanımı ve sürdürülebilir üretim süreçlerinin benimsenmesine yönelik öneriler sunulmuş; tekstil sektörünün çevreye duyarlı, temiz üretim modellerine geçişinin hem çevresel hem de ekonomik açıdan önemli katkılar sağlayacağı vurgulanmıştır.

Özcan (2024), sürdürülebilirliğin karmaşık yapısında firmaların rekabet avantajı elde edebilmek için yeşil uygulamaları tedarik zincirlerine entegre etmelerinin önemini vurgulamaktadır. Doktora tezinde yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulamaları ile firma performansı arasındaki ilişkiler detaylı biçimde incelenmiş; bu ilişkide yeşil inovasyon ve yeşil üretimin aracılık rolleri analiz edilmiştir. Ampirik bulgular, yeşil tedarik zinciri uygulamalarının hem yeşil inovasyon hem de yeşil üretim üzerinde olumlu etkiler yarattığını, bunun da sürdürülebilir üretim ve inovasyon süreçlerini teşvik ettiğini göstermektedir. Ayrıca, yeşil tedarik zinciri yönetiminin çevresel, ekonomik ve operasyonel performansı artırdığı; özellikle çevreye duyarlı pazarlarda faaliyet gösteren firmalar için çok yönlü faydalar sağladığı ortaya konmuştur. Yeşil inovasyonun, çevresel ve operasyonel performans üzerindeki aracılık etkisi dikkat çekerken; yeşil üretimin bu etkide anlamlı bir aracılık rolü üstlenmediği belirlenmiştir. Bununla birlikte, yeşil üretimin firma performansının tüm boyutlarına doğrudan olumlu katkılar sunduğu ifade edilmiştir. Çalışma, yeşil inovasyon ve yeşil üretimin aracılık ettiği yolları açığa çıkararak sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi literatürüne önemli katkılar sunmakta; firmalara çevresel yönetimi stratejik bir avantaj haline getirme konusunda pratik çıkarımlar sağlamaktadır.

Mert (2021), doğal çevrenin korunmasının gündemdeki önemine paralel olarak, yeşil ürün algısının hem işletmelerin üretim süreçlerinde hem de tüketicilerin çevresel duyarlılıkları ile satın alma davranışlarında nasıl etkiler yarattığını incelemiştir. Araştırmada, tüketicilerin çevre konusundaki bilgi düzeyleri, çevre bilinçli tüketici davranışları ve beyaz eşya sektöründe yeşil üretim yapan markaları tercih eden bireylerin demografik özelliklerinin çevreye duyarlılık üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Çalışmanın kuramsal altyapısında çevre ve yeşil pazarlama unsurları ele alınmış, ardından bu unsurların tüketici demografik özellikleriyle ilişkisi değerlendirilmiştir. Ampirik bulgular doğrultusunda geliştirilen hipotezler üzerinden, demografik faktörlerin çevreye duyarlılık üzerinde anlamlı etkiler oluşturduğu sonucuna ulaşılmış ve bu ilişkiler çalışmanın sonunda detaylı olarak ortaya konmuştur.

Dede (2019), imalat sanayi firmalarının çevresel sorunların oluşumundaki etkisini vurgulayarak, firmaların “kirleten öder” prensibi doğrultusunda çevre ile bütünleşik üretim ve tasarım süreçlerine yönelmeleri gerektiğini savunmuştur. Çalışmanın temel amacı, Türk imalat sanayi firmalarında yeşil üretim uygulamalarının düzeyini, bu uygulamaları zorlaştıran etkenleri ve uygulamalarla elde edilmesi beklenen sonuçları incelemek; ayrıca bu unsurların sektör, çalışan sayısı ve sermaye yapısına göre farklılık gösterip göstermediğini araştırmaktır. Bulgular, firmaların üretim süreçlerine yönelik yeşil uygulamaları yüksek düzeyde, tasarım süreçlerine yönelik uygulamaları ise daha düşük düzeyde gerçekleştirdiklerini ortaya koymuştur. Yeşil üretim uygulamalarıyla firmaların özellikle rekabet avantajı sağlamayı hedefledikleri; ancak çevreye duyarlı uygulamaların önündeki en büyük engelin Türkiye’deki çevresel mevzuatların karmaşıklığı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, yeşil uygulamaların sektörlere göre anlamlı farklılık gösterdiği; ancak çalışan sayısı ve sermaye yapısı açısından anlamlı bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir.

Pezikoğlu ve arkadaşları (2019), bazı illerde yeşil tarım sistemleri ile konvansiyonel tarım sistemini benimseyen üreticilerin sosyo-ekonomik özelliklerini karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre, yeşil tarım yapan üreticilerin önemli bir kısmı daha yüksek eğitim düzeyine sahip olup, tarımı bilinçli şekilde yürütmektedir. Ayrıca bu üreticiler daha çok küçük ve orta ölçekli aile işletmeleri olup, çevresel sürdürülebilirliğe daha fazla önem vermektedir. Konvansiyonel üretim yapan çiftçilere kıyasla yeşil tarım yapanların tarımsal bilgiye erişimi, örgütlülük düzeyi ve alternatif pazarlara yönelme eğilimleri daha yüksektir. Öte yandan, konvansiyonel üreticiler daha çok gelir odaklı ve yüksek verim beklentisiyle hareket etmekte; çevresel etkilerden çok ekonomik getiriye ön planda tutmaktadır. Bu bağlamda çalışma, çevre dostu tarım

uygulamalarının yaygınlaştırılması için üreticilerin eğitimi, örgütlenmesi ve destek mekanizmalarının güçlendirilmesi gerektiğine dikkat çekmektedir.

Sarıcı ve Erikli (2022), yeşil ürün, yeşil üretim, yeşil ekonomi ve sürdürülebilirlik kavramlarına yönelik literatürde yapılmış yerli ve yabancı araştırmaları incelemek amacıyla kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirmiştir. Web of Science indeksine ve özellikle “Yeşil, Sürdürülebilir Bilim ve Teknoloji” kategorisindeki dergilere odaklanılarak yürütülen çalışmada, içerik analizi yöntemi kullanılarak 66 yabancı ve 54 yerli çalışma değerlendirilmiştir. Analiz sonucunda, literatürdeki araştırmaların daha çok “çevre duyarlılığı”, “yeşil ürün”, “yeşil ekonomi”, “yeşil üretim” ve “yeşil tüketim” kavramları etrafında yoğunlaştığı belirlenmiştir. Bu bulgular doğrultusunda çalışma, yeşil ekonomi alanında yapılan araştırmaların odaklandığı konuları ortaya koyarak, ileride yapılacak çalışmalara yön verecek bir kaynak olma potansiyeli taşımaktadır.

Ordu ve Der (2023), yeşil üretim süreçleri kapsamında çevreci termoplastik malzeme seçiminin imalat sektörü açısından kritik bir öneme sahip olduğunu vurgulayarak, çevresel etki temelli uygun malzeme belirleme süreci için hibrit çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerine dayalı karşılaştırmalı bir yaklaşım geliştirmiştir. Çalışmada üç ana başlık altında dokuz değerlendirme kriteri ve altı alternatif malzeme üzerinden AHP-CoCoSo, AHP-COPRAS ve AHP-WASPAS yöntemleri uygulanmış; PP, PVC ve ABS malzemeleri öne çıkan seçenekler olarak belirlenmiştir. Elde edilen sıralamaların Spearman korelasyon analizi ile tutarlılık gösterdiği tespit edilmiştir. Sonuçlar, PP’nin yeşil üretim açısından en uygun termoplastik malzeme olduğunu ortaya koyarken, PVC ve ABS’nin de güçlü alternatifler arasında yer aldığı belirtilmiştir. Bu çalışma, yeşil üretim için malzeme seçiminde ÇKKV tekniklerinin uygulanabilirliğini göstererek hem akademik alana hem de endüstriyel karar vericilere yol gösterici nitelikte katkılar sunmaktadır.

Kayabaş (2019), doğal kaynakların tükenmesi, nüfus artışı ve çevre kirliliğinin yaşam kalitesini tehdit eder boyuta ulaşmasıyla birlikte, yeşil sürdürülebilirlik düşüncesinin önem kazandığını belirtmektedir. Çalışmada, üretim süreçlerinin çevresel zararlarıdaki payının büyük olması nedeniyle yeşil sürdürülebilir üretim kavramının ortaya çıktığı vurgulanmakta ve bu kavramın çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarıyla ele alınarak çevreye zarar vermeden sürdürülebilir üretimin gerçekleştirilmesini hedeflediği ifade edilmektedir. Literatürde bu alandaki çalışmaların çoğunlukla gıda, otomotiv ve beyaz eşya sektörlerine odaklandığı; ancak çevresel ayak izi yüksek olan demir-çelik sektöründe yapılan çalışmaların sınırlı olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle araştırma kapsamında Karabük’te faaliyet gösteren bir demir-çelik fabrikasında yeşil

sürdürülebilir üretime etki eden faktörler incelenmiş ve çözüm yöntemi olarak sistemin dinamik yapısı nedeniyle Bulanık Bilişsel Haritalama (BBH) yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada uzman görüşlerine dayalı olarak sistem haritası oluşturulmuş, faktörlerin birbirine etkisi analiz edilmiş ve altı yıl sonraki sistem durumu Matlab ortamında geliştirilen algoritmalarla simüle edilmiştir. Ayrıca, uzman görüşlerinin ortalaması alınarak ortak bir değerlendirme yapılmış ve bu değerlendirme sistemin ideal haliyle karşılaştırılmıştır. Ortak görüş ile ideal durum arasında sapma gösteren faktörler için çözüm önerileri geliştirilmiştir. Bu yönüyle çalışma, çevresel etkileri yüksek sektörlerde yeşil sürdürülebilir üretimi sağlamaya yönelik stratejik katkılar sunmaktadır.

Doru (2022), tarımda plastik kullanımının sağladığı faydaların yanında çevre üzerinde ciddi olumsuz etkiler yarattığını vurgulayarak hem bitkisel hem de hayvansal üretim faaliyetleri sonucu ortaya çıkan plastik atıkların uygun şekilde yönetilmediğinde önemli bir kirlilik kaynağı haline geldiğini belirtmiştir. Çalışmada, tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan plastik atıklar konusunda çiftçilerin tutum ve görüşleri ile sürdürülebilir atık yönetimi programlarına yönelik eğilimleri incelenmiştir. Araştırma, İzmir ilindeki Küçük Menderes (Ödemiş ve Torbalı) ile Bakırçay (Bergama ve Dikili) havzalarında 120 çiftçiyle yapılan anketlere dayanmaktadır. Veriler En İyi–En Kötü Analizi ve Binary Logit Modeli kullanılarak değerlendirilmiştir. Bulgulara göre çiftçilerin %46,7’si plastik atıklar konusunda yeterli tedbir almadığını ifade etmiş; bu durumun temel nedenleri arasında geri dönüşüm altyapısının yetersizliği ve plastik atıkların ayrı toplanmaması yer almıştır. Logit model sonuçları, çiftçilerin plastik atıkların azaltılmasının ülke ekonomisi açısından önemini daha çok benimsedikçe, bu atıkların toplanmasını destekleme eğilimlerinin %15,9 oranında arttığını göstermektedir. Çiftçilerin sürdürülebilir bir atık yönetimini benimseyebilmeleri için gerekli destekleyici unsurların sağlanması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Knouch (2023), işletmelerin çevresel kaygılar karşısında proaktif bir tutum benimsemelerini ifade eden çevresel oryantasyon (ÇO) kavramının, son yıllarda önem kazandığını ancak literatürde sınırlı sayıda çalışmaya konu olduğunu belirtmektedir. Çalışmada, ÇO ve yeşil tedarik zinciri yönetimi (YTZY) uygulamalarının işletme performansı (P) üzerindeki etkileri incelenmiş; bu kapsamda ÇO ile YTZY’nin üç boyutu ve performansın üç boyutu arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Cezayir’deki imalat işletmelerinden anket yoluyla elde edilen veriler, SPSS ve PLS-SEM (Kısmi En Küçük Kareler Yapısal Eşitlik Modellemesi) kullanılarak analiz edilmiştir. Bulgular, ÇO ile YTZY’nin üç boyutu arasında pozitif ilişkiler bulunduğunu ve çevresel performans dışındaki performans boyutları ile de olumlu ilişkiler olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca,

YTZY'nin üç boyutu ile performansın üç boyutu arasında genel olarak anlamlı ve pozitif etkiler tespit edilmiştir. YTZY boyutlarının aracı değişken olarak yer aldığı analizlerde, ÇO ile performans boyutları arasında dolaylı ancak güçlü ilişkiler gözlemlenmiştir; bu da YTZY uygulamalarının, çevresel oryantasyonun performans üzerindeki etkisini artırmada önemli bir araç olduğunu göstermiştir.

Yelok (2017), günümüzde artan çevresel sorunlar karşısında işletmelerin çevreci politikaları bir tercih değil, zorunluluk olarak benimsemeleri gerektiğini vurgulamaktadır. Bu zorunluluğun en önemli tetikleyicilerinden birinin bireyler olduğu belirtilmiştir; yeşil tedarik zinciri yönetiminin yalnızca işletmelerin iç süreçleriyle sınırlı kalmayıp, bireylerin çevresel farkındalık ve tercihleriyle doğrudan ilişkili olduğu ifade edilmiştir. Araştırmada, işletmelerin rekabet avantajı elde etmek ve tüketici beklentilerine yanıt vermek amacıyla çevreci stratejiler geliştirdiği, ancak çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için bu politikaların yalnızca firma içi uygulamalarla sınırlı kalmaması, tedarik zincirinin tüm aşamalarına yayılması gerektiği vurgulanmıştır. Üretimden tüketime ve tekrar üretime kadar uzanan döngüde tüm paydaşların dahil edilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Araştırma bulguları, bireylerin çevresel farkındalık düzeyleri ile işletmelerin uyguladığı yeşil tedarik zinciri faaliyetleri arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu nedenle çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında bireylerin farkındalık düzeyini artırmaya yönelik çalışmaların, işletme faaliyetleriyle entegre edilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Menteşe (2017), çevresel bozulmanın insanlıkla birlikte var olduğunu ancak zamanla insan faaliyetleriyle bu bozulmanın etkisinin giderek arttığını ifade etmektedir. Özellikle aydınlanma dönemi, sanayileşme ve teknolojik gelişmelerin etkisiyle çevrenin kendini yenileme kapasitesinin aşıldığına dikkat çeken çalışmada, çevresel sürdürülebilirlik bağlamında toprak, su ve hava kirliliği teorik bir bakış açısıyla ele alınmıştır. Araştırma, doğal kaynakların bozulmadan ve dengeli bir şekilde kullanılması gerektiğini vurgularken, sürdürülebilir bir yaşam ve çevre için toprağın, suyun ve havanın doğal bileşiminin korunmasının hayati önem taşıdığını ortaya koymuştur. Bu bağlamda, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımının planlanması ve korunması zorunlu bir gereklilik olarak sunulmuştur.

### **3.3. Araştırmanın Kapsamı ve Sınırları**

Çalışma, Türkiye tarım sektöründe yeşil üretim uygulamaları ve çevresel sürdürülebilirlik stratejilerinin değerlendirilmesiyle sınırlıdır. Araştırmada, uzmanlara uygulanan (4 İl Tarım Müdürlüğü Personeli, 2 Akademisyen, 3 Ziraat Mühendisi/Çiftçi)

anket aracılığıyla kriter ve alt kriterler ikili karşılaştırmalar yoluyla değerlendirilmiş, örneklem akademisyen (2 katılımcı) ve uygulayıcı (3 Katılımcı) uzmanlardan (4 Katılımcı) oluşmuştur. Elde edilen bulgular doğrudan genellenemez olmakla birlikte politika önerileri açısından yön gösterici niteliktedir.

### 3.4. AHP Yöntemi

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) 1970'li yıllarda Wharton School of Business'da Thomas L. Saaty tarafından, karmaşık çok kriterli karar verme problemlerinin çözümü için geliştirilmiştir. Tüm kriterler ile ilgili göreceli önem derecelerinin belirlenmesinde karar vericinin (uzman) görüşlerine ihtiyaç duyan bir tekniktir. Karar vericiler kriterleri ve alt kriterleri Saaty'nin 1-9 ölçeği kullanılarak hazırlanmış anketleri doldurarak karşılaştırır. Tüm kriterler değerlendirilerek karar alternatiflerinin öncelik sırası elde edilir.

Birçok çok kriterli karar verme (ÇKKV) tekniği mevcuttur. Bu teknikler içinde AHS'nin en önemli üstünlükleri kullanım kolaylığı ve objektif yargılar yanı sıra sübjektif yargıları da bünyesinde barındıran karmaşık karar problemlerinde başarıyla uygulanabilir olmasıdır.

AHS kriterlerin ve alt kriterlerin önem derecelerini belirleyerek çok boyutlu problemin tek boyuta indirgenmesini sağlamaktadır. Olası birçok sonuç içinden en iyi olanın elde edilebilmesi için kararlar sıralanır oluşturulan öncelik vektörleri ile saptanmaktadır. İşletmelerde bir karar alınırken katkı sağlayacak birçok karar verici (yöneticiler, mühendisler, finans uzmanları, pazarlama uzmanları vb.) bulunabilmektedir. AHS ile farklı tecrübe, bilgi ve eğitim sahibi bireylerin (grupların) kararları birleştirilerek tek bir sonuca ulaşılabilir. AHS bir konuda fikir sahibi veya uzman bireylerin kendi düşüncelerini ortaya koyması ile ortak bir yargının oluşturulabilmesinde etkili bir araçtır. Çünkü herhangi ortak bir amaç doğrultusunda oluşturulmuş grup üyeleri ortak karar oluştururken kendi fikirlerinin dikkate alınmasını ister. Grup kararı alma süreci fikir birliği ve mutabakat ile tamamlandığında uzlaşma sağlanmış olur. Alınan kararda etkisinin olduğunu bilen grup üyesinin motivasyonu artmaktadır. (SAYFA 21).

AHS daha önce var olan birçok kavramı bir çatı altında birleştirip bünyesinde barındıran bir tekniktir. Karmaşık birimlerin hiyerarşik yapısı, ikili karşılaştırma, çok sayıda kriter, ağırlık katsayılarının elde edilmesinde özvektör ve tutarlılık katsayısı söz edilen kavramlardır. Saaty, bu parçaları uyumlu bir şekilde birleştirerek aralarında göreve/ilgiye yaratıcılık ve güçlü bir teknik olan AHS'yi oluşturmuştur. AHS yöntemi ile çözümler için geliştirilmiş Expert Choice paket programının piyasaya sürülmesi ile AHS

teknikini kullanan uygulamalar artmıştır. Uluslararası AHS Derneği'nin düzenlemiş olduğu ilk akademik toplantı Tianjin, Çin'de yapılmıştır.

AHS karar alternatiflerinin değerlendirilmesi ve karar verme problemlerinin çözümünde etkin olarak kullanılmaktadır. Tahmin (pazar payı, satış seçenekleri, navlun tahsis etme, önem dereceleri göreceli olarak değişen kriterler arasında sıralama yapmak gibi uygulamalarda AHS sıklıkla kullanılmaktadır.

Karmaşık karar problemlerinin çözümünde AHS tekniği kullanılarak karar alternatiflerine ve kriterlere göreceli önem değerleri verilir. Böylece yönetsel karar mekanizması çalıştırılarak karar verme işlemi gerçekleştirilir [2]. AHS öz değer yaklaşımı kullanılarak kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapılabilir; kantitatif ve kalitatif performansın ölçülmesinde kullanılan sayısal ölçeklerin kalibrasyonunu gerçekleştiren çok kriterli karar verme aracıdır.

Literatürde karar verme problemlerinde AHS tekniği kullanılırken farklı paket programlar kullanılabilir. Bunlar içinde en yaygın olanları “Expert Choice” ve “Super Decision” paket programlarıdır. Bu paket programlarda model oluşturabilmek için görsel araçlar ve menüler mevcuttur. Ancak bir AHS modeli Ms. Excel’de de kolaylıkla modellenabilmekte ve çözülebilmektedir. Bunun için Ms. Excel’de matris işlemlerini ve ilgili formülleri bilmek gerekmektedir. Bu bölümde AHS çözümlerinde sıklıkla Ms. Excel elektronik hesaplama tablolarından yararlanılacaktır.

### **3.5. AHP Yöntemi Uygulama Adımları**

#### *1. Adım: Problemin belirlenmesi*

Öncelikle çalışmanın genel amacı tanımlanıp bu amaca hizmet eden alt kriterler ana başlık altında yapılandırılır. Daha sonra problem ve hedefin tanımı yapılarak problem belirlenir.

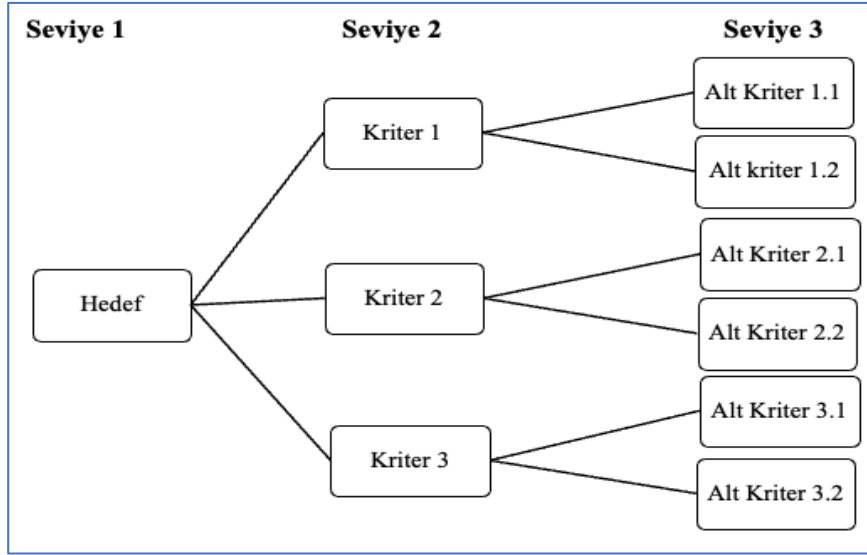
#### *2. Adım: Seçim kriterlerin belirlenmesi*

Gerekli olan kriterler ve alt kriterler alanında uzman kişilerin görüşleri alınarak belirlenir. Öncelikle kriterler ve varsa alt kriterler belirlenir.

#### *3. Adım: Hiyerarşik yapının oluşturulması*

Bu adımda Hiyerarşi yapı oluşturulur. Literatürde genellikle üç seviyeli AHP kullanımları olmasına karşın daha kompleks problem çözümleri için alt kriterleri de içeren dört seviyeli çalışmalar da mevcuttur. Üç Seviyeli AHP Modeli Şekil 1’de örnek olarak verilmiştir.





Şekil 1. Üç seviyeli AHP modeli

#### 4. Adım: Kriterlerin ağırlıklandırılması ve sıralanması

AHP’de önemli olan bu adım, belirlenen karar kriterlerin derecelendirilmesini (İkili karşılaştırma matrislerinin hazırlanması) içermektedir. İkili karşılaştırma matrisinde kriterlerin kuvvetini belirlerken Saaty (1990) tarafından geliştirilmiş 1-9 skalası kullanılmakta olup bu skala Tablo 2’de sunulmaktadır (Bahar ve Özyörük, 2005).

Tablo 1. Karşılaştırmalarda kullanılan önem dereceleri

| Değerlerin Tanımları                                                         | Önem Değerleri |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| İki faktör eşit öneme sahiptir                                               | 1              |
| İlk faktör ikinci faktörden daha önemlidir                                   | 3              |
| İlk faktör ikinci faktörden çok önemlidir.                                   | 5              |
| İlk faktör ikinci faktöre göre çok güçlü bir öneme sahiptir.                 | 7              |
| İlk faktör ikinci faktöre göre mutlak üstünlük gösterecek bir öneme sahiptir | 9              |
| Ara değerleri ifade etmektedir                                               | 2, 4, 6, 8     |

Belirlenen ana ve alt kriterler, uzman katılımcılar tarafından ikili karşılaştırma yöntemiyle değerlendirilip her bir kriter çifti arasındaki göreceli önem dereceleri 1-9 arasındaki ölçekle ifade edilir.

Yerel Ağırlıkların Hesaplanması: Her bir ikili karşılaştırma matrisi için geometrik ortalama yöntemi kullanılarak öncelik vektörleri hesaplanıp bu vektörler normalize edilerek kriterlere ilişkin lokal ağırlıklar elde edilir.

Global Ağırlıkların Hesaplanması: Alt kriterlerin lokal ağırlıkları, ilgili oldukları ana kriterin ağırlığı ile çarpılarak global (nihai) ağırlıklar hesaplanıp bu sayede kriterlerin genel öncelik sıralaması elde edilir.

5. *Adım: Tutarlılık analizi*

AHP yönteminde kararların tutarlılığını sağlamak amacıyla her matris için maksimum özdeğer ( $\lambda_{max}$ ), tutarlılık indeksi (CI) ve tutarlılık oranı (CR) hesaplanır. CR değerinin 0.10'dan küçük olması kararların kabul edilebilir düzeyde tutarlı olduğunu gösterir.

6. *Adım: Duyarlılık analizi*

Çalışmanın güvenilirliğini test etmek amacıyla en yüksek öneme sahip kriterin ağırlığında yapılan artışın diğer kriterler üzerindeki etkisi analiz edilerek sistemin hassasiyet düzeyi değerlendirilir.

#### 4. UYGULAMA

Bu bölümde, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi esas alınarak yürütülen karar verme sürecine ilişkin uygulama adımları detaylı biçimde ele alınmaktadır. İlk olarak, çalışmanın temelini oluşturan problem tanımlanmış ve araştırmanın çözmeyi amaçladığı karar sorunu ortaya konmuştur. Ardından, karar sürecinde dikkate alınacak kriterler belirlenmiş ve bu kriterlerin karar verici açısından taşıdığı anlam açıklanmıştır. Daha sonra, belirlenen kriterler doğrultusunda çok kriterli karar probleminin hiyerarşik yapısı oluşturularak modelin temel çerçevesi çizilmiştir. Devamında, kriterlerin ikili karşılaştırma matrisleri yardımıyla ağırlıklandırılması ve bu ağırlıklara göre sıralanması sağlanmış; elde edilen sonuçların güvenilirliğini değerlendirmek amacıyla tutarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Sonraki adımda ise, modelin esneklik düzeyini test etmek amacıyla duyarlılık analizi yapılmış ve kriter ağırlıklarındaki değişimlerin genel sıralamaya etkisi incelenmiştir. Son olarak, uygulama bulguları ışığında ulaşılan sonuçlar değerlendirilmiş; tarım sektöründe yeşil üretim ve çevresel sürdürülebilirliğe ilişkin mevcut durum analiz edilmiş ve geleceğe yönelik stratejik öneriler geliştirilmiştir.

##### 4.1. Problemin Belirlenmesi

Günümüzde tarım sektörü, doğal kaynakların tükenmesi, ekosistem bozulmaları ve iklim değişikliği gibi çevresel sorunlarla karşı karşıyadır. Bu sorunlar, tarımsal üretimin sürdürülebilirliği üzerinde baskı oluşturmakta ve çevre dostu üretim modellerinin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Ancak, yeşil üretim uygulamalarının tarım sektörüne entegrasyonu konusunda çeşitli belirsizlikler ve karar verme süreçlerinde objektif değerlendirme eksiklikleri bulunmaktadır. Bu noktada, tarımsal sürdürülebilirlik kriterlerinin çok kriterli karar verme yöntemleri ile analiz edilmesi ve sektöre özgü en uygun stratejilerin belirlenmesi gerekmektedir. Çalışmada ele alınan temel problem, tarım sektöründe çevresel sürdürülebilirliği sağlamaya yönelik politikaların ve uygulamaların hangi kriterler çerçevesinde değerlendirilmesi gerektiğidir. Bu bağlamda, AHP yöntemi kullanılarak tarımda yeşil üretim ve çevresel sürdürülebilirlik uygulamalarının sistematik bir analizinin yapılması araştırmanın temel sorununa yanıt aramaktadır.

Araştırma problemi; Türkiye tarım sektöründe yeşil üretim uygulamalarının yaygınlaştırılması için hangi kriterlerin öncelikli olduğunun belirlenmesidir. Bu

kapsamda ekonomik, çevresel, sosyal, yönetsel ve teknik kriterlerin önemi değerlendirilmiştir.

#### 4.2. Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi

Ana Kriter: *Ekonomik Uygulanabilirlik*; Alt Kriterler: K1: Maliyet Etkinliği, K2: Ekonomik Büyüme, K3: Yatırım Getirisi, K4: Pazar Rekabet Gücü.

Ana Kriter: *Dayanıklılık ve Uyum*; Alt Kriterler: K1: İklim Değişikliğine Uyum, K2: Afet Riskini Azaltma, K3: Ekosistem Dayanıklılığı, K4: Yenilik ve Teknoloji.

Ana Kriter: *Kaynak Verimliliği*; Alt Kriterler: K1: Enerji Verimliliği, K2: Su Kullanım Verimliliği, K3: Kaynak Koruma, K4: Tarımsal Verimlilik.

Ana Kriter: *Politika ve Yönetişim*; Alt Kriterler: K1: Politika Uyumu, K2: Kurumsal Kapasite, K3: Paydaş Katılımı, K4: Politika Tutarlılığı.

Ana Kriter: *Çevresel Etki*; Alt Kriterler: K1: Hava Kalitesi, K2: Su Kalitesi, K3: Biyolojik Çeşitliliğin Korunması, K4: Arazi Kullanım Verimliliği.

Ana Kriter: *Sosyal Eşitlik*; Alt Kriterler: K1: Sosyal Katılım, K2: Faydalarda Eşitlik, K3: Kadın-Erkek Eşitliği, K4: Topluluk Katılımı.

Bu 6 ana kriterlere ait toplam 24 alt kriter tanımlanmış ve ikili karşılaştırmalar yapılmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Yeşil tarımda çevresel sürdürülebilirliğe ilişkin ana ve alt kriterler

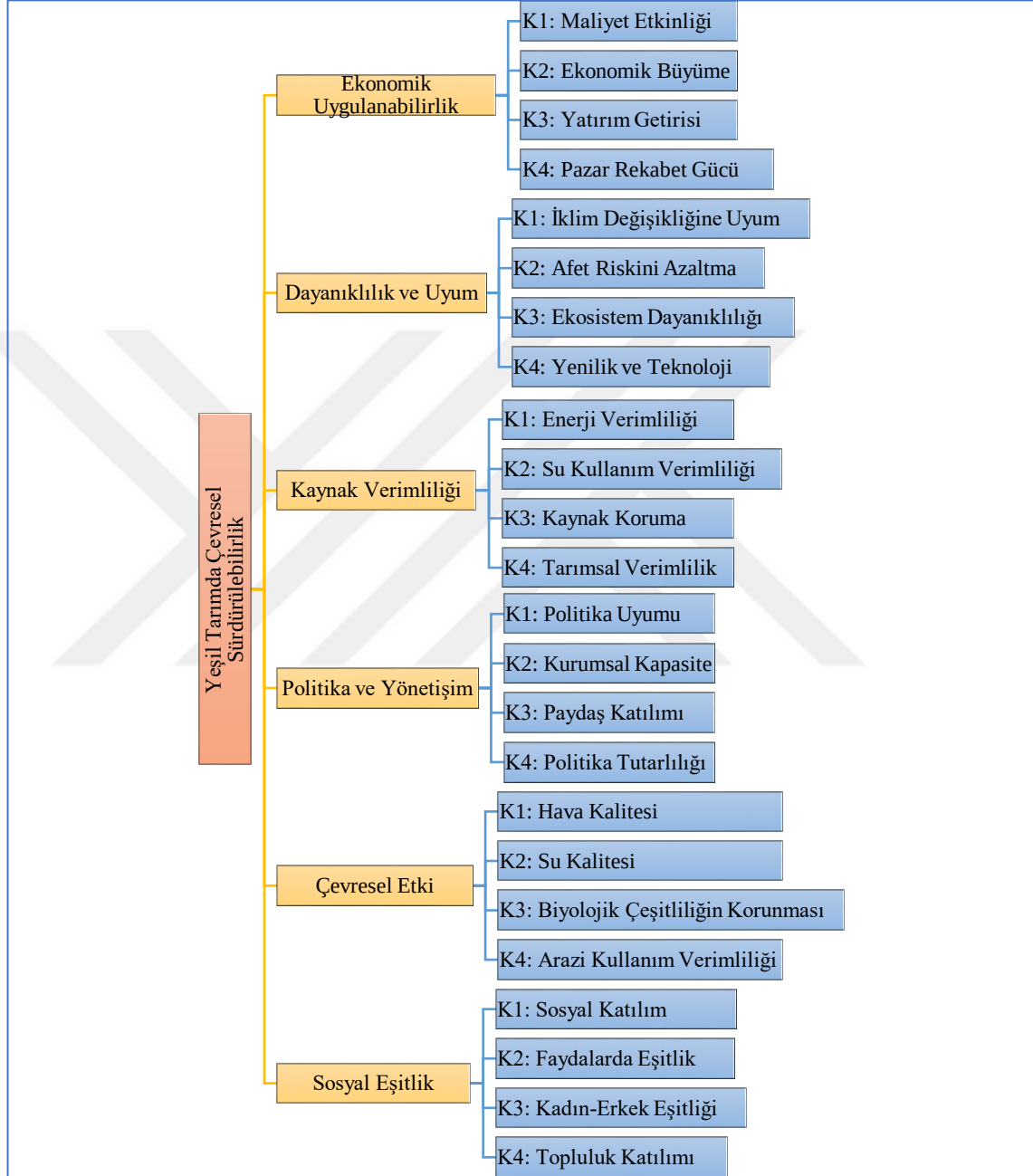
| Ana Kriter                | Alt Kriterler                | İlgili Kaynaklar                                                          |
|---------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Ekonomik Uygulanabilirlik | K1: Maliyet Etkinliği        | Drummond vd. (2015); Boardman vd. (2018); Hummel-Rossi ve Ashdown (2002). |
|                           | K2: Ekonomik Büyüme          | Barro ve Sala-i-Martin (2003); Acemoglu (2009).                           |
|                           | K3: Yatırım Getirisi         | Brigham ve Ehrhardt (2013); Damodaran (2012).                             |
|                           | K4: Pazar Rekabet Gücü       | Grant (2019).                                                             |
| Dayanıklılık ve Uyum      | K1: İklim Değişikliğine Uyum | IPCC (2022); Adger vd. (2005); Smit ve Wandel (2006).                     |
|                           | K2: Afet Riskini Azaltma     | UNDRR (2015); Wisner (2004); Birkmann ve von Teichman (2010).             |
|                           | K3: Ekosistem Dayanıklılığı  | Folke (2006); Walker (2004); Gunderson ve Holling (2002).                 |
|                           | K4: Yenilik ve Teknoloji     | OECD (2005).                                                              |
| Kaynak Verimliliği        | K1: Enerji Verimliliği       | International Energy Agency (2022); Ürge-Vorsatz (2015).                  |
|                           | K2: Su Kullanım Verimliliği  | FAO (2012); Pereira (2009); Molden (2010).                                |
|                           | K3: Kaynak Koruma            | Daly ve Farley (2011).                                                    |
|                           | K4: Tarımsal Verimlilik      | Fuglie (2012); Evenson ve Gollin (2003); Pingali (2012).                  |

Tablo 2. (Devamı)

| Ana Kriter            | Alt Kriterler                        | İlgili Kaynaklar                                                       |
|-----------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Politika ve Yönetişim | K1: Politika Uyumı                   | OECD (2019); Nilsson 2016); Biermann (2017).                           |
|                       | K2: Kurumsal Kapasite                | Andrews (2017); OECD (2006).                                           |
|                       | K3: Paydaş Katılımı                  | Reed (2008); Bryson (2004).                                            |
|                       | K4: Politika Tutarlılığı             | Candel (2017); Howlett ve Rayner (2007); OECD (2001).                  |
| Çevresel Etki         | K1: Hava Kalitesi                    | WHO (2021); Dominici vd. (2006); Pope ve Dockery (2006).               |
|                       | K2: Su Kalitesi                      | UNESCO (2020); Gunkel (2009).                                          |
|                       | K3: Biyolojik Çeşitliliğin Korunması | Convention on Biological Diversity (2020); Mace (2012); Wilson (2016). |
|                       | K4: Arazi Kullanım Verimliliği       | Seto (2012); EEA (2017); Lambin ve Meyfroidt (2011).                   |
| Sosyal Eşitlik        | K1: Sosyal Katılım                   | Burchardt (2002); Levitas (2005).                                      |
|                       | K2: Faydalarda Eşitlik               | Braveman ve Gruskin (2003).                                            |
|                       | K3: Kadın-Erkek Eşitliği             | UN Women (2022); Cornwall ve Rivas (2015).                             |
|                       | K4: Topluluk Katılımı                | Head (2007).                                                           |

### 4.3. Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

En üst seviyede “Yeşil Tarımda Çevresel Sürdürülebilirlik” amacı yer almakta, ikinci seviyede ana kriterler ve üçüncü seviyede ise alt kriterler bulunmaktadır (Şekil 2). Bu yapı, karar problemini alt bileşenlerine ayırarak analiz kolaylığı sağlamıştır.



Şekil 2. Çalışmanın hiyerarşik yapısı

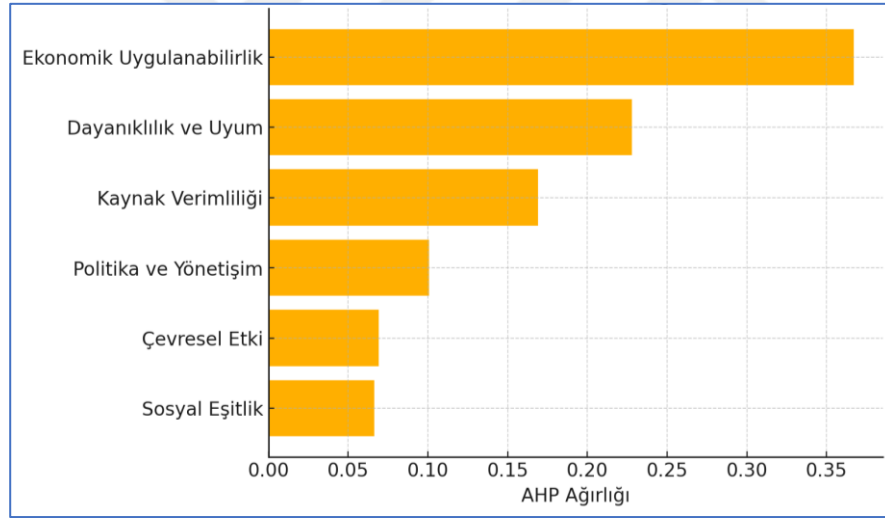
### 4.4. Kriterlerin Ağırlıklandırılması ve Sıralanması

İkili karşılaştırma matrisleri kullanılarak her kriterin ağırlığı belirlenmiş, ağırlıklar normalize edilmiş ve satır ortalamaları hesaplanarak öncelik vektörleri elde edilmiştir. Alt kriterlerin ağırlıkları, ilgili ana kriterlerin ağırlıklarıyla çarpılarak nihai (global) ağırlıklar hesaplanmış ve kriterler önem sırasına göre sıralanmıştır.

Tablo 3. Ana kriterlere ait AHP ağırlıkları

| Ana Kriter                | AHP Ağırlığı |
|---------------------------|--------------|
| Ekonomik Uygulanabilirlik | 0.367        |
| Dayanıklılık ve Uyum      | 0.228        |
| Kaynak Verimliliği        | 0.169        |
| Politika ve Yönetişim     | 0.101        |
| Çevresel Etki             | 0.069        |
| Sosyal Eşitlik            | 0.066        |

Tablo 3’de ve Şekil 3’de görüldüğü üzere ana kriterlerin AHP yöntemiyle hesaplanan ağırlıklarını göstermektedir. Bu sonuçlara göre: Ekonomik Uygulanabilirlik (%36.7) en yüksek önceliğe sahip ana kriter olarak öne çıkmakta, Onu Dayanıklılık ve Uyum (%22.8) ve Kaynak Verimliliği (%16.9) izlemektedir, Sosyal Eşitlik (%6.6) ise en düşük önceliğe sahip kriter olarak belirlenmiştir.



Şekil 3. Ana kriterlerin AHP ağırlıkları

AHP analizinde elde edilen ana kriter ağırlıkları, karar vericilerin sürdürülebilirlik, ekonomik verimlilik ve çevresel dayanıklılık konularına verdikleri önemi açık biçimde yansıtmaktadır. Özellikle Ekonomik Uygulanabilirlik kriterinin en yüksek ağırlığa sahip olması, kaynak kullanımında maliyet etkinliğinin ve ekonomik büyümenin stratejik öncelik olarak görüldüğünü göstermektedir. Dayanıklılık ve Uyum ile Kaynak Verimliliği kriterlerinin de yüksek puanlar alması, karar vericilerin iklim değişikliğine uyum, afet riski yönetimi ve enerji-su verimliliği gibi alanları da kritik gördüklerini ortaya koymaktadır. Buna karşılık, Sosyal Eşitlik ve Çevresel Etki kriterlerinin görece olarak

daha düşük ağırlıklara sahip olması, bu alanlarda farkındalık ve politika desteği ihtiyacının sürdüğünü göstermektedir.

İlk olarak, her bir ana kriter için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri kullanılarak alt kriterlerin göreceli ağırlıkları belirlenmiştir. Bu matrislerde katılımcılar tarafından yapılan karşılaştırmalar doğrultusunda, her satır için geometrik ortalama alınmış ve elde edilen değerler normalize edilerek toplamı 1 olacak şekilde ölçeklenmiştir. Böylece her alt kriterle ilişkin öncelik vektörleri (AHP ağırlıkları) hesaplanmıştır. Alt kriterlere ait bu lokal ağırlıklar, ilgili oldukları ana kriterlerin ağırlıkları ile çarpılarak nihai (global) ağırlıklar elde edilebilmektedir. Örneğin, “Ekonomik Uygulanabilirlik” ana kriterinin ağırlığı 0.30 ve bu başlık altındaki bir alt kriterin (örneğin “Maliyet Etkinliği”) lokal ağırlığı 0.55 olarak belirlendiyse, bu alt kriterin global ağırlığı  $0.30 \times 0.55 = 0.165$  olarak hesaplanmaktadır. Bu işlem, tüm alt kriterler için ayrı ayrı uygulanarak nihai ağırlıklar belirlenmektedir. Son olarak, hesaplanan global ağırlıklar dikkate alınarak alt kriterler önem düzeylerine göre sıralanmakta ve karar vericiye bütünsel bir önceliklendirme sunulmaktadır. Bu bağlamda, çalışmada izlenen yöntem ile literatürde tanımlanan AHP süreci tam bir uyum içindedir.

Tablo 4. Ekonomik uygulanabilirlik karşılaştırma matrisi

| Kriterler          | Maliyet Etkinliği | Ekonomik Büyüme | Yatırım Getirisi | Pazar Rekabet Gücü |
|--------------------|-------------------|-----------------|------------------|--------------------|
| Maliyet Etkinliği  | 1.000             | 2.064           | 5.390            | 6.190              |
| Ekonomik Büyüme    | 0.485             | 1.000           | 2.612            | 2.999              |
| Yatırım Getirisi   | 0.186             | 0.383           | 1.000            | 1.148              |
| Pazar Rekabet Gücü | 0.162             | 0.333           | 0.871            | 1.000              |

Tablo 4’deki matris verilerine göre, karar vericiler “Maliyet Etkinliği” kriterine diğer tüm alt kriterlere kıyasla açık bir üstünlük atfetmiştir; özellikle bu kriterin “Yatırım Getirisi” ve “Pazar Rekabet Gücü” karşısında sırasıyla 5.390 ve 6.190 gibi yüksek önem katsayılarına sahip olması, maliyet odaklı yaklaşımın ön plana çıktığını göstermektedir. “Ekonomik Büyüme” kriteri, “Yatırım Getirisi” ve “Pazar Rekabet Gücü”ne göre daha yüksek öncelik taşımakla birlikte, “Maliyet Etkinliği” kadar baskın değildir. Bu bağlamda, elde edilen bulgular karar vericilerin ekonomik uygulanabilirlik kapsamında maliyet verimliliğine yüksek düzeyde önem verdiklerini ve değerlendirmelerinde bu kriteri merkezî bir referans olarak benimsediklerini ortaya koymaktadır.



Tablo 5. Dayanıklılık ve uyum karşılaştırma matrisi

| Kriterler                | İklim Değişikliğine Uyum | Afet Riskini Azaltma | Ekosistem Dayanıklılığı | Yenilik ve Teknoloji |
|--------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|
| İklim Değişikliğine Uyum | 1.000                    | 1.763                | 3.245                   | 7.021                |
| Afet Riskini Azaltma     | 0.567                    | 1.000                | 1.841                   | 3.982                |
| Ekosistem Dayanıklılığı  | 0.308                    | 0.543                | 1.000                   | 2.163                |
| Yenilik ve Teknoloji     | 0.142                    | 0.251                | 0.462                   | 1.000                |

Tablo 5’deki matris verileri, karar vericilerin “İklim Değişikliğine Uyum” kriterini diğer tüm alt kriterlerden daha öncelikli gördüğünü ortaya koymaktadır. Bu kriterin özellikle “Yenilik ve Teknoloji” karşısında 7.021 katsayısı ile belirgin bir üstünlüğe sahip olması, çevresel risklere uyum sağlama kabiliyetinin stratejik bir öncelik olarak değerlendirildiğini göstermektedir. “Afet Riskini Azaltma” ve “Ekosistem Dayanıklılığı” da görece yüksek değerlere sahip olmakla birlikte, “İklim Değişikliğine Uyum” kadar güçlü bir öncelik düzeyine sahip değildir. Öte yandan, “Yenilik ve Teknoloji” kriteri matrisin en düşük ağırlık değerlerine sahip olan unsur olarak öne çıkmakta ve dayanıklılık bağlamında karar vericiler tarafından ikincil düzeyde değerlendirildiği anlaşılmaktadır. Bu bulgular, dayanıklılık stratejilerinde önceliğin doğrudan çevresel tehditlere karşı uyum sağlama ve afet riskini azaltma yönünde belirlendiğini göstermektedir.

Tablo 6. Kaynak verimliliği karşılaştırma matrisi

| Kriterler               | Enerji Verimliliği | Su Kullanım Verimliliği | Kaynak Koruma | Tarımsal Verimlilik |
|-------------------------|--------------------|-------------------------|---------------|---------------------|
| Enerji Verimliliği      | 1.000              | 2.154                   | 3.592         | 4.649               |
| Su Kullanım Verimliliği | 0.464              | 1.000                   | 1.667         | 2.158               |
| Kaynak Koruma           | 0.278              | 0.600                   | 1.000         | 1.294               |
| Tarımsal Verimlilik     | 0.215              | 0.463                   | 0.773         | 1.000               |

Tablo 6’daki matris değerleri, karar vericilerin açık biçimde “Enerji Verimliliği” kriterini en yüksek öncelikte değerlendirdiklerini ortaya koymaktadır. Bu kriterin “Su Kullanım Verimliliği”, “Kaynak Koruma” ve “Tarımsal Verimlilik” karşısında sırasıyla 2.154, 3.592 ve 4.649 oranlarında üstünlük taşıması, enerji kaynaklarının sürdürülebilir ve etkin kullanımının karar alma sürecinde belirleyici olduğunu göstermektedir. “Su Kullanım Verimliliği” ve “Kaynak Koruma” kriterleri ara düzeyde önceliğe sahipken, “Tarımsal Verimlilik” kriteri karşılaştırma matrisinde en düşük ağırlık seviyelerine sahip kriter olarak dikkat çekmektedir. Bu durum, enerji yönetiminin kaynak verimliliği

stratejilerinde öncelikli politika alanı olarak görüldüğünü, tarımsal üretkenliğin ise görece daha düşük önemle değerlendirildiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 7. Politika ve yönetim karşılaştırma matrisi

| Kriterler            | Politika Uyumu | Kurumsal Kapasite | Paydaş Katılımı | Politika Tutarlılığı |
|----------------------|----------------|-------------------|-----------------|----------------------|
| Politika Uyumu       | 1.000          | 2.092             | 3.303           | 4.489                |
| Kurumsal Kapasite    | 0.478          | 1.000             | 1.579           | 2.146                |
| Paydaş Katılımı      | 0.303          | 0.633             | 1.000           | 1.359                |
| Politika Tutarlılığı | 0.223          | 0.466             | 0.736           | 1.000                |

Tablo 7’deki matris verileri, karar vericilerin bu kriter kümesinde en yüksek önceliği “Politika Uyumu” unsuruna verdiklerini göstermektedir. Bu kriterin, özellikle “Politika Tutarlılığı” karşısında 4.489 ve “Paydaş Katılımı” karşısında 3.303 katsayısına sahip olması, politika yapım süreçlerinde uyumlu hareket etmenin sistem düzeyinde daha stratejik bir faktör olarak algılandığını ortaya koymaktadır. “Kurumsal Kapasite” kriteri de görece yüksek bir ağırlığa sahip olup, etkin yönetim için gerekli yapısal yeterliliğin dikkate alındığını göstermektedir. Buna karşılık, “Paydaş Katılımı” ve özellikle “Politika Tutarlılığı” kriterleri matrisin alt sıralarında yer almakta ve daha düşük öneme sahip olduğu görülmektedir. Bu bulgular, karar verici aktörlerin yönetim süreçlerinde daha çok yapısal uyum ve kapasiteye odaklandığını, tutarlılık ve katılım gibi unsurların ise destekleyici fakat ikincil düzeyde değerlendirildiğini göstermektedir.

Tablo 8. Çevresel etki karşılaştırma matrisi

| Kriterler                  | Hava Kalitesi | Su Kalitesi | Biyolojik Çeşitlilik | Arazi Kullanım Verimliliği |
|----------------------------|---------------|-------------|----------------------|----------------------------|
| Hava Kalitesi              | 1.000         | 2.110       | 4.064                | 5.154                      |
| Su Kalitesi                | 0.474         | 1.000       | 1.926                | 2.443                      |
| Biyolojik Çeşitlilik       | 0.246         | 0.519       | 1.000                | 1.268                      |
| Arazi Kullanım Verimliliği | 0.194         | 0.409       | 0.788                | 1.000                      |

Tablo 8’deki veriler, karar vericilerin bu kriter setinde en yüksek önceliği açık biçimde “Hava Kalitesi” unsuruna verdiklerini ortaya koymaktadır. Özellikle bu kriterin “Arazi Kullanım Verimliliği” karşısında 5.154 ve “Biyolojik Çeşitlilik” karşısında 4.064 katsayısına sahip olması, hava kirliliği ile mücadele ve hava kalitesinin korunmasının çevresel sürdürülebilirlik açısından merkezi bir unsur olarak görüldüğünü göstermektedir. “Su Kalitesi” ise ikinci derecede önemli olarak değerlendirilmiş, çevresel etkiler içinde kayda değer bir öneme sahip olduğu görülmüştür. Buna karşılık, “Biyolojik

Çeşitlilik” ve “Arazi Kullanım Verimliliği” kriterleri daha düşük öncelik düzeyleriyle değerlendirilmiş ve karar vericiler açısından görece ikincil düzeyde birer faktör olarak algılanmıştır. Bu durum, çevresel değerlendirme süreçlerinde hava ve su ile doğrudan bağlantılı etkilerin, ekolojik bütünlüğü destekleyen dolaylı faktörlerden daha fazla öne çıktığını göstermektedir.

Tablo 9. Sosyal eşitlik karşılaştırma matrisi

| Kriterler            | Sosyal Katılım | Faydalarda Eşitlik | Kadın-Erkek Eşitliği | Topluluk Katılımı |
|----------------------|----------------|--------------------|----------------------|-------------------|
| Sosyal Katılım       | 1.000          | 1.956              | 4.010                | 6.446             |
| Faydalarda Eşitlik   | 0.511          | 1.000              | 2.050                | 3.296             |
| Kadın-Erkek Eşitliği | 0.249          | 0.488              | 1.000                | 1.608             |
| Topluluk Katılımı    | 0.155          | 0.303              | 0.622                | 1.000             |

Tablo 9'daki matris verilerine göre, karar vericiler en yüksek önceliği “Sosyal Katılım” kriterine vermiştir. Bu kriterin özellikle “Topluluk Katılımı” karşısında 6.446 ve “Kadın-Erkek Eşitliği” karşısında 4.010 gibi yüksek önem katsayılarına sahip olması, sosyal karar alma süreçlerinde bireylerin aktif katılımının, eşitlikçi yaklaşımların önünde konumlandırıldığını göstermektedir. “Faydalarda Eşitlik” kriteri de görece yüksek değerlere sahip olup, sosyal adaletin kaynak dağılımındaki yansımaya verilen önemi ortaya koymaktadır. Buna karşın, “Kadın-Erkek Eşitliği” ve özellikle “Topluluk Katılımı” kriterleri, matrisin alt sıralarında yer almakta ve karar vericiler açısından görece düşük öncelikte değerlendirilmektedir. Bu sonuçlar, sosyal eşitlik boyutunun uygulamaya yönelik yönlerinin (katılım, fayda paylaşımı) normatif boyutlara (toplumsal cinsiyet eşitliği) kıyasla daha ön planda tutulduğunu göstermektedir.

Her bir ana kriterin alt kriterlerine ilişkin öncelik düzeylerinin belirlenebilmesi amacıyla, katılımcılar tarafından oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri analiz edilmiştir (Tablo 4- Tablo 9). Bu analiz sürecinde, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemine uygun olarak geometrik ortalama yöntemi kullanılmış ve her bir alt kriterin lokal (yerel) ağırlığı hesaplanmıştır. Bu yöntem kapsamında, ilgili matrislerin satırları boyunca değerlerin geometrik ortalamaları alınmış, ardından bu değerler normalize edilerek öncelik vektörleri elde edilmiştir (Tablo 10).

Tablo 10. Alt kriterlere ilişkin lokal (yerel) ağırlıklar

| Ana Kriter                | Alt Kriter                 | Lokal Ağırlık |
|---------------------------|----------------------------|---------------|
| Ekonomik Uygulanabilirlik | Maliyet Etkinliği          | 0,546         |
|                           | Ekonomik Büyüme            | 0,265         |
|                           | Yatırım Getirisi           | 0,101         |
|                           | Pazar Rekabet Gücü         | 0,088         |
| Dayanıklılık ve Uyum      | İklim Değişikliğine Uyum   | 0,496         |
|                           | Afet Riskini Azaltma       | 0,281         |
|                           | Ekosistem Dayanıklılığı    | 0,153         |
|                           | Yenilik ve Teknoloji       | 0,070         |
| Kaynak Verimliliği        | Enerji Verimliliği         | 0,511         |
|                           | Su Kullanım Verimliliği    | 0,237         |
|                           | Kaynak Koruma              | 0,142         |
|                           | Tarımsal Verimlilik        | 0,110         |
| Politika ve Yönetişim     | Politika Uyum              | 0,499         |
|                           | Kurumsal Kapasite          | 0,239         |
|                           | Paydaş Katılımı            | 0,151         |
|                           | Politika Tutarlılığı       | 0,111         |
| Çevresel Etki             | Hava Kalitesi              | 0,522         |
|                           | Su Kalitesi                | 0,248         |
|                           | Biyolojik Çeşitlilik       | 0,129         |
|                           | Arazi Kullanım Verimliliği | 0,101         |
| Sosyal Eşitlik            | Sosyal Katılım             | 0,522         |
|                           | Faydalarda Eşitlik         | 0,267         |
|                           | Kadın-Erkek Eşitliği       | 0,130         |
|                           | Topluluk Katılımı          | 0,081         |

“*Ekonomik Uygulanabilirlik*” ana kriteri altında yer alan alt kriterlere ilişkin hesaplanan lokal ağırlıklar şu şekildedir: Maliyet Etkinliği: 0.546, Ekonomik Büyüme: 0.265, Yatırım Getirisi: 0.101, Pazar Rekabet Gücü: 0.088.

“*Dayanıklılık ve Uyum*” ana kriteri altında yer alan alt kriterlere ilişkin hesaplanan lokal ağırlıklar şu şekildedir: İklim Değişikliğine Uyum: 0.496, Afet Riskini Azaltma: 0.281, Ekosistem Dayanıklılığı: 0.153, Yenilik ve Teknoloji: 0.070.

“*Kaynak Verimliliği*” ana kriteri altında yer alan alt kriterlere ilişkin hesaplanan lokal ağırlıklar şu şekildedir: Enerji Verimliliği: 0.511, Su Kullanım Verimliliği: 0.237, Kaynak Koruma: 0.142, Tarımsal Verimlilik: 0.110.

“*Politika ve Yönetişim*” ana kriteri altında yer alan alt kriterlere ilişkin hesaplanan lokal ağırlıklar şu şekildedir: Politika Uyum: 0.499, Kurumsal Kapasite: 0.239, Paydaş Katılımı: 0.151, Politika Tutarlılığı: 0.111.

“Çevresel Etki” ana kriteri altında yer alan alt kriterlere ilişkin hesaplanan lokal ağırlıklar şu şekildedir: Hava Kalitesi: 0.522, Su Kalitesi: 0.248, Biyolojik Çeşitlilik: 0.129, Arazi Kullanım Verimliliği: 0.101.

“Sosyal Eşitlik” ana kriteri altında yer alan alt kriterlere ilişkin hesaplanan lokal ağırlıklar şu şekildedir: Sosyal Katılım: 0.522, Faydalarda Eşitlik: 0.267, Kadın-Erkek Eşitliği: 0.130, Topluluk Katılımı: 0.081.

Bu değerler, söz konusu kriter kümesinde karar vericilerin algıladığı göreceli önem düzeylerini yansıtmaktadır. Hesaplanan bu lokal/yerel ağırlıklar, bir sonraki aşamada global ağırlıkların hesaplanmasında kullanılmıştır (Tablo 11).

Tablo 11. Alt kriterlerin global ağırlıkları

| Ana Kriter                | Alt Kriter                 | Lokal Ağırlık | Ana Kriter Ağırlığı | Global Ağırlık |
|---------------------------|----------------------------|---------------|---------------------|----------------|
| Ekonomik Uygulanabilirlik | Maliyet Etkinliği          | 0.546         | 0.366978            | 0.200          |
| Dayanıklılık ve Uyum      | İklim Değişikliğine Uyum   | 0.496         | 0.227893            | 0.113          |
| Ekonomik Uygulanabilirlik | Ekonomik Büyüme            | 0.265         | 0.366978            | 0.097          |
| Kaynak Verimliliği        | Enerji Verimliliği         | 0.511         | 0.169099            | 0.086          |
| Dayanıklılık ve Uyum      | Afet Riskini Azaltma       | 0.281         | 0.227893            | 0.064          |
| Politika ve Yönetişim     | Politika Uyumu             | 0.499         | 0.100548            | 0.050          |
| Kaynak Verimliliği        | Su Kullanım Verimliliği    | 0.237         | 0.169099            | 0.040          |
| Ekonomik Uygulanabilirlik | Yatırım Getirisi           | 0.101         | 0.366978            | 0.037          |
| Çevresel Etki             | Hava Kalitesi              | 0.522         | 0.069038            | 0.036          |
| Dayanıklılık ve Uyum      | Ekosistem Dayanıklılığı    | 0.153         | 0.227893            | 0.0348         |
| Sosyal Eşitlik            | Sosyal Katılım             | 0.522         | 0.066445            | 0.0346         |
| Ekonomik Uygulanabilirlik | Pazar Rekabet Gücü         | 0.088         | 0.366978            | 0.032          |
| Politika ve Yönetişim     | Kurumsal Kapasite          | 0.239         | 0.100548            | 0.02403        |
| Kaynak Verimliliği        | Kaynak Koruma              | 0.142         | 0.169099            | 0.02401        |
| Kaynak Verimliliği        | Tarımsal Verimlilik        | 0.110         | 0.169099            | 0.018          |
| Sosyal Eşitlik            | Faydalarda Eşitlik         | 0.267         | 0.066445            | 0.0177         |
| Çevresel Etki             | Su Kalitesi                | 0.248         | 0.069038            | 0.0171         |
| Dayanıklılık ve Uyum      | Yenilik ve Teknoloji       | 0.071         | 0.227893            | 0.016          |
| Politika ve Yönetişim     | Paydaş Katılımı            | 0.151         | 0.100548            | 0.015          |
| Politika ve Yönetişim     | Politika Tutarlılığı       | 0.111         | 0.100548            | 0.011          |
| Çevresel Etki             | Biyolojik Çeşitlilik       | 0.129         | 0.069038            | 0.0089         |
| Sosyal Eşitlik            | Kadın-Erkek Eşitliği       | 0.130         | 0.066445            | 0.0086         |
| Çevresel Etki             | Arazi Kullanım Verimliliği | 0.101         | 0.069038            | 0.006          |
| Sosyal Eşitlik            | Topluluk Katılımı          | 0.081         | 0.066445            | 0.005          |

Alt kriterlerin karar verme sürecindeki bütünsel önem düzeylerinin belirlenebilmesi amacıyla, daha önce hesaplanan lokal (yerel) ağırlıklar ile ana kriterlere ait AHP ağırlıkları çarpılarak global ağırlıklar hesaplanmıştır. Bu işlem sonucunda, her bir alt kriterin yalnızca kendi ana kriteri içinde değil, aynı zamanda tüm kriter yapısı içinde göreceli önemi ortaya konmuştur. Bu yöntem, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) metodolojisinin temel aşamalarından biri olup, karar vericilere kriterler arası önceliklendirme konusunda bütüncül bir bakış açısı sunmaktadır.

Hesaplamalarda, her bir alt kriterin lokal ağırlığı, bağlı bulunduğu ana kriterin AHP ağırlığı ile çarpılmıştır. Örneğin, “Maliyet Etkinliği” alt kriterinin lokal ağırlığı 0.546 ve bağlı bulunduğu “Ekonomik Uygulanabilirlik” ana kriterinin ağırlığı 0.367 olarak belirlendiğinde, bu alt kriterin global ağırlığı:

$$0.546 \times 0.367 = 0.200$$

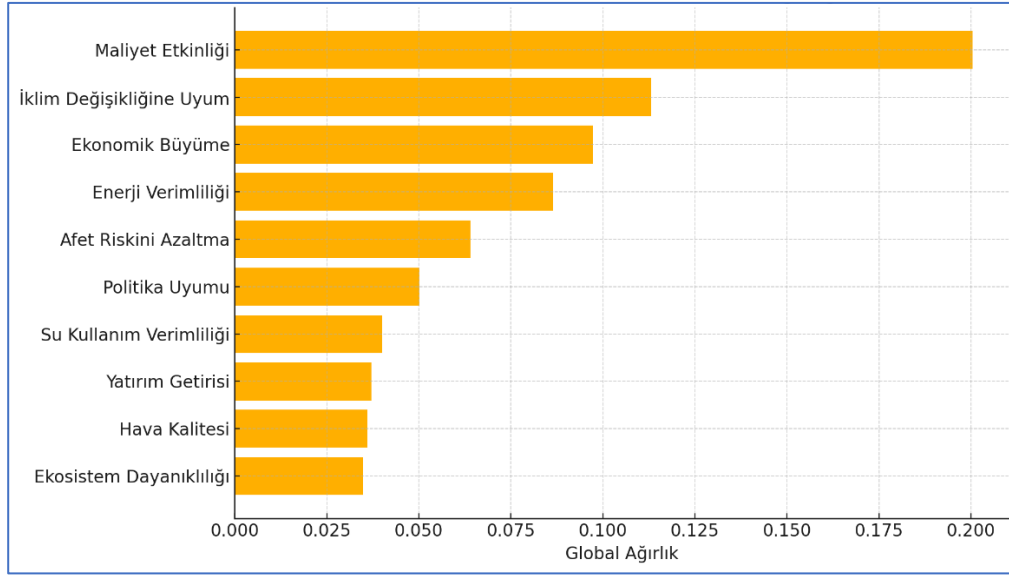
olarak hesaplanmıştır. Bu işlem, her bir alt kriter için ayrı ayrı uygulanmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre en yüksek global ağırlığa sahip ilk beş alt kriter aşağıda verilmiştir:

- Maliyet Etkinliği (0.200) – Ekonomik Uygulanabilirlik
- İklim Değişikliğine Uyum (0.113) – Dayanıklılık ve Uyum
- Ekonomik Büyüme (0.097) – Ekonomik Uygulanabilirlik
- Enerji Verimliliği (0.086) – Kaynak Verimliliği
- Afet Riskini Azaltma (0.064) – Dayanıklılık ve Uyum

Bu sıralama, karar vericilerin ilgili alanda hangi politika veya uygulamalara öncelik verdiklerini ortaya koymaktadır. Özellikle ekonomik, çevresel ve yapısal faktörlerin öne çıktığı bu değerlendirme, sürdürülebilir kalkınma, iklim uyumu ve kaynak verimliliği gibi konuların karar alma sürecinde yüksek önceliğe sahip olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, global ağırlıklar üzerinden yapılan bu analiz, karar vericilere daha dengeli ve stratejik bir önceliklendirme yapma imkânı tanımaktadır. Bu bağlamda, çalışmada izlenen AHP temelli yaklaşımın, çok kriterli karar verme süreçlerinde etkili ve güvenilir bir yöntem sunduğu söylenebilir.



Şekil 4. En yüksek 10 alt kriterin global ağırlığı

Alt kriterlerin global ağırlıklarının hesaplanmasının ardından, karar verme sürecinde öne çıkan faktörlerin belirlenebilmesi amacıyla en yüksek 10 alt kritere ilişkin ağırlık değerleri (Şekil 4) analiz edilmiştir. Bu analiz hem kriterler arası göreceli önemin hem de politika ve uygulama önerilerinin önceliklendirilmesinin temellendirilmesine olanak sağlamaktadır.

Elde edilen sonuçlara göre en yüksek global ağırlığa sahip alt kriter, *Maliyet Etkinliği* (0.200) olmuştur. Bu bulgu, karar vericilerin sürdürülebilirlik bağlamında ekonomik verimliliğe ve kaynakların etkin kullanımına verdiği önemi yansıtmaktadır. İkinci sırada yer alan *İklim Değişikliğine Uyum* (0.113) alt kriteri ise çevresel risklere karşı uyum kapasitesinin güçlendirilmesinin, sistemin dayanıklılığı açısından kritik bir faktör olarak değerlendirildiğini göstermektedir. *Ekonomik Büyüme* (0.097) ve *Enerji Verimliliği* (0.086) gibi kriterlerin üst sıralarda yer alması, ekonomik kalkınma ve enerji kaynaklarının sürdürülebilir kullanımının, karar verici aktörler açısından birbirini tamamlayan öncelikler olduğunu ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, *Afet Riskini Azaltma* (0.064) alt kriteri, özellikle iklim kaynaklı felaketlerin etkisinin azaltılması gerektiğini vurgulayan bir başka önemli unsurdur. Diğer yüksek ağırlıklı kriterler arasında *Politika Uyumu* (0.050), *Su Kullanım Verimliliği* (0.040), *Yatırım Getirisi* (0.037), *Hava Kalitesi* (0.036), *Ekosistem Dayanıklılığı* (0.034) yer almakta olup, bu kriterler; kurumsal koordinasyon, çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik risk yönetimi gibi alanlarda dengeli bir karar çerçevesi oluşturulduğunu göstermektedir.

Bu bulgular, çok kriterli karar verme sürecinde ekonomik, çevresel ve yönetim boyutlarının birlikte ele alınması gerektiğini ortaya koymakta; ayrıca sürdürülebilir

kalkınma hedeflerine ulaşmak için bütüncül bir yaklaşımın benimsenmesinin gerekliliğine işaret etmektedir.

#### 4.5. Tutarlılık Kontrolü

Her karşılaştırma matrisi için tutarlılık oranı (CR) hesaplanmış,  $CR < 0.10$  olan matrislerin tutarlı olduğu kabul edilmiştir. Tutarsız bulunan matrisler revize edilerek değerlendirmeye alınmıştır.

Kriterlerin önem sırasını hesaplamak tek başına yeterli değildir. Aynı zamanda tutarlılık hesabı yapılması ve elde edilen sonuçların geçerliliğinden emin olunması gerekir. Tutarlılık oranının hesaplanabilmesi için öncelikle en büyük özdeğerin ( $\lambda_{max}$ ) bulunması gerekmektedir. Bunun için ise öncelikler vektörü ve başlangıçta oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi çarpılıp "Tüm Öncelikler Matrisi" elde edilir. Daha sonra elde edilen tüm öncelikler matrisinin elemanları öncelikler vektörü elemanlarına bölünür ve 'D' vektörü elde edilir. En sonunda ortaya çıkan değerlerin (bütün 'D' vektörlerinin) toplanıp ortalaması alınır ve  $\lambda_{max}$  elde edilir (Timor, 2011).  $\lambda_{max}$ 'ı hesapladıktan sonra sırasıyla tutarlılık indeksi (CI) (Eşitlik 1) ve tutarlılık oranı (CR) (Eşitlik 2) hesaplanır.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (\text{Eşitlik 1})$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (\text{Eşitlik 2})$$

Tutarlılık oranı, tutarlılık indeksinin rastgele tutarlılık indeksine (Tablo 8) bölünmesiyle hesaplanmaktadır. CR değerinin 0,10 altında olması veya eşit olması ( $CR \leq 0,10$ ) analizin tutarlı olduğunu gösterir. Eğer CR değeri 0,10'un üstünde ( $CR > 0,10$ ) ise analiz tutarlı değildir. Eğer CR oranı 0,10'dan büyük ise karar vericiler seçimlerini gözden geçirmelidirler (Saaty ve Vargas, 2001).

Tablo 12. Rastgele tutarlılık indeksi

| n  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| RI | 0,00 | 0,00 | 0,58 | 0,90 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 |

Kaynak: Saaty, 1990

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) kapsamında yürütülen ikili karşılaştırma analizlerinin geçerliliğini ve güvenilirliğini değerlendirmek amacıyla tutarlılık kontrolü gerçekleştirilmiştir. Bu analiz, karar vericilerin tercihlerini sistematik ve çelişkisiz bir şekilde ifade edip etmediğini belirlemeye yönelik olup, tutarlılık oranı (Consistency Ratio



– CR) hesaplamaları aracılığıyla yapılmıştır. CR değeri, oluşturulan karşılaştırma matrislerindeki yargıların ne ölçüde tutarlı olduğunu gösteren temel bir göstergedir.

Tutarlılık oranı hesaplamasında öncelikle her matris için maksimum özdeğer ( $\lambda_{max}$ ) hesaplanmış, ardından tutarlılık indeksi (CI) ve rastgele tutarlılık indeksi (RI) kullanılarak CR değeri elde edilmiştir. Saaty (1980) tarafından önerilen yöntemle göre, bir karşılaştırma matrisinin CR değeri %10'un (0.10) altında ise, bu matris tutarlı kabul edilmektedir.

Her bir ana kriter altında yer alan dört alt kritere ilişkin 4x4 boyutundaki karşılaştırma matrisleri analiz edilmiş, geometrik ortalama yöntemiyle öncelik vektörleri hesaplanmış ve bu vektörlere dayalı olarak tutarlılık kontrolü gerçekleştirilmiştir. Elde edilen CR değerleri Tablo 13'te sunulmakta olup, tüm matrislerin önerilen sınırlar içerisinde kaldığı ve karar verici yargılarının yüksek düzeyde tutarlı olduğu görülmektedir.

Tablo 13. Tutarlılık analizi sonuçları

| Ana Kriter                | $\lambda_{max}$ | CI      | RI  | CR      |
|---------------------------|-----------------|---------|-----|---------|
| Ekonomik Uygulanabilirlik | 4.001           | 0.0004  | 0.9 | 0.0005  |
| Dayanıklılık ve Uyum      | 3.999           | -0.0004 | 0.9 | -0.0005 |
| Kaynak Verimliliği        | 3.999           | -0.0002 | 0.9 | -0.0003 |
| Politika ve Yönetişim     | 4.000           | 0.0001  | 0.9 | 0.0002  |
| Çevresel Etki             | 3.999           | -0.0002 | 0.9 | -0.0002 |
| Sosyal Eşitlik            | 3.999           | -0.0003 | 0.9 | -0.0003 |

Tablo 13'te sunulan sonuçlara göre, tüm ana kriterlere ait tutarlılık oranı (CR) değerleri, Saaty (1980; 1990; 2008) tarafından önerilen %10'luk eşik değerinin oldukça altında kalmıştır. Bu durum, katılımcıların yaptığı ikili karşılaştırmaların genel olarak yüksek düzeyde tutarlı olduğunu göstermektedir. Bazı CR değerlerinin negatif çıkması, kullanılan geometrik ortalama yöntemi ve sayısal yuvarlama farklılıklarından kaynaklanmakta olup, analitik olarak mükemmele yakın bir tutarlılığı işaret etmektedir. Bu sonuçlar, uygulanan AHP modelinin metodolojik açıdan geçerli ve sağlam temellere dayandığını ortaya koymaktadır.

#### 4.6. Duyarlılık Analizi

Karar sürecinde belirli kriterlerin ağırlıkları değiştirildiğinde sonuç sıralamasının nasıl etkilendiği test edilmiştir. Böylece en kritik ve duyarlı kriterler belirlenerek karar vericilere stratejik öneriler sunulmuştur.

Tablo 14. Duyarlılık analizi sonuçları

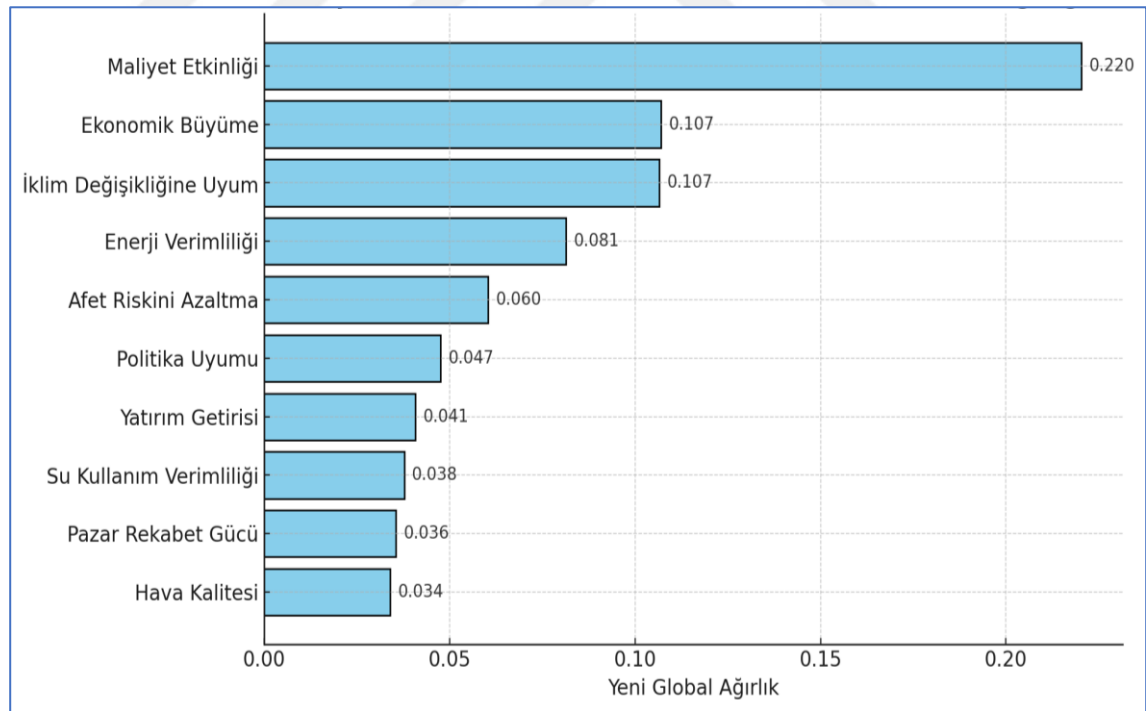
| Ana Kriter                | Alt Kriter                 | Lokal Ağırlık | Yeni Ana Kriter Ağırlığı | Yeni Global Ağırlık  |
|---------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------|----------------------|
| Ekonomik Uygulanabilirlik | Maliyet Etkinliği          | 546           | 0.4037                   | 0.2204202            |
| Ekonomik Uygulanabilirlik | Ekonomik Büyüme            | 265           | 0.4037                   | 0.1069805            |
| Dayanıklılık ve Uyum      | İklim Değişikliğine Uyum   | 496           | 0.2147810426540284       | 0.10653139715639807  |
| Kaynak Verimliliği        | Enerji Verimliliği         | 511           | 0.15920173775671403      | 0.08135208799368088  |
| Dayanıklılık ve Uyum      | Afet Riskini Azaltma       | 281           | 0.2147810426540284       | 0.06035347298578198  |
| Politika ve Yönetişim     | Politika Uyumu             | 499           | 0.09514423380726696      | 0.047476972669826215 |
| Ekonomik Uygulanabilirlik | Yatırım Getirisi           | 101           | 0.4037                   | 0.0407737            |
| Kaynak Verimliliği        | Su Kullanım Verimliliği    | 237           | 0.15920173775671403      | 0.03773081184834123  |
| Ekonomik Uygulanabilirlik | Pazar Rekabet Gücü         | 88            | 0.4037                   | 0.0355256            |
| Çevresel Etki             | Hava Kalitesi              | 522           | 0.0649995260663507       | 0.03392975260663507  |
| Dayanıklılık ve Uyum      | Ekosistem Dayanıklılığı    | 153           | 0.2147810426540284       | 0.032861499526066346 |
| Sosyal Eşitlik            | Sosyal Katılım             | 522           | 0.0621734597156398       | 0.032454545971563976 |
| Politika ve Yönetişim     | Kurumsal Kapasite          | 239           | 0.09514423380726696      | 0.0227394718799368   |
| Kaynak Verimliliği        | Kaynak Koruma              | 142           | 0.15920173775671403      | 0.02260664676145339  |
| Kaynak Verimliliği        | Tarımsal Verimlilik        | 110           | 0.15920173775671403      | 0.017512191153238543 |
| Sosyal Eşitlik            | Faydalarda Eşitlik         | 267           | 0.0621734597156398       | 0.016600313744075827 |
| Çevresel Etki             | Su Kalitesi                | 248           | 0.0649995260663507       | 0.016119882464454973 |
| Dayanıklılık ve Uyum      | Yenilik ve Teknoloji       | 71            | 0.2147810426540284       | 0.015249454028436015 |
| Politika ve Yönetişim     | Paydaş Katılımı            | 151           | 0.09514423380726696      | 0.01436677930489731  |
| Politika ve Yönetişim     | Politika Tutarlılığı       | 111           | 0.09514423380726696      | 0.010561009952606632 |
| Çevresel Etki             | Biyolojik Çeşitlilik       | 129           | 0.0649995260663507       | 0.00838493886255924  |
| Sosyal Eşitlik            | Kadın-Erkek Eşitliği       | 130           | 0.0621734597156398       | 0.008082549763033174 |
| Çevresel Etki             | Arazi Kullanım Verimliliği | 101           | 0.0649995260663507       | 0.006564952132701422 |
| Sosyal Eşitlik            | Topluluk Katılımı          | 81            | 0.0621734597156398       | 0.005036050236966824 |

Yapılan duyarlılık analizi sonucunda, en yüksek global ağırlığa sahip olan “Maliyet Etkinliği” alt kriterinin ait olduğu “Ekonomik Uygulanabilirlik” ana kriterinin ağırlığı %10 oranında artırılmış ve bu değişikliğin alt kriter sıralamasına etkisi incelenmiştir.

Tablo 15. Duyarlılık analizi bulguları (ilk 5 kriter)

| Ana Kriter                | Alt Kriter               | Yeni Global Ağırlık |
|---------------------------|--------------------------|---------------------|
| Ekonomik Uygulanabilirlik | Maliyet Etkinliği        | 0.220               |
| Ekonomik Uygulanabilirlik | Ekonomik Büyüme          | 0.107               |
| Dayanıklılık ve Uyum      | İklim Değişikliğine Uyum | 0.107               |
| Kaynak Verimliliği        | Enerji Verimliliği       | 0.081               |
| Dayanıklılık ve Uyum      | Afet Riskini Azaltma     | 0.060               |

Maliyet Etkinliği, ağırlığın artırılmasıyla açık farkla en öncelikli kriter haline gelmiştir. Ancak bu değişim, diğer bazı kriterlerin önemini görece azaltmış, özellikle “Dayanıklılık ve Uyum” ve “Kaynak Verimliliği” gibi çevresel sürdürülebilirlik temalı alanlarda öncelikler gerilemiştir. Bu sonuç, karar modelinin duyarlılığını ortaya koyar: küçük bir ağırlık değişikliği, genel sıralamayı etkileyebilir.



Şekil 5. En yüksek 10 alt kriterin yeni global ağırlığı

Şekil 5, duyarlılık analizi sonucunda “Ekonomik Uygulanabilirlik” ana kriterinin ağırlığı %10 artırıldığında, ilk 10 alt kriterin yeni global ağırlıklarını göstermektedir. Maliyet Etkinliği açık farkla ön sıralara yükselmiş ve etkisini artırmıştır (0.220).

“Ekonomik Büyüme” ve “İklim Değişikliğine Uyum” gibi kriterler birbirine yakın seviyede kalırken, daha önce üst sıralarda yer alan bazı çevresel ve sosyal kriterler, bu artıştan olumsuz etkilenerek sıralamada gerilemiştir.



## 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

- *Çalışmanın Teoriye ve Pratiğe Katkısı*

Bu tez çalışmasında, tarım sektöründe yeşil üretim uygulamalarının çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkileri bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmiş; Türkiye tarımının mevcut durumu, yapısal sorunları ve geleceğe dönük stratejik gereklilikleri detaylandırılmıştır. İklim değişikliği, doğal kaynakların tükenmesi ve çevresel bozulma gibi küresel sorunlar karşısında tarım sektörü hem neden hem de çözüm kaynağı olarak öne çıkmaktadır. Özellikle konvansiyonel tarım uygulamalarının neden olduğu çevresel tahribat, yeşil üretim anlayışının sektörel düzeyde entegrasyonunu zorunlu kılmaktadır.

Bu bağlamda, çalışmanın akademik literatüre katkısı; yeşil üretim, çevresel sürdürülebilirlik, doğal kaynak yönetimi ve döngüsel ekonomi kavramlarının tarım sektörü özelinde AHP yöntemiyle analiz edilmesinden kaynaklanmaktadır. AHP yöntemiyle yapılan analizde çevresel sürdürülebilirlik kriterinin en yüksek önceliğe sahip olması, çevre odaklı üretim modellerinin tarımsal planlamada merkezi bir rol üstlenmesi gerektiğini göstermiştir. Aynı zamanda duyarlılık analizlerinin sonuçları, bu önceliğin değişken koşullarda da geçerliliğini koruduğunu ortaya koyarak yöntemin uygulayıcılara yönelik yönlendirici gücünü desteklemektedir.

Pratik düzeyde ise çalışma; karar vericilere, politika yapıcılara ve çiftçilere yönelik uygulanabilir stratejik öneriler geliştirerek sürdürülebilir tarım politikalarının şekillendirilmesine katkı sağlamaktadır.

- *Çalışmanın Kısıtları*

Türkiye özelinde yapılan analizler, organik tarım, iyi tarım uygulamaları ve sıfır atık gibi çevre dostu yaklaşımların belirli bölgelerde uygulanmakla birlikte hâlen sınırlı kaldığını ortaya koymuştur. Küçük ölçekli üreticilerin bilgiye, finansmana ve teknolojiye erişimde yaşadığı sorunlar, bu sistemlerin yaygınlaşmasını zorlaştırmaktadır. Tarımsal faaliyetlerde hâlen fosil yakıtlara dayalı enerji kullanımının yaygın olması ve modern sulama tekniklerinin yeterince benimsenmemesi, çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli zafiyetler doğurmaktadır. Ayrıca, mevcut teşvik politikalarının uygulamadaki yetersizlikleri, bu dönüşüm sürecinin hızını kesmektedir.

Buna ek olarak, çalışmada kullanılan AHP yöntemi uzman görüşlerine dayalı bir yaklaşıma sahip olduğundan, sonuçların yorumlanmasında sınırlı örneklem çerçevesinde elde edilen bulguların genellenebilirliği kısıtlı olabilir. Kriterlerin belirlenmesinde

kullanılan yapının farklı uzman grupları ya da bölgesel bağlamlarda farklı sonuçlar doğurabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

- *Geleceğe Yönelik Tavsiyeler*

Gelecek perspektifi açısından, tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması için çevreye duyarlı üretim tekniklerinin yaygınlaştırılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu ve su tasarrufu sağlayan modern sulama sistemlerinin desteklenmesi hayati öneme sahiptir. Döngüsel ekonomi anlayışının benimsenmesiyle, tarımsal atıkların geri kazanımı ve biyolojik kaynakların yeniden kullanımı sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlayacaktır. Bu doğrultuda, çevre dostu üreticilere yönelik doğrudan desteklerin artırılması, çevreye zarar veren uygulamalara yönelik denetim mekanizmalarının güçlendirilmesi ve tarımsal çevre-iklim programlarının yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Eğitim ve yayım çalışmaları da sürdürülebilir tarımın temel yapı taşları arasında yer almakta olup, çiftçilerin bilgi düzeyinin artırılması, kadın ve genç üreticilerin desteklenmesi ve katılımcı planlama yaklaşımlarının benimsenmesi bu alandaki dönüşümü hızlandıracaktır. Tarım alanında çalışan meslek gruplarının ve karar vericilerin sürdürülebilirlik konusunda yetkinleştirilmesi ise çevre yönetimi açısından kurumsal kapasiteyi güçlendirecektir.

Tarım sektörünün sürdürülebilirliğini sağlamak sadece bireysel üreticilerin çabasıyla mümkün değildir. Bu bağlamda, kamu kurumları, özel sektör, üniversiteler, sivil toplum kuruluşları ve uluslararası örgütler arasında iş birliğine dayalı çok aktörlü bir yönetim modeli hayata geçirilmelidir. Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) ile uyumlu olarak, tarımsal üretim-doğa koruma-gıda güvenliği-iklimle mücadele ekseninde bütüncül politikalar geliştirilmelidir. Türkiye'nin Avrupa Yeşil Mutabakatı çerçevesinde tarım politikalarını AB standartlarıyla uyumlu hâle getirmesi, bu sürecin kurumsallaşması açısından önemli bir fırsat sunmaktadır.

Yerel düzeyde ise, üretici kooperatifleri, köy kalkınma birlikleri ve yerel yönetimlerin aktif rol üstlenmesi, bölgesel eşitsizliklerin azaltılması ve tarımsal üretimde çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılması için kritik öneme sahiptir. Bu kurumlar aracılığıyla yerel düzeyde sürdürülebilirlik planları oluşturulmalı, çevre dostu yatırımlar desteklenmeli ve genç nüfusun tarımda kalması teşvik edilmelidir.

*Sonuç olarak, bu tez çalışması; tarımda yeşil üretimin çevresel sürdürülebilirliğe katkısını hem teorik hem de uygulamalı düzeyde ortaya koymakta, Türkiye tarımının sürdürülebilir dönüşümüne yönelik somut politika önerileri sunmaktadır. Çevresel, ekonomik ve sosyal boyutları dengeleyen çok katmanlı stratejilerle tarımın ekosistem bütünlüğü içinde yeniden yapılandırılması mümkündür. Bu kapsamda geliştirilecek*

*politikalar, hem sürdürülebilir kalkınma vizyonuna katkı sunacak hem de küresel çevre sorunlarıyla mücadelede önemli bir rol oynayacaktır.*



## KAYNAKÇA

- Acar, İ. A. (2006). Vergilemede tahsis ilkesinin çevre vergileri açısından değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(1), 215-232.
- Acemoglu, D. (2009). *Introduction to modern economic growth*. Princeton University Press.
- Adger, W. N., Arnell, N. W., & Tompkins, E. L. (2005). Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change*, 15(2), 77–86. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2004.12.005>
- Akgül, U. (2010). Sürdürülebilir kalkınma: Uygulamalı antropolojinin eylem alanı. *Antropoloji*, (24), 133-164.
- Akıllı, H., Kemahlı, F., Okudan, K. ve Polat, F. (2008). Ekolojik ayak izinin kavramsal içeriği ve Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi'nde bireysel ekolojik ayak izi hesaplaması. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 8(15), 1-25.
- Alkan, S. ve Bulut, İ. (2024). Katıklı çayı havzasında yapılan amatör balıkçılığın sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi. *Current Perspectives in Social Sciences*, 28(4), 588-600. <https://doi.org/10.53487/atasobed.1474247>
- Allwood, J. (2005, 16 Şubat). What is sustainable manufacturing?. Sustainable Manufacturing Seminar Series. Institute for Manufacturing. <http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/sustainability/seminar/documents/050216lo.pdf>
- Alper, F. Ö. (2018). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: 1990-2017 Türkiye örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2), 223-242.
- Altın, A. Y. ve Tanık, Z. (2023). *Iğdır ilinde seracılık sektörünün sürdürülebilirlik stratejileri ve yeşil ekonomi modeli önerisi: Jeotermal seracılık*. Astana Yayınları.
- Altieri, M. A. (2018). *Agroecology: The science of sustainable agriculture*. CRC Press.
- Andrews, M., Pritchett, L., & Woolcock, M. (2017). *Building state capability: Evidence, analysis, action*. Oxford University Press.
- Arslan, E. S. (2019). İklim değişimi senaryoları ve tür dağılım modeline göre kentsel yol ağaçlarının ekosistem hizmetleri bağlamında değerlendirilmesi: Robinia pseudoacacia L. örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 20(2), 142-148.
- Atak, Ş. ve Fidan, E. T. (2014). Bütüncül ve önleyici bir çevre yönetimi yaklaşımı olarak temiz üretim yaklaşımı ve Türkiye'de uygulanması. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, (596), 59-69.



- Atalan, Y. A. (2021). Temiz üretim teknolojilerinin su ve atıksu arıtımı alanlarında uygulanması. T. Talan ve C. Aktürk (Ed.), *Dijital dönüşüm ve bilişim sistemleri* (s. 119-134). Efe Akademi.
- Atlas, M. ve Florida, R. (1999). Green manufacturing. R. C. Dorf (Ed.), *The Technology Management Handbook* (ss. 13/85–88). CRC Press.
- Avrupa Birliği Başkanlığı. (2023). IPARD Programı Tanıtımı. <https://ipard.tarim.gov.tr>
- Azapagic, A., Stamford, L., Youds, L. ve Barteczko-Hibbert, C. (2016). Towards sustainable production and consumption: A novel decision-support framework integrating economic, environmental and social sustainability (DESIRES). *Computers & Chemical Engineering*, 91, 93-103.
- Babaoğlu, M. (2025). Organik (ekolojik) tarım. Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.  
<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ttae/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=65>
- Bahçeci, D. (2021). *Kişisel karbon ayak izi rehberi*. Yeni İnsan Yayınevi.
- Balbay, Ş., Sarihan, A. ve Avşar, E. (2021). Dünyada ve Türkiye’de “döngüsel ekonomi/endüstriyel sürdürülebilirlik” yaklaşımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (27), 557-569.
- Barro, R. J., & Sala-i-Martin, X. (2003). *Economic growth* (2nd ed.). MIT Press.
- Barton, H. (2013). Conflicting perceptions of neighbourhood. H. Barton (Ed.), *Sustainable communities* (ss. 3-18). London: Earthscan, Routledge.
- Baulcombe, D., Crute, I., Davies, B., Dunwell, J., Gale, M., Jones, J., ... ve Toulmin, C. (2009). *Reaping the benefits: Science and the sustainable intensification of global agriculture*. The Royal Society.
- Baykal, H. ve Baykal, T. (2008). Küreselleşen dünya’da çevre sorunları / Environmental problems in a globalized world. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(9), 1-17.
- Baytorun, A. N. ve Gügercin, Ö. (2015). Seralarda enerji verimliliğinin artırılması. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30(2), 125-136.
- Baytorun, A. N., Önder, D. ve Gügercin, Ö. (2016). Seraların ısıtılmasında kullanılan fosil ve jeotermal enerji kaynaklarının karşılaştırılması. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(10), 832-839.
- Bekiş, T., Ergülen, A. ve Büyükköklik, A. (2011). Türkiye’deki üniversitelerin işletme, iktisat ve kamu yönetimi programlarında çevre eğitiminin verilmesine yönelik bir araştırma. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (13), 39-53.

- Berber, S., Kale, S., Bulut, M. ve İzci, B. (2019). Tatlısu ıstakozunun (*Pontastacus leptodactylus*) çeltik (*Oryza sativa* L.) ile birlikte polikültür yetiştiriciliğinde ideal stok oranlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(6), 953–964.
- Biermann, F., Kanie, N., & Kim, R. E. (2017). Global governance by goal-setting: The novel approach of the UN Sustainable Development Goals. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 26–27, 26–31. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.01.010>
- Birkmann, J., & von Teichman, K. (2010). Integrating disaster risk reduction and climate change adaptation: Key challenges—scales, knowledge, and norms. *Sustainability Science*, 5(2), 171–184. <https://doi.org/10.1007/s11625-010-0108-y>
- Boardman, A. E., Greenberg, D. H., Vining, A. R., & Weimer, D. L. (2018). *Cost-benefit analysis: Concepts and practice* (5th ed.). Cambridge University Press.
- Borrello, M., Pascucci, S., Caracciolo, F., Lombardi, A. ve Cembalo, L. (2020). Consumers are willing to participate in circular business models: A practice theory perspective to food provisioning. *Journal of Cleaner Production*, 259(121013), 1-14.
- Braat, L. C. ve De Groot, R. (2012). The ecosystem services agenda: Bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. *Ecosystem Services*, 1(1), 4-15.
- Braveman, P., & Gruskin, S. (2003). Defining equity in health. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 57(4), 254–258. <https://doi.org/10.1136/jech.57.4.254>
- Brigham, E. F., & Ehrhardt, M. C. (2013). *Financial management: Theory & practice* (14th ed.). Cengage Learning.
- Bryson, J. M. (2004). What to do when stakeholders matter. *Public Management Review*, 6(1), 21–53. <https://doi.org/10.1080/14719030410001675722>
- Burchardt, T., Le Grand, J., & Piachaud, D. (2002). Degrees of exclusion: Developing a dynamic, multidimensional measure. In J. Hills, J. Le Grand & D. Piachaud (Eds.), *Understanding social exclusion* (pp. 30–43). Oxford University Press.
- Büyükkelik, A. ve Afşar, Y. (2022). Döngüsel ekonomi ve verimlilik: Sosyal bilimler kapsamında bir literatür incelemesi. *Verimlilik Dergisi*, (2022/2), 127-150.
- Byerlee, D., De Janvry, A., Sadoulet, E., Townsend, R. ve Klytchnikova, I. (2008). *World development report 2008: Agriculture for development*. World Bank.
- Canakci, M. ve Akinci, I. (2006). Energy use pattern analyses of greenhouse vegetable production. *Energy*, 31(8-9), 1243-1256.

- Candel, J. J. L. (2017). Holy grail or inflated balloon? The relevance of policy integration for sustainable development. *Environmental Policy and Governance*, 27(2), 113–126. <https://doi.org/10.1002/eet.1747>
- Candoğan, P. D. K. ve Özdemir, G. (2021). Sürdürülebilir et üretimi için yenilikçi yaklaşımlar. *Gıda*, 46(2), 408-427. <https://doi.org/10.15237/gida.GD20137>
- Cao, M., Pang, R., Wang, Q. Y., Han, Z., Wang, Z. Y., Dong, X. Y., ... ve Mak, T. C. (2019). Porphyrinic silver cluster assembled material for simultaneous capture and photocatalysis of mustard-gas simulant. *Journal of the American Chemical Society*, 141(37), 14505-14509.
- Cemaloğlu, N. (2021). İş sağlığı ve güvenliği bakımından geri dönüşüm yaklaşımları: Pestisit ve kimyasal gübre zararını en aza indirmede kompost gübre ve solucan gübresi üretiminde iyi örnekler (Yüksek lisans tezi). İstanbul Rumeli Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı.
- Civelekoğlu, G. ve Bıyık, Y. (2018). Ulaşım sektöründen kaynaklı karbon ayak izi değişiminin incelenmesi. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 2(2), 157-166.
- Clark, J. K., Jablonski, B. B., Inwood, S., Irish, A. ve Freedgood, J. (2021). A contemporary concept of the value(s)-added food and agriculture sector and rural development. *Community Development*, 52(2), 186-204.
- Convention on Biological Diversity. (2020). *Global Biodiversity Outlook 5*. Secretariat of the CBD.
- Cornwall, A., & Rivas, A.-M. (2015). From ‘gender equality and women’s empowerment’ to global justice: Reclaiming a transformative agenda for gender and development. *Third World Quarterly*, 36(2), 396–415. <https://doi.org/10.1080/01436597.2015.1013341>
- Çengel, Ö. ve Er, F. B. (2022). Yeşil lojistik uygulamalarının sürdürülebilir performans ile ilişkisi üzerine bir inceleme. *Scientific Journal of Finance and Financial Law Studies*, 2(2), 113-118.
- Çepel, N. (2003). *Ekolojik sorunlar ve çözümleri*. TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları.
- Çetin, M., Saygın, S. ve Demir, H. (2020). Tarım sektörünün çevre kirliliği üzerindeki etkisi: Türkiye ekonomisi için bir eşbütünleşme ve nedensellik analizi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(3), 329-345. <https://doi.org/10.33462/jotaf.678764>
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2013). *Türkiye İklim Değişikliği 5. Bildirimi*. Ankara: T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- Çoban, A., Hamamcı, C. ve Keleş, R. (2012). *Çevre politikası*. İstanbul: İmge Kitabevi.

- Dağdemir, Ö. (2005). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve ekonomik büyüme: İklim değişikliği politikasının Türkiye imalat sanayi üzerindeki olası etkileri. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 60(2), 49-70.
- Daly, H. E., & Farley, J. (2011). *Ecological economics: Principles and applications* (2nd ed.). Island Press.
- Damodaran, A. (2012). *Investment valuation: Tools and techniques for determining the value of any asset* (3rd ed.). Wiley.
- Dangelico, R. (2017). What drives green product development and how do different antecedents affect market performance? A survey of Italian companies with eco-labels. *Business Strategy and the Environment*, 26(8), 1144-1161.
- Danışman, İ. K. ve Özalp, G. (2016). Karbon ayak izinin azaltılmasında yeşil liman uygulamasının rolü: Marport örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 8, 99-166.
- Dede, O. (2019). Türk imalat sanayi firmalarında yeşil üretim uygulamalarının incelenmesi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde.
- Demir, A. (2009). Ekonomik açıdan biyolojik çeşitliliğin önemi. *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12(24), 67-74.
- Demirer, G. N. (2009). *Temiz üretim ve eko-verimlilik*. UNIDO Eko-Verimlilik Programı, Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı.
- Dobbs, T. L. ve Pretty, J. N. (2004). Agri-environmental stewardship schemes and “multifunctionality.” *Review of Agricultural Economics*, 26(2), 220–237.
- Doğan, H. ve Yılankırkan, N. (2015). Türkiye’nin enerji verimliliği potansiyeli ve projeksiyonu. *Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology*, 3(1), 375-384.
- Doğan, N. ve Adanacıoğlu, H. (2022). Gıda üretim sisteminde döngüsel ekonomi. *Sürdürülebilir Gıda Sistemleri Üzerine Araştırmalar*, 2-9.
- Dominici, F., et al. (2006). Fine particulate air pollution and hospital admission for cardiovascular and respiratory diseases. *JAMA*, 295(10), 1127–1134. <https://doi.org/10.1001/jama.295.10.1127>
- Doru, S. (2022). Çevresel sürdürülebilirlik açısından çiftçilerin tarımsal plastik atık yönetim uygulamalarına yönelik tutumlarının incelenmesi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.

- Drummond, M. F., Sculpher, M. J., Claxton, K., Stoddart, G. L., & Torrance, G. W. (2015). *Methods for the economic evaluation of health care programmes* (4th ed.). Oxford University Press.
- Duman, B. ve Atmış, E. (2018). Muhafaza ormanlarının kent ormancılığına sağladığı kültürel ekosistem hizmetleri. *Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences*, 1(2), 108-116.
- Dursun, B., Demir, C., Kocabey, S. ve Gönüloğlu, E. (2015). Trakya’da tarımda yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımı. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 11(1), 47-53.
- Dursun, N. (2020). Hayvansal ve bitkisel atıklar kaynaklı biyokökür üretim potansiyelinin belirlenmesi: Malatya ili örneği. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8(3), 720-727.
- Ece Çokmutlu, M. (2023). Sürdürülebilir kalkınma temelinde döngüsel ekonomi performansı. *Verimlilik Dergisi, Döngüsel Ekonomi ve Sürdürülebilirlik Özel Sayısı*, 151-170.
- Ellabban, O., Abu-Rub, H. ve Blaabjerg, F. (2014). Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 748-764.
- Esenlikci, A. C. (2023). Türkiye’de organize sanayi bölgelerinin yeşil dönüşümü: Yeşil organize sanayi bölgesi projesi. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 13(1), 337-357.
- European Commission. (2021). Industry 5.0. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/468a892a-5097-11eb-b59f-01aa75ed71a1/>
- European Environment Agency [EEA]. (2017). *Land recycling and densification in the EU member states*. European Environment Agency.
- Evenson, R. E., & Gollin, D. (2003). Assessing the impact of the Green Revolution, 1960 to 2000. *Science*, 300(5620), 758–762. <https://doi.org/10.1126/science.1078710>
- Fiksel, J. (2009). *Design for environment: A guide to sustainable product development*. McGraw-Hill.
- Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, 16(3), 253–267. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002>
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2009). *The state of food insecurity in the world 2009*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2012). *Coping with water scarcity: An action framework for agriculture and food security*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2013). *Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities*. Rome: FAO.
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2014). Building a common vision for sustainable food and agriculture: Principles and approaches. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/3/i3940e/i3940e.pdf>
- Fuglie, K. O., Wang, S. L., & Ball, V. E. (Eds.). (2012). *Productivity growth in agriculture: An international perspective*. CABI.
- Galli, A., Wiedmann, T., Ercin, E., Knoblauch, D., Ewing, B. ve Giljum, S. (2012). Integrating ecological, carbon and water footprint into a “footprint family” of indicators: Definition and role in tracking human pressure on the planet. *Ecological Indicators*, 16, 100-112.
- Gana, A. J. ve Toba, A. P. (2015). Environmental pollution and sustainability. *Journal of Research in Environmental Science and Toxicology*, 4(1), 1-9.
- Gao, Y., Li, J. ve Song, Y. (2009, Ağustos). Performance evaluation of green supply chain management based on membership conversion algorithm. *2009 ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management* (Cilt 3, ss. 237-240). IEEE.
- Garrett, C. J. (2023, 16 Ağustos). Introduction to polyculture farming. 8 Kasım 2024 tarihinde <https://www.farmbrite.com/post/introduction-to-polyculture-farming> adresinden erişildi.
- Gedik, Y. (2020). Sosyal, ekonomik ve çevresel boyutlarla sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma. *Uluslararası Ekonomi Siyaset İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi*, 3(3), 196-215.
- Geng, Y., Zhu, Q., Doberstein, B. ve Fujita, T. (2009). Implementing China’s circular economy concept at the regional level: A review of progress in Dalian, China. *Waste Management*, 29(2), 996-1002.
- Gezer, Y. ve Esmer, Y. (2023). Tarımsal işletmelerde yeşil yönetim uygulamaları: Nitel bir araştırma. *Sosyal ve Beşerî Bilimler Dergisi*, 15(2), 172-187.
- Ghazilla, R. A. R., Sakundarini, N., Abdul-Rashid, S. H., Ayub, N. S., Olugu, E. U. ve Musa, S. N. (2015). Drivers and barriers analysis for green manufacturing practices in Malaysian SMEs: A preliminary findings. *Procedia CIRP*, 26, 658-663.

- Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., ... ve Toulmin, C. (2010). Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327(5967), 812-818.
- Gómez-Baggethun, E., De Groot, R., Lomas, P. L. ve Montes, C. (2010). The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics*, 69(6), 1209-1218.
- Gök, A. ve Türk, M. (2011). Perakendeci işletmelerde çevreyi koruma bilinci üzerine bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 16(2), 125-152.
- Grant, R. M. (2019). *Contemporary strategy analysis: Text and cases edition* (10th ed.). Wiley.
- Gunderson, L. H., & Holling, C. S. (2002). *Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems*. Island Press.
- Gunkel, G. (2009). Water quality of tropical reservoirs and lakes used for drinking water supply: Case studies from Latin America, Africa and Asia. *Desalination*, 248(1-3), 124-136. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2008.05.067>
- Güdek, B. (2023). Endüstriyel dönüşüm ve Endüstri 5.0. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(4), 1129-1142.
- Güller, M., Çalkıvık, K., Bayhan, M., Simla, A. ve Bek, E. (2018). *Sürdürülebilir tarım ilkeleri iyi uygulamalar rehberi*. İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği.
- Gülmez, Y. S. (2016). Gıda sanayiinde yeşil ekonomi uygulamaları: Tokat ili örneği (Yüksek lisans tezi). Mersin Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Bilgi Yönetimi Anabilim Dalı.
- Güner, U. (2020). *Çevresel sürdürülebilirlik*. Utku Güner.
- Güneş, E., Keskin, B. ve Kıymaz, T. (2014). Gıda sanayiinde yeşil ekonomi ve uygulamaları. *XI. Tarım Ekonomisi Kongre Kitabı*, 1528-1532.
- Gürcüm, B. H. ve Yıldırım, R. (2024). Yeşil pazarlama ve dünyadan bir yeşil tekstil işletmesi: ECOALF. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 4(68), 221-233.
- Gürlük, S. (2010). Sürdürülebilir kalkınma gelişmekte olan ülkelerde uygulanabilir mi? *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 5(2), 85-99.
- Güven, S. ve Pekmezci, P. (2016). Konutlarda enerji verimliliği. *Tüketici Yazıları*, (5), 61-100.

- Head, B. W. (2007). Community engagement: Participation on whose terms? *Australian Journal of Political Science*, 42(3), 441–454. <https://doi.org/10.1080/10361140701513570>
- Hegerl, G. C., Zwiers, F. W., Braconnot, P., Gillett, N. P., Luo, Y., Marengo Orsini, J. A., ... ve Stott, P. A. (2007). Understanding and attributing climate change. S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor ve H. L. Miller (Ed.), *Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Cambridge University Press, United Kingdom and New York, NY, USA).
- Howlett, M., & Rayner, J. (2007). Design principles for policy coherence: A systemic approach to aligning climate and energy policies. *Policy Sciences*, 40(3), 263-279.
- Hummel-Rossi, B., & Ashdown, J. (2002). The state of cost-benefit and cost-effectiveness analyses in education. *Review of Educational Research*, 72(1), 1–30. <https://doi.org/10.3102/00346543072001001>
- Ibidhi, R. ve Salem, H. B. (2020). Water footprint of livestock products and production systems: A review. *Animal Production Science*, 60(11), 1369-1380.
- IFOAM Organics International. (2022). Principles of organic agriculture. <https://www.ifoam.bio>
- International Energy Agency. (2022). *Energy efficiency 2022: Analysis and outlooks to 2030*. IEA.
- IPCC. (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge University Press.
- Izaba, O. F. R., Torres, A. P., Marshall, M. I. ve Thompson, A. W. (2023). Market access and value-added strategies in the specialty crops industry. *HortScience*, 58(1), 32-39.
- İmamoğlu, A. ve Dengiz, O. (2020). Komşu iki mikro havzada erozyon duyarlılık değerlerinin arazi örtüsü ve arazi kullanımına bağlı değişimin belirlenmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 8(1), 53-60.
- Jurgilevich, A., Birge, T., Kentala-Lehtonen, J., Korhonen-Kurki, K., Pietikäinen, J., Saikku, L. ve Schösler, H. (2016). Transition towards circular economy in the food system. *Sustainability*, 8(69), 1-14. <https://doi.org/10.3390/su8010069>
- Karaca, E. (2024). Büyük ölçekli tekstil sektörleri için yeşil üretim ve atık yönetimi (Yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı.



- Karagöz, A., Özbek, K. ve Sarı, N. (2016). Türkiye'nin bitkisel biyolojik çeşitliliğinin korunması ve sürdürülebilir kullanımına ilişkin sorunlar ve çözüm önerileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, (2016/Özel Sayı), 88-99.
- Karcıoğlu, R. ve Öztürk, S. (2023). Sürdürülebilir su yönetimi ve muhasebesi: Bibliyometrik yöntemlerle bir analiz. *Muhasebe ve Denetime Bakış*, 23(69), 45-66.
- Kasap, G. C. ve Peker, D. (2011). Çevreci bir yaklaşım: Yeşil tasarım / An environmentalist approach: Green design. *Business and Economics Research Journal*, 2(2), 101-112.
- Kaya, M. Y. ve Uzun, O. (2019). Ekosistem hizmetleri ve mekânsal planlama ilişkisinin peyzaj planlama çerçevesinde değerlendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(3), 2166-2193.
- Kayabaş, Y. (2019). Demir-çelik sektöründe yeşil üretimin bulanık bilişsel haritalama metoduyla değerlendirilmesi (Yüksek lisans tezi). Karabük Üniversitesi, Karabük.
- Kayar, İ. ve Kutlu, S. Z. (2022). Kentsel dirençlilik ve çevresel sürdürülebilirlik ilişkisi üzerine bir değerlendirme. *TroyAcademy*, 7(2), 178-204.
- Kaypak, Ş. (2011). Küreselleşme sürecinde sürdürülebilir bir kalkınma için sürdürülebilir bir çevre. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2011(1), 19-33.
- Kendirli, B. ve Çakmak, B. (2010). Yenilenebilir enerji kaynaklarının sera ısıtmasında kullanımı. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 2(1), 95-103.
- Khalil, M., Berawi, M. A., Heryanto, R. ve Rizalie, A. (2019). Waste to energy technology: The potential of sustainable biogas production from animal waste in Indonesia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 105, 323-331.
- Khare, A. (2020). Antecedents to Indian consumers' perception of green apparel benefits. *Research Journal of Textile and Apparel*, 24(1), 1-19.
- Kırtorun, E. ve Karaer, F. (2018). Su yönetimi ve suyun sürdürülebilirliği. *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi*, 1(2), 151-159.
- Killham, K. (2011). Integrated soil management – Moving towards globally sustainable agriculture. *The Journal of Agricultural Science*, 149(1), 29-36.
- Knouch, M. (2023). Çevresel sürdürülebilirlik oryantasyonunun yeşil tedarik zinciri yönetimi ve performans üzerine etkisi (Doktora tezi). Trakya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı.
- Koç, E. ve Kaya, K. (2015). Enerji kaynakları – Yenilenebilir enerji durumu. *Mühendis ve Makina*, 56(668), 36-47.

- Köroğlu, A. ve Yavuz, O. (2023). Panel veri analizi ile döngüsel ekonominin kaynak verimliliğine etkisinin analizi. *Gazi İktisat ve İşletme Dergisi*, 9(2), 211-222.
- Köroğlu, Ö. ve Karaman, S. (2014). Doğaya dayalı turizm faaliyetlerinin gelişiminde toplum temelli doğal kaynak yönetiminin önemi. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2014(1), 95-106.
- Köşker, Z. ve Gürer, A. (2020). Sürdürülebilirlik çerçevesinde yeşil örgüt kültürü. *Ekonomi İşletme Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi*, 6(1), 88-109.
- Krajnc, D. ve Glavič, P. (2003). Indicators of sustainable production. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 5, 279-288.
- Kurt, H. (2017). İnsanlığın gıda sorunu ve biyolojik çeşitlilik. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(2), 13-26.
- Lambin, E. F., & Meyfroidt, P. (2011). Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *PNAS*, 108(9), 3465–3472. <https://doi.org/10.1073/pnas.1100480108>
- Lerner, B. W. ve Lerner, K. L. (2003a). Ozone layer depletion. *World of Earth Science* (Cilt 2, s. 420-421). Gale, Detroit.
- Lerner, B. W. ve Lerner, K. L. (2003b). Forests and deforestation. *World of Earth Science* (Cilt 1, s. 226-227). Gale, Detroit.
- Lerner, B. W. ve Lerner, K. L. (2006a). Globalization and poverty: An ecological perspective. *Environmental Issues: Essential Primary Sources* (ss. 444-445). Gale, Detroit.
- Lerner, B. W. ve Lerner, K. L. (2006b). Low ozone level found above Antarctica. *Environmental Issues: Essential Primary Sources* (ss. 98-100). Gale, Detroit.
- Levitas, R. (2005). *The inclusive society? Social exclusion and New Labour* (2nd ed.). Palgrave Macmillan.
- Luthra, S., Mangla, S. K., Xu, L. ve Diabat, A. (2016). Using AHP to evaluate barriers in adopting sustainable consumption and production initiatives in a supply chain. *International Journal of Production Economics*, 181, 342-349.
- Mace, G. M., Norris, K., & Fitter, A. H. (2012). Biodiversity and ecosystem services: A multilayered relationship. *Trends in Ecology & Evolution*, 27(1), 19–26. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.08.006>
- Maruthi, G. D. ve Rashmi, R. (2015). Green manufacturing: It's tools and techniques that can be implemented in manufacturing sectors. *Materials Today: Proceedings*, 2(4–5), 3350-3355.

- Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M. I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J. B. R., Maycock, T. K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R. ve Zhou, B. (Ed.). (2021). *IPCC, 2021: Summary for policymakers. Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (ss. 3–32). Cambridge University Press.
- McIntyre, B. D., Herren, H. R., Wakhungu, J. ve Watson, R. T. (Ed.). (2009). *Agriculture at a crossroads: The global report*. The International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development (IAASTD).
- Menteşe, S. (2017). Çevresel sürdürülebilirlik açısından toprak, su ve hava kirliliği: Teorik bir inceleme. *Journal of International Social Research*, 10(53), 381-389.
- Mert, E. (2021). Beyaz eşya sektöründe demografik faktörlerin yeşil üretim yapan markaları kullanan tüketicilerin duyarlılığına etkisinin incelenmesi (Yüksek lisans tezi). İstanbul Okan Üniversitesi, İstanbul.
- Mirici, M. E. ve Berberoğlu, S. (2022). Türkiye perspektifinde yeşil mutabakat ve karbon ayak izi: Tehdit mi? Fırsat mı? *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 8(1), 156-164.
- Moisander, J. (2007). Motivational complexity of green consumerism. *International Journal of Consumer Studies*, 31(4), 404-409.
- Molden, D., Oweis, T., Steduto, P., Bindraban, P., Hanjra, M. A., & Kijne, J. (2010). Improving agricultural water productivity: Between optimism and caution. *Agricultural Water Management*, 97(4), 528–535. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.03.023>
- Momenta, Digital Delivered. (2022). Industry 5.0: Purpose-driven technology adoption for people and the planet. <https://www.momenta.one/hubfs/Resources/Reports-and-Surveys/Momenta-Industry%205.0-Report-2022.pdf>
- Moutinho, P. ve Schwartzman, S. (2005). *Tropical deforestation and climate change*. Amazon Institute for Environmental Research, Washington, DC.
- Naimoğlu, M. (2021). Fourier yaklaşımıyla yenilenebilir enerji tüketimi ve enerji kayıplarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi: Almanya örneği. *Journal of Economics and Research*, 2(1), 59-68.
- Nilsson, M., Griggs, D., & Visbeck, M. (2016). Policy: Map the interactions between Sustainable Development Goals. *Nature*, 534(7607), 320–322. <https://doi.org/10.1038/534320a>
- OECD. (2001). *Policies to enhance sustainable development*. OECD Publishing.

- OECD. (2005). *Oslo manual: Guidelines for collecting and interpreting innovation data* (3rd ed.). OECD Publishing & Eurostat.
- OECD. (2006). *The challenge of capacity development: Working towards good practice*. OECD Publishing.
- OECD. (2019). *Policy coherence for sustainable development 2019: Empowering people and ensuring inclusiveness and equality*. OECD Publishing.
- Ordu, M. ve Der, O. (2023). Yeşil üretim için çevresel etki temelli termoplastik malzeme seçimi: Karşılaştırmalı bir hibrit ÇKKV yaklaşımı. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 39(1), 100-115.
- Orji, I. ve Wei, S. (2016). A detailed calculation model for costing of green manufacturing. *Industrial Management & Data Systems*, 116(1), 65-86.
- Ozan, S. ve Başer, U. (2024). Sürdürülebilir balıkçılık mümkün mü? *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 12(1), 109-115.
- Ozturk, H. H. ve Bascetincelik, A. (2006). Energy exploitation of agricultural biomass potential in Turkey. *Energy Exploration & Exploitation*, 24(4), 313-330.
- Önal, E. ve Yarbay, R. Z. (2010). Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli ve geleceği. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(18), 77-60.
- Önel, B. (2021). İşletmelerin yeşil yönetim algıları ve sürdürülebilirlik bilinci. *Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi*, 6(11), 21-33.
- Özbek, M. (2023). Türkiye iç sularındaki biyoçeşitliliği tehdit eden ana unsurlar. M. E. Aydın ve N. Sivri (Ed.), *Biyoçeşitlilik ve ekosistemler* (ss. 151-168). Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları.
- Özcan, C. (2024). Yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulamalarının firma performansına etkisinde yeşil inovasyon ve yeşil üretimin rolü (Doktora tezi). Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Gaziantep.
- Özçelik, R. (2006). Biyolojik çeşitliliği korumaya yönelik yapılan (planlama ve koruma) çalışmalar ve Türkiye ormancılığına yansımaları. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 2, 23-64.
- Özdemir, B. K. ve Koç, K. (2020). Türkiye’de karbon emisyonları, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 11(1), 66-86.
- Özeker, E. ve Ulutürk, M. (2006). Organik tarımda örtü bitkilerinin kullanımı. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(2), 153-164.
- Özkan, A., Günkaya, Z., Özdemir, A. ve Banar, M. (2018). Sanayide temiz üretim ve döngüsel ekonomiye geçişte endüstriyel simbiyoz yaklaşımı: Bir değerlendirme.

*Anadolu University Journal of Science and Technology B-Theoretical Sciences*, 6(1), 84-97.

- Özkan, G. (2024). Katma değerli tarım, döngüsel ekonomi ve sürdürülebilir kalkınma: Ekonomik, çevresel ve sosyal perspektifler. *JENAS Journal of Environmental and Natural Studies*, 6(3, In Honour of Nesrin Algan), 287-298. <https://doi.org/10.53472/jenas.1587727>
- Özmehmet, E. (2008). Dünyada ve Türkiye’de sürdürülebilir kalkınma yaklaşımları. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 3(12), 1853-1876.
- Özsoy, C. E. (2015). Düşük karbon ekonomisi ve Türkiye’nin karbon ayak izi. *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 4(9), 198-215.
- Özsoy, C. E. ve Dinç, A. (2016). Sürdürülebilir kalkınma ve ekolojik ayak izi. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, (619), 35-55.
- Özsoy, T. (2011). Tüketicinin sürdürülebilirliği: Ürün ömrüne yönelik tüketici tutum ve davranışları üzerine bir araştırma (Doktora tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Öztürk, H. (2023). *Tarımsal üretimde ve tarımsal endüstride enerji verimliliği*. İstanbul: Bircan Yayınevi.
- Palabıyık, H. ve Altunbaş, D. (2004). Kentsel katı atıklar ve yönetimi. H. Palabıyık (Ed.), *Çevre sorunlarına çağdaş yaklaşımlar: Ekolojik, ekonomik, politik ve yönetsel perspektifler* (ss. 103–124). İstanbul: Beta.
- Pereira, L. S., Cordery, I., & Iacovides, I. (2009). *Coping with water scarcity: Addressing the challenges*. Springer.
- Pezikoğlu, F. (2012). Sürdürülebilir tarım ve kırsal kalkınma kavramı içinde tarım-turizm-kırsal alan ilişkisi ve sonuçları. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 14(22), 83-92.
- Pezikoğlu, F., Adanacıoğlu, H., Mısır, G., Öztürk, M. ve Temel, M. (2019, Mayıs). Bazı illerde yeşil tarım sistemleri ile konvansiyonel tarım sistemi üreticilerinin sosyo-ekonomik özellikleri. VI. *Organik Tarım Sempozyumu*, 15-17 Mayıs 2019, İzmir, Türkiye.
- Pingali, P. (2012). Green revolution: Impacts, limits, and the path ahead. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(31), 12302–12308. <https://doi.org/10.1073/pnas.0912953109>
- Pinstrup-Andersen, P. (2009). Food security: Definition and measurement. *Food Security*, 1, 5-7.
- Polat, N. (2017). Biyoçeşitlilik ve önemi. *Terme’nin Biyoçeşitlilik ve Doğal Ortam Özellikleri İçinde*, 3-14.

- Pope, C. A., & Dockery, D. W. (2006). Health effects of fine particulate air pollution: Lines that connect. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 56(6), 709–742. <https://doi.org/10.1080/10473289.2006.10464485>
- Porter, M. E. ve Linde, C. V. D. (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 97-118.
- Prasad, S., Khanduja, D. ve Sharma, S. K. (2016). An empirical study on applicability of lean and green practices in the foundry industry. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(3), 408-426.
- Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: Concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 363(1491), 447–465.
- Pretty, J., Toulmin, C. ve Williams, S. (2011). Sustainable intensification in African agriculture. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 9(1), 5–24.
- Reed, M. S. (2008). Stakeholder participation for environmental management: A literature review. *Biological Conservation*, 141(10), 2417–2431. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.07.014>
- Rehman, M. A., Seth, D. ve Shrivastava, R. L. (2016). Impact of green manufacturing practices on organisational performance in Indian context: An empirical study. *Journal of Cleaner Production*, 137, 427-448.
- Reid, W. V., Mooney, H. A., Cropper, A., Capistrano, D., Carpenter, S. R., Chopra, K., ... ve Zurek, M. B. (2005). *Ecosystems and human well-being – Synthesis: A report of the Millennium Ecosystem Assessment*. Island Press.
- Reinhardt, F. L. (2008). Çevre sorununu somutlaştırmak, yeşil iş stratejisi (Çev. Ahmet Kardam). *Harvard Business Review Dergisinden Seçmeler*. Mess Yayıncılık.
- Resmi Gazete. (2004). 5262 sayılı Organik Tarım Kanunu. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=5262&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5>
- Resmi Gazete. (2005). 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=5403&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5>
- Resmi Gazete. (2010). 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu. <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5996.pdf>
- Resmi Gazete. (2010). İyi Tarım Uygulamaları Yönetmeliği. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=14489&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>

- Resmi Gazete. (2010). Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/08/20100818-4.htm>
- Resmi Gazete. (2015). Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/05/20140517-3.htm>
- Rhodes, C. J. (2017). The imperative for regenerative agriculture. *Science Progress*, 100(1), 80-129.
- Richmond Vale Academy. (2022, 24 Mayıs). Crop rotation: The definitive guide (Sustainability). <https://richmondvale.org/crop-rotation/>
- Royal Society. (2009). *Reaping the benefits: Science and the sustainable intensification of global agriculture*. The Royal Society.
- Rumpold, B. A. ve Schlüter, O. K. (2013). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57(5), 802–823. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201200735>
- Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill.
- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48, 9-26.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-86.
- Saaty, T. L. ve Vargas, L. G. (2012). *Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process* (Cilt 175). Springer Science & Business Media.
- Sangwan, K. S. ve Choudhary, K. (2018). Benchmarking manufacturing industries based on green practices. *Benchmarking: An International Journal*, 25(6), 1746-1761.
- Sarı, D., Kurt, U., Resne, Y. ve Çorbacı, Ö. L. (2020). Kent parklarında kullanılan ağaç türlerinin sağladığı ekosistem hizmetleri: Rize örneği. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 5(4), 541-550.
- Sarıcı, R. ve Erikli, S. (2022a). Yeşil ürün, yeşil ekonomi, yeşil üretim ve sürdürülebilirlik kapsamında yapılan araştırmalara yönelik içerik analizi. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Turizm Fakültesi Dergisi*, 25(1), 98-119.
- Sarıcı, R. ve Erikli, S. (2022b). Yeşil ürün, yeşil ekonomi, yeşil üretim ve sürdürülebilirlik kapsamında yapılan araştırmalara yönelik içerik analizi. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Turizm Fakültesi Dergisi*, 25(1), 98-119. <https://doi.org/10.55931/ahbvtfd.1114968>
- Sarıkaya, M. ve Kara, F. Z. (2007). Sürdürülebilir kalkınmada işletmenin rolü: Kurumsal vatandaşlık. *Yönetim ve Ekonomi*, 14(2), 221-233.

- Sarkis, J. (2012). A boundaries and flows perspective of green supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*, 17(2), 202-216.
- Sayar, Ş. (2012). Sakarya ili entegre atık yönetimi ve ambalaj atıklarının geri dönüşümü (Yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Schaefer, A. ve Crane, A. (2005). Addressing sustainability and consumption. *Journal of Macromarketing*, 25(1), 76-92.
- Schreefel, L., Schulte, R. P., De Boer, I. J. M., Schrijver, A. P. ve Van Zanten, H. H. E. (2020). Regenerative agriculture – The soil is the base. *Global Food Security*, 26(100404), 1-8.
- Seçer, S., Korkmaz, A. Ş., Dinçer, C., Atar, H. H., Seçer, F. S. ve Keskin, E. (2010). Türkiye’de sürdürülebilir su ürünleri avcılığı. *TMMOB Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı-2*, 789-807.
- Selam, A., Özel, S. ve Arıoğlu, M. (2014). Yenilenebilir enerji kullanımı açısından Türkiye’nin OECD ülkeleri arasındaki yeri. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (40), 317-334.
- Seth, D., Rehman, M. A. A. ve Shrivastava, R. L. (2018). Green manufacturing drivers and their relationships for small and medium (SME) and large industries. *Journal of Cleaner Production*, 198, 1381-1405.
- Seto, K. C., Güneralp, B., & Hutyra, L. R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *PNAS*, 109(40), 16083–16088. <https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109>
- Shrivastava, S. ve Shrivastava, R. L. (2017). A systematic literature review on green manufacturing concepts in cement industries. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 34(1), 68–90. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-02-2015-0024>
- Smit, B., & Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 282–292. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008>
- Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., ... ve Miller, H. L. (2007). Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Söylemez, E. Y., Şahin, M. D. ve Koç, Y. D. (2016). Sürdürülebilir üretim ve tüketimin benimsenmesinde karşılaşılan engellerin değerlendirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2016(Afro-Avrasya Özel Sayısı), 192-204.



- Sunderland, T. C. (2011). Food security: Why is biodiversity important? *International Forestry Review*, 13(3), 265-274.
- Şenocak, B. ve Bursalı, Y. (2018). İşletmelerde çevresel sürdürülebilirlik bilinci ve yeşil işletmecilik uygulamaları ile işletme başarısı arasındaki ilişki. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(1), 161-183.
- Şenoğlu, G., Topal, Y. E. ve Haksevenler, B. H. G. (2022). Yenilenebilir enerji kullanımı ve artırılmasına ilişkin politika önerileri: İstanbul örneği. *İdealkent*, 13(35), 171-196.
- Taluğ, C. ve Birden, B. (2014). Sürdürülebilir üretim ve tüketim. *Turkish Journal of Business*, 1(2), 78-91. <https://doi.org/10.5505/tjob.2014.36844>
- Tarım Reformu Genel Müdürlüğü. (2022). *Kırsal kalkınma yatırımlarının desteklenmesi programı (KKYDP) uygulama rehberi*. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2023). *İyi Tarım Uygulamaları Tanıtım Rehberi*. Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2024). Organik tarım ve ekolojik yaklaşımlar. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ttae>
- Taşkın, O. ve Vardar, A. (2016). Tarımsal üretimde bazı yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(1), 179-184.
- Tester, M. ve Langridge, P. (2010). Breeding technologies to increase crop production in a changing world. *Science*, 327(5967), 818-822.
- Tırnakçı, A. (2021). Sürdürülebilir kentsel açık-yeşil alanlar olarak mezarlıklar ve sunduğu ekosistem hizmetleri: Tarihi Seyyid Burhaneddin Mezarlığı-Kayseri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23(1), 18-35.
- Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R. ve Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418(6898), 671-677. <https://doi.org/10.1038/nature01014>
- Timor, M. (2011). *Analitik hiyerarşi prosesi*. İstanbul: Türkmen Kitabevi.
- Topçu, F. H. (2012). Biyolojik çeşitlilik sözleşmesi: Müzakereden uygulamaya. *Marmara Üniversitesi Avrupa Araştırmaları Enstitüsü Avrupa Araştırmaları Dergisi*, 20(1), 57-97.
- Toplu Yılmaz, Ö. (2021). Türkiye’de sürdürülebilir mavi ekonomi için balıkçılık desteklerinin değerlendirilmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(3), 906-923. <https://doi.org/10.25287/ohuiibf.788879>

- Topoyan, M. (2005). Yeniden üretim sistemleri için sürdürülebilir ürün tasarımlarının oluşturulması. *V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu*, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 259-264.
- Toprak, D. (2006). Sürdürülebilir kalkınma çevresinde çevre politikaları ve mali araçlar. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (2), 146-169.
- Tosunoğlu, B. (2014). Sürdürülebilir küresel refah göstergesi olarak ekolojik ayak izi. *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 3(5), 132-149.
- Tuomisto, H. ve Roy, A. (2012, Ekim). Could cultured meat reduce environmental impact of agriculture in Europe? *8th International Conference on LCA in the Agri-Food Sector*, Rennes, Fransa.
- Turgay, T. (2018). Sürdürülebilir mimari ve yeşil tasarım ile kentsel yenileme. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 7(1), 29-41.
- Turhan, Ş. (2005). Tarımda sürdürülebilirlik ve organik tarım. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 11(1-2), 13-24.
- Tülek, B. ve Mirici, M. E. (2019). Kentsel sistemlerde yeşil altyapı ve ekosistem hizmetleri. *Peyzaj*, 1(2), 1-11.
- United Nations (2015). Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. <https://sdgs.un.org/goals>
- UN Women. (2022). *Progress on the Sustainable Development Goals: The gender snapshot 2022*. United Nations.
- UNDRR. (2015). *Sendai framework for disaster risk reduction 2015–2030*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction.
- UNEP. (2010). *ABC of CSP: Clarifying concepts on sustainable consumption and production*. United Nations Environment Programme: Paris, France.
- UNESCO. (2020). *United Nations World Water Development Report 2020: Water and climate change*. UNESCO.
- URL-1: Food and Agriculture Organization. (2025). Agroecology and the Sustainable Development Goals (SDGs). <https://www.fao.org/agroecology/overview/agroecology-and-sdgs/en/>
- URL-2: EnviCo. (2025, 28 Mayıs). Küresel sürdürülebilir tarım politikaları. <https://envico.com.tr/kuresel-surdurulebilir-tarim-politikalari/>
- URL-3: Teox Farm. (2024, 5 Şubat). Türkiye'nin tarım politikaları ve etkileri. <https://teoxfarm.com/blog/turkiyenin-tarim-politikalari-ve-etkileri>
- URL-4: Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu (TKDK). (2022). IPARD-II programı bilgilendirme dokümanları. <https://www.tkd.gov.tr>

- Uslu, A. ve Shakouri, N. (2013). Kentsel peyzajda yeşil altyapı ve biyolojik çeşitliliği destekleyecek olanaklar. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (1), 46-50.
- Uzun, A. (2004). Biyoçeşitlilik ve Türkiye biyoçeşitliliğine genel bir bakış. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7, 1-13.
- Ürge-Vorsatz, D., Cabeza, L. F., Serrano, S., Barreneche, C., & Petrichenko, K. (2015). Heating and cooling energy trends and drivers in buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 85–98. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.039>
- Veral, E. S. (2021). Döngüsel ekonomi: Engeller, stratejiler ve iş modelleri. *Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi*, 8(1), 7-18.
- Veral, E. S. ve Yiğitbaşoğlu, H. (2018). Avrupa Birliği atık politikasında atık yönetiminden kaynak yönetimi yaklaşımına geçiş yönelimleri ve döngüsel ekonomi modeli. *Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi*, 6(1), 1-19.
- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. *Ecology and Society*, 9(2), 5. <https://www.jstor.org/stable/26267673>
- Wang, H.-F. ve Gupta, S. M. (2011). *Green supply chain management: Product life cycle approach*. McGraw-Hill Professional, New York, NY.
- WHO. (2021). *WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. World Health Organization.
- Wiedmann, T. ve Minx, J. (2008). A definition of ‘carbon footprint’. *Ecological Economics Research Trends*, 1(2008), 1-11.
- Willard, M. (2008). The Natural Step: A framework for sustainability. *Society of Manufacturing Engineers Lean to Green Conference*, Portland, Oregon.
- Willer, H. ve Lernoud, J. (Eds.). (2019). *The world of organic agriculture: Statistics and emerging trends 2019* (20. baskı). Frick & Bonn: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL) ve IFOAM – Organics International.
- Willet, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., ... ve Murray, C. J. (2019). Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170), 447-492.
- Wilson, E. O. (2016). *Half-Earth: Our planet's fight for life*. Liveright Publishing.
- Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., & Davis, I. (2004). *At risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters* (2nd ed.). Routledge.

- Yalçın, H. E. ve Yalçın, C. (2021). Enerji verimliliği, yenilenebilir enerji ve cari işlemler dengesi: Ekonometrik bulgular ve Türkiye için senaryo analizleri. *Bankacılar*, 32(119), 3-35.
- Yavuz, V. A. (2010). Sürdürülebilirlik kavramı ve işletmeler açısından sürdürülebilir üretim stratejileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(14), 63-86.
- Yelok, Y. (2017). Yeşil tedarik zinciri yönetimi ve çevresel sürdürülebilirlik olgusuna ilişkin farkındalık düzeyinin ölçülmesi: Mersin ili örneği (Yüksek lisans tezi, Toros Üniversitesi, Mersin, Türkiye). Toros Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Ana Bilim Dalı.
- Yeni, O. (2014). Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma: Bir yazın taraması. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(3), 181-208.
- Yıldız, F. (2021). Türkiye ve yeşil ekonomi: Mevcut durum ve öneriler. *İlke Politika Notu*, 23, 1-14. <https://doi.org/10.26414/pn023>
- Yıldız, R. ve Göktepe, A. O. (2020). Müşteriler açısından firmaların yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulamalarına yönelik bir saha araştırması. *International Social Mentality and Researcher Thinkers Journal*, 6(38), 2157-2167.
- Yılmaz Kaya, M. ve Uzun, O. (2019). Ekosistem hizmetleri ve mekânsal planlama ilişkisinin peyzaj planlama çerçevesinde değerlendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(3), 2166-2193. <https://doi.org/10.29130/dubited.546496>
- Yılmaz, A. ve Bozkurt, Y. (2011). Avrupa Birliğine uyum sürecinde Türk kamu ve özel işletmelerinin çevreye duyarlılığı üzerine bir uygulama: İSO 500 örneği. *Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 18(1), 1-18.
- Yılmaz, E. (2014). Türkiye’de içsu balıkçılığının mevcut durumu. *Ziraat Mühendisliği*, (361), 28-32.
- Yılmaz, G. (2023). Döngüsel bir ekonomide kaynak verimliliğini hangi faktörler etkiler? Bir panel veri regresyon analizi. *EKOİST: Journal of Econometrics and Statistics*, (38), 19-34.
- Yılmaz, M. (2012). Türkiye’nin enerji potansiyeli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi açısından önemi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 33-54.
- Yılmaz, Ö. ve Yücel, G. E. (2017). Sürdürülebilir kalkınma sürecinde Türkiye’nin tarımda yaşadığı dönüşüm. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(1), 179-199.

- Yücel, M. ve Ekmekçiler, Ü. S. (2008). Çevre dostu ürün kavramına bütünsel yaklaşım; temiz üretim sistemi, eko-etiket, yeşil pazarlama. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(26), 320-333.
- Zhang, Z., Wang, Y., Meng, Q. ve Luan, X. (2019). Impacts of green production decision on social welfare. *Sustainability*, 11(2), 453-469. <https://doi.org/10.3390/su11020453>
- Zhu, Q. ve Sarkis, J. (2004). Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management practices in Chinese manufacturing enterprises. *Journal of Operations Management*, 22(3), 265-289.
- Zhu, Q., Geng, Y. ve Lai, K. H. (2011). Environmental supply chain cooperation and its effect on the circular economy practice-performance relationship among Chinese manufacturers. *Journal of Industrial Ecology*, 15(3), 405-419.
- Zhu, Q., Sarkis, J. ve Geng, Y. (2005). Green supply chain management in China: Pressures, practices and performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 25(5), 449-468.

## EKLER

### Ek 1. Anket Formu

Söz konusu çalışma; “Yeşil Tarım ve Çevresel Sürdürülebilirlik Uygulamaları: AHP Yöntemi ile Tarım Sektörü Analizi” başlıklı Gümüşhane Üniversitesi İşletme ABD’de yürütülen yüksek lisans tezimizde kullanılmak ve değerlendirilmek üzere oluşturulmuş olup tamamen akademik ve bilimsel bir maksat ile yürütülmektedir.

Bu matriste genel yetkinliklerin önem derecelerinin bulunması için ana ve alt faktörlerin birbirleri ile ikili karşılaştırmaları yapılacaktır. Her bir yetkinlik karşısında yer alan yetkinlik ile karşılaştırılacak, ne kadar önemli ve üstün olduğu sorusu cevaplanarak yetkinliklerin birbirlerine üstünlükleri/önem dereceleri bu ölçekte yer alan dilsel değişkenler yardımıyla belirlenecek ve kesişim hücrelerine “X” işareti konulacaktır.

| Değerlerin Tanımları                                                         | Önem Değerleri |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| İki faktör eşit öneme sahiptir                                               | 1              |
| İlk faktör ikinci faktörden daha önemlidir                                   | 3              |
| İlk faktör ikinci faktörden çok önemlidir.                                   | 5              |
| İlk faktör ikinci faktöre göre çok güçlü bir öneme sahiptir.                 | 7              |
| İlk faktör ikinci faktöre göre mutlak üstünlük gösterecek bir öneme sahiptir | 9              |
| Ara değerleri ifade etmektedir                                               | 2, 4, 6, 8     |

Matrisleri doldururken vereceğiniz cevapların, ülkemize bir değer olarak yansıtacağını göz önünde bulundurmanızı rica eder, çok kıymetli vaktinizi ayırdığınız için şimdiden teşekkür ederiz.

#### 1. “Ekonomik uygulanabilirlik” bakımından değerlendirilmesi

|                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                    |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--------------------|
| Maliyet etkinliği | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Ekonomik büyüme    |
| Maliyet etkinliği | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Yatırım getirisi   |
| Maliyet etkinliği | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Pazar rekabet gücü |
| Ekonomik büyüme   | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Yatırım getirisi   |
| Ekonomik büyüme   | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Pazar rekabet gücü |
| Yatırım getirisi  | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Pazar rekabet gücü |

#### 2. “Dayanıklılık ve uyum” bakımından değerlendirilmesi

|                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                         |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------------------|
| İklim değişikliğine uyum | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Afet riskini azaltma    |
| İklim değişikliğine uyum | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Ekosistem dayanıklılığı |
| İklim değişikliğine uyum | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Yenilik ve teknoloji    |
| Afet riskini azaltma     | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Ekosistem dayanıklılığı |
| Afet riskini azaltma     | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Yenilik ve teknoloji    |
| Ekosistem dayanıklılığı  | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Yenilik ve teknoloji    |

### 3. “Kaynak verimliliği” bakımından değerlendirilmesi

|                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                         |
|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------------------|
| Enerji verimliliği      | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Su kullanım verimliliği |
| Enerji verimliliği      | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Kaynak koruma           |
| Enerji verimliliği      | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Tarımsal verimlilik     |
| Su kullanım verimliliği | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Kaynak koruma           |
| Su kullanım verimliliği | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Tarımsal verimlilik     |
| Kaynak koruma           | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Tarımsal verimlilik     |

### 4. “Politika ve yönetim” bakımından değerlendirilmesi

|                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                      |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------------|
| Politika uyumu    | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Kurumsal kapasite    |
| Politika uyumu    | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Paydaş katılımı      |
| Politika uyumu    | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Politika tutarlılığı |
| Kurumsal kapasite | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Paydaş katılımı      |
| Kurumsal kapasite | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Politika tutarlılığı |
| Paydaş katılımı   | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Politika tutarlılığı |

### 5. “Çevresel etki” bakımından değerlendirilmesi

|                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------------------------|
| Hava kalitesi                    | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Su kalitesi                      |
| Hava kalitesi                    | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Biyolojik çeşitliliğin korunması |
| Hava kalitesi                    | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Arazi kullanım verimliliği       |
| Su kalitesi                      | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Biyolojik çeşitliliğin korunması |
| Su kalitesi                      | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Arazi kullanım verimliliği       |
| Biyolojik çeşitliliğin korunması | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Arazi kullanım verimliliği       |

### 6. “Sosyal eşitlik” bakımından değerlendirilmesi

|                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                      |
|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------------|
| Sosyal katılım       | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Faydalarda eşitlik   |
| Sosyal katılım       | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Kadın erkek eşitliği |
| Sosyal katılım       | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Topluluk katılımı    |
| Faydalarda eşitlik   | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Kadın erkek eşitliği |
| Faydalarda eşitlik   | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Topluluk katılımı    |
| Kadın erkek eşitliği | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Topluluk katılımı    |

### 7. Ana faktörlerin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi

|                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                      |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------------|
| Ekonomik uygulanabilirlik | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Dayanıklılık ve uyum |
| Ekonomik uygulanabilirlik | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Kaynak verimliliği   |
| Ekonomik uygulanabilirlik | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Politika ve yönetim  |
| Ekonomik uygulanabilirlik | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Çevresel etki        |
| Ekonomik uygulanabilirlik | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Sosyal eşitlik       |
| Dayanıklılık ve uyum      | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Kaynak verimliliği   |
| Dayanıklılık ve uyum      | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Politika ve yönetim  |
| Dayanıklılık ve uyum      | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Çevresel etki        |
| Dayanıklılık ve uyum      | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Sosyal eşitlik       |
| Kaynak verimliliği        | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Politika ve yönetim  |
| Kaynak verimliliği        | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Çevresel etki        |
| Kaynak verimliliği        | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Sosyal eşitlik       |
| Politika ve yönetim       | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Çevresel etki        |
| Politika ve yönetim       | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Sosyal eşitlik       |
| Çevresel etki             | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Sosyal eşitlik       |

## ETİK KURUL KARARI



T.C.  
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU

**Sayı** : E-95674917-108.99-301475

**Konu** : Etik Kurul Onay

**Sayın Doç. Dr. Yasemin TATLI**

**“YEŞİL TARIM VE ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK UYGULAMALARI: AHP YÖNTEMİ İLE TARIM SEKTÖRÜ ANALİZİ”** konulu etik kurul başvurunuz; Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'nun **20/12/2024** tarih ve **2024/10** sayılı toplantısında görüşülmüş olup; projenin yürürlükteki mevzuata uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.  
Bilgilerinize rica ederim.

**Prof. Dr. Selçuk ALEMDAĞ**  
Kurul Başkanı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : 012A-10N7-0V02

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/gumushane-universitesi-ebys>

Adres:  
Telefon No : Fax No :  
e-Posta : İnternet Adresi : <http://www.gumushane.edu.tr/>  
Kep Adresi : [gumushaneuniversitesi@hs01.kep.tr](mailto:gumushaneuniversitesi@hs01.kep.tr)

Bilgi İçin :Özge GÖKAY  
Memur  
Dahili No:





## ÖZGEÇMİŞ

Ali ALMATAR, Lisans öğrenimini 2009-2012 yılları arasında Suriye’de faaliyet gösteren Üniversitesi’nin Hukuk Fakültesi’nde tamamlamıştır. 2023 yılında Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başlamıştır.

Akademik ilgi alanları arasında sürdürülebilir tarım ve çevre politikaları, yeşil üretim ve döngüsel ekonomi, doğal kaynak yönetimi, çok kriterli karar verme yöntemleri (özellikle AHP) ile tarımda teknolojik uygulamalar ve yenilikçi yaklaşımlar yer almaktadır.

Arapça anadili olup, Türkçeyi ileri düzeyde ve İngilizceyi orta düzeyde bilmektedir. MS Office programlarını etkin şekilde kullanabilmekte; ayrıca karar verme süreçlerinde kullanılan SuperDecisions ve Expert Choice gibi AHP analiz araçları hakkında bilgi sahibidir.