

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

TARIM SEKTÖRÜNDE DÖNGÜSEL EKONOMİ POLİTİKALARININ
UYGULANABİLİRLİĞİ: AYDIN İLİ SÜT SIĞIRCILIĞI İŞLETMELERİ
ÖRNEĞİ

Hediye CERİT

TARIM EKONOMİSİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2025

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

TARIM SEKTÖRÜNDE DÖNGÜSEL EKONOMİ POLİTİKALARININ UYGULANABİLİRLİĞİ: AYDIN İLİ SÜT SIĞIRCILIĞI İŞLETMELERİ ÖRNEĞİ

Hediye CERİT

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Emine OLHAN

Tarımda sürdürülebilir üretim modellerine yönelik artan gereksinim, döngüsel ekonomi yaklaşımının tarımsal üretim sistemlerindeki uygulanabilirliğinin bilimsel olarak değerlendirilmesini gerekli kılmıştır. Süt sığircılığı işletmelerinde bu yaklaşımın ölçülebilmesi amacıyla öncelikle döngüsellik kriterleri tanımlanmış, bu kriterler tematik boyutlar altında kategorize edilmiş ve bu yapı temel alınarak sektöre özgü bir döngüsellik ölçütü geliştirilmiştir. Araştırma, Aydın İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği'ne üye 3.536 işletme arasından Neyman optimum dağılımına göre seçilen 120 işletme ile yürütülmüş; veri toplama süreci yüz yüze anket yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. İşletmeler, sağmal inek sayılarına göre küçük, orta, büyük ve endüstriyel ölçekli olarak sınıflandırılmıştır. Döngüsellik düzeyi, süt sığircılığı özelliklerine göre uyarlanmış bir ölçüt sistemi çerçevesinde; hayvan sağlığı ve refahı, toprak korunması, besin döngülerinin kapatılması ve emisyonlar, tarımsal mekanizasyon ve teknoloji ile bölgesel işbirliği ve kırsal kalkınma kategorilerinde değerlendirilmiştir. Analizde ağırlıklandırılmış puanlama sistemi kullanılmış, gruplar arası farklar parametrik olmayan testlerle belirlenmiştir.

Elde edilen bulgular, işletme ölçeği büyüdükçe döngüsellik performansının anlamlı biçimde arttığını göstermektedir. Küçük ve orta ölçekli işletmelerde altyapı, teknoloji ve bilgi eksikliklerinin döngüsellik uygulamalarının uygulanabilirliğini sınırladığı, buna karşılık büyük ve endüstriyel işletmelerde döngüsel uygulamaların daha sistemli biçimde yürütüldüğü tespit edilmiştir. Süt sığircılığı genelinde döngüsellik düzeyinin düşük olması, özellikle kaynak kullanımının optimizasyonu ve atık yönetiminin iyileştirilmesi açısından önemli gelişim alanları bulunduğuna işaret etmektedir.

Sonuç olarak, bu tez süt sığircılığı işletmeleri için özgün bir döngüsellik ölçütü sunmakta, döngüsel ekonomi politikalarının sahadaki uygulanabilirliğinin artırılması için küçük ve orta ölçekli işletmelere yönelik teknik destek, ortak altyapı modelleri, eğitim programları ve performans izleme mekanizmalarının güçlendirilmesini önermektedir.

Eylül 2025, 142 sayfa

Anahtar Kelimeler: Döngüsel Ekonomi, Döngüsel Tarım, Sürdürülebilir Tarım, Döngüsellik Ölçütleri, Süt Sığircılığı

ABSTRACT

PhD Thesis

APPLICABILITY OF CIRCULAR ECONOMY POLICIES IN THE AGRICULTURE SECTOR: THE CASE OF AYDIN PROVINCE DAIRY FARMS

Hediye CERİT

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Agricultural Economics

Supervisor: Prof.Dr. Emine OLHAN

The growing need for sustainable production models in agriculture has highlighted the necessity of scientifically assessing the applicability of the circular economy approach within agricultural production systems. In order to measure this approach in dairy cattle enterprises, circularity criteria were first defined, categorized under thematic dimensions, and used to develop a sector specific circularity index. The study was conducted with a sample of 120 dairy farms selected from 3.536 members of the Cattle Breeders' Association of Aydin, using Neyman optimal allocation. Data were collected through face to face surveys, and enterprises were classified as small, medium, large, or industrial scale based on the number of lactating cows. Circularity performance was evaluated using a customized scoring framework adapted to dairy production characteristics, covering animal health and welfare, soil conservation, nutrient loop closure and emissions, agricultural mechanization and technology, as well as regional cooperation and rural development. A weighted scoring system was applied, and differences between farm scale groups were examined using non-parametric statistical tests.

The findings indicate that circularity performance significantly increases with enterprise scale. Limitations in infrastructure, technology, and knowledge were found to restrict the implementation of circular practices in small and medium-scale farms, while larger and industrial enterprises demonstrated more systematic adoption of such practices. The overall low level of circularity across dairy farms suggests the need for substantial improvements, particularly in resource optimization and waste management.

In conclusion, this thesis provides a novel circularity assessment framework tailored to dairy cattle enterprises and recommends strengthening technical support, shared infrastructure models, training programs, and performance monitoring mechanisms, particularly for small and medium-scale farms, to enhance the practical implementation of circular economy policies in the sector.

September 2025, 142 pages

Key Words: Circular Economy, Circular Agriculture, Sustainable Agriculture, Circularity Indicators, Dairy Cattle Farming

TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmam boyunca akademik birikimi, yol göstericiliği ve en önemlisi manevi desteğiyle her aşamada yanımda olan danışman hocam Prof. Dr. Emine OLAN'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Kendisi, bu zorlu sürecin tamamlanmasında en büyük motivasyon kaynağı olmuş, akademik olduğu kadar insani desteğiyle de hayatıma değer katmıştır.

Tez izleme sürecimdeki önerileri, kıymetli katkıları ve destekleri için değerli hocalarım Prof. Dr. İlkay DELLAL ve Prof. Dr. Kürşat DEMİRYÜREK'e, yapıcı eleştirileri için tez jürimde yer alan kıymetli hocalarım Prof. Dr. Canan Fisun ABAY ve Doç. Dr. Alper DEMİRDÖĞEN'e teşekkür ederim. Bilimsel gelişimime katkı sunan tüm değerli bilim insanlarına ve eğitim hayatım boyunca yoluma ışık tutan tüm kıymetli öğretmenlerime şükranlarımı sunarım.

Bu çalışma, T.C. Yükseköğretim Kurulu tarafından yürütülen "100/2000 YÖK Doktora Burs Programı" tarafından desteklenmiştir. Katkılarından dolayı Yükseköğretim Kurulu'na (YÖK) teşekkür ederim. Ayrıca 2022–2023 burs döneminde, tez çalışmamda sağladığı destek için İzmir Ticaret Borsası Eğitim, Kültür ve Sosyal Entegrasyon Vakfı (BORSAY)'na teşekkür ederim. Araştırma sürecimde işbirlikleri, sağladıkları kolaylıklar ve destekleri ile saha çalışmamın yürütülmesini mümkün kılan Aydın İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği yönetim kurulu başkanı Mehmet Sedat GÜNGÖR başta olmak üzere, yönetim ve denetim kurulu üyeleri ile mesai arkadaşlarım olan birlik personellerine teşekkür ederim.

Tez çalışmama katkı sağlayan akademik değerlendirmeleri için kıymetli hocam Prof. Dr. Göksel ARMAĞAN'a, bilimsel katkıları ve manevi desteği için sevgili arkadaşım Dr. Öğr. Üyesi Zekiye Nazlı KANSU'ya teşekkür ederim. Doktora yolculuğunun başından bu yana bilimsel desteğini, sevgisini esirgemeyen ve bana daima destek olan kıymetli arkadaşım Dr. Emine ARSLAN PAULI'ye, sevgisi, dayanışması ve desteğiyle bana güç veren sevgili arkadaşım Doktora Adayı Kübra ASLAN YILMAZ'a sonsuz teşekkür

ederim. Manevi desteğini daima hissettiren değerli dostlarım Gülçin UĞURLU ve Erson K M RC O LU'na da destekleri için teşekkür ediyorum.

Eğitim firsatından mahrum bırakılmış olmasına rağmen    kızının eğitimini büyük bir kararlılık ve fedakarlıkla destekleyen annem Fatma CER T ile her daim yanımda olan babam Metin CER T'e sevgileri, her koşulda verdikleri destek ve hayatıma kattıkları değer için minnettarım. Sevgi ve güvenle beni her zaman sarıp sarmalayan kardeşlerim G l ah BAYT RK ve Emine CER T KILIÇ'a gönülden teşekkür ederim.

Son olarak,  ift i bir ailenin ferdi olarak, tarım sektörünün zorlukları ile emek yoğun çalışma düzenini yakından bildiğim için, tüm yoğunluklarına rağmen zaman ayırarak bilgi ve deneyimlerini cömertçe paylaşan ve ara tırmamın temel verilerinin oluşmasına katkı sağlayan tüm damızlık sığır yeti tiricilerine içtenlikle teşekkür ederim. Emeklerinin karşılığını aldıkları, daha adil ve sürdürülebilir bir üretim sistemine kavu malarını temenni ederim.

Hediye CER T
Ankara, Eylül 2025

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI

ETİK	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1 Araştırmanın Amacı	3
1.2 Araştırmanın Önemi.....	3
1.3 Araştırmanın Hipotezleri	4
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ	6
2.1 Doğrusal Ekonomi Modeli: Kuramsal Temeller ve Sınırları.....	6
2.2 Sürdürülebilirlik Paradigmasının Ortaya Çıkışı ve Ekonomik Yansımaları	7
2.3 Yeşil Ekonomi ve Mavi Ekonomi Modelleri.....	8
2.4 Döngüsel Ekonomi Kavramı	8
2.4.1 Döngüsel ekonominin tarihsel gelişimi ve kuramsal temelleri.....	9
2.4.2 Döngüsel ekonominin güncel tanımı ve uygulama ilkeleri.....	10
2.5 Tarım Sektöründe Döngüsel Ekonomi Politikaları	11
2.5.1 Döngüsel tarım kavramı ve temel ilkeleri.....	13
2.5.2 Dünyada tarımda döngüsel ekonomi politikaları ve uygulamaları.....	15
2.5.2.1 Avrupa Birliği genel mevzuatı ve üye ülkelerde döngüsel ekonomi politikaları	17
2.5.2.2 Asya ülkelerinde döngüsel ekonomi politikaları	23
2.5.2.3 Amerika kıtası ülkelerinde döngüsel ekonomi politikaları	26
2.5.2.4 Okyanusya ülkelerinde döngüsel ekonomi politikaları	27
2.5.3 Türkiye’de tarımda döngüsel ekonomi politikaları ve uygulamaları	28
2.6 Süt Sığırcılığında Döngüsel Ekonomi Yaklaşımları ve Uygulamaları	30
2.6.1 Doğal döngüye dayalı süt sığırcılığı uygulamaları	31
2.6.2 Teknoloji tabanlı döngüsel süt sığırcılığı uygulamaları	32
2.6.3 Süt sığırcılığında döngüsellik ölçütleri.....	33

2.6.3.1 Hayvan sağlığı ve refahı	35
2.6.3.2 Toprak korunması	37
2.6.3.3 Besin döngülerinin kapatılması ile emisyonlar durumu	38
2.6.3.4 Tarımsal mekanizasyon ve teknoloji	41
2.6.3.5 Bölgesel işbirliği ve kırsal kalkınma	42
2.7 Kaynak Özetleri	43
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	53
3.1 Materyal.....	53
3.2 Yöntem....	54
3.2.1 Araştırma alanı seçimi yöntemi	54
3.2.2 Araştırma örnekleme seçimi ve veri toplama yöntemi.....	55
3.2.3 Araştırma örnekleme verileri analiz yöntemi	58
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	66
4.1 Araştırma Alanı ve Özellikleri.....	66
4.2 Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Sosyo – Ekonomik Durumu.....	67
4.2.1 İşletmelerin genel durumu	67
4.2.2 İşletmelerin yapısal özellikleri	72
4.3 Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Döngüsellik Durumu	80
4.3.1 Süt sığırcılığı işletmelerinin hayvan sağlığı ve refahı döngüsellik durumu ...	81
4.3.1.1 Barınak koşullarına göre döngüsellik durumu	81
4.3.1.2 Hayvan hastalıkları ve koruyucu önlemler durumu	84
4.3.1.3 Barınak koşulları ile hayvan hastalıkları ve koruyucu önlemler arasındaki ilişkinin hayvan sağlığı ve refahı ölçütüne etkisi	87
4.3.2 Süt sığırcılığı işletmelerinin toprak korunması döngüsellik durumu	89
4.3.3 Süt sığırcılığı işletmelerinin besin döngülerinin kapatılması ve emisyonlar döngüsellik durumu	91
4.3.3.1 Atık durumu	91
4.3.3.2 Enerji durumu	93
4.3.3.3 Su durumu	95
4.3.3.4 İşletme tedarik zinciri durumu	96
4.3.3.5 Süt sığırcılığı işletmelerinin besin döngülerinin kapatılması ve emisyonlar ölçütlerinin genel döngüsellik durumu	101
4.3.4 Süt sığırcılığı işletmelerinin tarımsal mekanizasyon ve teknoloji döngüsellik durumu	106

4.3.5 Süt sığırcılığı işletmelerinin bölgesel işbirliğine ve kırsal kalkınmaya katkısı döngüsellik durumu	108
4.3.6 Süt sığırcılığı işletmeleri ölçeklerine göre genel döngüsellik puanları	109
4.4 Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Döngüsellik Tutum ve Davranışları	110
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	115
5.1 Araştırmanın Genel Değerlendirmesi	115
5.2 Bilimsel ve Uygulamalı Katkıları	117
5.3 Uygulama Önerileri ve Politika Araçları.....	118
5.4 Gelecek Araştırma Perspektifleri	123
KAYNAKLAR	125
EK 1 Araştırma Kapsamında Anket Yapılan Süt Sığırcılığı İşletmeleri Fotoğrafları	139
ÖZGEÇMİŞ.....	142

SİMGELER DİZİNİ

CO ₂	Karbon dioksit
CH ₄	Metan
N ₂ O	Azot Protoksit
NH ₃	Amonyak
pH	Asitlik- Bazlık Derecesini Gösteren Ölçüm Birimi.
n	Örnek Hacmi / Gözlem Sayısı
p	Anlamlılık Düzeyi (P-Değeri)
α	Anlamlılık Düzeyi
U	Mann-Whitney U Testi İstatistiği
H	Kruskal-Wallis H Testi İstatistiği
r	Etki Büyüklüğü Katsayısı
ρ	Spearman Korelasyon Katsayısı
R ²	Belirleme Katsayısı
X ⁻	Aritmetik Ortalama
SD	Standart Sapma
CV	Değişim katsayısı
min	Minimum Değer
max	Maksimum Değer
β_0	Regresyon Sabit Katsayısı
β_1	Regresyon Eğim Katsayısı
ε	Hata terimi
kg	Kilogram
L	Litre
kWh	Kilovat-saat
m ²	Metrekare
m ³	Metreküp
ha	Hektar
%	Yüzde İşareti

Kısaltmalar

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ADSYB	Aydın İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği
BVD	Bovine Viral Diarrhea Mukozal Hastalığı
DELPHI	Uzman Görüşlerinin Sistemik Olarak Toplanıp Değerlendirilmesine Dayalı İstatistiksel Karar Destek Yöntemi
ECOGRAI	Gösterge Tabanlı Performans Ölçüm Sistemi Yöntemi
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
GSYİH	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
IPARD	Katılım Öncesi Mali Yardım Aracı Kırsal Kalkınma Bileşeni

İZKA	İzmir Kalkınma Ajansı
LCA	Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı
OTP	Ortak Tarım Politikası
TDSYMB	Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiricileri Merkez Birliği
TKDK	Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu
UNEP	Birleşmiş Milletler Çevre Programı
UNDESA	Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal İşler Dairesi
USDA	Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 TDSYMB E- ıslah veri tabanı giriş ekranı ön yüzü.....	55
Şekil 4.1 Aydın ili ve ilçeleri haritası.....	66
Şekil 4.2 Sağmal inek sayısına göre işletme gruplarının dağılımı	67
Şekil 4.3 İşletme ölçeği gruplarına göre barınak koşulları yüzdelik puanlarının dağılımı	83
Şekil 4.4 İşletme ölçeklerine göre hayvan hastalıkları ve koruyucu önlemler döngüsellik puanları	87
Şekil 4.5 Barınak koşulları ile hastalık ve koruyucu önlemler puanı arasındaki regresyon ilişkisi.....	89
Şekil 4.6 Besin döngülerinin kapatılması ile emisyon durumu alt bileşenlerinin durumu.....	105

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 AB’de döngüsel ekonomi ve tarım sektörüne yönelik stratejik politika ve düzenlemeleri	18
Çizelge 3.1 2023 E- ıslah haziran ayı raporu ADSYB’ye üye işletme ve hayvan durumu	56
Çizelge 3.2 Araştırmanın ana evreni ve örneklem sayıları	57
Çizelge 3.3 Döngüsellik ölçütleri kategorileri, kategori ağırlıkları ve soru sayısı.....	63
Çizelge 4.1 İşletmelerin yasal statüsüne göre dağılımı.....	68
Çizelge 4.2 İşletme sahipleri cinsiyet durumu	69
Çizelge 4.3 İşletme sahiplerinin yaş gruplarına göre dağılımı.....	69
Çizelge 4.4 İşletme sahiplerinin eğitim durumu dağılımı.....	70
Çizelge 4.5 İşletme sahiplerinin aldıkları eğitim türleri dağılımı	71
Çizelge 4.6 İşletme sahiplerinin süt sığırcılığında kaçınıcı nesil olduğuna göre dağılımı.....	71
Çizelge 4.7 İşletme sahiplerinin süt sığırcılığı tecrübe süresine göre dağılımı	72
Çizelge 4.8 İşletme gruplarına göre toplam sığır sayısı ve oranları.....	73
Çizelge 4.9 İşletme tiplerine göre dağılım	73
Çizelge 4.10 İşletmelerin günlük süt üretimi dağılımı.....	74
Çizelge 4.11 Sağmal inek ortalama günlük süt üretimi dağılımı	74
Çizelge 4.12 İşletme sahiplerinin karlılık yeterlilik durumu cevapları.....	75
Çizelge 4.13 İşletmelerdeki karlılık yetersizliği sebepleri dağılımı.....	76
Çizelge 4.14 İşletmelerin bina varlığı	76
Çizelge 4.15 İşletme gruplarına göre bina ve altyapı varlığı (%)	77
Çizelge 4.16 İşletme gruplarına göre alet-makine varlığı (%).....	78
Çizelge 4.17 İşletme gruplarına göre ortalama arazi varlığı (dekar)	78
Çizelge 4.18 İşletmelerde ekilen yem bitkisi türleri (%)	79
Çizelge 4.19 Yem bitkisi türlerine göre ekiliş alanı dağılımı (dekar).....	80
Çizelge 4.20 Barınak koşulları soruları.....	81
Çizelge 4.21 İşletme ölçeğine göre barınak koşulları yüzdelik puanları	82
Çizelge 4.22 Gruplar arası barınak koşulları toplam puanlarının karşılaştırılması Kruskal-Wallis testi	83
Çizelge 4.23 Hayvan hastalıkları ve koruyucu önlemler soruları	85
Çizelge 4.24 Hayvan hastalıkları ve koruyucu önlemler Mann Whitney U testleri	85
Çizelge 4.25 İşletme büyüklüğüne göre dağılım (%)	88

Çizelge 4.26 Barınak koşulları ile hastalık ve koruyucu önlemler puanı arasındaki regresyon analizi.....	88
Çizelge 4.27 Toprak korunması soruları	90
Çizelge 4.28 İşletme ölçeğine göre toprak korunması durumu puanlarının karşılaştırılması	90
Çizelge 4.29 Atık durumu soruları.....	91
Çizelge 4.30 Atık durumu yüzde puanlarının işletme ölçeğine göre dağılımı.....	92
Çizelge 4.31 Enerji durumu soruları	94
Çizelge 4.32 İşletme ölçeğine göre enerji durumu tanımlayıcı istatistikleri.....	94
Çizelge 4.33 Su durumu soruları.....	95
Çizelge 4.34 Su durumu puanlarının işletme ölçeğine göre tanımlayıcı istatistikleri....	96
Çizelge 4.35 İşletme tedarik zinciri alt kategorilerine göre sorular	97
Çizelge 4.36 Yem temin ve depolama durumu işletme ölçeğine göre tanımlayıcı istatistikleri	98
Çizelge 4.37 Hayvan tedarik durumu işletme ölçeğine göre tanımlayıcı istatistikleri ...	99
Çizelge 4.38 Süt pazarlama durumu işletme ölçeğine göre tanımlayıcı istatistikleri..	100
Çizelge 4.39 Hayvan besleme durumu işletme ölçeğine göre tanımlayıcı istatistikler.	101
Çizelge 4.40 Besin döngülerinin kapatılması emisyon durumunun tanımlayıcı istatistikleri	102
Çizelge 4.41 Spearman korelasyon sonuçları	103
Çizelge 4.42 İşletme büyüklüğüne göre mekanizasyon puanı tanımlayıcı istatistikleri	106
Çizelge 4.43 Bölgesel işbirliği ve kırsal kalkınma soruları	108
Çizelge 4.44 Bölgesel işbirliğine ve kırsal kalkınmaya katkı durumu toplam puanı....	109
Çizelge 4.45 Süt sığırcılığı işletmeleri ölçeklerine göre genel döngüsellik puanları....	110
Çizelge 4.46 Döngüsellik tutum soruları ve alt boyutları	112
Çizelge 4.47 Döngüsellik tutum ölçeği ve alt boyutlara ait Cronbach's Alpha, Medyan, IQR değerleri.....	113

1. GİRİŞ

Tarım sektörü, doğal kaynakların korunması, gıda güvencesinin sağlanması ve kırsal kalkınmanın desteklenmesi açısından stratejik bir öneme sahiptir. Ancak son yıllarda artan çevresel sorunlar, iklim değişikliği ve doğal kaynakların giderek azalması, geleneksel doğrusal üretim ve tüketim modellerinin sürdürülebilirlik açısından yetersiz kaldığını göstermiştir. Bu durum, kaynakların daha verimli kullanılması, atıkların üretim sürecine yeniden kazandırılması ve çevresel etkilerin azaltılmasını amaçlayan yeni yaklaşımların önem kazanmaya başlamasına neden olmuştur.

Döngüsel ekonomi, ekonomik faaliyetlerde kaynakların yaşam döngüsü boyunca etkin şekilde kullanılması, atık oluşumunun önlenmesi ve çevreyle uyumlu bir üretim - tüketim dengesinin sağlanmasını hedefleyen bir sistem olarak tanımlanmaktadır. Bu yaklaşımda, ürünlerin ve materyallerin değerinin mümkün olan en uzun süre korunması, yeniden kullanım, geri dönüşüm ve enerji geri kazanımı süreçleriyle kaynak döngüsünün kapatılması esas alınmaktadır. Tarım sektörü açısından döngüsel ekonomi; biyolojik kaynakların verimli yönetimi, hayvansal ve bitkisel atıkların değerlendirilmesi, yenilenebilir enerji kullanımı ve suyun döngüsel yönetimi gibi uygulama alanlarını kapsamaktadır.

Tarımda döngüsellik, özellikle Avrupa Birliği'nin Yeşil Mutabakat ve Döngüsel Ekonomi Eylem Planı çerçevesinde giderek öncelikli bir politika alanı haline gelmiştir. Bu politikalar, çevresel sürdürülebilirliği güçlendirmenin yanı sıra kırsal ekonomilerin dayanıklılığını artırmayı da amaçlamaktadır. Türkiye açısından ise döngüsel ekonomi konusu, uygulama düzeyinde gelişmekte olan bir alan olup, özellikle tarımsal üretim sistemlerinde bütüncül değerlendirmeler sınırlı sayıda yapılmıştır.

Bu çerçevede süt sığırcılığı işletmeleri, hem yüksek düzeyde kaynak kullanımı hem de yoğun bitkisel ve hayvansal atık üretimi nedeniyle döngüsel ekonomi ilkelerinin uygulanması açısından öncelikli bir konumda bulunmaktadır. Bu işletmelerde atık yönetimi, enerji verimliliği, su tasarrufu ve geri dönüşüm süreçlerinin geliştirilmesi, hem

Çevresel etkilerin azaltılmasına hem de üretim maliyetlerinin düşürülmesine önemli katkı sağlayabilecek potansiyele sahiptir.

Bu alışma, tarım sektöründe döngüsel ekonomi ilkelerinin uygulanabilirliğini birincil verilere dayalı olarak değerlendiren sınırlı sayıdaki araştırmalardan biri olması sebebiyle önem taşımaktadır. Çalışmada, Aydın ili süt sığırcılığı işletmelerinde döngüsel ekonomi göstergeleri tanımlanmış, işletmelerin döngüsellik düzeyleri ile bu konudaki tutum ve davranışları değerlendirilmiştir.

Araştırma, teorik ve uygulamalı açıdan literatüre çeşitli katkılar sağlamaktadır. Bilimsel açıdan, tarımsal üretimde döngüsel ekonominin ölçülebilir göstergelerle değerlendirilmesine yönelik bir analitik ereve oluşturulmuştur. Yönetsel açıdan, işletme ölçeğinde döngüsellik uygulamalarının güçlü ve zayıf yönleri belirlenmiş ve karar alıcılara veri temelli değerlendirmeler sunulmuştur. Politika düzeyinde ise, kırsal kalkınma ve çevresel sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu biçimde tarımsal üretim için döngüsel ekonomi politikalarının geliştirilmesine yönelik çıkarımlar yapılmıştır.

Bu alışma, döngüsel ekonomi kavramının tarım sektöründeki uygulanabilirliğini hem teorik hem de pratik yönleriyle ele alarak literatüre önemli katkılar sağlamaktadır. Bilimsel düzeyde, tarımsal üretimde döngüsel ekonominin ölçülebilir göstergeler aracılığıyla değerlendirilebilmesi için analitik bir ereve geliştirilmiştir. Uygulama düzeyinde, süt sığırcılığı işletmelerinde döngüsellik uygulamalarının mevcut durumu ortaya konmuş ve elde edilen birincil veriler, karar vericilere sürdürülebilir üretim stratejileri geliştirme konusunda somut bir referans sunmuştur. Politika boyutunda ise, kırsal kalkınma ve çevresel sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu biçimde, tarımsal üretim sistemlerinde döngüsel ekonomi uygulamalarının yaygınlaştırılmasına yönelik çıkarımlar yapılmıştır. Süt sığırcılığı işletmelerinde döngüsel ekonomi ilkelerinin uygulanabilirliğini ortaya koyarak, hem akademik literatüre hem de sektörel politika üretimine özgün katkılar sağlamayı amaçlamaktadır.

1.1 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın temel amacı, tarım sektöründe döngüsel ekonomi ilkelerinin uygulanabilirliğini değerlendirmek ve süt sığırcılığı işletmeleri örneğinde bu ilkelerin pratik yansımalarını analiz etmektir. Çalışmanın araştırma alanı olarak Aydın ilinin seçilmesinin nedeni, ilin süt üretiminde Türkiye ortalamasının üzerinde bir paya sahip olması ve farklı ölçeklerdeki işletmelerin döngüsellik uygulamalarını karşılaştırmaya elverişli bir yapıda bulunmasıdır. Bu kapsamda, döngüsel ekonominin tarımsal üretim süreçlerine entegrasyonunu değerlendirebilecek göstergelerin tanımlanması, ölçüm kategorilerinin yapılandırılması ve bu göstergeler aracılığıyla işletmelerin döngüsellik düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Literatürde süt sığırcılığına özgü döngüsellik ölçütlerinin sınırlı olması dikkate alınarak, bu çalışma sektöre özgü bir değerlendirme çerçevesi geliştirmeyi hedeflemektedir.

Araştırmanın bir diğer amacı, elde edilen birincil verilerden hareketle döngüsel ekonomi ilkelerine dayalı politika önerileri geliştirmek ve tarımsal üretim sistemlerinde sürdürülebilirliği destekleyecek uygulama modellerinin oluşumuna katkı sağlamaktır. Böylece çalışma, hem döngüsel ekonominin tarım sektöründe ölçülebilir biçimde değerlendirilmesine bilimsel bir temel kazandırmakta hem de süt sığırcılığı işletmelerine yönelik kaynak verimliliği, atık yönetimi ve enerji dönüşümü gibi alanlarda karar vericilere yol gösterecek bulgular sunmaktadır.

1.2 Araştırmanın Önemi

Sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesi, iklim değişikliğiyle mücadele edilmesi ve tarım sektörünün uzun vadeli rekabet gücünün artırılması açısından döngüsel ekonomi yaklaşımlarının benimsenmesi giderek daha fazla önem taşımaktadır. Avrupa Birliği'nin çevre ve ekonomi politikalarında, özellikle Yeşil Mutabakat ve Döngüsel Ekonomi Eylem Planı çerçevesinde, tarım sektöründe kaynak verimliliğini artıracak döngüsellik uygulamalarının yaygınlaştırılması teşvik edilmektedir. Türkiye'de ise döngüsel ekonomi kavramı politika belgelerinde yer almakla birlikte, tarım sektörüne yönelik uygulamalı çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, döngüsel

ekonominin tarımsal üretim sistemlerindeki etkilerini birincil verilere dayalı olarak inceleyen çalışmaların yetersizliği, mevcut literatürde önemli bir boşluğa işaret etmektedir. Ayrıca, süt sığırcılığına özgü döngüsellik göstergelerinin henüz standart bir yapıya kavuşmamış olması, bu alanda ölçüm ve değerlendirme yaklaşımlarının geliştirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışma, söz konusu boşluğu doldurmayı ve döngüsel ekonomi ilkelerinin tarımsal üretime entegrasyonu konusunda bilimsel ve uygulamalı katkılar sunmayı amaçlamaktadır. Araştırmadan elde edilen bulguların, hem literatürde döngüsel ekonomi ölçütlerinin geliştirilmesine hem de süt sığırcılığı işletmelerinde sürdürülebilir üretim politikalarının oluşturulmasına veri temelli bir zemin sağlaması beklenmektedir.

1.3 Araştırmanın Hipotezleri

Bu araştırmada, süt sığırcılığı işletmelerinde döngüsel ekonomi uygulamalarının düzeyi ile sürdürülebilirlik göstergeleri arasındaki ilişkiler, işletme ölçeği ve yapısal özellikler dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Çalışmada geliştirilen hipotezler, işletmelerin döngüsel ekonomi uygulamalarına ilişkin eğilimlerinin çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini belirlemeyi amaçlamaktadır.

H1: Tarım sektöründe döngüsel ekonomi uygulamalarının düzeyi arttıkça, süt sığırcılığı işletmelerinde sürdürülebilir üretim performansı da artmaktadır.

H2: Süt sığırcılığı işletmelerinde döngüsel ekonomi uygulama düzeyi, işletme ölçeğine göre anlamlı farklılık göstermektedir.

H3: Döngüsel ekonomi uygulama düzeyi ile işletmelerin çevresel sürdürülebilirlik göstergeleri arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişki vardır.

H4: Döngüsel ekonomi uygulama düzeyi ile işletmelerin ekonomik sürdürülebilirlik göstergeleri arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişki vardır.

H5: İşletme ölçeği büyüdükçe, süt sığırcılığı işletmelerinde döngüsel ekonomi uygulamalarının kapsamı ve etkinliği artmaktadır.

Bu hipotezler, araştırma kapsamında elde edilen birincil veriler kullanılarak uygun istatistiksel analiz yöntemleriyle sınanmıştır. Bulgular bölümünde, analiz sonuçları hipotezlerin genel çerçevesiyle ilişkilendirilerek değerlendirilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ

Ekonomik sistemlerin tarihsel gelişimi incelendiğinde, üretim ve tüketim süreçlerinin doğadan alınan kaynakların işlenerek ürün ve atık haline gelmesiyle sonuçlanan doğrusal bir modele dayandığı görülmektedir (Pearce ve Turner, 1990). Bu modelde uzun yıllar boyunca ekonomik büyüme temel hedef olarak benimsenmiş, kaynakların sınırsız olduğu ve çevrenin atıkları bertaraf edebilecek kapasiteye sahip olduğu varsayılmıştır. Buna karşılık artan çevresel sürdürülebilirlik kaygıları ve kaynak kıtlığı, geleneksel ekonomi modellerinin sınırlarını açığa çıkarmış ve yeni yaklaşımların geliştirilmesini zorunlu kılmıştır (Boulding, 1966).

2.1 Doğrusal Ekonomi Modeli: Kuramsal Temeller ve Sınırları

Doğrusal ekonomi modeli, doğal kaynakların çıkarılması, üretimde kullanılması, tüketildikten sonra atık olarak doğaya bırakılması üzerine kurulu tek yönlü bir ekonomik akışa dayanmaktadır (Pearce ve Turner 1990). Sanayi devrimiyle birlikte, bu yaklaşım dünya genelinde yaygınlaşmış ve kaynakların tükenmez, çevrenin ise atık bertaraf etme kapasitesinin sınırsız olduğu varsayılmıştır (Boulding 1966).

1972 yılında yayımlanan “Büyümenin Sınırları” raporunda, doğrusal ekonomi yaklaşımının sürekli artan nüfus ve tüketim düzeyiyle birlikte ekosistemin taşıma kapasitesine ciddi baskı yaptığı sistem dinamikleriyle gösterilmiştir (Meadows vd. 1972). Sınırsız büyüme anlayışının çevresel sürdürülebilirlikle bağdaşmadığı, bu raporla birlikte bilimsel olarak ortaya konmuştur.

Ekolojik ekonomi literatüründe, ekonomik sistemin doğanın bir alt bileşeni olduğu ve tüm ekonomik süreçlerin ekolojik sınırlar göz önüne alınarak tasarlanması gerektiği temel kabul haline gelmiştir (Daly 1996). Ekonomik hesaplamalarda yalnızca çıktı ve tüketim değil, aynı zamanda termodinamik yasaların gerektirdiği şekilde enerji ve atık kaybının da dikkate alınması zorunluluğu vurgulanmıştır (Ayres ve Kneese 1969). Böylece,

kaynak verimliliği ve ekolojik sürdürülebilirlik ölçütlerinin geleneksel büyüme göstergelerine eklenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır.

2.2 Sürdürülebilirlik Paradigmasının Ortaya Çıkışı ve Ekonomik Yansımaları

Sanayi devriminden itibaren hız kazanan endüstriyel büyüme, doğal kaynakların aşırı kullanımını ve çevresel sorunların artmasını beraberinde getirmiştir (Boulding 1966). Uzun yıllar boyunca ekonomik kalkınma, sadece üretim ve refah artışıyla ölçülmüş; çevresel maliyetler ihmal edilmiştir. Ancak, 20. yüzyılın ortalarından itibaren artan çevresel felaketler ve kaynak kıtlığı, ekonomi çevre ilişkisinin daha bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilmesini gerekli kılmıştır (Meadows vd. 1972).

“Uzay gemisi dünya” kavramı ile, dünyanın kapalı bir ekosistem olarak düşünülmesi ve ekonomik faaliyetlerin ekolojik sınırlar çerçevesinde ele alınması gerektiği vurgulanmıştır (Boulding 1966). 1987 yılında yayımlanan Brundtland Raporu, sürdürülebilir kalkınma kavramını “gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama kapasitesini tehlikeye atmadan, bugünün ihtiyaçlarının karşılanması” biçiminde tanımlayarak, bu ilkeye uluslararası düzeyde meşruiyet kazandırmıştır (Anonim, 1987).

Ekonomik büyümenin ancak çevresel sınırlarla uyumlu olarak sürdürülebileceği; ekosistemin taşıma kapasitesinin temel referans alınması gerektiği ekolojik ekonomi yaklaşımında bilimsel olarak temellendirilmiştir (Daly 1996). Geleneksel makroekonomik göstergelerin; GSYİH, gelir, refah büyümesi gibi, ekonomik faaliyetlerin ekolojik ve sosyal etkilerini yeterince dikkate almadığı, bu nedenle yeni sürdürülebilirlik göstergelerine ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir (Mekush 2012). Modern sürdürülebilirlik politikalarında ise, ekolojik bütünlük, ekonomik canlılık ve toplumsal refah dengeli olarak gözetilmektedir.

2.3 Yeşil Ekonomi ve Mavi Ekonomi Modelleri

Çevreyle uyumlu büyüme arayışları, yeşil ekonomi ve mavi ekonomi gibi yeni kavramsal modellerin ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır (Pearce vd. 1989). Yeşil ekonomi modeli, ekonomik büyümenin çevresel risklerin azaltılması, kaynakların etkin kullanımı, yenilenebilir enerji ve ekolojik tasarım ilkeleriyle bütünleşmesini hedeflemektedir (Allen ve Clouth 2012). Literatürde, “Blueprint for a Green Economy” çalışması yeşil ekonomi yaklaşımının teorik ve pratik çerçevesinin oluşturulmasında temel kaynak kabul edilmektedir (Pearce vd. 1989).

Mavi ekonomi ise, deniz ve okyanus ekosistemlerinin sürdürülebilir biçimde kullanılması, mavi karbonun artırılması ve biyoteknolojik inovasyonların yaygınlaştırılması gibi alanlarda politika dönüşümünü teşvik etmektedir (Pauli 2010). Son yıllarda, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde mavi ekonomi ilkeleri doğrultusunda denizcilik, balıkçılık ve kıyı yönetimi stratejilerinin benimsendiği görülmektedir (Pauli 2010). Her iki model sürdürülebilir kalkınmanın çevresel boyutunu güçlendirmiş olmakla birlikte, atık yönetimi ve kaynak döngüsellliği bakımından döngüsel ekonomi yaklaşımı kadar kapsamlı ve bütüncül bir çözüm sunmamaktadır (Ekins 2000).

2.4 Döngüsel Ekonomi Kavramı

Doğrusal ekonomi yaklaşımının çevresel ve kaynak yönetimi bakımından yetersiz kaldığının ortaya çıkması, sürdürülebilir bir ekonomik sistemin gerekliliğini gündeme getirmiş ve bu bağlamda döngüsel ekonomi modeli geliştirilmiştir (Pearce ve Turner 1990). Döngüsel ekonomi, ekonomik döngüde yer alan kaynak ve malzemelerin mümkün olan en uzun süreyle kullanılması, atık oluşumunun asgari düzeye indirilmesi ve hammaddelerin üretime yeniden kazandırılması esasına dayanmaktadır (Kirchherr vd. 2017).

2.4.1 Döngüsel ekonominin tarihsel gelişimi ve kuramsal temelleri

Döngüsel ekonomi düşüncesinin kökenleri, doğal kaynakların sınırlı olduğu ve ekonomik faaliyetlerin ekosistemin bir parçası olarak ele alınması gerektiği anlayışına dayanmaktadır. 1960'lı yıllarda Boulding'in geliştirdiği kapalı sistem yaklaşımı, doğrusal ekonomik modellerin sürdürülebilirliğini sorgulamış ve ekosistem sınırlarının göz ardı edilmemesi gerektiğini savunmuştur (Boulding 1966).

1970'lerde yapılan sistem dinamikleri analizlerinde, ekonomik büyümenin ve nüfus artışının gezegenin ekolojik sınırlarını zorladığı ve sürdürülebilirliğe tehdit oluşturduğu bilimsel olarak ortaya konmuştur (Meadows vd. 1972). Ekolojik ekonomi kuramında, doğal döngülerle uyumlu üretim ve tüketim sistemlerinin geliştirilmesi gerekliliği temellendirilmiştir (Daly 1996).

Endüstriyel ekoloji ve simbiyoz kavramlarının ortaya çıkışıyla birlikte, atıkların üretim süreçlerinde yeniden değerlendirilmesi ve sektörel işbirliği ile kaynakların döngüsel kullanımı mümkün hale gelmiştir (Frosch ve Gallopoulos 1989). Braungart ve McDonough tarafından geliştirilen “beşikten beşiğe” yaklaşımı, ürünlerin ve süreçlerin tamamen döngüsel bir mantıkla tasarlanmasını önermiştir (Braungart ve McDonough 2002).

Döngüsel ekonomi teriminin, Pearce ve Turner tarafından analitik olarak sistematize edilmesiyle birlikte, kaynakların sistemde mümkün olan en uzun süreyle tutulmasının sürdürülebilirlik için vazgeçilmez olduğu vurgulanmıştır (Pearce ve Turner 1990). Böylece, döngüsel ekonomi yalnızca atık geri dönüşümünden ibaret olmayan, üretimden tüketime tüm süreçleri kapsayan bütüncül bir model olarak literatürde yer bulmuştur (Kirchherr vd. 2017).

Döngüsel ekonomi, yalnızca teknik bir dönüşüm değil, aynı zamanda sosyal, kurumsal ve değerler düzeyinde de çok boyutlu bir paradigma değişimi olarak değerlendirilmektedir. Literatürde, döngüsel ekonomi kavramının tanımında ve

uygulama biçimlerinde tam bir uzlaşa sağlanamamış, kavram farklı araştırmacılar ve disiplinler arasında çeşitli şekillerde yorumlanmıştır. Bu nedenle, döngüsel ekonomi günümüzde halen temelde tartışmalı bir kavram olarak ele alınmaktadır (Korhonen vd. 2018). Bu tartışmalar, hem teorik çerçevenin hem de politika ve uygulama süreçlerinin gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır.

2.4.2 Döngüsel ekonominin güncel tanımı ve uygulama ilkeleri

Son dönemde yapılan literatür ve politika analizlerinde, döngüsel ekonomi modeli ekonomik büyümenin doğal kaynak kullanımından ayrıştırılması, ürün, bileşen ve malzemelerin değerinin sistemde olabildiğince uzun süre korunması ve atık oluşumunun en aza indirilmesi ilkeleriyle tanımlanmaktadır (Geissdoerfer vd. 2017). Bu modelde, yalnızca atık yönetimi değil, tasarım, üretim, dağıtım, tüketim ve geri dönüşüm süreçlerinin tamamında döngüsellik sağlanması hedeflenmektedir (Kirchherr vd. 2017).

Küresel ölçekli güncel değerlendirmeler ise, döngüsellik oranlarının henüz hedeflenen seviyede olmadığını, kaynakların önemli bir kısmının doğrusal ekonomi prensipleriyle kullanılmaya devam ettiğini ortaya koymaktadır (Anonim 2013, Anonim 2024c). Döngüsellik Boşluk Raporu'nda Dünyada döngüsellik oranının yalnızca %10-12 aralığında olduğu ve bu oranın artırılması için politika ve iş dünyasında sistemik dönüşümlere ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir (Anonim 2024c).

Avrupa Birliği'nin döngüsel ekonomi eylem planları, bu alanda uluslararası standartların oluşmasına ve uygulamaların yaygınlaşmasına öncülük etmektedir (Anonim 2015a). Döngüsel ekonomi modelinin temel ilkeleri arasında; azaltma , yeniden kullanım , geri dönüşüm , yenileme , onarma ve paylaşım yer almakta olup, bu ilkelerin benimsenmesiyle kaynak verimliliği, ekonomik rekabetçilik ve çevresel sürdürülebilirliğin güçlendirilmesi hedeflenmektedir (Anonim 2013, Geissdoerfer vd. 2017, Anonim 2024c).

2.5 Tarım Sektöründe Döngüsel Ekonomi Politikaları

Tarım sektöründe döngüsel ekonomi politikalarının temelleri, günümüzden çok daha öncesine, 20. yüzyılın ortalarına kadar uzanmaktadır. Doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi ve tarımsal verimliliğin artırılması amacıyla geliştirilen yaklaşımlar, zamanla döngüsel ekonomi vizyonunun ortaya çıkmasına öncülük etmiştir. Özellikle sanayileşmenin hız kazandığı ve modern tarım tekniklerinin yaygınlaşmaya başladığı bu dönemde, bilim insanları ve politika yapıcılar, atıkların ve yan ürünlerin yeniden kullanılması, ekosistemdeki enerji ve madde döngüsünün korunması gibi konuları ele almaya başlamıştır.

1950’li yıllarda Eugene ve Howard Odum kardeşler tarafından geliştirilen ekosistem teorisi, enerji akışı ve kapalı sistem kavramları, tarımsal faaliyetlerin yalnızca “açık” bir süreç olarak değil, doğal döngülere entegre şekilde tasarlanması gerektiğini vurgulanmıştır (Odum 1953). Aynı yıllarda, Japonya’da Masanobu Fukuoka ve Mokichi Okada gibi öncüler, kimyasal girdilerin azaltıldığı, organik atıkların toprağa geri döndüğü ve doğa ile uyumlu bir tarım sisteminin olanaklarını sorgulamışlardır. Fukuoka’nın “doğal tarım” felsefesi, “doğanın insan müdahalesi olmaksızın işlemesine izin vermek” esasına dayanır (Fukuoka, 1978). Okada’nın doğa tarımı ise, “kimyasal girdilerden kaçınan ve organik maddelerin toprağa geri kazandırılmasını vurgulayan, toprağı yaşayan bir varlık olarak gören bir yaklaşımdır” (Xu vd. 2000).

1960’lar ve 1970’lerde, Avrupa’nın başta Hollanda ve Almanya olmak üzere birçok ülkesinde, hayvansal atıkların komposta dönüştürülmesi, biyolojik çeşitliliğin korunması ve bitkisel ve hayvansal üretimin entegrasyonu gibi uygulamalar öne çıkmaktadır. Bu gelişmeler, sistem ekolojisi alanında yapılan araştırmalarla desteklenmiş ve tarımsal sürdürülebilirliğin yalnızca yüksek verim değil, ekosistem sağlığı ve kaynak döngüselliliğiyle sağlanabileceği fikrini güçlendirmiştir (Odum 1971, De Boer ve Van Ittersum 2018).

1980’li ve 1990’lı yıllar, döngüsel ekonomi kavramının politikalar ve akademik literatürde giderek daha fazla kabul görmeye başlamıştır. Özellikle Avrupa Birliği’nde,

Japonya’da ve ABD’de, tarımsal atıkların değerlendirilmesi, biyogaz ve organik gübre üretimi, organik tarım ve endüstriyel simbiyoz gibi uygulamalar için ulusal stratejiler oluşturulmuştur (Pearce ve Turner 1990, Daly 1996, Anonim 2015a). Aynı yıllarda Çin’de de, kaynak döngüsellığı ve atıkların tekrar kullanımı üzerine ilk politika adımları atılmıştır (Geng ve Doberstein 2008).

2000’li yıllardan itibaren döngüsel ekonomi politikaları küresel ölçekte hız kazanmıştır. Çin, döngüsel ekonomi yasalarını kabul eden ilk ülkelerden biri olurken, FAO ve Ellen MacArthur Foundation gibi uluslararası kuruluşlar tarımda döngüsellik, gıda kayıplarının azaltılması ve biyolojik atıkların enerjiye dönüştürülmesi gibi başlıklara öncelik vermeye başlamışlardır (Anonim 2020d, Anonim 2019b). Bu dönemde ayrıca, Avrupa Birliği’nin “Döngüsel Ekonomi Eylem Planı” ve “Tarladan Sofraya” stratejileri, tarımsal üretimden tüketime kadar tüm değer zincirinde atıkların azaltılması, kaynakların yeniden kullanımı ve ekosistem hizmetlerinin korunması hedeflerine yönelmiştir (Anonim 2015a, Anonim 2020b).

Avrupa ülkeleri arasında özellikle öne çıkan ülke Hollanda olmuştur. Döngüsel tarım uygulamalarında dünyaya örnek olan politikalar geliştirmiştir. Hayvan gübresinin ve organik atıkların enerji ve gübreye dönüştürüldüğü entegre sistemler, ineklerin doğal otlaklarda beslenmesi ve gıda atıklarının hayvancılıkta yem olarak kullanılması gibi modeller yaygınlaşmıştır. Wageningen Üniversitesi öncülüğünde geliştirilen döngüsel tarım yaklaşımı, hem ulusal hem de uluslararası literatürde yaygınlaşmaya başlamış ve birçok ülke tarafından model olarak benimsenmeye başlamıştır (De Boer ve van Ittersum 2018, van Zanten vd. 2019).

Günümüzde yayımlanan Döngüsel Boşluk Raporu ve Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) analizleri, küresel ekonomide döngüsellik oranının halen düşük seviyelerde seyrettiğini ortaya koymaktadır (Anonim 2024c, Anonim 2022b). Tarım sektörü bu kapsamda, kaynak döngüsellığını artırmaya yönelik büyük bir potansiyel taşımaktadır. Atık yönetiminin yanında gıda israfının önlenmesi, karbon ve besin döngüsünün iyileştirilmesi, toprak sağlığı ve biyoçeşitliliğin korunması gibi çok boyutlu hedefleri kapsamaktadır (Anonim 2020e, Anonim 2019b).

Özetle, 1950’lerden günümüze tarımda döngüsel ekonomi politikaları, bilimsel ve uygulamalı alanda önemli bir dönüşümü temsil etmektedir. Dünya genelinde öncü ülkeler ve kurumlar, geliştirdikleri yenilikçi modellerle hem ulusal politikaları hem de sektörel stratejileri şekillendirmiştir.

2.5.1 Döngüsel tarım kavramı ve temel ilkeleri

Döngüsel tarım, tarımsal üretimde kullanılan ve oluşan tüm biyolojik materyal ve besin maddelerinin, mümkün olan en yüksek oranda tekrar üretim döngüsüne kazandırıldığı, dış girdilerin ve kayıpların en aza indirildiği, kaynak ve enerji verimliliğinin sağlandığı, ekosistem bütünlüğünü ve üretici refahını gözeten bütüncül bir sistem olarak tanımlanmaktadır (De Boer ve van Ittersum 2018, Molina-Flores vd. 2020, Anonim 2019b , Van zanten vd. 2018, Anonim 2020b). Bu yaklaşımda, üretim süreçleri yalnızca teknik verimlilikle sınırlı kalmayıp, çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik ölçütlerini bütünleşik biçimde kapsayacak şekilde yeniden yapılandırılmaktadır.

Döngüsel tarım modeli, kaynak döngüsellüğünün sağlanması, atık ve yan ürünlerin yeniden kullanılması ve ekosistem hizmetlerinin korunması ilkelerine dayanmaktadır (Pearce ve Turner 1990, Odum, 1971, Anonim 2019b). 1950’li yıllarda ekosistem teorisinin tarımsal sistemlere uygulanması ile, tarımsal üretimin doğa döngüleriyle bütünleşmiş, kapalı bir sistem olarak tasarlanması gerekliliği ortaya konmuştur (Odum, 1971). Benzer şekilde, doğal tarım yaklaşımında da, kimyasal girdilerden kaçınılmakta ve organik maddenin toprağa geri döndürülmesi vurgulanmaktadır (Fukuoka 1978, Xu vd. 2000).

Günümüzde döngüsel tarım, AB ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) başta olmak üzere birçok uluslararası kuruluşun tarım politikalarında merkezi bir konuma gelmiştir (Anonim 2020c, Anonim 2020d). Wageningen Üniversitesi öncülüğünde geliştirilen bilimsel modeller ile, döngüsel tarımın temel unsurlarını uygulanmasına öncülük edilmektedir (De Boer ve Van Ittersum, 2018, Van Zanten vd. 2019).

Döngüsel tarımın temel ilkeleri:

- Kaynakların Kapatılması ve Yeniden Kullanımı: Bitkisel ve hayvansal atıkların, kompost, biyogaz veya yem olarak üretim döngüsüne yeniden kazandırılması esas alınmaktadır (Anonim 2019b, Van Zanten vd. 2019).
- Besin Döngülerinin Kapatılması: Azot, fosfor ve potasyum gibi temel besin maddelerinin kaybının azaltılması ve sistem içinde tutulmasının sağlanması hedeflenmektedir (Rockström vd. 2017, Van Zanten vd. Anonim 2019f).
- Enerji ve Su Verimliliği: Yenilenebilir enerji kullanımı ve suyun döngüsel şekilde yönetilmesi önceliklendirilmektedir (Foley vd. 2011, Anonim 2019f).
- Biyoçeşitliliğin ve Ekosistem Hizmetlerinin Korunması: Tarım sistemlerinde farklı bitki ve hayvan türlerinin bir arada bulunması ve ekosistem işlevlerinin sürdürülmesi amaçlanmaktadır (Anonim 2020d, Tittone 2023).
- Toprak Sağlığının Korunması: Organik madde yönetimi, toprak canlılığının ve verimliliğinin artırılması temel hedefler arasında yer almaktadır (Odum 1971, Lal 2009).
- Entegre Üretim Sistemleri: Bitkisel ve hayvansal üretimin entegrasyonu ve yerel kaynakların değerlendirilmesi ile dışa bağımlılığın azaltılması hedeflenmektedir (De Boer ve Van Ittersum, 2018).
- Gıda Kaybı ve İsrafının Azaltılması: Üretimden tüketime kadar zincirin her aşamasında kayıpların ve israfın azaltılması öngörülmektedir (Anonim 2020d, Anonim 2019b).
- Ekonomik ve Sosyal Sürdürülebilirlik: Üretici gelirlerinin korunması ve kırsal refahın artırılması desteklenmektedir (Duru vd. 2015).

Döngüsel tarımın ilkeleri ile tarımsal üretimde ekonomik, çevresel ve toplumsal sürdürülebilirliği bir arada gözeten bütüncül bir dengeyi sağlamak hedeflenmektedir. Döngüsel tarım henüz yeni sayılabilecek bir yaklaşım olarak ulusal ve uluslararası düzeyde hızla yaygınlaşmaya devam etmektedir. Bu doğrultuda, döngüsel tarım ilkeleri, günümüzde giderek daha fazla ülkenin tarım politikalarında benimsenmektedir.

2.5.2 Dünyada tarımda döngüsel ekonomi politikaları ve uygulamaları

Küresel gıda sistemi, iklim değişikliği, doğal kaynakların azalması, su kıtlığı ve biyolojik çeşitlilik kaybı gibi önemli çevresel tehditler nedeniyle sürdürülebilirlik açısından ciddi bir dönüşüm gereksinimiyle karşı karşıyadır. Bu sorunlar, tarımsal üretim ve gıda sistemlerinin politika gündemlerinde döngüsel ekonomi yaklaşımlarının  ne çıkmasına yol açmıştır.

FAO verilerine göre, her yıl dünya genelinde üretilen gıdanın yaklaşık üçte biri 1,3 milyar tonu kaybolmakta ve israf edilmektedir. Bu kaybın ekonomik değeri ise yılda yaklaşık 940 milyar ABD doları düzeyindedir (Anonim 2011, Anonim 2014). Birleşmiş Milletler  evre Programı (UNEP) raporunda ise 2019 yılı itibarıyla perakende ve tüketicisi düzeyinde toplam 931 milyon ton gıda atığı oluştuğu belirtilmektedir (Anonim, 2021a).

Tarım sektörü, su kullanımı ve sera gazı emisyonları bakımından küresel ölçekte önemli bir paya sahiptir. Dünya Bankası verilerine göre, dünya genelinde tatlı suyun yaklaşık %70'i tarımsal sulama amaçlı kullanılmaktadır. Sulama yapılan alanlar, toplam ekili tarım alanlarının yalnızca %20'sini oluşturmasına rağmen, küresel gıda ve yem üretiminin %40'ı ve toplam tarımsal çıktı değerinin %55'i bu alanlardan elde edilmektedir. Tarımsal sulama için kullanılan elektrikli su pompaları, küresel elektrik tüketiminin yaklaşık %6'sına karşılık gelmektedir. Ayrıca yalnızca sulu pirinç üretimi, insan kaynaklı metan emisyonlarının %11'ine kadar katkıda bulunmaktadır. Günümüzde yaklaşık 3,2 milyar insan, yüksek su stresi ya da sık kuraklık yaşayan tarım alanlarında yaşamakta, küresel yoksul nüfusun %78'i ise kırsal alanlarda yaşamını sürdürmektedir (Anonim 2023g).

Tarım ve gıda sistemlerinin çevresel etkisi, sera gazı emisyonlarıyla da belirginleşmektedir. FAO'nun 2023 yılı raporuna göre, tarım-gıda sistemlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonları küresel toplam emisyonların yaklaşık %24'ünü oluşturmaktadır (Anonim, 2023c).

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından 2023 yılında yayımlanan Altıncı Değerlendirme Raporu'nda, tarım, ormancılık ve diğer arazi kullanımı kaynaklı emisyonların toplam küresel sera gazı salımlarının %22–24'ünü oluşturduğu, gıda sisteminin genel emisyonlardaki payının ise %21–37 arasında değiştiği belirtilmektedir (Anonim 2023d).

Bu kapsamda, döngüsel ekonomi politikaları, gıda kaybı ve atıklarının azaltılması, organik atıkların geri kazanılması, biyoenerji ve biyogübre üretimi, suyun ve besin elementlerinin geri dönüşümü gibi uygulamalar aracılığıyla kaynak verimliliğini ve çevresel sürdürülebilirliğini artırmayı amaçlamaktadır (Anonim 2019c, Anonim 2022d). Tarım-gıda sektöründe döngüsel ekonomi uygulamaları, atıkların toprak sağlığını destekleyecek şekilde kompostlanması, biyogaz üretimi, suyun yeniden kullanımı ve yenilikçi teknolojilerden yararlanılması şeklindedir (Pomoni vd. 2024, Chiaraluce 2022).

Avrupa Komisyonu, FAO, OECD ve USDA gibi uluslararası kuruluşlar, döngüsel ekonomi uygulamalarının sürdürülebilir gıda sistemlerinin geliştirilmesinde ve çevresel etkilerin azaltılmasında öncelikli politika aracı olarak değerlendirildiğini vurgulamaktadır (Anonim 2020c, Anonim 2019b, Anonim 2022d, Anonim 2021a).

Bu bağlamda, ülkeler döngüsel ekonomi politikalarını geliştirme ve tarım sektörüne uyarlama konusunda farklı stratejik yaklaşımlar benimsemiştir. Bu bölümde ülkeler, gelişmişlik düzeyi, tarımsal üretim yapısı ve döngüsellik uygulamalarındaki ilerleme düzeyine göre sınıflandırılmış; özellikle iyi uygulama örnekleri sunan ülkeler değerlendirmeye alınmıştır. Bu kapsamda, her kıtada temsili nitelikte olan ve döngüsel ekonomi politikalarında somut uygulama veya stratejik belge geliştiren ülkeler incelenmiştir. İnceleme kapsamına, politika belgeleri, ulusal stratejiler, yasal düzenlemeler ve sektörel uygulama örnekleri temel alınarak seçilen ülkeler dahil edilmiştir.

Tarımda döngüsel ekonomi politikalarının uygulanma biçimleri ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Gelişmiş ekonomilerde bu politikalar çoğunlukla mevzuat temelli ve

bütüncül eylem planlarıyla desteklenirken, gelişmekte olan ülkelerde daha çok kaynak verimliliği, kırsal kalkınma ve atık yönetimi ekseninde şekillenmektedir.

Avrupa Birliği'nin bütüncül politika yaklaşımları ve belirlediği hedefler, üye ülkeler başta olmak üzere, küresel tarım sistemlerinde yenilikçi uygulama modellerinin ortaya çıkmasına öncülük etmiştir. Bununla birlikte, farklı ülkelerde geliştirilen politika belgeleri, stratejik eylem planları ve uygulama örnekleri, döngüsel tarım vizyonunun sahadaki yansımalarının anlaşılmasına katkı sağlamaktadır.

2.5.2.1 Avrupa Birliği genel mevzuatı ve üye ülkelerde döngüsel ekonomi politikaları

Avrupa Birliği, döngüsel ekonomi yaklaşımını tarım sektörünün sürdürülebilir dönüşümünde öncü bir politika aracı olarak konumlandırmaktadır. 2015 yılında yayımlanan “Döngüyü Tamamlamak: Döngüsel Ekonomi için AB Eylem Planı” belgesinde, atık yönetimi, organik atıkların yeniden değerlendirilmesi, gıda tedarik zincirlerinde kaynak döngüselliğinin artırılması ve ekosistemde sürdürülebilirliğin sağlanması amaçlanmıştır (Anonim 2015a). Bu eylem planı ile, 2025 yılına kadar belediye atıklarının en az %55'inin geri dönüştürülmesi ve 2030 yılına kadar gıda atıklarının %50 azaltılması hedeflenmiştir (Anonim 2015a).

2019 yılında açıklanan Avrupa Yeşil Mutabakatı ile Avrupa Birliği 2050 yılına kadar iklim nötrlüğüne ulaşmayı hedeflemiş; tarım, enerji, endüstri ve biyoçeşitlilik alanlarında bütüncül bir politika çerçevesi oluşturmuştur (Anonim 2019h). Bu kapsamda, organik tarım alanlarının artırılması, kimyasal pestisit ve gübre kullanımının azaltılması, biyoçeşitlilik kaybının önlenmesi ve sürdürülebilir gıda üretimi temel hedefler olarak belirlenmiştir.

2020 yılında yayımlanan “Tarladan Sofraya” belgesinde, gıda sisteminde sürdürülebilirliğin sağlanması için kimyasal pestisit kullanımının %50 azaltılması, antibiyotik kullanımının %50 azaltılması ve organik tarımın toplam tarım alanı içindeki payının %25'e çıkarılması öngörülmüştür (Anonim 2020b). Ayrıca, gıda atıklarının

azaltılması, kısa tedarik zincirlerinin teşviki ve entegre atık yönetimi de stratejinin odak noktaları arasındadır.

Ortak Tarım Politikası (OTP) 2023-2027 döneminde ise, çevresel ve iklim odaklı uygulamalar için toplam bütçenin yaklaşık %40'ı ayrılmıştır. Döngüsel tarım uygulamalarına yönelik doğrudan çiftçi destekleri, biyogaz ve kompost üretimi, dijital tarım uygulamaları ve su yönetimi gibi alanlarda finansman sağlanmaktadır (Anonim 2022h). Geçmişten bugüne yayımlanan AB çevre ve atık yönetimi belgeleri, günümüz döngüsel ekonomi vizyonunun bilimsel ve hukuki temelini oluşturmuştur (Anonim 1975, Anonim1991a, European Council 1991b, Anonim 2008, Anonim 2005).

Avrupa Birliği'nde döngüsel ekonomi politikaları, tarım ve gıda sistemlerinde kaynak verimliliğini artırmakta, karbon emisyonlarını azaltmakta ve sürdürülebilir üretim uygulamalarının yaygınlaşmasını desteklemektedir (Jurgilevich vd. 2016). Çizelge 2.1'de Avrupa Birliği'nde döngüsel ekonomi ve tarım sektörüne yönelik stratejik politika belgeleri, eylem planları ve yasal düzenlemeler kronolojik olarak özetlenmiştir.

Çizelge 2.1 AB'de döngüsel ekonomi ve tarım sektörüne yönelik stratejik politika ve düzenlemeleri

Yıl	İçerik/Kapsam Özeti	Belge/Doküman Adı
1975	AB'de ilk kapsamlı atık yönetimi; önleme, geri dönüşüm ve bertaraf standartlarının tanımlanması.	Atıklara İlişkin Konsey Direktifi (75/442/EEC) (75/442/EEC)
1991	Tarımda azot ve gübre kullanımının düzenlenmesi, su kirliliğiyle mücadele.	Nitratlara İlişkin Direktif (91/676/EEC)
1991	AB genelinde organik tarım standartlarının ve etiketleme esaslarının belirlenmesi.	Organik Üretime İlişkin Konsey Tüzüğü (2092/91/EEC)
1992	Sürdürülebilir kalkınma, atıkların azaltılması, doğal kaynak verimliliği ve eko-inovasyon hedefleri.	Beşinci Çevre Eylem Programı
1999	Tarımda çevresel sürdürülebilirlik, çevre ve kırsal kalkınma hedeflerinin entegre edilmesi.	Ortak Tarım Politikası Reformu: Gündem 2000
2001	AB düzeyinde sürdürülebilir kalkınma, doğal kaynak yönetimi ve çevre politikası çerçevesinin oluşturulması.	Sürdürülebilir Kalkınma Stratejisi
2005	Atık önleme, kaynak verimliliği ve geri dönüşüm için bütüncül politika çerçevesi.	Atıkların Önlenmesi ve Geri Dönüştürülmesi Tematik Stratejisi
2005	Tarımsal ve orman biyokütlesinin sürdürülebilir kullanımı için yol haritası.	Biyokütle Eylem Planı

Çizelge 2.1 AB’de döngüsel ekonomi ve tarım sektörüne yönelik stratejik politika ve düzenlemeleri (devam)

Yıl	İçerik/Kapsam �zeti	Belge/Doküman Adı
2008	Atık yönetiminde döngüsellik, �nleme, yeniden kullanım ve geri d�n����m hiyerarşisi.	Atık �er�eve Direktifi (2008/98/EC)
2015	Döngüsel ekonomi için tarım-gıdada atık yönetimi, kaynak verimliliği ve yeni stratejik hedefler.	Döngüyü Tamamlamak: Döngüsel Ekonomi için AB Eylem Planı
2018	Biyokütle, biyoyakıt ve yenilikçi tarım uygulamalarının desteklenmesi, Ar-Ge finansmanı.	Biyoekonomi Stratejisinin Güncellenmesi
2019	2050 iklim n�trl��, tarımda sürdürülebilirlik ve biyoçeşitlilik, karbon yönetimi, kaynak d�ng�sellikli�i.	Avrupa Yeşil Mutabakatı
2020	Sürdürülebilir gıda sistemleri, organik tarımın artırılması, pestisit ve antibiyotik kullanımının azaltılması.	Tarladan Sofraya Stratejisi
2020	Atıkların değerli ürünlere d�n����r�lmesi, inovasyon, kısa tedarik zinciri ve kompost/biyogaz teşviki.	Döngüsel Ekonomi Eylem Planı
2022	Tarım topraklarının sağlığı, karbon tutma kapasitesi ve besin döngüsü hedefleri.	2030 Toprak Stratejisi
2023	Döngüsel tarım uygulamalarına mali destek, �evre ve iklim dostu projeler, sürdürülebilir üretim teşviki.	Ortak Tarım Politikası (OTP) 2023–27

Hollanda: Döngüsel ekonomi alanında Avrupa Birliği’nin  nc  ülkelerinden biridir. 2016 yılında yayımlanan ‘‘Hammadde Anlaşması’’ ile ülkede döngüsel d n    m için ilk adımlar atılmıştır. Bu yaklaşım, 2018 yılında Tarım, Doğa ve Gıda Kalitesi Bakanlığı’nın yayımladığı ‘‘Tarım, Doğa ve Gıda: Değerli ve Bağlantılı Hollanda Döngüsel Tarımda Lider’’ başlıklı ulusal vizyon belgesiyle güçlenmiştir (Anonim 2018d).

Hollanda’nın temel hedefi, 2050 yılına kadar tamamen döngüsel bir ekonomiye geçmek, 2030 yılına kadar ise hammadde kullanımını %50 azaltılmasıdır. Tarım, plastik, tekstil, inşaat ve tüketim ürünleri sektörleri için ayrı ayrı geçiş ajandaları oluşturulmuştur. Tarımsal  retimde, bitkisel ve hayvansal atıkların karşılıklı olarak değerlendirilmesi ve gübre yönetiminde döngüsel uygulamalar yaygınlaşmıştır. Hassas tarım teknikleri ve dijital izleme sistemleri ile kaynak verimliliği artırılmaktadır (Anonim 2024a).

Hollanda, döngüsel ekonomi performansını izleyen ulusal bir çerçeveye sahip sayılı ülkelerden biridir. Bu sayede, elde edilen ilerleme düzenli olarak raporlanmakta ve politikalar güncellenmektedir. Ülkede çok paydaşlı iş birlikleri ve özel sektörle yapılan yenilikçi projeler, döngüsel ekonomi dönüşümünde önemli rol oynamaktadır (Geerken vd. 2022). Hollanda, kapsamlı hedefler, güçlü izleme mekanizmaları ve sektörler arası uygulama çeşitliliği ile AB’de örnek ülke olarak öne çıkmaktadır.

Belçika: Belçika’da döngüsel ekonomi politikaları, tarım sektöründe özellikle atık yönetimi, biyokütle ve gıda kaybı önleme ekseninde uygulanmaktadır. Flanders Bölgesi’nde, biyokütle ve organik atıkların kompost, yem veya biyogaz üretiminde kullanılması ile gıda kayıplarının azaltılması hedeflenmektedir. Wallonia’da ise, tarımsal değer zincirlerinde organik atıkların geri kazanımı, endüstriyel simbiyoz ve biyobazlı ürünlerin teşviki gibi uygulamalar ön plana çıkmaktadır. Her iki bölgede de, çok paydaşlı işbirliği, finansal teşvikler ve pilot projelerle tarımsal döngüsellik desteklenmektedir (Anonim 2024g).

Almanya: Almanya Hükümeti tarafından 4 Aralık 2024 tarihinde kabul edilen Ulusal Döngüsel Ekonomi Stratejisi, doğal kaynakların daha verimli kullanılmasını, atık oluşumunun azaltılmasını ve hammaddelerin döngüsellik ilkesiyle değerlendirilmesini hedeflemektedir (Anonim 2024ı). Söz konusu strateji ile kişi başına düşen birincil hammadde tüketiminin 2045 yılına kadar yarı yarıya azaltılması öngörülmektedir. Tarımsal faaliyetlerde ise özellikle organik atıkların yönetimi, biyogaz üretimi ve yan ürünlerin yeniden kullanımı öncelikli uygulamalar olarak tanımlanmıştır (Anonim 2024ı). Bu stratejilerin belirlenmesi süreci kamu, özel sektör ve akademi iş birliğiyle çok paydaşlı bir katılım modeli ile yürütülmüştür. Bu süreçte, çevre ve tarım politikalarının entegrasyonu, paydaşların görüşlerinin politika belgelerine yansıtılması ve sektörel uyumun sağlanması amaçlanmıştır (Anonim 2024m). Ulusal Döngüsel Ekonomi Stratejisi ile bağlantılı olarak hazırlanan Almanya Döngüsel Ekonomi Yol Haritası, 2030 yılına kadar uygulanacak somut adımları ve yol haritasını belirlemiştir. Bu yol haritası, tarım sektöründe ürün ömrünün uzatılması, atıkların önlenmesi ve yeniden kullanımın artırılması gibi hedefler içermektedir (Anonim 2021c).

Almanya’da yürürlüğe konulan bu politika belgeleri, tarımda döngüsellüğün sağlanması ve sürdürülebilir üretimin teşvik edilmesi açısından örnek teşkil etmektedir. Hazırlanan politika belgelerinde yer alan hedeflerin, ülkenin uluslararası iklim ve sürdürülebilirlik taahhütleri ile de uyumlu olduğu görülmektedir.

Finlandiya: Finlandiya’da tarımda döngüsel ekonomi uygulamaları, ulusal strateji belgeleriyle şekillenmektedir. “Döngüyü Yönlendirmek, Finlandiya’nın Döngüsel Ekonomi Yol Haritası 2016–2025” başlıklı belge, ülkede döngüsel dönüşüm için temel politikaları belirlemiştir (Anonim 2016c). Bu yol haritasında, tarımda sürdürülebilir üretimin teşvik edilmesi, gıda israfının azaltılması ve biyokütlenin döngüsel şekilde kullanılması ana amaçlar arasında yer almıştır.

2022 yılında yayımlanan “Sürdürülebilir ve Döngüsel Biyoteknoloji İçin Ulusal Program” ise, tarımsal döngüsellığe yeni bir boyut kazandırmıştır (Anonim 2022a). Bu programla, tarımsal atık ve yan ürünlerin biyogaz, kompost gibi alanlarda değerlendirilmesi, çiftçilere yönelik eğitim ve teşviklerin sağlanması ve biyo ekonomiye dayalı yeniliklerin desteklenmesi hedeflenmiştir.

Her iki belge de kaynakların verimli kullanımını, tarımın iklim değişikliğiyle mücadeledeki rolünü ve tarımsal değer zincirlerinde izleme, raporlama ile finansman araçlarının önemini vurgulamaktadır. Finlandiya’da döngüsel ekonomi uygulamaları, bütüncül ve yenilikçi bir politika zemini üzerinde ilerlemektedir (Anonim 2016c, Anonim 2022a).

İsveç: İsveç’te döngüsel ekonomi anlayışı, kamu politikalarında bütüncül bir kaynak yönetimi ve sürdürülebilirlik yaklaşımıyla şekillenmektedir. 2020 yılında yayımlanan “İsveç’te Döngüsel Ekonomi Strateji ve Eylem Planı” adlı politika belgesinde, döngüsel uygulamaların ekonomik ve çevresel etkilerinin artırılması için tüm sektörlerde ortak hareket edilmesi hedeflenmiştir (Anonim 2020). Bu stratejide, gıda ve tarım sistemlerinde organik atıkların işlenmesi, biyo bazlı üretimin teşviki ve doğal kaynakların verimli kullanımı temel öncelikler arasında yer almaktadır (Anonim 2020e).

İsveç’te, tarımsal atıkların biyogaz ve kompost üretimine yönlendirilmesi, sürdürülebilir gübre çözümlerinin yaygınlaştırılması ve gıda kaybını önlemeye yönelik projelerin desteklenmesi ön plana çıkmaktadır. Özellikle organik atıkların ekonomiye geri kazandırılmasında önemli ilerlemeler sağlanmıştır. Avrupa Çevre Ajansı’nın 2024 yılı verilerine göre, ülkede üretilen organik atıkların %96’sı geri kazanılmış ya da yeniden işlenmiştir (Anonim 2024). Evsel atık yönetimi açısından ise, kişi başına düşen atık miktarı 427 kilogram olup, geri dönüşüm oranı %49’dur (Anonim 2024f).

İsveç’te tarımda döngüsellik uygulamalarının yaygınlaşmasında yerel yönetimler, özel sektör ve çiftçi örgütlerinin iş birliği etkili olmaktadır. Politika belgelerinde sektörel iş birliği ve inovasyon süreçlerinin teşvik edilmesi, döngüsel dönüşümün başarısında belirleyici unsur olarak görülmektedir. İsveç, kaynak verimliliğini artıran ve iklim hedefleriyle uyumlu, ölçülebilir politikalar geliştirmektedir.

İngiltere: İngiltere’de tarım sektöründe döngüsel ekonomi politikaları, “İngiltere Atık ve Kaynaklar Stratejisi” doğrultusunda yürütülmektedir. Bu stratejiyle, organik atıkların kaynağında ayrı toplanması zorunlu hale getirilmiş, 2025 yılına kadar tüm belediyelerde gıda atıklarının ayrı toplanması hedeflenmiştir. Ayrıca 2028’den itibaren biyolojik atıkların depolama alanlarına gönderilmesi kademeli olarak yasaklanacaktır. Böylece gıda ve tarım atıkları, biyogaz ve kompost gibi döngüsel uygulamalarla yeniden değerlendirilerek, hem çevresel atık yükünün azalması hem de toprak sağlığı ve enerji üretimine katkı sağlanması hedeflenmektedir. (Anonim 2018a).

İtalya: İtalya’da döngüsel ekonomi politikaları, “Ulusal Döngüsel Ekonomi Stratejisi” kapsamında, tarımsal yan ürünlerin ve hayvansal gübrelerin biyogaz ve kompost üretiminde değerlendirilmesini teşvik etmektedir. Özellikle ülkenin kuzeyinde yer alan çiftçi kooperatifleri, biyogaz tesisleri kurarak tarımsal atıkları enerji ve organik gübreye dönüştürmekte, ayrıca yerinde kompost üretimiyle kimyasal gübre ihtiyacını azaltmaktadır. Böylece hem çiftlik atıkları değerlendirilmekte hem de tarımın olumsuz çevresel etkisi azaltılmakta ve kaynak verimliliği arttırılmaktadır. (Anonim 2024d).

İspanya: İspanya’da “İspanya Döngüsel Ekonomi Stratejisi 2030” doğrultusunda, gıda ve tarımsal atıkların azaltılması, kompost ve biyogaz üretiminin teşvik edilmesi temel politika olarak benimsenmiştir. Hedefler arasında 2030 yılına kadar ev ve perakende kaynaklı gıda israfını %50, üretim ve tedarik zincirindeki israfı ise %20 oranında azaltmak yer almaktadır. Tarımsal atıklar kompost ve biyogaz tesislerinde değerlendirilirken, üretilen organik gübreler toprağın verimliliğini artırmak için kullanılmaktadır (Anonim 2024n).

Danimarka: Danimarka’da tarımda döngüsel ekonomi politikaları, biyogaz ve organik gübre üretimi ile yakından ilişkilidir. Ülkede ulusal enerji planları doğrultusunda, 2030 yılına kadar çiftliklerdeki hayvan gübresinin %50’sinin biyogaz tesislerinde işlenmesi hedeflenmektedir. Biyogaz üretimi sayesinde hem enerji elde edilmekte hem de geriye kalan kurutulmuş hayvan gübresi, toprak gübresi olarak tarlalarda kullanılmaktadır. Bu yaklaşım, kimyasal gübre kullanımını azaltmakta ve çiftlik atıklarının çevreye etkisini düşürmektedir (Anonim 2024e, Anonim 2018b).

2.5.2.2 Asya ülkelerinde döngüsel ekonomi politikaları

Asya ülkelerinde döngüsel ekonomi politikaları, hızla artan nüfus, sanayileşme ve doğal kaynaklar üzerindeki baskı nedeniyle stratejik bir öncelik haline gelmiştir. Bölge ülkeleri, çevresel sürdürülebilirliği güçlendirmek ve kaynak verimliliğini artırmak amacıyla atık yönetimi, biyoenerji üretimi ve tarımsal yan ürünlerin değerlendirilmesine yönelik kapsamlı programlar geliştirmiştir. Bu kapsamda, Çin, Japonya ve Hindistan, tarımda döngüsel ekonomi uygulamaları ve mevzuat altyapısı bakımından Asya kıtasında öne çıkan ülkeler olarak incelenmiştir.

Çin: Çin’de döngüsel ekonomi anlayışı, 2008 yılında kabul edilen Döngüsel Ekonomi Teşvik Kanunu ile resmiyet kazanmıştır (McDowall vd. 2017). Bu yasal düzenleme, kaynakların etkin yönetimi ve atıkların azaltılması yönünde ülke genelinde büyük bir dönüşüm başlatmıştır. 13. Beş Yıllık Kalkınma Planı çerçevesinde 2020 yılına kadar kaynak verimliliğinde yüzde 15 artış sağlanması ve ana endüstriyel atıkların yüzde

73'ünün yeniden kullanılması hedeflenmiştir. 2015'te bu oranın yüzde 67 olduğu raporlanmıştır (Zhu vd. 2019).

Tarım sektöründe de benzer bir dönüşüm yaşanmaktadır. Her yıl yaklaşık 900 milyon ton tarımsal atık ortaya çıkmakta ve bu atıkların yüzde 60'ı gübre, yem, enerji veya endüstriyel hammaddeye dönüştürülmektedir (Chen vd. 2022). Ülkede 13 binden fazla biyogaz tesisi bulunmakta, bu tesisler yılda yaklaşık 15 milyar metreküp biyogaz üretmektedir (Liu vd. 2017). 2017 itibarıyla organik gübre kullanımı, toplam kimyasal gübre kullanımının yüzde 40'ına ulaşmıştır. Tarımsal atıkların geri dönüşüm oranı ise 2010 yılında yüzde 45 iken, 2020'ye gelindiğinde yüzde 80'e yükselmiştir (Sesay vd. 2025).

Kamu yatırımları ve mevzuat desteğiyle, 2016-2020 yılları arasında döngüsel tarım uygulamalarını desteklemek amacıyla kırsal bölgelere 10 milyar doların üzerinde kamu kaynağı aktarılmıştır. Bu sayede, 2020 yılında tarımsal atıkların yüzde 85'inden fazlası döngüsel süreçlerde değerlendirilmiştir (Geng ve Doberstein 2008, Zhu vd. 2019). Tüm bu adımlar, Çin'in döngüsel ekonomi ve tarım politikalarında sadece yasal ve idari bir dönüşüm değil, aynı zamanda ölçülebilir çevresel ve ekonomik kazanımlar elde etmesini sağlamıştır.

Japonya: Japonya'da döngüsel ekonomi politikalarının gelişiminde, sınırlı doğal kaynaklar, yüksek nüfus yoğunluğu ve depolama alanı yetersizliği önemli rol oynamıştır (Ogunmakinde, 2019). 1990'lı yıllardan itibaren atıkların yeniden kullanımı ve geri dönüşümü yasal çerçeveye alınmıştır. 1991'de Kaynakların Etkin Kullanımı Yasası, 1995'te Ambalaj ve Kapların Geri Dönüşümü Yasası ve 2000'de yürürlüğe giren Döngüsel Malzeme Akışı Toplumu Temel Yasası ile, 3R (azalt, yeniden kullan, geri dönüştür) yaklaşımı ülke çapında sistemleştirilmiştir (Ogunmakinde 2019, Benton ve Hazell, 2015).

2001 tarihli Gıda Atıklarının Geri Dönüşümü Yasası ile, gıda sanayisi ve perakende sektöründe oluşan organik atıkların yem, gübre veya enerji olarak yeniden değerlendirilmesi zorunlu hale getirilmiştir (Okayama ve Watanabe, 2024). 2017 yılında

ülkede ortaya çıkan yaklaşık 17,7 milyon ton gıda atığının 9,1 milyon tonu hayvan yemi olarak değerlendirilmiştir (Kawashima, 2021). Kalan atıklar, kompostlama, biyogaz üretimi ve endüstriyel simbiyoz kapsamında enerji ve gübre üretiminde kullanılmaktadır (Anonim 2024k). Gıda atıklarının %70'inden fazlası geri kazanılırken, bu miktarın büyük kısmı yem ve kompost üretiminde kullanılmaktadır (Okayama ve Watanabe, 2024).

Yerel yönetimler “Biyokütle Kasabası” projeleriyle, belediye ölçeğinde organik atık toplama ve değerlendirme süreçlerini yürütmektedir (Anonim 2010). Çiftçiler, hem organik gübre ve yemi doğrudan kullanmakta, hem de kendi atıklarını geri dönüşüme yönlendirmektedir. Sanayi ve perakende sektörleri ise yan ürünlerini hayvan yemi, biyogaz veya malç üretimine entegre etmektedir (Benton ve Hazell, 2015). Tüm paydaşların katılımıyla, atıkların kaynağında ayrılması ve tarımda değerlendirilmesi, döngüsel ekonominin yaşam biçimi haline gelmesini sağlamıştır (Benton ve Hazell, 2015).

2021’de uygulamaya alınan Yeşil Gıda Sistemi Stratejisi ile, 2050 yılına kadar tarım alanlarının %25’inin organik tarıma ayrılması, kimyasal gübre kullanımının %30 ve pestisit kullanımının %50 oranında azaltılması hedeflenmiştir (Anonim 2021e, Anonim 2025c). Bu kapsamda kompost, çiftlik gübresi ve arıtma çamurundan elde edilen gübrelerin kullanımı teşvik edilmektedir (Anonim 2024k). Belediyeler, organik tarım köyleri kurarak yerel gıda zincirlerini sürdürülebilir şekilde yapılandırmaya çalışmaktadır (Anonim 2025c). Japonya’da döngüsel ekonomi ve tarım politikaları, yasal altyapı, çok paydaşlı işbirliği ve yerel uygulamalar ile bütünleşmiş, sürdürülebilir ve kaynak verimli bir üretim modeline dönüşmüştür.

Hindistan: Hindistan’da tarımsal döngüsellik, “Atıktan Zenginliğe Misyonu” ve “Temiz Hindistan Misyonu” ile geliştirilen ulusal politikalarla desteklenmektedir. Bu çerçevede, kent ve kırsalda oluşan organik atıkların kompost ve biyogaz üretiminde değerlendirilmesi için projeler yürütülmektedir. Hindistan Ulusal Dönüşüm Enstitüsü’ne bağlı “Döngüsel Ekonomi Birimi”, ilgili bakanlıklarla birlikte döngüsel ekonomi eylem planlarının uygulanmasını ve yeni pilot projelerin geliştirilmesini koordine etmektedir (Anonim 2023f).

2.5.2.3 Amerika kıtası ülkelerinde döngüsel ekonomi politikaları

Amerika kıtasında döngüsel ekonomi politikaları, çevresel sürdürülebilirliğin artırılması, atık yönetiminin iyileştirilmesi ve yenilenebilir enerji üretiminin teşviki hedefleri etrafında şekillenmektedir. Bölgedeki ülkeler, tarım ve gıda sistemlerinde döngüsellği sağlamak amacıyla biyogaz üretimi, kompostlama, gıda kaybının azaltılması ve kaynak verimliliğine yönelik politikalar geliştirmiştir. Bu kapsamda, Amerika Birleşik Devletleri, Brezilya ve Kanada, kıtada tarımsal döngüsellik konusunda ileri düzey politika çerçeveleri ve uygulama örnekleriyle öne çıkan ülkeler olarak incelenmiştir.

Amerika Birleşik Devletleri: ABD’de döngüsel ekonomi politikaları, ulusal düzeyde tek bir kapsamlı yasa yerine, çoğunlukla eyalet yönetimleri, federal kurumlar ve özel sektörün uygulamalarıyla gelişmektedir. Çevre Koruma Ajansı’nın (EPA) 2021’de yayımladığı Ulusal Geri Dönüşüm Stratejisi, 2030 yılına kadar %50 geri dönüşüm oranına ulaşılmasını hedeflemiştir (Anonim 2021d). Bu strateji, malzeme döngüsellği, gıda atığı ve plastik gibi kritik akışların yeniden ekonomiye kazandırılması ve tüm atık zincirinde çevresel adaletin artırılması üzerine odaklanmaktadır.

Tarım sektöründe döngüsellik, öncelikle atık yönetimi, biyogaz üretimi ve gıda kaybının azaltılması ekseninde ilerlemektedir. ABD Tarım Bakanlığı’nın (USDA) 2021 tarihli İklim-Dostu Tarım ve Ormancılık Stratejisi raporu, karbon yönetimi, toprak sağlığı, kompost ve biyogaz üretiminin yaygınlaştırılması gibi uygulamalara ağırlık vermektedir (Anonim, 2021i). Büyük ölçekli çiftliklerde, özellikle süt ve domuz çiftliklerinde, hayvansal atıklar anaerobik çürütücülerle biyogaz ve organik gübreye dönüştürülmektedir. Gıda atıklarının değerlendirilmesi için ise federal düzeyde 2030 Gıda Kaybı ve Atığı Şampiyonları Programı yürütülmekte; kamu-özel sektör iş birliğiyle 2030 yılına kadar gıda kaybının %50 oranında azaltılması hedeflenmektedir (Anonim 2023b).

Bazı eyaletler, örneğin Kaliforniya ve Vermont, sıfır atık hedefleri, organik atıkların ayrı toplanması ile kompost ve biyogaz tesisi kurulması gibi uygulamalarda öncü konumdadır.

Kaliforniya’da 2022 itibarıyla organik atıkların toplanması ile kompost ve biyogaz üretimi yasal zorunluluk haline getirilmiştir. (Anonim 2023a).

ABD’de döngüsel ekonomi ve tarım uygulamaları büyük ölçüde federal stratejiler, eyalet politikaları ve özel sektör öncülüğünde şekillenmektedir. Atıkların hammadde olarak yeniden ekonomiye kazandırılması, gıda kaybının azaltılması ve tarımda biyogaz ile kompost uygulamalarının yaygınlaştırılması temel yaklaşımlardır.

Brezilya: Brezilya’da tarımda döngüsel ekonomi, şeker kamışı ve soya gibi tarımsal ürünlerin yan ürünlerinin biyogaz, biyoetanol ve kompost üretiminde değerlendirilmesiyle uygulanmaktadır. Ulusal mevzuat ve teşvik programları ile çiftliklerde biyogaz tesislerinin kurulması, doğal atıklardan enerji ve gübre elde edilmesi desteklenmektedir. Özellikle büyük ölçekli tarımsal işletmelerde atıklar, hem ekonomik değer kazanmakta hem de çevresel fayda sağlamaktadır (Anonim 2022g).

Kanada: Kanada’da döngüsel ekonomi politikaları federal ve eyalet hükümetlerinin ortak uygulamalarıyla yürütülmektedir. “Kanada için Gıda Politikası” ve eyalet düzeyindeki yönetmeliklerle, doğal atıkların ayrı toplanıp kompost ve biyogaz tesislerinde değerlendirilmesi teşvik edilmekte; tarımsal atıkların enerji ve toprak gübresi olarak tekrar kullanımı desteklenmektedir. Bu uygulama ile tarımsal kaynak verimliliğinin artırılması ve atık miktarı azaltılması hedeflenmektedir. (Anonim 2019e).

2.5.2.4 Okyanusya ülkelerinde döngüsel ekonomi politikaları

Okyanusya ülkelerinde döngüsel ekonomi politikaları, sınırlı doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve iklim değişikliğine uyum hedefleri doğrultusunda şekillenmektedir. Bölge ülkeleri, özellikle tarım ve gıda sektörlerinde atıkların yeniden değerlendirilmesi, suyun döngüsel kullanımı ve biyoenerji üretimi gibi uygulamalara öncelik vermektedir. Bu kapsamda, Avustralya ve Yeni Zelanda, ulusal düzeyde benimsenen stratejik belgeler ve uygulama programlarıyla tarımsal döngüsellikte öne çıkan ülkeler olarak incelenmiştir.

Avustralya: Avustralya’da tarımda döngüsel ekonomi uygulamaları, “Ulusal Atık Politikası Eylem Planı” ve “Döngüsel Ekonomi Yol Haritası” çerçevesinde yürütülmektedir. Eyaletler düzeyinde başlatılan projelerle tarımsal ve gıda atıklarının kompost ve biyogaz tesislerinde değerlendirilmesi yaygınlaşmış, özellikle su sıkıntısı yaşanan bölgelerde arıtılmış atık suyun tarıma tekrar kazandırılması önemli bir uygulama olmuştur. Bu sayede tarımsal atıklar kaynak olarak kullanılırken hem çevresel hem de ekonomik kazanımlar sağlanmaktadır (Anonim 2019a, Schandl 2021).

Yeni Zelanda: Yeni Zelanda’da “Atık Stratejisi ve Eylem Planı 2021–2030” ile, organik atıkların kaynağında toplanması, kompost ve biyogaz tesislerinin ülke genelinde yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Bu politikalar, tarım sektöründe sürdürülebilir üretim modellerinin yaygınlaşmasına katkı sağlamaktadır. (Anonim 2021f).

2.5.3 Türkiye’de tarımda döngüsel ekonomi politikaları ve uygulamaları

Türkiye’de döngüsel ekonomiyle ilgili politikaların gelişimi, sürdürülebilir kalkınma hedefleri ve kaynakların verimli kullanımı ihtiyacının giderek daha fazla hissedilmesiyle hız kazanmıştır. Bu alandaki ilk büyük adım, 2017 yılında başlatılan Sıfır Atık Projesi olmuştur. Proje ile kamu kurumlarında, özel sektörde ve yerel yönetimlerde atıkların kaynağında ayrıştırılması, geri dönüştürülmesi ve tekrar kullanılması teşvik edilmiştir (Anonim 2017b).

2019 yılında yayımlanan On Birinci Kalkınma Planı’nda, sürdürülebilir üretim ve tüketim ilkeleri vurgulanmış; tarımsal atıkların gübre ve enerji kaynağı olarak değerlendirilmesi, biyogaz ve biyogübre üretiminin desteklenmesi ve kimyasal girdilerin azaltılması gibi hedefler belirlenmiştir (Anonim 2019ı).

Avrupa Birliği’nin Yeşil Mutabakatı sonrasında, Türkiye’de çevreyle uyumlu üretim modellerinin önemi artmış ve bu doğrultuda 2021 yılında Ticaret Bakanlığı tarafından hazırlanan Yeşil Mutabakat Eylem Planı yürürlüğe konmuştur. Planda; tarımda kaynak verimliliğinin artırılması, gıda atıklarının değerlendirilmesi, biyogaz ve biyogübre

üretiminin teşviki, suyun etkin kullanımı, pestisit ve kimyasal gübre kullanımının azaltılması, yenilenebilir enerjiyle çalışan seraların desteklenmesi ve organik tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması gibi somut adımlar öngörülmüştür. Ayrıca, veri tabanlarının oluşturulması, mevzuatın güncellenmesi ve paydaşlara yönelik eğitim faaliyetlerinin yürütülmesi planlanmıştır (Anonim 2021g).

2022 yılında açıklanan Türkiye İklim Şurası Sonuç Bildirgesi'nde de tarım sektörüne yönelik döngüsel uygulamalara yer verilmiştir. Bildirgede, yenilenebilir enerji kullanımı, organik atıkların biyogaz ve kompost olarak değerlendirilmesi, karbon emisyonlarının azaltılması ve gıda kayıplarının önlenmesi hedeflenmiştir (Anonim 2022c).

Tarımda sürdürülebilirlik ve çevre dostu uygulamalar, Tarım ve Orman Bakanlığı ile kalkınma ajansları tarafından yürütülen çeşitli projeler aracılığıyla yaygınlaşmaktadır. Örneğin, İzmir Kalkınma Ajansı (İZKA) 2022 Faaliyet Raporu ve Tarım ve Orman Bakanlığı 2024 Yılı İdare Faaliyet Raporu'nda; atık yönetimi, biyogaz üretimi ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının kırsal kalkınma projelerinde uygulamaya geçirildiği belirtilmiştir (Anonim 2023e; Anonim 2024i).

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı koordinasyonunda ve Avrupa Birliği desteğiyle hazırlanan Ulusal Döngüsel Ekonomi Stratejisi ve Eylem Planı (UDESEP), Türkiye'de döngüsel ekonomi yaklaşımını bütüncül biçimde tanımlayan ilk kapsamlı politika belgesi olmuştur. Belgede, gıda ve biyokütle alanlarında sürdürülebilir üretim, atıkların kaynağında ayrıştırılması, çiftçilere yönelik eğitim programları ve yerel düzeyde döngüsel uygulamaların yaygınlaştırılması konularına öncelik verilmiştir (Anonim 2025a; Anonim 2025b).

Avrupa Birliği'nin kırsal kalkınma programı olan IPARD III (2021–2027) döneminde, tarımsal işletmelere verilen desteklerde çevresel ve sürdürülebilirlik kriterlerine özel önem verilmiştir. Programda, “tarım-çevre, iklim ve organik tarım tedbiri” başlığı doğrudan yer almış; Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu (TKDK) tarafından yayımlanan rehberlerde, biyogaz sistemleri, yenilenebilir enerji yatırımları,

atık suyun yeniden kullanımı ve organik atıkların gübre olarak değerlendirilmesi gibi uygulamalar desteklenmiştir (Anonim 2022f; Anonim 2024l).

Türkiye’de son yıllarda biyogaz tesisleri, kompost üretimi ve atık suyun yeniden kullanımı gibi döngüsel uygulamaların yaygınlaşması, tarımda sürdürülebilirlik ve çevre yönetimi alanlarında ölçeklenebilir ve kalıcı bir dönüşüm sürecinin oluştuğunu göstermektedir (Anonim 2024i; Anonim 2024l).

2.6 Süt Sığırcılığında Döngüsel Ekonomi Yaklaşımları ve Uygulamaları

Süt sığırcılığı sektöründe döngüsel ekonomi, kaynakların verimli yönetimini, atık ve yan ürünlerin üretim süreçlerine tekrar kazandırılmasını ve çevresel etkinin azaltılmasını esas alan bütüncül bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır (Gralak vd. 2022, Entrena-Barbero vd. 2024, Novaković vd. 2025, Van Zanten vd. 2016). Döngüsel ekonomi uygulamaları, hem çevresel hem de ekonomik sürdürülebilirliği güçlendirmeyi amaçlamaktadır (Anonim 2019c, Anonim 2022b).

Süt sığırcılığında döngüsellik çalışmaları, kavramın yeni olması sebebiyle, farklı yaklaşımlar ve modellere üzerinden tartışılmaya devam etmektedir. Bu farklı yaklaşımlar genel olarak iki başlıkta toplanmıştır. Birincisi, geleneksel tarım uygulamalarına ve ekolojik prensiplere dayalı uygulamaları savunan yaklaşımdır. Hayvansal atıkların doğrudan gübre olarak kullanılması, yem bitkilerinin çiftlikte yetiştirilmesi ve dış girdilere bağımlılığın azaltılması ön plandadır. Yerel bilgi ve ekosistemle uyum temelinde, düşük dış girdiyle besin döngüsünün kapatılması ve çevre dostu üretim sistemlerinin yaygınlaştırılması hedeflenmektedir (Anonim 2019g, Van Zanten vd. 2019).

İkinci yaklaşım ise modern yöntemlere dayalı ve teknoloji tabanlıdır. Bu modelde biyogaz üretimi, dijital izleme sistemleri, süt işleme yan ürünlerinin yem olarak kullanılması ve döngüsellik performansının bilimsel göstergelerle ölçülmesi ön plana çıkmaktadır (Entrena-Barbero vd. 2024, Gralak vd. 2022, Vrolijk vd. 2020, Ramos vd.

2023). Özellikle Avrupa Birliği ülkelerinde, atıkların biyogaz tesislerinde enerjiye dönüştürülmesi, gübre ve su verimliliğinin artırılması ve yan ürünlerin yeniden kullanılması, modern döngüsel ekonomi uygulamalarının temel unsurları arasında yer almaktadır (Vrolijk vd. 2020, Van Zanten vd. 2019; Machado-Ramos vd. 2023).

Her iki yaklaşımda da atıkların değerlendirilmesi, enerji ve besin döngülerinin kapatılması, suyun etkin kullanımı ve ekonomik sürdürülebilirliğin artırılması ortak hedefler olarak öne çıkmaktadır. Modern uygulamalarda çiftlik düzeyinde teknik verimlilik ve çevresel performansın birlikte optimize edilmesi amacıyla sürdürülebilirlik endeksleri ve döngüsellik göstergeleri geliştirilmektedir (Entrena-Barbero vd. 2024, Novaković vd. 2025).

Süt sığırcılığında döngüsel ekonomi ilkelerinin yaygınlaşmasında Avrupa Birliği'nin "Döngüsel Tarım" ve "Tarladan Sofraya" stratejileri önemli rol oynamaktadır. Hollanda ve Danimarka gibi ülkelerde ise yenilikçi uygulama modelleri ve politika destekleri öne çıkmaktadır (Anonim 2018c, Anonim 2022d, Vrolijk vd., 2020). Süt sığırcılığında döngüsel ekonomi yaklaşımlarının uygulanması, çevresel etkilerin azaltılması ve ekonomik verimliliğin artması için gereklidir. Aynı zamanda, toplumsal refahın artmasına da katkı sağlanmaktadır (Entrena-Barbero vd. 2024, Machado-Ramos vd. 2023).

Döngüsel ekonomi yaklaşımlarının süt sığırcılığı sektöründe yaygınlaştırılması; çevresel etkilerin azaltılması, ekonomik verimliliğin artırılması ve toplumsal refahın güçlendirilmesi açısından stratejik bir öneme sahiptir. Bu çerçevede, sektörde döngüsellik uygulamalarının bütüncül biçimde ele alınması ve yaygınlaştırılması, sürdürülebilir tarım ve hayvancılık politikalarının temel gerekliliklerinden biri olarak kabul edilmektedir.

2.6.1 Doğal döngüye dayalı süt sığırcılığı uygulamaları

Doğal döngüye dayalı süt sığırcılığı, tarım ve hayvancılığın entegre biçimde yürütüldüğü, üretim girdilerinin ve çıktılarının büyük ölçüde çiftlik sınırları içerisinde döndüğü

sürdürülebilir bir modeldir. Bu yaklaşım ile yem bitkileri çiftlik arazisinde yetiştirilmesi, hayvanların bu yemlerle beslenmesi ve oluşan gübrenin tekrar tarlalara uygulanarak toprak verimliliğinin korunması düşüncesi savunulmaktadır (Anonim 2019d, Anonim 2023h). Böylece kimyasal gübre ve dışarıdan yem ihtiyacının azaltılacağı ve çiftlik ekosisteminin kendi içinde kapalı bir besin döngüsüne sahip olacağı vurgulanmaktadır.

Geleneksel döngüsel sistemlerde, küçük ve orta ölçekli aile çiftliklerinin önemi vurgulanmaktadır. Bu çiftliklerde yerel bilgi, aile emeği ve uzun yıllara dayalı deneyim merkezi bir rol oynamaktadır. (Pomoni vd. 2024, Molina-Flores vd. 2020).

Agroekolojik yaklaşımlar da bu sistemlerle yakından ilişkilidir. Biyolojik çeşitliliğin korunması, doğal döngülerin desteklenmesi ve yerel agro-ekolojik koşullara uyumun sağlanması, geleneksel döngüsel süt sığırcılığının öne çıkan unsurları arasındadır (Anonim 2023h, Anonim 2020d). OECD'nin sürdürülebilir tarım politikalarına ilişkin raporları da, bu tür geleneksel döngüsel uygulamaların ekosistem hizmetlerini artırmada ve kırsal alanlarda gıda güvenliğini sağlamada kilit rol oynadığını vurgulamaktadır (Anonim 2023h).

FAO'nun Afrika, Asya ve Avrupa'da yürüttüğü çeşitli saha çalışmaları göstermektedir ki, geleneksel döngüsel modeller ekonomik dayanıklılığı artırmakta, çiftçilerin dışa bağımlılığını azaltmakta ve özellikle girdi maliyetlerinin yükseldiği dönemlerde üretimin sürdürülebilirliğini sağlamaktadır (Anonim2020d, Pomoni vd. 2024). Çiftlik düzeyinde kapalı döngülerin desteklenmesi aynı zamanda iklim değişikliğiyle mücadele ve toprak sağlığının korunması açısından da büyük önem taşımaktadır (Anonim 2020d).

2.6.2 Teknoloji tabanlı döngüsel süt sığırcılığı uygulamaları

Teknoloji tabanlı döngüsel süt sığırcılığı yaklaşımlarında, ileri teknolojilerin, dijital takip sistemlerinin ve çevresel sürdürülebilirlik ilkelerinin entegre bir biçimde üretim süreçlerine dahil edildiği görülmektedir. Geleneksel yöntemlerde besin döngüsü ve atık yönetimi çoğunlukla çiftlik düzeyinde, yerel bilgi ve tecrübeye dayalı olarak

gerçekleştirilirken, modern uygulamalarda bu süreçler daha sistematik biçimde planlanmakta ve sürekli olarak izlenmektedir (Novaković vd. 2025, Bonamigo vd. 2025). Bu kapsamda, süt endüstrisinin yan ürünlerinin yem üretiminde ya da biyogaz tesislerinde enerji kaynağı olarak değerlendirilmesi, döngüsel ekonomi için önemli uygulamalar arasında yer almaktadır. Söz konusu uygulamalar ile atık miktarının azaltılması ve dışa bağımlılığın önemli ölçüde düşürülmesi sağlanmaktadır (Gralak vd. 2022; Van Berkum ve Dengerink 2019). Ayrıca, yenilikçi teknolojiler ve dijitalleşme sayesinde, besin akışları ile çevresel etkilerin izlenebilirliğinin artacağı, üretim süreçlerinin daha şeffaf ve optimize edilebilir bir hale geleceği savunulmaktadır (Bonamigo vd. 2025).

Modern döngüsel süt sığırcılığında gübre ve organik atıkların yeniden işlenerek tarımda kullanılması, yenilenebilir enerji uygulamaları ve atık suyun geri kazanımı gibi yöntemler öne çıkmaktadır. Bununla birlikte, ileri teknolojilerin ve döngüsel yaklaşımların tüm işletmelerde yaygınlaşabilmesi için özellikle küçük ölçekli işletmelerde finansal ve teknik destek ihtiyacının gerekliliği vurgulanmaktadır (Novaković vd. 2025).

Avrupa Birliği'nin döngüsel ekonomi stratejileri ve özellikle Hollanda'da uygulanan politikalar, tarım ve süt sektöründe kaynak verimliliğinin ve sürdürülebilirliğin artırılmasına yönelik önemli katkılar sunmaktadır. Modern döngüsel modellerle, karbon ayak izinin düşürülmesi, besin ve enerji döngülerinin kapatılması ve ekonomik faydanın yanı sıra çevresel etkilerin azaltılması hedeflenmektedir (Van Berkum ve Dengerink 2019, Gralak vd. 2022).

2.6.3 Süt sığırcılığında döngüsellik ölçütleri

Döngüsel ekonomi, bütünsel politikalarının uygulanmasını zorunlu kılmaktadır. Sosyal olarak adil bir ve ekolojik bütüncül bir sistem inşasını içermektedir. Döngüsel geçişin tam olarak nasıl daha faydalı sosyal ve çevresel sonuçlar doğurabileceği, sorusunun net tek bir cevabı bulunmamaktadır. Döngüsel ekonomide, net bir yol haritasının doğru olmadığı, her duruma göre çözümler ile geri besleme döngülerinin uygulanması gerektiği ve yerel ölçekte çözümler üretilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Anonim 2021c)

Ellen MacArthur Vakfı tarafından ekonomik döngüsellik değerlendirmesi için dört ana kategori belirlenmiştir. Bunlar kaynak verimliliği, atık yönetimi, enerji ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasıdır. (Anonim 2016b)

İngiliz Standartlar Enstitüsü (BSI) tarafından döngüsellik göstergelerinin tasarlanması için ilk normatif çerçeve (BS 8001) yayınlanmıştır. BSI çerçevesinin önerilen göstergeleri; eski haline getirmek, yeniden oluşturmak, faydayı sürdürmek, finansal değeri korumak, finansal olmayan değeri korumaktır. (Anonim 2017a)

Döngüsel ekonomi konsepti ilkeleri doğrultusunda döngüsel tarım için uygulanabilecek 7 gösterge belirlenmiştir. Bunlar; ekonomik performans, dolaylı ekonomik etkiler, istihdam, mesleki sağlık ve güvenlik, toplum üzerindeki etkiler için tedarikçi değerlendirmesi (tedarik dahil uygulamalar ve politika), atık yönetimi ve biyolojik çeşitlilik (bitki koruma ve hayvan refahı). (Rukundo vd. 2021)

OECD Döngüsel Ekonomi Göstergeleri Envanteri, 2018-2020 yılları arasında döngüsel ekonomi ile ilgili 474 gösterge toplanmıştır. OECD envanteri, özellikle mevcut döngüsel ekonomi stratejilerinin ilerlemesini izlemek ve değerlendirmek için hükümetler tarafından farklı seviyelerde kullanılan girdi, süreç ve çıktı göstergelerini bir araya getirmektedir. Envanter, döngüsel ekonomi ölçüm çerçevelerine genel bir bakış sağlamaktadır. Envanterin, döngüsel ekonomi stratejileri ve ilgili ölçüm çerçevelerinin geliştirilmesinde ülkeler, bölgeler ve şehirler tarafından kaydedilen ilerleme göz önüne alınarak, sık ve düzenli olarak güncellenecek dinamik bir araç olması amaçlanmıştır. Bu kapsamda envanterde döngüsel ekonominin tarım sektöründe ki ölçüm kriterleri kapsamında; sağlık, çevre, enerji, su, toprak, makine ekipmanların kullanım ömrü, atık yönetimi ölçütleri belirlenmiştir. (Anonim 2020f)

Süt sığırcılığı, yüksek girdi kullanılması gereken ve önemli ölçüde hayvansal ve bitkisel atık üreten bir tarımsal faaliyettir. Ayrıca kırsal kalkınmada ekonomik ve toplumsal açıdan merkezi bir rol oynamaktadır. Özellikle üretilen atık miktarının fazlalığı nedeniyle, döngüsel ekonominin temel ilkelerinden biri olan döngülerin kapatılması prensibinin uygulanması büyük bir gereklilik haline gelmiştir. Süt sığırcılığında döngüsel

ekonomi uygulamaları, çevresel sürdürülebilirliğin ve kaynak kullanımı etkinliğinin artmasını sağlamaktadır. Döngüsel ekonomi, tarımsal üretim zincirinde malzeme ve enerjinin kayıplarını asgariye indirerek, atıkların mümkün olan en yüksek oranda yeniden kullanıma kazandırılmasını ve sistemin çevresel ayak izinin azaltılmasını hedeflemektedir. (Anonim 2019b, Anonim 2022g). Süt sığırcılığı işletmelerinin döngüsel ekonomi ilkelerine uygun olarak planlanıp yönetilmesiyle, üretimde verimlilik artırılmakta ve çevresel olumsuz etkiler azaltılmaktadır. (Godber vd. 2023). Süt sığırcılığında döngüsellik, ahır gübresinin tarımsal arazide besin kaynağı olarak kullanılması, biyogaz enerjisi ve kompost üretimiyle atığın enerjiye ve toprağa döndürülmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının çiftlik içinde değerlendirilmesi ve suyun tekrar kullanımı gibi uygulamalar olarak yer almaktadır. Döngüsellik derecesini belirlemek ve ilerlemeyi izlemek için sistem temelli ve çok boyutlu ölçütlerin kullanılması önerilmektedir. Süt sığırcılığı işletmelerinde döngüsellik düzeyinin değerlendirilmesinde, yalnızca tek boyutlu yaklaşımlara dayalı ölçütler yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, çevresel (sera gazı emisyonları, su kullanımı, biyoçeşitlilik), ekonomik (üretim maliyetleri, ürün değeri, gelir çeşitliliği) ve sosyal (iş-yaşam dengesi, hayvan refahı, topluluk katılımı) göstergeleri birlikte ele alan sistem temelli ve çok boyutlu bir ölçüm yaklaşımı önerilmektedir (Pavenello vd. 2024, Anonim 2020a). Döngüsellik kavramının yeni olması sebebiyle, sektörler bazında ölçütleri henüz belirlenmemiştir. Bu bağlamda, süt sığırcılığı işletmelerinin döngüsellik durumlarının ölçülebilmesi için göstergeler gerekmektedir. (Anonim 2021b).

2.6.3.1 Hayvan sağlığı ve refahı

Döngüsellik yaklaşımına göre süt sığırcılığı sistemlerinde, hayvanların sağlığı ve refahı kritik öneme sahiptir. Sağlıklı ve iyi bakılan damızlık sığırlar , daha uzun süre verimli kalarak birim girdi başına daha fazla süt üretmekte ve kaynakların verimli kullanımına katkı sağlamaktadır. Bu nedenle hayvan refahının korunması ve hastalıkların önlenmesi, sürdürülebilir ve döngüsel bir süt üretim modeli için temel gereklilikler arasında belirtilmiştir (Brennan vd. 2021, Anonim 2020a).

İşletme Barınak Koşulları: Süt sığırcılığı işletmelerinde barınakların fiziki yapısı, havalandırma düzeyi, hayvanlara ayrılan alan miktarı, zemin materyali ve çevresel koşullar, ineklerin refahını ve dolayısıyla üretkenliğini doğrudan etkilemektedir. Özellikle havalandırma ve ısı yönetimi önem taşımaktadır. Yetersiz havalandırma sonucu oluşan ısı stresinin ineklerde iştah azalmasına, süt veriminde düşüşe ve enfeksiyonlara yatkınlığa yol açtığı belirtilmiştir. ABD’de yapılan bir araştırmada, yüksek sıcaklık ve nemin yıllık süt veriminde ortalama %1’lik bir kayba yol açtığı belirtilmiştir (Skidmore vd. 2025). Büyük ölçekli işletmelerde fan ve fiske sistemleri gibi yatırımlar kullanılmakla birlikte, aşırı sıcak ve nemli dönemlerde verim düşüşleri tam olarak önlenememektedir. (Skidmore vd. 2025).

İyi bir havalandırma sistemi, ortamdan nemi, tozu ve zararlı gazları uzaklaştırarak temiz hava sağlamaktadır. (Anonim 2022d). Kötü havalandırılan ahırlarda amonyak birikimi, solunum yollarında irritasyona yol açarak hastalık riskini artırdığı belirtilmiştir. Barınaklarda hayvan başına ayrılan alanın ve ergonomik tasarımın, hayvan refahı açısından önemli olduğu belirtilmiştir. İşletme kapasitesinin üzerinde hayvan varlığına sahip ahırlarda inekler yeterince dinlenemekte ve bu durum hayvanlarda davranışsal stres olduğu gözlemlenmiştir. Hayvanlarda oluşan stres, süt veriminde kayıplara neden olduğu belirtilmiştir. Bir ineğin fazladan 1 saat yatabilmesi, günlük yaklaşık 1,7 kg daha fazla süt verim elde edilmesi ile doğrudan ilişkili olduğu belirtilmiştir (Nolan 2022). Ayrıca zemin materyali ve yataklık seçimi de önem taşıdığı vurgulanmıştır. Sert beton zeminli ahırlarda yataklık yeterli değil ise hayvanlarda eklem ve tırnak sağlığının bozulduğu, topallığın arttığı ve bu sebeple verim kayıplarının yaşandığı gözlemlenmiştir. Kum gibi yumuşak derin yataklar, ineklere uzun süre rahat yatma imkanı sağlamaktadır ve topallığa bağlı verim kayıplarını azaltmaktadır (Brennan vd. 2021).

Hayvan Hastalıkları ve Koruyucu Önlemler: Bulaşıcı hastalıkların (mastitis, şap, bruselloz, buzağı ishalleri ve solunum yolu enfeksiyonları) süt verimi ile üreme performansında doğrudan düşüşlere yol açtığı ortaya konulmuştur. Bu hastalıkların, tedavi giderleri ve ürün kayıpları nedeniyle işletmelerde önemli ekonomik kayıplara neden olduğu belirlenmiştir. Metabolik rahatsızlıklar (ketozis, süt humması, asidoz) sonucunda ise özellikle laktasyon başında verim kayıplarının ve ölümlerin meydana

geldiği saptanmıştır. Mastitisin, ABD süt sektöründe yılda yaklaşık 2 milyar dolarlık ekonomik zarara yol açtığı bildirilmiştir. Ayrıca, mastitisli hayvanlardan elde edilen sütte antibiyotik kalıntısı bulunabildiği için çoğu zaman pazarlama dışı bırakıldığı ve üretilen sütün bir kısmının atık durumuna geçtiği ifade edilmiştir (Priyashantha 2025).

Hastalıklar aynı zamanda ineklerin sürüde kalma süresini kısaltarak döngüsellliği doğrudan etkilemektedir. Örneğin, kronik mastitis veya topallık, ineklerin erken sürüden çıkarılmasına neden olmaktadır. İneklerin sürüde daha uzun süre kalmasını engelleyen başlıca sebepler; kısırılık, meme hastalıkları ve ayak problemleridir (Anonim 2022d).

Hayvan hastalıklarını önlemede koruyucu sağlık uygulamaları hayati öneme sahiptir. Bu kapsamda düzenli aşılama programları, sürü sağlığı taramaları ve biyogüvenlik uygulamaları ön plana çıkmaktadır. Örneğin, BVD enfeksiyonunun kontrolü için aşı uygulanan sürülerde ekonomik kayıplar önemli ölçüde azaldığı gözlemlenmiştir (Yarnall ve Thrusfield 2017). Mastitis kontrol programları uygulandığında ise tank sütü somatik hücre sayısı hedeflenen sınırların altına indiği belirtilmiştir. Bu durum hayvan sağlığı ile süt kalitesinin göstergesi olarak vurgulanmıştır. Koruyucu önlemlerin aynı zamanda antibiyotik kullanımını da azalttığı, böylece hem ekonomik hem toplumsal fayda sağlandığı belirtilmiştir (Priyashantha 2025).

2.6.3.2 Toprak korunması

Süt sığırcılığı işletmelerinde toprak sağlığının korunması, sürdürülebilir üretim ve çevresel denge için temel bir gerekliliktir. Toprak verimliliğinin uzun süre devam edebilmesi için, işletmelerin düzenli olarak toprak analizi yaptırması önem taşımaktadır. Toprak analizine dayalı olarak yapılan gübrelemenin, ürün verimliliğini artırdığı ve gereksiz gübre kullanımını önlediği vurgulanmıştır (Kızıloğlu ve Kızılaslan 2017). Sahada yapılan gözlemlerde, pek çok işletmede halen geleneksel yöntemlerle, herhangi bir analiz yapılmadan gübreleme yapıldığı ve bu durumun kimi zaman verimsizlik, kimi zaman da besin maddesi kayıplarına yol açtığı belirtilmiştir (Kılıç ve Korkmaz 2012).

Kimyasal gübrelerin özellikle azot ve fosfor açısından bitkisel üretimi desteklemektedir. Dengesiz veya aşırı kullanıldığında ise toprakta ve suda kalıntı ve kirliliğe neden olabilmektedir. Bu nedenle doğru gübrelemenin toprak sağlığı için kritik bir önemde olduğu vurgulanmıştır. Kimyasal gübrenin doğru miktarda ve doğru zamanda uygulanmasının toprak sağlığını koruduğu ve üretici maliyetlerini azalttığı belirtilmiştir (Adhikari vd. 2005).

Süt sığırcılığı işletmelerinde kimyasal gübre kullanımının yanı sıra ahır gübresinin tarımsal alanlarda değerlendirilmesi, topraktaki organik madde seviyesinin artırılmasına ve kimyasal gübre ihtiyacının azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Uygun yönetim uygulamaları ile kullanılan ahır gübresinin bitkilerin azot, fosfor ve potasyum gereksinimlerinin önemli bir bölümünü karşılayabildiği ve aynı zamanda toprağın biyolojik aktivitesini desteklediği ortaya belirtilmektedir. Bunların yanı sıra ürün desenine baklagil gibi azot bağlayıcı türlerin dahil edilmesi veya ekim nöbeti uygulamalarının gerçekleştirilmesi, toprak besin dengesi ve yapısının uzun vadeli sürdürülebilirliği açısından olumlu sonuçlar sağladığı belirtilmiştir (Özyakar ve Yılmaz 2021).

Süt sığırcılığı işletmelerinde toprak analizi yapılması, dengeli ve ihtiyaca uygun gübre kullanımı, ahır gübresinin değerlendirilmesi ve sürdürülebilir tarımsal uygulamaların bütüncül biçimde uygulanması, toprağın uzun vadeli verimliliğini ve sağlığını güvence altına almaktadır. Toprak sağlığına yapılan bu yatırımlar, hem işletme hem de çevre için sürdürülebilir ve kalıcı fayda sağlamaktadır.

2.6.3.3 Besin döngülerinin kapatılması ile emisyonlar durumu

Besin döngülerinin mümkün olduğunca kapalı tutulması, döngüsel ekonomi ilkeleri doğrultusunda sürdürülebilir süt sığırcılığı sistemlerinin temel adımlarından biri olarak kabul edilmektedir. Açık besin döngülerinde ise atıkların birikmesiyle azot ve fosfor fazlasının çevreye sızdığı, bunun sonucunda sera gazı (CO₂, CH₄, N₂O) emisyonlarının ve amonyak (NH₃) salınımının arttığı ortaya konulmuştur. (Anonim 2018c, Van Selin vd. 2023). Hayvancılık sektörü, küresel ölçekte başlıca amonyak ve sera gazı kaynaklarından

biri olarak gösterilmiş; yalnızca 2018 yılında bu sektörden kaynaklanan emisyonların yaklaşık 3,5 gigaton CO₂ eşdeğerine ulaştığı bildirilmiştir (Anonim 2018c). Bu emisyonların atmosferde birikmesiyle sera gazı yoğunluğunun arttığı ve iklim değişikliğine katkıda bulunduğu belirtilmiştir. Ayrıca, amonyak salınımının karasal ve su ekosistemlerine zarar verdiği ve atmosferde insan sağlığına zararlı partikül madde oluşumuna katkı sağladığı ortaya konulmuştur (Anonim 2020f). Yoğun hayvancılık bölgelerinde ortaya çıkan bu olumsuz etkilerin, su kirliliği ve hava kalitesiyle ilişkili ciddi çevre sorunlarına yol açtığı belirlenmiştir. Döngüsel ekonomi yaklaşımı kapsamında atıkların işletme içinde yeniden kullanılması, enerji üretiminin entegre edilmesi ve su ile diğer girdilerin verimli kullanılmasının sağlanması halinde besin döngülerinin kapatılabileceği ve çevresel ayak izinin azaltılabileceği ifade edilmektedir. (Anonim 2018c, Anonim 2020a).

Atık Durumu: Hayvansal atık yönetiminin, besin döngülerinin sürdürülebilirliği açısından kritik bir rol oynadığı belirtilmektedir. Dünya genelinde çiftlik hayvanları tarafından her yıl milyarlarca ton gübre üretildiği rapor edilmiştir (Anonim, 2019c). İşlenmemiş gübrenin doğrudan çevreye bırakılmasıyla yüksek miktarda amonyak ve metan salındığı ifade edilmiştir (Anonim, 2020f). Kontrolsüz gübre birikimi sonucunda sızan besinlerin yeraltı ve yüzey sularını kirlettiği ve bunun da su kaynaklarında alg çoğalması ile oksijen azalmasına yol açtığı ortaya konulmuştur (Anonim, 2019c). Bu nedenle, gübrenin işlenerek değerlendirilmesinin hem çevre sağlığı hem de çiftlik verimliliği açısından önemli olduğu vurgulanmaktadır.

Döngüsel ekonomi ilkelerinin uygulanmasıyla, hayvansal ve bitkisel gübre atıkları çevreye zararlı bir atık olmaktan çıkarılarak değerli bir kaynağa dönüştürülebilmektedir. Birçok ülkede, hayvan gübresinin enerji ve gübre olarak geri kazanılması amacıyla biyogaz ve kompost tesislerinden yararlanıldığı rapor edilmiştir. Özellikle Almanya, Danimarka ve Hollanda’da çok sayıda biyogaz tesisinin faaliyette olduğu; Almanya’da ise 9.000’den fazla tesis aracılığıyla gübre ve biyolojik atıkların işlenerek yenilenebilir enerji üretildiği belirtilmiştir (Anonim 2024a, Anonim 2020f). Araştırmalara göre, işlenmiş hayvan gübresinin içerdiği besinlerin ABD tarımının fosfor ihtiyacının yaklaşık %25’ini, Batı Avrupa’nın ise %50’sini karşılayabilecek düzeyde olduğu belirtilmiştir

Döngüsel gübre yönetimi uygulamalarıyla, uygun planlama yapıldığında tarım arazilerinin gübre ihtiyacının önemli bir bölümünün karşılandığı ve sera gazı ile amonyak emisyonlarının belirgin şekilde azaltıldığı ortaya konulmuştur (Anonim 2019c).

Enerji Durumu: Süt sığırcılığı işletmelerinde enerji kullanımı ve üretiminin, döngüsel ekonominin iklim dostu ve kaynak verimliliği hedefleriyle yakından ilişkili olduğu belirtilmektedir. Konvansiyonel süt üretiminde, sağım makineleri, süt soğutucuları ve yem hazırlama ekipmanları için yüksek miktarda elektrik ve yakıt tüketildiği rapor edilmiştir. Bu enerjinin genellikle fosil yakıtlardan sağlandığı ve karbon ayak izini artırdığı ortaya konulmuştur. Fosil yakıt kullanımının azaltılması amacıyla, birçok süt çiftliğinde çatıların güneş panelleriyle donatıldığı veya biyogaz tesisleri aracılığıyla elektrik ve ısı üretiminin gerçekleştirildiği ifade edilmektedir (Anonim 2019c). Almanya ve Danimarka gibi ülkeler, çiftlik gübresini işleyerek enerji üretimi ve atık azaltımında iyi uygulama örnekleri olarak vurgulanmaktadır (Anonim 2024a). Gelişmekte olan ülkelerde ise biyogaz uygulamalarının sınırlı düzeyde kaldığı ve mevcut durumun ülkelerin potansiyellerinin altında olduğu ifade edilmiştir. Bu durumun temel nedenleri arasında ekonomik engeller ile teknik bilgi eksikliğinin bulunduğu belirtilmiştir (Anonim 2020f).

Su Durumu: Süt üretimi su kaynakları üzerinde kayda değer bir etkiye sahiptir. Bir litre süt üretimi için ortalama yaklaşık 1000 litre su tüketildiği belirtilmiştir (Mekonnen ve Hoekstra 2012). Su tüketiminin büyük kısmı, yem bitkilerinin yetiştirilmesi sırasında kullanılan yağmur suyu ve sulama suyu şeklinde olduğu ifade edilmiştir (Mekonnen ve Hoekstra 2012). Çiftliklerden kaynaklanan atık suların ve aşırı gübre uygulamalarının uygun şekilde yönetilmemesi durumunda, nitrat ve fosfor kirliliği oluştuğu ve bunun su ekosistemlerine zarar verdiği belirtilmektedir (Anonim 2020f). AB’de Nitrat Direktifi, tarımsal kaynaklı nitrat kirliliğini önlemek amacıyla azot uygulamasına üst sınır getirmiştir (1991a). ABD, Kanada ve Avustralya gibi ülkelerde ise çiftlik bazında izin ve denetim süreçleri uygulanmaktadır (Anonim 2020f). Gelişmiş süt sığırcılığı işletmelerinde atık su arıtımı ve yeniden kullanımı yaygınlaşmakta, entegre sistemlerde su 4 defaya kadar yeniden kullanılabilir (Mekonnen ve Hoekstra 2012, Anonim 2020e).

İşletme Tedarik Zinciri Durumu: Yem temini, hayvan hareketliliği ve çiftlikler arası işbirliği gibi tedarik zinciri unsurları, besin döngülerinin kapatılmasında belirleyici rol oynar. Küresel gıda sistemi çoğu yerde hayvancılık ve yem üretiminin coğrafi olarak ayrıştığı bir yapıdadır. Bu ayrışma, yem üreten bölgelerin topraklarından sürekli besin çekilmesine ve hayvan yetiştirilen bölgelerde ise besinlerin aşırı birikmesine yol açmaktadır (Van Selm vd. 2023, Anonim 2024a). Döngüsel ekonomi yaklaşımı, hayvancılıkta üretim-tüketim coğrafyasının yeniden bütünleştirilmesini savunmaktadır (Anonim 2020a). Yapılan modelleme çalışmaları, yem üretimi ve hayvancılığın yeniden entegre edilmesinin hem çevresel hem de ekonomik açıdan kazanç sağladığını göstermektedir (van Selm vd. 2023). Bazı ülkelerde süt üreticileri yakın çevrede sözleşmeli yem üretimiyle taşımacılığı ve karbon ayak izini azaltmakta; kooperatifler ise bölgesel işbirliğiyle döngüsel zinciri güçlendirmektedir (Anonim 2024a).

2.6.3.4 Tarımsal mekanizasyon ve teknoloji

Döngüsel ekonomi yaklaşımında, süt sığırcılığı işletmelerinde tarımsal mekanizasyonun etkin yönetimi ve uygun teknoloji kullanımı kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlar ve atık oluşumunu azaltmaktadır. Bakım ve onarım altyapısı güçlü olan işletmelerde, tarım makineleri ve ekipmanlarının ömrü uzamaktadır ve makineler arızalanmadan önce yapılan periyodik ve önleyici bakım hem üretim kayıplarını hem de gereksiz yedek parça ve ekipman tüketimini en aza indirmektedir (Anonim 2019g, Anonim 2024h). Tarımsal mekanizasyonun sürdürülebilirliğinin ancak yerinde bakım-tamir olanaklarının ve çiftçi eğitiminin yaygınlaştırılmasıyla mümkün olacağı vurgulanmaktadır (Anonim 2018c).

Yeni teknolojilerin araştırılması ve sektöre entegre edilmesi, döngüsel ekonomi vizyonunun ayrılmaz bir parçasıdır. Modern süt sığırcılığı işletmelerinde otomasyon, hassas tarım uygulamaları ve verimliliği artıran yenilikler hızla yaygınlaşmaktadır (Anonim 2024h). Sensörler, dijital takip sistemleri, enerji verimliliği sağlayan yeni nesil makineler ve biyogaz üretimi gibi yenilikçi uygulamalar; işletmelerde hem kaynak kullanımının optimizasyonunu hem de atık miktarının azaltılmasını sağlamaktadır (Anonim 2018c, Anonim 2020f). Ayrıca, enerji verimliliği yüksek ekipman kullanımı,

çevresel etkileri azalttığı ve aynı zamanda işletme maliyetlerini de önemli ölçüde düşürdüğü belirtilmiştir. Son yıllarda OECD ve FAO raporlarında da süt sektörlerinde enerji tasarruflu teknolojilerin benimsenmesinin tarımsal sürdürülebilirlik politikalarının ana unsuru Süt sığırcılığı işletmelerinde önleyici bakım kültürünün yaygınlaştırılması, yeni çıkan teknolojilerin düzenli takibi ve enerji verimli ekipmanların önceliklendirilmesi, döngüsel ekonomiye geçişi hızlandıran ve uzun vadeli sürdürülebilirliği artıran temel göstergeler arasında olduğu belirtilmiştir (Anonim 2018c, Anonim 2019g).

2.6.3.5 Bölgesel işbirliği ve kırsal kalkınma

Süt sığırcılığı sektöründe döngüsel ekonomi uygulamalarının yaygınlaştırılmasında, bölgesel işbirliği mekanizmaları ile kırsal kalkınmaya yönelik politikaların bütüncül ve kurumsal bir çerçevede geliştirilmesinin kritik bir rol oynadığı vurgulanmaktadır. Tarımsal işletmelerin bir araya gelerek kaynakların ortak kullanımını sağlamasının, atık yönetimini kolektif olarak gerçekleştirmesinin ve yerel değer zincirleri oluşturmalarının döngüsel ekonomiye geçişte avantaj yarattığı vurgulanmaktadır. Özellikle kooperatifleşme, üreticiler arasında paylaşım uygulamaları döngüsel ekonominin ilkeleri arasında yer almaktadır. Kooperatifler, ortak makine parkları, ortak satın alma ve pazarlama ağları ile ölçek ekonomisi yaratırken; çevresel sürdürülebilirlik ve yeniliklerin yayılımı konusunda da önemli bir rol oynamaktadır. (Helgason vd. 2021).

Kırsal kalkınmanın desteklenmesinde, özellikle Avrupa Birliği ülkelerinde uygulanan kalkınma fonları ve kamu desteklerinin, döngüsel ekonomi uygulamalarının yaygınlaştırılmasında belirleyici olduğu rapor edilmiştir. OECD ve Avrupa Komisyonu raporlarında, çevreye duyarlı yatırımların, enerji dönüşümünün, organik üretim ve biyogaz uygulamalarının desteklenmesi amacıyla sağlanan kırsal kalkınma fonlarının, işletmelerin dönüşüm sürecini kolaylaştırdığı belirtilmektedir (Anonim, 2020f). Ayrıca, kırsal ağların ve bölgesel işbirliği platformlarının yaygınlaşmasının, yeniliklerin ve iyi uygulamaların kırsal alanlara daha hızlı transfer edilmesine katkı sağladığı ifade edilmektedir (Anonim, 2021).

Bununla birlikte, döngüsel ekonomi ilkelerinin sahada sürdürülebilir biçimde uygulanabilmesi, yalnızca finansman ve teşviklerle değil; aynı zamanda işletmeler arası güvenin, bilgi paylaşımının ve yerel düzeyde koordinasyonun tesis edilmesini gerektirmektedir (Marku vd. 2024). Küresel düzeydeki iyi uygulama örneklerinde, bölgesel kooperatifler ve kırsal kalkınma fonlarının sağladığı sinerjinin hem ekonomik kalkınmayı hem de çevresel faydayı birlikte mümkün kıldığı rapor edilmiştir. Süt sığırcılığı sektöründe ise bölgesel işbirliği ve kırsal kalkınma göstergelerinin, döngüsel ekonomiye geçişin temel dayanaklarından biri olarak öne çıktığı ifade edilmektedir.

2.7 Kaynak Özetleri

Döngüsel ekonomi kavramı, tarım sektöründe sürdürülebilir üretim, kaynak verimliliği ve çevresel etkilerin azaltılması konularında son yıllarda giderek daha fazla önem kazanan yeni bir araştırma alanıdır. Bu konunun görece yeniliği nedeniyle, tarım özelinde yürütülen kapsamlı akademik çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu bölümde, döngüsel ekonomi uygulamalarının tarım sektörüne yansımalarını inceleyen ulusal ve uluslararası bilimsel araştırmalar tarihsel bir çerçevede sunulmuştur. Literatürde yer alan çalışmaların incelenmesi, döngüsel ekonomi politikalarının gelişim sürecini anlamak ve bu tez kapsamında geliştirilen analitik çerçevenin kuramsal temelini oluşturmak açısından önem taşımaktadır. İncelenen çalışmalar, özellikle süt sığırcılığı işletmelerinde kaynak döngüsellığının ölçülmesi, biyogaz üretimi, atık yönetimi, hayvansal gübre kullanımı ve sürdürülebilir üretim modellerinin değerlendirilmesi bakımından araştırmanın teorik altyapısına katkı sağlamaktadır.

Ghisellini vd. (2015) İtalya ve Polonya'daki süt sığırcılığı işletmelerinde döngüsel ekonomi çerçevesinde entegre bitkisel ve hayvansal üretim uygulamalarının çevresel ve enerji boyutlarını karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Çalışmada, özellikle İtalya'daki işletmede güneş enerjisi ve biyogaz tesislerinin kurulmasının, girdiler (yem, elektrik, gübre) ile çıktılar (süt, et, elektrik) üzerindeki etkileri Malzeme Akış Analizi, Kümülatif Enerji Analizi, Emerji Analizi ve Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA) yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Bulgular, dış girdilere bağımlı geleneksel sistemlerden, kendi yemini ve enerjisini üreten döngüsel modele geçişle birlikte hammadde kullanımı, enerji tüketimi

ve emisyonlarda önemli azalmalar sağlandığını göstermektedir. Özellikle biyogaz uygulamaları, çiftlik gelirini ve çevresel performansı artırmış; gübre yönetiminde iyileşme sağlarken toprak ve su ortamında pH dengesinin korunmasına ve besin maddesi birikimine bağlı kirliliğin azaltılmasına katkıda bulunmuştur.

Bu çalışma, süt sığırcılığı işletmelerinde döngüsel ekonomi ilkelerinin uygulanabilirliğini ve enerji entegrasyonunun çevresel katkılarını nicel olarak ortaya koyması bakımından önem taşımaktadır. Elde edilen bulgular, bu tez kapsamında Aydın ili süt sığırcılığı işletmelerinde kaynak döngüselliklerinin değerlendirilmesine yönelik göstergelerin belirlenmesinde referans niteliği taşımaktadır.

Mollenhorst vd. (2020) döngüsel tarımda hayvan gübresinin verimli kullanımını sağlamak amacıyla, Hollanda'daki bir deneme süt çiftliğinde farklı tarlalarda ve ürünlerde fosfor (P) verimliliğini tahmin etmeye yönelik makine öğrenmesi tabanlı bir model geliştirmiştir. Çalışmada, yirmi dört yıl boyunca toplanan arazi, ürün, gübre ve hava durumu verilerinden oluşan kapsamlı bir veri seti kullanılmış; 657 tarlaya ait yıllık ürün verimi kayıtları üzerinden “Gradient Boosting Machine (Eğim Artırmalı Makine Öğrenmesi)” algoritmasıyla gelecekteki fosfor verimleri başarıyla tahmin edilmiştir. Bulgular, geliştirilen modelin mevcut sabit yasal normlara kıyasla tarlaya özgü ve esnek gübre uygulama önerileri üretmede daha yüksek doğruluk ve korelasyon sağladığını ortaya koymuştur.

Bu çalışma, veri temelli karar destek sistemlerinin döngüsel tarım uygulamalarında besin yönetimini optimize etme potansiyelini göstermesi bakımından önem taşımaktadır. Elde edilen sonuçlar, bu tezde süt sığırcılığı işletmelerinde gübre yönetimi ve besin döngüsellikliği göstergelerinin değerlendirilmesinde teknolojik yaklaşımların önemine işaret eden bir referans niteliğindedir.

Xu (2021) 21. yüzyılda küresel gıda sistemlerinin mevcut haliyle sürdürülemez olduğunu; tarımın küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık dörtte birine, besin atıklarının ise yarısına neden olduğunu vurgulamaktadır. Çalışmada, artan nüfus, iklim değişikliği ve ekosistem bozulması gibi küresel tehditler karşısında tarım-gıda üretiminde yenilik

yapılmasının zorunluluğu belirtilmiş ve bu dönüşüm için döngüsel tarım yaklaşımı önerilmiştir. Döngüsel tarım, insanlar, gıda ve ekosistem arasındaki dinamik ilişkileri kapalı döngü biyokütle sistemleri aracılığıyla bütünleştiren disiplinler arası bir model olarak tanımlanmıştır. Yazar, bu yaklaşımın tarihsel köklerinin 1911 yılında Doğu Asya'daki organik tarım uygulamalarına dayandığını ifade etmektedir.

Çalışmada, döngüsel tarımın geleneksel doğrusal sistemlere karşı ekolojik bir alternatif oluşturduğu, teknik yenilikler, kurumsal düzenlemeler ve ekonomik olarak sürdürülebilir iş modelleriyle desteklendiğinde atıkların yeniden kullanımı ve besin maddelerinin geri kazanımı yoluyla bitkisel ve hayvansal üretimin artırılabilceği vurgulanmıştır. Ayrıca, tarımsal sistemlerin çevreye uyumlu dönüşümünün sağlanabilmesi için çiftlik ölçeğinde düşük maliyetli yenilikçi uygulamaların yaygınlaştırılması, atık besin maddelerinin geri dönüştürülmesi ve çok paydaşlı katılımın sosyal ve ekonomik teşviklerle desteklenmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu çalışma, döngüsel tarımın ekolojik ve sistemsel temellerini ortaya koyarak, bu tez kapsamında süt sığırcılığı işletmelerinde döngüsel üretim ve kaynak geri kazanımı süreçlerinin değerlendirilmesi için kavramsal bir çerçeve sunmaktadır.

Rukundo vd. (2021) yapılan çalışmada, tarım sektöründe özellikle işletme düzeyinde döngüsel ekonomi performansının ölçülmesine yönelik kapsamlı bir gösterge geliştirme metodolojisi önerilmiştir. Araştırmada, mevcut döngüsel ekonomi göstergelerinin yalnızca belirli boyutlara odaklandığı ve bütüncül bir değerlendirme yaklaşımından yoksun olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, döngüsel performansın çok boyutlu olarak değerlendirilebilmesi amacıyla, göstergeleri tasarlama ve sistemleştirme sürecine dayanan ECOGRAI (gösterge tabanlı performans ölçüm sistemi yaklaşımı) yöntemi uygulanmıştır. Metodoloji; literatür taraması, çiftlik yöneticileri ve uzmanlarla gerçekleştirilen odak grup görüşmeleri sonucunda elde edilen göstergelerin DELPHI (uzman görüşlerinin tekrarlayan oylama yoluyla birleştirildiği istatistiksel karar destek tekniği) yöntemiyle doğrulanması ve önceliklendirilmesi aşamalarını içermektedir. Kanada yumurta sektörü üzerinde yapılan örnek uygulamada, 14 karar değişkeni için 25 performans göstergesi belirlenmiş ve bu göstergelere dayanarak 14 eylem önerisi geliştirilmiştir. Bulgular, yem verimliliği, enerji kullanımı, gübre yönetimi ve hayvan

refahı gibi temel alanlarda döngüsel ekonomi göstergelerinin yönetsel karar süreçlerini doğrudan desteklediğini ortaya koymuştur. Bu metodolojik yaklaşım, farklı tarımsal üretim sistemlerine uyarlanabilir yapısıyla döngüsel ekonomi performansının sahada etkin biçimde izlenmesine katkı sağlamaktadır. Çalışma, bu tez kapsamında süt sığırcılığı işletmelerinde döngüsel performans göstergelerinin tanımlanması ve değerlendirilmesi sürecine kavramsal ve yöntemsel dayanak oluşturmaktadır.

Velasco-Muñoz vd. (2021) yapılan çalışmada, tarım sektöründe döngüsel ekonominin uygulanmasına yönelik kavramsal çerçeve, temel ilkeler, stratejiler ve işlevsel mekanizmalar ayrıntılı biçimde ele alınmıştır. Araştırmada, genel döngüsel ekonomi yaklaşımı tarıma özgü koşullara uyarlanmış; daraltma, yavaşlatma, kapama ve rejenerasyon olmak üzere dört temel strateji kapsamında tarımda kaynak döngüsellliğini sağlamanın yolları değerlendirilmiştir. Ayrıca, döngüsel ekonominin tarımsal üretim sistemlerinde uygulanmasının önündeki yasal, teknik ve ekonomik engeller incelenmiş; uygun mevzuat eksikliği, yetersiz ters lojistik altyapısı, teknolojiye erişim güçlükleri ve tedarik zincirindeki karmaşıklığın, yaygın uygulamaların önündeki başlıca bariyerler olduğu belirlenmiştir. Çalışmada, 41 farklı döngüsellik göstergesi teknik, çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlara göre sınıflandırılmış ve mevcut göstergelerin çoğunun yalnızca kısmi bilgi sunduğu; bütüncül ve standardize bir gösterge setinin henüz geliştirilmediği ortaya konulmuştur. Bulgular, tarımda döngüsel ekonominin yaygınlaştırılabilmesi için metodolojik, kurumsal ve politik düzeylerde yenilikçi yaklaşımlara, standartlaştırma çabalarına ve çok boyutlu göstergelerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Bu çalışma, döngüsel ekonomi göstergelerinin sistematik biçimde sınıflandırılması ve tarım sektörüne özgü bir çerçeveye uyarlanması yönüyle, bu tez kapsamında süt sığırcılığı işletmelerinde döngüsellik göstergelerinin seçimi ve değerlendirilmesi için önemli bir teorik dayanak oluşturmaktadır.

Zanni vd. (2022) yapılan çalışmada, İtalya'nın Emilia-Romagna bölgesindeki bir süt sığırcılığı işletmesinde Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA – Life Cycle Assessment) yöntemi kullanılarak süt üretiminin çevresel etkileri analiz edilmiştir. Araştırmada, yoğun hayvancılık uygulamalarının küresel ısınmaya katkısı, enerji ve yakıt tüketimi, hayvan yemi temini, plastik ambalaj kullanımı ve atık yönetimi gibi unsurlar

kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir. Bulgulara göre, çiftlik makinelerinde kullanılan dizel yakıt toplam çevresel etkinin yaklaşık %49'unu, plastik ambalaj ise %27'sini oluşturmaktadır. Hayvan yemi üretimi ve taşımacılığı, toplam etkinin yaklaşık %16'sından sorumlu bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar, çevresel etkinin azaltılması için çiftlik tedarik zincirinde plastik ambalaj kullanımında döngüsellik sağlanmasının, hayvan yeminde yerel üretime öncelik verilmesinin ve enerji verimliliği yatırımlarının artırılmasının gerekli olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, çiftlik düzeyinde kapsamlı veri toplanması ve LCA yönteminin uygulanmasının, süt üreticilerinin sürdürülebilirlik stratejileri geliştirmesinde ve bölgesel politika önerilerinin şekillendirilmesinde önemli katkılar sunabileceği ifade edilmiştir. Bu çalışma, süt üretiminin çevresel etkilerinin döngüsel ekonomi yaklaşımıyla değerlendirilmesi bakımından, bu tezde ele alınan Aydın ili süt sığırcılığı işletmelerine yönelik çevresel performans analizlerinin yöntemsel temelini desteklemektedir.

Van Zanten vd. (2023) yapılan çalışmada, Avrupa Birliği ve Birleşik Krallık'ta gıda sistemlerinin döngüsel ekonomi ilkeleri temelinde yeniden tasarlanmasının çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki potansiyel etkileri incelenmiştir. Araştırmada geliştirilen biyofiziksel optimizasyon modeli ile üç farklı döngüsellik senaryosu değerlendirilmiş; döngüsel sistemlere geçişle birlikte tarımsal arazi kullanımında %71'e, kişi başına düşen sera gazı emisyonlarında ise %29'a varan azalma sağlanabileceği belirlenmiştir. Ayrıca, döngüsel tarım uygulamaları sayesinde Avrupa'da açığa çıkacak tarım alanlarının küresel gıda krizleri durumunda 767 milyon ek insanı beslemede kullanılabileceği ve kişi başına sera gazı emisyonlarının %38 oranında azaltılabileceği hesaplanmıştır. Senaryolar, hayvansal üretimde yan ürün ve atık kullanımının artırıldığı, bitkisel üretimin çeşitlendirildiği ve organik gübre uygulamalarının öne çıktığı koşulları içermektedir. Bu yaklaşımların hem besin döngülerinin kapanması hem de biyoçeşitliliğin korunması açısından önemli fırsatlar sunduğu belirtilmiştir. Elde edilen bulgular, döngüsel ekonomi ilkelerinin Avrupa gıda sisteminde çevresel etkileri azaltırken gıda arz güvenliği ve sürdürülebilirliği güçlendirdiğini göstermektedir. Bu çalışma, döngüsel ekonomi ilkelerinin gıda sistemine entegrasyonunun çevresel ve üretimsel etkilerini nicel olarak ortaya koyması bakımından, bu tez kapsamında süt sığırcılığı işletmelerinde döngüsel

üretim modellerinin çevresel performansını değerlendirmeye yönelik analizlere yöntemsel dayanak sağlamaktadır.

Rodino vd. (2023) yapılan çalışmada, tarım sektöründe döngüsel ekonominin ölçülmesi ve değerlendirilmesine yönelik bir kavramsal çerçeve geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, literatür taraması ve bibliyometrik analiz yöntemlerinden yararlanılarak, döngüsellik göstergeleri ve değerlendirme araçları sistematik biçimde incelenmiştir. Bulgular, döngüsel tarım performansının ölçümünde en yaygın olarak çok kriterli karar analizi (MCDA), veri zarflama analizi (DEA) ve yaşam döngüsü değerlendirmesi (LCA) yöntemlerinin kullanıldığını; mikro ölçekte ise sistem dinamiği, malzeme akış analizi (MFA) ve gömülü enerji analizi (bir sistemin oluşumu için kullanılan toplam doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin değerlendirilmesi yöntemi) yaklaşımlarının öne çıktığını göstermektedir. Araştırma sonuçları, tarımda döngüsel ekonomi kavramının çok boyutlu ve heterojen bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymakta; kaynak kullanımı, atık yönetimi, çevresel sürdürülebilirlik ve sistem verimliliği gibi farklı bileşenleri içeren göstergelerin bütüncül biçimde ele alınmasının gerekliliğini vurgulamaktadır. Çalışma, tarımda döngüsellik ölçümüne ilişkin mevcut yaklaşımları bütüncül bir perspektifle özetleyerek, etkin stratejilerin geliştirilebilmesi için önemli bir analitik temel sunmaktadır. Araştırmacılar, farklı bölgesel koşullara uyarlanabilecek daha hassas ölçüm araçlarının geliştirilmesi ve özellikle mikro ölçekte (çiftlik veya ürün bazında) döngüsel uygulamaların izlenmesine yönelik mevcut boşlukların giderilmesi gerektiğini önermektedir. Bu çalışma, bu tez kapsamında süt sığırcılığı işletmelerinde döngüsellik göstergelerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesine ilişkin metodolojik yaklaşımın şekillendirilmesinde kuramsal dayanak oluşturmaktadır.

Silvius vd. (2023) yapılan çalışmada, döngüsel tarım girişimlerinin dönüştürücü potansiyelini değerlendirmek amacıyla beş temel özellikten oluşan bir analiz çerçevesi geliştirilmiştir. Araştırmacılar, politika yapıcılar ve bilim insanlarının döngüsel girişimleri sürdürülebilir gıda sistemlerine geçişte önemli araçlar olarak gördüklerini, ancak bu girişimlerin etkililiği konusunda belirsizlik bulunduğunu belirtmiştir. “Küçük kazanımlar” kuramı ve döngüsel tarım literatürüne dayalı olarak geliştirilen bu değerlendirme sisteminde; döngüsel tarım ilkelerinin bütünleştirilmesi, somut çıktılar

elde edilmesi, değişim derinliği (iyileştirme, reform veya yeniden tasarım), karşılaşılan zorlukların aşılması ve teknolojik-toplumsal dönüşümün birlikte gerçekleşmesi olmak üzere beş temel özellik tanımlanmıştır. Hollanda'dan seçilen üç döngüsel tarım örneği; i) Verimli Besin Döngüleri, ii) Döngüsel Broiler Üretimi ve ii) Tarımda Döngüsellik üzerinden yapılan inceleme sonucunda, girişimlerin farklı düzeylerde dönüştürücü etkiye sahip olduğu; özellikle mevcut sistemi köklü biçimde değiştiren ikinci ve üçüncü düzey girişimlerin en yüksek etkiyi yarattığı belirlenmiştir. Bu çalışma, döngüsel tarım uygulamalarının dönüşüm gücünü analiz eden nitel bir çerçeve ortaya koyarak, bu tez kapsamında süt sığırcılığı işletmelerinde döngüsel dönüşüm düzeylerinin değerlendirilmesi ve işletme ölçeğindeki değişim kapasitesinin incelenmesi açısından kuramsal dayanak sağlamaktadır.

Marku vd. (2024) yapılan çalışmada, Arnavutluk'ta hayvancılık sektöründe döngüsel ekonomi uygulamalarının mevcut durumu ve karşılaşılan başlıca engeller incelenmiştir. Araştırmada, politika, eğitim, ekonomi ve teknoloji alanlarındaki bilgi eksiklikleri ile uygulama güçlükleri, hem paydaş görüşleri hem de 149 çiftlikte gerçekleştirilen anket uygulaması aracılığıyla değerlendirilmiştir. Bulgular, uygun politika ve mevzuat eksikliğinin, yetersiz teşvik ve sübvansiyonların ve kamu kurumları tarafından yürütölen bilgilendirme faaliyetlerinin yetersizliğinin, çiftçilerin döngüsel uygulamaları benimsemesini önemli ölçüde engellediğini göstermektedir. Ayrıca, yüksek yatırım ve işletme maliyetleri ile zayıf altyapının, döngüsel sistemlere geçişte ekonomik ve teknolojik engeller oluşturduğu belirlenmiştir. Çalışmada, döngüsel tarımın yaygınlaştırılabilmesi için özel mevzuat hazırlanması, çiftçilere yönelik finansal ve teknik desteklerin artırılması ve tüm değer zinciri aktörleri arasında daha güçlü bir iş birliği mekanizması kurulması gerektiği vurgulanmıştır. Bu çalışma, politika ve uygulama engellerine odaklanarak döngüsel ekonominin hayvancılık sektöründeki yapısal sınırlılıklarını ortaya koymakta; bu yönüyle, bu tez kapsamında Aydın ili süt sığırcılığı işletmelerinde döngüsel uygulamaların benimsenmesini etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi açısından önemli bir referans oluşturmaktadır.

Entrena-Barbero vd. (2024) yapılan çalışmada, süt sığırcılığı işletmelerinde sürdürülebilirlik ile döngüsel ekonominin bütöncöl biçimde değerlendirilmesi amacıyla

“Süt Çiftliklerinde Döngüsel ve Entegre Sürdürülebilirlik Analiz Çerçevesi” (CISU) geliştirilmiştir. Araştırma, İspanya’nın Galiçya bölgesinde yer alan 50 süt çiftliğinde yürütülmüş; 9 döngüsellik ve 21 sürdürülebilirlik göstergesi kullanılarak Bileşik Süt Çiftliği İndeksi hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular, çiftlikler arasında genel olarak homojen bir dağılım bulunduğunu, ancak özellikle dışarıdan yem temini yerine kendi yemini üretme kapasitesinin ve tarla yönetiminin etkinliğinin sınırlı olduğunu göstermektedir. En yüksek puanlara sahip çiftliklerde dış kaynaklara bağımlılığın azaldığı ve yerel ekonomik katkının arttığı belirlenmiştir. Ayrıca, çevresel etkinin azaltılmasında yem yönetimi ve atık önleme uygulamalarının öne çıktığı, ekonomik sürdürülebilirlik açısından ise süt satışından elde edilen gelirin en belirleyici gösterge olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada geliştirilen CISU’nun yalnızca süt sığırcılığı işletmelerine değil, diğer tarımsal üretim sistemlerine de uyarlanabileceği; döngüsel ekonomi ilkeleri ile sürdürülebilirliğin birlikte izlenmesinde etkili bir araç olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

Novaković vd. (2025) yapılan çalışmada, Sırbistan tarım sektöründe önemli bir paya sahip süt sığırcılığı işletmelerinde döngüsel ekonomi ilkelerinin uygulanmasını desteklemek amacıyla teknik ve çevresel verimlilik göstergeleri değerlendirilmiştir. Araştırmada, 2015–2023 dönemine ait Çiftlik Muhasebe Veri Ağı (FADN) verileri kullanılmış; Stokastik Sınır Analizi (SFA) yöntemi ile çiftlik düzeyinde teknik verimlilik ve eko-verimlilik düzeyleri, zamana bağlı ve zamandan bağımsız bileşenlerine ayrılarak incelenmiştir. Bulgular, incelenen dönemde süt sığırcılığı işletmelerinde ortalama teknik verimlilik düzeyinin %58,7, eko-verimliliğin ise %13,1 olduğunu göstermektedir. Teknik ve çevresel verimlilik göstergelerinin benzer mekanizmalara dayandığı; her iki durumda da zamandan bağımsız verimsizlik bileşeninin baskın olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, işletme ve üretici özellikleri gibi çiftlik kontrolündeki faktörlerin üretim performansını belirleyici nitelikte olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışmada ayrıca, besin geri kazanımı, yenilenebilir enerji kullanımı ve girdi optimizasyonu gibi döngüsel ekonomi prensiplerinin uygulanmasının hem ekonomik verimliliği hem de çevresel sürdürülebilirliği artırabileceği vurgulanmakta; bu yaklaşımların süt sığırcılığı işletmelerinin sürdürülebilir üretime geçişini hızlandıracağı önerilmektedir. Bu çalışma, süt sığırcılığı işletmelerinde verimlilik ve çevresel etki ilişkisini döngüsel ekonomi

perspektifinden analiz etmesi bakımından, bu tezde Aydın ili süt sğrcılığı işletmelerinin döngüsellik düzeyi ile sürdürülebilirlik performansının birlikte değerlendirilmesine yönelik önemli bir analitik temel sunmaktadır.

Bu bölümde incelenen çalışmalar, döngüsel ekonomi uygulamalarının tarım sektöründe giderek önem kazandığını, özellikle süt sğrcılığı işletmelerinde kaynak döngüselliği, besin yönetimi, enerji kullanımı, atık geri kazanımı ve çevresel etkilerin ölçümü gibi alanlarda farklı yöntemlerin geliştirildiğini göstermektedir. Araştırmalar, döngüsel tarım ilkelerinin hem üretim süreçlerinin verimliliğini hem de çevresel performansı artırma potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, göstergelere dayalı değerlendirme modellerinin, çok kriterli analiz yaklaşımlarının, yaşam döngüsü değerlendirmelerinin ve verimlilik ölçüm yöntemlerinin işletme düzeyindeki karar süreçlerine önemli katkılar sunduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte mevcut çalışmaların büyük bir bölümü, belirli ülkelerde yrtlen sınırlı sayıda vaka incelemesine, ikincil verilere dayalı analizlere veya kavramsal ereve önerilerine odaklanmaktadır. Çok boyutlu döngüsellik göstergelerinin tarımsal alt sektörlerde birincil veriyle llmesine yönelik uygulamalar ise oldukça sınırlıdır. Süt sğrcılığı işletmelerinde döngüsel ekonomi ilkelerinin benimsenme düzeyi, besin döngülerinin yönetimi, atıkların geri kazanımı, yenilenebilir enerji kullanımı ve işletme içi kaynak akışlarının değerlendirilmesine ilişkin kapsamlı ampirik çalışmaların eksikliği dikkat çekmektedir.

Türkiye bağlamında, tarımsal üretimde döngüsel ekonomi yaklaşımını işletme düzeyinde ölçen, göstergelere dayalı bütüncül değerlendirme sunan ve saha verisine dayalı analizler gerçekleştiren araştırmalar henüz yeterince gelişmemiştir. Mevcut alışmalar daha çok politika, mevzuat ve genel sürdürülebilirlik çerçevelerine odaklanmakta; ancak işletmelerin döngüsellik düzeyini doğrudan ölçen bir değerlendirme yaklaşımı bulunmamaktadır.

Bu tez alışması, Aydın ilindeki süt sğrcılığı işletmelerinden toplanan birincil veriyi kullanarak döngüsellik göstergelerini çok boyutlu bir yapıda değerlendirmekte ve işletme düzeyinde uygulanabilir bir ölçüm erevesi sunmaktadır. Çalışma, tarım sektöründe

döngüsel ekonomi yaklaşımının uygulanabilirliğine ilişkin saha temelli kanıtlar sağlaması ve Türkiye’de bu alandaki önemli bir boşluğu doldurması açısından özgün nitelik taşımaktadır.

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu çalışmada, tarım sektöründe döngüsel ekonomi politikalarının uygulanabilirliği araştırılmaktadır. Döngüsel ekonomi politikalarının tarım sektöründe uygulanabilirliğinin ölçülmesi için saha çalışması süt sığırcılığı işletmeleri seçilmiştir. Çalışma materyalinin birincil kaynaklarını Aydın ilindeki Aydın İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği'ne üye damızlık sığır işletmeleri ile yüz yüze yapılan anket çalışması ve görüşmelerden elde edilen veriler oluşturmaktadır.

4631 Sayılı Hayvan Islahı Kanunu çerçevesinde kurulan Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birlikleri, Islah Amaçlı Yetiştirici Birliklerinin Kurulması ve Hizmetleri Hakkında Yönetmelik çerçevesinde kurulmuş yetiştirici örgütleridir. Bu amacı gerçekleştirmek için il bazında soykütüğü sistemi yürütülmekte, sığırlarda pedigriye esas teşkil edecek sığır ve verim kayıtları takip edilmektedir. Ülkemizde Islah Amaçlı Yetiştirici Birlikleri'nin hukuki statüsü, 11.06.2010 tarihli, 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu'nda düzenlenmiştir. Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiricileri Merkez Birliği (TDSYMB) 1998 yılında kurulmuştur. Türkiye'de sığırlarda Ulusal Islah Programı TDSYMB tarafından yürütülmektedir. (Anonim 2022e)

Aydın İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği (ADSYB) 5966 sayılı kanun kapsamında 1995 yılında kurulmuştur. ADSYB büyükbaş hayvan yetiştiricilerinin üstün verimli sığırlar yetiştirmesi amacıyla hayvanların kayıt altına alınması için büyükbaş hayvan yetiştiricilerinin teşkilatlanmasını sağlayarak; yerli ırkların genetik potansiyellerinin geliştirilmesi, verimlerinin artırılması, yerli ırk gen kaynaklarının korunması için soykütüğü ve ön soykütüğü kayıtlarını tutarak ıslah çalışmaları yürüten bir sivil toplum kuruluşudur. Soykütüğü Türkiye'de mahalli olarak geliştirilmiş ırkların özelliklerini gösteren sığırların ırk özelliklerinin ve verim seviyelerinin iyileştirilmesi amacıyla, teknik açıdan genetik özelliklerini tespit ederek ırk ile ilgili üretim ve seleksiyon aktivitelerini yönlendirmek ve bu sayede ekonomik değerlendirmeyi yapabilmek için oluşturulan bir sistemdir. Damızlık Sığır Yetiştirici Birliklerine üye işletmeler, soykütük işletmeleri

olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca üyelik şartlarını henüz tamamlayamamış damızlık sığır işletmeleri de aday üye statüsünde ön soykütüğü işletmeleri olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca, sürü kayıtlarının tutulması, belgelendirilmesi ve bu kayıtlara esas teşkil edecek verim kontrollerinin yapılması ile bunların tanımlanmasını sağlayan çalışmalar, verim kontrolleri, suni tohumlama, biyoteknolojik faaliyetler yürüterek ıslah çalışmalarının yürütülmesini sağlamaktadır. Bu kapsamda da yetiştiricilere eğitimler verilmesine, yetiştirici ihtiyaçlarının temin ve tedariki ile hayvansal üretimin her aşamasında elde edilen ürünlerin pazarlanmasına ve değerlendirilmesine yönelik çalışma ve araştırmalar yapmakta veya araştırmalar yapılmasını sağlamaktadır. ADSYB'ye en az 5 baş saf kültür ırkı sağmal ineğe sahip olan, birlik mevzuatlarına uymayı taahhüt eden, soykütük kayıtlarını tutan, suni tohumlama yaptıran yetiştiriciler üye olabilmektedirler. (Anonim, 1995)

Çalışmanın materyalinin ikincil kaynaklarını derinlemesine yapılan literatür çalışması, tez konusu ile ilgili ulusal ve uluslararası raporlar oluşturmaktadır. Tüm bu çalışmalardan derlenen bilgiler ve veriler çalışmanın materyalini oluşturmaktadır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Araştırma alanı seçimi yöntemi

Aydın ili, Türkiye'de tarımsal üretimin ve özellikle süt sığircılığının önemli merkezlerinden biri olması nedeniyle bu araştırmada çalışma alanı olarak tercih edilmiştir. İlin toplam yüzölçümü 8.116.000 dekadır ve bunun 3.693.440 dekarı tarım arazisidir. 22.305 hektar mera alanı, tarımsal ve hayvansal üretim için önemli bir kaynak oluşturmaktadır. Süt sığircılığı açısından ise, 2023 yılı itibarıyla ilde toplam 490.556 baş büyükbaş hayvan, 363.746 baş kültür sığırı, 92.938 baş melez sığır ve 33.872 baş yerli sığır bulunmaktadır. Aydın ilinin iklim özellikleri sebebiyle yıl boyunca kaba yem üretimi yapılabilmekte; 251 adet süt ve süt ürünleri işleme tesisi ile 410 yem fabrikasının varlığı, süt sığircılığı faaliyetlerinin sürdürülebilirliği ve bölge ekonomisine katkısı bakımından stratejik bir avantaj sunmaktadır (Anonim 2024b).

Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2023 yılı hayvansal üretim istatistiklerine göre, Türkiye'de büyükbaş hayvan sayısı 16.583.000 baş olup, Aydın ili 490.556 baş sığır varlığı ile ulusal toplamın yaklaşık %3,0'ını barındırmakta ve büyükbaş hayvan varlığı bakımından ülkede öne çıkan illerden biri konumundadır. Bu göstergeler, Aydın'ın büyükbaş hayvan varlığı bakımından Türkiye hayvansal üretiminde kayda değer bir paya sahip olduğunu ve bu tez kapsamında yürütülen süt sığırıcılığı odaklı döngüsel ekonomi analizleri için bilimsel açıdan anlamlı ve temsili bir çalışma alanı sunduğunu ortaya koymaktadır. (Anonim 2024o).

3.2.2 Araştırma örnekleme seçimi ve veri toplama yöntemi

Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiricileri Merkez Birliği tarafından hazırlanmış ve Türkiye'deki tüm damızlık sığır yetiştiricileri birlikleri tarafından ıslah faaliyetlerinin kayıt altına alınması için kullanılan E-ıslah veri tabanından alınan veriler doğrultusunda ana evren büyüklüğü belirlenmiştir.

E-İslah veri tabanı; Türkiye'de damızlık sığır yetiştiricileri birliklerine üye damızlık sığır işletmelerindeki büyükbaş hayvanların , kimlik bilgileri, soy kütüğü, verim kayıtları gibi tüm ıslah faaliyetlerinin dijital ortamda tutulduğu ulusal bir kayıt sistemidir. Bu sistem, Türkiye genelindeki sığır varlığına ilişkin güncel ve doğrulanabilir verilerin standart bir formatta toplanmasını sağlayarak araştırmalar için güvenilir bir referans oluşturmaktadır. (Şekil 3.1)

Şekil 3.1 TDSYMB E- ıslah veri tabanı giriş ekranı ön yüzü

Çizelge 3.1 2023 E- ıslah haziran ayı raporu ADSYB’ye üye işletme ve hayvan durumu

İlçe	İşletme Sayısı	Sağmal İnek Sayısı	Sığır Sayısı
Bozdoğan	370	7 908	19.504
Buharkent	16	201	537
Çine	735	13.550	32.503
Didim	20	214	607
Efeler	465	11.231	26.683
Germencik	130	3733	9874
İncirliova	107	2661	6359
Karacasu	148	1662	3676
Karpuzlu	230	4046	9943
Koçarlı	161	3803	8 856
Köşk	115	1936	4597
Kuşadası	7	365	985
Kuyucak	312	8619	19.756
Nazilli	311	5404	13.210
Söke	136	3926	9717
Sultanhisar	70	1393	3309
Yenipazar	203	4243	9730
Toplam	3.536	74.895	179.846

Araştırma Örneklem Sayısı Belirlenmesi Yöntemi: Araştırmada Neyman optimum dağılımı ile tabakalı örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Tabakalı örnekleme, ana kütlenin homojen alt gruplara (tabakalara) ayrılması ve her tabakadan örneklem seçilmesi esasına dayanan olasılıklı örnekleme yöntemidir. Neyman yöntemi ise tabakalardan seçilecek örneklem büyüklüğünü varyansa göre optimize eden dağılım tekniğidir (Neyman, 1934, Cochran, 1977).

Bu yöntemin seçilme nedeni, süt sığırcılığı işletmelerinin sürü büyüklüğüne göre yapısal farklılıklar göstermesi ve döngüsel ekonomi uygulamalarının işletme ölçeği ile ilişkili olmasıdır. İşletmeler sağmal inek sayılarına göre tabakalara ayrılmıştır. Her tabakadan tabaka büyüklüğüne orantılı olarak rassal örnek seçilmiştir.

$$n_h = n \times (N_h \times S_h) / \sum(N_h \times S_h)$$

nh: h. tabakadan seçilecek örneklem büyüklüğü

n: Toplam örneklem büyüklüğü

Nh: h. tabakanın ana kütle büyüklüğü

Sh: h. tabakasının standart sapması

Neyman yöntemi, minimum varyansla maksimum temsiliyet sağlayarak örneklem etkinliğini artırmaktadır. Araştırmada %95 güven aralığı ve %8.5 hata payı kullanılmıştır.

Çizelge 3.2’de belirtildiği üzere Neyman formülüne tabakalara göre örneklem sayıları; Küçük Ölçekli İşletmeler 49, Orta Ölçekli İşletmeler için 33, Büyük Ölçekli İşletmeler 23 ve Endüstriyel İşletmeler için 15 ve toplam örneklem örneklem sayısı 120 adet süt sığır işletmesi olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.2 Araştırmanın ana evreni ve örneklem sayıları

Sağmal İnek Sayılarına Göre İşletmeler	Toplam İşletme Sayısı	Standart Sapma	Varyans	Örneklem Sayısı
Küçük Ölçekli İşletmeler (5-20 baş)	2403	4.33	18.72	49
Orta Ölçekli İşletmeler (21-50 baş)	850	8.11	65.71	33
Büyük Ölçekli İşletmeler (51-100 baş)	236	17.47	305.22	23
Endüstriyel İşletmeler (101 ve üzeri baş)	47	101.14	10230.45	15
Toplam	3536			120

Araştırma Veri Toplama Yöntemi: Araştırmada kullanılan birincil veriler, süt sığırıcılığı işletmeleriyle yüz yüze anket uygulaması yoluyla elde edilmiştir. Veri toplama sürecine 20.11.2022 tarihinde başlanmış, saha çalışması 14.01.2023 tarihinde tamamlanmıştır. Bu dönem boyunca Aydın ilinde tabakalı örnekleme planına uygun şekilde seçilen toplam 120 işletme ile görüşülmüştür. Tüm anketler araştırmacı tarafından doğrudan uygulanmış olup, eksik veri oluşmasını önlemek amacıyla her görüşme yerinde kontrol edilmiştir. Bu yöntem, araştırmanın amaçlarına uygun olarak işletme düzeyinde

döngüsel ekonomi uygulamalarının güvenilir ve karşılaştırılabilir biçimde değerlendirilmesine olanak sağlamıştır.

3.2.3 Araştırma örnekleme verileri analiz yöntemi

Araştırma kapsamında toplanan verilerin analizi, üç temel bölümden oluşan anket formunun yapısına uygun olarak çok aşamalı bir analitik yaklaşımla gerçekleştirilmiştir. Bu yaklaşım, sürdürülebilirlik değerlendirme literatüründe kompozit gösterge metodolojisi ve ağırlıklandırılmış puanlama sistemleri için önerilen analitik çerçeveler ile uyumlu olarak tasarlanmıştır. (Talukder vd. 2017) Tarımsal sürdürülebilirlik değerlendirmelerinde önerilen çok boyutlu analiz yaklaşımı ve sürdürülebilirlik boyutlarının entegre edilmesi prensipleri, bu araştırmanın analitik stratejisinin temelini oluşturmuştur. (Zahm vd. 2024). Metodolojik çerçeve, her bölümün kendine özgü analiz gereksinimlerini karşılayacak şekilde farklılaştırılmış ve literatürde kabul görmüş istatistiksel tekniklerle desteklenmiştir.

Birinci Bölüm - İşletmelerin Sosyo-Ekonomik Durumu Analizi: İşletmelerin demografik ve yapısal kapasitelerine yönelik veriler, tanımlayıcı istatistik teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir. Bu kapsamda frekans dağılımları, yüzde değerleri, merkezi eğilim ölçüleri (ortalama, medyan, mod) ve değişkenlik ölçüleri hesaplanmıştır. İşletme ölçeği, sığır sayısı, süt üretimi, eğitim durumu, tecrübe süresi gibi sürekli ve kategorik değişkenlerin dağılımları tablo ve grafiklerle görselleştirilmiş, sektörün genel profili ortaya konmuştur.

İkinci Bölüm - Döngüsellik Durumu Ölçümü ve Analizi: Araştırmanın temel sorusuna cevap bulmak amacıyla geliştirilen bölümde, işletmelerin döngüsel ekonomi performansları ağırlıklandırılmış puanlama sistemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu bölümde 79 sorudan oluşan “Döngüsellik Ölçeği” oluşturulmuştur. Beş ana kategori (Hayvan Sağlığı ve Refahı, Toprak Korunması, Besin Döngülerinin Kapatılması, Tarımsal Mekanizasyon ve Teknoloji, Bölgesel İşbirliği) altında gruplandırılarak analiz edilmiştir. Her kategorinin kendi içerisindeki alt boyutlar için ayrı puanlar hesaplanmış, ardından kategori ağırlıkları kullanılarak toplam döngüsellik puanı elde edilmiştir.

Üçüncü Bölüm - Gelecek Tutumları Analizi: İşletmelerin gelecekteki tutum ve davranışlarını belirlemek amacıyla bu bölümünde yer alan 5'li Likert ölçeği sorularına ilişkin veriler, betimleyici istatistikler ve güvenilirlik analizleri ile değerlendirilmiştir. Ölçeğin iç tutarlılığı Cronbach's Alpha katsayısı ile test edilmiş, faktör yapısı keşfedici faktör analizi ile incelenmiştir. Tutum puanları hesaplanarak işletmelerin gelecek yönelimleri kategorize edilmiştir.

Araştırma kapsamında toplanan verilerin analizi, süt sığırcılığı işletmelerinin döngüsel ekonomi performanslarını değerlendirmek ve bu performansı etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla çok boyutlu bir yaklaşımla gerçekleştirilmiştir. Veri analiz süreci, öncelikle tanımlayıcı istatistikler ile işletmelerin genel profillerinin ortaya konması, ardından döngüsellik performans puanlarının hesaplanması ve son olarak bu puanları etkileyen faktörlerin belirlenmesi olmak üzere üç temel aşamadan oluşmaktadır.

Analiz sürecinde döngüsellik değerlendirme çerçevesinde geliştirilen ağırlıklandırılmış puanlama sistemi kullanılarak her işletme için kategori bazında ve toplam döngüsellik puanları hesaplanmıştır. Son aşamada ise, döngüsel ekonomi toplam puanını etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla çoklu doğrusal regresyon analizi uygulanmıştır.

Veri analizinde Python programlama dili ve ilgili istatistiksel paketler kullanılmış, tüm analizlerde %95 güven düzeyi esas alınmıştır. Analiz sonuçları, işletmelerin döngüsel ekonomi performanslarının değerlendirilmesi ve geliştirilmesi gereken alanların belirlenmesi açısından yorumlanmıştır.

Ağırlıklandırılmış Puanlama Sistemleri ve Binary Kodlama Yaklaşımı: Tarımsal sürdürülebilirlik değerlendirmelerinde binary kodlama sistemi, göstergelerin "evet/hayır" şeklinde ikili değerler almasına dayanan bir yaklaşımdır. Bu sistemde her bir gösterge için pozitif veya negatif yönlü değerlendirmeler yapılabilmekte ve normalizasyon sürecinde farklı önem dereceleri dikkate alınmaktadır (Talukder vd. 2017). Sürdürülebilirlik sınıflandırması "düşük", "orta" ve "yüksek" önem dereceleri şeklinde yapılandırılabilen ve her kategori uzman görüşleri doğrultusunda belirlenebilmektedir (Zahm vd. 2024). Pozitif ve negatif yönlü göstergelerin tek bir birleşik puan içerisinde

değerlendirilmesi, karmaşık sürdürülebilirlik çıktılarının bütüncül bir şekilde özetlenmesini sağlamak ve böylece işletmelerin döngüsellik performanslarının objektif olarak karşılaştırılabilmesine olanak tanımaktadır (Talukder vd. 2017).

Döngüsellik Ölçütleri ve Önem Dereceleri: Bu araştırmada, süt sığırcılığı işletmelerinin döngüsellik düzeyi Çizelge 3.3'te belirtildiği üzere, 79 sorudan oluşan bir anketle ve beş ana kategori altında ölçülmüştür. Her ana kategori, literatürde çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından önemli görülen temel döngüsellik ilkelerine dayandırılmıştır (Kirchherr vd. 2017, Anonim 2019c).

Her bir soru, uzman görüşleri ve saha ön uygulamaları sonucunda düşük, orta, yüksek olmak üzere “önem derecesi” ile derecelendirilmiştir. Bu önem dereceleri, toplam kategori puanına katkı sağlarken, kategoriler arası ağırlıklandırma ise çalışmanın hedefi doğrultusunda “barınak koşulları”, “atık yönetimi”, “enerji kullanımı” gibi daha kritik alanlara daha fazla ağırlık verilmesini sağlamıştır.

Puanlama sistemi: Bu çalışmada süt sığırcılığı işletmelerinin döngüsellik düzeyi, gösterge temelli ağırlıklı puanlama sistemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Yöntem, binary (ikili) kodlama yaklaşımı üzerine kuruludur. Her gösterge, “*Evet / Hayır*” biçiminde yanıt almış; bu sayede işletme uygulamaları ikili biçimde değerlendirilmiştir (Talukder vd. 2017). Bu sistemde her gösterge, önem derecesine ve etki yönüne (pozitif / negatif) göre ağırlıklandırılmıştır.

Yüksek”, “Orta” ve “Düşük” olmak üzere üç önem düzeyinde sınıflandırılmıştır. Her bir önem derecesine özgü olarak, puanlama sisteminde ağırlıklı katsayılar kullanılmıştır. “Yüksek” önem derecesi için 3 , “Orta” için 2 ve “Düşük” için 1 katsayısı atanmıştır.

Öncelikle, bölümde yer alan tüm soruların katsayılarının toplamı alınmıştır. Ardından, o bölüm için önceden belirlenen maksimum toplam puan, bu katsayı toplamına bölünerek birim puan elde edilmiştir . Birim puan = Maksimum toplam puan / Katsayı toplamı

- Her alt kategorideki göstergelerin katsayıları toplanmış, ardından o alt başlık için belirlenen maksimum toplam puan bu katsayı toplamına bölünerek birim puan hesaplanmıştır. Birim Puan = Maksimum Toplam Puan / Katsayı Toplamı
- Her göstergenin katsayısı birim puan ile çarpılarak soru puanı belirlenmiştir. Soru Puanı = K × Birim Puan
- Pozitif göstergelerde “Evet” tam puan, “Hayır” sıfır puan; negatif göstergelerde ise “Evet” sıfır, “Hayır” tam puan olarak değerlendirilmiştir.
- Puan getiren göstergelerin katsayıları toplanarak alt başlık puanı hesaplanmıştır: $R_{alt} = \Sigma K_{puan} / \Sigma K_{toplam}$
- Her alt başlıktaki oran, ilgili kategori ağırlığı ile çarpılarak kategori puanı elde edilmiştir: $P_{alt} = R_{alt} \times W_{kategori}$
- Tüm kategorilerin ağırlıklı puanları toplanarak işletmenin toplam döngüsellik puanı bulunmuştur: $P_{toplam} = \Sigma P_{alt}$

Sonuçlar 0–100 aralığında normalize edilerek işletmelerin döngüsellik düzeyleri yüzdelik olarak ifade edilmiştir. Böylece farklı ölçeklerdeki işletmelerin döngüsellik performansları doğrudan karşılaştırılabilir hale getirilmiştir.

Ölçek gruplarına ilişkin döngüsellik puanları hesaplandıktan sonra, sektörün genel döngüsellik düzeyi; her ölçek grubunun ortalama puanının ilgili gruptaki işletme sayısı ile ağırlıklandırılması yoluyla elde edilmiştir. Böylece 120 işletmenin tamamını temsil eden ağırlıklı genel ortalama hesaplanmıştır.

İşletme Barınak Koşulları Alt Kategori Örnek Puanlama Uygulaması: “1.1 İşletme Barınak Koşulları” alt kategorisinde 16 gösterge bulunmakta ve toplam katsayı 39’dur. Maksimum puan 150 olarak belirlendiğinde birim puan $150/39 \approx 3,85$ ’tir. Yüksek önem katsayısına sahip bir gösterge için $3 \times 3,85 = 11,55$ puan hesaplanmıştır.

İşletme 1’de puan getiren göstergelerin katsayı toplamı 31’dir:

$$R = 31 / 39 = 0,795$$

Kategori ağırlığı %15 olduğunda:

$$P = 0,795 \times 15 = 11,93 \text{ puan}$$

Bu değer, işletmenin barınak koşulları kategorisinde maksimum 15 puanın yaklaşık %79,5’ini elde ettiğini göstermektedir. Aynı sistem tüm kategoriler için uygulanarak toplam 0–100 aralığında normalize edilmiş döngüsellik puanı hesaplanmıştır.

Veri Analizi ve Regresyon Modeli: İşletmelerin döngüsellik puanını etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla çoklu doğrusal regresyon analizi uygulanmıştır (Field 2018). Bağımlı değişken olarak işletmelerin toplam döngüsellik puanı (Y), bağımsız değişkenler olarak ana kategori puanları (X_1 – X_5) kullanılmıştır:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \varepsilon$$

Burada:

Y = Toplam döngüsellik puanı

X_1 – X_5 = Ana kategoriler (barınak, toprak, atık, enerji, mekanizasyon)

β_0 = Sabit terim

β_1 – β_5 = Bağımsız değişkenlerin katsayıları

ε = Hata terimi

Verilerin normalliği Shapiro–Wilk testi ile test edilmiştir. Modelin uyumu R^2 değeri, beta katsayıları ve anlamlılık düzeyleriyle değerlendirilmiştir. Analizler Python istatistik paketleri aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.3 Döngüsellik ölçütleri kategorileri, kategori ağırlıkları ve soru sayısı

Ana Kategori	Alt Kategori	Kategori Ağırlığı (%)	Soru Sayısı	Soruların Önem Dereceleri ve Katsayılar	Değerlendirme Amacı
1. Hayvan Sağlığı ve Refahı Durumu	1.1 Barınak Koşulları	15	16	Düşük = 1 Orta = 2 Yüksek = 3	Barınak koşulları, hijyen ve refah uygulamalarının etkisi
	1.2 Hayvan Hastalıkları ve Koruyucu Önlemler	15	13	Düşük = 1 Orta = 2 Yüksek = 3	Hastalık yönetimi ve koruyucu uygulamaların etkisi
2. Toprak Korunması Durumu		15	6	Orta=2 Yüksek=3	Toprak analizi, kimyasal ve doğal gübre uygulamalarının etkisi
3. Besin Döngülerinin Kapatılması ile Sera Gazı ve Amonyak Emisyonları Durumu	3.1 Atık Durumu	20	7	Düşük = 1 Orta = 2 Yüksek = 3	Atık ve gübre yönetimi, emisyon azaltımı ve kaynak yönetimi etkisi
	3.2 Enerji Durumu	10	5	Düşük = 1 Orta = 2 Yüksek = 3	Enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kullanımını etkisi
	3.3 Su Durumu	7,5	3	Düşük–Orta (1–2)	Su tasarrufu ve yeniden kullanım uygulamalarını etkisi
	3.4 İşletme Tedarik Zinciri Durumu	2,5	17	Düşük=1 Orta=2	İşletme girdi ve çıktı-larının yönetiminin etkisi
4. Tarımsal Mekanizasyon ve Teknoloji Durumu		10	6	Düşük = 1 Orta = 2 Yüksek = 3	Mekanizasyon, soğutma, kayıt tutma ve dijitalleşme düzeyi etkisi
5. Bölgesel İşbirliği ve Kırsal Kalkınmaya Katkı Durumu		5	6	Düşük=1 Orta=2	Kooperatif üyeliği, bilgi paylaşımı ve kırsal kalkınma ve işbirliği etkisi
TOPLAM		100	79		

Shapiro-Wilk Normallik Testi: Araştırmada, her işletme büyüklüğü grubu için veri dağılımının normalliği Shapiro-Wilk testi ile değerlendirilmiştir. Bu test, küçük ve orta büyüklükteki örneklem için en güçlü normallik testi olarak kabul edilmektedir (Razali ve Wah 2011). Barınak koşulları puanları için küçük işletmelerde $W=0.877$ ($p=1.26 \times 10^{-7}$), orta ölçeklilerde $W=0.419$ ($p=2.26 \times 10^{-11}$), büyük ölçeklilerde $W=0.824$ ($p=1.05 \times 10^{-4}$) değerleri hesaplanmıştır (Shapiro ve Wilk 1965). Endüstriyel işletmelerde tüm puanların %100 olması nedeniyle varyans sıfır olduğundan test uygulanamamıştır.

Normallik varsayımının sağlanmaması nedeniyle parametrik olmayan testler tercih edilmiştir (Field, 2018)

Kruskal-Wallis H Testi: Dört işletme büyüklüğü grubu arasındaki farklılıkları test etmek için Kruskal-Wallis H testi kullanılmıştır. Bu test, ANOVA'nın parametrik olmayan alternatifi olup normallik varsayımı gerektirmez (Kruskal ve Wallis 1952).

Mann-Whitney U Testi -Bonferroni Düzeltmeli: Kruskal-Wallis testinde anlamlı fark tespit edilen kategorilerde, grup çiftlerini karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi uygulanmıştır (Mann ve Whitney 1947). Çoklu karşılaştırma hatası için Bonferroni düzeltmesi kullanılmış ve anlamlılık düzeyi $\alpha=0.05/6=0.0083$ olarak ayarlanmıştır (Dunn, 1961). Barınak koşullarında küçük-orta $U=358.5$ ($p=1.07 \times 10^{-5}$), küçük-büyük $U=101.5$ ($p=1.03 \times 10^{-8}$), küçük-endüstriyel $U=7.5$ ($p=2.69 \times 10^{-9}$) değerleri elde edilmiştir.

Spearman Korelasyon Analizi: Değişkenler arası ilişkileri belirlemek için Spearman sıra korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Bu yöntem normallik varsayımı gerektirmez ve sıralama esasına dayalıdır (Spearman, 1904).

Doğrusal Regresyon Analizi: Barınak koşulları ile hayvan sağlığı yönetimi arasındaki ilişki için basit doğrusal regresyon uygulanmıştır (Montgomery vd. 2012). Model $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$ şeklinde kurulmuştur (Chatterjee ve Hadi, 2012)

Güvenilirlik Analizi (Cronbach's Alpha): Tutum ölçeğinin içsel tutarlılığı Cronbach's Alpha ile değerlendirilmiştir (Cronbach, 1951). 14 maddelik döngüsellik tutum ölçeği için $\alpha=0.81$ değeri elde edilmiş ve yüksek güvenilirlik göstermiştir (Nunnally, 1978).

Likert Ölçeği Analizi: Bu araştırmada, süt sığırcılığı işletmelerinin döngüsel ekonomi kapsamındaki tutum ve davranışları 5'li Likert tipi ölçek kullanılarak ölçülmüştür (Likert, 1932). Ölçek maddeleri 1=Kesinlikle Katılmıyorum, 2=Katılmıyorum, 3=Fikrim Yok, 4=Katılıyorum ve 5=Kesinlikle Katılıyorum şeklinde kodlanmıştır (DeVellis, 2017).

Toplam 14 maddeden oluşan ölçek, Atık Yönetimi ve Biyogaz, Kırsal Kalkınma ve Finansal Destekler, Su Verimliliği, Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği ile Döngüsel Ekonomi Eğitim ve Farkındalık başlıkları altında analiz edilmiştir. Her bir alt boyut için tanımlayıcı istatistikler (medyan, standart sapma, minimum–maksimum değerler) hesaplanmış, tutumların yönünü daha doğru yansıtmak amacıyla değerlendirmelerde medyan değerleri temel alınmıştır (Carifio ve Perla, 2008).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Araştırma Alanı ve Özellikleri

Aydın ili, Türkiye'nin Ege Bölgesi'nde yer almakta olup tarımsal üretim potansiyeli bakımından ülkenin önde gelen illerindendir. İlin yüzölçümü 811.600 hektar olup, toplam alanın yaklaşık %46'sı tarım alanlarından oluşmaktadır. Kuzeyde İzmir ve Manisa, doğuda Denizli, güneyde Muğla, batıda ise Ege Denizi ile çevrilidir. Ortalama denizden yüksekliği 65 metredir ve ilin en önemli tarımsal havzası Büyük Menderes Ovası'dır (Anonim 2024b).

2024 yılı verilerine göre ilin nüfusu 1.165.943 kişidir ve il 17 ilçe ile 681 mahalleden oluşmaktadır. Nüfusun yaklaşık %55'i tarıma dayalı olarak geçimini sağlamaktadır. Aydın ili, bitkisel üretim değeri açısından ülke genelinde %2,49'luk paya sahiptir (Anonim 2024b).



Şekil 4.1 Aydın ili ve ilçeleri haritası

İlde Akdeniz iklimi hakimdir; yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise ılık ve yağışlı geçmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 17-18°C olup, toplam yıllık yağış miktarı 580 ile 1000 mm arasında değişmektedir. Aydın ilinin toprakları çoğunlukla alüvyal karakterdedir ve verimlilik bakımından ülke ortalamasının üzerindedir. Özellikle Büyük Menderes

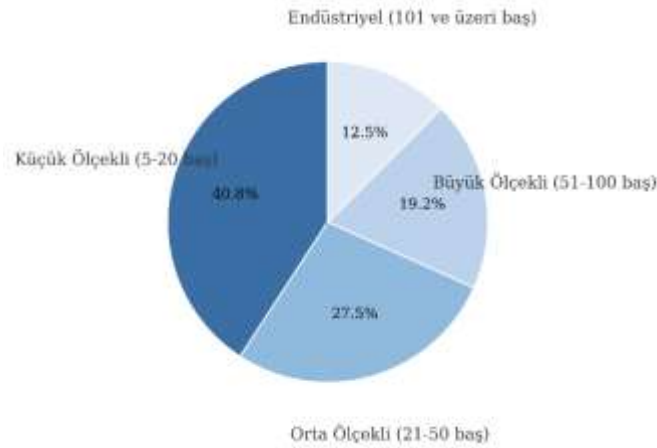
Havzası tarımsal faaliyetlerin merkezini oluşturmaktadır (Anonim 2024b). Aydın’da 3.6 milyon dekar işlenen tarım alanı bulunmakta, bunun 1.8 milyon dekarlık kısmı sulu tarım alanıdır. Pamuk, mısır, buğday ve yem bitkileri başlıca tarla ürünleridir (Anonim 2024b).

4.2 Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Sosyo – Ekonomik Durumu

Bu bölümde, Aydın ili örneğinde incelenen süt sığırcılığı işletmelerinin sosyo ekonomik profilleri ile yapısal ve teknik özellikleri bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmiştir. İşletmelerin sürdürülebilirliği ve döngüsel ekonomi politikalarının uygulanabilirliği açısından, yalnızca ekonomik göstergeler değil, aynı zamanda işletme sahiplerinin demografik özellikleri, eğitim düzeyi, nesil devamlılığı ve tarımsal tecrübe gibi beşeri sermaye unsurları da analiz edilmiştir.

4.2.1 İşletmelerin genel durumu

Araştırma kapsamında incelenen 120 süt sığırcılığı işletmesi, ölçek, demografik yapı, eğitim, yasal statü ve işgücü özellikleri açısından çeşitlilik göstermektedir. İşletmelerin ölçek dağılımı sağmal inek sayısına göre; %40,8’i küçük (5-20 baş), %27,5’i orta (21-50 baş), %19,2’si büyük (51-100 baş) ve %12,5’i endüstriyel (101+ baş) olarak sınıflandırılmıştır. (Şekil 4.2)



Şekil 4.2 Sağmal inek sayısına göre işletme gruplarının dağılımı

İşletmelerin Yasal Statüsü: Süt sığırcılığı işletmelerinin yasal statüsü, işletme yapısının kurumsallık düzeyini, finansal sorumluluk biçimini ve yönetim kapasitesini belirleyen temel unsurlardan biridir. Bu değişken, işletmelerin karar alma süreçlerini, yatırım olanaklarını ve mevzuata uyum kabiliyetini doğrudan etkilediği için döngüsel ekonomi uygulamalarının benimsenme potansiyelinde de belirleyici rol oynamaktadır. Bu nedenle, araştırmada işletmelerin yasal statülerine ilişkin dağılım incelenmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 İşletmelerin yasal statüsüne göre dağılımı

Yasal Statü	İşletme Sayısı	Oran (%)
Şahıs	103	85,8
Şirket	17	14,2
Toplam	120	100

Çizelge 4.1'e göre süt sığırcılığı işletmelerinin %85,8 şahıs işletmesi statüsünde faaliyet göstermektedir. Şirket olarak faaliyet gösteren işletmelerin oranı ise %14,2 ile sınırlı kalmaktadır. Bu bulgu, bölgede süt sığırcılığı işletmelerinin genellikle bireysel veya aile temelli girişimlerden oluştuğunu, kurumsal veya tüzel yapıda örgütlenmiş işletmelerin ise daha az yaygın olduğunu göstermektedir. Şahıs işletmelerinin ağırlıkta olması, tarımsal faaliyetin yerel, geleneksel ve aile işletmeciliği modeliyle sürdürüldüğüne işaret etmektedir.

İşletmelerin Demografik Yapısı: Tarımsal üretim faaliyetlerinin toplumsal yapısı, sürdürülebilir kalkınma politikalarının uygulanabilirliği açısından temel belirleyicilerden biridir. İşletme sahiplerinin demografik özellikleri, üretim süreçlerinde karar alma biçimlerini, yenilikçi uygulamaların benimsenmesini ve döngüsel ekonomi ilkelerinin işletme düzeyinde uygulanma kapasitesini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle araştırmada, süt sığırcılığı işletmelerinin cinsiyet ve yaş yapısı ayrıntılı biçimde incelenmiş; işletmelerin sosyo-demografik yapısının bölgedeki sürdürülebilirlik potansiyeli üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.2 İşletme sahipleri cinsiyet durumu

Cinsiyet	İşletme Sayısı	Oran (%)
Erkek	109	90,8
Kadın	11	9,2
Toplam	120	100,0

Araştırmada incelenen 120 süt sığırcılığı işletmesinin Çizelge 4.2'ye göre %90,8'inde işletme sahibinin erkek, %9,2'sinde ise kadın olması, sektörde kadınların mülkiyet ve yönetime katılımının çok düşük seviyede kaldığını göstermektedir. Yapılan anket görüşmelerindeki bulgulara göre ailedeki kadın ve erkek eşler birlikte çalışmaktadır, yasal mülkiyet genel olarak erkekler üzerindedir.

Çizelge 4.3 İşletme sahiplerinin yaş gruplarına göre dağılımı

Yaş Grubu	İşletme Sayısı	Oran (%)
20-29	10	8,3
30-39	28	23,3
40-49	42	35,0
50-59	34	28,3
60 ve üzeri	6	5,0
Toplam	120	100,0

Çizelge 4.3 incelendiğinde, araştırmaya katılan işletme sahiplerinin büyük çoğunluğunun orta yaş gruplarında yer aldığı görülmektedir. Katılımcıların %35,0'ı 40-49 yaş aralığında, %28,3'ü ise 50-59 yaş aralığındadır. 30-39 yaş grubundaki işletme sahiplerinin oranı %23,3 iken, 20-29 yaş grubunda bu oran %8,3'tür. 60 yaş ve üzeri gruptaki işletme sahiplerinin oranı ise yalnızca %5,0'dır. Bu bulgu, bölgede süt sığırcılığı işletmelerinin yönetiminin ağırlıklı olarak orta yaş ve üzeri bireylerde yoğunlaştığını göstermektedir. Genç yaş grubundaki işletme sahibi oranının düşük olması, sektörde nesil devamlılığı ve genç nüfusun tarımda istihdamı açısından önemli bir gösterge olarak tespit edilmiştir.

Eğitim Durumu: Tarımsal üretim faaliyetlerinde işletme sahiplerinin eğitim düzeyi, yeniliklerin benimsenmesi, bilgiye dayalı karar alma süreçleri ve sürdürülebilir üretim anlayışının gelişmesi açısından temel bir belirleyicidir. Eğitim, sadece bireysel üretim becerisini değil, aynı zamanda çevresel farkındalık, kaynak verimliliği ve döngüsel ekonomi ilkelerinin uygulanabilirliğini de doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle araştırmada, süt sığırcılığı işletmelerinin eğitim düzeyi ve eğitim alanı ayrıntılı biçimde incelenmiş; hem genel eğitim seviyesinin hem de tarımsal eğitim geçmişinin sektördeki dönüşüm kapasitesine etkisi değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.4'e göre işletme sahiplerinin eğitim düzeyi incelendiğinde, araştırmaya katılanların %35,0'ının lise, %30,0'ının ilkokul, %9,2'sinin meslek yüksekokulu ve %25,8'inin lisans mezunu olduğu görülmektedir. Bu bulguya göre işletme sahiplerinin yaklaşık %70,0'ının lise ve üzeri düzeyde eğitim aldığı belirlenmiştir.

Lise ve üzeri eğitim düzeyine sahip işletme sahipleri, yenilikçi uygulamaları daha hızlı benimseyebilmekte; özellikle verimlilik, hayvan refahı ve çevresel sürdürülebilirlik konularında daha bilinçli üretim stratejileri geliştirebilmektedir. Bu durum, döngüsel ekonomi ilkelerinin (örneğin atık yönetimi, besin döngülerinin kapatılması, enerji verimliliği) yerelde benimsenmesi açısından önemli bir beşeri sermaye temeli oluşturmaktadır.

Çizelge 4.4 İşletme sahiplerinin eğitim durumu dağılımı

Eğitim Durumu	İşletme sayısı	Oran (%)
İlkokul	36	30,0
Lise	42	35,0
Meslek Yüksek Okulu	11	9,2
Lisans	31	25,8
Toplam	120	100

Çizelge 4.5'e göre işletme sahiplerinin eğitim alanları incelendiğinde, işletme sahiplerinin %41,7'sinin tarımsal eğitim ve lisans üstü eğitim aldıkları görülmektedir. Bu gruptaki işletme sahiplerinin %9,2'si veteriner hekimlik, %7,5'i zootekni, ve 19,3'ü ise ziraat ve veteriner sağlık alanlarında eğitim almıştır. Tarımsal eğitim düzeyinin

yükselmesi, işletmelerin döngüsel ekonomi ilkelerini benimseme ve uygulama kapasitesini doğrudan güçlendirmektedir.

Çizelge 4.5 İşletme sahiplerinin aldıkları eğitim türleri dağılımı

Eğitim Alanı	İşletme Sayısı (n)	Oran (%)
Veteriner Hekim	11	9,2
Zootečni	9	7,5
Büyük ve Küçükbaş Hayvancılık	5	4,2
Ziraat	5	4,2
Tarım Ekonomisi	4	3,3
Tarım Lisesi	4	3,3
İşletme	4	3,3
Veteriner Sağlık	3	2,5
İktisat	2	1,7
Kooperatifçilik	1	0,8
Tarla Bitkileri	1	0,8
Bahçe Bitkileri	1	0,8
Toplam	50	41,7

İş Tecrübesi Durumu: İşletme sahiplerinin sektördeki deneyim süresi, üretim faaliyetlerinin verimliliği ve sürdürülebilir yönetim uygulamaları üzerinde belirleyici bir etkidir. Bu bölümde, süt sığırcılığı işletmelerinin sahiplerinin sektördeki çalışma süreleri incelenerek, üretim yapısının tecrübe düzeyine göre genel profili değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.6 İşletme sahiplerinin süt sığırcılığında kaçınıcı nesil olduğuna göre dağılımı

Nesil	İşletme Sayısı	Oran (%)
1. Nesil	21	17,5
2. Nesil	45	37,5
3. Nesil	54	45,0
Toplam	120	100

Çizelge 4.7 İşletme sahiplerinin süt sığırıcılığı tecrübe süresine göre dağılımı

Tecrübe Süresi	İşletme Sayısı	Oran (%)
0-4 yıl	2	1,7
5-9 yıl	21	17,5
10-19 yıl	45	37,5
20 yıl ve üzeri	52	43,3
Toplam	120	100

Çizelge 4.6'ya göre , işletme sahiplerinin süt sığırıcılığı alanındaki faaliyetleri çoğunlukla aileden devralınan ve nesiller boyu sürdürülen bir gelenek olarak öne çıkmaktadır. İşletme sahiplerinin %45,0'ı (54 kişi) üçüncü nesil, %37,5'i ikinci nesil ve %17,5'i ise birinci nesil süt sığırıcılığı yetiştiricisidir. Bu dağılım, bölgedeki süt sığırıcılığı faaliyetlerinin büyük oranda aile işletmeciliği kültürüyle devam ettiğini ve mesleki bilginin kuşaktan kuşağa aktarıldığını göstermektedir.

Çizelge 4.7'ye göre süt sığırıcılığı tecrübe süresi incelendiğinde ise, işletme sahiplerinin önemli bir kısmının uzun yıllardır sektörde faaliyet gösterdiği görülmektedir. Katılımcıların %43,3'ü 20 yıl ve üzeri, %37,5'i 10-19 yıl arası, %17,5'i 5-9 yıl arası ve sadece %1,7'si 0-4 yıl arası süt sığırıcılığı tecrübesine sahiptir. Bu bulgular, bölgede süt sığırıcılığı üretiminin köklü ve deneyime dayalı bir geçmişe sahip olduğunu, yeni girişimcilerin sektöre katılımının ise görece sınırlı kaldığını ortaya koymaktadır.

4.2.2 İşletmelerin yapısal özellikleri

Süt sığırıcılığı işletmelerinin yapısal özellikleri, üretim kapasitesinin, verimliliğin ve sürdürülebilirlik düzeyinin belirlenmesinde temel rol oynamaktadır. Bu kapsamda işletmelerin sahip oldukları sığır varlığı, işletme tipi, süt üretim miktarı, karlılık durumu, bina ve altyapı olanakları, arazi mülkiyet yapısı ile alet- ekipman donanımı gibi göstergeler incelenmiştir. Bu bölümde sunulan bulgular, işletmelerin fiziksel ve ekonomik kapasitelerindeki farklılıkların döngüsel ekonomi uygulamaları açısından taşıdığı potansiyellerin anlaşılmasına zemin hazırlamaktadır.

İşletmelerin ölçeklerine göre sınıflandırılması, üretim kapasitesi ve kaynak kullanımı arasındaki farklılıkların analiz edilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu kapsamda araştırmada, sağmal inek sayısı temel alınarak oluşturulan işletme gruplarına göre toplam sığır varlığı ve bu varlığın ölçekler arasındaki dağılımı değerlendirilmiştir. Sınıflandırmada sağmal inek sayısı esas alınmış; 5–20 baş küçük, 21–50 baş orta, 51–100 baş büyük olarak tanımlanmıştır. Aile işletmeciliği ölçeğini aşan, ticari amaçla ve kurumsal yapıda faaliyet gösteren 101+ baş işletmeler endüstriyel grup olarak adlandırılmıştır.

Çizelge 4.8 İşletme gruplarına göre toplam sığır sayısı ve oranları

İşletme Grubu	Toplam Sığır Sayısı	Oran (%)
Küçük (5-20 baş)	280	1,8
Orta (21-50 baş)	992	6,3
Büyük (51-100 baş)	1.883	12,0
Endüstriyel (101+ baş)	12.491	79,8
Toplam	15.646	100

Çizelge 4.8’e göre toplam sığırların %79,8’i endüstriyel ölçekli (101 baş ve üzeri) işletmelerde bulunmaktadır. Büyük ölçekli işletmeler (51-100 baş) toplamın %12,0’sini, orta ölçekli işletmeler (21-50 baş) %6,3’ünü, küçük ölçekli işletmeler (5-20 baş) ise sadece %1,8’ini oluşturmaktadır. Bu bulgu, bölgedeki sığır varlığının büyük ölçüde endüstriyel ve büyük ölçekli işletmelerde toplandığını, küçük ve orta ölçekli işletmelerin toplam sığır popülasyonunda sınırlı paya sahip olduğunu göstermektedir.

İşletmelerde kullanılan ahır tipi, üretim sisteminin yapısını ve hayvan refahı koşullarını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, araştırma kapsamındaki işletmelerin barınak tiplerine göre dağılımı değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.9 İşletme barınak tiplerine göre dağılım

İşletme Tipi	İşletme Sayısı	Oran (%)
Yarı Açık Serbest Dolaşım	78	65,0
Kapalı Sabit Duraklı	22	18,3
Yarı Açık Sabit Duraklı	19	15,8
Kapalı Serbest Dolaşım	1	0,8
Toplam	120	100

Çizelge 4.9'a göre araştırmaya dahil edilen süt sığırcılığı işletmelerinin %65,0'ı yarı açık serbest dolaşımli tipte faaliyet göstermektedir. Kapalı sabit duraklı işletmeler %18,3 yarı açık sabit duraklı işletmeler %15,8 ve kapalı serbest dolaşımli tipte olanlar ise yalnızca %0,8 oranındadır. Bu dağılım, bölgede süt sığırcılığında ağırlıklı olarak yarı açık ve serbest dolaşımli sistemlerin tercih edildiğini, tam kapalı veya sabit sistemlerin ise daha sınırlı kaldığını göstermektedir. İşletme tipi tercihi, bölgedeki iklim koşulları ve işletme sahiplerinin yönetim tercihlerine göre şekillenmektedir.

Süt üretim miktarı, işletmelerin ekonomik performansını ve ölçek düzeyini belirlemede temel göstergelerden biridir. Bu nedenle araştırmada, işletmelerin günlük süt üretim düzeyleri analiz edilerek üretim kapasitesine ilişkin genel eğilimler ortaya konmuştur.

Çizelge 4.10 İşletmelerin günlük süt üretimi dağılımı

Günlük Süt Üretimi (lt)	İşletme Sayısı	Oran (%)
0-499	57	47,5
500-999	24	20,0
1000-1999	22	18,3
2000 ve üzeri	17	14,2
Toplam	120	100

Çizelge 4.10'a göre araştırma kapsamındaki süt sığırcılığı işletmelerinin %47,5'i günlük 0-499 litre süt üretimi yapmaktadır. 500-999 litre aralığında üretim yapan işletmelerin oranı %20,0, 1000-1999 litre aralığında olanlar %18,3 ve 2000 litre ve üzerinde üretim yapanlar ise %14,2 olarak belirlenmiştir. Bu bulgu, bölgede küçük ve orta ölçekli süt üretiminin yaygın olduğunu, ancak yüksek kapasiteli üretim yapan işletmelerin de dikkate değer bir paya sahip olduğunu göstermektedir. Süt üretimi dağılımı, işletmelerin ölçek farklılıklarını ve üretim kapasitesindeki çeşitliliği yansıtmaktadır.

Çizelge 4.11 Sağmal inek ortalama günlük süt üretimi dağılımı

Günlük Süt Üretimi (litre)	İşletme Sayısı	Oran (%)
10,0 – 14,9	4	3,3
15,0 – 19,9	29	24,2
20 ve üzeri	87	72,5
Toplam	120	100,0

Çizelge 4.11 incelendiğinde, araştırmaya katılan işletmelerin büyük çoğunluğunda inek başına günlük ortalama süt üretiminin yüksek seviyede olduğu görülmektedir. İşletmelerin %72,5'i inek başına günlük 20 litre ve üzeri süt üretimi yapmaktadır. %24,2'sinde bu değer 15-19,9 litre aralığında, %3,3'ünde ise 10-14,9 litre aralığındadır. Araştırmada 10 litrenin altında süt üreten işletmeye rastlanmamıştır. Bu bulgu, incelenen süt sığırcılığı işletmelerinde verimliliğin genel olarak yüksek düzeyde olduğunu ve bölgedeki üretim standartlarının sektör ortalamasının üzerinde seyrettiğini göstermektedir.

İşletmelerin ekonomik sürdürülebilirliğini değerlendirmek amacıyla, işletme sahiplerinin karlılık algıları incelenmiştir. Ayrıca Karlılığın yetersiz bulunma nedenlerini ortaya koymak amacıyla, işletme sahiplerine bu duruma etki eden başlıca faktörler sorulmuştur. İşletmelerde karlılığın düşük algılanmasına neden olan unsurların belirlenmesi, ekonomik durumun döngüsel uygulamalar üzerindeki etkisini değerlendirmek açısından önem taşımaktadır.

Çizelge 4.12 İşletme sahiplerinin karlılık yeterlilik durumu cevapları

Karlılığı Yeterli Görme	İşletme Sayısı	Oran (%)
Hayır	102	85,0
Evet	18	15,0
Toplam	120	100

Araştırmada yer alan işletme sahiplerinin büyük çoğunluğu karlılığını yeterli bulmamaktadır. Çizelge 4.12'ye göre katılımcıların %85,0'i karlılığını “yeterli görmediğini”, yalnızca %15,0'i ise karlılığını “yeterli” bulunduğunu ifade etmiştir. Bu sonuç, bölgede faaliyet gösteren süt sığırcılığı işletmelerinde karlılık düzeyinin genel olarak düşük algılandığını göstermektedir. Karlılığın yetersiz bulunması, işletmelerin sürdürülebilirliği ve sektöre yönelik motivasyonu olumsuz etkileyebilecek önemli bir bulgu olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.13 İşletmelerdeki karlılık yetersizliği sebepleri dağılımı

Karlılıkta Yetersizliğe Neden Olan Faktörler	İşletme Sayısı	Oran (%)
Girdi maliyetlerinin yüksekliği	97	80,8
Üretimde kalite-verimlilik sorunları	50	41,7
Ölçeğin düşük olması	50	41,7
Pazarlama sorunu	9	7,5
Kalifiye işgücü temini sorunu	9	7,5
Toplam	120	

Çizelge 4.13'e göre katılımcıların yüzde %80,8'i karlılığın yetersiz olmasının temel nedeni olarak "girdi maliyetlerinin yüksekliğini" belirtmiştir. Bunu %41,7 oran ile "üretimde kalite/verimlilik sorunları" ve "ölçeğin düşük olması" izlemektedir. Ayrıca %7,5 oranında işletme sahibi "pazarlama sorunu" ve yine %7,5'i "kalifiye işgücü temini" sorununu karlılıkta yetersizliğin nedenleri arasında göstermiştir. Bu bulgu, özellikle artan girdi maliyetlerinin ve işletme ölçeğinin küçük olmasının bölgedeki süt sığırcılığı işletmeleri için temel ekonomik sorunlar arasında yer aldığını ortaya koymaktadır. Diğer taraftan, kalite ve verimlilik ile pazarlama ve işgücü sorunları da sektörün sürdürülebilirliği üzerinde etkili olabilecek önemli faktörler olarak öne çıkmaktadır.

İşletmelerin bina ve altyapı varlığı, atık yönetimi, kaynak verimliliği ve üretim süreçlerinin döngüsellliği açısından belirleyici unsurlardan biridir. Bu nedenle araştırma kapsamındaki işletmeler bina, işletmelerin fiziksel altyapı kapasitesi ve alet ekipman varlığı açısından değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.14 İşletmelerin bina varlığı

Bina/Altyapı Türü	İşletme Sayısı	Var (%)	İşletme Sayısı	Yok (%)
Bakıcı Evi	37	30,8	83	69,2
Yönetim Binası	37	30,8	83	69,2
Silaj Çukuru	59	49,2	61	50,8
Yem Deposu	71	59,2	49	40,8
Alet-Makine Alanı	49	40,8	71	59,2
Gübre Çukuru	30	25,0	90	75,0
Su Deposu	94	78,3	26	21,7
Mazot Deposu	108	90,0	12	10,0

Çizelge 4.14 incelendiğinde, süt sığırcılığı işletmelerinin bina ve altyapı varlığı açısından farklılıklar gösterdiği görülmektedir. İşletmelerde en yaygın olarak bulunan birimler mazot deposu su deposu ve yem deposu olmuştur. Buna karşılık, bakıcı evi ve yönetim binası işletmelerin yalnızca %30,8’inde bulunmaktadır. Silaj çukuru %49,2, alet-makine alanı %40,8, gübre çukuru ise %25,0 oranında mevcuttur. Bu bulgu, işletmelerin çoğunlukla temel ve zorunlu altyapı ihtiyaçlarını karşıladığını, bazı teknik veya idari bina varlıklarının ise daha sınırlı olduğunu göstermektedir. Altyapıdaki bu farklılık, işletme ölçeği ve modernizasyon düzeyinin farklılıklarına da işaret etmektedir.

Çizelge 4.15 İşletme gruplarına göre bina ve altyapı varlığı (%)

İşletme Grubu	Bakıcı Evi	Gübre Çukuru	Mazot Deposu	Silaj Çukuru	Su Deposu	Yem Deposu	Yönetim Binası	Alet-Makine Alanı
Küçük Ölçekli	0,0%	0,0%	91,8%	0,0%	46,9%	0,0%	0,0%	2,0%
Orta Ölçekli	0,0%	30,3%	75,8%	63,6%	100,0%	100,0%	0,0%	33,3%
Büyük Ölçekli	95,7%	21,7%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	95,7%	95,7%
Endüstriyel	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Çizelge 4.15’e göre, bina ve altyapı varlığı işletme ölçeklerine göre önemli farklılıklar göstermektedir. Endüstriyel işletmelerde tüm bina ve altyapı birimleri %100 oranında bulunurken, büyük ölçekli işletmelerde de bu oran %95,7 ile %100 arasında değişmektedir. Orta ölçekli işletmelerde su deposu ve yem deposu gibi temel altyapı birimlerinin tamamında %100 varlık söz konusu iken, mazot deposu %75,8, silaj çukuru %63,6, gübre çukuru %30,3 ve alet-makine alanı %33,3 oranında bulunmaktadır. Küçük ölçekli işletmelerde ise mazot deposu %91,8 oranı ile yaygın olarak bulunurken, diğer bina ve altyapı birimlerinin varlığı oldukça sınırlıdır. Bu dağılım, işletme ölçeği büyüdükçe altyapı ve teknik donanımın arttığını; küçük ölçekli işletmelerde ise modern altyapı olanaklarının oldukça kısıtlı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.16 İşletme gruplarına göre alet-makine varlığı (%)

İşletme Grubu	Traktör	Römork	Süt Sağım Makinesi Mobil	Süt Sağım Ünitesi	Süt Soğutma Tankı	Yem Kırma Makinesi	Yem Karma Makinesi
Küçük Ölçekli	100.0%	100.0%	100.0%	0.0%	89.8%	26.5%	87.8%
Orta Ölçekli	100.0%	100.0%	78.8%	42.4%	100.0%	84.8%	100.0%
Büyük Ölçekli	100.0%	100.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Endüstriyel	100.0%	100.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Çizelge 4.16'ya göre traktör ve römork tüm işletme gruplarında %100 eksiksiz olarak mevcuttur. Süt sağım makinesi (mobil) küçük ölçekli işletmelerin tamamında (%100), orta ölçekli işletmelerin %78,8'inde bulunurken, büyük ve endüstriyel işletmelerde ise bu ekipman yer almamaktadır. Buna karşılık, süt sağım ünitesi, süt soğutma tankı, yem kırma makinesi ve yem karma makinesi gibi daha gelişmiş ekipmanlar, özellikle büyük ve endüstriyel işletmelerde %100 oranında bulunmaktadır. Küçük ölçekli işletmelerde ise süt sağım ünitesi hiç bulunmazken, yem kırma makinesi (%26,5) ve yem karma makinesi (%87,8) daha sınırlı oranda mevcuttur. Bu bulgular, işletme ölçeği büyüdükçe teknik donanım ve ekipman çeşitliliğinin belirgin biçimde arttığını, küçük ölçekli işletmelerde ise temel ekipmanların öne çıktığını göstermektedir.

Arazi varlığı, yem üretim kapasitesi ve kaynak döngüselliğinin sürdürülebilirliği açısından önemli bir göstergedir. Bu kapsamda araştırmada, işletmelerin tapulu ve kiralık arazi büyüklükleri ölçek gruplarına göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.17 İşletme gruplarına göre ortalama arazi varlığı (dekar)

İşletme Grubu	Ortalama Tapulu (dekar)	Ortalama Kiralık (dekar)
Küçük	18,1	5,0
Orta	21,1	8,8
Büyük	24,2	11,9
Endüstriyel	68,6	29,6

Çizelge 4.17 incelendiğinde, ortalama tapulu ve kiralık arazi varlığının işletme ölçeğine göre belirgin şekilde arttığı görülmektedir. Küçük ölçekli işletmelerde ortalama tapulu arazi 18,1 dekar ve ortalama kiralık arazi 5,0 dekar iken, bu değerler orta ölçekli işletmelerde sırasıyla 21,1 ve 8,8 dekara yükselmektedir. Büyük ölçekli işletmelerde ortalama tapulu arazi 24,2 dekar, ortalama kiralık arazi ise 11,9 dekar olarak belirlenmiştir. Endüstriyel işletmelerde ise ortalama tapulu arazi 68,6 dekar, ortalama kiralık arazi ise 29,6 dekar ile diğer gruplara kıyasla çok daha yüksek düzeydedir. Bu bulgu, işletme ölçeği büyüdükçe arazi varlığının da anlamlı biçimde arttığını ve geniş arazilerin özellikle endüstriyel ölçekte faaliyet gösteren işletmelerde yoğunlaştığını göstermektedir.

İşletmelerin yem bitkisi üretim deseni, kendi yem ihtiyacını karşılama kapasitesi ve döngüsel kaynak kullanımı açısından önemli bir göstergedir. Bu nedenle araştırmada, işletmelerde ekilen yem bitkisi türleri ve ekiliş alanları incelenmiştir.

Çizelge 4.18 İşletmelerde ekilen yem bitkisi türleri (%)

Yem Bitkisi Türü	(İşletme Sayısı)	(%)
Buğday	44	36,7
Arpa	28	23,3
Mısır	113	94,2
Yonca	89	74,2
Fiğ	43	35,8
Diğer	87	72,5

Çizelge 4.18'e göre araştırma kapsamındaki süt sığırcılığı işletmelerinin büyük çoğunluğu yem bitkisi üretimi yapmaktadır. İşletmelerin %94,2'sinde mısır, %74,2'sinde yonca, %72,5'inde ise "diğer" yem bitkileri ekilmektedir. Bunun yanında, %36,7 buğday , %23,3 arpa ve %35,8 fiğ gibi geleneksel yem bitkilerinin de belirli bir oranda ekildiği görülmektedir. Mısırın en yaygın ekilen yem bitkisi olması, kaba yem ihtiyacının karşılanmasında bu bitkinin temel rol oynadığını göstermektedir. Ayrıca, yonca ve fiğ gibi yem bitkileri de bölgede yaygın olarak yetiştirilmektedir.

Çizelge 4.19 Yem bitkisi türlerine göre ekiliş alanı dağılımı (dekar)

Yem Bitkisi Türü	İşletme Sayısı	Toplam Alan (dekar)
Buğday	44	400,0
Arpa	28	180,0
Mısır	113	3743,0
Yonca	89	1813,0
Fiğ	43	263,0
Diğer	87	3246,0

Çizelge 4.19 incelendiğinde, süt sığırcılığı işletmelerinde ekilen yem bitkisi türleri arasında özellikle mısırın öne çıktığı görülmektedir. Mısır, 113 işletmede toplam 3.743 dekar ekiliş alanı ve ortalama 33,1 dekar ile en yaygın ve en büyük alanda ekilen yem bitkisi olmuştur. Yonca, 89 işletmede toplam 1.813 dekar ve ortalama 20,4 dekar ekilişle ikinci sırada yer almaktadır. “Diğer” kategorisinde ise 87 işletmede toplam 3.246 dekar ve ortalama 37,3 dekar alan ekilmiş, burada büyük olasılıkla farklı alternatif yem bitkilerinin yetiştirildiği düşünülmektedir. Buğday 44 işletme, toplam 400 dekar, ortalama 9,1 dekar, arpa 28 işletme, toplam 180 dekar, ortalama 6,4 dekar ve fiğ 43 işletme, toplam 263 dekar, ortalama 6,1 dekar ekiliş alanları daha düşük kalmaktadır. İşletmelerin kaba yem ihtiyacını karşılamada başta mısır ve yonca olmak üzere farklı yem bitkisi türlerine yöneldiği ve üretimde çeşitliliğe önem verildiği tespit edilmiştir.

4.3 Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Döngüsellik Durumu

Süt sığırcılığı işletmelerinin döngüsel ekonomi ilkeleriyle uyumluluğu ve işletmelerin döngüselliklerinin ölçülmesi beş temel kategori üzerinden değerlendirilmiştir. Bu kategoriler; i) hayvan sağlığı ve refahı, ii) toprak korunması, iii) besin döngülerinin kapatılması ile sera ve amonyak emisyonları, iv) tarımsal mekanizasyon ve teknoloji kullanımı ile v) bölgesel işbirliği ve kırsal kalkınmaya katkı durumu olarak belirlenmiştir. Her bir ana kategori ve bunlara bağlı alt başlıklar, süt sığırcılığı işletmelerinde döngüsellik düzeyinin bütüncül olarak ölçülmesini ve analiz edilmesini sağlamıştır. Araştırmanın ana amacı olan süt işletmelerinde döngüsellik ölçülmesi için oluşturulan ölçütler, her ana kategori ve alt kategoriyi içeren sorulara verilen yanıtlar analiz

edilmiştir. Her bir kategorideki sorulara verilen Evet/Hayır seçenekli cevaplar ile döngüsellik analizi yapılmıştır.

4.3.1 Süt sığırcılığı işletmelerinin hayvan sağlığı ve refahı döngüsellik durumu

Süt sığırcılığında Hayvan Sağlığı ve Refahı ölçütü iki alt kategori ile ölçülmüştür. Bunlar İşletme barınak Koşulları ve Hayvan Hastalıkları ve Koruyucu Önlemlerdir. Bu iki başlıkta detaylı olarak anket bulguları analiz edilmiştir.

4.3.1.1 Barınak koşullarına göre döngüsellik durumu

Barınak koşulları, katılımcılara yöneltilen her bir sorunun önem derecesine göre ağırlıklandırılarak hesaplanmıştır. Her bir işletmenin barınak koşulları puanı; havalandırma, aydınlatma, temizlik, yem-su sistemleri ve hayvan refahını içeren sorulara verilen yanıtlar ile analiz edilmiştir. (Çizelge 4.20) Her işletmenin bu maddelerden elde ettiği toplam puan, karşılaştırılabilirliği sağlamak amacıyla yüzdelik puanı dönüştürülmüştür. İşletmeler dört kategoriye ayrılmıştır: küçük (n=49), orta (n=33), büyük (n=23) ve endüstriyel (n=15) (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.20 Barınak koşulları soruları

	Soru Başlığı
1	İşletme fiziksel kapasitesinin üstünde hayvan varlığına sahip mi?
2	İşletmede hayvan başına gezinme alanı yeterli mi?
3	Ahır içinde hayvanların yaş gruplarına göre ayrılmış alanlar var mı?
4	Buzağılar için korunaklı buzağı kulübesi var mı?
5	Hayvan yemleme düzeni, hayvanların kolayca ulaşabileceği şekilde mi?
6	Hayvanlar için suluklar otomatik dolabilir şekilde mi?
7	Ahır içinde yeterli aydınlatma mevcut mu?
8	Ahırın havalandırması yeterli düzeyde mi?
9	Ahırın çatısı uygun havalandırma planına göre mi inşa edilmiştir?
10	Ahırın çatısı sağlam ve korunaklı mı?
11	Ahırın çatısında yağmur suyu sızdıran hasarlı alanlar mevcut mu?
12	Ahır içi sıcaklık kontrolü için fan vb. ekipmanlar mevcut mu?
13	Ahırda biriken hayvan gübresi sık sık temizleniyor mu?
14	Ahırda hayvanlar için elektrikli fırça var mı?
15	Ahırda yapılması planlanan iyileştirmeler var mı?
16	Ahır binasının eskiyen ve hasarlı kısımları düzenli olarak onarılıyor mu?

Çizelge 4.21 İşletme ölçeğine göre barınak koşulları yüzdelik puanları

İşletme Ölçeği	n	Ortalama (%)	Std. Sapma	Min	Maks
Küçük	49	32.53	29.43	0.00	76.9
Orta	33	53.69	3.71	52.25	76.9
Büyük	23	85.60	15.82	52.25	100
Endüstriyel	15	100.00	0.00	100.00	100.00

Barınak koşulları, işletmelerin sürdürülebilir üretim kapasitesi açısından temel bir gösterge olup, bu çalışmada anketin ilgili bölümündeki tüm sorular , önem derecelerine göre ağırlıklandırılarak toplam bir puan elde edilmiştir. Hesaplanan toplam puanlar, maksimum puanı oranlanarak yüzdelik puanı dönüştürülmüş; böylece her işletme için barınak koşulları standartlaştırılmış bir şekilde değerlendirilmiştir. Barınak koşulları endeksinin, genel değerlendirme içinde %15 ağırlığa sahip olduğu da ayrıca dikkate alınmıştır.

Elde edilen sonuçlar, işletmelerin barınak koşulları bakımından, küçük işletmelerde %32,5; orta işletmelerde %53,7; büyük işletmelerde %85,6 ve endüstriyel işletmelerde %100 olarak döngüsellik durumu hesaplanmıştır. Bu durum, mevcut uygulamaların genel olarak maksimum değerin oldukça altında kaldığını; özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerde barınak altyapısının sınırlı düzeyde geliştirilebildiğini göstermektedir. Her büyüklük kategorisinde barınak puanlarının dağılımı incelendiğinde, küçük ve orta işletmelerin düşük ve yaygın bir dağılım gösterdiği, buna karşılık büyük ve özellikle endüstriyel işletmelerin yüksek ve homojen değerlere sahip olduğu görülmektedir. Bu bulgular, işletme ölçeği büyüdükçe barınak altyapısının gelişmişlik düzeyinin belirgin şekilde arttığını ortaya koymaktadır.

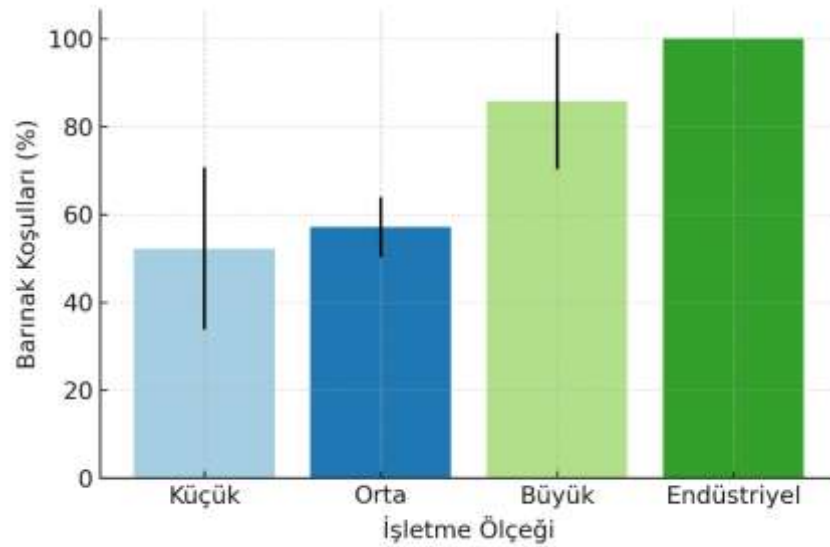
Gruplar arası barınak koşulları toplam puanlarının karşılaştırılması Kruskal-Wallis testi (Çizelge 4.18) ile yapılmıştır. Analiz sonucunda gruplar arasında farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($H(3) = 75.23, p < 0.001$).

Çizelge 4.22 Gruplar arası barınak koşulları toplam puanlarının karşılaştırılması Kruskal-Wallis testi

Test	H (Ki-kare)	sd (df)	p-değeri	Anlamlılık
Kruskal-Wallis	75.23	3	<0.001	Anlamlı fark

Bunu takiben, ikili grup karşılaştırmaları Bonferroni düzeltmeli Mann-Whitney U testleriyle gerçekleştirilmiştir.

Şekil 4.3’de görüldüğü üzere işletme büyüklüğü arttıkça barınak koşulları puanında sistematik ve istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.3 İşletme ölçeği gruplarına göre barınak koşulları yüzdelik puanlarının dağılımı

Kruskal-Wallis testi bulgularına göre, işletme büyüklüğü grupları arasında barınak koşulları yüzdelik puanlarında çok anlamlı düzeyde fark olduğu saptanmıştır ($H(3) = 75.23, p < 0.001$). Bu sonucun ardından yapılan Bonferroni düzeltmeli Mann-Whitney U post-hoc analizleri, tüm grup çiftleri arasında barınak koşulları puanlarında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunduğunu göstermiştir (düzeltilmiş anlamlılık düzeyi $\alpha = 0.0083$).

Özellikle endüstriyel işletmelerin tamamı %100 barınak puanına ulaşırken, büyük ölçekli işletmelerde bu oran ortalama %85.8 olarak hesaplanmıştır. Orta ve küçük ölçekli işletmelerde ise ortalama barınak puanları sırasıyla %57.1 ve %52.3 düzeyindedir. Bu bulgular, küçük ve orta ölçekli işletmelerin barınak altyapısı açısından büyük ve endüstriyel işletmelere kıyasla belirgin biçimde geri planda kaldığını ortaya koymaktadır.

Elde edilen sonuçlar, literatürde sıklıkla vurgulanan ölçek ekonomisi, teknolojiye erişim ve finansal kaynaklar ile altyapı gelişimi arasındaki pozitif ilişkiyi desteklemektedir (Han ve Bakır 2013, Aydın vd. 2016, Koçyiğit vd. 2018, Sertoğlu ve Darbaz 2017). Araştırma bulguları, işletme büyüklüğündeki artışın barınak koşulları endeksinde sistematik ve anlamlı bir iyileşme ile sonuçlandığını göstermiştir.

Araştırma bulguları, barınak altyapısında modernizasyon ve yüksek standartlara ulaşmanın işletme ölçeği ve kaynak seviyesi ile doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu bulgular doğrultusunda, küçük ve orta ölçekli işletmelerin barınak altyapısının geliştirilmesi için hedefli destek programlarına ve yatırımlara ihtiyaç duyduğu anlaşılmaktadır.

4.3.1.2 Hayvan hastalıkları ve koruyucu önlemler durumu

Hayvan sağlığı yönetimi ve koruyucu uygulamalar, süt sığırcılığı işletmelerinde verimlilik, sürdürülebilirlik ve döngüsellik düzeyini doğrudan etkileyen temel unsurlardır. Bu kapsamda, işletmelerin hastalık önleme, aşılama ve üreme yönetimi uygulamaları değerlendirilmiştir. Çizelge 4.23 işletmelerin hayvan hastalıklarıyla mücadele ve koruyucu önlemleri uygulama düzeyini belirlemek amacıyla yöneltilen anket soruları belirtilmiştir. Araştırma kapsamındaki anket soruları ile hayvan hastalıkları ve koruyucu önlemlerin döngüsellik etkisi ölçülmüştür.

Çizelge 4.23 Hayvan hastalıkları ve koruyucu önlemler soruları

	Soru Başlığı
1	İşletmemiz hastalıklardan ari işletmedir.
2	İşletmenizde hayvanlar için kullanılan suyun analizini yaptırıyor musunuz?
3	İşletmede veteriner hekiminiz var mı?
4	Düzenli olarak aşı uygulaması yaparım.
5	Düzenli aralıklarla veteriner danışmanlık hizmeti alıyorum.
6	Sadece hayvan hastalandığında veterinerine danışırım.
7	Belirli bir hayvan yemleme programım var.
8	Aşı takibi için kayıt tutuyorum.
9	Düzenli olarak hayvanların tırnak bakımını yaptırıyorum.
10	Hayvanların kızgınlık takibi kaydını tutuyorum.
11	Suni tohumlama uygulaması yapıyorum.
12	Suni tohumlama uygulamasında en ucuz spermayı seçiyorum.
13	Suni tohumlama için sperma seçiminde hayvanın ırk özelliklerine göre tercih yapıyorum.

Tüm gruplarda varyans homojenliği varsayımının sağlanamaması nedeniyle, gruplar arası farklılıkların analizinde parametrik olmayan bir yöntem olarak Kruskal-Wallis testi tercih edilmiştir. İşletme büyüklüğü grupları arasındaki karşılaştırmada, Kruskal-Wallis testi kullanılmış ve hayvan hastalıkları ve koruyucu önlemler toplam puanlarında gruplar arasında istatistiksel olarak oldukça anlamlı bir farklılık olduğu saptanmıştır ($H=83,79$, $p=1.15 \times 10^{-13} < 0,001$). Anlamlılık tespit edilmesinin ardından, çiftli grup karşılaştırmaları Bonferroni düzeltmeli Mann-Whitney U testleriyle yapılmıştır. (Çizelge 4.24)

Çizelge 4.24 Hayvan hastalıkları ve koruyucu önlemler Mann Whitney U testleri

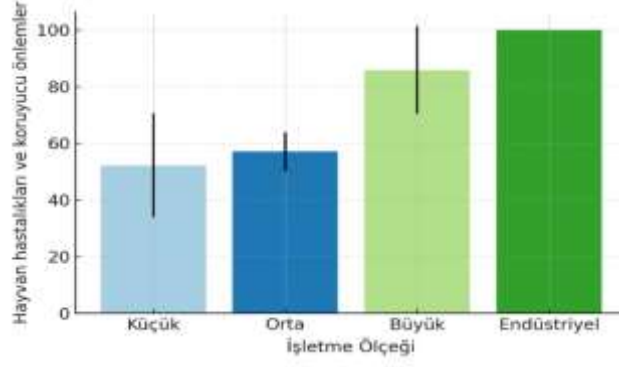
Grup Karşılaştırma	U Değeri	p-değeri	Anlamlılık ($\alpha=0.0083$)	Effect Size (r)
Küçük - Orta	874.5	2.1×10^{-7}	Evet	0.68
Küçük - Büyük	193.0	7.2×10^{-10}	Evet	0.91
Küçük - Endüstriyel	397.5	5.9×10^{-9}	Evet	1.00
Orta - Büyük	99.0	2.3×10^{-10}	Evet	0.99
Orta - Endüstriyel	247.5	2.3×10^{-8}	Evet	1.00
Büyük - Endüstriyel	300.0	0.834	Hayır	0.04

Elde edilen bulgular, büyük ölçekli işletmelerin hayvan hastalıkları ve koruyucu önlemler toplam puanının, küçük, orta ve endüstriyel işletmelere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Küçük ve orta ölçekli işletmeler ile orta ve endüstriyel işletmeler arasında ise anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir.

İşletme büyüklüğü ile hayvan hastalıkları yönetimi arasındaki pozitif ilişki, bu çalışmaya özgü bir durum değildir. Aydın vd. (2016) Erzurum ili Hınıs ilçesinde yürüttükleri çalışmada da, büyük ölçekli sığırcılık işletmelerinin hastalık yönetimi puanlarının küçük ölçekli işletmelere kıyasla anlamlı düzeyde yüksek olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, Sertoğlu ve Darbaz'ın (2017) Kuzey Kıbrıs'ta gerçekleştirdikleri araştırma, işletme büyüklüğü ile veteriner hekimlik hizmetlerine erişim arasında güçlü ve pozitif bir korelasyon olduğunu ortaya koymuştur. Bu ulusal düzeydeki bulgular, uluslararası literatürle de örtüşmektedir. Hogeveen vd. (2011) ile Stott vd. (2012) gelişmiş ülkelerde yürüttükleri kapsamlı çalışmalarda, büyük ölçekli çiftlik işletmelerinde hastalık görülme sıklığının küçük işletmelere kıyasla daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Araştırma bulguları, işletme ölçeğinin hayvan sağlığı yönetiminde belirleyici olduğunu ve veterinerlik hizmetlerinin yaygınlığı ve etkinliği açısından kritik bir rol oynadığını açıkça ortaya koymaktadır.

Küçük, orta, büyük ve endüstriyel işletme ortalamaları sırasıyla %49,0, %85,0, %96,3 ve %90,0 olarak analiz edilmiştir; sektörün örneklem-ağırlıklı ortalaması %73,1 olarak hesaplanmıştır. Orta ve büyük ölçeklerde görece yüksek uyumun sağlandığı, küçük ölçeğin ise iyileştirme gerektirdiği değerlendirilmektedir. (Şekil 4.4)

Her bir işletme büyüklüğü grubunda hayvan hastalıkları ve koruyucu önlemler kategorisi puan dağılımı Şekil 4.10'da gösterilmiştir. Özellikle büyük ölçekli işletmelerde puanların yüksek düzeyde yoğunlaştığını göstermektedir. Buna karşılık, küçük ve orta ölçekli işletmelerde puanların daha geniş bir aralıkta dağıldığı ve düşük değerlere sahip olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 4.4 İşletme ölçeklerine göre hayvan hastalıkları ve koruyucu önlemler döngüsellik puanları

Bu bulgular, büyük işletmelerin hayvan sağlığı yönetimi ve koruyucu önlemler açısından daha sistematik ve gelişmiş uygulamalara sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Küçük ve orta ölçekli işletmeler bu alanda sınırlı bir kapasiteye sahiptir. İşletme ölçeği büyüdükçe, koruyucu sağlık uygulamalarının hem çeşitliliğinin hem de etkililiğinin anlamlı biçimde arttığı anlaşılmaktadır. Bu durum, veteriner hizmetlerine erişim, düzenli aşılama ve sağlık izleme sistemleri gibi koruyucu önlemlerin yaygınlığı ile doğrudan ilişkilidir.

4.3.1.3 Barınak koşulları ile hayvan hastalıkları ve koruyucu önlemler arasındaki ilişkinin hayvan sağlığı ve refahı ölçütüne etkisi

İşletme büyüklüğü kategorilerine göre toplam puanın barınak koşulları ile hayvan hastalıkları ve koruyucu önlemlerden oluşan bileşenlerine göre dağılımı hesaplanmıştır (Çizelge 4.25). Elde edilen sonuçlar, işletme ölçeği büyüdükçe toplam refah kategorisinde barınak koşullarının payının istikrarlı biçimde arttığını göstermektedir. Küçük ölçekli işletmelerde toplam puanın ortalama %33,3'ü barınak koşullarından, %66,7'si ise hastalık ve koruyucu önlemlerden sağlanmaktadır. Orta ölçekli işletmelerde bu oran %36,6'ya yükselirken, büyük ölçekli işletmelerde %42,3'e, endüstriyel işletmelerde ise %45,5'e ulaşmaktadır. Bu bulgu, işletme büyüklüğü arttıkça altyapı ve çevresel refah göstergelerinin toplam hayvan sağlığı ölçütüne olan katkısının anlamlı biçimde arttığını ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.25 İşletme büyüklüğüne göre dağılım (%)

İşletme Büyüklüğü	Barınak Koşulları (%)	Hastalık ve Koruyucu Önlemler (%)
Küçük	33.3	66.7
Orta	36.6	63.4
Büyük	42.3	57.7
Endüstriyel	33.3	66.7

Bu bulgu, küçük ve orta ölçekli işletmelerde koruyucu önlemlerin ve hastalık yönetiminin toplam refah puanında daha büyük bir ağırlık taşıdığını, buna karşılık ölçek büyüdükçe barınak koşullarının belirleyiciliğinin arttığını göstermektedir. Endüstriyel işletmelerde altyapı standartlarının sistematik olarak yükseldiği ve bu sayede toplam refah puanına daha fazla katkı sunduğu anlaşılmaktadır. İşletme ölçeği büyüdükçe barınak koşullarının önemi artmakta, buna paralel olarak hastalık ve koruyucu önlem uygulamalarının toplam içindeki göreceli ağırlığı azalmaktadır.

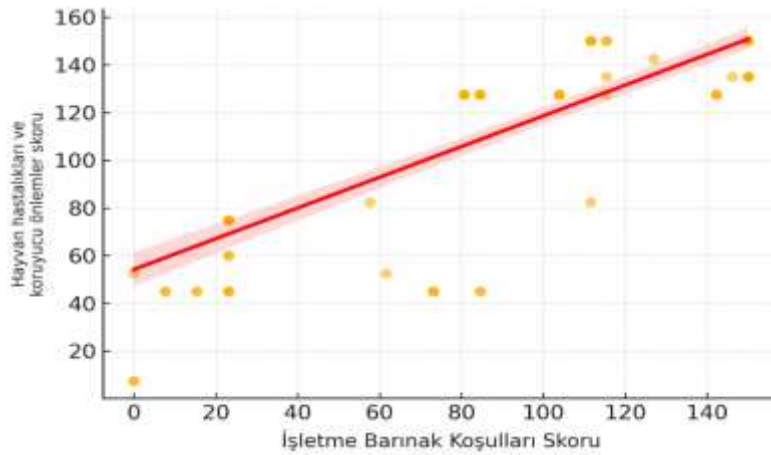
İşletmelerde barınak koşulları ile hayvan hastalıkları ve koruyucu önlemler puanları arasındaki doğrusal ilişkiyi değerlendirmek amacıyla yapılan regresyon analizi bulguları Çizelge 4.26’da özetlenmiştir. Analiz kapsamında, bağımlı değişken olarak “hayvan hastalıkları ve koruyucu önlemler puanı”, bağımsız değişken olarak ise “işletme barınak koşulları puanı” kullanılmıştır.

Çizelge 4.26 Barınak koşulları ile hastalık ve koruyucu önlemler puanı arasındaki regresyon analizi

Katsayı	Değer	Standart Hata	t	p	95% GA Alt	95% GA Üst
Sabit (b_0)	54.21	3.89	13.94	<0.001	46.51	61.92
Barınak Puanı (b_1)	0.691	0.04	16.36	<0.001	0.57	0.72

Model istatistikleri: $R^2 = 0.861$, $F(1,118) = 267.8$, $p < 0.001$

Yürütülen doğrusal regresyon analizine göre, barınak koşulları puanı, hayvan hastalıkları ve koruyucu önlemler puanını anlamlı ve güçlü bir şekilde tahmin etmektedir. ($R^2 = 0.861$, $p < 0.001$). Modele göre, barınak koşulları puanındaki her bir birimlik artış, hastalık ve koruyucu önlemler puanında ortalama 0.691 birimlik bir artış ile ilişkilidir. Ayrıca, sabit katsayının anlamlı bulunması ($b_0 = 54.21$, $p < 0.001$), barınak koşulları puanı sıfır olsa dahi işletmelerde hayvan sağlığına yönelik belirli düzeyde koruyucu uygulamaların sürdürüldüğünü göstermektedir.



Şekil 4.5 Barınak koşulları ile hastalık ve koruyucu önlemler puanı arasındaki regresyon ilişkisi

Elde edilen R^2 değerinin yüksek olması, barınak koşullarının hayvan sağlığı yönetimi üzerinde önemli bir açıklayıcı role sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak, varyansın yaklaşık üçte birlik kısmının model dışında kalması, hastalık yönetimi ve koruyucu uygulamalar üzerinde farklı çevresel, yönetsel ve yapısal etkenlerin de etkili olabileceğine işaret etmektedir. Bu sonuç, hayvan sağlığında altyapı iyileştirmelerinin yanı sıra bütüncül yönetim yaklaşımlarının da dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

4.3.2 Süt sığırcılığı işletmelerinin toprak korunması döngüsellik durumu

Süt sığırcılığı sistemlerinde toprak verimliliğinin korunması, hem yem üretimi kapasitesi hem de çevresel dengenin sağlanması açısından kritik öneme sahiptir. Bu nedenle araştırmada, işletmelerin toprak analizi yaptırma, kimyasal gübre kullanım biçimi ve

gübreleme planlamasına ilişkin uygulamaları döngüsellik perspektifinden değerlendirilmiştir. Çizelge 4.27’de belirtilen anket sorularına verilen cevaplar ile işletmelerin toprak korunması ölçütüne göre döngüsellik durumları analiz edilmiştir.

Çizelge 4.27 Toprak korunması soruları

	Soru Başlığı
1	Toprak analizi yaptırıyor musunuz?
2	Evet ise, toprak analizi sonuçlarını kullanarak gübreleme ve diğer tarımsal uygulamaları planlıyor musunuz?
3	Kimyasal gübre kullanıyor musunuz?
4	Evet ise, kimyasal gübreyi belirli ölçülere göre mi kullanıyorsunuz?
5	Evet ise, kimyasal gübreyi rastgele ve geleneksel olarak mı kullanıyorsunuz?
6	Evet ise, kimyasal gübre kullanımını azaltmak için herhangi bir önlem alıyor musunuz?

Toprak korunması toplam puanlarının işletme ölçeğine göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek amacıyla, parametrik olmayan Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Kruskal-Wallis testi ($H(df=3) = 54,05$, $p = 1.10 \times 10^{-12} < 0,0001$) analiz sonucunda, işletme ölçeği grupları arasında toprak korunması puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır. Ardından, gruplar arasındaki ikili karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmeli Mann-Whitney U testi ile değerlendirilmiş ve anlamlı farkların hangi gruplar arasında yoğunlaştığı belirlenmiştir (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28 İşletme ölçeğine göre toprak korunması durumu puanlarının karşılaştırılması

Grup Karşılaştırması	U Değeri	p-değeri	Anlamlılık ($\alpha=0.0083$)	Etki Büyüklüğü (r)
Küçük -Orta	445.5	1.76×10^{-4}	Evet	0.38
Küçük -Büyük	183.5	1.42×10^{-6}	Evet	0.54
Küçük -Endüstriyel	43.5	4.36×10^{-8}	Evet	0.64
Orta -Büyük	165.0	1.23×10^{-6}	Evet	0.48
Orta -Endüstriyel	0.0	1.33×10^{-11}	Evet	0.79
Büyük -Endüstriyel	79.5	1.52×10^{-3}	Evet	0.45

Analiz sonuçları, işletme ölçeği büyüdükçe toprak koruma uygulamalarının düzeyinin belirgin biçimde arttığını göstermektedir. Küçük, orta, büyük ve endüstriyel işletmelerin ortalama toprak koruma puanları sırasıyla %27,1, %35,3, %60,9 ve %84,7 olarak

hesaplanmıştır. Örneklem genelinde ortalama değer %43,0 düzeyindedir. Bu bulgu, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerde toprak koruma ve sürdürülebilir gübreleme uygulamalarının güçlendirilmesine ihtiyaç olduğunu ortaya koymaktadır.

Elde edilen bulgular, özellikle büyük ve endüstriyel işletmelerin toprak korunması puanlarının küçük ve orta ölçekli işletmelere kıyasla daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum, büyük ölçekli işletmelerin toprak analizi yaptırma, gübreleme planını bilimsel temellere dayandırma ve kimyasal gübre kullanımında kontrollü yaklaşım gibi uygulamalarda daha sistematik ve sürdürülebilir uygulamalar izlediğine işaret etmektedir. Küçük ve orta ölçekli işletmelerin, toprak analizi ve sürdürülebilir gübreleme uygulamalarında desteklenmesi gerekmektedir. Bu nedenle teknik eğitim, danışmanlık ve teşvik programlarının küçük ve orta ölçekli işletmelere odaklanması sürdürülebilirlik açısından önemlidir.

4.3.3 Süt sığırcılığı işletmelerinin besin döngülerinin kapatılması ve emisyonlar döngüsellik durumu

4.3.3.1 Atık durumu

Süt sığırcılığı işletmelerinde atıkların yönetim biçimi, hem çevresel etkilerin azaltılması hem de döngüsel üretim süreçlerinin etkinliği açısından belirleyici bir unsurdur. Bu kapsamda, işletmelerin atık yönetimi uygulamaları ölçek bazında değerlendirilmiştir. Çizelge 4.29’da belirtilen anket sorularına verilen yanıtlara göre işletmelerin atık yönetimi döngüsellik durumu analiz edilmiştir.

Çizelge 4.29 Atık durumu soruları

	Soru Başlığı
1	İşletmenizde ambalaj vb. atıklara dair herhangi bir geri dönüşüm uygulaması var mı?
2	İşletmenizde hayvan gübresinin yönetimine dair herhangi bir sorun yaşıyor musunuz?
3	İşletmenizde beton gübre çukuru var mı?
4	Evet ise, işletmenizin gübre çukuru kapasitesi yeterli mi?
5	İşletmenizde gübre için traktör ön sıyırıcı, basınçlı su, zincirli veya ızgaralı sıyırıcı gibi gübre toplama sistemlerinden herhangi biri var mı?
6	İşletmenizde gübre kurutma sistemi var mı?
7	İşletmenizdeki hayvan gübresini tarım arazilerinizde kullanıyor musunuz?

Çizelge 4.30’a göre “Atık Durumu” yüzdelik puanlarının işletme ölçeğine göre dağılımı, süt sığırcılığı işletmelerinde atık yönetimi ve döngüsel ekonomi uygulamalarının ölçeğe duyarlı olarak farklılaştığını tespit edilmiştir. Endüstriyel ölçekli işletmelerde atık yönetimi uygulamalarının ortalaması %20 gibi yüksek bir düzeyde olup, standart sapma sıfırdır. Bu durum, endüstriyel işletmelerde uygulamaların standardizasyon gösterdiğini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, büyük işletmelerde bu oran %11,3 ile orta ve küçük işletmelere göre yüksektir; ayrıca dağılım da geniştir (SD = 5,48).

Küçük işletmelerde atık yönetimi puanları düşük (%5,49) ve varyasyon göstermektedir (SD = 1,98). Orta ölçekli işletmelerde ise puanlar sabit ve en düşük düzeydedir (%2,22). Bu durum, orta ölçekli işletmelerde atık yönetimiyle ilgili uygulamaların geliştirilmemiş olduğunu, dolayısıyla küçük ve orta düzeyde işletmelerde ölçeğin büyümesinin belirgin bir gelişim yaratmadığını göstermektedir.

Shapiro-Wilk testi bulguları küçük ve büyük işletmelerde dağılımın normal olmadığını göstermektedir (Küçük işletmelerde $p = 5.20 \times 10^{-11} < 0,001$, Büyük işletmelerde $p = 0.00061 < 0,001$). Bu nedenle ölçekler arası farklar parametrik olmayan yöntemlerle test edilmiştir.

Atık yönetimi göstergelerinde ölçekler arası heterojenliğin yüksek olduğu belirlenmiştir. Küçük, orta, büyük ve endüstriyel işletme ortalamaları %27,4, %11,1, %56,5 ve %100,0; sektörün örneklem-ağırlıklı ortalaması ise %37,6 olarak hesaplanmıştır. Orta ölçek grubunda düşük uyumun dikkat çektiği, endüstriyel ölçekte ise tam uyuma yakın değerlerin sağlandığı saptanmıştır.

Çizelge 4.30 Atık durumu yüzde puanlarının işletme ölçeğine göre dağılımı

İşletme Ölçeği	n	Ortalama	Std	Min	Q1	Medyan	Q3	Max	Shapiro-Wilk p
Küçük	49	5.49	1.98	2.22	2.22	6.67	6.67	6.67	<.001
Orta	33	2.22	0.00	2.22	2.22	2.22	2.22	2.22	1.000
Büyük	23	11.30	5.48	2.22	4.44	15.56	15.56	20.00	<.001
Endüstriyel	15	20.00	0.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	1.000

Atık durumu puanlarının yüzdelik dağılımı, işletme ölçekleri arasında belirgin farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur (Kruskal-Wallis $H(3, N=120)=86.90, p=1.02 \times 10^{-18} < 0.001$). Endüstriyel işletmelerde atık yönetimi puanlarının ortalaması %20,0 olup, tüm işletmelerde uygulamaların standart bir düzeye ulaştığı görülmektedir ($SD=0.00$). Büyük ölçekli işletmelerde ortalama değer %11,3 ($SD=5,48$) ile daha yüksek bir performansa işaret ederken, küçük ve orta ölçekli işletmelerde bu oranlar sırasıyla %5,49 ve %2,22 düzeyinde kalmıştır. Bu bulgu, işletme ölçeği büyüdükçe atık yönetimi uygulamalarının sistematikleştiğini ve kurumsal standartlara daha fazla yaklaşıldığını göstermektedir.

Bu bulgular, döngüsel ekonomi politikalarının ve atık yönetimi altyapısının endüstriyel ve büyük ölçekli işletmelerde çok daha ileri olduğunu, küçük ve orta ölçekli işletmelerin ise destek ve kapasite geliştirme ihtiyacının yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

Teşvik mekanizmalarının, eğitim ve teknik destek programlarının, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerde yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu gruplara yönelik özel finansal ve teknik müdahaleler, döngüsel ekonomi hedeflerinin tabana yayılması için önem taşımaktadır.

4.3.3.2 Enerji durumu

Enerji kullanımı, süt sığırcılığı işletmelerinde üretim maliyetlerini, çevresel etkileri doğrudan etkileyen temel bir sürdürülebilirlik ölçütüdür. Enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kullanımı, döngüsel ekonomi uygulamalarının yaygınlaştırılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Çizelge 4.30'da işletmelerin enerji tasarrufu, verimlilik ve yenilenebilir enerjiye yönelik uygulamalarını değerlendirmeye yönelik anket soruları kapsamında enerji durumu analizi yapılmıştır.

Çizelge 4.31 Enerji durumu soruları

	Soru Başlığı
1	Yenilenebilir enerji kaynakları ve/veya enerji tasarrufu konusunda yaptığınız uygulamalar var mı?
2	İşletmenizde enerji verimli aydınlatma sistemleri kullanıyor musunuz?
3	İşletmenizde enerji tasarruflu makine ve ekipman kullanıyor musunuz?
4	İşletmenizde güneş paneli var mı?
5	İşletmenizde herhangi bir başka yenilenebilir enerji kaynağı kullanıyor musunuz?

Çizelge 4. 32 “Enerji Durumu” puanlarının analizine göre, işletme ölçekleri arasında enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji uygulamalarında anlamlı ve belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Küçük ölçekli işletmelerde enerji puanları son derece düşük (Ortalama = %0.72, SD = %1.83), çoğunlukla sıfıra yakın değerler dikkat çekmektedir. Orta ölçekli işletmelerde ise bu oran artmakta (Ortalama = %3.54, SD = %1.94), büyük işletmelerde ise daha da yükselmektedir (Ortalama = %5.75, SD = %3.54). En yüksek ortalama ve en düşük varyans ise endüstriyel işletmelerde görülmektedir (Ortalama = %9.28, SD = %0.20, Min = %9.23, Max = %10.00). Bu bulgular ile enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji uygulamalarının ölçek büyüdükçe arttığı, genele yayılma düzeyinin ise düşük olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.32 İşletme ölçeğine göre enerji durumu tanımlayıcı istatistikleri

İşletme Ölçeği	n	Ortalama	Std	Min	Q1	Medyan	Q3	Max	Shapiro-Wilk p
Küçük	49	0.72	1.83	0.00	0.00	0.00	0.00	6.15	1.73×10^{-12}
Orta	33	3.54	1.94	1.54	1.54	3.08	6.15	6.15	2.92×10^{-5}
Büyük	23	5.75	3.54	1.54	2.31	6.15	9.23	9.23	3.61×10^{-5}
Endüstriyel	15	9.28	0.20	9.23	9.23	9.23	9.23	10.00	9.83×10^{-8}

Ölçekler arasındaki farklılık parametrik olmayan Kruskal-Wallis H testi ile analiz edildiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir (Kruskal-Wallis $H(3, N=120) = 43.82$, $p < .001$; hesaplanan p : 1.75×10^{-9}). Enerji göstergelerinde ölçek etkisinin belirgin olduğu tespit edilmiştir. Küçük, orta, büyük ve

endüstriyel işletmelerin ortalamaları sırasıyla %7,2, %35,4, %57,5 ve %92,8 olarak bulunmuş; sektörün örneklem-ağırlıklı ortalaması %35,3 seviyesinde gerçekleşmiştir. Bulgular, küçük ölçekli işletmelerde enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji entegrasyonu bakımından anlamlı bir iyileştirme gereksinimine işaret etmektedir.

4.3.3.3 Su durumu

Sürdürülebilir su yönetimi, özellikle iklim değişikliği koşullarında döngüsel ekonomi uygulamalarının etkinliğini belirleyen temel unsurlardan biridir. İşletmelerin su tasarrufu, geri kullanım ve kaliteli su temini konusundaki yaklaşımları, döngüsellik düzeyinin önemli bir göstergesidir. Çizelge 4.33 ‘de su durumunun ölçülmesine yönelik anket soruları belirtilmiştir. İşletmelerin su yönetimi ve verimliliğine ilişkin bu göstergeler ile işletmelerin su kullanım uygulamaları analiz edilmiştir.

Çizelge 4.33 Su durumu soruları

	Soru Başlığı
1	İşletmenizde su tasarrufuna yönelik herhangi bir uygulama var mı?
2	İşletmenizde bitkisel üretim alanlarında salma sulama yapıyor musunuz?
3	İşletmenizde basınçlı, damlama vb. sürdürülebilir sulama yöntemleri uyguluyor musunuz?

Çizelge 4.34’de sunulan “Su Durumu” puanlarının analizine göre, süt sığırcılığı işletmelerinde su yönetimi ve sürdürülebilir sulama uygulamalarının genel yaygınlığı oldukça düşük düzeydedir. Küçük işletmelerde ortalama puan %0.64 olup (SD = %2.08), değerlerin büyük çoğunluğu sıfırdır; sadece birkaç işletmede kısmi uygulama tespit edilmiştir. Orta ölçekli işletmelerde ise tüm işletmelerde puanlar sıfırdır (Ortalama = %0.00, SD = %0.00). Büyük işletmelerde ortalama puan %3.59’a yükselmekte (SD = %3.83), ancak bu grupta da su uygulamaları tüm işletmelerde yaygın değildir; çoğu işletmede sıfır değer, az sayıda işletmede ise daha yüksek puanlar mevcuttur. Endüstriyel işletmelerde ise tüm işletmelerde puan %7.50 olup (SD = 0.00), bu grupta su yönetimi ve

sürdürülebilir sulama uygulamalarının daha standart ve yaygın biçimde uygulandığı anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.34 Su durumu puanlarının işletme ölçeğine göre tanımlayıcı istatistikleri

İşletme Ölçeği	n	Ortalama	Std	Min	Q1	Medyan	Q3	Max	Shapiro-Wilk p
Küçük	49	0.64	2.08	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	1.22×10^{-13}
Orta	33	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
Büyük	23	3.59	3.83	0.0	0.0	0.0	7.5	7.5	2.50×10^{-6}
Endüstriyel	15	7.50	0.00	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	1.00

Su göstergelerinin sektörün görece en zayıf başlığı olduğu görülmüştür. Küçük, orta, büyük ve endüstriyel işletmelerin ortalamaları %8,6, %0,0, %47,8 ve %100,0 saptanmıştır. Ölçütün örneklem ağırlıklı ortalaması %25,2 olarak hesaplanmıştır. Özellikle orta ölçek grubunda uyum düzeyinin %0,0 olması, su yönetimi uygulamalarında öncelikli müdahale gerektirdiğini göstermektedir.

Bu bulgular ışığında, su verimliliği ve sürdürülebilir sulama uygulamalarının küçük ve orta ölçekli işletmelerde döngüsellik ölçütüne göre düşük olduğu, büyük işletmelerde ise ancak kısmi olarak uygulandığı görülmektedir. Sadece endüstriyel işletmelerde su yönetimi anlamında yüksek ve standart bir uygulama düzeyine ulaşılmıştır.

4.3.3.4 İşletme tedarik zinciri durumu

Süt sığırcılığı işletmelerinde tedarik zinciri yönetimi, üretim kapasitesinin sürekliliği, kaynak kullanım etkinliği ve döngüsel ekonomi performansının güçlendirilmesi açısından temel bir bileşendir. Bu kapsamda araştırmada, işletmelerin tedarik zinciri uygulamaları i) yem temin ve depolama durumu, ii) hayvan tedarik durumu, iii) süt pazarlama durumu, iv) hayvan besleme durumu v) tarımsal mekanizasyon ve teknoloji durumu alt başlıkları ile değerlendirilmiştir. Bu beş kategori, işletmelerin üretim

süreçlerinde girdilerin temininden çıktının pazarlanmasına kadar olan zincirin bütüncül yapısını analiz etmek ve döngüsellik düzeyini ortaya koymak amacıyla incelenmiştir. Çizelge 35’de işletme tedarik zinciri süreçlerinin analizi için, beş alt başlıkta yer alan anket soruları belirtilmiştir.

Çizelge 4.35 İşletme tedarik zinciri alt kategorilerine göre sorular

Alt Kategori	Soru Başlığı
1 Yem Temin ve Depolama Durumu	1 İşletmeniz kaba yemini kendiniz üretiyor musunuz?
	2 İşletmenizin kaba yem üretimi için yeterli araziniz var mı?
	3 İşletmenizin kaba yeminin en az %50’sini kendi arazinizde üretiyor musunuz?
	4 İşletmenizde silajı depolamak için beton çukur var mı?
	5 İşletmenizde silajı toprak üzerinde mi depoluyorsunuz?
	6 İşletmenizde kuru kaba yemlerin depolanması için korunaklı alan var mı?
	7 İşletmenizde kuru kaba yemleri naylon altında veya açıkta mı depoluyorsunuz?
Hayvan Tedarik Durumu	1 İşletmenizden hayvan satışı yapıyor musunuz?
	2 Evet ise; hayvanlarınızı genellikle il içine mi satıyorsunuz?
	3 Evet ise; hayvanlarınızı il dışına da satıyor musunuz?
	4 İşletme hayvan ihtiyacı olduğunda genellikle il içinden mi temin edersiniz?
	5 İşletmenizde ithal hayvan var mı?
Süt Pazarlama Durumu	1 Sütünüzü kooperatif aracılığıyla mı pazarlıyorsunuz?
Hayvan Besleme Durumu	1 Hayvan yemi seçiminde içerik ve kalite önceliğiniz midir?
	2 Hayvan yemi seçiminde en ucuz olan yemi mi seçersiniz?
	3 İşletmenizde hayvan beslemede kullandığınız bir rasyon programı var mı?
	4 İşletmeniz hayvan beslemesi için uzman desteği alıyor mu?
Tarımsal Mekanizasyon ve Teknoloji Durumu	1 Tarımsal makineleriniz için tamir atölyeniz ve/veya alet ekipmanınız var mı?
	2 Tarımsal makineleriniz için periyodik bakım yapıyor musunuz?
	3 Tarımsal makinelerinizi yalnızca arıza oluştuğunda mı tamir ettirirsiniz?
	4 İşletmeniz için faydalı olabilecek teknolojik ürünleri araştırır mısınız?
	5 Tarımsal teknolojileri ve yeni çıkan ürünleri takip ediyor musunuz?
	6 Tarımsal makinelerinizde enerji tasarruflu alet ve ekipman seçimine öncelik verir misiniz?

Yem Temin ve Depolama Durumu: Çizelge 4.36’da “Yem Temin ve Depolama Durumu” analiz sonuçlarına göre, yem temini ve depolama uygulamalarında işletme ölçeğine bağlı olarak belirgin farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Küçük ölçekli işletmelerde ortalama puan %0.28 (SD = %0.33) olup, bu gruptaki işletmelerin yem temini ve depolama uygulamalarında oldukça kısıtlı ve düşük seviyede bir kapasiteye sahip olduğunu göstermektedir. Orta ölçekli işletmelerde ortalama puan %1.05 (SD = %0.25), büyük ölçekli işletmelerde %1.37 (SD = %0.21), endüstriyel işletmelerde ise %1.31 (SD = %0.07) olarak hesaplanmıştır. İşletme ölçeği büyüdükçe puan ortalamalarının yükseldiği, ancak bu artışın mutlak değerlerde hala oldukça düşük seviyelerde kaldığı ve uygulamaların sektörde genel olarak sınırlı olduğu gözlenmektedir.

Çizelge 4.36 Yem temin ve depolama durumu işletme ölçeğine göre tanımlayıcı istatistikleri

İşletme Ölçeği	n	Ortalama	Std	Min	Q1	Medyan	Q3	Max	Shapiro-Wilk p
Küçük	49	0.28	0.33	0.00	0.09	0.09	0.53	1.50	8.37×10^{-10}
Orta	33	1.05	0.25	0.79	0.79	1.06	1.06	1.50	1.07×10^{-5}
Büyük	23	1.37	0.21	1.06	1.06	1.50	1.50	1.50	5.74×10^{-7}
Endüstriyel	15	1.31	0.07	1.06	1.32	1.32	1.32	1.32	9.83×10^{-8}

Shapiro-Wilk normallik testine göre, tüm gruplarda dağılım normal değildir (Küçük: $p = 8.37 \times 10^{-10}$; Orta: $p = 1.07 \times 10^{-5}$; Büyük: $p = 5.74 \times 10^{-7}$; Endüstriyel: $p = 9.83 \times 10^{-8}$). İşletme ölçekleri arasındaki farklar parametrik olmayan Kruskal-Wallis testi ile analiz edildiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir.

Hayvan Tedariki Durumu: Yem temini ve depolama, süt sığırcılığı işletmelerinde üretim sürekliliği, maliyet kontrolü ve kaynak döngüsellüğünün sağlanmasında belirleyici bir unsurdur. Kaba yem üretimi ve uygun depolama kapasitesi, işletmelerin dışa bağımlılığını azaltarak üretim sistemlerinin sürdürülebilirliğini desteklemektedir. Bu doğrultuda, araştırmada yem temini ve depolama uygulamaları işletme ölçekleri arasında karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.28'e göre güncel Hayvan Tedarik Durumu (%) puanlarına ilişkin analiz sonuçları, işletme ölçeğine göre dikkat çekici farklılıklar ortaya koymaktadır. Küçük ve endüstriyel ölçekli işletmelerde ortalama puanın çok düşük ve sabit olması (Küçük: Ortalama = %0.46, SD = %0.06; Endüstriyel: Ortalama = %0.00, SD = %0.00), bu gruplarda hayvan tedarikinin neredeyse tamamen standart prosedürlere dayandığını ve herhangi bir çeşitlilik ya da alternatif strateji bulunmadığını göstermektedir. Buna karşın, orta ölçekli işletmelerde tüm değerlerin sabit ve %0.50 olduğu, büyük ölçekli işletmelerde ise ortalamanın çok düşük (%0.02, SD = %0.10) ve varyasyonun bulunduğu gözlenmektedir. Büyük ölçekli işletmelerde bu düşük değerler, hayvan tedarikinde zaman zaman farklılaşmalar veya istisnai uygulamalar olabileceğine işaret etmektedir.

Çizelge 4.37 Hayvan tedarik durumu işletme ölçeğine göre tanımlayıcı istatistikleri

İşletme Ölçeği	n	Ortalama	Std	Min	Q1	Medyan	Q3	Max	Shapiro-Wilk p
Küçük	49	0.46	0.06	0.38	0.38	0.50	0.50	0.50	2.70×10^{-10}
Orta	33	0.50	0.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00
Büyük	23	0.02	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	3.99×10^{-10}
Endüstriyel	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Bu sonuçlar, hayvan tedarik süreçlerinin küçük ve endüstriyel işletmelerde tamamen standart ve durağan bir yapı gösterdiğini; orta ve büyük ölçekli işletmelerde ise belirli düzeyde değişkenlik ve farklılaşma eğilimi olabileceğini göstermektedir. Ancak genel olarak, sektör genelinde hayvan tedarikinde çeşitlilik ve esnekliğin oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda, hayvan tedarikinin sürdürülebilirliği ve esnekliğinin artırılması için özellikle büyük ölçekli işletmelerde alternatif tedarik ağlarının geliştirilmesine ve küçük işletmelerin daha çeşitli kaynaklara erişiminin desteklenmesine ihtiyaç olduğu saptanmıştır.

Süt Pazarlama Durumu: Süt pazarlama yapısı, işletmelerin gelir düzeyi, piyasa erişimi ve değer zincirindeki konumunu doğrudan belirlemektedir. Bu sebeple süt sığırcılığı işletmelerinde ekonomik döngüsellüğün güçlendirilmesi açısından önemli bir gösterge olarak analiz edilmiştir.

Çizelge 4.38 güncel Süt Pazarlama Durumu (%) analizine göre, işletme ölçeğine bağlı olarak pazarlama stratejilerinde beklenen düzeyde bir çeşitlilik gözlenmemektedir. Küçük işletmelerde ortalama puan %0.15 (SD = %0.12) ile çok düşük düzeydedir ve hafif bir varyasyon mevcuttur. Orta, büyük ve endüstriyel işletmelerde ise tüm değerler tamamen sıfırdır. Yani bu gruplarda süt pazarlama uygulamalarında çeşitlilik bulunmamaktadır; kooperatif, birlikte pazarlama veya alternatif satış yöntemleri etkin şekilde kullanılmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.38 Süt pazarlama durumu işletme ölçeğine göre tanımlayıcı istatistikleri

İşletme Ölçeği	n	Ortalama	Std	Min	Q1	Medyan	Q3	Max	Shapiro-Wilk p
Büyük	23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.000
Endüstriyel	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.000
Küçük	49	0.15	0.12	0.00	0.00	0.25	0.25	0.25	5.92×10^{-10}
Orta	33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.000

Shapiro-Wilk testi sonuçlarına göre, küçük işletmelerde veri dağılımı normal değildir ($p = 5.92 \times 10^{-10}$); diğer tüm gruplarda ise veri sabit olduğu için normallik teknik olarak sağlanmıştır ($p = 1.000$). Puanların düşüklüğü ve varyasyon eksikliği nedeniyle, gruplar arasında anlamlı bir karşılaştırma yapılması güçtür; bu durum pazarlama kanallarında yenilikçi ve rekabetçi yapıların sektör genelinde yetersiz olduğu saptanmıştır.

Hayvan Besleme Durumu: Hayvan besleme uygulamaları, süt verimliliği, hayvan sağlığı ve üretim maliyetlerinin yönetimi açısından işletmelerin sürdürülebilirlik performansını doğrudan etkileyen bir göstergedir. Besleme stratejilerinin planlı yürütülmesi, hem kaynak verimliliğini artırmakta hem de döngüsel üretim anlayışını güçlendirmektedir. Bu nedenle araştırmada, işletmelerin yem seçimi, rasyon programı kullanımı ve uzman desteği alma durumları değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.39'a göre, hayvan besleme durumu (%) puanlarının işletme ölçeğine göre dağılımında anlamlı farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Küçük işletmelerde ortalama puan %0.15 (SD = %0.12) olup, değerler sıfır ve %0.25 olarak belirlenmiştir. Dağılım

heterojen olup normallik reddedilmiştir (Shapiro-Wilk $p = 4.76 \times 10^{-10}$). Orta, büyük ve endüstriyel ölçekli işletmelerde ise tüm değerler sabittir (%0.25) ve normallik varsayımı teknik olarak sağlanmıştır ($p = 1.000$).

Çizelge 4.39 Hayvan besleme durumu işletme ölçeğine göre tanımlayıcı istatistikler

İşletme Ölçeği	n	Ortalama	Std	Min	Q1	Medyan	Q3	Max	Shapiro-Wilk p
Büyük	23	0.25	0.00	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	1.000
Endüstriyel	15	0.25	0.00	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	1.000
Küçük	49	0.15	0.12	0.00	0.00	0.25	0.25	0.25	4.76×10^{-10}
Orta	33	0.25	0.00	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	1.000

Kruskal-Wallis testi, işletme ölçekleri arasında hayvan besleme uygulamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($H(3, N=120) = 32.44, p = 4.23 \times 10^{-7} < .001$). Bu fark, özellikle küçük işletmelerdeki düşük ve değişken puanlar ile diğer tüm gruplardaki sabit ve görece daha yüksek (ancak mutlak değeri yine de oldukça düşük) uygulamalar arasındaki farktan kaynaklanmaktadır.

Bu bulgular, tüm ölçek gruplarında hayvan besleme uygulamalarının sınırlı kaldığını; küçük işletmelerde ise uygulama ve bilinç düzeyinin daha da düşük olduğunu göstermektedir.

4.3.3.5 Süt sığırcılığı işletmelerinin besin döngülerinin kapatılması ve emisyonlar ölçütlerinin genel döngüsellik durumu

Bu bölümde, işletmelerin genel döngüsellik skorlarının hesaplanması, çevresel, ekonomik ve operasyonel alt bileşenlerin bütünleşik performansını değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Böylece, farklı ölçeklerdeki işletmelerin döngüsel ekonomi uygulamalarını ne ölçüde sistematik biçimde hayata geçirdikleri ve bu uygulamaların genel sürdürülebilirlik düzeyine etkisi ortaya konmuştur.

Besin Döngülerinin Kapatılması ve Emisyonlar Ölçütlerinin Genel Döngüsellik

Durumu: Süt sığırcılığı işletmelerinde besin maddelerinin geri kazanımı ile sera gazı ve amonyak emisyonlarının azaltımına yönelik uygulamaları bütüncül biçimde ele alınmıştır. Bu göstergeler, üretim sistemlerinin çevresel döngüsellik kapasitesini ve kaynak kullanım verimliliğini değerlendirmede temel bir ölçüt olarak kullanılmaktadır. Bu bölümde, besin döngüsünün kapanma düzeyi ile sera gazı ve amonyak emisyonlarının birlikte değerlendirilmiş ve işletmelerin döngüsellik durumu analiz edilmiştir.

Çizelge 4.40 bulgularına göre, besin döngülerinin kapatılması ve sera gazı ile amonyak emisyonları durumu toplam puanları (%) açısından işletme ölçekleri arasında belirgin ve istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar mevcuttur. Küçük işletmelerde ortalama genel puan %7.89 (SD = %4.00), orta ölçekli işletmelerde ise %7.57 (SD = %1.80) gibi düşük düzeylerde kalmaktadır. Büyük işletmelerde bu oran anlamlı şekilde yükselerek %22.28'e (SD = %12.37), endüstriyel işletmelerde ise en yüksek düzeye, %38.34'e (SD = %0.13), ulaşmaktadır. Özellikle endüstriyel işletmelerde puanların hem yüksek hem de istikrarlı olduğu, varyasyonun ise minimum düzeye indiği dikkat çekmektedir. Küçük ve orta ölçekli işletmelerde ise genel puanlar düşük ve varyasyon görece daha yüksektir. Gruplar arasındaki farklılık parametrik olmayan Kruskal-Wallis testiyle analiz edilmiş ve işletme ölçeğine göre genel döngüsel ekonomi uygulamalarında çok anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir ($H(3, N=120) = 98.21, p < .001$).

Çizelge 4.40 Besin döngülerinin kapatılması emisyon durumunun tanımlayıcı istatistikleri

İşletme Ölçeği	n	Ortalama	Std	Min	Q1	Medyan	Q3	Max	Shapiro-Wilk p
Küçük	49	7.25	2.50	3.33	4.94	7.25	9.06	10.83	4.73×10^{-8}
Orta	33	3.78	1.04	3.33	3.33	3.33	4.57	7.25	6.19×10^{-6}
Büyük	23	14.09	5.90	3.33	10.83	15.47	18.10	20.83	0.019
Endüstriyel	15	23.68	6.54	13.20	18.10	23.55	28.03	34.60	0.028

Besin Döngülerinin Kapatılması ile Emisyonlar Alt Bileşenleri Arasındaki İlişkiler ve Döngüsellik Performansına Etkisi: Bu çalışmada, süt sığırcılığı işletmelerinde besin

döngülerinin kapatılması ve sera gazı emisyonlarının alt bileşenleri arasındaki ilişkiler, Spearman sıra korelasyon analiziyle incelenmiştir. Parametrik olmayan bu yöntemin tercih edilmesinin nedeni, veri setinde normal dağılım varsayımının sağlanmaması ve alt bileşen puanlarında heterojen dağılımların görülmesidir. Korelasyon analizi, bu bileşenlerin sistem düzeyindeki etkileşimini ortaya koymak amacıyla, diğer bölümlerde yapılan ölçek karşılaştırmalarından farklı olarak uygulanmıştır.

Çizelge 4.41 Spearman korelasyon sonuçları

Alt Başlık	Spearman rho	p
Atık	0.705	2.63×10^{-19}
Enerji	0.744	2.25×10^{-22}
Su	0.755	2.47×10^{-23}
Yem	0.456	1.62×10^{-7}
Hayvan Tedarik	-0.540	1.92×10^{-10}
Süt Pazarlama	-0.045	0.622
Hayvan Besleme	0.485	2.03×10^{-8}

Çizelge 4.41’de elde edilen analiz sonuçları, su yönetimi ($\rho = 0.755$, $p < 0.001$), enerji verimliliği ($\rho = 0.744$, $p < 0.001$) ve atık yönetimi ($\rho = 0.705$, $p < 0.001$) uygulamalarının genel döngüsellik ve sürdürülebilirlik performansı ile en güçlü pozitif ilişkiye sahip alt bileşenler olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, Türkiye’nin kurak ve yarı kurak iklim koşullarında faaliyet gösteren süt sığırcılığı işletmeleri açısından su kaynaklarının stratejik önemini (Hoekstra ve Chapagain, 2007), enerji kullanımının emisyon azaltımıyla olan bağlantısını (Cederberg vd., 2009) ve atık yönetiminin sürdürülebilir tarım uygulamalarındaki belirleyici rolünü (Anonim, 2018c) uluslararası literatürle uyumlu biçimde doğrulamaktadır. Ayrıca, enerji ve atık yönetimine ilişkin bu bulgular, döngüsel ekonomi ilkeleri (Kirchherr vd., 2017) ile kaynak verimliliği yaklaşımının (Porter ve Van der Linde, 1995) uygulamadaki öncelik sırasına yönelik nicel kanıtlar sunmaktadır.

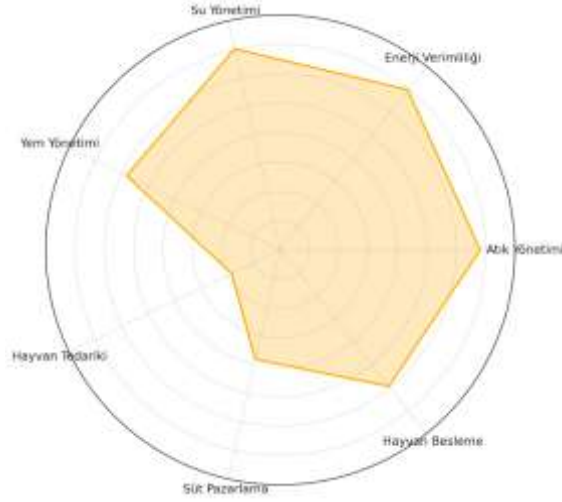
Hayvan besleme uygulamaları ($\rho = 0.485$, $p < 0.001$) ve yem temin ve depolama ($\rho = 0.456$, $p < 0.001$) alt bileşenleri ise genel sürdürülebilirlik puanı ile orta düzeyde pozitif korelasyon göstermiştir. Bu bulgular, hayvancılıkta besleme verimliliği ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik global literatürdeki görüşleri desteklemektedir (Gerber vd. 2013, Hristov vd. 2013, Knapp vd. 2014). Ayrıca, yem kaynaklarının yerel temin edilmesinin çevresel sürdürülebilirliğe katkı sunduğu yönündeki tespit (Steinfeld vd. 2006), bu çalışmada sayısal verilerle de ortaya konmuştur.

Buna karşılık, hayvan tedarik uygulamaları ile genel puan arasında istatistiksel olarak anlamlı bir negatif ilişki bulunmuştur ($\rho = -0.540$, $p < 0.001$). Bu bulgu, literatürde yerel kaynaklara dayalı üretim ağlarının önemini vurgulayan çalışmalarda (Pretty vd. 2005, Renting vd. 2003) kavramsal düzeyde ifade edilen dış kaynaklı tedarik süreçlerinin döngüsel ekonomi prensiplerine aykırı olduğu görüşünü nicel olarak desteklemektedir.

Süt pazarlama uygulamaları ile genel sürdürülebilirlik puanı arasında ise anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir ($\rho = -0.045$, $p = 0.622$). Bu sonuç, pazarlama uygulamalarının çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkisinin sınırlı olduğunu ve bu alanda yapılan teorik varsayımların her zaman pratikle örtüşmediğini göstermektedir.

Sonuç olarak, korelasyon analizleri, işletme ölçeği büyüdükçe teknoloji-yoğun stratejilerin (su, enerji, atık) öncelik kazandığını; buna karşın küçük ve orta ölçekli işletmelerde ise operasyonel uygulamaların (yem, besleme) daha belirleyici olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, sürdürülebilirlik önceliklerinin işletme ölçeğine göre farklılaştığını ortaya koymaktadır.

Yapılan analizde, alt bileşenlerin genel sürdürülebilirlik performansı ile olan ilişkileri görselleştirilmiş ve bütüncül biçimde değerlendirilmiştir. Grafiksel sunumda (Şekil 4.6) dış çembere yakınlaşan değerler, ilgili alt bileşenin sürdürülebilirlik puanı ile güçlü pozitif bir korelasyon içinde olduğunu; merkeze yaklaşan ya da eksen altına düşen değerler ise zayıf veya negatif ilişkilere işaret etmektedir.



Şekil 4.6 Besin döngülerinin kapatılması ile emisyon durumu alt bileşenlerinin durumu

Analiz sonuçlarına göre, su yönetimi ($p = 0.755$), enerji verimliliği ($p = 0.744$) ve atık yönetimi ($p = 0.705$) sürdürülebilirlik performansı ile en yüksek düzeyde pozitif ilişki gösteren alt bileşenlerdir. Bu bulgu, söz konusu üç bileşenin çevresel sürdürülebilirlik açısından belirleyici konumda olduğunu ve öncelikli müdahale alanları olarak değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Hayvan besleme ($p = 0.485$) ve yem yönetimi ($p = 0.456$) alt bileşenlerinin ise sürdürülebilirlik ile orta düzeyde pozitif korelasyon içinde olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, operasyonel düzeyde uygulanan hayvansal üretim faaliyetlerinin sistemin sürdürülebilirlik yapısı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Buna karşılık, hayvan tedariki ($p = -0.540$) alt bileşeni ile genel sürdürülebilirlik puanı arasında negatif yönlü ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu bulgu, dış kaynaklı hayvan temininin döngüsel ekonomi ilkeleri ile çeliştiğini ve sürdürülebilirlik performansını olumsuz etkileyebileceğini ortaya koymaktadır.

Süt pazarlama ($p = -0.045$) ise genel sürdürülebilirlik puanı ile istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon göstermemiştir. Bu sonuç, pazarlama faaliyetlerinin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki doğrudan etkisinin sınırlı olduğunu ve bu alanın öncelikli müdahale gerektirmediğini göstermektedir.

Yapılan analiz, politika geliştiriciler ve uygulayıcılar açısından sürdürülebilirlik yatırımlarının yönlendirilmesi gereken öncelikli alanların su, enerji ve atık yönetimi olduğunu ortaya koymaktadır. Bu üç bileşen, sistemin genel sürdürülebilirlik düzeyinin belirlenmesinde kritik rol oynamakta olup, stratejik kaynak tahsislerinin bu doğrultuda yapılandırılması önerilmektedir.

4.3.4 Süt sığırcılığı işletmelerinin tarımsal mekanizasyon ve teknoloji döngüsellik durumu

Tarımsal mekanizasyon ve teknoloji durumu toplam puanları, işletme büyüklüğüne göre dört grupta (küçük, orta, büyük ve endüstriyel) analiz edilmiştir (Çizelge 4.42). Tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, mekanizasyon puanlarının ortalama değerlerinin işletme ölçeği büyüdükçe sistematik biçimde arttığı görülmüştür. En düşük ortalama puanı küçük ölçekli işletmeler sahipken, en yüksek puanı endüstriyel işletmeler ulaşmıştır. Standart sapmaların ise özellikle orta ve büyük işletmelerde daha düşük düzeyde olması, bu gruplarda mekanizasyon uygulamalarının daha standartlaştığını göstermektedir. Minimum ve maksimum değer aralıkları da benzer şekilde, ölçek büyüklüğü ile birlikte yukarı yönde kaymaktadır. Bu durum, teknoloji kullanımının küçük işletmelere göre daha büyük ve sistematik yapılarda yaygın olduğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.42 İşletme büyüklüğüne göre mekanizasyon puanı tanımlayıcı istatistikleri

İşletme Büyüklüğü	n	Ortalama (Mean)	Std. Sapma (SD)	Minimum	Maksimum
Küçük	49	20.82	24.25	0.00	86.66
Orta	33	33.34	0.00	33.34	33.34
Büyük	23	80.29	17.92	33.34	100.00
Endüstriyel	15	100.00	0.00	100.00	100.00
Toplam	120	45.56	34.59	0.00	100.00

Bu bulgular ışığında, genel veri yapısının heterojen dağıldığı anlaşılmış ve grup karşılaştırmalarında parametrik testlerin güvenilirliği sınırlı bulunmuştur. Dolayısıyla, işletme büyüklüklerine göre mekanizasyon puanı karşılaştırmaları için yapılan Kruskal-Wallis H testi sonucunda, gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu ortaya konmuştur ($H = 91.30$, $p < 0.001$). Başka bir ifadeyle, farklı büyüklükteki işletmelerin tarımsal mekanizasyona erişim ve teknoloji kullanımı düzeyleri istatistiksel olarak birbirinden ayrılmaktadır.

İşletme büyüklüğü ile mekanizasyon puanı arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla yapılan Spearman korelasyon analizi sonucunda, korelasyon katsayısı $\rho = 0.87$ ($p < 0.001$) olarak bulunmuştur. Bu çok güçlü ve anlamlı pozitif ilişki, işletme ölçeği arttıkça tarımsal mekanizasyon düzeyinin de anlamlı şekilde arttığını ortaya koymaktadır. Bulgular, tarımsal işletmelerde teknolojik gelişmişlik düzeyinin doğrudan işletme kapasitesiyle bağlantılı olduğunu ve özellikle endüstriyel ölçekli işletmelerin teknoloji entegrasyonunda belirgin bir avantaja sahip olduğunu göstermektedir.

Mekanizasyon göstergelerinde ölçekle birlikte güçlü bir artış eğilimi saptanmıştır. Küçük, orta, büyük ve endüstriyel işletme ortalamaları %20,8, %33,3, %80,3 ve %100,0 olarak belirlenmiş; sektörün örneklem-ağırlıklı ortalaması %45,5 düzeyinde hesaplanmıştır. Bulgular, ileri mekanizasyon ve teknoloji kullanımının özellikle büyük ve endüstriyel ölçeklerde yaygınlaştığını ortaya koymaktadır.

Dijitalleşme ve otomasyon süreçlerinin yaygınlaştırılması açısından ölçek ekonomisinin kritik rolü öne çıkmaktadır. Danimarka tarımı üzerine gerçekleştirilen kapsamlı analiz de, büyük ölçekli tarımsal işletmelerin teknolojiye daha hızlı ve etkin biçimde adapte olduğu, küçük ve büyük çiftlikler arasında teknoloji adaptasyon oranlarının anlamlı biçimde farklılaştığı ortaya konulmuştur (Rasmussen 2000).

4.3.5 Süt sığırcılığı işletmelerinin bölgesel işbirliğine ve kırsal kalkınmaya katkısı döngüsellik durumu

Bölgesel işbirliği ve kırsal kalkınma, döngüsel ekonomi yaklaşımında kaynakların yerel ölçekte etkin kullanımı, bilgi paylaşımı ve dayanışma temelli üretim modellerinin güçlendirilmesi açısından önemli bir bileşendir. Bu kategori ile süt sığırcılığı işletmelerinin bölgesel ağlara katılımı ve kırsal kalkınma süreçlerine katkı düzeyini değerlendirilmiş ve döngüsellik performansının sosyal boyutu analiz edilmiştir. Çizelge 4.34'te bölgesel işbirliği ve kırsal kalkınma kategorisindeki sorular belirtilmiştir. Bu kategori kapsamındaki sorulardan alınan yanıtlar doğrultusunda döngüsellik analizi yapılmıştır.

Çizelge 4.43 Bölgesel işbirliği ve kırsal kalkınma soruları

	Soru Başlığı
1	İşletmeniz, çevresindeki diğer tarım işletmeleri veya yerel ticaret birlikleri ile işbirliği yapıyor mu?
2	Zirai kredilerden haberdar mısınız?
3	Evet ise; zirai kredi kullandınız mı?
4	Kırsal kalkınma fonları, destek ve hibelerden haberdar mısınız?
5	Evet ise; bu destek veya hibelerden herhangi birinden faydalandınız mı?

Araştırmada, tarımsal işletmelerin bölgesel işbirliğine katılımı ve kırsal kalkınmaya katkı düzeyleri Çizelge 4.44 işletme ölçeğine göre incelenmiştir. Tanımlayıcı istatistiklere göre, en yüksek ortalama puan büyük ölçekli işletmelerde görülmüş (Ortalama = 47.65, SD = 8.03), endüstriyel işletmelerde ise ortalama daha düşük kalmıştır (Ortalama = 29.16, SD = 4.17). Küçük ölçekli işletmelerin ortalaması %34.35, orta ölçeklilerde ise %13.13 ile en düşük değere sahiptir. Tüm gruplarda puan dağılımları oldukça geniş bir aralık göstermektedir.

Çizelge 4.44 Bölgesel işbirliğine ve kırsal kalkınmaya katkı durumu toplam puanı

İşletme Büyüklüğü	n	Ortalama (Mean)	Std. Sapma (SD)	Minimum	Maksimum
Büyük	23	47.65	8.03	12.50	50.00
Endüstriyel	15	29.16	4.17	25.00	33.33
Küçük	49	34.35	12.80	8.33	50.00
Orta	33	13.13	3.63	12.50	33.33
Toplam	120	30.42	15.18	8.33	50.00

Kruskal-Wallis testi sonucu, işletme büyüklüğü grupları arasında “Bölgesel İşbirliğine ve Kırsal Kalkınmaya Katkı Durumu” puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu saptanmıştır ($H = 71.71$, $p < 0.001$). Kırsal kalkınma ve bölgesel işbirliği pratiklerinin yalnızca büyük ölçekli veya endüstriyel işletmelerde değil, küçük ve orta ölçekli işletmelerde de önemli ölçüde hayata geçirilebildiği tespit edilmiştir. Bu nedenle, kırsal kalkınma ve bölgesel işbirliğini güçlendirmek amacıyla uygulanacak politikaların yalnızca ölçek büyüklüğüne değil, işletmelerin sosyal sermaye, ağ yapısı ve işbirliği kapasitesine de odaklanması gerektiği saptanmıştır. Kooperatifleşme, bölgesel platformlar ve kamu-özel ortaklıkları yoluyla her ölçekten işletmenin kırsal kalkınmaya daha etkin katılımı desteklenmesi gerekliliği tespit edilmiştir.

4.3.6 Süt sığırcılığı işletmeleri ölçeklerine göre genel döngüsellik puanları

Süt sığırcılığı işletmeleri ölçeklerine göre hesaplanan genel döngüsellik puanları, işletme büyüklüğü ile döngüsellik performansı arasında güçlü ve anlamlı bir ilişki bulunduğunu ortaya koymaktadır. Analiz sonuçlarına göre, küçük ölçekli işletmeler (5–20 baş) %27,1 ile en düşük düzeye sahip olurken, endüstriyel ölçekteki işletmeler (101 baş ve üzeri) %95,1 oranı ile en yüksek döngüsellik performansını göstermiştir. Orta ölçekli işletmelerin (21–50 baş) puanı %38,5, büyük ölçekli işletmelerin (51–100 baş) puanı ise %70,4 olarak belirlenmiştir. Aydın ili süt sığırcılığı sektörünün genel ortalaması ise %47,0 düzeyinde kalmıştır. Sektör ortalaması, işletme sayıları dikkate alınarak ağırlıklı ortalama şeklinde hesaplanmıştır.(Çizelge 4.45)

Çizelge 4.45 Süt sığırcılığı işletmeleri ölçeklerine göre genel döngüsellik puanları

İşletme Tipi	İşletme Sayısı	Genel Döngüsellik Puanı
Küçük İşletmeler (5–20 baş)	49	%27,1
Orta İşletmeler (21–50 baş)	33	%38,5
Büyük İşletmeler (51–100 baş)	23	%70,4
Endüstriyel İşletmeler (101+ baş)	15	%95,1
Süt Sığırcılığı Döngüsellik Genel Durumu	120	%47,0

Bu bulgular, sektör genelinde döngüsellik düzeyinin henüz orta seviyede olduğunu, ancak ölçek büyüdükçe döngüsellik puanlarının belirgin bir şekilde arttığını göstermektedir. İşletmelerin yaklaşık üçte ikisi (%68,3) %40'ın altında kalarak düşük döngüsellik kategorisinde yer almakta, yalnızca üçte biri (%31,7) %70'in üzerinde yüksek döngüsellik düzeyine ulaşabilmektedir. Küçük ve orta ölçekli işletmelerde özellikle su yönetimi ve enerji verimliliği alanlarında kritik açıklar göze çarpmaktadır. Bu durum, söz konusu işletmelerin döngüsel ekonomi uygulamalarına uyum sağlama noktasında ek destek ve rehberlik ihtiyacını ortaya koymaktadır.

Buna karşılık büyük ve endüstriyel işletmelerde, barınak koşullarının iyileştirilmesi, hayvan sağlığı yönetimi, atıkların değerlendirilmesi ve mekanizasyon düzeyi gibi göstergelerde oldukça yüksek oranlara ulaşılmıştır. Bu farklılıklar, ölçek büyüklüğünün sağladığı altyapı, sermaye, teknoloji ve bilgi kullanımının, döngüsellik düzeyini doğrudan etkilediğini göstermektedir. Dolayısıyla, küçük ve orta ölçekli işletmelerin döngüsellik performansını artırabilmeleri için hem teknik hem de mali açıdan desteklenmeleri gerekmektedir.

4.4 Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Döngüsellik Tutum ve Davranışları

Döngüsel ekonomi, kaynakların verimli kullanımı, atıkların yeniden değerlendirilmesi ve çevresel sürdürülebilirliğin güçlendirilmesini hedefleyen bir üretim yaklaşımıdır. Süt sığırcılığı işletmeleri, atık oluşumu, enerji tüketimi ve su kullanımı gibi süreçlerde döngüsel ekonominin önemli uygulama alanlarından biridir. Bu doğrultuda, bu bölümde işletmelerin döngüsel ekonomi ilkelerine yönelik tutum ve farkındalık düzeyleri

incelenmiştir. İşletmelerin döngüsellik konusundaki eğilimleri, çevresel performansın yanı sıra kamu destek mekanizmalarının ve farkındalık politikalarının etkililiğinin değerlendirilmesi açısından da önemli bir gösterge niteliği taşımaktadır.

Araştırmada, süt sığırıcılığı işletmelerinin döngüsel ekonomi kapsamındaki tutum ve davranışlarını belirlemek amacıyla 14 maddelik, 5’li Likert tipi bir ölçek kullanılmıştır. Katılımcılar, her bir ifadeye 1 = Kesinlikle Katılmıyorum, 2 = Katılmıyorum, 3 = Fikrim Yok , 4 = Katılıyorum ve 5 = Kesinlikle Katılıyorum şeklinde yanıt vermiştir.

Likert ölçekli veriler sıralı yapıya sahip olduğundan, verilerin merkezi eğilimi aritmetik ortalama yerine medyan (ortanca) değeri ile, dağılım genişliği ise çeyrekler arası aralık (IQR) ile gösterilmiştir. Medyan değeri, katılımcıların çoğunluk eğilimini temsil ederken; IQR değeri, yanıtların çeşitliliğini ve katılımcılar arasındaki görüş farklılıklarını göstermektedir. Düşük IQR değeri, katılımcıların görüşlerinde yüksek fikir birliği olduğunu; yüksek IQR değeri ise farklılaşan tutumları ifade etmektedir.

Likert ölçeğinin güvenilirliğini değerlendirmek amacıyla her alt boyut için Cronbach’s Alpha katsayısı hesaplanmıştır. Bu katsayı, ölçeğin iç tutarlılığını gösterir ve 0,70’in üzerindeki değerler yüksek güvenilirlik düzeyini temsil etmektedir (DeVellis, 2017).

Döngüsellik tutumlarını ölçmeye yönelik analiz yapısında, alt boyutlar işletmelerin döngüsellik durumlarının değerlendirildiği alt kategoriler dikkate alınarak oluşturulmuştur. Bu sınıflandırma, işletmelerin atık yönetimi, kaynak kullanımı, enerji verimliliği ve farkındalık düzeyleri gibi döngüsel ekonomi uygulamalarını temsil eden temel alanlara dayanmaktadır. Araştırmada kullanılan 14 madde, bu kapsamda beş tematik alt boyutta gruplanmıştır. Bu alt boyutlar; i) atık yönetimi ve biyogaz, ii) kırsal kalkınma ve finansal destekler, iii) su verimliliği, iv) yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği, v) döngüsel ekonomi eğitimi ve farkındalık olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.37’de görüldüğü üzere, her alt boyut süt sığırıcılığı işletmelerinin döngüsel ekonomiyle ilişkili farklı alanlardaki tutum ve farkındalık düzeylerini ölçmektedir.

Çizelge 4.46 Döngüsellik tutum soruları ve alt boyutları

	Ölçek Maddesi	Alt Boyut
1	Atık yönetimi ve geri dönüşüm konularında daha kapsamlı uygulamalar yapma hedeflerimiz var.	Atık Yönetimi ve Biyogaz
2	Hayvansal gübrenin yönetimi için sorun yaşadığım için modernizasyon yapmayı planlıyorum.	Atık Yönetimi ve Biyogaz
3	Hayvansal gübre yönetimi için işletme modernizasyonu hususunda, tarımsal teşvik ve desteklerin artırılması gerektiğini düşünüyorum.	Atık Yönetimi ve Biyogaz
4	Bölgemizde biyogaz tesisi kurulsa, hayvansal gübre biyogaz tesisine bedelsiz tedarik ederim.	Atık Yönetimi ve Biyogaz
5	Bölgemizde biyogaz tesisi kurulsa, hayvansal gübre biyogaz tesisine belli bir ücret karşılığında satarım.	Atık Yönetimi ve Biyogaz
6	Hayvansal gübre yönetimi için sıfır faizli kredi verilse, işletmemi modernize ederim.	Kırsal Kalkınma ve Finansal Destekler
7	Hayvansal gübre yönetimi için, %50 oranında verilen kırsal kalkınma hibelerinin başvuru koşulları ve yöntemi kolaylaştırılrsa, bu hibelere başvururum.	Kırsal Kalkınma ve Finansal Destekler
8	Hayvansal gübre yönetimi için %50 oranında verilen kırsal kalkınma hibelerinin kabul kriterleri daha şeffaf açıklansa, bu hibelere başvururum.	Kırsal Kalkınma ve Finansal Destekler
9	Tarım faaliyetlerimizde su tasarrufu ve sulama yöntemlerinde verimliliği artırmak için yeni stratejiler geliştirmeyi planlıyorum.	Su Verimliliği
10	Süt üretim süreçlerimizde su kullanımını azaltmak ve su tasarrufu sağlamak için çeşitli önlemler almayı düşünüyorum.	Su Verimliliği
11	Gelecekte işletmemizde enerji verimliliğini artırmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla yatırım yapmayı planlıyorum.	Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği
12	İşletmemizin enerji ihtiyacının bir kısmını yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılayarak çevresel yükümüzü azaltmayı hedefliyorum.	Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği
13	İşletmemizde güneş enerjisi panelleri gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak enerji tüketimini azaltmayı hedefliyorum.	Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği
14	Döngüsel ekonomi konularında bilgi sahibi olmak ve döngüsel ekonomi eğitim programlarına katılmayı isterim.	Döngüsel Ekonomi Eğitim ve Farkındalık

İşletmelerin döngüsel ekonomi ilkelerine yönelik tutumlarını istatistiksel olarak değerlendirebilmek için, ölçeğin güvenilirliği ve yanıt dağılım özellikleri öncelikle incelenmiştir. Araştırma bulgularına göre, ölçeğin genel güvenilirliği yüksek düzeydedir. Çizelge 4.47’de her alt boyutun Cronbach’s Alpha, Medyan ve IQR değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.47 Döngüsellik tutum ölçeği ve alt boyutlara ait Cronbach's Alpha, Medyan, IQR değerleri

Alt Boyut	Madde Sayısı	Cronbach's Alpha	Medyan	IQR (Çeyrekler Arası Aralık)
Atık Yönetimi ve Biyogaz	5	0.74	4.0	1.0
Kırsal Kalkınma ve Finansal Destekler	3	0.79	5.0	2.0
Su Verimliliği	2	0.76	3.5	1.5
Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği	3	0.90	5.0	2.0
Döngüsel Ekonomi Eğitim ve Farkındalık	1	—	5.0	1.0

Çizelge 4.47’de görüldüğü gibi tüm alt boyutların Cronbach’s Alpha katsayıları 0.70’in üzerinde olup, ölçeğin yüksek güvenirlikte olduğu belirlenmiştir. “Döngüsel Ekonomi Eğitim ve Farkındalık” alt boyutu tek bir maddeden oluştuğundan, Cronbach’s Alpha katsayısı hesaplanmamıştır. Cronbach’s Alpha çok maddeli ölçeklerde iç tutarlılığı ölçen bir istatistik olup, tek madde için uygulanabilir değildir. Medyan değerlerinin 3.5 ile 5.0 arasında değişmesi, genel olarak olumlu bir tutum düzeyini; IQR değerlerinin 1.0–2.0 aralığında yer alması ise katılımcıların yanıtlarında görece tutarlılık olduğunu göstermektedir.

Atık Yönetimi ve Biyogaz: Atık yönetimi ve biyogaz alt boyutuna ilişkin tutum düzeyi olumlu bulunmuştur (Medyan = 4.0; IQR = 1.0). Bu bulgu, işletmelerin gübre ve organik atık yönetiminde çevresel sorumluluk bilinciyle hareket ettiğini göstermektedir. IQR değerinin düşük olması, katılımcıların bu konuda benzer görüşlere sahip olduğunu, yani fikir birliğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Kırsal Kalkınma ve Finansal Destekler: Kırsal kalkınma ve finansal destekler alt boyutu, en yüksek olumlu tutuma sahip alan olarak belirlenmiştir (Medyan = 5.0; IQR = 2.0). İşletmeler, finansal teşviklerin artırılması, kredi koşullarının iyileştirilmesi ve hibe süreçlerinin kolaylaştırılması gerektiği konusunda güçlü bir görüş birliği içindedir. Yüksek medyan değeri, finansman araçlarının döngüsel dönüşüm sürecinde temel bir itici güç olarak görüldüğünü göstermektedir.

Su Verimliliği: Su verimliliği alt boyutuna ilişkin tutumlar genel olarak olumlu ancak diğer boyutlara göre daha orta düzeydedir (Medyan = 3.5; IQR = 1.5). Bu sonuç, bazı işletmelerin su yönetimi farkındalığının düşük olduğunu ve eğitim veya teknik destekle bu farkındalığın artırılabilirliğini göstermektedir. IQR değerinin 1.5 olması, işletmeler arasında farkındalık düzeyinde farklılık bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği: Yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği alt boyutunda tutum düzeyi yüksek bulunmuştur (Medyan = 5.0; IQR = 2.0). Bu bulgu, işletmelerin enerji maliyetlerini düşürme ve çevresel etkiyi azaltma konularında bilinçli ve istekli olduklarını göstermektedir. Ancak, IQR'nin 2.0 olması, bazı işletmelerin yatırım maliyetleri veya bilgi eksikliği nedeniyle uygulamada çekimser kaldığını düşündürmektedir.

Döngüsel Ekonomi Eğitim ve Farkındalık: Döngüsel ekonomi eğitimleri ve farkındalık düzeyine ilişkin tutumlar oldukça olumludur (Medyan = 5.0; IQR = 1.0). Bu sonuç, işletme sahiplerinin bilgi edinme ve döngüsel ekonomi eğitimlerine katılma konusunda güçlü bir isteğe sahip olduklarını göstermektedir. Düşük IQR değeri, bu konuda katılımcılar arasında yüksek bir fikir birliği olduğunu ortaya koymaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, süt sığırcılığı işletmeleri döngüsel ekonomi ilkelerine karşı genel olarak olumlu bir yaklaşım sergilemektedir. Finansal destekler, enerji verimliliği ve eğitim konularında yüksek farkındalık düzeyi gözlenirken, atık yönetimi ve su verimliliği alanlarında gelişmeye açık alanlar bulunmaktadır. Bu bulgular, döngüsel ekonomiye geçişin sadece teknik altyapıya değil, aynı zamanda finansal teşvikler, farkındalık artırıcı eğitimler ve sürdürülebilir politika desteğine dayanması gerektiğini göstermektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1 Araştırmanın Genel Değerlendirmesi

Bu tez çalışmasında, Aydın ili süt sığırcılığı işletmelerinde döngüsel ekonomi ilkelerine uyum düzeyi, saha verilerine dayalı ve göstergelerle desteklenen bir değerlendirme sistemi aracılığıyla ortaya konulmuştur. Çalışmada, i) hayvan refahı ve sağlığı, ii) toprak koruması, iii) besin döngüleri ile amonyak ve sera gazı emisyonları, iv) tarımsal mekanizasyon ve teknoloji v) bölgesel işbirliği ve kırsal kalkınma olmak üzere beş ana temel döngüsellik boyutu dikkate alınmış; bu boyutların her biri altında yer alan göstergeler önem derecelerine göre ağırlıklandırılarak, döngüsellik ölçütü elde edilmiştir. Böylece, süt sığırcılığı işletmelerinde döngüsel ekonomiye uyum, tek bir göstergeye indirgenmeden, üretim sisteminin farklı bileşenlerinin birlikte değerlendirildiği bütüncül bir çerçeve içinde analiz edilmiştir.

Elde edilen bulgular, Aydın ilindeki süt sığırcılığı işletmelerinde genel döngüsellik düzeyinin orta seviyede kaldığını göstermiştir. İşletmelerin önemli bir kısmının düşük ve orta döngüsellik kategorilerinde yoğunlaştığı, yüksek döngüsellik düzeyine ulaşabilen işletmelerin ise sınırlı sayıda olduğu belirlenmiştir. Özellikle barınak altyapısı, gübre depolama ve atık yönetimi, enerji kullanımında verimlilik ve mekanizasyon düzeyi gibi alanlarda küçük ve orta ölçekli işletmelerde belirgin eksikliklerin bulunduğu, buna karşılık bazı büyük ve endüstriyel işletmelerde bu alanlarda daha ileri uygulamaların gerçekleştirildiği saptanmıştır. Bu durum, bölgede döngüsel ekonomiye dayalı bir üretim modeline geçişin henüz istenen düzeyde yaygınlaşmadığını göstermektedir.

Araştırmanın dikkat çekici bulgularından biri, işletme ölçeği ile döngüsellik düzeyi arasındaki sistematik ilişkidir. Küçük ölçekli işletmelerde döngüsellik puanlarının genellikle düşük düzeyde seyrettiği, ölçek büyüdükçe puanların yükseldiği belirlenmiştir. Büyük ve endüstriyel işletmelerde barınak koşullarının daha iyi sağlandığı, gübre depolama yapıları ve atık yönetimi konusunda daha planlı uygulamaların bulunduğu, enerji ve mekanizasyon düzeyinin yükseldiği ve bazı durumlarda kolektif yapılara daha fazla entegre olunduğu görülmüştür. Bununla birlikte, döngüsellik boyutlarının tümünde

aynı anda yüksek performans gösteren işletme sayısının sınırlı kaldığı da tespit edilmiştir. Dolayısıyla ölçek büyüklüğünün tek başına yeterli olmadığı, yönetim kapasitesi, teknik bilgi düzeyi ve örgütlü yapılara katılım gibi unsurların da belirleyici rol oynadığı anlaşılmıştır.

Döngüsellik boyutları arasındaki karşılıklı etkileşimin güçlü olduğu da araştırma bulgularıyla ortaya konulmuştur. Barınak koşullarında ve gübre yönetiminde görülen eksikliklerin, hem hayvan sağlığı ve verimlilik üzerinde hem de toprak ve su kaynaklarının korunması açısından olumsuz etkiler yarattığı; buna karşılık atıkların kontrollü biçimde depolanması ve değerlendirilmesiyle toprak verimliliği ve çevresel riskler üzerinde olumlu sonuçlar elde edildiği ortaya çıkmıştır. Enerji kullanımında verimliliğin artırılması ve uygun mekanizasyon çözümlerinin benimsenmesiyle hem işletme maliyetlerinin azaltıldığı hem de döngüsellik puanının güçlendirildiği görülmüştür. Bu bulgular, döngüsel ekonomi uygulamalarının işletmelerde parçalı müdahalelerle değil, birbirini tamamlayan bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Çalışma kapsamında geliştirilen döngüsellik ölçütü sayesinde, işletmelerin güçlü ve zayıf yönleri ayrıntılı biçimde ortaya çıkarılmıştır. Ölçek gruplarına göre hesaplanan ortalama döngüsellik puanlarının işletme sayılarıyla ağırlıklandırılması sonucunda, Aydın ili süt sığırcılığı sektörü için temsili bir döngüsellik profili elde edilmiştir. Bu profil, bölgesel düzeyde hangi alanlarda ilerleme kaydedildiğini, hangi alanlarda ise öncelikli müdahalelere ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir. Özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerde barınak, gübre yönetimi, su ve enerji kullanımı ile mekanizasyon alanlarındaki geri kalmışlık, döngüsel üretime geçişte temel kısıtlar olarak öne çıkmıştır.

Sonuç olarak, bu tez çalışması ile Aydın ili süt sığırcılığı işletmelerinin döngüsel ekonomi ilkelerine uyum düzeyi nicel ve nitel bulgularla ortaya konmuş; ölçek, altyapı, teknik bilgi ve örgütlenme gibi temel faktörlerin döngüsellik düzeyi üzerindeki etkileri detaylı biçimde analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçların, hem bölgesel hem de ulusal düzeyde tarım politikalarının döngüsel ekonomi perspektifiyle yeniden yapılandırılmasına katkı sunabilecek nitelikte olduğu değerlendirilmiştir.

5.2 Bilimsel ve Uygulamalı Katkılar

Bu araştırma, süt sığırcılığı işletmelerinde döngüsel ekonomi ilkelerinin uygulanabilirliğini ölçmeye yönelik, işletme düzeyinde kullanılabilir nitelikte kapsamlı bir değerlendirme çerçevesi geliştirilmesi bakımından literatüre özgün katkılar sağlamıştır. Türkiye’de döngüsellik düzeyini çok boyutlu bir yapıda sayısallaştıran çalışma sayısının sınırlı olduğu dikkate alındığında, bu tez çalışmasının ulusal düzeyde önemli bir boşluğu doldurduğu değerlendirilmektedir.

Çalışmada, döngüsel ekonomi kavramı sektöre özgü somut göstergelerle somutlaştırılmış, böylece kavramsal düzeyde ifade edilen ilkelerin sahadaki karşılıkları ölçülebilir hale getirilmiştir. İkili kodlama sistemi ve ağırlıklı puanlama yaklaşımı kullanılarak her bir göstergenin görece önemi değerlendirmeye dahil edilmiş; işletmelerin barınak, toprak, atık, enerji, mekanizasyon ve bölgesel işbirliği ve kırsal kalkınma boyutlarındaki performansları aynı çatı altında izlenebilmiştir. Bu yöntemle, bir boyutta güçlü performans gösterirken başka bir boyutta zayıf kalan işletmeler ayrıntılı şekilde tanımlanmış; böylece hedef odaklı müdahale ve destek alanları netleştirilmiştir.

Araştırmanın bir diğer bilimsel katkısı, işletme ölçeği ile döngüsellik düzeyi arasındaki ilişkinin sistematik olarak ortaya konmasıdır. Küçük, orta, büyük ve endüstriyel ölçekli işletmelerin döngüsellik düzeyleri karşılaştırılarak, ölçek büyüklüğünün döngüsel üretim kapasitesi üzerindeki etkisi ortaya çıkarılmış; bununla birlikte, ölçek dışı faktörlerin (teknik bilgi, yönetim kapasitesi, altyapı yatırımları, örgütlü yapılara katılım vb.) önemi de vurgulanmıştır. Bu bulgular, süt sığırcılığı sektöründe döngüsel dönüşümün tek tip destek mekanizmalarıyla sağlanamayacağını; özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerin yapısal özellikleri ile ihtiyaçlarını dikkate alan ölçek bazlı politika araçlarının geliştirilmesinin zorunlu olduğunu göstermektedir.

Uygulamalı katkılar açısından, geliştirilen döngüsellik ölçütü ve göstergeler seti, Tarım ve Orman Bakanlığı başta olmak üzere ilgili ulusal politika yapıcı kurumlar, Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu, Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birlikleri, üretici örgütleri, kooperatifler, yerel yönetimler ve karar vericiler için somut bir karar destek

aracı niteliği taşımaktadır. İşletme bazında hesaplanan döngüsellik puanları; yatırım önceliklerinin belirlenmesi, kırsal kalkınma ve destek programlarının hedeflenmesi, teknik yardım ve eğitim faaliyetlerinin planlanması ve zaman içinde sağlanan ilerlemenin izlenmesi için kullanılabilecek niteliktedir. Ölçek grupları itibarıyla elde edilen bulguların, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler için ölçek uyumlu destek mekanizmalarının tasarlanmasına temel oluşturacağı değerlendirilmektedir.

5.3 Uygulama Önerileri ve Politika Araçları

Araştırma bulguları, Aydın ili süt sığırcılığı işletmelerinde döngüsellik düzeyinin yükseltilebilmesi için hem işletme içi iyileştirmelere hem de ölçek duyarlı, yerel koşullara uyumlu politika araçlarına ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda geliştirilen önerilerde, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelere yönelik işletme ölçeğine uygun destek mekanizmalarının kurulmasına öncelik verilmiştir. Genel nitelikli merkezi desteklerin bu işletmelere çoğu zaman sınırlı ölçüde yansıdığı dikkate alınarak, daha ulaşılabilir, daha sade ve teknik açıdan desteklenen programların tasarlanması gereği ortaya çıkmıştır.

Aşağıda sunulan öneriler, araştırma bulguları temelinde oluşturulmuş olup her bir konu başlığı altında sistematik biçimde maddeler halinde düzenlenmiştir.

Döngüsellik Düzeyinin İzlenmesi ve Sınıflandırılması

- Süt sığırcılığı işletmeleri için bu tezde geliştirilen döngüsellik ölçütünün, il düzeyinde kullanılabileceği kurumsal bir izleme sistemi olarak yapılandırılması önerilmektedir. Her işletme için belirlenen döngüsellik kategorilerine göre döngüsellik puanı hesaplanmalı; bu puan, işletmenin sürdürülebilirlik performansını yansıtan temel gösterge olarak kullanılmalıdır.
- Döngüsellik puanlarına göre “asgari düzeyde döngüsellik”, “gelişen döngüsellik” ve “ileri düzey döngüsellik” gibi sınıflandırmalar yapılmalı; özellikle küçük ve

orta ölçekli işletmeler bu sınıflandırma temel alınarak öncelikli hedef gruplar olarak belirlenmelidir.

- Döngüsellik puanı belirli bir eşiğin altında olan işletmeler için, eksik alanların net olarak gösterildiği işletme bazlı geri bildirim raporları hazırlanmalı; böylece hangi göstergelerde iyileştirme yapılması gerektiği somut biçimde işletmeciye sunulmalıdır.
- Zaman içinde tekrarlanan ölçümlerle döngüsellik puanlarındaki değişim izlenmeli; uygulanan projelerin ve desteklerin etkisi bu puanlar üzerinden değerlendirilmelidir. Böylece kaynak tahsisi daha kanıta dayalı biçimde yapılabilecektir.

Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelere Yönelik Ölçek Uyumlu Destek Mekanizmaları

- Küçük ve orta ölçekli işletmelerin mevcut destek programlarına erişiminde görülen başvuru, proje hazırlama ve teminat gibi engellerin azaltılabilmesi için, bu işletmelere özel basitleştirilmiş başvuru süreçlerinin ve standart proje formlarının oluşturulması gerekmektedir.
- Kırsal kalkınma destekleri ve kredi programları kapsamında, özellikle küçük ve orta ölçekli süt sığırcılığı işletmelerine yönelik “döngüsel dönüşüm yatırım paketleri” tasarlanmalı; bu paketlerde barınak iyileştirmeleri, gübre depolama yapıları, kompost platformları ve enerji verimliliği sağlayan ekipmanlar birlikte ele alınmalıdır.
- Bu işletmeler için, teminat ihtiyacını azaltan ve geri ödeme koşulları işletmenin gelir yapısına uygun biçimde düzenlenen, tarım sektörüne özgü kredi ürünlerinden yararlanılması teşvik edilmeli; özellikle döngüsellik ölçütü doğrultusunda hazırlanmış projelerde hibe oranlarının artırılması sağlanmalıdır.
- Destek mekanizmalarının tasarımında, yalnızca yatırımın miktarına değil, aynı zamanda bu tezde ortaya konan döngüsellik göstergelerinde sağlanacak iyileşmeye de önem verilmesi; böylece kaynakların, döngüsel ekonomiye en yüksek katkıyı sağlayacak alanlara yönlendirilmesi sağlanmalıdır.

Teknik Altyapının Güçlendirilmesi

- Barınak koşullarında temel eksikliklerin bulunduğu küçük ve orta ölçekli işletmeler için, hayvan refahı ve gübre yönetimi kriterlerini birlikte karşılayan “asgari barınak standardı” tanımlanmalı; bu standarda uygun tip proje örnekleri hazırlanarak işletmelere sunulmalıdır.
- Gübre depolama yapılarında hayvan sayısına göre minimum kapasite şartı belirlenmeli; küçük ölçekli işletmeler için daha düşük maliyetli ve modüler yapılar, orta ölçekli işletmeler için ise daha uzun süreli depolamaya imkan veren çözümler teşvik edilmelidir.
- Gübre birikiminin ve sızıntısının önlenmesine yönelik altyapı düzenlemelerini içeren gübre yönetimi projeleri hazırlanmalı; bu projelerin uygulanmasında Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği ile ilgili tarımsal örgütlerin teknik rehberlik sağlaması desteklenmelidir.
- Mekanizasyon düzeyinin yetersiz olduğu küçük ve orta ölçekli işletmelerde, gübre sıyırma, yem dağıtma ve süt sağımına ilişkin basit ve dayanıklı ekipmanların yaygınlaştırılmasına öncelik verilmelidir. Bu tür ekipmanlar için hibe ve düşük faizli kredi destekleri sağlanması, döngüsellik uygulamalarının benimsenmesini kolaylaştıracağı tespit edilmiştir.

Atık Yönetimi, Besin Döngüleri ve Enerji Kullanımı

- Hayvansal gübrenin kontrolsüz şekilde araziye bırakılmasının önlenmesi amacıyla, kompost uygulamalarının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu kapsamda, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerin bir araya gelerek ortak kompost alanları kurmaları teşvik edilmeli; bu ortak alanlar için tip proje ve destek paketleri geliştirilmelidir.
- Sıvı gübrelerin toprak ve su kaynakları üzerindeki olası olumsuz etkilerinin azaltılabilmesi için, uygulanabilir ve ölçeğe uygun sıvı gübre depolama ve dağıtım sistemleri geliştirilmelidir. Bu çerçevede, yetiştirici birlikleri veya ilgili üretici birlikleri bünyesinde “sıvı gübre uygulama ekipleri” oluşturulması, uygulamaların daha kontrollü yürütülmesine katkı sağlayacaktır.

- Enerji kullanımında verimliliğin düşük olduğu işletmeler için, sağımhane ve süt soğutma ekipmanlarının yenilenmesi, izolasyon iyileştirmeleri ve zamanlama ayarlı kullanım gibi önlemler öne çıkarılmalıdır. Bu tür enerji verimliliği yatırımlarına yönelik kredi ve hibe destekleri, küçük ve orta ölçekli işletmeler için özel şartlarla düzenlenmelidir.
- Bölgedeki biyogaz potansiyelinin değerlendirilmesi amacıyla, özellikle büyük ve endüstriyel işletmelerin bulunduğu alanlarda bölgesel biyogaz tesislerinin kurulması değerlendirilmeli; küçük ve orta ölçekli işletmelerin de bu tesislere gübre ve organik atık sağlayarak besin döngüsüne katılmaları sağlanmalıdır. Böylece, bireysel tesis kurma imkanı bulunmayan işletmeler de döngüsel sistemin bir parçası haline gelebilecektir.

Örgütlenme, Üretici Birlikleri, Yetiştirici Birlikleri ve Kooperatiflerin Rolü

- Döngüsel ekonomi uygulamalarının yaygınlaştırılmasında, yetiştirici birlikleri ile ilgili üretici birlikleri ve kooperatiflerin işlevlerinin güçlendirilmesi gerekmektedir. Bu örgütlerin faaliyet alanları, yalnızca süt pazarlama ve girdi temini ile sınırlı kalmayıp, döngüsellik odaklı hizmetleri de kapsayacak şekilde genişletilmelidir.
- Yetiştirici birlikleri ve üretici birlikleri tarafından, barınak ve gübre yönetimi, kompost uygulamaları, yem temini ve enerji kullanımı gibi konularda ortak teknik danışmanlık hizmetleri sunulmalı; küçük ve orta ölçekli işletmelerin bu hizmetlerden düşük maliyetle yararlanması sağlanmalıdır.
- Döngüsellik göstergelerinde yüksek performans gösteren işletmeler, Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği ve ilgili üretici birlikleri tarafından iyi uygulama örnekleri olarak öne çıkarılmalı; saha günleri, çiftlik ziyaretleri ve ortak toplantılarla diğer işletmelerle deneyim paylaşımı yapılmalıdır.
- Kooperatifler ve birlikler aracılığıyla ortak kullanım amacıyla gübre sıyırma makineleri, kompost karıştırıcıları, taşınabilir enerji ve su verimliliği ekipmanları gibi mekanizasyon unsurlarının temin edilmesi ve planlı kullanım takvimleriyle işletmeler arasında paylaşılması önerilmektedir. Böylece, tek başına yatırım

yapma imkanı bulunmayan küçük ve orta ölçekli işletmelerin de döngüsel uygulamalara erişimi kolaylaştırılabilecektir.

Eğitim, Yayım ve Kapasite Geliştirme

- Döngüsel ekonomi uygulamalarına ilişkin bilgi eksikliğinin giderilebilmesi için, barınak yönetimi, gübre depolama ve kompost, su ve enerji kullanımı, atıkların değerlendirilmesi ve mekanizasyon gibi konuları kapsayan hedef odaklı eğitim programları düzenlenmelidir. Bu programlarda, hem teorik bilgiler hem de saha uygulamalarından örnekler birlikte sunulmalıdır.
- İl düzeyinde, yetiştirici birlikleri, üretici birlikleri ve ilgili kamu kurumları iş birliğiyle “döngüsellik eğitim günleri” düzenlenmeli; bu günlerde, bu tezde geliştirilen döngüsellik göstergelerine göre yüksek puan alan işletmelerde uygulamalı demonstrasyonlar gerçekleştirilmelidir.
- Genç yetiştiriciler ve kadın çiftçiler için, döngüsel ekonomi uygulamalarını ve çevreye duyarlı üretim yöntemlerini içeren özel eğitim ve mentorluk programlarının oluşturulması; ile bu grupların girişimcilik potansiyelinin güçlendirilmesi sağlanmalıdır.
- Eğitim ve yayım faaliyetlerinde, işletmelerin kendi döngüsellik puanlarını nasıl takip edebileceklerini, hangi göstergelerde küçük maliyetli adımlarla iyileştirme sağlayabileceklerini gösteren basit rehberler ve kontrol listeleri kullanılmalıdır.

Finansman ve Destek Mekanizmaları

- Barınak iyileştirmeleri, gübre yönetimi, kompost ve biyogaz uygulamaları, su tasarrufu sağlayan sistemler, enerji verimliliği ekipmanları ve mekanizasyon yatırımlarını içeren projeler için uygun koşullu kredi ve hibe desteklerinin devam ettirilmesi; bu desteklerde küçük ve orta ölçekli işletmeler için daha yüksek destek oranları ve daha esnek eş finansman koşulları sağlanması gerekmektedir.
- Kırsal kalkınma ve finansal destekler kapsamında, döngüsellik göstergelerinde iyileşme sağlayan yatırımların özellikle önceliklendirilmesi; destek

değerlendirme süreçlerinde bu tezde tanımlanan döngüsellik ölçütünün bir referans olarak kullanılabilmesi önem taşımaktadır.

- Destek programları için bilgilendirme faaliyetlerinin, yalnızca yazılı duyurularla sınırlı kalmayıp, yetiştirici birlikleri, üretici birlikleri ve kooperatifler aracılığıyla yüz yüze toplantılar, saha ziyaretleri ve yerinde danışmanlık hizmetleriyle desteklenmesi önerilmektedir. Bu sayede, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerin başvuru sürecine katılımının artırılması mümkün olabilecektir.
- Destek mekanizmalarının izlenmesinde, döngüsellik puanlarındaki değişim temel alınmalı; sağlanan finansmanın hangi boyutlarda iyileşme sağladığı düzenli olarak değerlendirilmelidir. Böylece, hem kaynak kullanımının etkinliği artırılabilir hem de gelecek programların tasarımı daha isabetli yapılabilecektir.

5.4 Gelecek Araştırma Perspektifleri

Bu araştırmada, Aydın ili süt sığırcılığı işletmelerinin döngüsel ekonomiye uyum düzeyi; hayvan sağlığı ve refahı, toprak korunması, besin döngüleri ile emisyonlar, mekanizasyon ve teknoloji kullanımı ile bölgesel işbirliği ve kırsal kalkınmaya katkı olmak üzere beş bileşenden oluşan değerlendirme yapısı üzerinden sistematik biçimde ölçülmüştür. Gelecek araştırmalarda, bu ölçüt setinin farklı illerde ve farklı hayvansal üretim sistemlerinde uygulanması, sektörel ve bölgesel karşılaştırmalar yapılmasına olanak sağlayacaktır. Böylece, Türkiye'nin farklı bölgelerinde süt sığırcılığı işletmelerinin döngüsellik düzeyine ilişkin daha geniş kapsamlı ve temsili sonuçlara ulaşılması mümkün olabilecektir.

Araştırma tek bir zaman noktasında toplanan verilere dayandığından, gelecekte aynı işletmelerden düzenli aralıklarla veri toplanması ve boylamsal analizlerin yapılması yararlı olacaktır. Böyle bir yaklaşım, işletmelerin döngüsellik düzeylerinde zaman içinde meydana gelen değişimlerin izlenmesini sağlayacak ve uygulanan desteklerin, yatırımların ve eğitim faaliyetlerinin etkilerinin daha doğru biçimde değerlendirilmesine imkan tanıyacaktır.

Bu tezde ağırlıklı olarak yapısal ve yönetsel göstergeler ele alınmış olup, çevresel etkilerin doğrudan ölçümüne ilişkin göstergeler sınırlı kalmıştır. Gelecek çalışmalarda, çevresel etki göstergelerinin (örneğin emisyonlar, kaynak kullanımı ve kirlilik göstergeleri gibi) değerlendirmeye dahil edilmesi; döngüsel ekonomi uygulamalarının çevresel performansla olan ilişkisini daha ayrıntılı biçimde ortaya koyacaktır. Bu tür verilerin, bu çalışmada geliştirilen yapısal döngüsellik göstergeleriyle birlikte kullanılması, çok boyutlu bir sürdürülebilirlik değerlendirme sistemi kurulmasına imkan verecektir.

Ayrıca, damızlık sığır yetiştiricilerinin döngüsel ekonomiye ilişkin algıları, bilgi kaynakları, risk değerlendirmeleri ve yeniliklere uyum süreçlerini irdeleyen nitel araştırmaların yürütülmesi, bu tezde sunulan nicel bulguların arka planının anlaşılmasına katkı sağlayacaktır. Odak grup görüşmeleri ve derinlemesine mülakatlar aracılığıyla elde edilecek veriler, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerin karşılaştığı yapısal ve ekonomik engellerin daha ayrıntılı biçimde ortaya konulmasına yardımcı olacaktır. Böylece, politika önerilerinin sosyal ve kültürel boyutları da dikkate alınarak daha gerçekçi ve uygulanabilir hale getirilmesi mümkün olabilecektir.

Sonuç olarak, bu tezde geliştirilen döngüsellik ölçütü ve elde edilen bulguların, Aydın ili ve benzer üretim yapısına sahip diğer bölgelerde yürütülecek araştırmalara başlangıç düzeyi bir referans oluşturacağı; tarımda döngüsel ekonomi perspektifinin geliştirilmesine ve süt sığırcılığı işletmelerinde sürdürülebilir üretim modellerinin yaygınlaştırılmasına katkı sağlayacağı tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Adhikari, M., Paudel, K. P., Martin, N. R., Gauthier, W. M. 2005. Economics of Dairy Waste Use As Fertilizer in Central Texas. *Waste Management*, 25(10), 1067-1074. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2005.06.012>
- Allen, C., Clouth, S. 2012. A Guidebook to the Green Economy. United Nations Division for Sustainable Development.
- Anonim 1975. Council Directive 75/442/EEC on Waste. European Council, Brussels. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:31975L0442>. Erişim Tarihi: 10.05.2020
- Anonim 1987. World Commission on Environment and Development Our Common Future (Brundtland Report). Oxford: Oxford University Press.
- Anonim 1991a. European Council Council Directive 91/676/EEC Concerning The Protection Of Waters Against Pollution Caused By Nitrates From Agricultural Sources. Brussels. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991L0676>. Erişim Tarihi: 18.05.2020
- Anonim 1991b. European Council Council Regulation (EEC) No 2092/91 On Organic Production Of Agricultural Products And İndications Referring Thereto On Agricultural Products And Foodstuffs. Brussels. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991R2092>. Erişim Tarihi: 18.05.2020
- Anonim 1995. ADSYB Kuruluş Tüzüğü <https://www.adsyb.org.tr/sayfa/kurulus-belgesi/>. Erişim Tarihi: 18.06.2020
- Anonim 2005. Taking sustainable use of resources forward: Thematic Strategy on the Prevention and Recycling of Waste. COM(2005) 666 final, European Commission, Brussels. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52005DC0666>. Erişim Tarihi: 22.03.2021
- Anonim 2008. Directive 2008/98/EC On Waste And Repealing Certain Directives (Waste Framework Directive). European Parliament & Council, Brussels. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098>. Erişim Tarihi: 12.02.2022
- Anonim 2010. Guidebook for Promoting Biomass Utilization at the Community Level – Reference 4: Case Examples of Biomass Towns in Japan. Tokyo: MAFF (Japan Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries). <https://www.maff.go.jp/e/pdf/reference4-1.pdf>. Erişim Tarihi: 05.10.2023
- Anonim 2011. Global Food Losses And Food Waste – Extent, Causes And Prevention. Rome: FAO.
- Anonim 2013. Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition. Ellen MacArthur Foundation, Vol. 1 <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an>. Erişim Tarihi: 8.04.2021

- Anonim 2014. Food Wastage Footprint: Full-Cost Accounting. Rome: FAO. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6a266c4f-8493-471c-ab49-30f2e51eec8c/content> . Erişim Tarihi: 6.07.2021
- Anonim 2015a. Closing the Loop: An EU Action Plan for the Circular Economy. COM(2015) 614 final, European Commission , Brussels. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0012.02/DOC_1&format=PDF . Erişim Tarihi: 7.06.2021
- Anonim 2015b. . 2015. Biogas Opportunities Roadmap Progress Report. U.S. Department of Agriculture / Department of Energy / EPA. <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-12/documents/biogas-roadmap-progress-report.pdf> . Erişim Tarihi: 11.09.2023
- Anonim 2016a. The Circular Dairy Economy: Exploring The Business Case For A Farmer Led, “Net-Positive” Circular Dairy Sector. FrieslandCampina and Circle Economy. https://cdn.prod.website-files.com/5d26d80e8836af2d12ed1269/5e1d76b3a12b0a174b858215_the-circular-dairy-economy.pdf. Erişim Tarihi: 10.08.2020
- Anonim 2016b. The New Plastics Economy: Rethinking the Future of Plastics, World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company, https://content.ellenmacarthurfoundation.org/m/1775fbba280fa21/original/The-New-Plastics-Economy-Rethinking-the-future-of-plastics.pdf?_gl=1*58t1ou*_gcl_au*MTM0MTY1MTc2Ny4xNzUzODk5MDIz*_ga*NjM0NjQyODMyLjE3NTM4OTkwMjI.*_ga_V32N675KJX*czE3NTY1ODcxNjckbzYkZzAkdDE3NTY1ODcxNzAkajU3JGwwJGgw . Erişim Tarihi: 7.05.2021
- Anonim 2016c. Leading the Cycle – Finnish Road Map to a Circular Economy 2016–2025. Sitra, Helsinki. <https://www.sitra.fi/wp/wp-content/uploads/2017/02/Selvityksia121.pdf>. Erişim Tarihi: 17.06.2024
- Anonim 2017a. BS 8001: 2017: Framework for Implementing the Principles of the Circular Economy in Organizations-Guide. BSI Standards.
- Anonim 2017b. Sıfır Atık Projesi. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Ankara. <https://ankara.csb.gov.tr/sifir-atik-i-86166> . Erişim Tarihi: 28. 05.2020
- Anonim 2018a. Our Waste, Our Resources: A Strategy for England. London: Department for Environment, Food & Rural Affairs. <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5c18f11740f0b60bbe0d827/resources-waste-strategy-dec-2018.pdf> . Erişim Tarihi: 21.07.2023
- Anonim 2018b. Governance Of Environmental Sustainability Of Manure-Based Centralised Biogas Production in Denmark. Murphy, J.D. (Ed.) IEA Bioenergy Task 37, 2018: 7.
- Anonim 2018c. World Livestock: Transforming The Livestock Sector Through The Sustainable Development Goals – In Brief. Rome, FAO, 12 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Anonim 2018d. Agriculture, Nature And Food: Valuable And Connected – The Netherlands as a Leader in Circular Agriculture. The Hague, September 2018.

- Anonim 2019a. National Waste Policy Action Plan 2019. Canberra: Department of the Environment and Energy.
- Anonim 2019b. Cities and Circular Economy for Food. Ellen MacArthur Foundation, EMF Report.
- Anonim 2019c. The State of Food and Agriculture 2019. Moving forward on food loss and waste reduction. FAO, Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Anonim 2019d. Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome.
- Anonim 2019e. Food Policy for Canada: Everyone at the Table. Ottawa: Agriculture and Agri-Food Canada.
- Anonim 2019f. Technical, Economic and Environmental Assessment of Biorefinery Concepts: Developing a practical approach for characterisation. IEA Bioenergy: Task 42:2019:01.
- Anonim 2019g. Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences, OECD Publishing, Paris, [https://doi.org/ 10.1787/9789264307452-en](https://doi.org/10.1787/9789264307452-en)
- Anonim 2019h. European Commission The European Green Deal. COM(2019) 640 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>
- Anonim 2019ı. On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023). T.C. Cumhurbaşkanlığı, Ankara. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/07/On_Birinci_Kalkinma_Plani-2019-2023.pdf Erişim Tarihi: 10. 06. 2020
- Anonim 2020a. Indicator Metrics for the 11 DSF Sustainability Criteria. DSF Publication.
- Anonim 2020b. European Commission Farm to Fork Strategy. COM(2020) 381 final, Brussels.
- Anonim 2020c. European Commission, A new Circular Economy Action Plan: For a cleaner and more competitive Europe. Brussels
- Anonim 2020d. The State of Food and Agriculture 2020. Overcoming water challenges in agriculture. FAO.Rome. <https://doi.org/10.4060/cb1447en>
- Anonim 2020e. A Circular Economy in Sweden – Strategy and Action Plan. Stockholm, ss. 7, 25-26. [https://www.government.se/4af19c/contentassets/ 6086a_4096d3249fc8b25e1bbf8b125cd/a-circular-economy-in-sweden---strategy-and-action-plan.pdf](https://www.government.se/4af19c/contentassets/6086a_4096d3249fc8b25e1bbf8b125cd/a-circular-economy-in-sweden---strategy-and-action-plan.pdf) (Erişim tarihi: 01.08.2025).
- Anonim 2020f. The Circular Economy in Cities and Regions Synthesis Report. OECD Urban Studies.
- Anonim 2021a. Food Waste Index Report 2021. UNEP. Nairobi.
- Anonim 2021b. Circular agriculture for sustainable rural development. UN DESA Policy Brief No. 105.

- Anonim 2021c. Circular Economy Roadmap for Germany. Circular Economy Initiative Deutschland (CEID). <https://www.circular-economy-initiative.de/circular-economy-in-germany> Erişim Tarihi: 01.08.2022
- Anonim 2021d. National Recycling Strategy: Part One of a Series on Building a Circular Economy for All. U.S. Environmental Protection Agency. EPA 530-S-21-001 November 202. <https://www.epa.gov/circulareconomy/national-recycling-strategy#NRS%20Part%201> . Erişim Tarihi: 8.07.2023
- Anonim 2021e. Measures for achievement of Decarbonization and Resilience with Innovation (MeaDRI) MAFF (Japan Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries). https://www.maff.go.jp/e/policies/env/env_policy/attach/pdf/index-19.pdf . Erişim Tarihi: 15.09.2023
- Anonim 2021f. Taking responsibility for our waste: Proposals for a new waste strategy; Issues and options for new waste legislation. Wellington: Ministry for the Environment. <https://environment.govt.nz/assets/publications/waste-strategy-and-legislation-consultation-document-.pdf> Erişim Tarihi: 21.10.2023
- Anonim 2021g. T.C. Ticaret Bakanlığı. 2021. Yeşil Mutabakat Eylem Planı. Ankara. <https://ticaret.gov.tr/data/60f1200013b876eb28421b23/MUTABAKAT%20YE%20C5%9E%20C4%B0L.pdf> Erişim Tarihi: 12.03.2023
- Anonim 2022a. The Finnish Bioeconomy Strategy: Sustainably towards higher value added. Publications Of The Finnish Government 2022:5. <https://julkaisut.valtiouevosto.fi/handle/10024/163969> . Erişim Tarihi: 17.09.2023
- Anonim 2022b. The OECD RE-CIRCLE Project: The economics of the transition to a more resource-efficient, circular economy. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2022/12/the-oecd-re-circle-project_1fe4ecd6/5ed5352b-en.pdf . Erişim Tarihi: 14.08.2024
- Anonim 2022c. İklim şurası Sonuç Bildirgesi. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Ankara. <https://iklim.gov.tr/db/turkce/dokumanlar/iklim-surasi-3135-20241024123150.pdf> . Erişim Tarihi: 08.09.2023
- Anonim 2022d. Michigan State University Extension, What is the buzz around cow longevity? MSU Extension Dairy Team. <https://www.canr.msu.edu/news/what-is-the-buzz-around-cow-longevity#:~:text=The%20natural%20lifespan%20of%20a,potential%20producing%20the%20most%20milk>. Erişim Tarihi: 6.08.2023
- Anonim 2022e. Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği <http://www.dsymb.org.tr/kurumsal/hakkimizda/> Erişim Tarihi: 10.11.2020
- Anonim 2022f. European Commission 2022. Commission Implementing Decision Of 14.3.2022 Adopting The Ipa Iıı Rural Development Programme (IPARD III) Of The Republic Of Turkey For The Years 2021-2027. https://enlargement.ec.europa.eu/document/download/418fcc94-ddfc-4c64-b8e9-a86cf106f503_en?filename=DEC%20C%282022%291589-14.3.2022.pdf Erişim Tarihi: 04.01.2023

- Anonim 2022g. The State of Food and Agriculture 2022. Leveraging automation in agriculture for transforming agrifood systems. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb9479en>
- Anonim 2022h. A Greener and Fairer CAP. 24 February 2022. https://agriculture.ec.europa.eu/document/download/89b607ec-8a43-4073-bafd-f2493da7699e_en?filename=factsheet-newcap-environment-fairness_en.pdf. Erişim Tarihi: 13.08.2022
- Anonim 2023a. News From California Department Of Resources Recycling And Recovery (Calrecycle), Glacier and More. <https://resource-recycling.com/recycling/2023/10/23/news-from-california-department-of-resources-recycling-and-recovery-calrecycle-glacier-and-more/> . Erişim Tarihi: 10.06.2024
- Anonim 2023b. Food Loss and Waste 2030 Champions. U.S. Environmental Protection Agency. <https://www.usda.gov/sites/default/files/documents/2030-Champions-Milestones-Report.pdf>. Erişim Tarihi: 12.07.2024
- Anonim 2023c. World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2023. FAO. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc8166enF>.
- Anonim 2023d. Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 184 pp., doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.
- Anonim 2023e. İZKA. Anonim 2023. 2022 Yılı Faaliyet Raporu. İzmir Kalkınma Ajansı, İzmir. https://izka.org.tr/wp-content/uploads/2024/04/2023_Yili_Faaliyet_Raporu.pdf. Erişim Tarihi: 02.02.2024
- Anonim 2023f. Annual Report 2022–23. Government of India. (NITI Aayog). <https://niti.gov.in/publication/annual-report>. Erişim Tarihi: 18.11.2024
- Anonim 2023g. Water in Agriculture – Infographic. World Bank. <https://www.worldbank.org/en/news/infographic/2023/07/26/water-in-agriculture> . Erişim Tarihi: 2.02.2025
- Anonim 2023h. Integrated Approaches for Agricultural Sustainability and Productivity Assessments. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/publications/integrated-approaches-for-agricultural-sustainability-and-productivity-assessments-60cfa586-en.htm>
- Anonim 2024a. Circular economy country profile – The Netherlands. ETC-CE Report 2024/the Netherlands. EEA. https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/circular-economy/country-profiles-on-circular-economy/circular-economy-country-profiles-2024/netherlands_2024-ce-country-profile_final.pdf/@@download/file . Erişim Tarihi: 01.03.2025
- Anonim 2024b. Aydın İl Tarımsal Yatırım Rehberi. <https://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/TARYAT/Belgeler/Ayd%C4%B1n%20%C4%B0l%20Tar%C4%B1msal%20Yat%C4%B1r%C4%B1m%20Rehberi.pdf>. Erişim Tarihi: 2.03.2025
- Anonim 2024c. Circularity Gap Report. <https://reports.circularity-gap.world/cgr-global-2024-37b5f198/CGR+Global+2024+-+Report.pdf> Erişim Tarihi: 4.02.2025

- Anonim 2024d. Circular economy country profile 2024 – Italy. ETC-CE Report 2024/Italy. European Environment Agency.
- Anonim 2024e. Circular economy country profile 2024 – Denmark. ETC-CE Report 2024/Denmark. European Environment Agency.
- Anonim 2024f. Circular economy country profile 2024 – Sweden., ETC-CE Report 2024/Sweden. European Environment Agency.
- Anonim 2024g. Circular economy country profile 2024 – Belgium, ETC-CE Report 2024/Belgium. European Environment Agency.
- Anonim 2024h. Proceedings of the FAO Global Conference on Sustainable Agricultural Mechanization. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd0628en>
- Anonim 2024ı. Federal Ministry for the Environment. 2024. Fundamentals and stakeholder process of the National Circular Economy Strategy. <https://www.bundesumweltministerium.de/en/topics/circular-economy/circular-economy-strategy> Erişim tarihi: 02.10.2024
- Anonim 2024i. Tarım ve Orman Bakanlığı. 2024. 2024 Yılı İdare Faaliyet Raporu. Ankara. https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/Belgeler/Bakanl%C4%B1k_Faaliyet_Raporlar%C4%B1/Tar%C4%B1m%20ve%20Orman%20Bakanl%C4%B1%C4%9F%C4%B1%202024%20Y%C4%B1%C4%B1%20%C4%B0dare%20Faaliyet%20Raporu.pdf Erişim Tarihi: 05.03.2025
- Anonim 2024k. The circular economy transformation of Japan’s food security. The Source Magazine (International Water Association), 3 Eylül 2024. <https://thesourcemagazine.org/the-circular-economy-transformation-of-japans-food-security/> Erişim Tarihi: 02.02.2025
- Anonim 2024l. IPARD III Programı Başvuru Rehberi ve Proje Uygunluk Kriterleri. TKDK. https://www.yatirimadestek.gov.tr/pdf/assets/upload/dosyalar/103_basvuru_rehberi_ipard_iii_2024_v10.pdf Erişim Tarihi: 02.02.2025
- Anonim 2024m. National Circular Economy Strategy adopted 4 December 2024. Federal Ministry for the Environment, Climate Action, Nature Conservation and Nuclear Safety. <https://www.bundesumweltministerium.de/en/topics/circular-economy/circular-economy-strategy> . Erişim tarihi: 01.12.2024.
- Anonim 2024n. Circular economy country profile 2024, Spain. ETC-CE Report 2024/Spain. European Environment Agency.
- Anonim 2024o. Hayvansal üretim istatistikleri, 2023 (Haber Bülteni No: 49681). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-2023-49681#:~:text=K%C3%BC%C3%A7%C3%BCKba%C5%9F%20hayvan%20kategorisinde%2C%20koyun%20say%C4%B1s%C4%B1,milyon%20303%20bin%20ba%C5%9F%20oldu.&text=Bal%20%C3%BCretimi%20bir%20%C3%B6nceki%20y%C4%B1la,114%20bin%20886%20ton%20oldu.>

- Anonim 2025a. Ulusal Döngüsel Ekonomi Stratejisi ve Eylem Planı (UDESEP). T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Ankara. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/dongusel/icerikler/udesep-tekup-sunum-2025-02-11-20250212080717.pdf> . Erişim Tarihi: 10.04.2025
- Anonim 2025b. Türkiye'nin Ulusal Döngüsel Ekonomi Eylem Planı Hazırlandı. İKV. https://bulten.ikv.org.tr/?ust_id=14349&id=14354 . Erişim Tarihi: 03.04.2025
- Anonim 2025c. Japan's Road to a Sustainable and Organic Future – Key Insights from the Webinar (28 Temmuz 2025). IFOAM. <https://www.ifoam.bio/news/japan-webinar-takeaways> Erişim Tarihi: 01.08.2025
- Aydın, R., Güler, O., Yanar, M., Diler, A., Koçyiğit, R., Avcı, M. 2016. Erzurum İli Hınıs İlçesi Sığırcılık İşletmelerinin Barınak Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 19, 98-111.
- Ayres, R. U., Kneese, A. V. 1969. Production, Consumption, and Externalities. *American Economic Review*, 59(3), 282-297.
- Benton, D., Hazell, J. 2015. The circular economy in Japan. *Environmental Scientist, Institution of Environmental Sciences (IES)*. <https://www.the-ies.org/analysis/circular-economy-japan> . Erişim Tarihi: 18.10.2022
- Bonamigo, A., da Silva Pereira, E., de Oliveira, J., Antony, J. and Garza-Reyes, J. 2025. Lean Service 5.0 in Dairy Production: An Empirical Evaluation From the Perspective of the Sociotechnical and Circular Economy Approach. *Bus Strat Env*. <https://doi.org/10.1002/bse.70015>
- Boulding, K. E. 1966. The Economics of the Coming Spaceship Earth. In H. Jarrett (Ed.), *Environmental Quality in a Growing Economy* (pp. 3-14). Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Braungart, M., McDonough, W. 2002. *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. North Point Press.
- Brennan, M., Hennessy, T., Dillon, E. 2021. Embedding animal welfare in sustainability assessment: an indicator approach. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 60(1), 129–141.
- Carifio, J., Perla R. 2008. Resolving the 50-year debate around using and misusing Likert scales. *Medical Education*, 42(12), 1150-1152. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2008.03172.x>
- Cederberg, C., Persson, U. M., Neovius, K., Molander, S., Clift, R. 2009. Including carbon emissions from deforestation in the carbon footprint of Brazilian beef. *Environmental Science & Technology*, 45(5), 1773–1779. <https://doi.org/10.1021/es103240z>
- Chatterjee, S., Hadi, A. S. 2012. *Regression analysis by example* (5th ed.). John Wiley & Sons.
- Chen, X., Huang, P., Xiao, Z. 2022. Uncovering the verticality and temporality of environmental policy mixes: The case of agricultural residue recycling in China. *Review of Policy Research*, 39(3), 389-411, <https://doi.org/10.1111/ropr.12477>

- Chiaraluce, G. 2022. Circular Economy in the agri-food sector: a policy overview. *Rivista di Economia Agraria*. DOI:10.36253/rea-13375
- Cochran, W. G. 1977. *Sampling Techniques*. 3rd Edition, John Wiley & Sons, New York.
- Cronbach, L. J. 1951. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Daly, H. E. 1996. *Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development*. Boston: Beacon Press.
- De Boer, I.J.M., Van Ittersum, M.K. 2018. *Circularity in Agricultural Production*. Wageningen University Scientific Report, Wageningen.
- DeVellis, R. F. 2017. *Scale development: Theory and applications* (4th ed.). Sage Publications.
- Dunn, O. J. 1961. Multiple comparisons among means. *Journal of the American Statistical Association*, 56(293), 52-64. <https://doi.org/10.1080/01621459.1961.10482090>
- Duru, M., Therond, O., Fares, M. 2015. Designing Agroecological Transitions; A Review. *Agronomy For Sustainable Development*, 35(4), 1237-1257. DOI:10.1007/s13593-015-0318-x
- Ekins, P. 2000. *Economic Growth and Environmental Sustainability: The Prospects for Green Growth*. London: Routledge.
- Entrena-Barbero, E., Tarpani, R., Fernández, M., Moreira, M. T., Gallego Schmid, A. 2024. Integrating circularity as an essential pillar of dairy farm sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 458, 142508. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142508>
- Field, A. 2018. *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. 5th Edition, Sage, Newbury Park.
- Foley J.A , Ramankutty N. , Brauman K.A. , Cassidy E. S. , Gerber J.S. , Johnston M. , Mueller N. D. , O'Connell C. , Deepak K. R, West P.C. , Balzer C. , Bennett E.M., Carpenter S. R. , Hill J.,Monfreda C., Polasky S., Rockstro J., Sheehan J., Siebert S., Tilman D. Zaks D.P.M, 2011. Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478, 337–342. DOI:10.1038/nature10452
- Frosch, R.A. and Gallopoulos, N.E. 1989 Strategies for Manufacturing. *Scientific American*, 261, 144-152. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0989-144>
- Fukuoka, M. 1978. *The One-Straw Revolution: An Introduction to Natural Farming*. Rodale Press, Pennsylvania.
- Geerken, T., Manoochehri, S., Di Francesco, E. 2022. Circular Economy policy innovation and good practice in Member States. ETC CE working paper, European Environment Agency.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N.M.P., Hultink, E.J. 2017. The Circular Economy – A new sustainability paradigm?. *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>

- Geng, Y., Doberstein, B. 2008. Developing the circular economy in China: Challenges and opportunities for achieving 'leapfrog development'. *The International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 15(3), 231-239. DOI:10.3843/SusDev.15.3:6
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., Tempio, G. 2013. Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- Ghisellini, P., Protano, G., Viglia, S., Gaworski, M., Setti, M., Ulgiati, S. 2015. Integrated Agricultural and Dairy Production within a Circular Economy Framework: A Comparison of Italian and Polish Farming Systems. *Journal of Environmental Accounting and Management*, 2(4), 367–384. DOI:10.5890/JEAM.2014.12.007.
- Godber O., Workman K., Ketterings Q. M. 2023. Northeast dairy and the circular economy. *Progressive Dairy*. <https://www.agproud.com/articles/57331-northeast-dairy-and-the-circular-economy> . Erişim Tarihi: 12.10.2024
- Gralak, A., Grochowska, R. Szczepaniak, I. 2022. “Determinants of Implementation of the Circular Economy in the Food Processing Sector on the Example of the Dairy Industry”. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej / Problems of Agricultural Economics*, Sciendo, vol. 372(3), pages 64-84, September.
- Han, Y., Bakır, G. 2013. Özel Besi Sığırcılığı İşletmelerinde Irk Tercihleri ve Besi Uygulamaları. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40, 15-23.
- Helgason, K. Sv., Iversen, K., Julca, A. 2021. Circular agriculture for sustainable rural development. UN/DESA Policy Brief No. 105, 4-5. <https://desapublications.un.org/policy-briefs/undesa-policy-brief-105-circular-agriculture-sustainable-rural-development> . Erişim Tarihi: 05.03.2022
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K. 2007. Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resources Management*, 21(1), 35–48. <https://doi.org/10.1007/s11269-006-9039-x>
- Hogeveen, H., Huijps, K., Lam, T. J. 2011. Economic aspects of mastitis: New developments. *New Zealand Veterinary Journal*, 59(1), 16-23. doi: 10.1080/00480169.2011.547165.
- Hristov, A. N., Oh, J., Firkins, J. L., Dijkstra, J., Kebreab, E., Waghorn, G., . Tricarico, J. M. 2013. Special topics–mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options. *Journal of Animal Science*, 91(11), 5045–5069. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6573>
- Jurgilevich, A., Birge, T., Kentala-Lehtonen, J., Korhonen-Kurki, K., Pietikäinen, J., Saikku, L., Schösler, H. 2016. Transition towards circular economy in the food system. *Sustainability*, 8(1), 69. <https://doi.org/10.3390/su8010069>
- Kawashima, T. 2021. Eco-Feeds in Japan. FFTC Agricultural Policy Platform. <https://ap.ffmpeg.org.tw/article/2794> . Erişim Tarihi: 08.06.2023
- Kılıç, R., Korkmaz, K. 2012. Kimyasal gübrelerin tarım topraklarında artık etkileri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(2), 87-90.

- Kızıloğlu, R., Kızılaslan, N. 2017. Kahramanmaraş ili merkez ilçe kırsalında çiftçilerin gübre kullanım durumu. *Türk Tarım–Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(1), 18-23. DOI:10.24925/turjaf.v5i1.18-23.769
- Kirchherr, J., Reike, D., Hekkert, M. 2017. Conceptualizing The Circular Economy: An Analysis Of 114 Definitions. *Resources, Conservation And Recycling*, 127, 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Knapp, J. R., Laur, G. L., Vadas, P. A., Weiss, W. P., Tricarico, J. M. 2014. Invited review: Enteric methane in dairy cattle production: Quantifying the opportunities and impact of reducing emissions. *Journal of Dairy Science*, 97(6), 3231–3261. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7234>
- Koçyiğit R., Yanar M. , Aydın R., Diler A., Güler O. 2018. Sığırcılık İşletmelerinde Hayvan Sağlığı, Veteriner Sağlık Hizmetleri ve Yetiştirici Memnuniyeti ve Beklentileri: Erzurum İli Narman İlçesi Örneği, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(2), 203 - 208, DOI: 10.18016/ksudobil.303021.
- Korhonen, J., Nuur, C., Feldmann, A. Birkie, S. E. 2018. Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of Cleaner Production*, 175, 544-552. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.111>
- Kruskal, W. H., Wallis, W. A. 1952. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47(260), 583-621. <https://doi.org/10.1080/01621459.1952.10483441>
- Lal, R. 2009. Soils and food sufficiency. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(1), 113-133. 10.1051/agro:2008044.
- Likert, R. 1932. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22(140), 5-55.
- Liu, L., Liang, Y., Song, Q., Li, J. 2017. A review of waste prevention through 3R under the concept of circular economy in China. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 19, 1314–1323. <https://doi.org/10.1007/s10163-017-0606-4>
- Machado-Ramos M.G., Meza-Herrera C.A., Santiago-Miramontes A.D., Mellado M. , Véliz-Deras F.G., Arellano-Rodríguez F., Contreras-Villarreal V., Arévalo J.S. , Carrillo-Moreno D.I., Flores-Salas J.M., 2023. A Circular Economy Approach to Integrate Divergent Ruminant Production Systems: Using Dairy Cow Feed Leftovers. *Animals* 2023, 13(15), 2431; <https://doi.org/10.3390/ani13152431>
- Mann, H. B., Whitney, D. R. 1947. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *The Annals of Mathematical Statistics*, 18(1), 50-60. <https://doi.org/10.1214/aoms/1177730491>
- Marku, D., Minga, A., Sosoli, I. 2024. Circular Economy Perspective and Implications for Livestock Farming in Albania. *The Open Agriculture Journal*, 18(1), 11-13. DOI: 10.2174/0118743315312132240611074625
- McDowall, W., Geng, Y., Huang, B., Barteková, E., Bleischwitz, R., Türkeli, S., Kemp, R., Doménech, T. 2017. Circular economy policies in China and Europe. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 651-661, <https://doi.org/10.1111/jiec.12597>

- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., Behrens, W. W. 1972. *The Limits to Growth*. New York: Universe Books.
- Mekonnen, M. M., Hoekstra, A. Y. 2012. A Global Assessment of the Water Footprint of Farm Animal Products. *Ecosystems*, 15(3), 401–415. <https://doi.org/10.1007/s10021-011-9517-8>
- Mekush, G.E. 2012. Evaluating the Sustainable Development of a Region Using a System of Indicators. In: *Sustainability Analysis*. Palgrave Macmillan, London. https://doi.org/10.1057/9780230362437_13
- Mollenhorst, H., de Haan, M. H. A., Oenema, J., Kamphuis, C. 2020. Field and crop specific manure application on a dairy farm based on historical data and machine learning. *Computers and Electronics in Agriculture*, 175, 105599. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105599>
- Molina-Flores, B., Manzano-Baena, P. and Coulibaly, M.D. 2020. The role of livestock in food security, poverty reduction and wealth creation in West Africa. Accra. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca8385en>
- Montgomery, D. C., Peck, E. A., Vining, G. G. 2012. *Introduction to linear regression analysis* (5th ed.). John Wiley & Sons.
- Neyman, J. 1934. On the Two Different Aspects of the Representative Method: The Method of Stratified Sampling and the Method of Purposive Selection. *Journal of the Royal Statistical Society*, 97, 558-606. <https://doi.org/10.2307/2342192>
- Nolan, D. 2022. Stocking density impacts cow well-being and performance. *Bovine Vet Online*. <https://www.bovinevetonline.com/news/education/stocking-density-impacts-cow-well-being-and-performance>. Erişim Tarihi: 4.06.2023
- Novaković, T., Petrović, D., Novković, N., Cvijanović, D. Janković, S. 2025. Assessment of Technical and Eco-Efficiency of Dairy Farms in the Republic of Serbia: Towards the Implementation of a Circular Economy. *Agriculture*, 15, 899. <https://doi.org/10.3390/agriculture15080899>
- Nunnally, J. C. 1978. *Psychometric theory* (2nd ed.). McGraw-Hill.
- Odum, E.P. 1953. *Fundamentals of Ecology*. W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- Odum, E.P. 1971. *Fundamentals of Ecology*. Third Edition, W.B. Saunders Co., Philadelphia, 1-574.
- Ogunmakinde, O.E. 2019. A Review of Circular Economy Development Models in China, Germany and Japan. *Recycling*, 4(3), 27. <https://doi.org/10.3390/recycling4030027>
- Okayama, T. ve Watanabe, K. 2024. Performance of the Food Waste Recycling Law in Japan with Reference to SDG 12.3. *Recycling*, 9(1), 18. <https://doi.org/10.3390/recycling9010018>
- Özyakar, H. D., Yılmaz, H. 2021. Sığircılığı İşletmelerinde Ahır Gübresi Kullanımının ve Yönetiminin Ekonomik Analizi: Burdur İli Örneği. *Türk Tarım - Gıda Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 9(3), 460–469. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i3.460-469.3516>

- Pauli, G. 2010. *The Blue Economy: 10 Years, 100 Innovations, 100 Million Jobs*. Paradigm Publications.
- Pavanello, C., Franchini, M., Bovolenta, S., Marraccini, E., Corazzin, M. 2024. Sustainability Indicators for Dairy Cattle Farms in European Union Countries: A Systematic Literature Review. *Sustainability* 16, 4214. <https://doi.org/10.3390/su16104214>
- Pearce, D. W., Turner, R. K. 1990. *Economics of Natural Resources and the Environment*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore.
- Pearce, D., Markandya, A., Barbier, E. 1989. *Blueprint for a Green Economy*. London: Earthscan.
- Pomoni, D. I., Koukou, M., Vrachopoulos, M., Vasiliadis, L. 2024. Circular economy: A multilevel approach for natural resources and wastes under an agri-food perspective. *Water-Energy Nexus*. Volume 7, December 2024, Pages 103-123, <https://doi.org/10.1016/j.wen.2023.12.003>.
- Porter, M. E., Van der Linde, C. 1995. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 97–118. <https://doi.org/10.1257/jep.9.4.97>
- Pretty, J., Ball, A., Lang, T., Morison, J. 2005. Farm costs and food miles: An assessment of the full cost of the UK weekly food basket. *Food Policy*, 30(1), 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2005.02.001>
- Priyashantha H., 2025. World dairy system sustainability: a milk quality perspective. *Front. Sustain. Resour. Manag.* 4:1572962. <https://doi.org/10.3389/fsrma.2025.1572962>
- Rasmussen, S. 2000. *Technological Change and Economies of Scale in Danish Agriculture*, Unit of Economics Working Papers 24185, Royal Veterinary and Agricultural University, Food and Resource Economic Institute.
- Razali, N. M., Wah, Y. B. 2011. Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 2(1), 21-33.
- Renting, H., Marsden, T. K., Banks, J. 2003. *Understanding Alternative Food Networks: Exploring the Role of Short Food Supply Chains in Rural Development*. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 35(3), 393-411. <https://doi.org/10.1068/a3510> (Original work published 2003).
- Rockström J., Williams J., Daily G., Noble A., Matthews N., Gordon L., Wetterstrand H., DeClerck F., Shah M., Steduto P., De Fraiture C., Hatibu N., Unver O., Bird J., Sibanda L. Smith J. 2017. Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability. *Ambio* 46, 4–17 (2017). <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0793-6>
- Rodino, S., Pop, R., Sterie, C., Giuca, A., & Dumitru, E. 2023. Developing an Evaluation Framework for Circular Agriculture: A Pathway to Sustainable Farming. *Agriculture*, 13(11), 2047. <https://doi.org/10.3390/agriculture13112047>
- Rukundo R. Bergeron S. Bocoum I. Pelletier N. Doyon M. 2021. A Methodological Approach to Designing Circular Economy Indicators for Agriculture: An

- Application to the Egg Sector. *Sustainability* 2021, 13(15), 8656; <https://doi.org/10.3390/su13158656>
- Schandl H, King S, Walton A, Kaksonen AH, Tapsuwan S., Baynes T.M. 2021. Circular economy roadmap for plastics, glass, paper and tyres-Pathways for unlocking future growth opportunities for Australia, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation. <https://apo.org.au/node/318556> . Erişim Tarihi: 5.05.2023
- Stott, A. W., Humphry, R. W., Gunn, G. J., Higgins, I., Hennessy, T., O'Flaherty, J., Graham, D. A. 2012. Predicted costs and benefits of eradicating BVDV from Ireland. *Ir Vet J* 65, 12 (2012). <https://doi.org/10.1186/2046-0481-65-12>
- Sertoğlu, K., Darbaz, İ. 2017. Kuzey Kıbrıs'ta Büyükbaş Hayvancılık İşletmelerinin Süt Verimliliği. *İşletme Ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 5(1), 60-73.
- Sesay, F., M., Azizi, M. I., Kanneh, S. M., Mwale, M., Rahmani, B. 2025. Circular Economy towards Sustainable Development: A Review of U.S., E.U., and China's Policies". *Advances in Research* 26 (1):213–234. <https://doi.org/10.9734/air/2025/v26i11248>.
- Shapiro, S. S., Wilk, M. B. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, Volume 52, Issue 3-4, December 1965, Pages 591–611, <https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591>
- Silvius, J., Hoogstra, A. G., Candel, J. J. L., de Olde, E. M., de Boer, I. J. M., Termeer, C. J. A. M. 2023. Determining the transformative potential of circular agriculture initiatives. *Ambio* 52, 1968–1980 (2023). <https://doi.org/10.1007/s13280-023-01894-5>
- Skidmore, M., Hutchins, J., Nolan, D. 2025. Vulnerability of US dairy farms to extreme heat, *Food Policy*, Elsevier, vol. 131(C).
- Spearman, C. 1904. The proof and measurement of association between two things. *The American Journal of Psychology*, 15(1), 72-101. <https://doi.org/10.2307/1412159>
- Yarnall MJ, Thrusfield MV. 2017. Engaging veterinarians and farmers in eradicating bovine viral diarrhoea: a systematic review of economic impact. *Vet Rec*. 2017 Sep 30;181(13):347. doi: 10.1136/vr.104370. Epub 2017 Aug 29. PMID: 28851755; PMCID: PMC5738591.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., De Haan, C. 2006. *Livestock's long shadow: Environmental issues and options*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Talukder, B., Hipel, K. W., VanLoon, G. W. 2017. Developing composite indicators for agricultural sustainability assessment: Effect of normalization and aggregation techniques. *Resources*, 6(4), 66. <https://doi.org/10.3390/resources6040066>
- Tittonell, P. 2023. Why Agroecology, Why Systems, Why Now?. In: *A Systems Approach to Agroecology*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-42939-2_1
- Velasco-Muñoz, J. F., Mendoza, J. M. F., Aznar-Sánchez, J. A., Gallego Schmid, A. 2021. Circular economy implementation in the agricultural sector: Definition,

- strategies and indicators. *Resources, Conservation & Recycling*, 170, 105618. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105618>
- Van Berkum S., Dengerink, J. 2019. Transition to sustainable food systems: the Dutch circular approach providing solutions to global challenges. (Report / Wageningen Economic Research; No. 2019-082). Wageningen Economic Research. <https://doi.org/10.18174/495586>
- Van Selm, B., Hijbeek, R., van Ittersum, M. K., van Hal, O., van Middelaar, C. E., de Boer, I. J. M. 2023. Recoupling livestock and feed production in the Netherlands to reduce environmental impacts. *Sci Total Environ*. 2023 Nov 15;899:165540. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.165540. Epub 2023 Jul 18. PMID: 37467975.
- Van Zanten, H.H.E., Herrero, M., van Hal, O., Rööös, E., Muller, A., Garnett, T., Gerber, P.J., Schader, C., & de Boer, I.J.M. 2018. Defining a land boundary for sustainable livestock consumption. *Glob Chang Biol. Sep*;24(9):4185-4194. doi: 10.1111/gcb.14321. Epub 2018 Jun 11. PMID: 29788551.
- Van Zanten, H.H.E., Van Ittersum, M.K., De Boer, I.J.M. 2019. The role of livestock in a circular food system. *Global Food Security*, 21, 18-22. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.06.003>
- Van Zanten, H. H. E., Simon, W., van Selm, B., Wacker, J., Maindl, T. I., Frehner, A., Hijbeek, R., van Ittersum, M. K., & Herrero, M. 2023. Circularity in Europe strengthens the sustainability of the global food system. *Nat Food* 4, 320–330 (2023). <https://doi.org/10.1038/s43016-023-00734-9>
- Vrolijk, H., Reijs, J., Dijkshoorn-Dekker, M. 2020. Towards sustainable and circular farming in the Netherlands: Lessons from the socio-economic perspective. Wageningen Economic Research. <https://edepot.wur.nl/533842> .
- Xu, J. 2021. A circular approach for sustainable agriculture and human health. *Circular Agricultural Systems*, 1(1), Article 5. <https://doi.org/10.48130/CAS-2021-0005>
- Xu, H.L., Umemura, H., James F. Parr J.. 2000. *Nature Farming and Microbial Applications*. Boca Raton: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003578239>
- Zahm, F., Ugaglia, A. A., Barbier, J. M., Carayon, D., Del'homme, B., Gafsi, M., Gasselin, P., Gestin, C., Girard, S., Guichard, L., Loyce, C., Manneville, V., Redlingshöfer, B., Rodrigues, I. 2024. Assessing farm sustainability: The IDEA4 method, a conceptual framework combining dimensions and properties of sustainability. *Cahiers Agricultures*, 33, 10. <https://doi.org/10.1051/cagri/2024001>
- Zanni, S., Roccaro, M., Bocedi, F., Peli, A., & Bonoli, A. 2022. LCA to Estimate the Environmental Impact of Dairy Farms: A Case Study. *Sustainability*, 14(10), 6028. <https://doi.org/10.3390/su14106028>
- Zhu, J., Fan, C., Shi, H., Shi, L. 2019. Efforts for a circular economy in China: A comprehensive review of policies. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 110-118, <https://doi.org/10.1111/jiec.12754>

EK 1 Araştırma Kapsamında Anket Yapılan Süt Sığircılığı İşletmeleri Fotoğrafları

9 Sağmal İneğē Sahip Küçük Ölçekli İşletme



38 Sağmal İneğē Sahip Orta Ölçekli İşletme



86 Sağmal İneğe Sahip Büyük Ölçekli İşletme



118 Sağmal İneğe Sahip Endüstriyel İşletme

